

WPLYW KONSERWUJĄCEJ UPRAWY STOSOWANEJ POD KUKURYDZĘ NA STRUKTURĘ GLEBY

PIOTR KUC¹, EWA TENDZIAGOLSKA, ROMAN WACŁAWOWICZ

*Katedra Kształtowania Agroekosystemów i Terenów Zieleni, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Pl. Grunwaldzki 24 A, 50-363 Wrocław*

Synopsis. Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, metodą losowanych podbloków (split-plot), w czterech powtórzeniach. Czynnikiem pierwszego rzędu był sposób uprawy roli uwzględniający różne warianty uprawy konserwującej. Na obiekcie 1 (kontrola) stosowano tradycyjną uprawę. Na obiektach 2–5 zastosowano różne warianty uprawy konserwującej. W wariacie 2 uprawiano międzyplon ścierniskowy w postaci gorczycy białej, która zimą przemarzła tworząc mulcz, pozostawiony do wiosny. Na obiekcie 3 rozdronioną słomę przedplonową jesienią wymieszano jesienią z glebą za pomocą kultywatora podorywkowego. W pozostałych wariantach uprawiano międzyplony ozime w postaci wyki kosmatej (obiekt 4) lub żyta zwyczajnego (obiekt 5). Rośliny te dwa tygodnie przed siewem kukurydzy zostały zdesykowane herbicydem nieselektywnym, a następnie na całym polu zastosowano agregat uprawowy. Drugim czynnikiem doświadczenia było nawożenie azotowo-potasowe: a) optymalne (N – 150 kg·ha⁻¹, K – 110 kg·ha⁻¹), b) obniżone o 1/3 (N – 100 kg·ha⁻¹, K – 73 kg·ha⁻¹). W okresie wschodów kukurydzy najkorzystniejszą strukturą charakteryzowała się gleba uprawiana tradycyjnie. Natomiast pod koniec wegetacji wyższe wartości średniej ważonej średnicy agregatu oraz wskaźnika struktury gleby obserwowano w warunkach uprawy konserwującej. Spośród zastosowanych mulczów, uprawa żyta zwyczajnego jako międzyplonu ozimego, najbardziej sprzyjała agregacji cząstek glebowych. Redukcja nawożenia azotowo-potasowego przyczyniła się do zmniejszenia rozpylenia gleby i wzrostu wskaźnika struktury gleby oznaczonych na początku wegetacji kukurydzy. W terminie jej zbioru nie udowodniono wpływu nawożenia na badane parametry gleby.

Słowa kluczowe: uprawa konserwująca, nawożenie azotem, nawożenie potasem, kukurydza, struktura gleby

WSTĘP

Jednym z czynników decydujących o właściwościach fizycznych gleby jest jej struktura. Agregacja cząstek glebowych ma zasadniczy wpływ na żyzność i urodzajność, wpływa pozytywnie na tempo procesu mineralizacji, reguluje stosunki powietrzno-wodne, przeciwdziała erozji oraz ułatwia rozrost korzeni [Jiao i in. 2006, Turski 2010]. O jakości struktury gleby decyduje m. in. odporność agregatów glebowych na procesy zbrylania i rozpylania [Rewut 1980]. Jednym z podstawowych czynników, obok zawartości substancji organicznej, wpływających na strukturę gleby jest sposób jej uprawy [Celik i in. 2004, Hernanz i in. 2002]. Negatywne działanie nadmiernej liczby uprawek, często wykonywanych w nieodpowiednich warunkach agrotechnicznych, wpływa na pogorszenie wszystkich właściwości fizycznych gleby. Następuje wzrost zwięzłości, pojawia się ryzyko wystąpienia skorupy glebowej, spływów powierzchniowych wywołujących erozję, a także zmniejsza się nośność gleby [Kasper i in. 2009]. Intensywna uprawa płuzna prowadzi do zmniejszenia ilości agregatów o większych średnicach

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: piotr.kuc@up.wroc.pl

(1–5 mm), które w głównej mierze decydują o pozytywnych właściwościach struktury [Droese i in. 1988, Kuc i Waclawowicz 2010, Six i in. 1998,].

