

AGNIESZKA WOLNA-MARUWKA<sup>1</sup>, ANITA SCHROETER-ZAKRZEWSKA<sup>2</sup>,  
KLAUDIA BOROWIAK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup>Katedra Roślin Ozdobnych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>3</sup>Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## WPLYW PREPARATU EM NA STAN MIKROBIOLOGICZNY PODŁOŻA PRZEZNACZONEGO DO UPRAWY PELARGONII (*PELARGONIUM* × *HORTORUM*)

**Streszczenie.** Celem przeprowadzonych badań było określenie dynamiki rozwoju wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności dehydrogenaz w podłożu z dodatkiem szczepionki mikrobiologicznej (EM) przeznaczonym do wzrostu i kwitnienia pelargonii (*Pelargonium* × *hortorum*) ‘Trend Lavender’. Materiałem wykorzystywanym do badań było podłoże torfowe o pH 5,5-6,0, a także podłoże torfowe z dodatkiem glinki. Oba podłoża wzbogacono wieloskładnikowym nawozem o spowolnionym działaniu Osmocote 5-6 M w ilości 3 g·dm<sup>-3</sup>. Pelargonie rabatową odmiany ‘Trend Lavender’ wysadzano do doniczek o średnicy 12 cm, a następnie inokulowano różnymi dawkami EM (1:10, 1:50, 1:100). Próbki podłoża, na którym uprawiano rośliny, pobierano w trzech terminach (w fazie sadzenia rozsady, w fazie wzrostu wegetatywnego oraz w fazie kwitnienia). Zakres badań obejmował określenie dynamiki rozwoju ogólnej liczby bakterii, promieniowców i grzybów pleśniowych metodą płytkową Kocha. W doświadczeniu oznaczano również metodą spektrofotometryczną poziom aktywności dehydrogenaz. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, iż wprowadzenie do podłoża torfowego szczepionki w postaci Efektywnych Mikroorganizmów (EM) przyczyniło się do zahamowania rozwoju grzybów pleśniowych, wzrostu liczebności bakterii i promieniowców oraz wzrostu aktywności dehydrogenaz. Przeprowadzone badania pozwoliły na stwierdzenie, iż dolistne aplikowanie szczepionki EM w stężeniu 1:10 hamowało rozwój badanych grup drobnoustrojów. Ponadto stwierdzono, że największa liczba grzybów występowała w fazie sadzenia rozsady. Z kolei największą liczbę bakterii, promieniowców i największą aktywność dehydrogenaz odnotowano w fazie kwitnienia roślin. Preparat EM nie miał wpływu na wysokość roślin, liczbę liści i indeks ich zazieleniania, a także na długość szypuły kwiatostanowej, zaobserwowano za to jego korzystny wpływ na liczbę pąków i kwiatów, a także na wczesność kwitnienia. Dzięki zastosowaniu preparatu EM stwierdzono, iż rośliny zakwitły o tydzień wcześniej od roślin kontrolnych. Ponadto badania wykazały

zmniejszenie zawartości chlorofilu *a + b* w liściach roślin traktowanych różnymi dawkami EM hodowanych na podłożu torfu z glinką oraz zwiększenie zawartości chlorofilu w przypadku pelargonii uprawianych na podłożu torfowym bez dodatku glinki.

**Słowa kluczowe:** mikroorganizmy, dehydrogenazy, pelargonie, chlorofil, Efektywne Mikroorganizmy

## Wstęp

Przykładem szczepionki, której zastosowanie budzi ciągle pewne kontrowersje ze względu na dużą liczbę jednoczesnych, pozytywnych efektów możliwych do uzyskania, jest dostępny na rynku preparat EM (Efektywne Mikroorganizmy).

Szczepionkę tę opracował przed 20 laty japoński mikrobiolog, profesor Teruo Higa. W skład preparatu EM wchodzi bakterie mlekowe (*Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), bakterie fotosyntetyzujące (*Rhodospseudomonas palustris*, *Rhodobacter spae*), drożdże (*Saccharomyces albus*, *Candida utilis*), promieniowce (*Streptomyces albus*, *S. griseus*) oraz pleśnie (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*) (DALY i STEWART 1999). Zdaniem STIEŁOWA (2003) wprowadzenie do podłoża szczepionki EM daje szereg pozytywnych efektów, m.in. ograniczenie procesów gnilnych, lepsze ukorzenianie się roślin, zwiększenie odporności na suszę, przyspieszenie przemiany materii, zwiększenie efektu fotosyntezy, hamowanie rozwoju patogenów roślin, a także obfitsze kwitnienie roślin i ładniejszy ich zapach. Do tej pory nie prowadzono badań nad wpływem szczepionki EM na wzrost i rozwój roślin rabatowych. W literaturze można jedynie znaleźć informacje na temat pozytywnego wpływu EM na plonowanie bawełny, warzyw czy pszenicy (PISKIER 2006).

