

SZENT ISTVÁN EGYETEM

**SZIMBIONTA NITROGÉNKÖTŐ BAKTÉRIUMOK ÖSSZEHASONLÍTÓ
ÖKOFIZIOLÓGIAI VIZSGÁLATA KÜLÖNBÖZŐ TALAJMŰVELÉSI
RENDSZEREKBE**

Doktori (Ph.D.) értekezés tézisei

Ködöböcz László

Gödöllő
2007

A doktori iskola

megnevezése: Környezettudományi Doktori Iskola

vezetője: Dr. Barczy Attila
egyetemi docens
Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet

A tudományági részterület

megnevezése: Mezőgazdasági-, környezeti mikrobiológia és talaj-biotechnológia

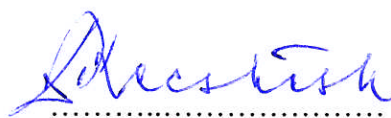
vezetője: Prof. Dr. Kecskés Mihály
az MTA doktora
MTA Környezetvédelmi Mikrobiológiai Tanszéki Kutatócsoport

Tudományága: környezettudomány, környezeti mikrobiológia

Témavezető: Prof. Dr. Kecskés Mihály
az MTA doktora
MTA Környezetvédelmi Mikrobiológiai Tanszéki Kutatócsoport

Konzulens: Dr. habil. Biró Borbála
az MTA doktora
MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete

.....
az iskolavezető jóváhagyása



.....
a témavezető jóváhagyása

BEVEZETÉS

A napjainkban újra növekvő tendenciát mutató oltóanyaggyártás és forgalmazás mind az alapkutató, mind pedig az alkalmazott kutatás számára új kihívást jelent.

Korábban az ún. univerzális szemléletmód az oltóanyag törzsek szelekciója során figyelmen kívül hagyta a különböző talajtípusok és eltérő környezeti körülmények oltóanyag törzsekre gyakorolt hatását. Az emberi tevékenység és a klimatikus változások következtében azonban a talajkörülkörülményekben emberi léptékkal mérve is rövid időn belül drasztikus változásokon mehetnek végbe (savanyodás, szikesedés, vegyszermaradványok és nehézfémek felhalmozódása, stb.), mely változások a talajmikrobiótára, azon belül a szimbiota nitrogénkötő baktériumokra is közvetlen hatást gyakorolnak (Wilkinson et al., 2007). E hatásokra a különböző típusú talajok eltérően reagálnak, ezért egy univerzális összetételű oltóanyag hatékonysága széles tartományban ingadozhat. E probléma megoldására egyre inkább terjed az ún. területorientált szemléletmód, amely szerint az oltóanyagok fejlesztésénél figyelembe kell venni a célterület talajökológiai körülményeit.

Az élő szervezeteket tartalmazó termékeknél mindig komoly problémát jelent a minőségbiztosítás, mert a hagyományos, szelektív táplemezes kitenyésztéses eljárások nem nyújtanak megbízható információt az oltóanyagokban található mikrobák mennyiségi és minőségi összetételéről. A molekuláris-biológiai vizsgáló eljárások fejlődésével olyan új módszerek kerültek kifejlesztésre, melyek adaptálásával gyorsan, egyszerűen és megbízhatóan követhetjük nyomon az oltóanyag törzseket az előállításától, a raktározáson keresztül, egészen a felhasználásig.

A gyakorlati alkalmazás szempontjából nélkülözhetetlen az oltóanyag törzsek számára megfelelő vivőanyag kiválasztása, mivel azok segítségével kedvezőtlen környezeti feltételek között is jelentősen növelhetjük a mikrobák túlélési esélyeit. Az 1950-60-as évektől hazánkban is a tőzeg alapú vivőanyagok alkalmazása terjedt el általánosan. A környezetvédelmi előírások szigorodásával, valamint az oltóanyaggyártás növekvő volumenéből adódóan szükségessé vált a tőzeg, mint lassan megújuló alapanyagforrás kiváltása. Az alternatív megoldások világszerte meginduló keresésében közös cél a helyi adottságokhoz való alkalmazkodás. Az oltóanyagok talajéletre gyakorolt pozitív hatását tovább fokozhatjuk, ha azokat valamely, az oltóanyag életképességét hosszú ideig biztosító, trágyaszerként is szolgáló vivőanyaggal együtt alkalmazzuk. Előnyös, ha ezek egyben olcsók és könnyen hozzáférhetőek. Magyarországon, ipari-agrárország lévén, megoldást jelenthetnek a mezőgazdasági hulladékanyagokból előállított komposztkészítmények, amelyek a tőzeggel összehasonlítva számos előnnyel rendelkeznek: olcsón, nagy mennyiségben hozzáférhetőek, gyorsan megújuló forrásból származnak, ezek felhalmozódása a gazdáknak sok

esetben komoly problémát okoz. A modern törzskövetési technológiákkal kiegészítve, ez az eljárás, hosszútávon biztosíthatja az oltóanyagok új generációjának megfelelő minőségét.

