

IMPACT OF ADDITION OF ORGANIC ADDITIVES AND EM-A PREPARATION ON PHYSICAL, CHEMICAL AND STRUCTURAL STATE OF THE ARABLE-HUMUS SOIL HORIZON.

Part II. Chemical properties

Summary

Manure is a valuable source of nutrients, however their availability for plants is low. So the application of effective micro-organism should enhance microbiological activity of soil. Such interaction may have a beneficial effect on mineralization process of organic matter and that is related to quicker rate of releasing nutrients in available for plants forms. This statement was verified on the basis of incubation experiment during 9 months. In performed experiment Luvisols was incubated with manure (dose corresponding to 40 t d.m. per hectare), straw (dose corresponding to 4 t d.m. per hectare) and EM-A preparation at a rate corresponding to 100 dm³ per hectare. The experimental factors significantly influenced on quantitative changes of nutrients in soil. Generally manure increased, and straw decreased the amounts of nutrients in available for plants forms. The study demonstrated that application of EM did not influence on intensity of mineralization process exerted by increasing releasing of nutrients in available for plants forms.

Key words: effective microorganism, manure, straw, nutrients available for plants

WPLYW DODATKÓW ORGANICZNYCH ORAZ PREPARATU EM-A NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE, CHEMICZNE ORAZ NA STAN STRUKTURY POZIOMU ORNO-PRÓCHNICZNEGO GLEBY UPRAWNEJ.

Część II. Właściwości chemiczne

Streszczenie

Obornik stanowi cenne źródło składników pokarmowych, jednak ich dostępność dla roślin jest mała. Zakłada się, że zastosowanie efektywnych mikroorganizmów zwiększa aktywność mikrobiologiczną gleby, co może korzystnie oddziaływać na procesy mineralizacji materii organicznej. Konsekwentnie następować może stymulacja szybszego uwalniania składników pokarmowych w formach dostępnych dla roślin. Celem weryfikacji takiego założenia przeprowadzono doświadczenie inkubacyjne z glebą płową wzbogaconą obornikiem (w ilości odpowiadającej 40 t s.m./ha), słomą (w ilości odpowiadającej 4 t/ha) oraz preparatem EM-A w ilości równoważnej 100 dm³·ha⁻¹. Interakcyjny wpływ czynników doświadczenia na zmienność ilości składników pokarmowych został udowodniony statystycznie. Stwierdzono, że zastosowanie materii organicznej w postaci obornika i słomy wpływało na zawartość badanych makro i mikroelementów, przy czym obornik powodował ich wzrost, a słoma spadek. Jednocześnie nie potwierdzono intensyfikacji procesu mineralizacji dodanej do gleby materii organicznej, wyrażonej zwiększonym uwalnianiem składników pokarmowych w formach dostępnych dla roślin.

Słowa kluczowe: efektywne mikroorganizmy, obornik, słoma, składniki pokarmowe w formach dostępnych dla roślin

1. Wstęp

Dodatki organiczne w postaci obornika czy słomy stanowią cenne źródło materii organicznej oraz, co ma odniesienie do obornika, składników pokarmowych. Jednak zawarte tam makro- i mikroelementy występują w formach trudno dostępnych dla roślin. Przyspieszenie procesu mineralizacji materii organicznej obornika w glebie może skutkować zwiększeniem tempa uwalniania składników. Proces taki może być zainicjowany i zoptymalizowany przez wprowadzone do środowiska glebowego efektywne mikroorganizmy [12, 14, 15]. Zdaniem Mayer i in. [13], Muthaura i in. [15], Schenck zu Schweinsberg-Mickan i Müller [21] preparaty zawierające efektywne mikroorganizmy można traktować jako bionawozy. Bezpieczeństwo stosowania i pozytywny wpływ na środowisko EM podkreśla ich twórca Teruo Higa. Ten japoński naukowiec do stworzenia kompozycji około 80 mikroorganizmów wykorzystał naturalnie występujące w środowisku gatunki, do których zalicza się między innymi: bakterie kwasu mlekowego i fotosyntetyczne, drożdże, promieniowce oraz grzyby [11, 13].

