

Katedra Kształtowania Agroekosystemów, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław, e-mail: piotr.kuc@up.wroc.pl

PIOTR KUC, BERNADETA STROCHALSKA

Wpływ nawożenia organicznego i sposobów uprawy roli na produktywność buraka cukrowego

The influence of organic fertilization and different tillage methods
on sugar beet productivity

Streszczenie. Badania realizowano w latach 2002–2004 w RZD „Swojec” we Wrocławiu w oparciu o ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe, założone metodą split-plot w czterech powtórzeniach. Czynnikiem I rzędu było nawożenie organiczne – międzyplon ścierniskowy uprawiany po przyoraniu słomy przedplonowej w ilości $5\text{--}6\text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (obiekt 1) oraz bez słomy (obiekt 2). Czynnikiem II rzędu była zróżnicowana uprawa jesienno-wiosenna oraz nawożenie obornikiem. Największą zawartością cukru biologicznego charakteryzowały się korzenie po zastosowaniu uprawy konserwującej, a najmniejszą na poletkach z uprawą tradycyjną i zmniejszoną dawką obornika. Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI), wskaźnik ulistnienia (LAR), powierzchnia asymilacyjna oraz liczba liści przypadająca na 1 dt cukru nie były istotnie zależne od zastosowanych sposobów uprawy. Nawożenie samym międzyplonem w porównaniu z nawożeniem międzyplonem uprawianym po przyoranej słomie przedplonowej nie wpływa negatywnie na produktywność buraka cukrowego.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, produktywność, uproszczona uprawa roli, nawożenie organiczne

WSTĘP

W tradycyjnej technologii uprawy buraka cukrowego istnieją możliwości wielu uproszczeń. Podejmowane próby ustalenia optymalnej technologii uprawy tej rośliny mają na celu zmniejszenie kosztów produkcji przy zachowaniu plonowania na odpowiednio wysokim poziomie. Stosowane uproszczenia w uprawie roli pod burak cukrowy są ekonomicznie uzasadnione pod warunkiem, że nie powodują obniżenia wysokości i jakości plonu. Liczne badania [Baranowski i Pabin 1980, Zimny 1988, Krężel 1991, Kordas i Zimny 1997, Zimny 1997, 1999] dowodzą, że ograniczenie liczby orok, a nawet eliminacja uprawy płużnej i stosowanie uprawy konserwującej nie powodują wyraźnego spadku plonu. Niedobór obornika i intensyfikacja produkcji buraka cukrowego

skłoniły do poszukiwania alternatywnych rodzajów nawożenia organicznego, które mogą zastąpić obornik bez pogarszania parametrów plonów [Słowiński i in. 1995, Gandecki i in. 1999]. W ostatnich latach coraz większego znaczenia nabierają nawozy zielone i słoma zbóż jako źródła substancji organicznej w glebie [Ceglarek i in. 1997]. Pozostawienie resztek poźniwnych w postaci słomy ma na celu wzbogacenie gleby w substancję organiczną oraz ograniczenie wymywania składników pokarmowych. Słoma jest źródłem materii organicznej w glebie, pozytywnie wpływa na aktywność biologiczną, a także na właściwości fizyczne i chemiczne gleby [Smoliński i in. 1997, Kuś i Jończyk 2000].

Celem badań było określenie wpływu nawożenia międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoranej słomie i bez niej, a także obniżonych dawek obornika i uproszczeń w uprawie roli na produktywność buraka cukrowego.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2002–2004 w RZD „Swojec” we Wrocławiu w oparciu o ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe. Czynnikiem I rzędu było nawożenie organiczne (tab. 1). Na obiekcie A przyorowano słomę pszenicy w ilości $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ z dodatkiem $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu. Na obiektach A i B w różnych terminach przyorowano lub bronowano (obiekt 5) międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała). Średnia świeża masa przyorwanego międzyplonu wynosiła $19\text{--}25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w zależności od roku badań.

