



## AZ *ARTHROSPIRA PLATENSIS* CIANOBAKTÉRIUM HATÁSA BOGYÓS GYÜMÖLCSŰ FAISKOLAI NÖVÉNYEKRE

NOTTERPEK T. JÁCINT<sup>1</sup> – ÖRDÖG VINCE<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Növénytudományi Tanszék, Mosonmagyaróvár;

<sup>2</sup>University of KwaZulu-Natal, Research Centre for Plant Growth and Development,

School of Life Sciences, Pietermaritzburg Campus, South Africa

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérleteink célja az volt, hogy talajba adagolt *Arthrospira platensis* cianobaktérium biomasszával javítsuk konténeres faiskolai növények növekedését és fejlődését. Az ausztriai Kramer & Kramer faiskolában 2017 tavaszán kezeltük a kísérleti növényeket, nevezetesen a: *Ribes sativum* cv. *Weißer Versailler*, a *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teets*, a *Ribes nigrum* cv. *Titania* ribizli fajtákat. A kísérletben használt por alakú száraz cianobaktérium biomasszát (*Arthrospira platensis*) az Agro-Bioferment Kft szállította Myanmarból. A konténeres (5 L) növények talajához 2, 4 vagy 6 gramm cianobaktérium biomasszát adagoltunk a kísérlet kezdetén. Mértük a levelek relatív klorofill tartalmát, törzsvastagságát, a növények magasságát, és az elágazások számát. A 120-napos kísérlet végén mért adatok szerint az *Arthrospira platensis* talajkezelések kedvezően, de eltérő módon befolyásolták a vizsgált három ribizli fajta egyes tulajdonságait. A levelek klorofill tartalma a legnagyobb mértékben (75-88%) a vizsgált *R. rubrum* fajtájánál növekedett, ami 4 g kezelésnél a törzsvastagság (42%) és az elágazások számának (37%) növekedésével járt együtt. A vizsgált *R. sativum* és *R. nigrum* fajtánál 6 g talajkezeléssel az elágazások számának jelentős növekedése (81-85%) volt elérhető, míg a törzsvastagság a kontrolltól nem tért el. A fajták törzsvastagsága és az elágazások száma

között ellentétes tendencia volt megfigyelhető. A több elágazás kisebb törzsvastagsággal járt együtt és fordítva, az elágazások kisebb száma nagyobb törzsvastagsággal.

**Kulcsszavak:** cianobaktérium, biostimuláns, bogyós gyümölcs, növekedés, fejlődés, klorofill-tartalom

## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az ember nagyjából 10.000 éve folytat tudatos mezőgazdasági termelést, azonban csak az utolsó száz évben kezdte el a tápanyagok talajba történő visszapótlását *Schmidt* (2011). Kezdetben szerves trágyázással, majd mesterséges, kémiai úton gyártott tápanyagokkal próbálta pótolni a növények és az extenzív növénytermesztés által teremtett tápanyaghiányt. Annak ismeretében, hogy a kémiai úton előállított növényvédőszeres és tápanyag-utánpótlást szolgáló készítmények és bomlástermékeik szennyezik környezetünket, napjainkban egyre inkább az új, fenntartható megoldások felé, közülük is a mikroalgák mezőgazdasági hasznosíthatóságának irányába fordult a figyelem. A legkülönbözőbb eredetű biostimulánsok, köztük a mikroalgák is már kis mennyiségben kedvezően befolyásolják a növények növekedését és fejlődését (*Craige*, 2011; *du Jardin*, 2015; *Michalak et al.* 2017; *Rouphael és Colla*, 2020).

Ma már bizonyított, hogy a cianobaktériumok és eukarióta mikroalgák számos bioaktív vegyületet, például a biostimuláns hatásért leginkább felelős növényi hormonokat termelnek *Tarakhovskaya et al.* (2006), halmoznak fel, vagy választanak ki környezetükbe (*Ördög* 1999; *Stirk et al.* 2013). Előnyük a szintetikus hormonszintetizálókkal szemben, hogy a sejtekből kikerült hormonok együttese hat a növényekre, ezért széles hatásspektrumúak (*Sergeeva et al.* 2002; *Prasanna et al.* 2010, *Sahin*, 2011; *Yadav et al.* 2011). A növényi biostimulánsok a tápanyagok felvételét és hasznosítását, a növények növekedését és fejlődését *Zodape* (2011), valamint termését és termésminőségét befolyásolják, de növelik a növények biotikus (kórokozók, kártevők) és abiotikus (szárazság) stressztűrő képességét is *Battacharya et al.* (2015). Az algakivonatok növényi hormontartalmuk mellett poliszacharid-termelésük miatt is kedvező hatásúak a növényekre. A poliszacharidok növelik a talajok víz-visszatartó és tápanyag megkötő képességét, fokozzák a magvak csírázását, serkentik a tápanyagfelvételt, gyökeresedést, növekedést, fejlődést, gyümölcs-kötődést és érést *Olasz* (2013).

