

Mikrobiológia a növénytermesztésben Hogyan is működnek a talajbaktériumok?

Dr. Biró Borbála

*Talajbiológus, az MTA doktora, Prof. emerita egyetemi tanár
Az EU „Egészséges Talaj és Élelmiszer” misszió hazai szakértője
Az MTT Talajbiológiai Szakosztály elnöke*

biro.borbala@gmail.com

Resource Preservation by Application of BIOefFECTORs in European Crop Production



- **Ökológiai törvények az ökoszisztéma-szolgáltatások ismerete, alkalmazása**
- **A „termő” talaj, mint élő rendszer – feltételelesen megújuló kincs, természetes energiaforrás**

Ismerjük-e a megújulás feltételeit?

**„A földet unokáinktól kaptuk kölcsön”!
Úgy adjuk vissza, ahogy most van?**

...A szerves anyagok, a humusz felét már elvesztettük!

Vélemények szerint már csak 55-60 vegetációs időszakra elég a talaj működőképessége! Javítani kellene!

Miért kellene a mikrobiális talaj/növény-oltások?



Hiszen a mikroorganizmusok **mindenütt jelen vannak!**

← *A homokozásból hazatért gyerek kezén is!*

- **Nincs elég mikróba a talajainkban?**
- **Vagy nem megfelelő az összetétel?**

Esetleg a **talajok állapota** (szerkezete, kémiaja) változott meg napjainkra?

Sokféle hatás! Egyszerre kell az összes, talaj-életre ható fizikai-kémiai-művelési-gazdasági tényezőt figyelembe venni!

A talajpusztulás felgyorsult!

Földünk 11%-nyi művelhető talajának:

- 40%-ában nincs elég szerves anyag
- 10%-uk toxikusan szennyezett
- 60%-uk erózió és defláció (víz és szél) romboló hatásának kitett
- 90%-uk gyenge biológiai aktivitású!



Az Európai Unióban:

- 28 millió **szennyezett helyszín** van
- A mezőgazdasági talajok 65-75 %-a **intenzív műtrágyázásnak** kitett
- A **talajpusztulás költségei** évente 50 billió Eurót tesznek ki az EU-ban
 - extrém időjárási szélsőségek alakulnak ki
 - az élelmiszer termelés költségei és kockázatai is nőnek
 - a műtrágya-árak fokozódnak.....stb.

Csak a biológiai, ökológiai tudás adhat jó megoldást!

A mikrobiális talajoltások, mint megoldások



Európai COST tudományos-technológiai (*Cooperation on Science and Technology*) akciók indultak.

Minden Európai országból 2 szakember vett (vesz) részt az Irányító Testületekben (MC-tagként).

COST Action 830

Mikrobiális oltások a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben (*Microbial inoculants for agriculture and environment*: (1999-2004)

WG-tudományos egyeztetések: Minőség-ellenőrzés és hatás-vizsgálatok szükségessége (*Quality control and efficacy assessment of microbial inoculants*)



Bacillus thuringiensis „biokontroll” baktérium volt az egyetlen hivatalosan használható. **Azóta óriási a növekedés.**

<https://www.cost.eu/publication/quality-control-and-efficacy-assessment-of-microbial-inoculants-need-for-standard-evaluation-protocols/>

Honnan tudjuk hogy „működik-e” a talajunk?



Foszfor-hiány tünete kukoricán

Ásd le a lepedődet, az alsónadrágodat vagy teafiltereidet azért, hogy lásd a talajélőlények lebontó-képességét.És a növények is jeleznek. Hazai és nemzetközi adatbázis. (<https://akjournals.com/view/journals/0088/72/1/article-p25.xml>)

A baktérium-„trágyák” története



- **1679** (*Malpighi*): Pillangósok gyökerein „gubacsok”
- **1888**: Gyökérgümők - nitrogénből ammónia (*Hellriegel és Wilfarth*)
- **1889**: Tiszta *Bacillus radicolica* (*Rhizobium leguminosarum*)-baktérium
- **1895** (*Caron*): **Első oltás - *Bacillus ellenbachiensis*-el (ALANIT termék)**
- **1896** (*Kerpely Antal*): **szárított gümő-örlemény (10-20% terméstöbbllet)**
- **1901** (*Beijerinck*): **Mag-oltás N₂-kötő baktériumok tiszta tenyészetével.** Leírta a szabadon-élő *Azotobacter chroococcum*-ot is.
- **1940-re: BAKTOLEG** – oltóanyag 10.000 ha-ra Mo-on (*Bakondi Éva; Soós Tivadar*)
- **1970** (*Döbereiner*): **Brazíliai Cerrado talaj - „asszociatív” nitrogén-kötőket izolál: *Beijerinckia fluminensis* – gabonafélékről; *Azospirillum brasilense* - cukornádról**
- **1981**: **Döbereiner MTA tanulmányút - hazai *Azospirillum* kísérletek. Célja, hogy a gabona-félékhez se kelljen (annyi) N-műtrágya! De! Hazánkban az *Azospirillum* túlélése és versenyképessége is limitáltabb volt. A *Pseudomonas fluorescens-putida* fajok gyorsabbak, jobban túléltek, sziderofor termelésükkel–**biokontrol hatás is!****