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

Czynnik I. Nawożenie słomą i międzyplonem – Factor I. Straw and stubble crop fertilization	
nazwa pełna full name	nazwa skrócona short name
A. Słoma przedplonowa (pszenica ozima) + międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała) Straw (wheat) + stubble crop (white mustard)	sł. + m. st. + s.c.
B. Międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała) Stubble crop (white mustard)	m. s.c.
Czynnik II. Sposoby uprawy – Factor II. Tillage methods	
nazwa pełna full name	nazwa skrócona short name
1. Obornik $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ziębła 25 cm, brona wirnikowa + wał strunowy Manure $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, fall ploughing 25 cm, swirl harrow + string roller	ziębła ⁺⁺ , br., wał. f. plough ⁺⁺ , h., st. r.
2. Obornik $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ziębła 25 cm, brona wirnikowa + wał strunowy Manure $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, fall ploughing 25 cm, swirl harrow + string roller	ziębła ⁺ , br., wał. f. plough ⁺ , 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.

Czynnikiem II rzędu była zróżnicowana uprawa roli oraz nawożenie obornikiem. Jesienią na obiektach 1–3 wykonano orkę przedzimową na głębokość 25 cm przykrywającą międzyplon z obornikiem (obiekt 1–20 t · ha⁻¹, obiekt 2–10 t · ha⁻¹) lub sam międzyplon (obiekt 3). Na obiektach 4 i 5 międzyplon pozostawiano do wiosny w formie mulczu. Wiosną na obiekcie 4 wykonano orkę wiosenną na głębokość 15 cm. Następnie zastosowano bronę zębową (obiekty 1–3) lub wirmikową (obiekty 4 i 5).

Doświadczenie założono metodą split-plot w czterech powtórzeniach na madzie rzecznej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego. Glebę tę, będącą w bardzo dobrej kulturze, zaliczono do kompleksu żyniego bardzo dobrego. Zastosowano następujące dawki nawozów mineralnych: 50 kg N · ha⁻¹, 30 kg P · ha⁻¹, 100 kg K · ha⁻¹. Burak cukrowy odmiany Kujawska wysiewano na gotowo sześciorzędowym mechanicznym siewniku punktowym w rozstawie 45 × 18 cm. Użyto kłębków jednokielkowych otoczonych o laboratoryjnej zdolności kiełkowania 97%. Pielęgnowanie buraków polegało na chemicznym zwalczaniu chwastów herbicydami: Betanal AM 11 160 EC (2 l/200 l wody/ha), Betanal Progress 180 EC (1,5 l/200 l wody/ha), Kemiron 500 EC (0,2 l/200 l wody/ha), Kemifam 320 EC (1 l/200 l wody/ha), Gladiator 70 WG (1,5 kg/200 l wody/ha). Szkodniki zwalczano insektycydem Bi-58 Nowy (0,8 l/200 l wody/ha), a chwościka buraka fungicydem Karben 500 SC (0,4 l/200 l wody/ha). W okresie wegetacji wysiewano pogłównie saletrę amonową 34% w ilości 70 kg N · ha⁻¹. Zbiór buraków przeprowadzano jednoetapowo w drugiej lub trzeciej dekadzie października.

Warunki pogodowe w latach 2001–2004 były zróżnicowane i w niektórych okresach odbiegały od przeciętnych w regionie. Średnie temperatury powietrza całego analizowanego okresu w każdym z 3 cykli badań były wyższe od średnich temperatur z ostatnich 33 lat odpowiednio o 1,1, 0,4 i 0,7°C w badanym okresie. Natomiast sumy opadów w tym czasie były mniejsze odpowiednio o 25,5, 83,4 i 111,3 mm w porównaniu ze średnimi z wspomnianego wielolecia.