Wyszczególnione organizmy koegzystują we wzajemnej symbiozie, a ich stosowanie, zdaniem pomysłodawcy, przyczynia się do szeregu korzystnych zmian w środowisku, zwiększając między innymi produkcję rolniczą. Pomimo licznych badań naukowych sprawdzających wiarygodność tego typu założeń w dalszym ciągu brak jednoznacznie zdefiniowanych wniosków. Niezaprzeczalnym jest pozytywne oddziaływanie EM na poprawę zdrowotności roślin uprawnych [2, 6, 16] oraz wzrost ich plonu [12, 15, 19]. Jednak wyniki opisujące korzyści płynące z suplementacji zwierząt preparatem EM [3, 20] czy jego wpływu na podniesienie szeroko rozumianej żyzności gleb są sprzeczne [4, 9]. Rola EM w rozkładzie materii organicznej i uwalnianiu składników pokarmowych, mimo że często podkreślana w literaturze nie została jednoznacznie określona. Wśród danych literaturowych można znaleźć przykłady świadczące o takim wpływie [5, 11], jak mu zaprzeczające [21, 23].

Mając powyższe na uwadze podjęto badania, których celem była ocena zmian ilościowych składników pokarmowych przyswajalnych dla roślin w glebie inkubowanej

z dodatkiem materii organicznej w postaci obornika oraz słomy wraz z preparatem EM-A.

2. Materiał i metody

Wykorzystane w badaniach próbki glebowe pochodziły z inkubacyjnego doświadczenia, do którego wykorzystano wierzchnią warstwę gleby podtypu płowa właściwa [18] o składzie granulometrycznym piasku gliniastego [17]. Glebę inkubowano z obornikiem w dawce odpowiadającej 40 ts.m/ha, słomą w dawce odpowiadającej 4 ts.m/ha oraz preparatem EM-A dodanym w ilości równoważnej 100 dm³·ha⁻¹. Poszczególne komponenty zostały dokładnie wymieszane z glebą, umieszczone w 20 kg pojemnikach plastikowych, a następnie doprowadzone do 60% PPW. Doświadczenie prowadzone było w warunkach kontrolowanych temperatury ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) i wilgotności ($\pm 60\%$) przez okres 9 miesięcy. Schemat doświadczenia obejmował następujące kombinacje:

- K1 - kontrola,
- K2 - gleba inkubowana z preparatem EM-A,
- K3 - gleba inkubowana ze słomą,
- K4 - gleba inkubowana ze słomą oraz preparatem EM-A,
- K5 - gleba inkubowana z obornikiem,
- K6 - gleba inkubowana z obornikiem oraz preparatem EM-A,
- K7 - gleba inkubowana z obornikiem i słomą,
- K8 - gleba inkubowana z obornikiem, słomą oraz preparatem EM-A,

Każda z kombinacji doświadczenia została przeprowadzona w 2 powtórzeniach.

Próbki do badań zostały pobrane w dniu założenia doświadczenia (P) oraz jego zakończenia (K). Analizy zostały wykonane na próbkach średnich, które składały się z 4 pojedynczych próbek pobranych z każdego pojemnika i dokładnie wymieszanych. Następnie były one suszone w temperaturze pokojowej i przesiewane przez sito o średnicy oczek 2 mm. Tak przygotowany materiał podlegał analizom chemicznym obejmującym oznaczenie:

1. Właściwości fizykochemicznych: pH w 1 mol·dm⁻³ KCl, kwasowość hydrolityczną (Hh) metoda Kappena, sumę zasad (S) metodą Kappena. Wartości Hh oraz S posłużyły do obliczenia pojemności sorpcyjnej (T) według wzoru: $T = \text{Hh} + S$.

2. Właściwości chemicznych:

- zawartości węgla ogólnego (Cog), azotu ogółem (Nog) oraz siarki ogółem (Sog), które zostały określone aparatem Vario Max CNS,
- ilości przyswajalnych makroskładników: azot mineralny (Nmin) metodą destylacyjną, siarkę siarczanową (S-SO₄) metodą turbidimetryczną, Mg przyswajalnego metodą Schastchabela, P i K przyswajalnego metodą Egnera-Riehma,
- ilości przyswajalne mikroelementów (Cu, Zn, Mn i Fe) oznaczono metodą AAS po ekstrakcji roztworem 1 mol·dm⁻³HCl.

