

ZOFIA ZYDLIK¹, PIOTR ZYDLIK²

¹Katedra Dendrologii, Sadownictwa i Szkółkarstwa
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

²Katedra Entomologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

WPLYW DOGLEBOWYCH PREPARATÓW MIKROBIOLOGICZNYCH NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI GLEBY ORAZ JEJ AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNĄ W WARUNKACH REPLANTACJI

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL SOIL-TREATMENT PREPARATIONS
ON SELECTED PROPERTIES OF SOIL AND ITS ENZYMATIC ACTIVITY
IN THE CONDITIONS OF REPLANTATION

Streszczenie. Badano wpływ trzech preparatów mikrobiologicznych na zmianę parametrów fizyczno-chemicznych i biologicznych (aktywność enzymów glebowych – dehydrogenaz i proteaz) oraz na zawartość makroskładników (N, P, K, Mg) w glebie w warunkach występowania choroby replantacyjnej. W doświadczeniu wykorzystano dwa rodzaje gleby: użytkowaną sadowniczo przez 30 lat (gleba replantowana) oraz przygotowaną pod nasadzenia sadownicze o optymalnych właściwościach (nowina). Oba rodzaje gleb traktowano doglebowymi preparatami mikrobiologicznymi: EM-5, BactoFill 10B i Humobak PG. W wyniku dwuletnich obserwacji ustalono, iż doglebowe preparaty stosowane na glebie replantowanej zwiększały zawartość materii organicznej, istotnie zmniejszały wartość pH gleby oraz zawartość w niej fosforu i potasu. Pod wpływem stosowanych preparatów aktywność dehydrogenaz i proteaz w glebie wyraźnie wzrosła. Poza nielicznymi wyjątkami nie stwierdzono występowania dodatnich zależności pomiędzy aktywnością enzymów glebowych a zawartością materii organicznej, poziomem kwasowości gleby oraz zawartością większości makroskładników.

Słowa kluczowe: choroba replantacyjna, preparaty doglebowe, właściwości fizyczno-chemiczne gleby, makroskładniki, aktywność enzymatyczna

Wstęp

Cechą niektórych nasadzeń sadowniczych jest długotrwała uprawa tego samego gatunku w jednym miejscu. Może to skutkować zmęczeniem gleby, wywołującym chorobę replantacyjną (Szajdak, 2003). Jak udowadniają Zydlík (2004, 2010) oraz Rumberger i in. (2007), rośliny rosnące w warunkach replantacji mają gorsze parametry wzrostu w porównaniu z roślinami rosnącymi w warunkach optymalnych, gorzej plonują (Pacholák i Rutkowski, 2000), a niekiedy zamierają.

Złagodzenie negatywnych skutków choroby replantacyjnej jest możliwe m.in. poprzez intensywne nawożenie mineralne gleby lub doglebowe wykorzystanie przyjaznych środowiskowo preparatów zawierających mikroorganizmy. Ich przykładem są tzw. polepszacze gleb, wykorzystywane najczęściej w rolnictwie ekologicznym: Efektywne Mikroorganizmy (EM), BactoFill 10B i Humobak PG. W skład preparatu EM wchodzi bakterie mlekowe (*Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), bakterie fosforyzujące (*Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter spae*), drożdże (*Saccharomyces albus*, *Candida utilis*), promieniowce (*Streptomyces albus*) oraz pleśnie (*Aspergillus oryzae*, *Mucorhiemalis*) (Daly i Stewart, 1999). Preparat BactoFill 10B zawiera szczepy bakterii glebowych wiążących azot z powietrza: *Azospirillum* i *Azotobacter*, bakterie aktywujące fosfor w glebie: *Bacillus* i *Pseudomonas*, a także makroskładniki: N, P, K, Mg, Ca oraz w niewielkiej ilości składniki: As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb (Truba i in., 2012).

