



Instytut Ochrony Roślin - Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Tytuł zadania

**EFEKTYWNE MIKROORGANIZMY
W ROLNICTWIE EKOLOGICZNYM**

Kierownik zadania: dr Jolanta Kowalska

Wykonawcy:

Dr Jolanta Kowalska, prof. dr hab. Danuta Sosnowska, dr Dorota Remlein-Starosta,
dr Dariusz Drożdżyński, Renata Wojciechowska, Lidia Łopatka

Współpraca:

Instytut Roślin Zielarskich i Włókien Naturalnych w Plewiskach, Zakład Hodowli Roślin Zielarskich,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Zakład Fizjologii Roślin,
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Katedra Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej.

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13.06. 2011r.
Nr PKre-029-6-3/11(150)

1. Wstęp i cel badań

Efektywne mikroorganizmy to kompozycja mikroorganizmów stosowana do produkcji nawozów naturalnych, nawozów organicznych, środków poprawiających kondycję gleby, kompostów. Zaszczepianie gleby pożytecznymi mikroorganizmami w celu stworzenia korzystniejszego środowiska mikrobiologicznego do uprawy roślin zostało opracowane przez Prof. Teruo Higa z Uniwersytetu Ryukyus na Okinawie (Japonia). Zgodnie z informacjami preparaty EM nie zawierają modyfikowanych genetycznie gatunków mikroorganizmów, zawierają mieszanek różnych koegzystujących ze sobą mikroorganizmów. Główne rodziny to: bakterie kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyzujące i drożdże. Szczepionka EM zawiera bakterie mlekowe (*Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), bakterie fotosyntetyzujące (*Rhodopseudomonas palustris*, *Rhodobacter spae*), drożdże (*Saccharomyces album*, *Candida utilis*), promieniowce (*Streptomyces album*, *Streptomyces griseus*), oraz pleśnie (*Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*).

Według materiałów informacyjnych firm dystrybuujących preparaty EM, poprzez ich zastosowanie można odtworzyć strukturę gruzełkową gleby, udostępnić niedostępne dla roślin makro i mikroelementy, przyspieszyć humifikacji masy organicznej znajdującej się w glebie, wzmocnić naturalną odporność roślin, wypierać patogeny i szkodniki, neutralizować skutki suszy i optymalizować stosunek węgla do azotu. Preparaty reklamowane są jako zwiększające szybkość kiełkowania po zaprawianiu materiału siewnego i nasadzeniowego, poprawiające korzenienie się roślin, wpływające na wzrost i wigor roślin oraz na ich obfitsze kwitnienie i zawiązywanie owoców. Wyniki dotychczasowych badań nad zastosowaniem EM dotyczyły różnych typ gleb i upraw, zróżnicowanych warunków ekologiczno-rolniczych. Rezultaty niestety nie są powtarzalne, jednorodne i trudno jest obecnie precyzyjnie stwierdzić ich realną skuteczność dla różnych upraw oraz w różnych typach gleb. Na glebach ciężkich zanotowano negatywny ich wpływ na plonowanie zbóż po dwuletnim ich stosowaniu, obserwowano słabsze wschody po zaprawianiu nasion niektórych gatunków warzyw. Stosowanie EM nie powinno być „złotym środkiem”, należy szczególną uwagę skierować na właściwe praktyki gospodarowania glebą i zabiegi pielęgnacyjne. Dobra Praktyka Rolna jest podstawą zapewniającą wysokie plony, tym niemniej coraz częściej powtarzane się opinie producentów rolnych (szczególnie amatorów) o pozytywnym wpływie efektywnych mikroorganizmów na uprawy. Po ich stosowaniu w warunkach sprzyjających można oczekiwać zwiększenia kondycji zdrowotnej roślin, również zwiększenia plonów. Jednak

jak wspomniano wcześniej rezultaty nie są jednoznaczne, a co ważniejsze powtarzalne. Efektywne Mikroorganizmy znajdują się na listach preparatów stosowanych w rolnictwie ekologicznym na całym świecie, aczkolwiek ich stosowanie stale jest krytykowane. Ich sposoby aplikowania są rozmaite, poprzez opryskiwanie gleby podczas podorywki, bronowania, orki, czy też bezpośredni oprysk roślin przez cały okres wegetacji (40 litrów preparatu w minimum 300 litrach wody na 1 hektar). Zaleca się również zaprawianie nasion 10% roztworem EM, co powinno wpływać na jakość i zdrowotność materiału siewnego roślin. Stwierdzono redukcję niektórych gatunków grzybów patogenicznych, przenoszonych z nasionami m.in. z rodzaju *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Septoria* spp..

