

THE IMPACT OF EFFECTIVE MICROORGANISMS ON THE PROCESS OF SOIL STRUCTURE FORMING IN THE INCUBATORY EXPERIMENT

Summary

The research was conducted on the material taken from the arable-humin horizons of three soils (two Luvisols and one Phaeozems). The incubatory experiment was carried out in laboratory conditions in the bowls of 7 dm³. The bowls contained 4-kilo soil samples which had been mixed with three doses of effective microorganisms (EM-A preparation of 0,4 cm³, 0,8 cm³ and 1,6 cm³, respectively). After a six-week incubation held in strictly controlled conditions of soil temperature and air temperature and humidity, 50 aggregates of 1 cm³ capacity were cut out of each combination. Basic physical properties such as density and porosity as well as structure-forming parameters (water resistance, compressive strength, water capacity). It was proven that values of the listed parameters depend mainly on the applied doses of effective microorganisms and to a smaller extent on soil graining and compaction. From both economical and practical points of view, the second dose of EM turned out to be the most effective for the majority of soil's physicommechanical properties.

WPŁYW EFEKTYWNYCH MIKROORGANIZMÓW NA KSZTAŁTOWANIE STRUKTURY GLEB W DOŚWIADCZENIU INKUBACYJNYM

Streszczenie

Do badań wytypowano materiał glebowy pobrany z poziomów orno-próchnicznych trzech gleb (dwie gleby płowe i czarna ziemia). Doświadczenie inkubacyjne przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych w miskach o pojemności 7 dm³, w których umieszczono próbki glebowe o masie 4 kg, po uprzednim ich wymieszaniu z trzema dawkami efektywnych mikroorganizmów (preparat EM-A w ilości 0,4 cm³, 0,8 cm³ i 1,6 cm³). Po sześciotygodniowej inkubacji w ściśle kontrolowanych warunkach temperatury gleby oraz temperatury i wilgotności powietrza wycięto z każdej kombinacji po 50 agregatów o objętości 1 cm³. Dla tych agregatów oznaczono podstawowe właściwości fizyczne (gęstość, porowatość) oraz parametry strukturotwórcze (wodoodporność, wytrzymałość na ściskanie, pojemność wodną). Dowiedziono, że wartości wymienionych wyżej parametrów zależą przede wszystkim od zastosowanej dawki efektywnych mikroorganizmów, w mniejszym stopniu od uziarnienia i zagęszczenia gleby. Dla większości fizykomechanicznych właściwości gleby najbardziej efektywną, tak z ekonomicznego, jak i z praktycznego punktu widzenia, okazała się druga dawka efektywnych mikroorganizmów.

1. Wstęp

Człowiek w historii swojego rozwoju stosował różne metody uprawy gleby w celu utrzymania jej żyzności i zwiększenia plonów [1]. Postęp współczesnej cywilizacji odzwierciedla tempo nieświadomego czasem pozbawiania gleby zdolności do naturalnej regeneracji i utrzymywania jej w stanie wysokiej produktywności. Świat XXI wieku poszukuje zdrowej i bezpiecznej żywności, dążąc do przywrócenia ładu i harmonii środowiska naturalnego. Coraz częściej obserwuje się zmianę orientację ludzi w kierunku poszukiwania i przywracania w rolnictwie biologicznych technologii. Taką właśnie idealną dla nowoczesnego rolnictwa technologią może stać się technologia efektywnych mikroorganizmów.

Gleba jest środowiskiem, w którym bytują różne organizmy zarówno roślinne, jak i zwierzęce. Pomiedzy nimi a glebą zachodzą ściśle i wzajemne zależności. Udział drobnoustrojów w kształtowaniu żyzności i zdrowotności gleby jest dobrze znany, ponieważ to właśnie one odgrywają główną rolę w mineralizacji materii organicznej, udostępnianiu roślinom składników pokarmowych, powstawaniu próchnicy glebowej, struktury gruzelkowej gleby itp. [2, 3, 4, 5].

Mikroorganizmy odgrywają istotną rolę w powstawaniu gleby, a później w kształtowaniu jej żyzności i

pozyskiwaniu przyswajalnych składników dla roślin. Każda gleba, w określonych warunkach wilgotności i temperatury, posiada swoistą dla siebie populację drobnoustrojów. Interesujące i zasadne staje się pytanie: jaka będzie reakcja gleby na wprowadzenie dodatkowej ilości mikroorganizmów, na przykład wyselekcjonowanych szczepów mikroorganizmów tlenowych i beztlenowych, tzw. efektywnych mikroorganizmów, jak wpłyną one na właściwości fizyczne gleby, a w szczególności na kształtowanie parametrów strukturotwórczych, takich jak: porowatość, wodoodporność, pojemność wodna itp.? Udzielenie odpowiedzi na tak sformułowane pytanie było celem niniejszej pracy.

