

## A különböző baktérium készítmények hatása a talaj könnyen felvehető foszfortartalmára és az angolperje (*Lolium perenne* L.) biomasszájára

Jakab Anita – Balláné Kovács Andrea – Tállai Magdolna – Kátai János

Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományi Centrum  
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar  
Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen  
jakaba@agr.unideb.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

Tenyészedenyes kísérletben vizsgáltuk a különböző mikrobiológiai készítmények egyes talajtulajdonságok változására, valamint növényi biomasszára kifejtett hatását. A kísérletet 2010-ben a DE AGTC MÉK Agrokémiai és Talajtani Tanszékén állítottuk be három ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben. Az alkalmazott tesztnövény az angolperje (*Lolium perenne*, L.) volt. A kísérletet Látókép környékéről származó mészlepedékes csernozjom talajon állítottuk be.

Laboratóriumi vizsgálatokban meghatároztuk a talaj könnyen felvehető  $P_2O_5$ -tartalmát, a foszfatáz enzim aktivitását, az angolperje foszfortartalmát, száraztömegét.

Főbb megállapításaink a következőkben foglalhatók össze:

- A baktériumtrágyák a NPK alapkezelés melletti alkalmazásukkor szignifikánsan pozitív hatást fejtettek ki a talaj könnyen oldható foszfortartalmára (AL- $P_2O_5$ ).
- A talaj foszfatáz enzim aktivitását az alkalmazott mikrobiológiai készítmények minden esetben erőteljesen fokozták, a legnagyobb hatást azonban a Bactofil A készítmény eredményezte.
- A növény edényenként kivont foszfor mennyisége az alkalmazott mikrobiológiai készítmények hatására szignifikánsan növekedett. Ez esetben az EM-1 és Microbion UNC készítmények bizonyultak hatásosabbnak.
- Az alkalmazott baktérium készítmények egyike sem okozott kimutatható szignifikáns változást az angolperje terméseredményeit illetően, sem önmagukban, sem szalma kezelés melletti alkalmazás esetén.

**Kulcsszavak:** mészlepedékes csernozjom talaj, AL- $P_2O_5$ , foszfatáz enzim aktivitás, baktériumtrágya hatás, angolperje, növényi biomassza.

### SUMMARY

In pot experiment the effect of different bacterial fertilizers on some soil properties, and the amount of plant biomass were studied. The experiment was set up in 2010 at the Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, in a three replications in a random block design. The ryegrass (*Lolium perenne*, L.) was used as a test plant. The studied soil type was calcareous chernozem soil from Látókép.

In our laboratory AL-soluble  $P_2O_5$  content of soil, the phosphatase enzyme activity of soil, the dry weight of rye-grass, and the phosphorus content of rye-grass were determined.

The results of the study were the following:

- The bacterial fertilizers - by basic treatments NPK - had significant positive effect on the AL-soluble phosphorus content of the soil.
- The soil phosphatase enzyme activity was increased in all cases strongly by the microbial preparations used, the greatest impact was the Bactofil A bacterial fertilizer.
- The plant educed P values significantly increased by the effect of microbial products, in addition to the fund NPK. In this case, the EM-1 and Microbion UNC bacterial fertilizer were the effective.
- In case of the rye-grass biomass none of the bacterial preparations used caused any significant changes, either alone or when used them with straw treatment.

**Keywords:** calcareous chernozem soil, AL-soluble  $P_2O_5$ , phosphatase enzyme activity, the effect of biofertilizer, rye-grass, plant biomass.

### BEVEZETÉS, IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A foszfor az élő szervezetek egyik legfontosabb tápeleme. Sejtalkotók, foszforproteinek, foszfolipidek, sejtártyák (membránok) építőeleme, sejtek szerkezetét és elrendeződését elősegítő vegyületek alkotója, számos olyan élettani folyamatban megtalálható, mint a fotoszintézis, a légzés, az energiaközvetítő- és átalakító anyagcsere-folyamatok. A foszfor DNS és RNS alkotórészeként közreműködik az életfolyamatok szabályozásában. Az ATP, ADP, koenzimek összetevőjeként foszforilálási folyamatokban, növények energiaháztartásában vesz részt (Debreczeni és Sárdi, 1999).