W ramach realizacji celu głównego, jakim jest wykorzystanie efektywnych mikroorganizmów w rolnictwie ekologicznym, realizowano cele szczegółowe odpowiadające poniższym dwóm podtematom.

2. Przebieg badań

1) OCENA WYKORZYSTANIA EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW W UPRAWIE TRUSKAWEK

Dla potrzeb realizacji zadania została założona powierzchnia doświadczalna w gospodarstwie ekologicznym w Słońsku. Badania wykonywane były w systemie poletek, w kilku kombinacjach doświadczalnych, każda w trzech powtórzeniach. Zastosowano odmianę truskawek Honeoye – amerykańską odmianę o najwcześniejszej porze dojrzewania, plenną, odporną na szarą pleśń. Nasadzono 240 sadzonek. Przed posadzeniem korzenie 120 sadzonek zostały zanurzone w roztworze EM, pozostałe 120 sadzonek nie były niczym traktowane. W ramach każdej z tych dwóch kombinacji prowadzono opryski nalistne, 8 lub 15 razy w zależności od wariantu. Kontrolę stanowiły truskawki, które nie traktowano EM ani przed sadzeniem, ani w trakcie wegetacji. Obserwacje prowadzono pod kątem rozwoju roślin (liczono liczbę rozłogów oraz ważono masę świeżej części zielonej). W związku z tym, że plantacja była założona w roku bieżącym, nie oceniano plonu, który był niewielki. Oceniano plamistości na liściach (czerwonej i białej).

Schemat aplikowania EM Bio-World o koncentracji 5% (50 ml EM Bio-World · 1 l wody) na nowo zakładanej powierzchni truskawek odmiany Honeoye

- Wariant I - zanurzanie korzeni + 15 nalistnych

- Wariant II - zanurzanie korzeni + 8 nalistnych
- Wariant III - 8 zabiegów nalistnych
- Kontrola

Badania nad reakcjami obronnymi roślin

Dodatkowym, włączonym elementem badań, były prace prowadzone przez Panią dr hab. Iwonę Morkunas wraz Zespołem z Zakładu Fizjologii Roślin UP w Poznaniu. Oceniane były próbki liści truskawki pobrane 10.06.11 (po dwóch zabiegach EM) i 20.08.11 (po zakończeniu opryskiwania). Badania rozpoczęto, ponieważ, po kontakcie roślinnych błon komórkowych z patogenem następuje wzrost ilości aktywnych form tlenu np. O_2^- , H_2O_2 i w konsekwencji wybuch tlenowy, który działa cytotoksycznie na zakażone komórki roślinne. Prowadzi to do przeorganizowania cytoszkieletu i zwiększenia grubości ścian komórkowych. W rezultacie mamy do czynienia z tzw. systemiczną odpornością nabytą. Polega ona na aktywacji systemu obronnego w niezainfekowanych częściach rośliny. Wyzwalana jest dzięki produkcji białek związanych z patogenezą. Sygnałem do tej odpowiedzi jest kwas salicylowy. Wyróżnia się obecnie czternaście klas roślinnych białek biorących udział w tym procesie. Są to m.in. glukanazy, chitynazy, osmotyny, inhibitory proteaz, proteinazy, lizozymy, peroksydazy (m.in. β -glukozydaza), białka działające bakteriobójczo, uczestniczące w apoptozie. Ekspresja kodujących je genów zależy od obecności pochodzącego od patogena bodźca - elicytora, odbieranego przez specyficzne receptory, które za pośrednictwem kinaz przekazują sygnał do ich indukcji w rezultacie prowadzi to do: akumulacji fenoli, - wzrostu ilości flawonoidów, syntezy licznych białek oraz szeregu metabolitów wtórnych (fitoalaksyn), które mogą oddziaływać toksyczne na patogeny. Aby potwierdzić zakładaną hipotezę o wpływie EM na indukowanie odporności roślin truskawki przeprowadzane są analizy porównawcze dla β -glukozydazy i substancji fenolowych w roślinach traktowanych i nie traktowanych preparatem EM Bio-World.