CÉLKITŰZÉSEK

- *Rhizobium*-törzsek izolálása a Westsik-féle vetésforgó tartamhatás-kísérlet parcelláiból összehasonlító ökofiziológiai vizsgálatok végzése céljából. Adatszolgáltatás a vetésforgók szimbiota-nitrogénkötő baktérium populációjára vonatkozóan
- a szimbiotikus nitrogénkötés hatékonyságát befolyásoló talajfizikai és -kémiai tényezők azonosítása a Westsik-féle vetésforgó tartamhatás kísérlet területén
- a *Rhizobium*-populációban a különböző környezeti tényezők hosszútávú hatására bekövetkező fenotípusos és genetikai változások vizsgálata
- PCR alapú eljárás adaptálása, amely alkalmas a szimbiota N₂-kötő oltóanyag-törzsek költséghatékony és megbízható nyomonkövetésére és genetikai jellemzésére
- mezőgazdasági hulladékból előállított steril és nem steril komposzt illetve humusztrágya mikrobiális oltóanyagok vivőanyagaként való alkalmazásának vizsgálata. Az oltás hatékonyságának ellenőrzése tenyészedenykísérletben és szántóföldi körülmények között

ANYAG ÉS MÓDSZER

Rhizobium lupini törzseket izoláltunk a fehérvirágú csillagfürt (*Lupinus albus* L.) *Nelli* fajtájának gyökérgümőiből, két területről: a nyíregyházi Westsik Vilmos által 1921-ben beállított homoki vetésforgó tartamhatáskísérlet parcelláiból, valamint e homokkísérleti gazdaság 15. sz. üzemi parcellájából, Vincent (1970) módszerével. Külön kezeltük a fő- és oldalgyökér gümőiből-, illetve az egy-egy gümőből izolált, különböző telepmorfológiai tulajdonságokkal rendelkező izolátumokat.

Tenyészedeny-kísérletben vizsgáltuk a környezeti tényezőknek a csillagfürt-rhizobium szimbiózisra gyakorolt hosszútávú hatását. A talajok fizikai-kémiai tulajdonságainak meghatározása az MSZ-08-0206/2-78 sz. szabvány előírásai szerint történt. Ez a vizsgálat a talaj pH-jára, a kötöttségére, valamint a makro- és mikroelem-összetételére vonatkozó elemzéseket foglalta magában. Meghatároztuk a növények szárazsúlyát, beltartalmi mutatóit, gümőtömegét. A talajok fizikai-kémiai tulajdonságai és a növényparaméterek közti összefüggéseket korrelációs-regressziós analízissel elemeztük.

Laboratóriumi körülmények között, YM (élesztőkivonat-mannit) folyadékkultúrában vizsgáltuk a különböző környezeti tényezők (peszticidek, hőmérséklet, antibiotikumok) *R. lupini* törzsek szaporodására gyakorolt hatását. A szaporodás mértékét fotometriás módszerrel (Helios β fo-

tométer) határoztuk meg, 540 nm-es hullámhosszon. A *Rhizobium*-törzsek élőcsíraszámát hígítási módszerrel, YMA lemezekon határoztuk meg, Vincent (1970) módszerével.

A *Rhizobium*-törzsek genetikai összehasonlító vizsgálatát a repetitív PCR-módszerek közé tartozó BOX-PCR-rel (Rademaker et al., 1998) végeztük el. A DNS izolálást fagyasztási sejteltárással végeztük. A baktériumtörzsek genomi hasonlóságának, illetve azonosságának értékelésére kifejlesztett repetitív-PCR az ismétlődő szekvenciák közötti távolságot vizsgálja olyan primerekkel, amelyek az ismétlődő szekvenciák konzervatív részéhez illeszkednek, és a baktériumok körében *univerzálisnak* tekinthetők. Az izolátumok és csoportok száma alapján a változatosság átfogó jellemzésére három különböző diverzitási mutatót számoltunk (Kaschuk et al., 2005).

