

Biotrágyák hatása kukoricahibridek néhány növényfiziológiai paraméterére

¹NAGY LÁSZLÓ GÉZA – ¹NAGY LÁSZLÓ – ²BODNÁR
KARINA – ²MAKLEIT PÉTER – ²LÉVAI LÁSZLÓ – ²VERES
SZILVIA – ²TÓTH BRIGITTA

¹Agrárpraxis Kft., Kiskunlacháza

²Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar,
Növénytudományi Intézet, Debrecen

Összefoglalás

Munkánk során két baktérium alapú biotrágya hatását vizsgáltuk kukoricán (*Zea mays* L. DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276), laboratóriumi körülmények között. Az egyik biotrágya, melyet „A”-val jelöltünk 2 baktérium törzset tartalmaz az *Azotobacter chroococcum* és a *Bacillus megaterium*. A másik biotrágya („B”) *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus* törzseket tartalmaz.

A kísérlet során mértük a kukorica gyökerének és a hajtásának száraz tömegét, a második és harmadik levél relatív klorofill tartalmát (SPAD-érték), a fotoszintetikus pigmentek mennyiségét (klorofill-a, klorofill-b, karotinoidok). Eredményeink alapján azt a következtetést vonjuk le, hogy a különböző kukoricahibridekre eltérő módon hatott a két baktérium alapú biotrágya. Az „A” jelű biotrágya a mind a három hibrid hajtásának száraz tömegét növelte, míg a „B” jelű baktériumtrágya a DKC 4590 és DKC 5007 hibrideknél volt hatékony. A gyökér száraz tömegét az „A” biotrágya kezelés növelte a DKC 4590 és DKC 5276 hibrideknél. A többi vizsgált paramétereknél is eltérő eredményt adott a két baktérium alapú biotrágya összehasonlítása.

Kulcsszavak: biotrágya, kukorica, tápanyag-utánpótlás

Effect of biofertilizers on the some physiological parameters of maize hybrides

G. L. NAGY – L. NAGY – K. BODNÁR – P. MAKLEIT -
L. LÉVAI – SZ. VERES – B. TÓTH

University of Debrecen, Institute of Plant Science, Department of
Agricultural Botany and Crop Physiology

Summary

The effects of two living bacteria containing biofertilizers were examined on maize (*Zea mays* L. DKC 4890, DKC 5007, DKC 5267, under laboratory conditions. One of the biofertilizers which I marked with „A” contains two bacteria *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus megaterium*. The other biofertilizer contains as the following („B”): *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*.

The dry matter accumulation of roots and shoots, the relative chlorophyll content of 2nd and 3rd leaves (SPAD-unit), the photosynthetic pigments (chlorophyll-a, chlorophyll-b, carotenoids).

By the results of the experiments, we concluded that the living bacteria containing biofertilizer have different effects on the various maize hybrids. The „A” biofertilizer increased the dry weight of the DKC 5007, DKC 5276 and DKC 4590. While the „B” biofertilizer has positive effect at the DKC 4590 and DKC 5007 hybrids. The other test parameters were also different depending on the comparison of the living bacteria containing biofertilizer.

Key words: biofertilizer, maize, nutrient supply

Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az általános környezetvédelmi elvárások egyik alapvető eleme a felhasznált kémiai anyagok mennyiségének csökkentése. A műtrágyák alkalmazásának visszaszorulása kettős hatású: egyrészt csökken a termés mennyisége, másrészt javul a minőség és mérséklődik a környezet, a felszíni vizek szennyezettsége.

Talajainkat a növénytermesztés szempontjából akkor tudjuk a legoptimálisabban felhasználni, illetve helyesen megművelni ha nem tisztán fizikai és kémiai sajátosságokkal rendelkező élettelen tömegnek tekintjük hanem olyan élő szervezetnek, amely az anyagszereplés körfolyamatainak következtében állandóan változtatja összetételét. A talajok termőképességének megítélésénél tisztában kell lenni azok élettani sajátosságaival.