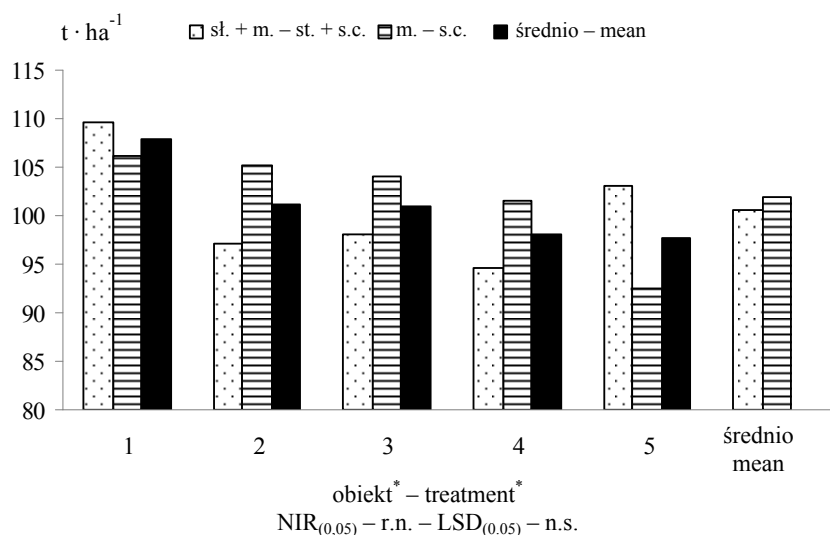
Powierzchnię asymilacyjną buraka określono na 20 roślinach z każdego obiektu, mierząc długość i szerokość blaszki każdego liścia, a następnie mnożąc ich iloczyn przez współczynnik 0,76 [Lazarow 1965]. Na podstawie powierzchni asymilacyjnej przypadającej na jednostkę powierzchni pola obliczono wskaźnik pokrycia liściowego (LAI), a wskaźnik ulistnienia (LAR), ze stosunku powierzchni asymilacyjnej do biomasy całej rośliny [Pietkiewicz 1985]. Masę jednego korzenia i masę liści jednej rośliny ustalono na podstawie zebranych roślin z 20 m.b. każdego poletka. Plon korzeni i liści obliczono, mnożąc średnią masę jednego korzenia i masę liści jednej rośliny przez obsadę końcową. Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji dla doświadczeń dwuczynnikowych w układzie split-plot. Wyliczając przedział ufności dla zróżnicowań międzyobiekto-
wych ($NIR_p=0,05$), korzystano z rozkładu t-Studenta.

WYNIKI I DISKUSJA

Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) był istotnie zależny jedynie od współdziałania obu czynników doświadczenia (tab. 2). Największą wartość tego wskaźnika odnotowano na poletkach z przyorany międzyplonem (obiekt A), uprawianych tradycyjnie i nienawożonych obornikiem (obiekt 3), a najmniejszą po zastosowaniu orki wiosennej (obiekt 4) przykrywającej przemarznięty międzyplon uprawiany po przyoranej sło-
mie

(obiekt B). Podobne wyniki uzyskał Zimny [1995], który wykazał brak wpływu uproszczeń w uprawie roli na ten wskaźnik. Zastosowane nawożenie organiczne oraz różne sposoby uprawy nie wpłynęły na istotne zróżnicowanie wskaźnika i współczynnika ulistnienia. Również Malak [2000] nie stwierdził wpływu różnych rodzajów nawozów organicznych na wskaźnik ulistnienia. Mimo braku istotnego wpływu sposobu uprawy można zauważyć, że największym współczynnikiem ulistnienia (0,32) przy jednocześnie najmniejszym wskaźniku ulistnienia (0,20) charakteryzowały się rośliny uprawiane tradycyjnie i nawożone obornikiem w dawce $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (obiekt 1). Natomiast najmniejszy współczynnik ulistnienia (0,28) oraz największy wskaźnik ulistnienia (0,23) i pokrycia liściowego (2,34) odnotowano w tradycyjnym sposobie uprawy roli pozbawionym nawożenia naturalnego (obiekt 3).