Wyniki dotychczasowych badań nad efektywnością stosowania doglebowych preparatów mikrobiologicznych nie są jednoznaczne. Zarówno ich producenci, jak i część autorów badań wskazują na pozytywny wpływ takich preparatów na zmniejszenie zawartości chorobotwórczej mikroflory glebowej (Górski i Góra, 2009; Mrugalska, 2008; Wolna-Maruwka i in., 2010), poprawę parametrów wzrostu roślin (Kłama i in., 2010; Sahain i in., 2007) lub w warunkach ekologicznych upraw – zwiększanie odporności roślin na występowanie chorób grzybowych (Wachowska i in., 2015). Nie brakuje jednak opinii o braku pozytywnego wpływu doglebowych preparatów mikrobiologicznych (w tym EM i Humobak PG) na właściwości fizyczno-chemiczne gleby i wielkość osiągniętych plonów (Martyniuk i Książak, 2011; Okorski i Majchrzak, 2007; Sulewska i Ptaszyńska, 2005).

Celem pracy była ocena wpływu preparatów mikrobiologicznych na wybrane właściwości fizyczno-chemiczne oraz biologiczne gleby w warunkach występowania choroby replantacyjnej.

Material i metody

Doświadczenie zrealizowano na terenie stacji doświadczalnej Katedry Sadownictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu w latach 2010–2011. Wykorzystano 8-litrowe pojemniki wypełnione dwoma rodzajami gleby: glebą przygotowaną pod nasadzenia sadownicze o optymalnych właściwościach fizyczno-chemicznych – tzw. nowiną oraz glebą pochodzącą z rzędów drzew jabłoni uprawianych w kwaterze sadu przez blisko 30 lat – glebą replantowaną.

Doświadczenie obejmowało pięć kombinacji reprezentowanych przez sześć powtórzeń. Jedno powtórzenie stanowił jeden pojemnik. Wykaz stosowanych kombinacji przedstawia się następująco: kombinacja 1. (kontrolna) – gleba przygotowana pod uprawy sadownicze, kombinacja 2. – gleba replantowana, kombinacja 3. – gleba jak w kombinacji 2. z doglebowym stosowaniem preparatu EM-5, kombinacja 4. – gleba jak w kombinacji 2. z doglebowym stosowaniem preparatu BactoFill 10B, kombinacja 5. – gleba jak w kombinacji 2. z doglebowym stosowaniem preparatu Humobak PG. W trakcie trwania doświadczenia nie stosowano dodatkowego nawożenia mineralnego ani organicznego.

W doświadczeniu wykorzystano trzy preparaty mikrobiologiczne: EM-5, BactoFill 10B oraz Humobak PG. Przygotowanie preparatu EM-5 przebiegało według zaleceń producenta. Do 800 ml wody dodano 100 ml koncentratu EM-1 oraz 100 ml melasy (pożywki dla mikroorganizmów). Po 7 dniach dodano 100 ml octu oraz 100 ml alkoholu (40-procentowego). Preparat uzyskiwał gotowość do wykorzystania po upływie 10–14 dni. Pozostałe dwa preparaty mikrobiologiczne nie wymagały przygotowania.

Preparaty mikrobiologiczne stosowano doglebowo trzykrotnie w okresie wegetacji: w maju, czerwcu oraz lipcu. Preparat EM-5 zastosowano w dawce $10 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$ na 50 ml wody (odpowiednik $100 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ na 500 l wody), a Humobak PG – w sumarycznej dawce $15 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ (odpowiednik $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). Preparat BactoFill 10B wnoszono w dawce $0,1 \text{ ml} \cdot \text{m}^{-2}$. Po wprowadzeniu preparaty wymieszano z glebą w celu uniknięcia niekorzystnego oddziaływania promieni słonecznych na zawarte w nich mikroorganizmy.

Próby glebowe pobrano we wrześniu w każdym roku trwania doświadczenia. Z każdego powtórzenia w obrębie kombinacji pobrano jedną próbę i po ich wymieszanu uzyskano jedną reprezentatywną dla kombinacji próbę glebową o wadze około 0,5 kg. Wykonano analizy na: zawartość materii organicznej, pH gleby, przewodność elektrolityczną, zawartość makroelementów: N, P, K oraz Mg.

