

WPLYW ZRÓŻNICOWANEGO NAWOŻENIA ORGANICZNEGO I WZRASTAJĄCYCH DAWEK AZOTU NA WSKAŹNIKI STRUKTURY ROLI

MAGDALENA GIEMZA-MIKODA, ROMAN WACŁAWOWICZ, LESLAW ZIMNY, DARIUSZ MALAK

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

leslaw.zimny@up.wroc.pl

Synopsis. W dwuczynnikowym doświadczeniu polowym przeprowadzonym w latach 1996–1999 badano wpływ trzech form nawozów organicznych (obornik, wermikompost, słoma + międzyplon) zastosowanych pod buraki cukrowe oraz zróżnicowanego nawożenia azotem (0, 100, 140, 180, 220 kg N·ha⁻¹) na wskaźniki struktury roli. Zastosowane nawożenie organiczne oraz intensyfikacja nawożenia azotem przyczyniła się do wzrostu wskaźnika struktury (W) i rozpylenia (S). Średnia ważona średnica gruzelka (MWDg) oraz współczynnik wodoodporności (Wod) były istotnie zależne od nawożenia organicznego, azotem oraz współdziałania czynników doświadczenia.

Słowa kluczowe – *key words*: nawożenie organiczne – *organic fertilization*, dawki azotu – *rates of nitrogen*, struktura gleby – *structure of soil*, wodoodporność agregatów glebowych – *water resistance of soil aggregates*

WSTĘP

Po zastosowaniu nawozów naturalnych i organicznych gleba na ogół charakteryzuje się lepszą strukturą roli, właściwościami chemicznymi, powietrzno-wodnymi, sorpcyjnymi i biologicznymi. W wyniku tych zmian zwiększa się efektywność nawożenia mineralnego, lepiej rozwijają się systemy korzeniowe roślin, następuje także ograniczenie wymywania składników pokarmowych [Mazur 1997].

W badaniach naukowych najczęściej podejmuje się oddzielnie problem wpływu nawożenia mineralnego lub organicznego na warunki siedliskowe, a rzadziej spotyka się, interesujący z punktu widzenia rolników, efekt współdziałania tych nawozów. Zrównoważone nawożenie łączące stosowanie nawozów mineralnych, organicznych i biologicznego wiązania azotu zapewnia największe efekty produkcyjne i na ogół nie stwarza zagrożeń dla środowiska naturalnego.

Struktura gruzełkowata roli, będąca wynikiem agregacji cząstek glebowych, odgrywa bardzo ważną rolę w kształtowaniu właściwości fizycznych, fizykochemicznych i biologicznych gleby, a w konsekwencji sprzyja prawidłowemu wzrostowi i rozwojowi roślin uprawnych. Domżał i Pranagal [1994] uważają, że stopień zagregatowania oraz wodoodporności agregatów gleby należą do ważniejszych wskaźników stanu fizycznego gleby. Kordas i Majchrowski [2001] oraz Parylak i Waclawowicz [2004] dowiedli, że wprowadzenie do gleby substancji organicznej wpływa na zwiększenie wartości wskaźnika zbrylenia oraz średniej ważonej średnicy gruzelka. W opinii Lenarta i Gawrońskiej-Kuleszy [1992] oraz Suwary [1999] wzbogacenie gleby w materię organiczną (obornik) powoduje poprawę wodoodporności agregatów glebowych. Jednak zdaniem Kordasa i Majchrowskiego [2001] oraz Kordasa i Zimnego [2002] zastoso-

wanie nawozów organicznych (międzyplonów) nie poprawia trwałości agregatów glebowych na rozmywające działanie wody. O negatywnym wpływie braku nawożenia organiczno-mineralnego lub nawożenia wyłącznie mineralnego na trwałość struktury agregatowej gleby donosi Lenart [2002].

Celem badań było określenie wpływu różnych form nawożenia organicznego stosowanego pod buraki cukrowe, z jednoczesnym zastosowaniem rosnących dawek azotu, na zmiany struktury gleby w okresie zbioru buraków cukrowych.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w latach 1996–1999 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec (51°07' N, 17°08' E) należącym do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Ścisłe dwuczynnikowe doświadczenie polowe zostało założone metodą pasów prostopadłych (split-block) w czterech powtórzeniach. Glebę do analizy pobierano corocznie zawsze po zakończeniu wegetacji buraka cukrowego.

