

Természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonysága szabadföldi kísérletekben: II. Burgonya (*Solanum tuberosum* L.)

¹DOBOS ATTILA-¹VÍG RÓBERT-²MOLNÁR KRISZTINA-¹NAGY JÁNOS

¹Magyar Tudományos Akadémia-Debreceni Egyetem,

Földművelési és Területfejlesztési Kutatócsoport, Debrecen

²Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma,

Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Debrecen

Összefoglalás

A fenntartható mezőgazdasági fejlődésben fontos szerepe van a biotrágyáknak, ugyanis a környezet kémiai terhelése nélkül segítik elő a talaj termékenységének fenntartását, növelik a kultúrnövények ellenállóképességét, valamint javítják a termésbiztonságot és a termés minőségét.

2006-tól 2008-ig természetes alapanyagú lombtrágyák hatékonyságát vizsgáltuk szabadföldi körülmények között Hajdúszoboszló déli termelési körzetében, réti csernozjom talajon. Vizsgálatai célunk annak megállapítása volt, hogy a Natur Vita (*Chlorella vulgaris* és *Spirulina platensis*), a Natur Plasma (*Chlorella spp.*) és az Amalgerol Prémium (alginát, mannitol, laminarin stb.) lombtrágyák képesek e további termésközelítést biztosítani az alaptrágyázáson felül állománykezelésben és tarlókezelésben. A hatékonysági vizsgálatokat vetőmag kukoricaállományban kezdtük el, majd 2008-ban kiterjesztettük az étkezési burgonya-előállításra is.

A vizsgált készítmények képesek javítani a burgonyaállomány kondícióját, valamint az alkalmazott kezeléstől függően az alaptrágyázáson felül további termésközelítést biztosítanak, viszont kombinált alkalmazásuk nem eredményez szignifikánsan nagyobb termést, mint a készítmények önmagukban történő kijuttatása.

Kulcsszavak: burgonya, SPAD, lombtrágya, hatékonyság

The efficiency of natural foliar fertilisers in field experiments: II. Potato (*Solanum tuberosum* L.)

¹A. DOBOS–¹R. VÍG–²K. MOLNÁR–¹J. NAGY

¹Hungarian Academy of Sciences – University of Debrecen,

Cultivation and Regional Development Research Group, Debrecen

²University of Debrecen, Centre for Agricultural and Applied Economic Sciences,

Institute for Land Utilisation, Regional Development and Technology, Debrecen

Summary

Biofertilisers have an important role in sustainable agricultural development, as they maintain soil fertility, they improve the resistance of field crops, increase yield safety and quality with no chemical load on the environment.

We examined the efficiency of natural foliar fertilisers between 2006 and 2008 under field conditions on meadow chernozem soil in the southern production area of Hajdúszoboszló. During our examinations, we wanted to know whether the foliar fertilisers Natur Vita (*Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis*), Natur Plasma (*Chlorella spp.*) and Amalgerol Premium (alginate, mannitol, laminarin etc.) provide further yield increase besides basic fertilisation in population treatment and stubble treatment. The efficiency of these products was tested in maize population and the examinations were also extended to potato production in 2008.

The examined products are able to improve the conditions of the potato population and they provide a further yield increase on top of the basic fertilisation depending on the applied treatment, but their combined application does not result in a significantly higher yield than applying the products on their own.

Key words: potato, SPAD, foliar fertiliser, efficiency

Эффективность естественных удобрений на лиственной основе в грунтовых опытах: II. Картофель (*Solanum tuberosum* L.)

¹А. ДОБОШ–¹Р. ВИГ–²К. МОЛНАР–¹Я. НАДЬ

¹Венгерская Академия Наук–Дебреценский Университет,
Исследовательская группа земледелия и развития территорий, Дебрецен

²Центр Агро-Экономических Наук Дебреценского Университета,
Институт Землепользования,

Технический Институт и Институт Развития территорий, Дебрецен

Резюме

В устойчивом сельскохозяйственном развитии важную роль играют биоудобрения, поскольку без химической нагрузки на окружающее способствуют сохранению плодородия почвы, увеличивают сопротивляемость культурных растений, а также улучшают надёжность урожая и его качество.

С 2006 по 2008 год исследовали эффективность естественных удобрений на лиственной основе в грунтовых условиях в южном производственном районе Хайдусобосло (Hajdúszoboszló), на луговой чернозёмной почве. Цель исследований было установить, что лиственные удобрения Natur Vita (*Chlorella vulgaris* и *Spirulina platensis*), Natur Plasma (*Chlorella spp.*) и Amalgerol Prémium (alginát, mannitol, laminarin stb.) способны-ли обеспечить дальнейшее увеличение урожая в обработках сверх основного удобрения и в пожнивных обработках. Исследования эффективности начали в насаждении кукурузы для посевного материала, затем в 2008 году распространили и на производство пищевого картофеля.

