

Ocena pseudomikrobiologicznych biopreparatów stosowanych w uprawie roślin

¹Stefan Martyniuk, ²Jerzy Księżak

¹Zakład Mikrobiologii Rolniczej, ²Zakład Uprawy Roślin Pastewnych
Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Polska

Abstrakt. W doświadczeniach polowych oceniano wpływ biopreparatów EM-Farming i UGmax (Użyźniacz Glebowy) na plonowanie kukurydzy uprawianej w różnych systemach oraz na wybrane właściwości chemiczne gleb. Preparaty zastosowano zgodnie z zaleceniami ich producentów w dawkach dzielonych do oprysku gleby (przed siewem) i roślin: preparat EM-Farming w łącznej dawce 100 l i UGmax w dawce 4 l·ha⁻¹. W opracowaniu dokonano także oceny jakości biopreparatów EM i UGmax oraz ich efektywności w oddziaływaniu na plony roślin i właściwości gleby w oparciu o wyniki doświadczeń innych autorów, zarówno krajowych jak i zagranicznych. Wyniki badań własnych oraz autorów krajowych i zagranicznych jednoznacznie wskazują, że preparaty określane jako Efektywne Mikroorganizmy (EM-y) i Użyźniacz Glebowy UGmax nie mają istotnego wpływu ani na plonowanie roślin ani na właściwości gleb.

słowa kluczowe: Biopreparaty, efektywne mikroorganizmy, użyźniacz glebowy, jakość, plony roślin, efektywność, kukurydza

WSTĘP

Biomasa mikroorganizmów w glebach stanowi około 85% całej biomasy wszystkich organizmów żyjących w tym środowisku, a około 90% dwutlenku węgla (CO₂) powstającego w glebach ma pochodzenie drobnoustrojowe. Dane te świadczą o dużej aktywności metabolicznej i ogromnym znaczeniu mikroorganizmów dla większości procesów zachodzących w środowisku glebowym (Dahm i in., 2010; Kurek, Kobus, 1990; Martyniuk, 2009; Nannipieri i in., 2000; Panhurst i in., 1998), wśród których najważniejszy jest rozkład i mineralizacja materii organicznej (resztki pozbiorowe, obornik i inne nawozy naturalne, komposty, poplony). W procesie tym oprócz mikroorgani-

zmów ważną rolę odgrywa także fauna glebowa (dżdżownice, roztocza), która przyczynia się do rozdrabniania i mieszania materii organicznej z glebą, w wyniku czego ułatwiany jest jej rozkład przez mikroorganizmy, czyli bakterie i grzyby glebowe. Rozkład resztek organicznych jest bardzo ważny ze względu na uwalnianie mineralnych form składników odżywczych stanowiących ważne źródło pokarmu dla roślin uprawnych. Ponadto w wyniku procesów mikrobiologicznej transformacji materii organicznej tworzona jest próchnica glebowa, której zawartość w glebie jest jednym z najważniejszych czynników decydujących o zdolności gleby do magazynowania wody i składników pokarmowych, a także o fizycznej strukturze (gruzelkowość, wymiana gazowa) gleby. Drobnoustroje przyczyniają się także do degradacji i detoksykacji różnych substancji zanieczyszczających gleby (ksenobiotyków), ograniczają rozwój szkodników i patogenów roślin oraz bezpośrednio (symbioza, mikoryza) lub pośrednio oddziałują na wzrost roślin (Bashan, 1998; Kandeke, Murer, 1993; Kurek, Kobus, 1990; Martyniuk, 2002; Rodriguez, Fraga, 1999; Vessey, 2003).

Kluczowa rola mikroorganizmów glebowych w przeprowadzaniu wyżej wymienionych procesów, a więc w kształtowaniu żyzności gleby powoduje, że od dawna prowadzono w wielu krajach badania ukierunkowane na wykorzystywanie różnych grup pożytecznych drobnoustrojów w praktyce rolniczej. W efekcie tych badań opracowano i wdrożono do produkcji w różnych krajach liczne biopreparaty, wśród których dominują preparaty wykorzystywane w biologicznej ochronie roślin. Preparaty te zawierają w swoim składzie mikroorganizmy antagonistyczne lub pasożytnicze w stosunku do patogenów i szkodników roślin. W 2005 roku w krajach członkowskich OECD zarejestrowanych było ponad 210 biologicznych środków ochrony roślin (biopestycydów) opartych na mikroorganizmach (Kabaluk, Gazdik, 2005). Tak liczna grupa biopreparatów wskazuje, że badania prowadzone w wielu ośrodkach naukowych zakończyły się sukcesem, a więc

Autor do kontaktu:

Stefan Martyniuk
e-mail: sm@iung.pulawy.pl
tel. +48 81 8863421 w. 247

Praca wpłynęła do redakcji 7 lipca 2011 r.

