

## Egyes biostimulátorok hatása mikroszaporított *Hosta* ‘Gold Drop’ növények morfológiai és élettani jellemzőire

ÖRDÖGH MÁTÉ<sup>1</sup>, BEREGI ZSÓFIA<sup>2</sup>, TILLYNÉ MÁNDY ANDREA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék

<sup>2</sup>Kasib Mérnöki Manager Iroda

E-mail: ordogh.mate@kertk.szie.hu

### Összefoglalás

A *Hosta* ‘Gold Drop’ *in vitro* felszaporítását ½ makroelem töménységű, 5,5 g l<sup>-1</sup> agar, 20 g l<sup>-1</sup> szachróz és 4 féle koncentrációjú (0,1-0,8 ml l<sup>-1</sup>) Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V kiegészítésű Murashige és Skoog (MS) alaptáptalajon végeztük. A kontrollal és a többi biostimulátorral összehasonlítva, a Kelpak tartalmú táptalajokon fejlődött *in vitro* növények friss tömege, levélmérete, a sarjak, gyökerek hossza nagyobb, peroxidáz enzimaktivitása pedig alacsonyabb volt. E készítményből 0,4 ml l<sup>-1</sup> bizonyult optimális dózissnak az *in vitro* gyökeresedés, sarjképzés mértékét, a friss tömeget, valamint az akklimatizált (*ex vitro*) növények levelének klorofill, karotinoid tartalmát, enzimaktivitását is figyelembe véve. A legkevésbé hatékony Pentakeep-V biostimulátor koncentrációjának növelése a legtöbb esetben csökkentette a gyökér- és sarjértékeket, a levelek klorofilltartalmát és méretét (rendellenes kalluszképződés is jelentkezett nem kívánt jelenségként), nem csak *in vitro*, hanem (utóhatásként) az akklimatizált növényállományokban is, gyengébb felépítésű növényeket és nagyobb pusztulási arányt eredményezve.

**Kulcsszavak:** biostimulátor, kallusz, *Hosta*, felszaporítás, akklimatizáció

### Bevezetés és irodalmi áttekintés

A káros környezeti hatások csökkentése érdekében a növénytermesztés során alkalmazható készítmények (pl. kémiai növényvédelmi szerek, bizonyos növekedésszabályozó anyagok) jelentős részét kivonták a forgalomból vagy korlátozták használatukat (Ludwig-Müller 2000). Ezért a helyettesítő anyagként szóba jöhető, környezetbarát biostimulátorok (amelyek csak meghatározott, alapos regisztrációs folyamatot követően kerülhetnek nyilvántartásba) gyakorta kerülnek előtérbe (Dabrowski 2008) és bizonyos készítmények (mint például a Kelpak, Pentakeep-V)

alternatívát jelenthetnek az EU rendeletek nyomán zárolt, betiltott kemikáliák helyett (Dobrzański et al. 2008). A biostimulátorok különféle hormonális összetevőket, növekedésszabályozókat tartalmazhatnak. Ezek a természetes eredetű anyagok gyakran csökkentik a stresszhatásokat, fokozzák a fiziológiai aktivitást, serkentik a gyökeresedést. Kertészeti felhasználásuk rendszeres, ám kifejezetten a növényszaporításban ritkábban alkalmazzák őket (Szabó et al. 2011).

A kísérletünk szempontjából releváns biostimulátorok (Pentakeep-V, Kelpak, Ferbanat L) számos dísznövény termesztése során pozitívan hatottak. A klorofill-prekursor (Vágújfalvy 2007; Kosáry 2008), 5-amino-levulinsav tartalmú Pentakeep-V a *Tillandsia usneoides* esetén több oldalhajtást eredményezett, amennyiben optimális koncentrációban ( $0,5 \text{ ml l}^{-1}$ ) alkalmazták (Tilly-Mándy et al. 2010a). A *Petunia* Veranda 'Rose Vein' nevelésekor  $0,3 \text{ ml l}^{-1}$  Pentakeep-V kompakt, kisebb levelű, korábban és többet virágzó növényeket eredményezett (Duchaj 2011). Ugyanennyi (illetve magasabb:  $0,5 \text{ ml l}^{-1}$ ) dózis ideális volt a *Saintpaulia ionantha* számára, ugyanis a kezelt állomány egyedei két héttel előbb virágoztak a kontrollnál, illetve nagyobb levélrozettát is képeztek, magasabb klorofilltartalommal (Tilly-Mándy et al. 2010b). Ehhez hasonlóan, a *Begonia x tuberhybrida* 'Nonstop' növények nevelési ideje is rövidült, valamint levelük klorofilltartalma is megnőtt, különösen akkor, amikor  $0,5 \text{ ml l}^{-1}$  Pentakeep-oldatot permeteztek rájuk (Kisvarga et al. 2015). Awad (2008) azt tapasztalta, hogy  $0,04$  vagy  $0,08\%$  Pentakeep-V gyorsabb növekedéshez, magasabb klorofilltartalomhoz vezetett *Phoenix dactylifera* 'Kalas' állományban: a kezelt növényegyedek 4-5 hónappal előbb érték el az értékesíthető méretet a kontrollal összehasonlítva. *Pelargonium zonale* 'Serena' dugványokat áztatva vagy az áztatás mellett pluszban permetezve  $0,5\%$  Pentakeep-V oldattal, jelentősen hosszabb, több és nehezebb gyökerekhez jutottak, ugyanakkor a kijuttatás módját tekintve nem mutatkoztak szignifikáns eltérések (Köbli et al. 2012). Ami a hagymás dísznövényeket illeti, a kezelésben részesült 'Leen van der Mark' és 'Ballerina' tulipánok hagymahozama (hagymaszám és -méret) is számottevő mértékben fokozódott a nem kezeltékhez képest (Yoshida et al. 2005).  $0,03$  vagy  $0,05\%$  Pentakeep-V adta a legjobb eredményeket (nehezebb, több hagymát vagy hagymagumót) más hagymás vágottvirágok, mint például az *Allium christophii*, *Tulipa* 'Lucky Strike', *Lilium* 'Star Gazer' és *Gladiolus* 'White Friendship' esetén (Krzyminska 2007).

A Kelpak az *Ecklonia maxima* tengerialgából speciális technológiával nyert, biológiailag aktív citokinin- és auxin-hatású anyagokat is tartalmazó készítmény (Featonby-Smith és Van Staden 1984),  $0,2\%$  mennyiségben pozitívan befolyásolta *Sorbus aucuparia* magoncok fejlődését, mivel szignifikánsan magasabbra nőttek, a gyökérszet-jellemzőik is jobbak lettek (Magyar et al. 2008). Ugyanilyen kezelés fokozta a *Prunus marianna* 'GF 8-1', *P. mahaleb* 'Bogdány' anyanövények hajtásainak számát, azok friss tömegét és a levelek klorofilltartalmát (Szabó és Hrotkó 2009). Továbbá, e biostimulátor használata a 'GF 8-1' fajta dugványain a legnagyobb gyökeresedési arányhoz vezetett, megnövekedett friss tömeg mellett (Szabó et al. 2011), és a nehezen gyökeresedő *Prunus mahaleb* 'Magyar' fajta dugványozását is megkönnyítette (Szabó 2015).