Drobnoustroje w środowisku wchodzi często w różnorodne stosunki nie tylko z innymi drobnoustrojami, lecz także z roślinami. Podstawową rolą mikroorganizmów w podłożu jest stała przemiana związków organicznych i mineralnych oraz udostępnianie składników pokarmowych roślinom (BLUM 1998). Drobnoustroje są ściśle związane z roślinami i ich systemem korzeniowym oraz ich wydzielinami korzeniowymi. Uczestniczą także w rozkładzie substancji toksycznych. Ponadto są odpowiedzialne za syntezę wtórnych metabolitów, wpływających stymulująco na wzrost roślin (hormony wzrostowe roślin, fitochelatyny, kwasy organiczne, witaminy z grupy B). Mikroorganizmy mogą również wydzielać substancje o działaniu toksycznym w stosunku do patogenów roślinnych czy organizmów zwierzęcych (antybiotyki, H<sub>2</sub>S), poprawiając w ten sposób kondycję i stan zdrowotny roślin (MARSCHNER 2007).

Celem przeprowadzonych badań była ocena stanu mikrobiologicznego podłoża torfowego oraz kondycji roślin po doglebowym i dolistnym zastosowaniu szczepionki EM w różnych stężeniach.

## Materiał i metody

Doświadczenie założono w 2009 roku w szklarniach należących do Katedry Roślin Ozdobnych Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (Poznań Marcelin). Materiałem

wykorzystywanym do badań było podłoże torfowe o pH 5,5-6,0, a także podłoże torfowe z gliną, którą dodawano w stosunku objętościowym 4:1. Oba podłoża wzbogacono wieloskładnikowym nawozem o spowolnionym działaniu Osmocote 5-6 M w ilości  $3 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Do doniczek o średnicy 12 cm zawierających wymienione podłoża wysadzano pelargonię rabatową odmiany 'Trend Lavender'.

Po posadzeniu rośliny potraktowano preparatem EM pochodzącym z gospodarstwa doświadczalnego Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, mieszczącego się w Brodach. Preparat rozcieńczano w wodzie wodociągowej w celu uzyskania stężeń 1:10, 1:50, 1:100.

Preparat dozowano w dwojaki sposób: dolistnie i doglebowo, jednak zawsze w ilości 10 ml (odpowiednio – na roślinę lub na doniczkę). Doświadczenie składało się z następujących kombinacji (każda w 10 powtórzeniach): **K** – kontrola (podłoże torfowe) + roślina, **K<sub>I</sub>** – kontrola (podłoże torfowe z gliną) + roślina, **I** – podłoże torfowe + roślina + podlewanie preparatem EM-1:10, **I<sub>1</sub>** – podłoże torfowe z gliną + roślina + podlewanie preparatem EM-1:10, **II** – podłoże torfowe + roślina + podlewanie preparatem EM-1:50, **II<sub>1</sub>** – podłoże torfowe z gliną + roślina + podlewanie preparatem EM-1:50, **III** – podłoże torfowe + roślina + podlewanie preparatem EM-1:100, **III<sub>1</sub>** – podłoże torfowe z gliną + roślina + podlewanie preparatem EM-1:100, **IV** – podłoże torfowe + roślina + opryskiwanie preparatem EM-1:10, **IV<sub>1</sub>** – podłoże torfowe z gliną + roślina + opryskiwanie preparatem EM-1:10, **V** – podłoże torfowe + roślina + opryskiwanie preparatem EM-1:50, **V<sub>1</sub>** – podłoże torfowe z gliną + roślina + opryskiwanie preparatem EM-1:50, **VI** – podłoże torfowe + roślina + opryskiwanie preparatem EM-1:100, **VI<sub>1</sub>** – podłoże torfowe z gliną + roślina + opryskiwanie preparatem EM-1:100.

Próbki podłoży niezbędne do przeprowadzenia analiz mikrobiologicznych i biochemicznych pobierano w trzech terminach, związanych z fazami rozwojowymi pelargonii: I – w fazie sadzenia rozsady, II – w fazie wzrostu wegetatywnego, III – w fazie kwitnienia roślin.

Na mikrobiologicznych podłożach wybiórczych, metodą płytkową, oznaczano liczebność jednostek tworzących kolonie (jtk) bakterii heterotroficznych, promieniowców i grzybów pleśniowych.

Liczbę bakterii heterotroficznych oznaczono na podłożu agar standard firmy Merck, po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 35°C (101621 STANDARD COUNT... 2004). Grzyby pleśniowe oznaczano na podłożu Martina przez 5 dni w temperaturze 24°C (MARTIN 1950).

Liczebność promieniowców określano na wybiórczym podłożu Pochona (KAŃSKA i IN. 2001), inkubując płytki przez 7 dni w temperaturze 26°C.

Ponadto, posługując się metodą spektrofotometryczną, oznaczano w pobranych próbkach kompostowanego materiału aktywność dehydrogenaz, używając jako substratu 1-procentowego TTC (chlorku trójfenylotetrazolu), po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 30°C, przy długości fal 485 nm. Aktywność enzymu wyrażano w mikromolach TPF na 1 g s.m. podłoża w ciągu doby (THALMANN 1968).

Ponadto po dwóch miesiącach uprawy, w momencie pojawienia się pierwszych kwiatów, wykonano pomiary roślin: zmierzono wysokość roślin, policzono liczbę liści, pąków i kwiatów, a także zmierzono długość szypuły kwiatostanowej.

