

IMPACT OF THE ADDITION OF VARIOUS DOSES OF EFFECTIVE MICROORGANISMS TO ARABLE-HUMUS HORIZONS OF MINERAL SOILS ON THEIR PHYSICAL AND WATER PROPERTIES

Summary

The paper presents results of investigations which aimed to test the effect of varying doses of effective microorganisms (EM) on basic physical and water properties of arable-humus horizons of mineral soils of different texture composition. The soil material for experiments was collected from two arable soils (subtype: proper black earth). Samples of impaired and intact structure intended for investigations were collected from pot experiments established under controlled conditions. The following parameters were determined in the examined soils: texture composition, soil density, solid phase density, total and drainage porosity, filtration coefficient, soil water binding potentials and useful retention. It was found that various EM doses exerted different influence on soils characterised by different texture. In general, such effect is advantageous for the soil but it always changes nearly all its physical and water properties (primarily: porosity, filtration coefficient, binding potential and water availability).

WPLYW DODATKÓW RÓŻNYCH DAWEK EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW DO POZIOMÓW ORNO-PRÓCHNICZNYCH GLEB MINERALNYCH NA ICH WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I WODNE

Streszczenie

W pracy przedstawiono wyniki badań testujących wpływ zróżnicowanych dawek efektywnych mikroorganizmów (EM) na podstawowe właściwości fizyczne i wodne poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych o odmiennym składzie granulometrycznym. Materiał glebowy pobrano z 2 gleb uprawnych (podtyp: czarna ziemia właściwa) Próbki, o strukturze naruszonej i nie naruszonej, przeznaczone do badań, pobrano z założonego (w warunkach kontrolowanych) doświadczenia wazonowego. W badanych glebach oznaczono m.in.: skład granulometryczny, gęstość gleby oraz gęstość fazy stałej, porowatość całkowitą i drenażową, współczynnik filtracji, potencjały wiązania wody przez glebę oraz potencjalną i użyteczną retencję użyteczną. Stwierdzono, że różne dawki EM wpływają odmiennie na gleby o zróżnicowanym uziarnieniu. Zazwyczaj wpływ taki jest dla gleby korzystny, zawsze natomiast wpływa na zmianę niemal wszystkich jej właściwości fizycznych i wodnych (głównie: porowatości, współczynnika filtracji, potencjału wiązania oraz dostępności wody).

1. Wstęp

Jednymi z ważniejszych właściwości, których wzajemny układ ma istotne znaczenie dla stworzenia środowiska sprzyjającego rozwojowi przyjaznych glebie mikroorganizmów, są właściwości fizyczne i wodne gleby [2]. Najważniejszym zadaniem przy wdrażaniu najnowszych technik upraw w rolnictwie jest ochrona środowiska mikrobiologicznego gleb tak, aby cechowało się ono jak najwyższą jakością. Często (szczególnie w rolnictwie konwencjonalnym) obserwuje się znaczną degradację życia biologicznego w glebie, które wynika, między innymi, ze stosowania monokultur, zbyt wysokiego poziomu nawożenia mineralnego i środków ochrony roślin [1]. W procesie utrzymania bądź odzyskania przez glebę żywności, istotna jest poprawa naturalnego mechanizmu immunologicznego gleby z wykorzystaniem dostępnej biomasy. Zmienić ten stan mogą tzw. efektywne mikroorganizmy (EM) zawarte w preparacie EM-1 [6]. Jest to kompozycja około 80-ciu gatunków mikroorganizmów, które spotkać można w każdej zdrowej glebie [1]. Zadaniem niniejszej pracy była próba wykazania, iż mikroorganizmy wchodzące w skład preparatu EM-1, działając na zasadzie kooperacji, oddziałują pozytywnie na właściwości fizyczne i wodne dowolnie wybranych gleb mineralnych.

