

WPLYW RÓŻNYCH WARIANTÓW UPRAWY KONSERWUJĄCEJ BURAKA CUKROWEGO NA WŁAŚCIWOŚCI CHEMICZNE GLEBY

JACEK RAJEWSKI¹, LESŁAW ZIMNY², PIOTR KUC²

¹*Kutnowska Hodowla Buraka Cukrowego*

²*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

leslaw.zimny@up.wroc.pl

Synopsis. Celem badań było poznanie wpływu różnych wariantów konserwującej uprawy, w tym siewu bezpośredniego, stosowanych pod burak cukrowy na zmiany właściwości chemicznych gleby w okresie wschodów i zbioru buraka cukrowego. Badania przeprowadzono w latach 2004–2007 w oparciu o ściśle polowe doświadczenie w Stacji Hodowli Roślin w Straszku (gmina Kłodawa) metodą losowanych bloków w trzech powtórzeniach na glebie średniej, kompleksu pszennego dobrego. Czynnikiem doświadczenia były różne warianty uprawy konserwującej: obiekt 1 – kontrola, uprawa tradycyjna: międzyplon ścierniskowy przyorany ziemią, siew tradycyjny; 2 – międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała) 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). Warianty uprawy konserwującej przyczyniły się do zmniejszenia zawartości węgla organicznego oraz potasu, a także wywarły niekorzystny wpływ na odczyn gleby w porównaniu do uprawy tradycyjnej.

Słowa kluczowe – *key words*: burak cukrowy – *sugar beet*, systemy uprawy – *tillage systems*, uprawa konserwująca – *conservation tillage*, właściwości chemiczne gleby – *chemical soil properties*

WSTĘP

Przystąpienie Polski do Unii Europejskiej doprowadziło do istotnych zmian na krajowym rynku buraka cukrowego. Wprowadzenie reformy rynku cukru, mającej na celu znaczne ograniczenie jego produkcji dla poprawy konkurencyjności europejskiego sektora cukru opartego w części o import taniego cukru wyprodukowanego z trzciny cukrowej, spowodowało zmniejszenie rentowności uprawy buraka cukrowego. W Polsce burak cukrowy jest jedyną uprawianą rośliną wykorzystywaną przez przemysł do produkcji cukru. Na wykorzystanie potencjału genetycznego odmian wpływa bezpośrednio optymalna uprawa roli i racjonalne nawożenie mineralne przy znacznie ograniczonym nawożeniu organicznym. W realiach wzrastającej konkurencji wśród producentów cukru, przy obniżeniu opłacalności uprawy buraka cukrowego, plantatorzy zmniejszają nakłady na uprawę, dbając jednocześnie o plon i jakość technologiczną surowca [Bzowska-Bakalarz i Bieganowski 2008]. Jedną z metod mającą bezpośredni wpływ na obniżenie kosztów produkcji buraka cukrowego jest uprawa konserwująca, która doczekała się kompleksowych opracowań [Brunotte 1990, Köller i Linke 2001]. Poza istotnym ograniczeniem kosztów produkcji uprawa konserwująca przyczynia się do zachodzenia bardzo korzystnych zmian w środowisku glebowym. Za podstawowe korzyści ze stosowania tej technologii uprawy uznaje się ograniczenie erozji wietrznej i wodnej dzięki okryciu powierzchni

gleby mulczem, co nabiera szczególnego znaczenia na polach o urozmaiconej rzeźbie terenu i w uprawie roślin wysiewanych w szerokie rzędy. Głębokie penetrowanie profilu glebowego przez korzenie międzyplonu ma działanie strukturotwórcze oraz zapobiega zaskorupianiu się gleby, poprawia się infiltracja i retencja wodna. Rośliny okrywowe zapobiegają wymywaniu składników mineralnych w okresie jesienno-zimowym, głównie azotanów i związków fosforu, powodujących zanieczyszczenie wód gruntowych, ograniczają zachwaszczenie i wpływają na wzrost aktywności mikrobiologicznej w glebie [Kęsik 2005].