Wymienione powyżej oznaczenia wykonano zgodnie z metodami zaproponowanymi przez Jakubus [8].

Wyniki zaprezentowane w pracy są średnimi z 4 powtórzeń, dla których przeprowadzono analizę wariancji dla eksperymentów wieloczynnikowych w układzie całkowicie losowym, posługując się testem F na poziomie ufności $p = 0,95$. W analizie uwzględniono dwa czynniki doświadczenia: zastosowane dodatki (A) oraz czas inkubacji (B). Istotność różnic międzyobiektywnych sprawdzono metodą Tu-

key'a na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, po czym wydzielono grupy jednorodne.

3. Wyniki i dyskusja

Jednym z teoretycznych założeń uzasadniających doglebowe stosowanie EM jest ich pozytywny wpływ na rozkład materii organicznej, czego wyrazem może być uwalnianie składników pokarmowych w formach przyswajalnych dla roślin. Jednocześnie uwzględnić należy towarzyszące temu szerokie spektrum zmian właściwości fizykochemicznych, będących efektem, tak stosowania różnych źródeł materii organicznej, jak i wspomaganej efektywnymi mikroorganizmami ich mineralizacji. Jak wynika z danych zawartych w tab. 1 zastosowany obornik, słoma oraz preparat EM -A nie spowodowały zasadniczych różnic w wartościach pH, Hh, S czy T. Zjawisko to szczególnie było zauważalne w przypadku odczynu gleb, który był obojętny (zakres od 6,71 do 7,27) oraz kwasowości hydrolitycznej, której wartości wahały się od 6,0 do 10,5 mmolH⁺·kg⁻¹. Również literatura przedmiotu [9, 23, 24] nie prezentuje jednoznacznego stanowiska odnośnie oddziaływania efektywnych mikroorganizmów na odczyn gleby. Cytowani powyżej autorzy wykazali zarówno wzrost wartości pH, jak ich obniżenie pod wpływem efektywnych mikroorganizmów.

Wartości S i T były na porównywalnym poziomie, a czynnikiem je różnicującym był czas inkubacji. Próbki glebowe reprezentujące koniec doświadczenia charakteryzowały się na ogół mniejszą (o 11-24%) sumą zasad oraz pojemnością sorpcyjną, a większą (o 20%) kwasowością hydrolityczną (tab. 1). Działanie preparatu EM-A było słabe i głównie zaznaczyło się w odniesieniu do sumy zasad oraz pojemności sorpcyjnej gleby. Efektywne mikroorganizmy we współdziałaniu ze słomą (K4) oraz z obornikiem i słomą (K8) przyczyniły się do wzrostu wartości S (o 16-23%) oraz T (o 15-21%) w stosunku do wartości wykazanych w glebie kombinacji bez dodatku EM-A (tab. 1). Podobne oddziaływanie efektywnych mikroorganizmów na właściwości fizykochemiczne czarnej ziemi właściwej stwierdzili [9], przy czym jednocześnie wykazali, że wzrost dawki preparatu spowodował odwrotny skutek.

Wśród pozytywnych efektów związanych z doglebowym stosowaniem efektywnych mikroorganizmów akcentowana jest ich szczególna rola w zwiększaniu ilości węgla organicznego oraz azotu ogółem [23]. Wykorzystując inkubacyjne badania Jakubus i in. [9] dowiedli, że wzrastające dawki preparatu EM-A nie różnicowały w istotny sposób zawartości węgla oraz azotu w analizowanych glebach. Natomiast Tołoczko i in. [22] wykazali zmniejszenie poziomu ilościowego węgla organicznego pod wpływem preparatu EM-A. Przeprowadzone badania potwierdziły tendencje do zmniejszania ilości węgla w warunkach gleby inkubowanej z efektywnymi mikroorganizmami, co szczególnie widoczne było w przypadku kombinacji 4 i 8, gdzie zastosowano słomę oraz słomę z obornikiem odpowiednio. Niezależnie od tego, ilości węgla ogółem kształtowały się w zakresie od 14,26 do 20,01 g·kg⁻¹ (tab. 2). Ilości azotu ogółem wahały się od 1,37 do 2,97 g·kg⁻¹, a siarki od 0,82 do 3,40 g·kg⁻¹, przy czym, co istotne, zastosowane dodatki materii organicznej wyraźnie (1,5 do 3,0 razy) zwiększały poziom N i S w glebie w porównaniu z tym określonym w warunkach kontroli (tab. 2). Czynnikiem czasu oraz zastosowany preparat EM-A w małym stopniu modyfikowały zawartość ogólną omawianych składników.