Pobranie próbek roślinnych:

Termin I – 10.06.2011, pobranie próbek z kontroli i z powierzchni traktowanych po dwóch zabiegach EM

Termin II - 28.08.2011, po wielokrotnym zastosowaniu EM

Badania mikrobiologiczne we współpracy z Katedrą Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej UP w Poznaniu

Gleba zasiedlana jest przez różnorakie gatunki mikroorganizmów. Urodzajna gleba zawiera nawet miliardy bakterii w przeliczeniu na 1g świeżej masy gleby. Liczebność i aktywność mikroorganizmów uwarunkowana jest wieloma czynnikami. Jednak głównym czynnikiem ograniczającym ich rozwój jest dostępność materii organicznej. Skład mikroorganizmów może być istotnym wyznacznikiem tempa rozkładu materii organicznej i obiegu składników pokarmowych oraz ich dostępności w glebach.

Oligotrofy stanowią znaczną część bakterii zasiedlających glebę (i stanowią 80-85% ogólnej ilości bakterii). Wykazują dynamikę rozwoju charakterystyczną dla mikroflory autochtonicznej, wykorzystują humus jako źródło materii i energii oraz inne substancje proste i złożone. Oligotrofy reagują negatywnie na zbyt duże stężenie węgla w środowisku. Przetwarzają one glebową materię organiczną w wysoce ekonomicznie, to jest przy małych stratach węgla w wyniku respiracji.

Kopiotrofy są bakteriami rozwijającymi się w glebie po wprowadzeniu do niej substancji organicznej, która jest przez nie intensywnie mineralizowana. W odróżnieniu od autochtonicznych oligotrofów kopiotroficzne zymogeny przetwarzają materię organiczną w sposób bardzo rozrzutny. Wykazują one zmienność pod względem liczebności i aktywności w glebie. Liczebność ta spada po wykorzystaniu łatwo dostępnego substratu pokarmowego w wyniku autolizy większości komórek lub przejścia pozostałych w fazę spoczynku.

Promieniowce są bardzo aktywnymi mineralizatorami substancji organicznej czerpiąc z jej rozkładu energię oraz azot i węgiel do budowy własnych ciał. Liczne promieniowce są zdolne do rozkładu celulozy i chityny. Większość promieniowców może żywić się związkami, które z trudnością są rozkładane przez inne bakterie. Wiele gatunków wytwarza enzymy zewnątrzkomórkowe między innymi amylolityczne, celulolityczne i pektynolityczne.

Obok bakterii zasadniczą rolę w krążeniu substancji pokarmowej w glebie (i przepływie energii) odgrywają **grzyby**. Ze względu na małe rozmiary stosunek ich powierzchni do objętości jest bardzo duży, co pozwala na szybką wymianę substancji między własną komórką a środowiskiem. Równie ważne jest ich szybkie rozmnażanie się. Grzyby są bezchlorofilowymi heterotrofami bytującymi na martwej materii organicznej lub pasożytami.

Mikroorganizmy wydzielają do środowiska glebowego różnorodne **enzymy**, ale najważniejsze dla przemian zachodzących w środowisku uprawnym są te, które biorą udział w degradacji celulozy i innych składników komórek roślinnych oraz w przemianach azotu, fosforu czy siarki. Degradacja polimerów węglowodanowych, azotowych i innych wymaga wieloskładnikowych systemów enzymatycznych produkowanych przez różne grupy drobnoustrojów. Enzymy glebowe są naturalnymi mediatorami i katalizatorami wielu procesów glebowych. Jest to m.in.:

- rozkład uwalnianej do gleby podczas wegetacji roślin substancji organicznej;
- reakcje powstawania i rozkładu próchnicy glebowej;
- uwalnianie i udostępnianie roślinom substancji mineralnych;
- detoksykacja ksenobiotyków;
- nityfikacja i denityfikacja.