Zawartość chlorofilu *a* + *b* badano na końcu eksperymentu zmodyfikowaną metodą SHOFA i LIUMA (1976) za pomocą ekstrakcji sulfotlenkiem dimetylu (DMSO). Pobie-

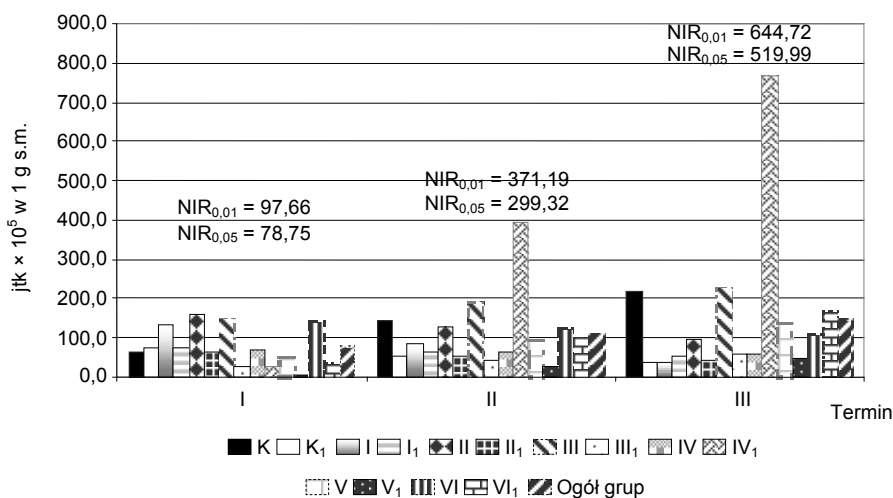
rano 0,2 g próbki świeżych liści, które traktowano 5 ml 95-procentowego DMSO, a następnie umieszczano je w łaźni wodnej do momentu całkowitego przejścia chlorofilu z tkanki liści do ekstraktu. Absorbancja ekstraktu mierzona była przy długościach fali 645, 652 i 663 nm, a następnie wyliczono zawartość chlorofilu za pomocą wzoru Arnona (HISCOX i ISRAELSTAM 1979).

Zastosowane w doświadczeniu analizy statystyczne przeprowadzono w programie Statistica 8.0 (OTT 1984).

## Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych analiz mikrobiologicznych stwierdzono, iż w dniu założenia doświadczenia największa ogólna liczba bakterii występowała w kombinacji II (podłoże torfowe), w której szczepionkę mikrobiologiczną dodawano do podłoża w stężeniu 1:50. Najmniejszą liczebność bakterii zanotowano w kombinacji V<sub>1</sub> (podłoże torfowe z dodatkiem glinki), gdzie roślinę opryskiwano szczepionką EM w stężeniu 1:50.

Analizując dane przedstawione na rysunku 1, zaobserwowano, że największy średni wzrost bakterii w trakcie badań występował w kombinacji IV<sub>1</sub> (podłoże torfowe z gliną + EM w stężeniu 1:10), gdzie szczepionkę EM aplikowano dolistnie. W pozostałych kombinacjach liczebność omawianych mikroorganizmów utrzymywała się na zbliżonym poziomie. Spadek liczebności omawianych mikroorganizmów w kolejnych fazach rozwojowych roślin zaobserwowano jedynie w kombinacji I i II, gdzie preparat dodawano doglebowo (I – 1:10, II – 1:50).



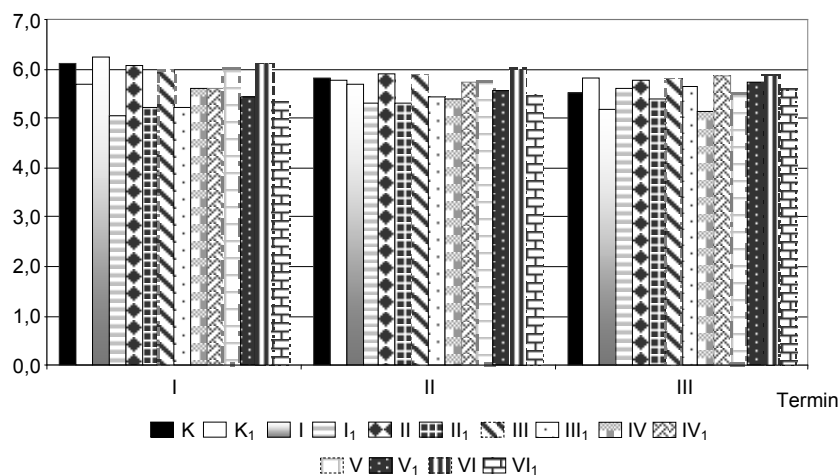
Rys. 1. Dynamika zmian ogólnej liczby bakterii

Fig. 1. Dynamics of the changes of the total bacteria number

Biorąc pod uwagę fazy rozwojowe roślin, stwierdzono, iż w fazie kwitnienia roślin (III termin badań) ogólna liczebność bakterii w większości kombinacji nieznacznie

wzrosła w porównaniu z terminem I (faza sadzenia rozsady). Wzrost liczebności bakterii w fazie kwitnienia był związany najprawdopodobniej z obecnością wydzielin korzeniowych, których ilość i skład w tej fazie może się zmieniać. Zdaniem RÓŻYCKIEGO i STRZELCZYKA (1985) oraz BARABASZA i SMYKA (1997) wydzieliny korzeniowe stymulują aktywność mikroorganizmów, przez co mogą pozytywnie oddziaływać na ich wzrost i rozwój. Również WIELGOSZ i SZEMBER (2006) donoszą, że największa ogólna liczba bakterii występuje w okresie intensywnego wzrostu roślin.

