



SZÁNTÓFÖLDI ÉS KERTÉSZETI NÖVÉNYEK SZÍNANYAG TARTALMÁNAK VÁLTOZÁSA, MIKROALGÁVAL TÖRTÉNT LEVÉLKEZELÉS ÉS TALAJKEZELÉS HATÁSÁRA

NOTTERPEK T. JÁCINT¹ – DAOOD HUSSEIN⁴ - GERGELY ISTVÁN¹ –
BERZSENYI ZOLTÁN² – ÖRDÖG VINCE^{1,3}

¹Széchenyi István Egyetem, Albert Kázmér Mosonmagyaróvári Kar, Növénytudományi
Tanszék, Mosonmagyaróvár;

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, Növénytermesztési és
Növényvédelmi Intézeti Tanszék, Kaposvár,

³University of KwaZulu-Natal, Research Centre for Plant Growth and Development,
Scottsville

⁴Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő

ÖSSZEFOGLALÁS

Ma már bizonyított, hogy a cianobaktériumok és eukarióta mikroalgák számos bioaktív vegyületet, például a biostimuláns hatásért leginkább felelős növényi hormonokat termelnek, halmoznak fel, vagy választanak ki környezetükbe. Elsősorban ennek köszönhető, hogy a növényre, vagy a talajba kijuttatva növelik a gyökérképződést, színanyag tartalmat, tápanyag felvételt, termést és termésminőséget, továbbá javítják a növény stressztűrő képességét. A színanyagok közül a klorofillok megnövekedett koncentrációja a nagyobb fényelnyelés révén növeli az ATP és a NADPH termelődését, míg a karotinoidok az erős fény elleni védő szerepük mellett a paprikában gazdasági előnnyel járnak. A paprikából izolálható karotinoidok legnagyobb mennyiségben β -karotinoidot, zeaxantint, luteint, violaxantint tartalmaznak, egyes sárga vegyületek az A-vitamin prekursorai, a domináns piros vegyületek pedig a kapszantin a színerősségért, a kapszorubin pedig a piros szín tónusosságáért felelősek.

Az elmúlt 15 évben végzett kísérletekben különböző mikroalgák biostimuláns hatását igazoló eredményeink közül a termés mennyiségét és minőségét lényegesen befolyásoló színanyagtartalom változását mutatjuk be. Kísérleteink során egy zöldalga (*Tetracystis* sp. – MACC-430), valamint két cianobaktérium (*Nostoc piscinale* – MACC-612 és *Arthrospira platensis*) törzs szuszpenzióját használtuk egy paprikafajta (*Capsicum annuum* var. 'Kaldom') és egy repace hibrid (*Brassica napus* L. var. 'Orlando 1') levélkezelésére (Notterpek et al., 2019, Tóth, 2010), biomasszájukat pedig boggyósgyümölcsűek talajkezelésére. A 2009-ben végzett paprika kísérlet termésanalízise alapján az MACC-612 1 g L⁻¹ koncentrációban 28 %-kal (P=0,1) növelte a szárított paprikaőrlemény kapszantin tartalmát, 19%-kal a β -karotin mennyiségét, az összes piros

és sárga színanyag mennyisége mindkét esetben +11%-kal (P=5%) változott a kezelést követően. A kezelés átlagosan 150-159%-kal növelte a szárított paprikapor C vitamin (P=5%) 11%-kal pedig annak E vitamin tartalmát. A 2013-as repcekísérletben az MACC-612 már 0,3 g L⁻¹ koncentrációban a kezdeti 0,361 mg g⁻¹-ről 0,725 mg g⁻¹-ra növelte a friss levelek klorofill-b tartalmát, miközben a karotinoid tartalom is jelentősen megnövekedett a kontrollhoz viszonyítva (0,329 mg g⁻¹). A faiskolai kísérletekben a növényenként 2 g *Athrospira* biomasszával történt talajkezelés 88%-kal (P=0,1%) növelte a *Ribes rubrum* 'Jonkher van Tets', 14%-kal (P=0,1%) a *Ribes nigrum* 'Titania' és 34%-kal (P=1%) a *Ribes rubrum* 'Weisse versailler' ribizli fajták klorofill tartalmát. A színanyagváltozás minden esetben a növények erőteljesebb növekedésével és a termés kedvező mennyiségi és minőségi változásával járt együtt.