A gyökerek, a talaj és a mikroorganizmusok között sajátos kölcsönhatás van (Pethő, 2002). A mikroorganizmusok aktivitását elsősorban a talajban található szén hozzáférhetősége határozza meg (Demoling et al., 2007). A gyökerek által a rizoszférába kiválasztott szerves anyagok nem csupán szerves anyag forrást jelentenek az ott élő mikroorganizmusok számára, hanem sajátos jeleknek is felfoghatók (Jones, 1998).

A különféle növényfajok rhizoszférájának mikroflórájában eltérő mikroorganizmusok találhatók (Marschner and Timonen, 2004), melyek meghatározzák a talajtulajdonságait (Marschner et al., 2001) és a növény tápanyagellátottságát (Solaiman et al., 2007). A baktériumok számát a foszfor-trágyázás módosíthatja (Marschner, 2004). A baktériumok szerepet játszanak a N, P és C körforgásában, az ammonifikációban, nitrifikációban és denitrifikációban (Sylvia, et al., 1999; Xu et al., 2008). A mezőgazdasági gyakorlat már használ néhányat a kedvező hatású baktériumok közül, mint mikrobiális talaj inokulátumok (Rojas et al., 2001). A mikroorganizmusok számos csoportja, ide sorolva az *Arthrobacter*, a *Bacillus*, *Enterobacter*, *Serratia* és *Pseudomonas* fajokat közvetlenül hatnak a szója (*Glycine max* L.) növekedésére (Kloepper et al., 1992). Ugyanakkor a burgonya és a cukorrépa rizoszférájából izolált mikroorganizmus populációknak csupán az 1-4%-a hatott kedvezően a növekedésre (Suslow et al., 1979). Ezek közül a legtöbb a *Pseudomonas* fajokhoz tartozott. Kedvező hatásuk oka, hogy szerves anyagot többnyire szerves anionokat, növekedésszabályozókat (Ahmed et al., 2010; Ali et al., 2009) és antibiotikumokat (Whipps 2001; Zehnder et al., 2001) termelnek.

A mikroorganizmusok elősegítik a növények tápanyagfelvételét is. Ez két alapvető hatásra vezethető vissza: 1. fokozzák a tápanyagok feltáródását, mobilitását, 2. közvetlenül is fokozzák a tápanyagfelvételt. Korai kutatások eredményeként tisztázódott (Gerretsen, 1948; Katznelson és Bose, 1959), hogy az inokulált baktériumok elősegítették a foszfor felvehetőségét, a szerves foszfátok mineralizációját fokozták, az oldhatatlan foszfátot oldhatóvá tették. A talaj inokulálása *Azospirillum brasilense*-vel a búza, a cirok és a kukorica esetében jelentősen növelte a nitrogén, a kálium és a foszfor felvételét (Morgenstein és Okon, 1987). A búza talaját inokulálva *Azospirillum*-mal azt tapasztalták, hogy a gyökér csúcs mögötti része intenzívebben fejlődött, megnőtt a gyökérszőrök felülete ami a tápanyagok fokozott felvételéhez vezetett (Okon et al., 1988).

Ma Magyarországon sajátos kínálati piac alakult ki a biotrágyák területén. Bőség van a különböző hibridekből is. A biotrágyák többnyire néhány azonos, de eltérő törzsszámú baktériumot tartalmaznak, amelyeknek jellemzője, hogy szinte kivétel nélkül van bennük a N-fixáló baktérium, több más pl. foszfor mobilizáló, vagy cellulóz bontó baktériummal együtt. Nem ismert ugyanakkor, hogy a termesztett hibridjeink miképpen viselkednek a különböző biotrágya-kezelések hatására. Felvetődik a kérdés; hasonló eredményességgel alkalmazható-e bármely biotrágya bármely termesztett növényenél?

