

Zbigniew KACZMAREK¹, Agnieszka WOLNA-MARUWKA², Monika JAKUBUS¹

¹ – Katedra Gleboznawstwa, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań.

² – Katedra Mikrobiologii Rolnej, Uniwersytet Rolniczy w Poznaniu, ul. Szydlowska 50, 60-656 Poznań.

¹ – Department of Soil Science, University of Life Sciences in Poznań

² – Department of Agricultural Microbiology, University of Life Sciences in Poznań

e-mail: amaruwka@interia.pl

CHANGES OF THE NUMBER OF SELECTED MICROORGANISM GROUPS AND ENZYMATIC ACTIVITY IN THE SOIL INOCULATED WITH EFFECTIVE MICROORGANISMS (EM)

Summary

The effect of microbiological inocula containing Effective Microorganisms (EM) on the microbiological properties and enzymatic activity of soil was determined. A laboratory experiment was carried out on mineral soil with the texture of sandy loam. The results obtained indicated differentiated effects of the EM inocula on tested soil microorganisms. The EM had a beneficial effect on the total bacteria number, actinomyces, fungi and copotrophic microorganisms and it inhibited multiplication of oligotrophic microorganisms. Moreover, inoculum positively affected on soil dehydrogenases activity.

ZMIANY LICZEBNOŚCI WYBRANYCH GRUP DROBNOUSTROJÓW GLEBOWYCH ORAZ AKTYWNOŚCI ENZYMATYCZNEJ W GLEBIE INOKULOWANEJ EFEKTYWNYMI MIKROORGANIZMAMI (EM)

Streszczenie

Określono wpływ mikrobiologicznej szczepionki zawierającej Efektywne Mikroorganizmy (EM) na właściwości mikrobiologiczne oraz aktywność enzymatyczną gleby. Doświadczenie laboratoryjne przeprowadzono na próbkach gleby mineralnej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej. Wyniki wskazują, że działanie szczepionki EM na drobnoustroje glebowe było zróżnicowane. Szczepionka wpływała pozytywnie na rozwój ogólnej liczby bakterii, grzybów, promieniowców i mikroorganizmów koptroficznych oraz hamowała namnażanie drobnoustrojów oligotroficznych. Ponadto, preparat działał pozytywnie na aktywność dehydrogenaz glebowych.

1. Wstęp

Gleba zamieszkiwana jest przez różne gatunki mikroorganizmów. Urodzajne, żyzne gleby zawierają w 1g świeżej masy gleby setki milionów, a nawet miliardy samych bakterii [10, 18]. Ich liczebność i aktywność uwarunkowana jest wieloma czynnikami. Głównym czynnikiem ograniczającym ich rozwój jest zawartość dostępnej materii organicznej. W glebie substancja organiczna ulega szeregom przemian przeprowadzanych przez różne grupy drobnoustrojów, a ich tempo uzależnione jest od warunków klimatycznych, struktury gleby oraz stopnia zanieczyszczenia środowiska glebowego [24].

Udział drobnoustrojów w kształtowaniu żywności i zdrowotności gleby jest powszechnie znany, ponieważ to właśnie mikroorganizmy glebowe odgrywają główną rolę w mineralizacji materii organicznej, udostępnianiu roślinom składników pokarmowych, powstawaniu humusu glebowego, struktury gruzełkowej gleby, ograniczaniu patogenów i wielu innych [4].

W celu poprawy właściwości gleb profesor Teruo Higa (Japonia) opracował dla rolnictwa nowoczesną technologię użyźniania gleb przez Efektywne Mikroorganizmy (EM). 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*) [20].

Istnieją doniesienia [7, 17, 25], mówiące o tym, że wprowadzenie do gleby szczepionki EM daje szereg pozytywnych efektów, tj. ograniczenie procesów gnilnych, przyspieszenie przemiany materii, zwiększenie efektu fotosyntezy, zwiększenie zawartości próchnicy, odtruwanie gleby skażonej pestycydami, hamowanie rozwoju patogenów roślin oraz podnoszenie jakości biologicznej plonów roślin.