Pierwszym czynnikiem doświadczenia był rodzaj nawożenia organicznego (tab. 1) Dobrze rozłożony obornik bydlęcy stosowano w ilości 30 t·ha⁻¹ (obiekt B), a wermikompost w ilości 10 t·ha⁻¹ (obiekt C). Wermikompost wyprodukowano z obornika bydlęcego przy wykorzystaniu

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

Czynnik I – <i>Factor I</i> nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i>	Czynnik II – <i>Factor II</i> nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹)
A – brak nawożenia organicznego – <i>without organic fertilization</i>	0
B – obornik – <i>manure</i>	100
C – wermikompost – <i>vermicompost</i>	140 (100 + 40)
D – słoma + międzyplon ścierniskowy – <i>straw + stubble catch crop</i>	180 (100 + 80)
	220 (100 + 80 + 40)

dżdżownicy kompostowej *Eisenia fetida* (Sav.). Na poletkach obiektu D przyorano międzyplon ścierniskowy w postaci gorczycy białej mątwikobójczej odmiany Salvo (23,5–25,0 t·ha⁻¹), którą zasiano po przyoraniu przedplonowej słomy jęczmiennej w ilości 5 t·ha⁻¹ z dodatkiem 50 kg·ha⁻¹ azotu. Na obiekcie kontrolnym A nie stosowano nawożenia organicznego. Nawozy organiczne przyorowano orką przedzimową na głębokość 27–30 cm. Drugim czynnikiem doświadczenia był zróżnicowany poziom nawożenia azotem: 0, 100, 140, 180, 220 kg N·ha⁻¹. Dawkę azotu 100 kg N·ha⁻¹ stosowano jednorazowo przedsięwzięcie, natomiast dawki 140, 180 N·ha⁻¹ stosowano w dwóch, a dawkę 220 kg N·ha⁻¹ w trzech terminach przedsięwzięcie i pogłównie.

Doświadczenie realizowano na czarnej ziemi właściwej wytworzonej z gliny lekkiej na glinie średniej podścielonej gliną lekką, należącej do kompleksu pszennego dobrego klasy bonita-

cyjnej IIIa. Miąższość warstwy ornej wynosi 40 cm. Przed rozpoczęciem doświadczenia gleba w warstwie 0–30 cm w 1 kg zawierała średnio: C_{org} – 11,1 g, N_{og} – 0,99 g, P – 420 mg, K – 341 mg, Ca – 508 mg, Mg – 12,1 mg, pH_{KCl} – 5,3.

Strukturę i masę mechanicznie trwałych agregatów glebowych określono metodą separacji na sucho, a wodoodporności agregatów metodą rozmywania na mokro w aparacie Bakszejewa [Rewut 1980]. Do oznaczeń struktury roli pobierano próbki z warstw 0–10, 10–20 i 20–30 cm tuż przed zbiorem buraków cukrowych. Próbki glebowe po doprowadzeniu do stanu powietrznie suchego rozdzielono na zestawie sit o średnicy oczek: 0,25; 0,5; 1; 3; 5; 7 i 10 mm. Określono udział każdej frakcji agregatów i obliczono wskaźnik struktury (W) oraz wskaźnik rozpylenia (S) według następujących wzorów:

$$W = \frac{\text{masa agregatów o średnicy 1 – 10 mm w \%}}{\text{masa agregatów o średnicy > 10 mm i o średnicy < 0,25 mm w \%}}$$