Tab. 1. Wpływ czynników doświadczenia na właściwości fizykochemiczne badanej gleby
 Table 1. Influence of experimental factors on physical and chemical properties of investigated soil

Kombinacja Object	pH		Hh		S		T	
			mmolH ⁺ ·kg ⁻¹		mmol·kg ⁻¹			
	P*	K	P	K	P	K	P	K
1	7,25	7,20	7,5	7,5	202	190	209,5	197,5
2	7,37	7,34	6,0	7,5	196	192	202	199,5
3	6,71	6,79	10,5	10,5	154	166	164,5	176,5
4	6,91	7,15	9,0	9,5	222	204	231	213,5
5	7,17	7,19	9,0	9,5	266	202	275	211,5
6	6,98	6,88	9,0	9,0	206	182	215	191
7	7,12	7,18	7,5	9,0	188	174	195,5	183
8	7,30	7,23	7,5	9,0	208	202	215,5	211,5

*P - początek inkubacji / start of incubation, K - koniec inkubacji / end of incubation

Tab. 2. Ogólne ilości azotu, węgla oraz siarki w glebie w zależności od czynników doświadczenia (g·kg⁻¹)
 Table 2. Total amounts of nitrogen, carbon, sulphur in soil depending on the experimental factors (g·kg⁻¹)

Kombinacja Object	N		C		S		C:N	
	P*	K	P	K	P	K	P	K
1	1,90	2,35	15,20	15,86	0,97	0,93	8,0	7,6
2	1,71	1,74	15,51	15,48	0,98	0,82	9,1	8,9
3	1,49	1,37	16,49	15,92	1,66	1,18	11,1	11,6
4	1,55	1,96	16,87	14,26	1,52	1,96	10,9	7,3
5	2,09	1,84	20,01	17,89	2,62	2,29	9,6	9,7
6	2,07	1,86	19,12	17,15	2,56	2,64	9,2	9,2
7	2,97	2,70	18,50	15,84	3,21	3,30	6,2	5,9
8	2,91	2,69	18,36	15,75	3,12	3,40	6,3	5,9

*objaśnienia jak w tab. 1 / descriptions as in table 1

Tab. 3. Ilości przyswajalne makroskładników w glebie w zależności od czynników doświadczenia (mg·kg⁻¹)
 Table 3. Available amounts of macronutrients in soil depending on the experimental factors (mg·kg⁻¹)

Kombinacja Object	N _{min}		S-SO ₄		P		K		Mg	
	P*	K	P	K	P	K	P	K	P	K
1	9,18	11,08	55,92	62,53	702,73	732,86	1344,5	1477,5	348,96	314,58
2	10,06	12,39	48,51	67,28	701,95	693,88	1298,5	1253,5	261,46	283,33
3	9,19	11,66	81,18	75,62	625,45	618,33	1078,8	1149,7	289,58	280,20
4	14,88	14,15	85,83	61,72	750,33	716,73	1281,5	1170,0	305,20	414,58
5	14,00	13,13	51,87	81,99	826,92	761,07	1774,0	1295,0	414,58	283,33
6	14,88	15,89	77,56	83,61	789,29	705,98	1367,5	1217,5	370,83	370,83
7	14,19	14,97	71,56	104,31	838,45	699,26	1679,0	1217,0	370,83	328,08
8	14,44	14,87	77,50	102,77	829,64	732,86	1545,5	1306,0	327,08	261,46
NIR	n.i.- n.s.		13,641		71,630		205,655		32,741	

*objaśnienia jak w tab. 1 / descriptions as in table 1

Tab. 4. Ilości przyswajalne mikroelementów w glebie w zależności od czynników doświadczenia (mg·kg⁻¹)
 Table 4. Available amounts of macroelements in soil depending on the experimental factors (mg·kg⁻¹)