Czynnikiem również kształtującym strukturę gleby jest nawożenie. Pozytywny wpływ mają zwłaszcza nawozy organiczne i naturalne, w tym różnego rodzaju międzyplony [Kordas i Majchrowski 2001, Suwara 2010, Wojciechowski 2009]. W konserwującej uprawie roli użytkowanie międzyplonów ścierniskowych i ozimych polega na pozostawieniu ich biomasy na powierzchni pola w formie żywego lub martwego mulczu. W okresie jesienno-zimowym ich podstawowym zadaniem jest ochrona gleby przed destrukcyjnym działaniem czynników pogodowych, zwłaszcza opadów, które mogą wpływać negatywnie na strukturę gleby. Międzyplony są również źródłem organicznego lepiszcza spajającego cząstki glebowe. Natomiast znacznie mniejszy, często negatywny wpływ na strukturę gleby ma nawożenie mineralne, zwłaszcza azotowe [Suwara 2010, Šimanský i in. 2008, Waclawowicz i in. 2012, Waclawowicz i Tendziagolska 2008].

Celem badań było poznanie wpływu różnych wariantów konserwującej uprawy roli oraz zróżnicowanego nawożenia azotem i potasem na strukturę gleby i jej zmiany w trakcie wegetacji kukurydzy.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 2008–2010 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec (51°07' N, 17°08' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków (split-plot), w czterech powtórzeniach, na poletkach o powierzchni 40 m². Przedplonem dla kukurydzy był jęczmień ozimy.

Czynnikiem pierwszego rzędu był sposób uprawy roli uwzględniający różne warianty uprawy konserwującej (tab. 1). Na obiekcie 1 (kontrola) stosowano tradycyjną uprawę roli (orka przedzimowa, wiosną bronowanie i agregat uprawowy). Na obiektach 2–5 zastosowano różne rodzaje uprawy konserwującej. W wariantach 2 uprawiano międzyplon ścierniskowy w postaci

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

Obiekt Treatment	Nazwa obiektu – Name of treatment	
	pełna – full	skrótowa treatment symbol
Czynnik I – sposoby uprawy Factor I – methods of tillage		
1	Uprawa tradycyjna – kontrola Conventional tillage – control treatment	Uprawa tradycyjna Conventional tillage
2	Uprawa konserwująca – międzyplon ścierniskowy (gorczyca biała) pozostawiony do wiosny Conservation tillage – stubble catch crop (white mustard) left on the field surface until spring	Gorczyca – mulcz Mustard – mulch
3	Uprawa konserwująca – słoma przedplonowa wymieszana kultywátorem podorywkowym Conservation tillage – straw from the previous crop mixed with cultivator	Słoma Straw

Tabela 1. cd.
Table 1. cont.

4	Uprawa konserwująca – międzyplon ozimy (wyka ozima) pozostawiony do wiosny Winter catch crop (hairy vetch) left on the field surface until spring	Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch
5	Uprawa konserwująca – międzyplon ozimy (żyto zwyczajne) pozostawiony do wiosny Conservation tillage – winter catch crop (winter rye) left on the field surface until spring	Żyto – mulcz Rye – mulch
Czynnik II – Nawożenie azotem i potasem Factor II – Nitrogen and potassium fertilization		
A	Optymalne: 150 kg N·ha ⁻¹ , 110 kg K·ha ⁻¹ Optimal: 150 kg N·ha ⁻¹ , 110 kg K·ha ⁻¹	1 NK
B	Obniżone o 30%: 100 kg N·ha ⁻¹ , 73 kg K·ha ⁻¹ Reduced by 30%: 100 kg N·ha ⁻¹ , 73 kg K·ha ⁻¹	2/3 NK

gorczycy białej (*Sinapis alba*), która zimą przemarzła tworząc mulcz, pozostawiony do wiosny. Na obiekcie 3 rozdrobnioną słomę przedplonową jesienią wymieszano z glebą za pomocą kultywatora podorywkowego i pozostawiono. W pozostałych wariantach uprawiano międzyplony ozime w postaci wyki ozimej (*Vicia villosa*) (obiekt 4) lub żyta zwyczajnego (*Secale cereale*) (obiekt 5). Rośliny te dwa tygodnie przed siewem kukurydzy zostały zdesykowane herbicydem nieselektywnym (Roundup Energy 450 SL w dawce 3 dm³·ha⁻¹), a następnie na całym polu zastosowano agregat uprawowy.