A mikroalgák biostimuláns hatása mellett az utóbbi időben növekszik az érdeklődés antimikrobiális anyagaik iránt is. A cianobaktériumok közül az *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Calothrix*, *Chlorogloeopsis*, *Cylindrospermum*, *Gloeotheca*, *Nostoc*, *Plectonema*, *Haplosiphon*, *Synechocystis*, *Athrospira*, és *Oscillatoria* törzsek másodlagos anyagcseretermékei között vannak lipopeptidek (40%), aminosavak (5,6%), zsírsavak (4,2%), makrolidok és amidok (9%) (Prasanna 2010). A lipopeptidek számos hatásuk mellett lehetnek antimikotikus és gyomirtó hatásúak is (Yadav et al. 2011; Soha 2012). Egyes másodlagos anyagcseretermékeknek allelopátiás hatást tulajdonítanak Molisch (1937). A cianobaktériumok másodlagos anyagcseretermékeikkel hozzájárulnak a növénytermesztés sikerességéhez Sergeeva et al. (2002).

A mikroalgáknak a kertészeti és szántóföldi növények gyökeresedésére, klorofill tartalmára és termésére gyakorolt kedvező hatása irányította figyelmünket további növények kezelésének a kutatására. Kísérleteinkben a korábban különböző növényfajokon végzett mikroalgás levélkezelésekből származó ismereteinket, kombináltuk a kertészeti termelésben használt technológiai eljárásokkal. Célunk egy olyan mikroalga-alapú, részben bio-termesztéstechnológiai eljárás kidolgozása volt, amely segíti bogyós gyümölcsű, konténeres fiatal növények kezdeti fejlődését, továbbá az abiotikus (vízhiány, hősokk), és biotikus stressz okozta károk enyhítését.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérleteinket az ausztriai Kramer&Kramer faiskola üzemi területén, szabadföldi körülmények között 2017.03.17-én állítottuk be. A konténeres növények talajkezelésére por alakú szárított cianobaktérium biomasszát (*Arthrospira platensis*) használtunk, amit az Agro-Bioferment Kft. (Budapest) szállított Németországból (Institut für Getreideverarbeitung GmbH, Nuthetal). A kísérleti növények kezelésére a termelésben használt 5 literes konténerek talajához 2, 4 vagy 6 gramm cianobaktérium biomasszát adagoltunk (1. ábra). A kísérleti kezeléseket minden esetben 4 ismétléssel végeztük a kísérletbe vont növények száma 40-60 növény/ismétlés volt.

A kísérleti növények a *Ribes sativum* cv. *Weißer Versailler*, *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's* és a *Ribes nigrum* cv. *Titania* voltak. A konténeres növények neveléséhez minden alkalommal a németországi Stender® AG faiskolai 3 m<sup>3</sup>-es kiserelésben beszerezett földkeverékét használtuk, amely 0,1 kg/m<sup>3</sup> vasat (kelát formában), 0,1 kg/m<sup>3</sup>

mikroelemet,  $1 \text{ kg/m}^3$  lassan feltáródó tápanyag granulátumot (8-9 hónap), Osmocote-ot tartalmazott. A használt talaj  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  értéke 5,4-5,8 volt. A kísérlet ideje alatt igény szerint, a szerhasználati engedélyeknek megfelelően a következő növényvédelmi kezeléseket alkalmaztuk: fungicidés kezelések: Cuprosin progress (383 g/l réz-hidroxid), Dithane Neo Tec (750 g/kg mancoceb); inszekticidés kezelések: Calypso (480 g/L thiacloprid), Mospilan (200 g/kg acetamiprid). A kontroll növényeket a kezelt növényekkel azonos feltételek mellett tartottuk. A természetes csapadék mellett ( $17 \text{ mm}/120 \text{ nap}$ ) a növények naponta  $3 \text{ L/m}^2$  esőztető öntözést kaptak a vegetációs periódus kezdetén, amelyet a fejlődés későbbi szakaszaiban  $5$ , majd  $7 \text{ L/m}^2$  mennyiségre növeltünk.



