

Műtrágya és baktériumtrágya összehasonlító vizsgálata humuszos homok talajon

Tállai Magdolna

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási
Kar, Agrokémiai és Talajtani Tanszék, Debrecen
tallaim@agr.unideb.hu

ÖSSZEFOGLALÁS

Tenyésztedényes kísérletben vizsgáltuk egy baktériumkészítmény (Bactofil® A10) és egy műtrágya [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] különböző dózisaik hatását – alapkezelések mellett – egy humuszos homok talaj (Pallag) néhány kémiai és mikrobiológiai tulajdonságára. Tesztnövényünk az angolperje (*Lolium perenne* L.) volt. A kísérlet beállítására a DE MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszéken került sor 2007-2009-ben. Vizsgálataink során mértük a talaj könnyen felvehető tápanyagtartalmát, mikrobiológiai paraméterek közül az összes-csírászámot, a mikroszkopikus gombák mennyiségét, a cellulózbontó, a nitrifikáló baktériumok mennyiségi előfordulását, a szacharáz és ureáz enzimek aktivitását, valamint a talaj CO_2 -termelését. Vizsgálataink során az eredményekből statisztikai értékelést készítettünk.

Vizsgálati eredményeinket a következőkben összegezzük:

- A humuszos homok talaj könnyen felvehető tápanyagtartalma a kezelések hatására nőtt, a könnyen felvehető foszfor- és káliumtartalom esetében a nagy dózisú műtrágya-kezelések mellett mértük a nagyobb értékeket.
- A kezelések szintén pozitívan befolyásolták a talaj néhány vizsgált mikrobiológiai tulajdonságát. A nagyobb dózisú műtrágya- és baktériumtrágya kezelések szignifikánsan növelték az összes-csírászám, a cellulózbontó és nitrifikáló baktériumok mennyiségét. A két kezelésmód hatásában azonban nem tudtunk szignifikáns különbséget kimutatni az összes-csírászám, a mikroszkopikus gombák száma, valamint a nitrifikáló baktériumok esetében.
- A szacharáz aktivitására serkentően a műtrágya-kezelések hatottak, az ureáz aktivitása szignifikánsan a kisebb dózisú műtrágya-kezelés hatására nőtt.
- A talajlégzés mértéke minden kezelésben növekedett, a dózisok emelkedésével párhuzamosan. A $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ műtrágya-kezelésekben a nagy dózis szignifikánsan növelte a talaj CO_2 -termelését.
- A statisztikai értékelés során találtunk néhány közepes-szoros összefüggést a vizsgált talajtulajdonságok között.

Összegzésképpen megállapítottuk, hogy mind a baktériumtrágya-, mind pedig a műtrágya-kezelések hatására kedvezően változtak a talaj tápanyaggazdálkodás szempontjából fontosabb paraméterei. A vizsgált paraméterek többségében (AL- P_2O_5 ; AL- K_2O ; összes-csírászám; cellulózbontó baktériumok; nitrifikáló baktériumok; szacharáz enzim aktivitás) serkentőbbnek a nagy dózisú műtrágya-kezelés bizonyult, ugyanakkor a baktériumtrágya nagyobb dózisa is szignifikánsan növelte a talaj nitrát-N és AL-kálium tartalmát, az összes-csírászámot, a nitrifikáló és cellulózbontó baktériumok mennyiségét.

Vizsgálataink tehát azt bizonyították, hogy a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ műtrágya-kezelések a vizsgált talajtulajdonságok többségében serkentőbbnek bizonyultak, azonban eredményeink azt igazolták, hogy a Bactofil kezelés hatékonyan alkalmazható a talajtermékenység fenntartásában, és a műtrágyák, valamint a

mikrobiológiai készítmények kombinált használata lehet – környezetvédelmi szempontból is – a talajtermékenység megőrzésének egyik lehetősége.

Kulcsszavak: Bactofil® A10, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ műtrágya, humuszos homoktalaj, tápanyagtartalom, talajmikrobiológia

SUMMARY

In our pot experiment, the impact of a bacterial fertilizer, Bactofil® A10 and a mineral fertilizer $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ applied in different rates was studied on some soil chemical and microbiological characteristics of a humic sandy soil (Pallag). Perennial rye-grass (*Lolium perenne* L.) was used as a test-plant. Samples were collected four and eight weeks after sowing in each year. The experiment was set up in 2007-2009 in the greenhouse of the UD CASE Department of Agrochemistry and Soil Science. The available (AL-extractable) nutrient contents of soil, among the microbial parameters the total number of bacteria, the number of microscopic fungi, cellulose-decomposing and nitrifying bacteria, the sacharase and urease enzyme activity, as well as the soil respiration rate were measured.

