

WSPÓLZALEŻNOŚCI MIĘDZY NAWOŻENIEM, SYSTEMEM UPRAWY, WODOODPORNOŚCIĄ AGREGATÓW GLEBOWYCH A LICZEBNOŚCIĄ DROBNOUSTROJÓW

M. Dąbek-Szreniawska, A.I. Wyczółkowski, K. Jończyk¹, J. Kuś¹

Instytut Agrofizyki, PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

¹Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, ul. Królewska 1, 24-100 Puławy

Streszczenie: Badania były prowadzone na bazie wieloletnich doświadczeń statycznych prowadzonych w IUNG w Puławach. Celem badań było określenie zmian zachodzących w liczebności drobnoustrojów oraz wodoodporności agregatów glebowych pod uprawą pszenicy ozimej w systemach użytkowania konwencjonalnego i ekologicznego.

Otrzymane wyniki wykazały, iż w ciągu całego okresu badań liczebność bakterii i grzybów była wyższa w glebie nawożonej organicznie. W tym wariancie doświadczenia zauważono również większą wodoodporność agregatów glebowych. Stwierdzono, że nawożenie organiczne w porównaniu z mineralnym przyczyniło się do wzrostu wodoodporności frakcji agregatów o średnicy 3–1 i 1–0,5 mm sięgające do kilkudziesięciu procent (60%).

Słowa kluczowe: nawożenie, system uprawy, liczebność mikroorganizmów, wodoodporność agregatów glebowych.

WSTĘP

Postęp w rolnictwie związany jest ze stosowaniem gospodarki płodozmianowej, nawożenia organicznego i mineralnego oraz genetycznymi uwarunkowaniami roślin uprawnych. Pozwoliło to na osiągnięcie wysokich plonów roślin uprawnych, ale równocześnie wyłonił się problem zmian ekologicznych w środowisku przyrodniczym [14,18]. Powstały więc nowe układy przyrodnicze, które wymagają wyjaśnienia. Na przykład jak uzyskać wysokie plony roślin uprawnych i zachować właściwe warunki ekologiczne.

Obecnie propagowane jest rolnictwo ekologiczne zachowawcze, gdyż poprawia ono jakość gleby. Reganold i wsp. [20] zaobserwowali, że gleba uprawiana

w systemie organicznym zawierała znacznie więcej substancji organicznej i polisacharydów. Cechowała się bardziej miększą warstwą orną, niższym wskaźnikiem podatności na rozbite agregatów i mniejszą erozją w porównaniu z polami uprawianymi konwencjonalnie. Badania te wykazały, że w długoletnim systemie uprawy organicznej gleba jest bardziej żyzna i mniej podatna na erozję.

Nawrocki [18] podkreśla, iż technologie rolnicze powinny być bezpieczne dla środowiska. Aktualny stan, jakość i czystość gleb zależy od poziomu korzystania z przemysłowych środków produkcji, takich jak nawozy, pestycydy, mechanizacja.

Nawożenie mineralne wpływa nie tylko na plonowanie roślin, ale także na rozwój i czynność drobnoustrojów w glebie. W konsekwencji wpływa także na wywoływane przez nie przemiany organicznych i mineralnych składników środowiska glebowego. Jednostronnie stosowane wysokie dawki nawozów azotowych mogą oddziaływać niekorzystnie na rozwój i kształtowanie się zespołów mikroorganizmów w glebie, a także na procesy mineralizacji i jakość substancji humusowych [16,17].

Drobnoustroje odgrywają dominującą rolę w procesach mineralizacji i humifikacji materii organicznej w glebie. Stwierdzono, że w glebach lekkich zawartość próchnicy koreluje z aktywnością biologiczną i plonowaniem roślin [17]. Przemiany i bilans substancji organicznej mają zasadniczy wpływ na żyzność gleb lekkich w wyniku kształtowania ich właściwości fizykochemicznych i biologicznych.

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki są kontynuacją badań nad zależnościami między zawartością substancji organicznej, czynnikami fizykochemicznymi gleby a rozwojem i aktywnością mikroorganizmów glebowych [2–4, 6–8].

Celem tych badań było dokonanie oceny zmian zachodzących w wodoodporności agregatów glebowych oraz liczebności wybranych drobnoustrojów glebowych w systemach użytkowania konwencjonalnego i ekologicznego.