1. *ábra*: A növénykísérleteket mindhárom fajtavál a *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's* ribizli fajtához hasonlóan állítottuk be.

A tenészedényeken a vízszintes vonal a kezeletlen növényeket, míg az egy, kettő, és három pont a 2, 4, 6 grammos cianobaktérium talajkezeléseket jelöli. Az ábra a növényeket 8 héttel a kezelés után mutatja.

*Figure 1*: Plant experiments with all three cultivars were set up similarly to the cultivar *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's*.

On culture vessels, the horizontal line indicates untreated plants, while one, two, and three points indicate 2, 4, 6 gram cyanobacterial soil treatments. The figure shows the plants 8 weeks after treatments.

A 120-napos kísérlet során kéthetente mértük a kísérleti növények leveleinek relatív klorofill tartalmát, a növények törzsvastagságát és magasságát, továbbá feljegyeztük az elágazások számát. A növények törzsvastagságát BERGER digitális 150 mm-es tolómérővel, minden esetben a talaj közvetlen felszínén határoztuk meg. A levelek relatív klorofill tartalmát hordozható klorofillmérő készülékkel határoztuk meg (SPAD 502 Plus, MINOLTA, Japán). A tanulmányban a kísérlet végén, a növények eladása előtt mért eredményeket foglaltuk össze. A vizsgálatok és mérések adatait 2007 Windows 7 Home Premium OA szoftver, Microsoft Excel program IBM SPSSR Statistics 19.0 for Windows szoftver statisztika programjával elemeztük. Az ismétlések átlagtól való eltérét Student teszttel, a kezelések szignifikáns eltérését a kontrolltól pedig Duncan teszttel számítottuk.

## EREDMÉNYEK

### *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's*

Az *A. platensis* talajkezelések a kísérlet végére (17 héttel a kezelést követően) a vizsgált paraméterek közül a legnagyobb mértékben, 75-88%-kal a kísérleti növények relatív klorofill tartalmát növelték (1. táblázat). 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* cv. *Jonkheer van Teet's* levelének relatív klorofill tartalmát.

1. táblázat Az *Arthrospira platensis* cianobaktérium talajkezelések hatása a *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's* piros ribizli fajta relatív klorofill tartalmára és egyes tulajdonságaira a kísérlet végén (2017.07.15.)

Table 1. The effect of *Arthrospira platensis* soil treatments on *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's* red currant variety at the end of the experiment (15.07.2017.)

Fajta(1)	Dózis (g) (2)	Vizsgált paraméterek (3)			
		Relatív klorofill tartalom (4)	Törzsvastagság (mm) (5)	Növénymagasság (cm) (6)	Elágazások száma (db) (7)
<i>Ribes rubrum cv.</i>	-	37,3±1,3	8,4±0,3	43,3±0,6	2,7±0,07
	2	70,3±6,7***	10,6±0,6***	46,4±1*	3,5±0,24***
	4	68,2±4,8***	11,1±0,4***	47,4±0,8**	3,7±0,15***
<i>Jonkheer van Teet's</i>	6	65,1±5,9***	11,9±0,1***	54,1±0,7***	3,0±0,12 <sup>ns</sup>

(\*\*\*P=0,1%, \*\*P=1%, \*P=5%, +P=10%, ns=nem szignifikáns)

(1) species and variety, (2) doze, (3) investigated parameters, (4) relative chlorophyll content, (5) stem thickness, (6) plant height, (7) number of side branches

A kontrollhoz viszonyított törzsvastagságot a cianobaktérium-talajkezelések átlagosan 26-42%-kal növelték, a legnagyobb mértékben a 6 g kezelés 42%-kal (P=0,1%). A talajkezelések a növények átlagos magasságát növelték a legkevésbé, átlagosan 7-25%-kal. A növények magassága a 6 grammos kezelés hatására nőtt 10%-nál nagyobb mértékben, vagyis 25%-kal a kontrollhoz viszonyítva. Az elágazások számát a 2 g (29%) és 4 g (37%) kezelések növelték statisztikailag igazolható módon, míg a 6 g kezelés hatása csekély különbséget eredményezett a kontrollhoz viszonyítva.