Исследованные препараты способны улучшать кондиции насаждения картофеля, а также в зависимости от применённой обработки свыше основного удобрения обеспечивают дальнейший рост урожая, однако их комбинированное применение не даёт значительную прибавку урожая, чем внесение препаратов самих по себе.

Ключевые слова: картофель, SPAD, лиственные удобрения, эффективность

Bevezetés és irodalmi áttekintés

A fenntartható mezőgazdaság megköveteli a talaj termékenységének megőrzését (Reeves 1997, Gosling és Shepherd 2005), viszont az iparszerű gazdálkodás a talajtermékenység csökkenése irányában ható folyamatokat indít el a talajban, (Schwab 1990, Kim et al. 2000, Nagy 2006, 2007).

Számos olyan mikroorganizmus létezik a természetben, melyek kedvező hatást fejtenek ki a növények növekedésére és fejlődésére (Rao 2002, Vessey 2003). Ezek a mikroorganizmusok elősegítik a tápelemek feltáródását és felvételét (Smith és Read 1997, Rodríguez és Fraga 1999), szerepet játszanak a nitrogén fixálásában (Dobereiner 1997, Cakmakci et al. 2001), a kedvező talajszerkezet kialakulásában (Shetty et al. 1994, Kohler et al. 2006), segítik a vízfelvételt (Smith és Read 1997), fokozzák a növények ellenállóképességét a környezeti stressztényezőkkel (Shen 1997), nehézfémterheléssel (Gajdos 2009) és a kórokozókkal (Zehnder et al. 2001, Whipps 2001) szemben.

A mikrobiológiai készítmények előnye a kemikáliákkal szemben, hogy alkalmazásuk során nem képződnek toxikus bomlástermékek, nem halmozódnak fel a táplálékláncban, ha a szaporodás feltételei biztosítottak nincs szükség a kezelés ismétlésére, valamint alkalmazásuk nem terheli a környezetet (Gould 1990).

A biotrágyaként tesztelt algafajok elsősorban a kékmoszatok (*Cyanophyta*) és a zöldmoszatok (*Chlorophyta*) törzséből kerülnek ki (Tripathi et al. 2008, Hernandez et al. 2009). A kékmoszatok a prokariótákhoz tartoznak, vagyis valódi sejtmaggal, belső membránokkal és mitokondriummal nem rendelkeznek (Stanier és Niel 1962). Sejtfaluk szénhidrátokból és fehérjékből épül fel, színanyaguk a klorofill-a, klorofill-d, β -karotin, fikobilin és xantofilok (Metting 1996). A zöldmoszatok eukarióta élőlények, vagyis maghártyával határolt valódi sejtmaggal, belső membránokkal és mitokondriummal rendelkeznek (Stanier és Niel 1962). Sejtfaluk építőanyaga a cellulóz, színanyaguk a klorofill-a, klorofill-b, α -, β -, λ -karotin és xantofilok (Metting 1996).

Számos kísérletben igazolták a kékmoszatok termésnövelő hatását, ami abból adódik, hogy növelik a talaj szén- és nitrogéntartalmát (Zaady et al. 1998, Orlovsky et al. 2004), kedvezően hatnak a nitrogén-körforgalomban szerepet játszó mikroorganizmusok egyedszámára (Acea et al. 2003) és a talaj fizikai állapotára (Nisha et al. 2007), valamint olyan extracelluláris polimerikus vegyületeket termelnek, melyek fokozzák a növények ellenállóképességét a vízstresszel szemben (Mazor et al. 1996).

Laboratóriumi és szabadföldi kísérletekben bizonyították, hogy a zöldalgák kedvezően hatnak a csírázásra, a csíranövények fejlődésére, a fotoszintetikus pigmentek mennyiségére (Faheed és Abd-El Fattah 2008), a levelek nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmára, valamint a termés mennyiségére és minőségére (Abd El Moniem és Abd Allah 2008, Abd El Moniem et al. 2008).

Anyag és módszer

A lombtrágyák hatékonysági vizsgálatához olyan mezőgazdasági táblákat kerestünk, melyek talajtani szempontból homogénnek tekinthetők. A lehetséges táblák területét Trimble GPS Pathfinder ProXH és ArcPad 7.0 szoftver alkalmazásával határoztuk meg, majd a bemért táblák polygonjait digitalizált genetikus talajtérképhez illesztettük ArcGis 9.1 szoftverkörnyezetben. A homogenitás értékelése során azt vizsgáltuk, hogy a táblán belül a különböző talajtípusok és altípusok hol és hogyan helyezkednek el, valamint milyen a területi kiterjedésük. A kísérleteket minden esetben réti csernozjom talajon állítottuk be.

