

## THE INFLUENCE OF EFFECTIVE MICROORGANISMS FOR SOME OF PHYSICAL AND WATER PROPERTIES ON ARABLE-HUMUS HORIZONS OF MINERAL SOILS

### Summary

*The objective of the performed investigations was to recognise the influence of effective microorganisms (EM) on the basic physical and water properties of the arable-humus levels of mineral soils. The experimental soil material was obtained from arable lands: grey-brown podsolc soils and black earth. Samples for laboratory analyses were collected from a pot experiment established in controlled conditions. The following parameters were determined in the examined soils: texture composition, soil density, solid state density, total and drainage porosity, filtration coefficient, soil water binding potentials as well as potential and useful retention. The obtained research results revealed that the addition to the soil of live EM cultures changed most of its physical and water properties and that different doses of EM cultures exerted a different effect on soil properties, especially on porosity, filtration and water availability for plants.*

## WPŁYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE I WODNE POZIOMÓW ORNO-PRÓCHNICZNYCH GLEB MINERALNYCH

### Streszczenie

*Przeprowadzone badania miały na celu poznanie wpływu efektywnych mikroorganizmów (EM) na podstawowe właściwości fizyczne i wodne poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych. Materiał glebowy pozyskano z gleb uprawnych: płowej i czarnej ziemi. Próbkę, na których przeprowadzono badania laboratoryjne, 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. Rezultaty badań wykazały, iż dodatek żywych kultur EM do gleby zmienia większość jej właściwości fizycznych i wodnych oraz, że różne jego dawki oddziałują odmiennie – w szczególności na: porowatość, filtrację oraz dostępność wody dla roślin.*

### Wstęp

Obserwując tendencje przekształceń i rozwoju agrotechniki, wyraźnie zauważalne jest intensywne poszukiwanie metod, które pozwoliłyby rolnikowi na modyfikację stosowanych obecnie systemów uprawy, bądź wręcz na przejście z rolnictwa konwencjonalnego (bazującego na chemii) do rolnictwa, które poprawnie rozwijając się, byłoby przy tym ekonomiczne, ekologiczne i społecznie opłacalne. W warunkach naturalnych żaden z komponentów środowiska: woda, powietrze, czy gleba nie są wolne od drobnoustrojów. Mikroorganizmy są wszędzie a o tym, jaka ich grupa rozwinię się w danym środowisku, decydują jego cechy [12]. Na podstawie badań, obserwacji i doniesień można prognozować, że preparat EM, zawierający tzw. efektywne mikroorganizmy, może stać się niebawem nową alternatywą dla produkcji rolniczej [6, 16]. Dotychczasowe informacje dotyczące pozytywnych skutków stosowania EM w rolnictwie, wynikają przede wszystkim z obserwacji prowadzonych przez rolników i hodowców. Stosunkowo rzadko natomiast spotkać można w piśmiennictwie naukowym oraz branżowym konkretne wyniki badań, które potwierdzałyby skuteczność działania preparatu w aspekcie jego oddziaływania na poprawę układu właściwości gleby [1]. Dostępne dane i wnioski dotyczą niemal wyłącznie jej właściwości chemicznych i mikrobiologicznych [2, 13, 14].

Do tej pory nie przeprowadzono badań dotyczących wpływu EM na właściwości fizyczne i wodne gleb, pomi-

mo iż obserwacje polowe sugerują, że ich zastosowanie może je korzystnie modyfikować [3, 17]. Niniejsza praca ma charakter badań podstawowych, dotyczących tego problemu. W toku jej realizacji zweryfikowano dwie hipotezy robocze zakładające, że dodatek EM do gleby zazwyczaj korzystnie modyfikuje właściwości fizyczne, podnosi pojemność wodną oraz dostępność wody dla roślin, a zróżnicowane dawki preparatu oddziałują na glebę odmiennie.

