

WPŁYW SYSTEMU UPRAWY ROLI I EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW (EM) NA WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE GLEBY SPOD PSZENICY JAREJ UPRAWIANEJ W KRÓTKOTRWALEJ MONOKULTURZE

LESZEK KORDAS, URSZULA ZBROSZCZYK

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

leszek.kordas@up.wroc.pl

Synopsis. Badania prowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swojcu Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w latach 2007–2009 na madzie rzecznej kompleksu żytniego bardzo dobrego. Dwa dwuczynnikowe doświadczenia założono metodą pasów prostopadłych (split-block) w 4 powtórzeniach. W doświadczeniu polowym czynnikami były systemy uprawy roli i zabiegi regenerujące stanowisko, natomiast w doświadczeniu mikropoletkowym dawki EM i sposób zaprawiania ziarna. Podstawowym celem badań było ocenienie wpływu systemów uprawy roli i preparatu EM na wybrane parametry życia biologicznego w glebie. Przeprowadzone trzyletnie badania nie wykazały jednoznacznie pozytywnego wpływu zastosowania preparatu EM na wielkość respiracji, natomiast uproszczona uprawa roli powoduje jej wzrost. Aktywność dehydrogenaz w glebie wzrasta po zastosowaniu czynników regenerujących i pełnego nawożenia mineralnego oraz preparatu EM.

Słowa kluczowe – *key words*: monokultura – monoculture, systemy uprawy roli – *tillage systems*, pszenica jara – *spring wheat*, respiracja – *respiration*, dehydrogenazy – *dehydrogenases*

WSTĘP

Podstawowym czynnikiem środowiskowym decydującym o poziomie plonowania pszenicy jarej jest gleba. Wzrost i rozwój roślin uprawnych jest uzależniony od rodzaju mikroflory gleby, w szczególności znajdującej się w pobliżu korzeni (ryzosfery) [Higa i Parr 2003]. System korzeniowy spełnia ważną rolę w życiu rośliny oraz w podnoszeniu żyzności gleby i stanowi od 50 do 70% całkowitej masy resztek poźniwnych.

Mikroorganizmy glebowe tworzą środowisko wzrostu rośliny i mają pierwszorzędne znaczenie dla jakości gleby i plonu [Higa i Parr 2003], a dzięki swym właściwościom mogą być wykorzystywane m.in. do ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami [Walsh i in. 2001]. Zastosowanie Efektywnych Mikroorganizmów (EM) poprawia fizyczne, chemiczne i biologiczne właściwości gleby, tym samym stymuluje wzrost i rozwój roślin. Ponadto preparaty EM wspierają proces rozpowszechniania pożytecznych mikroorganizmów znajdujących się w ryzosferze roślin, hamując tym samym rozwój drobnoustrojów chorobotwórczych i szkodników [Higa 1995].

Drobnoustroje glebowe odpowiedzialne są za przeprowadzanie wszystkich biochemicznych procesów i transformacji, które występują w glebach. Ich liczebność i aktywność wpływa bezpośrednio na żyzność i jakość gleby, a tym samym na wzrost oraz jakość plonów [Wididana i Higa 1995, Zhao 1995].

Skład zespołów mikroorganizmów ulega ciągłym zmianom w zależności od zmian warunków fizycznych i chemicznych w środowisku oraz zmian wywoływanych aktywnością fizjologiczną i metaboliczną poszczególnych populacji (gatunków) [Grayston i in. 1998, Higa i Parr 2003, Kozdrój 2004].

Miernikiem aktywności mikrobiologicznej gleby jest aktywność enzymów glebowych, m.in. fosfataz i dehydrogenaz, ponieważ ich ilość zmienia się w podobny sposób jak liczebność ogólna mikroorganizmów glebowych. Ogromna ich aktywność biochemiczna sprawia, że odgrywają one decydującą rolę w kształtowaniu stabilności ekologicznej i produktywności agroekosystemów [Gajda i in. 2004] i postrzegana jest, jako dobry wskaźnik jakości gleby [Mikanová i in. 2009]. W dużej mierze aktywność enzymów dehydrogenaz zmienia się sezonowo i zależy od chemicznych, fizycznych i biologicznych cech gleby [Niemi i in. 2005]. Zdolność respiracyjna gleby jest także czułym wskaźnikiem zmian żyzności i aktywności biologicznej gleby. Aktywność biologiczna oddziałuje w istotny sposób na plonowanie roślin.