W badaniach enzymatycznych gleby poszukuje się enzymów, których aktywność może służyć jako „wskaźnik żyzności gleby”. Wiarygodną ocenę jakości gleby mogą dąć badania aktywności szeregów enzymów, liczebności wybranych grup mikroorganizmów, zawartość form substancji organicznej (węglowej i azotowej), które pozwolą ocenić zmiany zdolności kompleksu glebowego zachodzące pod wpływem uprawy, nawożenia, warunków klimatycznych, czynników antropogenicznych – pestycydów i metali ciężkich. Aktywność **dehydrogenaz** w glebie związana jest z czynnością wielu enzymów (dehydrogenaz) lub systemów enzymatycznych, powszechnie występujących w drobnoustrojach glebowych. Czynne dehydrogenazy występują w glebie jako integralna część nienaruszonych komórek. Oznaczanie aktywności tych enzymów w glebie jest wskaźnikiem intensywności metabolizmu oddechowego mikroorganizmów glebowych, głównie bakterii i promieniowców. Obserwowano ścisłą zależność pomiędzy aktywnością dehydrogenaz oraz zawartością materii organicznej, żyznością gleby i liczebnością drobnoustrojów glebowych. Aktywność **fosfataz** w środowisku glebowym odzwierciedla aktywność enzymów związanych z koloidami glebowymi i substancjami humusowymi, wolnymi fosfatazami w roztworze glebowym oraz fosfatazami związanymi żywymi i martwymi komórkami roślin i mikroorganizmów. Asymilacja fosforu organicznego z gleby przez rośliny i mikroorganizmy odbywa się przez fosfatazy. Fosfatazy mogą być dobrym wskaźnikiem mineralizacji fosforu organicznego oraz aktywności biologicznej gleby.

Pobranie próbek roślinnych:

Termin I – 10.06.2011, pobranie próbek z kontroli i z powierzchni traktowanych po dwóch zabiegach EM

Termin II - 20.08.2011, po wielokrotnym zastosowaniu EM. W tych samych dwóch terminach pobrano próbki gleby z powierzchni traktowanej EM i kontrolnej w celu oceny zawartości NPK i mikroelementów w celu skierowania ich do analiz, które obecnie są wykonywane przez Stację Chemiczno-Rolniczą.

Badania zawartości chlorofilu roślin kontrolnych i traktowanych EM

Barwniki fotosyntetyczne (asymilacyjne) to barwne związki chemiczne odgrywające kluczową rolę w procesie fotosyntezy i nadające barwę liściom. Wszystkie organizmy fotosyntezujące posiadają barwniki odpowiedzialne za absorpcję światła. Różnią się one budową, zakresami światła widzialnego, które mogą pochłaniać, właściwościami i pełnionymi funkcjami. Wspólną ich cechą, pozwalającą na absorpcję promieniowania jest obecność w budowie układu wiązań sprzężonych. Wyróżnia się trzy grupy barwników: chlorofile, karotenoidy i fikobiliny. U roślin wyższych występują dwa chlorofile, nazywane *a* i *b*. Chlorofile *a* i *b* różnią się jedną grupą chemiczną w strukturze: w chlorofilu *a* jednym z podstawników pierścienia pirolowego jest grupa metylowa (-CH₃), natomiast w chlorofilu *b* w tym miejscu znajduje się grupa formylowa (-CHO). Chlorofil *a* znajduje się w centrach reakcji fotosystemu pierwszego i drugiego, natomiast chlorofil *b* jest głównym składnikiem kompleksów zbierających energię świetlną. Chlorofil *a* jest to niebiesko-zielony barwnik, który występuje u wszystkich fotoautotrofów (za wyjątkiem bakterii); chlorofil *b* to barwnik zielono-żółty, spotykany u roślin wyższych oraz u glonów. U roślin wyższych stosunek ilościowy chlorofilu *a* do *b* wynosi około 3 : 1. Chlorofile absorbują światło o długości fali poniżej 480 nm i pomiędzy 550-700 nm, stąd w widmie chlorofilu, zarówno *a* i *b*, obecne są dwa maksyma absorpcji. Maksyma te, w zależności od użytego rozpuszczalnika, mogą się przesunąć w kierunku fal dłuższych lub krótszych. Skład oraz zawartość barwników zmienia się wraz z rozwojem rośliny oraz zależy od natężenia i widma światła oraz dostępności składników mineralnych. Zawartość i odpowiednie proporcje obu chlorofilu stanowią wskaźnik kondycji roślin i właściwej dostępności składników mineralnych, dlatego analiza ilościowa i jakościowa chlorofilu w roślinach traktowanych preparatami EM może być indykatorem oddziaływania mikroorganizmów EM na pobieranie i dostępność składników pokarmowych dla roślin. Chlorofil oznaczano metodą Amona (1946).

Dla potrzeb niniejszego projektu w celu wykonania oceny zawartości chlorofilu pobrano dwukrotnie próbki liści truskawek (30.04.11 – przed rozpoczęciem doświadczeń

po wysadzeniu roślin w polu oraz 20.08.11 – po wielokrotnym zastosowaniu EM). W przypadku ziół traktowanych preparatem EM pobrano próbki liści po zakończeniu doświadczenia, czyli po wykonaniu ośmiu zabiegów z EM Bio-World.