### Obiekt i metodyka badań

Materiał glebowy pobrano z pola doświadczalnego Katedry Uprawy Roli i Roślin Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu zlokalizowanego na terenie Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Swadzimiu. Do ogólnej charakterystyki właściwości gleb w układzie naturalnym oraz do założenia doświadczenia wykorzystano próbkę z poziomów A<sub>p</sub>. Gleby, z których pobrano materiał służący do założenia doświadczenia w warunkach laboratoryjnych, wytworzone były z glin zwałowych i usytuowane w obrębie równiny dennomorenowej (Würm), na terenie płaskim (gleba B – czarna ziemia właściwa) i niskofalistym (gleba A - gleba płowa typowa). Reprezentowały one morfogenezę charakterystyczną dla większości gleb mineralnych Niżu Środkowopolskiego [7, 11]. Pod względem przyrodniczym i użytkowym, zaliczono je do klas bonitacyjnych oraz kompleksów przydatności rolniczej – odpowiednio: IIIb; 4 – gleba B i II; 2 – A [8]. Dla pełnej charaktery-

styki materiału badawczego, wykonano – przy użyciu metod powszechnie stosowanych w gleboznawstwie – analizy podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych (tab. 1, 2).

Na bazie pobranego materiału założono doświadczenie w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Materiał pobrany z poziomów orno - próchnicznych gleb A (piasek gliniasty) i B (głina piaszczysta) umieszczono w miskach plastikowych o pojemności siedmiu dm<sup>3</sup>. Obok prób zerowych, w przypadku obu gleb, zastosowano dodatek przygotowanego uprzednio, na bazie koncentratu EM-1, preparatu biologicznie czynnego – EMA, w trzech zróżnicowanych dawkach. Dawkę pierwszą określono na podstawie ilości preparatu zalecanego do stosowania w polowych zabiegach agrotechnicznych. Wysokość dwóch dawek wyższych ustalono tak, aby umożliwiły one stwierdzenie ewentualnego wpływu EM na badane właściwości fizyczne i wodne – w przypadku możliwej negatywnej weryfikacji postawionych hipotez roboczych dla dawki pierwszej. W poszczególnych przypadkach ilości dodanego do gleby EMA odwzorowano z warunków polowych na laboratoryjne poprzez przeliczenie, uwzględniając masę warstwy ornej o określonej gęstości oraz miąższości 0,2m – dla teoretycznie zastosowanych w warunkach polowych stężeń oprysku. Dawka pierwsza odpowiadała wydatkowi = 500 dm<sup>3</sup> EMA/ha. Dawki: druga i trzecia – były odpowiednio: 100 i 1000 razy wyższe. Gleby w kolejnych kombinacjach zaszczerpiono wymienionymi ilościami EMA i poddano pięcioletniej inkubacji w umiarkowanie zmiennych warunkach temperatury i wilgotności (odwzorowujących warunki polowe)

(tab. 3). Uwilgotnienie fazy stałej utrzymywano w stanie maksymalnie zbliżonym do połowej pojemności wodnej. Ewentualny ubytek EM, który mógłby powstać w wyniku ich wymycia podczas wyrównywania wilgotności (podlewania), wyeliminowano stosując naczynia zwrotne, z których drobnoustroje przedostające się tam - wraz z filtrującym odciekami nadmiaru wody grawitacyjnej – były zwracane do misek przy poszczególnych wymienionych zabiegach. Po upływie terminu inkubacji (5 tygodni), z poszczególnych kombinacji doświadczalnych pobrano próbki o strukturze naruszonej oraz próbki objętościowe (V=100cm<sup>3</sup>), w których zgodnie z metodyką oznaczono właściwości fizyczne i wodne. Wykonano analizy takich właściwości, jak: skład granulometryczny – metodą areometryczną [9], gęstość fazy stałej – metodą piknometryczną [15], wilgotność naturalną i higroskopową – grawimetrycznie, maksymalną pojemność higroskopową – w komorze podciśnieniowej w obecności nasyconego roztworu K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, gęstość gleby – z wykorzystaniem naczynek Nitzscha, porowatość wyliczono na podstawie oznaczeń gęstości gleby oraz gęstości fazy stałej [8], współczynnik filtracji – metodą stałego spadku ciśnienia [5], pojemności wodne przy określonych potencjałach wiązania (pF) – metodą Richardsa [4]. 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.