Celem podjętych badań było zbadanie zmian w wybranych parametrach aktywności biologicznej gleby pod wpływem różnych systemów uprawy roli, a także czynników regenerujących i zróżnicowanej dawki Efektywnych Mikroorganizmów.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Swojcu (51°07' N, 17°08', 51°01' E) Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w latach 2007–2009 na madzie rzecznej kompleksu żyniego bardzo dobrego. Założono dwa doświadczenia dwuczynnikowe metodą pasów prostopadłych (split-block) w 4 powtórzeniach. Schemat doświadczeń przedstawiono w tab. 1 i 2. W doświadczeniu połowym czynnikami były: system uprawy roli i czynniki regene-

Tabela 1. Schemat doświadczenia połowego
Table 1. Outline of field experiment

| Czynnik <i>Factor</i> | Nazwa obiektu – <i>Name of treatment</i> | |
|---|--|-----------------------------|
| | pełna – <i>complete</i> | skrócona <i>abridged</i> |
| Systemy uprawy roli <i>Tillage system</i> (A) | podorywka 12 cm – brona ciężka 2x – kultywator podorywkowy – orka przedzimowa 25 cm – brona ciężka po orce 1x – uprawa broną wirnikową 1x – tradycyjny siew pszenicy <i>skimming 12 cm – heavy harrow 2x – skimming cultivator – fall ploughing 25 cm – heavy harrow after plough 1x – power harrow 1x – conventional sowing of wheat</i> | A ₁ |
| | kultywator podorywkowy – brona wirnikowa 1x – tradycyjny siew pszenicy <i>skimming cultivator – power harrow 1x – conventional sowing of wheat</i> | A ₂ |
| | oprysk „Roundup 360 SL” – siew bezpośredni pszenicy <i>spraying with „Roundup 360 SL” – direct sowing of wheat</i> | A ₃ |

Tabela 1. cd.
Table 1. cont.

| | | |
|---|--|----------------|
| Czynniki regenerujące stanowisko <i>Site regenerative practices</i> (B) | 4 l EM*·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ | B ₁ |
| | 4 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 30 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 20 kg K ₂ O·ha ⁻¹ | B ₂ |
| | 4 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ | B ₃ |
| | 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ obiekt kontrolny – <i>control treatment</i> | B ₄ |

* – Zastosowano dawkę po określeniu zawartości próchnicy. W założeniu dawka preparatu EM co roku będzie się zmniejszać: 1 rok – 4l·ha⁻¹, 2 rok – 3l·ha⁻¹, 3 rok – 2l·ha⁻¹.

* – *Rate was established after determination of humus content. Rate of EM preparation will be lower each year: 1st year – 4l·ha⁻¹, 2nd year – 3l·ha⁻¹, 3rd year – 2l·ha⁻¹*

Tabela 2. Schemat doświadczenia mikropoletkowego
Table 2. Outline of microplot experiment

| Dawka EM <i>Rate EM</i> | Nazwa obiektu – <i>Name of treatment</i> | |
|----------------------------|---|-------------------------------|
| | pełna – <i>complete</i> | skrócona <i>abridged</i> |
| A1 | 4 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ dodatkowo zaprawiane ziarno EM – <i>additionally seed dressing with EM</i> | A ₁ B ₀ |
| | 4 l EM*·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ | A ₁ B ₁ |
| | 4 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 30 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 20 kg K ₂ O·ha ⁻¹ | A ₁ B ₂ |
| | 4 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , | A ₁ B ₃ |
| | 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ obiekt kontrolny – <i>control treatment</i> | A ₁ B ₄ |
| A2 | 8 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ dodatkowo zaprawiane ziarno EM – <i>additionally seed dressing with EM</i> | A ₂ B ₀ |
| | 8 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ | A ₂ B ₁ |
| | 8 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ , 30 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 20 kg K ₂ O·ha ⁻¹ | A ₂ B ₂ |
| | 8 l EM·ha ⁻¹ , 120 kg N·ha ⁻¹ | A ₂ B ₃ |
| | 120 kg N·ha ⁻¹ , 60 kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹ , 40 kg K ₂ O·ha ⁻¹ obiekt kontrolny – <i>control treatment</i> | A ₂ B ₄ |

