

## WŁAŚCIWOŚCI MIKROBIOLOGICZNE GLEBY POD UPRAWĄ PSZENICY OZIMEJ W SYSTEMACH EKOLOGICZNYM I KONWENCJONALNYM

*Magdalena Frąc, Jerzy Lipiec, Agata Rutkowska, Karolina Oszust,  
Mateusz Póltorak*

Institut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: m.frac@ipan.lublin.pl

**Streszczenie.** Celem przeprowadzonych badań było porównaniu wpływu systemów produkcji roślin konwencjonalnego i ekologicznego na populacje bakterii i mikrogrzybów oraz aktywność mikroorganizmów środowiska glebowego. Przeprowadzone badania wykazały, że gleba spod pszenicy uprawianej w systemie ekologicznym charakteryzowała się większą liczebnością bakterii i grzybów oraz wyższą aktywnością respiracyjną w stosunku do gleby uprawianej w systemie konwencjonalnym (monokultura pszenicy). Liczebność badanych mikroorganizmów oraz aktywność oddechowa były niższe w warstwie 10-20 cm w porównaniu do poziomu 0-10 cm niezależnie od systemu produkcji. Również aktywność dehydrogenaz glebowych kształtowała się na wyższym poziomie w glebie w systemie ekologicznym, niż konwencjonalnym. Gleba w systemie ekologicznym charakteryzowała się korzystniejszym z punktu widzenia zdrowotności roślin składem rodzajowym i gatunkowym grzybów, niż uprawiana konwencjonalnie.

**Słowa kluczowe:** systemy produkcji, gleba, aktywność mikrobiologiczna, mikrogrzyby, bakterie

### WSTĘP

Konwencjonalny system produkcji stosowany jest w celu maksymalizacji plonów poprzez intensywne nawożenie gleby oraz stosowanie pestycydów w celu chemicznej ochrony roślin. Praktyki takie często prowadzą do pogorszenia biologicznych i fizykochemicznych właściwości gleby (Martyniuk i in. 2001, Sieling i in. 2005). W ostatnich latach obserwuje się coraz większe zainteresowanie oraz rozwój ekologicznego systemu produkcji (Kuś i in. 2007).

Mikroorganizmy glebowe pełnią ważną rolę jako wskaźniki jakości gleby, ze względu na ich zaangażowanie w procesy zachodzące w agroekosystemach (tj. rozkład materii organicznej, obieg pierwiastków w środowisku, wiązanie azo-

tu, formowanie i stabilizacja agregatów glebowych) (Calderon i in. 2000, Jezierska-Tys i Frąc 2008). Intensywność mikrobiologicznej degradacji połączeń organicznych występujących w środowisku glebowym jest niezwykle istotna w warunkach ograniczonego nawożenia mineralnego, zwłaszcza w ekologicznym systemie produkcji (Aon i in. 2001, Mijangos i in. 2006). Do podstawowych właściwości mikrobiologicznych, wykorzystywanych w ocenie stanu ekologicznego gleb, należą m.in. następujące parametry: ogólna liczebność bakterii i grzybów, aktywność dehydrogenaz oraz aktywność respiracyjna (Höflich i in. 1999, Frey i in. 1999). Uprawa roślin w monokulturze w systemie konwencjonalnym może prowadzić do niekorzystnych zmian w środowisku glebowym, związanych z obniżeniem różnorodności mikrobiologicznej gleby, jak również wpływa na ograniczenie plonowania roślin (Acosta-Martinez i in. 2007, Mina i in. 2008). Długoterminowa uprawa roślin w monokulturze indukuje i przyspiesza procesy degradacji gleby, które mogą prowadzić do obniżenia liczebności mikroorganizmów środowiska glebowego oraz spadku zawartości materii organicznej (Aon i in. 2001, Fließbach i in. 2007). Martyniuk i in. (2007) oraz Crecchio i in. (2007) wykazali, że gleby nawożone organicznie w systemie ekologicznym charakteryzują się wyższą aktywnością mikrobiologiczną niż gleby w systemie konwencjonalnym.

