

Innovációs Környezetvédelmi Verseny –EKO 2005

A project címe:

Talajok ÁllapotJelzése stressz-tűrő modell-baktériummal

A projekt rövid címe (akronim):

TÁJ-bakter

A célkitűzés, a megoldandó probléma:

- A hasznos, nitrogén-kötő baktériumok túlélőképességének és stressz-tűrőképességének az ellenőrzése különböző tulajdonságú és állapotú hazai talajokban.
- A talajvédelem érdekében a leromlást vagy a szennyezettséget jelző mikroorganizmusok keresése.
- Az öko-toxikológiai módszerek bővítése, a környezeti stressz-tényezőkkel szemben ellenálló könnyen tenyészthető, gyorsan szaporodó, nem veszélyes baktériumokkal

A megoldás fajtája:

Eljárás

A megoldás definiálása:

Az eljárás lényegi eleme, hogy a talajállapot milyenségét (leromlott állapotát, és/vagy szennyezettségét) a jelenlegi modellszervezetekkel ellentétben olyan mikroorganizmusokkal mutassuk ki (detektáljuk), amelyek hózzászóktak (adaptálódtak) a talajokat ért káros hatásokhoz, a környezeti természetes, vagy mesterséges stressz-tényezőkhöz.

A modellbaktérium könnyen tenyészthető és számolható. A szaporodása, a különböző mikroba komponenseinek az összetétele, a nitrogén-kötő képessége, a pH-, só és szárazságtűrése vagy az emberig tartó táplálékláncban a pillangós növényvel kialakított szimbiózisos kapcsolat milyensége is jelezheti a környezeti (talaj) állapot milyenségét.

Az öko-toxikológiában eddig alkalmazott környezeti-érzékeny mikroorganizmusokkal szemben az adaptált, stressz-toleráns mikroszimbionta baktérium korai figyelmeztető jelként a talajromlás- vagy szennyeződés végső határát képes megmutatni, azt a pontot, amikor a talajállapot még visszaállítható, a megfelelő működőképesség fenntartható.

A megoldás iparjogvédelme

Szerzői mű, az alkotás időpontja: 2004. július 1-30.

A feltalálók, az alkotók nevei:

1. **PACSUTA PÉTER**, 11. oszt. gimnáziumi tanuló (1. kép)
Kempelen Farkas Gimnázium,
1223 Budapest, Közgazdász út 9-11.
2. **KÖDÖBÖCZ LÁSZLÓ**, biológus segédmunkatárs
BIO-deTECHt, Alkalmazott környezetminőségi és mérnöki szolgáltató Kft.
2030 Érd, Ágnes út 30.
(a Kft. logo-ja 2. kép)
3. **Dr. habil. BIRÓ BORBÁLA**, tudományos főmunkatárs, kutatórészleg-vezető
Magyar Tudományos Akadémia, Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete
(MTA TAKI), Rhizobiológiai Kutatórészleg
1022 Budapest Herman O. út 15.
(a TAKI logo-ja 8.kép, word doc-ban)

A feltalálók, az alkotók bemutatkozása:

PACSUTA PÉTER gimnáziumi tanuló (1. kép), a kutató diákok országos egyesületéhez csatlakozott diák, aki a mentora (Dr. BIRÓ BORBÁLA tudományos főmunkatárs) irányításával szabad-idejében az MTA TAKI Rhizobiológiai Kutatórészlegében számolta a különböző talajkörülmények között túlélőképes *Rhizobium* baktériumok telepeit. De mivel a táplemezen azok különböző méretűek voltak, megkérdezte, hogy vajon melyeket, a kisebbeket, vagy a nagyokat számolja-e? Ezzel, a kimunkált „professzori agy” szerinti együgyű kérdéssel megnyitotta az utat ahhoz, hogy felismerjék az egyazon tiszta törzsön belül is a különböző stratégiákkal rendelkező baktériumoknak a környezeti állapottól függő eltérő viselkedésmódját. A felismerés a találmány lényegi eleme, amiért a mentora igen hálás, mivel ez a tény új kutatási irányt nyithatott meg a kutatórészlegben. Pacsuta Péter egyébként érdeklődik a mikrobiológia, azon belül is a mikroszkópi vizsgáló eljárások és a digitális adatrögzítés, a komputeres értékelési módszerek után. A gimnáziumában a hasznos mikroszervezetekről (PACSUTA, 2004) és a mikroszkópi képalkotási módszerek fejlődéséről (PACSUTA, 2005) készített kisdolgozatai rendre 5-ös érdemjegyet kaptak.