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

Wodoodporność agregatów glebowych oznaczono przesiewając próbki na mokro na zestawie sit o średnicy oczek 0,25; 0,5; 1; 3; 5 i 7 mm w aparacie Bakszejewa w trzech powtórzeniach. Próbki przygotowano poprzez wydzielenie 50 g gleby z zachowaniem procentowego udziału każdej frakcji. Po wysuszeniu i zważeniu agregatów odpornych na rozmywające działanie wody określono procentowy ich udział, na podstawie którego obliczono średnią ważoną średnicę gruzelka (MWDg) oraz współczynnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod) na podstawie wzoru:

$$\text{Wod} = \frac{\text{MWDg}}{\text{MWDa}} \cdot 100 (\%)$$

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

WYNIKI BADAŃ

Nawożenie organiczne wpłynęło korzystnie na wskaźnik struktury gleby (W) we wszystkich badanych warstwach (tab. 2). W warstwie 0–10 cm najlepszą strukturą charakteryzowała się gleba z poletek, na których przyorano obornik lub słomę z międzyplonem. W warstwie środkowej i najgłębszej najwyższy wskaźnik struktury (W) obserwowano po wprowadzeniu do gleby wermikompostu. We wszystkich badanych warstwach najmniejszy wskaźnik struktury gleby odnotowano w warunkach zaniechania nawożenia organicznego.

Nie wykazano jednoznacznego wpływu wzrastających dawek azotu na wskaźnik struktury (W). Intensyfikacja nawożenia azotem przyczyniła się do nieznacznego poprawienia strukturalności gleby w warstwie środkowej i najgłębszej, natomiast w warstwie najpłytszej obserwowano zależność odwrotną. Najwyższe wartości wskaźnika W warstwie 10–20 cm obserwowano po zastosowaniu $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$, natomiast w warstwie 20–30 cm jeśli nawożono buraka cukrowego

Tabela. 2. Wskaźnik struktury gleby (W) (średnie z lat 1996–1999)
 Table. 2. Index of structural of the soil (W)(means for years 1996–1999)

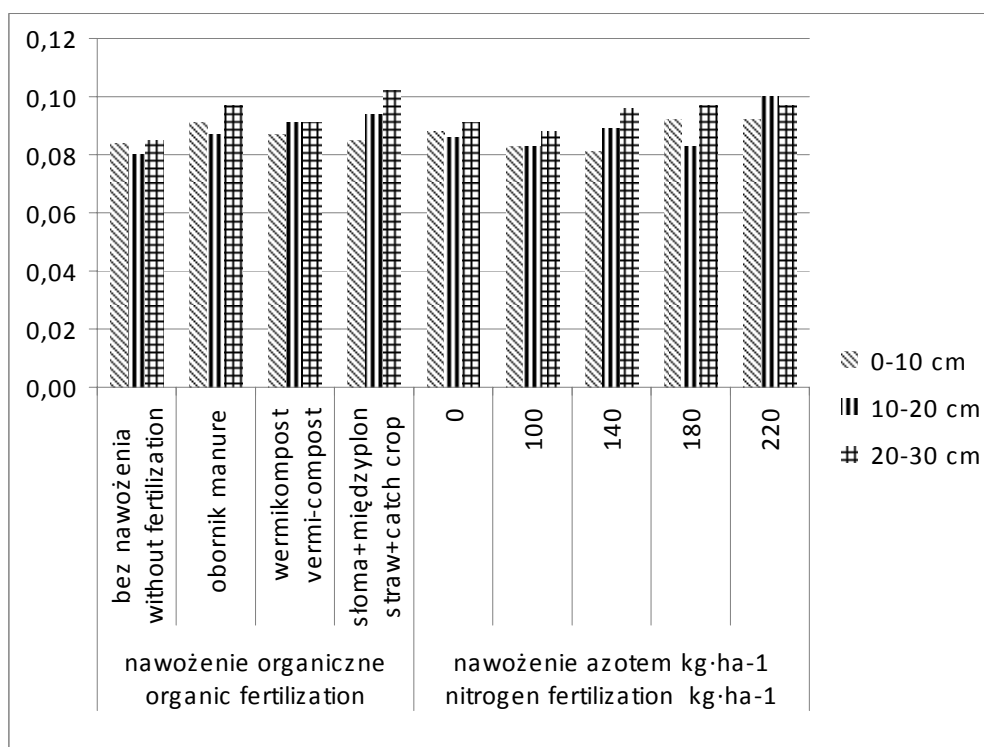
Nawożenie azotem Nitrogen fertilization (kg N·ha ⁻¹)	Nawożenie organiczne – Organic fertilization				
	bez nawożenia organicznego without fertilization	obornik manure	vermikompost vermicompost	słoma + międzyplon straw + stubble catch crop	średnio mean
Warstwa – Layer 0–10 cm					
0	0,83	1,24	1,17	1,27	1,13
100	1,04	1,12	1,16	1,13	1,11
140	1,14	0,99	0,99	1,18	1,08
180	0,93	1,21	1,07	1,10	1,08
220	0,94	1,23	1,04	1,05	1,07
Średnio–Mean	0,98	1,16	1,09	1,15	–
Warstwa – Layer 10–20 cm					
0	0,85	1,24	1,01	1,30	1,10
100	1,02	1,12	1,28	1,09	1,13
140	1,09	0,96	1,23	1,21	1,12
180	1,21	1,15	1,35	1,12	1,21
220	1,12	1,24	1,29	1,14	1,20
Średnio–Mean	1,06	1,14	1,23	1,17	–
Warstwa – Layer 20–30 cm					
0	0,98	1,36	1,13	1,40	1,22
100	1,13	1,28	1,38	1,18	1,24
140	1,17	1,17	1,19	1,36	1,22
180	1,08	1,18	1,43	1,29	1,25
220	1,04	1,33	1,45	1,26	1,27
Średnio–Mean	1,08	1,26	1,31	1,30	–