Nawożenie organiczne, sposoby uprawy oraz interakcja tych czynników nie miały istotnego wpływu na biomasę buraka cukrowego (rys. 1). Można jednak zauważyć, że największe plony ($109,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) uzyskano z buraka uprawianego tradycyjnie, nawożonego pełną dawką obornika oraz słomą pszenicy i międzyplonem ścierniskowym, a najmniejsze ($92,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) w warunkach uprawy konserwującej (obiekt 5).

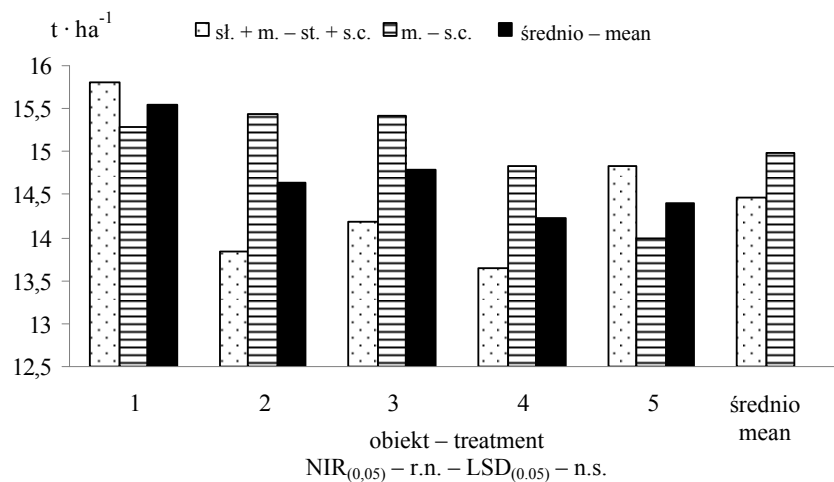


*Objaśnienia w tabeli 1 – Explanations in table 1

Rys. 1. Plon biomasy całkowitej
Fig. 1. Yield of biomass

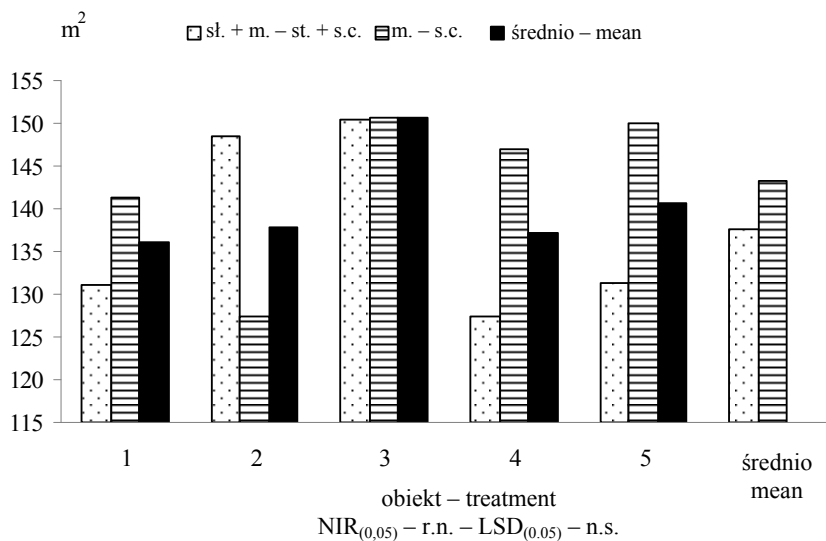
Czynniki doświadczenia nie miały istotnego wpływu na biologiczny plon cukru (rys. 2). Tak jak w przypadku biomasy największą masę cukru z 1 ha ($15,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) uzyskano z buraka uprawianego na poletkach z orką przedzimową, nawożonych pełną dawką obornika oraz międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoraniu słomy, a najmniejszą ($13,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) po zastosowaniu słomy i gorczycy międzyplonowej oraz orki wiosennej. Według badań Kordasa [2000] oraz Zimnego i Kordasa [2002] sposób uprawy przedsięwnej nie różnicuje w sposób istotny plonu cukru. Natomiast Baeumer i Pape

[1972] donoszą, że pod wpływem uproszczeń, zwłaszcza siewu bezpośredniego, nieznacznie wzrasta w korzeniach zawartość sacharozy. O negatywnym działaniu obornika na cukrowość buraka donosili: Szymczak-Nowak i in. [1997], Wesołowski i Bętkowski [1997] oraz Urbański [2001]. W omawianym eksperymencie różnica w plonie cukru w zależności od nawożenia obornikiem wyniosła $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i nie była istotna.