Munkánk fő célkitűzése ezért az volt, hogy a fenti kérdésre választ keressünk, azaz igazoljuk, vagy elvessük a biotrágyák alkalmazásának eddigi - mindenhol-mindig-ugyanazt - gyakorlatát, és rámutassak az esetleges termesztett fajta - biotrágya kapcsolat specifikusságára a kísérleteinkbe vont kukoricahibrideknél.

Anyag és módszer

Kísérleti növényként kukoricát (*Zea mays* L. cv. DKC 5007, DKC 5276, DKC 4890) használtunk. A magvak felületének fertőtlenítését 6 %-os H_2O_2 -dal végeztük el. A fertőtlenített magvakat desztillált vízzel 5-ször öblítettük, majd 10 mM-os CaSO_4 oldatban 4 óráig áztattuk a jobb csírázás érdekében. A magvakat nedves szűrőpapír között csíráztattuk úgy, hogy a csíranövények polaritása természetes legyen. A termosztát hőmérséklete 22°C volt. A 4 cm-es koleoptilú kukorica csíranövényeket tápoldatra helyeztük. A növények neveléséhez az alábbi összetételű tápoldatot használtuk: 2,0mM $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, 0,7mM K_2SO_4 , 0,5mM MgSO_4 , 0,1mM KH_2PO_4 , 0,1mM KCl , 10 μM H_3BO_3 , 1 μM MnSO_4 , 1 μM ZnSO_4 , 0,2 μM CuSO_4 , 0,01 μM $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$. A növények a vasat 100 μM $\text{Fe}(\text{III})$ -EDTA formában kapták (Lévai, 2004).

A tápoldatot kétnaponta cseréltük, a tápoldat levegőztetése folyamatos volt.

1,7 literes edényekben neveltük a kísérleti növényeket, 170 ml tápoldatot hígítottunk fel 1,7 literre és ehhez adagoltuk a biotrágyákat. Három féle kezelést állítottunk be (kontroll, „A” és „B” biotrágya), három ismétlésben. Egy edényben 4 növényt neveltünk. A DKC 4890 hibrideknél káliummal egészítettük ki a tápoldatot, hogy ne mutassanak a növények hiánytünetet.

A klorofill méréshez a 4 leveles növények második, illetve harmadik legfiatalabb, de már teljesen kifejlett leveleit használtuk. A relatív klorofill tartalmat SPAD-502 (MINOLTA, Japán) Chlorophyll Meter-rel mértük, kezelésként 12 növényen, 60 ismétlésben (Veres, 2005).

Az abszolút klorofill-*a*, *b* és karotinoid tartalmat Metertek SP 80 Spektrométerrel mértük Moran és Porath (1980) alapján.

A száraz tömeg meghatározásához a kezelésként 9 mintát 85°C -on tömegállandóságig szárítottuk, majd szobahőmérsékletre történt visszahűtés után analitikai mérlegen (OHAUS) mértük.

A környezeti feltételek szabályozottak voltak: a fényintenzitás 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, a hőmérséklet periodicitása $25/20^\circ\text{C}$ (nappal/éjjel), a relatív páratartalom (RH) 65-75%, a megvilágítás/sötét periódus 16 óra/8 óra volt.

Az alkalmazott egyik biotrágya (jelölése „A”) viszkózus folyadék mely két baktériumot: az *Azotobacter chroococcumot* ($1\text{--}2 \times 10^9$ db cm^{-3}) és a *Bacillus megateriumot* ($1\text{--}2 \times 10^8$ db cm^{-3}) tartalmaz, amelynek használata biogazdálkodásban is ajánlott.

A másik biotrágya (jelölése „B”) viszkózus folyadék, mely az alábbi baktériumokat tartalmazza: *Azospirillum brasilense*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus polymyxa*, *Pseudomonas fluorescens*, *Streptomyces albus*. Az összes csírszám: $4,3 \times 10^9$ db/ cm^{-3} . A baktérium alapú biotrágyát 1 ml dm^{-3} koncentrációban adtuk a tápoldathoz.

Az eredmények statisztikai kiértékeléséhez Sigma Plot 8.0 verziót használtunk az egytényezős variancia-analízishez.