Celem podjętych badań było poznanie wpływu różnych wariantów uprawy konserwującej – w tym uprawy zerowej na glebowe warunki siedliskowe.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2004–2007 w oparciu o ściśle polowe jednoczynnikowe doświadczenie w Stacji Hodowli Roślin w Straszkwie (52°13' N, 18°57' E) metodą losowych bloków w trzech powtórzeniach na glebie średniej, kompleksu pszennego dobrego. Przedplonem dla buraka cukrowego we wszystkich latach badań była pszenica ozima. Czynnikiem doświadczenia były różne warianty uprawy konserwującej: obiekt 1 – kontrola, uprawa tradycyjna: międzyplon ścierniskowy przyorany zięblą, siew tradycyjny; 2 – międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała) pozostawiony do wiosny, siew bezpośredni; 3 – międzyplon ścierniskowy ze słomą przedplonową pozostawiony do wiosny, siew bezpośredni; 4 – słoma przedplonowa przykryta kultywátorem podorywkowym latem i pozostawiona do wiosny, siew bezpośredni; 5 – słoma przedplonowa pozostawiona do wiosny, siew bezpośredni (uprawa zerowa) (tab. 1).

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

Sposoby uprawy – Tillage method	
1.	Uprawa tradycyjna po przyoranim (zięblą) międzyplonie ścierniskowym, siew tradycyjny <i>Conventional tillage: stubble crop with fall ploughing, conventional sowing</i>
2.	Międzyplon ścierniskowy pozostawiony do wiosny, siew bezpośredni <i>Stubble crop left in the form of mulch until spring, direct sowing</i>
3.	Międzyplon ścierniskowy ze słomą przedplonową pozostawiony do wiosny, siew bezpośredni <i>Stubble crop with straw left in the form of mulch until spring, direct sowing</i>
4.	Słoma przykryta kultywátorem podorywkowym latem i pozostawiona do wiosny, siew bezpośredni <i>Previous crop straw mixed by chisel-cultivator in the summer and left until spring, direct sowing</i>
5.	Słoma przedplonowa bez przykrywania pozostawiona do wiosny, siew bezpośredni <i>Previous crop straw left until spring without mixing, direct sowing</i>

Zawartość węgla organicznego (metoda Westerhoffa), azotu ogólnego (metoda Kjeldahla) oraz fosforu i potasu przyswajalnego (metoda Egnera-Riehma) oznaczano w okresie siewu buraków cukrowych oraz pod koniec ich wegetacji na próbkach średnich obiektowych. Odczyn gleby oznaczono elektrometrycznie w 1 M roztworze KCl. Próbkę do badań pobrano z warstw 5–10, 10–15 i 20–25 cm.

WYNIKI BADAŃ

Zastosowanie różnych sposobów uprawy buraków cukrowych wywarło zróżnicowany wpływ na właściwości chemiczne gleby. Systemy uprawy konserwującej spowodowały w okresie wiosennym w warstwie 5–10 nieznaczne obniżenie wartości pH_{KCl} , w porównaniu do uprawy tradycyjnej, średnio o 0,5 jednostki (tab. 2). Najniższą wartość pH_{KCl} (5,4) w tej warstwie

Tabela 2. Odczyn gleby (pH), zawartość węgla organicznego ($g \cdot kg^{-1}$) i azotu ogólnego ($g \cdot kg^{-1}$) w glebie, średnie z lat 2005–2007

Table 2. Reaction (pH) of the soil, content of organic carbon ($g \cdot kg^{-1}$) and total nitrogen ($g \cdot kg^{-1}$) in the soil, means for 2005–2007