Celem przeprowadzonych badań było porównanie wpływu systemu uprawy roślin (konwencjonalnego - monokultury i ekologicznego) na populacje bakterii i mikrogrzybów oraz aktywność mikroorganizmów środowiska glebowego.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania porównujące właściwości mikrobiologiczne gleby w dwóch systemach produkcji przeprowadzono na podstawie wieloletniego doświadczenia polowego zlokalizowanego w Stacji Doświadczalnej IUNG - PIB w Osinach. Doświadczenie zostało założone na glebie płowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego należącego do IV kompleksu glebowego (bardzo dobrego kompleksu żytanego) (Martyniuk i in. 2001, Kuś i in. 2007). Eksperyment obejmował rośliny uprawiane w dwóch systemach produkcji: konwencjonalnym i ekologicznym. Podstawową charakterystykę badanej gleby przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Podstawowa charakterystyka gleby  
**Table 1.** Basic characteristics of soil

Parametr – Parameter	Wartości Values
Węgiel całkowity Total organic carbon mg·kg <sup>-1</sup>	8,5
(%)	0,11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg·100 g <sup>-1</sup> )	7,8
K <sub>2</sub> O (mg·100 g <sup>-1</sup> )	5,8
Mg (mg·100 g <sup>-1</sup> )	9,2

Próbki gleby do badań pobierane były z dwóch warstw 0-10 cm i 10-20 cm spod pszenicy ozimej uprawianej w następujących systemach: ekologicznym (E), w którym stosowany był pięciopolowy płodozmian (ziemniak – jęczmień jary – mieszanka traw z motylkowatymi (2 lata) – pszenica ozima) bez nawożenia mineralnego oraz bez chemicznej ochrony roślin oraz konwencjonalnym (K), czyli intensywnym z uprawą pszenicy w monokulturze od 1994 roku. W roku 2008 próbki gleby do badań mikrobiologicznych i biochemicznych pobrano dwukrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego roślin, tj. w fazie strzelania w źdźbło i dojrzałości pełnej pszenicy.

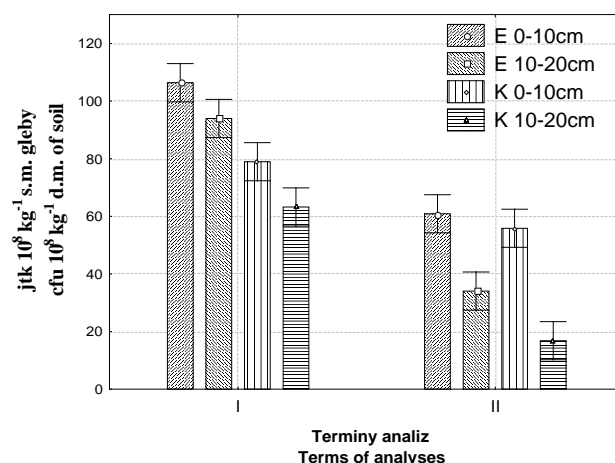
Badania obejmowały oznaczenie ogólnej liczebności bakterii na pożywce z wyciągiem glebowym i  $K_2HPO_4$ , ogólnej liczebności grzybów na pożywce Martina (1950), aktywności oddechowej metodą Rühlinga i Tylera (1973), aktywności dehydrogenaz metodą Thalmanna (1968), w modyfikacji Alefa i Nannipieriego (1995) oraz pH metodą potencjometryczną. Badaniami objęto również ocenę składu jakościowego zbiorowisk mikrogrzybów wyodrębnionych z gleby uprawianej w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. Skład jakościowy poszczególnych grup taksonomicznych grzybów oznaczono odszczepiając, z jednej losowo wybranej płytki, wszystkie wyrosłe kolonie na skosy z pożywką glukozowo-ziemniaczaną (PDA). Identyfikację rodzajową, a następnie gatunkową przeprowadzono na podstawie obserwacji makro-morfologicznych dokonywanych na skosach oraz mikro-morfologicznych prowadzonych w mikrokulturach. Oznaczenia grzybów przeprowadzono posługując się opracowaniami systematycznymi: Burnett i Hunter (1987) oraz Domsch i in. (1980).