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że największy średni wzrost bakterii wystąpił w kombinacji IV<sub>1</sub> (podłoże torfowe z gliną + EM o stężeniu 1:10), a najmniejszy – w obiekcie V<sub>1</sub> (podłoże glebowe z gliną + EM o stężeniu 1:50). Powodem słabego namnażania się bakterii w powyższej kombinacji mogła być mała wartość odczynu podłoża. Średnia wartość pH w tej kombinacji w kolejnych terminach analiz wynosiła zaledwie 5,38 (rys. 2).

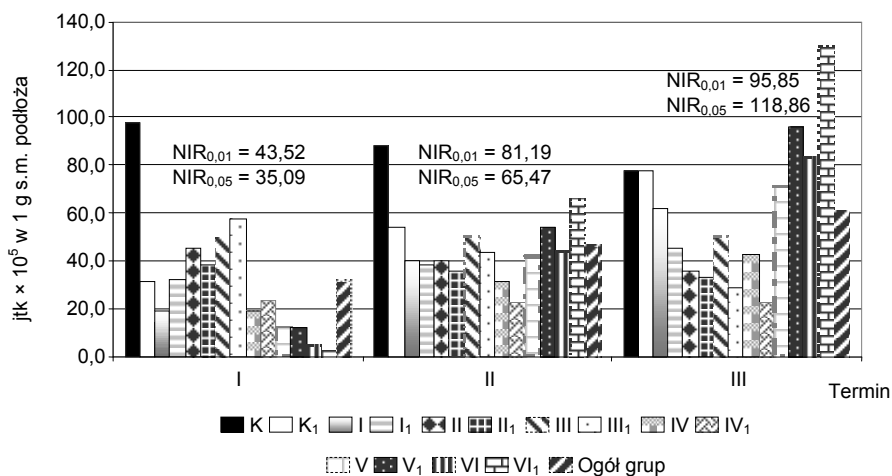


Rys. 2. Dynamika zmian wartości pH

Fig. 2. Dynamics of the changes of the pH values

W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono ponadto, że doglebowe dozowanie szczepionki EM miało na ogół hamujący wpływ na rozwój bakterii. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez KUCHARSKIEGO i JASTRĘBSKĄ (2005). Odmienne wyniki badań uzyskali z kolei w swoim doświadczeniu KACZMAREK i IN. (2008): zaobserwowali oni, iż wprowadzenie do podłoża szczepionki EM przyczyniło się do wzrostu ogólnej liczebności bakterii.

Promieniowce stanowią obok bakterii właściwych drugą pod względem liczebności grupę mikroorganizmów prowadzących ważne przemiany złożonych związków węgla i azotu w podłożu glebowym (MARCINOWSKA 2002). Na podstawie przeprowadzonych badań (rys. 3) stwierdzono, iż w dniu założenia doświadczenia największa liczba promieniowców występowała w podłożu kontrolnym (K), najmniejsza zaś – w obiekcie VI<sub>1</sub> (podłoże torfowe z gliną + EM w stężeniu 1:100), gdzie szczepionkę EM dodawano dolistnie.



Rys. 3. Dynamika zmian ogólnej liczby promieniowców

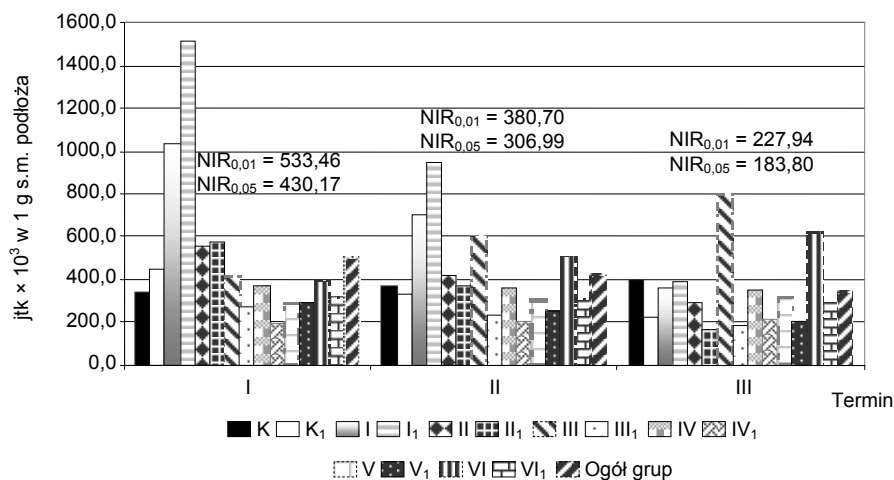
Fig. 3. Dynamics of the changes of the total actinomycetes number