#### *Ribes sativum* cv. *Weisse Versailler*

A kísérlet végén a talajkezelések hatására a növények leveleinek klorofill tartalma átlagosan 21-34%-kal lett több mint a kontroll növények leveleiben (2. táblázat). A 2 g kezelés 34% (P=1%), míg a 4 és 6 g 21% és 22% (P=5%) növekedést eredményezett.

2. táblázat Az *Arthrospira platensis* cianobaktérium talajkezelések hatása a *Ribes sativum* cv. *Weisse Versailles* fehér ribizli fajta relatív klorofill tartalmára és egyes tulajdonságaira a kísérlet végén (2017.07.15.)

Table 2. The effect of *Arthrospira platensis* soil treatments on *Ribes sativum* cv. *Weisse Versailles* white currant variety at the end of the experiment (15.07.2017)

Fajta(1)	Dózis (g) (2)	Vizsgált paraméterek (3)			
		Relatív klorofill tartalom (4)	Törzsvastagság (mm) (5)	Növénymagasság (cm) (6)	Elágazások száma (db) (7)
<i>Ribes sativum</i> cv. <i>Weisse Versailles</i>	-	38,5±3,5	8,8±0,4	58,1±2,8	2,6±0,2
	2	51,6±2,4**	10,2±0,7*	76,7±3,4***	3,3±0,3 <sup>+</sup>
	4	46,7±1,3*	11,1±0,4**	71,3±1,7***	3,4±0,4*
	6	46,8±2,2*	9,3±0,6 <sup>ns</sup>	55,3±1,1 <sup>ns</sup>	4,7±0,2***

(\*\*\*P=0,1%, \*\*P=1%, \*P=5%, +P=10%, ns=nem szignifikáns)

(1) species, (2) dozis,(3) test parameters, (4) relative chlorophyll content, (5) stem thickness (6) plant height, (7) number of side branches

A cianobaktérium kezelések 6-26%-kal növelték a kísérleti növények törzsvastagságát. Statisztikailag igazolható növekedést a 4 g (26%) és a 2 g kezelés (16%) eredményezett. A növények magassága 2 és 4 g kezelések hatására 32%-kal és 23%-kal növekedett, míg 6 g 5%-kal csökkentette a növényt magasságát. Az elágazások számát 27-81%-kal növelték a kezelések. A 2 és 4 g kezelések hatására a növekedés 27% és 31% lett. A 6 g kezelés 81%-kal (P=0,1%) növelte az elágazások számát a kontroll növényekhez viszonyítva.

#### *Ribes nigrum* cv. *Titania*

A talajkezelések átlagosan 10-18%-kal növelték a kísérleti növények relatív klorofill tartalmát a vizsgálati időszak végére. A legnagyobb növekedést 2 g kezelés eredményezte (18%) a kontrollhoz viszonyítva (3. táblázat). A növények törzsvastagsága a 2, 4 és 6 g kezelések hatására 14%-kal, 15%-kal és 23%-kal növekedett. A kezelt növények

átlagosan 2-18%-kal lettek magasabbak a kontroll növényeknél. A legnagyobb növekedés 4 g talajkezelésnél volt mérhető (18%). A talajkezelések hatására a legnagyobb mértékben az elágazások száma növekedett: 2, 4 és 6 g hatására a növekedés 52%, 48% és 85% volt.

3. táblázat Az *Arthrospira platensis* cianobaktérium talajkezelések hatása *Ribes nigrum* cv.*Titania* fekete ribizli fajta relatív klorofill tartalmára és egyes tulajdonságaira a kísérlet végén (2017.07.15.)

Table 3. The effect of *Arthrospira platensis* soil treatments on *Ribes nigrum* cv.*Titania* black currant variety at the end of the experiment (15.07.2017)

Fajta(1)	Dózis (g) (2)	Vizsgált paraméterek (3)			
		Relatív klorofill tartalom (4)	Törzsvastagság (mm) (5)	Növénymagasság (cm) (6)	Elágazások száma (db) (7)
<i>Ribes nigrum cv.Titania</i>	-	35,1±0,9	10,6±0,2	96,6±4,3	2,7±0,1
	2	40,0±1,0***	12,1±0,1***	110,5±1,2**	4,1±0,2***
	4	38,6±0,9**	12,2±0,1***	113,8±0,6***	4,0±0,3***
	6	41,3±0,8***	13,0±0,3***	98,3±0,7 <sup>ns</sup>	5,0±0,3***

(\*\*\*P=0,1%, \*\*P=1%, \*P=5%, +P=10%, ns=nem szignifikáns)