2. Obiekt i metodyka

Gleby pobrano z pola uprawnego położonego na terenie indywidualnego gospodarstwa rolnego, należącego do Henryka Bartłomiejczaka (wieś Małachowo, gmina Witkowo, powiat gnieźnieński). Próbki pochodziły z poziomów A_p dwóch czarnych ziem właściwych [10], wytworzonych z glin zwałowych, usytuowanych w obrębie równiny denno-morenowej (Würm) [5, 10]. Pod względem przyrodniczym i użytkowym, zaliczono je do klas bonitacyjnych oraz kompleksów przydatności rolniczej – odpowiednio: gleba A - o składzie granulometrycznym piasku gliniastego - IIIb, 4; gleba B – o składzie gliny piaszczystej - II, 4. [9, 7]. Na bazie pobranego materiału założono doświadczenie w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Pobrany materiał umieszczono w miskach plastikowych o znanej pojemności. Obok prób zerowych (kontrolnych), w przypadku obu gatunków gleb, zastosowano dodatek przygotowanego uprzednio, na bazie koncentratu EM-1, preparatu biologicznie czynnego – EMA (1 litr EM-1+ 1 litr melasy + 18 litrów wody), w trzech zróżnicowanych dawkach. Ich ilości ustalono tak, aby były ekonomicznie opłacalne oraz technicznie możliwe do zastosowania w praktyce. W poszczególnych przypadkach ilości dodanego do gleby EM-A odwzorowano z warunków polowych na laboratoryjne po-

przez przeliczenie, uwzględniając masę warstwy ornej o określonej gęstości, miąższości, oraz powierzchnię oprysku. Zastosowane ilości preparatu odpowiadały stosowanemu w praktyce rolniczej opryskom, przy użyciu – odpowiednio I – 50-ciu, II – 100, III 150-ciu litrów EMA na hektar. Inkubacja gleby zaszczipionej EMA trwała przez okres pięciu tygodni. W tym czasie były mierzone takie parametry, jak: temperatura gleby i powietrza i niedosyt wilgotności (tab. 1). Wilgotność gleby utrzymywano na poziomie zbliżonym do połowej pojemności wodnej. Ewentualny ubytek preparatu powstały w wyniku nawadniania został wyeliminowany przez wprowadzenie naczyń zwrotnych, które znajdowały się pod plastikowymi miskami. Przedostająca się tam woda grawitacyjna wraz z EMA była zwracana przy każdym nawadnianiu. Po upływie okresu inkubacji, z poszczególnych kombinacji doświadczalnych pobrano próbki o strukturze naruszonej oraz próbki objętościowe ($V=100\text{cm}^3$), w których zgodnie z metodyką oznaczono właściwości fizyczne i wodne. Wykonano analizy takich właściwości, jak: skład granulometryczny – metodą areometryczną [8], gęstość fazy stałej – metodą piknometryczną [13], wilgotność naturalną i higroskopową – grawimetrycznie, maksymalną pojemność higroskopową – w komorze podciśnieniowej w obecności nasyconego roztwo-

ru K_2SO_4 , gęstość gleby – z wykorzystaniem naczynek Nitscha. Porowatość wyliczono na podstawie oznaczeń gęstości gleby oraz gęstości fazy stałej [7], współczynnik filtracji – metodą stałego spadku ciśnienia [4], pojemności wodne przy określonych potencjałach wiązania (pF) – metodą Richardsa [3]. Sumę makro - i mezoporów, zwaną dalej porowatością drenażową, określono jako różnicę pomiędzy porowatością całkowitą i wilgotnością odpowiadającą połowej pojemności wodnej (oznaczonej przy potencjale – 10 kPa). Potencjalną i efektywną retencję użyteczną obliczono na podstawie oznaczonych wartości pF. Zamieszczone wyniki są wartościami uśrednionymi z pięciu powtórzeń.

3. Wyniki i dyskusja

Pod względem uziarnienia materiał glebowy dobrano w ten sposób, aby skład granulometryczny był charakterystyczny dla czarnych ziem występujących na terenie Wielkopolski oraz, by powodował zróżnicowanie układu pozostałych właściwości fizycznych oraz wodnych. Obydwa gatunki gleb (A i B) wykazywały zbliżoną zawartość frakcji piasku (ok. 75%) i tak samą zawartość pyłu (20%). Zdecydowanie różniły się natomiast udziałem ilu koloidalnego (gleba A - 1 %, gleba B - 6%) [9] (tab. 2).