Otrzymane wyniki badań opracowano statystycznie stosując dwuczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Najmniejsze istotne różnice obliczono testem Tukey'a. Do obliczeń użyto programu Statistica 10.0.

## WYNIKI I DYSKUSJA

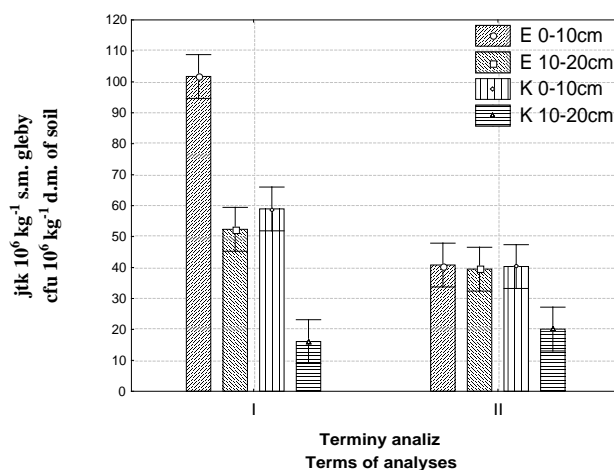
W obu badanych terminach, tj. w fazie strzelania w źdźbło oraz dojrzałości pełnej pszenicy największą liczebność bakterii zanotowano w glebie w systemie produkcji ekologicznym (rys. 1). Gleba w systemie produkcji konwencjonalnym charakteryzowała się niższą liczebnością bakterii. Przeprowadzone badania wykazały, że gleba spod pszenicy w systemie ekologicznym charakteryzowała się również większą liczebnością grzybów (rys. 2). Podobne wyniki badań zostały opublikowane przez Martyniuka i in. (2001), którzy wykazali, że liczebność bakterii i grzybów była wyższa w glebie spod uprawy roślin w systemie ekologicznym. Niniejsze badania wykazały, że niezależnie od systemu produkcji liczebność bakterii i grzybów była mniejsza w warstwie gleby 10-20 cm niż 0-10 cm. Można przypuszczać, że otrzymane wyniki badań związane są z wykorzystaniem przez mikroorganizmy materii organicznej wprowadzonej do gleby wraz z resztkami poźniwnymi w wyniku zastosowanego zmianowania. Obniżenie liczebności

badanych drobnoustrojów w niższej warstwie profilu glebowego spowodowane było prawdopodobnie ograniczeniem dostępu do substratów węglowych wykorzystywanych przez mikroorganizmy.



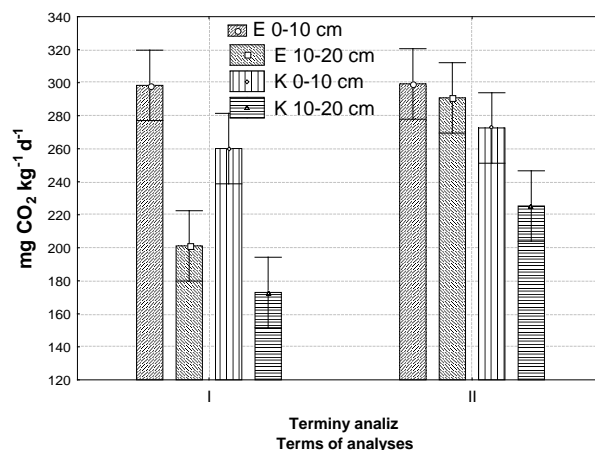
**Rys. 1.** Ogólna liczebność bakterii z odchyleniem standardowym w glebie w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K) – I – faza strzelania w źdźbło, II – faza dojrzałości pełnej