(1) species, (2) dozis,(3) test parameters, (4) relative chlorophyll content, (5) stem thickness (6) plant height, (7) number of side branches

## AZ EREDMÉNYEK MEGVITATÁSA

*Vandenbergh et al. (2017)* szerint a mezőgazdasági termelékenység növelése indukálja a mesterséges tápanyagok és peszticidok intenzív használatát, amely károsan befolyásolja a talaj- és vízminőséget és végső soron az emberi egészséget. Ugyanakkor a növényi probiotikus mikroorganizmusok, más néven „bioprotektorok”, „biokontrollerek”, biotrágyák vagy biostimulánsok, hasznos mikroorganizmusok, ígéretes alternatívát kínálnak, és csökkentik az egészségügyi és környezeti problémákat. *Ozyhar et al. (2019)* szerint a biostimulánsok faiskolai alkalmazása még nem elterjedt gyakorlat, azonban néhány ígéretes kutatás már alátámasztja a biostimulánsok alkalmazhatóságának



létjogosultságát. Kísérletében bizonyította aminosavakat tartalmazó fehérje hidrolizátum (Siapton®, Isagro) pozitív hatását *Eucalyptus globulus* palánták növekedésére, fejlődésére.

Algás 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; Takács *et al.* 2019, 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.* (1989), 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 színtesteket a károsodástól Ullah *et al.* (2012).

Spinelli *et al.* (2009) *Ascophyllum nodosum* levélkezeléssel 12%-kal növelte *Malus domestica* 'Fuji' levelének klorofill tartalmát, ugyanakkor a kezelések nem voltak hatással a termésképzésre. A korábban paprikával (*Capsicum annuum* L.) és repcével (*Brassica napus* L.) végzett mikroalgás kísérleteinkben a levélkezelések hatására nőtt a növények klorofill tartalma Tóth *et al.* (2016). Bogyós gyümölcsöknél – tudomásunk szerint – eddig még nem írták le a cianobaktérium kezelés hatására bekövetkező klorofill tartalom növekedését. Jelen kísérletünkben a klorofill tartalom legnagyobb növekedését (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 anyagsere termékek befolyásolták kedvezően a klorofillok termelődését a vegetációs időszakban, ami hozzájárult a növények erőteljesebb növekedéséhez.

Guedes *et al.* (2018) hibrid papaja (*Carica papaya*) palánták gyökérszónájába adagolt 0,8 g/L koncentrációjú *A. platensis* szuszpenziójával növelték a növények friss és szárított tömegét, az elsődleges gyökérszűzést és az elágazások számát. Korábbi kisparcellás kísérleteinkben bizonyítottuk, hogy a *Nostoc entophyllum* 0,3 g/L levélkezelés szignifikánsan növelte a paprika (*Capsicum annuum*) Tóth (2010), valamint az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) elágazásainak számát Tóth *et al.* (2016; 2019). Ilyen tanulmányt faiskolai növények esetében nem ismerünk. Kísérletünkben a 6 g talajkezelés

jelentősen növelte a *R. sativum* (81%) és a *R. nigrum* elágazásainak a számát (85%). A *R. rubrum*-nál a legnagyobb növekedést 4 g talajkezeléssel érték el, de még így is csupán 37%-kal növekedett az elágazások száma.

*Shariatmadari et al.* (2011) *Nostocaceae*, *Oscillatoriaceae*, és *Chroococcaceae* törzsek 1%-os szuszpenziójával szignifikánsan növelték *Cucurbita maxima*, *Cucumis sativus* és *Solanum lycopersicum* palánták növénymagasságát. *Takács et al.* (2019) kisparcellás növénykísérletekben mikroalgás kezeléssel szignifikánsan növelték őszi búza (*Triticum aestivum* cv. „Bőség”), míg *Tóth et al.* (2016; 2019) az őszi káposztarepce (*Brassica napus* L.) növénymagasságát. *Amer et al.* (2019) az *A. platensis* levélkezeléssel (3 g/l) 106%-kal növelte az articsóka (*Cynara cardunculu*) növénymagasságát. Kísérletünkben a 6 g talajkezelés növelte az elágazások számát a vizsgált *R. sativum* és a *R. nigrum* fajtánál, de jelentősen nem befolyásolta a növénymagasságot.