A vizsgálati területeken 2006 tavaszán és őszén digitalizált genetikus talajtérképre alapozva, Trimble GPS Pathfinder ProXH és ArcPad 7.0 szoftver alkalmazásával, átlagosan 4 hektáronként, a talaj 0–30 centiméteres rétegében, Eikelkamp típusú kézi talajfúróval talajmintákat vettünk. A burgonya előállítás talaja az Arany-féle kötöttség alapján az agyagos vályog fizikai talajféleségbe tartozott, gyengén lúgos kémhatású, gyengén meszes, kis sótartalmú volt. A vizsgálati terület humusz- és káliumtartalma megfelelőnek, nitrogén- és fosfortartalma közepesnek minősült (1. táblázat).

A vizsgálatokat étkezési burgonyaállományban (Desiree) végeztük, melynek előveteménye vetőmag-kukorica volt. A növényi maradványok felaprítása szárzúzással és tárcsázással (október eleje), a felaprított szármadarványok leforgatása ősszel (október eleje) 35 cm mély szántással, a magágykészítés február végén kombinátorral történt.

Az ültetést (március vége) 31 cm tőtávolsággal, 75 cm-es sortávolsággal, 43 000 db/ha gumószámmal végeztük, Cramer Jumbo típusú ültetőgéppel. Alaptrágyaként tavasszal (március vége) az ültetés előtt 171 kg/ha nitrogén, 40 kg/ha foszfor és 128 kg/ha kálium került kijuttatásra.

1. táblázat. A kísérleti területek talajvizsgálatai eredményeinek átlagértékei

Talajparaméterek (1)	Átlagértékek (2)
Arany-féle kötöttség (3)	45
pH _(H₂O)	8,1
CaCO ₃ (mg/kg)	1,9*10 ⁴
Vízoldható összes só (mg/kg) (4)	140
Humusz (mg/kg) (5)	3,12*10 ⁴
Összes nitrogén (mg/kg) (6)	1816
AL-P ₂ O ₅ (mg/kg)	187
AL-K ₂ O (mg/kg)	312

Table 1. Mean values of the soil analysis results of the experimental areas. (1) Soil parameters, (2) Average values, (3) Soil plasticity (Arany number), (4) Total water-soluble salt content (mg kg⁻¹), (5) Humus (mg kg⁻¹), (6) Total nitrogen (mg kg⁻¹).

2008-ban az étkezési burgonya-előállításban állománykezelésben alkalmaztuk a Natur Plasmát 2,5 százalékos töménységben (6,4 l/ha, vízmennyiség 250 l/ha), az Amalgerol Prémiumot 1,0 százalékos töménységben (2,5 l/ha, vízmennyiség 250 l/ha) és a Natur Vitát 250 g/ha-os dózisban (vízmennyiség 250 l/ha). A készítmények kijuttatása két időpontban (a lombzáródás előtt és virágzás után), azonos dózisokban, Berthoud Boxer 3000-es permetezőgéppel történt. Kombinált kezelésben a kelés után két héttel Amalgerol Prémiumot (4,0 l/ha), a lombzáródás előtt és a virágzás után Natur Plasmát (5,0 l/ha) juttattunk ki.

Vizsgált készítmények:

- Natur Plasma (*Chlorella algasűrítvény tápelemekkel dúsítva*)
- Natur Vita (*Chlorella algasűrítvény porított változata*)
- Amalgerol Prémium (*növényi illóolajok, ásványi olajok, alginát, mannitol, laminarin, algakivonat, makro- és mikroelemek*).

A kezelt és kontroll területeket 12 m szélességűre terveztük, a mintavételi pontokat pedig négy ismétlésben jelöltük ki ArcGis 9.1 szoftverkörnyezetben. A SPAD-mérések és a termésmintavétel az előre kijelölt mintavételi pontokon történt. SPAD-méréseket végeztünk Minolta SPAD-502 készülékkel az első kezelés előtt (2008. 05. 28.), a két kezelés között (2008. 07. 12.) és a második kezelés után (2008. 08. 07.). A SPAD-értékeket a burgonya lombzatának felső szintjén mértük, tövenként három levélen, a levéllemez közepén, mintavételi pon-

tonként 10 növényen. A betakarítás előtt kezelésként négy mintavételi ponton, mintavételi pontonként 5 tő alól termésmintát vettünk. A lombtrágyák hatékonyságát a gumószám (db/tő), a termés (kg/tő) és a SPAD-érték alapján értékeltük.

