

***Pseudomonas* biotrágya környezetkímélő alkalmazási lehetőségeinek tanulmányozása árpa tesztnövényen**

¹BIRÓ BORBÁLA, ²HEGEDŰS ANTAL

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Talajtan és Vízgazdálkodás Tanszék, borbala.biro@uni-corvinus.hu

²Szegedi Tudományegyetem, Juhász Gyula Főiskolai Kar

Bevezetés, irodalmi áttekintés

A Föld lakosságának növekedése új kihívások elé állítja a tudományt és a mezőgazdasági termelés olyan intenzív szakaszát hozta létre, ahol a megfelelő mennyiségű élelmiszer előállítását elsősorban növényvédő szerekkel és intenzív műtrágya-felhasználással lehet biztosítani. Az élelmiszerellátás érdekében egyre nagyobb mennyiségű és/vagy hatékonyságú növényvédő szert használnak fel; ezzel szemben a környezetbarát módszerként ismert biológiai készítmények aránya még akkor is elenyésző, ha napjainkban ismét növekszik a mikrobiális oltóanyagok felhasználása (KÁTAI, 1999). A műtrágyák és az „agrokemikáliák” környezetkárosító hatásai napjainkra már aggasztó méreteket öltenek és a talajok termékenységét és a talajegészséget leginkább veszélyeztető 8 tényező között szerepelnek. A gyomirtó szerek, a gomba-, rovar-, csiga-, atka- és egyéb kór- és kár-okozókat ölő (-cid) szerek az ún. mesterséges életidegen anyagok, a xenobiotikumok közé sorolhatók (KECSKÉS, 1976). Miért is gondolnánk, hogy ezek éppen csak az emberi egészségre nem élet-idegenek?

Hogyan lehetne ezeknek a mezőgazdasági vegyi anyagoknak a felhasznált mennyiségeit csökkenteni? Milyen környezetkímélő megoldások lehetnek a kezünkben? Ezeknek a felismerése egyre inkább kulcsfontosságú napjainkban (KERTÉSZ & MADARÁSZ 2014). A világ Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezete, az OECD (Organisation of Economic Cooperation and Development) az idei „Talajok Világévéhez” kötött Párizsi konferenciáján jelentette ki, hogy a fenntarthatóság érdekében a talajok jobb, hatékonyabb megbecsülésére van szükség. Olyan „paradigma váltásra”, amely azon túl, hogy védelmet nyújt, mégis az eddigiekkel ellentétben hatékonyan képes lesz az éhínség kezelésére is. Ideje tehát észrevennünk, hogy a talaj egy olyan „feltételelesen megújuló” erőforrás, aminek a védelméért napról napra tennünk kell és az általa nyújtott szolgáltatásokat ésszerűen hasznosítani (BIRÓ, 2003; VÁRALLYAY, 2001).

A peszticidek, növényvédő szerek mérséklése vagy elhagyása érdekében különféle biológiai módszereket alkalmaznak:

- i) az ökológiai gazdálkodási módokat,
- ii) a növényi és mikrobás rezisztencia-nemesítést, és
- iii) a biológiai védekező módszerek alkalmazását, azaz a többnyire

talaj-eredetű kórokozókkal szembeni antagonista mikroorganizmusok irányított mag, növény, talaj-oltását.

A mikrobiális készítmények, oltóanyagok alkalmazási területei leginkább a növényi magvak (*spermoszféra*), a növényi gyökerek (*rhizoszféra*) és a talajok, de igen elterjedtek a levelekre (*filloszféra*) permetezhető lombtrágyaként alkalmazható termékek is.