Po przeanalizowaniu zmian liczebności omawianych mikroorganizmów w kolejnych terminach badań stwierdzono, że w większości kombinacji namnażanie się promieniowców zwiększało się, co mogło być związane z obecnością wydzielin korzeniowych roślin bądź z dodatkiem glinki w niektórych kombinacjach (w skład glinki wchodzi bowiem związki obfitujące m.in. w krzem, żelazo, potas, magnez i wapń). I tak największy średni wzrost liczby promieniowców w trakcie prowadzonych badań odnotowano w kombinacji VI<sub>1</sub> (podłoże torfowe z glinką + opryskiwanie EM w stężeniu 1:100). Z kolei największe zahamowanie rozwoju promieniowców w odnotowano w obiekcie III<sub>1</sub> – podłoże torfowe z glinką + roślina + podlewanie preparatem EM-1:100.

Również zdaniem KUCHARSKIEGO i JASTRZĘBSKIEJ (2005) dogłębowe wprowadzanie szczepionki EM hamowało namnażanie się promieniowców.

Obok bakterii właściwych i promieniowców zasadniczą rolę w krążeniu substancji pokarmowych w glebie i w przepływie energii odgrywają grzyby. Jako saprofity przeprowadzają one bardzo intensywnie zachodzące procesy mineralizacji materii organicznej w podłożu (BIS 2002). Na podstawie danych przedstawionych na rysunku 4 stwierdzono, iż w dniu założenia doświadczenia największa liczba grzybów pleśniowych występowała w kombinacji I<sub>1</sub> (podłoże glebowe z glinką + EM o stężeniu 1:10), najmniejsza zaś – w kombinacji IV<sub>1</sub> (podłoże torfowe z glinką + EM w stężeniu 1:10). W obiekcie I<sub>1</sub> szczepionkę EM aplikowano dogłębowo, natomiast w IV<sub>1</sub> preparat dodawano dolistnie.

Po porównaniu ze sobą liczebności omawianych mikroorganizmów w trzech terminach analiz zaobserwowano, że w większości kombinacji najmniejsza ich liczba występowała w fazie kwitnienia pelargonii (termin III). Zmiany liczby grzybów w kolejnych fazach rozwojowych mogły być związane ze zmianą składu jakościowego i ilościowego wydzielin korzeniowych roślin. Zdaniem GARCII i IN. (1997) oraz PIETRA (1990) skład wydzielin korzeniowych jest uzależniony nie tylko od gatunku czy odmiany roślin, lecz także od ich stadium rozwojowego.



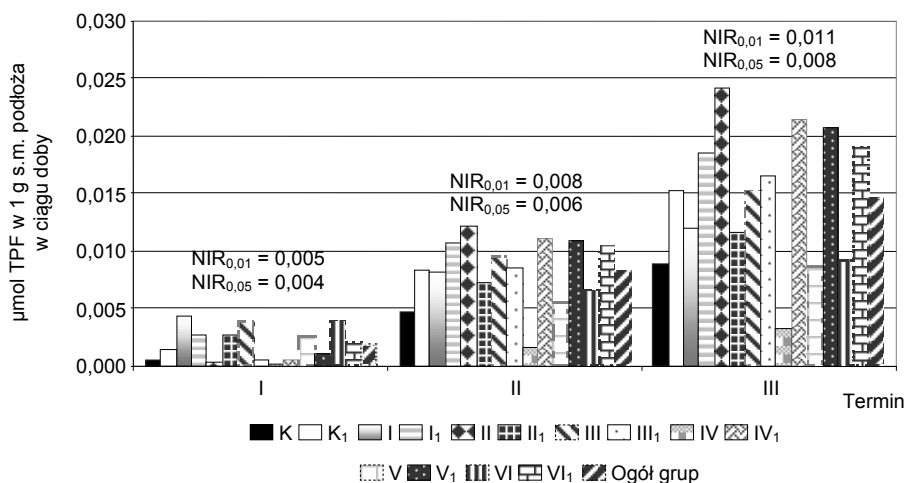
Rys. 4. Dynamika zmian ogólnej liczby grzybów pleśniowych  
Fig. 4. Dynamics of the changes of the total moulds number

WIELGOSZ i IN. (2004) największą liczbę grzybów pod uprawą wyki kaszubskiej, ślázowca pensylwańskiego, wikliny konopianki oraz lędzianu zaobserwowali w fazie krzewienia roślin.

W naszych badaniach największy wzrost grzybów pleśniowych występował w kombinacji III (podłoże torfowe + EM w stężeniu 1:100), gdzie szczepionkę mikrobiologiczną aplikowano doglebowo. Największe zahamowanie namnażania się omawianych mikroorganizmów odnotowano w obiekcie I<sub>1</sub> (podłoże torfowe z gliną + EM w stężeniu 1:10), gdzie preparat EM również wprowadzano doglebowo. Z powyższych rozważań wynika, że na stopień namnażania się grzybów pleśniowych w podłożu torfowym wpływało stężenie zastosowanej szczepionki mikrobiologicznej (im bardziej rozcieńczony w wodzie wodociągowej preparat, tym większe namnażanie się grzybów w podłożu). Można domniemywać, że słabsze namnażanie się grzybów pleśniowych w podłożu torfowym po zastosowaniu preparatu EM w mniejszym stężeniu (np. 1:10) było spowodowane wystąpieniem oddziaływań o charakterze antagonistycznym między EM a grzybami. O hamującym wpływie szczepionki EM na namnażanie się grzybów w glebie informują również badania KUCHARSKIEGO i JASTRZĘBSKIEJ (2005).