Drugim czynnikiem doświadczenia było nawożenie azotowo-potasowe: 1 NK – optymalne (N – 150 kg·ha⁻¹, K – 110 kg·ha⁻¹), dawka została wyliczona na podstawie zasobności gleby i potrzeb pokarmowych kukurydzy, 2/3 NK – obniżone o 1/3 (N – 100 kg·ha⁻¹, K – 73 kg·ha⁻¹). Wszystkie zabiegi agrotechniczne, w tym siew, wykonywano tradycyjnymi narzędziami. Nawożenie fosforowe dostosowano do zasobności gleby.

Doświadczenie realizowano na madzie rzecznej średniej wytworzonej z piasku gliniastego lekkiego, glebę tę zaliczono do klasy IVb, kompleksu żytniego dobrego.

Badania struktury gleby pobranej z warstw 0–10 i 10–20 cm w jednym powtórzeniu na każdym poletku wykonano metodą separacji na sucho w dwóch terminach: wiosną, w okresie wschodów kukurydzy oraz jesienią, przed zbiorem. Próbkę o masie 500 g, po doprowadzeniu do stanu powietrznie suchego, przesiano przez zestaw sit o średnicach oczek: 0,25; 0,5; 1,0; 3,0; 5,0; 7,0; 10,0 mm. Następnie określono procentowy udział każdej z frakcji agregatów. Na tej podstawie wyliczono średnią ważoną średnicę agregatu (MWDa), a także wskaźniki: zbrylenia (B), struktury (W) oraz rozpylenia (S) według wzorów:

$$B = \frac{\text{masa frakcji agregatów o średnicy } > 10 \text{ mm}}{\text{masa frakcji agregatów o średnicy } < 10 \text{ mm}}$$

$$W = \frac{\% \text{ udział masy frakcji agregatów o średnicy } 1 - 10 \text{ mm}}{\% \text{ udział frakcji agregatów o średnicy } > 10 \text{ mm i } < 0,25 \text{ mm}}$$

$$S = \frac{\text{masa frakcji agregatów o średnicy } < 0,25 \text{ mm}}{\text{masa frakcji agregatów o średnicy } > 0,25 \text{ mm}}$$

Wyniki poddano analizie wariancji. Różnice graniczne określono przez zastosowanie testu Studenta przy poziomie ufności $\alpha=0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Wartości wskaźnika zbrylenia gleby (B) w okresie wschodów kukurydzy były bardzo niskie (tab. 2). W warstwie 0–10 cm nieco bardziej zbrylona była gleba, na której uprawiano międzyplony, jednak różnice nie zostały potwierdzone matematycznie. Podobne, lecz istotne zależności, wystąpiły w głębszej warstwie. Największe zbrylenie odnotowano po uprawie międzyplonowego żyta, najniższe – w warunkach mulczowania słomą; różnica między tymi wariantami wyniosła 0,05 jednostki. Nie stwierdzono wpływu nawożenia, a także interakcji czynników badawczych na omawiany wskaźnik.

Tabela 2. Wskaźnik zbrylenia gleby (B) (średnie z lat 2008–2010)

Table 2. Soil cloddiness index (B) (means for years 2008–2010)

Sposoby uprawy Variants of tillage (A)	Okres wschodów Time of emergence			Okres zbioru Time of harvest		
	nawożenie – fertilization (B)					
	1 NK	2/3 NK	średnio mean	1 NK	2/3 NK	średnio mean
warstwa – layer 0–10 cm						
Uprawa tradycyjna* Conventional tillage	0,04	0,04	0,04	0,29	0,36	0,33
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	0,03	0,07	0,05	0,35	0,33	0,34
Słoma Straw	0,03	0,07	0,05	0,35	0,35	0,35
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	0,06	0,05	0,06	0,36	0,33	0,35
Żyto – mulcz Rye – mulch	0,10	0,06	0,08	0,30	0,31	0,31
Średnio – Mean	0,05	0,06	–	0,33	0,34	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.			A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.		
warstwa – layer 10–20 cm						
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	0,06	0,06	0,06	0,35	0,34	0,35
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	0,07	0,06	0,07	0,31	0,30	0,31

Tabela 2. cd.