A termékenyülés, a terméseredmények és a SPAD-értékek eloszlását Kolmogorov-Smirnov teszttel, a varianciák azonosságát pedig Levene teszttel értékeltük. A normalitásvizsgálat minden esetben normál eloszlást igazolt, ezért a középértékek összehasonlítására paraméteres próbát választottunk. A középértékek szimultán összehasonlítását Duncan teszttel végeztük 5 százalékos szignifikancia-szinten. A SPAD-mérés módszerének meghatározása során a teljes burgonyalomb átlagos SPAD-értéke és a lombszintek átlagos SPAD-értéke közötti összefüggést lineáris regresszió-analízissel vizsgáltuk $p < 0,001$ szinten. A mérési módszerek közötti különbségek értékelése egytényezős variancia-analízissel történt.

Kísérleti eredmények

A kísérletek beállítását megelőzően vizsgáltuk a SPAD-érték eloszlását a burgonyalombon belül. A SPAD-méréseket a lombozat három szintjén (alsó, középső, felső) végeztük, lombszintenként három levélen 320 burgonyatövön. A mérési eredmények alapján meghatároztuk a burgonyalomb átlagos SPAD-értékét, valamint az egyes lombszintek átlagos SPAD-értékét és a mérési eredmények szórását. A burgonyalomb átlagos SPAD-értéke és a lombszintenként mért értékek átlaga közötti összefüggést lineáris regresszió-analízissel vizsgáltuk.

A különböző mérési módszerek közötti különbségeket egytényezős variancia-analízissel (ANOVA) értékeltük, valamint a középértékek szimultán összehasonlítását Games-Howel teszttel végeztük, mivel a vizsgált változók normál eloszlásúnak, viszont különböző varianciájúnak bizonyultak.

A lombszintenként végzett mérési eredmények átlaga alulról felfelé haladva csökkent. A legnagyobb átlagértéket az alsó lombszintre, a legkisebbet a felső lombszintre számoltuk, valamint a középső lombszint átlagos SPAD-értéke megegyezett a teljes lombozat átlagos SPAD-értékével. *Vos* és *Bom* (1993) a burgonyalomb felső levelein 10–13 százalékos SPAD-érték szórást mért. Vizsgálatunkban ezzel azonos szórást (10,1%) határoztunk meg. A mért értékek szórása az alsó lombszinten volt a legnagyobb (11,2%), a középső szinten kisebb (10,4%) és a lomb tetején a legkisebb (10,1%) (2. táblázat).

2. táblázat. A lombszintek átlagos SPAD-értéke és a burgonyalomb átlagos SPAD-értéke közötti összefüggések

Lombszint (1)	Átlag (2)	Szórás (3)	R ²	Szignifikancia (4)	Regressziós egyenlet (5)
Felső (6)	41,6	4,2	0,493	0,000	Y=0,56X+19,9
Középső (7)	43,1	4,5	0,614	0,000	Y=0,59X+17,6
Alsó (8)	44,6	5,0	0,563	0,000	Y=0,52X+19,9

Table 2. The correlations between the average SPAD value of the foliar levels and the average SPAD value of the potato foliage. (1) Foliar level, (2) Mean, (3) Standard deviation, (4) Significance, (5) Regression equation, (6) Upper, (7) Middle, (8) Lower.

A teljes burgonyalomb átlagos SPAD-értéke és a lombszintek átlagos SPAD-értéke közötti összefüggést lineáris regresszió-analízissel vizsgáltuk $p < 0,001$ szinten. Mind a három lombszint esetében szignifikáns pozitív összefüggés jelentkezett, mely a középső lombszinten bizonyult a legszorosabbnak és a felső lombszinten a leggyengébbnek (2. táblázat). A lombozat átlagos SPAD-értéke a regressziós egyenletek alapján becsülhető, de a becslés pontossága lombszintenként eltérő. A becslés hibája az alsó lombszint esetében 1,6, a középső lombszinten mérve 1,5, a felső lombszinten 1,7 SPAD-érték volt.

Számos szerző a burgonyalomb SPAD-értékének meghatározása során a lombozat tetején (Jongschaap és Booij 2004, Botha et al. 2007) vagy a lombozat középső szintjén és a tetején (Bindi et al. 2002, Döring et al. 2005) végezte a méréseket. Vizsgálatainkban a burgonyalomb átlagos SPAD-értékét a középső lombszinten végzett mérésekkel közelítettük meg a leginkább. A lombozat átlagos SPAD-értékénél a felső lombszinten végzett mérések átlaga 1,5 SPAD-értékkal alacsonyabb, míg az alsó lombszinten 1,5 SPAD-értékkal magasabb volt. A különböző mérési módszerek összehasonlító értékelése során megállapítottuk, hogy a lombszintenként végzett mérések esetében a mérési szám növelése a mérés pontosságát nem befolyásolta. A lombszintenként végzett mérések (I.) és a középső lombszinten végzett mérés (III.) $p < 0,001$ szinten szignifikánsan azonosnak bizonyult, valamint a teljes lombozat SPAD-értékétől (I.) a felső lombszint (IV.) és az alsó lombszint (II.) SPAD-értéke szignifikánsan különbözött (3. táblázat).

