

INFLUENCE OF INCREASING DOSES OF EM-A PREPARATION ON PROPERTIES OF ARABLE SOILS.

Part II. Chemical properties

Summary

To-day, the traditional agriculture employs increasingly frequently unconventional preparations such as solutions of Effective Microorganisms (EM) to improve soil fertility. These types of preparations are believed to exert a number of positive effects including increased soil fertility. However, the application of Effective Microorganisms arouses numerous controversies. That is why initial experiments were undertaken with the aim to assess possible influence of an EM preparation on physical-and-chemical and chemical properties of arable soils. The aim of the study was realized on the basis of investigations employing two soils – Luvisols and Phaeozems – which were incubated with increasing doses of the experimental EM-A preparation. The results of the performed experiments failed to confirm a positive impact of Effective Microorganisms on quantities of organic carbon, humus or increase of soil pH. Increasing doses of the EM-A preparation were found to increase quantities of available potassium, magnesium, sulphur and mineral nitrogen and to decrease S and PWK values in the examined grey-brown podzolic soil. On the other hand, in the case of the proper black earth, concentrations of available potassium, magnesium, sulphur and mineral nitrogen as well as hydrolytic acidity decreased, while S and PWK values increased together with the dose increase of the applied conditioner.

WPLYW WZRATAJĄCYCH DAWEK PREPARATU EM-A NA WŁAŚCIWOŚCI GLEB UPRAWNYCH.

Cz. II. Właściwości chemiczne

Streszczenie

Współcześnie, coraz częściej tradycyjne rolnictwo do poprawy żyzności gleby wykorzystuje niekonwencjonalne preparaty takie jak roztwór Efektywnych Mikroorganizmów (EM). Preparatowi temu przypisuje się szereg pozytywnych efektów, wśród których wskazuje się wzrost żyzności gleb. Jednak stosowanie Efektywnych Mikroorganizmów budzi wiele kontrowersji. Dlatego podjęto wstępne badania dotyczące określenia ewentualnego wpływu preparatu EM na właściwości fizykochemiczne i chemiczne gleb uprawnych. Cel pracy zrealizowano w oparciu o doświadczenie z dwoma glebami (czarna ziemia i gleba płowa), które były inkubowane ze wzrastającymi dawkami preparatu EM-A. Wyniki badań nie potwierdziły pozytywnego wpływu Efektywnych Mikroorganizmów na ilości węgla organicznego, próchnicy czy wzrost pH gleb. Wzrastające dawki preparatu EM-A przyczyniły się do wzrostu ilości przyswajalnego potasu, magnezu, siarki i azotu mineralnego oraz obniżenia wartości S i PWK w glebie płowej. Z kolei w warunkach czarnej ziemi zawartości przyswajalnego potasu, magnezu, siarki, azotu mineralnego oraz kwasowości hydrolitycznej malały, a wartości S i PWK wzrastały wraz ze wzrostem dawki zastosowanego kondycjonera.

1. Wstęp

Utrzymanie żyzności gleby jest jednym z podstawowych zadań rolnika. Na ogół cel ten jest realizowany poprzez użycie różnego rodzaju nawozów (mineralnych, naturalnych, organicznych) czy stosowanie płodozmianu. W tym kontekście ważnym elementem jest utrzymanie optymalnego odczynu gleby oraz zapobieganie nadmiernym stratom materii organicznej. Jednak obok takich standardowych metod, żyzność gleb proponuje się poprawić w sposób charakterystyczny dla rolnictwa ekologicznego, a oparty o preparat efektywnych mikroorganizmów (EM). Wykorzystanie tego preparatu w praktyce rolniczej budzi wiele kontrowersji. Zwolennicy tego typu kondycjonera wskazują na radykalną poprawę zdrowotności roślin [2, 8], a co się z tym integralnie wiąże, wzrost ich plonów oraz wyższą jakość produktów rolnych [13, 14]. Ponadto uwypukla się pozytywny wpływ EM na szybką regenerację gleb uprawnych, szczególnie tych poddanych szkodliwemu oddziaływaniu agrochemikaliów. Zdaniem Dały i Stewart [5] czy Wood-