Zawartość materii organicznej ogółem określano metodą Tiurina, a pH gleby (KCl) – potencjometrycznie (Drozd i in., 1997). Zawartość w glebie fosforu i potasu określano metodą Egnera-Riehma, magnezu – metodą Schatchabela (Breś i in., 1991), a azotu mineralnego ($\text{NH}_4\text{-NO}_3$) – metodą kolometryczną z użyciem aparatu FIA Star 5000. Przewodność elektrolityczną (EC) oznaczano konduktometrycznie (konduktometrem Metler Toledo S20-K) w zawiesinie wodnej po oznaczeniu odczynu gleb metodą H_2O .

Do określania aktywności biochemicznej gleby próby pobierano trzykrotnie w okresie wegetacji: w maju (okres wiosenny), lipcu (okres letni) oraz wrześniu (okres jesienny). W świeżej glebie oznaczano aktywność dwóch enzymów glebowych: dehydrogenaz oraz proteaz. Aktywność dehydrogenaz (ADh) oznaczano metodą kolorymetryczną według Thalmanna (1968), a proteaz (AP) – metodą spektrofotometryczną według Ladda i Butlera (1972). Aktywność dehydrogenaz wyrażano w miligramach TPF na 1 g s.m. gleby w czasie 24 h, a proteaz – w miligramach tyrozyny na 1 g s.m. gleby w ciągu 1 h.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując trójczynnikową analizę wariancji, z użyciem testu Duncana dla poziomu istotności $\alpha = 0,05$. Obliczono współczynniki korelacji liniowej pomiędzy aktywnością enzymów glebowych a niektórymi właściwościami fizyczno-chemicznymi gleby oraz zawartością w niej makroelementów ($n = 30$, istotność na poziomie $\alpha = 0,05$). Obliczenia wykonano programem statystycznym Statistica 11.1.

Wyniki i dyskusja

Właściwości fizyczno-chemiczne gleby mają istotny wpływ na jej produktywność. Wykorzystana w doświadczeniu gleba replantowana charakteryzowała się gorszymi parametrami fizyczno-chemicznymi niż gleba nieużytkowana dotychczas sadowniczo (kontrola): zawierała mniej materii organicznej oraz miała słabszą przewodność elektrolityczną (tab. 1). Odczyn gleby, istotny z punktu widzenia przyswajania składników pokarmowych przez rośliny, w obu rodzajach gleby nie różnił się istotnie.

Tabela 1. Wybrane właściwości fizyczno-chemiczne gleby w latach 2010–2011
Table 1. Selected physico-chemical properties of the soil in 2010–2011

Kombinacja Combination	Zawartość materii organicznej Organic matter content (%)	Odczyn gleby Soil acidity	Przewodność elektrolityczna Electrolytic conductivity ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)
Nowina Virgin soil	1,89 c	6,57 bc	145,19 c
Gleba replantowana Replanted soil	1,14 a	6,66 c	91,72 b
EM-5	1,34 b	6,31 a	84,81 a
BactoFill 10B	1,32 b	6,29 a	87,33 ab
Humobak PG	1,40 b	6,41 ab	85,97 a

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$ według testu Duncana. Analizy statystyczne wykonano dla każdego parametru oddzielnie.

Means marked with the same letters do not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0.05$ according to the Duncan's test. Statistical analyses were made separately for each parameter.

