

Anna Kocoń, Anna Gałązka

*Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach*

WPŁYW PREPARATÓW Z MIKROORGANIZMAMI POŻYTECZNYMI
NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE GLEBY ORAZ PLON ROŚLIN*

Słowa kluczowe: preparaty z mikroorganizmami pożytecznymi, właściwości fizyczne i chemiczne gleby, plon roślin

Wstęp

W związku z proekologicznymi technologiami uprawy roślin poszukuje się nowych, biologicznych metod, których celem będzie między innymi zwiększenie żyzności gleby poprzez wzrost jej aktywności mikrobiologicznej, poprawę właściwości fizykochemicznej gleby, a w efekcie końcowym wzrost plonu roślin. Do takich metod zaliczyć można próby kształtowania żyzności gleby z wykorzystaniem preparatów z mikroorganizmami pożytecznymi tzw. Efektywnymi Mikroorganizmami (funkcjonujące na rynku – pod różnymi nazwami) (9, 11, 12, 13, 16, 26). Preparaty takie są obecnie dość szeroko stosowane w praktyce rolniczej. Pierwotna koncepcja Efektywnych Mikroorganizmów (EM) opracowana została w latach 80. XX w. przez profesora Teruo Higa z Japonii. Do Polski dotarła ponad 10 lat temu (6). Założeniem koncepcji jest wprowadzenie do gleby mieszanki wyselekcjonowanych kultur pożytecznych, naturalnie występujących w przyrodzie mikroorganizmów, w postaci preparatów pospolicie zwanych „ulepszaczami”, których głównym zadaniem jest zwiększenie biologicznej różnorodności gleby oraz poprawa właściwości i jakości gleby.

Preparaty mikrobiologiczne mają obecnie szerokie zastosowanie, wykraczające często poza obszar rolnictwa. W ramach kształtowania żyzności gleby stosuje się je, po rozcieńczeniu z wodą, w formie oprysku na glebę, ściernisko, słomę, poplony roślinne, które następnie przykrywa się cienką warstwą gleby. Proponuje się wykorzystanie preparatów mikrobiologicznych również do zaprawy materiału siewnego, a także

* Opracowanie wykonano w ramach zadania 2.3 w programie wieloletnim IUNG-PIB.

w celach ochronnych, stosując w sezonie wegetacyjnym roślin od 1 do 3 oprysków nalistnych.

Dotychczasowy stan wiedzy odnośnie wpływu preparatów z pożytecznymi organizmami na poprawę żyzności gleby czerpany jest głównie z badań komercyjnych, zleczanych różnym instytucjom przez poszczególne firmy zajmujące się produkcją i dystrybucją tych środków, a także z fragmentarycznych badań naukowych (8, 9, 11, 16, 17, 19, 20, 22, 25, 33).

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie stanu wiedzy odnośnie wpływu wybranych, najpopularniejszych preparatów z pożytecznymi organizmami na poprawę właściwości fizycznych i chemicznych gleby oraz plonowanie roślin.

Co to są preparaty z pożytecznymi mikroorganizmami?

Preparaty z pożytecznymi mikroorganizmami są to produkty płynne zawierające kombinacje różnych mikroorganizmów, między innymi: drożdże, bakterie kwasu mlekowego, bakterie z rodzaju *Azotobacter* spp., bakterie fototropiczne (np. z rodziny *Athiorhodaceae*, *Thiorhodaceae*, *Chlorobacteriaceae*), inne rodzaje bakterii, np. promieniowce, *Pseudomonas*. Ponadto mogą one zawierać wybrane składniki pokarmowe np. N, P, K, oraz mikroelementy (6).

Bakterie kwasu mlekowego mają silne właściwości sterylizujące, hamują w środowisku rozwój takich drobnoustrojów, jak: fusarium, enterokoki, salmonella, bakterie coli, produkują kwas mlekowy z cukrów i innych węglowodanów wytwarzanych przez bakterie fotosyntetyzujące i drożdże, przyspieszają rozkład materii organicznej. Bakterie fotosyntetyzujące są niezależnymi, samożywymi mikroorganizmami, tworzą pożyteczne dla roślin substancje z wydzielin korzeni, materiału organicznego i szkodliwych gazów, jak siarkowodór, produkują aminokwasy, kwasy nukleinowe i substancje bioaktywne. Drożdże natomiast syntetyzują pożyteczne dla roślin substancje z wydzielin bakterii fotosyntetyzujących, a ich z kolei wydzieliny są substratem dla bakterii kwasu mlekowego i promieniowców.

W niniejszej pracy podjęto próbę przedstawienia stanu wiedzy odnośnie stosowania i wpływu 3 najpopularniejszych preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami, tj. EM, EmFarma (starsza nazwa ProBioEMy czy też EM Farming) oraz Użyźniacza Glebowego UGmax na kształtowanie wybranych parametrów żyzności gleby oraz plonowanie roślin.

Preparat EM jest biologiczną mieszanką składającą się z mikroorganizmów pochodzenia naturalnego, należących m.in. do bakterii kwasu mlekowego, bakterii fotosyntetyzujących, drożdży, promieniowców i grzybów pleśniowych. Szczepionkę tę opracował przed ok. 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*) (6, 9). EM oprócz

mikroorganizmów często zawierają także N organiczny. Obecnie dostępne są różne warianty tego preparatu np. EM Naturalnie Aktywny, EM-A, EM-1.