Eredmények és következtetések

Az alkalmazott két biotrágya különbözőképpen hatott a vizsgált kukoricahibridekre. Az 1. táblázatban a kukoricahibridek hajtásának és gyökerének száraz tömeg alakulását mutatjuk be.

A vizsgált kukoricahibridek közül csak a DKC 5276 hibrid hajtásának és gyökerének száraz tömegét növelte szignifikánsan az „A” biotrágya-kezelés a kontrollhoz képest. Ugyanennél a hibridnél a „B” biotrágya-kezelés a gyökér száraz tömegére volt kedvező hatással a kontrollhoz képest.

1. táblázat: Kukorica hajtásának és gyökerének száraz tömege (g növény⁻¹) biotrágya-kezelések („A”, „B”) hatására n=9± S.E. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: **p<0,01.

Kezelések	Hajtás	Gyökér
DKC 4890 kontroll	0,187± 0,14	0,052± 0,02
DKC 4890+”A”	0,246± 0,06	0,056± 0,01
DKC 4890+”B”	0,245± 0,07	0,052± 0,01
DKC 5007 kontroll	0,206± 0,06	0,045± 0,01
DKC 5007+”A”	0,261± 0,03	0,036± 0,09
DKC 5007+”B”	0,232± 0,03	0,046± 0,08
DKC 5276 kontroll	0,183± 0,05	0,033± 0,08
DKC 5276+”A”	0,257± 0,02**	0,045± 0,05**
DKC 5276+”B”	0,180± 0,04	0,041± 0,01**

Table 1.: Dry matter accumulation of shoots and roots of maize (g plant⁻¹) n=9± S.E. Significant differences comparison to the control: **p<0.01.

A száraz tömegnél tapasztaltakhoz hasonlóan a két biotrágya-kezelés eltérően hatott a kukoricahibridek relatív klorofill tartalmára (2. táblázat).

2. táblázat: A kukorica (DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) második és harmadik levelében mért SPAD-érték biotrágya-kezelések („A”, „B”) hatására. n=60± S.E. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: ***p<0,001.

Kezelések	2. levél	3. levél
DKC 4890 kontroll	43,37± 2,81	38,66± 2,78
DKC 4890+”A”	43,10± 1,85	38,20± 2,37
DKC 4890+”B”	42,11± 2,99	32,06± 1,04***
DKC 5007 kontroll	45,64± 1,80	34,48± 2,24
DKC 5007+”A”	43,50± 3,55	40,50± 3,86
DKC 5007+”B”	44,49± 3,14	37,63± 3,97
DKC 5276 kontroll	44,96± 1,28	38,56± 4,11
DKC 5276+”A”	45,46± 2,75	39,34± 3,75
DKC 5276+”B”	42,52± 4,00	38,08± 5,66

Table 2.: The relative chlorophyll content (SPAD-unit) of second and third leaves of maize (DKC 4590, DKC 5007, DKC 5276) effected by biofertilizer treatments („A”, „B”). n=60± S.E. Significant differences comparison to the control: ***p<0.001.

A DKC 4890 hibrid harmadik levelében mért SPAD-érték a kontrollhoz viszonyítva szignifikáns csökkenést mutat.

Mivel a SPAD-érték csak egy viszonylagos értéket ad, ezért mértük a fotoszintetikus pigmentek abszolút mennyiségét is a második és a harmadik levelében (3. táblázat).

A DKC 4890 hibrid második levelében mért klorofill-a az „A” biotrágya kezelés hatására szignifikánsan csökkent a kontroll értékhez képest. Ezzel ellentétben a DKC 5376 hibrid második levelében mért klorofill-a mennyisége szignifikánsan nőtt a kontrollhoz képest.

A klorofill-b mennyiségében szignifikáns változást csak a DKC 5276 hibrid harmadik levelében tapasztaltunk mind a két biotrágya-kezelés hatására.