2. Materiał i metody badań

Materiałem glebowym, pobranym z poziomu uprawnego gleb, w celu przeprowadzenia badań nad wpływem zróżnicowanych dawek efektywnych mikroorganizmów (EM) na stan struktury warstwy orno-próchnicznej były dwa typy gleb mineralnych: gleba płowa i czarna ziemia zdegradowana [6]. Materiał badawczy pochodził z trzech obiektów badań, którymi były: Indywidualne Gospodarstwo Rolne w Małachowie, gmina Witkowo (gleba płowa), Zakład Doświadczalno-Dydaktyczny UP w Swadzimiu (czarna ziemia) oraz Rolnicze Gospodarstwo Doświadczalne w

Brodach (gleba płowa). Gospodarstwo w Małachowie zostało ponadto wytypowane do wieloletnich badań z zastosowaniem efektywnych mikroorganizmów, a także syntetycznych środków strukturotwórczych na stan struktury warstwy orno- próchnicznej gleby.

Wybór gospodarstwa w Brodach i Swadzimiu również nie był przypadkowy. W Rolniczym Gospodarstwie Doświadczalnym w Brodach od wielu lat stosuje się kultury efektywnych mikroorganizmów w uprawach polowych. Natomiast na materiale glebowym pochodzącym z Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Swadzimiu prowadzono już wcześniej badania nad wpływem kultur EM i polisacharydów na wybrane właściwości strukturotwórcze gleb [7].

Badania, będące celem niniejszej pracy, zostały przeprowadzone w ściśle kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Materiał glebowy, pobrany z poziomów orno- próchnicznych trzech wytypowanych gleb umieszczono w dwunastu plastikowych miskach o pojemności 7dm³. Obok prób zerowych (A0, B0, C0), w przypadku każdej z trzech gleb, zastosowano dodatek kultur efektywnych mikroorganizmów (preparat EM-A) w trzech zróżnicowanych dawkach, wynoszących odpowiednio: I dawka – 0,4 cm³, II dawka – 0,8 cm³, III dawka – 1,6 cm³. Gleby zaszczerpione wymienionymi dawkami mikroorganizmów efektywnych poddano 6-tygodniowemu doświadczeniu inkubacyjnemu. Podczas inkubacji kontrolowano temperaturę i wilgotność powietrza oraz temperaturę gleby. Średnia temperatura powietrza utrzymywała się na poziomie 21,2°C, natomiast wilgotność względna powietrza wyniosła 63,1%, podczas gdy temperatura gleby kształtowała się w granicach 20°C. Uwilgotnienie gleb utrzymywano w stanie zbliżonym do ich polowej pojemności wodnej. Po upływie terminu inkubacji, z poszczególnych kombinacji doświadczalnych, pobrano próbki glebowe o strukturze nienaruszonej, o kształcie walca i o objętości 1 cm³, czyli tzw. modelowane agregaty glebowe.

Zgodnie z metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie [8] dla materiału glebowego oznaczono: skład granulometryczny – metodą areometryczną Prószyńskiego, gęstość fazy stałej – metodą piknometryczną, wilgotność higroskopową (H, MH) - grawimetrycznie. Natomiast na modelowanych agregatach glebowych, doprowadzonych do stanu powietrznie suchego, metodami specjalistycznymi, opracowanymi w Katedrze Gleboznawstwa UP w Poznaniu [9], oznaczono parametry charakteryzujące stan struktury, takie jak: dynamiczną i statyczną wodoodporność agregatów, agregację wtórną, mechaniczną wytrzymałość agregatów na ściskanie, szybkość przemieszczania się wody w agregacie, kapilarną minimalną i maksymalną pojemność wodną, a także pęcznienie agregatów. Poniżej, w syntetycznej formie, przedstawiono istotę oznaczeń badanych parametrów fizykochemicznych:

- dynamiczna wodoodporność agregatów (DW) - polegała na rozbijaniu agregatu kroplami wody o masie 0,05 g, spadającymi z wysokości 1 m, a więc z energią kinetyczną $E = 4,905 \cdot 10^{-4}$,
- statyczna wodoodporność agregatów (SW) mierzona była czasem rozpadu agregatu, zanurzonego w wodzie w pojemniku z pleksi na żyłkach nylonowych o rozstawie 6 mm,
- agregacja wtórna to wynik separacji na zestawie sit o wymiarach 7, 5, 3, 1, 0,5, i 0,25 mm frakcji agregatu pierwotnego, który uległ rozpadowi w wyniku dynamicznego i statycznego działania wody,
- wytrzymałość na ściskanie (Rc) agregatów glebowych oznaczono aparatem wytrzymałościowym typu LRu-Ts, gdzie

przyłożona siła działa na powierzchnię kolistą agregatu o przekroju 1 cm²,

- prędkość podsiąku kapilarnego (T_k) polegała na pomiarze czasu potrzebnego do frontального zwilżenia górnej powierzchni agregatu (T_{kmin}) lub całkowitego wysycenia całej objętości agregatu (T_{kmax}); oznaczenie przeprowadzone zostało na odpowiednim zestawie filtracyjnym w płytce Petriego,
- pojemność kapilarna (V_k) odpowiadała ilości wody (%obj.) wchłoniętej przez agregat w czasie T_{kmin} (V_{kmin}) lub ilości wody (% obj.) wypełniającej wolne pory agregatu w czasie T_{kmax} (V_{kmax}),
- swobodne pęcznienie (p_{min} , p_{max}) oznaczono jako efekt zmiany objętości modelowanych agregatów glebowych po osiągnięciu przez nie minimalnej (V_{kmin}) bądź maksymalnej (V_{kmax}) kapilarnej pojemności wodnej.

3. Rezultaty i dyskusja

Możliwości wzbogacenia i korzystnego ukierunkowania życia biologicznego w glebie dają biopreparaty glebowe, wśród których znajduje się preparat EM-1 zawierający efektywne mikroorganizmy [10]. Są to specjalnie dobrane szczepy mikroorganizmów, naturalnie występujących w przyrodzie, wyselekcjonowane i wykorzystane do stworzenia preparatu w płynie. Unikalna kombinacja zawiera m.in. bakterie fotosyntetyczne, bakterie kwasu mlekowego, drożdże, grzyby i promieniowce [11]. Efektywne mikroorganizmy to zbiór żywych mikroorganizmów, posiadających duże zdolności adaptacyjne. Mikroorganizmy efektywne, bądź część szczepów spośród kilkudziesięciu, tworzą dwuwarstwowe kapsuły żelowe ze środowiskiem wewnątrz beztlenowym a na zewnątrz tlenowym. Odgranicza je strefa organizmów fakultatywnych, które zlokalizowane po stronie wewnętrznej prowadzą metabolizm bez udziału tlenu, a po zewnętrznej stronie z udziałem tego pierwiastka [12].

Mówi się też o znaczącej roli kompleksu EM w ulepszaniu gleby (poprawa struktury gleby) i pozyskiwaniu przyswajalnych minerałów. Efektywne mikroorganizmy adsorbują się na powierzchni cząstek minerału tak, że przytwierdzone kapsuły odpychają od siebie cząstki skały i w ten sposób rozpulchniają strukturę gleby [13]. Poza tym anaeroby (mikroorganizmy metabolizujące bez udziału tlenu) posiadają nadmiar elektronów i z łatwością przekazują je różnym akceptorom, np. elektrododatnim formom metali, redukując je do niższych wartościowości np.: jon żelaza Fe^{3+} do Fe^{2+} . W wyniku redukcji, dwuwartościowa forma żelaza staje się przyswajalna dla organizmów żywych [13].

Rozwój populacji EM w glebie stymuluje rozwój i wzrost ilości mikroorganizmów charakterystycznych dla danej gleby, przez co wzbogacona zostaje mikroflora glebowa [14]. Efektywne mikroorganizmy mogą korzystnie modyfikować niektóre właściwości fizyczne i wodne, a nawet kształtować strukturę wierzchnich poziomów gleb. EM dzięki swojej aktywności biologicznej poprawiają strukturę gleby – gleba staje się łatwiejsza w uprawie. Poprawiają parametry fizyczne gleby, takie jak: porowatość, gęstość objętościową (poprawa układu trójfazowego gleby – wzrost porowatości, spadek gęstości objętościowej). Zwiększają pojemność sorpcyjną gleby, pojemność wodną, łagodząc skutki suszy i nadmiernych opadów [16].

Pobrany z poziomów orno- próchnicznych materiał glebowy nie wykazywał istotnego zróżnicowania zarówno pod względem uziarnienia, jak również we właściwościach

chemicznych (tab. 1). Badane gleby należą do grupy granulometrycznej gliny piaszczystej [17] o zawartości frakcji koloidalnej (<0,002 mm) w przedziale 5-8% i 22-24% frakcji pyłowej (0,05-0,002 mm). Charakteryzowały się one również bardzo wyrównanym odczynem obojętnym zamykającym się wartościami pH od 6,92 (gleba C) do 7,18

(gleba A). Zawartość węgla organicznego była także bardzo wyrównana i zawierała się w granicach od 0,834% (gleba B) do 0,915% (gleba A), co odpowiadało zawartości próchnicy na zbliżonym poziomie odpowiednio: 1,43% i 1,57%.