Tab. 1. Podstawowe właściwości fizyczne poziomów orno-próchnicznych badanych gleb

Table 1. Basic physical properties of arable-humus horizons of investigated soils

Gleba Soil	Wilgotność Moisture [kg·kg <sup>-3</sup> ]	Gęstość fazy stałej Specific density [Mg·m <sup>-3</sup> ]	Gęstość gleby Bulk density [Mg·m <sup>-3</sup> ]	Porowatość Porosity [m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]	Pojemność higroskopijna Higroscopic capacity [m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]		Podgrupa granulometryczna Texture PN-R-04032
					H	MH	
A	0,0958	2,61	1,509	0,422	0,0045	0,0229	pg/LS
B	0,1137	2,57	1,457	0,433	0,0143	0,0345	gp/SL

Tab. 2. Podstawowe właściwości chemiczne oraz zawartość makroskładników w poziomach orno-próchnicznych badanych gleb

Table 2. Basic chemical properties and macroelements content in arable-humus horizons of investigated soils

Gleba Soil	pH	C <sub>org.</sub> Organic carbon [g·kg <sup>-1</sup> ]	N <sub>og.</sub> [mg·kg <sup>-1</sup> ]	C:N	CaCO <sub>3</sub> %	Makroskładniki / Macroelements [mg·kg <sup>-1</sup> ]		
						K	P	Mg
A	6,85	8,4	0,68	12	0,85	136,4	115,4	35,2
B	7,45	12,4	0,96	13	3,68	88,0	114,1	48,6

Tab. 3. Warunki doświadczenia

Table 3. Experience conditions

Temp. pow. Air temperature	Temp. gleby (0) Soil temperature (0)	Temp. gleby (EM) Soil temperature	Wilgotność pow. Relative humidity	Statystyka Statistic
[°C]	[°C]	[°C]	[%]	α =0,05
20,7	19,1	19,6	36,1	średnia/mean
0,9	0,9	0,9	2,0	ufność/confidence
1,9	1,9	1,9	4,1	odch. st./standard deviation
9,2	9,9	9,7	5,3	wsp.zm./coefficient of variation

## Wyniki i dyskusja

Pod względem uziarnienia, gleby do badań dobrano tak, aby ich skład był charakterystyczny dla większości gleb uprawnych Wielkopolski oraz, aby różnicował on (w założeniu) układ pozostających właściwości pochodnych. Gleba A, o składzie piasku gliniastego, zawierała 3% iłu koloidalnego, przy 25. procentowym udziale pyłu. Zawartość wymienionych frakcji w glebie B (głina piaszczysta) wynosiła odpowiednio: 5 i 27% (tab. 1) [10]. Gęstość fazy stałej badanych gleb wynosiła: 2,61 Mg·m<sup>-3</sup> (gleba A) i 2,57 Mg·m<sup>-3</sup> (gleba B). Wartości te zostały wykorzystane do obliczenia porowatości (tab. 3). Oznaczona w próbkach pobranych w układzie naturalnym gęstość obu badanych gleb była zbliżona, wynosząc: 1,654 Mg·m<sup>-3</sup> (gleba A) i 1,623 Mg·m<sup>-3</sup> (gleba B), co odpowiadało porowatości odpowiednio: 0,366 i 0,368 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> (tab. 1).

W układzie doświadczalnym, po pięcioletnim okresie wymuszonego utrzymania w stanie połowej pojemności wodnej oraz inkubacji EM, gęstość i porowatość uległy znacznym zmianom (tab. 4). W przypadku gleby o lżejszym składzie (A-pg) zaobserwowano spadek gęstości o około 0,1 g·cm<sup>-3</sup>, przy wzroście porowatości całkowitej o ponad 3% (1,661 Mg·m<sup>-3</sup>; 0,318 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup>) przy zastosowaniu najniższej dawki EM. Tendencja ta utrzymywała się przy dawce dziesięciokrotnie wyższej (1,587 Mg·m<sup>-3</sup>; 0,348 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup>). Wartości otrzymane przy skrajnie wysokiej dawce trzeciej były zbliżone do próby zerowej. W cięższej glebie B nie zauważono pozytywnego wpływu wzrastających dawek EM na gęstość i porowatość, a wręcz pogorszenie się stanu układu trójfazowego. Stan ten był zbliżony do warunków wyjściowych (zerówka) dopiero przy dawce III (I-100) (tab. 5). Rozpatrując wpływ zróżnicowanych dawek EM na poprawę (obniżenie) gęstości oraz (podwyższenie) porowatości całkowitej można było stwierdzić, iż zauważalny był on wyłącznie w glebie lekkiej, a wyraźnie skuteczna była już dawka pierwsza (zalecana w agrotechnice). W dalszych badaniach wskazane byłoby przetestowanie zakresu stężeń mieszczących się pomiędzy dawkami I i II, jako mogących dać lepszy i jednocześnie ekonomicznie uzasadniony efekt. W przypadku gleby B, o wyższej zawartości C<sub>org.</sub>, bogatszym kompleksie sorpcyjnym i cięższym składzie granulometrycznym – stosowanie EM w jakiegokolwiek dawce (pod kątem ewentualnej poprawy omawianych właściwości) wydaje się nieuzasadnione – być może wręcz niekorzystne. Próbkę gleby pobrane w układzie naturalnym charakteryzowały się wilgotnością od 0,0958 kg·kg<sup>-1</sup> (gleba A) oraz