Współpraca z IWNiRZ

2) OCENA WYKORZYSTANIA EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW W UPRAWIE ZIÓŁ (KOZŁEK LEKARSKI, LUBCZYK OGRODOWY)

W 2011 roku założono w Słońsku doświadczenie w układzie bloków losowych, w trzech powtórzeniach, na poletkach o pow. 15 m². Rośliny sadzono w rozstawie 0,45 x 0,22 m. W doświadczeniach badane były następujące gatunki roślin zielarskich: kozłek lekarski odm. 'Polka', lubczyk ogrodowy odm. 'Amor'.

Kozłek lekarski jest jedną z podstawowych roślin zielarskich najczęściej uprawianą w Polsce. Jego uprawa jest ciekawą propozycją dla plantatorów posiadających małe i średnie gospodarstwa.

Lubczyk ogrodowy to wysoka bylina o zielonożółtych kwiatach. Młode liście zebrane na wiosnę, można mrozić lub suszyć. Aromatyczny lubczyk stanowi dodatek do zup, bulionów i pieczeni. Bardzo często wykorzystujemy również korzenie lubczyku. Wymienione dwa gatunki ziół są przedmiotem badań, które realizowano wspólnie z zespołem Pani dr hab. Katarzyny Łożykowskiej z IWNiRZ w Poznaniu. Zespół pracowników IOR-PIB wykonał doświadczenia z wielokrotnym zastosowaniem efektywnych mikroorganizmów poprzez oprysk nalistny. Wykonano dwa warianty doświadczeń:

- Wariant z EM – wykonano 8 zabiegów nalistnych z roztworem EM w koncentracji 5% (50 ml EM Bio-World · 1 l wody)
- Wariant kontrolny – bez zabiegów z EM.

Zbiór surowca obu gatunków (kozłek – korzenie, lubczyk – korzenie i liście) dokonano jesienią z powierzchni 1m² na każdym poletku i z każdej kombinacji. Na wszystkich poletkach surowiec zbierany był ręcznie i tak samo przygotowywany do ważenia i suszenia. Korzenie po umyciu ważono i określano ich plon, a następnie korzenie krojono i suszono w suszarni komorowej w temperaturze 35⁰C. Oznaczano świeży i suchy plon surowca oraz zawartość olejku eterycznego w surowcu.

3. Uzyskane wyniki

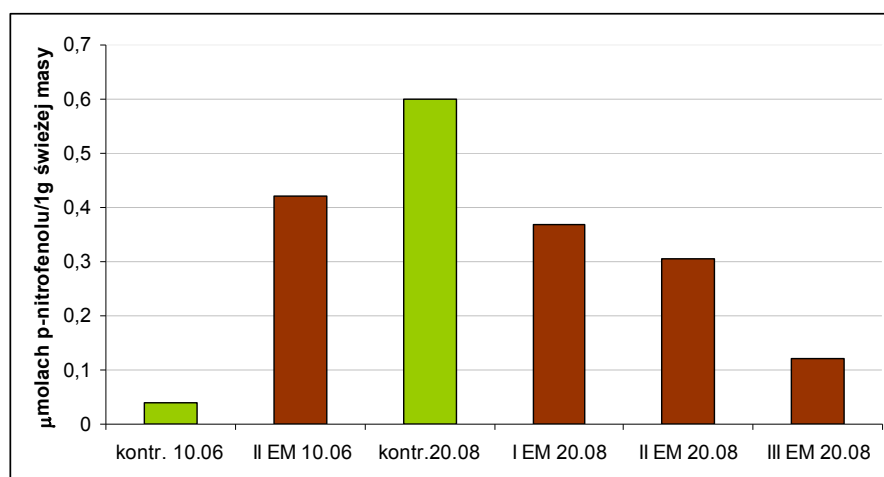
1) OCENA WYKORZYSTANIA EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW W UPRAWIE TRUSKAWEK