A karotenoid-tartalom vizsgálatakor azt tapasztaltuk, hogy a DKC 5376 hibrid harmadik levelében volt szignifikáns változás a „B” biotrágya-kezelés hatására.

Chen és Chen (1993) szerint az optimális klorofill a/b arány 3 körüli érték. A környezeti feltételek és a nevelés körülményei módosíthatják ezt (Lichtenthaler et al., 1982). A klorofill a/b arány adatai szintén a 3. Táblázatban láthatók. A kontroll értékhez képest nem tapasztalható szignifikáns eltérés a kezelések között. Ez azzal magyarázható, hogy a biotrágya-kezelések nem hatottak károsan a fotoszintézis apparátusára, a klorofill a/b arány nem borult fel a növényben.

3. táblázat: A kukorica (DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) második és harmadik levélének klorofill-a, b és karotinoid tartalma (mg g⁻¹) biotrágya-kezelések („A”, „B”) hatására. n=3± S.E. Szignifikáns különbség a kontrollhoz viszonyítva: *p<0,05.

A kukorica második levélének klorofill-a, b és karotinoid tartalma (mg g ⁻¹)				
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok	Klorofill a/b
DKC 4890 kontroll	16,03± 0,28	5,67± 0,95	10,13± 0,74	2,83
DKC 4890+”A”	15,14± 0,60*	5,46± 0,49	9,93± 0,58	2,77
DKC 4890+”B”	15,34± 0,40	5,68± 0,48	10,13± 0,58	2,70
DKC 5007 kontroll	14,12± 1,00	4,77± 0,66	9,06± 0,05	2,96
DKC 5007+”A”	14,21± 1,58	4,92± 0,76	9,42± 0,14	2,88
DKC 5007+”B”	14,34± 1,09	5,01± 0,80	9,16± 0,93	2,86
DKC 5276 kontroll	13,20± 0,81	4,39± 0,38	8,33± 0,52	3,00
DKC 5276+”A”	14,69± 1,00	5,03± 0,75	9,33± 0,97	2,92
DKC 5276+”B”	14,29± 0,37*	5,07± 0,51	9,05± 0,79	2,81
A kukorica harmadik levélénél klorofill-a, b és karotinoid tartalma (mg g ⁻¹)				
Kezelések	Klorofill-a	Klorofill-b	Karotinoidok	Klorofill a/b
DKC 4890 kontroll	15,01± 0,64	5,33± 0,50	9,93± 0,45	2,81
DKC 4890+”A”	15,26± 0,83	5,64± 0,66	9,58± 0,47	2,70
DKC 4890+”B”	13,56± 0,67	4,46± 0,40	8,66± 0,48	3,04
DKC 5007 kontroll	14,91± 0,01	5,17± 0,27	9,77± 0,75	2,88
DKC 5007+”A”	15,21± 0,03	5,32± 0,01	10,13± 0,12	2,85
DKC 5007+”B”	15,34± 0,51	5,41± 0,11	10,32± 0,03	2,83
DKC 5276 kontroll	13,41± 0,01	4,71± 0,11	8,71± 0,01	2,84
DKC 5276+”A”	14,71± 0,71	5,90± 0,03*	9,71± 0,11	2,49
DKC 5276+”B”	14,93± 0,41*	5,90± 0,71*	9,91± 0,17*	2,53

Table 3.: Chlorophyll-a, b and carotenoids content in the second and third leaves of maize (DKC 4890, DKC 5007, DKC 5276) effected by biofertilizer treatments („A”, „B”) n=3± S.E. Significant differences comparison to the control: *p<0.05.

A biotrágyák felértékelődésének több oka van. A leglényegesebb az, hogy a hagyományos műtrágyák jelentősen megdrágultak, az állatállomány drasztikus csökkenése miatt kevesebb a szerves trágya, miközben megnőtt az igény az egészségesebb táplálkozás iránt.