Tab. 1. Skład granulometryczny, pH i zawartość węgla organicznego poziomu orno-próchnicznego badanych gleb

Table 1. Texture, pH and C org. content of arable-humin horizon in the investigated soils

Objekt badań <i>Object of the research</i>	Symbol Gleby <i>Soil symbol</i>	Procentowa zawartość frakcji o ϕ (mm) Percent of fraction in diameter (mm)			Grupa granulometryczna wg PN-R-04033 <i>Texture group acc. to PN-R-04033</i>	pH w 1M KCl	C org. (%)
		Piasek <i>Sand</i>	Pył <i>Silt</i>	łł <i>Clay</i>			
		2,0-0,05	0,05-0,002	<0,002			
Małachowo	A	69	24	7	gp	7,01	0,915
ZDD Swadzim	B	73	22	5	gp	7,18	0,834
ZDD Brody	C	70	22	8	gp	6,92	0,891

Tab. 2. Wybrane właściwości fizyczne i fizykomechaniczne modelowanych agregatów glebowych z różnymi dawkami efektywnych mikroorganizmów (EM)

Table 2. Selected physical and physicommechanical properties of soil aggregates containing various doses of effective microorganisms

Gleby, soils: A0, B0, C0 Dawki, doses: EM-efektywne mikroorganizmy <i>EM - effective microorganisms</i>	Gęstość gleby <i>Bulk density</i> ρ ($Mg \cdot m^{-3}$)	Porowatość <i>Porosity</i> P (%)	Pojemność higroskopowa <i>Higroscopic capacity</i> %obj. %v/v		Wytrzymałość na ściskanie <i>Compressive strength</i> Rc (MPa)	Wodoodporność <i>Water action</i>		Czas podsiąku kapilarnego <i>Time of capillary rise</i> T _{kmin} (s)
			H	MH		dynamiczna, dynamic DW [$J \cdot 10^{-2}$]	statyczna, static SW [s]	
A ₀	1,662	36,6	1,58	7,21	1,25	14,42	57	90
A ₀ +EM1	1,709	34,8	1,59	6,39	1,28	10,69	61	117
A ₀ +EM2	1,639	37,4	1,59	6,41	1,43	12,26	62	105
A ₀ +EM3	1,651	37,0	1,58	6,81	1,30	12,80	44	88
B ₀	1,704	36,4	1,61	5,18	0,64	7,70	16	35
B ₀ +EM1	1,703	35,0	2,62	6,17	1,05	9,27	25	57
B ₀ +EM2	1,661	36,6	1,61	5,37	1,44	9,37	43	50
B ₀ +EM3	1,621	38,1	1,41	4,57	0,83	7,21	12	33
C ₀	1,609	38,6	1,20	4,40	0,44	8,88	41	21
C ₀ +EM1	1,627	37,9	0,99	4,40	0,73	12,75	58	53
C ₀ +EM2	1,608	38,6	0,99	4,39	0,85	14,86	60	68
C ₀ +EM3	1,575	39,9	1,19	4,19	0,66	11,09	33	50

*/ czas maksymalnego podsiąku kapilarnego ustalono na poziomie 7200 s(2h)

* the time of maximum capillary rise was assumed at 7200 s (2h)

Pomimo bardzo dużego podobieństwa w podstawowych właściwościach fizycznych i chemicznych materiału glebowego, to już w bardziej zróżnicowany sposób kształtowały się właściwości fizyczne i fizykomechaniczne modelowanych z niego agregatów glebowych w wyniku zastosowania dodatku efektywnych mikroorganizmów (tab. 2). Pierwszą poważną informacją były zaobserwowane zmiany w gęstości agregatów glebowych z różnymi dawkami EM. Na ogół dawka EM1 wywoływała nierówny wzrost gęstości objętościowej agregatów (gleby A i C), po czym kolejne dawki (EM2 i EM3) powodowały stopniowy spadek zagęszczenia agregatów (gleby B i C). Maksymalne różnice w ogólnej porowatości agregatów uzyskane przy zastosowaniu 3 dawek EM do badanych gleb A, B i C były odpowiednio następujące: 2,6%, 3,1% i 2,0%, a więc stosunkowo nieduże.

Dodatek EM nie zmienił także w znaczący sposób pojemności higroskopowej agregatów (H, MH). Jedynie przy dawce III EM zaobserwowano wyraźniejsze obniżenie się tej właściwości, szczególnie w glebie B. Fakt ten należy wiązać również ze wzrostem porowatości ogólnej przy dawce III EM, w wyniku którego zmniejsza się powierzchnia czynna adsorpcji wody.