A talaj összes-P tartalma 500–800 mg/kg P, száraz talajra vonatkoztatva (Mengel és Kirkby, 1987), ebből a talajoldat mindösszesen  $10^{-2}$ – $10^{-3}$  mol/m<sup>3</sup> foszfort tartalmaz, ami a szántóföldi vízkapacitás 60%-ánál 0,14–0,014 kg/ha P mennyiségnek felel meg (Hossner et al., 1973).

A talaj könnyen oldható foszfor-tartalmának meghatározását elsőként Sigmond (1901) végezte el hazánkban, a meghatározáshoz salétromsavas extrakciót használt.

Mai gyakorlatban az egyik leginkább alkalmazott kivonószerként ammónium-laktátot (AL) használnak (Egnér et al., 1960), mely jó pufferoló képességével megakadályozza a különböző foszforvegyületek kicsapódását, ezáltal pontosabban mérhető a könnyen oldható foszfor mennyisége a talajban.

Holló et al. (1991) csernozjom barna erdőtalajon a foszfor műtrágyázás hatását vizsgálta, több éven át kezelt parcellák esetében, kukorica – tavaszi árpa – őszi búza vetésforgóban, a talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmát tekintve. Megállapításuk szerint, az AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> önmagában csak közelítő információt nyújt a talaj könnyen felvehető P tartalmáról. A kísérleti eredményekben kiemelkedett, hogy a legmagasabb P igénnyel a vetésforgóból az őszi búza rendelkezett.

Izsáki és Iványi (2002) és Izsáki (2009) több éves tartamkísérletben a feltöltő és pótló trágyázás AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> és AL-K<sub>2</sub>O tartalomra kifejtett hatását vizsgálták. Vizsgálataik alapján megállapították, hogy mind a feltöltő, mind a pótló foszfortrágyázás növelte a talajok könnyen oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalmát. A foszfortrágyázás nélküli területeken a felvehető foszforkészlet folyamatosan csökkent, ami a talajok degradációját is elősegítette.

A kereskedelmi forgalomban egyre szélesebb körben elterjedő baktériumkészítmények hatásairól kevés tudományos adat áll rendelkezésünkre. A termékek kibocsátói egyfajta környezetkímélő tápanyag-utánpótlás céljából kifejlesztett készítményeket juttatnak a piacra. A mikrobiológiai készítmények használatával fokozható a talaj mikrobiológiai potenciálja, javítható a talajszerkezet, módosulhat a tápelemek felvehetősége (Solti, 2004).

Balláné et al. (2008) tenyészedényes kísérletben vizsgálták az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> műtrágya, valamint a Phylazonit Mc baktériumkészítmény a talaj könnyen oldható tápelem tartalmára kifejtett hatását. A kísérletben Látókép környékéről származó mészlepedékes csernozjom és Újfehértó környékéről származó savanyú homoktalajt alkalmaztak. Eredményeik alapján megállapították, hogy az emelkedő adagban kijuttatott NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> műtrágya hatására csökkent a tenyészidő végén mérhető AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mennyisége a talajban. A baktériumkészítmény alkalmazása homoktalajon statisztikailag igazolható mértékben csökkentette a talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mennyiségét.

Kincses et al. (2008) baktériumkészítmények növényi biomasszára kifejtett hatását vizsgálták háromféle talajtípuson. Eredményeik szerint a legmagasabb biomassza produktumot a mészlepedékes csernozjom talaj esetén tapasztalták, míg a legkisebb a savanyú homoktalajon volt megfigyelhető. A baktériumtrágyák alkalmazása statisztikailag igazolható mértékben növekedést okozott az angolperje száraztömeg értékeiben a csernozjom talaj esetében.

Katai et al. (2008) mű- és baktériumtrágya hatását vizsgálták tenyészedényes kísérlet keretein belül, mészlepedékes csernozjom és humuszos homoktalajon. A kísérletben alkalmazott baktériumtrágya szignifikánsan fokozta az össz-, valamint nitrifikáló baktériumok számát mindkét talajon. Statisztikailag igazolták, hogy a kezelések pozitívan befolyásolták a talajtulajdonságok változását (biomassza-N, ureáz enzim aktivitás), a növényi biomassza alakulását.

Szabó (1986) szerint a talajok foszfatáz enzim aktivitását számos talajtényező befolyásolja, mértéke évszakos változatosságot mutat, amit a növénytakaró összetétele és a vetésforgó is befolyásolhat. A talajba juttatott szerves és szervetlen trágyák hatására az enzimaktivitás mértéke általában növekszik, azonban foszfatáz gátlás valósulhat meg foszfát-tartalmú műtrágyák, valamint mész talajba juttatásával.