Statistical analyses were made by means of the measurements deviation, LSD values at the $P=0.05$ level and correlation coefficients were calculated. Results of our experiment were summarised as follows:

- The readily available nutrient content of humic sandy soil increased as affected by the treatments, in case of the available (AL-extractable) phosphorus and potassium content the higher value was measured in high-dosage artificial fertilizer treatment.
- The treatments had also positive effect on several soil microbial parameters studied. The higher-dosage mineral fertilizer treatments had a beneficial effect on the total number of bacteria, cellulose-decomposing and nitrifying bacteria. No significant differences were obtained between the effect of treatment in case of the total-number of bacteria, the number of microscopic fungi and nitrifying bacteria.
- On the sacharase enzyme activity the artificial fertiliser treatments proved to be unambiguously stimulating, the urease activity significantly increased on the effect of the lower-dosage $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ artificial fertilizer treatment.
- The soil respiration increased in all treatments in related to the amounts applied, significantly increased in the highest rate of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ fertilizer addition.
- Some medium and tight positive correlations were observed between the soil chemical and microbiological parameters studied in case of both nutrient sources.

Summarizing our results, it was established that the organic and all the mineral fertilizer treatments had beneficial effects on the major soil characteristics from the aspect of nutrient supply. In majority of the examined soil parameters (AL-extractable

phosphorus- and potassium, total number of bacteria, number of cellulose-decomposing and nitrifying bacteria, activity of saccharase enzyme) the high rate of $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ mineral fertilizer treatment proved to be more stimulating, but at the same time the high rate bacterium fertilizer resulted in significant increases in the nitrate-N content, the AL-potassium content of soil, the total number of bacteria, the number of cellulose-decomposing and nitrifying bacteria and the urease enzyme activity.

Our examinations showed that the mineral fertilizer treatments proved to be more stimulating on most of the soil parameters studied but according to our results, it was established that Bactofil is efficiently applicable in the maintenance of soil fertility and the combined application of mineral fertilizer and bacterium fertilizer may be a favourable opportunity – also in aspect of the environmental protection – in maintaining soil fertility.

Keywords: bacterial fertilizer, Bactofil® A10, mineral fertilizer, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, humic sandy soil, nutrient content, soil microbiology

BEVEZETÉS

A korszerű növénytermesztéssel és mezőgazdasági tevékenységgel szemben mára hazánkban is fokozott elvárás a környezetkímélő és fenntartható gazdálkodás, melynek keretein belül olyan módszerek bevezetésére került sor, amelyek vegyi készítmények alkalmazása nélkül – vagy annak csökkentésével – is megőrzik, sőt javítják a talaj termékenységét (Zsuposné, 2007).

A kedvezőtlen adottságú talajok szerves és szervesetlen kolloidtartalmának dúsítására, víz- és tápanyaggazdálkodásuk javítására az egyik legáltalánosabban alkalmazott módszer a szerves- és zöldtrágyázás (Blaskó, 2005). Az intenzív növénytermesztés kialakulásával azonban a műtrágyák alkalmazása került előtérbe, melynek káros hatásaként kell megemlíteni a talajok savanyodását – elsősorban az egyoldalú N-műtrágyák alkalmazásakor –, mely kedvezőtlenül befolyásolja a talajok biológiai aktivitását, ez által a talajok termékenységét és a várható termés mennyiségét (Lukácsné és Zsuposné, 2004).

Ezért ennek elkerülése végett az integrált növénytermesztés keretein belül azonban számos lehetőség kínálkozik, melyek során természetes anyagokkal javíthatjuk a talajok termékenységét. A savanyú homok talajok természetes javítóanyagainak körét Lazányi (2003) három csoportba sorolta: a) a táblán megtermelhető zöldtrágya és egyéb szerves anyagok csoportja, b) azok, melyek az állattenyésztés melléktermékeként kerülnek vissza a talajra, így az istállótrágya és a komposzt, valamint c) a bányászott talajjavító anyagok, úgy mint az alginit (Káta, 1994), a bentonit (Heijnen et al., 1992; Kocjan, 1995; Makádi et al., 2003; Szeder et al., 2008) vagy a zeolit (Köhler, 2000; Muhlbachova és Simon, 2003; Pisarovic et al., 2003).