wdrożeniem do produkcji biopestycydów zawierających różne grupy mikroorganizmów (wirusy, bakterie i grzyby) oraz mikroskopijne nicienie. Jest to również niewątpliwy sukces producentów tych środków, często niewielkich firm, którzy podjęli trud, także finansowy, związany z rejestracją swoich produktów. Warto podkreślić, że rejestracja biologicznych środków ochrony roślin (b.ś.o.) odbywa się na podobnych zasadach jak chemicznych środków ochrony (Tomalak, 2007, 2010), czyli jest to proces nie tylko rygorystyczny, ale także bardzo kosztowny. Świadczą o tym np. koszty poniesione przez szwedzką firmę Bioagri (4,3 miliona euro) na zarejestrowanie na terenie UE dwóch biopreparatów zawierających bakterię *Pseudomonas chlororaphis*. Choć proces rejestracyjny tych środków jest dość kłopotliwy dla producentów (trwają prace nad jego ulepszeniem), to jednak należy podkreślić, że zapewnia on nie tylko bezpieczeństwo ich stosowania (dla ludzi i środowiska), ale także powoduje, że b.ś.o. są produktami o odpowiedniej jakości. W przypadku tych środków szczególnie ważna jest rzetelność w procesie ich wytwarzania i dobra jakość (czystość) produktu końcowego, bowiem proces rejestracyjny wymaga od producentów podania także wielu innych ważnych informacji (Tomalak, 2010) m.in. takich jak:

- dokładna nazwa i charakterystyka mikroorganizmu (makroorganizmu),
- dane dotyczące kolekcji, w której czysta kultura mikroorganizmu została zdeponowana,
- ilościowy skład preparatu (aktywna forma mikroorganizmu i jego zawartość, a także zawartość innych składników, np. nośnika),
- metoda oznaczania (identyfikacji) składu produktu,
- warunki przechowywania i okres przydatności,
- zakres (cel) i zasady stosowania,
- wyniki badań potwierdzających skuteczność biopreparatu.

Szczegółowa procedura rejestracyjna powoduje, co warto jeszcze raz podkreślić, że b.ś.o. roślin są produktami rzetelnymi i bezpiecznymi. Znany jest bowiem ich dokładny skład, konkretny cel i zakres ich stosowania oraz znana jest metoda badania i identyfikacji czynnika aktywnego, a więc także kontrolowania jakości preparatu znajdującego się w obrocie.

Dla praktyki rolniczej dostępne są również, choć w znacznie mniejszej liczbie, preparaty mikrobiologiczne, które są wykorzystywane do stymulowania wzrostu i plonowania niektórych gatunków roślin uprawnych, np. szczepionki zawierające bakterie symbiotyczne roślin bobowatych (motylkowatych) oraz szczepionki stosowane w leśnictwie do mikoryzacji sadzonek w szkółkach drzew (Bashan, 1998; Dahm i in., 2010; Maliszewska, 1953; Martyniuk, 2009; Smith, 1992; Vessey, 2003). W ostatnim dziesięcioleciu szeroko propagowane są wśród rolników preparaty mikrobiologiczne, reklamowane jako środki poprawiające nie tylko mikrobiologiczne właściwości gleb, ale także ich właściwości chemiczne i fizyczne oraz pod-

noszące w niewiarygodnie dużym stopniu plonowanie roślin. W odniesieniu do tych preparatów, a także innych produktów określanych jako środki poprawiające właściwości gleby, rejestrowanych na potrzeby rolnictwa ekologicznego, procedura rejestracyjna jest znacznie bardziej łagodna i nie stawia ona nawet wymogu prowadzenia badań potwierdzających skuteczność rolniczą tych produktów. Wykorzystują to niektórzy producenci lub dystrybutorzy różnych biopreparatów wprowadzając na rynek w naszym kraju produkty, których efektywność i jakość z mikrobiologicznego punktu widzenia są bardzo wątpliwe. Najbardziej znanym produktem w tej grupie jest preparat pochodzenia japońskiego – tzw. Efektywne Mikroorganizmy (EM) i różne jego modyfikacje (EM1, EM5, Ema, EM-Farming). Pod względem mikrobiologicznym biopreparaty te nie spełniają większości z wymienionych w tym artykule wymogów stawianych rzetelnym produktom wykorzystywanym w ochronie i uprawie roślin. Nieznany jest skład gatunkowy drobnoustrojów wykorzystywanych w EM-ach, najczęściej podaje się tylko, iż zawierają one 80 gatunków mikroorganizmów beztlenowych i tlenowych reprezentowanych przez bakterie fermentacji mlekowej, bakterie fototroficzne, promieniowce, drożdże i inne grzyby, ale brak jest jakiegokolwiek informacji na temat liczebności wymienionych grup drobnoustrojów (Higa, 2003). Ponadto nieznane są żadne oryginalne prace naukowe twórców tych preparatów, w których opisano by pochodzenie mikroorganizmów wchodzących w skład tych szczepionek, metody ich identyfikacji i namnażania oraz wyniki badań wykazujących przydatność i skuteczność omawianych biopreparatów w praktyce. Analiza literatury przedmiotu wykazała, że za granicą i w Polsce liczni autorzy badali EM-y i inne podobne produkty, zarówno pod względem ich oddziaływania na aktywność biologiczną gleb, jak i na plonowanie roślin, i uzyskiwali na ogół nieistotne efekty stosowania testowanych produktów.

W niniejszym opracowaniu dokonano oceny efektywności EM-ów i polskiego produktu UGmax, określanego jako Użyźniacz Glebowy, w produkcji polowej kukurydzy na tle badań krajowych i zagranicznych.

MATERIAŁY I METODY

Doświadczenie polowe z preparatem EM-Farming™ przeprowadzono w 2009 r. w RZD IUNG w Grabowie (woj. mazowieckie) na glebie płowej wytworzonej z gliny, zaliczonej do kompleksu żytowego bardzo dobrego. Było to statyczne doświadczenie polowe (od 2004 r.) z uprawą kukurydzy w monokulturze i zmianowaniu (jęczmień jary – pszenica ozima – kukurydza). W schemacie doświadczenia uwzględniono następujące obiekty:

1. monokultura kukurydzy – uprawa zerowa (siew bezpośredni);
2. monokultura kukurydzy – uprawa płuzna + uprawki doprawiające;
3. kukurydza w zmianowaniu – pełna uprawa roli.

