

Néhány kukorica hibrid mikroorganizmussal történő vetőmagkezelésének hatása a termés hozamára és minőségére

^{1,2}HEGEDŰS ANTAL, ^{2,3}OLDAL BÁLINT, ²JEVCSÁK ISTVÁN,
²H. E. A. F. BAYOUMI és ²KECSKÉS MIHÁLY

¹ Szegedi Tudományegyetem, „Juhász Gyula” Tanárképző Főiskolai Kar, Szeged,

² Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllő és

³ MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet, Budapest

A növények a gyökerek felületéhez tapadó talajrészecskéken keresztül, valamint a rajtuk tenyésző gombák és baktériumok segítségével állnak kapcsolatban a talajjal. A növény–mikroba kapcsolat megnyilvánulásai jelentős szerepet játszanak a növények fejlődésében: a baktériumok által termelt növekedési faktorok (Indol-3-ecetsav, gibberelin-szerű anyagok, biotin, nikotinsav és pantoténsav), továbbá a bonyolult szerves molekulák gyökér közelében történő ásványosítása biológiai és fizikai hatások segítségével gátolhatják a patogén mikroorganizmusok infekcióját (ALEXANDER, 1977). A növényi növekedés serkentésére képes rizobaktériumok (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) kedvező hatása nemcsak a gazdasági haszonnövények termésbiztonságának a fokozásában, illetve a zöldtömeg növelésében nyilvánulhat meg, hanem ugyanúgy fontos lehet a növényegészség védelmére gyakorolt jótékony hatás is. BIRÓ (2002) szerint a mikroba alapú oltóanyagok felhasználása ez idáig csak leginkább az ún. fenntartható mezőgazdasági rendszerekben terjedt el.

A rizoszférában a legelterjedtebb PGPR baktériumok a *Pseudomonas* nemzetséghez tartoznak. Nagymértékű elterjedésüket széleskörű tápanyag-hasznosításuknak és rövid generációs idejüknek köszönhetik (BARBER & MARTIN, 1976). A növények rizoszféra oltása során ezeket a hasznos mikroorganizmusokat tesszük dominánssá a rizoszférában, illetve a gyökér felületén (BALANDREAU & KNOWLES, 1978). A növényoltások szempontjából rugalmas anyagcseréje (amely a fiatal gyökerek által kibocsátott anyagok lebontására irányul), valamint rövid generációs ideje és mobilitása miatt (BAYOUMI et al., 2001) a *Pseudomonas fluorescens* faj van a figyelem középpontjában (DOMMERMUES, 1978). A mobilitásból eredően a fiatal gyökérrészeket elsődlegesen e baktériumfaj kolonizálja (ELLIOTT et al., 1984). Ezen kívül az antagonizmusért felelős

másodlagos anyagcseretermékek széles skáláját állítja elő, ideértve a szideroforokat, amelyeket a talajban gyakori növénypatogén gombák szaporodásának természetes gátlóiként tartanak számon (KLOEPPER et al., 1980; SCHER & BAKER, 1980).

A *P. fluorescens* és *P. putida* baktériumfajok környezetvédelmi szempontból fontos mikroorganizmusok, s a növény teljes felületén megtalálhatóak (MERCIER & LINDOW, 2000). Számos törzs serkenti a növények fejlődését, megóvjá egészségét, mások lebontják a nitrátot, illetve alkalmazásukkal csökkenthető a mezőgazdaságban használatos kemikáliák mennyisége stb. (HATTORI & HATTORI, 1976; HISSETT & GRAY, 1976; BIRÓ et al., 1998).

A növény rizoszférájából, illetve a természetes talajból izolált *Pseudomonas* törzsekkel a növényoltás során kettős hatást érhetünk el. A baktériumsejtek a termelt anyagcseretermékekkel a talajlakó fitopatogén gombák gyökérfertőzését csökkentik, így a gyökérzet teljes felületével képes a tápanyagfelvételre, másrészt a növények fejlődését stimuláló vegyületek segítségével jelentős mértékben serkenthetik azok növekedését.

A vizsgálatok során a takarmánynövény-termesztésben fontos szerepet betöltő kukorica produktív képességének, illetve a szemtermés nedvességtartalmának változását mértük a *Pseudomonas fluorescens* törzsekkel történt vetőmagkezelés hatására. Célunk volt a magoltás módszertani vizsgálata is. Ennek során a növényeket aszeptikus és nem steril körülmények között neveltük, így módon a PGPR mikroorganizmus rizoszférában történő megtelepedését, valamint a kifejtett élettani hatás mértékét vizsgáltuk.

