

## A műtrágyázás hatása néhány szénforgalommal kapcsolatos mikrobiológiai paraméterre

Mátyás Bence – Tállai Magdolna – Kátai János – Horváth Judit

Debreceni Egyetem Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,  
Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen  
matyasbence@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásainkkal kapcsolódtunk a 30 éves Látóképi tartamkísérlethez a szénforgalommal kapcsolatos mikrobiológiai paraméterek vizsgálatával. A trágyázási tartamkísérlet beállítására 1983-ban került sor, mészlepedékes, csernozjom talajtípuson, mintáinkat 2014 tavaszán vettük. Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy a növekvő trágyaszintek hogyan befolyásolják a talaj szénforgalmának néhány paraméterét, öntözetlen és öntözött körülmények között kukorica mono-, bi- és trikulturában. A kísérleti eredményeinkből, azok statisztikai értékeléséből arra a következtetésre jutottunk, hogy a mikrobiális aktivitás szempontjából a bi-, és leginkább a trikulturás termesztés volt kedvezőbb. Ezekben a blokkokban nagyobb értékeket határoztunk meg a monokultúrához képest a vizsgált talajtulajdonságok közül az összességben, a talajlégzés, és a talaj mikrobiális biomassza-C tartalmát illetően.

**Kulcsszavak:** talaj, műtrágyázás, szénformák, talajlégzés, MBC

### SUMMARY

The 30 years old long-term experiment of Látókép is continued in our experiments. The long-term fertilization experiment was set in 1983, and our sample was taken in spring 2014. The examinations of soil respiration processes and factors that influence soil respiration are required in optimal management. In our study, we interested to know how the growing levels of fertilization influence the microbial processes under non-irrigated and irrigated conditions in maize mono, bi, and triculture. The experimental results and those statistics suggest that the bi and triculture influenced higher microbial activity which was reflected in number of fungus, soil respiration, and microbial biomass carbon (MBC).

**Keywords:** soil, fertilization, carbon forms, CO<sub>2</sub>-production of soil, MBC

### BEVEZETÉS

A fenntartható gazdálkodás egyik legfontosabb eleme, hogy környezetkímélő technológiákat alkalmazva megőrizzük a talajok tápanyagkészletét, a talajok termékenységét (Várallyay és Németh, 1996; Várallyay, 2005). Ha a gazdaságosság szempontjait is figyelembe vesszük, kijelenthetjük, hogy a mai növénytermesztés a tápanyag-utánpótlásra használt műtrágyák alkalmazását nem nélkülözheti. Ugyanakkor nagy hangsúlyt kell fektetni az alkalmazott műtrágya dózisainak okszerű megválasztására. Ennek tükrében számos törekvés van a kutatásban az alternatív tápanyag-utánpótlás biztosítása érdekében a bio-készítmények alkalmazására a mezőgazdasági termelésben (Bíró, 2007; Kátai, et al., 2007; Balláné, et al., 2008; Jakab, et al., 2012), továbbá számos kutató foglalkozik a műtrágyák okszerű dózisának megválasztásával (Németh, 2006; Csathó et al., 2007).

A növények tápanyag-ellátásában – talajbiológiai szempontból – meghatározó szerepet tölt be az ökoszisztémák anyag-körforgalma, melyben a szénforgalom nagy hangsúlyt kap. A trágyázási tartamkísérletek hazánkban és külföldön is bizonyították közvetlen és közvetett, valamint pozitív és negatív hatásait a talaj tulajdonságaira, a talaj mikroorganizmusok aktivitására és a termesztett növények fejlődésére (Kádár et al., 2000; Kautz et al., 2004; Li Xin et al., 2005; Kátai, 2006; Truu et al., 2008; Janusauskaite et al., 2013).

A kukoricának Magyarországon is kiemelkedően fontos szerepet tulajdonítanak a növénytermesztésben. A humán táplálkozásban nélkülözhetetlen, kitűnő takar-

mány, gazdaságosan előállítható energiaforrás és ipari alapanyag (Nagy, 2007).

