

WPŁYW SPOSOBÓW UPRAWY ROLI I ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO STOSOWANYCH POD BURAK CUKROWY NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE GLEBY

PIOTR KUC

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Synopsis. Badania przeprowadzono w latach 2002–2004 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w oparciu o ściśle dwuczynnikowe doświadczenie polowe założone metodą split-plot. Czynnikiem I rzędu było nawożenie organiczne: międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała) uprawiany po przyoranej słomie przedplonowej oraz międzyplon ścierniskowy. Czynnikiem II rzędu była zróżnicowana uprawa jesienno-wiosenna oraz nawożenie obornikiem. Nawożenie buraka cukrowego międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoranej słomie, w porównaniu do nawożenia samym międzyplonem, przyczyniło się do istotnego wzrostu zwięzłości gleby, natomiast pozostałe właściwości fizyczne gleby na ogół nie były istotnie modyfikowane. Zwięzłość gleby w warstwach 10-15 i 20-25 cm była istotnie zależna od sposobu uprawy. W okresie zbioru buraka cukrowego największą zwięzłość gleby zanotowano na poletkach z uprawą konserwującą, a najmniejsze po zastosowaniu uprawy tradycyjnej i nawożenia obornikiem w dawce 10 ha^{-1} . Nie udowodniono wpływu sposobów uprawy roli na wilgotność gleby.

Słowa kluczowe – *key words*: burak cukrowy – *sugar beet*, warianty uprawy – *tillage variants*, właściwości fizyczne gleby – *physical soil properties*

WSTĘP

Coraz częściej stosowane uproszczenia w uprawie roli pod burak cukrowy wpływają na ilość i jakość zebranych plonów, a także na właściwości fizyczne gleby. Szczególne znaczenie ma zagęszczenie gleby oraz jej zwięzłość [Maiksteniene i Straksiene 1998, Russell i in. 1975, Szymankiewicz 1995, Włodek i in. 1999]. Zdaniem Baranowskiego i Pabina [1980] optymalna gęstość objętościowa dla buraka cukrowego powinna wynosić $1,34\text{--}1,47 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$, a optymalna porowatość ogólna roli przeznaczanej pod uprawę tej rośliny według Gutmańskiego [1991] powinna mieścić się w granicach od 42 do 52%. Jak wykazały badania Kordasa [2000], Malaka [2000], Zimnego [1994] oraz Zimnego i Kordasa [2002] możliwa jest uprawa buraka cukrowego bez obniżki plonów na glebach o większym zagęszczeniu, mieszczącym się w granicach od $1,50$ do $1,79 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ oraz porowatości ogólnej nie mniejszej niż 31,4%. Jednym ze sposobów łagodzenia negatywnych skutków uprawy uproszczonej jest stosowanie międzyplonów ścierniskowych [Kordas i Zimny 1997]. Przyczyniają się one do poprawy właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby.

Celem podjętych badań była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia organicznego oraz różnych wariantów jesienno-wiosennej uprawy roli stosowanych pod burak cukrowy na wybrane właściwości fizyczne gleby.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2002-2004 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swójec należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, w oparciu o ściśle dwuczynnikowe doświadczenie polowe. Doświadczenie 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. Siew buraka cukrowego wykonano tradycyjnym siewnikiem punktowym.

Czynnikami I rzędu było nawożenie organiczne: słoma rośliny przedplonowej + międzyplon ścierniskowy (obiekt 1) oraz sam międzyplon ścierniskowy (obiekt 2). Na obiekcie 1 po przyoranej słomie pszenicznej w ilości $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz na obiekcie 2 wysiano międzyplon w postaci gorczycy białej, który był przyorywany lub bronowany w różnych terminach, w zależności od wariantu uprawy roli. Świeża masa wprowadzanej do gleby międzyplonu ścierniskowego wynosiła od $19\text{-}25 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ w zależności od roku badań. Czynnikiem II rzędu było pięć sposobów uprawy jesienno-wiosennej oraz nawożenie obornikiem. Jesienią na trzech obiektach wykonano orkę przedzimową na głębokość 25 cm przykrywającą międzyplon z obornikiem (obiekt A – $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ i obiekt B – $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) lub sam międzyplon (obiekt C). Na obiektach D i E międzyplon pozostawiano do wiosny w formie mulczu. Wiosną na obiekcie D wykonano orkę wiosenną na głębokość 15 cm oraz zastosowano bronę wirnikową z wałem strunowym, natomiast na obiekcie E wykonano jedynie zabieg uprawowy z zastosowaniem brony wirnikowej z wałem strunowym. W okresie wiosennym na obiektach A-C wykonano uprawę przedsiewną przy użyciu brony zębowej z wałem strunowym. Schemat doświadczenia zamieszczono w tabeli 1.