A Kelpak, valamint a huminsav alapú, Bistep márkanéven is ismert Ferbanat L egyaránt növelte a *Lilium* 'Rialto' fajta gyökértömegét; ismételt Ferbanat L alkalmazással ( $0,2$  and  $0,4\%$  koncentrációkban) hosszabb szárazak, jelentősen nagyobb virágbimbók képződtek (Tilly-Mándy et al. 2012; Takács et al. 2015). *Petunia x grandiflora* 'Musica Blue' magoncok nevelésekor már  $0,1\%$  Ferbanat L serkentette a hajtások fejlődését, és töményebb dózisban ( $0,2$  vagy  $0,3\%$ )

adagolva további növekedést tapasztaltak (Kisvarga et al. 2014). *Forsythia x intermedia* 'Beatrix Farrand' konténeres állományában az eredmények (nagyobb gyökér és hajtástömegek, hosszabb hajtások, nagyobb, vastagabb levelek) azt mutatták, hogy 0,5%-os oldat bizonyult optimálisnak (Kovács et al. 2017).

A különböző növények sikeres *in vitro* szaporítása érdekében széles választékban alkalmaznak természetes, növényi eredetű összetevőket (Jámborné és Dobránszki 2005). Bár az esetek többségében kémiaiilag pontosan meghatározott, mesterséges előállítású kiegészítőket használnak mikroszaporításkor, időnként hasznos alternatívát jelenthetnek egyes szerves eredetű anyagok (Molnár et al. 2011). A steril táptalajokhoz némely esetben Kelpak, Ferbanat L, Pentakeep-V készítményeket is hozzáadtak.

A 'BP1' burgonyafajta *in vitro* szaporításakor Kowalski et al. (1999) azt tapasztalták, hogy a Kelpak rejuvenalizálta a növényeket, ugyanakkor túl magas dózisban (0,5 és 1%) csökkentette a sarjak hosszát, azok friss tömegét, a gyökeresedés mértékét (ebből következik, hogy kedvező hatást csak alacsony, 0,25%-os koncentráció esetén kaptak). Ezzel szemben *in vitro* *Melissa officinalis* kultúrában 1%-os szint volt ideális (ekkor volt a legnagyobb a növények tömege, klorofilltartalma). Ennél töményebb (1,5%-os) oldatot javasoltak burgonya fajták esetén (Tantos 2002). A *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' steril sokszorosítása során a Kelpak csak 0,1 vagy 0,2 ml l<sup>-1</sup> koncentrációban hatott pozitívan a sarjképzésre és a klorofillmennyiségre, gyökeresedést azonban egyik töménység esetén sem figyeltek meg (Vidák 2014).

*Myrmecophyla tibicinis* és *Peristeria elata* orchideák tenyésztésében a módosított MKC (Knudson 1946) táptalajhoz adott 0,1 ml l<sup>-1</sup> Ferbanat L csökkentette az enzimaktivitást, magasabb (0,5 ml l<sup>-1</sup>) koncentráció növelte a gyökerek, új levelek számát, a klorofilltartalmat, ugyanakkor a legnagyobb dózis (1 ml l<sup>-1</sup>) már lassúbb, gyengébb fejlődést, fokozott peroxidáz aktivitást, színanyagtartalom-csökkenést eredményezett (Thuróczy 2012). *In vitro* *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' növények számára 0,8 ml l<sup>-1</sup> Ferbanat L vált be leginkább, ekkor képződtek a legmagasabb klorofill- és karotinoidtartalmú levelekkel rendelkező, legalacsonyabb enzimaktivitást mutató egyedek. E magyar berkenyefajtára a Pentakeep-V hasonlóan hatott, és ugyanebben a mennyiségben alkalmazva a sarjak számában, levelek méretében is kedvező változást tapasztaltak (Vidák 2014). Egy másik kísérletben 0,4 és 0,8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V eredményezte a legtöbb *in vitro* *Phlaidendron erubescens* sarjat a leghosszabb levelekkel (azokban pedig legmagasabb klorofilltartalommal), noha a dózis emelése csökkentette a sarjak hosszát. Továbbá, a Pentakeep-V kiegészítésű táptalajokról származó növények a kontrollal összehasonlítva magasabbra is nőttek, nagyobb leveleket fejlesztettek az akklimatizálási szakaszban (Asztalos 2014).

Az *Asparagaceae* családba tartozó árnyékliliomok (*Hosta*) népszerű, árnyéktűrő, többségükben Japánból származó élől dísznövények, vaskos rizómával, változatos formájú-színű levelekkel és tetszetős, fehér vagy kékeslila, harang alakú, kevés pollent termelő virágokkal (Božek et al. 2015). Magról vagy tóosztással történő hagyományos szaporításuk heterogén, lassan fejlődő magoncokat vagy viszonylag kevés szétosztott utódnövényt eredményez (Hamrick 2003; Rice 2006). Ha nagy mennyiségű, jó minőségű, egységes, fajtaazonos, egészséges állományok létrehozása a cél, a mikroszaporítás hatékony és jövedelmező lehet (Jámborné és Dobránszki 2005). Számos *Hosta* fajtát sikerrel szaporítottak szilárd Murashige és Skoog (1962) alaptáptalajon, ugyanakkor a hormonok optimális koncentrációja gyakran az adott fajtától függően változott.

Erre jó példa, hogy a *H.* ‘Devon Green’, *H.* ‘Blue Cadet’, *H.* ‘Samurai’ számára ideálisnak bizonyult 6 mg l<sup>-1</sup> BA cytokinin, míg a *H.* ‘Gold Haze’, *H.* ‘Gold Drop’ alacsonyabb dózist (3 mg l<sup>-1</sup>) igényelt. Szintén az adott fajta határozta meg a szóba jöhető szénhidrátforrást, általában szacharózt, 20-35 g l<sup>-1</sup> mennyiségben (Szafián 2010). Egyes esetekben agart nem tartalmazó, folyékony táptalajokon több sarjat, gyökeret és nagyobb szárazanyagtartalmat értek el (Adelberg et al. 2000; Adelberg 2005).

Munkánkban a *Hosta* ‘Gold Drop’ fajtát alkalmaztuk tesztnövényként. Egy másik, hasonló termetű fajta, a fehérén szegélyezett levelű *H.* ‘Dew Drop’ mikroszaporításakor korábban már alkalmazták a Pentakeep-V, Ferbanat L és Kelpak biostimulátorokat (auxinok és/vagy citokininek helyett), és e készítmények egyrészt nagyobb friss tömegű *in vitro* sarjakat, valamint utóhatásként nagyobb méretű és magasabb klorofill, karotinoidtartalmú levelekkel rendelkező akklimatizált növényeket eredményeztek, főként Ferbanat L és Kelpak *in vitro* alkalmazásakor (Gere 2017). A pozitív hatásokat nézve tudni szeretnénk volna, hogy a *H.* ‘Gold Drop’ hasonlóan vagy eltérő módon fog-e reagálni ugyanezen típusú és koncentrációjú biostimulátorok hatására.

### Anyag és módszer

#### A növényanyag eredete

A felszaporításhoz felhasznált, gyökerek nélküli, 2,5-3 cm-es, 3-4 leveles növények a Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék laboratóriumában előzetesen fenntartott tenyészetekből származtak (jelen *in vitro* kísérletet ugyanitt végeztük). A *Hosta* ‘Gold Drop’ törpe fajta, kicsi, halvány, sárgászöld levelekkel és lila virágokkal (Schmid 1991; Liu és Zhao 2012). Az akklimatizálásra a tanszék egyik (a Budai Arborétumban lévő) üvegházában került sor.