Z uwagi więc na szeroki zakres przewidywanych pozytywnych rezultatów, związanych z zastosowaniem EM (Efektywnych Mikroorganizmów) wysoce uzasadnione wydaje się prześledzenie jego wpływu na stan autochtoniczny mikroflory gleby oraz jej aktywność biochemiczną.

Preparat od lat powszechnie stosowany w Japonii zdobywa z roku na rok coraz większe zainteresowanie w Europie Zachodniej, USA i Brazylii. Z uwagi na szereg pozytywnych efektów, obserwowanych w wyniku jego zastosowania, od kilku lat podejmowane są pionierskie próby jego zastosowania również w Polsce, głównie w gospodarstwach ekologicznych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu szczepionki EM, a także różnych dawek dwóch węglowodanów na liczebności wybranych grup drobnoustrojów glebowych oraz na aktywność enzymatyczną gleby.

2. Materiał i metody

Próbki polowe o strukturze naruszonej pobrano z poziomu orno-próchnicznego czarnej ziemi właściwej, o uziarnieniu gliny lekkiej silnie spiaszczonej.

Odczyn gleb określono potencjometrycznie w roztworze 1 mol·dm⁻³ KCl. Azot ogółem i węgiel organiczny oznaczono analizatorem Vario Max CNS. Ilości przyswajalne potasu i fosforu określono metodą Egnera-Riehma, a magnezu – Schachtschabela. Oznaczenia koncentracji pierwiastków w roztworach wykonano następującymi metodami: K – metodą fotometrii płomieniowej, Mg – metodą absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej, P – kolorymetrycznie na spektrofotometrze Spekol [6].

Z materiału glebowego usunięto korzenie roślin i kamienie. Następnie w plastikowych miskach o pojemności 7 dm³ w warunkach laboratoryjnych, założono doświadczenie. Testowano kombinacje z trzema zróżnicowanymi dawkami skrobi (S I, S II, S III) i agaru (A I, A II, A III), dodanymi do badanej gleby, oraz takie same dodatki w wariacie z glebą zaszczerpioną przygotowanym uprzednio preparatem EM - A. Efektywne drobnoustroje dodawano w ilości odpowiadającej dawce oprysku równej 100 litrów EM - A na hektar. Dawki skrobi i agaru (aplikowane w postaci 2%

roztworu wodnego) wynosiły: dla kombinacji „I” – 33,25 cm³; dla kombinacji „II” – 66,50 cm³; dla kombinacji „III” – 166,25 cm³. Zastosowane ilości wymienionych substancji odpowiadały dawkom połowym, wynoszącym w przeliczeniu na hektar ilościom – odpowiednio: 100, 200 i 500 kg. Po upływie okresu inkubacji 95 tygodniach, pobrano próbki o strukturze naruszonej, przeznaczone do wykonania analiz mikrobiologicznych oraz oznaczeń podstawowych właściwości gleby (tab. 1-3).

Zakres przeprowadzonych badań mikrobiologicznych obejmował oznaczenie (w pięciu powtórzeniach) ogólnej liczebności bakterii właściwych, promieniowców i grzybów oraz mikroorganizmów oligotroficznych i kopiotroficznych. Ogólną liczbę bakterii oznaczono na pożywce z wyciągiem glebowym po 14 dniach inkubacji w temperaturze 27°C [21]. Grzyby hodowano na pożywce Martina w temperaturze 24°C przez 5 dni [12]. Liczebność promieniowców określano na wybiórczym podłożu Pochona [8], inkubując płytki przez 7 dni w temperaturze 26°C.

Tab. 1. Podstawowe właściwości chemiczne gleby użytej w doświadczeniu

Table 1. Basic chemical properties of investigated soil

Odczyn w:		CaCO ₃ [%]	C _{org.} [mg·kg ⁻¹]	N _{og.} [%]	C:N
H ₂ O	1 M KCl				
8,37	7,45	3,68	12,4	0,096	13

Tab. 2. Zawartość makroskładników przyswajalnych w materiale glebowym użytym w doświadczeniu

Table 2. Assimilable macroelements content in investigated soil

Makroskładniki [mg/100g]					
K	Klasa zawartości	P	Klasa zawartości	Mg	Klasa zawartości
8,80	IV	11,41	III	4,86	IV