Aktywność dehydrogenaz w podłożu jest uznawana za wskaźnik intensywności metabolizmu oddechowego drobnoustrojów, głównie bakterii właściwych i promieniowców. Czynne dehydrogenazy występują jako integralna część nienaruszonych komórek. Szczególne znaczenie dehydrogenaz dla funkcjonowania mikroorganizmów sprawia, że wskaźnik ten jest powszechnie stosowany w określaniu aktywności biologicznej gleby (BRZEZIŃSKA i WŁODARCZYK 2005). Zdaniem PIOTROWSKIEJ-CYPLIK i CYPLIKA (2008) na podstawie aktywności tych enzymów można określić stan fizjologiczny mikroorganizmów.

Z danych przedstawionych na rysunku 5 wynika, iż w dniu założenia doświadczenia największa aktywność dehydrogenaz występowała w kombinacji I (podłoże torfowe + EM o stężeniu 1:10), gdzie szczepionka EM dodawana była doglebowo. Najmniejszą



Rys. 5. Dynamika zmian aktywności dehydrogenaz

Fig. 5. Dynamics of the changes of the dehydrogenases activity

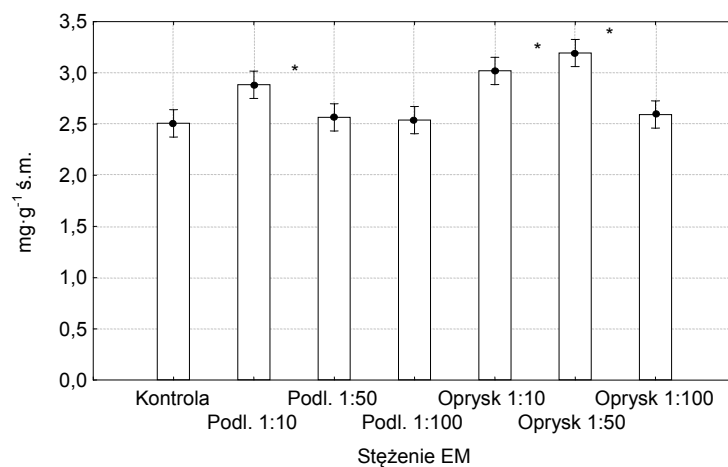
aktywność enzymów zaobserwowano w kombinacji IV (podłoże torfowe + EM o stężeniu 1:10), w której preparat EM dodawano dolistnie. Najmniejszą średnią wartość aktywności dehydrogenaz w trakcie trwania doświadczenia zaobserwowano w kombinacji IV (podłoże torfowe + EM o stężeniu 1:10), a największą – w obiekcie II (podłoże torfowe + podlewanie preparatem EM-1:50).

Po przeanalizowaniu zmian poziomu aktywności dehydrogenaz w kolejnych fazach rozwojowych pelargonii stwierdzono, że niezależnie od rodzaju kombinacji aktywność enzymów osiągnęła wartości maksymalne w fazie kwitnienia roślin (termin III). Zdaniem WIELGOSZ i SZEMBERA (2006) do stymulacji aktywności dehydrogenaz mogą się przyczynić wydzieliny korzeniowe roślin. Z kolei KUCHARSKI (1997) donosi, że źródłem enzymów są drobnoustroje, podziemne części roślin oraz fauna glebowa.

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała ponadto, że aplikacja EM w sposób istotny różnicowała zawartość chlorofilu  $a + b$  ( $p < 0,001$ ) w pelargonii uprawianych na torfie bez dodatku glinki (rys. 6). Analiza zawartości chlorofilu w liściach w poszczególnych kombinacjach wykazała różnice w odniesieniu do roślin kontrolnych. Stwierdzono istotnie różne, na poziomie  $\alpha = 0,05$ , zawartości chlorofilu  $a + b$  w kontroli i w roślinach podlewanych EM (stężenie 1:10) oraz opryskiwanych w stężeniach 1:10 i 1:50. Pozostałe aplikacje EM nie wpłynęły znacząco na zawartość tej formy chlorofilu. Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują na zwiększenie aktywności fotosyntetycznej badanych roślin uprawianych na torfie bez dodatku glinki pod wpływem aplikacji EM, co może być związane z polepszeniem dostępności składników pokarmowych i ogólnej kondycji roślin.