MATERIAŁ I METODY

Do badań pobierano próby gleby z długoletnich polowych doświadczeń statycznych prowadzonych przez IUNG w Puławach w Stacji Doświadczalnej Osiny. Jest to gleba płowa wytworzona z gliny zwałowej o składzie mechanicznym, piasków gliniastych mocnych (kompleks przydatności rolniczej żytni bardzo do-

bry). W nawożeniu mineralnym stosowano 120 kg N/ha w postaci saletry amonowej i mocznika, 80 kg/ha P_2O_5 w postaci superfosfatu potrójnego, 100 kg/ha potasu w postaci K_2O . Nawożenie organiczne (ekologiczne) stanowił kompost obornikowo-roślinny zawierający w suchej masie 0,65% N; 0,30% P_2O_5 i 0,45% K_2O . Kompost wprowadzono w jednorazowej dawce jesienią w ilości 33 ton na 1ha. Szczegółowy opis gleby oraz doświadczenia dotyczącego porównania systemów produkcji roślinnej przedstawił Kuś (Tabela 1) [11].

Tabela 1. Charakterystyka gleby [11]

Table 1. Soil characteristics [11]

% zawartość frakcji granulometrycznych (mm)				pH		Tmc /100g	Próchnica w %	Azot ogółem w %	Azot mineralny w %	P_2O_5 mg/ 100g	K_2O mg/ 100g
1,0- 0,1	0,1- 0,05	0,05- 0,02	>0,02	H ₂ O	KCl						
69	11	8	14	6,3	5,47	10,66	1,62	0,098	0,008	10,30	9,73

Próby gleby do analiz pobierano spod pszenicy ozimej z warstwy ornej w latach 1996–1998. Próbkę analizowano w trzech terminach danego roku: Termin I – wiosenne ruszenie wegetacji roślin, Termin II – strzelanie w źdźbło, Termin III – po sprzęcie roślin.

W celu poznania liczebności wybranych grup mikroorganizmów i zmian ilościowych zachodzących w nich wykonano następujące badania mikrobiologiczne: Liczebność bakterii zymogennych na bulionie odżywczym (pożywka NB – Nutrient Broth) oraz bakterii oligotroficznych (w tym promieniowców) na wyciągu glebowym rozcieńczonym (pożywka DSE – Diluted Soil Extract), liczebność grzybów ogółem na pożywce Martina [5, 9, 15, 19]. Wysiewy drobnoustrojów wykonywano w pięciu powtórzeniach. Ponadto w latach 1997–1998 określano wodoodporność agregatów glebowych metodą Bakszejewa w modyfikacji Witkowskiej i Walczaka [21].

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań przedstawiono w postaci tabel 2–4 i wykresów 1 i 2. Wyniki analiz dotyczących liczebności bakterii oligotroficznych, bakterii zymogenicznych i grzybów przedstawiono w Tabelach 2–4. Jak widać z Tabel liczebność

wybranych grup mikroorganizmów była wyraźnie wyższa w glebie z nawożeniem organicznym w porównaniu z glebą nawożoną mineralnie. Z zamieszczonych danych wynika, że liczebność bakterii oligotroficznych (Tabela 2), była w kilku terminach wyższa w glebie z nawożeniem organicznym w porównaniu z glebą z nawożeniem mineralnym. Najniższe wartości bezwzględne w liczebności tych bakterii uzyskano po zbiorze roślin z pola zarówno w roku 1997 jak i w roku 1998. Można tłumaczyć to tym, że ilość biogenów wprowadzonych z nawozami NPK lub znajdującymi się w glebie pola z nawożeniem organicznym, została wyczerpana, a proces rozkładu resztek poźniwnych pszenicy dopiero się rozpoczął. Drobnoustroje zymogeniczne (Tabela 3) nastawione na wykorzystanie świeżej substancji organicznej występowały liczniej w glebie nawożonej organicznie, zawierającej większą ilość materii organicznej pozostawionej z resztkami roślin przedplonu. W okresie przeprowadzonych badań zaobserwowano na ogół wyższą liczebność grzybów (Tabela 4) pod pszenicą z nawożeniem organicznym.