Tab.1. Wpływ zabiegów z EM na rozwój roślin

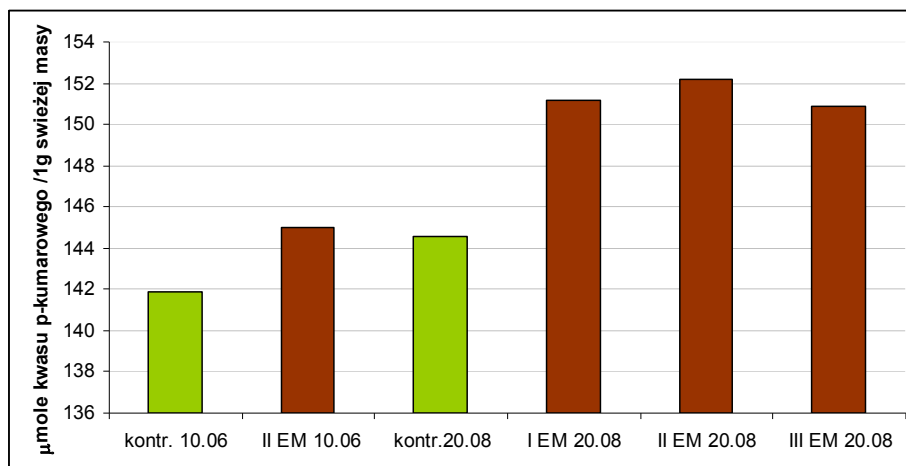
Wariant	Średnia liczba rozlogów [szt.]	Średnia masa zielona [g]
I - zanurzanie korzeni+ 15 nalistnych	6,0*	44,0*
II - zanurzanie korzeni + 8 nalistnych	6,1*	54,47*
III - 8 zabiegów nalistnych	5,6*	53,33*
kontrola	4,5	26,47

Obserwacja 20.08.11, * statystycznie istotnie różne od pozostałych danych w obrębie kolumny, test t-Studenta, $p < 0,05$

Reakcje obronne roślin po EM oceniane w dwóch terminach



Rys. 1. β- glikozydaza w liściach truskawki traktowanych EM Bio-World w zależności od terminu poboru próbek i wariantu doświadczenia



Rys. 2. Fenole w liściach truskawki traktowanych EM Bio-World w zależności od terminu poboru próbek i wariantu doświadczenia

β -glikozydaza jest enzymem odpowiedzialnym za rozpad cukrów do wolnych aglikonów. Substancje te są prekursorami izoflawonoidów. Izoflawonoidy są to aromatyczne (pierścieniowe) związki polifenolowe. Izoflawonoidy mają działanie bakteriobójcze i grzybobójcze. W komórkach roślinnych zarówno aktywność peroksydaz (w tym β -glikozydazy), jak i wzrastający poziom flawonoidów (związków fenolowych) jest jednym z fizjologicznych odpowiedzi obronnych przed atakiem przez patogeny. Po dwukrotnym zastosowaniu EM Bio-World w czerwcu, widać wyraźny wzrost aktywności β -glikozydazy. Jednocześnie wzrasta ilość substancji fenolowych. Może to wskazywać na aktywację procesów obronnych rośliny po zastosowaniu EM. Po wielokrotnych zabiegach EM, pod koniec sezonu wegetacyjnego, aktywność β -glikozydazy maleje. Jednocześnie odnotowano nieznaczne podwyższenie zawartości fenoli w komórkach liści truskawki. Nagromadzenie tych substancji o działaniu bakterio i grzybobójczym może oddziaływać pozytywnie na zdrowotność plantacji traktowanych EM.

Badania mikrobiologiczne gleby

Tab. 2. Wpływ dwóch zabiegów z EM na liczebność drobnoustrojów w próbce gleby pobranej z powierzchni traktowanej i kontrolnej
TERMIN I - 10.06.11

WARIANT	LICZEBNOŚĆ DROBNOUSTROJÓW jtk w 1 g gleby (jednostki tworzące kolonie)				
	Ogólna ilość bakterii (10^6)	Bakterie oligotroficzne (10^6)	Bakterie koptotroficzne (10^6)	Promieniowce (10^6)	Grzyby (10^4)
Kontrola	54.93	177.10	61.90	63.46	0.41
EM	22.21	49.98	19.04	20.55	0.00

Tab. 3. Wpływ dwóch zabiegów z EM na aktywność enzymatyczną w próbce gleby pobranej z powierzchni traktowanej i kontrolnej
TERMIN I - 10.06.11

WARIANT	AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNA	
	Dehydrogenaza $\mu\text{molTPF g}^{-1}\text{s.m. gleby*24h}^{-1}$	Fosfataza $\mu\text{molPNP g}^{-1}\text{s.m. gleby*24h}^{-1}$
Kontrola	0.00019	0.094
EM	0.00003	0.121