Doglebowe zastosowanie preparatów mikrobiologicznych w glebie replantowanej zmieniło jej właściwości fizyczno-chemiczne. Odnotowano większą zawartość materii organicznej oraz spadek kwasowości gleby (tab. 1). Jest to wynik odmienny od uzyskanego przez Tołczkę i in. (2009) oraz Jakubus i in. (2010), którzy nie stwierdzili wpływu preparatu EM na zawartość materii organicznej w glebie ani na zmianę odczynu gleby. Z kolei Górski i Kleiber (2010) są zdania, iż użycie Efektywnych Mikroorganizmów powoduje wzrost kwasowości gleby i jej zasolenie. W naszym doświadczeniu po zastosowaniu preparatu EM-5 nastąpiło istotne osłabienie przewodności elektrolitycznej w glebie replantowanej (tab. 1).

Zawartość każdego badanego makroskładnika w glebie replantowanej była istotnie mniejsza aniżeli w glebie na nowinie (tab. 2). Po potraktowaniu gleby replantowanej preparatami mikrobiologicznymi stwierdzono mniejsze zawartości w niej fosforu i potasu oraz większe – jonów azotanowych i magnezu (tab. 2). Nie odnotowano zmian zawartości w glebie jonów amonowych.

Jak wynika z rezultatów wcześniejszych badań (Zydlík, 2010), aktywność biochemiczna gleby replantowanej określana aktywnością enzymów glebowych jest gorsza

Zydlík, Z., Zydlík, P. (2016). Wpływ doglebowych preparatów mikrobiologicznych na wybrane właściwości gleby oraz jej aktywność enzymatyczną w warunkach replantacji. *Nauka Przym. Technol.*, 10, 3, #32. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.3.32

Tabela 2. Zawartość niektórych makroskładników w glebie w latach 2010–2011 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)
Table 2. Content of some macroelements in the soil in 2010–2011 ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.)

Kombinacja Combination	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg
Nowina Virgin soil	2,54 b	4,03 d	60,13 c	62,54 c	97,36 d
Gleba replantowana Replanted soil	2,07 a	1,56 a	56,68 b	49,48 b	61,73 a
EM-5	1,97 a	2,43 c	51,30 a	45,16 a	74,74 b
BactoFill 10B	2,02 a	1,78 b	50,31 a	44,86 a	63,81 a
Humobak PG	2,62 b	1,59 ab	51,79 a	47,83 b	72,82 b

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$ według testu Duncana. Analizy statystyczne wykonano dla każdego parametru oddzielnie.

Means marked with the same letters do not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0.05$ according to the Duncan's test. Statistical analyses were made separately for each parameter.

aniżeli gleby nieużytkowanej wcześniej sadowniczo. W doświadczeniu aktywność dehydrogenaz ($2,16 \text{ mg TPF na } 1 \text{ g s.m. w czasie } 24 \text{ h}$) oraz proteaz ($5,21 \text{ mg tyrozyny na } 1 \text{ g s.m. w czasie } 1 \text{ h}$) w glebie użytkowanej sadowniczo przez 30 lat była istotnie mniejsza aniżeli w glebie na nowinie ($5,11 \text{ mg TPF na } 1 \text{ g s.m. w czasie } 24 \text{ h}$ oraz $5,79 \text{ mg tyrozyny na } 1 \text{ g s.m. w czasie } 1 \text{ h}$, odpowiednio) (tab. 3, 4). Preparaty mikrobiolo-

Tabela 3. Aktywność dehydrogenaz w glebie w latach 2010–2011 ($\text{mg TPF na } 1 \text{ g s.m. gleby w czasie } 24 \text{ h}$)

Table 3. Activity of dehydrogenases in the soil in 2010–2011 ($\text{mg TPF per } 1 \text{ g d.m. of soil per } 24 \text{ h}$)

Kombinacja Combination	Maj May	Lipiec July	Wrzesień September	Średnia dla kombinacji Average for combination
Nowina Virgin soil	5,93 ef	3,27 cd	6,10 f	5,11 e
Gleba replantowana Replanted soil	1,49 a	2,41 b	2,57 b	2,16 a
EM-5	2,76 bc	3,14 c	3,16 cd	3,02 b
BactoFill 10B	5,94 ef	1,83 a	2,79 bc	3,52 c
Humobak PG	5,47 e	3,26 cd	3,69 d	4,14 d
Średnia dla terminu Average for term	4,32 c	2,78 a	3,67 b	–

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$ według testu Duncana.