Systemy uprawy <i>Tillage systems</i>	Wiosna – <i>Spring</i>			Jesień – <i>Autumn</i>		
	pH	C _{org.}	N	pH	C _{org.}	N
5–10 cm						
1*	6,1	8,50	0,77	5,9	8,17	0,70
2	5,7	7,10	0,77	5,5	5,73	0,67
3	5,4	7,00	0,50	5,5	6,23	0,57
4	5,6	6,53	0,73	5,7	6,53	0,67
5	5,5	7,67	1,13	5,8	7,40	0,77
10–15 cm						
1	6,3	8,34	0,70	5,9	8,67	0,53
2	6,0	8,07	0,83	5,8	8,40	0,73
3	5,7	7,57	0,67	5,8	7,87	0,50
4	5,8	6,97	0,57	5,8	7,50	0,57
5	5,8	7,43	1,13	5,8	7,70	0,70
20–25 cm						
1	6,0	8,03	0,50	5,9	8,20	0,53
2	5,9	6,67	0,60	5,8	7,10	0,57
3	5,8	6,43	0,53	5,8	6,87	0,57
4	5,8	7,40	0,87	6,1	6,90	0,60
5	5,7	7,03	1,17	5,9	7,33	0,80

1* – objaśnienia w tabeli 1 – *explanation see table 1*

zaobserwowano na obiekcie ze słomą, uprawą międzyplonu ścierniskowego i siewem bezpośrednim buraków. W warstwie 10–15 cm wartość odczynu gleby na poletkach z bezorkowymi systemami uprawy, w porównaniu do uprawy tradycyjnej, różniła się średnio o 0,5 jednostki, a najniższą wartość pH_{KCl} (5,7) w tej warstwie, podobnie jak w warstwie najpłytszej, zaobserwowano na poletkach ze słomą i międzyplonem ścierniskowym. Tymczasem w warstwie 20–25 cm średnia wartość pH_{KCl} dla poletek, na których zastosowano uprawę konserwującą, w porównaniu do uprawy tradycyjnej, była większa tylko o 0,2 jednostki. Najkorzystniejsze warunki w tej warstwie dla buraków (pH_{KCl} 6,0) wystąpiły na poletkach z uprawą tradycyjną (kontrola).

W końcowej fazie wegetacji buraków cukrowych w warstwach 5–10 i 10–15 cm najwyższym odczynem charakteryzowała się gleba z poletek uprawianych tradycyjnie. Najmniej ko-

rzystne warunki wystąpiły w wariantach z międzyplonem ścierniskowym, po zastosowaniu którego pH wynosiło 5,5 w najpłytszej badanej warstwie i 5,8 (warstwy 10–15 i 20–25 cm).

Wiosną zawartość węgla organicznego była w niewielkim stopniu kształtowana zastosowaną agrotechniką. Poletka, na których zastosowano uprawę konserwującą, w porównaniu do uprawy tradycyjnej, wykazywały mniejszą zawartość C_{org} we wszystkich warstwach średnio o 12,1%. Najniższą zawartość węgla zaobserwowano w warstwie 5–10 cm ($6,53 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) i w warstwie 10–15 ($6,97 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) cm na poletkach z pozostawioną słomą i wykonanym kultywatorowaniem. Natomiast w warstwie 20–25 cm najmniej węgla organicznego ($6,43 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oznaczono na poletkach, gdzie uprawiano międzyplon ścierniskowy ze słomą przedplonową.

Jesienią systemy uprawy konserwującej, w porównaniu do obiektu kontrolnego, wpłynęły na zmniejszenie zawartości C_{org} w całej warstwie ornej średnio o 14,7%. Największą koncentracją węgla organicznego w każdej z badanych warstw charakteryzowała się gleba z poletek uprawianych tradycyjnie. Największą zawartość węgla organicznego ($8,67 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) stwierdzono w warstwie 10–15 cm.

Zawartość azotu ogólnego była zróżnicowana o obu terminach badań. Wiosną obserwowano nieznaczny spadek zawartości tego pierwiastka w kierunku najgłębszej warstwy. Różnica między poziomem najpłytszym a najgłębszym wyniosła 6,8%. Systemy uprawy konserwującej wpłynęły nieznacznie na zawartość N_{og} w badanych warstwach. Najwięcej tego pierwiastka dla całej warstwy ornej (średnio $1,14 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$) oznaczono na poletkach, gdzie zastosowano uprawę zerową.