* – Zastosowano dawkę po określeniu zawartości próchnicy. W założeniu dawka EM co roku będzie się zmniejszać: A1 – 1 rok – 4l·ha⁻¹, 2 rok – 3l·ha⁻¹, 3 rok – 2l·ha⁻¹. A2 – 1 rok – 8l·ha⁻¹, 2 rok – 6l·ha⁻¹, 3 rok – 4l·ha⁻¹

* – *Rate was established after determination of humus content. Rate of EM preparation will be lower each year: A1 – 1st year – 4l·ha⁻¹, 2nd year – 3l·ha⁻¹, 3rd year – 2l·ha⁻¹. A2 – 1st year – 8l·ha⁻¹, 2nd year – 6l·ha⁻¹, 3rd year – 4l·ha⁻¹*

rujące stanowisko z zastosowaniem Efektywnych Mikroorganizmów i zróżnicowanym nawożeniem fosforowo-potasowym. W doświadczeniu mikropoletkowym, prowadzonym tylko w warunkach uprawy tradycyjnej postanowiono sprawdzić czy zastosowanie dawki podwójnej EM wpłynie znacząco na respirację gleby. W doświadczeniu tym dodatkowo oprócz standardowego zaprawiania ziarna zastosowano zaprawianie ziarna Efektywnymi Mikroorganizmami (oprysk przez pół godziny roztworem aktywnej formy preparatu EM-1). W doświadczeniu uprawiano pszenicę jara Monsun.

W pracy wykorzystano do analizy statystycznej autorski program FR-ANALWAR. Analizę wariancji wykonano dla układu split-block. W tabelach podano najmniejsze istotne różnice (NIR) według testu porównań wielokrotnych Tukey'a przy poziomie $\alpha=0,05$.

Z właściwości biologicznych zbadano:

- respirację gleby – w doświadczeniu polowym i mikropoletkowym,
- aktywności dehydrogenaz – tylko w doświadczeniu polowym.

Wielkość badanych cech oceniano w fazie kwitnienia pszenicy jarej w aparacie PP Systems EGM-4 przez pomiar respiracji gleby (zmiany stężenia dwutlenku węgla) w dwóch powtórzeniach na poletku. Oznaczenie aktywności dehydrogenaz mikroorganizmów glebowych dokonano spektrofotometrycznie z wykorzystaniem TTC według zmodyfikowanej metody opisanej przez Zabłocką-Godlewską i Galimską-Stypę [1999] w próbkach obiektowych gleby pobieranej bezpośrednio ze strefy przykorzeniowej na głębokości 5–10 cm.

WYNIKI I DYSKUSJA

Aktywność enzymatyczna dehydrogenaz glebowych oznaczona na doświadczeniu polowym w fazie kwitnienia pszenicy jarej istotnie zależała od systemów regenerujących stanowisko. Stwierdzono tendencję spadkową aktywności wraz ze zmniejszaniem nawożenia fosforowo-potasowego lub też zupełnej rezygnacji z preparatu EM. Największą aktywnością dehydrogenaz (tab. 3) charakteryzowały się gleby spod poletek doświadczalnych z pełnym nawożeniem NPK i opryskiem EM (B1), a najmniejszą uzyskano na obiektach bez regeneracji (B4). Rodzaj za-

Tabela 3. Aktywność dehydrogenaz mikroorganizmów w glebie ($\mu\text{g TF}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) pszenicy jarej (doświadczenie polowe, średnie dla lat 2007–2009)