wad [21] dodatek preparatu EM do gleby przyczynia się do większej odporności na stres wodny, szybszej mineralizacji węgla organicznego i humifikacji materii organicznej. Ponadto cytowani autorzy twierdzą, że oddziaływanie Efektywnych Mikroorganizmów ujawnia się w zwiększonym uwalnianiu składników pokarmowych z materii organicznej, a także przyspieszonemu rozkładowi w glebie pozostałości po środkach chemicznych. Wynikiem tego ma być poprawa żyzności i zdrowotności gleby. Z kolei przeciwnicy stosowania preparatu EM wskazują, że uzyskane wyniki mówiące o zaletach są niewiarygodne z uwagi na krótki okres badań oraz ich lokalny zasięg [4]. W tym kontekście podważana jest skuteczność suplementacji zwierząt preparatem Efektywnych Mikroorganizmów [3, 16], ich wpływ na właściwości chemiczne i biochemiczne gleb [1] oraz na wzrost plonowania roślin i zwiększone pobranie składników z ich plonem [13,19]. Wątpliwości budzi także pozytywna rola Efektywnych Mikroorganizmów w kompostowaniu odpadów organicznych [19, 20] oraz oczyszczaniu ścieków [17].

Faktem jest, że doniesienia naukowe dotyczące dodatniego wpływu na ogólnie pojętą żyzność i urodzajność gleb są fragmentaryczne. W literaturze przedmiotu zjawisko takie niezmiernie rzadko jest dokumentowane w rzetelny i szczegółowy sposób. Dlatego podjęto prace mające na celu określenie i ocenę stopnia oddziaływania preparatu Efektywnych Mikroorganizmów na właściwości gleb uprawnych.

2. Materiał i metody

Założony cel badawczy realizowano wykorzystując próbki glebowe pochodzące z doświadczenia inkubacyjnego. Szczegółowy opis warunków, w jakich było ono przeprowadzone zamieszczono w części I pracy. W niniejszej publikacji przyjęto, że:

K1 to czarna ziemia inkubowana bez dodatku preparatu;

K2 to czarna ziemia inkubowana z ilością preparatu EM-A odpowiadającą 50 L/ha;

K3 to czarna ziemia inkubowana z ilością preparatu EM-A odpowiadającą 100 L/ha;

K4 to czarna ziemia inkubowana z ilością preparatu EM-A odpowiadającą 300 L/ha;

K5 to gleba płowa inkubowana bez dodatku preparatu;

K6 to gleba płowa inkubowana z ilością preparatu EM-A odpowiadającą 50 L/ha;

K7 to gleba płowa inkubowana z ilością preparatu EM-A odpowiadającą 100 L/ha;

K8 to gleba płowa inkubowana z ilością preparatu EM-A odpowiadającą 300 L/ha.

W próbkach glebowych pobranych z powyższych kombinacji doświadczenia badano następujące właściwości fizykochemiczne: pH, kwasowość hydrolityczna (Hh) oraz sumę kationów zasadowych (S). W oparciu o wartości kwasowości hydrolitycznej i sumy zasad obliczono pojemność sorpcyjną (PWK) według wzoru: $PWK = Hh + S$.

Pośród właściwości chemicznych gleb określono ilości węgla organicznego (Corg) i azotu ogólnego (Nog), zawartość przyswajalnych makroskładników (Nmin, P, K, Mg, S-SO₄) oraz mikroelementów (Cu, Zn, Mn, Fe). Do oznaczeń powyższych właściwości zastosowano metody powszechnie stosowane w analizach gleboznawczo – rolniczych, których szczegółowy opis podaje Jakubus [10]. Dane zaprezentowane w pracy są średnimi z 3 powtórzeń. Uzyskane

wyniki poddano ocenie formalnej w analizie wariancji dla eksperymentów jednoczynnikowych, posługując się testem F na poziomie istotności $p=0,95$. Najmniejsze istotne różnice skalkulowano metodą Tukeya na poziomie istotności $\alpha=0,05$, po czym wydzielono grupy jednorodne w ramach poziomu czynnika.