Means marked with the same letter do not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0.05$ according to the Duncan's test.

Tabela 4. Aktywność proteaz w glebie w latach 2010–2011 (mg tyrozyny na 1 g s.m. gleby w czasie 1 h)

Table 4. Activity of proteases in the soil in 2010–2011 (mg of tyrosine per 1 g d.m. of soil per 1 h)

Kombinacja Combination	Maj May	Lipiec July	Wrzesień September	Średnia dla kombinacji Average for combination
Nowina Virgin soil	6,53 fg	6,07 ef	4,84 b	5,79 b
Gleba replantowana Replanted soil	3,22 a	6,74 g	5,67 de	5,21 a
EM-5	5,13 bc	6,71 g	6,05 ef	5,97 b
BactoFill 10B	3,36 a	6,14 ef	6,09 ef	5,20 a
Humobak PG	5,46 cd	8,03 h	6,78 g	6,75 c
Średnia dla terminu Average for term	4,71 a	6,74 c	5,89 b	–

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie prawdopodobieństwa $\alpha = 0,05$ według testu Duncana.

Means marked with the same letter do not differ significantly at the probability level of $\alpha = 0.05$ according to the Duncan's test.

giczne (w szczególności Humobak PG) zastosowane w glebie replantowanej istotnie zwiększały aktywność dehydrogenaz (tab. 3). Potwierdza się tym samym wniosek Kaczmarek i in. (2008) oraz Wolnej-Marutki i Gajewskiego (2011) o pozytywnym wpływie preparatu EM na wzrost aktywności dehydrogenaz. Aktywność proteaz zwiększano poprzez stosowanie preparatów EM-5 oraz Humobak PG. Po zastosowaniu tego ostatniego poziom aktywności proteazy w glebie replantowanej był porównywalny z poziomem tej aktywności w kombinacji kontrolnej lub nawet wyższy (tab. 4).

Duży wpływ na aktywność enzymów glebowych ma przebieg warunków pogodowych. W doświadczeniu stwierdzono znaczne zróżnicowanie aktywności obu badanych enzymów w różnych okresach wegetacji. Poziom aktywności w glebie dehydrogenaz był najwyższy w okresie wiosennym (4,32 mg TPF na 1 g s.m. w czasie 24 h), a najniższy – latem (2,78 mg TPF na 1 g s.m. w czasie 24 h) (tab. 3). Największą aktywność proteaz stwierdzono w próbkach gleb pobieranych w okresie letnim (6,74 mg tyrozyny na 1 g s.m. w czasie 1 h), a najmniejszą – wiosną (4,71 mg tyrozyny na 1 g s.m. w czasie 1 h) (tab. 4).

Innym czynnikiem mogącym modyfikować aktywność enzymów glebowych są właściwości fizyczno-chemiczne gleby. Wykonana analiza statystyczna polegająca na obliczeniu współczynników korelacji wskazuje, iż poza nielicznymi wyjątkami aktywność enzymów glebowych najczęściej nie była skorelowana z zawartością materii organicznej w glebie ani z poziomem jej kwasowości. Taką zależność stwierdzono jedynie w okresie letnim pomiędzy aktywnością dehydrogenaz a kwasowością gleby oraz wiosną – pomiędzy aktywnością proteaz a zawartością w glebie materii organicznej (tab. 5). Przewodność elektrolityczna gleby była dodatkowo skorelowana z poziomem aktywności

Zydlík, Z., Zydlík, P. (2016). Wpływ doglebowych preparatów mikrobiologicznych na wybrane właściwości gleby oraz jej aktywność enzymatyczną w warunkach replantacji. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 3, #32. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.3.32

Tabela 5. Współczynniki korelacji pomiędzy właściwościami fizyczno-chemicznymi gleby a aktywnością enzymów