Tab. 3. Skład granulometryczny gleby zastosowanej w doświadczeniu

Table 3. Texture of investigated soil

Zawartość frakcji [%] o średnicy [mm]								Podgrupa granulometryczna wg PTG
2,0-0,5 mm	0,5-0,25 mm	0,25-0,1 mm	0,1-0,05 mm	0,05-0,02 mm	0,02-0,005 mm	0,005-0,002 mm	<0,002 mm	
6,97	18,91	29,30	16	6	12	5	6	glss

Tab. 4. Liczebność wybranych grup mikroorganizmów w glebie

Table 4. The number of chosen microorganisms groups in soil

Kombinacje	Bakterie (jtk·10 ⁵ ·g ⁻¹ s.m. gleby)		Promieniowce (jtk·10 ⁵ ·g ⁻¹ s.m. gleby)		Grzyby (jtk·10 ⁴ ·g ⁻¹ s.m. gleby)	
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD
Gleba kontrolna	54,77	16,10	33,93	3,63	11,71	7,88
Gleba+EM	139,62	56,25	106,29	6,09	19,81	3,40
Gleba+Agar I	52,00	37,02	65,50	20,35	17,46	1,81
Gleba+Agar II	138,41	43,45	76,49	6,42	22,26	2,52
Gleba+Agar III	100,93	25,06	69,02	2,93	25,82	7,76
Gleba+Agar I+EM	88,32	21,16	66,74	27,52	11,39	1,86
Gleba+Agar II+EM	95,35	11,18	88,36	17,96	22,19	1,23
Gleba+Agar III+EM	197,74	44,48	94,39	12,91	23,50	2,36
Gleba+Skrobia I	66,65	17,95	93,96	6,37	11,24	6,18
Gleba+Skrobia II	96,97	15,61	104,55	7,39	14,99	3,90
Gleba+Skrobia III	179,84	9,58	136,13	12,60	19,38	2,01
Gleba+Skrobia I+EM	148,47	47,10	97,86	6,63	15,41	3,71
Gleba+Skrobia II+EM	104,55	78,97	133,59	9,75	16,23	3,30
Gleba+Skrobia III+EM	182,30	22,89	144,85	20,35	20,49	5,07
	NIR _{0,05} =76,08 NIR _{0,01} =97,01		NIR _{0,05} =28,59 NIR _{0,01} =36,45		NIR _{0,05} =8,72 NIR _{0,01} =11,12	

Mikroorganizmy oligotroficzne oznaczano na pożywce wg Hattori, Hattori [5] w temperaturze 28 °C i określano ich liczebność po 14 dniach. Liczebność drobnoustrojów kopiotroficznych określano metodą płytkową również na podłożu wg Hattori, Hattori [5] w temperaturze 28 °C przez 7 dni. Z uzyskanej liczebności wymienionych powyżej grup drobnoustrojów obliczono współczynnik O (oligotrofy):K (kopiotrofy), będący wskaźnikiem równowagi biologicznej gleby, warunkującej utrzymanie stałego poziomu próchnicy w glebie [22].

Badanie aktywności enzymatycznej gleby opierały się na oznaczeniu aktywności dehydrogenaz metodą spektrofotometryczną [20], stosując jako substrat 1% TTC (chlorek trójfenylotetrazolu), po 24-godzinnej inkubacji w temperaturze 30°C, przy długości fal 485 nm i wyrażano w $\mu\text{mol TPF}\cdot\text{g}^{-1}\cdot 24\text{h}^{-1}$.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, posługując się programem Statistica 7.1.

3. Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych analiz mikrobiologicznych stwierdzono, że największa liczba bakterii właściwych (tab. 4) w przeprowadzonym doświadczeniu występowała w kombinacji gleba+ agar III+ efektywne mikroorganizmy, najniższa zaś w glebie kontrolnej. Silne namnożenie się bakterii w kombinacji gleba+ agar III+ efektywne mikroorganizmy wzbudza duże zainteresowanie, bowiem ze względu na złożoną budowę agaru (mieszanka agarozu i agaropektyny) jest on hydrolizowany przez nieliczne mikroorganizmy. Bakterie przeprowadzające ten proces należą do rodzajów: *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas* i *Alcaligenes* [16]. Można przypuszczać, że silny wzrost bakterii w powyższej kombinacji związany był z czerpaniem składników pokarmowych przez drobnoustroje, właśnie z agaru.