Tab. 1. Warunki doświadczenia

Table 1. Experience conditions

Temp. pow. ⁽¹⁾	Temp. gleby (0) ⁽²⁾	Temp. gleby (EM) ⁽³⁾	Wilg. Pow ⁽⁴⁾	Statystyka
Air temperature	Soil temperature (0)	Soil temperature	Relative humidity	Statistic
[°C]	[°C]	[°C]	[%]	$\alpha = 0,05$
21,8	20,9	20,4	63,6	średnia/mean
13,51	12,92	12,64	39,39	ufność/confidence
1,87	1,29	1,68	2,77	odch. st./standard deviation
0,09	0,06	0,08	0,04	wsp.zm./coefficient of variation

1 - Temperatura powietrza w trakcie inkubacji

2 - Temperatura próbek kontrolnych w trakcie inkubacji

3 - Temperatura próbek zaszczipionych EMA w trakcie inkubacji

4 - Wilgotność względna powietrza w trakcie inkubacji

Tab. 2. Skład granulometryczny badanych gleb

Table 2. Texture of investigated soils

Numer gleby Number of profile	Procentowa zawartość frakcji o średnicy [mm] Percentage content of fraction of diameter[mm]								Podgrupa granulometryczna wg PN-R-4033
	2,0-0,5	0,50-0,25	0,25-0,1	0,10-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	< 0,002	Texture acc. to PN-R-4033
A	7,62	22,02	39,36	10	7	7	6	1	pg
B	7,27	21,30	35,43	10	5	9	6	6	gp

Tab. 3. Podstawowe właściwości fizyczne w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych

Table 3. Basic physical properties for individual experience combinations

Gleba Soil	Kombinacja Combination	Wilgotność naturalna Moisture		Gęst. fazy stałej Specific density [Mg·m ⁻³]	Gęstość gleby Bulk density [Mg·m ⁻³]	Porowatość Porosity [m ³ ·m ⁻³]		Wilgotność higroskopowa Hygroscopic water [m ³ ·m ⁻³]	Maks. higroskopijność Maximum hygroscopic water [m ³ ·m ⁻³]
		[kg·kg ⁻¹]	[m ³ ·m ⁻³]			Całkowita Total	Drenażowa Drainage		
A	0	0,1206	0,1771	2,538	1,481	0,4163	0,2234	0,00942	0,0107
	I	0,1304	0,1980	2,538	1,515	0,4031	0,1878	0,00942	0,0106
	II	0,1502	0,2197	2,538	1,479	0,4134	0,2023	0,00942	0,0107
	III	0,1363	0,2051	2,538	1,417	0,4418	0,2360	0,00942	0,0108
B	0	0,1315	0,1863	2,484	1,395	0,4384	0,2011	0,00123	0,0208
	I	0,1140	0,1542	2,484	1,408	0,4333	0,2233	0,00123	0,0204
	II	0,1252	0,1789	2,484	1,430	0,4243	0,1772	0,00123	0,0207
	III	0,0907	0,1195	2,484	1,368	0,4494	0,2748	0,00123	0,0209

0 – kontrola ; I – 50 l/ha ; II – 100 l/ha ; III – 150 l/ha

Tab. 4. Potencjały wiązania wody przez glebę oraz potencjalna i efektywna retencja użyteczna
 Table 4. Soil water potentials and the potential and total available water

Gleba Soil	Kombinacja Combination	Pojemność wodna przy pF Water capacity at pF [m ³ ·m ⁻³]							Potencjalna retencja użyteczna Total available water [m ³ ·m ⁻³]	Efektywna retencja użyteczna Readily available water [m ³ ·m ⁻³]
		0,0	2,0	2,2	2,5	3,7	4,2	4,5	2,0-3,7	2,0-4,2
A	0	0,4228	0,1994	0,1975	0,1873	0,1468	0,0386	0,0107	0,1608	0,0526
	I	0,3992	0,2114	0,2096	0,1984	0,1332	0,0394	0,0106	0,1720	0,0782
	II	0,4143	0,2120	0,2052	0,1967	0,1306	0,0388	0,0107	0,1732	0,0814
	III	0,4391	0,2031	0,2002	0,1893	0,1292	0,0372	0,0108	0,1659	0,0739
B	0	0,4037	0,2026	0,1927	0,1794	0,0965	0,0516	0,0208	0,1510	0,1061
	I	0,4171	0,1938	0,1854	0,1709	0,1016	0,0523	0,0204	0,1415	0,0922
	II	0,3864	0,2091	0,2057	0,1896	0,1026	0,0560	0,0207	0,1531	0,1065
	III	0,4602	0,1974	0,1725	0,1534	0,0943	0,0522	0,0209	0,1332	0,1031