**Fig. 1.** Total number of bacteria with standard deviation in soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems – I – shooting phase, II – full ripeness phase



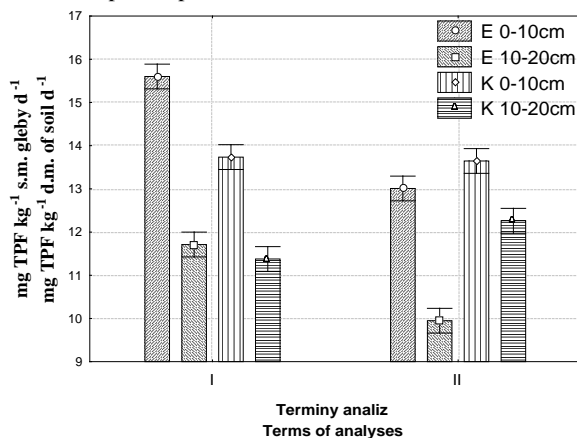
**Rys. 2.** Ogólna liczebność grzybów z odchyleniem standardowym w glebie w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K) – I – faza strzelania w źdźbło, II – faza dojrzałości pełnej

**Fig. 2.** Total number of fungi in soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems – I – shooting phase, II – full ripeness phase



**Rys. 3.** Aktywność respiracyjna z odchyleniem standardowym gleby w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K) – I – faza strzelania w źdźbło, II – faza dojrzałości pełnej

**Fig. 3.** Respiration activity in soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems – I – shooting phase, II – full ripeness phase



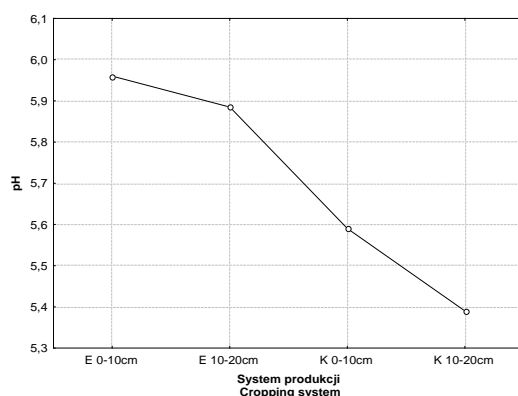
**Rys. 4.** Aktywność dehydrogenaz z odchyleniem standardowym w glebie w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K) – I – faza strzelania w źdźbło, II – faza dojrzałości pełnej

**Fig. 4.** Dehydrogenase activity in soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems – I – shooting phase, II – full ripeness phase

Gleba uprawiana w systemie ekologicznym charakteryzowała się wyższą aktywnością respiracyjną w stosunku do gleby uprawianej w systemie konwencjonalnym

z uprawą pszenicy w monokulturze (rys. 3). Również aktywność dehydrogenaz glebowych kształtowała się na wyższym poziomie w glebie w systemie ekologicznym niż konwencjonalnym (rys. 4). Stwierdzono spadek aktywności mikrobiologicznej w niżej położonej warstwie profilu glebowego (10-20 cm), w porównaniu do warstwy 0-10 cm w obydwu systemach produkcji. Również badania Alvear i in. (2005) wykazały korzystny wpływ resztek poźniwnych oraz ekologicznej uprawy na aktywność enzymatyczną i biologiczną gleby. Gajda i Martyniuk (2005) w swoich badania wykazali także, że w systemie produkcji ekologicznym aktywność dehydrogenaz oraz intensywność respiracyjna kształtowały się na istotnie wyższym poziomie w stosunku do gleby w systemie konwencjonalnym.