Ezek körét egészítik ki és mára egyre jelentősebb mértékűek a mezőgazdasági termelés során a különböző baktériumkészítmények alkalmazása is,

különösen a „fenntartható” mezőgazdasági termelés gyakorlatában (Biró, 2006). Ma már számos kutató foglalkozik ezen különböző mikrobiológiai készítmények alkalmazásával és hatásvizsgálatával mind szántóföldi (Hedge et al., 1999; Çakmakçı et al., 2001; Vessey, 2003; Makádi et al., 2007; Gajdos et al., 2009), mind tenyészedényes, kontrollált viszonyok között (Balláné et al., 2007; Kincses et al., 2008).

Kísérleteink során vizsgáltuk egy baktériumkészítmény, a Bactofil® A10 és a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ különböző dózisainak hatását savanyú humuszos homok talajon a talaj könnyen felvehető tápanyagtartalmára, valamint néhány mikrobiológiai tulajdonságára.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A tenyészedényes kísérlet beállítására a DE MTK Agrokémiai és Talajtani Tanszék Tenyészházában került sor 2007-2009-ben, humuszos homok talajtípuson, melynek kémhatása gyengén savanyú ($\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})}$ 5,65) volt. Minden edénybe egy kg talaj került, a kísérletet három ismétlésben állítottuk be. A talajok nedvességtartalmát a maximális vízkapacitás 70%-ára állítottuk be, majd naponta állandó tömegre öntöztük. Tesztnövényként az angolperjét (*Lolium perenne* L.) alkalmaztuk. A mintavételezés a tenyészedény időszak negyedik és nyolcadik hetében történt. A laboratóriumi vizsgálatokat mindkét mintavételezés alkalmával alapos homogenizálás után az Agrokémiai és Talajtani Tanszék talajkémiai és talajmikrobiológiai laboratóriumában végeztük. Alapkezelésként minden edény 100 mg P_2O_5 -t és 100 mg K_2O -t kapott, kálium-dihidrogén-foszfát és kálium-szulfát közös oldata formájában. A nitrogént $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ oldat formájában adtuk a talajhoz. A 2007-es évben három kezelést végeztünk, míg a 2008-2009-es években ezt kiegészítő, növekvő dózisok kerültek kiadásra. A különböző kezeléseket az 1. táblázat tartalmazza.

Mértük a talaj nitrát-N tartalmát Na-szalicilátos módszerrel (Felföldy, 1987), valamint a könnyen oldható foszfor- és káliumtartalmat 0,1 m ammóniumlaktát (AL) kivonószerezettel (Gerei, 1970). Mikrobiológiai tulajdonságok közül az összes-csírás- és (húsleves-agaron) gombaszámot (pepton-glükóz agaron) lemezöntéssel határoztuk meg (Szegei, 1979). A cellulózbontó és nitrifikáló baktériumok számát Pochon és Tardieux (1962) legvalószínűbb csíraszám módszerével állapítottuk meg. Mértük továbbá a szacharáz (Bertrand cit. Szegei, 1979), és ureáz (Kempers cit. Filep, 1995) enzimek aktivitását, valamint a talajból 10 nap alatt felszabaduló széndioxid (Witkamp, 1966. cit. Szegei, 1979) mennyiségét. Az eredmények értékelése során statisztikai számítását végeztünk, kiszámoltuk a mintavételi átlagokat, a szórást, a szignifikáns differencia értékét, illetve a vizsgált paraméterek közötti összefüggések feltárására korreláció analízist végeztünk. A statisztikai értékelést SPSS 13.0 program segítségével végeztük.

A kísérletben alkalmazott kezelések és dózisok

Talajtípus(1)	Kezelések sorszáma(3)	Kezelések és dózisok(4)	
Humuszos homok talaj(2)		2007.	2008-2009.
	1.	Kontroll(5)	Kontroll(5)
	2.	*Bactofil A10	*Bactofil A10
	3.	-	**Bactofil A10
	4.	100 mg kg ⁻¹ N [Ca(NO ₃) ₂]	100 mg kg ⁻¹ N [Ca(NO ₃) ₂]
	5.	-	200 mg kg ⁻¹ N [Ca(NO ₃) ₂]

* a szántóföldi adag két és félszeres mennyisége (10,75*10⁵ baktérium kg⁻¹)(6)

** a szántóföldi adag ötszörös mennyisége (21,50*10⁵ baktérium kg⁻¹)(7)

Table 1: Amounts of Bactofil A10 and rates of Ca(NO₃)₂ mineral fertilizer applied in the experiment

soil-type(1), humic sandy soil(2), number of treatments(3), treatments and fertilizer rates(4), control(5), 2.5 times the recommended field rate (10.75*10⁵bacteria kg⁻¹)(6), 5 times the recommended field rate (21.50*10⁵bacteria kg⁻¹)(7)

EREDMÉNYEK

A kezelések hatását a vizsgált talajtulajdonságokra – bár feltüntettük az egyes évek vizsgálati eredményeit – a közös kezelések esetében a három vizsgálati év (2007-2009) eredményeinek átlagértékei alapján mutatjuk be.