UGmax – Użyźniacz Glebowy jest ekstraktem z gnojowicy oraz obornika i, jak deklaruje producent, służy do podnoszenia urodzajności gleby. Zawiera między innymi następujące mikroorganizmy: bakterie kwaszące typu kwasu mlekowego, bakterie fotosyntetyczne, *Pseudomonas* ssp., *Penicillium*, *Azotobacter*; drożdże, promieniowce, a także następujące makro- i mikroelementy: N, P, K, Mg, S, Na i Mn (21, 28). Zdaniem producenta jest to unikalny, naturalny preparat stwarzający nowe możliwości w technologii uprawy gleby i roślin.

W skład preparatów mikrobiologicznych typu **EmFarma** wchodzi bakterie kwasu mlekowego (*Lactobacillus* i *Bifidobacterium*), promieniowce oraz drożdże (*Saccharomyces*) produkujące substancje o charakterze związków fitohormonalnych, enzymy i inne oraz związki stanowiące najczęściej pożywkę dla bakterii kwasu mlekowego i pożytecznych promieniowców (*Actinomycetes*). W skład tych preparatów wchodzi także bakterie fotosyntetyzujące, które odgrywają wiodącą rolę w procesach biochemicznych.

Wszystkie te środki, choć ich skład różni się, mają ten sam cel – poprawić właściwości fizyczne, chemiczne oraz biologiczne gleby, co powinno przekładać się na plon w sposób jakościowy i ilościowy. Omawiane preparaty w niniejszym opracowaniu są nazywane zamiennie preparatami z pożytecznymi mikroorganizmami, preparatami mikrobiologicznymi, Efektywnymi Mikroorganizmami lub biopreparatami.

Stosowanie preparatów z Efektywnymi Mikroorganizmami a właściwości fizykochemiczne gleby

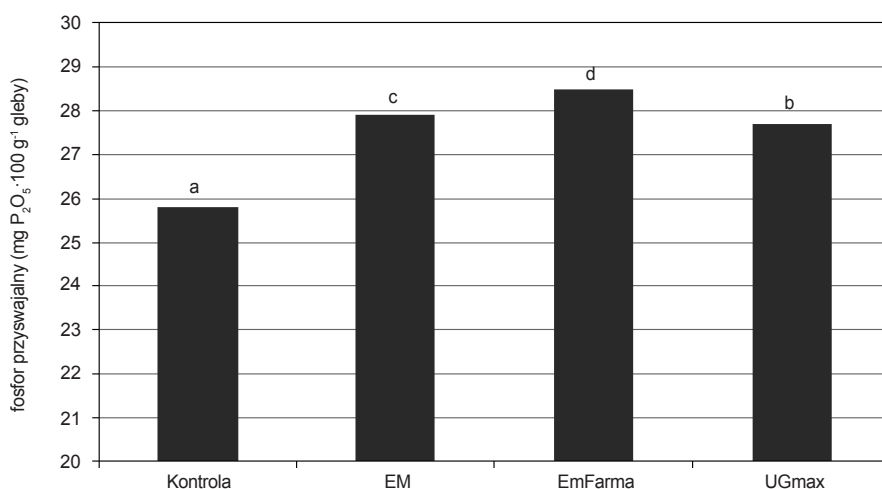
Działania promocyjno-reklamowe producentów preparatów sugerują, że stosowanie tych środków znacznie poprawia właściwości fizykochemiczne gleby, między innymi zwiększa zawartość substancji organicznej oraz zawartość dostępnych składników pokarmowych w glebie dla roślin. W literaturze przedmiotu mało jest badań odnośnie wpływu preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami na właściwości fizykochemiczne gleby, a dostępne informacje i badania są niejednoznaczne (2, 10, 18, 29). Z niektórych doniesień literatury polskiej i zagranicznej wynika, że wprowadzając preparaty z pożytecznymi mikroorganizmami, uzyskuje się poprawę jej właściwości fizycznych i chemicznych (3, 29), a uzależnione jest to od dawki preparatu oraz rodzaju gleby (10, 11). Zdaniem Kaczmarka i in. (10, 11) preparat EM-A wpływa korzystnie na większość analizowanych właściwości fizycznych i wodnych gleby, lecz różne jego dawki wpływają odmiennie na gleby o zróżnicowanym poziomie materii organicznej i uziarnieniu. W badaniach wyżej cytowanych autorów (10, 11) stwierdzono ponadto wpływ zastosowanej dawki preparatu na zawartość węgla organicznego w glebie. W kombinacjach o podwyższonej zawartości materii organicznej, przy stosowaniu niższych dawek EM-A zawartość węgla wzrastała na obu typach gleb, a przy zastosowaniu najwyższej dawki tego preparatu zawartość C

organicznego w glebie spadała. Natomiast dwuletnie badania Tołoczki i in. (25) wykazały, że stosowanie EM-A zmniejszało zawartości Corg. w glebie, przy czym nie stwierdzono istotnych zmian ilościowych i jakościowych składu frakcyjnego próchnicy pod wpływem stosowania preparatu w stosunku do obiektu kontrolnego.