Z danych przedstawionych w tab. 4 wynika, iż wprowadzenie do gleby szczepionki EM (kombinacja gleba+EM) przyczyniło się do ponad 100% wzrostu ogólnej liczby bakterii w stosunku do gleby kontrolnej.

Również w pozostałych obiektach glebowych wprowadzenie szczepionki EM przyczyniło się do wzrostu ogólnej liczby bakterii. Ponadto stwierdzono, że namnażanie się bakterii w wyżej wymienionych obiektach glebowych uzależnione było od dawki wprowadzonych węglowodanów w sposób, w analizowanych obiektach glebowych przebiegało namnażanie się promieniowców (tab. 4).

Promieniowce (należące do bakterii) stanowią obok bakterii właściwych (typowych) drugą pod względem liczebności grupę mikroorganizmów prowadzących ważne przemiany złożonych związków węgla i azotu w glebie [11]. Promieniowce odgrywają decydującą rolę w przebiegu licznych procesów biochemicznych w środowisku glebowym. Dzięki zdolności rozkładu i przemian różnych substancji organicznych są ważnym czynnikiem próchnicotwórczym [23]. Jednym z głównych czynników mogących selekcyjnie wpływać na ich zespoły jest wilgotność gleby [13].

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że największa liczba omawianych mikroorganizmów występowała w glebie, do której wprowadzono najwyższą dawkę skrobi oraz szczepionkę EM (kombinacja: gleba+ skrobia III+EM), najniższa zaś w glebie kontrolnej.

Porównując liczebność promieniowców w kombinacjach nie zaszczipionych EM do obiektów z zastosowaną szczepionką stwierdzono analogiczną tendencję, jak w przypadku bakterii właściwych. Wyższa liczebność promieniowców w obiektach z wprowadzonymi Efektywnymi Mikroorganizmami, związana była najprawdopodobniej ze składem szczepionki, która zawiera również pewne ilości promieniowców np. z rodzaju *Streptomyces*, *Actinomyces*.

Obok bakterii właściwych i promieniowców zasadniczą rolę w krążeniu substancji pokarmowej w glebie (i przepływie energii) odgrywają grzyby. Istnieje wiele przyczyn, opowiadających się za stwierdzeniem, że są one tak potężnymi czynnikami przemian geochemicznych. 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 [15]. Z rolniczego punktu widzenia ich fizjologiczne zdolności do akumulacji wody, wytwarzania kwasów organicznych i uwalniania wielu składników odżywczych z minerałów glebowych, powodują, że spełniają ważną funkcję w procesach glebotwórczych oraz w procesach odżywiania roślin. Jako saprofity przeprowadzają bardzo intensywnie zachodzące procesy mineralizacji materii organicznej, przyczyniając się do podniesienia urodzajności gleb [2].

Analiza stanu mikologicznego próbek glebowych (tab. 4) wykazała, że największa liczba grzybów występowała w kombinacji: gleba+ agar III, najniższa zaś w glebie, do której dodano najmniejszą dawkę skrobi. Silniejsze namnażanie się grzybów w kombinacjach glebowych z wprowadzonymi, zróżnicowanymi dawkami agaru, w stosunku do obiektów z dodaną skrobią budzi pewne kontrowersje. Skrobia bowiem jest stosunkowo łatwym dostępnym źródłem węgla i energii dla drobnoustrojów, zaś agar ze względu na złożoność swej budowy jest rozkładany tylko przez nieliczne mikroorganizmy. Powyższe zjawisko spowodowane mogło być okresem inkubacji gleby. W obecności łatwiej przyswajanego źródła budulca i energii (skrobi) grzyby najprawdopodobniej w początkowym okresie inkubacji gleby silnie namnożyły się, co przyczyniło się do wyczerpania składników pokarmowych w tych obiektach, a tym samym do spadku liczebności omawianych mikroorganizmów.

Rozpatrując wyniki badań, przedstawione w tab. 4, stwierdzono ponadto, iż wprowadzenie do gleby Efektywnych Mikroorganizmów (kombinacja: gleba+ EM) spowodowało 41% wzrost liczebności grzybów w stosunku do gleby kontrolnej.