A talaj könnyen felvehető tápanyagtartalma (2. táblázat) a kezelések hatására minden vizsgált paraméter esetében növekedést mutatott. A talaj nitrát-nitrogén tartalma – a kis dózisu Bactofil kezelés kivételével – szignifikánsan nőtt, a

legnagyobb értéket ugyan a Bactofil kezelésben mértük, de a két kezelésmód hatásában szignifikáns különbséget nem tudunk kimutatni. Nem mondható el ugyanez a talaj könnyen felvehető foszfortartalmára, ahol szignifikáns növekedést csak a műtrágya-kezelések okoztak. Az utolsó kezelés mellett mértük a legmagasabb értéket, mely szignifikánsan különbözött a kis dózisu műtrágya-kezelés hatásától. Az AL-káliumtartalom mindkét kezelésmód hatására nőtt, azonban sem a Bactofil, sem a műtrágya-kezelések dózisa között szignifikáns különbség nem mutatkozott.

Tápanyagutánpótlás módjának hatása a talaj könnyen felvehető tápanyagtartalmára (2007-2009)

Kezelések sorszáma(1)	Nitrát-N (mg 1000 g ⁻¹)(2)				AL-P ₂ O ₅ (mg 1000 g ⁻¹)(3)				AL-K ₂ O (mg 1000 g ⁻¹)(4)			
	2007.	2008.	2009.	Átlag(6)	2007.	2008.	2009.	Átlag(6)	2007.	2008.	2009.	Átlag(6)
1.	2,69	2,88	4,01	3,19	81,67	87,83	110,38	93,29	253,33	205,83	182,92	214,03
2.	*3,30	3,98	4,51	3,93	85,17	89,67	111,79	95,54	*283,33	*226,67	*272,92	*260,97
3.		*4,52	*6,73	*5,63		92,33	111,04	101,69		*230,00	*268,33	*249,17
4.	*4,01	*4,45	*6,49	*4,98	*99,33	*102,83	115,71	*105,96	*293,33	*233,33	*232,08	*252,91
5.		*4,60	*6,36	*5,48		*105,00	*133,75	*119,38		*241,67	*290,42	*266,05
*SzD _{5%} (5)	0,41	1,16	2,23	1,78	17,44	4,88	14,79	12,32	15,73	12,41	28,52	18,89

Table 2: The effect of bacterial and mineral fertilizer treatments on the available nutrient content of experimental soil (2007-2009)

number of treatment(1), nitrate-N (mg 1000 g⁻¹)(2), AL-phosphorus (mg 1000 g⁻¹)(3), AL-potassium (mg 1000 g⁻¹)(4), LSD_{5%}(5), mean(6)

A talaj mikrobiológiai tulajdonságai (3. táblázat) közül az összes-csírászámot a nagyobb dózisu Bactofil és műtrágya-kezelések növelték szignifikánsan, a kezelések között nem volt statisztikailag igazolható különbség. A mikroszkopikus gombák száma a három év tekintetében nem változott szignifikánsan a kontroll értékéhez képest, a kezelések között nem volt különbség. A két fiziológiai csoport, a cellulózbontó és nitrifikáló baktériumok száma azonban szintén

növekedést mutatott, a cellulózbontók száma több mint kétszeresére, míg a nitrifikálók száma közel kétszeresére változott. Mindkét kezelésmód szignifikáns növekedést eredményezett számukban. A cellulózbontók esetében a műtrágya-dózisok között szignifikáns különbség volt, serkentőbbnek a nagyobb dózis bizonyult, azonban a nitrifikáló baktériumok esetében sem a kezelésmódok, sem a dózisok között nem tapasztaltunk különbséget.