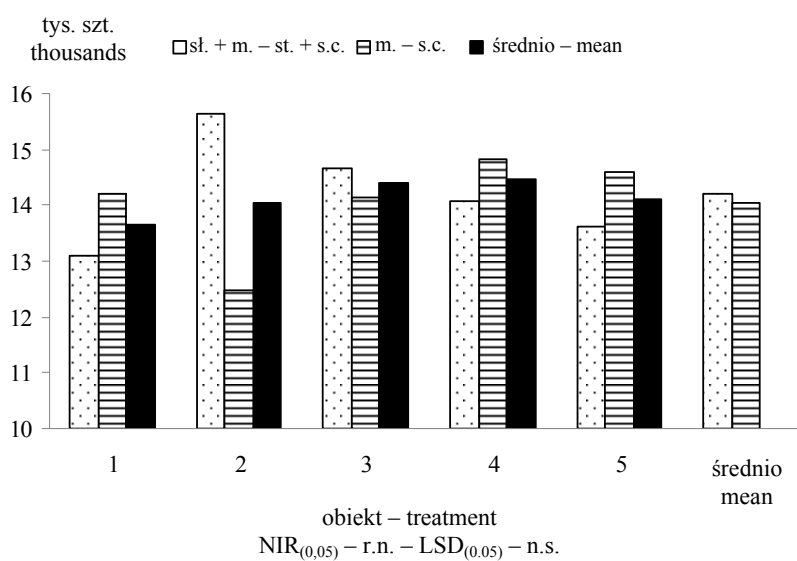
Rys. 2. Biologiczny plon cukru

Fig. 2. Biological sugar yield



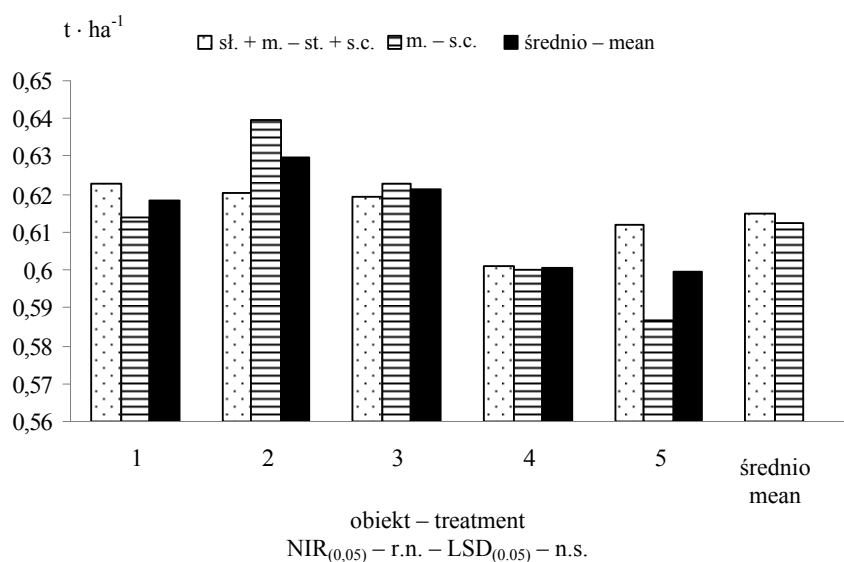
Rys. 3. Powierzchnia asymilacyjna na 1 dt cukru

Fig. 3. Assimilation area per 1 dt sugar



Rys. 4. Liczba liści przypadająca na 1 dt cukru

Fig. 4. Number of leaves per 1 dt sugar



Rys. 5. Masa korzeni na 1 dt cukru

Fig. 5. Mass of roots per 1 dt sugar

Po przeliczeniu powierzchni asymilacyjnej i liczby liści na jednostkę plonu cukru biologicznego stwierdzono, że produktywność liści buraka cukrowego nie była istotnie uzależniona od zastosowanych nawożenia organicznego i sposobów uprawy (rys. 3 i 4).