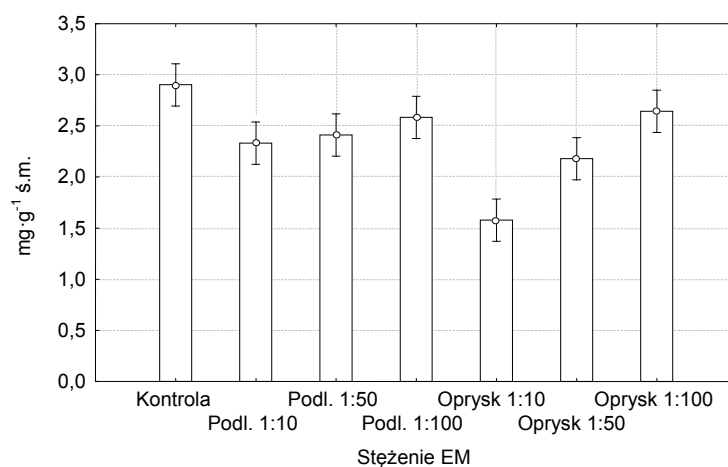
Ponadto badania wykazały zmniejszenie zawartości chlorofilu  $a + b$  w liściach roślin traktowanych różnymi dawkami EM hodowanych na podłożu torfu z glinką (rys. 7).





Rys. 6. Zawartość chlorofilu *a* + *b* w liściach pelargonii uprawianej na podłożu torfowym w zależności od dawki i sposobu aplikacji EM (różnice statystycznie istotne – na poziomie  $\alpha = 0,05$  – między roślinami kontrolnymi i traktowanymi EM oznaczono gwiazdką)

Fig. 6. Chlorophyll *a* + *b* content in pelargonium leaves cultivated on the peat substrate with respect to different EM application and concentration (statistically significant differences at  $\alpha = 0.05$  level between control plants and EM treated has been labelled by star)



Rys. 7. Zawartość chlorofilu *a* + *b* w liściach pelargonii uprawianej na podłożu torfowym z dodatkiem glinki w zależności od dawki i sposobu aplikacji EM

Fig. 7. Chlorophyll *a* + *b* content in pelargonium leaves cultivated on the peat substrate with an addition of loess-like loam with respect to different EM application and concentration

## Wnioski

1. Niezależnie od wielkości zastosowanej dawki szczepionki oraz sposobu jej dozowania odnotowano wzrost liczebności bakterii i promieniowców oraz aktywności zwiększenie dehydrogenaz w podłożu i zmniejszenie się w nim liczby grzybów pleśniowych.

2. Największy rozwój drobnoustrojów w przeprowadzonym doświadczeniu odnotowano po doglebowym stosowaniu preparatu EM w stężeniu 1:100, a największy wzrost aktywności dehydrogenaz nastąpił po doglebowym zastosowaniu szczepionki w stężeniu 1:50.

3. Największe namnażanie się bakterii i promieniowców odnotowano w fazie kwitnienia roślin, a grzybów pleśniowych – w fazie sadzenia rozsady.

4. Dehydrogenazy najwyższy poziom aktywności osiągnęły w fazie kwitnienia pelargonii.

5. Wykazano zmniejszenie zawartości chlorofilu  $a + b$  w liściach roślin traktowanych różnymi dawkami EM hodowanych na podłożu torfu z gliną oraz wzrost zawartości tej formy chlorofilu w roślinach uprawianych na torfie po inokulacji różnymi dawkami preparatu.

6. Preparat EM nie miał wpływu na wysokość roślin, liczbę liści i indeks ich zazieleniania, a także na długość szypuły kwiatostanowej, zaobserwowano natomiast korzystny jego wpływ na liczbę pąków i kwiatów, a także na wczesność kwitnienia. Zaobserwowano, że im silniejsze było stężenie EM, tym większa była liczba pąków i kwiatów. Dzięki zastosowaniu preparatu EM rośliny zakwitły o tydzień wcześniej od roślin kontrolnych.

## Literatura

- BARABASZ W., SMYK B., 1997. Mikroflora gleb zmęczonych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 452: 37-50.
- BIS H., 2002. Występowanie grzybów toksynotwórczych w środowisku glebowym. W: Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach. Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 35-42.
- BLUM U., 1998. Effects of microbial utilization of phenolic acids and their phenolic acid breakdown products on allelopathic interaction. J. Chem. Ecol. 24, 2: 685-708.
- BRZEZIŃSKA M., WŁODARCZYK T., 2005. Enzymy wewnątrzkomórkowych przemian redoks (oksydoreduktazy). Acta Agrophys. Rozpr. Monogr. 3: 11-26.
- 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.
- GARCIA C., RODAN A., HERNANDEZ T., 1997. Changes in microbial activity after abandonment of cultivation in semiarid Mediterranean environment. J. Environ. Qual. 26: 285-291.
- HISCOX J.D., ISRAELSTAM G.F., 1979. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57: 1332-1334.
- KACZMAREK Z., WOLNA-MARUWKA A., JAKUBUS M., 2008. Zmiany liczebności wybranych grup drobnoustrojów glebowych oraz aktywności enzymatycznej w glebie inokulowanej efektywnymi mikroorganizmami. J. Res. Appl. Agric. Eng. 53, 3: 122-127.
- KAŃSKA Z., GRABIŃSKA-ŁONIEWSKA A., ŁEBKOWSKA M., ŻECHOWSKA E., 2001. Ćwiczenia laboratoryjne z biologii sanitarnej. Ofic. Wyd. PW, Warszawa.