W okresie zbioru buraków cukrowych, w porównaniu do okresu wschodów, średnio dla każdej badanej warstwy ornej zaobserwowano spadek zawartości azotu ogólnego o 21%. Najwięcej azotu ogólnego oznaczono w warstwie najgłębszej na poletkach z uprawą zerową ($0,80 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Wiosną stosunek C:N największą wartość (15,7) osiągnął w warstwie 5–10 cm i (14,3) 20–25 cm na poletkach ze słomą, uprawą międzyplonu ścierniskowego i siewem bezpośrednim, a warstwie środkowej (20,3) na poletkach uprawianych tradycyjnie (tab. 3).

Tabela 3. Stosunek C:N, zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu w glebie ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), średnie z lat 2005–2007

Table 3. C:N ratio, content of available phosphorus and potassium ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), means for 2005–2007

Systemy uprawy <i>Tillage systems</i>	Wiosna – <i>Spring</i>			Jesień – <i>Autumn</i>		
	C:N	P	K	C:N	P	K
5–10 cm						
1*	11,5	235	231	11,9	229	216
2	9,8	250	222	8,7	236	199
3	15,7	214	222	11,4	213	197
4	9,2	211	184	11,1	215	185
5	7,3	236	178	9,9	233	147
10–15 cm						
1	20,3	228	201	19,1	224	159
2	10,0	238	188	11,6	225	161
3	11,5	224	201	18,1	222	178
4	12,5	243	183	14,0	232	158
5	7,0	237	189	11,3	229	163

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

20–25 cm						
1	17,6	223	188	15,1	223	169
2	11,8	220	170	12,7	218	160
3	14,3	220	192	12,0	219	180
4	8,8	227	179	8,9	228	166
5	6,3	218	184	8,7	220	163

1* – objaśnienia w tabeli 1 – explanation see table 1

Jesienią spośród różnych wariantów uprawy konserwującej największe wartości omawianego parametru (11,4 i 18,1) zaobserwowano w warstwie 5–10 i 10–15 cm na poletkach ze słomą i uprawą międzyplonu, a w warstwie 20–25 cm (12,7) na poletkach z samym międzyplonem ścierniskowym i uprawą zerową. Średnio stosunek C:N w całej warstwie ornej był szerszy na poletkach uprawianych tradycyjnie niż w systemach uprawy konserwującej wiosną o 3,3 i jesienią o 6,1 jednostek.

Zawartość fosforu przyswajalnego w glebie była nieznacznie zróżnicowana zastosowanymi systemami uprawy. W okresie wchodów buraków najwyższą zawartość fosforu, spośród wszystkich badanych warstw, zaobserwowano w warstwie 10–15 cm gleby. Systemy uprawy nie wywarły znaczącego wpływu na zawartość tego pierwiastka w glebie. Dla uprawy konserwującej była ona niższa, w porównaniu do uprawy tradycyjnej, w warstwach 5–10 i 20–25 cm średnio o 4,5 mg·kg⁻¹ i większa w warstwie 10–15 cm średnio o 8 mg·kg⁻¹. Natomiast wśród obiektów uprawy konserwującej zawartość fosforu przyswajalnego była niższa na poletkach, gdzie stosowano słomę, w porównaniu do poletek z uprawą samego międzyplonu ścierniskowego, w warstwach 5–10 i 20–25 cm średnio o 11 mg·kg⁻¹ i wyższa w warstwie 10–15 cm o 1,2 mg·kg⁻¹.