Sinorhizobium meliloti törzsek (Rh-1 és Rh-2) túlélőképességét vizsgáltuk hagyományos (folyadékkultúrás, talajoltás, magoltás) és újgenerációs (komposzt, humusztrágya) oltásmódoznál. A baktériumtörzseket YMB közegben szaporítottuk fel. A túlélő sejtek számát YMA lemezen határoztuk meg hathetes vizsgálati periódusban. Az oltóanyagtörzsek szimbiotikus hatékonyságát lucerna tesztnövényen (*Medicago sativa* L.) ellenőriztük tenyészedénykísérletben és szántóföldi körülmények között.

AZ ÉRTEKEZÉS EREDMÉNYEI

I. A környezeti tényezőknek a szimbiotikus nitrogénkötés hatékonyságára gyakorolt hatásának vizsgálata

Eredményeink szerint, a fehérvirágú csillagfürt oldalgyökereinek gümőszáma illetve az összes gümőszám szignifikáns korrelációs összefüggést mutat a gyökér- és a hajtás száraztömegével. A hajtás nitrogéntartalma a főgyökér gümőszámával volt szoros összefüggésben. A talaj foszfortartalma erőteljesen befolyásolta a csillagfürt gümőtömegét.

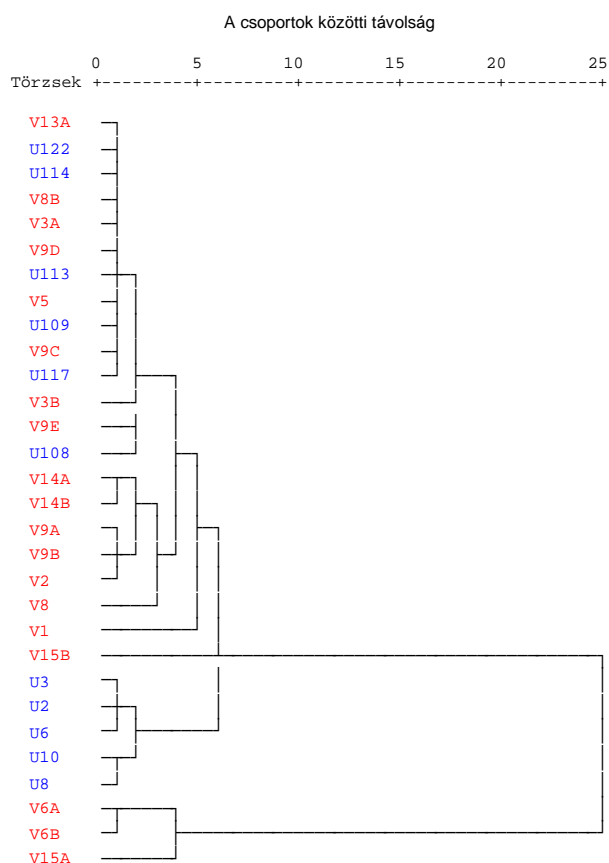
A foszfor mellett a talaj réz- és bórtartalma szintén pozitív korrelációs összefüggést mutatott a fehérvirágú csillagfürt gümőtömegével. A CaCO_3 - és a Co- tartalom növekedésével csökkent a főgyökér gümőszáma, ami viszont hatott a növény nitrogéntartalmára. Szintén negatív összefüggés állt fenn a hajtás foszfortartalma, illetve a talaj humusz- és ólomtartalma között. A Westsik-féle vetésforgók parcelláiban a talaj savanyodása a mikroszimbionta partneren keresztül közvetlen, a talaj mikroelem tartalmának befolyásolásán keresztül pedig közvetett módon gyakorol hatást a termés mennyiségére és minőségére. Az évtizedeket átölelő mérési eredmények egyértelművé teszik, hogy a folyamatosan csökkenő pH kisebb mértékben természetes folyamatok következménye, melyek az emberi beavatkozás hatására (főleg a műtrágya felhasználás) felerősödtek. Ez a káros folyamat istálló- és zöldtrágyázással lassítható.