Zaobserwowano jednak, że największą powierzchnią asymilacyjną (150,6 m²) potrzebną do wytworzenia 1 dt cukru biologicznego charakteryzowały się rośliny uprawiane tradycyjnie i nienawożone obornikiem (bez względu na wprowadzoną do gleby roślinną masę organiczną – obiekt 3), a najmniejszą (137,1 m²) – rośliny na poletkach z orką wiosenną (obiekt 4). Najwięcej liści (15,6 tys.) na wytworzenie 1 dt cukru biologicznego potrzebował burak uprawiany tradycyjnie, nawożony 10 t · ha⁻¹ obornika, a najmniej (12,5 tys.) uprawiany na poletkach z uprawą tradycyjną i obniżoną dawką obornika.

Tabela 2. Wskaźniki ulistnienia buraka cukrowego
Table 2. Growth indexes of sugar beet

Sposoby uprawy Variants od tillage	Wskaźnik pokrycia liściowego (LAI) Leaf area index			Wskaźnik ulistnienia (LAR) Leaf area ratio			Współczynnik ulistnienia Coefficient of leaves		
	śl.+m. st.+s.	m. s.c.	śre- dnie means	śl.+m. st.+s	m. s.c.	śre- dnie means	śl.+m. st.+s	m. s.c.	śre- dnie means
1. Ziębla ⁺⁺ , br., wał. F. plough ⁺⁺ , h., st.r.	2,11	2,23	2,17	0,19	0,21	0,20	0,35	0,28	0,32
2. Ziębla ⁺ , br., wał. F. plough ⁺ , h., st. r.	2,18	1,96	2,07	0,22	0,20	0,21	0,35	0,27	0,31
3. Ziębla, br., wał. F. plough., h., st. r.	2,23	2,44	2,34	0,22	0,23	0,23	0,29	0,27	0,28
4. O. wios., br., wał. Spr. plough., h., st. r.	1,78	2,26	2,02	0,19	0,23	0,21	0,32	0,32	0,32
5. Br., wał. H., st. r.	2,16	2,14	2,15	0,20	0,23	0,22	0,28	0,30	0,29
Średnie – Means	2,09	2,21	–	0,20	0,22	–	0,32	0,29	–
NIR _{0,05} LSD _{0,05}	czynnik I factor I	r.n.		r.n.			r.n.		
	czynnik II factor II	r.n.		r.n.			r.n.		
	interakcja interaction	0,18		r.n.			r.n.		

Modyfikacje uprawy roli oraz różne warianty nawożenia organicznego nie różnicowały istotnie masy korzeni przypadającej na 1 dt cukru biologicznego (rys. 5). Analizując współdziałanie obu czynników doświadczenia, stwierdzono, że na poletku z uprawą konserwującą (obiekt 5) nawożonym międzyplonem wskaźnik ten był najniższy (0,59 t), zaś na poletkach uprawianych tradycyjnie i nawożonych obniżoną dawką obornika (obiekt 2) oraz międzyplonem – najwyższy (0,64 t).

WNIOSKI

1. Zastosowane różne sposoby uprawy roli i nawożenia organicznego nie miały większego wpływu na produktywność buraka cukrowego.

2. Nawożenie samym międzyplonem w porównaniu z nawożeniem międzyplonem uprawianym po przyoranej słomie przedplonowej nie różnicowało produktywności buraka cukrowego.