Oprysk EM-Farming™ wykonano w następujących dawkach i terminach:

- przed siewem – 60 l·ha⁻¹,
- faza 6–8 liści – 20 l·ha⁻¹,
- dwa tygodnie później – 20 l·ha⁻¹.

W uprawie kukurydzy w monokulturze stosowane były dwa sposoby przygotowania roli do siewu: pełna uprawa płuzna i uprawa zerowa (siew bezpośredni). W obiekcie z pełną uprawą po zbiorze kolb słoma kukurydziana po rozdrobieniu była jesienią przyorana. Natomiast w obiekcie bez uprawy mechanicznej słoma (po poprzednim rozdrobieniu) pozostawała na powierzchni pola. W przypadku zmianowania corocznie były uprawiane gatunki wszystkich roślin, a pod kukurydzą była stosowana pełna dawka obornika. W gospodarstwach specjalizujących się w produkcji mleka jest to bardzo często jedyny gatunek, pod który obornik może być stosowany. Doświadczenie zakładano metodą długich pasów z lustrzanym odbiciem obiektów, powierzchnia poletka do siewu i zbioru wynosiła 18 m². Kukurydzą odmiany Delitop wysiewano siewnikiem punktowym, a dawki nawożenia mineralnego były następujące: N – 140 (70+70) kg·ha⁻¹, P₂O₅ – 80 kg·ha⁻¹ i K₂O – 125 kg·ha⁻¹. Kukurydzą wysiano 30 kwietnia w ilości 90000 nasion·ha⁻¹. Chwasty zwalczano stosując herbicyd Guardian 840 EC w dawce 3,5 l·ha⁻¹ bezpośrednio po siewie, a zbiór wykonano 8 października 2009 r. Kukurydza była uprawiana z przeznaczeniem na ziarno. Określano plon ziarna oraz jego strukturę. W czasie wegetacji wykonywano pomiary biometryczne roślin.

Doświadczenie polowe z Użyźniaczem Glebowym przeprowadzono w 2006 r. w RZD IUNG Puławy-Kępa (woj. lubelskie), na madzie brunatnej, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, klasy IIIa. Doświadczenie założono również metodą długich pasów z lustrzanym odbiciem obiektów, w 4 powtórzeniach. Wielkość pojedynczego poletka wynosiła 6 m x 78 m = 468 m², do zbioru 3 m x 20 m = 60 m². W schemacie doświadczenia uwzględniono 3 obiekty:

1. nawożenie NPK,
2. nawożenie NPK + Użyźniacz Glebowy,
3. nawożenie N + Użyźniacz Glebowy.

Przedplonem była szkółka drzew owocowych. Kukurydzą odmiany Birko

wysiano 15 maja siewnikiem punktowym w ilości 85000 nasion·ha⁻¹, a zebrano 11 października. Pod kukurydzą w obiektach 1 i 2 zastosowano następujące dawki nawożenia: N – 130 kg, P₂O₅ – 80 kg i K₂O – 120 kg·ha⁻¹ (Kemira 8:20:30), a dawkę azotu uzupełniono saletrą amonową. W obiekcie 3 zastosowano 130 kg N·ha⁻¹ w postaci saletry amonowej. Chwasty zwalczano herbicydem Guardian 840EC, zastosowanym w dawce 2,5 l·ha⁻¹ bezpośrednio po siewie.

Użyźniacz Glebowy UGmax zastosowano w formie oprysku w dwóch terminach: oprysk gleby w dawce 3 l·ha⁻¹ (300 l cieczy roboczej) i oprysk roślin w fazie 6 liści kukurydzy, w dawce 1 l·ha⁻¹ (300 l cieczy roboczej).

Po zakończeniu doświadczeń pobrano z warstwy ornej próbki glebowe w celu oceny wpływu obydwu badanych preparatów na właściwości i zasobność gleb w podstawowe makroelementy. Analizy chemiczne wykonano w certyfikowanym Głównym Laboratorium Analiz Chemicznych przy IUNG-PIB w Puławach. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie z zastosowaniem analizy wariancji, a istotność różnic oceniano półprzedziałem ufności Tukeya.

WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

Wykonanie oprysku gleby i roślin preparatem EM-Farming nie miało wpływu na plonowanie kukurydzy i wybrane elementy struktury plonu (tab. 1), a także na właściwości gleby (tab. 2) niezależnie od sposobu uprawy roli (uprawa zerowa lub pełna) oraz od tego czy kukurydza była uprawiana w monokulturze, czy w zmianowaniu z innymi zbożami. Po zbiorze kukurydzy uprawianej w zmianowaniu w obiekcie, w którym zastosowano omawiany preparat, stwierdzono nawet mniejsze zawartości N ogólnego, próchnicy fosforu i magnezu niż w obiekcie bez EM-Farming, natomiast w uprawie monokulturowej z zastosowaniem biopreparatu gleba zawierała

Tabela 1. Wpływ EM-Farming na obsadę roślin, masę 1000 ziaren, wilgotność oraz plon ziarna kukurydzy uprawianej w różnych systemach (doświadczenie w RZD Grabów)

Table 1. Effect of EM-Farming on plant density, 1000 grain weight, grain moisture and on seed yields of maize grown under various cultivation systems (Experiment at RZD Grabów).