Porównując ze sobą pozostałe kombinacje glebowe zaobserwowano również wyższą liczbę grzybów w kombinacjach z wprowadzonymi EM. Otrzymane wyniki nie potwierdzają rezultatów badań Kucharskiego i Jastrzębskiej [9]. Wyżej wymienieni autorzy stwierdzili hamujący wpływ szczepionki EM na namnażanie się grzybów i innych analizowanych grup drobnoustrojów. Zdaniem Badury [1] Efektywne Mikroorganizmy spełniają swoje zadanie na glebach zdegradowanych, zniszczonych i ubogich, na których brak drobnoustrojów pełniących funkcje ochronne. Powyższe stwierdzenie wyjaśniać może rozbieżności w uzyskanych wynikach badań własnych oraz Kucharskiego i Jastrzębskiej [9].

Kolejną grupą drobnoustrojów, których liczebność określano w doświadczeniu były oligotrofy. Są to drobnoustroje, które dobrze rosną w środowisku o wyjątkowo niskiej do-

stępności związków organicznych. Optymalne stężenie składników pokarmowych dla oligotrofów waha się w granicach od 1 do 15 mg rozpuszczonego C·litr⁻¹. Pojęcie oligotrofi odnosi się do bakterii, które rosną na podłożu ubogim, o niskim stężeniu składników pokarmowych tylko na początku hodowli. Natomiast w kolejnych posiewach bakterie te rosną bardzo dobrze również na podłożu bogatym w składniki pokarmowe. Są to bakterie wykazujące małą zmienność pod względem liczebności i aktywności. Nie wymagają innego pożywienia lub źródła energii poza tym, które zwykle znajduje się w glebie [14].

Z danych przedstawionych w tab. 5 wynika, iż podobnie jak w przypadku grzybów najwyższa liczebność oligotrofów występowała w kombinacji gleba+ agar III. Ponadto, odnotowano ponad 23% wzrost liczby mikroorganizmów oligotroficznych w glebie zaszczipionej EM, w stosunku do gleby kontrolnej. Jednakże porównując ze sobą kombinacje glebowe z wprowadzonymi węglowodanami (agar i skrobia) w stosunku do kombinacji z węglowodanami i szczepionką EM, stwierdzono, że inokulacja wyżej wymienionych obiektów glebowych Efektywnymi Mikroorganizmami przyczyniła się zmniejszenia liczby oligotrofów w glebie. Powyższy efekt najsilniej zauważalny był a kombinacji gleba+ skrobia III+EM. Można przypuszczać, iż wprowadzenie do gleby węglowodanów i dodatkowych mikroorganizmów, w postaci szczepionki EM przyczyniło się do silnej konkurencji o pokarm i dominacji innych grup drobnoustrojów, kosztem mikroorganizmów oligotroficznych.

W zespole analizowanych mikroorganizmów uwzględniono dynamikę rozwoju kopiotrofów. Jest to specyficzna grupa drobnoustrojów glebowych namnażająca się intensywnie podczas napływu do gleby materii organicznej, głównie w postaci świeżych resztek roślinnych i zwierzęcych. Ich wymagania pokarmowe związane są więc z wysokim stężeniem składników organicznych w podłożu, których optymalna dawka wynosi około 1000mg rozpuszczonego C·litr⁻¹ [15].

Powyższe obserwacje potwierdzają badania własne. Rozpatrując bowiem uzyskane wyniki analiz mikrobiologicznych (tab. 5) stwierdzono, że największa liczba kopio-

trofów występowała w kombinacji gleba+ skrobia III. Odnotowano, również ponad 46% wzrost mikroorganizmów kopiotroficznych w glebie inokulowanej EM (kombinacja gleba+EM), w stosunku do gleby kontrolnej. Ponadto stwierdzono, iż wprowadzenie do gleby szczepionki, jedynie w kombinacjach ze skrobią przyczyniło się do wzrostu liczby kopiotrofów.