Spotyka się również doniesienia mówiące o tym, że stosowanie Efektywnych Mikroorganizmów przyczynia się do szybszej mineralizacji węgla organicznego i humifikacji materii organicznej, ponadto działanie tych preparatów prowadzi do zwiększonego uwalniania składników pokarmowych z materii organicznej (1, 31). Jednak opisane w dostępnej literaturze wyniki badań odnośnie wpływu stosowania preparatów z mikroorganizmami pożytecznymi na właściwości chemiczne gleby dotyczące zmiany zasobności gleby w składniki pokarmowe, często są rozbieżne. I tak w badaniach wazonowych Gajdy i Igrasa (2) z pszenicą wykazano wzrost zawartości przyswajalnego fosforu w glebie pod wpływem stosowania EM-A. Podobnie Górski i Kleiber (5) w uprawie roślin ozdobnych stwierdzili pozytywny wpływ stosowania przedwegetacyjnego preparatu EM na zmiany zawartości dostępnych i łatwo rozpuszczalnych form składników pokarmowych (miedzy innymi P i K) w podłożu, w stosunku do obiektów kontrolnych.

W ramach oceny efektywności działania preparatów mikrobiologicznych w IUNG-PIB przeprowadzono własne, ściśle doświadczenie polowe nad wpływem stosowania: EM Naturalnie Aktywny, EmFarma Plus oraz UGmax na kształtowanie żyzności gleby oraz plonowanie zbóż. Doświadczenie prowadzono metodą równoważnych podbloków: split-block-split-plot, jako 3 czynnikiowe, gdzie pierwszym czynnikiem badawczym (I) były testowane produkty z mikroorganizmami pożytecznymi: EM, EmFarma Plus i UGmax oraz obiekt kontrolny – bez stosowania preparatów mikrobiologicznych (w sumie 4 obiekty). Drugim czynnikiem (II) były 3 różne sposoby stosowania ww. preparatów: na ściernisko, na ściernisko ze słomą oraz na ściernisko ze słomą i 30 kg N. Natomiast trzecim czynnikiem (III) były 3 poziomy nawożenia azotem: N0 – 0 kg N·ha⁻¹, N1 – 70 kg N·ha⁻¹ oraz NII – 140 kg N·ha⁻¹. Doświadczenie zlokalizowane było na glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego, kompleksu żytniego bardzo dobrego. Badania prowadzono w latach 2012–2014 znacznie różniących się warunkami meteorologicznymi (14). Preparaty mikrobiologiczne stosowane były corocznie wg zaleceń Producenta. Roślinami uprawnymi były zboża: w pierwszym roku pszenżyto jare, w drugim pszenica ozima a w trzecim jęczmień jary. W trakcie 3-letnich badań, corocznie, w warstwie ornej gleby po sprzęcie roślin, oznaczano m.in.: pH gleby, zawartość przyswajalnych form P₂O₅ i K₂O oraz Mg. Uzyskane wyniki wskazują, że stosowane preparaty mikrobiologiczne EM, EmFarma Plus oraz UGmax wpływały korzystnie na poprawę niektórych parametrów żyzności gleby. Aplikacja preparatów zawierających mikroorganizmy zwiększała zawartość przyswajalnego fosforu w glebie w każdym z 3 lat badań, natomiast potasu w latach 2012 i 2013. W warunkach prowadzenia niniejszych badań największe ilości przyswajalnego fosforu w glebie stwierdzono w ostatnim roku badań (2014)

i to pomimo 3-letniego nienawożenia roślin i gleby fosforem oraz corocznego wynoszenia znacznych ilości tego składnika z plonem roślin. Największymi zawartościami przyswajalnego fosforu w tym roku charakteryzowała się gleba z obiektów, na których stosowano EmFarma Plus (rys. 1). Na tych obiektach stwierdzono wyższą zawartość przyswajalnego fosforu w glebie o 10,9%, podczas gdy na obiektach, gdzie stosowano EM-y i UGmax wyniosła ona średnio 8,17%, w stosunku do obiektów kontrolnych. Prawdopodobnie duży wpływ na efektywność działania preparatów w ostatnim roku (2014) miały korzystne warunki pogodowe, zwiększona i dobrze rozłożona w czasie ilość opadów oraz wyższe temperatury powietrza. W efekcie wzrostu wilgotności gleby i temperatury poprawiły się warunki rozwoju mikroorganizmów i życia biologicznego w glebie, jak również warunki do mineralizacji i immobilizacji niektórych składników pokarmowych (10, 11, 22).



Rys. 1. Wpływ stosowania preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie (0–20 cm) (2014 r.), w poszczególnych obiektach (wartości średnie)
Źródło: opracowanie własne

Sposób stosowania preparatów oraz dawka nawożenia azotem w różnym stopniu kształtowały zawartość przyswajalnych form fosforu i potasu w poszczególnych latach badań (14).

W żadnym z 3 lat badań nie stwierdzono istotnego wpływu preparatów mikrobiologicznych na pH gleby oraz na oznaczane zawartości przyswajalnego magnezu w glebie (14). W tabeli 1 podano przykładowe parametry pH gleby oraz zawartości przyswajanego potasu i magnezu w glebie w trzecim roku prowadzenia badań.