Napjainkban jelentős tudományos érdeklődés kíséri a talaj szénkészletének változásait a klímaváltozással kapcsolatosan, valamint a talaj CO<sub>2</sub> kibocsátását és annak körülményeit. Az optimális kezelések alkalmazásához nélkülözhetetlen a talajlégzés folyamatainak megismerése, és a talajlégzést befolyásoló tényezők vizsgálata (Tóth et al., 2014). A műtrágyahasználat hatással van az ökoszisztémák anyagforgalmára, a nagyobb biomassza, a nagyobb növényi maradványképződésre, amely befolyásolja a humifikációt és a mineralizációt, valamint a talaj C-megkötésének arányát és mértékét (Rochette és Gregorich, 1998).

A talaj szerves széntartalom (SOC), a mikrobiális biomassza szén (MBC) és arányuk (MBC/SOC) – amely jól ismert mikrobiális kvóciens (Masto et al., 2006) –, a talaj respiráció, a cellulózbontó baktériumok mennyisége fontos paraméterek a talaj szénforgalmának vizsgálata során.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteinkben a talaj szénforgalmát befolyásoló talaj mikrobiológiai folyamatokat vizsgáltuk. Látóképi tartamkísérletben, kukorica mono-, bi- és trikultúra öntözött és öntözetlen (mészlepedékes csernozjom talajtípus) kezeléseit tanulmányoztuk. A trágyaszintek az alábbiak voltak: kontroll, kis (N<sub>60</sub>P<sub>45</sub>K<sub>45</sub>), kis-közepes (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>), közepes-nagy (N<sub>180</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub>) és nagy (N<sub>240</sub>P<sub>180</sub>K<sub>180</sub>) dózisok (1. táblázat).

## Műtrágyadózisok jelölése a különböző kultúrákban

	Dózis(1)	Megnevezés(2)	Monokultúra(3)	Bikultúra(4)	Trikultúra(5)
Öntözetlen(7)	Kontroll(8)	-	1	11	21
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	kis(9)	2	12	22
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	kis-közepes(10)	3	13	23
	N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	közepes-nagy(11)	4	14	24
	N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	nagy(12)	5	15	25
Öntözött(6)	Kontroll(8)	-	6	16	26
	N <sub>60</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	kis(9)	7	17	27
	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	kis-közepes(10)	8	18	28
	N <sub>180</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	közepes-nagy(11)	9	19	29
	N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>180</sub>	nagy(12)	10	20	30

Table 1: Labels of fertilizer doses in different cultures

Dose(1), Name(2), Monoculture(3), Biculture(4), Triculture(5), Irrigated(6), Not irrigated(7), Control(8), Small(9), Small-medium(10), Medium-high(11), High(12)

A bikultúrában a búza és a kukorica váltja egymást. A trikultúrában az alábbi növényi sorrendet alkalmazták: borsó, búza, kukorica. A vizsgálat időpontja 2014. május.

Talajfizikai tulajdonságok közül meghatároztuk a vizsgált talajok nedvességtartalmát Klimes-Szmik (1962) módszer szerint.

A talajkémiai tulajdonságok vizsgálatai közül megállapítottuk a talaj vizes szuszpenzióban a H<sup>+</sup>-ion mennyiségét kifejező desztillált vizes pH értéket, és a rejtett savanyúságot mutató KCl-os pH értéket (Filep, 1995). Mértük a humusztartalmat (Székely et al., 1960), melyből a talaj szerves-C tartalmára következtítettünk (Hargitainé, 1995). A talajjellemzőket a 2. táblázat tartalmazza (Kátai, 2006).