#### Az *in vitro* szaporítás, akklimatizálás körülményei

A felszaporítást fél makroelem töménységű MS (Murashige és Skoog 1962) alaptáptalajon végeztük, amit négy különböző koncentrációban (0,1; 0,2; 0,4 és 0,8 ml l<sup>-1</sup>) három biostimulátorral egészítettünk ki. Ezek a következők: Ferbanat L (gyártó: Turkish Ekosistem, Magyarországon „Bistep” néven került forgalomba), Kelpak (Kelp Products Ltd., Dél-Afrika) és Pentakeep-V (Cosmo Seiwa Agriculture Ltd., Japán). A kontroll táptalaj egyiket sem tartalmazta. Minden táptalajban literenként 20 g l<sup>-1</sup> szacharózt (Reanal Finomvegyszergyár Zrt., Magyarország) és 5,5 g l<sup>-1</sup> agart (Sigma-Aldrich, Merck, USA) oldottunk fel. A pH értéket 5,6-ra állítottuk KOH-dal, és az autoklavozást 35 percig végeztük túlnyomáson (10<sup>5</sup> Pa). Az *in vitro* tenyészeteket 22 ± 2 °C-on, 40 μmol m<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> fotoszintetikus fényáram *sűrűségű* (PPFD), 16/8 órás megvilágításon tartottuk. 14 héttel később rögzítettük az *in vitro* morfológiai adatokat (sarjak, gyökerek száma és hossza, levelek hossza és szélessége, friss növénytömeg, kalluszosodott rendellenes növények %-os aránya).

A felszaporító táptalajokhoz használt biostimulátorok utóhatását kiderítendő, minden *in vitro* növényt kiültettünk egységesen 50% perlit + 50% tőzeg keverékbe. Az akklimatizálás üvegházi körülmények között történt (70% páratartalom, 20-25 °C-on), mesterséges megvilágítást, tápanyagutánpótlást nem alkalmaztunk. Az akklimatizálás előtt nem volt szükség *in vitro* gyökeresítő szakasz beiktatására, ugyanis minden táptalajon (a kontrollon is) spontán gyökeresedést tapasztaltunk. 20 héttel az akklimatizálás indítását követően megvizsgáltuk az *ex vitro* sarjak, levelek

paramétereit (sarjszám és -hossz, levélhossz és -szélesség), meghatároztuk a túlélési arányt. Minden kezelésbe (csoportba) 30 növény tartozott, és minden kezelést megismételtünk kétszer.

### Élettani paraméterek mérése, meghatározása

A klorofill (a + b) és karotinoid tartalom meghatározására 3x0,1 g levélmintát vettünk minden csoportból (*in vitro* és akklimatizált állományokból egyaránt). A leveleket dörzsmozsárban homogenizáltuk egy csipet kvarchomokkal és 10 ml (80%-os) acetonnal. 24 órás 4 °C-os hűtést követően az ülepített kivonatot GeneSys VIS-10 (Thermo Fisher Scientific Inc., USA) spektrofotométerbe helyezve a vakkal (80% aceton) szemben 644, 663 és 480 nm hullámhosszon mértük az abszorbanciát. Az abszorbancia-értékeket a  $(20,2 \times A_{644} + 8,02 \times A_{663}) \times V/w$  és  $(5,01 \times A_{480})/w$  képletekbe helyettesítve kaptuk meg a klorofill és karotinoid tartalmat ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), ahol V= levélszövetkivonat mennyisége (10 ml), w= levélszövet friss tömege (0,1 g), A= abszorbancia (Arnon 1949).

A peroxidáz enzim (POD) aktivitás méréséhez kezelésként 3x0,15 g *in vitro* és *ex vitro* levelet 1,5 ml  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  (pH=6,5; 0,05 M) jelenlétében mozsárban eldörzsöltünk, majd centrifugálást (4 °C, 20 perc, 13500 rpm) követően a szilárd frakciókat már nem tartalmazó, elkülönített kivonatot használtuk fel a fentebb már említett készüléken végzett spektrofotometriás vizsgálathoz, 460 nm hullámhosszon. A reakcióhoz a szövetkivonatot (3 x 0,01 ml-t kezelésként) 1,7 ml  $\text{C}_2\text{H}_3\text{NaO}_2$  (pH=4,5; 0,1 M), 0,03 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  és 0,02 ml ortodianizidin (3, 3'-dimetoxibenzidin) reagensekkel elkevertük. Az enzimaktivitást ( $\text{U mg}^{-1}$ ) a  $(\Delta A1 \times \text{hígulás})/\varepsilon$ ; egyenlettel határoztuk meg, ahol  $\Delta A1$  = abszorbanciaváltozás/1 min,  $\varepsilon$  = 11,3: ortodianizidin extinkciós koefficiense (Shannon et al. 1966; Blinda et al. 1996).

### Kiértékelés

Az adatokat (klorofill és karotinoid tartalom, POD aktivitás, levélhossz és -szélesség, sarj, gyökérszám és -hossz, *in vitro* friss növénytömeg) a Microsoft Excel (2016) táblázatkezelő programmal rendeztük. Az egyes csoportok (független minták) egyszempontos összehasonlítását, az adatsorokból számolt átlagok Tukey és Games-Howell-féle páronkénti összevetését az SPSS 23.0 (IBM Corp., USA) statisztikai szoftver segítségével elemeztük,  $p \leq 0,05$  valószínűség mellett.

## Eredmények

### Gyökérszám és -hossz

Az *in vitro* gyökerek száma és hossza a 0,1 ml  $\text{l}^{-1}$  Ferbanat L, valamint a 0,4 ml  $\text{l}^{-1}$  Kelpak kiegészítésű táptalajokon volt a legnagyobb (32,13 db és 83,93 mm, illetve 34,23 db és 78,2 mm; 1. ábra A). A Pentakeep-V koncentrációjának növelése kevesebb és rövidebb gyökereket eredményezett, szignifikánsan is a legalacsonyabb átlagokat a legtöményebb, 0,8 ml  $\text{l}^{-1}$  oldat alkalmazásakor kaptuk (1. ábra B, 1. táblázat). Az adott táptalajtól függetlenül az esetek többségében a gyökérszám egyenes arányban állt azok hosszával. A *Hosta* 'Dew Drop' *in vitro* sokszorosításakor (Gere 2017) a legmagasabb értékeket 0,1, 0,2 ml  $\text{l}^{-1}$  Pentakeep (26,76 és 24,55 db), illetve 0,2, 0,4 ml  $\text{l}^{-1}$  Ferbanat (88,47 and 81,88 mm) használata eredményezte. Ahogy nálunk is, a Pentakeep-V koncentrációjának emelése e *Hosta* fajtánál is csökkentette a gyökerek számát és hosszát.