CHANGES IN PIGMENT CONTENT OF FIELD AND HORTICULTURAL CROPS DUE TO MICROALGAL LEAF AND SOIL TREATMENT

ABSTRACT

Cyanobacteria and eukaryotic microalgae produce, accumulate or excrete into their environment a number of bioactive compounds, such as plant hormones, which are most responsible for biostimulant effects. This is primarily due to the fact that when applied to a plant or soil, they increase root formation, color matter content, nutrient uptake, yield and crop quality, and improve the stress tolerance of the plant. Among color substances, the elevated concentration of chlorophylls causes an increase in the production of ATP and NADPH through greater light absorption, while carotenoids, in addition to their protective role against bright light, have an economic advantage in peppers. Carotenoids, isolated from peppers, contain the greatest amount of β -carotenoids, zeaxanthin, lutein, violaxanthin, some yellow compounds that are precursors of vitamin A, and the dominant red compounds, capsanthin, which are responsible for color strength, and capsorubin for the tonality of the red color.

Experiments carried out in the past 15 years, along with our findings have shown the biostimulant effect of various microalgae. Here, we present change in the color matter content that significantly influences the results and quality of the crop. In our experiments, a suspension of one green algae (*Tetracystis* sp. – MACC-430) and two strains of cyanobacteria (*Nostoc piscinale* – MACC-612 and *Arthrospira platensis*) were used in a pepper variety (*Capsicum annuum* var. 'Kaldom') and a rapeseed hybrid (*Brassica napus* L. var. 'Orlando 1') and their biomass for berry soil treatment. Based on the yield analyses of red pepper experiments conducted in 2009, MACC-612 at 1 g L⁻¹ concentration, increased the capsanthin content of dried red pepper powder by 28% (P=0.1), the amount of β -carotene by 19%, and the total amount of red and yellow color matter by +11% (P=5%). The experimental treatments increased the vitamin C-content C (P=5%) of dried pepper powder by an average of 150-159% and its vitamin E content by 11%. In the 2013 rapeseed experiment, MACC-612 when applied at concentration of 0.3 g L⁻¹, increased

the chlorophyll-b content of fresh leaves from the initial 0.361 mg/g to 0.725 mg/g, while the carotenoid content also increased significantly compared to the control (0.329 mg/g). In nursery trials, 2 g soil treatment with *Athrospira* biomass increased the chlorophyll content of *Ribes rubrum* 'Jonkher van Tets' by 88% ($P=0.1\%$), *Ribes nigrum* 'Titania' by 14% ($P=0.1\%$) and *Ribes rubrum* 'Weisse versailier' currants by 34% ($P=1\%$). In all cases, the change in color matter led to stronger growth of plants and favorable quantitative and qualitative changes in yield. Together, these results further support the utility of MACC-612 in improving important indicators of crop quality.