A növények gyökerein a fotoszintetizált szén jelentős hányada válik a szerves anyagokra utalt (heterotróf) mikroorganizmusok táplálékává. A búza átlagosan 15–17, az árpa 20–25%-át adja le az asszimilált szén-tartalmának. Kimutatott tény,

hogy a hasznos szimbiota arbuskuláris mikorrhiza (AM) gombák is átlagosan 20%-nyi szén-forrást igényelnek a gazdanövénytől, amit az a környezeti körülményektől függően képes megadni, vagy akár visszavonni is. A leadott vegyületeknek 65%-a cukor, 33%-a valamilyen szerves sav, 2%-a pedig aminosav. A fiatalabb korú növények több nitrogéntartalmú exudátumot termelnek (BIRÓ et al., 2013). Ennek hatására a gyökér-közeli talajban megnő a mikroorganizmusok száma és az intenzívebb élettevékenység következtében alakul ki az ún. „rhizoszféra effektus”, akár 10-100-szor is nagyobb mikroba-tömeggel. A mikroorganizmusok direkt és indirekt tevékenysége során csökkent pH-érték alakul ki, ami a növényi tápelem-felvétel fokozását eredményezheti (MAKÁDI et al., 2007). Az alacsonyabb értékekért a vasfelvétellel járó H^+ és a HCO_3^- ion kiválasztása, a szerves savak kibocsátása, és a gyökerek és mikroorganizmusok CO_2 termelése is felelős. Az elektron- és fénymikroszkópos megfigyelések szerint a gyökérfelszín 4–10%-át már a kezdeti gyökérképződéskor kolonizálják a mikroorganizmusok, de ez az érték számos környezeti tulajdonság alapján szélsőséges értékek között változhat (FÜZY et al., 2003, 2008).

A fenti tulajdonságok miatt a hasznos mikroszervezetek oltóanyagként történő felhasználása igen gyakori eljárás, aminek ismert főbb következményei, hogy:

- kedvezően megváltozik a rhizoszféra mikrobanépségének az összetétele (BORUAH & KUMAR, 2002),
- az inokulum eliminálja a kórokozó szervezeteket (VIVAS et al., 2006),
- hormonhatású anyagok termelődnek (NORMANDER et al., 1999; DELANY et al. 2000),
- szerves talajfoszfátok mineralizálódnak (SZABÓ, 1986),
- a gyökérzet megnövekedett felülettel lesz képes a tápanyagforgalmat bonyolítani (LUCAS et al., 2003).

Az elsődlegesen vizsgált növény-mikroba kapcsolatban a szimbiózisban élő nitrogén-kötő baktériumok és egyéb szaprotróf mikroorganizmusok vizsgálati eredményei fordulnak elő a leginkább. A tartós környezeti stressz-körülmények (pl. szikesség) között a növény mikrobiális állapota jelezheti a stressz mértékét, a talaj-növény rendszer működőképességének csökkenését vagy éppen a javulását is. Ebben a vonatkozásban a mikroszimbioták (nitrogén-kötő baktériumok, foszformobilizáló endofita mikorrhiza gombák) a legjelentősebbek. Szikes körülmények között a nitrogén-kötő szimbiota baktériumok és gombák különösen érzékeny indikátorok, amit a környezeti stressz mértékének a jelzésére is jól fel lehet használni (FÜZI et al., 2003, 2008).

A talaj-növény rendszerek hasznos mikroszervezetei igen fontos szerepet töltenek be a növények tápelem-ellátásában. A talajkörülmények (és a felvehető tápelemek) optimalizálásával a biológiai nitrogén-kötő képesség vagy a foszfor-felvétel javulása is természetes módszerekkel fokozható (BIRÓ, 2003). A mikrobiális oltóanyagok alkalmazásának ezért környezetvédelmi és gazdaságossági okai is vannak (BIRÓ, 2002). A gyökérkolonizáció növekedésével mind a baktériumok, mind a gombák alkalmazásánál mutattak ki kedvező, hasznos növénynövekedésre és növényvédelemre is kifejtett hatást. A száraz talajban a *Pseudomonas* baktériummal oltott árpa növényeknek nemcsak a növekedése, de a szárazságtűrése is javult (NORMANDER et al., 1999). A kedvező hatás kifejtésénél a *Pseudomonas* törzsek hormon- és/vagy vaskelát-(sziderofor)-termelő képességét lehet kiemelni (FEKETE et al., 2014). A sziderofort termelő törzsekkel oltott növények vas-anyagcseréje javult és egyéb közvetett hatásként a gyökérpatógen gombák kártétele sem tudott megjelenni. Korábbi eredmények szerint elsősorban a sziderofor-termelődés hatására az alma talajunság tünetei is mérséklődtek a *Pseudomonas* baktériumokkal történő oltás hatására (BIRÓ et al., 1998).