1. táblázat. A 12 vizsgált peszticid *Rhizobium*-törzsekre gyakorolt hatásának koncentrációnkénti összegzése

Konc. (mg/l)	Bio-sild	Mospi-lan	Pledg e	Aceto-klór	Gez-aprim	Dani-tol	Top-sin	Ortus	Sumi-8	Gol	Klor-tosip	Tiu-ram
0,1	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0/-
1	+	+	+	+	+	+	0	0	0	+	+/-	+/-
10	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0/-	+/-	0/-
100	+	+/-	-	-	-	-	-	+/-	-	0/-	-	-

Jelmagyarázat: 0 nincs hatás, + serkentő hatás, - gátló hatás, +/- a hatás változó, 0/- nincs, vagy gátló hatás

A peszticidek hatásának hosszútávon kitett, üzemi parcella területéről izolált *Rhizobium*-törzsek peszticid érzékenységében adaptációt nem tudtunk kimutatni. A peszticidek 0,1 és 1 mg/l koncentrációi semleges vagy serkentő hatást gyakoroltak a vizsgált *Rhizobium*-törzsek szaporodására (1. táblázat).



1. ábra. A Westsik-féle vetésforgók területéről és a 15. számú üzemi parcella területéről izolált *Rhizobium*-törzsek csoportosítása antibiotikum érzékenységük alapján (SPSS program, hierarchikus klaszteranalízis)

A 100 mg/l koncentráció az esetek többségében gátolta a törzsek szaporodását. A különböző peszticidcsoportok közül a fungicidek fejtették ki a legerősebb gátlóhatást a *Rhizobium*ok szaporodására.

Antibiotikum-érzékenységük tekintetében a Westsik-féle vetésforgók területéről izolált *Rhizobium*-törzsek hét csoportra különülnek el, míg az üzemi területről izolált *Rhizobium*-törzsek mindössze kettőre, ami a Westsik-féle vetésforgók területéről izolált *Rhizobium*-törzsek nagyobb fenotípusos diverzitására utal (1. ábra). Az intenzív mezőgazdasági művelés alatt álló területen (üzemi), antibiotikum érzékenységüket tekintve kevésbé változatos *Rhizobium*-populáció van jelen, mint a Westsik-féle vetésforgó tartamhatáskísérlet területén.

II. A mikrobiális oltóanyagtörzsek összehasonlító jellemzésére BOX-PCR módszerrel

A módszertani fejlesztés eredményeként a BOX-PCR módszer alkalmasnak bizonyult a kitenyészhető szimbióta baktériumcsoportok összehasonlító-értékelésére.

A vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a csillagfürt növények fő- és oldalgyökerein eltérő PCR-mintázatu törzsek alakítottak ki szimbiózist, azaz a *Rhizobium*-populáción belül a korai és késői infekcióra képes egyedek különbözősége genetikai eszközökkel is igazolható. A Westsik-féle vetésforgók területéről izolált törzsek összehasonlítása azt mutatta, hogy a korai (főgyökér) és késői (oldalgyökerek) infekcióra képes törzsek közelebbi genetikai kapcsolatban állnak egymással, mint az üzemi területen lévő csillagfürt főgyökeréről, illetve oldalgyökeréről származó törzsek.

Megállapítottuk, hogy az egyazon gümőből izolált törzsek nemcsak telepmorfológiai tulajdonságaik, szaporodási stratégiájuk, de PCR-mintázatauk alapján is különböznek egymástól.

Összehasonlítottuk a Westsik-féle vetésforgók területről és az üzemi területről származó *Rhizobium*-törzsek PCR-mintázata alapján szerkesztett hasonlósági dendrogramot és megállapítottuk a két közösség jól elkülönülő jellegét. A Westsik-féle vetésforgók területéről származó növények gyökérgümőiből izolált *Rhizobium*-törzsgarnitúra genetikai mintázata alapján homogénebbnek bizonyult, mint az üzemi.

2. táblázat. Az üzemi és a Westsik-féle vetésforgó parcellák területéről származó *Rhizobium*-törzsek diverzitási indexei

	Shannon (H') index	Margalef (R) index	Pielou (E) in- dex
Üzemi terület	2,75	5,29	0,99
Westsik-féle vetésforgók	2,38	3,64	0,93

A diverzitásra utaló Shannon (H') index, a fajgazdagsági mutató Margalef (R) index és az eloszlás egyenletességét leíró Pielou (E) index nagyobb értéket adott az intenzív mezőgazdasági körülmények közül származó törzsekre vonatkozóan, mint a Westsik-féle vetésforgókból származókra (2. táblázat).