3. táblázat. A burgonyában meghatározott mérési módszerek összehasonlító értékelése

Mérés helye (1)	I.		II.		III.	IV.	F-érték (2)
Egy időben végzett mérések száma (3)	3	2	1	3	3	3	
Átlag (SPAD-érték) (4)	43,1	42,9	43	44,6	43,1	41,6	
Növényegyedek közötti szórás (5)	2,4	2,6	3	3,5	3,2	3,1	
Szignifikáns különbségek (6)	b	b	b	a	b	c	33,06 ***

*** $p < 0,001$, (I. = mérés lombszintenként, II. = mérés az alsó lombszinten, III. = mérés a középső lombszinten, IV. = mérés a felső lombszinten)

Table 3. Comparative evaluation of the measurement methods determined in potato. (1) Measurement point, (2) F value, (3) Measurements made at a time, (4) Average (SPAD values), (5) Standard deviation between single crops, (6) Significant differences. *** $p < 0.001$, (I. = measurement per foliar level, II. = measurement on the lower foliar level, III. = measurement on the middle foliar level, IV. = measurement on the upper foliar level).

A burgonyában végzett mérésekkel igazoltuk, hogy a SPAD-érték lombszintenként változik, valamint a középső lombszinten végzett mérések adják a legszorosabb összefüggést a teljes lombozat átlagos SPAD-értékével. A különböző mérési módszerek összehasonlító értékelésével igazoltuk, hogy a lombszintenként végzett egy méréssel olyan pontossággal adható meg a lombozat átlagos SPAD-értéke, mint a lombszintenként végzett kettő vagy három méréssel. A középső lombszinten alkalmazott három méréssel hasonló pontosság érhető el, ezért a lombozat átlagos SPAD-értékének meghatározására a lombszintenként történő mérést, vagy a középső lombszinten történő három mérést javasoljuk. A lombtrágyák hatékonysági vizsgálata során a SPAD-méréseket a felső lombszinten végeztük, ugyanis itt mérhető a SPAD-érték a legkisebb szórásokkal, ami kisebb SPAD-érték különbségek kimutatását teszi lehetővé.

2008-ban természetes alapanyagú lombtrágyák (Natur Plasma, Natur Vita, Amalgerol Prémium) hatékonyságát vizsgáltuk állománykezelésben. A hatékonyság értékelése során a SPAD-értékre, a növényenkénti gumószámra (db/tő) és a termésre (kg/tő) gyakorolt hatást vizsgáltuk.

A kezelések előtt megvizsgáltuk a kezelésekre kijelölt területek SPAD-értékében jelentkező különbségeket. A legkisebb átlagos SPAD-értéket az 1-es kontrollban, a legmagasabbat a 2-es kontrollban és a Natur Plasma kezelésre kijelölt állományban mértük, a másik három kezelésre kijelölt területen az átlagos SPAD-érték 41,5 és 41,7 között változott. A Duncan teszt alapján az 1-es kontroll SPAD-mérési eredményei szignifikánsan ($p < 0,05$) alacsonyabbak voltak, mint a 2-es kontrollban és a lombtrágya-kezelésekre kijelölt területeken, viszont a 2-es kontroll mérési eredményei nem különböztek statisztikai értelemben a lombtrágya kezelésekre kijelölt állományok SPAD-mérési eredményeitől, ezért a kezelések hatását a 2. kontrollhoz viszonyítva értékeltük (4. táblázat).

4. táblázat. A kezelések hatása a burgonyalevelek SPAD-értékére (2008)

Kezelések (1)	1. kezelés előtt (2)	1. kezelés után (3)	2. kezelés után (4)	n (5)
Kontroll 1 (6)	40,1 b	-	-	40
Kontroll 2 (7)	42,3 a	42,1 c	30,7 b	40
Natur Plasma	42,2 a	46,0 ab	34,1 a	40
Natur Vita	41,5 a	45,2 b	34,2 a	40
Amalgerol Prémium	41,7 a	45,4 b	33,1 a	40
Kombinált kezelés (8)	41,6 a	47,1 a	34,3 a	40
F-érték (9)	2,81	15,74	4,48	

* $p < 0,05$, n = elemszám

Table 4. The effect of treatments on the SPAD value of potato leaves (2008). (1) Treatments, (2) Before the 1st treatment, (3) After the 1st treatment, (4) After the 2nd treatment, (5) Element number, (6) Control 1, (7) Control 2, (8) Combined treatment, (9) F value. * $p < 0,05$, n = element number.