Table 2. cont.

Słoma Straw	0,04	0,04	0,04	0,31	0,34	0,33
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	0,06	0,07	0,07	0,32	0,35	0,34
Żyto – mulcz Rye – mulch	0,08	0,09	0,09	0,29	0,33	0,31
Średnio – Mean	0,06	0,06	–	0,32	0,33	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,03; B – r.n.; A/B – r.n.			A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.		

*objaśnienia w tabeli 1 – explanations in table 1

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Pod koniec wegetacji kukurydzy stopień zbrylenia gleby był znacznie wyższy niż w okresie wschodów. Nie odnotowano istotnych różnic wywołanych sposobem uprawy, nawożeniem azotowo-potasowym oraz współdziałaniem tych czynników w żadnej z badanych warstw.

Wiosną w badanych warstwach nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy na wskaźnik rozpylenia gleby (S) (tab. 3). Zaobserwowano jednak, że największe rozpylenie wystąpiło na poletkach mulczowanych żytem, a najniższe w warunkach uprawy płużnej (w warstwie 0–10) lub po uprawie międzyplonowej wyki (warstwa 10–20 cm).

Obniżenie dawek azotu i potasu o 30% przyczyniło się do istotnego zmniejszenia, o 7,0%, wskaźnika rozpylenia gleby w warstwie 0–10 cm. Zbliżone zależności obserwowano w głębszej warstwie, lecz różnice nie były statystycznie istotne.

W okresie zbioru nie odnotowano istotnego wpływu czynników doświadczenia oraz ich interakcji na stopień rozpylenia gleby. Nieco niższe wartości w obu warstwach wystąpiły po zastosowaniu mulczu z żyta.

Sposób uprawy roli istotnie wpłynął na wskaźnik struktury gleby (W) oznaczony w okresie wschodów kukurydzy jedynie w warstwie 0–10 cm (tab. 4). Najkorzystniejszą strukturą charakteryzowała się gleba poletek uprawianych tradycyjnie, niewiele niższe wartości (o 8,1%) oznaczono po zastosowaniu mulczu z wyki. Negatywnie na omawiany parametr wpłynęła uprawa żyta jako międzyplonu ozimego. Uzyskane wartości były o 26,7% niższe w porównaniu ze stwierdzonymi na obiekcie kontrolnym.

Obniżenie nawożenia o 30% wpłynęło pozytywnie na jakość struktury gleby. W poszczególnych warstwach wskaźnik struktury gleby wzrósł odpowiednio o 10,1 i 16,1%, jednak tylko w przedziale 10–20 cm różnice te potwierdzono statystycznie.

Jesienią, w okresie zbioru kukurydzy, w obu warstwach, najwyższe wartości wskaźnika struktury gleby odnotowano po zastosowaniu uprawy konserwującej z wykorzystaniem międzyplonowego żyta. Natomiast negatywnie na ten parametr wpłynęła uprawa konwencjonalna. Jednak istotną różnicę pomiędzy tymi wariantami, wynoszącą 27,2%, udowodniono statystycznie jedynie w warstwie 10–20 cm.