Obiekt Treatment	Obsada roślin [tys.·ha ⁻¹] Plant density [thous.·ha ⁻¹]	Masa 1000 ziaren 1000 seeds weight [g]	Wilgotność ziarna Grain moisture [%]	Plon ziarna Seed yield [t·ha ⁻¹]
Monokultura – uprawa zerowa; Monoculture – zero tillage				
EM	88,9	240	32,3	8,30
Bez EM; Without EM	88,7	242	32,7	8,38

NIR; LSD (α = 0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Monokultura – pełna uprawa; Monoculture – conventional tillage				
EM	90,1	258	30,5	9,32
Bez EM; Without EM	89,1	255	30,3	9,19

NIR; LSD (α = 0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Zmianowanie roślin – pełna uprawa; Crop rotation – conventional tillage				
EM	90,4	256	30,4	10,68
Bez EM; Without EM	89,8	252	29,6	10,92

NIR; LSD (α = 0,05)	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Tabela 2. Wpływ EM-Farming na pH, zawartość próchnicy i zasobność gleby w podstawowe makroelementy (doświadczenie w RZD Grabów)
Table 2. Effect of EM-Farming on soil pH, organic matter and macronutrients content (Experiment in RZD Grabów).

Obiekt Treatment	pH _{KCl}	N ogólny N total [%]	Próchnica Organic matter [%]	Zawartość w glebie Content in soil [mg/100 g]		
				P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Monokultura – uprawa zerowa; Monoculture – zero tillage						
EM	6,4	0,85	0,75	20,0	14,6	3,3
Bez EM; Without EM	6,3	0,86	0,76	17,5	14,0	3,4
Monokultura – pełna uprawa; Monoculture – conventional tillage						
EM	6,8	0,083	0,74	23,9	9,1	3,8
Bez EM; Without EM	6,9	0,084	0,75	24,1	7,4	3,6
Zmianowanie roślin – pełna uprawa; Crop rotation – conventional tillage						
EM	6,9	0,074	0,64	20,7	7,9	3,1
Bez EM; Without EM	7,0	0,079	0,69	21,3	7,9	3,5

Tabela 3. Wpływ UGmax na obsadę roślin, masę 1000 ziaren, wilgotność oraz plon ziarna kukurydzy (doświadczenie w RZD Puławy-Kępa)
Table 3. Effect of UGmax on plant density, 1000 grains weight, grain moisture and seed yields of maize grown under various cultivation systems (Experiment at RZD Puławy-Kępa).

Obiekt Treatments	Obsada roślin Plant density (tys./ha)	Masa 1000 ziaren 1000 seeds weight (g)	Wilgotność ziarna Grain moisture (%)	Plon ziarna Grain yield (t/ha)
NPK	81,1 a	344,8 a	27,6	9,86
NPK + UGmax	75,6 b	356,4 b	27,5	9,82
N + UGmax	72,2 b	363,0 b	27,1	9,33
NIR ($\alpha = 0,05$)			r.n.	r.n.

a, b – liczby w kolumnach z taką samą literą nie różnią się istotnie; numbers with the same letters do not differ significantly

Tabela 4. Wpływ UGmax na pH, zawartość próchnicy i zasobność gleby w podstawowe makroelementy (doświadczenie w RZD Puławy-Kępa)
Table 4. Effect of UGmax on soil pH, organic matter and macronutrients content (Experiment in RZD Puławy-Kępa).

Obiekt Treatments	pH _{KCl}	N ogólny Total N [%]	Próchnica Organic matter [%]	Zawartość; Content [mg/100 g gleby; soil]		
				P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
NPK	6,81	0,129	1,81	22,2	23,8	18,9
NPK + UGmax	6,79	0,118	1,74	21,4	21,4	19,7
N + UGmax	6,69	0,137	1,80	18,8	23,1	19,2

więcej P (w uprawie zerowej) i K niż gleba w obiekcie kontrolnym (bez EM). Wymienione różnice należy uznać za wynikające raczej z dobrze znanej nauce zmienności glebowej, a nie za efekt zastosowania (bądź nie) badanego czynnika.

Podobne efekty uzyskano w doświadczeniu, w którym testowano Użyźniacz Glebowy (wyciąg z kompostu). Produkt ten także nie miał istotnego

wpływu na plon kukurydzy i wilgotność ziarna, ale spowodował istotny spadek obsady roślin, w wyniku czego wzrosła MTZ (tab. 3). Użyźniacz Glebowy nie wpłynął korzystnie na żadną z badanych właściwości gleby (tab. 4).