KÖDÖBÖCZ LÁSZLÓ, biológus segédmunkatárs, aki a Ph.D ösztöndíjas időszak befejezése után és szakvizsgák, valamint a védési, alkotó időszak készítése alatt vált a bio-detektálási, bio-szenzorikai alkalmazott vizsgáló, szolgáltató módszerek elterjesztésére alapított kisvállalkozásnak, a BIO-deTECHt Kft-nek (2. kép) a dolgozójává. A vállalkozás a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal (NKTH) támogatásával két olyan pályázatban működik közre, amelyek célja egyrészt a környezetvédelemben használatos mikrobiális (mikro-szimbiontás) oltóanyagok fejlesztése, másrészt azok túlélőképességének a nyomon követése a növény-talaj rendszerekben. Az OM támogatást a BIO-deTECHt Kft és az MTA TAKI közötti együttműködés elősegítése érdekében kapták, hogy a termék és eljárási módszerek fejlesztése akadémiai szakmai és infrastrukturális háttérrel biztosabb és eredményesebb lehessen. Ködöbocz László munkavégzésének helye ezért jelenleg, átmenetileg szintén az MTA TAKI Rhizobiológiai Kutatórészlege.

DR. BIRÓ BORBÁLA, tud. főmunkatárs, kutatórészleg-vezető, a Ny-Magyarországi Egyetem habilitált professzora, aki az MTA TAKI Talajbiológiai és Biokémiai Osztályán létrehozta és infrastrukturálisan is kialakította a talaj-növény-mikroba rendszerek tanulmányozását segítő

rhizoszféra kutatásokra specializálódott Rhizobiológiai Kutatórészleget. Ph.D témavezetője (külső konzulense) KÖDÖBÖ CZ LÁSZLÓ magyar anyanyelvű ukrán állampolgárnak, akivel az ösztöndíj lejártá után is számos, hazai és nemzetközi projektben dolgozik együtt. A kutató diákok országos egyesületéhez csatlakozott szakember és mentora PACSUTA PÉTER gimnáziumi tanulónak is (8. kép).

A jogosultak nevei:

PACSUTA JÁNOS ügyvezető
BIO-deTECHt Kft, Érd

Dr. habil. BIRÓ BORBÁLA
MTA TAKI Budapest

A jogosultak bemutatkozása:

PACSUTA JÁNOS, műszaki menedzser, minőségügyi szakmérnök, a **BIO-deTECHt Kft.** ügyvezetője, aki 2000-ben létrehozta a környezeti állapot kimutatására, a bio-detektálásra, bio-szenzorikára, illetve környezetbarát módszerek, eljárások és termékek terjesztésére, szaktanácsadásra, komplex technológiák végzésére alapított kisvállalkozást. Jelenleg a Kft a munkaadója KÖDÖBÖ CZ LÁSZLÓ segédmunkatársnak. A vállalkozás jelenleg 2 elnyert hazai pályázatnak a koordinátora, eredményesen működött közre az organikus mezőgazdasági termeléshez kapcsolódó talajbiológiai állapotfelmérésben és az ősi tönkölybúzára alapozott biotermékek kialakítására létrejött projektben (*„Környezetterhelés nélküli biogabonák és élelmiszerek előállítására”* – OMFB-00728/2001) címmel. A génmódosított növények hazai környezetvédelmi monitoring módszereinek a kifejlesztésére elnyert OMFB Biotechnológia pályázatban (*„Géntechnológia környezeti hatásvizsgálatának módszertani kutatása”* –BIO-00042/2000) is részt vett. A vállalkozás az Európai Unió 5-ös és 6-os keretprogram „Environment” pályázatainak az elbírálásához rendszeresen meghívott szakértő (szerződés szám: EX2002B028749-101). Publikációs aktivitása a mikrobiális oltóanyagok alkalmazásához, elterjedéséhez ismeretterjesztéshez kapcsolódnak.