To stosunkowo małe zróżnicowanie przedstawionych wyżej podstawowych właściwości fizycznych i chemicznych modelowanych agregatów glebowych z różnymi dawkami efektywnych mikroorganizmów mogłoby sugerować, iż trójfazowe układy agregatów w obrębie poszczególnych gleb są tak stabilne, że powinny gwarantować również względną stabilność ich parametrów fizykomechanicznych. Jednakże przeprowadzone badania specjalistyczne pozwalające na wnikliwą ocenę jakości tych układów, szczególnie powiązań i

złóż elementów fazy stałej, wykazały duże ich zróżnicowanie w sferze takich specyficznych parametrów agregatów glebowych, jak: wytrzymałość na ściskanie, odporność na działanie wody, kapilarna pojemność wodna czy prędkość przemieszczania się wody w agregacie.

I tak, wytrzymałość agregatów na ściskanie wzrasta przy dodatku EM w dawce I i II, po czym przy dawce III wyraźnie spada, ale jest zawsze większa niż agregatów bez dodatku EM (tab. 2). Największą wytrzymałością na ściskanie w przedziale 1,25-1,43 MPa charakteryzowały się agregaty modelowane z gleby A, a najmniejszą – 0,44-0,85 MPa – z gleby C. Przy dawce II EM wzrost wytrzymałości agregatów, w stosunku do kontroli był największy i wynosił w glebach A, B i C odpowiednio: 14%, 12,5% i 9,3%. A zatem wytrzymałość agregatów gleb B i C wzrosła około 2-krotnie.

Podobne tendencje ujawniły się w odporności agregatów na dynamiczne i statyczne działanie wody (tab. 2). Pierwsze dwie dawki EM powodowały wyraźny wzrost zarówno dynamicznej, jak i statycznej wodoodporności, natomiast dawka III EM znacznie obniżała wodoodporność agregatów, szczególnie w przypadku statycznego działania wody, gdzie spadła ona nawet poniżej wartości uzyskanych dla agregatów bez dodatku EM. Największą wodoodpornością zarówno dynamiczną, jak i statyczną charakteryzowały się agregaty modelowane z gleby A, a najmniejszą – agregaty modelowane z gleby B.

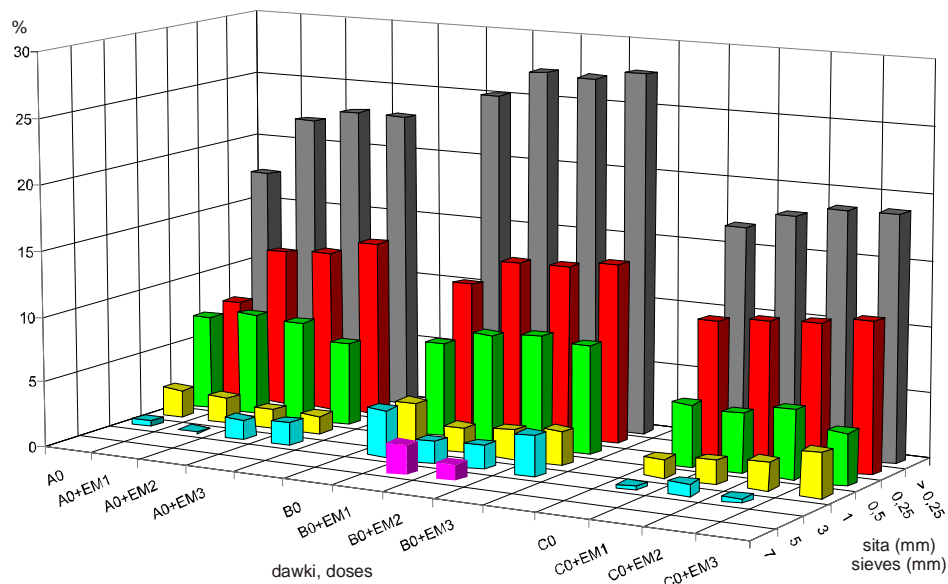
Wynikiem dynamicznego i statycznego działania wody na modelowane agregaty o objętości 1 cm³ jest ich rozpad na agregaty wtórne różnych rozmiarów od 0,25 do 5 mm (rys. 1, 2). Największy procentowy udział frakcji agregatów wtórnych w przedziale 7-13% – przy dynamicznym działaniu wody i w przedziale 6-22% - przy działaniu statycznym, występował zawsze przy frakcji najmniejszej (0,25 mm) i stopniowo malał wraz ze wzrostem średnicy agregatów niezależnie od wielkości dawek EM. W ogólności zastosowane dawki EM wpływały korzystnie na agregację wtórną zarówno w sensie jakościowym, dając procentowy wzrost poszczególnych frakcji wtórnych agregatów, jak również w znaczeniu ilościowym, poprawiając w stosunku do próbek kontrolnych sumę agregatów wtórnych większych od 0,25 mm. Wzrost procentowej zawartości agregatów wtórnych był zróżnicowany w poszczególnych glebach, przy czym wielkość dawki EM była mniej istotna, aczkolwiek liczbowo największe procentowe przyrosty agregatów wtórnych odnotowano przy dodatku EM1 i EM2, które