2. táblázat

## A talaj néhány fizikai és kémiai tulajdonsága

Paraméter(1)	Érték(2)
Leiszapolható rész (%) (3)	36,4
Higroszkóposság (hy) (4)	2,24
Arany féle kötöttség (K <sub>A</sub> ) (5)	38
Nedvességtartalom (%) (2014) (6)	19–20
pH H <sub>2</sub> O	6,71
pH MKCl	5,63
Hidrolitos aciditás (7)	5,94
Szerves C (%) (8)	1,4
Nitrát-N (mg/kg) (9)	7,4
AL oldható P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/kg) (10)	48,6
AL oldható K (K <sub>2</sub> O mg/kg) (11)	222

Table 2: Some physical and chemical properties of the soil

Parameter(1), Value(2), Silt and clay fraction(3), Hygroscopicity(4), Arany-type of plasticity index(5), Moisture content(6), Hydrolytic acidity(7), Organic-C(8), Nitrate-N(9), AL-soluble P(10), AL-soluble K(11)

A mikrobiológiai vizsgálatok közül az összes csíraszámot (húsleves-agaron), és mikroszkopikus gombák mennyiségét (pepton glükóz-agaron) talaj-vizes szuszpenzióból lemezöntéssel határoztuk meg (Szegi, 1979).

A vizsgált talajok mikrobiológiai aktivitásának meghatározására mértük a talajok szén-dioxid-termelését Witkamp (1966) módszere szerint, a talaj mikrobiális biomasza-C tartalmát kloroform fumigációs-inkubációs eljárással (Jenkinson és Powlson, 1976).

Statisztikai elemzést készítettünk az eredmények értékelése során. Szignifikáns differenciát számoltunk a mezőgazdaságban általánosan elfogadott p=5%-os szinten. Összehasonlítottuk a kontrollhoz képest az egyes kezelések hatását, illetve megvizsgáltuk az egyes kezelések hatása közötti különbségeket, melyeknek hatása szignifikánsnak bizonyult 95%-os valószínűségi szinten (Tállai, 2011). Az eredmények statisztikai értékeléséhez SPSS 13.0 for Windows és Microsoft Office Excel 2007 programokat használtunk.

## EREDMÉNYEK

## Kukorica monokultúra értékelése

A kukorica monokultúrában öntözetlen körülmények között a kis-közepes, a közepes-nagy, és a nagy dózisok szignifikánsan növelték a humusztartalmat, amíg öntözött körülmények között csak a közepes-nagy, és a nagy dózisok esetén volt statisztikailag igazolható növekedés. Az összes-csíraszámot az öntözetlen kezelés, nagy műtrágyadózis növelte szignifikánsan. Az összes gombaszámot öntözetlen körülmények között a közepes-nagy és a nagy dózisok növelték, amíg öntözött körülmények között a kis-közepes, a nagy-közepes, és a nagy dózisok egyaránt szignifikánsan növelték, ami azzal magyarázható, hogy az öntözés kedvező életkörülményt biztosított a mikro-gombák számára. A CO<sub>2</sub>-légzést csak az öntözetlen nagy dózis növelte szignifikánsan. A mikrobiális biomasza szén öntözetlen körülmények között a kis és a kis-közepes dózisok növelték, amíg öntözött körülmények között a kis-közepes dózis növelte szignifikánsan, de a nagy dózis szignifikánsan csökkentette (3. táblázat).

3. táblázat

## A műtrágyázás és az öntözés hatása a monokultúra kezeléseire (Debrecen–Látóké, 2014. május)

Dózis(1)	Humusz (%) (2)	Szerves C (%) (3)	Össz-csíraszám ( $10^6$ tke $g^{-1}$ ) (4)	Össz-gombaszám ( $10^3$ tke $g^{-1}$ ) (5)	CO <sub>2</sub> légzés (mg CO <sub>2</sub> × 100 $g^{-1}$ × 10 nap <sup>-1</sup> ) (6)	MBC extrakciós (Cmic $\mu g \times g^{-1}$ ) (7)	MBC × szerves szén <sup>-1</sup> (%) (8)	CO <sub>2</sub> × MBC <sup>-1</sup> (qCO <sub>2</sub> ) (9)
1	2,3	1,3	6,3	27,0	15,2	82,6	0,6	1,8
2	2,4	1,4	3,8	25,0	15,3	*191,7	1,4	0,8
3	*2,5	1,5	4,7	*41,0	14,8	*231,0	1,6	0,6
4	*2,5	1,5	8,7	29,0	16,8	162,9	1,1	1,0
5	*2,5	1,5	*9,6	*41,0	*17,5	146,8	1,0	1,2
SzD <sub>5%</sub>	0,2		2,6	12,3	1,8	86,9		
6	2,7	1,6	6,2	33,0	15,9	116,8	0,7	1,4
7	2,8	1,6	5,8	35,0	15,9	102,4	0,6	1,5
8	2,8	1,6	7,1	*39,5	16,2	*155,2	1,0	1,0
9	*3,0	1,8	5,4	*38,0	16,0	130,7	0,7	1,2
10	*3,1	1,8	5,5	*37,0	15,9	*80,3	0,4	2,0
SzD <sub>5%</sub>	0,2		1,4	4,0	0,5	27,8		