DYSKUSJA

Przedstawione wyniki jednorocznych doświadczeń polowych wskazują wyraźnie, że badane biopreparaty nie miały istotnego wpływu na plonowanie kukurydzy, a więc stosowanie tych produktów w praktyce rolniczej nie ma, naszym zdaniem, racjonalnych podstaw. Wyniki doświadczeń jednorocznych uznaje się na ogół za mało wiarygodne, mimo to zdecydowaliśmy się na ich opublikowanie z dwóch powodów. Po pierwsze dlatego, że produkt, który ma solidne podstawy naukowe i który polecany jest do szerokiego użycia, powinien charakteryzować się mniejszą lub większą skutecznością po każdej jego aplikacji, czyli w każdym roku, a wyniki naszych doświadczeń wskazują, że tak nie jest. Po drugie, wyniki tych doświadczeń traktujemy jako rozszerzenie i potwierdzenie wcześniejszych wyników badań innych autorów nad omawianymi produktami. Jednym z ważniejszych są badania Sulewskiej i Ptaszyńskiej (2005), które w 3-letnich doświadczeniach polowych analizowały wpływ trzech preparatów pseudomikrobiologicznych: EM-1, Phylozanit M i Bactofil A na plonowanie i strukturę plonu kukurydzy. Żaden z tych preparatów nie powodował istotnych przyrostów plonów kukurydzy, a w przypadku Bactofilu A efekt był nawet negatywny. Sulewska i in. (2009) badali również oddziaływanie Użyźniacza Glebowego UGmax na plonowanie kukurydzy, tym razem w doświadczeniach jednorocznych. W doświadczeniach tych uzyskano istotne statystycznie przyrosty plonów kukurydzy zbieranej na ziarno i kiszonkę pod wpływem badanego preparatu, choć jego wpływ na wszystkie parametry wzrostu roślin, takie jak indeks zazielenienia, wysokość roślin, liczba kolb, MTZ, czy na oddychanie gleby, był statystycznie nieistotny. Tyburski i Łachacz (2009) analizowali plonowanie pszenicy jarej w warunkach uprawy ekologicznej po 3-letnim

stosowaniu takich produktów jak: preparat biodynamiczny krowieńca, Humobak, Użyźniacz Glebowy UGmax i Efektywne Mikroorganizmy (EM). W przypadku Humobaku efekt był wyraźnie ujemny, a pozostałe preparaty też nie wpływały korzystnie na plon i jego strukturę oraz na fizyczne właściwości gleby ciężkiej. Piskier (2006) również nie uzyskał istotnych statystycznie przyrostów plonów pszenicy jarej pod wpływem produktu EM-1. Nowacki i in. (2010) badali, w warunkach rolnictwa ekologicznego, wpływ EM-Farming na plonowanie żyta ozimego, owsa, peluszkę i ziemniaka i nie stwierdzili istotnego wpływu tego preparatu na plony badanych gatunków roślin. W doświadczeniu wazonowym Kucharski i Jastrzębska (2005) wykazali jednoznacznie negatywny wpływ EM-1 i EM-2 na wzrost i rozwój sałaty. W naszym kraju przeprowadzono ponadto liczne próby rozwiązywania różnych problemów związanych z uprawą roślin za pomocą omawianych preparatów. Na przykład, Wojtala-Łozowska i Parylak (2010) badały wpływ użyźniacza glebowego UGmax na zdrowotność i plony pszenicy ozimej w zależności od przedplonu, Stępień i Adamiak (2009) analizowali zmiany w nasileniu chorób pszenicy jarej i ozimej pod wpływem EM-1, Okorski i Majchrzak (2008) oceniali wpływ EM-1 na grzyby zasiedlające nasiona grochu, a Fałtyń i Miszkieło (2008) badali wpływ EM-A na kiełkowanie i wzrost siewek pszenicy jarej. Wyniki tych prac na ogół wskazują na nieskuteczność badanych preparatów, a przypadku niektórych z wymienionych badań ocena ich wpływu na analizowane cechy jest utrudniona ze względu na brak analiz statystycznych uzyskanych wyników.

Wspomniano już, że twórcy i dystrybutorzy EM-ów i innych biopreparatów prezentują je jako środki o wręcz cudownych właściwościach (np. zawarte w EM mikroorganizmy mogą przeżywać w temp. ponad 700°C) i skutecznych nie tylko w stymulowaniu wzrostu i zdrowotności roślin oraz wielu procesów mikrobiologicznych w glebach, ale także korzystnie oddziałujących na liczne chemiczne i fizyczne właściwości gleb (Higa, 2003; <http://www.emy.com.pl/mikroorganizmy>; <http://www.emgreen.pl>). Wyniki badań własnych oraz przedstawione powyżej wyniki innych autorów wskazują, że tak nie jest. Podaje się ponadto, że EM-y zmniejszają emisję amoniaku i innych odorów z obór i chlewni, przyspieszają proces kompostowania nawozów naturalnych i resztek roślinnych oraz korzystnie wpływają na jakość uzyskiwanych z tych materiałów kompostów. W odniesieniu do tych ostatnich zagadnień warto wspomnieć o badaniach Dacha i in. (2009), którzy nie stwierdzili żadnego wpływu dodatku preparatu EM na proces kompostowania osadu ściekowego, jakością uzyskanego kompostu, czy na emisję gazów (CO₂, amoniak). W podobnych badaniach holenderskich również nie uzyskano korzystnego oddziaływania EM-A na jakość gnojowicy (Van Vliet i in., 2006).

Wśród publikacji zagranicznych dotyczących EM-ów na uwagę zasługuje zwłaszcza opracowanie Condor i in.