III. Újgenerációs vivőanyagok, alternatív oltásmódok

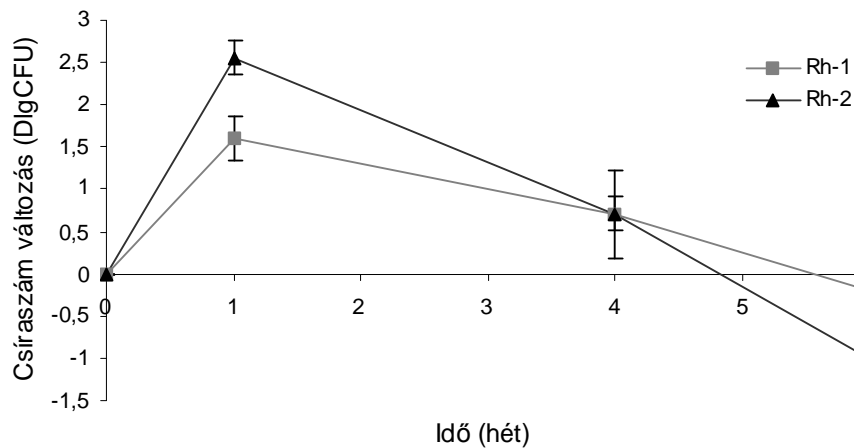
Két *S. meliloti* törzs túlélését hasonlítottuk össze hathetes vizsgálati periódusban, különböző vivőanyagokban: folyadékkultúrában, talajban, magon, komposztban és humusztrágyában. Az oltás hatékonyságát lucerna tesztnövényen ellenőriztük tenyészedény- és kisparcellás kísérletben.

Folyadékkultúrában az Rh-1 törzs kiindulási csíraszám 1 ml tápközegre vonatkoztatva a vizsgálati periódus végére, $6,9 \times 10^9$ -ról, $2,2 \times 10^7$ -re, míg az Rh-2 törzsé $2,2 \times 10^9$ -ról, $8,3 \times 10^6$ -ra csökkent. Talajban a hatodik hét végére mindkét törzs élőcsíraszám több mint két nagyságrenddel csökkent. A törzsek maximális pusztulási mértéke a vizsgálati periódus végére mind a folyadékkultúrában, mind pedig a talajban, elérte a 2,5 nagyságrendet. A lucerna magfelszínén az egy gramm magra vonatkoztatott élőcsíraszám a vizsgálati periódus végére mindössze egy nagyságrenddel csökkent. A két baktériumtörzs csíraszámcsökkenési ütemében szignifikáns különbségeket figyeltünk meg. Az Rh-2 jelzésű, nagyobb nitrogénkötő kapacitással rendelkező törzs túlélési mutatói mintegy fél nagyságrenddel jobbak voltak (2. ábra). A vivőanyagok sterilizálásával javítani tudtuk az oltóanyag-törzsek túlélőképességét. Az általunk vizsgált vivőanyagok közül a sterilizett humusztrágya bizonyult leginkább megfelelőnek a két *S. meliloti* törzs vivőanyagaként való felhasználásra. A nem sterilizett humusztrágyával összehasonlítva a sterilizett humusztrágyában az első hét végére 2,5 nagyságrenddel-, a sterilizett komposzttal összehasonlítva pedig egy nagyságrenddel nagyobb csíraszámot értünk el.

Tenyészedény-kísérletben igazoltuk a komposzt és a humusztrágya steril és nem steril változatának a lucerna gümőképzésére gyakorolt kedvező hatását. Az abszolút kontrollhoz viszonyítva mind a négyféle kezelés szignifikánsan növelte a növények gyökerein képződő gümők mennyiségét. Mivel ezek a kezelések *Sinorhizobium*-oltóanyag-törzseket nem tartalmaztak, a gümőtöbblet a talajban található, őshonos *Rhizobium*-populáció aktiválásával magyarázható (3. ábra). Az Rh-1 és Rh-2 törzsekkel oltott, sterilizett és nem sterilizett humusz nagyobb gümőtömeg-arányt biztosított a lucerna gazdanövény gyökerein, mint ugyanezen törzsek komposzt vivőanyagos változata.