Jelenleg használt leggyakoribb talajoltó mikrobák (több mint 50 genusz, 100 faja, cégenként más-más egyedi törzs)



Foszfor-(P)-oldó baktériumok: *Arthrobacter chlorophenolicus*, *Bacillus firmus-megaterium-mucilaginosus*, *Burkholderia caryophylli*, *Enterobacter asburiae*, *Microbacterium arborescens*, *Paenibacillus* sp., *P. polymixa*, *Penicillium bilaii*, *Providencia* sp., *Pseudomonas aeruginosa-argentinensis-cepacia-chlororaphis* subsp. *aurantiaca-diminuta-fluorescens-fragi-jessenii-marginalis-paleroniana-putida-striata-syringae-tolasii*, *Serratia marcescens*, *Staphylococcus saprophyticus*

Biológiai Nitrogén-kötők: *Anabaena azollae*, *A. cylindrica-oscillaroides-variabilis-torulosa*, *Aphanothece* spp., *Aulosira fertilissima*, *Azolla caroliniana*, *Azospirillum brasilense-lipoferum*, *Azotobacter brasilense-chroococum*, *Bacillus polymyxa-subtilis*, *Beijerinckia indica*, *Bradyrhizobium diazoefficiens-japonicum*, *Brevundimonas diminuta*, *Burkholderia vietnamensis*, *Calothrix* sp., *C. elenkinii*, *Cloetrichia* sp., *Gluconacetobacter diazotrophicus*, *Herbaspirillum seropedicae*, *Klebsiella pneumoniae*, *Mesorhizobium ciceri*, *Nostoc muscorum*, *N. sp.*, *Rhizobium leguminosarum*, *Staphylococcus* sp., *Tolypothrix tenuis*

Egyéb (biokontrol, cellulózlebontó) organizmusok: *Actinomycetes*, *Aspergillus niger*, *A. tubingensis*, *Bacillus circulans-mycoides-pummilus-simplex-subtilis*, *Burkholderia tropica*, *Citrobacter freundii*, *Kurthia* sp., *Ochrobactrum anthropic-ciceri*, *Penicillium brevicompactum-solitum*, *Piriformospora indica*, *Rhodobacter capsulatus*, *Rhodopseudomonas* sp., *Rhodotorula glutinis*, *Thiobacillus* sp., *T. thiooxidans*, *Trichoderma atroviride-harzianum*, *Variovorax paradoxus*

Biotizáció, főbb hatás-területek



- **Biotrágya, baktérium-trágya, „termésnövelő”** (N,P,K és a mikroelemek felvételének javítása, **növény-és termés-növekedési hatás** (*plant strenghtening product, PSP*)
- **Fitostimulátor, biostimulátor** (növekedést szabályozó hormonok termelése, főleg **stressz-csökkentő hatás**)
- **Biológiai kontroll ágens, „biopeszticid”** (biocid és biostatikus anyagok, **növényvédelem**) (*plant protecting product, PPP*)
- **Talajkondicionáló** (nyálkaanyagok, mucigél, exopoliszacharid termelés, a talaj morzsa-állékonysága, talajfizikai tulajdonságok, talajellenállás javulása...)

A mesterséges oltások hatására a 4-féle tényező kombinációja, vagy a növény-növekedés során a megváltozása is előfordulhat!

A TALAJ-MIKROORGANIZMUSOK HATÁSA

Mikroszervezetek	Talajtani folyamatok	Eredmény
Tápanyag-szolgáltatás, biotrágyahatás		
Talajalgák	Szerves anyagok előállítása napenergia segítségével	Meginduló talajélet és mikrobiális aktivitás, zöldebb növények
Baktériumok, mikroszkopikus gombák	Szerves anyagok bontása, felvehető elemek a növényeknek, biológiai nitrogénkötés	Az N, P, K műtrágyák helyettesítése, kiváltása, talajsavanyodás mérséklése, humuszképződés
Növényvédelem, biopesticidhatás		
Növénynövekedést serkentő baktériumok, sugárgombák, egyes fonalas és mikorrhiza gombanemzetségek	Biokontroll tulajdonság, antagonista képesség, gyors szaporodás, vaskelátképzés	Az elemarányok javulása, egészségesebb talaj és növény. Pesticidek kiváltása, növényvédő hatás
Talajjavító és -kondicionáló hatás		
Nyálkaképző és fonalagombák, baktériumok	Aggregátumképződés, stabilizálódás	Jobb talajszerkezet, jobb levegőzöttség, a víztartó képesség javulása
Szimbionta baktériumok és mikorrhiza gombák	Víz- és elemfelvételi folyamatok optimalizálása	Műtrágyák kiváltása, mélyebb talajfeltárás, nagyobb gyökér és hajtás, nagyobb termés

Forrás: Biró B. - <https://agraragazat.hu/hir/biologiai-talajmuveles-2> cikksorozat, 2017



Antagonizmus: élőlények között fennálló és időlegesen vagy állandóan megnyilvánuló ellenhatás, amely lehet egyirányú vagy kölcsönös