3. Omówienie wyników i ich dyskusja

Preparat Efektywnych Mikroorganizmów stanowi swoisty „koktajl” ponad 80 niezmienionych genetycznie mikroorganizmów, wśród których dominują bakterie i grzyby. Zdaniem Higa [9], pomysłodawcy tej naturalnej mieszanki mikrobiologicznej oraz innych badaczy [15, 21], tak właściwie dobrana kompozycja drobnoustrojów gwarantuje w praktyce wysoki i pozytywny wpływ na środowisko. W odniesieniu do gleby najczęściej argumentowane jest to poprawą jej żyzności i zdrowotności. Wyrazem tego jest zintensyfikowana aktywność enzymatyczna i biologiczna gleby oraz korzystne zmiany w jej właściwościach chemicznych i fizykochemicznych. Oddziaływanie Efektywnych Mikroorganizmów głównie wyraża się w szybszym tempie przemian mierzalicyjno-humifikacyjnych materii organicznej, które często dają efekt w zwiększonej ilości węgla organicznego [18, 22]. Potwierdzeniem tego są badania Valarini i in. [18], którzy stwierdzili 2,5-3,0-krotny wzrost Corg w glebie gliniastej, jaki był następstwem zastosowania EM. Doniesienia cytowanych autorów nie zostały potwierdzone wynikami badań własnych. Wykorzystane w doświadczeniu gleby różniły się między sobą poziomem ilościowym badanych składników, przy czym wyższy był w warunkach czarnej ziemi, jednak niezależnie od gleby wpływ wzrastających dawek preparatu EM-A nie różnicował w istotny sposób zawartości węgla organicznego oraz próchnicy (tab. 1).

Jak wynika z danych zamieszczonych w tab. 1 ilości węgla organicznego były zbliżone do siebie w ramach tej samej gleby, kształtując się w zakresie od 8,96 g·kg⁻¹ (K5) do 9,11 g·kg⁻¹ (K7, K8) oraz od 15,01 g·kg⁻¹ (K1) do 15,66 g·kg⁻¹ (K3). Podobne zależności określono dla próchnicy. Jej zawartość w glebie płowej wahała się od 15,50 do 15,44 g·kg⁻¹, natomiast druga wykorzystana w pracy gleba charakteryzowała się wartościami w zakresie 24,99-27,06 g·kg⁻¹ (tab. 1).

Tab. 1. Wpływ dawki EM-A na zmiany ilościowe podstawowych właściwości chemicznych badanych gleb
Table 1. Influence of EM-A dose on quantitative changes of basic chemical properties of investigated soils

Kombinacja Object	Corg (g·kg ⁻¹)	Próchnica - Humus (g·kg ⁻¹)	Nog – Ntot (g·kg ⁻¹)	Nmin (mg·kg ⁻¹)
1	15,01 ±0,450	25,61±	2,14a ±0,139	15,05a ±0,495
2	15,40 ±0,552	26,44±	1,97b ±0,036	16,10a ±1,980
3	15,66 ±0,117	27,07±	1,98b ±0,020	15,75a ±0,495
4	15,32 ±0,279	25,00±	2,00b ±0,011	12,25b ±1,485
NIR - LSD	n.i.-n.s	n.i.-n.s	0,134	2,378
5	8,96 ±0,172	15,50±	1,19c ±0,012	9,80c ±0,990
6	9,10 ±0,010	15,70±	1,23b ±0,004	11,90bc ±1,98
7	9,11 ±0,262	15,77±	1,22bc ±0,012	12,60ab ±0,990
8	9,11 ±0,156	15,70±	1,27a ±0,020	15,05a ±1,485
NIR - LSD	n.i.-n.s.	n.i.-n.s	0,024	2,630

±SD

Pierwiastkiem integralnie związanym ze związkami próchnicznymi gleby jest azot, którego ilości były modyfikowane przez zastosowany preparat (tab. 1). Valarini i in. [18] podają, że zawartość Nog w glebie gliniastej pod wpływem EM wzrosła o 45-65%. Jednak wyniki z przeprowadzonych badań nie wskazują na tak duże różnice w ilości Nog między kombinacjami doświadczenia w odniesieniu do danej gleby.