A hasznos baktériumos oltásoknál még mindig számos kérdés vár tisztázásra, annak ellenére, hogy már bevezetett, piaci termékként jelentkező oltóanyag-törzsekkel és ezek hatását, túlélését is segítő „bioeffektor” anyagokkal, készítményekkel is rendelkezünk. Tisztázni érdemes a következőket.

- Vajon a különböző eredetű, sziderofor-termelő *Pseudomonas* baktérium törzsek hatásai között vannak-e lényegi különbségek?
- A különböző gazdanövények, mint izolálási helyek befolyásolják-e a rhizobaktérium-törzsek hatását?
- Hogyan alakul a hatékonyság a növény életkorától függő oltás során?
- Hogyan befolyásolják az oltások eredményességét a talajban található eredeti mikroorganizmusok az abundáns szervezetek?

Anyag és módszer

Pseudomonas fluorescens törzseket izoláltunk néhány gazdasági és dísnövény (paprika, paradicsom, búza, kukorica, gerbera és szegfű) rhizoszférájából (1. táblázat), hogy tanulmányozzuk azok eredetének befolyásoló hatását a növénynövekedésre. Ezeket a törzseket laboratóriumi körülmények között sziderofor-termelő képességük alapján szelektáltuk és a 13 leginkább hatékonyabbat választottuk ki további vizsgálatok céljára. Az antagonista tulajdonágra tesztelt gombatörzseket paprika, paradicsom, búza és kukorica növények gyökérrendszeréből izoláltuk. A vizsgálatok Cetrimid agar szelektív táptalajon történtek ANGERER et al. (1998) és SZEGI (1979) szerint. A kioltási zónák elemzése után az 1. táblázatban bemutatott törzsek közül 13 szelektált *fluorescens-putida* típusú *Pseudomonas* törzset használtuk fel az árpa növényoltási kísérletekhez.

1. táblázat. Az antagonista vizsgálatokhoz izolált *Pseudomonas* rhizobaktérium törzsek gazdanövény eredete és számszerű jelölései.

Eredet	<i>Pseudomonas</i> törzs jele
Paprika	C ₄ , C ₆ , C ₇ , C ₉ , C ₁₂ , C ₁₆
Paradicsom	L ₁ , L ₄ , L ₇ , L ₁₀ , L ₁₂ , L ₁₃
Búza	T ₁ , T ₂ , T ₆ , T ₄ , T ₅ , T ₈
Kukorica	Z ₂ , Z ₄ , Z ₅ , Z ₆ , Z ₇ , Z ₉
Gerbera	G ₂ , G ₃ , G ₆ , G ₁₁
Szegfű	D ₄ , D ₅ , D ₆ , D ₈

Növényoltási vizsgálatokat folytattunk le árpa (*Hordeum vulgare* L.) „GK Árpád” fajtával tenyészedényekben, amelyeket agyagos vályogtalajjal (kötöttség: 45) töltöttünk meg. A magvakat 10%-os Na-hipoklorit oldattal csíramentesítettük, majd tiszta vízzel többször mostuk. A bakteriális kezelés módja: 15 percig a vetőmag (spermoszféra), illetve 3 napig előcsíráztatott gyökérkezdemény (rhizoszféra) áztatása a kiválasztott törzsek baktérium-szuspenzióiban, törzsenként 3–3 ismétlésben. A növényeket autoklávban, parciálisan, háromszori 1 atm. nyomáson történő sterilizálással csíra-mentesített, valamint nem sterilizált, kiindulási talajban is neveltük az összehasonlító vizsgálatok céljára.

A tesztelt árpa fajtát 13 *Pseudomonas* törzsszel kezelt vetőmagvak vetését követően a 11 cm átmérőjű cserepekben előnevelt 10–10 db növénycsoportból 3–3-