0,1137 kg·kg<sup>-1</sup> (gleba B). Po doprowadzeniu ich do stanu powietrznie suchego, wilgotność spadła – odpowiednio: do 0,0045 kg·kg<sup>-1</sup> i 0,0143 kg·kg<sup>-1</sup> (tab. 1). Ten stan uwilgotnienia gleby - pojemność higroskopowa (H) – nie jest wartością stałą, gdyż zależy od wysycenia atmosfery parą wodną. Parametrem niezmiennym i charakterystycznym jest natomiast maksymalna pojemność higroskopowa (MH), którą gleba osiąga w określonych warunkach prężności pary wodnej. Badane gleby wykazały maksymalną pojemność higroskopową na poziomie 0,0229 kg·kg<sup>-1</sup> (gleba A) i 0,0345 kg·kg<sup>-1</sup> (gleba B). Można było zauważyć, że im większa była wilgotność naturalna obu utworów glebowych pobranych w tych samych warunkach i czasie, tym wyższą wykazywały one pojemność higroskopową oraz MH. Zauważalny był też wpływ uziarnienia oraz zawartości C<sub>org.</sub> (im wyższa próchniczność i cięższy skład, tym większa wilgotność naturalna, H i MH) (tab. 1).

W warunkach doświadczalnych, porównując oznaczone w poszczególnych kombinacjach wartości W<sub>n</sub> z wartościami tej cechy w próbach zerowych A i B, widoczny był nieznaczny wzrost wilgotności jedynie przy zastosowaniu dawki III. Różnice te były jednak na tyle małe, że stosowanie wysoce kosztocionnego zabiegu oprysku roztworem o dużym stężeniu EM należy uznać za nieuzasadnione (pod kątem ewentualnej poprawy aktualnych warunków wilgotnościowych). W glebie B wilgotność po zastosowaniu dawki pierwszej była wyższa zaledwie o 0,0011 kg·kg<sup>-1</sup>, zaś przy drugiej (0·10) tylko o 0,0135 kg·kg<sup>-1</sup>. Natomiast w glebie A przy dawce I i II zdecydowanie spadła – z 0,01042 kg·kg<sup>-1</sup> do około 0,084 kg·kg<sup>-1</sup> (tab. 5). Wpływ EM na wodoprzepuszczalność określała zmienność oznaczonych współczynników filtracji (k<sub>s</sub>) oraz porowatości drenażowej (tab. 5). Można było zauważyć, że zdolności filtracyjne zwiększały się wraz ze wzrostem dawek EMA w glebie A, o lekkim składzie oraz słabszych parametrach struktury. Odwrotna sytuacja wystąpiła w glebie B, o cięższym składzie i lepszej strukturze. Wartości k<sub>s</sub> w tej glebie, w odniesieniu do próby zerowej, systematycznie i wyraźnie malały. Z agrotechnicznego punktu widzenia nie wydaje się to korzystne, gdyż powodować może szybsze odwodnienie gleby lekkiej (A) o niższych z natury pojemnościach wodnych oraz wzmacniać jej przesuszenie w okresach krytycznych. W przypadku gleby cięższej (B), będzie utrudniać odprowadzenie nadmiaru wód opadowych z poziomów wierzchnich, co skutkować może tworzeniem się zastoisk i prowadzić do wymakania roślin, jak również ograniczać wczesnowiosenne terminy agrotechniczne.