Anyag és módszer

A kukoricánövény jellemzése és a hibridfajták jelentősége

A kukoricatermesztés jelentősége. – A kukorica az egyik legfontosabb takarmánynövény; felhasználása, hasznosíthatósága igen sokrétű. Keményítőben gazdag szemtermése fontos abraktakarmány (a hazánkban felhasznált abraktakarmány 65–70 %-át teszi ki a kukorica; www.omega.kee.hu/mzg/kukorica2.htm), de a teljes kukoricánövény is értékes takarmány, melyet többféleképpen (zölden, silózva stb.) hasznosítanak. Mindezek mellett ipari felhasználásra és közvetlen emberi fogyasztásra is alkalmas. Sokoldalú hasznosíthatósága következtében jól értékesíthető. Korábban az ipar a kukoricát többnyire csak szesz- és keményítő-előállításra alkalmazta. Jelenleg már kibővült ipari feldolgozása: étolajat (kukoricacsíra-olaj), cukrot (izocukor–HFCS–High Fruit Corn Sirup), keményítőt, finomszeszt és egyéb készítményeket állítanak elő kukoricából, melyeket nagyjából az élelmiszer-, gyógyszer-, textil- és papíripar használ fel. Söripari felhasználása szintén jelentős, mivel az adalékanyag kb. 30 %-a kukorica.

Származás, rendszertan és biológiai jellemzés. – A kukorica Amerikából származó növény, de a származás pontos helye még vitatott. Valószínű, hogy Közép- és Dél-Amerika (Mexikó, Guatemala, Kolumbia és Peru hegyes vidékei) a kukorica géncentruma. A kukorica (*Zea mays* L.) a pázsitfűfélék (*Poaceae*) családjába, a kukorica (*Zea*) nemzetségbe tartozik. A nemzetségnek csak egyetlen faja van, a kukorica. A kukorica egynyári, lágyszárú, melegigényes, magról kelő növény; csírázásához minimum 8–12 °C hőmérsékletet igényel, de a gyors, egyenletes keléshez nagyobb melege (12–14 °C) van szükség. A gyökérzet fejlettségének – különösen a 2–3 leveles korban kifejlődő koronagyökereknek – a víz- és tápanyagfelvételen kívül nagy szerepe van a kukorica megdőléssel szembeni ellenálló képességében is. Száraz talajban egyes gyökök 2 m mélyre is lehatolnak, de a gyökérzet főtömege a talaj felső 30 cm-es felszíni rétegében helyezkedik el.

A hibrid kukoricák jellemzése és a nemesítési célok. – A kukoricákat előállításuk módja szerint három csoportba soroljuk: i) szabad elvirágzású nemesített fajták (tisztá fajták), ii) fajta- és (iii) beltenyésztéses hibridek, mely utóbbiakat a beltenyésztéses vonalak egyszeres vagy többszörös keresztezésével állítják elő. A nemesítés főbb célkitűzései a termőképesség fokozása; szárszilárdság növelése; rezisztencia fokozása; érés kori vízleadás gyorsítása; morzsolhatóság növelése és a beltartalmi értékek javítása. A veszteségmentes gépi betakarítás fontos követelménye a nagy szárszilárdságú, dőlésmentes hibrid kukorica. Ennek egyik feltétele az erős, terebélyes gyökérzet, mely azon kívül, hogy biztos támasztást ad a szár talaj közeli részének, viszonylag mélyre is hatol a talajban. Az ilyen tulajdonság alapján szelektált fajta hibridek esetében előnyös az erős légyökerek növekedése is, mely egyébként – tápanyagelvonó hatása miatt – nemesítési szempontból kedvezőtlen megítélés alá esik. A terebélyes gyökerű fajta hibridek erőteljes növekedésűek, nagy zöldtömeget hoznak, de termőképességük elmarad az intenzív fajta hibridekétől.