Z przeprowadzonych badań wynika, że wyższą aktywność mikroorganizmów glebowych, świadcząca o dobrej jakości gleby i udostępnianiu roślinom składników odżywczych, stwierdzono w glebie pod pszenicą uprawianą systemem ekologicznym. Prawdopodobnie jest to związane z większym dopływem materii organicznej oraz korzystniejszym dla rozwoju mikroorganizmów odczynem (pH) (rys. 5) środowiska glebowego w tym systemie produkcji roślinnej. Ponadto, uzyskane wyniki badań wskazują, że w drugim terminie analiz wszystkie badane parametry kształtowały się na niższym poziomie niż w terminie pierwszym. Efekt ten mógł być związany z warunkami atmosferycznymi oraz składem wydzielin korzeniowych roślin w badanych terminach analiz. Jednak tendencje w aktywności badanych parametrów kształtowały się na podobnym poziomie w obu badanych terminach. Średnie dla poszczególnych parametrów mikrobiologicznych zestawione w tabeli 2, potwierdzają istotny korzystny wpływ systemu produkcji ekologicznej na parametry mikrobiologiczne gleby.



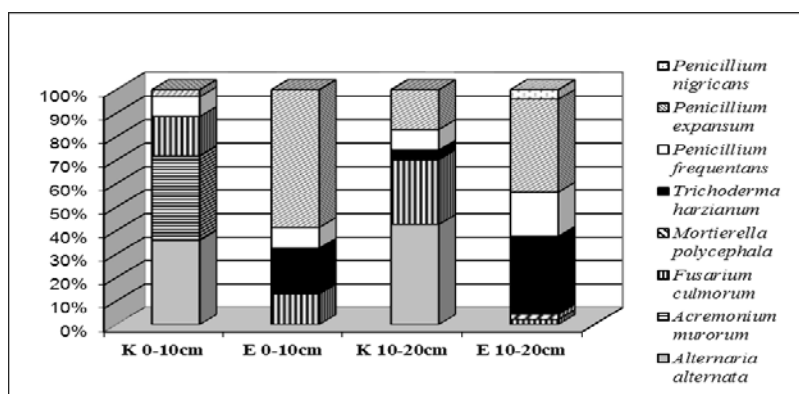
**Rys. 5.** pH gleby w gleby w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K)  
**Fig. 5.** pH of soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems

**Tabela 2.** Średnie wartości parametrów mikrobiologicznych gleby w systemach produkcji roślinnej ekologicznym i konwencjonalnym

**Table 2.** Mean values of microbial parameters as influenced by ecological and conventional cropping systems

Parametr – Parameter	System ekologiczny Ecological system		System konwencjonalny Conventional system	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
Liczebność bakterii Number of bacteria ( $10^8$ cfu $kg^{-1}$ )	83,63 a	64,00 b	67,40 b	40,04 c
Liczebność grzybów Number of fungi ( $10^6$ cfu $kg^{-1}$ )	71,27 a	45,92 b	49,63 b	18,10 c
Aktywność dehydrogenaz Dehydrogenase activity ( $cm^3 H_2 kg^{-1} d^{-1}$ )	14,30 a	10,83 d	13,69 b	11,82 c
Aktywność respiracyjna Respiration activity ( $mg CO_2 kg^{-1} d^{-1}$ )	298,86 a	246,00 b	266,36 b	199,14 c

Objaśnienia – Explanations: Średnie oznaczone różnymi literami w obrębie każdego systemu produkcji różnią się statystycznie istotnie przy  $P < 0,05$  – Means marked with different letters within each production system differ significantly at  $P < 0.05$ .



**Rys. 6.** Procentowy skład grzybów wyodrębnionych z gleby w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K)

**Fig. 6.** Percentage composition of fungi isolated from soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems

Badania mikologiczne gleby posłużyły do określenia składu rodzajowego i gatunkowego zbiorowisk grzybów (rys. 6). Wyosobniono łącznie 177 izolatów grzybów należących do 8 gatunków i 6 rodzajów (tab. 3). Przeprowadzone analizy mi-

kologiczne wykazały obecność, w glebie spod pszenicy uprawianej w obu systemach: ekologicznym i konwencjonalnym, zarówno grzybów potencjalnie fitopatogennych (*Fusarium*, *Acremonium*), jak również antagonistycznych (*Penicillium* i *Trichoderma*). Analiza wyników wskazuje na to, że gleba w systemie ekologicznym charakteryzowała się korzystniejszym z punktu widzenia zdrowotności roślin składem rodzajowym i gatunkowym grzybów, niż uprawiana konwencjonalnie.