wynosiły w glebach A, B i C odpowiednio: 5-7%, 2-3%, 2-4% – w przypadku dynamicznego działania wody oraz 6-7%, 5-7% i 3-8% – w przypadku statycznego działania wody.

Pozytywne oddziaływanie mikroorganizmów efektywnych odnotowano również w bardzo ważnym, z punktu widzenia gospodarki wodnej gleb, obszarze właściwości wodnych. Wprowadzone EM do badanych gleb w widoczny sposób poprawiły pojemność kapilarną zarówno minimalną (V_{kmin}), jak i maksymalną (V_{kmax}) modelowanych z nich agregatów (rys. 3). Wzrost wymienionych pojemności kształtował się w przedziałach: 4-10% (gleby A i B) i 6-14% (gleba C) – przy kapilarnej minimalnej pojemności wodnej oraz 1-5% (gleba A), 2-7% (gleba B), 8-12% (gleba C) – przy maksymalnej kapilarnej pojemności wodnej.

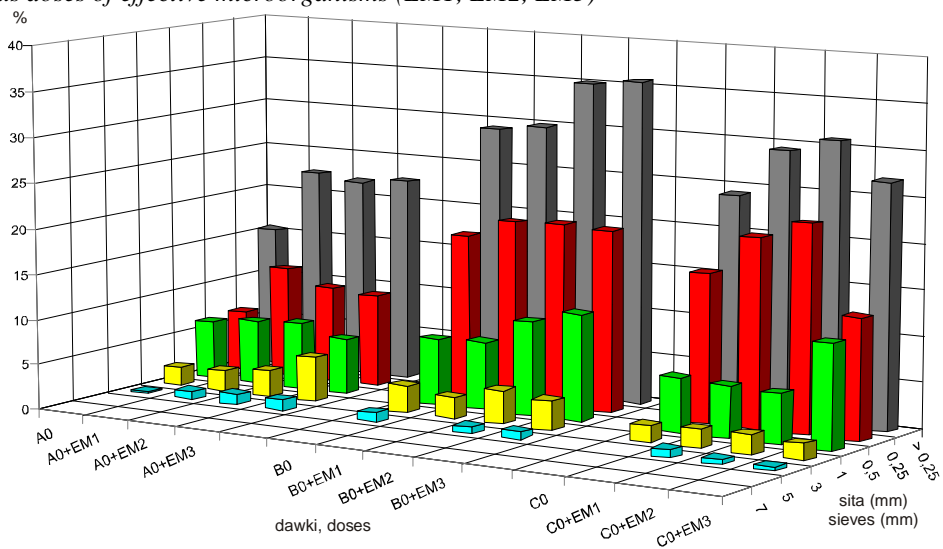
Zdolność osiągania przez agregat określonego stanu wysycenia wodą, minimalnej lub maksymalnej pojemności kapilarnej, następowała po pewnym czasie. W przypadku minimalnej kapilarnej pojemności dodatek EM w dawce I i II w ogólności wydłużał czas przemieszczania się wody w wyniku podsiąku kapilarnego, nawet 2-3-krotnie w agregatach modelowanych z gleby C (tab. 2). Wynika z tego, iż w czasie analogicznego podsiąku kapilarnego, jak w agregatach bez dodatku EM, minimalna pojemność kapilarna agregatów z ich dodatkiem byłaby mniejsza. Oznaczałoby to, że efektywne mikroorganizmy, wytwarzając specyficzną strukturę wewnątrz-agregatową, utrudniają przemieszczanie się wody kapilarnej, przynajmniej w pierwszej fazie ich nawilżania. W czasie odpowiednio dłuższym, np. 7200 s (2 h), trudność ta zostaje przezwyciężona, gdyż maksymalna kapilarna pojemność wodna agregatów, niezależnie od dawki EM, jest zawsze większa niż pojemność wodna agregatów bez dodatku EM.