A Kft. jelenleg folyó projektjei:

- *Mikroszimbionta oltótörzsek ökofiziológiai jellemzése és az alkalmazási technológiák közötti összefüggések kutatása.* (Tsz: Munka-00012/2003). Közreműködő: MTA TAKI és BIO-deTECHt Kft.
- *Szimbionta mikrobiális oltóanyagok hazai termékfejlesztési lehetőségei* (Tsz: START-00005/2003). Start innovációs támogatás.

A Kft. közreműködésével megjelent, a témához kapcsolódó publikációk:

1. KÖDÖBÖ CZ L., BIRÓ B., KÖVES-PÉCHY K., KECSKÉS M. (2004): Susceptibility of some leguminous hosts to *Rhizobium* inoculation in Hungarian soils. *Acta Microbiol. Immunol. Hu.* 51: 220-221.
2. BIRÓ B., KÖDÖBÖ CZ L. (2004): Vegyük vagy ne vegyük? A baktériumtrágyák haszna és alkalmazási szempontjai. *Mezőgazdasági tanácsok.* 2004. VIII: 7-10.
3. KÖDÖBÖ CZ L., BIRÓ B., DUSHA I., SÁRY L., IZSÁKI Z. KECSKÉS M. (2003): Rhizobiumok túlélőképessége különböző vívőanyagokban. *Agrokémia Talajtan,* 52: 395-408.

4. KÖDÖBÖCZ L., BIRÓ B., KÖVES-PÉCHY K., KECSKÉS M. (2002): Adatok a pillangós-Rhizobium szimbiózis talajfüggő optimalizálásához. In: Az MTA Sz.Sz.B.M. T.T. 10. Jubil. Tud. Ülése (ed. SIKOLYA L., PÁY G.). p. 387-392. Nyírségi Nyomda, Nyíregyháza
5. BIRÓ B., PACSUTA J. (2002): A mikrobákat is tartalmazó mezőgazdasági és környezetvédelmi oltóanyagok alkalmazási lehetőségei. *Gyak. Agroforum* 13 (5): 60-62.
6. BIRÓ B., PACSUTA J. (2002): Újgenerációs szemlélet és lehetőségek a talajbiológiai aktivitás és a talajtermékenységitírányított fokozására. *Gyakorl. Agroforum*, 13 (11): 72-74.

Dr. Biró Borbála – ld fent.

A megoldás környezetvédelmi besorolása:

Mérés, értékelés, - természeti erőforrás kímélése

A megoldás megvalósításának foka:

Kísérletezés – részben már működő és továbbfejleszthető eljárás

Az eljárás alapját egy szikes területől származó nitrogén-kötő *Rhizobium* baktérium adja. Ezt a törzset vöröshere (3. kép) gyökérgümöiből izoláltuk, amelyet Nyírólapon erősen sós (szikes) és a nagy és tartós nyári meleg miatt kiszáradt talajról gyűjtöttünk be. A törzs túlélőképességét ellenőriztük különböző reprezentatív talajokban eltérő vízállapot (optimális és nem öntözött) körülmények mellett a beoltástól számított 3 heti inkubáció alatt. A túlélőképesség ellenőrzéséhez szelektív táplemezt alkalmaztunk, majd a telepeket heti rendszerességgel leszámoltuk. Kimutatást nyert, hogy a talaj-tulajdonság és a környezeti állapot szerint az eredeti populációból apró (kisebb mint 1mm, pontszerű) vagy nagy (1-2 mm átmérőjű) telepek (kolóniák) különböző arányban fejlődnek ki. A baktériumok kétféle viselkedésmódja, stratégiája arányban van, lehet a környezeti kedvezőtlen körülményeket tolerálni tudó képességükkel. Az egyféle, egységes populációt visszatenyésztve ezért a talajállapot kedvező vagy kedvezőtlen voltát kimutathatjuk.

A baktérium-törzssel **a kezdeti alapozó, a találmány lényegét adó vizsgálatok kivitelezésre kerültek**. A további összehasonlító vizsgálatokhoz és az eljárás nagyobb biztonságot adó kifejlesztéséhez ismert (autentikus), különbözőképpen érzékeny vagy toleráns törzsek beszerzése szükséges a hazai és nemzetközi törzsgyűjteményekből.