W trakcie trwania badań zaobserwowano również, że we wszystkich kombinacjach glebowych przeważał udział oligotrofów w mikroflorze glebowej (tab. 5). Zdaniem Weyman-Kaczmarkowej i Pędziwilk [23] powyższa dominacja jest niezbędna dla zachowania stałego poziomu glebowej materii organicznej. Ponadto, z badań Weyman-Kaczmarkowej [22] wynika, iż wskaźnikiem równowagi biologicznej gleby jest stosunek mikroorganizmów oligotroficznych do kopiotroficznych, zaś ilościowe relacje między nimi, określane jako O:K, stanowią jeden z indeksów kierunku mikrobiologicznych przemian materii organicznej gleby.

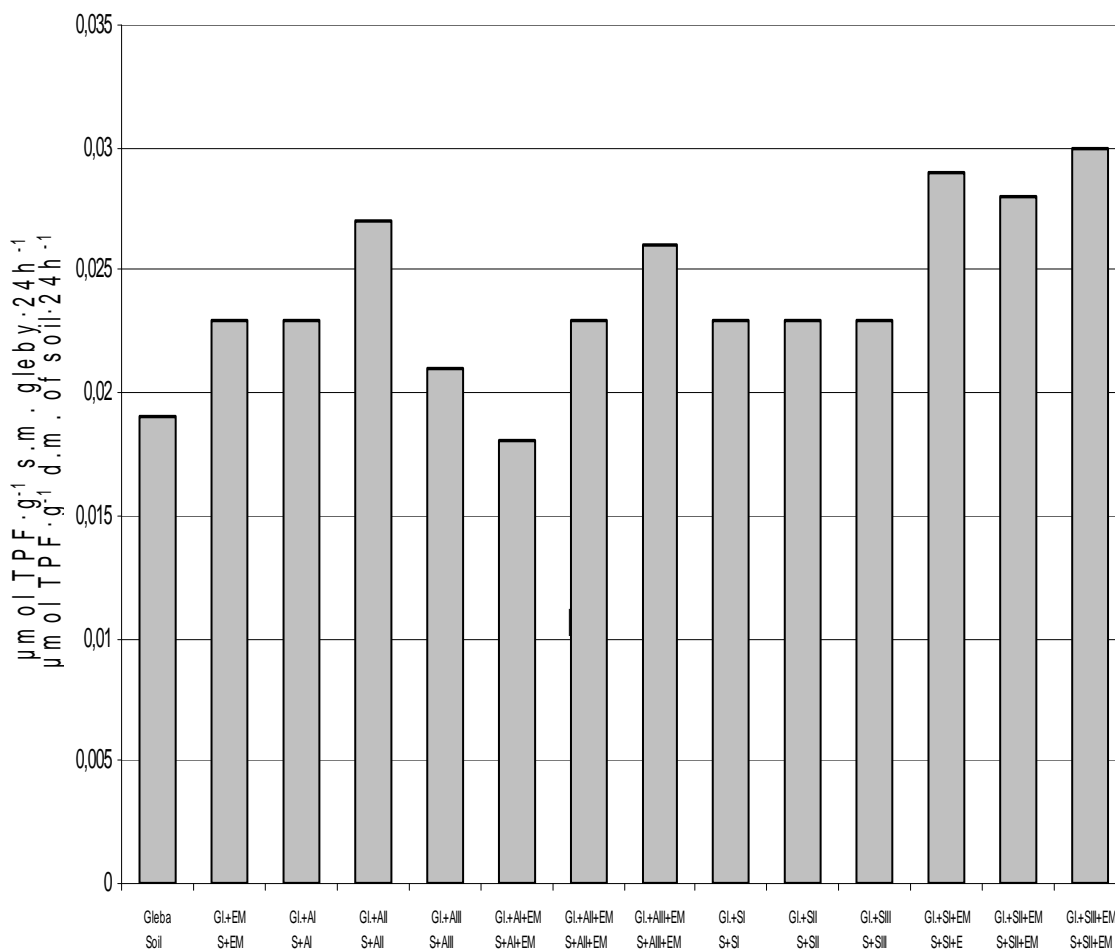
Zastosowanie zróżnicowanych kombinacji glebowych znalazło odzwierciedlenie w zmianach poziomu aktywności dehydrogenaz (rys. 1).