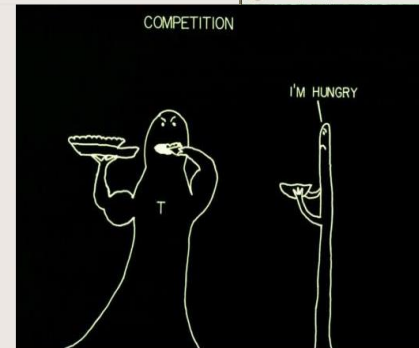
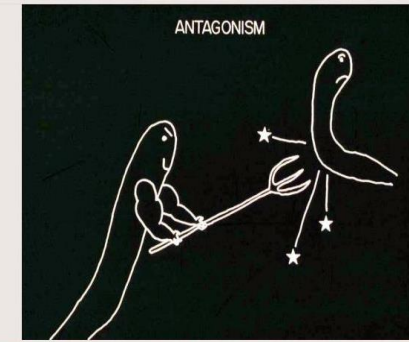
Direkt hatás a célszervezetre:

- Versengés, kompetíció
- Antibiózis (biocid, ölő hatás)
- Hiperparazitizmus

Indirekt hatás a célszervezetre:

rezisztencia indukálása a növényben ami védi a későbbi támadástól (elicitor hatás)

Tápanyagfeltárás: Növény növekedés serkentése, tápelemfelvétel javulása, erősebb immunisabb növények.

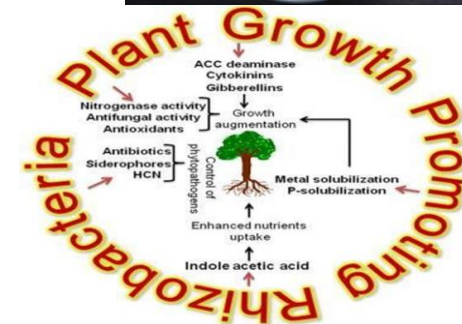
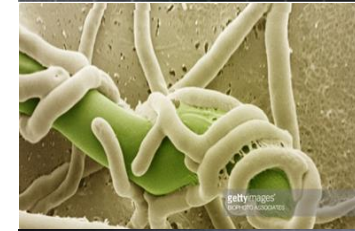
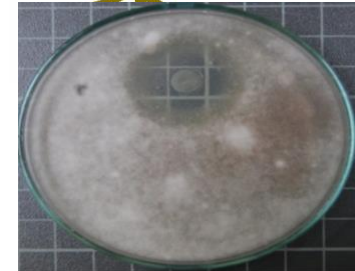


A „terméshnövelő” készítmények

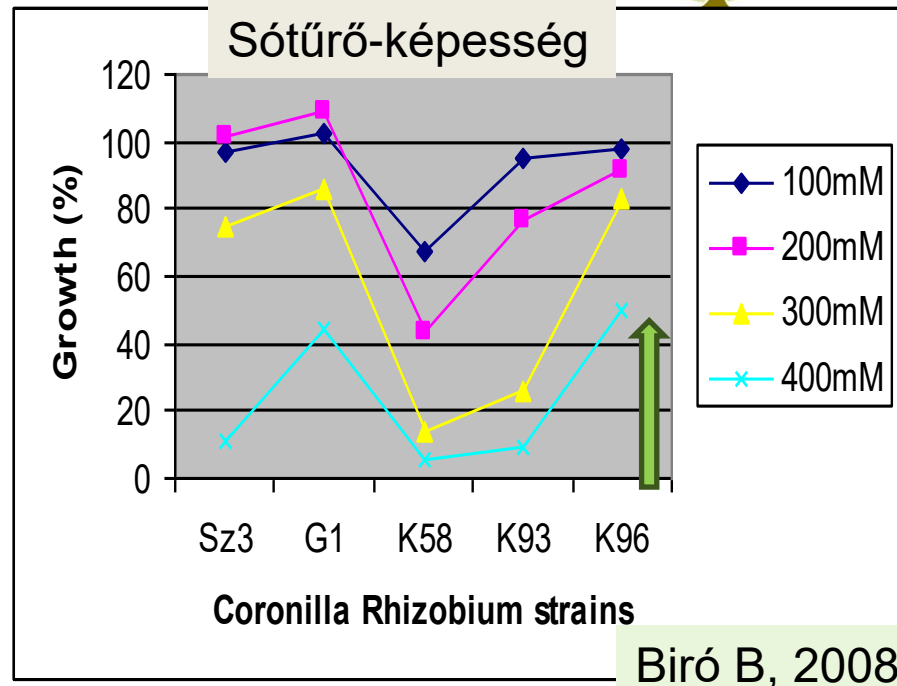
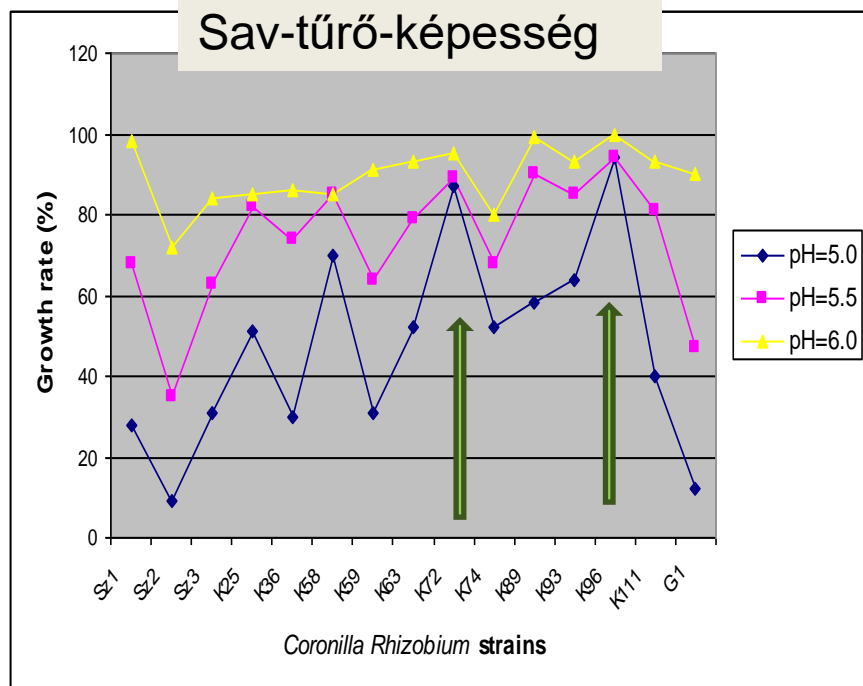