Tab. 5. Wartości współczynnika filtracji w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych
 Table 5. Values of the filtration coefficient for individual experience combinations

Gleba Soil	Kombinacja Combination	Współczynnik filtracji Saturated hydraulic conductivity [μm·s ⁻¹]
A	0	28,059
	I	16,229
	II	7,015
	III	5,100
B	0	29,540
	I	39,959
	II	31,035
	III	70,575

Gęstość fazy stałej badanych gleb wahała się w granicach od 2,484 (gleba B) do 2,538 Mg·m⁻³ (gleba A) (tab. 3). Niższa wartość w glebie B spowodowana była wyższą zawartością Corg w poziomie orno-próchnicznym. Po pięciodniowym okresie inkubacji, podczas którego badane gleby utrzymywano w stanie polowej pojemności wodnej, zarówno gęstość gleby, jak i jej porowatość uległy zmianom. Gęstość gleby wahała się w granicach od 1,367 Mg·m⁻³ (B III) do 1,514 Mg·m⁻³ (A I), przy porowatości całkowitej – odpowiednio: 0,4495 i 40,3150 m³·m⁻³. Gęstość wyjściowa próbek zerowych była zróżnicowana i wynosiła 1,481 Mg·m⁻³ w glebie A oraz 1,395 Mg·m⁻³ w glebie B. W obu glebach gęstość wzrastała w kombinacjach I oraz II, nie był to jednak wzrost znaczący. Powodowało to obniżenie się porowatości całkowitej o około 0,01 m³·m⁻³. W obu kombinacjach gęstość gleby spadała przy zastosowaniu dawki najwyższej. Jest ona jednak na tyle wysoka, że problematycznym wydaje się efektywne zastosowanie jej w praktyce (tab.3). Opisane tendencje zmian gęstości gleby i porowatości potwierdzają częściowo badania z lat ubiegłych [2]. Obliczone wartości porowatości drenażowej (efektywnej) również były zróżnicowane. Jej wartości w obu próbkach zerowych były zbliżone (0,2234 m³·m⁻³ - A, 0,2011 m³·m⁻³ - B). W przypadku gleby o lżejszym składzie i niższej zawartości Corg. (A) spadek ten był wyraźny, przy zastosowaniu dawek I (50l/ha) i II (100l/ha) - o około 2 do 4%). W glebie B zaobserwowano go wyłącznie przy dawce II (150l/ha). W obu gatunkach gleb porowatość drenażowa przyjmowała wartości wyższe od wyjściowych (O) jedynie przy dawkach: III – w glebie A oraz I i III – w glebie B (tab. 3). Zastosowane najwyższe dawki EMA mogą wywoływać więc pozytywne (z punktu widzenia agrotechniki)

zmiany. Poprawiają one się naturalny drenaż, szczególnie w glebie o cięższym składzie. W praktyce powodować to może szybsze odprowadzanie wiosennego nadmiaru wód grawitacyjnych przy zachowaniu wysokich wartości polowej pojemności wodnej. Wilgotność obu próbek zerowych była zbliżona i wynosiła w glebie A – 0,1771 m³·m⁻³, a w glebie B – 0,1864 m³·m⁻³. W glebie A przy wszystkich zastosowanych dawkach EMA wilgotność naturalna wrosła, w stosunku do kontroli, o około 0,02 – 0,04 m³·m⁻³. W glebie B wystąpiła sytuacja odwrotna. Zastosowane dawki EMA powodowały spadek wilgotności naturalnej o około 0,03-0,05 m³·m⁻³, a w przypadku dawki III nawet o 0,07 m³·m⁻³ (tab3). W porównaniu z badaniami Kaczmarka i in. [2007], przeprowadzonymi przy wielokrotnie wyższych dawkach EMA, uzyskano wyniki odmienne. Gleba o ciężkim składzie wykazywała tendencję do systematycznego wzrostu wilgotności naturalnej, wraz ze wzrostem dawek EMA. Zawartość wody higroskopowej jest w różnych glebach wartością stabilną, zależną od jakościowego składu fazy stałej. Wielkość tę może modyfikować jedynie udział węgla organicznego. W badanych glebach wartości H i MH były charakterystyczne dla uprawnych gleb mineralnych Wielkopolski, o analogicznej typologii i zbliżonym uziarnieniu. Wynosiły w przypadku gleby A: H - 0,00942 m³·m⁻³; MH – 0,01072 m³·m⁻³. W glebie B: H – 0,01233 m³·m⁻³; MH – 0,02096 m³·m⁻³ (tab. 3). Maksymalna pojemność wodna była zbliżona do porowatości całkowitej i przyjmowała wartości o około 1-3% niższe. W obu kombinacjach zaobserwowano jej wzrost przy zastosowaniu dawki III (150l EMA/ha) - o około 0,015 - 0,0205 m³·m⁻³. Dawki I (50l EMA/ha) i II (150l EMA/ha) powodowały nieznaczne obniżenie wartości tej właściwości. Połowa pojemność wodna