Lukácsné és Zsuposné (2008) hagyományos és ökológiai gazdálkodási rendszerekben vizsgálták a mészlepedékes csernozjom talaj egyes tulajdonságainak változását. Azonos környezeti feltételek mellett végzett gazdálkodási módok összehasonlítását végezték, megmérték a talaj fizikai kémiai és mikrobiológiai, valamint enzimaktivitás értékeit. A vizsgálatok közül a foszfatáz enzim aktivitást kiemelve, megállapították, hogy annak mértéke az ökológiai gazdálkodás esetében magasabbnak bizonyult, a hagyományos gazdálkodási formával szemben. A mért foszfatáz aktivitás értékei a 17,02–23,92 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg/100 g/2 h között változtak.

Dolgozatomban a különböző baktériumtrágyák felhasználásával beállított tenyészedényes kísérletben a talaj könnyen oldható P-tartalmának, foszfatáz enzim aktivitásának, az angolperje által kivont foszfor-tartalomnak, valamint termesztett angolperje biomasszájának változásait mutatom be.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A tenyészedényes kísérletet 2010 májusában a DE AGTC MÉK Agrokémiai és Talajtani Tanszék tenyészházában állítottuk be Látókép környékéről származó mészlepedékes csernozjom talajon, melynek főbb tulajdonságait az 1. táblázatban szemléltetjük. A talaj foszfor-ellátottsága közepes volt. Tesztnövényként angolperjét (*Lolium perenne* L.) alkalmaztunk. A tenyészedényekbe 1–1 kg légszáraz talajt mértünk be. Minden edénybe 0,6 g angolperje magot vetettünk el.

A kísérletben alkalmazott kezeléseket a 2. táblázatban mutatjuk be. A kezeléseket edényenként 20 cm<sup>3</sup> NPK oldatot (ami megfelel 0,2857 g/20 cm<sup>3</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 0,1915 g/20 cm<sup>3</sup> KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; 0,0625 g/20 cm<sup>3</sup> K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> hatóanyagoknak), 3 g szalmát, valamint Bactofil A (20 cm<sup>3</sup>), EM-1 (15 cm<sup>3</sup>) és Microbion UNC (0,01 g) baktériumtrágya készítményeket tettünk, a baktériumtrágyákat 2000-szeres hígításban alkalmaztuk. A kísérletben kijuttatott baktériumtrágya mennyiségek a hektáronként ajánlott kijuttatandó adag kétszeresének feleltek meg.

Az edények öntözését súlykiegészítés alapján végeztük, minden nap a szántóföldi vízkapacitás 60%-ára. A talaj-, valamint a növényi minták begyűjtésére a kísérlet kezdetétől számított 8. héten került sor.

A kísérletben alkalmazott talaj főbb tulajdonságai

Talaj tulajdonságok(1)	Mészlepedékes csernozjom talaj(2)
Hu%(3)	1,65
K <sub>A</sub> (4)	37,5
pH(KCl)(5)	5,50
pH(H <sub>2</sub> O)(6)	6,60
AL-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)(7)	140
AL-K <sub>2</sub> O (mg/kg)(8)	316,25
Li%(9)	51,36

Table 1: Important parameters of soil applied in the pot experiment

Soil properties(1), Calcareous chernozem soil(2), Humus%(3), K<sub>A</sub>: plasticity index according to Arany(4), pH<sub>(KCl)</sub>(5), pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub>(6), AL-soluble phosphorus(7), AL-soluble potassium(8), Li% (Clay and silt content part)(9)

A kísérletben alkalmazott kezelések

Kezelés(1)	Alapkezelés(2)	Baktériumtrágya(3)
1	Kontroll (0)(4)	0
2	NPK*(5)	0
3	Szalma(6)	0
4	0	Bactofil A(7)
5	NPK(5)	Bactofil A(7)
6	Szalma(6)	Bactofil A(7)
7	0	EM-1(8)
8	NPK(5)	EM-1(8)
9	Szalma(6)	EM-1(8)
10	0	Microbion UNC(9)
11	NPK(5)	Microbion UNC(9)
12	Szalma(6)	Microbion UNC(9)

\*NPK: N=NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, P=KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, K=K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>