1. táblázat. 0,1-0,8 ml l<sup>-1</sup> Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V tartalmú Murashige és Skoog (MS, 1962) alaptáptalajon szaporított *in vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények gyökérszáma és -hossza, friss növénytömege

		Gyökérszám Root number ± SD	Gyökérhossz (mm) Root length ± SD	Friss növénytömeg (g) fresh weight ± SD
<b>Kontroll</b>		31,48 ± 7,86 efg	83,25 ± 34,87 e	1,5 ± 0,82 bc
	<b>0,1</b>	32,13 ± 6,35 fg	83,93 ± 29,61 e	1,48 ± 0,57 bc
<b>Ferbanat L</b>	<b>0,2</b>	26,86 ± 5,44 cde	82,1 ± 36,82 e	1,31 ± 0,66 bc
(ml l <sup>-1</sup> )	<b>0,4</b>	23,8 ± 3,33 bc	51,73 ± 17,06 b	1,33 ± 0,4 bc
	<b>0,8</b>	25,46 ± 6,06 cd	59 ± 31,4 bcd	1,43 ± 0,44 bc
	<b>0,1</b>	28,86 ± 5,65 def	62,93 ± 23,91 bcde	1,68 ± 0,61 bc
<b>Kelpak</b>	<b>0,2</b>	33,1 ± 4,89 fg	77,1 ± 23,63 cde	2,26 ± 0,65 de
(ml l <sup>-1</sup> )	<b>0,4</b>	34,23 ± 5,41 g	78,2 ± 29,21 de	2,53 ± 0,95 e
	<b>0,8</b>	26,86 ± 4,28 cde	44,46 ± 10,8 b	1,74 ± 0,71 cd
	<b>0,1</b>	27,17 ± 4,75 cde	55,75 ± 19,44 bc	1,44 ± 0,74 bc
<b>Pentakeep-V</b>	<b>0,2</b>	22,75 ± 5,38 bc	49,58 ± 15,4 b	1,14 ± 0,56 ab
(ml l <sup>-1</sup> )	<b>0,4</b>	20,37 ± 6,13 b	41,75 ± 20,16 b	1,17 ± 0,48 abc
	<b>0,8</b>	5,07 ± 3,12 a	7,6 ± 5,47 a	0,7 ± 0,52 a

Table 1. Root number and length, fresh weight of *in vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants cultured on Murashige and Skoog (MS, 1962) medium with 0.1-0.8 ml L-1 Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V

### Friss növénytömeg

A Kelpak tartalmú táptalajokon fejlődtek a legnagyobb friss tömegű *in vitro* növények, főként 0,2 és 0,4 ml l<sup>-1</sup> koncentráció esetén, amikor szignifikánsan is a legmagasabb értékek születtek (2,26 és 2,53 g). Megjegyzendő, hogy az utóbbi kezelés eredményezte a legtöbb és a leghosszabb sarjat. A *Hosta* 'Dew Drop' (Gere 2017) számára azonban nem a Kelpak, hanem 0,2 and 0,4 ml l<sup>-1</sup> Ferbanat L volt optimális (maximális friss növénytömegek: 2,62 and 2,93 g), e készítmény a sarjak számát, hosszát ugyancsak jelentős mértékben megnövelte.

### Sarjszám és -hossz

Csaknem minden Kelpak-kiegészítés több *in vitro* *Hosta* 'Gold Drop' sarj kialakulásához vezetett a kontrollal összehasonlítva, a legnagyobb értéket (5,43 db) 0,4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak koncentráció eredményezte (1. ábra C). Hasonló mértékű sarjadzást tapasztaltunk 0,8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V alkalmazásakor, ugyanakkor ez a kezelés abnormalis kalluszosodással járt (1. ábra D) a növénygyedek 39,28%-án. E biostimulátor (különösen magasabb dózisban) a *Philodendron erubescens in vitro* sarjképződését is optimális mértékben serkentette, ám kallusztömeg kialakulása nélkül (Asztalos 2014).



Szignifikánsan is a leghosszabb (23,2 mm-es) sarjakat a 0,4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak kiegészítésű táptalajon találtuk, és csak ez a biostimulátor eredményezett a kontrollhoz képest minden koncentrációban hosszabb sarjakat. A Pentakeep-V dózisének növelése egyre rövidebb sarjak kialakulásához vezetett, így tehát a legrövidebbeket 0,8 ml l<sup>-1</sup> esetén kaptuk. Ezzel ellentétben ez utóbbi készítmény a *Philodendron erubescens in vitro* szaporításakor a leghosszabb sarjakat eredményezte (Asztalos 2014), míg a Kelpak egyik koncentrációban sem vált be a *Sorbus borbasii* 'Herkulesfürdő' esetén (Vidák 2014).

1. ábra. *In vitro* és *ex vitro* (akklimatizált) *Hosta* 'Gold Drop' növények: A) Erősen gyökeresedett példányok 100 ml Erlenmeyer lombikban, ½ MS táptalajon, 0,4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak jelenlétében. B) 0,8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V használata kevés, rövid gyökeret eredményezett. C) 0,4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak hatására több, hosszabb *in vitro* sarj képződött nagyobb levelekkel D) 0,8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V hatására gyengén fejlődött *in vitro* növények (a kalluszképződést nyilak mutatják). E) Az *ex vitro* növények jobban fejlődtek, amennyiben az akklimatizálás előtt *in vitro* szaporításuk Kelpak kiegészítésű táptalajon ment végbe. F) A Pentakeep utóhatásként gyengébb *ex vitro* növényeket eredményezett. A fotókon lévő vonalmérték 10 mm-t jelez

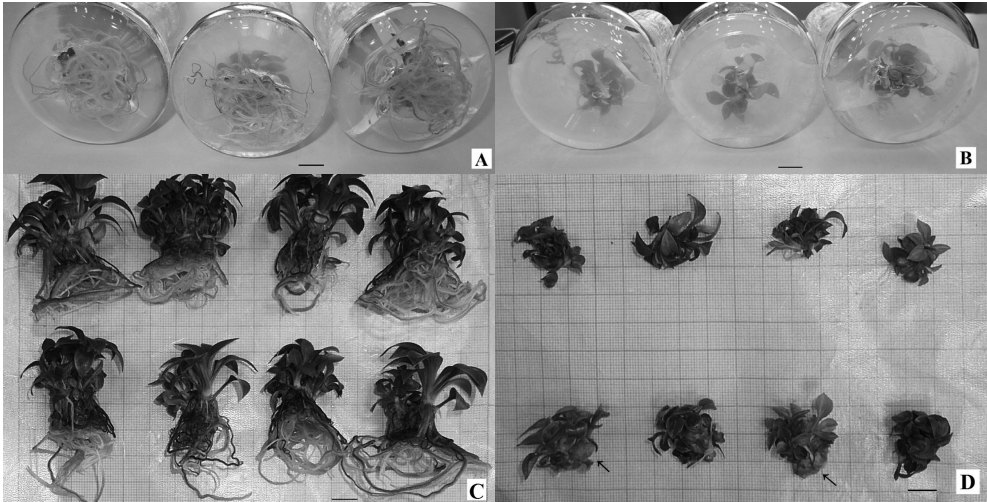


Figure 1. *Hosta* 'Gold Drop' *in vitro* and acclimatized (*ex vitro*) plants: A) Well rooted plants in 100 ml Erlenmeyer flasks containing ½ MS medium with 0.4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak. B) 0.8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V resulted plants without or with few and short roots. C) *In vitro* plants cultured on ½ MS medium with 0.4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak produced more and longer shoots, larger leaves. D) Poorly developed *in vitro* plants (callus formation shown by arrows) from ½ MS medium supplemented with 0.8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V. E) *Ex vitro* plants grown better when Kelpak was previously used before acclimatization. F) As after-effect, Pentakeep resulted weaker *ex vitro* plants. Scale bars on pictures: 10 mm