BEVEZETÉS

A cianobaktériumok az élőlények azon kivételes csoportjába tartoznak, amelyek az egyik legtöbb bioaktív vegyületet termelik, így számos extracelluláris anyagcseretermék is előállítanak (*Haroun és Hossein, 2003; Rodriguez et al., 2006*). Növényi növekedést szabályozó anyagokat (PGR), antibiotikumokat, biocidokat, biosztatikus vegyületeket, vitaminokat, valamint szideroforokat termelnek és bocsátanak ki környezetükbe, amelyek befolyásolják a növényi növekedést és fejlődést (*Haroun és Hossein, 2003; Rodriguez et al., 2006, Sing, 2014*). A másodlagos anyagcseretermékek hozzájárulnak a növénytermesztés sikerességéhez. Előnyei a szintetikus hormonkészítményekkel szemben, hogy a fitohormonok jóval szélesebb hatásspektrumú aktivitással rendelkeznek, amelyekre a növényi sejteknek és molekuláknak *in vivo* és *in vitro* is szükségük van (*Sergeeva et al., 2002; Prasanna et al., 2010, Yadav et al., 2011*). Az auxin és más hormonok szerepe az algákban és a magasabb rendű növényekben hasonló (*Stirk és van Staden, 1996*). A legújabb vizsgálatok bebizonyították, hogy számos mikroorganizmus használata nem csak környezetkímélő, hanem jövedelmező is lehet a mezőgazdasági termelés számára (*Sahin, 2011*). A világ számos régiójában régóta használják a mikro- és makroalgákat a növényi eredetű élelmiszer-alapanyagok termelésében jótékony hatásuk miatt (*Craige, 2011; Zodape, 2001*). A legkülönbözőbb eredetű biostimulánsok, köztük a mikroalgák is már kis mennyiségben kedvezően befolyásolják a növények növekedését és fejlődését. A klorofill-a és -b mennyisége döntő szerepet játszik a fotoszintézisben, azok mennyiségi változása több módon is bekövetkezhet: (1.) ha növény nagyobb mennyiségű nitrogént képes felvenni, az elősegíti a klorofillok termelődését, ugyanakkor (2.) egyes növényi hormonok növelik a színalkotók mennyiségét. A nagyobb mennyiségű klorofill-tartalom hatására a növények hosszabb ideig képesek az ATP és a NADPH előállítására, majd az így kapott energiátöbbletet a növények a vegetatív fejlődésre fordítják.

A paprika piros és sárga színű vegyületei a karotinoidok, amelyek kémiai szerkezetük alapján tetraterpenoidok, funkcionálisan pedig a fotoszintézis működtetésében van kulcs szerepük. A karotinoidok zsírsavakkal alkotott észterekre jellemző, hogy nagyfokú stabilitást biztosítanak magas hőmérséklet és oxidáció ellen, míg az észter-csoporttal rendelkező és nem rendelkező kapszantin vegyületek gyökfagó képességgel rendelkeznek.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Növénykísérleteink célja az volt, hogy különböző mikroalga törzsek biomasszájának biostimuláns hatását kihasználva, pozitívan befolyásoljuk a hagyományos mezőgazdasági, vagy faiskolai termesztésben használt növények leveleinek és/vagy termésének karotinoid-, és klorofill tartalmát, végső soron pozitívan befolyásoljuk az egyes növényfajok korai fejlődési szakaszait, beltartalmi mutatóikat. Kísérleteink során egy zöldalga (*Tetracystis sp.* – MACC-430), valamint két cianobaktérium (*Nostoc piscinale* – MACC-612 és *Arthrospira platensis*) törzs biomasszáját, illetve egy kereskedelmi forgalomban kapható zeolit tartalmú szerves trágyát a Steinkraft GmbH biopelletjét használtuk fel kezelésekhöz, illetve táptalajba történő adagoláshoz (Tóth et al., 2019; Notterpek et al., 2021). A kísérleti növényeink az elmúlt másfél évtizedben egy paprikafajta (*Capsicum annuum* var. 'Kaldom'), egy repce hibrid (*Brassica napus* L. var. 'Orlando 1'), ribizli fajták (*Ribes rubrum* 'Weiße Versailler', a *Ribes rubrum* 'Jonkheer van Tet's', 'Rovada', 'Rolan', valamint *Ribes nigrum* 'Titania'), két hortenzia fajta (*Hydrangea arborescens* var. *Annabelle*, *Hydrangea paniculata*), a fekete berkenye (*Aronia melanocarpa* 'Viking'), illetve különböző egres (*Ribes uva crispa*) és áfonya (*Vaccinium corymbosum* 'Emblue') fajták voltak. (1. táblázat).