Az első kezelés után végzett SPAD-mérések átlaga a kontroll állományban volt a legkisebb, a kombinált kezelésben a legnagyobb. A Natur Vita, az Amalgerol Prémium és a Natur Plasma kezeléseknél a SPAD-mérések átlaga 45,2 és 46,0 között alakult. A Duncan teszt igazolta hogy az alkalmazott kezelések minden esetben szignifikáns ($p < 0,05$) SPAD-érték növekedést eredményeztek a kontrollhoz képest. Nem volt statisztikai értelemben vett különbség a Natur Vita-val, az Amalgerol Prémiummal és a Natur Plasmával kezelt állományok SPAD-értékében, viszont a kombinált kezelés statisztikailag igazolható mértékben

($p < 0,05$) magasabb SPAD-értéket eredményezett, mint a Natur Vita és az Amalgerol Prémium (4. táblázat).

A különböző készítményekkel kezelt burgonyaállományok SPAD-értékében jelentkező különbségek eltűntek, viszont a kezelésekből mért SPAD-mérési eredmények minden esetben szignifikánsan ($p < 0,05$) magasabbak voltak, mint a kontroll állományban (4. táblázat).

A gumókötődés a kontroll területen volt a leggyengébb és a kombinált kezelésben a legjobb. A kontrollhoz viszonyított gumószám-növekedés 0,6–0,9 db/tő volt, viszont a Duncan teszt a gumókötődésben nem mutatott szignifikáns különbségeket, így a kezelések gumószám-növelő hatása nem igazolható (5. táblázat).

5. táblázat. A kezelések hatása a növényenkénti gumószámra (db/tő) és a termésre (kg/tő) (2008)

Kezelések (1)	Gumószám (db/tő) (2)	Termés (kg/tő) (3)	Gumótömeg (g/db) (4)	n (5)
Kontroll 2 (6)	8,3 a	0,63 b	75,9	20
Natur Plasma	9,0 a	0,84 a	93,3	20
Natur Vita	8,9 a	0,85 a	95,5	20
Amalgerol Prémium	9,0 a	0,84 a	93,3	20
Kombinált kezelés (7)	9,2 a	0,87 a	94,6	20
F-érték (8)	0,15 ^{n.s.}	1,92 [*]	-	

$p < 0,05$, n.s. = nincs szignifikáns különbség, n = elemszám

Table 5. The effect of treatments on the root number per plant (no. per stem) and yield (kg per stem) (2008). (1) Treatments, (2) Root number (no. per stem), (3) Yield (kg per stem), (4) Root weight (g per root), (5) Element number, (6) Control 2, (7) Combined treatment, (8) F value. * $p < 0,05$, n.s. = no significant difference, n = element number.

A termés (kg/tő) a kontroll területen volt a legkisebb és a kombinált kezelésben a legnagyobb. A Duncan teszt alapján a kezelésekből mért termés minden esetben szignifikánsan ($p < 0,05$) magasabb volt, mint a kontroll állományban, viszont az egyes kezelések között statisztikailag igazolható különbség nem adódott. A kontrollhoz viszonyítva a termés 0,21–0,24 kg/tő, az átlagos gumótömeg 17,4–19,6 g/db értékkel növekedett (5. táblázat).

A vizsgálati eredmények statisztikai értékelése során megállapítottuk, hogy a természetes alapú lombtrágyák kedvezően hatottak a burgonyaállomány SPAD-értékére. A kezelések hatására a növényenkénti gumószám nem különbözött statisztikailag igazolható mértékben a kontroll állományban mért gumószámtól, viszont a termésben (kg/tő) szignifikáns növekedést biztosítottak.

Következtetések, javaslatok

A burgonyában végzett mérésekkel igazoltuk, hogy a SPAD-érték lombszintenként változik, valamint a középső lombszinten végzett mérések adják a legszorosabb összefüggést a teljes lombozat átlagos SPAD-értékével. A különböző mérési módszerek összehasonlító értékelésével igazoltuk, hogy a lombszintenként végzett egy méréssel olyan pontossággal adható meg a lombozat átlagos SPAD-értéke, mint a lombszintenként végzett kettő vagy három méréssel. A középső lombszinten alkalmazott három méréssel hasonló pontosság érhető el, ezért a lombozat átlagos SPAD-értékének meghatározására a lombszintenként történő mérést, vagy a középső lombszinten történő három mérést javasoljuk.