Zarówno w okresie wschodów, jak i jesienią, sposoby uprawy roli istotnie różnicowały wskaźnik MWDa jedynie w warstwie 0–10 cm (tab. 5). Wiosną najwyższe wartości stwierdzono w warunkach uprawy tradycyjnej, najniższe zaś – po mulczowaniu słomą. Różnica między tymi wariantami wyniosła 14,1%. Odwrotną zależność obserwowano jesienią. Najmniej-

Tabela 3. Wskaźnik rozpylenia gleby (S) (średnie z lat 2008–2010)

Table 3. Index of misting of the soil aggregates (S) (means for years 2008–2010)

Sposoby uprawy Variants of tillage (A)	Okres wschodów Time of emergence			Okres zbioru Time of harvest		
	nawożenie – fertilization (B)					
	1 NK	2/3 NK	średnio mean	1 NK	2/3 NK	średnio mean
warstwa – layer 0–10 cm						
Uprawa tradycyjna* Conventional tillage	0,39	0,38	0,39	0,29	0,36	0,33
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	0,45	0,38	0,42	0,35	0,33	0,34
Słoma Straw	0,40	0,43	0,42	0,35	0,35	0,35
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	0,44	0,36	0,40	0,36	0,33	0,35
Żyto – mulcz Rye – mulch	0,45	0,45	0,45	0,30	0,31	0,31
Średnio – Mean	0,43	0,40	–	0,33	0,34	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – 0,03; A/B – 0,06			A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.		
warstwa – layer 10–20 cm						
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	0,45	0,39	0,42	0,35	0,34	0,35
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	0,42	0,39	0,41	0,31	0,30	0,31
Słoma Straw	0,43	0,35	0,39	0,31	0,34	0,33
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	0,41	0,35	0,38	0,32	0,35	0,34
Żyto – mulcz Rye – mulch	0,43	0,43	0,43	0,29	0,33	0,31
Średnio – Mean	0,43	0,38	–	0,32	0,33	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.			A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.		

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

Tabela 4. Wskaźnik struktury gleby (W) (średnie z lat 2008–2010)

Table 4. Soil structure index (W) (means for years 2008–2010)

Sposoby uprawy Variants of tillage (A)	Okres wschodów Time of emergence			Okres zbioru Time of harvest		
	nawożenie – fertilization (B)					
	1 NK	2/3 NK	średnio mean	1 NK	2/3 NK	średnio mean
warstwa – layer 0–10 cm						
Uprawa tradycyjna* Conventional tillage	0,85	0,86	0,86	0,88	0,52	0,70
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	0,65	0,76	0,71	0,82	0,81	0,82
Słoma Straw	0,68	0,60	0,64	1,00	1,00	1,00
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	0,69	0,88	0,79	0,85	0,93	0,89
Żyto – mulcz Rye – mulch	0,58	0,68	0,63	1,15	1,24	1,20
Średnio – Mean	0,69	0,76	–	0,94	0,90	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,13; B – r.n.; A/B – r.n.			A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.		
warstwa – layer 10–20 cm						
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	0,56	0,75	0,66	0,80	0,82	0,81
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	0,63	0,68	0,66	0,91	0,92	0,92
Słoma Straw	0,66	0,84	0,75	0,91	0,84	0,88
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	0,67	0,78	0,73	0,84	0,72	0,78
Żyto – mulcz Rye – mulch	0,57	0,55	0,56	1,13	0,92	1,03
Średnio – Mean	0,62	0,72	–	0,92	0,84	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – 0,10; A/B – r.n.			A – 1,00; B – r.n.; A/B – r.n.		

*objaśnienia w tabeli 1 – explanations in table 1

r.n.. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 5. Średnia ważona średnica agregatu (MWDa) (mm) (średnie z lat 2008–2010)
 Table 5. Mean diameter of aggregates (MWDa) (mm) (means for years 2008–2010)