Tabela 2. Liczebność bakterii oligotroficznych (j.t.k. x 10⁶/1g s.m. gleby)

Table 2. Number of oligotrophic bacteria (cfu x 10⁶/1g of dry soil)

Roślina, uprawa	Termin pobrania próby						
	1996		1997			1998	
	III	I	II	III	I	II	III
Pszenica	17,20	7,92	4,91	2,67	9,33	22,48	2,729
u. ekologiczna	±2,86	±3,35	±0,78	±0,79	±4,03	±17,72	±0,80
Pszenica u. konwencyjonalna	8,67	7,30	4,29	2,15	6,66	18,32	1,765
	±0,69	±3,55	±0,29	±0,28	±2,10	±8,52	±0,32

Tabela 3. Liczba bakterii zymogennych (j.t.k. x 10⁶/1g s.m. gleby)

Table 3. Number of zymogenous bacteria (cfu x 10⁶/1g of dry soil)

Roślina, uprawa	Termin pobrania próby						
	1996		1997			1998	
	III	I	II	III	I	II	III
Pszenica	29,18	12,91	14,73	7,04	10,47	30,78	3,337
u. ekologiczna	±1,07	±2,54	±2,38	±2,09	±1,11	±7,96	±0,52
Pszenica	24,03	7,09	9,30	6,59	11,37	20,52	2,690
u. konwencyjonalna	±2,84	±1,87	±2,16	±2,08	±11,73	±5,09	±0,51

Wyniki analiz przeprowadzonych w latach 1997–1998 wskazują, że najdrobniejsze agregaty (1–0,5 i 0,5–0,25) gleby pod uprawą pszenicy ozimej we wszyst-

kich terminach pobierania prób tak w roku 1997 jak i w roku 1998 cechują się większą odpornością na rozmywanie (Rys. 1 i 2). W glebie pól z dodatkiem nawożenia organicznego (Rys. 1) ilość trwałych agregatów frakcji 3–1, 1–0,5 i 0,5–0,25 w roku 1998 jest wyraźnie większa niż w roku 1997 co może być związane z warunkami klimatycznymi w tych latach.

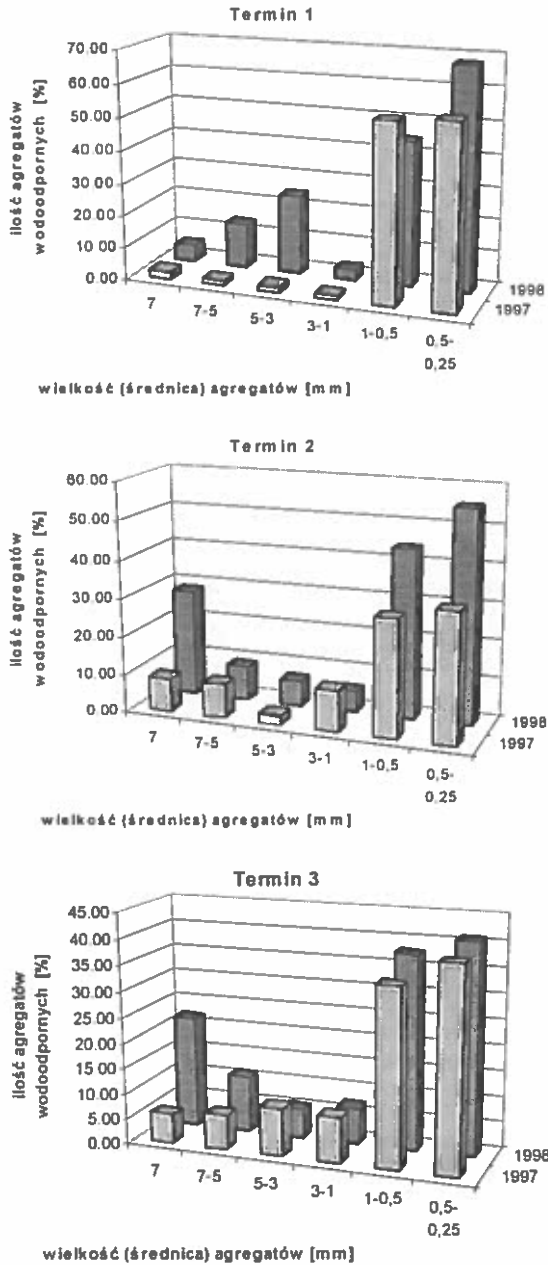
Tabela 4. Liczebność grzybów (j.t.k. x 10⁵/1g s.m. gleby)

Table 4. Number of fungi (cfu x 10⁵/1g of dry soil)

Roślina, uprawa	Termin pobrania próby						
	1996		1997			1998	
	III	I	II	III	I	II	III
Pszenica	8,28	1,81	5,94	3,55	1,99	2,38	3,9694
u. ekologiczna	±0,51	±0,12	±0,88	±0,42	±0,44	±0,42	±0,53
Pszenica	5,60	1,39	2,71	2,99	3,55	1,62	1,9158
u. konwencjonalna	±0,61	±0,24	±0,59	±0,21	±0,36	±0,39	±0,17