Z punktu widzenia praktyki rolniczej zasadnicze znaczenie w odżywianiu roślin mają formy przyswajalne makro – i mikrośladników. Również w tej kwestii literatura przedmiotu prezentuje rozbieżne stanowiska. Zydlik i Zydlik [22] stwierdzili mniejsze ilości przyswajalnego fosforu, potasu, magnezu oraz azotu mineralnego w glebie opryskiwanej roztworem Efektywnych Mikroorganizmów. Z kolei Paschoal i in. [12] nie określili żadnego wpływu preparatu na zawartość przyswajalnych makrośladników. Wyniki z badań własnych również nie dają jednoznacznej odpowiedzi. Cechą wspólną dla badanych gleb był brak jakiegokolwiek wpływu zastosowanego preparatu Efektywnych Mikroorganizmów na poziom ilościowy mikroelementów przyswajalnych dla roślin (tab. 2) oraz fosforu przyswajalnego dla roślin (tab. 3).

Jak wynika z danych zamieszczonych w tab. 2 i 3 w czarnej ziemi, bez względu na kombinację doświadczenia, ilości wahały się od 5,99 do 6,22 mg·kg⁻¹ dla Cu; od 8,83 do 9,27 mg·kg⁻¹ dla Zn; od 123,32 do 126,66 mg·kg⁻¹ dla Mn; od 965,89 do 977,25 mg·kg⁻¹ dla Fe oraz od 530,00 do

544,00 mg·kg⁻¹ dla P. Poziom ilościowy śladników w glebie płowej był mniejszy, kształtując się w zakresie od 3,23 do 3,46 mg·kg⁻¹ dla Cu; 11,33 do 11,92 mg·kg⁻¹ dla Zn; od 119,99 do 123,33 mg·kg⁻¹ dla Mn; od 931,80 do 965,53 mg·kg⁻¹ dla Fe oraz od 272,00 do 330,00 mg·kg⁻¹ dla P.

Kierunki zmian ilościowych pozostałych analizowanych w pracy makrośladników były inne dla badanych gleb. Zawartość N mineralnego w warunkach czarnej ziemi sukcesywnie podlegała obniżeniu pod wpływem wzrastających dawek EM-A. Wynikiem tego była o 19% mniejsza ilość śladnika w próbkach z kombinacji nr 4 w porównaniu z określoną w glebie kontrolnej (K1). Natomiast wynikiem inkubacji gleby płowej z badanym preparatem był wzrost zawartości mineralnych form azotu. W tym wypadku zawartość N_{min} była 1,5 razy większa w glebie kombinacji nr 8 w porównaniu ze stwierdzoną w glebie kontrolnej (K5) (tab. 1).

Jak wskazują dane zamieszczone w tab. 3 oddziaływanie EM-A na zawartości przyswajalne magnezu i potasu oraz siarki siarczanowej w czarnej ziemi było takie samo jak określone dla azotu mineralnego. Ilości przyswajalne wymienionych śladników podlegały obniżeniu wraz ze wzrostem dawki preparatu, przy czym zjawisko to najwyraźniej zostało zaakcentowane w odniesieniu do siarki siarczanowej. Ilości stwierdzone w glebie kontrolnej (K1) (119,25 mg·kg⁻¹) zmniejszyły się o 44% w glebie kombinacji 4 (67,35 mg·kg⁻¹) (tab. 3).

Tab. 2. Wpływ dawki EM-A na zmiany zawartości przyswajalnych dla roślin mikroelementów w badanych glebach
Table 2. Influence of EM-A dose on quantitative changes of available for plants microelements in investigated soils

Kombinacja Object	Cu (mg·kg ⁻¹)	Zn (mg·kg ⁻¹)	Mn (mg·kg ⁻¹)	Fe (mg·kg ⁻¹)
1	6,22 ±0,325	9,27 ±0,205	126,66 ±9,419	965,89 ±16,065
2	6,22 ±0,325	9,27 ±0,205	126,66 ±9,419	977,25 ±32,138
3	5,99 ±0,000	8,83 ±0,417	126,66 ±9,419	988,61 ±16,073
4	6,22 ±0,325	8,98 ±0,212	123,32 ±4,716	974,34 ±16,073
NIR - LSD	n.i.-n.s	n.i.-n.s	n.i.-n.s	n.i.-n.s
5	3,46 ±0,325	11,9 ±0,212	123,33 ±4,702	954,53 ±32,138
6	3,46 ±0,325	11,63 ±0,205	119,99 ±9,426	965,89 ±16,065
7	3,23 ±0,000	11,92 ±0,622	123,32 ±14,142	954,53 ±0,000
8	3,23 ±0,000	11,33 ±0,212	119,99 ±9,426	931,80 ±0,000
NIR - LSD	n.i.-n.s.	n.i.-n.s.	n.i.-n.s.	n.i.-n.s.