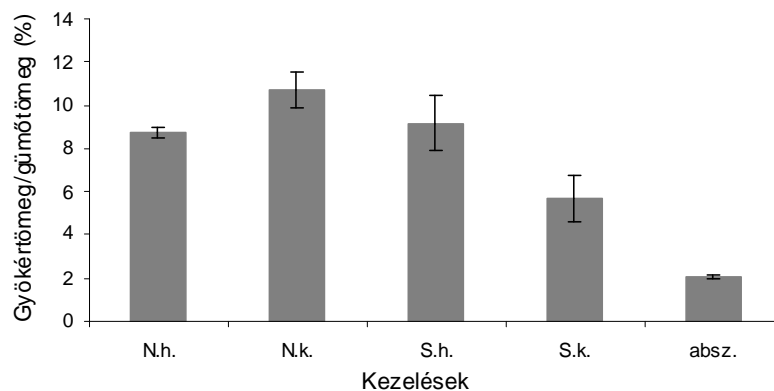
Az Rh-1 törzssel és az abszolút kontrollal összehasonlítva az Rh-2 törzssel oltott tenyészedényekben szignifikánsan nőtt a növényi szárazsúly. A *Kákai legelő* és *Körös-1* lucernafajták gyökértömeg/gümőtömeg aránya és szárazsúlya között nem volt szignifikáns különbség, vagyis a lucernafajták nem befolyásolták kimutatható mértékben az oltás sikerességét.

A szabadföldi kisparcellás vizsgálatok során mind az első, mind a második növedék betakarításakor kimutatható volt az Rh-2 *S. meliloti* törzs terménynövelő hatása. Az Rh-2 törzssel oltott parcellákban 16-21 %-al nőtt a lucerna emészthető nyersfehérje tartalma.



2. ábra. Két *S. meliloti* törzs (Rh-1, Rh-2) 1 g humusztrágyára vonatkoztatott csíraszám változása az idő függvényében, hathetes vizsgálati periódus alatt, sterilizett humusztrágya vívőanyagban

A 40 kg/ha nitrogéndózissal kezelt kontroll parcellában a második növedéknél a termés mennyiségének csökkenését figyeltük meg.



3. ábra. Az oltatlan komposzt és humusztrágya kezelések hatása a *Kákai legelő* lucernafajta gyökértömeg/gümmőtömeg arányára (Jelölések: N-nem sterilizett, S-sterilizett, k-komposzt, h-humusztrágya, absz.-abszolút kontroll)

ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK

1. Törzsgyűjteményt állítottunk össze a Westsik-féle vetésforgó tartamhatás-kísérlet parcelláiból, valamint a kísérleti terület üzemi parcellájából. Ennek keretében 140 *Rhizobium*-törzset izoláltunk, amelyekkel összehasonlító ökofiziológiai vizsgálatokat végeztünk. Elsőként jellemeztük a vetésforgó tartamhatás-kísérlet szimbióta nitrogénkötő baktériumainak ökofiziológiai tulajdonságait.
2. A csillagfürt-*Rhizobium* szimbiózis hatékonyságának feltárása érdekében a Westsik-féle vetésforgók területén részletes talajtani és agrokémiai vizsgálatokat végeztünk. Kísérleti eredményeink alapján azt találtuk, hogy a talaj Ca-tartalmának emelkedésekor a talaj felvehető foszfor-, bór- és réztartalma csökkent, s ezzel összefüggésben a csillagfürt-*Rhizobium* szimbiózis hatékonysága is csökkent. Az összefüggést tenyészedény-kísérletben igazoltuk.
3. Megállapítottuk, hogy a Westsik-féle vetésforgók területéről származó *Rhizobium*-törzsek nagyobb fenotípusos diverzitással rendelkeztek, mint az üzemi területről izolált törzsek. Ezt a törzsek antibiotikum-érzékenységi vizsgálatai bizonyították.
4. Oltóanyagtörzsek genetikai összehasonlító vizsgálatára alkalmas molekuláris biológiai módszert adaptáltunk. Az új módszer alkalmazásával bizonyítottuk, hogy a fehérvirágú csillagfürt (*Lupinus albus* L.) *Rhizobium*-törzsekkel való korai és késői infekciójában, valamint egyazon gyökérgümő kevert fertőzésében eltérő PCR-mintázatú törzsek vesznek részt. Megállapítottuk, hogy a Westsik-féle vetésforgók területéről izolált *Rhizobium*-törzsek diverzitási mutatói nagyobbak, mint az üzemi területről izolált törzsek diverzitási mutatói.
5. Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a mezőgazdasági hulladékokból (növényi szármaradványokból) előállított komposztok alkalmasak a tőzegalapú vivőanyagok helyettesítésére. A vivőanyagok előzetes sterilizálásával javítani tudtuk az oltóanyagtörzsek túlélőképességét.
6. Kötött talajban a komposzt és humusztrágya alkalmazásával az őshonos *Rhizobium*-populáció infekciós aktivitását fokozni tudtuk. Ezt tenyészedény-kísérletekben igazoltuk.
7. Kimutattuk a nagyobb nitrogénkötő-kapacitással rendelkező oltóanyagtörzs széna- és zöldtermésre, valamint a termés emészthető nyersfehérje tartalmára gyakorolt pozitív hatását lucernával végzett kisparcellás kísérletekben.