Table 2: The experiment treatments

Treatment(1), Basic treatment(2), Bacterial fertilizer(3), Control(4), NPK(5), Straw(6), Bacofil A bacterial fertilizer(7), EM-1 bacterial fertilizer(8), Microbion UNC bacterial fertilizer(9)

A talajminták AL-oldható P-tartalmának meghatározása Egnér et al. (1960) szerint történt. A talajok foszfatáz enzim aktivitásának meghatározása Krámer és Erdei (1959) alapján végeztük. A növényi minták foszfor-tartalmát kénsavas roncsolást követően molibdénkék színezéses módszerrel, spektrofotometriásan határoztuk meg (Loch et al., 1982). A növényi biomassza száraztömegének meghatározása 105 °C-on való szárítás után történt. A száraztömegek és a száraztömegek ismeretében számoltuk az edényenként kivont foszfor mennyiségeket.

A kísérletben alkalmazott Bactofil A mikrobiológiai készítmény egy vizes szuszpenzió, melynek kémhatása 5 – 6,5 pH körül mozog, összes csíraszám minimum:  $4,3 \times 10^9$  sejt/cm<sup>3</sup>, tartalmaz a mikrobákon kívül makro- és mikroelemeket, a mikroorganizmusok által bioszintetizált enzimeket. Az EM-1 készítmény összcsíraszám 5 milliárd/cm<sup>3</sup>, mely több mint 80 törzset (aerob, anaerob baktériumok, mikro- és sugárgombák) tartalmaz. A Microbion UNC egy szilárd baktérium készítmény, melynek kémhatása 5,5 pH körül mozog, összcsíraszám  $4 \times 10^{10}$  db/g. Savanykás illatú por, mely mikroorganizmusokat, általuk szintetizált hatóanyagokat, vitaminokat, GM-8 szárított kukoricacsutka őrleményt, szárított sörélesztőt tartalmaz.

A kéttényezős kísérletet véletlen blokk elrendezésben állítottuk be, kezelésként három ismétlésben. Az eredmények átlagértékei között statisztikailag igazolható eltérések vizsgálatához a Microsoft Office Excel statisztikai adatelemzésének kéttényezős varianciaanalízisét alkalmaztuk.

## EREDMÉNYEK

### A kezelések hatása a talaj AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> értékeire

A kísérletünkben meghatároztuk a talajminták AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> átlagértékeit, melyeket a 3. táblázatban szemléltetünk. Az értékek 125,9–161,7 mg/kg intervallumban változtak.

A kontroll edényben mért AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalomhoz képest az NPK kezelés edényénél a vártnak megfelelően szignifikáns növekedést tapasztaltunk. A szalma kezelés edényében ez a hatás kisebb mértékűnek bizonyult.

3. táblázat

**A talaj AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma (mg/kg)**

Baktériumtrágya(1) →	Baktériumtrágya a nélkül (mg/kg)(3)	Bactofil A (mg/kg) (4)	SzD <sub>5%</sub> Bactofil A(5)	EM-1 (mg/kg)(6)	SzD <sub>5%</sub> EM-1(7)	Microbion UNC (mg/kg)(8)	SzD <sub>5%</sub> Microbion UNC(9)
Alapkezelés(2)↓							
Kontroll(10)	125,9	135,7		148,3		127,5	
NPK(11)	148,7	161,7	8,35	160,8	12,39	160,7	6,68
Szalma(12)	134,1	130,3		138,1		129,4	
SzD <sub>5%</sub> alapkezelés(13)		6,82		10,12		5,45	

Table 3: The AL-soluble P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> values of soil (mg kg<sup>-1</sup>)

Bacterial fertilizer(1), Basic treatment(2), Without bacterial fertilizer(3), Bactofil A(mg kg<sup>-1</sup>)(4), LSD<sub>5%</sub> Bactofil A(5), EM-1 (mg kg<sup>-1</sup>)(6), LSD<sub>5%</sub>EM-1(7), Microbion UNC (mg kg<sup>-1</sup>)(8), Control(10), NPK(11), Straw(12), LSD<sub>5%</sub> basic treatment(13).

A baktérium készítmények kontroll edényhez viszonyított hatásáról elmondható, hogy a Microbion UNC baktériumtrágya kivételével, szignifikáns AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> növekedést eredményeztek. A baktérium készítmények többnyire szignifikánsan fokozták az AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mennyiségét, a szalmához adagolva azonban nem minden esetben mutatható ki növekedés. A három baktériumtrágya közül a Microbion UNC alkalmazásakor kaptuk a legkisebb, kontroll edény értékéhez viszonyított AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> növekedést.