± SD

Tab. 3. Wpływ dawki EM-A na zmiany zawartości przyswajalnych dla roślin makrośladników w badanych glebach
Table 3. Influence of EM-A dose on quantitative changes of available for plants macroelements

Kombinacja Object	P (mg·kg ⁻¹)	K (mg·kg ⁻¹)	Mg (mg·kg ⁻¹)	S (mg·kg ⁻¹)
1	530,00 ±36,77	257,93a ±4,41	90,10a ±2,687	119,25a ±0,64
2	530,00 ±14,14	235,82b ±3,27	90,35a ±2,333	98,10b ±0,85
3	540,00 ±5,66	230,06b ±5,02	90,10a ±2,687	117,60a ±0,85
4	544,00 ±39,60	232,16b ±4,79	84,30b ±0,000	67,35c ±3,61
NIR - LSD	n.i.-n.s.	8,186	4,122	3,562
5	330,00 ±14,14	183,85d ±10,88	70,85d ±2,758	38,66c ±9,59
6	272,00 ±96,17	225,01b ±10,05	93,95b ±2,758	118,20a ±7,21
7	278,00 ±8,49	207,30c ±0,23	78,55c ±2,758	91,35b ±7,00
8	330,00 ±2,83	245,02a ±1,68	99,70a ±0	120,65a ±0,07
NIR - LSD	n.i.-n.s.	13,785	4,417	12,845

± SD

Podobny kierunek zmian ilościowych makroskładników w glebie opryskanej roztworem EM-A stwierdzili Zydlik i Zydlik [22]. Jednak cytowani autorzy zinterpretowali to zjawisko jako następstwo pobrania składników przez rośliny. W badaniach własnych nie było czynnika roślinnego, dlatego uzyskane dane mogą wskazywać na proces immobilizacji składników. Na taką ewentualność, szczególnie w odniesieniu do siarki, wskazują Freney i in. [6] oraz Goh i Gregg [7]. Zdaniem cytowanych autorów w warunkach gleb o większej wilgotności i zawartości węgla immobilizacja składników zachodzi intensywniej. Uwzględnić należy również fakt, że czarne ziemie posiadają materię organiczną o względnie trwałej strukturze. Charakteryzuje się ona dużym udziałem połączeń aromatycznych, odznaczających się odpornością na procesy oksydacyjne [11]. Wobec powyższego, wprowadzone drobnoustroje nie mogą efektywnie wykorzystywać węgla prawdopodobnie korzystają z alternatywnych źródeł energii w postaci łatwo rozkładalnych połączeń azotu i siarki, doprowadzając do obniżenia ich ilości w glebie.

Odwrótny kierunek zmian zawartości przyswajalnego potasu, magnezu i siarki odnotowano w warunkach gleby płowej, gdzie wzrastające dawki EM-A wywołały ich wzrost. W porównaniu z ilościami określonymi w glebie kontrolnej (K5), w glebie z kombinacji nr 8 wykazano o 41%, 34% oraz 3,0 razy więcej odpowiednio magnezu, potasu oraz siarki siarczanowej (tab. 3). Można przypuszczać, że większe ilości przyswajalnej dla roślin makroskładników były efektem zwiększonej mineralizacji materii organicznej przeprowadzanej przez wprowadzone drobnoustroje. Podkreślić należy, że procesowi temu sprzyjała materia organiczna gleby płowej, która jest uważana za niestabilną z uwagi na dużą zawartość labilnych form o znacznej podatności na utlenienie [11].