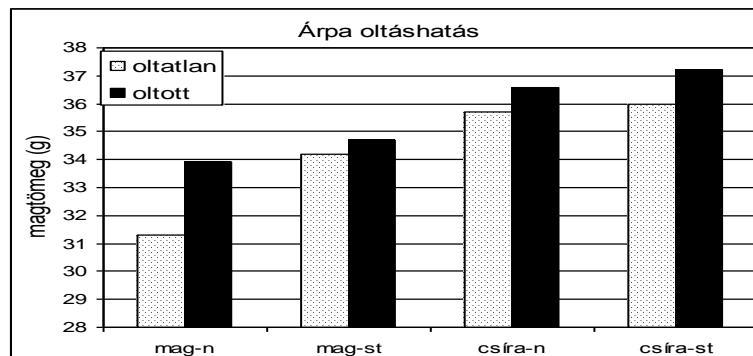
at, összesen 30 növényt ültettünk el a 10 literes termesztő-edényekbe. A termesztő-közeg agyagos vályog talaj volt. A talaj nedvességtartalmát VK80% értéken tartottuk, tenziómérrel folyamatosan ellenőrizve. A beültetett konténereket üvegházi körülmények között neveltük.

A kísérlet során a vegetatív szakaszban kialakult hajtásképzést, a bokrosodás mértékét, a betakarított kalászkok méretét, és magtömeget mértük. Az eredményeket matematikai statisztikai módszerekkel, variancia-analízissel elemeztük. A szignifikáns különbségeket $P=5\%$ szinten közöljük.

Eredmények és következtetések

Az oltásmód és a nevelési közeg hatása

A *Pseudomonas* baktériumokkal történő oltások módja befolyásolhatja annak eredményességét. Ennek a ténynek az igazolására az izolált és szelektált rhizobaktérium törzsekkel kétféle oltásmódot, mag- és csíranövény-oltást valósítottunk meg. Feltételezésünk szerint a magoltás során az így odakerült törzsek elszaporodása biztosíthatja a növénynövekedéssel egy időben a folyamatos hatékonyságot. A másik feltételezés szerint, ha a gyökérkezdeményre jutnak közvetlenül a baktériumok és a maghoz viszonyítottan nagyobb felületen és mennyiségben, akkor az hatékonyabb lesz. Az eredményeket az 1. ábra mutatja be.



1. ábra. A *Pseudomonas* rhizobaktériumokkal megvalósított mag- és csíranövény oltás hatása az árpa magtömeg alakulására tenyészedény-kísérletben, agyagos vályog-talajon. mag-n – magoltás; mag-st – uaz. steril talajon; csíra-n – csíraoltás; csíra-st – uaz. steril talajon. $SzD_{5\%} = 1,7$ g, $LSD_{5\%} = 1,7$ g.

Az 1. ábra adatai szerint a mag- vagy a csíraoltás kedvezően hat a magtömeg alakulására az árpánál, de az oltatlan kontrollal összehasonlítva ez a hatás a legtöbb esetben nem járt szignifikáns elváltozással. Statisztikailag is igazolható eltérést csak az eredeti, nem sterilizált talajban nevelt magoltás hatására kaptunk az oltott és a nem-oltott változat között, összesített hatásban.

A várakozással ellentétben, a csíramentes talajban a kedvező hatások csak tendenciájában jelentkeztek, mivel a talaj eredeti mikroba-tömegéhez viszonyítva az oltott törzsek nem bizonyultak hatékonyabbnak.

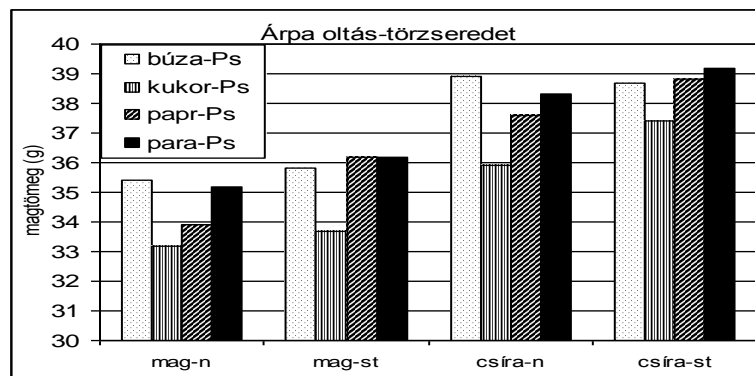
A magoltás során ugyanakkor a korai növénykezdeményhez adott rhizobaktérium-törzsek kedvező hatása igazolódott a sterilizált körülmények között, ami jelzi a mikrobákra való utaltságot a növényfejlődés kezdeti

szakaszában. Nem steril körülmények között a nagyobb mikrobátömegben belül a szelektált oltótörzsek kedvező hatása nem tudott érvényesülni.