A legalacsonyabb átlagértéket a kontroll edényben, míg a legmagasabb a NPK alapkezelés Bactofil A baktériumtrágya kiegészítésénél tapasztaltuk.

**A kezelések hatása a talaj foszfatáz enzim aktivitására**

A talajminták foszfatáz enzim aktivitásának átlagértékeit a 4. táblázatban szemléltetjük. Az átlagértékeink a 181,01–286,27 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 g/2h tartományban mozogtak.

A kezeletlen talaj foszfatáz enzim aktivitásához képest statisztikailag igazolható mértékű növekedés mutatkozott az NPK kiegészítés hatására, ami 0,1%-os szignifikáns szinten igazolódott. A szalma kiegészítés 0,1%-os szignifikáns szinten fejtett ki pozitív hatást a kontroll edény értékéhez képest, azonban a NPK értékéhez viszonyítva ez nem mondható el.

A baktérium készítmények a kontrollhoz képest, mind a NPK, mind a szalma kezelések kiegészítéseként szignifikáns növekedést okoztak.

Kapott eredményeinknél a legalacsonyabb enzimaktivitást a kontroll edénynél, a legmagasabb értéket a Bactofil A baktérium készítmény alkalmazásánál mértük.

4. táblázat

**A talaj foszfatáz enzim aktivitása (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mg /g/2 h)**

Baktériumtrágya(1) →	Baktériumtrágya nélkül (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / g/2 h)(3)	Bactofil A (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g/ 2 h)(4)	SzD <sub>5%</sub> Bactofil A(5)	EM-1 (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g/2 h)(6)	SzD <sub>5%</sub> EM-1(7)	Microbion UNC (mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 100 g/2 h)(8)	SzD <sub>5%</sub> Microbion UNC(9)
Alapkezelés(2)↓							
Kontroll(10)	181,01	286,27		250,51		238,26	
NPK(11)	227,91	259,95	4,66	241,55	4,61	229,30	4,60
Szalma(12)	226,96	258,84		266,48		251,97	
SzD <sub>5%</sub> alapkezelés(13)		3,80		3,76		3,76	

Table 4: The phosphatase enzyme activity os soil (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100 g<sup>-1</sup> 2h<sup>-1</sup>)

Bacterial fertilizer(1), Basic treatment(2), Without bacterial fertilizer(3), Bactofil A (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> 2h<sup>-1</sup>)(4), LSD<sub>5%</sub> Bactofil A(5), EM-1 (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> 2h<sup>-1</sup>)(6), LSD<sub>5%</sub>EM-1(7), Microbion UNC (mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 100g<sup>-1</sup> 2h<sup>-1</sup>)(8), Control(10), NPK(11), Straw(12), LSD<sub>5%</sub> basic treatment(13)

**A kezelések hatása az angolperje száraztömegére**

A kezeléskombinációk hatására kialakult növényi száraztömeg átlagértékeinek alakulását az 5. táblázatban szemléltetjük.

Az angolperje száraztömegeinek átlagértékei 1,410–5,210 g/edény között változtak. Az 5. táblázatból megállapítható, hogy a kontroll edény értékéhez (1,953 g/edény) képest az NPK kiegészítés szignifikánsan növelte a száraztömegeket (4,730 g/edény). A kontroll edényben mért értékekhez viszonyítva a szalma kiegészítés (1,630 g/edény) nem fejtett ki szignifikánsan igazolható mértékű hatást, egy kismértékű tömegcsökkenés azonban észlelhető volt. Ez valószínűleg a szalma alkalmazásának következtében fellépő N immobilizáció hatása lehet.

Az angolperje száraztömeg átlagértékei (g/edény)

Baktériumtrágya(1)→	Baktériumtrágya nélkül (g/edény)(3)	Bactofil A (g/edény)(4)	SzD <sub>5%</sub> Bactofil A(5)	EM-1 (g/edény)(6)	SzD <sub>5%</sub> EM-1(7)	Microbion UNC (g/edény)(8)	SzD <sub>5%</sub> Microbion UNC(9)
Alapkezelés(2)↓							
Kontroll(10)	1,953	1,860		1,803		2,013	
NPK(11)	4,730	5,156	0,762	5,176	0,974	5,210	0,723
Szalma(12)	1,630	1,410		1,663		1,476	
SzD <sub>5%</sub> alapkezelés(13)	0,622			0,795		0,590	