A növények tápanyagellátását szolgáló vagy a talajok tápanyag-szolgáltató- és termő-képességét befolyásoló természetes eredetű vagy fizikai, kémiai, biológiai, illetve egyéb mesterséges úton előállított anyagok, valamint ezek kereskedelmi céllal összeállított kombinációi

(kivéve a víz, a szén-dioxid és az adalékanyag nélküli, kezeletlen istállótrágya)



Szelektált mikroorganizmusok felhasználása



Biró B, 2008)

**A Tarka koronafürtről (*Coronilla varia*) izolált *Rhizobium* baktérium törzsek sav-(pH)- és só-(NaCl)-tűrő-képessége. Ki lehet választani a leginkább alkalmas, toleráns törzseket a mikrobiális oltó-anyagokhoz – talaj-és/vagy növényfüggő módon!
A kereskedelmi készítmények hatása ezért lehet specifikus!**

A Biofaktor projekt és a BE termékek



- Közvetlen vagy közvetett hatással vannak a növénynövekedésre azáltal, hogy az *életteni funkcionális törvényszerűségeket* befolyásolják és/vagy *aktiválják a biológiai mechanizmusokat*. Főleg azokat amelyek hatnak a talaj-növény-mikróba interakciókra.
- A hagyományos műtrágyákkal és peszticidekkel szemben a **bioeffektor hatásossága** nem az azonnali és közvetlen szerves vagy szervetlen tápanyagfelvételen alapul, hanem **életteni változásokon**.

Bioeffektor (BE) termékek:

- Mikrobiológiai készítmények (aktív, élő mikroorganizmusok),
- Komposztok, komposztkivonatok és fermentációs termékek,
- Növényi és alga-kivonatok, alga-biomassza

Cél: a műtrágya és peszticid-felhasználás kiváltása és/vagy csökkentése az ökológiai törvényszerűségekkel!

Bioeffektor (BE) oltások, mikrobaák - meta-analízis (termésnövelés, biostimulálás, növényvédelem)



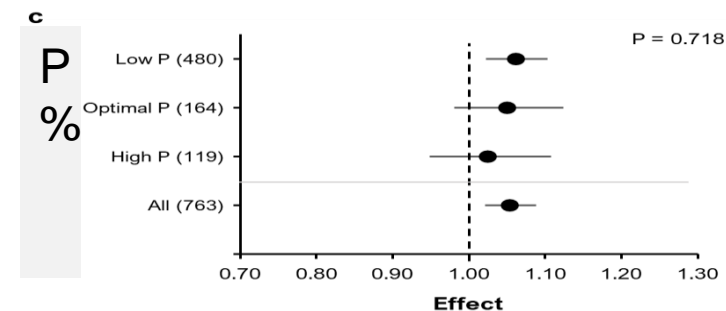
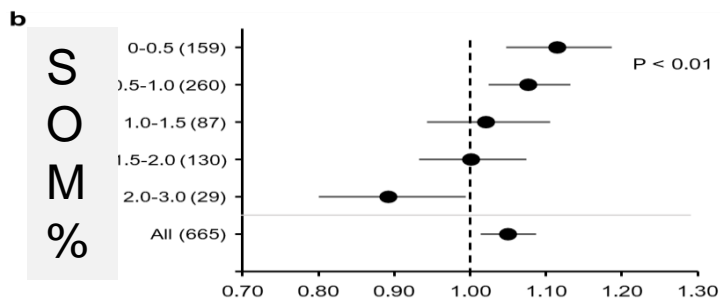
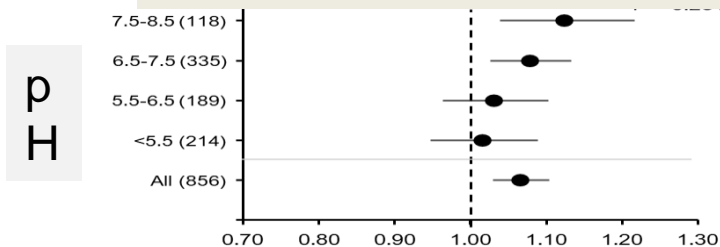
Table 1. Overview of BE categories used in this study.