Sposoby uprawy Variants of tillage (A)	Okres wschodów Time of emergence			Okres zbioru Time of harvest		
	nawożenie – fertilization (B)					
	1 NK	2/3 NK	średnio mean	1 NK	2/3 NK	średnio mean
warstwa – layer 0–10 cm						
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	1,35	1,35	1,35	1,35	1,14	1,25
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	1,15	1,31	1,23	1,37	1,34	1,36
Słoma Straw	1,11	1,21	1,16	1,40	1,52	1,46
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	1,31	1,32	1,32	1,41	1,34	1,38
Żyto – mulcz Rye – mulch	1,30	1,30	1,30	1,85	1,55	1,70
Średnio – Mean	1,24	1,30	–	1,48	1,38	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,10; B – r.n.; A/B – r.n.			A – 0,12; B – r.n.; A/B – r.n.		
warstwa – layer 10–20 cm						
Uprawa tradycyjna Conventional tillage	1,11	1,36	1,24	1,47	1,42	1,45
Gorzycza – mulcz Mustard – mulch	1,25	1,28	1,27	1,66	1,41	1,54
Słoma Straw	1,22	1,24	1,23	1,45	1,39	1,42
Wyka ozima – mulcz Winter vetch – mulch	1,35	1,36	1,36	1,57	1,36	1,47
Żyto – mulcz Rye – mulch	1,16	1,21	1,19	1,78	1,46	1,62
Średnio – Mean	1,22	1,29	–	1,59	1,41	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.			A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.		

*objaśnienia w tabeli 1 – explanations in table 1

r.n.. – różnica nieistotna – not significant difference

sze agregaty wystąpiły na obiekcie kontrolnym, natomiast zastosowanie uprawy konserwującej wykorzystującej mulcz ze słomy pozwoliło na zwiększenie średniej ważonej średnicy agregatu o 16,8%.

Redukcja dawek nawożenia azotowo-potasowego przyczyniła się do zwiększenia średniej średnicy agregatu oznaczonej wiosną (odpowiednio o 4,8 i 5,7% dla poszczególnych warstw), natomiast jesienią kierunek zmian był odwrotny, jednak w obu terminach badań zależności tych nie potwierdzono statystycznie.

DYSKUSJA

Uprawa roślin w szerokich rzędach często powoduje pogorszenie struktury gleby. Czynnikiem zmniejszającym degradację mogą być różnego rodzaju nawozy organiczne, w tym międzyplony [Suwara i Gawrońska-Kulesza 2011], a także różne warianty uprawy konserwującej [Zibilske i in. 2007]. W przeprowadzonym doświadczeniu potwierdzono niekorzystny wpływ tradycyjnej uprawy roli na wskaźniki struktury roli, jednak uwidocznił się on w końcowym okresie wegetacji kukurydzy. Jesienią w głębszej warstwie istotnie najwyższy wskaźnik struktury (W) oraz średnią ważoną średnicę agregatu stwierdzono po uprawie międzyplonu ozimego w postaci żyta. Również Gerzabek i in. [1995], Kuc i Waławowicz [2010], Wojciechowski i in. [2004] oraz Wojciechowski [2009] udowodnili pozytywny wpływ międzyplonów na omawiany wskaźnik w porównaniu z uprawą tradycyjną.

Nadmierne rozpylenie gleby jest zjawiskiem równie niebezpiecznym dla wschodów roślin jak zbrzylenie, ponieważ stwarza niebezpieczeństwo zaskorupienia. Gleba pozostawiona bez okrywy roślinnej i uprawiana tradycyjnie jest szczególnie narażona na procesy rozpylenia. W przeprowadzonym doświadczeniu nie udowodniono wpływu sposobu uprawy roli na jej rozpylenie. Również Romanekas i in. [2015] nie udowodnili zmian składu agregatowego pod wpływem różnych systemów uprawy kukurydzy. Natomiast odmienny wynik uzyskali Giemza i in. [2011], którzy stwierdzili wzrost wskaźnika rozpylenia po wprowadzeniu do gleby substancji organicznej. W badaniach własnych wiosną w warstwie 10–20 odnotowano istotny wzrost wskaźnika zbrzylenia po zastosowaniu międzyplonu z żyta w porównaniu do płuznego systemu uprawy. Odmiennie wyniki uzyskali Kęsik i Błażewicz-Woźniak [2010], dowiedli oni, że siew w mulcz przyczynia się do zmniejszenia zbrzylenia gleby, jednak jego dodatni wpływ widoczny jest głównie w początkowym okresie wegetacji, natomiast Daraghmeah [2009] wykazał wzrost ilości makroagregatów w warunkach uproszczonych systemów uprawy.