A vizsgálnövények az egyes faiskolai kísérleti években az: *Aronia melanocarpa* 'Viking', *Ribes rubrum* 'Weiße Versailler', *Ribes rubrum* 'Rovada'; 'Rolan' és 'Jonkheer van Tet's', *Ribes x nidigloralia* 'Josta', *Ribes nigrum* 'Titania', *Morus alba*, *Vaccinium corymbosum* 'Goldtraube' és 'Emblue', *Hydrangea paniculata*, míg a szántóföldi növénykísérletek esetében a: *Capsicum annuum* var. 'Kaldom' és a *Brassica napus* var. 'Orlando 1' voltak. A konténeres növények előállításához minden alkalommal a németországi Stender® AG faiskolai földkeverékét használtuk, amely 3m³-es kiszerezésben 0,1 kg vasat (kelát formában), 0,1 kg mikroelemeket, 1kg/m³ lassan feltároló (8-9 hónap) Osmocote extraktumot tartalmazott. A használt talaj pH_{KCl} értéke 5,4-5,8 volt.

Az egyes kísérleti években a repce leveleinek klorofill- és karotinoid tartalmait nyers levélmintákból spektrofotométer segítségével (662, 644, 440,5 nm abszorpciós maximum) határoztuk meg, míg a kertészeti növények levelének színanyag tartalmát, hordozható klorofill mérő készülékkel vizsgáltuk (SPAD 502 Plus, MINOLTA, Japán). A paprika esetében a levelek színanyag-tartalmait nem, azonban vizsgáltuk a bogyók összkarotinoid, összes sárga és piros színanyag, valamint a C és E vitamin tartalmát. A vizsgálatok eredményeit 2007 Windows 7 Home Premium OA szoftver, Microsoft Excel program IBM SPSSR Statistics 19.0 for Windows szoftver statisztika programjával, egytényezős varianciaanalízissel elemeztük. A kezeléshatások kimutatását varianciaanalízissel, a változók közötti összefüggések vizsgálatát korrelációanalízissel, és lineáris regresszió analízissel végeztük.

I. táblázat: A mikroalgás kísérletek beállításai 2009-2018 között Magyarországon és Ausztriában

		Kezelések	Mennyiség (g)		Konténer méret (l)	Fajta	
			Dózis (g/ha ⁻¹)	Permetlé (L ha ⁻¹)		Fenológiai fázis	Fajta
Kertészeti kísérletek	1	Kontroll	-		3; 4; 5	<i>Aronia melanocarpa</i> * <i>Ribes rubrum</i> * <i>Ribes x nidigloralia</i> 'Josta'* <i>Ribes nigrum</i> * <i>Morus alba</i> * <i>Vaccinium corymbosum</i> * <i>Hydrangea arborescens</i> *	
	2	<i>Athrospira platensis</i>	2;4; 6		3; 4; 5		
	3	Steinkraft biopellet	8; 16; 32		3; 4; 5		
	4	<i>Athrospira platensis</i> + Steinkraft biopellet	2; 16		3; 4; 5		
Szántóföldi kísérletek	5	Kontroll	0		0	BBCH-10-15 ^P BBCH-51 ^P BBCH-71 ^P BBCH-14-16 ^F BBCH-30 ^F BBCH-51 ^F	<i>Capsicum annuum</i> var. 'Kaldom' <i>Brassica napus</i> var. 'Orlando 1'
	6	MACC-612	120	400	0,3		
	8		210	700	0,3		
	9		400	400	1		
	10		700	700	1		
	11	MACC-430	120	400	0,3		
	12		210	700	0,3		
	13		400	400	1		
	14		700	700	1		

(^P-A paprika fenológiai fázisai; ^F- A repcé fenológiai fázisai, *-Kertészeti kultúrák esetében az algák talajba adagolása az ültetéssel egy menetben zajlott, ezért a fenológiai fázis nem meghatározható.)