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

Czynnik I – Factor I: Nawożenie organiczne – Organic fertilization	
1.	Słoma przedplonowa + międzyplon ścierniskowy <i>Straw + catch crop</i>
2.	Międzyplon ścierniskowy <i>Catch crop</i>
Czynnik II – Factor II: Sposoby uprawy – Variants of tillage	
A.	Obornik $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ziębła 25 cm, brona zębowa + wał strunowy <i>Manure $20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, fall plowing 25 cm, spike-tooth harrow + string roller</i>
B.	Obornik $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, ziębła 25 cm, brona zębowa + wał strunowy <i>Manure $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, fall plowing 25 cm, spike-tooth harrow + string roller</i>
C.	Ziębła 25 cm, brona zębowa + wał strunowy <i>Fall plowing 25 cm, spike-tooth harrow + string roller</i>
D.	Orka wiosenna 15 cm, brona wirnikowa + wał strunowy <i>Spring plowing 15 cm, swirl harrow + string roller</i>
E.	Brona wirnikowa + wał strunowy (uprawa konserwująca) <i>Swirl harrow + string roller (conservation tillage)</i>

Wilgotność, gęstość i porowatość gleby oznaczono za pomocą cylinderek Kopeckego o pojemności 100 cm^3 zgodnie z PN-90/R-55003 w 6 powtórzeniach w warstwach 5-10, 10-15 i 20-25 cm, w terminie zbioru buraka cukrowego. Zwięzłość określono penetrometrem glebowym z elektroniczną rejestracją danych w 12 na każdym poletku.

Tabela 2. Gęstość objętościowa i porowatość ogólna w okresie zbioru buraka cukrowego (średnie z lat 2002-2004)

Table 2. Bulk density and porosity of soil during harvest of sugar beet (mean for 2002-2004)

Sposoby uprawy <i>Variants of tillage</i>	Gęstość objętościowa (Mg·m ⁻³) <i>Bulk density (Mg·m⁻³)</i>			Porowatość ogólna (%) <i>Total porosity (%)</i>		
	1*	2	średnia <i>mean</i>	1	2	średnia <i>mean</i>
5–10 cm						
A*	1,70	1,60	1,65	34,4	38,0	36,2
B	1,65	1,66	1,66	36,4	36,0	36,2
C	1,65	1,62	1,64	36,1	37,3	36,7
D	1,55	1,64	1,60	40,0	36,7	38,4
E	1,63	1,59	1,61	37,0	38,6	37,8
Średnie – <i>Means</i>	1,64	1,62	–	36,8	37,3	–
NIR _{0,05} dla czynnika I <i>LSD_{0,05} for main plot factor</i>	r.n. n.s.**			r.n. n.s.		
NIR _{0,05} dla czynnika II <i>LSD_{0,05} for subplot factor</i>	0,04			1,6		
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	0,06			2,2		
10–15 cm						
A	1,72	1,70	1,71	33,7	34,2	34,0
B	1,67	1,71	1,69	35,5	34,0	34,8
C	1,69	1,67	1,68	34,9	35,5	35,2
D	1,60	1,70	1,65	38,4	34,4	36,4
E	1,64	1,71	1,68	36,5	33,9	35,2
Średnie – <i>Means</i>	1,66	1,70	–	35,8	34,4	–
NIR _{0,05} dla czynnika I <i>LSD_{0,05} for main plot factor</i>	0,02			0,9		
NIR _{0,05} dla czynnika II <i>LSD_{0,05} for subplot factor</i>	r.n. n.s.			r.n. n.s.		
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	0,06			2,4		
20–25 cm						
A	1,69	1,69	1,69	34,7	34,6	34,7
B	1,66	1,71	1,69	35,9	34,0	35,0
C	1,68	1,73	1,71	35,2	33,2	34,2
D	1,63	1,72	1,68	37,0	33,7	35,4
E	1,72	1,60	1,66	33,8	38,3	36,1
Średnie – <i>Means</i>	1,68	1,69	–	35,3	34,7	–
NIR _{0,05} dla czynnika I <i>LSD_{0,05} for main plot factor</i>	r.n. n.s.			r.n. n.s.		
NIR _{0,05} dla czynnika II <i>LSD_{0,05} for subplot factor</i>	r.n. n.s.			r.n. n.s.		
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	0,08			2,9		