A fajtamegválasztás fontosabb irányelvei. – Ismeretes, hogy a kukoricatermesztés biológiai alapja a korszerű fajta és a kiváló minőségű vetőmag. Ezért nagy jelentősége van a megfelelő fajtaellátottságnak és a hibrid kukoricák szakszerű megválasztásának. Mivel a kukorica, különösen a hibrid kukorica, jól alkalmazkodik a talajok eltérő tulajdonságaihoz, nem tartják talajigényes növénynek, a nagy és biztos termések eléréséhez azonban mélyrétegű, humuszban és tápanyagokban gazdag, közép-kötött talajokra van szükség. Jó alkalmazkodó képessége következtében más, kötöttebb (pl. réti) talajokon is termesztendő, de itt fontos a talaj mélylazítása, mert a kukorica nagyon érzékeny a talajok légjárhatóságára. Az eredményes termesztés alapja ezért az 52–56 %-os pórusterfogató talaj, amely rendszerint csak a megfelelő mélységű talajműveléssel, jó minőségű őszi, vagy nyárvégi mélyszántással, valamint nagytömegű erős gyökérzetre szelektált fajta hibridek alkalmazásával érhető el.

Vizsgálatainkhoz a K4190; K4240; K4344; K4380; K4446; K4498 KISKUN kukoricafajtákat használtuk. Ezek a hibridek gyökértömeg alapján kerültek szelektálásra, mely tulajdonságuk a kötöttebb, pl. réti csernozjom talajokban is biztos termést ígér. Hazánkban a Duna–Tisza közén, valamint a Tiszántúlon található nagyobb kiterjedésű, réti csernozjom talajtípusú szántóföldek.

A kukorica hibridek vetőmag oltásának vizsgálata

A gyökérkezelések során felhasznált 13 *Pseudomonas* törzset egészséges búza (*Triticum aestivum* L.; T₂; T₄), kukorica (*Zea mays* L. cv. 'K4344', 'K4446'; Z₂; Z₅; Z₆; Z₉), gerbera (*Gerbera jamesonii* L. cv. 'Veronica'; G₃), szegfű (*Dianthus caryophyllus* L. cv. 'Arthur sim', 'White sim'; D₄; D₆), paprika (*Capsicum annuum* L. cv. HRF₁; C₉; C₁₆) és paradicsom (*Lycopersicon esculentum* L. cv. 'Platus'; L₄; L₁₃) rizoszférából izoláltuk, majd egyenként Nutrient tápoldatban 28 °C hőmérsékleten rázótermosztátban szaporítottuk. Az így nyert szuszpenzió 10⁵ CFU/g baktériumot tartalmazott.

A vetőmag felületi fertőtlenítése és a magoltás. – A vetőmagokat a következő módon fertőtlenítettük. A magokat előzetesen 50 %-os etil-alkoholban, fél percig rázófürdőben mostuk. Az alkoholos kezelést követően a magokat 3 %-os Na-hipokloritban 5 percen keresztül ismét rázófürdőben mostuk. Ezután a vetőmagokat steril csapvízben három alkalommal öblítettük. Kukoricafajtánként három ismétlésben 10–10 növény magját kezeltük a 13 felhasznált *Pseudomonas* törzsszel oly módon, hogy a vetőmag felszínét a *Pseudomonas* szuszpenzióval beoltottuk, azaz a magot a baktérium-szuszenzióba (10⁵ CFU/g baktérium) mártottuk. A vizsgálatot öt ismétlésben állítottuk be.

A vetőmagok gyökereztetése, előnevelés. – A beoltott vetőmagokat két csoportban, azonos mennyiségben aszeptikus és nem steril talajkeverékbe ültettük. A kezelt magvak csíráztatása 0,2 L-es – autoklávban sterilizált (120 °C, 20 perc) – aszeptikus, valamint nem steril közeggel töltött műanyag tenyészedényekben, klímasekrényben történt. Egy tenyészedénybe 4 db vetőmagot tettünk. A gyökereztető közeg 50 % kertészeti perlitből és 50 % Novobalt tözegből állt. A perlitet előzőleg hőlég-sterilizátorban 160 °C-on, a tözeget egymás után háromszor (24 h-s szünetek közbeiktatásával) autoklávban (áramló gőzben, 10 percig) sterilizáltuk. Az aszeptikus talajba vetett kukoricamagok esetében szűrt levegőjű klímakamrában, a nem sterilizált talaj esetében fóliaházi körülmények között folytattuk a növények előnevelését. A magvak gyökereztetését klímakamrában, 80 % Rp mellett, 20 °C-os nappali, és 16 °C-os éjszakai hőmérsékleten folytattuk, 16 h világos, 8 h sötét periódus biztosításával. A megvilágítás erőssége 1500 lx volt. A növényeket – a sejtek irreverzibilis vízvesztésének elkerülése érdekében – steril csapvízzel, csepegtető rendszerben öntöztük. A talajkeverék víztelítettségét 80 %-os vízkapacitási szinten tartottuk, tenziométerrel történő folyamatos (12 óránként mérés) ellenőrzés mellett.