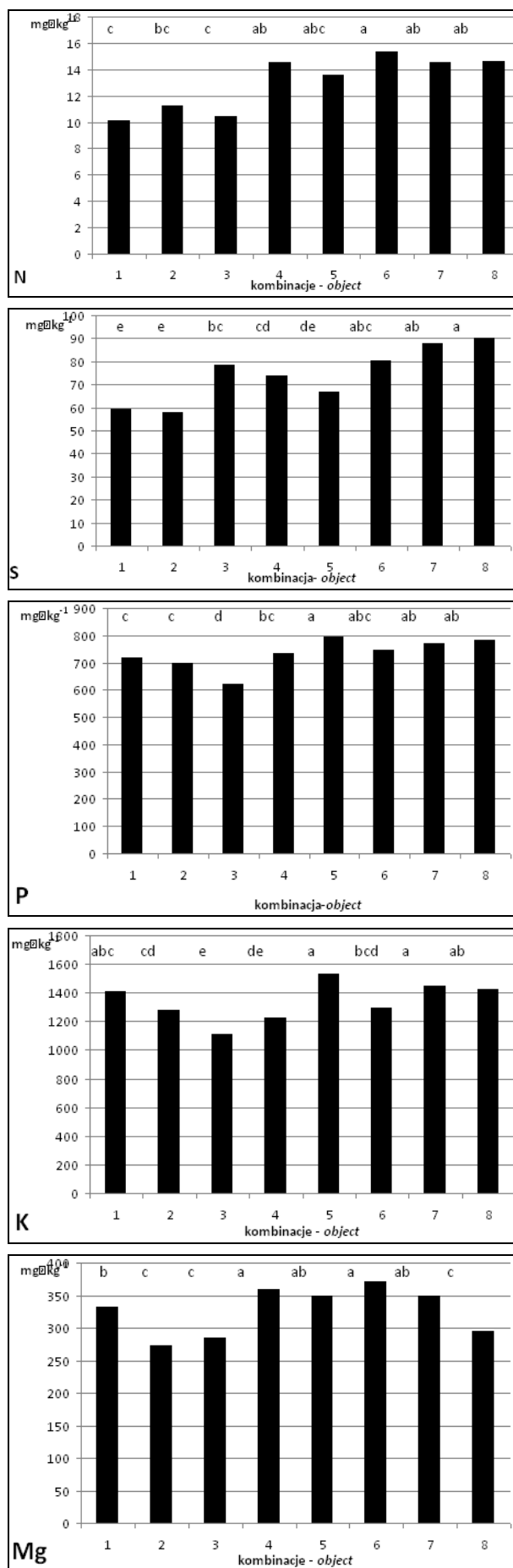
Kombinacja Object	Cu		Zn		Mn		Fe	
	P*	K	P	K	P	K	P	K
1	2,00	1,92	10,85	10,45	101,64	97,44	934,75	915,62
2	1,92	1,92	11,95	11,10	101,64	93,27	934,75	918,23
3	2,20	1,06	11,05	7,45	102,17	98,08	934,75	923,88
4	2,20	1,06	12,60	11,10	103,24	98,08	934,88	858,67
5	3,05	3,05	12,95	11,90	121,11	99,04	997,36	923,88
6	3,05	2,48	12,10	10,75	125,84	92,31	1021,71	858,67
7	3,49	2,75	12,60	9,55	122,91	97,12	994,75	976,54
8	3,05	2,77	12,35	11,15	135,31	92,71	995,75	990,97
NIR	0,543		2,139		29,603		49,321	

*objaśnienia jak w tab. 1 / descriptions as in table 1

Ilości przyswajalne makroskładników w badanej glebie w istotny sposób były uzależnione od czynników doświadczenia. Ich interakcyjny wpływ nie został udowodniony jedynie w przypadku azotu mineralnego (tab. 3). Generalnie efektem inkubacji piasku gliniastego z obornikiem, słomą oraz EM było obniżenie zawartości badanych makroskładników w formach przyswajalnych dla roślin. Zjawisko to szczególnie zaznaczyło się w przypadku gleby wzbogaconej obornikiem (K5) lub obornikiem i słomą (K7). W takich warunkach określono mniej siarki (o 45-58%), fosforu (o 16-23%), potasu (o 27%) oraz magnezu (o 12-32%) (tab. 3). Tak wykazane kierunki zmian ilościowych częściowo potwierdzają dane literaturowe, ponieważ Jakubus i in. [9] stwierdzili, że uwalniane ilości przyswajalne makroskładników w głównej mierze zależą od typu gleby. Cytowani autorzy w warunkach gleby płowej właściwej odnotowali wzrost zawartości składników, natomiast w przypadku czarnej ziemi właściwej ich zmniejszenie.