Table 3. The activity of microorganisms dehydrogenases in soil ($\mu\text{g TF}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) of spring wheat field experiment, means for 2007–2009)

| Systemy uprawy roli <i>Tillage system</i> (A) | Czynniki regenerujące stanowisko – <i>Site regenerative practices</i> (B) | | | | |
|--|---|------|------|------|-----------------------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | średnio – <i>mean</i> |
| A1 | 10,8 | 11,0 | 9,7 | 9,7 | 10,3 |
| A2 | 10,3 | 10,3 | 10,6 | 10,2 | 10,4 |
| A3 | 12,2 | 11,4 | 11,7 | 10,9 | 11,5 |
| Średnio – <i>Mean</i> | 11,1 | 10,9 | 10,6 | 10,3 | – |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – r.n.; B – 0,5; A/B – r.n.; B/A – r.n | | | | | |

r.n. – różnice nieistotne – *not significant differences*

stosowanej uprawy roli nie miał istotnego wpływu na aktywność enzymatyczną dehydrogenaz glebowych.

Aktywność biologiczna gleby wyraźnie zależała od sposobu uprawy roli (tab. 4). Wyniki oznaczeń zdolności respiracji gleby dla wszystkich badanych sposobów uprawy wykazały, że największa respiracja gleby była po uprawie uproszczonej (średnio $0,51 \mu\text{l CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$). Najmniejszą wartością charakteryzowały się obiekty po uprawie tradycyjnej (A1), a średnie wartości oznaczone w glebie po siewie bezpośrednim (A3) wyniosły $0,44 \mu\text{l CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$.

Tabela 4. Respiracja gleby ($\mu\text{l CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) w terminie kwitnienia pszenicy jarej (doświadczenie polowe, średnie dla lat 2007–2009)

Table 4. Soil respiration ($\mu\text{l CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) during flowering of spring wheat (field experiment, means for 2007–2009)

| Systemy uprawy roli <i>Tillage system</i> (A) | Czynniki regenerujące stanowisko – <i>Site regenerative practices</i> (B) | | | | |
|--|---|------|------|------|-----------------------|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | średnio – <i>mean</i> |
| A1 | 0,38 | 0,43 | 0,47 | 0,37 | 0,41 |
| A2 | 0,50 | 0,47 | 0,62 | 0,45 | 0,51 |
| A3 | 0,41 | 0,44 | 0,45 | 0,47 | 0,44 |
| Średnio – <i>Mean</i> | 0,43 | 0,45 | 0,51 | 0,43 | – |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – 0,07; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n. | | | | | |

r.n. – różnice nieistotne – *not significant differences*

Uzyskane wyniki respiracji gleby na mikropoletkach nie były zróżnicowane istotnie i utrzymywały się na bardzo podobnym poziomie pod wpływem obu badanych czynników (tab. 5).

Tabela 5. Respiracja gleby ($\text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) w terminie kwitnienia pszenicy jarej (doświadczenie mikropoletkowe, średnie dla lat 2007–2009)

Table 5. Soil respiration ($\mu\text{l CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) during flowering of spring wheat (microplot experiment, means for 2007–2009)

| Dawki EM <i>Rate EM</i> (A) | Czynniki regenerujące – <i>Regenerative practices</i> (B) | | | | | |
|--|---|------|------|------|------|-----------------------|
| | B0 | B1 | B2 | B3 | B4 | średnio – <i>mean</i> |
| A1 | 0,51 | 0,56 | 0,52 | 0,57 | 0,58 | 0,55 |
| A2 | 0,53 | 0,55 | 0,57 | 0,56 | 0,50 | 0,54 |
| Średnio – <i>Mean</i> | 0,52 | 0,56 | 0,54 | 0,56 | 0,54 | – |
| NIR _{0,05} – LSD _{0,05} : A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n. | | | | | | |

r.n. – różnice nieistotne – *not significant differences*

Mniejszą respirację gleby stwierdzono po podwojonej (A2) dawce preparatu Efektywnych Mikroorganizmów w porównaniu do dawki pojedynczej. Najmniejszą aktywność biologiczną gleby po badaniu respiracji gleby stwierdzono na poletkach z zastosowaniem dodatkowego zaprawiania ziarna (B0), największą po zastosowaniu preparatu EM i po pełnym nawożeniu mineralnym (B1) oraz po zrezygnowaniu z nawożenia PK (B3).