PIŚMIENNICTWO

- Baeumer K., Pape G., 1972. Ergebnisse und Aussichten des Anbaus von Zuckerrüben im Ackerbausystem ohne Bodenbearbeitung. Zucker 22, 711–718.
- Baranowski R., Pabin J., 1980. Wpływ gęstości gleby lekkiej na plony buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 227, 61–67.
- Ceglarek F., Buraczyska D., Płaza A., 1997. Reakcja buraka cukrowego na nawożenie obornikiem, słomą i międzyplonami wsiewek. *Fragm. Agron.* 4, 18–26.
- 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.
- Kordas L., 2000. Studia nad optymalizacją uprawy buraka cukrowego na glebie średniej. Rozpr. 171, AR Wrocław.
- Kordas L., Zimny L., 1997. Wpływ wybranych poplonów ścierniskowych na plonowanie buraków cukrowych przy zastosowaniu siewu bezpośredniego. *Biul. IHAR* 202, 207–211.
- Krężel R., 1991. Wpływ sposobów i terminów przyorwania obornika na plonowanie buraków cukrowych. *Biul. IHAR* 178, 41–45.
- Kuś J., Jończyk K., 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 470, 59–65.
- Lazarow R., 1965. Koefficienti za opredeljane na listnata pov'rchnost pri njakoi selskostonpanski kulturi. *Rastieniev'd Nauki* 2, 2, 27–37.
- Malak D., 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego przy wzrastających dawkach azotu mineralnego na właściwości gleby i plonowanie buraka cukrowego. Praca doktorska, AR Wrocław.
- Pietkiewicz S., 1985. Wskaźnikowa analiza wzrostu roślin. *Wiad. Bot.* 29, 29–42.
- Słowiński J., Nowak W., Gospodarczyk F., 1995. Wartość nawozowa wybranych poplonów ścierniskowych na tle obornika dla buraka cukrowego. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, ser. Rolnictwo, 262, 9–20.
- Smoliński S., Kotwica K., Jaskulski D., Tomalak S., 1997. Wpływ poplonu ścierniskowego na aktywność mikrobiologiczną gleby. Zmiany liczebności bakterii uczestniczących w przemianach C i N. *Konf. nauk. Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie.* AR Kraków, 625–630.
- Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., Kostka-Gościniak D., Redo L., Banaszak H., 1997. Wpływ nawożenia słomą na zdrowotność i plonowanie wybranych odmian buraka cukrowego. *Prog. Plant Protec.* 37, 2, 260–262.
- Urbański B., 2001. Efektywność nawożenia ekologicznego w uprawie buraka cukrowego. Praca doktorska, UWM Olsztyn.
- Wesołowski M., Bętkowski M., 1997. Sposób użyczenia stanowiska a plonowanie buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 202, 145–148.
- Zimny L., 1988. Wpływ sypłonej orki przedzimowej i wiosennej na wybrane właściwości fizyczne gleby i plonowanie buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 356, 269–276.

- Zimny L., 1995. Produktywność buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanych systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 1, 62–69.
- Zimny L., 1997. Modyfikacje uprawy pod burak cukrowy. *Post. Nauk Rol.* 1, 35–47.
- Zimny L., 1999. Uprawa konserwująca. *Post. Nauk Rol.* 5, 41–51.
- Zimny L., Kordas L., 2002. Wpływ zagęszczenia roli przy zróżnicowanym nawożeniu organicznym na wschody, obsadę i plonowanie buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 222, 239–246.

Summary. The field experiment was conducted as a split-plot method in four replications on medium textured soil. Two factors of the 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 4, treatment spring ploughing was done and on 5 – conservation tillage. Manure fertilization on treatments 1 and 2 was respectively 20 and 10 t · ha⁻¹. Application of different tillage systems together with two rates of manure fertilization as well as crop fertilization with or without ploughing down straw and the interaction of these factors had no effect on biomass and biological sugar yield, leaf area ratio, assimilation area and the number of leaves per 1 dt sugar. The leaf area index was significantly determined by the first factor. No beneficial effect of only stubble crop compared to stubble crop growing without ploughing down straw was observed.

Key words: sugar beet, productivity, reduced tillage, organic fertilization