Megállapítható az is, hogy a csíraoltás minden esetben nagyobb hatékonyságú a magoltáshoz viszonyítva, ami arra utal, hogy az oltással a gyökérrendszerbe vitt mikroorganizmusok mennyisége, illetve a növény fiziológiai állapota is lényeges tényező az oltáshatás kifejlődésénél.

A Pseudomonas törzsek eredetének hatása

A 2. ábra a különböző eredetű *Pseudomonas* rizobaktérium törzsek növénynövekedésre, illetve az árpa magtömegére kifejtett befolyásoló hatását mutatja be a különböző oltásmódok függvényében. Megállapítható, hogy összesített hatásban az árpa magtömegére a leginkább kedvezőnek a búzáról izolált törzsek mutatkoztak. Ezek hatása a sterilizált talajban történő csíraoltás kivételével szignifikánsan jobbnak adódott, az ún. nem homológ, tehát nem azonos típusú növényről izolált törzsekhez viszonyítva. Legkisebb hatásúnak a kukoricáról származó baktériumok bizonyultak, amely tény jelen esetben statisztikailag is kimutatható.



2. ábra. A különböző gazdanövényekről (búza, kukorica, paprika, paradicsom) izolált *Pseudomonas* rizobaktériumok átlagos hatása az árpa magtömeg alakulására tenyészedény-kísérletben, agyagos vályog-talajon. mag-n – magoltás; mag-st – uaz. steril talajon; csíra-n – csíraoltás; csíra-st – uaz. steril talajon. SzD_{5%} = 1,7, LSD_{5%} = 1,7.

Ez a tény némileg ellentmondani látszik a korábbi eredményeinkkel (BIRÓ et al., 1998), ahol az alma talajuntságánál a törzsek eredetének nem adódott befolyásoló hatása annak ellenére, hogy bizonyos törzsek különböző gyökér-exudátumokat részesítenek előnyben. A 2. ábrán is igazolódott ugyanakkor a különböző oltásmódok közötti szignifikáns eltérés, azaz a csíraoltás mag-tömegre kifejtett kedvezőbb hatása a magoltással összehasonlítva.

Az oltásmódok és a törzs eredet közötti összefüggések értékelése

A *Pseudomonas* rizobaktériumokkal kivitelezett oltáshatások matematikai statisztikai értékelése szerint a nevelés körülményeiben mutatkozó különbségek jelentős hatást gyakoroltak az árpa hajtás- és magtömegének fejlődésére, a

bokrosodás mértékére és egyéb tulajdonságokra is. Ez a tényező az értékelés során sokkal inkább befolyásoló hatásúnak bizonyult, mint az oltáshoz felhasznált baktériumtörzsek. A számított (F_A) és táblázati (F_B) értékek a következőképpen alakultak: $F_A = 10,3 > F_B = 2,5$. Ennek ellenére a búza-növényről származó baktériumok előnye tendenciaszerűen kimutatható volt. A számítások konfidencia értékeit a 2. és a 3. táblázat mutatja be a hajtások számának és a magtömegnek az alakulására.

2. táblázat. A *Pseudomonas* rhizobaktériumokkal megvalósított oltások és az árpa hajtásmennyiség (tő/hajtás db) alakulása közötti konfidencia-értékek.

Oltásmód	Konfidencia határok			
	Nem steril közegben		Steril közegben	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Mag-oltás	5,3	6,8	5,9	7,7
Csira-oltás	7,3	7,9	7,7	8,3

3. táblázat. Az árpa maghozam alakulásának (g) a *Pseudomonas* rhizobaktérium-oltások hatására kialakuló konfidencia értékei

Oltásmód növénynevelés módja Kezelés módja	Konfidencia határok			
	Nem steril közegben		Steril közegben	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
Magkezelés	—	—	34,1	36,5
Csira-kezelés	36,3	38,4	37,4	38,9

A 2. táblázat számított konfidencia értékei szerint a csiranövény gyökérkezdemény rhizoszféra kezelése hatására a hajtásképződés elvárhatóan a csíramentes közegben a legjobb mértékű, azonban a nem csíramentes talajban is nő összehasonlítva a vetőmagkezelés alkalmazott módszerével. A 3. táblázat szerint a kalászok mért szemtermése nagyságrendileg hasonló mértékben változik a hajtás mennyiség értékeihez viszonyítva.