A különböző stratégiával rendelkező baktériumcsoportok részaránya egyszerű és olcsó táplemezes eljárással kimutatható, ezért a módszert javasoltuk az országos **TIM (talaj információs monitoring) rendszer** szokásos vizsgáló eljárásai közé. Ez a hálózat az ország kijelölt, reprezentatív 1200 pontján rendszeresen (1-, 2- vagy 3-évenkénti gyakorisággal) 30 fizikai- kémiai és biológiai talajtulajdonság mérésével monitorozza a talajállapotban bekövetkezett változásokat. A talajbiológiai állapotjelzők részaránya a 30 tulajdonságon belül mindössze 3 tulajdonság (talajlégzés, szerves-anyag lebomlás, 1 specifikus enzimaktivitás) nyilvánvaló ezért, hogy továbbiak bevonása elméleti és gyakorlati szempontból is indokolt.

Az állandó (konstans) méretű, apró telepeket képező, lassú növekedésű mikroorganizmusokat „k” **strategistáknak**, a gyorsan (rapid módon) növekvő, nem állandó telepméretű mikroorganizmusokat „r” **strategistáknak** neveztük el.

A stratégia nyomon-követésére rendszeres monitorozó vizsgálatokra van szükség.

Alkalmazási terület:

Mezőgazdaság, Egyéb: környezetvédelem

Bemutató:

A kísérleti rendszer leírása (statikus leírás):

Hipotézis:

A szárazság hatására a talaj-mikroorganizmusok elpusztulnak. A talaj-féleségek ennek mértékét befolyásolják. A pusztulás mértéke arányos a talajállapottal.

Feladat:

Baktériumok túlélésének modellezése különböző hazai, reprezentatív talajtípusokban eltérő környezeti stressz-körülmények (pl. szárazság) hatására.

A kísérletbe vont hazai reprezentatív talajok: 1/ meszes csernozjom (Nagyhőrcsök), 2/ meszes homok (Órbottyán), 3/ savanyú, barna vályogos erdőtalaj (Gyöngyös), 4/ savanyú homok (Nyírlugos) – 1. táblázat

A talajokban való túlélőképességre tesztelt baktérium faj: A Hortobágyi Nemzeti Park területén nőtt „sziki here” gyökerén található gyökérgümőkől izolált *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* nitrogén-kötő, és só-, szárazság és pH-tűrő szimbióta baktériumok 1 törzse.

A talaj víztartalmának beállítása: A kísérletbe vont talajoknál a normál, szárazföldi vízkapacitási értékeket állítottuk be, azaz a teljes vízkapacitás 60 %-át, majd a 30- és 100 %-os értékeket is a víznélküli kontroll mellett.

A kísérlet kivitelezése: A megfelelő víztartalmú, ismert mennyiségű baktériumot tartalmazó talajokból a túlélő rhizobiumokat szelektív (YEM) táptalaj segítségével hetente számoltuk.

1. táblázat

A vizsgálatba vont hazai karakterisztikus talajtípusok néhány fizikai és kémiai jellegzetessége

Talajtípus	PH		Arany-féle kötöttség	Összsó (%)	CO ₃ -tartalom	Le-izapolt %	Szerves anyag (H %)
	H ₂ O	KCl					
T1 Csernozjom	8,1	7,6	40	0,02	10	36	2,55
T2 Meszes homok	8,3	7,3	22	0	15	6	0,69
T3 Barna erdőtalaj	6,8	5,8	44	0,04	0	57	3,05
T4 Savanyú homok	5,4	3,9	25	0	0	5	0,71

A kísérlet kivitelezése:

A légszáraz talajokból 5-5 g-ot petri-csészékbe mértünk 3-3 ismétlésben, majd ezekre 300 µl *Rhizobium* baktérium-szuszpenziót pipettáztunk. A minták felére további 700 µl steril deszt. vizet is tettünk, így az egyik mintasorozat 100 %, míg a másik 30 % vízkapacitásúra lett beállítva. A mintákat 28 °C-os inkubátorba helyeztük, majd hetente a baktériumok túlélőképességét ellenőriztük. Ehhez 1-1 g talajt szuszpendáltunk 10-10 cm³ steril desztillált vízben és 20 perces rázatás után 10-es alapú hígítási sort készítettünk (10⁻⁶ nagyságrendig). A

talajokból további 1-1 g-ot légszárazra való szárítás után visszamértünk a kitenyésztett baktériumok egységnyi tömegre (1 g légszáraz súly) való átszámítása miatt.