Aktywność biologiczna gleby zależy od sposobu uprawy, im bardziej uproszczona uprawa roli, tym aktywność biologiczna gleby jest większa [Idkowiak i Kordas 2004, Kordas 2007]. Uzyskane wyniki przez Runowską-Hryńczuk i in. [1999] są odmienne i dowodzą, że uproszczenia w uprawie roli powodują wyraźny spadek wskaźnika respiracji gleby, szczególnie przy uprawie bezpłużnej i siewie bezpośrednim. W badaniach własnych natomiast stwierdzono najwyższą aktywność biologiczną po uprawie uproszczonej, a najniższą po uprawie tradycyjnej i potwierdzają to badania Kordasa [2007]. Valarini i in. [2002, 2003] przeprowadzając badania z Efektywnymi Mikroorganizmami stwierdzili, że włączenie preparatu EM skutecznie podnosi biologiczną aktywność gleby, przyczyniając się do szybkiej humifikacji materii organicznej. Wyniki uzyskane w doświadczeniu mikropoletkowym nie spowodowały zmian w aktywności pod wpływem obu badanych czynników. Wartości te były zbliżone do siebie, a dawka preparatu EM nie wpłynęła znacząco na zmianę aktywności biologicznej gleby.

Gajda i Igras [2003] stwierdzili na ogół istotnie wyższą aktywność enzymatyczną gleby i intensywność oddychania zarówno w glebie ubogiej i zasobnej w PK pod pszenicą jara po dawce $7,51 \cdot \text{ha}^{-1}$ EM-1. Również, wyniki uzyskane przez Kaczmarka i in. [2008] potwierdzają wyższą aktywność enzymatyczną dehydrogenaz po wprowadzeniu do gleby preparatu EM. Natomiast w doświadczeniu Kucharskiego i Jastrzębskiej [2005] zastosowanie szczepionek z Efektywnymi Mikroorganizmami powodowało hamowanie aktywności dehydrogenaz. Według Pawluczuka [1990] poziom aktywności enzymatycznej zależy od gatunku gleby, rodzaju rośliny uprawnej, odzwierciedla także warunki tlenowe i wilgotnościowe w glebie. W badaniach własnych stwierdzono, że największą aktywnością dehydrogenaz w glebie charakteryzował się obiekt z Efektywnymi Mikroorganizmami i pełnym nawożeniem mineralnym, a zmniejszenie nawożenia lub rezygnacja z preparatu EM spowodowała spadek jej aktywności, natomiast systemy uprawy roli nie modyfikowały istotnie aktywności dehydrogenaz.

WNIOSKI

1. Najwyższą zawartość dehydrogenaz w glebie odnotowano po zastosowaniu czynników regenerujących i pełnego nawożenia mineralnego oraz preparatu EM.
2. Stosowanie uproszczonej uprawy roli wpływa istotnie na wzrost respiracji gleby.
3. Przeprowadzone badania nie wykazały jednoznacznie pozytywnego wpływu zastosowania preparatu EM na wielkość respiracji gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Gajda A., Igras J. 2003. Określenie produkcyjnych i ekologicznych skutków stosowania preparatu EM-A w uprawie zbóż i rzepaku. Wyd. IUNG Puławy: 1–17.
- Gajda A., Stachyra A., Martyniuk S. 2004. Aktywność mikrobiologiczna i biochemiczna różnych gleb w doświadczeniu mikropoletkowym. *Acta Agr. Silv.*, Ser. Agr. 42: 127–134.
- Grayston S.J., Wang S., Cambell C.D., Edwards A.C. 1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. *Soil Biol. Biochem.* 30: 369–378.