Tabela 1

Wybrane elementy żywności gleby po zbiorze jęczmienia jarego w 2014 r.
w warstwie onej gleby 0–20 cm

Preparat (I)	Poziom N (III)	Sposób stosowania preparatu mikrobiologicznego (II)											
		ściernisko			ściernisko + słoma			ściernisko + słoma + N			średnia		
		pH KCl	mg·100 g ⁻¹ gleby		pH KCl	mg·100 g ⁻¹ gleby		pH KCl	mg·100 g ⁻¹ gleby		pH KCl	mg·100 g ⁻¹ gleby	
			K ₂ O	Mg		K ₂ O	Mg		K ₂ O	Mg		K ₂ O	Mg
Kontrola	N 0	6,6	13,1	2,6	6,7	16,4	3,5	6,6	13,3	3,1	6,6	14,3	3,1
	N I	6,3	11,6	3,0	6,9	13,5	2,6	6,4	18,5	3,4	6,4	14,5	3,0
	N II	6,6	12,7	3,2	6,8	11,9	2,9	6,2	13,4	3,4	6,5	12,7	3,2
	średnia	6,5	12,5	2,9	6,8	13,9	3,0	6,4	15,1	3,3	6,5	13,8	3,1
EM	N 0	6,7	15,5	2,8	6,6	14,8	3,3	6,6	16,6	3,4	6,6	15,6	3,2
	N I	6,6	12,8	3,6	6,9	12,8	2,5	6,6	15,3	2,6	6,6	13,6	2,9
	N II	6,6	15,3	3,2	6,6	12,2	3,1	6,4	14,0	3,2	6,5	13,8	3,2
	średnia	6,6	14,5	3,2	6,7	13,3	3,0	6,5	15,3	3,1	6,6	14,4	3,1
EmFarma Plus	N 0	6,6	11,4	2,1	6,5	16,2	3,4	6,8	15,9	3,3	6,8	14,5	2,9
	N I	6,4	11,8	2,4	6,9	13,4	2,3	6,6	15,4	3,3	6,6	13,5	2,7
	N II	6,4	12,6	2,3	6,5	13,5	3,1	6,5	15,2	2,7	6,5	13,8	2,7
	średnia	6,5	11,9	2,3	6,6	14,4	2,9	6,6	15,5	3,1	6,6	13,9	2,8
UGmax	N 0	6,7	15,6	2,6	6,7	17,8	3,2	6,6	15,1	2,2	6,6	16,2	2,7
	N I	6,5	15,1	2,2	6,7	13,9	2,6	6,6	12,1	2,3	6,6	13,7	2,4
	N II	6,4	12,2	2,3	6,2	13,8	2,9	6,6	14,0	2,6	6,4	13,3	2,6
	średnia	6,5	14,3	2,4	6,5	15,2	2,9	6,6	13,7	2,4	6,5	14,4	2,6

NIR ($\alpha = 0,05$) dla: (K₂O) I – r.n.; II – r.n.; III – 0,92;
(pH) I – r.n.; II – r.n.; III – r.n.; (Mg) I – r.n.; II – r.n.; III – r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: opracowanie własne

Natomiast w jednorocznych polowych badaniach Martyniuka i Księżaka (18) z kukurydzą nie uzyskano korzystnego wpływu preparatów mikrobiologicznych EM-Farming i UGmax na wzrost zasobności gleby w przyswajany P₂O₅, K₂O, MgO oraz na wzrost pH gleby (tab. 2).

Tabela 2

Wpływ UGmax na pH, zawartość próchnicy i zasobność gleby w podstawowe makroelementy

Obiekt	pH _{KCl}	N ogólny (%)	Próchnica (%)	Zawartość (mg·100 g ⁻¹ gleby)		
				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

Źródło: Martyniuk i Księżak, 2011 (18)

Znane są również doniesienia literaturowe Zydlika i Zydlika (33), gdzie w wyniku aplikowania roztworów Efektywnych Mikroorganizmów uzyskano mniejsze zawartości przyswajalnych form fosforu, potasu i magnezu w glebie w stosunku do obiektów kontrolnych. Autorzy zinterpretowali to zjawisko jako następstwo pobrania składników przez rośliny. Ponadto Jakubus i in., (8) w doświadczeniach inkubacyjnych bez obsady roślin uzyskali odmienną reakcję typów gleb na stosowanie EM-A. W badaniach wyżej wymienionych autorów wzrastające dawki preparatu EM-A w warunkach gleby płowej przyczyniły się do wzrostu ilości przyswajalnego potasu, magnezu i siarki, natomiast w warunkach czarnej ziemi zawartości wyżej wymienionych składników w glebie malały. Wyniki badań cytowanych autorów nie potwierdziły natomiast pozytywnego wpływu Efektywnych Mikroorganizmów na ilość węgla organicznego, próchnicy czy wzrost pH gleb.