A növénynevelés módja. – Az előnevelt növényeket két csoportban, azonos mennyiségben, sterilizált, illetve nem steril talajkeveréket tartalmazó aszeptikus műanyag konténerbe ültettük, oly módon, hogy felületileg fertőtlenített, 10 literes konténerekbe 1–1 db-ot tettünk. A kontrollcsoportot normál (nem steril) talajkeverékben a fent említett négy hibridkukorica-fajtával, de a baktériumos oltás elhagyásával 5 ismétlésben állítottuk be. A felhasznált növények száma így $13 \times 6 \times 5 = 390$ volt. A gyökereztetés során várhatóan fellépő tőpusztulás miatt azonban kb. másfélszer ennyi, azaz 584 magot ültettünk el. (A gyökereztetés végül 95 %-ban eredményes volt.) A konténerek felületét az ültetéstől számított 50. napig műanyag fóliával takartuk le annak érdekében, hogy az aszeptikus közeg szennyeződését elkerüljük. Ezt követően az eredetileg aszeptikus talajkeveréket tartalmazó konténerekbe ültetett töveket is együtt kezeltük a nem steril talajú növényekkel.

A fenti időtartam alatt a növényeket sterilizált csapvízzel és 20 mS/cm vezetőképességű tápoldattal öntöztük, amelynek összetétele: KNO_3 : 70; NH_3PO_4 : 24; MgSO_4 : 38; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$: 100; NH_4NO_3 : 12; MnSO_4 : 3; ZnSO_4 : 1; CuSO_4 : 2; Na_2MoO_4 : 0,28; Fe-fitohorm.: 6 g/100 L volt. Az öntözéshez cseppezető rendszert alkalmaztunk. A közeg nedvességét 80 %-os vízkapacitási értéken tartottuk, tenziométerrel történő folyamatos ellenőrzés mellett.

A közeg sótartalmát ugyancsak ellenőriztük rendszeresen, melynek során 50 g száraz talajkeveréket 75 ml csapvízben egyenletesen elkevertünk, majd az így kapott szuszpenzió vezetőképességét elektromos vezetőképességmérő műszerrel (EC-méter) megmértük. Ennek alapján a talajkeverék és a tápoldat vezetőképességét a vizsgálat tartama alatt legfeljebb 20 mS/cm értéken tartottuk (FEKETE et al., 1967).

A továbbiakban a növényeket az adott klimatikus körülmények között, szabadban helyeztük el. A termést viaszérésben takarítottuk be, majd minőségét vizsgáltuk.

Az eredmények értékelése. – Az értékelés során a növénycsoportok termését (10–10 kukoricacső), a szemtermés nedvességtartalmát, valamint szárazanyag-tartalmát hasonlítottuk össze a kontrollcsoport mért adataival. A mérési eredményeket táblázatokban összegezzük.

Statisztikai analízis. – A statisztikai számításokat a kontroll- (kezeletlen) növények, illetve az aszeptikus és nem steril közegben folytatott nevelés hozamait összehasonlítva egytényezős varianciaanalízissel végeztük (Single Step ANOVA). A szignifikanciát különböző valószínűségi szinteken ($P = 0,01, 0,05, 0,1$) állapítottuk meg (IZSÁK et al., 1982).

Eredmények és értékelésük

A kukorica hibridek termőképességének változása a szelektált Pseudomonas törzsekkel folytatott rizoszféra-kezelések hatására

Az eredmények értékelése során a kukoricaszemek nedvességtartalmát és a termés száraz tömegének értékeit hasonlítottuk össze a kezelést nem kapott kontroll növénycsoportok mért adataival. A két alkalmazott előnevelési módszer gyors összevetése érdekében a kontroll- és a kezelt növények között a hozamadatokból hibrid fajtánként t-próbát számítottunk.

Mivel a t-próba eredménye a nem steril nevelési módszer esetében a minimálisan megkövetelt 95 %-os valószínűségi szinten nem volt megbízható, az eredmények összehasonlítását egytényezős varianciaanalízissel végeztük. A számítások eredményét – melyet fajtánként és nevelési módonként külön-külön értékeltünk – az 1. és 2. táblázatban összesítettük. Az összehasonlítás alapja minden esetben a kontroll növénycsoport mért adatai.