**Tabela 3.** Skład rodzajowy i gatunkowy grzybów wyodrębnionych z gleby w systemach produkcji roślinnej ekologicznym (E) i konwencjonalnym (K)

**Table 3.** Genus and species composition of fungi isolated from soil under ecological (E) and conventional (K) cropping systems

Rodzaj, gatunek – Genus, species	Liczba izolatów Number of isolates	%
E 0-10 cm		
<i>Penicillium frequentans</i>	4	2,3
<i>Trichoderma harzianum</i>	9	5,1
<i>Fusarium culmorum</i>	6	3,4
<i>Penicillium expansum</i>	27	15,3
E 10-20 cm		
<i>Penicillium frequentans</i>	9	5,1
<i>Penicillium nigricans</i>	2	1,1
<i>Mortierella polycephala</i>	1	0,6
<i>Fusarium culmorum</i>	1	0,6
<i>Trichoderma harzianum</i>	16	9,0
<i>Penicillium expansum</i>	19	10,7
K 0-10 cm		
<i>Acremonium murorum</i>	13	7,3%
<i>Alternaria alternata</i>	13	7,3%
<i>Penicillium frequentans</i>	3	1,7%
<i>Penicillium expansum</i>	1	0,6%
<i>Fusarium culmorum</i>	6	3,4%
K 10-20 cm		
<i>Alternaria alternata</i>	20	11,3
<i>Penicillium frequentans</i>	4	2,3
<i>Fusarium culmorum</i>	13	7,3
<i>Penicillium expansum</i>	8	4,5
<i>Trichoderma harzianum</i>	2	1,1
Razem – Total	177	100,0

Objaśnienia – Explanations: 0-10 cm – warstwa gleby – soil layer, 10-20cm – warstwa gleby – soil layer.



## WNIOSKI

1. Wyższą aktywność mikroorganizmów glebowych, świadcząca o dobrej jakości gleby i udostępnianiu roślinom składników odżywczych, stwierdzono w systemie ekologicznym niż konwencjonalnym uprawy pszenicy.

2. W obu badanych systemach produkcji stwierdzono mniejszą aktywność mikrobiologiczną (liczebność bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz i respiracyjną) w warstwie gleby 10-20 cm niż 0-10 cm.

3. Wykazano, że gleba uprawiana w systemie ekologicznym charakteryzowała się korzystniejszym z punktu widzenia zdrowotności roślin składem rodzajowym i gatunkowym grzybów, niż uprawiana konwencjonalnie.