W okresie zbioru buraków wpływ uprawy konserwującej nieznacznie różnicował zawartość przyswajalnych form fosforu w stosunku do uprawy tradycyjnej w poszczególnych warstwach. W warstwie 5–10 i 20–25 cm była ona niższa średnio o 3,5 mg·kg⁻¹, a w warstwie 10–15 cm była wyższa o 3 mg·kg⁻¹. Porównując uprawę konserwującą z samym międzyplonem ścierniskowym z systemami uprawy konserwującej, w których zastosowano słomę, odnotowano wzrost zawartości tego składnika o 3,5 mg·kg⁻¹.

Wiosną zawartość przyswajalnych form potasu na poletkach, gdzie stosowano uprawę konserwującą, była niższa w porównaniu do uprawy tradycyjnej, średnio w warstwie: 5–10 cm o 12,6%, 10–15 cm o 5,5% i 20–25 cm o 4%. Najwyższą średnią ilość potasu (231 mg·kg⁻¹) stwierdzono w warstwie 5–10 cm na poletkach uprawianych tradycyjnie, a najniższą (170 mg·kg⁻¹) w warstwie 20–25 na poletkach z samym międzyplonem ścierniskowym pozostawionym do wiosny. Obiekty z uprawą konserwującą, gdzie stosowano słomę, różniły się zawartością potasu w porównaniu do uprawy konserwującej z samym międzyplonem ścierniskowym, w warstwie: 10–15 cm o 6,9% i 20–25 cm o 12,9% na korzyść poletek ze słomą.

W okresie jesiennym w warstwach 5–10 i 20–25 cm na poletkach z uprawą konserwującą obserwowano niższą średnio o 8,5% zawartość potasu, w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Zastosowanie słomy wpłynęło na ogół na zmniejszenie się ilości potasu, w stosunku do uprawy konserwującej z samym międzyplonem ścierniskowym, w warstwach 5–10 i 10–15 cm. Najniższą zawartość tego pierwiastka (147 mg·kg⁻¹) odnotowano w warstwie najpłytszej na poletkach

z uprawą zerową. W warstwie 20–25 cm ujawniło się pozytywne działanie słomy na zasobność gleby w ten pierwiastek. Wszystkie poletka, na których obecna była słoma zawierały więcej potasu przyswajalnego w porównaniu do poletek, na których uprawiano sam międzyplon średnio o 5,8%.

DYSKUSJA

Zastosowane nawożenie organiczne wpływało na ogół pozytywnie na zawartość składników pokarmowych w glebie. Według Kordasa [2000] oraz Balla [1995] wyraźne zróżnicowanie zawartości azotu wystąpiło na początku okresu wegetacji buraka cukrowego. Największą koncentracją tego pierwiastka w warstwie 5–10 i 10–15 cm charakteryzowała się gleba z uprawą konserwującą. W przeprowadzonym doświadczeniu najwięcej azotu ogólnego w całej warstwie ornej oznaczono w warunkach uprawy zerowej, a najmniej na słomie przedplonowej z międzyplonem ścierniskowym pozostawionym do wiosny.

Przy prawidłowym stosowaniu nawożenia organicznego wzrasta zasobność gleby w podstawowe składniki pokarmowe [Cwojdzński i Chmara 1988, Gutmański i Musolff 1988, Gutmański i Pikulik 1992, Kuc 2006, Kuszelewski 1993, Kuszelewski i Łabętowicz 1986, Loginow i in. 1988, Songin 1998]. W badaniach własnych uzyskane dane potwierdzają tę tezę, gdyż zastosowane nawożenie słomą i międzyplonem ścierniskowym pozostawionym do wiosny w porównaniu do uprawy tradycyjnej, w końcowej fazie wegetacji przyczyniło się do wzrostu zawartości składników pokarmowych w glebie.

WNIOSKI

1. Warianty uprawy konserwującej przyczyniły się do zmniejszenia zawartości węgla organicznego oraz potasu, a także wywarły niekorzystny wpływ na odczyn gleby w porównaniu do uprawy tradycyjnej.
2. Zastosowanie słomy przyczyniło się do obniżenia pH gleby oraz wzrostu jej zasobności w makroelementy.