Pobieranie wody przez agregat jest związane ze wzrostem jego objętości, co powoduje tzw. swobodne trójosiowe pęcznienie (rys. 3). Minimalne i maksymalne wartości pęcznienia są związane z ilością wchłoniętej przez agregat wody w trakcie oznaczania minimalnej i maksymalnej kapilarnej pojemności wodnej. Stąd też wielkość pęcznienia, w zależności od zastosowanych dawek EM, wynika bezpośrednio z uzyskanych wartości tych cech. Największą zdolność do pęcznienia w wyniku zastosowania EM wykazały agregaty modelowane z gleby C, osiągając wartość około 14% zarówno przy V_{kmin} , jak i przy V_{kmax} .



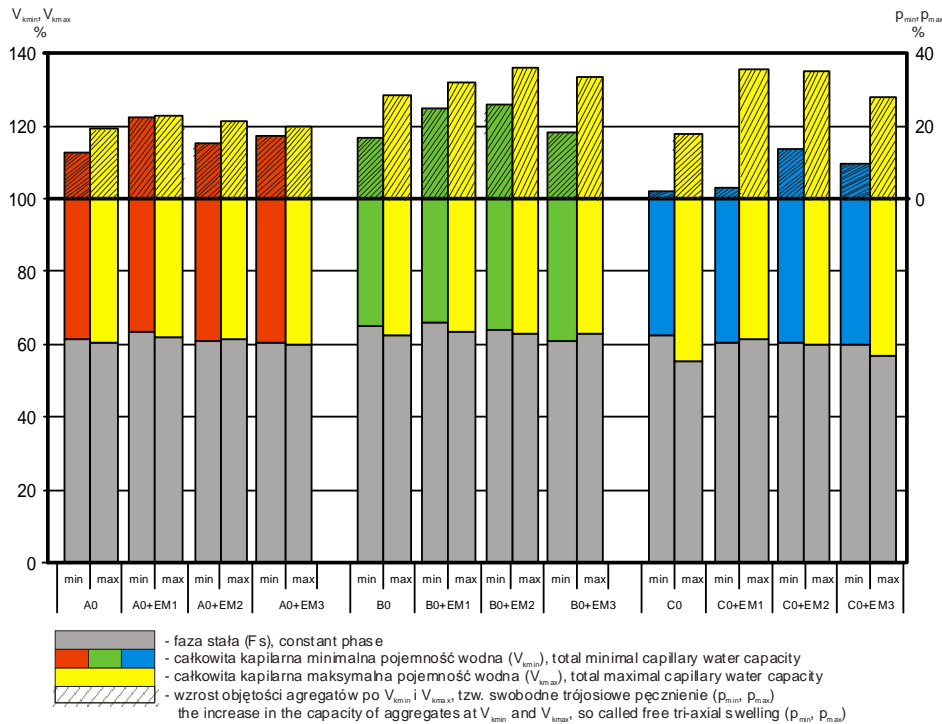
Rys. 1. Agregacja wtórna po dynamicznym działaniu wody na agregaty trzech różnych gleb (A,B,C) pod wpływem zróżnicowanych dawek efektywnych mikroorganizmów (EM1, EM2, EM3)

Fig. 1. Secondary aggregation after dynamic water action on the aggregates of three types of soils (A, B, C) under the influence of various doses of effective microorganisms (EM1, EM2, EM3)



Rys. 2. Agregacja wtórna po statycznym działaniu wody na agregaty trzech różnych gleb (A,B,C) pod wpływem zróżnicowanych dawek efektywnych mikroorganizmów (EM1, EM2, EM3)

Fig. 2. Secondary aggregation after static water action on the aggregates of three types of soils (A, B, C) under the influence of various doses of effective microorganisms (EM1, EM2, EM3)



Rys. 3. Kapilarna minimalna (V_{kmin}) i maksymalna (V_{kmax}) pojemność wodna oraz pęcznienie (p_{min} , p_{max}) agregatów trzech różnych gleb (A,B,C) pod wpływem zróżnicowanych dawek efektywnych mikroorganizmów (EM1, EM2, EM3)
 Fig. 3. Minimum (V_{kmin}) and maximum (V_{kmax}) capillary water capacities as well as swelling of aggregates (p_{min} , p_{max}) of three types of soil (A, B, C) under the influence of various doses of effective microorganisms (EM1, EM2, EM3)

4. Podsumowanie

Opracowany w Katedrze Gleboznawstwa UP w Poznaniu zestaw nowych, oryginalnych metod badania struktury gleby, w tym również struktury agregatowej, pozwala na obiektywną, precyzyjną ocenę nawet niedużych zmian w wielu właściwościach struktury gleby, takich jak: zagęszczenie, porowatość, mechaniczna wytrzymałość, wodoodporność, stopień rozpadu agregatów, kapilarna pojemność wodna, prędkość przemieszczania się wody w agregatach, ich kurczliwość i pęcznienie itp. pod wpływem działania różnych warunków i czynników strukturotwórczych.