Tápanyagutánpótlás módjának hatása a talaj néhány mikrobiológiai tulajdonságára (2007-2009)

Kezelések sorszáma(1)	Összes-csíraszám (*10 ⁶ g ⁻¹ talaj)(2)				Összes-gombaszám (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(3)			
	2007.	2008.	2009.	Átlag(7)	2007.	2008.	2009.	Átlag(7)
1.	5,22	4,98	4,58	4,93	44,00	53,00	67,33	54,78
2.	*6,00	5,32	*5,77	6,91	*55,00	55,67	70,17	60,28
3.		*6,00	*9,40	*7,70		*64,83	*51,67	58,25
4.	*5,87	5,22	*7,82	6,30	*64,33	*64,33	55,50	61,39
5.		*5,97	*10,86	*8,42		*72,33	*50,83	61,58
*SzD _{5%} (6)	0,43	0,80	1,18	2,04	5,80	8,46	12,98	10,68
	Cellulóz-bontó baktériumok (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(4)				Nitrifikáló baktériumok (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(5)			
	2007.	2008.	2009.	Átlag(7)	2007.	2008.	2009.	Átlag(7)
1.	2,85	3,15	2,47	2,82	2,22	2,43	1,07	1,91
2.	*5,35	*5,27	3,20	*4,61	*4,35	*4,68	*1,80	*3,61
3.		*5,53	*5,33	*5,43		*4,88	1,13	*3,01
4.	3,15	*4,45	*7,60	*5,07	3,30	*5,12	*1,85	*3,42
5.		*4,25	*10,70	*7,48		*5,40	*2,00	*3,70
*SzD _{5%} (6)	2,14	1,42	1,10	1,63	1,47	0,92	0,33	1,01

Table 3: The effect of bacterial and mineral fertilizer treatments on several soil microbial parameters (2007-2009) number of treatments(1), total number of bacteria (*10⁶ g soil⁻¹)(2), total number of fungi (*10³ g soil⁻¹)(3), cellulose-decomposing bacteria (*10³ g soil⁻¹)(4), nitrifying bacteria (*10³ g soil⁻¹)(5), LSD_{5%}(6), mean(7)

Vizsgálataink során két talajenzim (a szacharáz és az ureáz) aktivitását határoztuk meg (4. táblázat). Mérési eredményeink alapján azt láttuk, hogy a szacharáz aktivitása szignifikánsan a műtrágya-kezelések mellett változott.

A dózisok hatásában különbséget azonban nem mutattunk ki. Az ureáz aktivitásával kapcsolatban azt tapasztaltuk, hogy a kisebb dózisu műtrágya-kezelés növelte szignifikánsan az aktivitásértéket.

Tápanyagutánpótlás módjának hatása a szacharáz és az ureáz enzimek aktivitására (2007-2009)

Kezelések sorszáma(1)	Szacharáz enzim (glükóz mg 100 g ⁻¹ 24 h ⁻¹)(2)				Ureáz enzim (NH ₄ -N mg g ⁻¹ 24 h ⁻¹)(3)			
	2007.	2008.	2009.	Átlag(5)	2007.	2008.	2009.	Átlag(5)
1.	4,25	4,15	6,45	4,95	47,22	46,47	28,82	40,84
2.	4,46	*4,67	7,27	5,47	43,61	46,96	32,41	41,00
3.		*4,98	6,78	5,88		48,99	30,19	39,59
4.	*5,46	*4,76	*8,17	*6,13	*99,52	*64,49	*38,43	*67,48
5.		4,25	*8,90	*6,58		53,28	*40,14	46,71
*SzD _{5%} (4)	0,91	0,42	1,09	1,15	7,30	8,20	6,30	11,83

Table 4: The effect of bacterial and mineral fertilizer treatments on sacharase and urease enzyme activities (2007-2009) treatments number(1), sacharase enzyme (glucose mg 100 g⁻¹)(2), urease enzyme (NH₄-N mg g⁻¹ 24 h⁻¹)(3), LSD_{5%}(4), mean(5)

A talajlégzés (1. ábra) mértéke minden kezelésben növekedett, a dózisok emelkedésével párhuzamosan. A Ca(NO₃)₂ műtrágya-kezelésekben a nagy dózis szignifikánsan növelte a talaj CO₂-termelését.

Az eredmények statisztikai értékelése során korreláció-számítást végeztünk, melyben összefüggést kerestünk a talaj tápanyagtartalma, valamint a vizsgált néhány talajmikrobiológiai tulajdonság között.

A korrelációs együtthatók (r) értékét mind a Bactofil kezelések hatására bekövetkező változások, mind a műtrágya-kezelések esetében külön számoltuk ki. A korrelációs együtthatók közül azokat emeltük ki, melyek közepes, illetve szoros kapcsolatot jelentenek a vizsgált paraméterek között bekövetkező változásokban. A korrelációs együtthatók értékét az 5. táblázat tartalmazza.