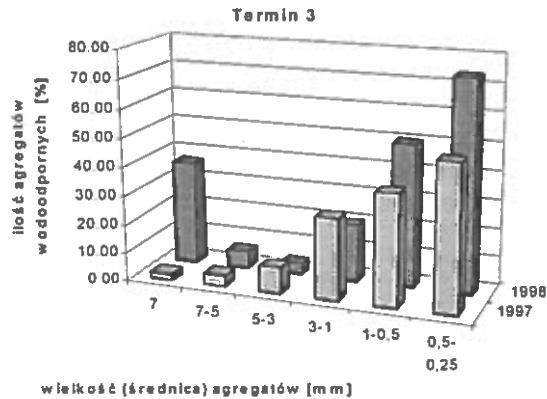
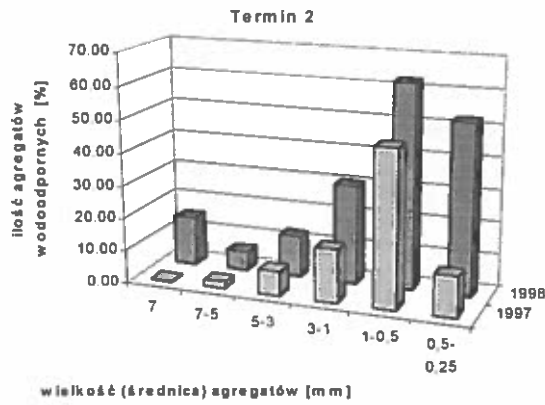
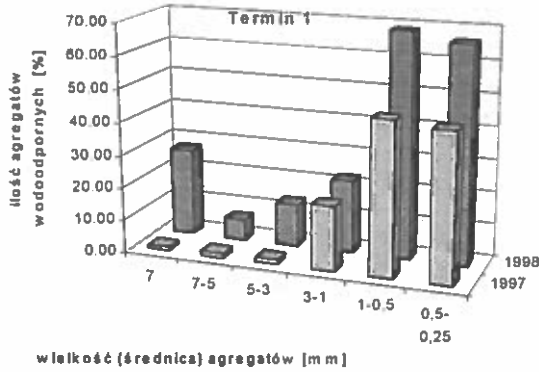
Obserwuje się, że wpływ nawożenia na frakcje agregatów o średnicy 3–1 mm i 1–0,5 mm ważnych zdaniem Myśkowa i wsp. [17] z rolniczego punktu widzenia w uprawie pszenicy z nawożeniem organicznym wykazują dużą wodoodporność sięgającą do kilkudziesięciu procent, podczas gdy wodoodporność tych frakcji w nawożeniu mineralnym jest dużo niższa. Obie frakcje wyróżniają się wyższą wodoodpornością sięgającą do 50 i 60%, szczególnie w próbach gleby pobranych do badań z pól spod uprawy pszenicy w fazie strzelania w źdźbło oraz tuż po spręcie roślin. Wyższa wodoodporność agregatów tych frakcji w glebie spod upraw z nawożeniem organicznym została zaobserwowana w obydwu latach badań.

Porównując większą wodoodporność agregatów z liczebnością wybranych grup drobnoustrojów w próbkach gleby nawożonej organicznie, można sądzić, że dzięki zwiększonej liczebności drobnoustrojów, a głównie bakterii zymogennych i grzybów agregaty są lepiej zlepione. Bakterie zymogenne przez swoje uzdolnienia fizjologiczne mogą rozkładać substancję organiczną, co zwiększa w glebie ilość węglowodanów, polisacharydów i śluzów będących lepiszczem dla agregatów. Cząstki mineralne i organiczne obrośnięte strzępkami grzybów również są bardziej trwale i trudniej ulegają rozmyciu w wodzie.



Rys. 1. Procentowy udział agregatów w glebie nawożonej mineralnie.

Fig. 1. % of waterstable aggregates in minerally fertilized soil.



Rys. 2. Procentowy udział wodoodpornych agregatów w glebie nawożonej organicznie.
Fig. 2. % of waterstable aggregates in organically fertilized soil.