Table 5: The dry matter production of ryegrass (g pot<sup>-1</sup>)

Bacterial fertilizer(1), Basic treatment(2), Without bacterial fertilizer(3), Bactofil A (g pot<sup>-1</sup>)(4), LSD<sub>5%</sub> Bactofil A(5), EM-1 (g pot<sup>-1</sup>)(6), LSD<sub>5%</sub>EM-1(7), Microbion UNC (g pot<sup>-1</sup>)(8), Control(10), NPK(11), Straw(12), LSD<sub>5%</sub> basic treatment(13)

A baktériumkészítmények hatásait elemezve megállapítható, hogy a baktériumos kiegészítésnek egyik termék esetén sem volt szignifikánsan igazolható hatása a perje szárazanyag felhalmozására. Az összes kezeléskombinációt tekintve megállapítható, hogy a legalacsonyabb száraztömeget a Bactofil A baktériumtrágya szalma alapkezelése esetén, a legmagasabbat pedig az NPK+Microbion UNC kombinált kezelés esetében mértük.

### A kezelések hatása az angolperje kivont foszfor értékeire

Az angolperje által kivont foszfor átlagértékeinek változását a 6. táblázatban szemléltetjük.

Az angolperje által edényenként kivont foszfor átlagértékei a 13,10 –61,59 mg/edény értéktartományban mozogtak.

Az angolperje által kivont foszfor mennyisége a kontroll edény értékéhez viszonyítva, az NPK kezelés hatására statisztikailag igazolható mértékben nőtt. A szalma alapkezelés csökkentette a növény által kivont foszfor-tartalmat.

A baktériumkészítmények a kontroll átlagértékéhez viszonyítva egyik készítmény esetében sem eredményeztek kimutatható változást. Az NPK alapkezelés kiegészítéseként alkalmazva azonban az EM-1 és Microbion UNC baktériumtrágyákkal kombinált edényekben statisztikailag igazolható mértékű növekedést tapasztaltunk a csak műtrágyás kezelés értékéhez képest. Ez a hatás 0,1%-os szignifikáns szinten igazolódott. A szalma alapkezelés baktériumtrágyával kombináltan, hasonlóan az alapkezelésnél tapasztaltakhoz nem eredményezett változást.

A legmagasabb átlagértéket az NPK+EM-1 kezelésnél, míg a legalacsonyabb kivont foszfor mennyiséget az EM-1 baktériumtrágya szalma kezelés melletti alkalmazásánál tapasztaltuk.

Az angolperje által kivont foszfor mennyisége (mg/edény)

Baktériumtrágya(1)→	Baktériumtrágya nélkül (mg/edény)(3)	Bactofil A (mg/edény)(4)	SzD <sub>5%</sub> Bactofil A(5)	EM-1 (mg/edény)(6)	SzD <sub>5%</sub> EM-1(7)	Microbion UNC (mg/edény)(8)	SzD <sub>5%</sub> Microbion UNC(9)
Alapkezelés(2)↓							
Kontroll(10)	18,12	16,24		15,15		19,09	
NPK(11)	50,07	51,41	4,99	61,59	5,57	56,74	4,50
Szalma(12)	13,65	14,41		13,10		14,38	
SzD <sub>5%</sub> alapkezelés(13)	4,08			4,55		3,67	

Table 6: The educed P values of rye-grass (mg pot<sup>-1</sup>)

Bacterial fertilizer(1), Basic treatment(2), Without bacterial fertilizer(3), Bactofil A (mg pot<sup>-1</sup>)(4), LSD<sub>5%</sub> Bactofil A(5), EM-1 (mg pot<sup>-1</sup>)(6), LSD<sub>5%</sub>EM-1(7), Microbion UNC (mg pot<sup>-1</sup>)(8), Control(10), NPK(11), Straw(12), LSD<sub>5%</sub> basic treatment(13)

### KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Az eredményeinket összegezve megállapíthatjuk, hogy a NPK műtrágyázás önmagában való alkalmazásakor szignifikáns növekedést eredményezett minden mért mutató esetében.

A szalma alapkezelések csökkenést eredményezettek, esetenként statisztikailag igazolható mértékben (talaj AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tartalma).

A baktériumtrágyák önmagukban alkalmazva egyes esetekben növekedést fejtettek ki (AL-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, foszfátáz enzim aktivitás).