A biotrágyák nem csodaszerek. Alkalmazásukkal olyan mikroorganizmusokat juttatunk a talajba, amelyek egyébként is részesei a talajéletnek, csak a mezőgazdaságban bekövetkezett kedvezőtlen változások miatt a számuk jelentősen csökkent.

A talajban élő élőlények között verseny van a talaj tápanyagkészletéért és ennek a versengésnek részesei a talajlakó baktériumok, de a biotrágyával talajba juttatott baktériumok is. A kérdés tehát az, hogy miért hasznos, miért jelent előnyt a biotrágyák alkalmazása? A talaj tápanyagkészlete durván két csoportba osztható. Vannak a felvehető tápanyagok és vannak az oldhatatlan, a növények számára csak nehezen, vagy egyáltalán nem felvehető tápanyagok. Ez utóbbiakat mobilizálni, oldhatóvá kell tenni, ahhoz, hogy a talajoldatba kerülhessenek, majd a gyökérszőrök közelébe jutva a növény által felvehetőek legyenek. Aktív talajélet esetén a baktériumok által kiválasztott szerves savak oldhatóvá teszik a nehezen oldódó tápanyagokat (pl. foszfor) amit a növények is képesek felvenni. A biotrágyák alkalmazása esetén sem kerülhető el a tápanyagutánpótlás, akár szerves, akár szervetlen trágya formában. Éppen ezért végeztük első lépésben laboratóriumban a kísérleteinket, ahol optimális a feltételek mind a növény, mind a baktériumok számára (pl. megfelelő tápanyag és-, levegőellátás), így csak a növény-baktérium kölcsönhatásra fókuszálhattunk.

A kísérleteink eredményéből azt a következtetést vonjuk le, hogy a kukoricahibridek között különbség van a biotrágyával szembeni érzékenységekben. A kiválasztott hibrideknél feltűnő volt a két biotrágyával szembeni eltérő viselkedés, ami arra hívja fel a figyelmet, hogy az általunk vizsgált biotrágyák eredményes alkalmazhatósága fajtafüggő. Kísérleteink alapján feltételezzük, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható biotrágyák mindegyikére vonatkozhat ez a megállapítás, bár kétségtelen, hogy célszerű valamennyi biotrágya hasonló tesztelése.

A következtetés háttérben az lehet, hogy az eltérő biotrágyák tápadata – különösen a szerves komponens esetében – eltérő összetételű lehet, ami a kísérleteinkben tapasztalt különbséget okozza.

Meggyőződésünk, hogy a leginkább megfelelő biotrágya – termesztett növény kapcsolat feltárásával az ökológiai szemléletű gazdálkodás is eredményesebbé tehető.

IRODALOM

Ahmed M., Stal L. J., Hasnain S.: 2010. Production of indole-3- acetic acid by the cyanobacterium *Arthrospira platensis* strain MMG- 9. *J. Microbiol. Biotechnol.* **20**, 1259–1265

Ali B., Sabri A. N., Ljung K., Hasnain S.: 2009. Auxin production by plant associated bacteria: impact on endogenous IAA content and growth of *Triticum aestivum* L. *Lett. Appl. Microbiol.* **48**, 542–547.

Chen B. H., Chen Y. Y.: 1993. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **41**, 1315–1320.

Demoling F., Figueroa D., Baath E.: 2007. Comparison of factors limiting bacterial growth in different soils. *Soil Biol. Biochem.* **39**, 2485–2495.

Gerretsen, F. C.: 1948. The influence of microorganisms on the phosphate intake by the plant. *Plant Soil* **1**: 51-81

Jones D. L.: 1998. Organic acids in the rhizosphere - a critical review. *Plant Soil* **205**:25–44.

Katznelson, H., Bose, B.: 1959. Metabolic activity and phosphate dissolving capability of bacterial isolates from wheat roots, rhizosphere and non-rhizosphere soil. *Can. J. Microbiol.* **5**: 79-85

Kloepper, J. W., Lifshitz, R., Schroth, M. N.: 1992. *Pseudomonas* inoculants to benefit plant production. *Anim. Plant Sci.* **60**-64

Lévai, L.: 2004. The effect of smut gall tumour infection on iron and zinc uptake and distribution in maize seedlings. *Journal of Agricultural Sciences* **15**, 27-32.