A t-próba eredményei. – A különböző hibrid fajták termésének nedvességtartalmát összehasonlítva a kontrollal nem találtunk szignifikáns összefüggést a számított t-értékek alapján. A *Pseudomonas fluorescens* törzsekkel végrehajtott magoltás tehát a termés nedvességtartalmát nem befolyásolta. A nem steril talajban nevelt növények adatai csupán $P = 10\%$ mellett mutattak szignifikáns eltérést a kontrolladatokkal. Ez a hiba azonban a jelen vizsgálati összeállításban már nem elfogadható.

Az aszeptikus körülmények között nevelt hibridek termése száraz tömegének összehasonlító értékelése során az alábbi hibrid fajták és a kontroll közötti viszony azonban szignifikáns:

K4446 hibrid fajta:	$t = 5,53;$	$P = 0,1\%$ mellett;
K4344 hibrid fajta:	$t = 4,16;$	$P = 1\%$ mellett;
K4380 hibrid fajta:	$t = 3,79;$	$P = 1\%$ mellett;
K4498 hibrid fajta:	$t = 3,10;$	$P = 1\%$ mellett.

A baktériumos kezelés hatása a termés száraz tömegének alakulásában nyilvánult meg, amennyiben az aszeptikus nevelésű, *Pseudomonas* törzsekkel magoltott hibrid fajták, valamint a kezeletlen kontrollnövények között szignifikáns különbség mutatkozott a kezelt növények javára. A vizsgálat kiteljesítése érdekében egyéb ökológiai tényezők bevonása is szükséges, mert a növények fejlődése során a kezelés és a környezet additív (együttes) hatásaival is számolni kell. A nedvességtartalom csökkenése mindenesetre jelentős szárítási költségmegtakarítást eredményezhet.

I. táblázat
A kukorica hibridek *Pseudomonas* törzsekkel folytatott magoltásának hatása
a termés nedvességtartalmára (%)

(1) Gazda- növény	(2) <i>Pseu- domo- nas</i> törzs	(3) Hibrid fajták és a nevelés módja																	
		K4190			K4240			K4344			K4380			K4446			K4498		
		NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K
a) búza	T ₂	25,3	26,4	21,6	24,2	24,1	24,2	22,1	21,9	23,3	23,1	23,2	25,6	26,5	25,2	26,8	29,1	28,3	28,8
	T ₄	23,3	25,3	26,2	26,5	26,0	26,3	24,2	24,3	26,5	25,1	24,5	26,0	27,2	25,4	27,4	28,1	29,3	29,5
b) kukorica	Z ₂	23,9	24,0	23,1	24,5	23,4	24,6	22,9	23,8	24,9	24,5	24,6	24,9	25,1	26,1	26,8	27,4	28,1	28,4
	Z ₅	25,2	24,9	29,1	25,4	23,1	24,0	24,6	25,2	26,8	23,8	24,3	24,1	27,1	27,2	27,0	27,4	28,4	27,8
	Z ₆	22,2	23,1	24,6	24,2	23,3	25,2	24,9	24,7	25,7	26,4	25,2	25,0	28,0	27,8	26,7	31,1	29,4	30,8
	Z ₉	21,7	21,9	23,0	25,2	26,4	26,4	24,5	24,7	25,8	23,2	24,1	26,7	26,2	25,1	26,4	27,5	27,1	28,7
c) paprika	C ₉	22,8	22,4	21,7	24,5	22,8	25,3	21,5	22,3	24,5	23,2	24,3	25,3	27,2	26,3	27,9	29,5	28,4	29,5
	C ₁₆	23,3	22,9	24,6	26,1	23,8	26,3	22,0	24,1	25,9	23,4	23,5	24,8	25,6	25,4	25,8	28,0	27,2	29,7
d) paradicsom	L ₄	21,5	21,6	27,1	25,3	24,1	25,5	21,9	22,7	24,6	23,8	24,2	25,9	26,0	24,6	26,8	29,5	29,6	29,8
	L ₁₃	24,6	24,5	26,3	26,6	25,3	25,8	24,0	25,6	26,7	24,6	25,2	26,1	28,0	27,1	26,9	28,5	29,1	29,8
e) szegfű	D ₄	22,6	21,4	29,6	26,2	24,9	26,8	21,8	21,7	24,2	24,9	25,1	25,9	25,5	25,2	26,7	29,0	29,1	29,9
	D ₆	23,5	23,4	25,5	25,4	25,6	25,7	23,0	24,3	25,1	23,9	24,4	25,3	26,4	24,4	27,5	26,1	27,5	27,8
f) gerbera	G ₃	21,9	21,1	31,7	26,1	26,3	25,9	22,6	22,9	23,8	25,1	25,0	26,7	27,1	26,2	27,8	28,3	29,4	29,6