A mag- és csira-kezelés nem sterilizált és sterilizált talajban is javította a növényi tulajdonságok alakulását, így az árpa-kalászokban lévő szemek magtömegét is (3. táblázat). A kifejlődött hatást részben befolyásolta a törzsek gazdanövény-eredete, illetve az oltás időpontja és a közegben a hasonló, vagy az egyéb, „konkurrens” mikroorganizmusok jelenléte.

A talajtermékenység javításának mikrobiális lehetőségeit, ezért az irányított mag-, csira-, illetve talajoltásokkal bizonyos határok között fokozni lehetett. A *Pseudomonas* baktériumokkal történő oltások hatását az előzetes monitoring talajvizsgálatok után vélhetően tovább növelhetjük. Amennyiben nem, vagy nem kellő mértékben vannak jelen, úgy a hatékonyság tovább fokozható és a megfelelő oltásnak a szükségessége még inkább alátámasztható.

Az eredmények bizonyították, hogy a hasznos „fluoreszcens-putida” típusú *Pseudomonas* mikroszervezetek irányított talajbiológiai felhasználásával környezetkímélő növénynövekedést lehet megvalósítani. Az antagonista képességre tesztelt baktériumok direkt (közvetlen), vagy indirekt (közvetett) módon is hozzájárulhatnak a növény jobb fejlődéséhez, illetve a talaj-eredetű kórokozó gombák távoltartásához. A növényoltás alkalmasságát, módszerét a gazdanövény fiziológiai tulajdonságai is befolyásolják, amihez az oltásmódot is

igazítani lehet, illetve szükséges. Az mikrobiális oltások hatékonyságának növeléséhez az említett hasznos *Pseudomonas* rhizobaktériumokra, illetve a potenciális növény-patogén gombák jelenlétére, aktivitására vonatkozóan is előzetes monitoring vizsgálatok javasolhatók.

Összefoglalás

Pseudomonas rhizobaktériumokat izoláltunk különböző gazdasági- és dísz-növények (búza, kukorica, paprika, paradicsom, gerbera, szegfű) rhizoszférájából. Előzetes laboratóriumi antagonista gombákkal szembeni tesztelések alapján 13 baktériumot szelektáltunk. Az árpa (*Hordeum vulgare* L. Gk Árpád) mag- és csíranövény-oltását valósítottuk meg agyagos vályog-talajon tenyészedény-kísérletben. A talajnak a vízgőzzel, parciálisan, 1 atm. nyomáson sterilizált, baktérium- és gombamentesített változatát is alkalmaztuk az oltások kivitelezésénél. A vizsgálati időszak során mértük a növény-bokrosodás mértékét, és a magtömeget. Az eredményeket variancia-analízissel értékeltük. Megállapítottuk, hogy a nevelési közeg steril, vagy nem steril állapota lényeges az oltáshatások kifejlődésénél, mivel a talaj-mikrobák szinergista vagy éppen ellenkezőleg antagonista kölcsönhatásokra is képesek. A magoltással szemben összességében a csíranövény-oltás kedvezőbb hatása statisztikailag is igazolódott. Ez alátámasztja azt a tényt, hogy a csíraoltással direkt, közvetlen módon és azonnal a rhizoszféra effektus által lehet a mikroorganizmusok hatását jól kihasználni. A magoltás kezdeti jótékony hatására a sterilizált körülmények között derült fény, ahol csak az oltóanyag-mikrobák biztosíthatják a növény kezdeti tápanyagfelvételét. Az oltás eredményességét a *Pseudomonas* baktérium-törzsek eredete is befolyásolhatja, ami alapján a talaj-termékenység irányított mikrobiális oltásokkal történő fokozására is lehetőség adódik. A hasznos mikroszervezeteknek a környezetbarát módon történő felhasználásához az eredmények alapján előmonitoring javasolható mind a rhizobaktériumok, mind a potenciális talaj-eredetű patogén gombák jelenlétére is.