A vizsgálati eredmények statisztikai értékelése során megállapítottuk, hogy a tesztelt lombtrágyák kedvezően hatnak a növényállomány kondíciójára. Az alkalmazott kezeléstől függően az alaptrágyázáson felül további termésnövekedést biztosítanak, valamint kombinált alkalmazásuk nem eredményez szignifikánsan nagyobb termést, mint a készítmények önmagukban történő kijuttatása. A termésnövekedés az egy gumóra jutó tömeg növekedéséből adódott, ami az intenzívebb száraanyag-gyapodással lehet összefüggésben. A magasabb száraanyag-tartalom jobb eltarthatóságot biztosít, melynek gazdasági jelentősége van, ugyanis a burgonyatermés tavasszal történő értékesítése az évek többségében magasabb értékesítési ár realizálását teszi lehetővé, ezért fontosnak tartjuk a vizsgált készítmények száraanyag-gyapodásra kifejtett hatásának szélesebb körű vizsgálatát.

Az eredmények kissé magasabbak, mint az üzemi körülmények között várható termésnövekedés, ami abból adódik, hogy a vizsgálat során kizártuk a növényállomány heterogenitásából adódó termésvesztést, ezért a készítmények nagyüzemi alkalmazásának költséghatékonyság-alapú vizsgálatát elengedhetetlennek tartjuk.

Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a Nemzeti Technológiai Program (NKTH 00210/2008) és a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007 támogatta. Ezúton mondunk köszönetet Farkas Istvánnak, Bartha Sándornak, Varga Csabának és Munkácsi Szabolcsnak a kísérletek beállításában nyújtott segítségükért.

IRODALOM

- Abd El Moniem, E. A.–Abd-Allah, A. S. E.*: 2008. Effect of Green Alga Cells Extract as Foliar Spray on Vegetative Growth, Yield and Berries Quality of Superior Grapevines. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 4. 4: 427–433.
- Abd El Moniem, E. A.–Abd-Allah, A. S. E.–Ahmed, M. A.*: 2008. The Combined Effect of Some Organic Manures, Mineral N Fertilizers and Algal Cells Extract on Yield and Fruit Quality of Williams Banana Plants. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 4. 4: 417–426.
- Acea, M. J.–Prieto-Fernandez, A.–Diz-Cid, N.*: 2003. Cyanobacterial inoculation of heated soils: effect on microorganisms of C and N cycles and on chemical composition in soil surface. *Soil Biology and Biochemistry*. 35. 4: 513–524.
- Botha, E. J.–Leblon, B.–Zebarth, B.–Watmough, J.*: 2007. Non-destructive estimation of potato leaf chlorophyll from canopy hyperspectral reflectance using the inverted PROSAIL model. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 9. 4: 360–374.
- Bindi, M.–Hacour, A.–Vandermeiren, K.–Craigon, J.–Ojanpera, K.–Selldén, G.–Högy, P.–Finnan, J.–Fibbi, L.*: 2002. Chlorophyll concentration of potatoes grown under elevated carbon dioxide and/or ozone concentrations. *European Journal of Agronomy*. 17. 4: 319–335.
- Cakmakci, R.–Kantar, F.–Sahin, F.*: 2001. Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 164. 5: 527–531.
- Dobereiner, J.*: 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *Soil Biology and Biochemistry*. 29. 5–6: 771–774.
- Döring, T. F.–Brandt, M.–Heß, J.–Finckh, M. R.–Saucke, H.*: 2005. Effects of straw mulch on soil nitrate dynamics, weeds, yield and soil erosion in organically grown potatoes. *Field Crops Research*. 94. 2–3: 238–249.
- Faheed, F. A.–Abd El Fattah, Z.*: 2008. Effect of *Chlorella vulgaris* as Bio fertilizer on Growth Parameters and Metabolic Aspects of Lettuce Plant. *Journal of Agriculture & Social Sciences*. 4. 4: 165–169.