Megjegyzés: \*szignifikáns eltérés a kontrollkezelések értékéhez képest

Table 3: The effects of irrigation and fertilization on the monoculture treatments (Debrecen–Látóké, May 2014)

Dose(1), Humus (%) (2), Organic C (%) (3), Number of bacteria ( $10^6$  cfu  $g^{-1}$ ) (4), Number of fungus ( $10^3$  cfu  $g^{-1}$ ) (5), Soil respiration (mg CO<sub>2</sub> × 100  $g^{-1}$  × 10 day<sup>-1</sup>) (6), MBC extraction (7), MBC × Organic C<sup>-1</sup> (qCO<sub>2</sub>) (8), Note: \*significant difference compared to control treatment

## Bikultúra értékelése

A kukorica bikultúrában az öntözött kis dózisban mértünk kisebb humusztartalmat. Az összes csíraszámot az öntözetlen kis dózis szignifikánsan csökkentette, amíg öntözött körülmények között a kis-közepes dózis statisztikailag igazolható növekedést eredményezett az összes csíraszámában. Az összes gombaszámot öntözetlen körülmények között a legnagyobb trágya-

adag csökkentette, amíg öntözött körülmények között a kis-közepes, és a nagy-közepes dózisok szignifikánsan csökkentették és a nagy dózis növelte. A CO<sub>2</sub>-légzést, öntözött körülmények között a legkisebb trágyaadag növelte szignifikánsan. A mikrobiális biomasza szén öntözetlen körülmények között a kis-közepes, nagy-közepes, és a nagy dózisok növelték, amíg öntözött körülmények között a kis-közepes, nagy-közepes dózisok növelték szignifikánsan (4. táblázat).

4. táblázat

## A műtrágyázás és az öntözés hatása a bikultúra kezeléseire (Debrecen–Látóké, 2014. május)

Dózis(1)	Humusz (%) (2)	Szerves C (%) (3)	Össz-csíraszám ( $10^6$ tke $g^{-1}$ ) (4)	Össz-gombaszám ( $10^3$ tke $g^{-1}$ ) (5)	CO <sub>2</sub> légzés (mg CO <sub>2</sub> × 100 $g^{-1}$ × 10 nap <sup>-1</sup> ) (6)	MBC extrakciós (Cmic $\mu g \times g^{-1}$ ) (7)	MBC × szerves szén <sup>-1</sup> (%) (8)	CO <sub>2</sub> × MBC <sup>-1</sup> (qCO <sub>2</sub> ) (9)
11	3,1	1,8	6,1	32,0	15,6	73,0	0,4	2,1
12	2,9	1,7	*3,6	31,0	14,2	103,0	0,6	1,4
13	3,2	1,9	3,9	28,0	16,0	*141,3	0,8	1,1
14	3,4	2,0	5,6	31,0	15,1	*165,6	0,8	0,9
15	3,3	1,9	4,2	*25,0	15,4	*197,0	1,0	0,8
SzD <sub>5%</sub>	0,4		2,5	6,5	1,5	37,2		
16	3,3	1,9	4,1	35,0	14,0	102,4	0,5	1,4
17	*2,9	1,7	5,5	32,0	*18,2	134,4	0,8	1,4
18	3,2	1,8	*8,1	*23,0	16,6	*364,4	2,0	0,5
19	3,4	2,0	5,0	*27,0	16,6	*147,0	0,7	1,1
20	3,3	1,9	6,0	*40,5	15,8	80,0	0,4	2,0
SzD <sub>5%</sub>	0,4		3,4	5,5	3,5	43,2		