Tab. 4. Podstawowe właściwości fizyczne w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych

Table 4. Basic physical properties for individual experience combinations

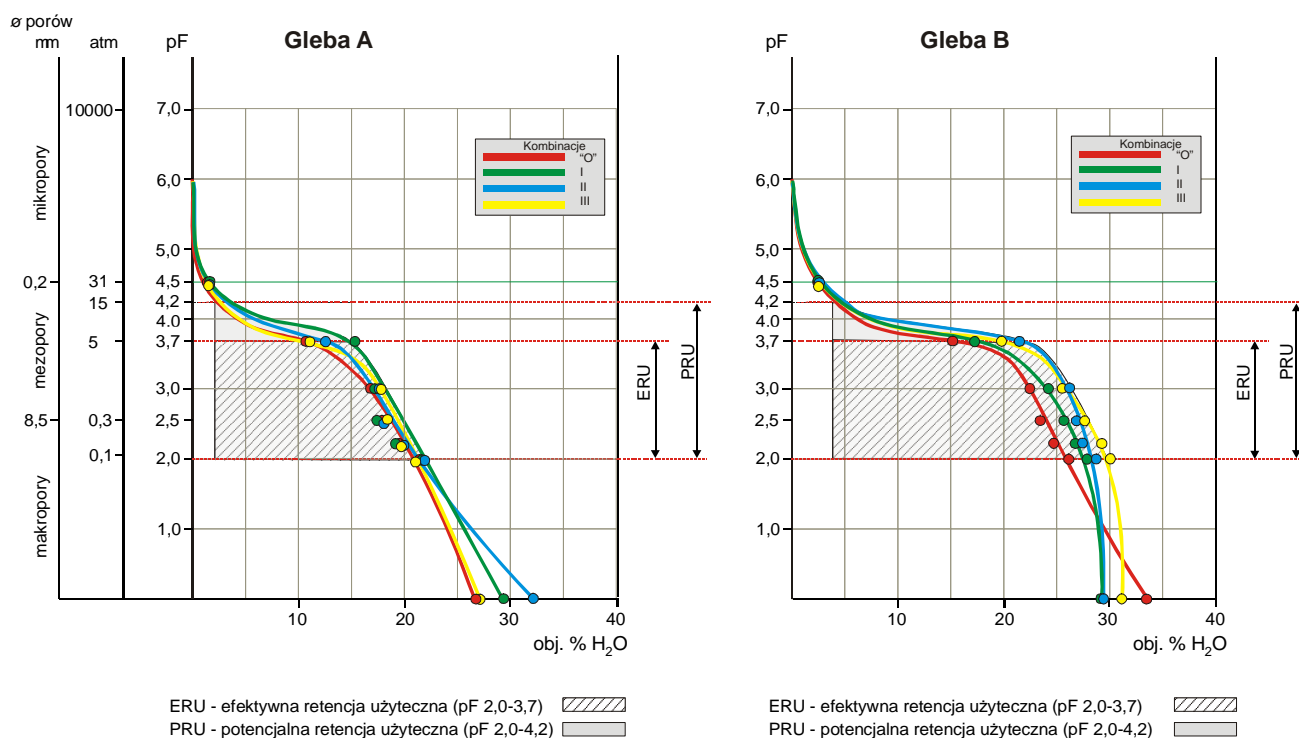
Gleba Soil	Kombinacja Combination	Wilgotność naturalna Moisture		Gęstość fazy stałej Specific density [Mg·m <sup>-3</sup> ]	Gęstość gleby Bulk density [Mg·m <sup>-3</sup> ]	Porowatość Porosity [m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]
		[kg·kg <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]			
A	0	0,1042	0,1786	2,64	1,714	0,283
	I	0,0840	0,1395	2,64	1,660	0,318
	II	0,0846	0,1343	2,64	1,587	0,348
	III	0,1117	0,1871	2,64	1,675	0,295
B	0	0,1570	0,2244	2,59	1,429	0,362
	I	0,1559	0,2404	2,59	1,542	0,312
	II	0,1705	0,2570	2,59	1,508	0,319
	III	0,2036	0,2980	2,59	1,463	0,320

Tab. 5. Wartości współczynnika filtracji oraz porowatość drenażowa w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych  
 Table 5. Values of the filtration coefficient and drainage porosity