- Higa T. 1995. Effective Microorganisms for a more sustainable agriculture, environment and society: potential and prospects. Proceed. "Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment". Saint-Jacques, Paris-France, 19–21 June 1995: 12–13.
- Higa T., Parr F.J. 2003. Zastosowanie pożytecznych mikroorganizmów w rolnictwie. Efektywne Mikroorganizmy (EM) w rolnictwie zrównoważonym i ochronie środowiska. EM – Badania i zastosowanie. Wybrane referaty. SGGW, Rogów: 110–117.
- Idkowiak M., Kordas L. 2004. Zmiany właściwości chemicznych i biologicznych gleby w wyniku stosowania uproszczeń w uprawie roli i zróżnicowanego nawożenia azotem. *Fragm. Agron.* 24(3): 40–47.
- Kaczmarek Z., Jakubus M., Grzelak M., Mrugalska L. 2008. Wpływ dodatków różnych dawek Efektywnych Mikroorganizmów do poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych na ich właściwości fizyczne i wodne. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 53(3): 122–127.
- Kordas L. 2007. Wpływ sposobu uprawy roli i nawożenia azotowego na respirację gleby. *Zesz. Nauk. UP Wrocław* 552, *Inż. Rol.* 6: 65–71.
- Kozdrój J. 2004. Współczesna ocena różnorodności mikroorganizmów w glebie. *Acta Agr. Silv., Ser. Agr.* 42: 5–28.
- Kucharski J., Jastrzębska E. 2005. Rola mikroorganizmów efektywnych (EM) i glebowych w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 507: 315–322.
- Mikanová O., Javůrek M., Šimon T., Friedlová M., Vach M. 2009. The effect of tillage systems on some microbial characteristics. *Soil Till. Res.* 105: 72–76.
- Niemi R., Vepsäläinen M., Wallenius M., Simpanen K., Alakukku S., Pietola L. 2005. Temporal and soil depth-related variation in soil enzyme activities and in root growth of red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*) in the field. *Soil Biol. Ecol.* 30: 113–125.
- Pawluczuk Z. 1990. Zmiany aktywności enzymatycznej gleby pod wpływem roślin uprawianych w monokulturze. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 386: 47–53.
- Runowska-Hryńczuk B., Hryńczuk B., Weber R. 1999. Aktywność biologiczna gleb w różnych systemach roli. *Folia Univ. Agric. Stetin.* 195, *Agricultura* 74: 59–63.
- Valarini P.J., Díaz Alvarez M.C., Gascó M.J., Guerrero F., Tokeshi H. 2002. Integrated evaluation of soil quality after the incorporation of organic matter and microorganisms. *Braz. J. Microbiol.* 33: 35–40.
- Valarini P. J., Díaz Alvarez M.C., Gascó J. M., Guerrero F., Tokeshi H. 2003. Assessment of soil properties by organic matter and EM-microorganism incorporation. *R. Bras. Ci. Solo.* 27: 519–525.
- Walsh U.F., Morrissey J.P., O’Gara F. 2001. *Pseudomonas* for biocontrol of phytopathogens: from functional genomics to commercial exploitation. *Curr. Opin. Biotech.* 12: 289–295.
- Wididana G.N., Higa T. 1995. Effect of EM on the production of vegetable crops in Indonesia. Proceed. "Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment". Saint-Jacques, Paris-France, 19–21 June 1995: 79–84.
- Zabłocka-Godlewska E., Galimska-Stypa R. 1999. Gleba jako środowisko życia mikroorganizmów. *Wyd. Politech. Śląskiej, Gliwice*: 202–204.
- Zhao Q. 1995. Effect of EM on peanut production and soil fertility in the Red Soil Region of China. Proceed. "Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment". Saint-Jacques, Paris-France 19–21 June 1995: 99–102.

L. KORDAS, U. ZBROSZCZYK

**THE EFFECT OF TILLAGE AND EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM) APPLICATION
ON BIOLOGICAL SOIL PROPERTIES OF SPRING WHEAT GROWING IN SHORT-TERM
MONOCULTURE****Summary**

The studies were conducted in Experimental Station "Swojec" at University of Environmental and Life Sciences in Wrocław in 2007-2009 on alluvial soil, very good rye complex. Two factors experiments were carried out as a split-block method in 4 replications. Tillage and site regenerative practices were the factors in field experiment while rate of EM and method of seed dressing in microplot experiment. The basic objective of studies was the assessment of potential effect of tillage systems and EM on selected parameters of biological soil activity. The three-year studies did not show explicit positive effect of EM on respiration level while reduced tillage increases it. The activity of dehydrogenases in soil increases after use of regenerative practices and complete mineral fertilization and EM.