Megjegyzés: \*szignifikáns eltérés a kontrollkezelések értékéhez képest

Table 4: The effects of irrigation and fertilization on the biculture treatments (Debrecen–Látóké, May 2014)

Dose(1), Humus (%) (2), Organic C (%) (3), Number of bacteria ( $10^6$  cfu  $g^{-1}$ ) (4), Number of fungus ( $10^3$  cfu  $g^{-1}$ ) (5), Soil respiration (mg CO<sub>2</sub> × 100  $g^{-1}$  × 10 day<sup>-1</sup>) (6), MBC extraction (7), MBC × Organic C<sup>-1</sup> (qCO<sub>2</sub>) (8), Note: \*significant difference compared to control treatment

### Trikultúra értékelése

A kukorica trikultúrában az öntözetlen közepes-kis dózis, öntözött körülmények között a közepes-nagy dózis növelte szignifikánsan a humusztartalmat. Az összes csíraszámot az öntözetlen kis, közepes-nagy, és a nagy dózisok szignifikánsan csökkentették, amíg öntözött körülmények között a közepes-nagy dózis csökkentette, és a nagy dózis statisztikailag igazolhatóan növelte. Az összes gombaszámot öntözetlen körülmények között a kis és a nagy dózis csökkentette, a köze-

pes-kis növelte, amíg öntözött körülmények között a közepes-nagy dózis növelte szignifikánsan. A CO<sub>2</sub>-légzést, öntözetlen körülmények között a kis dózis növelte, amíg öntözött körülmények között a közepes-kis, a közepes-nagy és a nagy dózisok növelték szignifikánsan. A mikrobiális biomassza szén öntözetlen körülmények között a kis és a kis-közepes dózisok növelték, amíg öntözött körülmények között a közepes-kis, a közepes-nagy és a nagy dózisok növelték szignifikánsan (5. táblázat).

5. táblázat

A műtrágyázás és az öntözés hatása a trikultúra kezeléseire (Debrecen–Látókép, 2014. május)

Dózis(1)	Humusz (%) (2)	Szerves C (%) (3)	Össz-csíraszám (10 <sup>6</sup> tke g <sup>-1</sup> ) (4)	Össz-gombaszám (10 <sup>3</sup> tke g <sup>-1</sup> ) (5)	CO <sub>2</sub> légzés (mg CO <sub>2</sub> × 100 g <sup>-1</sup> × 10 nap <sup>-1</sup> ) (6)	MBC extrakciós (Cmic μg × g <sup>-1</sup> ) (7)	MBC × szerves szén <sup>-1</sup> (%) (8)	CO <sub>2</sub> × MBC <sup>-1</sup> (qCO <sub>2</sub> ) (9)
21	2,9	1,7	5,9	37,0	14,4	193,0	1,1	0,7
22	3,0	1,7	*4,8	*15,5	*17,1	*210,8	1,2	0,8
23	2,9	1,7	5,7	*46,0	14,7	*217,8	1,3	0,7
24	*3,1	1,8	*4,0	37,0	15,0	*183,9	1,0	0,8
25	2,9	1,7	*4,2	*25,0	14,3	201,3	1,2	0,7
SzD <sub>5%</sub>	0,2		1,0	9,0	2,6	15,4		
26	3,0	1,7	4,5	28,0	13,2	67,9	0,4	1,9
27	3,0	1,8	5,0	23,5	*16,3	96,0	0,5	1,7
28	3,0	1,7	4,0	27,0	*16,3	*118,7	0,7	1,4
29	3,1	1,8	*3,5	*45,0	15,4	*357,4	2,0	0,4
30	*3,3	1,9	*5,4	29,0	*16,3	*137,7	0,7	1,2
SzD <sub>5%</sub>	0,3		0,6	6,3	3,0	43,8		

Megjegyzés: \*szignifikáns eltérés a kontrollkezelések értékéhez képest

Table 5: The effects of irrigation and fertilization on the triculture treatments (Debrecen–Látókép, May 2014)