dawką 220 kg N·ha⁻¹. Zwiększył się on odpowiednio o 11% w warstwie środkowej oraz o 5% w warstwie najgłębszej w stosunku do gleby z poletek nienawożonych azotem mineralnym.

Wprowadzenie do gleby substancji organicznej wpłynęło na wzrost wskaźnika rozpylenia (S) (rys. 1). Po zastosowaniu obornika zanotowano wzrost wskaźnika rozpylenia w warstwie 0–10 cm o 7,7% w porównaniu do obserwowanej na obiekcie kontrolnym, natomiast przyoranie międzyplonu ze słomą przyczyniło się do zwiększenia wskaźnika S w warstwie 10–20 cm i 20–30 cm, odpowiednio o 14,9 i 16,6%. Nawożenie azotem nie wpłynęło jednoznacznie na

wskaźnik rozpylenia gleby. Jeśli zastosowano $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ nastąpiło niewielkie zmniejszenie wskaźnika S w każdej z warstw, natomiast po dostarczeniu $220 \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ obserwowano wzrost wskaźnika rozpylenia gleby.

Jakość struktury gruzelkowej w dużym stopniu zależy od odporności agregatów na działanie czynników zewnętrznych, zwłaszcza na niszczące działanie wody. Średnia ważona średnica gruzelka (MWDg) była istotnie modyfikowana poprzez nawożenie organiczne, azotem i ich współdziałanie (tab. 3). We wszystkich badanych warstwach istotnie najwyższą wartość MWDg zaobserwowano na poletkach, na których nie stosowano nawożenia organicznego, a najniższą po wprowadzeniu do gleby wermikompostu. Taki sposób nawożenia wpłynął na istotne zmniejszenie średniej ważonej średnicy gruzelka o 21% w warstwie 0–10 cm, o 9% w warstwie 10–20 cm



Rys. 1. Wskaźnik rozpylenia gleby (S) (średnie z lat 1996–1999)
 Fig. 1. Index of misting of the soil aggregates (S) (means for years 1996–1999)

i o 31% w warstwie 20–30 cm, w porównaniu z obserwowaną w warunkach braku nawożenia organicznego. Również zastosowanie obornika i słomy z międzyplonem przyczyniło się do zmniejszenia średniej ważonej średnicy gruzelka, co zostało udowodnione statystycznie we wszystkich badanych warstwach.