Gleba Soil	Kombinacja Combination	Gęstość fazy stałej Specific density [Mg·m <sup>-3</sup> ]	Gęstość gleby Bulk density [Mg·m <sup>-3</sup> ]	Porowatość całkowita Total porosity [m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]	Porowatość drenażowa Drainage porosity [m <sup>3</sup> ·m <sup>-3</sup> ]	Współczynnik filtracji Filtration coefficient [μm·s <sup>-1</sup> ]
A	0	2,64	1,644	0,3774	0,0506	0,571
	I	2,64	1,685	0,3617	0,0767	1,488
	II	2,64	1,664	0,3695	0,1049	3,949
	III	2,64	1,673	0,3662	0,0618	5,921
B	0	2,59	1,447	0,4412	0,0719	8,219
	I	2,59	1,602	0,3814	0,0139	4,534
	II	2,59	1,588	0,3868	0,0070	4,719
	III	2,59	1,559	0,3981	0,0097	2,412

Polowa pojemność wodna była w badanych glebach wyraźnie niższa od maksymalnej tylko w glebie A (MPW od 0,2645 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> – „0” do 0,3220 – II; (PPW od 20,77 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> – III do 0,2171 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> – II). Wartości obu wymienionych parametrów rosły wraz ze wzrostem dawek: I i II. Dawka III nie wpływała na wzrost tych pojemności. W glebie B różnica pomiędzy PPW i MPW była zauważalna tylko w próbie zerowej. Pozostałe dawki preparatu podnosiły wartości obu wymienionych pojemności, lecz nieznacznie. Bardzo istotnym wydaje się znikoma, rzadko spotykana różnica pomiędzy pojemnościami: maksymalną i połową, przy zastosowaniu każdego z dodatków EM-A (od 0,0070 do 0,0139 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup>). Bez wątpienia, taka zmiana znacznie poprawia zdolność efektywnego wykorzystania przez rośliny retencjonowanych wód opadowych. Przy dolnych wartościach pF (3,7 i 4,2), w przypadku obu gleb z dodatkiem EMA, widoczny był wzrost ilości wody dostępnej dla roślin

- w porównaniu do prób zerowych (do około 0,05 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> w kombinacji A – II i około 0,06 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> w B – III) dla pF = 3,7, oraz (do około 0,015 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> - A – I i 0,0135 m<sup>3</sup>·m<sup>-3</sup> - B – III) dla pF 4,2. Zależność ta była zauważalna i powtarzalna. Przy identycznym składzie granulometrycznym oraz zawartości próchnicy, w obu glebach raczej tylko oddziaływanie kompleksu EM mogło być przyczyną takiego stanu. Według najnowszych, niepublikowanych doniesień – domniemywa się, iż organizmy te wydzielają w warunkach ekstremalnej suszy związki zbliżone swym składem i charakterem działania do detergentów, co mogłoby tłumaczyć te różnice. Wskaźniki PRU i ERU, w przypadku obu gleb były najniższe w próbach zerowych, znacznie wyższe zaś przy dodatkach EM-A w dawkach I i II. Zastosowanie bardzo wysokiej dawki III generalnie okazało się w tym przypadku nieuzasadnione (rys. 1).



Rys. 1. Krzywe sorpcji wody przez glebę (A, B) w poszczególnych kombinacjach doświadczalnych  
 Fig. 1. Water sorption curves of soil (A,B) for individual experience combinations

## Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań można wnioskować, że dodatek żywych kultur EM do gleby zmienia większość jej właściwości fizycznych i wodnych, a zastosowany w różnych dawkach oddziałuje na glebę w sposób zróżnicowany. Porowatość całkowita i drenażowa gleb wzrasta wraz ze spadkiem gęstości już przy zastosowaniu dawki pierwszej (stosowanej obecnie w agrotechnice). Stan układu trójfazowego gleby poprawia się również przy dawce drugiej (dziesięciokrotnie wyższej).