wzrastała w glebie A o około $0,015 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ w kombinacjach I, II oraz o około $1 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ w kombinacji III. W glebie B nie dostrzeżono takiej zależności. Poszczególne dawki EMA powodowały nieznaczne obniżenie się PPW lub utrzymanie się jej na poziomie zbliżonym do kontroli. Zwracają uwagę bardzo małe różnice wilgotności oznaczonej przy $pF=2,0$ oraz $pF=2,2$ (w większości przypadków poniżej $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$) oraz stosunkowo niewielka rozpiętość wartości tej cechy pomiędzy $pF=2,0$ a $pF=2,5$. Taki rozkład jest korzystny z agrotechnicznego punktu widzenia, poszerza on, bowiem spektrum wody łatwo dostępnej dla roślin przy górnej granicy jej dostępności. Trudno było jednak dostrzec tu korzystny wpływ dodatku żywych kultur EM. Ponieważ zależność ta występowała również w obu próbkach zerowych, a więc fakt ten wynikać mógł jedynie ze specyficznych właściwości użytego materiału glebowego, a nie z działania zastosowanych dodatków. Nie zaobserwowano poprawy dostępności wody przy jej górnych granicach pF (3,7;4,2). Oznaczone wartości wilgotności były tu w większości przypadków niższe od uzyskanych w próbkach zerowych. Nieznaczny, około 0,5% wzrost odnotowano jedynie w glebie B przy dawkach I i II. W badaniach *Karczmarka i in. [2007]*, przy zastosowaniu znacznie wyższych dawek EMA, zaobserwowano kilkuprocentowy wzrost wilgotności przy obu tych granicach. Dawki EMA zastosowane w przeprowadzonych badaniach nie powodowały takiego zróżnicowania. Z rolniczego punktu widzenia najbardziej miarodajne są obliczone na podstawie, skomentowanych powyżej bezwzględnych wartości pojemności wodnych, przedziały potencjalnej i efektywnej retencji użytecznej. Określają one w danej glebie całość wody dostępnej dla roślin (PRU) oraz wodę łatwo dostępną (ERU). PRU wzrastała o około $0,01 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ przy zastosowaniu niższych dawek preparatu EMA (I i II) w glebie A. W glebie B przy tych dawkach utrzymywała się na poziomie zerówki, bądź nieznacznie spadała. Przy zastosowaniu najwyższej dawki III (150IEMA/ha) w glebie A, PRU była zbliżona do zerówki, a w glebie B - znacznie od niej niższa (tab. 4). Filtracja zdecydowanie malała wraz ze wzrostem zastosowanych dawek EMA w glebie A. W przypadku dawki I był to spadek o około 50% natomiast przy dawce III był on ponad 5-krotny. Odmiennie, w glebie B wraz ze wzrostem dawek współczynnik filtracji rósł, uzyskując wartości wyższe od próbki zerowej o 4,8% (B III) oraz o 35,2% (BII). Przy zastosowaniu dawki III Ks wzrósł niemal 2,5-krotnie (tab.5). Obliczona uprzednio porowatość drenażowa (efektywna) nie była skorelowana ze zmieniającymi się wartościami Ks. W oparciu o dane literaturowe obserwację taką należy uznać za nietypową [14]. Stwierdzone oddziaływanie dodatków EMA na szybkość filtracji, zmniejszającą się w glebie o lżejszym składzie granulometrycznym oraz zwiększającą się w glebie o cięższym składzie, ma bardzo korzystne znaczenie w odniesieniu do warunków polowych. Poprawia bowiem naturalny drenaż, a tym samym np. możliwość szybkiego odprowadzenia wód opadowych w glebach ciężkich. W glebach lekkich natomiast zapobiega szybkiemu ich przesuszeniu. Przedstawione obserwacje są całkowicie odmiennie od dokonanych przez *Karczmarka i in. [2007]*, pochodzących z podobnych badań, wykonanych jednakże na materiale glebowym o odmiennym uziarnieniu, zawartości Corg. oraz przy zastosowaniu innych dawek EMA.

4. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że dodatek EMA do gleby wpłynął na zmianę większości właściwości fizycznych oraz wybranych właściwości wodnych. Zastosowanie dodatku żywych kultur EM w zróżnicowanych dawkach oddziaływało na glebę w sposób odmienny. Obniżenie się gęstości gleby i związany z tym wzrost porowatości całkowitej wystąpiły jedynie przy zastosowaniu dawki III (150IEMA/ha). Dawki niższe (I i II) powodowały nieznaczny wzrost gęstości. Połowa pojemność wodna wzrastała nieznacznie wraz ze wzrostem zastosowanych dawek w glebie o lżejszym składzie granulometrycznym i praktycznie nie zmieniała się w przypadku gleby cięższej. Pojemność wodna przy pF 2,0; 2,2 i 2,5 zróżnicowana była w niewielkim stopniu. Fakt ten wynikał jednak ze specyfiki właściwości materiału glebowego. Nie był on skutkiem dodatków EMA. Efektywna retencja użyteczna wzrastała zdecydowanie wraz ze wzrostem dawek w glebie A, a w glebie B nie stwierdzono tego efektu. W glebie o lżejszym składzie, dodatki EMA systematycznie zmniejszały wodoprzepuszczalność. W glebie cięższej działały odwrotnie. Efekt ten należy ocenić jako pozytywny. Nie stwierdzono współzależności wysokości porowatości drenażowej i współczynnika filtracji. Obserwacja ta jest nietypowa i wskazuje, że - obok ogólnie znanych - na naturalny drenaż oddziaływać musiały także inne czynniki [11, 12]. Nieuzasadnionym wydaje się stosowanie najwyższej dawki III. Przeprowadzone badania obrazują wpływ dodatków EMA na właściwości fizyczne i wodne jedynie w układzie statycznym. Wskazaniem wydaje się przeprowadzenie podobnych badań w warunkach polowych z użyciem skorygowanych dawek.

5. Literatura

- [1] Higa T.: Rewolucja w ochronie naszej planety, Fundacja Rozwój, SGGW, Warszawa 2003.
- [2] Kaczmarek Z.i in.: Wpływ efektywnych mikroorganizmów na wybrane właściwości fizyczne i wodne poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych. *Journal of Res. and Appl. in Agr. Engng*, 2007, 73-78.
- [3] Klute A.: Water retention: Laboratory methods. In: Klute A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*. 2nd edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi., 1986.
- [4] Klute A., Dirksen C.: Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: Klute A. (Ed.). *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods*. 2nd edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi., 1986.
- [5] Krygowski B.: Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia. PTPN, Poznań 1961.
- [6] Mau F.P.: *Fantastische Erfolge mit Effektiven Mikroorganismen In Haus und Garten, für Pflanzenwachstum und Gesundheit*. Goldmann Verlag, 2002.
- [7] Mocek A., Drzymała S.: *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*. Wyd. AR Poznań 2004.
- [8] PN-R-04032: *Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczenie składu granulometrycznego*, Warszawa, 1998a, ss.12.
- [9] PN-R-04033: *Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne*, Warszawa, 1998b, ss.12.
- [10] PTG: *Systematyka gleb Polski*. Roczn. Glebozn., 40, Warszawa 1989.
- [11] Schneider Z.: Wnioski wynikające z odkrycia, że Efektywne Mikroorganizmy (bądź część szczepów spośród kilkudziesięciu) tworzą dwuwarstwowe kapsuły żelowe, referat, (*mscr*), 2005a.
- [12] Schneider Z.: Postulowana rola kompleksu EM w ulepszaniu gleby oraz w pozyskiwaniu przyswajalnych minerałów dla roślin, referat, (*mscr*), 2005b.
- [13] Soil Conservation Service: *Soil Survey laboratory methods manual*. Soil Survey. Invest. Raport No. 42., Washington, DC, 1992.
- [14] Zawadzki S.: *Gleboznawstwo*. Praca zb. PWN, Warszawa, 1993.