Name of BE* category	Number of datasets	Examples of contents	Type BEs selected in BIOEFECTOR	
			<i>Examples Organism/origin</i>	Product names
Baktérium	471	Isolates of soil bacteria (PGPR)	<i>Pseudomonas</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Paenibacillus</i> , <i>Azotobacter</i> , etc.	Proradix, Rhizovital, Rhizovital42, ABiTEP
Gomba	163	Isolates of soil fungi	<i>Trichoderma</i> , <i>Penicillium</i> ,	Trianium-P, Koppert
Keverék	183	> 1 strain PGPM + non-microbial BMs + Si, Zn, Mn	<i>T. harzianum</i> + <i>Bacillus</i> strains + Mn/Zn	Combifactor A, AUAS
		Humic acids artichoke	N/A	N/A
Egyéb kezelések	128	Extracts of seaweeds of the genera <i>Ascophyllum</i> , <i>Laminaria</i>	<i>Ascophyllum nodosum</i>	SuperFifty, BioAtlantis
		Extract of Sorghum roots, killed bacteria	N/A	N/A
Total 945**				

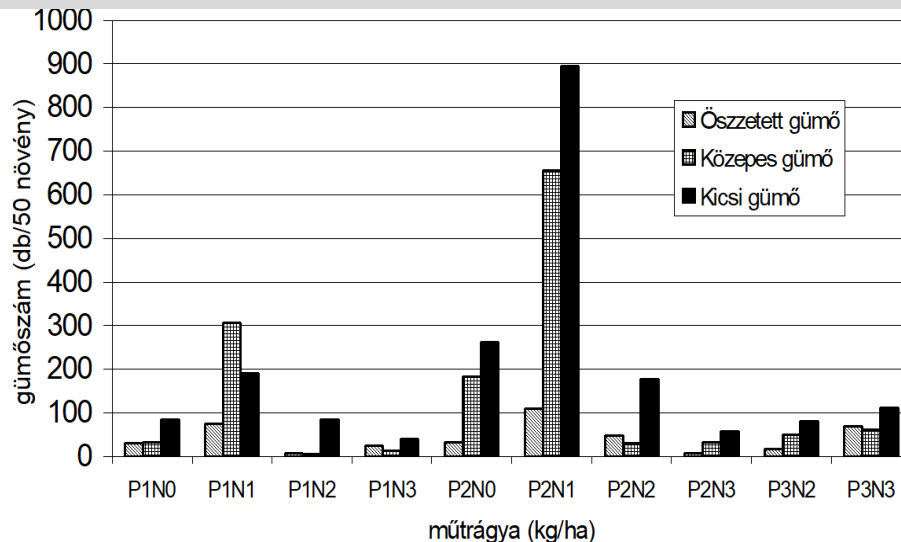
106 különböző BE felhasználása, 136 kísérlet, ebből 47 szabadföldi és 89 tenyészedényes kísérleti eredmény feldolgozása, többszáz (945) valós adat.

Talaj pH, szervesanyag és a felvehető foszfor oltás-hatása

a Negatív hatás Pozitív hatás



Tarka koronafürt gümőszáma (Biró B, 2008)