Az akklimatizált *Hosta* 'Gold Drop' állományokban a legtöbb (4,83-4,94 db) sarjat a 0,2-0,8 ml l<sup>-1</sup> Kelpak tartalmú táptalajról származó növényeken találtuk (1. ábra E). A Pentakeep-V magasabb

koncentrációban való alkalmazása utólagosan kevesebb és rövidebb *ex vitro* sarjat eredményezett (1. ábra F). A többi biostimulátorral összehasonlítva a Kelpak bizonyult (utóhatásként) optimálisnak az elongációra: a leghosszabb (31,86-39,32 mm-es) akklimatizált sarjakat ebben az esetben kaptuk (2. táblázat). Gere (2017) kísérletében a *Hosta* 'Dew Drop' számára 0,1-0,4 Ferbanat L volt ideális, ekkor fejlődött a legtöbb (4,85-5,23 db) és átlagosan a leghosszabb (26,07-26,45 mm) *in vitro* sarj. Később (akklimatizáláskor) is ez a biostimulátor fejtett ki pozitív utóhatást e *Hosta* fajta sarj-jellemzőit tekintve, főleg akkor, ha előzőleg magasabb koncentrációban (0,4-0,8 ml l<sup>-1</sup>) használták. Tehát különböző *Hosta* fajták közt is adódhatnak eltérések aszerint, hogy mely biostimulátor bizonyulhat kedvezőnek.

2. táblázat. *In vitro* és *ex vitro* (akklimatizált) *Hosta* 'Gold Drop' növények sarj- és levélparaméterei

	Sarjszám ± SD		Sarjhossz (mm) ± SD		Levélhossz (mm) ± SD		Levélszélesség (mm) ± SD		
	<i>in vitro</i>	<i>ex vitro</i>	<i>in vitro</i>	<i>ex vitro</i>	<i>in vitro</i>	<i>ex vitro</i>	<i>in vitro</i>	<i>ex vitro</i>	
<b>Kontroll</b>	4 ± 2,09 ab	4,06 ± 2,2 ab	21 ± 2,81 bc	31,97 ± 4,33 def	13,9 ± 2,21 bcde	25,23 ± 4,54 efg	6,96 ± 1,04 abc	15,55 ± 2,73 ef	
<b>Ferbanat L (ml l<sup>-1</sup>)</b>	<b>0,1</b>	3,36 ± 2,8 a	3,36 ± 2,49 ab	21,86 ± 2,54 bc	31,73 ± 3,29 def	15,33 ± 2,2 defg	26,13 ± 3,72 g	7,43 ± 1,04 bcd	15,33 ± 2,24 ef
	<b>0,2</b>	2,76 ± 1,86 a	2,7 ± 2,02 a	21 ± 2,75 bc	30,1 ± 3,53 cde	14 ± 1,91 bcdef	23,2 ± 3,92 cdefg	7,2 ± 0,99 abcd	13,77 ± 2,47 cdef
	<b>0,4</b>	3,76 ± 1,38 ab	4,06 ± 2,18 ab	21,6 ± 2,45 bc	29,07 ± 5,87 cde	15,2 ± 2,28 cdefg	20 ± 4,09 bc	7,53 ± 1,07 bcd	13,7 ± 2,88 cde
	<b>0,8</b>	3,92 ± 1,98 ab	3,46 ± 1,73 ab	20,75 ± 2,48 bc	25,5 ± 4,92 b	14,64 ± 2,32 bcdefg	17,39 ± 4,52 ab	7,57 ± 1,03 bcd	11,36 ± 2,97 ab
<b>Kelpak (ml l<sup>-1</sup>)</b>	<b>0,1</b>	3,17 ± 2,05 a	3,35 ± 1,56 ab	21,96 ± 2,24 c	39,32 ± 4,44 g	16,41 ± 2,59 g	25,46 ± 4,09 fg	7,93 ± 0,88 d	15,46 ± 2,82 ef
	<b>0,2</b>	4,3 ± 2,57 ab	4,93 ± 2,47 b	22,33 ± 2,9 c	32,52 ± 3,03 ef	16,03 ± 3,28 fg	23,65 ± 3,82 defg	7,83 ± 1,14 cd	15,06 ± 2,33 ef
	<b>0,4</b>	5,43 ± 3,53 b	4,82 ± 2,98 b	23,2 ± 2,91 c	33,83 ± 4,15 f	15,76 ± 2,81 efg	24,86 ± 5,02 efg	7,53 ± 0,86 bcd	15,9 ± 2,82 f
	<b>0,8</b>	4,2 ± 2,32 ab	4,89 ± 2,17 b	22,4 ± 4,81 c	31,86 ± 2,62 def	16,36 ± 2,68 g	21,9 ± 3,45 cdef	7,93 ± 1,08 d	14,31 ± 2,2 def
<b>Pentakcep-V (ml l<sup>-1</sup>)</b>	<b>0,1</b>	4,68 ± 3,16 ab	4,41 ± 2,75 ab	22,48 ± 2,74 c	30,83 ± 2,95 cdef	13,2 ± 1,69 bc	21,62 ± 3,18 cde	6,96 ± 1,01 abc	14,07 ± 1,73 cdef
	<b>0,2</b>	3,89 ± 1,81 ab	4,36 ± 2,53 ab	21,2 ± 2,12 bc	28,64 ± 2,66 bcd	12,93 ± 1,64 b	20,24 ± 3,44 bcd	6,72 ± 1,03 ab	12,12 ± 1,74 bc
	<b>0,4</b>	3,79 ± 2,16 ab	3,74 ± 2,29 ab	19,41 ± 2,84 b	28,15 ± 3,13 bc	13,62 ± 2,69 bcd	21,7 ± 4,81 cde	7,06 ± 1,3 abcd	12,41 ± 2,17 bcd
	<b>0,8</b>	5,42 ± 1,91 b	3 ± 1,8 ab	16,46 ± 3,2 a	22,06 ± 2,41 a	10,17 ± 1,92 a	15,71 ± 1,72 a	6,28 ± 1,15 a	9,88 ± 1,11 a

Table 2. Shoot and leaf parameters of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants



### Levélhossz és -szélesség

Szignifikánsan a leghosszabb (16,41 és 16,36 mm) és legszélesebb (7,93 mm) leveleket a 0,1 és 0,8 ml l<sup>-1</sup> Kelpak kiegészítésű táptalajokon fejlesztették a növények (az eltérés a kontrollhoz képest is jelentős volt statisztikailag). Hasonló tendenciát tapasztaltak *Sorbus borbasii* ‘Herkulesfürdő’ *in vitro* szaporításakor (Vidák 2014). A mi kísérletünkben a Pentakeep-V eredményezte a legrövidebb és legkeskenyebb *in vitro* és *ex vitro* leveleket, különösen a készítmény 0,8 ml l<sup>-1</sup> mennyiségben történő alkalmazásakor (2. táblázat). Megfigyeltük azt is, hogy a különböző biostimulátorok eltérő összefüggésekhez vezettek a sarjak száma, hossza, valamint a levelek mérete között: 0,8 ml l<sup>-1</sup> Pentakeep-V használatakor ezek fordított arányban álltak egymással, míg a Kelpak több, hosszabb sarjakat eredményezett nagyobb levelekkel. A *Hosta* ‘Dew Drop’ fajtánál (Gere 2017) mind a három biostimulátor csökkentette a levelek hosszát, szélességét a kontrollal összehasonlítva, ám a Ferbanat L, Kelpak utóhatásként (az akklimatizált növényeken) már növelte a levelek méretét.