A talaj AL-oldható P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-tartalma az alkalmazott mikrobiológiai készítmények a NPK alapkezelés kiegészítéseként szignifikánsan igazolható mértékű növekedést eredményeztek.

A talaj foszfataz enzim aktivitása mindhárom mikrobiológiai készítmény alkalmazása esetén szignifikánsan nőtt. A készítmények közül ez esetben a leghatásosabbnak a Bactofil A készítmény bizonyult.

Az angolperje terméseredményei az alkalmazott mikrobiológiai készítmények hatására nem változtak, az NPK műtrágya kiegészítéseként azonban szignifikáns növekedést tapasztaltunk.

Az angolperje által kivont foszfor mennyiségeket illetően megállapíthatjuk, hogy a baktérium készítmények alkalmazásával kimutatható változást nem tapasztaltunk a kontroll növény értékéhez viszonyítva. Azonban a NPK alapkezelés kiegészítéseként két készítmény statisztikailag igazolható mértékű növekedést eredményezett.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A publikáció elkészítését a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0024 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## IRODALOM

- Balláné K. A.–Kremper R.–Vágó I.–Filep T. (2008): Az NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> és a Phylazonit MC baktériumtrágya hatása a talaj könnyen oldható nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmára. Talajvédelem különszám. Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza. 361–369.
- Debreczeni B.–Sárdi K. (1999): Tápanyag-gazdálkodás. Mezőgazda Kiadó. Budapest. 45–51.
- Egnér, H.–Riehm, H.–Domingo, W. R. (1960): Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. K. LandbrHögsk. Ann. 26: 199–215.
- Holló S.–Csathó P.–Sarkadi J. (1991): A foszfor műtrágyázás hatékonysága kukorica – tavaszi árpa – őszi búza vetésváltásban egy csernozjom barna erdőtalajon. Növénytermelés. 40. 1: 51–66.
- Hossner, L. R.–Freeouf, J. A.–Felsom, B. L. (1973): Solution phosphorous concentration and growth of rice (*Oryza sativa* L.) in flooded soils. Soil Science Society of America Proceedings. 37: 405–408.
- Izsaki, Z. (2009): Phosphorus turnover of chernozjem meadow soil in a long term mineral fertilization field experiment. Cereal Res. Commun. 37: 49–52.
- Izsaki, Z.–Ivanyi, I. (2002): Changes in the AL-soluble phosphorus and potassium contents of chernozjem meadow soil in a long-term fertilization experiment. Növénytermelés. 51. 4: 703–712.
- Katai, J.–Sandor, Z.–Tallai, M. (2008): The effect of an artificial and a bacterium fertilizer on some soil characteristics and on the biomass of the rye-grass (*Lolium perenne* L.). Cereal Res. Commun. Supplements. 36: 1171–1174.
- Kincses S. I.–Nagy P. T.–Kremper R. (2008): Baktériumtrágyák hatása az angolperje (*Lolium perenne* L.) termésére különböző típusú talajon. Tudományos Konferencia Kiadvány. Kecskemét. 92–97.
- Krámer, M.–Erdei, G. (1959): Primenyenyie metoda opregvelenyia akgyivnosztyi foszfatazú v agrohímicseszkih isszedovanyijah. Pocsvovedenyije. 9: 99–102.
- Loch J.–Kiss Sz.–Vágó I. (1982): Mezőgazdasági kémia gyakorlat III. rész. Debrecen. Egyetemi jegyzet. 48–50.
- Lukácsné V. E.–Zsuposné O. Á. (2008): Mészlepedékes csernozjom talaj fontosabb paramétereinek alakulása hagyományos és ökológiai gazdálkodási rendszerekben. Talajvédelem különszám. Bessenyei György Könyvkiadó. Nyíregyháza. 455–464.
- Mengel, K.–Kirkby, E.A. (1987): Principles of Plant Nutrition. 4<sup>th</sup> Edition. International Potash Institute. IPI. Bern. Switzerland.
- Sigmond E. (1901): Adatok a talaj asszimilálható foszforsavtartalmának meghatározásához. Magyar Chemiai Folyóirat. 7: 4–7.
- Solti G. (2004): Talajoltó baktériumtrágyák. Magyar Mezőgazdaság. 59. 39: 19.
- Szabó I. M. (1986): Az általános talajtan biológiai alapjai. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 133–137.