Istotne zróżnicowanie wartości MWDg wywołane zastosowanym nawożeniem azotem wykazano we wszystkich warstwach. Najniższą istotnie wartość tego parametru określono

Tabela 3. Średnia ważona średnica gruzelka (MWDg) (mm) (średnie z lat 1996–1999)
 Table 3. Weighted mean diameter of soil crumb (MWDg) (mm) (means for years 1996–1999)

Nawożenie azotem <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹) (II)	Nawożenie organiczne – <i>Organic fertilization</i> (I)				
	bez nawożenia organicznego <i>without fertilization</i>	obornik <i>manure</i>	wermikompost <i>vermicompost</i>	słoma + międzyplon <i>straw + stubble catch crop</i>	średnio <i>mean</i>
Warstwa – <i>Layer</i> 0–10 cm					
0	0,98	0,83	0,73	0,75	0,82
100	0,73	0,76	0,68	0,79	0,74
140	0,91	0,78	0,68	0,90	0,82
180	0,89	0,81	0,70	0,77	0,79
220	0,90	0,80	0,66	0,74	0,78
Średnio – <i>Mean</i>	0,88	0,80	0,69	0,79	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i> – 0,10; nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> – 0,07; interakcja – <i>interaction</i> : I/II – 0,13; II/I – 0,20					
Warstwa – <i>Layer</i> 10–20 cm					
0	1,15	0,82	0,78	0,93	0,92
100	0,92	0,80	0,85	1,03	0,90
140	0,92	0,85	0,96	0,82	0,89
180	0,99	1,20	1,07	0,91	1,04
220	0,99	0,85	0,82	0,92	0,89
Średnio – <i>Mean</i>	0,99	0,90	0,90	0,92	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i> – 0,07; nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> – 0,08; interakcja – <i>interaction</i> : I/II – 0,12; II/I – 0,37					
Warstwa – <i>Layer</i> 20–30 cm					
0	1,04	0,69	0,68	0,85	0,80
100	1,08	0,74	0,65	0,74	0,80
140	0,90	0,94	0,70	0,87	0,85
180	1,09	0,88	0,74	0,86	0,88
220	0,76	0,71	0,62	0,96	0,77
Średnio – <i>Mean</i>	0,98	0,79	0,68	0,86	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i> – 0,11; nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> – 0,08; interakcja – <i>interaction</i> : I/II – 0,06; II/I – 0,36					

w warstwie 0–10 cm po zastosowaniu $100 \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz w warstwie najgłębszej po zastosowaniu $220 \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$. Natomiast w warstwie 10–20 cm po zastosowaniu dawki $180 \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ średnia ważona średnica gruzelka zwiększyła się istotnie o 11,5%, w stosunku do określonej w glebie, na której nie stosowano nawożenia azotem.

We wszystkich warstwach stwierdzono również istotne zmiany wartości wskaźnika MWDg w wyniku współdziałania czynników doświadczenia. W warstwie 0–10 cm wprowadzenie do gleby międzyplonu ze słomą i jednoczesne zastosowanie $140 \text{ N} \cdot \text{ha}^{-1}$ przyczyniło się do istotnego wzrostu średniej ważonej średnicy gruzelka o 20% w porównaniu do stwierdzonej na poletkach, na których przyorano ten nawóz organiczny i zrezygnowano z nawożenia azotem. W warstwie 20–30 cm istotnie niższą wartość wskaźnika MWDg zaobserwowano po zastosowaniu $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i przyoraniu wermikompostu, niż po dostarczeniu tej samej dawki azotu i rezygnując z nawożenia organicznego. W środkowej warstwie w warunkach wyłącznego nawożenia mineralnego zastosowanie azotu przyczyniło się do nieznacznego zmniejszenia wskaźnika MWDg, natomiast, jeśli wprowadzono do gleby obornik, to obserwowano zależności odwrotne.