A baktérium-hígítási sor 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} és 10^{-6} tagjaiból a rhizobium baktériumok kitenyésztésére alkalmas YEM (élesztő kivonat, mannit agar) táptalajon 30-30 μ l-eket oszlattam el 3 ismétlésben. Megfelelő inkubáció után a kinőtt telepek számát feljegyeztük a kezelések függvényében.

A kísérleti rendszer működése (dinamikus leírás):

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy a hazai legfontosabb talajokat képviselő 4 féle talajtípus kötöttség és szerves-anyagtartalom szempontjából 2-2 fő típust képvisel. A laza szerkezetű kismennyiségű szerves anyagot (humuszt) és kevés kolloidot tartalmazó homoktalajok adják az egyik szélsőséget (T2, T4), a másikat pedig a jóval kötöttebb (agyagosabb) nagyobb humusz-tartalmúak. Ezek a jellegzetességek a baktériumok túlélőképességére is jelentős befolyást gyakorolnak.

2. táblázat

A *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* baktérium sejtszáma hazai talajokban különböző víztartalom mellett az 1. heti inkubáció után

(sejtszámok a 10^{-3} hígítási fokból 30 μ l mennyiségű szuszpenzióra vonatkoztatva. Ezekből az adatokból az 1 g száraz talajra vonatkoztatott értékeket 33.000-el szorozva kaphatjuk meg)

Talaj-típus	Vízkapacitás	1. ismétlés		2. ismétlés		Átlag	
		Nagy telepek	Kicsi telepek	Nagy telepek	Kicsi telepek	Nagy telepek	Kicsi telepek
T1 Meszes csernozjom Nagy- hőrcsök	30	9	22	6	16	6,5	22,5
		7	28	7	25		
		6	32	4	15		
	100	9	20	8	14	7,0	16,0
		9	17	5	16		
		7	19	6	11		
T2 Meszes homok Órbottyán	30	0,2	4,4	0,4	8,0	0,5	5,2
		0,5	3,2	0,4	5,1		
		0,8	3,8	0,6	6,6		
	100	0,7	3,4	1,0	4,9	0,8	4,6
		0,8	2,0	1,2	4,5		
		0,5	3,4	0,5	4,4		
T3 Savanyú vályog Gyöngyös	30	5	16	8	19	5,8	19,1
		6	18	6	16		
		4	26	6	19		
	100	1	30	4	24	3,1	36,2
		4	37	4	26		
		3	45	2	55		
T4 Savanyú homok Nyírlúgos	30	0,3	5,4	0,2	4,1	0,3	4,45
		0,3	5,6	0,4	2,5		
		0,2	4,9	0,3	4,0		
	100	0,2	10,2	0	3,6	0,9	3,5
		0,2	5,5	1,0	4,6		
		0,1	5,3	1,0	3,0		

Megjegyzés: a baktériumok növekedési sebessége eltérő volt, ezért külön-külön számoltuk le azokat, azaz a gyors (r- „rapid”) vagy lassú (k- „konstans”) szaporodási képességűeket. (k= pontszerű, tühegynyi telepek, r = 1-2 mm átmérőjű nagyobb telepek 24 óra inkubáció után).

A kísérlet eredményeinek (mérési alapadatainak) a bakteriológiai összefoglalását a 2. táblázat mutatja be. Az 1 g légszáraz talajra vonatkoztatott és a log-transzformált (\lg_{10}) átlagos baktériumszámokat a 3. táblázat közli.

A 2. táblázatból és az 1. és 2. sz. ábrákról is látható, hogy a rhizobiumok túlélőképessége kisebb a kevésbé kötött, szerkezet nélküli, kis humusz és agyagásvány-tartalmú, homokos jellegű talajokban. A kísérlet kezdetén beoltott baktériumok sejtszáma akár 2 nagyságrenddel is kisebb lehet az 1hetes inkubáció után.

Megfigyeltük, hogy annak ellenére, hogy egyféle baktérium-törzs tiszta tenyészetével dolgoztunk, a leszámolandó telepek nagysága mégis különböző volt. Az értékelés során ezért külön-külön számoltuk meg a **nagyméretű (gyors szaporodású) és az apró, pontszerű (lassú szaporodású) telepeket** is.