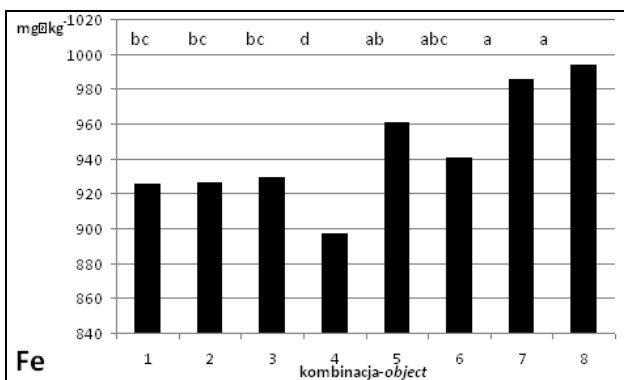
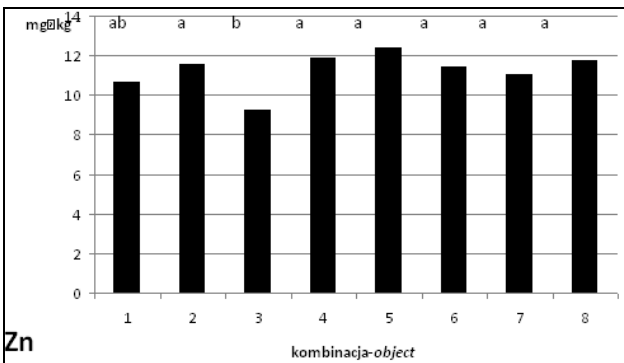
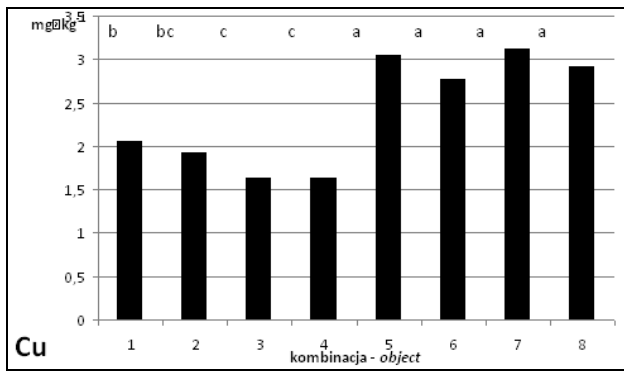
Jak wynika z danych zamieszczonych na rys. 1 najmniejsze zawartości makroskładników, zaprezentowane w uśrednieniu dla terminu pobrania próbek glebowych, zostały stwierdzone w glebie kontrolnej (K1, K2) lub z dodatkiem słomy (K3). W takich warunkach ilość azotu, siarki, fosforu, potasu oraz magnezu wynosiła odpowiednio: 10,14; 57,89; 621,89; 1114,28 oraz 272,39 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Z kolei największy poziom ilościowy składników został wykazany w glebie z zastosowanym obornikiem lub obornikiem i słomą, gdzie w porównaniu do minimalnych zawartości, formy przyswajalne azotu i siarki były odpowiednio o 53 i 56% większe, zaś pozostałych makroskładników o 28% (P), 36% (Mg) oraz o 38% (K) (rys. 1).