Analiza statystyczna wykazała istotne zmiany współczynnika wodoodporności agregatów glebowych (Wod) po zastosowaniu nawozów organicznych, nawożenia azotem oraz ich współdziałania (tab. 4). Wprowadzenie do gleby wermikompostu przyczyniło się do istotnego zmniejszenia wodoodporności w porównaniu do obiektu kontrolnego w warstwie 0–10 cm o 22%, w warstwie 10–20 cm o 16,4%, a w warstwie 20–30 cm o 25,3%. Na zmniejszenie wodoodporności w warstwie 0–10 cm wpłynęło również nawożenie azotem w dawkach 100, 180 i $220 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W porównaniu do wyników uzyskanych z poletek, na których nie stosowano nawożenia azotem współczynnik Wod obniżył się istotnie odpowiednio o 12,9; 6,2 i 6,2%. W warstwie 10–20 cm najwyższy współczynnik Wod zaobserwowano po zastosowaniu $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$. W warstwie najpłytszej natomiast dawki 140 i $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowały istotny wzrost tego współczynnika odpowiednio o 7,3 i 10,5% w porównaniu do obiektu kontrolnego.

W wyniku współdziałania obu czynników doświadczenia w warstwie 0–10 cm istotnie niższy współczynnik wodoodporności agregatów zaobserwowano, jeśli nie stosowano nawożenia organicznego i jednocześnie buraka cukrowego nawożono dawką $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (o 22,0%) niż w przypadku, gdy zrezygnowano z nawożenia organicznego i azotem (o 28,7%). Na istotne obniżenie wskaźnika Wod wpłynęło przyoranie wermikompostu i nawożenie azotem w dawce $220 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ (o 18,0%) w porównaniu do określonej w glebie, na której zastosowano tą samą dawkę N i zrezygnowano z nawożenia organicznego (o 25,6%).

Wprowadzenie do gleby badanych form nawozów organicznych przyczyniło się do pogorszenia wskaźnika Wod w najpłytszej z badanych warstw. Po zastosowaniu wermikompostu współczynnik wodoodporności agregatów glebowych zmniejszył się o 22,1%, a obornika o 8,7% w porównaniu do określonego na poletkach, na których zrezygnowano z nawożenia organicznego. W warstwie 10–20 cm przyoranie wermikompostu i dostarczenie $180 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ spowodowało istotny wzrost wodoodporności agregatów o 54,3% w porównaniu ze stwierdzonymi na poletkach, na których wprowadzono ten nawóz organiczny i zrezygnowano z nawożenia azotem. Po zastosowaniu $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i przyoraniu międzyplonu ze słomą wskaźnik Wod był istotnie wyższy o 54,8% niż po zastosowaniu tej samej dawki azotu i wprowadzeniu do gleby obornika.

W warstwie najgłębszej zastosowaniu obornika i wermikompostu (niezależnie od nawożenia azotem) towarzyszyło pogorszenie wskaźnika Wod, natomiast jeśli do gleby wprowadzono słomę i międzyplon ścierniskowy to wodoodporność agregatów glebowych pozostawała na takim samym poziomie jak na poletkach, na których nie stosowano nawożenia organicznego. Analiza wariancji wykazała, że zastosowanie $220 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ i jednoczesne przyoranie międzyplonu ze słomą sprzyjało istotnemu wzrostowi wskaźnika wodoodporności o 94,8%, w stosun-

Tabela 4. Współczynnik wodoodporności agregatów glebowych (Wod) w % (średnie z lat 1996–1999)
 Table 4. Water resistance coefficient (Wod) of the soil aggregates in % (means for years 1996–1999)