1. ábra: Tápanyagutánpótlás módjának hatása a talaj CO₂-termelésére (2007-2009)

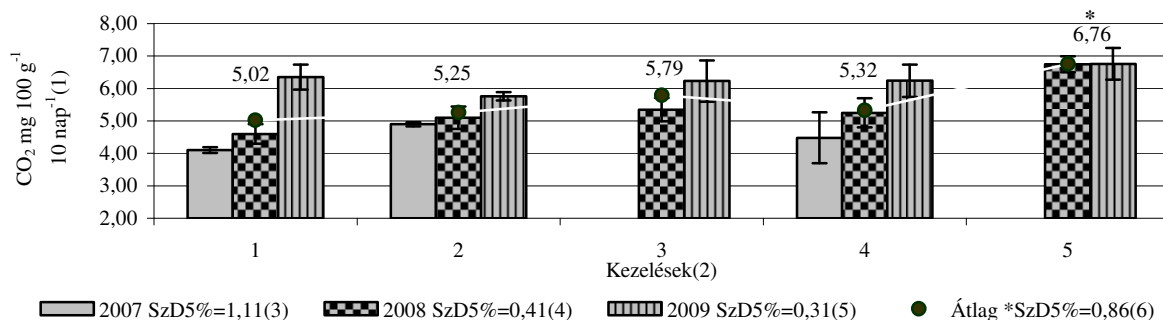


Figure 1: The effect of bacterial and mineral fertilizer treatments on CO₂-production of soil (2007-2009) CO₂-production of soil (CO₂ mg 100 g⁻¹ 10 days⁻¹)(1), treatments(2), 2007 LSD_{5%}=1.11(3), 2008 LSD_{5%}=0.41(4), 2009 LSD_{5%}=0.31(5), mean *LSD_{5%}=0.86(6)

5. táblázat

A vizsgált kémiai és mikrobiológiai talajtulajdonságok közötti kapcsolat

Vizsgált paraméterek(1)		Korrelációs együttható (r) n=18(2)	Kapcsolat erőssége(3)
Bactofil kezelések(4)			
Nitrát-N (mg 1000 g ⁻¹)(7)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100 g ⁻¹ 10 nap ⁻¹)(11)	0,829(**)	szoros(16)
AL-K ₂ O (mg 1000 g ⁻¹)(8)	Cellulóz bontó baktériumok (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(12)	0,581(**)	közepes(17)
AL-P ₂ O ₅ (mg 1000 g ⁻¹)(9)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100 g ⁻¹ 10 nap ⁻¹)(11)	0,536(**)	közepes(17)
Nitrifikáló baktériumok (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(10)	Ureáz enzim (NH ₄ -N mg g ⁻¹ 24 h ⁻¹)(13)	0,724(**)	közepes(17)
Ca(NO₃)₂ műtrágya-kezelések(5)			
Nitrát-N (mg 1000 g ⁻¹)(7)	Összes-csíraszám (*10 ⁶ g ⁻¹ talaj)(14)	0,554(**)	közepes(17)
Nitrát-N (mg 1000 g ⁻¹)(7)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100 g ⁻¹ 10 nap ⁻¹)(11)	0,802(**)	szoros(16)
AL- P ₂ O ₅ (mg 1000 g ⁻¹)(9)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100 g ⁻¹ 10 nap ⁻¹)(11)	0,736(**)	közepes(17)
AL- P ₂ O ₅ (mg 1000 g ⁻¹)(9)	Szacharáz enzim (glükóz mg 100 g ⁻¹ 24 h ⁻¹)(15)	0,765(**)	szoros(16)
AL-K ₂ O (mg 1000 g ⁻¹)(8)	Ureáz enzim (NH ₄ -N mg g ⁻¹ 24 h ⁻¹)(13)	0,570(**)	közepes(17)
Összes-csíraszám (*10 ⁶ g ⁻¹ talaj)(14)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100 g ⁻¹ 10 nap ⁻¹)(11)	0,627(**)	közepes(17)
Nitrifikáló baktériumok (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(10)	Ureáz enzim (NH ₄ -N mg g ⁻¹ 24 h ⁻¹)(13)	0,706(**)	közepes(17)
Cellulóz bontó baktériumok (*10 ³ g ⁻¹ talaj)(12)	CO ₂ -termelés (CO ₂ mg 100 g ⁻¹ 10 nap ⁻¹)(11)	0,534(**)	közepes(17)