Struktura gleby jest jednym z podstawowych elementów jej żyzności [2, 4, 13]. Podlega ona działaniu wielu czynników mechanicznych, fizykochemicznych i biologicznych, w związku z czym może ulegać dużym zmianom. Na liczbę i jakość tych agregatów wpływa wiele czynników, jak np.: skład granulometryczny, nawożenie, okres wegetacji roślin, czynniki atmosferyczne w kolejnych porach roku, drobnoustroje oraz organizmy wyższe bytujące w glebie. Poprawa struktury gleby w wyniku dodawania substancji organicznych w formie obornika, resztek roślinnych i nawozów zielonych znana była od dawna [13]. Wielu autorów [1, 2–4, 6, 7, 12, 13] zwraca uwagę, że sama substancja organiczna nie oddziałuje na środowisko glebowe bez udziału mikroorganizmów.

Ważną rolę mikroorganizmów w procesach glebotwórczych oraz tworzenia struktury gleby podkreśla Badura [1]. Mikroorganizmy są niezbędne w procesie rozkładu i transformacji substancji organicznych oraz tworzenia humusu glebowego. Znaczenie mikroorganizmów w tworzeniu wodoodpornych agregatów glebowych było badane między innymi przez Harrisa i wsp.[10], Dąbek-Szreniawską [2, 3–4], Lyncha [12], Lyncha i Bragg [13]. Ważna rola agregacji gleby w produkcji plonów polega na jej wpływie na stosunki wodnopoietrzne w glebie. Głównym czynnikiem w procesie stabilizacji trwałości gleby są substancje organiczne. zaliczyć można do nich: produkty rozkładu resztek roślinnych, resztki zwierzęce i roślinne, produkty syntezy mikrobiologicznej.

Synteza i stabilność substancji śluzowych wytwarzanych przez mikroorganizmy zależy od wielu czynników. Ich trwałość czyli odporność na rozkład przez inne mikroorganizmy może wpływać na stabilność agregatów glebowych. Dąbek-Szreniawska [2–4] stwierdziła, że proces tworzenia agregatów glebowych jest zależny nie tylko od specyficznych mikroorganizmów, ale także od ich ugrupowań. Jak opisała autorka, równowaga między syntezą i rozkładem substancji wpływających na wiązanie agregatów glebowych jest związana z warunkami środowiska i zawartością substancji odżywczych, które wpływają na aktywność mikroorganizmów.

Substancje próchnicowe i produkty działalności drobnoustrojów wpływają dodatnio na tworzenie się w glebie gruzelków o średnicy od 0,5 do 3 mm. Taka struktura gleby warunkuje w dużym stopniu odpowiedni dla rozwoju roślin stosunek wody do powietrza. Jak opisuje Myśków [17], wewnątrz gruzelków glebowych występują przestwory o różnej średnicy. Najcenniejsze z rolniczego punktu widzenia są kanaliki włoskowate. Dzięki nim gruzelki łatwo wchłaniają i utrzy-

mują wodę, a oprócz tego – woda w tych kanalikach może przemieszczać się w górę „podsiąkanie”. W glebach piaskowych substancje organiczne działają jako lepiszcze strukturotwórcze, dzięki czemu zwiększają ich zwięzłość. W glebach cięższych, zasobnych w koloidy mineralne, tworzenie się strukturotwórczych agregatów pod wpływem produktów przemian materii organicznej zmniejsza zwięzłość gleby.

WNIOSKI

W ciągu całego okresu badań liczebność bakterii zymogennych, oligotroficznych i grzybów była wyższa w glebie spod uprawy pszenicy ozimej z nawożeniem organicznym.

Stwierdzono większą wodoodporność agregatów prób gleby pobranych spod uprawy pszenicy ozimej z nawożenia organicznego w porównaniu z wodoodpornością agregatów spod uprawy z nawożeniem mineralnym. W uprawie pszenicy z nawożeniem organicznym niektóre frakcje agregatów np. o przekrojach 3–1 mm i 1–0,5 mm wykazywały dużą wodoodporność sięgającą do kilkudziesięciu procent.