Kulcsszavak: *Pseudomonas* rhizobaktériumok, rhizoszféra effektus, árpa, oltásmódok, monitoring

Köszönetnyilvánítás: A kutatást a BIOCHAR (Piac-13-1-2013-0274), a TÁMOP (34.2.2.A-11/1/Konv-2012-0071) és az EU-KP7 BIOFEKTOR („*Development of alternative fertilization systems by use of bioeffectors in European agriculture*”, CA 312117) projektek támogatták.

Irodalom

- ANGERER, I.P., PÉCHY KÖVES, K., KISS, E., BIRÓ, B., 1998. Indicator microbes of chlorsulphuron addition, detected by a modified soil dilution method. *Agrokémia és Talajtan*. 47. 297–305.
- BIRÓ, B., MAGYAR, K., VÁRADY, G., KECSKÉS, M., 1998. Specific replant disease reduced by PGPR rhizobacterium on apple seedlings. *Acta Horticulturae*, 477. 75–81.
- BIRÓ B., 2002. A mikrobiális oltóanyagok alkalmazásának lehetőségei a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben. *Mag, Kutatás, Fejlesztés és Környezet*. 16. 29–30.

- BIRÓ B., 2003. Talaj- és rhizobiológiai eszközökkel a fenntartható növénytermesztés és a környezetminőség szolgálatában. *Acta Agronomica Hungarica*, 50. 77–85.
- BIRÓ B., BAGDI S., MATICS H., 2013. *Rhizobium* baktériumok túlélőképességét befolyásoló tulajdonságok növekvő talajnedvességnél homokon. In: Szabóné Kele G. (szerk.) *Talajtan a mezőgazdaság, a vidékfejlesztés és a környezetgazdálkodás szolgálatában*. Talajvédelem suppl. pp. 89–94.
- BORUAH, H.P.D., KUMAR, B.S.D., 2002. Plant disease suppression and growth promotion by a fluorescent *Pseudomonas* strain. *Folia Microbiologica*, 47. 137–143.
- DELANY, I., SHEENAN, M.M., FENTON, A., BARDIN, S., AARONS, S., O' GARA, F., 2000. Regulation of production of the antifungal metabolite 2,4-diacetylphloroglucinol in *Pseudomonas fluorescens* F113. *Mycrobiol. Reading*, 146. 537–546.
- FEKETE, I., KOTROCZÓ, Z., VARGA, C., NAGY, P.T., VÁRBÍRÓ, G., BOWDEN, R.D., TÓTH, J.A., KATE, L., 2014. Alterations in forest detritus inputs influence soil carbon concentration and soil respiration in a Central-European deciduous forest. *Soil Biology Biochemistry*, 74. 106–114.
- FÜZY A., BIRÓ B., TÓTH T., 2003. Növény mikroba kölcsönhatások és néhány talajtulajdonság közötti összefüggés hazai szikeseken. *Természetvédelmi Közlemények*, 10. 64–70.
- FÜZY, A., BIRÓ, B., TÓTH, T., HILDEBRANDT, J., BOTHE, H., 2008. Drought, but not salinity determines the apparent effectiveness of halophytes colonized by arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Plant Physiology*, 165. 1181–1192.
- KÁTAI J., 1999. Talajmikrobiológiai jellemzők változása trágyázási tartamkísérletben. *Agrokémia és Talajtan*, 48. 348–360.
- KECSKÉS M., 1976. Xenobiotikumok mikroorganizmusok és magasabbrendű növények közötti kölcsönhatások. *Akadémiai Doktori értekezés és tézisei*. MTA. Budapest.
- KERTÉSZ, Á., MADARÁSZ, B., 2014. Conservation agriculture in Europe. *Int. Soil and Water Conservation Res.* 2. 91–96.
- LUCAS, G.J.A., SCHLOTER, M., DURKAYA, T. HARTMANN, A., GUTIERREZ, M.F.J., 2003. Colonization of pepper roots by a plant growth promoting *Pseudomonas fluorescens* strain. *Biology, Fertility of Soils*, 37. 381–385.
- MAKÁDI M, TOMÓCSIK A, OROSZ V, LENGYEL J, BIRÓ B, MÁRTON Á., 2007. Biogázüzemi fermentlé és Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a sílókukorica zöldtömegére és a talaj biológiai aktivitására. *Agrokémia és Talajtan*, 56. 367–388.
- NORMANDER, B., HENDRIKSEN, N.B., NYBROE, O., 1999. Green fluorescent protein marked *Pseudomonas fluorescens*: localization, viability, and activity in the natural barley rhizosphere. *Applied Environmental Microbiology*, 65: 4646-4651.
- SZABÓ I.M., 1986. *Az általános talajtan biológiai alapjai*. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- SZEGI J., 1979. *Talajmikrobiológiai vizsgálati módszerek*. Mezőgazdasági Könyvkiadó. Budapest. pp. 274–290.
- VÁRALLYAY GY., 2001. Szemléletváltozások a magyarországi talajjavítás történetében. *Agrokémia és Talajtan*, 50. 119–135.
- VIVAS A., BAREA J.M., BIRÓ B., AZCÓN R., 2006. Effectiveness of autochthonous bacterium and mycorrhizal fungus on *Trifolium* growth, symbiotic development and soil enzymatic activities in Zn contaminated soil. *J. Applied Microbiology*, 100: 587-598.