(2006), którzy dokonali przeglądu literatury światowej dotyczącej oddziaływania tych produktów na plonowanie różnych gatunków roślin i właściwości gleb. Autorzy ci stwierdzili, że większość doświadczeń z pozytywnymi wynikami badań przeprowadzono w krajach orientalnych (Pakistan, Indonezja, Tajlandia), a wyniki tych badań publikowano najczęściej w nierecenzowanych materiałach z konferencji sponsorowanych przez producentów i dystrybutorów tych środków, a tylko nieliczne w czasopiśmie o niskim IF. Natomiast żadne z renomowanych czasopism naukowych o tematyce gleboznawczej, takich jak: *European Journal of Soil Biology*, *Geoderma*, *Soil Biology and Biochemistry*, *Soil Science Society of America Journal* czy *Agriculture Ecosystems & Environment*, nie zamieściło na swoich łamach jakiegokolwiek pracy na temat EM-ów. Bardzo ważna, krytyczna praca badaczy holenderskich (Van Vliet i in., 2006), opublikowana w dobrym czasopiśmie, wykazała nieskuteczność preparatu EM-A w oddziaływaniu zarówno na jakość gnojowicy, jak i na plonowanie trawy nią nawozonej. Autorzy ci badali również jakość produktu EM-A pod względem mikrobiologicznym. Analizując DNA wyekstrahowany z tej szczepionki za pomocą nowoczesnej metody PCR-DGGE stwierdzili niskie liczebności bakterii w handlowym preparacie EM, chociaż po aktywacji tego preparatu (EM-A) liczebność bakterii wzrosła. Stwierdzono ponadto, że różne serie zarówno nieaktywowanych, jak i aktywowanych produktów EM charakteryzowały się dużą zmiennością pod względem zawartości w nich bakteryjnego DNA, co świadczy o bardzo małej powtarzalności (stabilności) tych preparatów. Z publikacji zagranicznych warto przytoczyć także 4-letnie badania polowe przeprowadzone w warunkach szwajcarskich, w których zastosowano dwa obiekty kontrolne, jeden „zerowy” – bez EM-ów, a w drugim do opryskiwania gleby lub roślin użyto takiego samego płynu (rozcieńczona zawiesina EM-ów) jak we właściwym obiekcie badawczym, ale po inaktywacji w nim mikroorganizmów lub po usunięciu mikroorganizmów w inny sposób, np. przez filtrowanie. We wnioskach końcowych autorzy tych badań jednoznacznie stwierdzają, że preparaty EM-ów nie miały istotnego wpływu ani na plony badanych roślin (ziemniak, jęczmień ozimy, lucerna, pszenica ozima), ani na właściwości mikrobiologiczne gleby (Mayer i in., 2008).

We wstępie do niniejszego artykułu napisano, że preparaty EM, UGmax oraz inne podobne produkty pseudomikrobiologiczne nie powstały w oparciu o jakiegokolwiek badania naukowe. Nie mają więc one na ogół żadnych podstaw naukowych i nie spełniają wymogów stawianych rzetelnym preparatom mikrobiologicznym (Martyniuk, 2009; Tomalak, 2007, 2010). O tego typu pseudomikrobiologicznych preparatach doglebowych pisał już wcześniej Dunningan (1979), wskazując m.in., że „Ich sposób działania jest z reguły okryty całunem tajemniczości oraz brak jest niepodważalnych danych potwierdzających twierdzenia o skuteczności tych produktów”.

Celowe jest również przypomnienie dlaczego trudno jest uzyskać pozytywne efekty stosowania preparatów mikrobiologicznych, nawet tych opartych na rzetelnych podstawach naukowych, w warunkach polowych. Badania nad wykorzystaniem różnych grup mikroorganizmów glebowych w praktyce rolniczej do podnoszenia żyzności gleb i plonowania roślin prowadzono już od zarania rozwoju mikrobiologii glebowej (Bashan, 1998; Dahm i in., 2010; Rodriguez i Fraga, 1999; Smith, 1992; Vessey, 2003). Na przykład, szczepionki zawierające bakterie symbiotyczne roślin motylkowatych (bobowatych) stosowano już pod koniec XIX wieku. Produkowane są one i stosowane w wielu krajach także obecnie i jest to właściwie jedyny przykład tak szerokiego wykorzystywania preparatów mikrobiologicznych w praktyce rolniczej. Sukces ten związany jest m.in. z tym, że szczepionki z bakteriami symbiotycznymi (rizobiami) stosowane są najczęściej do otoczkowania nasion roślin bobowatych (Martyniuk, 2009; Smith, 1992; Tompson, 1991). Taki sposób aplikacji ułatwia wprowadzenie dużej liczby bakterii (10^3 – 10^6 komórek na każde nasiono) bezpośrednio do strefy korzeniowej siewek roślin, zwiększając w efekcie szanse (konkurencyjność) bakterii szczepionkowych na zawiązanie efektywnej symbiozy (brodawek) z korzeniami roślin. Wprowadzanie biopreparatów mikrobiologicznych do całej masy gleby na polu nie daje najczęściej żadnych efektów. Próby takie prowadzono z wieloma grupami drobnoustrojów glebowych, m.in. z bakteriami fosforolitycznymi, wolno żyjącymi w glebie asymilatorami N_2 (*Azotobacter* spp.) i innymi. Niska skuteczność szczepionek doglebowych związana jest ze skomplikowanymi interakcjami pomiędzy organizmami glebowymi oraz z oddziaływaniem bardzo zmiennych warunków pogodowych i abiotycznych właściwości gleb na rozwój organizmów glebowych. Na przykład, bakterie należące do rodzaju *Azotobacter* charakteryzują się dużą wrażliwością na kwaśny odczyn gleby i nie występują zwykle, lub ich liczebności są bardzo niskie, w glebach o pH poniżej 6,0 (Maliszewska, 1953; Martyniuk, 2002). Szczepienie gleb kwaśnych nawet dużą ilością preparatów zawierających omawiane bakterie nie może dać jakiegokolwiek efektów, ponieważ nie zasiedlą one tych gleb, a staną się jedynie pożywieniem dla innych organizmów glebowych. Także szczepienie preparatami zawierającymi bakterie *Azotobacter* gleb o odczynie sprzyjającym rozwojowi tych bakterii nie daje w warunkach produkcyjnych istotnych efektów pozytywnych w postaci przyrostu zawartości azotu w glebach czy plonów roślin, m.in. dlatego, że proces wiązania N_2 wymaga dużych ilości energii, której w glebie na ogół brakuje, a jeśli jest, to konkuruje o nią wiele organizmów. Ponadto należy pamiętać, że każda gleba w warunkach naturalnych zasiedlona jest przez mikroorganizmy, które w toku wielowiekowego procesu glebotwórczego najlepiej przystosowały się do życia w danej glebie i skolonizowały w niej wszystkie dostępne i umożliwiające egzystencję „nisze” ekologiczne (Condor i in., 2006; Nannipieri i in., 2000; Van Vliet i in., 2006).