AZ ÚJ EREDMÉNYEK JAVASOLT ALKALMAZÁSA

Javasoljuk az oltóanyagok minőségellenőrzésénél jelenleg is alkalmazott szelektív táplemezes kitenyésztéses vizsgálatok kiegészítését az általunk is alkalmazott molekuláris módszerrel. Így nem csak az oltóanyagok mennyiségi, de minőségi összetételére vonatkozóan is megbízható adatokat nyerhetünk.

Az általunk vizsgált, mezőgazdasági hulladékokból előállított, nagy humusztartalmú készítmények alkalmasak a hagyományos, tőzeg-alapú vivőanyagok kiváltására. Így olcsó, nagy mennyiségben hozzáférhető, megújuló forrásból származó vivőanyagot biztosíthatunk az egyre növekvő oltóanyagpiac számára.

TOVÁBBI LEHETŐSÉGEK

Szükségesnek tartjuk a Westsik-féle vetésforgók mikrobiológiai vizsgálatainak további folytatását és a szimbionta nitrogénkötő mikroorganizmusokon túlmenően az egyéb mikrobacsoportokra való kiterjesztését. A rendelkezésre álló, részletes, több évtizede folyó talaj fizikai és kémiai mérési eredményeket kiegészítve az eddig háttérbe szorult talajmikrobiológiai vizsgálatokkal, összetett képet kaphatunk a különböző agrotechnikai eljárásoknak a talajmikrobiótára gyakorolt hosszútávú hatásáról.

A peszticidek *Rhizobium*okra gyakorolt hosszútávú hatásának vizsgálatához szükségesnek tartjuk egy kisparcellás növénykísérlet beállítását, ahol a növényvédőszereket elkülönítve, különböző koncentrációkban juttatjuk ki. A kísérlet rendszeres értékelésével képet kaphatunk a különböző peszticidek hatására a mikrobapopulációban bekövetkező változásokról és annak növényélettani következményeiről.

A *Rhizobium*-populáció genetikai diverzitásának pontosabb értékeléséhez szükséges az általunk alkalmazott BOX-PCR módszernek valamely közösségi analízissel történő kiegészítése. A két eljárás ötvözésével mind faji, mind pedig közösségi szinten információt nyerhetünk a mikroszimbionta populáció összetételéről.

A DOLGOZAT TÉMAKÖRÉHEZ KAPCSOLÓDÓ PUBLIKÁCIÓK

Lektorált folyóiratban megjelent közlemények:

- Ködöböcz L.**, Biró B., Dusha I., Izsáki Z., Sály L., Kecskés M. 2003. *Rhizobium* törzsek túlélőképessége különböző vivőanyagokban. *Agrokém.* **52**, 395-408.
- Ködöböcz L.**, Kárpáti É., Dusha I. Biró B. 2005. Asszociatív nitrogénkötő oltótörzsek túlélőképességét befolyásoló tényezők két potenciális vivőanyagban. *Agrokém.* **54**, 177- 188.
- Pacsuta P., **Ködöböcz L.**, Biró B. 2005. Drought-driven respond of fast and slow growing components of an adapted clover *Rhizobium* strain. *Acta Biol. Szeged.* **49**, 167-169.
- Ködöböcz L.**, Biró B., Bayoumi H.E.A.F., Kecskés M. 2007. Activation of native *Rhizobium* population with composted and digested wastes on two alfalfa varieties. *Cer. Res. Com.* **35**, 657-661.

B./ Konferencia kiadványokban megjelent teljes közlemény:

- *B/1., Magyar nyelvű*

- Ködöböcz L.**, Biró B., Naár Z., Román F., Kecskés M. 1999. Csillagfürt-*Rhizobium* szimbiózis alakulása a Westsik-féle vetésforgó különböző kezeléseiben. pp. 20-21. Az MTA SzSzBT 8. Tudományos Ülésének előadásai, Rím nyomda, Nyíregyháza (Szerk.: Sikolya L.), ISBN 963 8048 301.
- Ködöböcz L.**, Biró B., Köves-Péchy K., Kecskés M. 2002. Adatok a pillangós-rhizobium szimbiózis talajfüggő optimalizálásához. Az MTA SzSzBTT Jubileumi Tudományos Ülésének előadásai, **II**: pp. 387-393.
- Angerer P. I., **Ködöböcz L.**, Biró B. 2004. Mikroorganizmusok gyomirtószerekkel szembeni érzékenysége alapján kialakítható bioindikációs lehetőségek. **XVIII.** Országos Környezetvédelmi Konferencia. pp. 168-175.
- Biró B., Angerer I.P., Villányi I., **Ködöböcz L.** 2005. Komposztok minőségi állapotváltozásának kimutatása mikrobiológiai aktivitásvizsgálattal. pp. 21-26. *In: Az MTA SzSzBT XIII. Tudományos ülésének előadásai* (Szerk. Kókai S., Mizsur, B.) Kapitális Nyomda, Nyíregyháza.