PIŚMIENNICTWO

- Ball B.C. 1995. Soil response to tillage and their environmental implication in Scotland. Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceed. of the EC Workshop 2, Silsoe, 15–17 May 1995: 7–16.
- Brunotte J. 1990. Landtechnische Maßnahmen zum bodenschonenden und bodenschonenden Zuckerrübenanbau. Dissertation, Forschungsbericht Agrartechnik 183, Kiel: ss. 205.
- Bzowska-Bakalarz M., Bieganski A. 2008. Kodeks dobrych praktyk w produkcji buraków cukrowych. Praca zbiorowa, Lublin: ss. 46.
- Cwojdzński W., Chmara R. 1988. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na wielkość plonu i niektóre właściwości gleby. Mat. konf. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, 13–15 września 1988, 1: 50–56.
- Gutmański I., Musolff M. 1988. Działanie obornika i azotu mineralnego na wysokość i jakość technologiczną plonu buraka cukrowego. Mat. konf. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, 13–15 września 1988, 1: 70–77.

- Gutmański I., Pikulik R. 1992. Przydatność facelii i roślin krzyżowych jako poplonu ścierniskowego w uprawie buraka cukrowego. Mat. konf. „Nawozy organiczne”. AR Szczecin, 8–9 września 1992, 1: 229–236.
- Kęsik T. 2005. Współczesne systemy uprawy roli. Zesz. Nauk. AR Wrocław 515, Rol. 86: 231–241.
- Köller K., Linke Ch. 2001. Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. VerlagsUnion Agrar, Frankfurt am Main, ss: 176.
- Kordas L. 2000. Studia nad optymalizacją uprawy buraka cukrowego na glebie średniej. Zesz. Nauk. AR Wrocław 386, Rozpr. 171: ss. 95.
- Kuc P. 2006. Optymalizacja produkcji buraka cukrowego w warunkach różnych systemów uprawy. Praca doktorska. AR Wrocław (maszynopis).
- Kuszelewski L. 1993. Effect of differentiated mineral and organic fertilization on yields of plants and chemico-agricultural properties of soil in the light of permanent stationary field experiments at Łyczyn (1960–1990). Symp. „Long-term static fertilizer experiments”. Warszawa - Kraków, 15–18 June 1993, 1: 55–68.
- Kuszelewski L., Łabętowicz J. 1986. Współdziałanie nawożenia mineralnego i organicznego w kształtowaniu żyzności gleby. Rocz. Glebozn. 37(2/3): 411–419.
- Loginow W. 1989. Gospodarka substancją organiczną w warunkach intensywnej produkcji rolniczej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 380: 235–242.
- Songin W. 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. Post. Nauk Rol. 2: 43–51.

J. RAJEWSKI, L. ZIMNY, P. KUC

THE EFFECT OF VARYING VARIANTS OF SUGAR BEET CONSERVATION TILLAGE ON CHEMICAL SOIL PROPERTIES

Summary

The field experiment was conducted on medium textured soil at Plant Breeding Station of Sugar Beet Breeding Company in Straszaków near Kłodawa, Wielkopolska Voivodship (52° 13' N, 18° 57' E) in the years 2004–2007. The previous crop for sugar beet was winter wheat. The research was carried out on the basis of strict one-factor field experiments conducted as a randomised blocks design in three replications. The factor of experiment was various conservations systems. In treatment 1 (control), conventional tillage after stubble crop with fall ploughing was applied, followed by conventional sowing. In treatment 2, stubble crop in the form of white mustard was left in the form of mulch until spring. Treatment 3 was characterized by leaving previous crop straw and stubble crop until spring. In treatment 4, previous crop straw was left until spring. Before the sowing of stubble crop (objects 1–3) and in plots with the left-out straw (object 4), a chisel was applied. In treatment 5, where uncovered previous crop straw had been left until spring, no-tillage was applied. In treatments 2–5 (conservation tillage) direct sowing was applied. Used methods of conservation tillage decreased content of organic carbon and potassium and also adversely affected pH of soil in comparison with conventional tillage.