Megjegyzés: NS = oltott, nem steril; S = oltott, steril; K = kontroll

2. táblázat
A kukorica híbridek *Pseudomonas* törzsekkel folytatott magoltásának hatása
a termés száraz tömegére (kg/10 cső)

(1) Gazda- növény	(2) <i>Pseu- domo- nas</i> törzs	(3) Hibrid fajták és a nevelés módja																	
		K4190			K4240			K4344			K4380			K4446			K4498		
		NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K	NS	S	K
a) búza	T ₂	1,95	2,25	1,80	1,99	2,18	1,89	1,99	2,20	1,86	2,31	2,46	2,19	2,52	2,58	2,48	2,55	2,69	2,38
	T ₄	2,12	2,31	1,81	2,16	2,26	2,21	2,36	2,35	2,28	2,34	2,49	2,31	2,16	2,29	2,14	2,36	2,49	2,37
	Z ₂	2,05	2,34	1,79	2,11	2,36	1,97	2,39	2,43	2,42	2,42	2,53	2,35	2,33	2,45	2,29	2,14	2,36	2,31
	Z ₅	1,87	2,05	1,96	2,22	2,29	2,14	2,47	2,56	2,34	2,21	2,38	2,25	2,21	2,34	2,23	2,39	2,48	2,51
b) kukorica	Z ₆	2,07	2,12	1,77	2,13	2,28	2,17	2,85	2,79	2,84	2,47	2,59	2,38	2,47	2,58	2,31	2,77	2,69	2,43
	Z ₉	2,15	2,14	1,74	1,96	2,14	1,84	2,71	2,64	2,56	2,24	2,41	2,32	2,51	2,56	2,41	2,52	2,67	2,34
	C ₉	2,09	2,11	2,25	1,94	2,06	1,88	2,56	2,49	2,31	2,39	2,49	2,33	2,33	2,51	2,29	2,43	2,64	2,51
	C ₁₆	2,19	2,35	2,11	2,06	2,13	2,11	2,66	2,83	2,61	2,51	2,69	2,43	2,56	2,64	2,44	2,16	2,36	2,43
d) paradi- csom	L ₄	2,8	2,56	2,08	2,15	2,26	2,21	2,53	2,93	2,78	2,43	2,59	2,38	2,18	2,36	2,23	2,24	2,42	2,39
	L ₁₃	1,96	2,31	2,26	2,24	2,35	2,17	2,41	2,68	2,54	2,36	2,48	2,27	2,33	2,46	2,32	2,31	2,39	2,25
	D ₄	1,93	2,19	2,15	2,14	2,27	2,13	2,36	2,51	2,41	2,21	2,39	2,31	2,19	2,37	2,16	2,13	2,34	2,31
e) szegfű	D ₆	2,23	2,36	1,99	1,91	2,13	1,84	2,28	2,50	2,34	2,16	2,39	2,23	2,22	2,43	2,34	2,09	2,29	2,24
	G ₃	2,12	2,24	2,16	1,81	1,99	1,93	2,30	2,52	2,28	2,32	2,46	2,29	2,28	2,37	2,22	2,28	2,46	2,16

Megjegyzés: NS = oltott, nem steril; S = oltott, steril; K = kontroll; aláhúzott: szignifikáns különbség

A termés száraz tömegének alakulása a fajta függvényében aszeptikus talajkevelésben történt nevelés során

Mivel csak aszeptikus növénynevelés esetében tapasztaltunk pozitív szignifikáns különbséget a kezelt és a kontrollnövények termésének száraz tömege között, itt az egyes hibrid fajták terméserejének összehasonlítására t-próbát végeztünk. A 3. táblázat bemutatja a fenti négy – a rizoszféra-kezelés során aszeptikus körülmények között nevelt – hibrid fajta termésének számított konfi-

3. táblázat
Egyes kukorica hibridek termése szárazanyag-tömegének várható értékei aszeptikus nevelés során (kg/10 cső)

(1) Hibrid fajta	(2) Konfidenciahatárok	
	(3) Minimum	(4) Maximum
K4344	2,40	2,74
K4380	2,41	2,57
K4446	2,30	2,65
K4498	2,37	2,55

denciahatárait, melyek csak szűk intervallumra érvényesek. A legjobb terméserejét a K4344 és K4446 hibridek esetében kaptuk, de itt a konfidenciahatárok is mintegy kétszer akkorának bizonyultak, mint a másik két (K4380 és K4498) hibrid fajtánál. A nemesítésben ezért a legfogékonyabb fajták kiválogatása is távlati cél lehet, a fenntartható mezőgazdasági termelés gyakorlati megvalósítása érdekében.