B/2., Nemzetközi rendezvényeken angol nyelven

- Bayoumi H.E.A.F., Biró B., Naár Z., Jevcsák I., Nemes M., Oldal B., **Ködöböcz L.**, Kecskés M. 1998. Compatibility of some fungicides and *Rhizobium leguminosarum* inoculation of faba bean. pp. 140-150. *In: Proc. 2nd Intern. Reg. Workshop of Sci. and Technol. Develop. - Multidisc. Conf., Uzhgorod State Univ. Ukraine.*
- Bayoumi H.E.A .F., Abdorhim H., Khalif A., Godwar H., **Ködöböcz L.**, Jevcsák I., Biró B., Kecskés M. 1999. Soil physical factors affecting the survival of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* populations *in vivo* pp. 18-28. *In: Sci. Bull. (Nort Univ. Baia Mare), Romania.* **XIII.**
- Ködöböcz L.**, Jevcsák I., Oldal B., Román F., Bayoumi H.E.A.F., Kecskés M. 2000. Effect of some pesticides on *Rhizobium* strains isolated from root nodules of white lupine plant. pp. 239-244. *In: "Ecol. Health 2000", Plovdiv, Bulgária.*
- Ködöböcz, L.**, Jevcsák, I., Gábor, S., Bayoumi, H.E.A.F., Biró, B., Kecskés, M. 2001. Effect of some old and new generation pesticides on the growth of organic and conventional isolates of *Rhizobium* (*Lupinus* sp.). *Sci. Bull. (North Univ. Baya Mare), Romania, C/XV:* 145-151.

5. Köves-Péchy K., **Ködöböcz L.**, Biró B. 2003. Some key points of the efficient *Rhizobium* inoculation and the performance of indigenous symbionts on some legumes in Hungary. p. 55-60. In: *Quality control and efficacy assesment of microbial inoculants: need for standard evaluation protocolls.* (Eds: Quirico M., Sainz. J.E.), ISBN 92-894-4166-6.
6. **Ködöböcz L.**, Halbritter A., Mogyorosi T., Biro B. 2005. BOX-PCR characterisation of *Rhizobium* populations. In: Underst. modelling plant-soil interactions in the rhizosphere environment. *Hand. Meth. Rhizosph. Res.* Chapter 4.3. p. 455-456. BOX-PCR gel-electrophoresis (eds: Finlay and Sen). On-line version: <http://www.descience.net /COST631/handbook>

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- KASCHUK G., HUNGRIA M., ANDRADE D.S., CAMPO R.J. (2005): Genetic diversity of rhizobia associated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under no-tillage and conventional systems in Southern Brazil. *Appl. Soil Ecol.* 32: 126-140.
- MARTINS M.V., XAVIER G.R., RANGEL F.W., RIBEIRO J.R.A., NEVES M.C.P., MORGADO L.B., RUMJANEK N.G. (2003): Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. *Biol. Fertil. Soils* 38: 333-339.
- MSZ-08-0206/2 (1978): A talaj egyes kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Laboratóriumi vizsgálatok.
- RADEMAKER J.L.W., LOUWS F.J., DE BRUIJN F.J. (1998): Characterization of the diversity of ecologically important microbes by rep-PCR genomic fingerprinting. *Mol. Microb. Ecol. Man.* 3.4.3, 1-27.
- VINCENT J.M. (1970): A manual for the practical study of the root nodule bacteria. Blackwell, Oxford, pp. 150.
- WILKINSON A., YOUNG D., LUECK, L.; COOPER J. M., WILKOCKSON S., LEIFERT C. (2007): Effect of clover management (*Rhizobium* seed inoculation and greenwaste compost amendments) and variety choice on yield and baking quality of organic spring and winter wheat. www.orgprints.org/10478/. Paper presented at 3rd QLIF Congress, Universtiy of Hohenheim, Germany, March 20-23, 2007.