Wpływ preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami na plon roślin

Badania w zakresie możliwości stosowania Efektywnych Mikroorganizmów w uprawach roślin polowych i ogrodniczych prowadzili między innymi: Kocoń i Jadczyżyn (14), Martyniuk i Księżak (18), Sulewska i in. (24), Trawczyński i Bogdanowicz (26), Truba i in. (28), Wielgosz i in. (30), Zarzecka i Gugała (32), Zydlik i Zydlik (33).

Dobre efekty plonotwórcze uzyskano pod wpływem stosowania preparatów mikrobiologicznych w uprawie ziemniaka. Trawczyński i Bogdanowicz (26) w ekologicznej uprawie z UGmax otrzymali istotny wzrost plonu bulw ziemniaka (tab. 3). Zastosowanie tego preparatu w zróżnicowanym nawożeniu mineralnym P i K spowodowało zwiększenie plonu ziemniaka od 5,1 do 9,2%, odpowiednio dla najwyższej i zerowej dawki fosforu i potasu (średnio o 7,1%) w porównaniu z obiektem kontrolnym.

Tabela 3

Wpływ Użyźniacza glebowego (UGmax) oraz nawożenia mineralnego na plon bulw ziemniaka (średnie z lat 2004–2006)

Obiekt	Dawka P i K (t·ha ⁻¹)			Średnio
	0	63,3	126,6	
Słoma (kontrola)	39,2	41,0	42,8	41,0
Słoma + UGmax	42,8	44,0	45,0	43,9
NIR _{0,005}	1,7			1,4
Wzrost plonu pod wpływem UGmax	3,6	3,0	2,2	2,9
Procentowy wzrost plonu w porównaniu z obiektem kontrolnym	9,2	7,3	5,1	7,1

Źródło: Trawczyński i Bogdanowicz, 2007 (26)

Natomiast Jabłoński (7) po zastosowaniu UGmax uzyskał wzrost plonu ogólnego ziemniaka o 12,2%, handlowego o 15,1%, a bulw dużych o 20,3% w stosunku do obiektu kontrolnego. Jeszcze lepsze efekty plonotwórcze po zastosowaniu tego preparatu w 3-letniej uprawie ziemniaka uzyskali Zarzecka i Gugała (32), gdzie stwierdzono 27,2 i 35% wzrost plonu bulw ziemniaka, odpowiednio dla plonu ogólnego i plonu bulw dużych.

W przypadku innych roślin efekty plonotwórcze stosowania preparatów z Efektywnymi Mikroorganizmami są na ogół mniejsze w porównaniu z ziemniakiem. Pozytywne efekty plonotwórcze w badaniach z kukurydzą uprawianą na ziarno i kiszonkę uzyskali Sulewska i in. (24). Cytowani autorzy w jednorocznym eksperymencie polowym pod wpływem stosowania preparatu UGmax uzyskali istotnie większe plony kukurydzy na obiektach, gdzie stosowano ten preparat. Wyników tych nie potwierdziły jednoroczne, polowe doświadczenia z kukurydzą Martyniuka i Książaka (18). W badaniach tych autorów nie stwierdzono istotnego wpływu preparatów EM-Farming i UGmax na plonowanie kukurydzy.

Efekty stosowania UGmax w badaniach z koniczyną zdaniem Sosnowskiego i in. (23) zależały od pokosu, lat badań, lecz zawsze uzyskane plony świeżej i suchej masy koniczyny były większe na obiektach, gdzie stosowano preparat w stosunku do obiektów kontrolnych (tab. 4). Duże znaczenie w wielkości uzyskanego plonu, jak donoszą cytowani autorzy, odegrały warunki pogodowe w sezonie wegetacyjnym w latach prowadzenia badań. W roku o większej ilości opadów, dobrze rozłożonych w sezonie wegetacyjnym, uzyskano znacznie większy plon biomasy roślin koniczyny.

Tabela 4

Plon świeżej i suchej masy koniczyny w zależności od preparatu i pokosu (lata 2012–2013)

Parametr	Obiekt	2012 r.			2013 r.		
		pokos I	pokos II	pokos III	pokos I	pokos II	pokos III
Plon świeżej masy (kg m ²)	K	6,32	3,87	2,01	2,84	1,94	0,93
	UGmax	7,74	5,32	3,00	4,02	2,56	1,44
NIR _{0,05}		1,07	0,54	0,76	0,49	r.n.	0,43
Plon suchej masy (kg m ²)	K	1,70	1,10	0,70	1,13	0,67	0,44
	UGmax	2,58	1,90	1,07	1,65	1,15	0,68
NIR _{0,05}		0,62	0,76	0,28	n.s.	0,47	r.n.

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: Sosnowski i in., 2014 (23)

W badaniach z pszenicą jarą Kołodziejczyka i in. (15) preparaty mikrobiologiczne EM i UGmax w istotny sposób kształtowały wielkość plonu ziarna oraz obsadę kłosów. Większy przyrost plonu, średnio o 0,4 t·ha⁻¹, uzyskano na polach, w których aplikowano preparat EM, nieco niższe – z UGmax. Wzrost plonu na tych obiektach związany był głównie z większą o ok. 4% obsadą kłosów w stosunku do obiektu

kontrolnego. W badaniach ww. autorów stwierdzono ponadto istotne zróżnicowanie plonu ziarna w latach badań.