Aktywność dehydrogenaz w glebie uznawana jest za wskaźnik intensywności metabolizmu oddechowego drobnoustrojów glebowych, głównie bakterii właściwych i promieniowców. Czynne dehydrogenazy występują w glebie, jako integralna część nienaruszonych komórek. Szczególne znaczenie dehydrogenaz dla funkcjonowania mikroorganizmów glebowych, sprawia, że wskaźnik ten jest powszechnie stosowany w określeniu aktywności biologicznej gleby [3].

Z danych przedstawionych na wykresie 1 wynika, że najwyższa aktywność dehydrogenaz występowała w kombinacjach z trzema, zróżnicowanymi dawkami skrobi i dodatkowo zaszczipionych EM. Wzrost aktywność enzymatycznej w glebie, po wprowadzeniu do niej szczepionki zaobserwowano również w kombinacji (gleba+EM). Poziom aktywności dehydrogenaz w glebie, po wprowadzeniu do niej EM nie uległ jednakże zwiększeniu w glebie z dodatkiem dwóch, różnych dawek agaru (gleba+ agar I + EM, gleba+ agar II + EM).

Tab. 5. Liczebność mikroorganizmów oligotroficznych i kopiotroficznych (jtk·10⁵·g⁻¹ s.m. gleby) w glebie
Table 5. The number of oligotrophic and copiotrophic microorganisms (cfu·10⁵·g⁻¹ d.m. of soil) in soil

Kombinacje	Oligotrofy		Kopiotrofy		O:K
	Średnia	SD	Średnia	SD	
Gleba kontrolna	99,78	31,88	25,04	19,44	3,98
Gleba+EM	130,61	75,10	46,39	24,18	2,81
Gleba+Agar I	94,88	70,03	27,79	10,67	3,41
Gleba+Agar II	162,70	13,35	50,18	7,71	3,24
Gleba+Agar III	189,70	44,63	19,90	6,39	9,50
Gleba+Agar I+EM	91,16	28,30	8,54	3,32	10,67
Gleba+Agar II+EM	117,55	20,42	17,67	2,56	6,62
Gleba+Agar III+EM	92,87	6,56	34,11	2,27	2,72
Gleba+Skrobia I	135,25	47,10	13,65	10,09	9,94
Gleba+Skrobia II	147,92	22,49	25,53	3,21	5,79
Gleba+Skrobia III	169,05	21,15	55,81	20,06	3,02
Gleba+Skrobia I+EM	167,71	10,14	30,53	7,96	5,49
Gleba+Skrobia II+EM	136,09	7,59	30,38	6,87	4,47
Gleba+Skrobia III+EM	43,41	16,57	35,70	10,20	1,21
	NIR _{0,05} = NIR _{0,01} =93,68	73,44	NIR _{0,05} = NIR _{0,01} =30,15	23,65	



Rys. 1. Aktywność dehydrogenaz w kombinacjach glebowych
 Fig. 1. The activity of the dehydrogenase in soil combinations

4. Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dodatek do gleby szczepionki, w postaci efektywnych mikroorganizmów (EM) przyczynił się do zwiększenia liczebności większości analizowanych grup drobnoustrojów, za wyjątkiem mikroorganizmów oligotroficznych.
2. Liczebność bakterii właściwych i promieniowców wzrastała wraz ze wzrostem dawki węglowodanów wprowadzony do gleby. Powyższego zjawiska nie odnotowano w przypadku pozostałych, analizowanych grup mikroorganizmów.
3. Stwierdzono, że dodatek różnych dawek skrobi do gleby inokulowanej EM przyczynił się do silniejszego namnożenia się omawianych mikroorganizmów (za wyjątkiem grzybów), niż wprowadzenie do gleby zróżnicowanych dawek agaru.
4. Analogicznie jak w przypadku liczebności omawianych badanych grup drobnoustrojów najwyższą aktywność dehydrogenaz odnotowano w glebie z dodatkiem różnych dawek skrobi i EM.

5. Literatura

[1] Badura L.: Czy znamy wszystkie uwarunkowania funkcji mikroorganizmów w ekosystemach lądowych. Kosmos. Problemy Nauk Biologicznych, 53: 373-379, 2004.

[2] Bis H.: Występowanie grzybów toksynotwórczych w środowisku glebowym. Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach. Kraków, 35-42, 2002.