Nawożenie azotem <i>Nitrogen fertilization</i> (kg N·ha ⁻¹) (II)	Nawożenie organiczne – <i>Organic fertilization</i> (I)				
	bez nawożenia organicznego <i>without fertilization</i>	obornik <i>manure</i>	wermikompost <i>vermicompost</i>	słoma + międzyplon <i>straw + stubble catch crop</i>	średnio <i>mean</i>
Warstwa – <i>Layer</i> 0–10 cm					
0	28,7	23,7	20,5	23,8	24,2
100	22,0	21,6	19,3	21,4	21,0
140	26,0	21,4	19,5	24,9	23,0
180	24,1	24,1	21,1	21,4	22,7
220	25,6	24,4	18,0	22,7	22,7
Średnio– <i>Mean</i>	25,3	23,1	19,7	22,8	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i> – 1,48; nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> – 1,30; interakcja – <i>interaction</i> : I/II – 4,03; II/I – 7,21					
Warstwa – <i>Layer</i> 10–20 cm					
0	32,2	24,2	21,7	29,1	26,8
100	25,7	21,7	24,3	33,6	26,3
140	25,4	25,3	28,0	25,2	26,0
180	27,6	34,1	33,5	26,5	30,4
220	28,8	26,9	24,3	29,7	27,4
Średnio– <i>Mean</i>	27,9	26,4	26,4	28,8	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i> – 1,55; nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> – 2,04; interakcja – <i>interaction</i> : I/II – 4,19; II/I – 9,85					
Warstwa – <i>Layer</i> 20–30 cm					
0	30,9	19,3	19,4	25,4	23,8
100	28,5	21,7	20,3	22,1	23,2
140	24,4	27,8	22,2	27,5	25,5
180	28,4	28,1	22,1	26,4	26,3
220	23,5	21,9	17,4	33,9	24,2
Średnio– <i>Mean</i>	27,1	23,8	20,3	27,1	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : nawożenie organiczne – <i>organic fertilization</i> – 1,7; nawożenie azotem – <i>nitrogen fertilization</i> – 1,6; interakcja – <i>interaction</i> : I/II – 2,1; II/I – 14,6					

ku do wartości uzyskanych z poletek, na których zastosowano tą samą dawkę azotu i przyorano wermikompost.

DYSKUSJA

Działanie substancji organicznej jako lepiszcza spajającego cząstki glebowe znane jest od dawna. O pozytywnym wpływie masy organicznej na powstawanie agregatów i ich trwałość donosi Suwara [1999, 2010] a także Słowińska-Jurkiewicz i Pranagal [1997]. Przeprowadzone badania dowodzą, że przyoranie nawozów organicznych sprzyjało zwiększeniu wskaźnika struktury (W) oraz wskaźnika rozpylenia (S). Podobny kierunek zmian w swoich badaniach uzyskali Parylak i Waclawowicz [2004]. Nie potwierdzają jednak one spostrzeżeń Waclawowicza i Tendziagolskiej [2008] oraz Kuca i Waclawowicza [2010], którzy obserwowali zmniejszenie wskaźnika rozpylenia pod wpływem zastosowanego nawożenia organicznego. Zdaniem Kordasa i Zimnego [1998] międzyplony ścierniskowe wpływają na wskaźnik rozpylenia w zależności od uprawianego gatunku rośliny; zmniejszenie rozpylenia następuje po uprawie facelii błękitnej, natomiast po gryce wzrost.

Działanie nawozów organicznych przyczyniło się do zmniejszenia wodoodporności agregatów glebowych mierzonej średnią ważoną średnicą gruzełka MWDg. Również Parylak i Waclawowicz [2004] badając następczy wpływ nawożenia organicznego obserwowali, że nawozy te niekorzystnie wpływają na wodotrwałość agregatów glebowych. W warunkach następczego oddziaływania obornika lub wermikompostu, a także po przyoraniu międzyplonu wraz z liśćmi buraka cukrowego średnia ważona średnica agregatów uległa zmniejszeniu. Z kolei Kordas i Majchrowski [2001] wskazują na brak zmian trwałości agregatów glebowych po jednokrotnym stosowaniu międzyplonu ścierniskowego. Kordas i Zimny [1998] zaobserwowali natomiast, że stosowanie obornika tylko w nieznacznym stopniu modyfikuje wskaźniki struktury gleby. Jednak w opinii większości badaczy krajowych [Lenart i Gawrońska-Kulesza 1992, Suwara 1999 i 2010, Waclawowicz i Tendziagolska 2008, Kuc i Waclawowicz 2010], zastosowanie nawożenia organicznego wpływa korzystnie na wodoodporność agregatów glebowych. Poprawę struktury i wodoodporności agregatów glebowych po wprowadzeniu do gleby obornika [Celik i in. 2004] lub wermikompostu [Edwards 1998] zaobserwowano również w innych warunkach glebowo-klimatycznych.