W przypadku wszystkich analizowanych właściwości nieuzasadnione jest stosowanie skrajnie wysokiej dawki trzeciej. W glebie lekkiej, wzrost zawartości EM systematycznie zwiększał jej wodoprzepuszczalność, natomiast w glebie ciężkiej - zmniejszał ją. Efekt ten należy ocenić jako negatywny. Połowa pojemność wodna badanych gleb z dodatkiem preparatu, była bardzo zbliżona do ich pojemności maksymalnych, szczególnie w glebie o cięższym składzie. Zaznacza się tu z dużym prawdopodobieństwem pozytywny wpływ EM. Dolne graniczne wartości wilgotności (pF 3,7 i 4,2) były przy zastosowaniu dawek I i II znacznie niższe od uzyskanych dla prób zerowych. Uzasadnienie może tu być podobne jak w przypadku granicy górnej (PPW). Dodatek EM-A do gleby w zakresie określonych właściwości fizycznych (wilgotność, porowatość, pojemności wodne, retencja) oddziałuje na utwory lekkie i ciężkie w podobny sposób.

W przypadku niektórych właściwości wodnych (filtracja), reakcja gleb o różnym uziarnieniu może być skrajnie odmienna. Zastosowany preparat powoduje w glebie wzrost ilości wody dostępnej dla roślin. Może to powodować lepsze wykorzystanie wód opadowych, a przez to np.: przyspieszać wschody oraz ułatwiać roślinom przetrwanie okresów suszy. Przeprowadzone badania uwzględniły wpływ dodatków EM do gleby wyłącznie w układzie statycznym.

Wskazaniem wydaje się przetestowanie ich działania w warunkach doświadczenia polowego, uwzględniającego wzajemną relację gleba-roślina.

## Literatura

- [1] Baranowski A.: Preparat „Efektywne Mikroorganizmy”- próby zastosowania w rolnictwie. Przegląd hodowlany, 4/2004: 26–27, 2004
- [2] Gajda A., Igras J.: Określenie produkcyjnych i ekologicznych skutków stosowania preparatu EM – A w uprawie zbóż i rzepaku. IUNG, Zakład Żywnienia Roślin i Nawożenia, Puławy, 2003
- [3] Higa T.: Rewolucja w ochronie naszej planety, Fundacja Rozwój, SGGW, Warszawa, 2003
- [4] Klute A.: Water retention: Laboratory methods. In: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. 2<sup>nd</sup> edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi., 1986
- [5] Klute A., Dirksen C.: Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: Klute A. (Ed.). Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods. 2<sup>nd</sup> edn. Agron. Monogr. 9 ASA and SSSA, Madison, Wi., 1986
- [6] Kobielska Z.: Technologia Efektywnych Mikroorganizmów. Obserwator, 35, 2005, [www.emgreen.pl](http://www.emgreen.pl)
- [7] Krygowski B.: Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia. PTPN, Poznań, 1961
- [8] Mocek A., Drzymała S., Maszner P.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Wyd. AR Poznań, 2004
- [9] Polski Komitet Normalizacyjny (1998a): Polska Norma PN-R-04032: Gleby i utwory mineralne. Pobieranie próbek i oznaczanie składu granulometrycznego, Warszawa, ss.12
- [10] Polski Komitet Normalizacyjny (1998b): Polska Norma PN-R-04033: Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne, Warszawa, ss.12
- [11] PTG: Systematyka gleb Polski. Roczn. Glebozn., 40, s. 5-54, Warszawa, 1989
- [12] Schlegel H.G.: Mikrobiologia ogólna. PWN, Warszawa, 2005
- [13] Schneider Z.: Wnioski wynikające z odkrycia, że Efektywne Mikroorganizmy (bądź część szczepów spośród kilkudziesięciu) tworzą dwuwarstwowe kapsuły żelowe, referat, (*mscr*), 2005a
- [14] Schneider Z.: Postulowana rola kompleksu EM w ulepszeniu gleby oraz w pozyskiwaniu przyswajalnych minerałów dla roślin, referat, (*mscr*), 2005b
- [15] Soil Conservation Service: Soil Survey laboratory methods manual. Soil Survey. Invest. Raport No. 42. U.S. Dept. Agric., Washington, DC, 1992
- [16] Zajączkowski P., Sowiński W.: Jaka gleba, taki plon. Technologia Efektywnych Mikroorganizmów. Biuletyn informacyjny, Greenland, Technologia EM, Puławy, 2001
- [17] [www.emgreen.pl/poradnik.php](http://www.emgreen.pl/poradnik.php)