### Klorofill- és karotinoidtartalom

Az *in vitro* *Hosta* ‘Gold Drop’ növények levélmérete (hossza, szélessége) és klorofill tartalma között egyenes arány mutatkozott, vagyis a legnagyobb klorofill értékeket (5169,56 és 5397,33 µg g<sup>-1</sup>) ebben az esetben is a Kelpakot 0,1 és 0,8 ml l<sup>-1</sup> koncentrációban tartalmazó táptalajon kaptuk. A karotinoid tartalom hasonlóan alakult. Az akklimatizált állományban azok az egyedek mutatták a legnagyobb átlagokat (5085,76 és 5012,58 µg g<sup>-1</sup>), amelyeket előzőleg 0,1 ml l<sup>-1</sup> Ferbanat L vagy 0,4 ml l<sup>-1</sup> Kelpak tartalmú táptalajon szaporítottunk, míg a Pentakeep-V minden koncentrációban a legkisebb értékekhez vezetett (2. ábra). A karotinoid tartalom másképp alakult, mert szignifikánsan is a legnagyobb átlagok (130,61-142,31 µg g<sup>-1</sup>) éppen e biostimulátor (főleg nagyobb koncentrációinak) hatására jöttek létre (3. ábra). A *Hosta* ‘Dew Drop’ esetén zömében a Kelpak növelte (a Pentakeep-V pedig csökkentette) a klorofill, karotinoid tartalmakat, mind az *in vitro*, mind az akklimatizált csoportokban (Gere 2017). Ugyanakkor a *Philodendron erubescens in vitro* egyedeinél a legtöményebb Pentakeep-V dózis vezetett a legmagasabb levélpigment-átlagértékekhez (Asztalos 2014), és ehhez hasonló jelenség mutatkozott *in vitro* *Sorbus borbasii* ‘Herkulesfürdő’ (Vidák 2014), illetve akklimatizált *Phoenyx dactylifera* (Awad 2008) növényeken is.

### Peroxidáz enzimaktivitás

Az *in vitro* *Hosta* ‘Gold Drop’ állományokban a 0,1 ml l<sup>-1</sup> Kelpak kezelésben részesülteknél kaptuk a legalacsonyabb stressz-értéket (0,019 U mg<sup>-1</sup>), míg a töményebb (0,4 és 0,8 ml l<sup>-1</sup>) Pentakeep-V kiegészítésű táptalajra került növények mutatták a legnagyobb (0,082 és 0,073 U mg<sup>-1</sup>) enzimaktivitást (4. ábra). Gere (2017) kísérletében szintén ez utóbbi biostimulátor vezetett a legmagasabb POD-értékekhez (0,12-0,15 U mg<sup>-1</sup>) a *Hosta* ‘Dew Drop’ *in vitro* szaporításakor, noha a legalacsonyabb aktivitást (0,03-0,07 U mg<sup>-1</sup>) e fajtánál nem a Kelpak, hanem a Ferbanat L eredményezte. A mi kísérletünkben az akklimatizált *H. ‘Gold Drop’* növényeknél csak a Kelpak esetén tapasztaltunk az *in vitro* állományokhoz képest csökkent enzimaktivitást az adott biostimulátort minden koncentrációban adva a felszaporításakor alkalmazott táptalajhoz. A Ferbanat L csak 0,1 és 0,2, míg a Pentakeep-V 0,1 és 0,4 ml l<sup>-1</sup> dózisban fejtett ki hasonló hatást. A másik *Hosta* fajta (*H. ‘Dew Drop’*) akklimatizálásakor sem a Kelpak, sem a Ferbanat L nem bizonyult stressz-csökkentőnek (Gere 2017).

2. ábra. *In vitro* és *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények levelének klorofill (a+b) tartalma

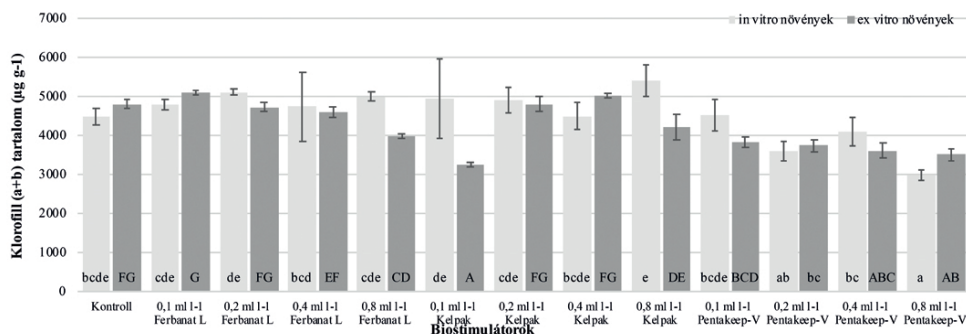


Figure 2. Chlorophyll (a+b) content of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants' leaves

3. ábra. *In vitro* és *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények levelének karotinoid tartalma

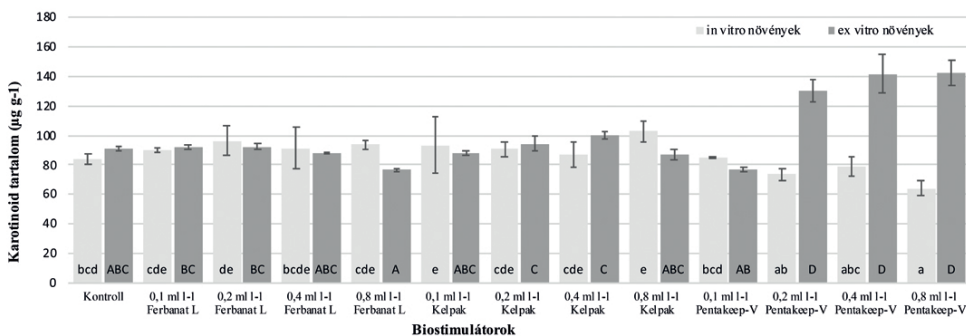


Figure 3. Carotenoid content of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants' leaves

4. ábra. *In vitro* és *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' növények levelének peroxidáz enzimaktivitása

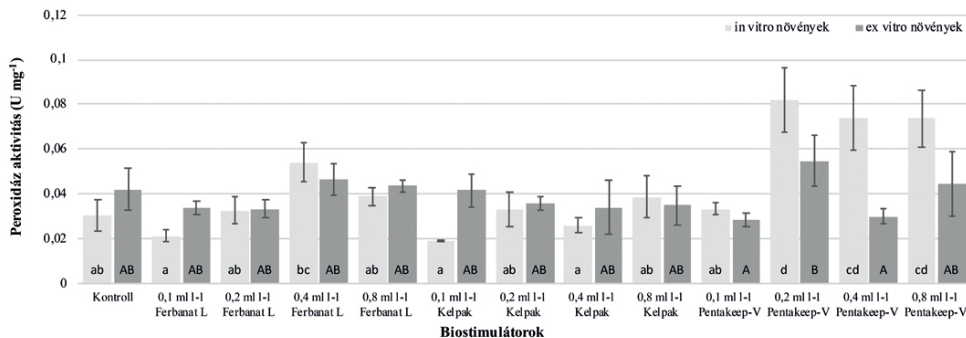


Figure 4. Peroxidase activity of *in vitro* and *ex vitro* *Hosta* 'Gold Drop' plants' leaves

### Akklimatizált növények túlélési aránya

A teljes (a kontrollt és mind a három biostimulátorral, összesen 12 kezelt csoportot magába foglaló) állományból 92%-os arányban élték túl az akklimatizálást a kiültetett növények. Ha az egyes készítményeket külön nézzük, 100%-os túlélési arányt a Kelpak és Ferbanat L minden koncentrációban, a Pentakeep-V pedig csak 0,1 ml l<sup>-1</sup> dózisban eredményezett. Ha ez utóbbi biostimulátorból 0,8 ml l<sup>-1</sup>-t adtunk a táptalajhoz a felszaporítási szakaszban, akkor az akklimatizációt csak 56%-ban élték túl a növények. Mindazonáltal a kontroll-egyedek is mindannyian sikeresen akklimatizálódtak, ebből a szempontból tehát az alkalmazásra került biostimulátoroknak nem volt egyértelműen pozitív hatásuk. Ezt kiderítendő, kevésbé kedvező (például szárazabb és/vagy az optimálisnál hűvösebb/melegebb, nem üvegházi) körülmények között elvégezhető további akklimatizációs kísérletekre, illetve e kritikus szakaszban ismételt biostimulátoros kezelésekre lehetne sort keríteni, újabb kutatásokat lehetővé tevő javaslatként.