***Pseudomonas* biofertilizer treatment in economical and ecological cropping system with barley (*Hordeum vulgare* var. Árpád)**

¹BIRÓ, B., ²HEGEDŰS, A.

¹Corvinus University of Budapest, Faculty of Horticultural Science, Department of Soil and Water Management, borbala.biro@uni-corvinus.hu

²University of Szeged, Faculty of Juhász Gyula College

Summary

Pseudomonas rhizobacteria were isolated from the root-system of various agri- and horticultural plants (wheat, maize, pepper, tomato, gerbera and carnation). The isolates were selected on the basis of their antagonistic ability against some soil-borne plant pathogen fungi and 13 strains were used for further study in pot experiment. The inoculation of barley (*Hordeum vulgare* L. var. Árpád) seeds and seedlings were performed in clay-loamy soil. Control treatment were used in steam-sterilised (1 atm. pressure) soil by the elimination of indigenous bacteria and fungi. During the growth of the test-plants, the biomass-production and the seed-yield were measured. The results were performed to variance analysis and significant differences are shown. The sterility of the media was found to have a critical key issue at the development of any inoculation effect. The indigenous soil microflora can have serious positive and or negative effect on the introduced biofertilizer microbes. Beyond the seedling inoculation, the better, statistically supported effect of seedling inoculation was found. It is a direct rhizosphere process, where the introduced microorganisms might have the best performance on the plant growth and development. The seed-inoculation was efficient mainly among the sterilized soil conditions. The origin of the *Pseudomonas* strains might have also an influence on the growth of the tested host-plants, which support the potential beneficial application. The ecological and economical application is well-supported, however for developing it, a pre-monitoring of the microbial abundance and functioning is suggested for both the beneficial and also for the potential pathogen microorganisms.

Keywords: fluorescent pseudomonads, rhizosphere effect, barley, inoculation

Table 1. Isolated fluorescent-putida type of *Pseudomonas* rhizobacteria for further test of antagonism and selection for barley inoculation.

Table 2. Confidence data for the *Pseudomonas* rhizobacterium inoculation on shoot quantity of barley in pot experiment.

Table 3. Confidence data for the seed yield of barley (g) inoculated by *Pseudomonas* rhizobacteria.

Figure 1. Effect of seed and seedling *Pseudomonas* rhizobacteria inoculation on the seed production of barley in pot experiment with clay-loam soil. mag-n – seedinoculation; mag-st – the same in sterilized soil; csira-n – seedling inoculation; csira-st – the same in sterilized soil. SzD_{5%} = 1,7 g, LSD_{5%} = 1,7 g.

Figure 2. Effect of *Pseudomonas* strains (isolated from wheat, maize, pepper, tomato...etc.) on the seed-yield of barley in pot experiment with clay-loam soil. mag-n – seed inoculation; mag-st – the same in sterilized soil; csira-n – seedling inoculation, csira-st – the same in sterilized soil. SzD_{5%} = 1,7 g, LSD_{5%} = 1,7g.