EREDMÉNYEK ÉS KIÉRTÉKELÉSÜK

A *Nostoc piscinale* 0,3 g L⁻¹ koncentrációjú kezelései átlagosan 8-10%-kal (P=5%) növelte a paprika termés összes sárga és piros színanyagának mennyiségét, míg a cianobaktérium 1 g L⁻¹ kezelései 11%-kal növelték a sárga és piros színalkotók összes mennyiségét. A kezelések 9 (0,3 g L⁻¹) és 14%-kal (1 g L⁻¹) növelték a paprika termésének összkarotinoid tartalmát (P=5 és 1%). A kezelések hatására a paprika termések átlagosan 10-11%-kal több E-vitamint (P=5%) és 150-160%-kal több C-vitamint tartalmaztak (P=0,1%). A 2010/11 és 2013/14-ben Mosonmagyaróváron beállított repcés kísérletek során a két kísérleti évben a legnagyobb eltérést a kontrollhoz viszonyítva az MACC-612 0,3 g L⁻¹ (+219%) koncentrációjú kezelései eredményezték a klorofill-a tartalom

vizsgálatakor, míg a cianobaktérium 1 g L⁻¹-es beavatkozásai 99-138%-kal növelték a levelekben található színezőanyagok mennyiségét. Az MACC-612 0,3 és 1 g L⁻¹ koncentrációjú kezelése mindkét évben átlagosan 93-219%-kal, míg az MACC-430 zöldalga levélkezelései 108-185%-kal növelték a klorofill-a mennyiségét. A klorofill-b tartalom legnagyobb mennyiségi változását az MACC-612 0,03% koncentrációjú kezelése okozták (+184%). Az MACC-430 0,3 g L⁻¹ levelkezelései átlagosan 91-160%-kal, míg az 1 g L⁻¹ koncentrációjú permetezések 101-122%-kal növelték a levelek klorofill-b tartalmát. A levelek karotinoid tartalma mindkét évben az MACC-612 *Nostoc piscinale* 0,03%-os kezeléseit követően volt a legnagyobb a kontrollhoz viszonyítva (0,34-0,33mg/g). A mikroalgás kezelések a kísérleti években átlagosan 23-85%-kal növelték a karotinoidok mennyiségét a kontroll viszonylatában.

Az *A. platensis* talajkezelések a faiskolai kísérlet végére (17 héttel a kezelést követően) a vizsgált paraméterek közül a legnagyobb mértékben, 75-88%-kal a kísérleti növények relatív klorofill tartalmát növelték. A 2 grammos talajkezelés 88%-kal (P=0,1%), a 4 grammos 83%-kal (P=5%), míg a 6 grammos talajkezelés 75%-kal (P=5%) növelte a *Ribes rubrum* Jonkheer van Tet's levelének relatív klorofill tartalmát. A *Ribes rubrum* 'Weisse Versailler' esetében a növények leveleinek klorofill tartalma átlagosan 21-34%-kal lett több mint a kontroll növények leveleiben. A 2 grammos kezelés 34% (P=1%), míg a 4 és 6 grammos 21% és 22% (P=5%) klorofilltartalom-növekedést eredményezett. A talajkezelések átlagosan 10-18%-kal növelték a *Ribes nigrum* 'Titania' leveleinek relatív klorofill tartalmát a vizsgálati időszak végére. A legnagyobb növekedést a 2 g-os kezelés eredményezte (18%) a kontrollhoz viszonyítva.

A csak biopelletet tartalmazó talajkezelések nem befolyásolták szignifikánsan a levelek klorofill tartalmát, ugyanakkor az *A. platensis* 2 grammos és a Steinkraft Biopellet 16 grammos kombinált kezelése 2018-ban átlagosan 17-78%-kal növelték minden kísérleti növények levelének relatív klorofill tartalmát.