A gyors szaporodású rhizobiumok sejtszámát a talajtípus kevésbé változtatta a lassú szaporodású baktériumok számához képest. A víztartalom változása a rövid inkubációs időszak alatt nem okozott statisztikailag igazolt eltérést a kitenyészthető sejtszámban, kivéve a gyöngyösi vályogtalajt, ahol a nagyobb víztartalom növelte a lassú szaporodású (k strategista) rhizobium baktériumok sejtszámát (2. ábra).

3. táblázat

A rhizobium baktériumok sejtszáma 1 g légszáraz talajra vonatkoztatva és az adatok 10-es alapú logaritmizált értékei a vizsgált hazai talajokban különböző nedvesséviszonyok esetén.

(A talajok magyarázata a 2-es táblázatban található)

Víz-tartalom	Talajok és baktérium szaporodási mód							
	T-1		T-2		T-3		T-4	
	r	k	r	k	r	k	r	k
30 %	214,5*	742,5	16,5	171,6	191,4	630,3	9,9	146,9
\log_{10}	5,33	5,87	4,21	5,23	5,28	5,79	3,99	5,16
100 %	231,0	528,0	26,5	151,8	102,3	1194,6	29,7	115,5
\log_{10}	5,36	5,72	4,42	5,18	5,00	6,07	4,47	5,06

* $\times 10^{-3}$ értékek log-transzformált adatai

Környezetvédelmi vonatkozások kiemelése, előnyök:

A pályázatban hazai reprezentatív talajokban egy modellbaktérium-törzs túlélési képességét követtük nyomon. Közismert, hogy a talajok tulajdonságai nagymértékben befolyásolják a bennük található élőlények tevékenységét és aktivitását. Az időszakos és szakaszos, kiszámíthatatlan víz-ellátottsághoz az egyéb környezeti stressz-körülményekhez a baktériumoknak alkalmazkodniuk kell. Ennek mértéke a talajtulajdonságok mellett erősen függ a talajélőlények biológiai adottságaitól is.

A megbízható bio-detektálási módszerek terjedését a talaj-növény-mikroba rendszerekben ható sokrétű kölcsönhatás akadályozza. Jelenleg a baktériumok között csak néhány szabadon-élő modellszervezetre (*Azotobacter*, *Pseudomonas* baktériumokra) alapozott szabványosított módszer létezik. Ezeknek a szervezeteknek a körét bővíteni szükséges olyan baktériumokkal is, amelyek a növényekkel élnek kölcsönhatásban, hogy a növény-talaj-állat-ember tápláléklánc biztonságáról is adatokat nyerjünk.

A nitrogén-kötés a talajok termékenysége szempontjából az egyik legfontosabb működőképesség, de a leginkább érzékeny a rövid- idejű és a tartós környezeti stressz-körülményekre. A talajok működőképességének a bio-detektálására ezért a leginkább

alkalmas lehet. A *Rhizobium* baktériumok „ingyen” nitrogén-kötése az ún. fenntartható, környezetbarát mezőgazdasági termesztés során is nélkülözhetetlen. A gyökérgümők (4. kép) a pillangósok gyökerén találhatók, a talajtulajdonságok rosszabbodásával, vagy a túlzott túltrágyázás hatására is számuk, vagy nitrogén-kötő képességük (amit rózsá-piros színük alapján érzékelhetünk) csökkenhet. Könnyen leszámolható és értékelhető, a rendszeres monitorozás a fenntartható környezeti rendszerek eszköze lehet.

A gümők belsejében található *Rhizobium* baktériumok (5. kép) számbavétele szabad szemmel nem, csak mikroszkópi módon, esetleg fluorescens jelöléssel lehetséges, ezért a telep- vagy gümőszámolás jelentheti a leginkább kivitelezhető eljárást.

Környezetvédelmi vonatkozások bizonyítékai:

A talaj-növény rendszerek a környezeti kedvezőtlen körülmények hatására változásokon mennek keresztül. Korábbi eredményeink szerint kimutatásra került, hogy az ideális, optimális körülmények között a törzsek szaporodási képessége egyenletesebb, a szélsőséges és kedvezőtlen körülményekhez viszonyítva (6. kép). Az ilyen környezeti stresszt csak az adaptációra képes mikroorganizmusok képesek elviselni.