A tenyészedényes vizsgálat során kapott eredményekhez képest a szabadföldi felhasználáskor tapasztalható viselkedés jelentősen eltérhet. Ennek oka, hogy aszeptikus talajkörülmények között (mintegy modellben) a növény–mikroba rendszerben az oltásra használt törzs anyagcseretermékei, valamint a gazdanövény fogékonyága határozza meg a baktériumokkal folytatott kezelés eredményességét. Természetes állapotú talajban viszont a fizikai–kémiai tulajdonságok és a tápanyag-ellátottság mellett az ott előforduló mikroorganizmusok kölcsönhatása is befolyásolja a gazdanövény fejlődését. A baktériumkezelés hatékonysága érdekében ezért minden esetben, a felhasználást megelőzően az adott készítmény helyben történő kipróbálására lenne szükség.

Összefoglalás

A rizoszféra-kezelés olyan mikrobiológiai, talaj-biotechnológiai módszer, amely – a takarmánynövények között jelentős szerepet betöltő – kukorica termesztése során is sikerrel alkalmazható. A módszer széleskörű nagyüzemi alkalmazása nehézkes lehet, a kukoricanevelés során történő felhasználása

azonban eredményesnek ígérkezik. Szántóföldi növénytermesztés esetében a vetőmagoltás költséghatékony módszerét szükséges kidolgozni.

Megállapítást nyert, hogy a vetőmagkezelés az alkalmazott baktériumtörzsek, valamint kukorica hibrid fajták szerint eltérő módon eredményes volt. A termés mennyisége és nedvességtartalma a kezeletlen kontrollhoz képest javulást mutatott, midőn az aszeptikus körülmények között nevelt növények igazolhatóan nagyobb száraz tömegű termést adtak. A mérések eredményei mindazonáltal nem minden kezelés során bizonyultak szignifikánsan eltérőnek a kontrollállományhoz képest, a nedvességtartalom csökkenése viszont jelentős szárítási költség-megtakarítást eredményezhet.

A szelektált PGPR törzsekkel történő magoltás nemcsak a termés tömegének területegységre vetített növekedését jelenti, hanem – a jobb növényi „fitnesz” révén – a termelés biztonságát is fokozza. Nagyüzemi felhasználás során ez a fajlagos változó költségek csökkenésével jár, így a vetőmag értékesítésekor jelentős árbevétel-növekedés érhető el.

Kulcsszavak: PGPR, *Pseudomonas*, *Zea mays* L., vetőmagoltás, terméshozam

Irodalom

- ALEXANDER, M., 1977. Introduction to Soil Microbiology. 2nd ed. John Wiley & Sons, New York.
- BALANDREAU, J. & KNOWLES, R., 1978. The rhizosphere. In: Interactions Between Non-pathogenic Soil Microorganisms and Plants. (Ed.: DOMMARGUES, Y. R.) 243–268. Elsevier Scientific Publishing. Amsterdam. The Netherlands.
- BARBER, D. A. & MARTIN, J. K., 1976. The release of organic substances by cereal roots into soil. *New Phytology*. **76**. 69–80.
- BAYOUMI, H. E. A. F. et al., 2001. Requirement of plant growth stimulating *Pseudomonas fluorescens* for colonization of *Vicia faba* root by *Rhizobium leguminosarum* in soil amended with 2,4-D. In: Az MTA Szabolcs–Szatmár–Bereg megyei Tudományos Testülete 10. Jubileumi Ülésének előadás-összefoglalói. Nyíregyháza. 14.
- BIRÓ B., 2002. A mikrobiális oltóanyagok alkalmazásának lehetőségei a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben. *Mag kutatás, fejlesztés és környezet*. **2**. 29–30.
- BIRÓ, B. et al., 1998. Specific replant disease reduced by PGPR rhizobacteria. *Acta Hort*. **477**. 75–81.
- DOMMARGUES, Y. R., 1978. The plant–microorganism system. In: Interactions Between Nonpathogenic Soil Microorganisms and Plants. (Ed.: DOMMARGUES, Y. R.) 1–37. Elsevier Scientific Publishing. Amsterdam. The Netherlands.
- ELLIOTT, L. F. et al., 1984. Bacterial colonization of plant roots. In: Microbial-Plant Interactions. (Eds.: TODD, R. L. & GIBBENS, J. E.) 1–16. Soil Science Society of America. Madison, Wisc.
- FEKETE Z. et al., 1967. Talajtan és agrokémia. 2. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.