N-műtrágya: N_1-45 , N_2-90 , N_3-135 , N_4-180 , $kg\ ha^{-1}$,

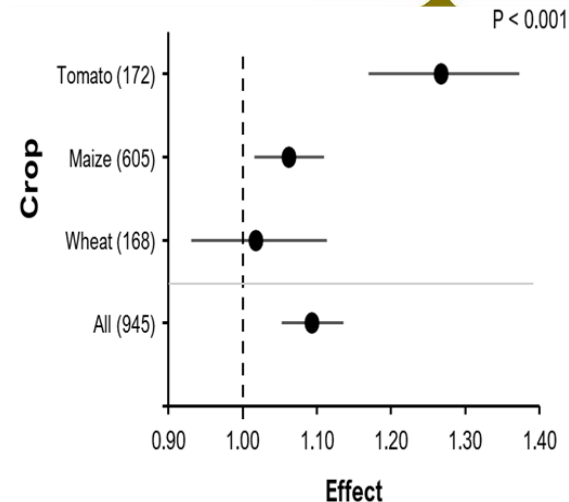
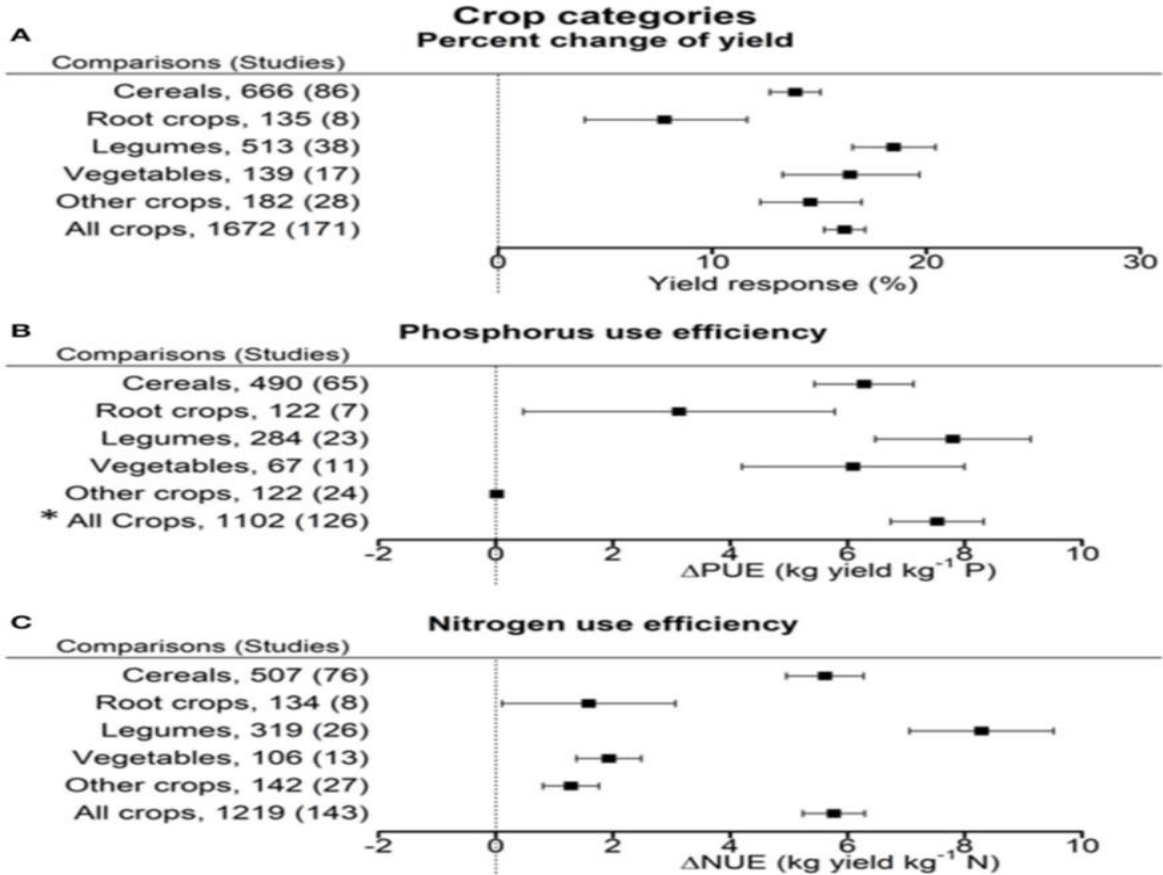
P-műtrágya: $P_1 - 120$, $P_2 - 240$, $P_3 - 360$ $kg\ ha^{-1}$

140 kg/ha Nitrogén műtrágya kiváltása!

Gyenge homoktalajon is csak **45 kg starter N-dózisra** volt szüksége a növénynek!

A talaj semleges, gyengén lúgos pH-jára kell törekedni. A sok mű- és szerves-trágya, a nagyon magas foszfor-tartalom visszاسzorítja az oltáshatásokat, akár negatív irányba is. Kevés starter trágya kedvező lehet. Okszerűség a növény részéről! A kezdeti energiáját növelve lehet képesebb a kapcsolatra.

Minden növény azonos módon reagál?



Bacillus amyloliquefaciens oltás



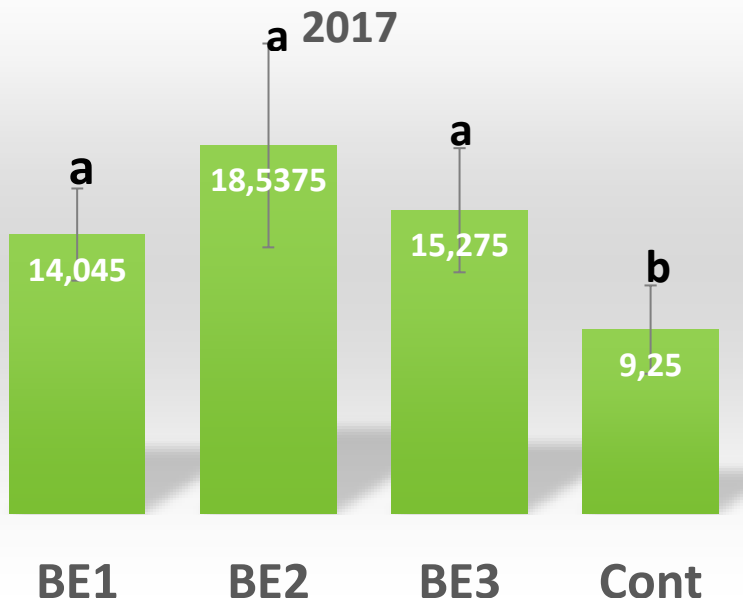
A pillangósok (Legumes) oltása jobb Nitrogén- és Foszfor-hasznosulást okoz (akár 20 %-os termés-növekedést is). A gyökérzöldségek (Root-crops) és a gabonák (Cereals) kevésbé reagálnak, a paradicsom pedig igen jól, mivel ott a palántázás miatt 2 oltásra is lehetőség van.

Terméshnövelő hatás és a paradicsom íze is jobb lesz!