Dose(1), Humus (%) (2), Organic C (%) (3), Number of bacteria (10<sup>6</sup> cfu g<sup>-1</sup>) (4), Number of fungus (10<sup>3</sup> cfu g<sup>-1</sup>) (5), Soil respiration (mg CO<sub>2</sub> × 100 g<sup>-1</sup> × 10 day<sup>-1</sup>) (6), MBC extraction (7), MBC × Organic C<sup>-1</sup> (qCO<sub>2</sub>) (8), Note: \*significant difference compared to control treatment

Értékelésünk során megállapítható, hogy mindhárom vizsgált kultúrában a közepes-nagy és a nagy trágyadózisok tendenciálisan növelték a humusztartalmat.

A talaj szerves-C tartalma monokultúrában alacsonyabb értékeket mutatott, mint a bi- és trikultúra blokkjaiban. A talaj szerves-C tartalma szignifikánsan ugyan nem változott a trágyadózisok alkalmazása mellett, kis mértékben azonban növekedést tapasztaltunk az értékeiben. Mindhárom vetésváltásban a közepes-nagy, és a nagy dózisok növelték a nagyobb mértékben a szerves-C tartalmat. A vizsgált talajparaméter tekintetében az öntözés kedvező hatása a mono- és trikultúra esetében nyilvánult meg, a bikultúránál a szerves-C tartalom közel azonos módon változott a nagyobb dózisok hatására.

Az összes csíraszám értékei változó, nem egyértelmű képet mutattak a trágyázás hatására. A bi- és trikultúra öntözetlen parcelláiban számuk egyértelműen már a kis dózis alkalmazása mellett is csökkent. Az öntözött kultúrákban számuk azonban néhány dózis alkalmazásával – matematikai értékeléssel is – bizonyítható módon nőtt. A mono- és bikultúra kezeléseknél számukat a kis-közepes dózisok szignifikánsan növelték, míg az extrém adagú műtrágya már kedvezőtlenül befolyásolta a talajban előforduló baktériumok

mennyiségét. Trikultúrában azonban öntözött körülmények között is a nagy dózis alkalmazása mellett szignifikánsan nagyobb baktériumszámot határoztunk meg.

A mikroszkopikus gombák száma szignifikánsan nagyobb volt a bi- és trikultúra parcelláiban a monokultúrához képest. Jellemzően értékük, ha nem is szignifikánsan, de nőtt. E jellemző leginkább a monokultúrában nyilvánult meg, öntözött körülmények között. Véltetően itt jelentkezett a műtrágya alkalmazásának leginkább a savanyító hatása, amely a gombák szaporodásának, és életkörülményeinek a leginkább kedvezett. Bi- és trikultúrában ez a jelleg nem volt ilyen egyértelmű, mennyiségük e blokkokban tendenciaszerűen a kis és kis-közepes dózisok hatására is csökkent.

A talajlégzés mértéke igen fontos mutatója a talaj mikrobiális aktivitásának. Ennek mértéke mindhárom kultúrában nőtt, kifejezetten igaz ez a bi- és trikultúra blokkok eredményeire. Megemlíthető azonban, hogy öntözetlen körülmények között a nagy dózis monokultúrában is szignifikánsan növelte a talajlégzés mértékét. A talaj CO<sub>2</sub>-termelése nagyobb mértékben a trikultúrában nőtt. Az öntözés – statisztikailag igazolható módon – kedvezően befolyásolta a talaj-respirációt, az öntözés hatása a legkifejezőbb módon a talaj CO<sub>2</sub>-termelésének szempontjából a trikultúrában nyilvánult meg.

A mikrobiális biomassza-C tartalom hasonló tendenciát mutatott a talajlégzés mértékével, intenzitásával. Alacsonyabb értékeket a monokultúrában mértünk, a bi- és trikulturá blokkokban számtalan trágyadózis alkalmazásával tapasztaltunk növekedést értékében. Öntözött körülmények között a kis-közepes, a közepes-nagy, és a nagy dózisok egyaránt szignifikáns növekedést eredményeztek. Öntözetlen körülmények között a trikulturában már a kis dózis is szignifikánsan növelte a talaj mikrobiális biomassza-C tartalmát.