W prowadzonych 3-letnich badaniach własnych, które szerzej opisano w poprzednim rozdziale niniejszego artykułu, plon ziarna uprawianych zbóż w poszczególnych latach badań, w zależności od analizowanych czynników doświadczenia, kształtował się różnie. W pierwszych dwu latach badań (2012 i 2013) na obiektach gdzie aplikowano preparaty mikrobiologiczne EM, EmFarma Plus oraz UGmax plon ziarna wzrastał średnio o ok. 3–4% (lecz nie były to istotne różnice) w porównaniu z obiektem kontrolnym, w którym nie stosowano preparatów. Natomiast w ostatnim roku badań (2014) w uprawie jęczmienia jarego stwierdzono istotny przyrost plonu ziarna nie tylko dla preparatów, ale również dla sposobu ich stosowania, nawożenia N a także dla interakcji między wszystkimi czynnikami doświadczenia. Najwyższy plon ziarna uzyskano w przypadku stosowania preparatu EmFarma Plus, który był nie tylko istotnie większy w stosunku do plonu ziarna z obiektów kontrolnych, ale i istotnie większy także w porównaniu z obiektem z EM oraz UGmax (tab. 5). Ponadto wyższe plony ziarna odnotowywano na obiektach, gdzie preparaty stosowano na ściernisko ze słomą oraz na ściernisko ze słomą i azotem w stosunku do ścierniska. W 2014 r. także także zróżnicowane nawożenie azotem istotnie modyfikowało plon ziarna jęczmienia; najwyższe plony uzyskiwano dla 3 poziomu nawożenia N (obiekty NII). Wzrost plonu na tych obiektach związany był przede wszystkim ze wzrostem masy tysiąca ziaren (MTZ) jęczmienia. Stwierdzono także istotne interakcje między czynnikami badawczymi.

Tabela 5

Wpływ preparatów mikrobiologicznych, sposobów ich stosowania oraz poziomu nawożenia N na plon i MTZ ziarna jęczmienia jarego (2014 r.)

Obiekt/ preparat (I)	Poziom N (III)	Sposób stosowania preparatu (II)						Średnia	
		ściernisko		ściernisko + słoma		ściernisko + słoma + N			
		plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ
Kontrola bez preparatu	N0	3,28	46,4	3,66	47,8	3,59	48,4	3,51	47,8
	NI	5,66	52,8	5,52	50,7	5,43	52,3	5,54	51,9
	NII	5,94	51,2	5,97	54,2	5,80	51,6	5,90	52,3
	średnia	4,96	50,1	5,05	50,9	4,94	50,8	4,98	50,6
EM	N0	3,33	48,4	3,48	49,6	3,63	49,17	3,48	49,1
	NI	5,37	51,4	5,70	51,9	6,00	52,10	5,69	51,8
	NII	6,06	50,8	6,18	53,5	6,06	51,97	6,10	52,1
	średnia	4,92	50,2	5,12	51,7	5,23	51,08	5,09	51,0
EmFarma Plus	N0	3,88	48,5	3,71	48,5	4,12	50,5	3,90	49,2
	NI	6,21	51,8	5,66	52,7	6,03	51,6	5,97	52,0
	NII	6,48	53,9	6,29	53,1	6,38	52,5	6,38	53,2
	średnia	5,52	51,4	5,22	51,4	5,51	51,5	5,42	51,5

Obiekt/ preparat (I)	Poziom N (III)	Sposób stosowania preparatu (II)						Średnia	
		ściernisko		ściernisko + słoma		ściernisko + słoma + N			
		plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ	plon ziarna (t·ha ⁻¹)	MTZ
UGmax	N0	3,44	47,9	3,66	47,2	3,45	49,1	3,52	48,1
	NI	5,46	52,3	5,24	50,1	5,85	52,4	5,52	51,6
	NII	5,79	52,4	6,38	53,2	6,09	51,0	6,09	52,2
	średnia	4,90	50,9	5,09	50,2	5,13	50,8	5,04	50,6
<p><u>Plony ziarna</u> NIR dla czynnika: I – 0,281; II – 0,086; III – 0,145 NIR dla interakcji: I × II – 0,281; I × III – 0,167; II × III – 0,148</p> <p><u>MTZ</u> NIR dla czynników: I – r.n.; II – r.n.; III – 0,597 NIR dla interakcji: I × II – r.n.; I × III – r.n.; II × III – 1,018</p>									

r.n. – różnice nieistotne

Źródło: wyniki i opracowanie własne

Zastosowane w uprawie pszenicy ozimej preparaty mikrobiologiczne EM-1 oraz UGmax w 3-letnich badaniach polowych Kotwicy i in. (17) istotnie zwiększały plon ziarna pszenicy. Wpływ tych preparatów na plonowanie pszenicy ozimej zależał w dużym stopniu od zmianowania oraz stosowania słomy. W monokulturze ich oddziaływanie było istotnie większe niż w zmianowaniu, a także większe w przypadku stosowania słomy.