Oddzielną kwestią pozostaje wpływ EM na właściwości fizykochemiczne badanych gleb. Dane literaturowe zgodnie świadczą o pozytywnym wpływie na te właściwości, czego najczęściej przytaczanym dowodem jest wzrost wartości pH, któremu towarzyszy spadek zakwaszenia gleby (Hh)

oraz większa wartość pojemności sorpcyjnej gleby (PWK) [12, 18, 22]. Wyniki badań własnych jedynie częściowo potwierdzają powyższe doniesienia. Dane zamieszczone w tabeli 4 wskazują, że wartości pH w glebach z kombinacji doświadczalnych były do siebie zbliżone, wahając się od 7,18 (K1) do 7,38 (K3). Analiza statystyczna dowiodła istotnego oddziaływania wzrastających dawek preparatu EM-A na wartości kwasowości hydrolitycznej, sumy zasad oraz pojemności sorpcyjnej obu gleb. W warunkach czarnej ziemi pod wpływem Efektywnych Mikroorganizmów odnotowano o ponad 20% większe wartości S i PWK, a o 11% mniejsze Hh (tab. 4). Natomiast wraz ze wzrostem dawki preparatu EM-A w glebie płowej stwierdzono o 20% mniejsze wartości S, PWK, zaś wartości Hh były do siebie zbliżone.

4. Podsumowanie

Wyniki badań podważyły, podkreślany w literaturze, pozytywny wpływ Efektywnych Mikroorganizmów na ilości węgla organicznego, próchnicy czy wzrost pH gleb. Udowodniono natomiast istotne oddziaływanie preparatu na wybrane właściwości gleb, choć charakter tego zależał od typu gleby. Wzrastające dawki preparatu EM-A przyczyniły się do wzrostu ilości przyswajalnego potasu, magnezu, siarki i azotu mineralnego oraz obniżenia wartości S i PWK w glebie płowej. Z kolei w warunkach czarnej ziemi zawartości przyswajalnego potasu, magnezu, siarki, azotu mineralnego oraz kwasowości hydrolitycznej malały, a wartości S i PWK wzrastały wraz ze wzrostem dawki zastosowanego kondycjonera.

Tak rozbieżne wyniki nie pozwalają na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. W świetle uzyskanych danych trudno całkowicie podważyć pozytywny wpływ Efektywnych Mikroorganizmów na żyzność gleb. Mając świadomość pewnych ograniczeń narzucanych przez doświadczenia inkubacyjne, autorzy niniejszej pracy uważają, że w celu uzyskania dostatecznej odpowiedzi należy badania kontynuować w warunkach polowych.

Tab. 4. Wpływ dawki EM-A na zmiany ilościowe właściwości fizykochemicznych badanych gleb
Table 4. Influence of EM-A dose on quantitative changes of physical-and-chemical properties of investigated soils

Kombinacja Object	pH	S (mmol·kg ⁻¹)	Hh (mmolH·kg ⁻¹)	PWK (mmol·kg ⁻¹)
1	7,18	367,62d ±5,084	12,04a ±0,156	379,65d ±5,240
2	7,28	386,05c ±6,449	11,06b ±0,262	397,11c ±6,187
3	7,38	429,8b ±6,760	10,65b ±0,318	440,46b ±6,442
4	7,28	449,55a ±3,606	10,65b ±0,212	460,20a ±3,818
NIR - LSD	n.i.-n.s	10,384	0,452	10,205
5	7,22	190,46a ±0,898	11,10a ±0,212	201,55a ±0,686
6	7,28	188,44a ±7,418	10,42b ±0,106	198,87a ±7,524
7	7,2	159,84b ±1,223	11,10a ±0,212	170,94b ±1,011
8	7,33	152,07b ±6,258	10,99a ±0,368	163,06b ±5,890
NIR - LSD	n.i.-n.s.	9,083	0,448	8,908

±SD

5. Literatura

- [1] Bielińska E.J., Baran S., Stankowski S.: Ocena przydatności popiołów fluidalnych z węgla kamiennego do celów rolniczych. Inżynieria Rolnicza, 2009, 6(115), s. 7-15.
- [2] Boligłowa E., Gleń K.: Assessment of effective microorganisms activity (EM0 in winter wheat protection against fungal diseases. Ecological Chemistry and Engineering A., 2008, v. 15, No 1-2, s. 23-27.