A mikrobiális biomassza-C és a szerves-szén aránya a dózisok hatására a kontroll értékekhez képest mindhárom vetésváltás mellett nőtt. Az arányszámra azonban sem a vetésváltás, sem az öntözés szignifikáns mértékben hatást – különbség tekintetében – nem tudott gyakorolni.

### KÖVETKEZTETÉSEK

Kísérleti eredményeinkből megállapítható, hogy kukorica monokultúrában az öntözött és öntözetlen körülmények között egyaránt a nagy műtrágyaadagok növelték a humusztartalmat és az összes gombaszámot.

A talaj szerves-C tartalma monokultúrában alacsonyabb értékeket mutatott, mint a bi- és trikulturá blokkaiban. A talaj szerves-C tartalma szignifikánsan ugyan nem változott a trágyadózisok alkalmazása mellett, kis

mértékben azonban növekedést tapasztaltunk az értékeiben.

Az összes-csírászám értékei változó, nem egyértelmű képet mutattak a trágyázás hatására. A bi- és trikulturá öntözetlen parcelláiban számuk egyértelműen már a kis dózis alkalmazása mellett is csökkent.

A talaj CO<sub>2</sub>-termelése nagyobb mértékben a trikulturában nőtt. A talajrespirációra leginkább a kis, és kis-közepes dózisok voltak kedvezőbb hatással. Az öntözés statisztikailag igazolható módon kedvezően befolyásolta a talajlégzést, az öntözés hatása a legkifejezettebb módon a talaj CO<sub>2</sub>-termelésének szempontjából a trikulturában nyilvánult meg.

A mikrobiális biomassza-C tartalom hasonló tendenciát mutatott a talajlégzés intenzitásával. Alacsonyabb értékeket a monokultúrában mértünk, a bi- és trikulturá blokkokban számtalan trágyadózis alkalmazásával tapasztaltunk növekedést értékében.

A vizsgált néhány talajtulajdonság eredményei alapján kijelenthetjük, hogy a mikrobiális aktivitás szempontjából mindenképpen a bi-, és leginkább a trikulturás termesztés volt kedvezőbb, hiszen mind nagyobb értékeket határoztunk meg ezekben a blokkokban a monokultúrához képest az összes-gombaszám, a talajlégzés, és a talaj mikrobiális biomassza-C tartalmát illetően.