- Gajdos É.*: 2009. Baktérium alapú bio-trágya hatása a kukorica és a napraforgó kadmium toleranciájára vízkultúrás kísérletekben. *Agrártudományi Közlemények*. 35: 15–21.
- Gosling, P.–Shepherd, M.*: 2005. Long-term changes in soil fertility in organic arable farming systems in England, with particular reference to phosphorus and potassium. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 105. 1–2: 425–432.
- Gould, W. D.*: 1990. Biological control of plant root diseases by bacteria. [In: Nakas, J. P.–Hagedorn, C. (eds.) *Biotechnology of Plant-Microbe Interactions*]. McGraw-Hill. New York. 287–372.
- Hernandez, J.P.–de-Bashan, L. E.–Rodriguez, D. J.–Rodriguez, Y.–Bashan, Y.*: 2009. Growth promotion of the freshwater microalga *Chlorella vulgaris* by the nitrogen-fixing, plant growth-promoting bacterium *Bacillus pumilus* from arid zone soils. *European Journal of Soil Biology*. 45. 1: 88–93.
- Jongschaap, R. E. E.–Booij, R.*: 2004. Spectral measurements at different spatial scales in potato: relating leaf, plant and canopy nitrogen status. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 5. 3: 205–218.
- Kim, K.–Barham, B. L.–Coxhead, I.*: 2000. Recovering soil productivity attributes from experimental data: a statistical method and an application to soil productivity dynamics. *Geoderma*. 96. 3: 239–259.
- Kohler, J.–Caravaca, F.–Carrasco, L.–Roldán, A.*: 2006. Contribution of *Pseudomonas mendocina* and *Glomus intraradices* to aggregates stabilisation and promotion of biological properties in rhizosphere soil of lettuce plants under field conditions. *Soil Use and Management*. 22. 3: 298–304.
- Mazor, G.–Kidron, G. J.–Vonshak, A.–Abeliovich, A.*: 1996. The role of cyanobacterial exopolysaccharides in structuring desert microbial crusts. *FEMS Microbiology Ecology*. 21. 2: 121–130.
- Metting, F. B.*: 1996. Biodiversity and application of microalgae. *Journal of Industrial Microbiology*. 17. 5–6: 477–489.
- Nagy, J.*: 2006. Effect of tillage on the yield of crop plants. *Cereal Res. Commun.* 34. 1: 255–258.
- Nagy, J.*: 2007. Evaluating the effect of year and fertilisation on the yield of mid ripening (FAO 400–499) maize hybrids. *Cereal Res. Commun.* 35. 3: 1497–1507.
- Nisha, R.–Kaushik, A.–Kaushik, C. P.*: 2007. Effect of indigenous cyanobacterial application on structural stability and productivity of an organically poor semi-arid soil. *Geoderma*. 138. 1–2: 49–56.
- Orlovsky, L.–Dourikov, M.–Babaev, A.*: 2004. Temporal dynamics and productivity of biogenic soil crusts in the central Karakum desert, Turkmenistan. *Journal of Arid Environment*. 56. 4: 579–601.
- Rao, N. S. S.*: 2002. An appraisal of biofertilizers in India. [In: Kannaiyan, S. (ed.) *Biotechnology of biofertilizers*]. Narosa Publishing House. New Delhi. India. 1–9.
- Reeves, D. W.*: 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*. 43. 1–2: 131–167.

- Rodríguez, H.–Fraga, R.*: 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnol. Adv.* 17. 4–5: 319–339.
- Schwab, A. P.*: 1990. Changes in soil chemical properties due to 40 years of fertilization. *Soil Science.* 149. 1: 35–46.
- Shen, D.*: 1997. Microbial diversity and application of microbial products for agricultural purposes in China. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* 62. 2–3: 237–245.
- Shetty, K. G.–Hetrick, B. A. D.–Figge, D. A. H.–Schwab, A. P.*: 1994. Effects of mycorrhizae and other soil microbes on revegetation of heavy metal contaminated mine spoil. *Environmental Pollution.* 86. 2: 181–188.
- Smith, S. E.–Read, D. J.*: 1997. *Mycorrhizal Symbiosis.* Academic Press. San Diego. CA.
- Stanier, R. Y.–Niel, C. B.*: 1962. The concept of a bacterium. *Archives of Microbiology.* 42. 1: 17–35.
- Tripathi, R. D.–Dwivedi, S.–Shukla, M. K.–Mishra, S.–Srivastava, S.–Singh, R.–Rai, U. N.–Gupta, D. K.*: 2008. Role of blue green algae biofertilizer in ameliorating the nitrogen demand and fly-ash stress to the growth and yield of rice (*Oryza sativa* L.) plants. *Chemosphere.* 70. 10: 1919–1929.
- Vessey, J. K.*: 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil.* 255. 2: 571–586.
- Vos, J.–Bom, M.*: 1993. Hand-held chlorophyll meter: a promising tool to assess the nitrogen status of potato foliage. *Potato Research.* 36. 4: 301–308.
- Whipps, J. M.*: 2001 Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany.* 52: 487–511.
- Zaady, E.–Groffman, P.–Sachak, M.*: 1998. Nitrogen Fixation in macro and microphytic patches in the Negev desert. *Soil Biology and Biochemistry.* 30. 4: 449–454.
- Zehnder, G. W.–Murphy, J. F.–Sikora, E. J.–Klopper, J. W.*: 2001 Application to rhizobacteria for induced resistance. *European Journal of Plant Pathology.* 107. 1: 39–50.

A szerzők levelezési címe – Address of the authors:

Dr. Dobos Attila–Dr. Víg Róbert–Dr. Nagy János
Magyar Tudományos Akadémia–Debreceni Egyetem
Földművelési és Területfejlesztési Kutatócsoport
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032

Molnár Krisztina
Debreceni Egyetem AGTC
Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet
Debrecen
Böszörményi út 138.
H-4032