Przedstawione w pracy rezultaty badań dotyczyły tylko jednego, ale bardzo ważnego, biologicznego czynnika strukturotwórczego, jakim mogą być drobnoustroje, a ściślej efektywne mikroorganizmy. Nie ulega wątpliwości, iż ich wpływ na kształtowanie różnych właściwości struktury gleby, a zwłaszcza ich rola strukturotwórcza, jest zauważalny i doceniany, chociaż wielkość pozytywnego wpływu – w porównaniu z innymi naturalnymi czynnikami – jest względnie nieduży i kształtuje się na poziomie średnio około kilku procent. Pomimo tak nieznacznej poprawy poszczególnych parametrów strukturotwórczych, to suma ich korzystnych oddziaływań może w finalnym efekcie powodować istotne zmiany w przestrzeni warstwy uprawnej gleb dla ogólnego polepszenia właściwości chemicznych i biologicznych, a nawet klimatu glebowego.

5. Literatura

[1] Pudełko J., Wright D.L., Wiatrak P.: Stosowanie ograniczeń w uprawie roli w Stanach Zjednoczonych A.P. Post. Nauk. Roln., 1994, 1, s. 153-162.

[2] Nielsen M.N., Winding A.: Microorganisms as indicators of soil health. National Environmental Research Institute, Denmark. NERI Technical report, 2002, No. 388.
 [3] Runowska-Hryńczuk B.: Aktywność biologiczna gleby w różnych systemach uprawy. Zesz. Naukowe, AR Szczecin, 1999, 74, s. 59-63.
 [4] Weyman-Kaczmarkowa W., Pędziwilk Z.: Humidity conditions and the development of bacteria with different ford requirements in soils of contrasting texture. Polish J. Soil Sci., 1996, 29, 2, s. 107-112.
 [5] Weyman-Kaczmarkowa W.: Dynamika rozkładu materiału roślinnego i rozwój mikroflory w glebach o różnej strukturze mechanicznej. Mat. Ogóln. Sympozjum. Bydgoszcz – Golub-Dobrzyń, 1991, s. 38-39.
 [6] PTG: Systematyka gleb Polski. Roczn. Glebozn. PTG Warszawa, 1989, 40, ¾: s. 45-54.
 [7] Owczarzak W., Mrugalska L., Kaczmarek Z.: Ocena działania polisacharydów na stan struktury warstwy orno-próchnicznej gleby płowej. W: Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie. Monografia, 2008, t. 5, s. 214-222.
 [8] Mocek A., Drzymała S., Maszner P.: Geneza, analiza i klasyfikacja gleb. Poznań: Wyd. AR, 2006.
 [9] Rząsa S., Owczarzak W.: Struktura gleb mineralnych. Poznań: Wyd. AR, Wydanie I, 2004.
 [10] Mau F.P.: Fantastische Erfolge mit Effektiven Mikroorganismen. In: Haus und Garten, für Pflanzen-Wachstum und Gesundheit. Goldmann Verlag, 2002.
 [11] Higa T.: Rewolucja w ochronie naszej planety. Fundacja Rozwój, SGGW, Warszawa, 2003.
 [12] Schneider Z.: Wnioski wynikające z odkrycia, że Efektywne Mikroorganizmy (bądź część szczepów

- spośród kilkudziesięciu) tworzą dwuwarstwowe kapsuły żelowe, referat, (mscr), 2005.
- [13] Schneider Z.: Postulowana rola kompleksu EM w ulepszaniu gleby oraz w pozyskiwaniu przyswajalnych minerałów dla roślin, referat, (mscr), 2005.
- [14] Kaczmarek Z., Wolna-Maruwka A., Jakubus M.: Zmiany liczebności wybranych grup drobnoustrojów glebowych oraz aktywności enzymatycznej w glebie inokulowanej Efektywnymi Mikroorganizmami. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2008, Vol. 53(3), s. 122-127.
- [15] Kaczmarek Z., Owczarzak W., Mrugalska L., Grzelak M.: Wpływ efektywnych mikroorganizmów na wybrane właściwości fizyczne i wodne poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2007, Vol. 52(3), s. 122-127.
- [16] Kaczmarek Z., Jakubus M., Grzelak M., Mrugalska L.: Wpływ dodatków różnych dawek efektywnych mikroorganizmów do poziomów orno-próchnicznych gleb mineralnych na właściwości fizyczne i wodne. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2008, Vol. 53(3), s. 118-122.
- [17] PN-R-04033: Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne. Warszawa: Alfa,, 1998.