Table 5. Correlation coefficients between physico-chemical properties of the soil and its enzymatic activity

Enzymy Enzymes	Termin Term	Materia organiczna Organic matter	Odczyn gleby Soil acidity	Przewodność elektrolityczna Electrolytic conductivity
Dehydrogenazy Dehydrogenases	Maj May	0,218	-0,114	0,345
	Lipiec July	0,270	0,489	0,471
	Wrzesień September	0,299	0,079	0,630
Proteazy Proteases	Maj May	0,478	0,101	0,528
	Lipiec July	-0,188	-0,198	-0,372
	Wrzesień September	0,063	-0,620	-0,344

Istotność na poziomie $\alpha = 0,349$.

Significant at the level of $\alpha = 0.349$.

Tabela 6. Współczynniki korelacji pomiędzy zawartością makroskładników w glebie a aktywnością enzymów

Table 6. Correlation coefficients between content of macroelements in the soil and its enzymatic activity

Enzymy Enzymes	Termin Term	N-NH ₄	N-NO ₃	P	K	Mg
Dehydrogenazy Dehydrogenases	Maj May	0,374	0,310	-0,491	0,045	0,349
	Lipiec July	0,293	0,179	-0,322	-0,007	0,623
	Wrzesień September	0,536	0,693	-0,302	0,586	0,684
Proteazy Proteases	Maj May	0,415	0,485	0,194	0,258	0,631
	Lipiec July	0,182	0,027	0,088	-0,482	-0,014
	Wrzesień September	0,046	-0,118	0,217	-0,115	-0,317

Istotność na poziomie $\alpha = 0,349$.

Significant at the level of $\alpha = 0.349$.

dehydrogenaz niezależnie od okresu wegetacji, a z poziomem aktywności proteaz – jedynie w okresie wiosennym (tab. 5).

Tabela 6 prezentuje wyniki analizy zależności pomiędzy aktywnością dwóch enzymów a zawartością w glebie niektórych makroskładników. Najbardziej istotną zależność stwierdzono pomiędzy aktywnością dehydrogenaz w okresie całej wegetacji a zawartością w glebie magnezu. Zawartość potasu oraz jonów azotanowych była dodatnio skorelowana jedynie z aktywnością dehydrogenaz jesienią oraz proteaz w okresie wiosennym.

Podsumowanie

Gleba użytkowana sadowniczo przez 30 lat (replantowana) miała gorsze wybrane parametry fizyczno-chemiczne, zawierała mniej makroskładników oraz charakteryzowała się słabszą aktywnością enzymów glebowych aniżeli gleba na nowinie. Po zastosowaniu preparatów mikrobiologicznych w glebie replantowanej istotnie wzrosła zawartość w niej materii organicznej oraz obniżył się poziom jej kwasowości. Następowало również znaczne zmniejszenie zawartości fosforu i potasu oraz wzrost zawartości jonów azotanowych. Stwierdzono pozytywny wpływ stosowanych preparatów mikrobiologicznych, w szczególności Humobaku PG, na wzrost aktywności enzymów glebowych: dehydrogenaz oraz proteaz. Analiza statyczna nie wykazała (poza nielicznymi wyjątkami) występowania zależności pomiędzy poziomem aktywności badanych enzymów w glebie a zawartością w niej materii organicznej, poziomem kwasowości oraz zawartością większości badanych makroskładników. Wyjątek stanowią dehydrogenazy, których poziom aktywności w całym okresie wegetacyjnym był dodatnio skorelowany z przewodnością elektrolityczną gleby oraz zawartością w niej magnezu.