Wyższe dawki nawozów mineralnych zazwyczaj przyczyniają się do obniżenia jakości struktury gleby [Šimanský i in. 2008, Waławowicz i in 2012]. Podobną tendencję zaobserwowano w przeprowadzonych badaniach. Wiosną, w warstwie 0–10 cm, niższe dawki azotu i potasu przyczyniły się do istotnego zmniejszenia rozpylenia, a w warstwie 10–20 do wzrostu wskaźnika struktury gleby. Z kolei Giemza i in. [2011] nie wykazali jednoznacznego wpływu intensyfikacji nawożenia azotem na jakość struktury gleby.

WNIOSKI

1. W początkowym okresie wzrostu kukurydzy najkorzystniejszą strukturą charakteryzowała się gleba uprawiana tradycyjnie. Natomiast pod koniec wegetacji wyższe wartości średniej ważonej średnicy agregatu oraz wskaźnika struktury gleby obserwowano w warunkach uprawy konserwującej.

2. Spośród zastosowanych mulczów, uprawa żyta zwyczajnego jako międzyplonu ozimego, najbardziej sprzyjała agregacji cząstek glebowych, świadczą o tym wyniki wskaźnika struktury gleby i średniej ważonej średnicy agregatu.
3. Redukcja nawożenia azotowo-potasowego przyczyniła się do zmniejszenia rozpylenia gleby i wzrostu wskaźnika struktury gleby oznaczonych na początku wegetacji kukurydzy. W terminie jej zbioru nie udowodniono wpływu nawożenia na badane parametry gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Celik I., Ortas I., Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil Till. Res.* 78: 59–67.
- Daraghmech O.A., Jensen J.R., Petersen C.T. 2009. Soil structure stability under conventional and reduced tillage in a sandy loam. *Geoderma* 150: 64–71.
- Droese H., Starczewski J., Radecki A. 1988. Oddziaływanie różnych sposobów uprawy na strukturę gruzelkową roli. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 356: 55–61.
- Gerzabek M.H., Kirchmann H., Pichlmayer F. 1995. Response of soil aggregate stability to manure amendments in the Ultuna long-term soil organic matter experiment. *Z. Pflanzenernährung Bodenkd.* 158: 257–260.
- Giemza-Mikoda M., Waclawowicz R., Zimny L., Malak D. 2011. Wpływ zróżnicowanego nawożenia organicznego i wzrastających dawek azotu na wskaźniki struktury roli. *Fragm. Agron.* 28(3): 16–25.
- Hernanz J.L., López R., Navarrete L., Sanchez-Giron V. 2002. Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain. *Soil Till. Res.* 66: 129–141.
- Jiao Y., Whalen J.K., Hendershot W.H. 2006. No-tillage and manure applications increase aggregation and improve nutrient retention in sandy-loam soil. *Geoderma* 134: 24–33.
- Kasper M., Buchan G.D., Mentler A., Blum W.E.H. 2009. Influence of soil tillage systems on aggregate stability and the distribution of C and N in different aggregate fractions. *Soil Till. Res.* 105: 192–199.
- Kęsik T., Błażewicz-Woźniak M. 2010. Indicators of soil aggregation and their changes in conservation tillage for onion. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 9(1): 73–85.
- Kordas L., Majchrowski P. 2001. Wpływ międzyplonu ścierniskowego i głęboszowania w uprawie buraka cukrowego na wskaźniki struktury gleby średniej. *Zesz. Nauk. AR. Wrocław* 415, Rol. 80: 145–152.
- Kuc P., Waclawowicz R. 2010. Wpływ różnych wariantów uprawy, stosowanych pod buraki cukrowe, na strukturę roli. *Probl. Inż. Rol.* 2(68): 13–23.
- Rewut I.B. 1980. *Fizyka gleby*. PWRiL Warszawa: ss. 384.
- Romaneckas K., Šarauskis E., Avižienytė D., Buragienė S., Arney D. 2015. The main physical properties of planosol in maize (*Zea mays* L.) cultivation under different long-term reduced tillage practices in the Baltic region. *J. Integr. Agr.* 14(7): 1309–1320.
- Šimanský V., Tobiašová E., Chlupík J. 2008. Soil tillage and fertilization of Orthic Luvisol and their influence on chemical properties, soil structure stability and carbon distribution in water-stable macro-aggregates. *Soil Till. Res.* 100: 125–132.
- Six J., Elliot E.T., Paustian K., Doran J.W. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 1367–137.
- Suvara I. 2010. Rola wieloletniego nawożenia w kształtowaniu wybranych właściwości gleby lekkiej ze szczególnym uwzględnieniem stosunków wodno-powietrznych. *Wyd. SGGW Warszawa. Rozpr. Nauk. Monogr.*: ss. 98.
- Suvara I., Gawrońska-Kulesza A. 2011. Wpływ roślin uprawianych w wąskie i szerokie rzędy na strukturę gleby. *Fragm. Agron.* 28(2): 98–105.
- Turski M. 2010. Wpływ sposobu użytkowania na trwałość agregatów gleby wytworzonej z lessu. *Acta Agrophys.* 15(1): 197–203.