W przeprowadzonych badaniach przeanalizowano także zmiany zawartości mikroelementów w formach przyswajalnych dla roślin (tab. 4). Niezależnie od czynników doświadczenia z badanej gleby najmniej wyekstrahowano Cu (od 1,06 do 3,49 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), zaś najwięcej żelaza (od 934,75 do 1021,71 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Cynk przyswajalny dla roślin kształtował się na poziomie od 7,45 do 12,95 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a mangan od 92,31 do 135,31 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (tab. 4). Interakcyjne oddziaływanie czynników doświadczenia na zmiany ilościowe mikroelementów zostało potwierdzone w statystycznie istotny sposób. Bez względu na zastosowane dodatki, inkubacja gleby przyczyniła się do obniżenia ilości przyswajalnych mikroelementów. Czynniki doświadczenia w najmniejszym stopniu określały poziom ilościowy żelaza, który był porównywalny w próbkach reprezentujących poszczególne kombinacje doświadczenia. Największe obniżenie ilości mikroelementów w glebie odnotowano w przypadku gleby inkubowanej z obornikiem oraz słomą (K7). Takie warunki przyczyniły się do mniejszej zawartości Zn, Cu oraz Mn o odpowiednio 24, 21 oraz 21% (tab. 4). Zastosowane dodatki organiczne, jak i preparat EM-A różnicowały w istotny sposób zawartości Cu, Zn i Fe (rys. 2). Najmniejsza zawartość Cu (1,63 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), Zn (9,25 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz Fe (896,77 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) została określona w glebie wzbogaconej słomą (K3). Natomiast najmniej manganu wykazano w glebie kontrolnej (97,46). Zastosowanie obornika bądź obornika ze słomą spowodowało wzrost zawartości o 11% (Fe), 34% (Zn) oraz 2,0 krotny (Cu), przy czym różnice między kombinacjami były statystycznie nieistotne (rys. 2).



Rys. 1. Zawartość makroskładników w zależności od zastosowanych dodatków (średnie dla terminu)

Fig. 1. Content of macroelements depending on the applied additives (mean for terms of sampling)



Rys. 2. Zawartość mikroelementów w zależności od zastosowanych dodatków (średnie dla terminu)

Fig. 2. Content of microelements depending on the applied additives (mean for terms of sampling)

Oddziaływanie efektywnych mikroorganizmów na przyswajalność mikroelementów nie jest jednoznacznie określone w literaturze przedmiotu, o czym świadczą badania Jakubus i in. [9] wykluczające tego typu zależność, jak i potwierdzające taki wpływ w odniesieniu do manganu, cynku oraz żelaza [10]. Niezależnie od takich rozbieżności autorzy [7, 10] potwierdzają istotny statystycznie wpływ różnych dawek materii organicznej w postaci kompostu czy osadów ściekowych na zmiany ilościowe mikroelementów wyrażone ich wzrostem.

Szereg kontrowersji towarzyszących stosowaniu dogłębemu efektywnych mikroorganizmów ma swoje uzasadnienie w świetle przeprowadzonych badań. Uzyskane wyniki świadczą o małej roli wprowadzonych dogłębemu mikroorganizmów w inicjowaniu zjawisk mineralizacji zastosowanego obornika czy słomy. Integralnie z tym się wiąże nie potwierdzony w niniejszej pracy, teoretycznie zakładany wzrost ilości składników pokarmowych w formach przyswajalnych dla roślin. Słabo zaznaczonych pozytywnych zmian po zastosowaniu EM we właściwościach glebowych można upatrywać w dwóch zasadniczych aspek-

tach wynikających z jednokrotnej, niewystarczającej aplikacji tego preparatu [11], jak również zbyt korzystnych parametrach analizowanej gleby. Ten ostatni element jest szczególnie istotny, ponieważ jak podkreśla Badura [1] działalność efektywnych mikroorganizmów jest wyraźniej zauważalna w warunkach gleb zaniedbanych i zdegradowanych, gdzie równowaga mikrobiologiczna jest zachwiana.

4. Wnioski

1. Zmiany ilościowe składników pokarmowych w formach przyswajalnych dla roślin uzależnione były od dodatku obornika i słomy, przy czym obornik przyczyniał się do wzrostu zawartości przyswajalnych składników, a słoma do ich obniżenia.
2. Preparat EM-A w istotny statystycznie sposób nie różnicował poziomu ilościowego analizowanych składników.
3. Badania nie potwierdziły korzystnego oddziaływania efektywnych mikroorganizmów na zintensyfikowanie procesu mineralizacji materii organicznej.