Tab. 4. Wpływ wielokrotnych zabiegów z EM na liczebność drobnoustrojów w próbce gleby pobranej z powierzchni traktowanej i kontrolnej
TERMIN II – 20.08.11

WARIANT	LICZEBNOŚĆ DROBNOUSTROJÓW jtk w 1 g gleby				
	Ogólna ilość bakterii (10 ⁶)	Bakterie oligotroficzne (10 ⁶)	Bakterie koptotroficzne (10 ⁶)	Promieniowce (10 ⁶)	Grzyby (10 ⁴)
Kontrola	45.82	72.62	26.80	26.15	0.43
I	41.70	55.03	29.67	10.60	0.86
II	48.52	57.11	31.77	12.49	0.00
III	25.46	56.09	30.20	11.39	0.00

Tab. 5. Wpływ wielokrotnych zabiegów z EM na aktywność enzymatyczną w próbce gleby pobranej z powierzchni traktowanej i kontrolnej
TERMIN II – 20.08.11

WARIANT	AKTYWNOŚĆ ENZYMATYCZNA	
	Dehydrogenaza $\mu\text{molTPF g}^{-1}\text{s.m. gleby*24h}^{-1}$	Fosfataza $\mu\text{molPNP g}^{-1}\text{s.m. gleby*24h}^{-1}$
Kontrola	0.0017	0.147
I	0.0015	0.134
II	0.0018	0.136
III	0.0007	0.148

Zawartość chlorofilu w liściach truskawki (rośliny kontrolne i traktowane EM)

Tab. 6. Zawartość chlorofilu w zależności od terminu pobrania próbek oraz częstotliwości stosowania EM

Kombinacja /roślina	chlorofil a [g/g świeżej masy]	chlorofil b [g/g świeżej masy]	chlorofil a + b [g/g świeżej masy]
Truskawki z 30.04.2011 (start)	1114,485	347,078	1464,067
Truskawki - kontrola 20.08.11 (zakończenie)	1312,470	414,482	1729,926
Wariant I EM	1106,825	355,372	1464,731
Wariant II EM	1224,190	431,609	1658,774
Wariant III EM	1630,980	541,625	2176,420

2) OCENA WYKORZYSTANIA EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW W UPRAWIE ZIOŁ (KOZŁEK LEKARSKI, LUBCZYK OGRODOWY)

Tab. 7. Wpływ zabiegów EM na średnie wartości dla lubczyku

Kombinacja	świeża masa liści lubczyka [kg/m ²]	sucha masa liści lubczyka [kg/m ²]	średnia zawartość olejku w liściach lubczyku [%]	świeża masa korzeni lubczyka [kg/m ²]	sucha masa korzeni lubczyka [kg/m ²]	średnia zawartość olejku w korzeniach lubczyka [%]
Ekologiczna	0,95	0,21	0,85	1,25	0,42	0,6
Ekologiczna + EM	1,22	0,57	1,0	2,33	0,83	0,88

Tab. 8. Wpływ zabiegów EM na średnie wartości dla kozłka lekarskiego

Kombinacja	świeża masa korzeni kozłka [kg/m ²]	sucha masa korzeni kozłka [kg/m ²]	zawartość olejku w korzeniach kozłka [%]
Ekologiczna	3,15	0,88	0,35
Ekologiczna + EM	3,25	0,98	0,5

Zawartość chlorofilu w roślinach zielarskich w zależności od stosowania EM Bio-World

Tab. 9. Wpływ ośmiokrotnych zabiegów z EM na zawartość chlorofilu w liściach ziół

Kombinacja /roślina	chlorofil a [g/g świeżej masy]	chlorofil b [g/g świeżej masy]	chlorofil a + b [g/g świeżej masy]
Kozłek lekarski - ekologia	631,135	175,395	807,853
Kozłek lekarski - ekologia + EM	585,885	162,459	749,571
Lubczyk ogrodowy - ekologia	301,400	76,477	378,476
Lubczyk ogrodowy- ekologia + EM	301,550	90,661	392,874