Liczebność drobnoustrojów wprowadzanych do gleby w postaci szczepionek jest zwykle redukowana do poziomu naturalnego. Trudności w uzyskaniu istotnych efektów ze stosowania biopreparatów doglebowych wynikają także z prostych proporcji ilościowych. W jednym gramie gleby można znaleźć od kilkudziesięciu milionów do miliarda komórek bakteryjnych, a w nawozach naturalnych (gnojowica, obornik) ich liczebność jest jeszcze większa (Martyniuk i Myśków, 1977; Van Vliet i in., 2006). W przeliczeniu na hektar biomasa mikroorganizmów sięga kilku ton, a w glebach bardzo żyznych nawet kilkunastu ton. Aby mikroorganizmy wprowadzane do gleby w biopreparacie mogły rozwijać się i konkurować z tak ogromną biomasą autochtonicznych drobnoustrojów glebowych, należałoby stosować bardzo duże, nieopłacalne w praktyce, ilości biopreparatów oraz zmienić środowisko glebowe tak, aby faworyzowało ono rozwój wprowadzanego organizmu, co jest również bardzo trudne. Oznaczając liczebność mikroorganizmów w jednym z badanych preparatów (UGmax) stwierdziliśmy (dane nieopublikowane), że w zalecanej dawce (około 1 litra) na hektar zawiera on mniej bakterii niż można znaleźć w 100 gramach gleby. Jest rzeczą oczywistą, że tak niewielka liczebność drobnoustrojów w tym preparacie, w dodatku nieprzystosowanych do życia w środowisku glebowym, nie może w jakikolwiek sposób wpłynąć na właściwości gleby i plonowanie roślin.

PODSUMOWANIE

Wyniki badań własnych, podobnie jak szeregu doświadczeń przeprowadzonych w kraju i za granicą, wskazują, że preparaty określane jako Efektywne Mikroorganizmy (EM) nie mają istotnego wpływu na plonowanie roślin i właściwości gleb. Użyźniacz glebowy (UGmax) w badaniach własnych i w większości badań innych autorów krajowych również nie wykazuje korzystnego oddziaływania na plony roślin i jakość gleb. Stosowanie tych produktów w praktyce rolniczej nie ma więc uzasadnienia.

LITERATURA

- Bashan Y., 1998.** Inoculants of plant growth-promoting bacteria for use in agriculture. *Biotechnol. Adv.*, 16(4): 729-770.
- Condor A.F., Perez P.G., Lokare Ch., 2006.** Effective Microorganisms: Myth or reality *Rev. Peru. Biol.*, 14(2): 315-320. <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/biologia/14n2/pdf>
- Dach J., Wolna-Murawka A., Zbytek Z., 2009.** Wpływ dodatku efektywnych mikroorganizmów (EM) na przebieg procesu kompostowania i wielkość emisji gazowych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 54(3): 49-54.
- Dahm H., Wrótniak-Drzewiecka W., Pauter A., 2010.** Microbial biofertilizers. W: *Physical, chemical and biological processes in soils*; red.: L.W. Szajdak, A.K. Karabanow, *Prodrak*, Poznań: 537-547.
- Dunnigan E.P., 1979.** Microbial fertilizers, activators and conditioners: a critical review of their value to agriculture. *Dev. Indist. Microbiol.*, 20: 311-322.