### IRODALOM

- Balláné K. A.–Kremper R.–Vágó I.–Filep T. (2008): Az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> és a *Phylazonit* MC baktériumtrágya hatása a talaj könnyen oldható nitrogén-, foszfor-, és káliumtartalmára. Talajvédelem. Különszám. 361–368.
- Bíró B. (2007): Fitotechnológiák a fenntartható földhasználat és az élelmiszerbiztonság szolgálatában. Arbuszkuláris mikorrhiza termékek és alkalmazásuk a mezőgazdaságban. Agrokémia és Talajtan. 56. 1: 191–192.
- Csathó P.–Árendás T.–Fodor N.–Németh T. (2007): A legelterjedtebb hazai trágyázási szaktanácsadási rendszerek tesztelése szabadföldi kísérletekben. Agrokémia és Talajtan. 56. 1: 173–190.
- Filep Gy. (1995): Talajvizsgálat. Egyetemi jegyzet. Debrecen. 68–71.
- Hargitainé Tóth Á. (1995): A Mn és a Cd kémiai formái Ca-bentonit, Ca kaolinit/Mn(CIO<sub>4</sub>) és a Ca-bentonit/ Cd(CIO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> CdCl<sub>2</sub> rendszerekben. Agrokémiai és Talajtan. 44. 3–4: 409–418.
- Jakab, A.–Szabó, A.–Tállai, M.–Balla, K. A.–Kátai, J. (2012): On the effects of bacterial fertilization on the microbiological parameters of chernozem soil based on a pot experiment. Analele Universității Oradea, Fascicula Protecția Mediului, 18: 19–24.
- Janusauskaite, D.–Arlauskiene, A.–Maikieniene, S. (2013): Soil mineral nitrogen and microbial parameters as influenced by catch crops and straw management. Zemdirbyste Agriculture. 100. 1: 9–18.
- Jenkinson, D. S.–Powelson, D. S. (1976): The effects of biological treatments on metabolism in soils. A method for measuring soil biomass. Soil Biol. Biochem. 27. 8: 209–213.
- Kádár, I.–Koncz, J.–Gulyás, F. (2000): Effect of microelement loads on the composition of maize and the readily available soil nutrient content on a calcareous chernozem (In Hungarian). Agrokémia és Talajtan. 49: 205–220.
- Kátai, J. (2006): Changes in soil characteristics in a mono- and triculture long-term field experiment. Agrokémia és Talajtan. 55: 183–192.
- Kátai, J.–Tállai, M.–Lazányi, J.–Lukácsné, V. E.–Sándor, Zs. (2007): The effect of bentonite on specific soil parameters and microbial characteristics of the carbon cycle. Joint International Conference on Long-term Experiments. Agricultural Research and Natural Resources. Debrecen-Nyírlugos. 247–254.
- Kautz, T.–Wirth, S.–Ellemer, F. (2004): Microbial activity in a sandy arable soil is governed by the fertilization regime. European Journal of Soil Biology. 40: 87–94.
- Klimes-Szmik A. (1962): A talajok fizikai tulajdonságainak vizsgálata. [In: Talaj és trágyavizsgáló módszerek.] Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 83–161
- Li Xin, Y.–Yu Wan, T.–Li Xiu, Z. (2005): Effect of different fertilization systems on soil microbe and its relation to soil fertility. Scientia Agricultura Sinica. 38: 1591–1599.
- Masto, R. E.–Chhonkar, P. K.–Singh, D.–Patra, A. K. (2006): Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on sub-tropical inceptisol. Soil Biology and Biochemistry. 38. 7: 1577–2582.
- Nagy J. (2007): Kukoricatermesztés. Akadémiai Kiadó. Budapest. 20–23.
- Németh, T. (2006): Nitrogen in the soil-plant system, nitrogen balances. Proceedings of the V. Alps-Adria Workshop. Opatija. Cereal Res. Commun. 34. 1: 61–65.
- Rochette, P.–Gregorich, E. G. (1998): Dynamics of soil microbial biomass C, soluble organic C and CO<sub>2</sub> evolution after three years of manure application. Canadian Journal of Soil Science. 78. 2: 283–290.
- Szegi J. (1979): Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 250–256.
- Székely Á.–Schlick B.–né-Szabó T.–né (1960): Szerves kötési szén fotometrikus és kolorimetrikus meghatározása. Agrokémia és Talajtan. 9. 1–4: 111–120.

- Tállai M. (2011): Bentonit és zeolit hatása savanyú homoktalajok tulajdonságaira és biológiai aktivitásának változására. Doktori (PhD) értekezés. Debreceni Egyetem. Debrecen.
- Tóth E.–Gelybó Gy.–Kása I.–Farkas Cs. (2014): A művelés hatása a talaj szén-dioxid kibocsátására II. – A talaj vízpotenciál értéke és CO<sub>2</sub> emissziója közötti összefüggések vizsgálata laboratóriumi módszertani tesztelés során. *Agrokémia és Talajtan*. 1: 299–310.
- Truu, M.–Truu, J.–Ivask, M. (2008): Soil microbiological and biochemical properties for assessing the effect of agricultural management practices in Estonian cultivated soil. *European Journal of Soil Biology*. 44. 2: 231–237.
- Várallyay Gy.–Németh T. (1996): A fenntartható mezőgazdaság talajtani-agrokémiai alapjai. MTA Agrártudományok Osztálya Tájékoztatója. Akadémiai Kiadó. Budapest. 80–92.
- Várallyay Gy. (2005): A talaj és a víz. [In: Stefanovits P.–Michéli E. (szerk.) *A talajok jelentősége a 21. században.*] MTA Társadalomkutató Központ. Budapest. 61–64.
- Witkamp, M. (1966): Decomposition of leaf litter in relation to environment microflora and microbial respiration. *Ecology*. 47: 194–201.