- Waławowicz R., Parylak D., Maziarek A. 2012. Zmiany wskaźników struktury gleby pod wpływem zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy jarej. *Fragm. Agron.* 29(2): 123–133.
- Waławowicz R., Tendziagolska E. 2008. Długotrwałe oddziaływanie nawożenia organicznego i azotowego na wskaźniki struktury roli. *Probl. Inż. Rol.* 2: 81–89.
- Wojciechowski W. 2009. Znaczenie międzyplonów ścierniskowych w optymalizacji nawożenia azotem jakościowej pszenicy jarej. *Wyd. UP Wrocław, Monogr.* 76, ss. 122.
- Wojciechowski W., Waławowicz R., Sowiński J. 2004. Wpływ zróżnicowanych systemów uprawy pszenicy ozimej na wybrane wskaźniki struktury gleby. *Fragm. Agron.* 21(3): 147–155.
- Zibilske L. M., Bradford J. M. 2007. Soil aggregation, aggregate carbon and nitrogen, and moisture retention induced by conservation tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 71: 793–802.

P. KUC, E. TENDZIAGOLSKA, R. WAŁAWOWICZ

THE FORMATION OF SOIL STRUCTURE UNDER CONSERVATION TILLAGE IN CORN

Summary

The research was conducted in 2008–2010 in Experimental Station “Swojec” belonging to the University of Environmental and Life Sciences in Wrocław. The experiment was designed as split-plot method in four replications. The method of tillage with varying conservation tillage variants was the main plot of the experiment. Conventional tillage was the control treatment (A). The other treatments: 2–5 were under different variants of conservation tillage. In variant 2 white mustard was grown as stubble catch crop which was left in the field until spring as mulch. In variant 3, in autumn, chopped straw from previous crop was mixed with soil with stubble cultivator. In the others variants winter catch crops were used – hairy vetch (4) and winter rye (5). Two weeks before corn sowing these plants were desiccated with non-selective herbicide and then tillage set was used in the whole field. The subplot of the experiment was the rate of nitrogen-potassium fertilization: optimal (N – 150 kg·ha⁻¹, K – 110 kg·ha⁻¹), reduced by 1/3 (N – 100 kg·ha⁻¹, K – 73 kg·ha⁻¹). During corn emergence soil under conventional tillage was distinguished by the most favorable structure. However at the end of growing season the higher values of mean diameter of aggregates and soil structure index were noticed under conservation tillage. From among mulches the cultivation of winter rye as winter catch crops created favorable conditions for aggregates. The reduction in nitrogen-potassium fertilization decreased soil pulverization and increased index of soil structure determined at the beginning of corn growing season. During harvest time there was no effect of fertilization on studied soil indices.

Key words: conservation tillage, nitrogen fertilization, potassium fertilization, maize, soil structure

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print:* 15.10.2015

Do cytowania – *For citation:*

Kuc P., Tendziagolska E., Waławowicz R. 2015. Wpływ konserwującej uprawy stosowanej pod kukurydzę na strukturę gleby. *Fragm. Agron.* 32(4): 32–42.