### Következtetés

Mindent egybevetve, a Pentakeep-V nem vált be a *Hosta* 'Gold Drop' mikroszaporítása során, nem kívánt hatások miatt. E készítményt a legnagyobb (0,8 ml l<sup>-1</sup>) koncentrációban tartalmazó táptalajokba került sarjak csaknem 40%-ának az alapi részén gömbölyded-szabálytalan, halványzöld kalluszosomók jelentkeztek. Emellett a gyökeresedésre, a levél-tulajdonságokra (méret, klorofill- és karotinoidtartalom) is kedvezőtlenül hatott a Pentakeep-V, és további negatív következményként az efféleképpen *in vitro* gyengén fejlődött állománynak mintegy fele elpusztult az akklimatizálási szakaszban. A legjobb eredményt (főként 0,2 vagy 0,4 ml l<sup>-1</sup> koncentrációban alkalmazva) a Kelpak adta. Túlnyomórészt ez a biostimulátor eredményezte a legtöbb sarjat a legnagyobb méretű és színyagtartalmú levelekkel (ebből következően a sarjak friss tömege is elérte a maximális értéket), nem csak *in vitro*, hanem utólag, az akklimatizálást 100%-os arányban túlélő növényeken is. Noha a kontroll csoport egyedei ugyancsak mind megmaradtak, a Kelpak előzőleg történő használata utólag is kedvezőbb hatásokhoz vezetett; az így nyert, több sarjat, nagyobb leveleket fejlesztett, dúsabb *ex vitro* növények eladási szempontból is tetszetősebb küllemmel rendelkeztek. Ugyanakkor érdemes lehet további *in vitro* és akklimatizációs kísérleteket folytatni más *Hosta* taxonokkal is, árnyaltabb képet festve e környezetbarát, természetes eredetű készítmények pozitív/negatív/közömbös hatását illetően.

### Irodalomjegyzék

1. Adelberg, J., Kroggel, M. and Toler, J. 2000. Physical Environment *in vitro* Affects Laboratory and Nursery Growth of Micropropagated *Hostas*. HortTechnology, 10(4): 754-757.
2. Adelberg, J. 2005. Efficiency in thin-film liquid system for *Hosta* micropropagation. Liquid Culture Systems for *in vitro* Plant Propagation, 443-447.
3. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24(1): 1-15.
4. Asztalos J. 2014. Különféle növekedésszabályozó anyagok hatása a *Philodendron erubescens* mikroszaporításában. Diplomamunka. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
5. Awad, M.A. 2008. Promotive effects of a 5-aminolevulinic acid-based fertilizer on growth of tissue culture-derived date palm plants (*Phoenix dactylifera* L.) during acclimatization. Sci Hortic. 118(1): 48-52.

6. Blinda, A., Abou-Mandour, A., Azarkovich, M., Brune, A. and Dietz, K.J. 1996. Heavy metal-induced changes in peroxidase activity in leaves, roots and cell suspension cultures of *Hordeum vulgare* L. Plant Peroxidases, Biochemistry and Physiology, 380-385.
7. Božek, M., Strzałkowska-Abramek, M. and Denisow, B. 2015. Nectar and pollen production and insect visitation on ornamentals from the genus *Hosta* Tratt. (*Asparagaceae*). Journal of Apicultural Science, 59(29): 119-125.
8. Dąbrowski, Z. 2008. Field Crops. Preface. In: Dąbrowski Z (Ed.). Biostimulators in modern agriculture. Wiesz Jutra, Warsaw, Poland.
9. Dobrzański, A., Anyszka, Z. and Elkner, K. 2008. Reakcja marchwi na ekstrakty pochodzenia naturalnego z alg z rodzaju *Sargassum* – AlgaminoPlant i z leonardytu – HumiPlant. [Carrot response to natural extracts from *Sargassum* algae – AlgaminoPlant and from leonardit – HumiPlant]. Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering, 53: 53-58.
10. Duchaj O.V. 2011. A Pentakeep-V kiegészítő műtrágya hatása *Petunia Veranda 'Rose Vein'* és *Sanvitalia procumbens 'Aztekengold'* balkonnövények növekedésére és fejlődésére. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
11. Featonby-Smith, B.C. and Van Staden, J. 1984. Identification and seasonal variation of endogenous cytokinins in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf. Botanica Marina, 17: 527-531.
12. Gere A.J. 2017. Biostimulátorok hatásának vizsgálata *Hosta 'Dew Drop'* mikroszaporítása során. Szakdolgozat. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
13. Hamrick, D. 2003. Crop Culture A-Z. In: Ball Redbook. 17th edition, Volume 2. Ball Publishing, Batavia, Illinois, USA.
14. Jámborné B.E. és Dobránszki J. 2005. Kertészeti növények mikroszaporítása. *In vitro* növényklónozás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
15. Kisvarga, Sz., Kerezi, R., Kohut, I. and Tilly-Mándy, A. 2014. The effect of Ferbanat L nanofertilizer on the growing of *Petunia x grandiflora* 'Musica Blue'. Int J Hort Sci. 20(3-4): 107-109.
16. Kisvarga, Sz., Honfi, P. and Tilly-Mándy, A. 2015. Effect of Pentakeep-V on *Begonia x tuberhybrida* 'Nonstop' line. Bulletin UASVM Horticulture, 72(1): 115-119.
17. Knudson, L. 1946. A new nutrient solution for the germination of orchid seeds. Amer Orchid Soc Bull. 15: 214-217.
18. Kosáry J. 2008. [Biochemistry of storage. 2. Food biochemistry] A tárolás biokémiája 2. Élelmiszerbiokémia. Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Alkalmazott Kémia Tanszék, Internetes kiadás, p. 14–16. [http://www.uni-corvinus.hu/fileadmin/user\\_upload/hu/tanszekek/elelmiszertudomanyi/alkalmazottkemia/segedanyag\\_ppt\\_pdf/TarbioElbio2008.DOC](http://www.uni-corvinus.hu/fileadmin/user_upload/hu/tanszekek/elelmiszertudomanyi/alkalmazottkemia/segedanyag_ppt_pdf/TarbioElbio2008.DOC)
19. Kovács, D., Magyar, L., Sütöriné Diószegi, M. and Hrotkó K. 2017. Treatments affecting the growth of *Forsythia x intermedia* Zabel. 'Beatrix Farrand' container grown shrubs. Gradus, 4(2): 284-289.
20. Kowalski, B., Jäger, A.K. and Van Staden, J. 1999. The effect of a seaweed concentrate on the *in vitro* growth and acclimatization of potato plantlets. Potato Research, 42: 131-139.
21. Köbli, V., Honfi, P., Túróczy, M. and Tilly-Mándy, A. 2012. The influence of Kelpak® and Pentakeep-V® on the root formation of *Pelargonium zonale* 'Serena' cuttings. In: Perata P, Brown P, Ponchet M editors. Abstract Book for Oral and Poster Presentations at: The 1<sup>st</sup> World Congress on the use of Biostimulators in Agriculture. 26-29. November 2012;, Strasbourg, France: Strasbourg Congress Centre, 164.
22. Krzyminska, A. 2007. Influence of Pentakeep-V on yield and quality of tulip, allium, liliium bulbs and gladiolus corms. Conference papaer: Pentakeep International Scientific Workshop. Prague, Czech Republic, 1: 146-151.
23. Liu, D.H. and Zhao, S.W. 2012. The impacts of light levels on growth and ornamental characteristics of *Hosta*. Acta Hort. 977: 183-188.