Az adaptáció (hozzászokás) ugyanakkor egy folyamat, amely során a mikroorganizmusok aktivitása nagyobb is lehet a háttér-értékhez (nem leromlott, vagy nem szennyezett) alapállapothoz viszonyítva. Ez a javulás tartamhatásban egy optimum görbével írható le, amelynek van egy olyan maximális értéke, amikor a rendszer a legaktívabban működik (funkcionál) (7 ábra). Könnyen belátható, hogy az ilyen stressz-toleráns törzsek bevonása a környezetvédelmi talajállapot-vizsgálatokba a rendszer működőképességére is információt ad.

Az általunk kimutatott különböző szaporodási stratégiának az értékelése a talajállapot mérésének további finomítását adja, különösen, ha az országos TIM hálózatok rendszeres adatbázisához csatlakozhatna.

Ezáltal lehetőség adódna új szabvány-módszerek kifejlesztésére (érzékeny és adaptált) mikroorganizmusok kiválasztásával és összehasonlító vizsgálatával.

A rendelkezésre álló dokumentáció megnevezése, hivatkozások.

Javaslatunk az r, k stratégia módszerének a kiterjedt országos TIM-pont hálózat vizsgálati rendszeréhez való csatlakozásra felterjesztésre került.

A módszer továbbfejlesztéséhez, a kezdeti lépéseket megtettük a hiteles törzsek beszerzése felé.

Eredményünket a VIII. Magyar Növényélettani Kongresszusra (Szeged, 2005. aug. 22-25) előadásnak és az *Acta Biol. Segediensis* folyóiratban való publikálás céljából benyújtottuk (PACSUTA et al. 2005).

A módszer további vizsgálati eredményeit Nemzetközi Nyári Egyetemi kurzson fogjuk bemutatni poszter formájában (PALÁGYI et al. 2005).

PACSUTA P (2004): Hasznos mikroszervezetek a növény-talaj rendszerben.

Évfolyamdolgozat, Kempelen Farkas Gimnázium, Budapest, pp. 21. – kézirat

PACSUTA P. (2005): A mikroszkóp és alkalmazási, továbbfejlesztési lehetőségei.

Évfolyamdolgozat, Kempelen Farkas Gimnázium, Budapest, pp. 18. - kézirat

PACSUTA P., KÖDÖBÖCZ L., DUSHA I, BIRÓ B. (2005): Drought-driven respond of an adapted clover *Rhizobium* strain in four Hungarian soils *in vitro*. *Acta Biol. Segediensis* (benyújtva).

PALÁGYI A, PACSUTA P, KÖDÖBÖCZ L, BAYOUMI HEAF, BIRÓ B, KECSKÉS M (2005): Evaluation of *in vitro* heavy metal toxicity by adapted and sensitive *Rhizobium* isolates. In: „*Advanced Science and Technology for biological decontamination of sites affected by chemical and radiological nuclear agents*”. NATO ASI Summer School, *Abstract of papers*, 2005. Aug. 17-28.

Budapest, 2005-06-10.

Kapcsolattartó:

Név: *Dr. habil Biró Borbála*, tudományos főmunkatárs
Postai cím: **MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet (TAKI)**
Rhizobiológiai Kutatórészleg
1022 Budapest, Herman O. út 15.
E-mail: biro@rissac.hu, web: www.taki.iif.hu
Tel/Fax/ür: 1 2243-627, Tel.(lab): 1 2243-656
Mobil: 06-202-303-065

Az ábrák, képek jegyzéke:

1. kép:

Pacsuta Péter az ifjú felfedező

2. kép:

A BIO-deTECHTt Kft. logója

3. kép:

A vöröshere (*Trifolium pratense* L) pillangósvirágú takarmány-növény, amely nitrogén-kötő gyökérgümőkkel jut a levegőből „ingyen” tápanyagokhoz.

4. kép:

A gyökérgümők számolhatók a leginkább *Rhizobium* függő szója gyökerén is. A gümő működőképességét annak színe is jelzi.

5. kép:

A baktériumok szabad szemmel nem láthatók, a mikroszkópi megfigyeléshez is sokszor speciális festési eljárások szükségesek.

6. kép:

Rhizobium baktériumok pH-tűrő képessége.

7. kép:

A környezeti stressz-tényezőkhez való adaptáció, hozzászokás folyamata.

8. kép:

Az MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézet logo-ja

1. és 2. ábra:

Lassú és gyors szaporodású (k és r strategista) baktériumok száma különböző hazai talajokban eltérő vízellátottság mellett.