Data poboru próbek – 20.08.11 – zakończenie doświadczenia

4. Podsumowanie

1. Nie stwierdzono istotnych różnic w rozwoju roślin traktowanych EM z różną częstotliwością. Dla wszystkich kombinacji z EM zanotowano istotny wzrost średniej liczby produkowanych rozłogów i średniej masy zielonej w porównaniu do kontroli. Rośliny traktowane EM charakteryzowały się silniejszym wzrostem i brakiem objawów plamistości.
2. Po dwukrotnym zastosowaniu EM zanotowano wzrost β –glikozydazy oraz wzrost poziomu fenoli w porównaniu do liści kontrolnych. Po zastosowaniu wielokrotnym EM (8 lub 15x) aktywność β –glikozydazy maleje w zależności od wariantu, gdzie jej najwyższą wartość obserwowano przy zabiegach 15-krotnych. Jednocześnie nastąpił dalszy wzrost fenoli, których poziom jest zbliżony dla wszystkich wariantów. Sugeruje to zwiększenie zdolności systemu obronnego roślin traktowanych.
3. Badania mikrobiologiczne gleby pobranej z powierzchni jedynie dwukrotnie traktowanej EM i kontrolnej wykazały wyższą liczebność drobnoustrojów znajdujących się w glebie kontrolnej. Mikroorganizmy wprowadzone wraz ze szczepionką EM mogły okazać się konkurencyjne w stosunku do drobnoustrojów autochtonicznych bytujących w glebie. W badanych próbkach glebowych różnice aktywności enzymatycznej pomiędzy poszczególnymi wariantami były na zbliżonym poziomie, aczkolwiek dla próbki kontrolnej zanotowano większą aktywność dehydrogenaz w porównaniu do próbki z EM.
4. Po wielokrotnych zabiegach z EM, badania mikrobiologiczne wykazały większą liczbę bakterii oligotroficznych znajdujących się w próbkach kontrolnych. W kombinacjach z EM ich zawartość była zbliżona. Liczebność bakterii kopiotroficznych była zbliżona dla wszystkich wariantów. Zdecydowaną większą liczebność promieniowców zanotowano w próbce kontrolnej. Wpływ zabiegów EM został jedynie odzwierciedlony w badaniach próbki pobranej z powierzchni, gdzie najczęściej wykonano zabiegi nalistne (15 x) i dotyczył on jedynie zwiększenia zawartości grzybów. Ogólnie, można przyjąć, że oprócz parametru "zawartość grzybów" nie stwierdzono znaczącego wpływu ani wykonanych zabiegów ani ich częstotliwości na liczebność drobnoustrojów.
5. W próbkach pobranych po wielokrotnych zabiegach z EM nie stwierdzono różnic w aktywności dehydrogenazy pomiędzy wariantami.

6. Zanotowano wzrost chlorofilu a + b w liściach po zakończeniu doświadczenia, w porównaniu do wartości uzyskanych w momencie jego rozpoczynania, jest to powiązane z intensywnością wzrostu roślin w trakcie sezonu. Nie stwierdzono znacznego wpływu zabiegów EM na zawartość chlorofilu a+b. Pojawiła się nawet tendencja zwiększonego udziału chlorofilu a+b w roślinach kontrolnych. W przypadku roślin traktowanych najczęściej EM (15x) zanotowano zmniejszenie zawartości chlorofilu, co zostało prawdopodobnie odzwierciedlone w najniższej masie zielonej roślin zebranych z wariantów z EM.
7. Zabiegi EM wpłynęły na rozwój roślin, co zostało odzwierciedlone w zwiększonych wartościach świeżej i suchej masy liści i korzenia lubczyka. Podobną tendencję zwiększenia masy surowca suchego i świeżego zaobserwowano po zabiegach EM na powierzchni kozłka. Dla obu ziół stwierdzono tendencję zwiększenia zawartości olejku. Zawartość chlorofilu w liściach kozłka lekarskiego po zabiegach mikrobiologicznych były niższe w porównaniu do liści kontrolnych. W przypadku lubczyka ogrodowego nie stwierdzono znacznych różnic.

Sprawozdanie z etapu badań zrealizowanego w roku 2011 znajdzie się na stronie internetowej <http://www.ior.poznan.pl>

Autorzy dziękują Pani dr hab. Iwonie Morkunas oraz Zespołowi Zespołu Zakładu Fizjologii Roślin UP w Poznaniu, który zaangażowany był w niniejsze badania. Osobne podziękowania są kierowane do Pani dr hab. Katarzyny Łożykowskiej wraz z Zespołem z IWNiRZ w Plewiskach oraz do Pani dr inż. Katarzyny Głuchowskiej z Katedry Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej UP w Poznaniu

W przypadku pytań: J.Kowalska@iorpib.poznan.pl, tel. 61-864-90-77

Sporządziła: dr Jolanta Kowalska, Zakład Metod Biologicznych, IOR-PIB w Poznaniu