- HATTORI, T. & HATTORI, R., 1976. The physical environment in soil microbiology: An attempt to extend principles of microbiology to soil microorganisms. *CRC Crit. Rev. Microbiol.* **4.** 423–461.
- HISSETT, R. & GRAY, T. R. G., 1976. Microsites and time change in soil microbe ecology. In: *The Role of Terrestrial and Aquatic Organisms in Decomposition Processes* (Eds.: ANDERSON, J. M. & MACFACYEN, A.). 331–342. Academic. New York.
- IZSÁK J. et al., 1982. Bevezetés a biomatematikába. Tankönyvkiadó. Budapest.
- KLOEPPER, J. W. et al., 1980. *Pseudomonas* siderophores: a mechanism explaining disease-suppressive soils. *Current Microbiology.* **4.** 317–320.
- Kukorica. A kukoricatermesztés jelentősége. www.omega.kee.hu/mzg/kukorica2.htm
- MERCIER, J. & LINDOW, S. E., 2000. Role of leaf surface sugars in colonization of plants by bacterial epiphytes. *Applied and Environ. Microbiology.* **66.** 369–374.
- SCHER, F. M. & BAKER, K., 1980. Mechanisms of biological control in a *Fusarium* suppressive soil. *Phytopathology.* **70.** 412–417.

Érkezett: 2003. augusztus 10.

Effect of Seed Treatment with Microorganisms on the Crop Yield and Quality of Maize Hybrids

^{1,2} A. HEGEDŰS^{1, 2,3} B. OLDAL, ²I. JEVCSÁK, ²H. E. A. F. BAYOUMI
and ²M. KECSKÉS

¹“Juhász Gyula” Training College, University of Szeged;

²PhD School of Environmental Sciences, Szent István University, Gödöllő and

³Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the
Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

A microbiological, soil biotechnological method (seed inoculation with selected *Pseudomonas fluorescens* strains) was tested for the rhizosphere treatment of maize, which plays an important role in forage crop production.. Although this method cannot be widely used in agricultural practice, it can be applied in maize breeding. To make it suitable for use in field crop production, efficient methods of seed inoculation (with selected bacterial strains) will be needed.

The efficiency of the seed treatment was found to depend on the bacterium strain and the maize hybrid. The yield and grain moisture content exhibited an improvement compared with the untreated control, as the yield of plants grown under aseptic conditions had significantly higher dry matter. Although not all the treatments gave a significant difference from the control, the decrease in grain moisture content could result in a substantial reduction in crop drying costs.

Seed inoculation with selected PGPR strains means not only an increase in crop yield per unit area, but also an improvement in yield stability due to better plant fitness. Its use on a large scale would lead to a decrease in the specific variable costs, and thus a considerably higher income from seed sales.

Table 1. Effect of maize hybrid seed inoculation with *Pseudomonas* strains on the grain moisture content (%). (1) Host plants, a) wheat; b) maize; c) paprika; d) tomato; e) carnation; f) gerbera. (2) *Pseudomonas* strains. (3) Maize hybrids and cultivation methods. *Note:* NS: Non-sterile inoculated; S: Sterile inoculated; K: Control.

Table 2. Effect of maize hybrid seed inoculation with *Pseudomonas* strains on the dry grain weight (kg/10 ears). (1) Host plants, a) wheat; b) maize; c) paprika; d) tomato; e) carnation; f) gerbera. (2) *Pseudomonas* strains. (3) Maize hybrids and cultivation methods. *Note:* NS: Non-sterile inoculated; S: Sterile inoculated; K: Control. Underlined: significant difference.

Table 3. Expected values of dry grain weight (kg/10 ears) for maize hybrids grown under aseptic conditions. (1) Maize hybrid. (2) Confidence limits. (3) Minimum. (4) Maximum.