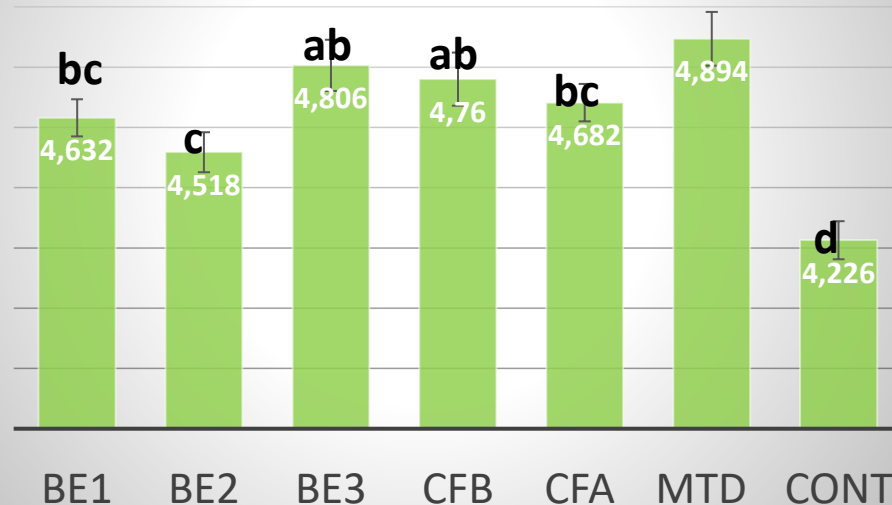
(kg/parcella, 2017, 2. szedés, Soroksár, gyengén humuszos homoktalaj)

BIOEFECTOR

Paradicsom (var Mobil) termés,
2017



Paradicsom (var Mobil) brix%
értékei, SZIE 2017

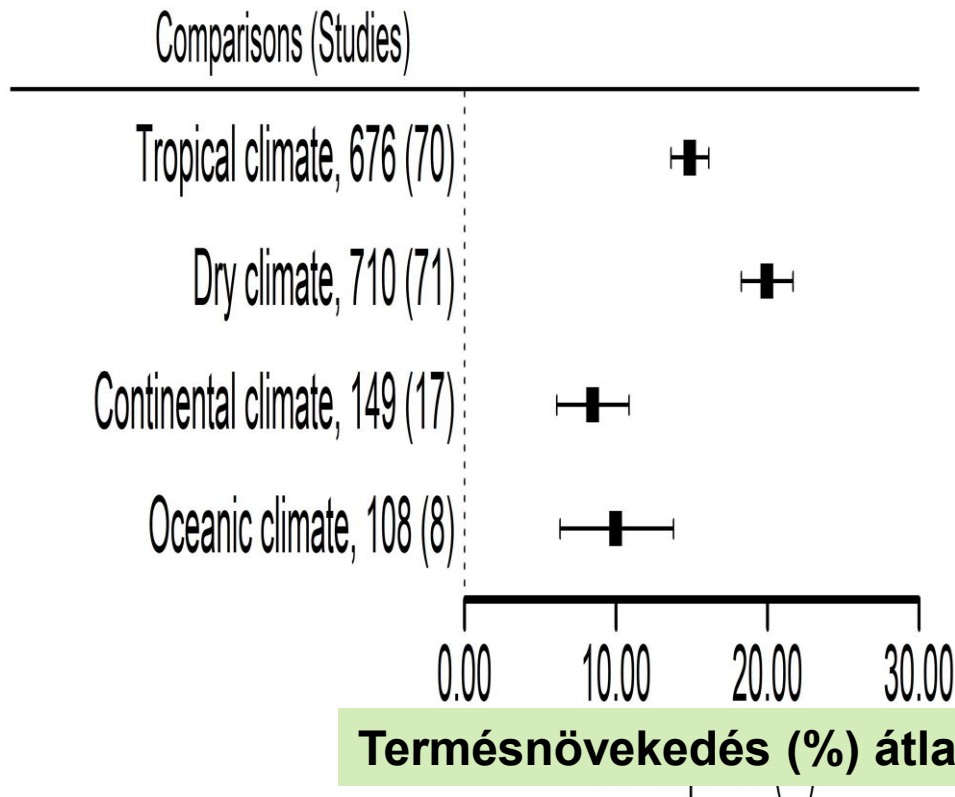


BE1: *Trichoderma hartianum*-T22 (Trianum); **BE2:** *Pseudomonas fluorescens* (Proradix); **BE3:** *Bacillus amyloxyquefaciens* (Rhizovital); CFB és CFA: mikroelem-Zn, Mn-kiegészítés is, MTD-hazai izolálású *Trichoderma* törzs, Cont: oltatlan)

Kétszeres termés-mennyiség a BE2 talajoltással. Jobb beltartalom, édesebb, finomabb termés mindegyik oltással és talaj-kezeléssel.

Dudás A...Biró B (2017): Pak. J. Agricultural Sci., 54(4), 847-856

Percentage change of yield as affected by climate



Hatékonyabb az oltás a szélsőséges és a növényekre (is) negatívan ható talaj-klimatikus körülmények között!

Trópusi és/vagy a száraz, (dry) klímán eredményesebb a kontinentális vagy az óceáni körülményekhez viszonyítva.