KÖVETKEZTETÉSEK

A jelenlegi eredmények megerősítik a korábban a témában végzett kísérletek eredményeit. A mikroalgás kezelések hatására növekszik a növények fényhasznosítása, amely első lépésben a klorofill-tartalom növekedésében mutatkozik meg, ez később pozitívan hat a növény fejlődésére és termőképességére Khan *et al.* (2009). A közelmúltban számos publikáció bizonyította tengeri és édesvízi mikroalgák kedvező hatását különböző gazdasági növények leveleinek klorofill tartalmára (Khan *et al.* 2009, Tóth *et al.* 2016; Tóth *et al.* 2019; Notterpek *et al.*, 2021, Takács *et al.* 2020, Ullah *et al.* 2012.). A klorofillok mennyiségének változása több módon is bekövetkezhet. A növény nagyobb mennyiségű nitrogént képes felvenni, ami elősegíti a klorofillok termelődését Ogunlela *et al.* (2019), vagy egyes növényi hormonok növelik annak mennyiségét. Ugyanakkor a klorofillok koncentrációját számos stressz-hatás, leginkább a szárazság csökkenti (Paknejad *et al.*, 2007; Sun *et al.* 2011). A természetes növényi növekedést szabályozó anyagok megvédik a szintesteket a károsodástól Ullah *et al.* (2012).

A cianobaktériumos kezelések hatására a kontroll növényekhez viszonyítva, a kezelt faiskolai növények nagyjából 2-4 héttel korábban elérték az eladási/végtermék állapotot. Az *A. platensis* kezelések hatására fejlettebb, egészségesebb, az abiotikus stresszhatásoknak ellenállóbb növényeket kaptunk. A Steinkraft Biopellet kezelései mérsékeltabb pozitív fejlődést eredményeztek. Az *A. platensis* és a Steinkraft biopellet kombinált kezelései egymást hatását kiegészítették, és egy lassabb, ugyanakkor hosszabb, erőteljesebb növekedést indukáltak. A cianobaktériumban található másodlagos anyagcsere-termékek a fejlődés kezdeti, míg a biopellet hatóanyagai a fejlődés későbbi szakaszában támogatták a növényi növekedést, fejlődést. Bogyós gyümölcsöknél – tudomásunk szerint – eddig még nem írták le a cianobaktérium kezelés hatására bekövetkező klorofill tartalom növekedését. A faiskolai kísérleteink közül a klorofill tartalom legnagyobb növekedését 2017-ben (75-88%) a *R. rubrum*-nál mértük, a legkisebbet pedig a *R. nigrum*-nál (14-18%). Feltételezhető, hogy az *Arthrospira platensis* által termelt növényi hormonok és egyéb másodlagos anyagcsere termékek befolyásolták kedvezően a klorofillok termelődését a vegetációs időszakban.

Eredményeink bizonyítják, hogy mind az MACC-612, mind az MACC-430-as mikroalga törzsek, valamint az *Arthrospira platensis*, minden kísérleti évben szignifikánsan növelték a kísérleti növények leveleinek színanyag tartalmát, attól függetlenül, hogy a növények talaj, vagy levélkezelésekben részesültek. A nagyobb mennyiségű klorofill-tartalom hatására a növények hosszabb ideig képesek az ATP és a NADPH előállítására. A többlet energiát a növények szervezetük fejlődésére fordítják, amely végső soron kihat a mindenkori piacképes termékek minőségére és/vagy mennyiségére.