[3] Brzezińska M., Włodarczyk T.: Enzymy wewnątrzkomórkowe przemian redoks (oksydoreduktazy). Acta Agroph. 3: 11-22, 2005.

[4] Czajka W., Damszel M.: Nawożenie mineralne jako czynnik kształtujący zbiorowiska grzybów w środowisku uprawnym ziemniaka. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 507: 81-87, 2005.

[5] Hattori R., Hattori T.: Sensitivity to salts and organic compounds of soil bacteria isolated on diluted media. J. Gen. Appl. Microbiol., 26: 1-14, 1980.

[6] Jakubus M.: Wybrane zagadnienia z gleboznawstwa i chemii rolnej. Opis ćwiczeń laboratoryjnych. Poznań, s. 121, 2007.

[7] Iwaishi S.: Effect of organic fertilizer and Effective Microorganisms on growth, yield and quality of paddy-rice varieties. Haworth Press, Inc. All Rights reserved, 269-273, 2000.

[8] Kańska Z., Grabińska-Łoniewska A., Łebkowska M., Żechowska E.: Ćwiczenia laboratoryjne z biologii sanitarnej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. Warszawa 2001.

[9] Kucharski J., Jastrzębska E.: Rola mikroorganizmów efektywnych (EM) i glebowych w kształtowaniu właściwości mikrobiologicznych gleby. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 507: 315-322, 2005.

- [10] Łowiński Ł., Dach J.: Termofilne kompostowanie liści kasztanowca z osadami ściekowymi jako metoda unieszkodliwiania zagrożenia szrotówkiem kasztanowcowiaczkiem. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 51(2): 108-111, 2006.
- [11] Marcinowska K.: Charakterystyka, występowanie i znaczenie promieniowców w przyrodzie. (W) *Aktywność drobnoustrojów w różnych środowiskach*. Kraków, 121-130, 2002.
- [12] Martin J. P.: Use of acid, rose bengal and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science*, 69: 215 – 232, 1950.
- [13] Nowak A., Michalcewicz W., Jakubiszyn B.: Liczebność bakterii, grzybów, promieniowców oraz biomasa mikroorganizmów w glebie. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie*, 57: 101-111, 1993.
- [14] Paul E.A., Clark F.E.: *Mikrobiologia i biochemia gleb*. Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curii Skłodowskiej, Lublin 2000.
- [15] Richards B.N.: *Wstęp do ekologii gleby*. PWN, Warszawa 1979.
- [16] Schlegel H.G.: *Mikrobiologia ogólna*, PWN, Warszawa 2003.
- [17] Stielow G.: Rich soil do not need of the fertilization. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 48(1): 20-22, 2003.
- [18] Szember A.: *Zarys mikrobiologii rolniczej*. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin 2001.
- [19] Szymanski N., Patterson R.A.: Effective microorganisms (EM) wastewater systems. *Best Management Proceedings of One-site 03Conference*, Admiarale, 347-354, 2003.
- [20] Thalmann A.: Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenase Aktivität in Boden Mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). *Landwirtsch. Forsch.*, 21: 249-258, 1968.
- [21] Wallace R., Lochhead A.: Qualitative studies of soil microorganisms IX. Amino acid requirements of rhizosphere bacteria – *Canadian Journal Research*, section C, 28: 1-6 1950.
- [22] Weyman-Kaczmarkowa W. Interdependencies between oligotrophic and copiotrophic bacteria in soils of different mechanical structure. *Polish J. Soil Sci.* XXIX/1: 62-72, 1995.
- [23] Weyman-Kaczmarkowa W., Pędziwilk Z.: Wilgotność środowiska i występowanie promieniowców i ich form fungistycznych w glebach o odmiennej teksturze. *Acta Microbiologica Polonica*, 45(3/4): 85-90, 1996.
- [24] Van Veen J.A., Paul E.A.: Organic C dynamics in grassland soils. Background information and computer stimulation. *Can. J. of Soil Sci.*, 61: 185-201, 1981.
- [25] Yamada K., Xu H.: *Properties and applications of an organic fertilizer inoculated with Effective Microorganisms*. The Haworth Press, Inc. All Rights reserved, 255-268, 2000.