** Korreláció szignifikáns 1%-os szinten(6)

Table 5: Relationship between the studied chemical and microbiological soil characteristics (Pearson Correlation, Huzsvai, 2004) studied soil parameters(1), correlaton coefficient (r)(2), strength of the relationship(3), Bactofil treatments(4), Ca(NO₃)₂ mineral fertilizer treatments(5), correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)(6), nitrate-N (mg 1000 g⁻¹)(7), AL-potassium (mg 1000 g⁻¹)(8), AL-phosphorus (mg 1000 g⁻¹)(9), nitrifying bacteria (*10³ g⁻¹ soil)(10), CO₂-production of soils (CO₂ mg 100 g⁻¹ 10 days⁻¹)(11), cellulose-decomposing bacteria (*10³ g⁻¹ soil)(12), urease enzyme (NH₄-N mg g⁻¹ 24 h⁻¹)(13), total number of bacteria (*10⁶ g⁻¹ soil)(14), sacharase enzyme (glucose mg 100 g⁻¹ 24 h⁻¹)(15), tight(16), medium(17)

KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

- A humuszos homoktalaj könnyen felvehető tápanyagtartalma a kezelések hatására nőtt, a könnyen felvehető foszfor- és káliumtartalom esetében a nagy dózisú műtrágya-kezelések mellett mértük a nagyobb értékeket.
- A kezelések szintén pozitívan befolyásolták a talaj néhány vizsgált mikrobiológiai tulajdonságát. A nagy dózisú műtrágya- és baktériumtrágya kezelések szignifikánsan növelték az összes-csíraszám, a cellulóz bontó és nitrifikáló baktériumok mennyiségét, a szacharáz és ureáz enzimek aktivitása szignifikánsan a műtrágya-kezelések hatására nőtt. A kezeléshatásokban nem tudtunk különbséget

tenni az összes-csíraszám, a mikroszkopikus gombák, és a nitrifikáló baktériumok számát illetően. A talajlégzés mértéke minden kezelésben növekedett, a Ca(NO₃)₂ műtrágya-kezelésekben a nagy dózis szignifikánsan növelte a talaj CO₂-termelését.

- A statisztikai értékelés során találtunk néhány összefüggést a vizsgált talajtulajdonságok között. Mind a Bactofil-kezelések, mind a műtrágya-kezelések esetében szoros korreláció volt a talaj nitrát-N tartalmának változása, valamint a talajlégzés között (r=0,829; 0,802), a műtrágya-kezeléseknél szoros összefüggés volt még a talaj könnyen felvehető foszfortartalma, valamint a szacharáz enzim aktivitása között (r=0,765).

– Vizsgálataink azt bizonyították, hogy a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ műtrágya-kezelések a vizsgált talajtulajdonságok többségében serkentőbbnek bizonyultak, azonban eredményeink alapján elmondható, hogy a Bactofil kezelés hatékonyan alkalmazható a

talajtermékenység fenntartásában. Úgy véljük – környezetvédelmi szempontból is –, a műtrágyák, valamint a mikrobiológiai készítmények kombinált használata lehet a talajtermékenység megőrzésének egyik lehetősége.