* objaśnienia w tabeli 1 – *explanations in table 1*; ** r.n. n.s. – różnica nieistotna – *not significant difference*

Tabela 3. Wilgotność i zwięzłość gleby w okresie zbioru buraka cukrowego (średnie z lat 2002-2004)
 Table 3. Soil moisture in bulk and soil compaction during harvest of sugar beet (mean for 2002-2004)

Sposoby uprawy <i>Variants of tillage</i>	Wilgotność gleby (%) <i>Soil moisture in bulk (%)</i>			Zwięzłość gleby (MPa) <i>Soil compaction (MPa)</i>		
	1*	2	Średnia <i>mean</i>	1	2	średnia <i>mean</i>
	5–10 cm					
A*	20,6	21,9	21,3	2,11	1,34	1,73
B	20,7	21,4	21,1	1,63	1,55	1,59
C	20,5	20,6	20,6	1,98	1,72	1,85
D	20,0	20,1	20,1	1,73	1,37	1,55
E	21,6	20,0	20,8	2,18	1,50	1,84
Średnie – <i>Means</i>	20,7	20,8	–	1,93	1,50	–
NIR _{0,05} dla czynnika I <i>LSD_{0,05} for main plot factor</i>	r.n. n.s.**			0,19		
NIR _{0,05} dla czynnika II <i>LSD_{0,05} for subplot factor</i>	r.n. n.s.			r.n. n.s.		
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	r.n. n.s.			r.n. n.s.		
	10–15 cm					
A	19,9	20,2	20,1	2,38	1,92	2,15
B	19,9	21,3	20,6	1,82	1,99	1,91
C	19,9	20,6	20,3	2,10	2,02	2,06
D	19,4	21,1	20,3	2,85	1,52	2,19
E	21,2	20,3	20,8	2,56	2,20	2,38
Średnie – <i>Means</i>	20,1	20,7	–	2,34	1,93	–
NIR _{0,05} dla czynnika I <i>LSD_{0,05} for main plot factor</i>	r.n. n.s.			0,21		
NIR _{0,05} dla czynnika II <i>LSD_{0,05} for subplot factor</i>	r.n. n.s.			0,30		
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	r.n. n.s.			0,43		
	20–25 cm					
A	16,3	19,1	17,7	3,05	1,98	2,52
B	18,6	20,7	19,7	2,20	2,22	2,21
C	17,5	19,0	18,3	2,47	2,52	2,50
D	16,3	19,0	17,7	3,47	2,20	2,84
E	19,3	22,6	21,0	3,32	3,01	3,17
Średnie – <i>Means</i>	17,6	20,1	–	2,90	2,39	–
NIR _{0,05} dla czynnika I <i>LSD_{0,05} for main plot factor</i>	r.n. n.s.			0,45		
NIR _{0,05} dla czynnika II <i>LSD_{0,05} for subplot factor</i>	r.n. n.s.			0,41		
NIR _{0,05} dla interakcji <i>LSD_{0,05} for interaction</i>	r.n. n.s.			0,58		

*objaśnienia w tabeli 1 – *explanations in table 1*; **r.n. n.s. – różnica nieistotna – *not significant difference*

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji dla doświadczeń czynnikowych w układzie split-plot. Wyliczając przedział ufności dla zróżnicowań międzyobiektowych ($NIR_{p=0,05}$) korzystano z rozkładu t Studenta.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Wielu autorów [Baranowski i Pabin 1980, Gutmański 1991, Ostrowska 1971, Schulze i Bohle 1976] uważa, że optymalna gęstość gleby dla buraka cukrowego wynosi około $1,10-1,47 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. W badaniach własnych przy gęstości gleby wahającej się od $1,60 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ w warstwie 5–10 cm na poletkach zaoranych wiosną do $1,71 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ w środkowej warstwie po zastosowaniu uprawy tradycyjnej uzyskano bardzo wysokie plony korzeni. Podobne wyniki uzyskali również Kordas [2000], Malak [2000] i Zimny [1994]. Gęstość objętościowa gleby istotnie zależała od nawożenia organicznego tylko w warstwie 10–15 cm, w której była niższa o 2,4% na poletkach z przyoraną słomą przedplonową i międzyplonem ścierniskowym w porównaniu do obiektu nawożonego samym międzyplonem ścierniskowym. Sposób uprawy roli miał istotny wpływ na zbitość gleby tylko w warstwie 5–10 cm, w której najniższą gęstością objętościową charakteryzowały się poletka zaorane wiosną oraz z uprawą konserwującą (obiekt D i E). Podobne wyniki uzyskał Ball [1995], natomiast w badaniach Kordasa [2000] stwierdzono wzrost gęstości gleby pod wpływem stosowania uproszczeń w uprawie roli.