PIŚMIENNICTWO

1. **Badura L.:** Mikroorganizmy w ekopodsystemach glebowych – ich występowanie i funkcje. *Post. Mikrobiol.*, 24, 153–183, 1985.
2. **Dąbek-Szreniawska M.:** Mikrobiologiczne aspekty tworzenia agregatów glebowych. *Problemy Agrofizyki*, 4. Wyd. Ossolineum. 1972.
3. **Dąbek-Szreniawska M.:** The influence of *Arthrobacter* sp. on the water stability of soil aggregates. *Polish J. Soil Sci.*, 7, 169–179, 1974.
4. **Dąbek-Szreniawska M.:** The role of selected bacteria in the formation of water stable soil aggregates independently of other microorganisms. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 197, 339–354, 1977.
5. **Dąbek-Szreniawska M., Hattori T.:** Winogradsky's salts solution as a diluting medium for plate count of oligotrophic bacteria in soil. *J. Gen. Appl. Microbiol.* 27. 517–518, 1981.
6. **Dąbek-Szreniawska M., Sokołowska Z., Stotzky G., Collins Y.:** The interaction between microbiological and physico-chemical properties-as an indicator of soil quality. *Abstracts of 99th General Meeting of American Society for Microbiology*, May 30–June 3, Chicago, Illinois, 1999.
7. **Dąbek-Szreniawska M., Wyczółkowski A., Józefaciuk B., Księżopolska A., Szymona J., Stawiński J.:** Relations between soil structure, number of selected groups of soil

- microorganisms, organic matter content and cultivation system. *Int. Agrophysics*, 10, 31–35, 1996.
8. Dąbek-Szreniawska M., Wyczółkowski A., Stawiński J.: The distribution of soil microorganisms in soils and its relations to physicochemical soil characteristics: Mededelingen van de Faculteit Landbouwetenschappen. Universiteit Gent, Vol.58, 1787–1790, 1993.
 9. Fred E. B., Waksman S.A.: *Laboratory manual of general microbiology*. McGraw Hill Book Company, New York – London 1928.
 10. Harris R.F., Chesters G., Allen O.N.: Dynamics of soil aggregation, *Adv. Agr.*, 18, 107–169, 1966.
 11. Kuś J.: Wstępne porównanie trzech systemów produkcji roślinnej (konwencjonalny, integrowany i ekologiczny). *Rocz. AR Pozn. CCCVII, Roln 52*: 119–126, 1998.
 12. Lynch J.M.: Interactions between biological processes, cultivation and soil structure. *Plant and Soil*, 76, 307–318, 1984.
 13. Lynch J.M., Bragg E.: Microorganisms and soil aggregate stability. *Advances in Soil Science*, 2, 133–171, 1985.
 14. Mazur T., Mineev M., Debreczeni B.: Nawożenie w rolnictwie biologicznym. Skrypty Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie im. M. Oczapowskiego, Wydawnictwo Art, Olsztyn 1993.
 15. Martin J.P.: Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.* 69, 215–232, 1950.
 16. Myśków Wł.: Wpływ nawozów azotowych na mikrobiologiczne przemiany substancji organicznych w glebie. Wyniki doświadczeń modelowych. *Pamiętnik puławski – prace IUNG Z.65,7–32*, 1975.
 17. Myśków Wł.: Rolnicze znaczenie próchnicy oraz sposoby regulowania jej ilości w glebie. IUNG Puławy, str. 36, 1984.
 18. Nawrocki St.: Przyrodniczo-glebowe podstawy ekologiczacji rolnictwa obszaru funkcjonalnego „Zielone Płuca Polski”. Białostocki Oddział Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, str.12–18, 1995.
 19. Pochon J., Tardieux P.: *Techniques d’analyse en microbiologie du sol*. Editions de Tourelle, St. Monde, 1962.
 20. Reganold J.P., Elliot L.F., Unger Y.L.: Long-term effects of organic and conventional farming on soil erosion. *Nature (London)*, 330, 370–372, 1987.
 21. Walczak R., Witkowska B.: Water stability determination for different fractions of soil aggregates. *Roczn. Glebozn.*, 25, 257–282, 1974.

RELATIONS BETWEEN FERTILIZATION, CULTIVATION SYSTEM
AND WATER-STABILITY OF SOIL AGGREGATES AND NUMBER
OF MICROORGANISMS

M. Dąbek-Szreniawska, A. I. Wyczółkowski, K. Jończyk¹, J. Kuś¹.

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27, Poland

¹Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Str. Królewska 1, 24-100 Puławy, Poland

Summary. The research was carried out on the basis of the long term field experiments run by the Institute of Soil Science and Plant Nutrition in Puławy. The aim of the research was to determine the changes in water stability of soil aggregates under ecological and conventional cultivation of winter wheat. The results showed that the number of bacteria and fungi and water stability of aggregates sampled from under plants cultivated on organically cultivated soil were higher in the organically fertilized. It was stated that in the soil under winter wheat that had been organically fertilized fractions of the soil aggregates \varnothing 3–1 mm and 1–0,5 mm indicated high water-stability, even up to 60%.

Keywords: fertilization, cultivation system, water-stability of soil aggregates.