*Mattner et al.* (2013) *Ascophyllum nodosum* és *Duviellaes potatorum* kezeléssel növelték a brokkoli szárvastagságát. *Alam et al.* (2013) bizonyították az *Ascophyllum nodosum* talajkezelések pozitív hatását különböző eper fajták növekedésére, fejlődésére, valamint üvegházi és szántóföldi körülmények közt a növények közvetlen gyökérszónájában elhelyezkedő bioszférára gyakorolt pozitív hatásait. Tengeri makro- és édesvízi mikroalga készítmények alacsony koncentrációjú levélkezelései, vagy gyökérhez történő öntözésük stimulálta a növény növekedését (*Featonby-Smith és Van Staden*; 1983a,b, 1984 a, b; *Nelson és Van Staden*, 1984). *Mattner et al.* (2013) valamint *Battacharyya et al.* (2015) szerint a talajkezeléseknek számtalan pozitív hatásuk van, többek között csökkentik a káros mikrobiális tevékenységet, javítják a gyökeresedést, javul a talaj termékenysége és annak szerkezete mind konténerben, mind szabad földön. *Ross és Holden* (2010) eper talajába csepegtető öntözéssel juttatott *Ascophyllum nodosum* segítségével csökkentette a táptalajok sótartalmának hatását, így javította a tápanyagfelvételt. Számos kutatás bizonyítja, hogy a talajba juttatott tengeri és mikroalga készítmények javítják a növényi növekedést, fejlődést, virág és terméképzést, gyökérfejlődést, növelik a levelek klorofill tartalmát (*Crouch és van Staden*, 1992; *Whapham et al.*, 1993, *Blunden et al.*, 1996; *Fan et al.* 2010). *Soltys et al.* (2019) biostimulánsok (szalicilsav, oxálsav és chitozán) különböző koncentrációjú mag-, -és levélkezeléseivel pozitívan befolyásolta faiskolában termesztett *Pinus sylvestris* gyökérnyak vastagságát, gyökér-, -és hajtáshosszúságát és a föld feletti részek száraz

tömegét. A vizsgált bogyós gyümölcsű növények közül a *R. rubrum* törzsvastagta növekedett a legnagyobb mértékben, 6 g/l talajkezelésnél 42%-kal.

Kísérleti eredményeink igazolták, hogy az *Arthrospira platensis* talajkezelések kedvezően, de eltérő módon befolyásolták a vizsgált három ribizli fajta egyes tulajdonságait. Több elágazás a vizsgált *R. rubrum* fajtánál 4 g cianobaktérium talajkezeléssel, míg a másik két fajtánál 6 g talajkezeléssel volt elérhető. A fajták törzsvastagsága és az elágazások száma között ellentétes tendencia volt figyelhető meg. A több elágazás kisebb törzsvastagsággal járt együtt és fordítva, az elágazások kisebb száma nagyobb törzsvastagsággal.

## THE EFFECT OF *ARTHROSPIRA PLATENSIS* CYANOBACTERIA ON NURSERY BERRY PLANTS

JÁCINT NOTTERPEK T.<sup>1</sup> – VINCE ÖRDÖG<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István University Faculty of Agricultural and Food Science  
Institute of Plant Biology, Mosonmagyaróvár, Hungary

<sup>2</sup>University of KwaZulu-Natal, Research Centre for Plant Growth and Development,  
School of Life Sciences, Pietermaritzburg Campus, South Africa

### ABSTRACT

The aim of the experiments was to improve the growth and development of container nursery plants by applying *Arthrospira platensis* cyanobacterial biomass to the soil. At the Kramer & Kramer nursery in Austria, the following experimental plants were treated in the spring of 2017: *Ribes sativum* cv. *Weißer Versailler*, *Ribes rubrum* cv. *Jonkheer van Teet's*, *Ribes nigrum* cv. *Titania* currant varieties. The powdered dry cyanobacterial biomass (*Arthrospira platensis*) used in the experiment was delivered by the Agro-Bioferment Ltd. from Myanmar. At the beginning of the experiment 2, 4, or 6 grams of cyanobacterial biomass was applied to the soil of the (5 L) container plants. The relative chlorophyll content of the leaves, stem thickness, plant height, and the number of

branches were measured. Data measured at the end of the 120-day experiment showed that soil treatments of *Arthrospira platensis* had a positive but different effect on certain qualities of the three observed currant varieties. The chlorophyll content of the leaves increased the most (75-88%) in the studied *R. rubrum* variety, which was accompanied by an increase in the stem thickness (42%) and the number of branches (37%) with 4-gram of treatment. Concerning the studied *R. sativum* and *R. nigrum* varieties, a significant increase (81-85%) was achieved with 6-gram soil treatment in the number of branches, while the stem thickness did not differ from the control. An opposite tendency was detected between the stem thickness and the number of branches of the different varieties. More branches indicated less thick stems and vice versa, fewer branches were associated with thicker stems.