Literatura

- Breś, W., Golcz, A., Komosa, A., Kozik, E., Tyksiński, W. (1991). Nawożenie roślin ogrodniczych. Cz. I. Diagnostyka potrzeb nawozowych. Poznań: Wyd. AR.
- Daly, M. J., Stewart, D. P. C. (1999). Influence of effective microorganisms (EM) on vegetable production and carbon mineralization – a preliminary investigation. *J. Sustain. Agric.*, 14, 15–25.
- Drozd, J., Licznar, S. E., Weber, J. (1997). Gleboznawstwo z elementami mineralogii i petrografii. Wrocław: Wyd. AR.
- Górski, R., Góra, K. (2009). Wpływ Efektywnych Mikroorganizmów (EM) na rozwój *in vitro* grzyba *Trichoderma harzianum* występującego w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus*). *Prog. Plant Prot. / Post. Ochr. Rośl.*, 49, 4, 2005–2008.
- Górski, R., Kleiber, T. (2010). Wpływ Efektywnych Mikroorganizmów (EM) na zawartość składników pokarmowych w podłożu oraz rozwój i plonowanie róży (*Rosa ×hybrida*) i gerbery (*Gerbera jamesonii*). *Ecol. Chem. Eng. S*, 17, 4, 505–513.
- Jakubus, M., Kaczmarek, Z., Gajewski, P. (2010). Wpływ wzrastających dawek preparatu EM-A na właściwości gleb uprawnych. Cz. II. Właściwości chemiczne. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 55, 3, 128–132.

Zydlík, Z., Zydlík, P. (2016). Wpływ doglebowych preparatów mikrobiologicznych na wybrane właściwości gleby oraz jej aktywność enzymatyczną w warunkach replantacji. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 3, #32. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.3.32

- Kaczmarek, Z., Wolna-Maruwka, A., Jakubus, M. (2008). Zmiany liczebności wybranych grup drobnoustrojów glebowych oraz aktywności enzymatycznej w glebie inokulowanej efektywnymi mikroorganizmami (EM). *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 53, 3, 122–127.
- Klama, J., Jędrzycka, M., Wiśniewska, H., Gajewski, P. (2010). Ocena stopnia rozwoju oraz kondycji fizjologicznej ozimych roślin pszenicy i rzepaku w uprawie z zastosowaniem Efektywnych Mikroorganizmów. *Nauka Przyr. Technol.*, 4, 6, #81.
- Kleiber, T., Starzyk, J., Górski, R., Sobieralski, K., Siwulski, M., Rempulska, A., Sobiak, A. (2014). The studies on applying of effective microorganisms (EM) and CRF on nutrient contents in leaves and yielding of tomato. *Acta Sci. Pol. Hort. Cult.*, 13, 1, 79–90.
- Ladd, J. N., Butler, J. H. A. (1972). Short-term assays of soil proteolytic enzyme activities using proteins and dipeptide derivatives as substrates. *Soil Biol. Biochem.*, 4, 1, 19–30.
- Martyniuk, S., Księżak, J. (2011). Ocena pseudomikrobiologicznych biopreparatów stosowanych w uprawie roślin. *Pol. J. Agron.*, 6, 27–33.
- Mrugalska, L. (2008). Efektywne mikroorganizmy w praktyce. *Rap. Rolny*, 10, 60–61.
- Okorski, A., Majchrzak, B. (2007). Fungi isolated from soil before the seeding and after harvest of pea (*Pisum sativum* L.) after application of bio-control product EM 1TM. *Acta Agrobot.*, 60, 1, 113–121.
- Pacholak, E., Rutkowski, K. (2000). Ocena stanu mikrobiologicznego gleby przy zróżnicowanych warunkach nawożenia i nawadniania w sadzie replantowanym. III. Liczebność nicieni. *Pr. Kom. Nauk Roln. Kom. Nauk Leśn. PTPN*, 89, 193–198.
- Rumberger, A., Merwin, I. A., Thies, J. E. (2007). Microbial community development in the rhizosphere of apple trees at a replant disease site. *Soil Biol. Biochem.*, 39, 7, 1645–1654.
- Sahain, M. G. M., Abd El Motty, E. Z., El-Shiekh, M. N., Hagagg, L. F. (2007). Effect of some biostimulant on growth and fruiting of anna apple trees in newly reclaimed areas. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 5, 422–429.
- Sulewska, H., Ptaszyńska, G. (2005). Reakcja kukurydzy uprawianej na ziarno na stosowanie preparatów mikrobiologicznych. *Pam. Puław.*, 140, 271–285.
- Szajdak, L. (2003). Substancje biologicznie czynne w glebach spod wieloletniej monokultury żyta i spod zmianowania. *Post. Nauk Roln.*, 1, 3–16.
- Thalman, A. (1968). Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.*, 21, 249–258.
- Tołoczko, W., Trawczyńska, A., Niewiadomski, A. (2009). Zawartość związków próchnicznych w glebach nawożonych preparatem EM. *Rocz. Glebozn.*, 60, 1, 97–101.
- Truba, M., Jankowski, K., Sosnowski, J. (2012). Reakcja roślin na stosowanie preparatów biologicznych. *Ochr. Środ. Zas. Nat.*, 53, 41–52.
- Wachowska, U., Rychcik, B., Kucharska, K. (2015). The health status of winter wheat cv. Zyta depending on the applied agrotechnology. *Acta Sci. Pol. Agric.*, 14, 2, 49–62.
- Wolna-Maruwka, A., Gajewski, P. (2011). Wpływ szczepionki Efektywnych Mikroorganizmów na poziom aktywności dehydrogenaz oraz liczebność wybranych grup mikroorganizmów glebowych. *Ekol. Tech.*, 19, 4, 214–219.
- Wolna-Maruwka, A., Schroeter-Zakrzewska, A., Borowiak, K. (2010). Wpływ preparatu EM na stan mikrobiologiczny podłoża przeznaczonego do uprawy pelargonii (*Pelargonium ×hortorum*). *Nauka Przyr. Technol.*, 4, 6, #98.
- Zydlík, Z. (2004). Effect of locality on the microbiological condition of soil from replanted apple orchard. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agric.*, 96, 219–224.
- Zydlík, Z. (2010). Właściwości mikrobiologiczne i biochemiczne gleby oraz wzrost i plonowanie jabłoni po replantacji. *Rozpr. Nauk. AR Pozn.*, 412.