WNIOSKI

1. Wszystkie formy nawozów organicznych i naturalnych przyczyniły się do zmian struktury gleby i jej trwałości.
2. Nawożenie organiczne, niezależnie od zastosowanej formy, sprzyjało na ogół zwiększeniu wartości wskaźnika struktury, rozpylenia gleby oraz pogorszeniu wodoodporności agregatów glebowych.
3. Intensyfikacja nawożenia azotem w warunkach wyłącznego nawożenia mineralnego powodowała zwiększenie wskaźnika struktury, natomiast zmniejszenie odporności agregatów na rozmywające działanie wody.

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.
- Domżał H., Pranagal J. 1994. Wodoodporność agregatów glebowych jako wskaźnik degradacji gleb wywołanej użytkowaniem rolniczym. *Fragm. Agron.* 11(3): 22–33.
- Edwards C.A. 1998. The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. In: *Earthworm ecology*. C.A. Edwards (eds). CRC Press, Boca Raton: 327–354.
- 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.
- Kordas L., Zimny L. 1998. Wpływ międzyplonów ścierniskowych stosowanych w systemie siewu bezpośredniego na strukturę roli. *Bibl. Fragm. Agron.* 4B: 313–319.
- Kordas L., Zimny L. 2002. Wpływ wieloletniego stosowania siewu bezpośredniego w uprawie buraka cukrowego na niektóre wskaźniki struktury gleby. *Biul. IHAR* 222: 263–270.
- Kuc P., Waclawowicz R. 2010. Wpływ różnych wariantów uprawy, stosowanych pod buraki cukrowe, na strukturę roli. *Prob. Inż. Rol.* 2: 13–23.
- Lenart S. 2002. *Studia nad wodoodpornością agregatów glebowych w różnych systemach uprawy roli i roślin*. Wyd. Fundacja Rozwój SGGW Warszawa: ss. 104.
- Lenart S., Gawrońska-Kulesza A. 1992. Rola wieloletniego nawożenia w kształtowaniu struktury gruzelkowej gleby. *Mat. konf. „Nawozy organiczne”*. Szczecin 8–9 września 1992, 2: 30–34.
- Mazur T. 1997. Nawozy organiczne. *Zesz. Eduk. IMUZ*, 2: 9–15.
- Parylak D., Waclawowicz R. 2004. Wpływ nawożenia organicznego w trzecim roku po zastosowaniu oraz dawek azotu na wskaźniki struktury gleby średniej. *Rocz. Glebozn.* 15(1): 193–201.
- Rewut I.B. 1980. *Fizyka gleby*. Wyd. PWRiL Warszawa: ss. 383.
- Słowińska-Jurkiewicz A., Pranagal J. 1997. Morfologiczna analiza struktury w wybranych poziomach genetycznych gleb wytworzonych z lessu. *Fragm. Agron.* 14(3): 27–36.
- Suwara I. 1999. Rola systemów nawożenia w kształtowaniu niektórych właściwości fizycznych gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 419–426.
- Suwara I. 2010. Rola wieloletniego nawożenia w kształtowaniu wybranych właściwości gleby lekkiej ze szczególnym uwzględnieniem stosunków wodno-powietrznych. *Rozpr. Nauk. Monogr. Wyd. SGGW Warszawa*: ss. 98.
- Waclawowicz R., Tendziagolska E. 2008. Długotrwałe oddziaływanie nawożenia organicznego i azotowego na wskaźniki struktury roli. *Prob. Inż. Rol.* 2: 81–90.

M. GIEMZA-MIKODA, R. WACLAWOWICZ, L. ZIMNY, D. MALAK

THE EFFECT OF DIFFERENT ORGANIC FERTILIZATION AND INCREASING NITROGEN RATES ON THE STRUCTURE OF THE SOIL**Summary**

In two-factor field experiment conducted in 1996–1999 the impact of three forms of organic fertilizers (manure, vermicompost, straw + catch crop) used in sugar beet and differentiated nitrogen fertilization (0, 100, 140, 180, 220 kg N·ha⁻¹) on the structure of the soil was examined. The applied organic fertilization and intensification of nitrogen fertilization have contributed to the rate of structure (W) and misting (S). The weighted average diameter of aggregate coefficient (MWDg) and waterproof coefficient (Wod) were significantly dependent on organic fertilization, nitrogen, and the interaction of factors in the experiment.