IRODALOMJEGYZÉK

- Craige, J. S.* (2011): Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.*; 23, 371-393.
- Haroun S. A. - Hossein M. H.* (2003): The promotive effect of algal biofertilizers on growth, protein pattern and some metabolic activities of *Lupinus termis* plants grown in siliceous soil. *Asian J. Plant Sci.*, 2(13): 944-951.
- Khan, W. - Rayirath, U.P. - Subramanian, S. - Jithesh, M.N. - Rayorath, P. - Hodges, D.M. - Critchley, A.T. - Craigie, J.S. - Norrie, J., - Prithiviraj, B.* (2009): Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.* 28,386–399.
- Notterpek, T. J. - Ördög, V.* (2021): Az *Arthrospira platensis* cianobaktérium hatása bogyós gyümölcsű faiskolai növényekre, *Acta Agronomica Óváriensis*, pp. 4-20
- Ogunlela, V. B. - Kulmann, A. - Geisler, G.* (1989): Leaf Growth and Chlorophyll Content of Oilseed Rape (*Brassica napus* L.) as Influenced by Nitrogen Supply, *J. Agronomy & Crop Science* 163. 73-89.
- Paknejad, F. - Nasri, M. - Moghamad, H. R. T. - Zahedi, H. - Alahmadi, M. J.* (2007): Effect of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of cultivars. *Journal of Biological Science*, 7 (6): 841-847

- Prasanna, R. - Sood, A. - Jaiswal, P. - Nayak, S. - Gupta, V. - Chaudhary, V. - Joshi, M. - Natarajan, C.* (2010): Rediscovering cyanobacteria as valuable sources of bioactive compounds. *Appl. Biochem. Microbiol.* 46:133-147.
- Rodríguez, A. A. - Stella, A. M. -Storni, M. M. - Zulpa, G. - Zaccaro, M. C.* (2006): Effects of cyanobacterial extracellular products and gibberellic acid on salinity tolerance in *Oryza sativa* L, *Saline Systems* 2006 2:7; doi:10.1186/1746-1448-2-7; BioMed Central Ltd.
- Sahin, F.* (2011): Development and application of biofertilizers and biopesticides for crop production and protection, *Current Opinion in Biotechnology* 22S (2011) S15–S152, Yeditepe University, Faculty of Engineering And Architecture, Department of Genetics and Bioengineering, Istanbul, Turkey
- Sergeeva, E. - Liaimer, A. - Bergman, B.* (2002): Evidence for production of the phytohormone indole-3-acetic acid by cyanobacteria. *Planta* 215.2: 229-238.
- Sing, S.* (2014): A review on possible elicitor molecules of cyanobacteria: their role in improving plant growth and providing tolerance against biotic or abiotic stress. *Journal of Applied Microbiology* 117, 1221—1244, ISSN 1364-5072
- Stirk, W. A. - Van Staden, J.* (1996): Comparison of cytokinin-and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts. *J. Appl. Phycol.* 1996, 8, 503–508.
- Sun, C. H. - Cao, H. - Shao, X. - Lei, X. - Xiao, Y.* (2011): Growth and physiological responses to water and nutrient stress in oil palm. *African Journal of Biotechnology*, 10: 10465-10471
- Takács, G. - Stirk, W.A. - Gergely, I. -Molnár, Z. - van Staden, J. - Ördög, V.* (2019): Biostimulating effects of the cyanobacterium *Nostoc piscinale* on winter wheat in field experiments, *South african Journal of Botany* 126 (2019) 99-106
- Tóth, J. - Geregely, I. - Ördög, V.* (2016): Mikroalga kezelések hatása az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) növekedésére és fejlődésére, *Növénytermelés* 65 (2016)1, 1-26
- Tóth, J. - Gergely, I. - Berzsenyi, Z. - Ördög, V.* (2019): Influence of *Nostoc entophyllum* and *tetracystis* sp. on winter survival of rapeseed, *Journal of Agricultural Science and technology* B9 (2019) 251-271
- Ullah, F. - Bano, A. - Nosheen, A.* (2012): Effects of plant growth regulators on growth and oil quality of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress. *Pakistan Journal of Botany*, (44) 6 pp1873-1880
- Yadav, S. - Sinha, R.P. - Tyagi, M.B. - Kumar, A.* (2011): Cyanobacterial secondary metabolites. *International J Pharma & Bio Sciences* 2(2):144-167.
- Zodape, S. T.* (2001): Seaweeds as a biofertilizer, *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol 60. pp 378-372