Istotne różnice porowatości ogólnej po zastosowaniu słomy pod międzyplon wystąpiły tylko w warstwie 10–15 cm (tab. 2). Gleba poletek nawożonych samym międzyplonem miała o 1,4 pkt. % mniej porów w porównaniu z glebą nawożoną słomą i międzyplonem. Wpływ sposobów uprawy roli uwidocznił się tylko w najpłytszej badanej warstwie. Zastosowanie orki przedzimowej w odniesieniu do poletek nie zaoranych jesienią spowodowało zmniejszenie ilości porów średnio o 1,7 pkt. %. Podobną, ale niepotwierdzoną statystycznie tendencję można zaobserwować w głębszych warstwach.

Przyoranie gorczycy białej uprawianej w międzyplonie ścierniskowym po przyoranej słomie, w odniesieniu do samego międzyplonu, nie wpłynęło istotnie na wilgotność gleby we wszystkich badanych warstwach (tab. 3). Niemniej można zauważyć wpływ przyorywanej słomy na obniżenie wilgotności gleby, wyraźny zwłaszcza w warstwie 20–25 cm. Zdaniem Kubisty i Honsa [za Dziadowiec 1987] przyorywanie słomy przyczynia się do spadku uwilgotnienia gleby. W okresie zbioru buraków większą wilgotność w głębszych warstwach odnotowano na obiektach z wariantami uprawy bez orki przedzimowej, jednak różnic tych nie udowodniono statystycznie. Podobne zależności uzyskali Dzienia i in. [1995] oraz Sosnowski [1987].

Burak cukrowy ujemnie reaguje na nadmierną zwięzłość gleby, która przyczynia się do deformacji korzeni oraz niedostatecznego zagłębienia ich w glebie [Borowiec i in. 1974, Gutmański 1991]. W każdej badanej warstwie gleba nawożona międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoranej słomie, w porównaniu do gleby nawożonej samym międzyplonem, była bardziej zwięzła. Różnice wyniosły od 21,3% w warstwie 20–25 cm do 27,2% w warstwie 10–15 cm. Największą zwięzłością w dwóch głębszych warstwach gleby charakteryzowały się poletka uprawiane w wariancie bezorkowym, natomiast najkorzystniejszym pod tym względem był wariant uprawy z ziębłą przykrywającą obornik w ilości $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

WNIOSKI

1. Nawożenie buraka cukrowego międzyplonem ścierniskowym uprawianym po przyoranej słomie, w porównaniu do nawożenia samym międzyplonem, powodowało wzrost zwięzłości gleby, natomiast pozostałe właściwości fizyczne gleby na ogół nie były istotnie modyfikowane.

2. Zastosowanie uprawy bezorkowej wpłynęło na wzrost wilgotności w warstwie gleby 20-25 cm w porównaniu do tradycyjnych wariantów uprawy buraka cukrowego, jednak różnica nie została potwierdzona statystycznie.