- Faltyn U., Miszkio T., 2008.** Wpływ efektywnych mikroorganizmów (EM[®]) na zdolność kiełkowania ziarna pszenicy jarej. Zesz. Nauk. UP Wrocław, Rolnictwo, 568: 31-35.
- Higa T., 2003.** Rewolucja w ochronie naszej planety. Fundacja – Rozwój SGGW, Warszawa, 152 ss.
- Kabaluk T., Gazdik K., 2005.** Directory of Microbial Pesticides for Agricultural Crops in OECD Countries. Agriculture and Agri-Food, Canada, 2005, pp. 242. http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/collection_2009/agr/A42-107-2007E.pdf
- Kandele E., Murer E., 1993.** Aggregate stability and soil microbial processes in a soil with different cultivation. Geoderma, 56: 503-513.
- Kucharski J., Jastrzębska E., 2005.** Rola efektywnych mikroorganizmów w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleby. Inż. Ekol., 12: 295-296.
- Kurek E., Kobus J., 1990.** Korzystne i szkodliwe oddziaływanie mikroflory ryzosferowej na wzrost roślin. Post. Mikrobiol., 29: 103-123.
- Maliszewska W., 1953.** Szczepienie roślin azotobakterem. Roczn. Nauk Rol., 68(A1): 3-51.
- Martyniuk S., Myśków W., 1977.** Development of some groups of microorganisms in liquid cattle manure and farmyard manure during their fermentation. Acta Microbiol. Pol., 26(2): 213-220.
- Martyniuk S., 2002.** Systemy biologicznego wiązania azotu. Naw. Nawoż./Fertiliz. Fertilizat., 1: 264-277.
- Martyniuk S., 2009.** Wytwarzanie preparatów mikrobiologicznych na przykładzie bakterii symbiotycznych roślin motylkowatych. J. Res. Appl. Agric. Eng., 55(4): 20-23.
- Mayer J., Scheid S., Oberholzer H-R., 2008.** How effective are "Effective microorganisms"? Results from an organic farming field experiment. W: 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, p. 40-43. <http://orgprints.org/14838>
- Nannipieri P., Falchini L., Landi L., Pietramellara G., 2000.** Management of soil microbiota. W: Biological Resource Management; red.: E. Balazs, E. Galante, J.M. Lynch, J.S. Schepers, D. Werner, J-P. Toutant, P.A. Werry, Springer, Germany, ss. 237-255.
- Nowacki W., Goliszewski W., Trawczyński C., Zarzyńska K., 2010.** Nawadnianie oraz ochrona roślin w systemie ekologicznym czynnikami utrzymującymi wysoką żyzność gleby oraz stabilizującymi i poprawiającymi jakość plonów (ze szczególnym uwzględnieniem ziemniaka). Sprawozdanie z prowadzenia w 2010 badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego. <http://www.ihar.edu.pl/ihar.php>.
- Okorski A., Majchrzak B., 2008.** Grzyby zasiedlające nasiona grochu siewnego po zastosowaniu preparatu mikrobiologicznego EM 1. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 48(4): 1315-1318.
- Panhurst C.E., Rogers S.L., Gupta V.S.R., 1998.** Microbial parameters for monitoring soil pollution. W: Environmental Biomonitoring; red.: J.M. Lynch, A. Wiseman, Cambridge University Press, UK, ss. 46-69.
- Piskier T., 2006.** Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i absorbentów glebowych. J. Res. Appl. Agric. Eng., 51(2): 136-138.
- Rodriguez H., Fraga R., 1999.** Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotech. Adv., 17: 319-339.
- Smith R.S., 1992.** Legume inoculant formulation and application. Can. J. Microbiol., 38: 485-492.
- Stępień A., Adamiak E., 2009.** Efektywne mikroorganizmy (EM1) i ich wpływ na występowanie chorób zbóż. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 49(4): 2027-2030.
- Sulewska H., Ptaszyńska G., 2005.** Reakcja kukurydzy uprawianej na ziarno na stosowanie preparatów mikrobiologicznych. Pam. Puł., 140: 271-285.
- Sulewska H., Szymańska G., Pecio A., 2009.** Ocena efektów stosowania użyźniacza glebowego UGmax w uprawie kukurydzy na ziarno i kiszonkę. J. Res. Appl. Agric. Eng., 55(4): 120-125.
- Tomalak M., 2007.** Rejestracja biologicznych środków ochrony roślin w Europie – nowe perspektywy. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 47(4): 233-240.
- Tomalak M., 2010.** Rynek biologicznych środków ochrony roślin i przepisy legislacyjne. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 50(3): 1053-1063.
- Tompson J.A., 1991.** Legume inoculant production and control. W: Report on expert consultation on legume inoculants production and control, FAO, Rome, Italy, ss. 15-32.
- Tyburnski J., Lachacz A., 2009.** Efektywność środków ulepszających glebę ciężkie w gospodarstwach ekologicznych. Sprawozdanie z badań podstawowych na rzecz rolnictwa ekologicznego w zakresie upraw polowych metodami ekologicznymi, 2009. <http://www.uwm.edu.pl/wksir/systemy/raporty>
- Van Vliet P.C.J., Bloem J., de Goede R.G.M., 2006.** Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Microorganisms (EM) to slurry manure. Appl. Soil Ecol., 32(2): 188-198.
- Vessey J.K., 2003.** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil, 255: 571-586.
- Wojtala-Lozowska L., Parylak D., 2010.** Porażenie pszenicy ozimej przez choroby podsuszkowe w zależności od przedplonu, zastosowania użyźniacza glebowego i materiału siewnego. Progr. Plant Protect./Post. Ochr. Rośl., 50(4): 2057-2064. <http://www.emy.com.pl/mikroorganizmy> <http://www.emgreen.pl>

S. Martyniuk, J. Książak

EVALUATION OF PSEUDO-MICROBIAL BIOPREPARATIONS USED IN CROP PRODUCTION

Summary

In field experiments the effect of EM (Effective Microorganisms) and UGmax (Soil Improver) on maize yields and some chemical soil characteristics was assessed. The biopreparations were applied in split doses according to the recommendations of their producers: EM in the total volume of 100 liters and UGmax in 4 liters ha⁻¹. In this article quality of EM and UGmax, and their effectiveness in improving crop yields and soil properties were also evaluated based on results of other domestic field experiments and on results of foreign studies. Results of all these experiments indicate that the preparations called Effective Microorganisms (EM) and Soil Improver (UGmax) exert no significant effects on crop yields and on soil properties.

key words: bio-preparation, effective microorganisms, soil improver, maize yield