INFLUENCE OF MICROBIOLOGICAL SOIL-TREATMENT PREPARATIONS ON SELECTED PROPERTIES OF SOIL AND ITS ENZYMATIC ACTIVITY IN THE CONDITIONS OF REPLANTATION

Summary. The research covered the influence of three microbiological preparations on the change of soil physico-chemical and biological parameters (activity of soil enzymes), as well as the contents of macro-components (N, P, K, Mg) in the conditions of a replant disease occurrence. Two types of soil were used in the experiment: soil used for 30 years in horticulture (replanted soil) and soil of optimum properties ready for horticultural planting (virgin soil). Both types of soil were treated with micro-biological soil preparations: EM-5, BactoFill 10B, and Humobak PG. A two-year observation indicated that soil-treatment preparations used on replanted soil increased its organic matter and considerably lowered soil pH and soil content of phosphorus and potassium. The activity of both soil enzymes considerably increased as a result of used preparations. Apart from a few exceptions, the research did not indicate the occurrence of positive relations between soil enzymes activity (proteases in particular) and the organic matter content, the level of soil acidity, as well as the content of most macro-components.

Key words: replant disease, soil-treatment preparations, physico-chemical soil parameters, macro-components, enzymatic activity

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Zofia Zydlík, Katedra Dendrologii, Sadownictwa i Szkółkarstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań, Poland, e-mail: zydlík@up.poznan.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

4.04.2016

Do cytowania – For citation:

Zydlík, Z., Zydlík, P. (2016). Wpływ doglebowych preparatów mikrobiologicznych na wybrane właściwości gleby oraz jej aktywność enzymatyczną w warunkach replantacji. *Nauka Przyr. Technol.*, 10, 3, #32. DOI: 10.17306/J.NPT.2016.3.32