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.

- KUCHARSKI J., 1997. Relacje między aktywnością enzymów a żyznością gleby. W: *Drobnoustroje w środowisku. Występowanie, aktywność i znaczenie*. Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 327-374.
- KUCHARSKI J., JASTRZĘBSKA E., 2005. Rola mikroorganizmów efektywnych (EM) i glebowych w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 506: 315-322.
- MARCINOWSKA K., 2002. Charakterystyka, występowanie i znaczenie promieniowców w przyrodzie. W: *Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach*. Red. W. Barabasz. Wyd. AR, Kraków: 121-130.
- MARSCHNER P., 2007. Plant-microbe interactions in the rhizosphere and nutrient cycling. *Soil Biol.* 10: 159-182.
- MARTIN J.P., 1950. Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Sci.* 69: 215-232.
- OTT L., 1984. An introduction to statistical methods and data analysis. PWS, Boston.
- PIETR S.J., 1990. Impact of the saprophytic microflora of the rhizosphere on plant growth. *Post. Nauk Roln.* 3: 19-25.
- PIOTROWSKA-CYPLIK A., CYPLIK P., 2008. Estimation of correlation between total microorganism counts and dehydrogenase activity measurement in compost from anaerobic sewage sludge. *Nauka Przyr. Technol.* 2, 3, #13.
- PISKIER T., 2006. Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i absorbentów glebowych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 51, 2: 136-138.
- RÓŻYCKI H., STRZELCZYK E., 1985. Połączenia organiczne wydzielane przez drobnoustroje glebowe i korzenie roślin. *Post. Mikrobiol.* 24, 4: 285-303.
- 101621 STANDARD COUNT agar for microbiology. 2004. Merck, Polska.
- SHOAF T.W., LIUM B.W., 1976. Improved extraction of chlorophyll *a* and *b* from algae using dimethyl sulphoxide. *Limnol. Oceanogr.* 21: 926-928.
- STIELOW G., 2003. Rich soil do not need of the fertilization. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 48, 1: 20-22.
- THALMANN A., 1968. Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenases Aktivität in Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.* 21: 249-258.
- WIELGOSZ E., SZEMBER A., 2006. Występowanie naturalnych zespołów drobnoustrojów glebowych w strefie przykorzeniowej roślin wykorzystywanych w zagospodarowywaniu terenów przydomowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E* 61, 7: 75-92.
- WIELGOSZ E., SZEMBER A., PRYCIĄK I., 2004. Wpływ wybranych roślin na występowanie zespołów drobnoustrojów glebowych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska Sect. E* 59, 4: 1679-1688.

#### EFFECT OF EM INOCULUM ON THE MICROBIOLOGICAL STATE OF SUBSTRATE DESIGNED FOR PELARGONIUM (*PELARGONIUM × HORTORUM*)

**Summary.** The objective of the presented studies was the determination of the developmental dynamics of selected microorganism groups and the activity of dehydrogenases in the substrate with an addition of microbiological EM inoculation designed to promote growth and flowering of pelargonium (*Pelargonium × hortorum*) ‘Trend Lavender’. The material used for the studies consisted of peat substrate with pH 5.5-6.0, as well as of peat substrate with an addition of loess-like loam. Both substrates were enriched with a delayed action multi-component fertilizer Osmocote 5-6 M in the amount of 3 g·dm<sup>-3</sup>. Bed pelargonium transplants of ‘Trend Lavender’ cultivar

were planted into flower pots of 12 cm diameter and was inoculated with different doses of EM (1:10, 1:50, 1:100). Samples of substrate, in which the plants were grown, were taken in three developmental phases (transplants plantation, vegetative growth, flowering). The studies included the following range: developmental dynamics of the total number of bacteria, actinomycetes and mould fungi development using the plate method of Koch. The level of dehydrogenases was determined in the experiment by the spectrophotometric method. On the basis of the obtained results, it was found that the introduction of inoculum in the form of Effective Microorganisms into the peat substrate contributed to the impediment of the development of the moulds and to the growth of the bacteria and actinomycetes number. The presented studies permitted to conclude that foliar application of EM-inoculation in the 1:10 concentration impeded the development of the studied groups of microorganisms. Furthermore, it was found that the greatest number of moulds occurred in the phase of transplant plantation. On the other hand, the greatest number of bacteria, actinomycetes and dehydrogenases activity occurred in the phase of flowering. Moreover, application of EM solution did not have any effect on height of plants, number of leaves and greening leaf index, as well as on length of inflorescences. However, positive effect was observed in the case of number of pitches and flowers, as well as on earliness of flowering. Application of EM solution caused one week earlier flowering in comparison to control plants. Investigation revealed decrease of chlorophyll *a + b* content in leaves of plants cultivated at substrate of peat with clay treated with various EM concentrations, while increase of chlorophyll content was noticed in plants cultivated at substrate peat without clay addition.

**Key words:** microorganisms, dehydrogenases, pelargonium, chlorophyll, Effective Microorganisms

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Agnieszka Wolna-Maruwka, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań, Poland, e-mail: amaruwka@interia.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*18.10.2010*

*Do cytowania – For citation:*

*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.*