24. Ludwig-Müller, J. 2000. Indole-3-butyric acid in plant growth and development. *Plant Growth Regulation*, 32(2): 219-230.
25. Molnár, Z., Virág, E. and Ördög, V. 2011. Natural substances in tissue culture media of higher plants. *Acta Biologica Szegediensis*, 5500000 (1): 123-127.
26. Magyar, L., Barancsi, Z., Dickmann, A. and Hrotkó, K. 2008. Application of biostimulators in nursery. *Bulletin UASVM Horticulture*, 65(1): 515.
27. Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*. 15: 473-497.
28. Rice, G. 2006. *Encyclopedia of perennials*. American Horticultural Society. Dorling Kindersley. London, England.
29. Schmid, W.G. 1991. *The genus Hosta*. Portland, OR, USA. Timber Press
30. Shannon, L.M., Kay, E. and Lew, J.Y. 1966. Peroxidase isozymes from horseradish roots. I. Isolation and physical properties. *The Journal of Biological Chemistry*, 241(9): 2166-2172.
31. Szabó V. 2015. Effect of biostimulators on rooting of *Prunus mahaleb* softwood cuttings. *Doktori értekezés*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
32. Szabó, V. and Hrotkó, K. 2009. Preliminary results of biostimulator treatments on *Crataegus* and *Prunus* stockplants. *Bulletin UASVM Horticulture*, 66(1): 223-228.
33. Szabó, V., Sárvári, A. and Hrotkó, K. 2011. Treatment of stockplants with biostimulators and their effects on cutting propagation of *Prunus marianna* 'GF 8-1', *Acta Hort.* 923: 277-282.
34. Szafián Zs. 2010. Biological and technological aspects of micropropagation of *Hosta* varieties. *Doktori értekezés*. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
35. Takács A., Köbli V., Honfi P. és Tillyné Mándy A. 2015. Biostimulátorok alkalmazása a vágottliliom-termesztésben. *Kertgazdaság*, 47(1): 40-47.
36. Tantos, Á. 2002. Study on the effects of naturally occurring growth regulators in the plant tissue culture. *Doktori értekezés*. Szent István Egyetem, Budapest.
37. Thuróczy J. 2012. *Myrmecophila tibicinis* és *Peristeria elata* mikroszaporítása Ferbanat L<sup>®</sup> tartalmú táptalajon. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
38. Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Marczika, A., Köbli, V. and Palásti, Gy. 2010a. The Effect of Bioactive Agents on the Growth and Chlorophyll Content of *Tillandsia usneoides* L. *Bulletin UASVM Horticulture*, 67(1): 388-393.
39. Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Stefanovits-Bányai, É., Mosonyi, I.D., Köbli, V. and Hrotkó, K. 2010b. The effect of 5-aminolevulinic-acid (ALA) on the development of *Saintpaulia ionantha*. *Int J Hort Sci*. 16(5): 33-36.
40. Tilly-Mándy, A., Köbli, V., Honfi, P. and Takács, A. 2012. Applying biostimulators in cut lily production. In: Kramarič, M., Pogorolec, A., Artiček, MK., Jerala, M., editors. 1. znanstvena konferenca z mednarodno udeležbo s področja kmetijstva, naravovarstva in hortikulture: Prenos inovacij, znanj in izkušenj v vsakdanjo rabo. 19-20 April 2012; Naklo, Slovenia: Biotehniški center Naklo, p. 17.
41. Vágújfalvi D. 2007. [Porfirines]Porfirinek.In:LángF. (ed./szer.): [Plant Physiology, The Metabolism of Plants II.] *Növényélettan, A növényi anyagcsere II.*. Budapest. ELTE Eötvös Kiadó, 584-587.
42. Vidák A. 2014. Biostimulátorok alkalmazásának lehetőségei *Sorbus borbasis* 'Herkulesfürdő' mikroszaporításában. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest.
43. Yoshida, R., Ohta, E., Iwai, K., Tanaka, T. and Okada, H. 2005. Effects of liquid fertilizer containing 5-aminolevulinic acid on thickening growth in tulip bulbs. In: Potter, MA., Quill, BE., editors. *Proceedings of the 32<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Plant Growth Regulation Society of America*, 24-27 July; Newport Beach, California, USA, 91-94.

## The effect of different biostimulators on morphological and physiological parameters of micropropagated *Hosta* 'Gold Drop'

ÖRDÖGH, M.<sup>1</sup>, BEREGI, ZS.<sup>2</sup>, TILLYNÉ MÁNDY, A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István University, Faculty of Horticultural Science, Department of Floriculture and Dendrology

<sup>2</sup>Kasib Engineering Management Office

E-mail: ordogh.mate@kertk.szie.hu

### Summary

During *in vitro* multiplication of *Hosta* 'Gold Drop' plants, 5.5 g l<sup>-1</sup> agar, 20 g l<sup>-1</sup> sucrose and 4 concentrations (0.1-0.8 ml l<sup>-1</sup>) of Ferbanat L, Kelpak, Pentakeep-V were added to half-strength Murashige and Skoog (MS) basal medium. As compared to the control and other biostimulators, *in vitro* plants with more, longer shoots and roots, larger leaves with larger fresh weight and lower peroxidase activity were grown on medium containing Kelpak. The best concentration was 0.4 ml l<sup>-1</sup> for *in vitro* rooting, shoot formation, plant weight and *ex vitro* chlorophyll, carotenoid level, peroxidase activity. Pentakeep was the less efficient biostimulator, increasing of its concentration mainly decreased root and shoot values, chlorophyll content and sizes (length, width) of leaves (furthermore, abnormal, non-wanted callus formation was observed), not only during *in vitro* propagation but also (as after-effect) acclimatization because of the high mortality and weakly developed survivor plants.

**Keywords:** biostimulator, callus, *Hosta*, multiplication, acclimatization

### Szerzők:

Ördögh Máté (kapcsolattartó szerző) – PhD, egyetemi adjunktus, Szent István Egyetem, Kertészettudományi Kar, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.

Beregi Zsófia – Kasib Mérnöki Manager Iroda, 1191 Budapest, Ady Endre út 32-40.

Tillyné Mándy Andrea – CSc, egyetemi docens, Szent István Egyetem, Dísznövénytermesztési és Dendrológiai Tanszék, 1118 Budapest, Villányi út 29-43.