PIŚMIENNICTWO

1. Ball, B.C. 1995. Soil response to tillage and their enviromental implication in Scotland. Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of the EC Workshop 2: 7–16.
2. Baranowski, R., Pabin, J. 1980. Wpływ gęstości gleby lekkiej na plony buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 227: 61–67.
3. Borowiec, M., Kowalski, E., Siwicki, T. 1974. Technologia uprawy buraków cukrowych. IHAR, Warszawa: 38 ss.
4. Dziadowiec, H. 1987. Przemiany w glebie słomy zbóż stosowanej jako nawóz organiczny i jej agroekologiczne działanie. Post. Nauk Rol. 4: 39–47.
5. Dzienia, S., Piskier, T., Wereszczaka, J. 1995. Wpływ roślin mulczujących na wybrane właściwości fizyczne gleby po zastosowaniu siewu bezpośredniego bobiku. Mat. Konf. „Siew bezpośredni w teorii i praktyce”. Szczecin – Barzkowice, 12. 06.1995: 57–61.
6. Gutmański, I. 1991. Produkcja buraka cukrowego. PWRiL, Poznań: 699 ss.
7. Kordas, L. 2000. Studia nad optymalizacją uprawy buraka cukrowego na glebie średniej. Zesz. Nauk. AR Wroc. 386, Rozprawy 171: 95 ss.
8. Kordas, L., Zimny, L. 1997. Wpływ wybranych poplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego uprawianego technologią siewu bezpośredniego. Biul. IHAR 202: 207–211.
9. Maikstieniene, S., Straksiene, J. 1998. Comparision of conventional and minimal soil tillage system in the crop rotation. Field technologies and environment. Proceedings of the International Conference, Raudondvaris, Lithuania: 31–36.
10. Malak, D. 2000. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego przy wzrastających dawkach azotu mineralnego na właściwości gleby i plonowanie buraka cukrowego. Praca doktorska, AR Wrocław.
11. Ostrowska, D. 1971. Wpływ zagęszczenia gleby na wzrost i plonowanie buraków cukrowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 112: 257–265.
12. Russell, R.S., Cannell, R.Q., Goss, M. 1975. Effect of direct drilling on soil condition and root growth. Outlook on Agricult. 8: 227–232.
13. Schulze, E., Bohle, H. 1976. Zuckerrübenproduktion. Landwirtschaftliche Bodennutzung mit hoher Rendite. Paul Parey, Berlin: 46 ss.
14. Sosnowski, A. 1987. Wpływ siewu bezpośredniego na fizyczne właściwości gleby lekkiej i plonowanie kukurydzy. Zesz. Nauk. AR Szczec. 131, Rolnictwo 64: 131–143.
15. Szymankiewicz, K. 1995. Wpływ sposobów uprawy roli na dynamikę zapasu wody, żyźność gleby i plonowanie kukurydzy. Mat. Konf. Nauk. Siew bezpośredni w teorii i praktyce, Szczecin – Barzkowice, 12. 06.1995: 89–98.
16. Włodek, S., Pabin, J., Biskupski, A., Kaus, A. 1999. Skutki uproszczeń uprawy roli w zmianowaniu. Folia Univ. Agric. Stetin., 195, Agricultura 74: 39–46.
17. Zimny, L. 1994. Badania nad warunkami wzrostu i plonowaniem buraka cukrowego przy zastosowaniu zróżnicowanych technologii uprawy. Zesz. Nauk. AR Wroc. 241, Rozprawy 126 60 ss.
18. Zimny, L., Kordas, L. 2002. Wpływ zagęszczenia roli przy zróżnicowanym nawożeniu organicznym na wschody, obsadę i plonowanie buraka cukrowego. Biul. IHAR 222: 239–246.

P. Kuc

**THE EFFECT OF TILLAGE METHODS
OF SUGAR BEET AND ORGANIC FERTILIZATION
ON SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF SOIL**

Summary

The research was conducted in 2002-2004 as a field experiment carried out at Agricultural Experimental Station in Wrocław University of Environmental and Life Sciences, as split-plot method. The main plot factor was organic fertilization: 1 – catch crop growing after ploughing down forecrop straw, 2– catch crop. Varying autumn-spring tillage and organic fertilization were used as the subplot factor. Catch crop with manure (treatment A and B) and manure (treatment C) were ploughed down at depth of 25 cm in autumn. Catch crop was growing also until spring as a mulch (treatment D and E). In spring on treatment 4 ploughing was done at a depth of 15 cm, next swirl harrow and string roller were used. Conservation tillage was used on treatment E; mulch (frozen white mustard) was mixed with soil by swirl harrow.

Soil moisture, bulk density and porosity was determined with the use of cylinders having a cubic of 100 cm³ in 6 replications during emergence and harvest time of sugar beet.

Soil compaction was determined with the use of soil penetrometer with electronic data registration in 12 replication. The aim of the studies was to determine the effect of simplifications in autumn-spring tillage for sugar beet, lower manure rates and also fertilization of catch crop without and after ploughed down straw on changes in physical properties of soil during emergence and harvest of sugar beet.

Fertilization of sugar beet with catch crop growing after ploughed straw significantly increased soil compaction in comparison with fertilization with only catch crop. Others physical properties of soil were not significantly modified. Soil compaction in layers 10–15 and 20–25 cm was significantly affected by tillage system. During harvest time of sugar beet the highest soil compaction was noticed on the plots under conservation tillage and the lowest – under traditional tillage with manure of 10 t·ha⁻¹.

Dr inż. Piotr Kuc

Katedra Ogólnej Uprawy Roli i Roślin
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
50-363 Wrocław, pl. Grunwaldzki 24A
piotr.kuc@tlen.pl