IRODALOM

- Balláné, K. A.-Kincses, I.-Vágó, I.-Kremper, R. (2007): The influence of chemical and biofertilizers on the yield and nitrogen content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Joint International Conference on Long-term Experiments, Agricultural Research and Natural Resources, Debrecen-Nyírlugos (Szerk: Láng I.-Lazányi J.-Csépi N.) 319-326.
- Biró B. (2006): A környezeti állapot megőrzésének, indikálásának és helyreállításának mikrobiológiai eszközei a növény-talaj rendszerben. Akadémiai Doktori Értekezés Tézisei. MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet. Budapest, 2-4. 21-22.
- Blaskó L. (2005): A talajjavítás jelene és jövője. In: A talajok jelentősége a 21. században (Szerk: Stefanovits P.-Michéli E.) MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 267-289.
- Çakmakçi, R.-Kantar, F.-Sahin, F. (2001): Effect of N_2 -fixing bacterial inoculation on yield of sugar beet and barley, *Journal of Plant Nutr. Soil Science* 164, 527-531.
- Felföldy L. (1987): A biológiai vízminősítés (4. Javított és bővített kiadás) OVH-VGI, Budapest, 172-174.
- Filep Gy. (1995): Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. Debrecen, 32-56., 68-71., 93-96., 105-107.
- Gajdos, É.-Tóth, B.-Kovács, B. (2009): Applicability of biofertilization under cadmium stress in the case of maize and sunflower. *Cereal Research Communications*, Vol. 37. Neum, Bosnia-Herzegovina, Akadémiai Kiadó, Budapest, 593-596.
- Gerei L. (szerk.) (1970): Talajtani és agrokémiai vizsgálati módszerek. OMMI kiadvány, 19-17.
- Hedge, D. M.-Dwivedi, B. S.-Sudhakara, S. N. (1999): Biofertilizers for cereals production in India – a review – *Indian J. Agric. Sci.* Vol. 69. 73-83.
- Heijnen, C. E.-Hok, A.-Hin, C. H.-van Veen, J. A. (1992): Improvements to the use of bentonite clay as a protective agent, increasing survival levels of bacteria introduced into soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 24/6. 533-538.
- Huzsvai L. (2004): Biometriai módszerek az SPSS-ben, SPSS alkalmazások, DE MTK, Debrecen (Kézirat), 75-77.
- Kátai J. (1994): Javítóanyagok hatása a gyep talajára. A gyepgazdálkodás az állattartás szolgálatában, tudományos tanácskozási előadásai, Debreceni Gyepgazdálkodási Napok 12. Tudományos Közlemények (szerk.: Nagy G.) 229-247.
- Kincses I.-Nagy P. T.-Kremper R. (2008): Baktériumtrágyák hatása az angolperje (*Lolium perenne*) termésére különböző típusú talajon. AGTEDU 2008. Kecskeméti Főiskola. A Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából rendezett tudományos konferencia kiadványa. Bács-Kiskun Megyei Tudományos Fórum. I. kötet. Kecskemét. 88-92.
- Kocjan, H. (1995): Twenty years of results in the use of bentonite for establishing forest plantations. *Dwuzdiestopiecioltnie wyniki wykorzystania bentonitu przy zakładaniu upraw lesnych*. Sylwan. 139/4, 57-62.
- Köhler M. (2000): Köhler Mihály munkássága, II. kötet. Válogatás publikációiból. Melioráció, környezetkímélő és ökológia, környezetvédelem. (Szerk.: Nadas Zs.) Debrecen, 116.
- Lazányi J. (2003): Bentonitos tufa jelentősége a homoktalajok javításában. *Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés és Agrárinformatika az évezred küszöbén (AVA)*, DE ATC Debrecen, április 1-2. 4-8.
- Lukácsné V. E.-Zsuposné O. Á. (2004): A gazdálkodási rendszerek és az agrotechnikai elemek talajbiológiai hatásai. *Agrárgazdaság, Mezőgazdasági Havi Lap*, 5. évf. <http://www.pointernet.pds.hu/ujzagok/agraragazat/2004-ev/05/agrarag-07.html>
- Makádi M.-Henzsel I.-Lazányi J. (2003): Bentonit alkalmazása szántóföldi növénytermesztésben. *Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés és Agrárinformatika az évezred küszöbén (AVA)*, DE ATC Debrecen, április 1-2. 8-12.
- Makádi M.-Tomócsik A.-Orosz V.-Lengyel J.-Biró B.-Márton Á. (2007): Biogázüzemi fermentlé és Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a silókukorica zöldtömegére és a talaj biológiai aktivitására. *Agrokémia és Talajtan*, 56/2. Akadémiai Kiadó, Budapest, 367-378.
- Muhlbachova, G.-Simon, T. (2003): Effects of zeolite amendment on microbial biomass and respiratory activity in heavy metal contaminated soils. *Plant soil and environment*. Vol. 49. Iss. 12. 536-541.
- Pisarovic, A.-Filipan, T.-Tisma, S. (2003): Application of zeolite based special substrates in agriculture-ecological and economical justification. *Periodicum Biologorum* 105 (3): 287-293.
- Pochon, J.-Tardieux, P. (1962): *Techniques D'Analyse en Microbiologie du Sol*. Collection „Techniques de Base”. Masson co. Paris. 102.
- Szedler, B.-Makádi, M.-Szegei, T.-Tomócsik, A.-Simon, B. (2008): Biological and Agronomic indicators of the impact of fieldscale bentonite application. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Stara Lesna, Slovakia. *Cereal Research Communications*, Akadémiai Kiadó, Budapest, Vol 36. Part II. 911-914.
- Szegei J. (1979): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. *Mezőgazdasági Kiadó*, Budapest, 250-256.
- Vessey, J. K. (2003): Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers, *Plant and Soil*. Vol. 255. No. 2. August. 571-586.
- Witkamp, M. (1966): Decomposition of leaf litter in relation to environment microflora and microbial respiration. *Ecology*, 47. 194-201.
- Zsuposné Oláh, Á. (2007): Changes of biological activity in different soil types. *Cereal Research Communications*, Vol. 35. No. 2. Akadémiai Kiadó, Budapest, 861-864.