- [3] Chotiasitorn S., Chantsavang S., Attamangkune S., Plaiboon A.: Using an effective Microorganism supplementation in Layers. *Kasetsart J.* 1997, 31, s. 363-367.
- [4] Condor_Golec A.F., Gonzales Perez P., Lokare Ch.: Effective Microorganisms: Myth or reality ? *Rev. Peru. Biol.*, 2007, 14 (2), s. 315-319.
- [5] Daily M.J., Stewart D.P.C.: Influence of Effective Microorganisms (EM) on vegetable production and carbon mineralization – a preliminary investigation. *Journal of Sustainable Agriculture*, 1999, 14, s. 15-25.
- [6] Freney J.R., Melville G.E., Williams C.H.: Organic sulphur fractions labeled by addition of ³⁵S-sulphate to soil. *Soil Biol. Biochem.*, 1971, 3, s. 133-141.
- [7] Goh K.M., Gregg P.E.H.: Field studies on the fate of radioactive sulphur fertilizer applied to pasture. *Fert. Res.*, 1982, 3, s. 337-351.
- [8] Górski R., Góra K.: Wpływ efektywnych mikroorganizmów (EM) na rozwój in vitro grzyba *Trichoderma Harzianum* występującego w uprawie pieczarki dwuzarodnikowej (*Agaricus bisporus*). *Postępy w Ochronie Roślin*, 2009, 49(4), s. 2005-2008.
- [9] Higa T.: Effective Microorganisms: A New Dimension for Nature Farming. *Proceeding of the Second International Conference on Kyusei Nature Farming*. Washington, USA, 1994, s. 20-22.
- [10] Jakubus M.: Wybrane zagadnienia z gleboznawstwa i chemii rolnej. *Wyd. Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań*, 2010.
- [11] Janowiak J.: Właściwości substancji humusowych czarnych ziem i gleb płowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 1993, 411, s. 182-188.
- [12] Paschoal A.D., Homma S.K., Jorge M.J.A., Nogueira M.C.S.: Effect of EM on soil properties and nutrient cycling in a citrus agroecosystem. *Third International Conference on Kyusei Nature Farming. Proceeding of a Conference on Nature Farming for a Sustainable Agriculture*. Santa Barbara, California, USA, 1993, s. 284.
- [13] Piskier T.: Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i adsorbentów glebowych.
- [14] Shah S.H., Saleem M., F., Shahid M.: Effect of different fertilizers and effective microorganisms on growth, yield and quality of maize. *Int. J. Agri.Biol.*, 2001, v.3, No 4, s. 378-379.
- [15] Sheng Z., Chaochai W., Chaodeng L., Haizhen W.: Damage to DNA of effective microorganisms by heavy metals: Impact on wastewater treatment. *J. Environ. Sci.*, 2008, 20, s. 1514-1518.
- [16] Sokół R., Michalczyk M., Spodniewska A., Barski D.: The influence of administering „effective microorganisms” to pullets on chosen haematological and biochemical blood indexes. *Pol. J. Vet. Sci.*, 2009, vol. 12, No. 4, s. 519-522.
- [17] Szymański N., Patterson R., A.: Effective microorganism (EM) and wastewater system. In: *Future Direction for On-site System: Best Management Practice Proceedings of On-site 03 Conference* by Patterson R.A. and Jones J., 2003, 347- 354.
- [18] Valarini P.J., Diaz Alvarez M.C., Gasco J.M., Guerrero F., Tokeshi H.: Assessment of soil properties by organic matter and EM- microorganism incorporation. *R. Bras. Ci. Solo*, 2003, 27, s. 519-525.
- [19] Van Vliet P.C.J., Bloem J., de Goede R.G.M.: Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of Effective Micro-organisms (EM) to slurry manure. *Applied Soil Ecology*, 2005. www.elsevier.com/locate/apsoil.
- [20] Vukobratović M., Lončarić Z., Vukobratović Ž., Lončarić R., Čivić H.: Composting of wheat straw by using sheep manure and effective microorganisms. *Agronomski Glasnik*, 2008, 4, s. 365-376.
- [21] Woodward D.: Effective microorganisms as regenerative systems in earth healing. 2003. www.livingsoil.co.uk/learning/soilsustain.htm.
- [22] Zydlik P., Zydlik Z.: Impact of biological effective microorganism (EM) preparations on some physico-chemical properties of soil land vegetative growth of apple- tree rootstocks. *Nauka Przyr. Technol.*, 2008, 2, 1, #4, s. 1-8.