Natomiast w trzyletnich badaniach Trawczyńskiego (27) przeprowadzona analiza plonu kilku gatunków roślin uprawianych w płodozmianie, w uprawie ekologicznej wykazała, że zarówno pod wpływem nawadniania, jak i stosowania Efektywnych Mikroorganizmów, nie stwierdzono istotnego zróżnicowania wielkości plonów głównych uprawianych roślin, a odnotowano jedynie tendencję ich wzrostu po zastosowaniu preparatów EM Farming, zarówno na kombinacji nawadnianej jak i nienawadnianej.

Tabela 6

Wpływ nawadniania i Efektywnych Mikroorganizmów na wielkości plonów głównych roślin (t·ha⁻¹) w latach 2009–2011

Kombinacje	Gatunek rośliny					Średnia
	Ziemniak	Żyto	Owies	Gryka	Łubin	
N*	5,62	3,44	2,52	1,64	0,98	2,84
N + EmFarma	5,92	3,33	2,89	1,99	0,76	2,98
NN*	6,06	2,60	2,42	2,25	0,82	2,83
NN + EmFarma	6,02	3,13	3,09	2,56	0,90	3,14
Średnia	5,91A**	3,12B	2,73B	2,11C	0,86D	
NIR _{0,05}	0,54					

*N – nawadniane; NN – nienawadniane; ** A, B, C, D oznaczają istotne różnice

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Trawczyńskiego, 2012 (27)

Należy również wspomnieć, że w literaturze polskiej i zagranicznej nie brakuje także zdecydowanie krytycznych opinii i artykułów na temat efektywności stosowania i działania preparatów mikrobiologicznych z technologii tzw. „Efektywnych Mikroorganizmów” w uprawach rolniczych (4, 18, 19).

Podsumowanie

W świetle dokonanego przeglądu literatury oraz przedstawionych wyników własnych trudno całkowicie podważyć pozytywny wpływ preparatów z pożytecznymi mikroorganizmami na żyzność gleby i plonowanie roślin. Preparaty mikrobiologiczne mogą pozytywnie wpływać na właściwości fizykochemiczne gleby, choć charakter ich działania zależy od rodzaju i dawki preparatu, typu gleby, zawartości materii organicznej oraz warunków meteorologicznych, w jakich są one aplikowane. Stosowanie preparatów z Efektywnymi Mikroorganizmami w korzystnych sezonach wegetacyjnych, przy większej wilgotności gleby, a także przy wyższych temperaturach powietrza na ogół pozytywnie wpływa na plonowanie roślin, chociaż korzystne działanie tych preparatów uzależnione jest od jego rodzaju i dawki oraz gatunku rośliny.

Literatura

1. Daily M.J., Stewart D.P.C.: Influence of Effective Microorganisms (EM) on vegetative production and carbon mineralization – a preliminary investigation. *J. Sustain. Agr.*, 1999, **14**: 15-25.
2. Gajda A., Igras J.: Określenie produkcyjnych i ekologicznych skutków stosowania preparatu EM-A w uprawie zbóż i rzepaku. IUNG Puławy, 2003, 1-17.
3. Gajewski P., Kaczmarek Z., Mrugańska L.: Wpływ wzrastających dawek preparatu EM-A na właściwości gleb uprawnych. Cz. I. Właściwości fizyczne i wodne. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2010, **55(3)**: 75-87.
4. Condor A.F., Perez P.G., Lokare Ch.: Effective Microorganisms: Myth or reality *Rev. Peru. Biol.*, 2006, **14(2)**: 315-320.
5. Górski R., Kleiber F.: Effect of Effective Microorganisms (EM) on nutrient contents in substrate and development and yielding of rose (*Rosa x hybrida*) and gerbera (*Gerbera jamesonii*). *Ecol. Chem. Eng. S.*, 2010, **7(4)**: 505-513.
6. Higa T.: Rewolucja w ochronie naszej planety. Fundacja – Rozwój SGGW, Warszawa 2003, ss. 152.
7. Jabłoński K.: Kierunki przewidywanych zmian w technologii produkcji ziemniaka do roku 2020. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2009, **17**: 117-127.
8. Jakubus M., Kaczmarek Z., Gajewski P.: Wpływ wzrastających dawek preparatu EM-A na właściwości gleb uprawnych. Cz. II. Właściwości chemiczne. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2010, **53(3)**: 128-132.
9. Janas R.: Możliwości wykorzystania efektywnych mikroorganizmów w ekologicznych systemach produkcji roślin uprawnych. *Probl. Inż. Rol.*, 2009, **3**: 111-119.
10. Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mrugańska L., Grzelak M.: The influence of effective microorganisms for some of physical and water properties on arable-humus horizons of mineral soils. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2007, **52(3)**: 73-77.