**Keywords:** cyanobacteria, biostimulant, berry fruits, growth, development, chlorophyll content

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A közlemény az Innovatív tudományos műhelyek a hazai agrár felsőoktatásban (EFOP-3-6-3-VEKOP-16-2017-00008) projekt keretében készült. A szerzők köszönettel tartoznak az osztrák Kramer és Kramer Faiskola cégnek, hogy biztosította a kísérlethez szükséges növényeket és a kísérleti helyszínt. Köszönet illeti továbbá Dr. Berzsenyi Zoltán professzort a kísérletek eredményeinek statisztikai értékeléséhez nyújtott segítségével.

## IRODALOM

*Alam, M. Z. - Braun, G. - Norrie, J. - Hodges, D. M. (2013): Effect of Ascophyllum extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry, Canadian Journal of Plant Science, 93: 23-36*

*Amer, H. M. - Marrez, A. D. - Salama, A. B. - Wahba, H. E. - Khalid, K. A. (2019): Growth and chemical constituents of cardoon plant in response to foliar application of various algal extracts, Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 21(2019)1001336*

*Battacharyya, D. - Babgohari, Z. M. - Rathor, P. - Prithiviraj, B. (2015): Seaweed extracts as biostimulants in horticulture, Scientia Horticulturae, 6039, pp 1-9*

- Bluden, G. - Jenkins, T. - Wen Liu, Y. (1996): Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract, *Journal of Applied Phycology*, 8, 353-543
- Craige, J. S. (2011): Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J. Appl. Phycol.*; 23, 371-393.
- Crouch, J., I. – van Staden, J. (1992): Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants, *Journal of applied Phcology* 4, 291-296
- duJardin, P. (2015): Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, Special Issue, 196, 3-14.
- Fan, D. - Hodges, D. M. - Zhang, J. - Kirby, C. W. - Ji, X., Locke, S. J. - Critchley, A. T. - Prithviraj, B. (2010): Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress, *Food Chemistry* 124 (2011) 195–202
- Featonby-Smith, B.C. - Van Staden, J. (1983a): The effect of seaweed concentrate on the growth of tomatoes in nematode infested soil. *Sci. Horti.* 20: 137 -146.
- Featonby-Smith, B.C. - Van Staden, J. (1983b): The effect of seaweed concentrate and fertilizer on the growth of *Beta vulgaris*. *Z. Pflanzenphysiol.* 112: 155 -162.
- Featonby-Smith, B.C. - van Staden, J. (1984a): Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf. *Bot. Mar.* 27: 527 -531
- Featonby-Smith, B.C. - Van Staden, J. (1984b): The effect of seaweed concentrate and fertilizer on growth and the endogenous cytokinin content of *Phaseolus vulgaris*. *S. Afr. J. Bot.* 3: 375 -379.
- Guedes, W. A. - Araújo, R. H. C. - Rocha, J. L. A. - de Lima, J. F. - Dias, G.A. - de Oliveira, Á. M. F. - de Lima, R.F. - Oliveira, L. M. (2018): Production of Papaya Seedlings Using *Spirulina platensis* as a Biostimulant Applied on Leaf and Root, *Journal of Experimental agriculture International*, 28(1)1-9
- Khan, W. - Rayirath, U.P. - Subramanian, S. - Jithesh, M.N. - Rayorath, P. - Hodges, D.M. - Critchley, A.T. - Craigie, J.S. - Norrie, J. - Prithviraj, B. (2009): Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.* 28,386–399
- Mattner, S.W. - Wite, D. - Riches, D.A. - Porter, I.J. - Arioli, T. (2013): The effect of kelp extract on seedling establishment of broccoli on contrasting soil types in southern Victoria, Australia. *Biol. Agric. Hort.* 29, 258–270.