Lichtenthaler H. K., Kubn G., Prenzler U., Buschmann C., Meier D.: 1982. Adaptation of chlorophyll – ultrastructure and chlorophyll-protein levels to high light and low light growth conditions. *Zeitschrift für Naturforschung – Section C: Biosciences* **37C**, 464-475.

Marschner, P., Timonen, S.: 2004. Interactions between plant species and mycorrhizal colonization on the bacterial community composition in the rhizosphere. *Appl. Soil Ecol.* **28**, 23–36.

Marschner, P., Crowley, D. E., Yang, C. H.: 2004. Development of specific rhizosphere bacterial communities in relation to plant species, nutrition and soil type. *Plant Soil* **261**, 199–208.

Moran, R., Porath D.: 1980. Chlorophyll determination in intact tissues using N,N dimethylformamide. *Plant Physiol.* **65**, 478-479.

Morgenstern E., Okon Y.: 1987. Promotion of plant growth and NO₃⁻ and Rb⁺ uptake in *Sorghum bicolor* × *Sorghum sudanense* inoculated with *Azospirillum brasilense* – Cd.

Okon, Y., Saring, S., Blum, A.: 1988. Improvement of the water status and yield of field-grown grain *Sorghum* (*Sorghum bicolor*) by inoculation with *Azospirillum brasilense*. *J. Agri. Sciences, Cambridge*

Pethő, M.: 2002. Mezőgazdasági növények élettana. Akadémia Kiadó, Budapest.

Rojas A., Holguin G., Glick B.R., Bashan Y.: 2001. Synergism between *Phyllobacterium* sp. (N₂-fixer) and *Bacillus licheniformis* (P-solubilizer), both from a semiarid mangrove rhizosphere. FEMS Microbiol Ecol. 35, 181-187.

Solaiman, M. Z., Marschner, P., Wang, D., Rengel, Z.: 2007. Growth, P uptake and rhizosphere properties of wheat and canola genotypes in an alkaline soil with low P availability. Biol. Fertil. Soils 44, 143–153

Suslow T. V., Kloepper J. W., Schroth M.N., Burr T. J.: 1979. Beneficial bacteria enhance plant growth rhizobacteria. Calif. Agric. Exp. Stn. 33, 15-17.

Sylvia, D. M., Fuhrmann, J. J., Hartel, P. G., Zuberer, D. A.: 1999. *Principles and Applications of Soil Microbiology*. Prentice Hall, New Jersey

Veres, S.: 2005. Alteration of photosynthetic pigment composition by applying bio-fertilizers. XL. Cro. Symp.on Agric. Opatija, Cro. Proc. 163-164.

Whipps J. M.: 2001. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. J. Exp. Bot. 52, 487-511.

Xu, X., Stange, C. F., Richter, A., Wanek, W., Kuzyakov, Y.: 2008. Light affects competition for inorganic and organic nitrogen between maize and rhizosphere microorganisms. Plant Soil 304, 59–72.

Zebnder G. W., Murphy J. F., Sikora E. J., Kloepper J. W.: 2001. Application to rhizobacteria for induced resistance. Eur. J. Plant Pathol. 107, 39-50.

NAGY LÁSZLÓ GÉZA – NAGY LÁSZLÓ – BODNÁR
KARINA – LÉVAI LÁSZLÓ – VERES SZILVIA – TÓTH
BRIGITTA

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR - ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS
KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
Növénytudományi Intézet
Mezőgazdasági Növénytani és Növényélettani Tanszék

H-4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

e-mail: nagy.agricultura.laszlo@gmail.com, kardina@citromail.hu,
pmakleit@agr.unideb.hu, levai@agr.unideb.hu,
szveres@agr.unideb.hu , btoth@agr.unideb.hu ,