11. Kaczmarek Z., Jakubus M., Grzelak M., Mrugańska.: Impact of the addition of various doses of Effective Microorganisms to arable-humus horizons of mineral soils on their physical and water properties. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2008, **53(3)**: 118-121.
12. Kaczmarek Z., Wolna-Marucka A., Jakubus M.: Zmiany liczebności wybranych grup drobnoustrojów glebowych oraz aktywności enzymatycznej w glebie inokulowanej efektywnymi mikroorganizmami (EM). *J. Res. an Appl. Agric. Eng.*, 2008, **53(3)**: 122-128.
13. Kocoń A.: Środki wspomagające uprawę roślin, środki poprawiające właściwości gleby – preparaty mikrobiologiczne. *Mat. Szkol. Studia Podyplomowe. Integrowana Produkcja Roślinna. Puławy 2013*, **8**: 95-99.
14. Kocoń A., Jadczyzyn T.: Wpływ preparatów mikrobiologicznych, sposobów ich stosowania oraz dawki nawożenia azotem na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie i inne wybrane wskaźniki chemiczne żyzności gleby. *Pol. J. Agron.*, 2015, (praca w recenzji).
15. Kołodziejczyk M., Szmigiel A., Kulig B.: Plonowanie pszenicy jarej w warunkach zróżnicowanego nawożenia azotem oraz stosowania mikrobiologicznych preparatów poprawiających właściwości gleby. *Fragm. Agron.*, 2012, **1**: 60-69.
16. Kosicka D., Wolna-Murawka A., Trzeciak M.: Wpływ preparatów mikrobiologicznych na glebę oraz wzrost i rozwój roślin. *Kosmos*, 2015, **64(2)**: 327-335.
17. Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Wasilewski P., Gałęzewski L., Kulpka D.: Wpływ użyźniacza gleby oraz stosowania biostymulatora na produktywność pszenicy ozimej w zmianowaniu i krótkotrwałej monokulturze. *Fragm. Agron.*, 2013, **4**: 55-64.
18. Martyniuk S., Książek J.: Ocena pseudomikrobiologicznych preparatów stosowanych w uprawie roślin. *Pol. J. Agron.*, 2011, **6**: 27-33.
19. Mayer J., Scheid S., Oberholzer H.R.: How effective are “Effective microorganism”? Results from an organic farming field experiment. 16th JFOAM Organic Word Congress, Modena, Italy, 16-20.06. 2008, 40-43. <http://orgprints.org/14838>
20. Priyadi K., Abdul H., Siagian T.H., Nisa C., Azizah A., Raihani N., Inubushi K.: Effect of soil type, applications of chicken manure and effective microorganisms on corn yield and microbial properties of acidic wetland soils in Indonesia. *Soil Sci. Plant Nutrition*, 2005, **51**: 689-691.
21. Rutkowska A.: Stan obecny i perspektywy stosowania środków wspomagających uprawę roślin. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2010, **25**: 53-67.
22. Schenck M., Müller T.: Impact of effective microorganisms and other biofertilizers on soil microbial characteristics, organic-matter decomposition, and plant growth. *J. Plant Nut. Soli Sci.*, 2009, **172**: 704-712.
23. Sosnowski J., Jankowski K., Wiśniewska-Kadzaján B.: Evaluation of the impact of selected microbiological preparation on the development of the aboveground biomass of *Trifolium pratense* L. *Environmental Protection and Natural Resources*. 2014, Vol. **25**, **3(61)**: 1-4.
24. Sulewska H., Szymańska G., Pecio A.: Ocena efektów stosowania użyźniacza glebowego UGmax w uprawie kukurydzy na ziarno i kiszonkę. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2007, **54(4)**: 120-125.
25. Tołoczko W., Trawczyńska A., Niewiadomski A.: Zawartość związków próchnicznych w glebach nawożonych preparatem EM. *Rocz. Glebozn.*, 2009, **60(1)**: 97-101.
26. Trawczyński C., Bogdanowicz P.: Wykorzystanie użyźniacza glebowego w aspekcie ekologicznej uprawy ziemniaka. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2007, **52(4)**: 94-97.

27. *Trawczyński C.*: Wpływ nawadniania i efektywnych mikroorganizmów na wielkość i skład chemiczny plonów roślin uprawianych w płodozmianie ekologicznym na glebie lekkiej. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 2012, **57(4)**: 148-154.
28. *Truba M., Jankowski K., Sosnowski J.*: Reakcja roślin na stosowanie preparatów biologicznych. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 2012, **53**: 41-52.
29. *Valarini P.J., Diaz Alvarez M.C., Gasco J.M., Guerrero F., Tokeshi H.*: Assesment of soil properties by organic matter and EM- microorganism incorporation. *R. Bras. Ci. Solo*, 2003, **27**: 519-525.
30. *Wielgosz E., Dziamba S., Dziamba J.*: Wpływ preparatu EM na plonowanie pszenicy jarej oraz mikroorganizmy glebowe. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, **542**: 593-601.
31. *Woodward D.*: Effective microorganisms as regenerative systems in earth healing. 2003. www.livingsoil.co.uk/learning/soilsustain.htm.
32. *Zarzecka K., Gugła M.*: Performance of one potato plant as influenced by soil conditioner UGmax. *J. Ecol. Engin.*, 2013, **14(4)**: 45-49.
33. *Zydlik P., Zydlik K.*: Impact of biological effective microorganisms (EM) preparations on some physic-chemical properties of soil and the vegetative growth of apple-tree rootsocets. *Nauka Przynr. Technol.*, 2008, **2(1)**: 1-7.

Adres do korespondencji:

dr Anna Kocoń
Zakład Żywienia Roślin i Nawożenia
IUNG-PIB
ul. Czartoryskich 8
24-100 Puławy
tel. 81 47 86 833
e-mail: akocon@iung.pulawy.pl