- Izabela Michalak, I. - Chojnacka, K. - Saeid, A. (2017): Plant growth biostimulants, dietary feed supplements and cosmetics formulated with supercritical CO<sub>2</sub> algal extracts. Molecules, 22, 66; doi:10.3390/molecules22010066*
- Molisch, H. (1937): Der Einfluss einer Pflanze auf die andere, Allelopathie. Fischer, Jena. pp. 106.*
- Nelson, W.R. - van staden, J. (1984): The effect of seaweed concentrate on growth of nutrient-stressed greenhouse cucumbers. HortScience 19: 81-82*
- 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.*
- Olasz Zs. (2013) Növényi- és talajkondicionáló készítmények engedélyezése, Növény-talaj- és agrárkörnyezet-védelmi igazgatóság, NÉBIH határozat*
- Ozyhar, T. - Mughini, G. - Marchi, M. (2019): Influence of biostimulant application in containerized *Eucalyptus globulus* Labill. seedlings after transplanting, Dendrobiology, vol 82, 17-23*
- Ördög V. (1999) Beneficial effects of microalgae and cyanobacteria in plant/soil system with special regard to their auxin and cytokinin like activity. International workshop and training course on microalgal biology and biotechnology, Mosonmagyaróvár, Hungary, June 13–26, UNESCO (International Cell Research Organization), pp 43–44*
- Paknejad, F. M. - Nasri, H. R. T. - Moghamad, H. - Zahedi, Alahmadi, M. J. (2007): Effect of drought stress on chlorophyll fluorescence parameters, chlorophyll content and grain yield of cultivars. Journal of Bioloical 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.*
- Ross, R. - Holden, D. (2010): Commercial extracts of the brown seaweed *Ascophillum nodosum* enhance growth and yield of strawberries. Hortscience 45:S141*
- Youssef Roupheal, Y. - Colla, G. (2020): Toward a sustainable agriculture through plant biostimulants: from experimental data to practical applications. Agronomy, 10, 1461. doi:10.3390/agronomy10101461*

- 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
- Schmidt, R. (2011): Földműveléstan, 14. Fejezet, Tápanyagellátás és földművelés, Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem, Mezőgazda Kiadó
- Sergeeva, E. - Liaimer, A. -Bergman, B. (2002): Evidence for production of the phytohormone indole-3-acetic acid by cyanobacteria. *Planta* 215.2: 229-238.
- Shariatmadari, Z. - Riahi, H. - Shokravi, S. (2011): Study of soil blue-green algae and their effect on seed germination and plant growth of vegetable crops, *Rostaniha* 12(2): 101-110
- Soha, S. M. M. (2012): *Microalgal Biotechnology: Prospects and applications*, *Plant Science*, pp 277
- Soltys, A. - Studnicki, M. - Zawadzki, G. - Aleksandrowicz-Trzcińska, M. (2019): The effects of salicylic acid, oxalic acid and chitosan on damping-off control and growth in Scots pine in a forest nursery, *iForest Biogeosciences and Forestry*, vol 13, pp. 441-446
- Spinelli, F. - Fiori, G. - Noferini, M. - Sprocati, M. - Costa, G. (2009) Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 84, 131–137.
- Stirk, W.A. - Ördög V. - Rolčík, J. - Novák, O. - Strnad, M. - Bálint, P. - van Staden, J. (2013) Auxin and cytokinin relationships in 24 microalgal strains. *Journal of Phycology* 49(3);pp 459-467.
- 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
- Tarakhovskaya, E. R. - Maslov, Yu. I. - Shishova, M. F. (2006): Phytohormones in Algae, *Russian Journal of Plant Physiology*, Vol. 54, No. 2, pp. 163–170, © Pleiades Publishing, Ltd., Russia 2007

- Tóth J. (2010) Az MACC-612 *Nostoc entophyllum* cianobaktérium hatása fűszerpaprikára, Szakdolgozat, Mosonmagyaróvár, 2010
- 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. - Geregely I. - Berzsenyi Z. - Ördög V. (2019): Influence of *Nosotoc 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
- Vandenbergh, L. P. de S. - Garcia, L. M. B. - Rodrigues, C. - Camara, M. C. - Pereira, G. V. de M. - de Oliveira, J. - Soccol, C., R. (2017): Potential applications of plant probiotic microorganisms in agriculture and forestry, *AIMS Microbiology*, 3(3):629-648
- Whapham, C., A. – Bluden, T. – Jenkins, T. – Hankis, D. H. (1993): Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract, *Journal of Applied Phycology*, 5:231
- 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



*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

Notterpek T. Jácint

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Növénytudományi Tanszék, 9400, Mosonmagyaróvár, Vár 2.

e-mail: jacint.notterpek@gmail.com

Prof. Dr. Ördög Vince

Széchenyi István Egyetem,

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,

Növénytudományi Tanszék,

9200, Mosonmagyaróvár, Vár 2.

e-mail: ordog.vince@sze.hu