5. Bibliografia

- [1] Badura L.: Czy znamy wszystkie uwarunkowania funkcji mikroorganizmów w ekosystemach lądowych? Kosmos, 2004, 53, 3-4: 373-379.
- [2] Boligłowa E., Gleń K.: Assessment of effective microorganisms activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. Ecological Chemistry and Engineering A., 2008, 15, 1-2: 23-27.
- [3] Chotisatorn S., Chantsavang S., Attamangkune S., Plaiboon A.: Using an effective Microorganism supplementation in Layers. Kasetsart J., 1997, 31: 363-367.
- [4] Condor Golec A.F., Gonzales Perez P., Lokare Ch.: Effective Microorganisms. Myth or reality? Rev. Peru. Biol., 2007, 14 (2): 315-319.
- [5] Formowitz B., Elango F., Okumoto S., Müller T., Buerkert A.: The role of „effective microorganisms” in the composting of banana (*Musa ssp.*) residue. J. Plant Nutr. Soil Sci., 2007, 170, 6: 722-728.
- [6] 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): 2005-2008.
- [7] Jakubus M.: Zawartości Fe i Mn w glebie ekstrahowane roztworami o różnej sile jonowej podczas rozkładu kompostu. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 2009, 541: 121-131.
- [8] Jakubus M.: Wybrane zagadnienia z gleboznawstwa i chemii rolnej. Wyd. UP Poznań, 2010.
- [9] Jakubus M., Kaczmarek Z., Gajewski P.: Wpływ wzrastających dawek preparatu EM-A na właściwości gleb uprawnych. Cz. II. Właściwości chemiczne. J. Res. Appl. Agric. Engng, 2010, 55(3): 128-132.
- [10] Jakubus M., Gajewski P., Kaczarek Z.: Ocena wpływu efektywnych mikroorganizmów (EM) na rozpuszczalność mikroelementów w glebie. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, seria Rolnictwo, 2012, 100: 134-143.
- [11] Javaid A., Bajwa R.: Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation and nutrition of mug bean. Turk J. Agric. For., 2011, 35: 443-452.
- [12] Khaliq A., Abbasi M., K., Hussain T.: Effects if integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. Bio-resource Technol., 2006, 97: 967-972.
- [13] Mayer J., Scheid S., Widmer F., Fließbach A., Oberholzer H.: How effective are “Effective microorganisms (EM)”? Results

- from a field study in temperature climate. *Appl. Soil Ecol.*, 2010, 46: 230-239.
- [14] Mupondi L.T., Mkeni P., N., S., Brutsch M.O.: The effects of goat manure, sewage sludge and effective microorganisms on the composting of pine bark. *Compost Sci. Util.*, 2006, 14, 3: 201-210.
- [15] Muthaura Ch., Musyimi D.M., Ogur J.A., Okello S.V.: Effective microorganisms and their influence on growth and yield of pigweed (*Amaranthus dubians*) ARPN J. Agric. Biol. Sci., 2010, 5, 1: 17-21.
- [16] Piskier T.: Reakcja pszenicy jarej na stosowanie biostymulatorów i absorbentów glebowych. *J. Res. Appl. Agric. Engng*, 2006, 51(2): 136-138.
- [17] PTG. Klasyfikacja uziarnienia gleb i utworów mineralnych. *Rocz. Gleb.*, 2008, 60, 2: 5-16.
- [18] PTG. Systematyka gleb Polski. Wydanie 5. *Rocz. Gleb.*, 2011, 62, 3: 1-193.
- [19] 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: 378-379.
- [20] Sokół R., Michalczyk M., Spodniewska A., Barski D.: The influence of administering „effective microorganisms” to pullets on chosen hematological and biochemical blood indexes. *Pol. J. Vet. Sci.*, 2009, vol. 12, No.4: 519-522.
- [21] Schenck zu Schweinsberg-Mickan M., Müller T.: Impact of effective microorganisms and other biofertilizers on soil microbial characteristics, organic-matter decomposition, and plant growth. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 2009, 172: 704-712.
- [22] Tołoczko W., Trawczyńska A., Niewiadomski A.: Zawartość związków próchnicznych w glebach nawożonych preparatem EM. *Rocz. Gleb.*, 2009, LX, 1: 97-101.
- [23] 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: 519-525.
- [24] Zydlik P., Zydlik Z.: Impact of biological effective microorganism (EM) preparations on some physico-chemical properties of soil and vegetative growth of apple-tree rootstocks. *Nauka Przyr. Technol.*, 2008, 2, 1, #4: 1-8.