## PIŚMIENNICTWO

- Acosta-Martinez V., Mikha M.M., Vigil M.F., 2007. Microbial communities and enzyme activities in soils under alternative crop rotations compared to wheat-fallow for the Central Great Plains. *Appl. Soil Ecol.*, 37, 41-52.
- Alef K, Nannipieri P., 1995. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. Academic Press. London.
- Alvear M., Rosas A., Rouanet J.L., Borie F., 2005. Effects of three soil tillage systems on some biological activities in an Ultisol from southern Chile. *Soil Till. Res.*, 82, 195-202.
- Aon M.A., Sarena D.E., Burgos J.L., Cortassa S., 2001. (Micro)biological, chemical and physical properties of soils subjected to conventional or no-till management: an assessment of their quality status. *Soil Till. Res.*, 60, 173-186.
- Burnett H.L., Hunter B.B., 1987. *Illustrated genera of imperfect fungi*. New York: Macmillan.
- Calderon F.J., Jackson L.E., Scow K.M., Rolston D.E., 2000. Microbial responses to simulated tillage in cultivated and uncultivated soils. *Soil Biol. Biochem.*, 32, 1547-1559.
- Crecchio C., Curci M., Pellegrino A., Ricciuti P., Tursi N., Ruggiero P., 2007. Soil microbial dynamics and genetic diversity in soil under monoculture wheat grown in different long-term management systems. *Soil Biol. Biochem.*, 39, 1391-1400.
- Domsch K.H., Gams W., Anderson T.H., 1980. *Compendium of soil fungi*. New York: Academic Press.
- Fließbach A., Oberholzer H.R., Gunst L., Mäder P., 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agric. Ecosys. Environ.* 118, 273-284.
- Frey S.D., Elliott E.T., Paustian K., 1999. Bacterial and fungal abundance and biomass in conventional and no-tillage agroecosystems along two climatic gradients. *Soil Biol. Biochem.*, 31, 573-585.
- Gajda A., Martyniuk S., 2005. Microbial biomass C and N and activity of enzymes in soil under winter wheat grown in different crop management systems. *Pol. J Environ. Stud.*, 14, 2, 159-163.
- Höflich G., Tauschke M., Kühn G., Werner K., Frielinghaus M., Höhn W., 1999. Influence of long-term conservation tillage on soil and rhizosphere microorganisms. *Biol. Fertil. Soils.* 29, 81-86.
- Jezińska-Tys S., Frąc M., 2008. Microbiological indices of soil quality fertilized with dairy sewage sludge. *Int. Agrophysics*, 22, 215-219.

- Kuś J., Jończyk K., Kawalec K., 2007. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach gospodarowania. *Acta Agrophysica*, 10, 407-417.
- Martin J.P., 1950. Use of acid rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil. Sci.* 69, 215-233.
- Martyniuk S., Gajda A., Kuś J., 2001. Microbiological and biochemical properties of soils under cereals grown in the ecological, conventional and integrated system. *Acta Agrophysica*. 52, 185-192.
- Martyniuk S., Księżniak A., Jończyk K., Kuś J., 2007. Charakterystyka mikrobiologiczna gleby pod pszenicą ozimą uprawianą w systemie ekologicznym i konwencjonalnym. *J. Res. Appl. Agricul. Engineer.*, 52, 113-116.
- Mijangos I., Perez R., Albizu I., Garbisu C., 2006. Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters. *Enz. Microb. Technol.*, 40, 100-106.
- Mina B.L., Supradipa S., Narendraa K., Srivastva A.K., Gupta H.S., 2008. Changes in soil nutrient content and enzymatic activity under conventional and zero-tillage practices in an Indian sandy clay loam soil. *Nutr. Cycl. Agroecos.*, 82,3, 273-281.
- Rühling A., Tyler G., 1973. Heavy metal pollutions and decomposition of needle litter. *Oikos* 24, 402- 415.
- Sieling K., Stahl C., Winkelmann C., Christen O., 2005. Growth and yield of winter wheat in the first 3 years of a monoculture under varying N fertilization in NW Germany. *Europ. J. Agronomy*. 22, 71-84.
- Thalman A., 1968. Zur Methodik der Bestimmung der dehydrogenaseaktivität im boden mittels triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.*, 21, 249-258.

## MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER WINTER WHEAT IN THE ECOLOGICAL AND CONVENTIONAL CROPPING SYSTEMS

*Magdalena Frąc, Jerzy Lipiec, Agata Rutkowska, Karolina Oszust,  
Mateusz Półtorak*

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin  
e-mail: m.frac@ipan.lublin.pl

**Abstract.** The aim of the study was the evaluation of the influence of the ecological and conventional cropping systems on microfungi community and soil microbial activity. The results of the study indicated that soil under winter wheat in the ecological production system was characterised by higher numbers of bacteria and fungi and respiration and dehydrogenase activity compared to the soil in conventional production system with monoculture of winter wheat. The numbers of microorganisms and respiratory activity were lower in the 10-20 cm than 0-10 cm soil layer. Better genus and species fungal composition was established in soil under ecological than conventional system.

**Keywords:** cropping system, soil, microbial activity, microfungi, bacteria