A 10%-os átlagos termés-növekedés is figyelemre-méltó a hazai klímán!

Mit láthatunk? Egészséges vagy nem?



Bolygatás nélküli vagy intenzív művelés

Egyszerű talaj-eliszapolási teszt mutatja, hogy a talaj-fizikai stabilitása (*morzsa-állékonysága*) megfelelő-e?

Tartós talajbiológiai aktivitás (és kellő humusz-tartalom) nélkül szét-málló, pusztuló talajok!

A humusz-szegény talajban hatásos(abb) a baktérium-oltás, de! a talaj ettől még nem lesz jobb! A humusz-tartalmat és a talaj-szerkezetet is javítani kellene ebben az esetben a tartósabb és jobb növényi produkcióhoz!

2. táblázat: a talajok minőségét és a talajegészséget jelző tulajdonságok és azok mértékének megítélése

VIZSGÁLT TALAJ-NÖVÉNY TULAJDONSÁG	ALACSONY ÉRTÉK	KÖZEPES ÉRTÉK (ELFOGADHATÓ, DE RIASZTÁSI FOKOZAT)	JÓ ÉRTÉK (ELÉRHETŐ OPTIMUM)
FIZIKAI-KÉMIAI TULAJDONSÁGOK			
Szín, mélység és árnyalat (adott típuson belül)	kategórián belül halvány, sárgás árnyalat	sárgásbarnás szín	inkább sötét és feketés
Szerkezet és morzsalékosság	kérges, göröngyös, hasábos, kevés morzsa, sok por	kérges, szemcsés, sok 10 mm-es morzsa	morzsalékony, 3-10 mm-es morzsákra könnyen szétomlik
Kézi kötöttség-mérési értékek mechanikusan	5 cm-es, vagy kisebb penetráció	5-20 cm-es penetrációs érték	20 cm-nél mélyebb penetráció a talajban
Vízáteresztő-képesség (0-20 cm-es réteg)	7 percnél több idő szükséges	3-5 perc hatóidő kell	kevesebb, mint 3 perc is elég
Talajsavanyúság, pH	5 körüli	5,5-6,5	6,5-7,5
Fedettség (mulcs vagy élő növények)	30-50% alatti takarás	50-75%-os talajfedettség	a talajnak több mint 75%-a fedett
BIOLÓGIAI TULAJDONSÁGOK			
Gyökérfajlódás (0-20 cm mélységben)	hajszálgökök a felszín közelében	hajszálgökök az ásott rétegben	hajszálgökök az ásott réteg alatt is
Földgigiliszták (db/m ²)	0-3 db	4-6 db	több mint 6 db
egyéb talaj-állat típus	kevesebb, mint 2	2-5 féle	5-nél többféle
Fonálféreg (1 látótérben)	1-2 baktériumevő	2-nél több növénypredátor	2-3 db és -féle jótékony szervezet
Baktérium:gomba arány	1:0 (élesztőgombák)	1:1 (élesztő és fonalas)	1:2-3, több (főleg fonalas gomba)
Sziderofor-termelők	nincsenek vagy kevés	Sok, de kevés a gyökéren	gyökéren és növénybelsőben is
Cellulózlebontók és antagonista gombák+	nincsenek	keves	sok ilyen van

<https://www.agronaplo.hu/szakfolyoirat/2018/06/szantofold/talajegytem-gyakorlo-gazdaknak-avagy-hogyan-ismerjuk-meg-a-talajainkat> - Biró B, Agronapló, 2018, 06. p. 32-35.

Hogyan tovább, kitekintés!



- A mikrobiális oltások, baktérium-trágyák a meta-analízisek alapján is bizonyítottak - **termésnövelés, termés-minőség, termés-védelem** és **talajminőség** javulás is lehetséges.
- De! **NEM „trágyák”**, nem anyagukban, hanem élettani, biokémiai tulajdonságaik szerint **a növénygel együttműködve és a talaj/környezeti-tulajdonságok szerint** tudják a hatásukat kifejteni.
- Az engedélyezések és az oltás-kategóriák, de a róluk ismert és általános felhasználási módszerek **nem segítik a gazdákat** az eligazodásban és a kellő hatékonyság elérésében.
- A biztosabb és eredményesebb felhasználáshoz fontos lenne még a talajok **fizikai-kémiai-biológiai paramétereinek** az előzetes ismerete és az oltásoknak az adott technológiába illesztése is.
- **A „precíz” növény-, talajspecifikus alkalmazásokhoz szakértői, monitoring háttér-kapcsolódásokra van/volna szükség!**

Köszönetnyilvánítás

1) Eu-Kp7-BIOFEKTOR (www.biofector.info)

„Resource Preservation by Application of BIOeffECTORs in European Crop Production”



Development of alternative
Fertilisation Systems
by use of
BIO-EFFECTORS

An integrated project (312117) within
the 7th EU Framework Programme

Duration: 01.09.2012 - 31.08.2017
Funding: € 5.999.821

21 partners from science, industry
& public associations in 11 countries



MATE, Biológiai Talajerőgazdálkodó Szakirányú Továbbképzés!

Talajok komplex vizsgálatai, monitorozás, szaktanácsadás és oktatás!

biro.borbala@gmail.com, Tel: +3630-7200663

