

Biostimulátorok és mechanikai stressz hatásának vizsgálata *Matthiola incana* (L.) R. Br. Varsovia fajták esetében

KISVARGA SZILVIA, NEMÉNYI ANDRÁS, FARKAS DÓRA, ORLÓCI LÁSZLÓ

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,
Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet,
Dísznövénytermesztési és Zöldfelületgazdálkodási Kutatócsoport

E-mail: Farkas.Dora@uni-mate.hu

Összefoglaló

Az alternatív helyeken alkalmazott dísznövények fejlődésének elősegítésére kiválóan alkalmasak lehetnek a biológiai biostimulátorok és retardánsok. A törpítés használatával, vagyis a növények bokrosításával és méretük csökkentésével ezeken az alternatív városi területeken, mint a kültéri zöldfalakon, növényoszlopokon, zöldtetőkön megoldható lenne a potenciálisan új fajok telepítése, nevelése cserepes növényként. A *Matthiola incana* (L.) R. Br. egynyári dísznövény, amely bár Magyarországon kevésbé jelentős, világszerte számos cég nemesíti és forgalmazza. A Bistep és a thigmomorfogenezis hatásait különböző módon vizsgáltuk a Varsovia fajtacsoport 'Bona', 'Hala' és 'Mela' fajtáival. Korábbi évek méréseinek eredményeként a mechanikai igénybevétel bizonyítottan befolyásolja a növények morfológiai vonásait, a Bistep biostimulátor pedig erősíti a növény szervi tulajdonságait. Összefoglalva, a biostimulátorral kezelt növényeknél több fajta esetében is megfigyelhető volt, hogy a vegetatív paraméterek szignifikánsan magasabb értékeket produkáltak, mint a kontrollcsoportok. A mechanikai stresszkezelések jelentősen csökkentették a friss gyökértömeg méretét mindhárom fajta esetében, a kontroll csoportokhoz viszonyítva. Megállapítható, hogy a mechanikai stimuláció üvegházi környezetben is használható, alkalmas a növekedési ütem megváltoztatására és a piacképes növények előállítására.

Kulcsszavak: egynyári, biostimulátor, mechanikai stressz, palántakezelés, thigmomorfogenezis

Bevezetés

Európa keleti és nyugati részei között jelentős éghajlati különbségek vannak. Míg a főbb dísznövénytermesztési és -nemesítési központok az esős, párás, kiegyensúlyozottabb éghajlati körülmények között működnek, Közép- és Kelet-Európában nő az aszály és a hőmérsékleti amp-

litúdó. A nyugat-európai palánták vásárlása – amivel sok hazai kertész egyetért – költségghatékony, egyszerű; a palánták teljesen egyöntetűek és egészségesek. Ám a július-augusztusi hetekben (amikor a nyár aszályos, és sokszor rendkívül magas a hőmérséklet) a csak időnként és egyenetlenül öntözött, hazai éghajlatot nem tűrő növényekkel beültetett ágyások nagyon hamar tönkremennek. A legtöbb dísznövény a nagy mérete miatt nem képes elviselni a magyar klímát, ebből adódóan sok esetben nem alkalmasak a városi felhasználásra. Azonban többféleképpen is alkalmassá tehetőek erre.

A dísznövény ágazatban gyakran alkalmaznak növényi hormonokat, növekedésszabályozókat, törpítőszerkeket, egyéb lassítókat a minőségi áruk előállításához. Ezek azonban környezetvédelmi szempontok miatt számos országban egyre korlátozottabban vannak jelen. A retardánsok a kereskedelemben beszerezhetőek és egyelőre széles választékban kaphatók. Külső alkalmazásuk elősegíti a dísznövények megfelelő piaci megjelenését (Sajjad et al. 2017). A dísznövénytermesztésben mindennapos technológiai trükk a fizikai és kémiai edzés alkalmazása a zömök növények előállításához (Sánchez-Blanco et al. 2019). Új módszer lehet a palánták mechanikai érintkezésén alapuló törpítés. A növényi architektúra programozott (célzott) módosítása egy fiziológiai folyamaton alapul, amely a mechanikai „thigmomorfogenezis” fogalmával írható le.

A törpülés mellett fontos feladat a növényi szerkezet erősítése, felkészítése a városi környezetben történő alkalmazásra. A dísznövénytermesztésben a fenntarthatóság kérdésével a növény egész életciklusán keresztül foglalkozni kell (Dominguez et al. 2017). Fontos kérdés, hogyan lehet a lehető legkevésbé környezetszennyező módon termesztetni a növényeket. Ha az állomány megfelelő tápanyagellátással rendelkezik, akkor az egyedek jobban ellenállnak a betegségeknek, a kártevőknek és a káros környezeti hatásoknak. A növényi stressz növeli a kártevők számát a városi környezetben (Dale és Frank 2017).

A természetes eredetű biostimulánsok iránti kereslet az elmúlt években rendkívül megnőtt. Biológiai eredetük miatt környezetkímélőek, használatuk alig vagy egyáltalán nem befolyásolja a munkahelyi biztonságot, valamint az egészségügyi szabályozásokat, miközben elősegítik, hogy a növények alkalmasak legyenek városi kiültetésre. Emiatt több taxon alkalmazása és termesztése válik megoldottá az extrémebb körülmények ellenére. Mindemellett ezek a természetes biostimulátorok és retardánsok alkalmasak lehetnek a dísznövénytermesztés alternatív formáinak támogatására, beleértve a törpítő mechanizmusokat és technológiákat.

A mérések során alkalmazott biostimulátorok

A műtrágyákkal szemben a biostimulátorok elsődleges feladata nem az, hogy tápanyagokat juttassanak a talajba, vagy védjenek a kártevők és kórokozók ellen, mint a növényvédő szerek esetében. A biostimulátorok áthidalják a szakadékot a célzott hatások és a talajban, a táptalajban lehetségesen rejlő előnyök között (Jardin et al. 2020).

A természetes biostimulátorok fontos szerepet játszhatnak a klímaváltozás miatt kulcsfontosságú vegyszerek használatának csökkentésében, így viszonylag alacsony költséggel fenntartható módon növelhetik a termelést. A kertészeti növények termesztésére gyakorolt pozitív hatásuk elsősorban a növekedést és fejlődést elősegítő bioaktív vegyületeknek köszönhető, mint például a fitohormonoknak, aminosavaknak és tápanyagoknak (Zulfiqar et al. 2019). A biostimulánsok egy vagy több bioaktív anyagból állnak, és általában pozitív hatással vannak a növényekre. Használatuk lehetővé teszi a műtrágyafelhasználás csökkentését anélkül, hogy veszélyeztetné a termést és a termék

minőségét (Toscano et al. 2018). Használatuk az elmúlt években, évtizedekben rohamosan nőtt. A biostimulátorokból származó bevétel a becslések szerint néhány éven belül 2 milliárd dollárra nő (Calvo Velez et al. 2014). Az Európai Biostimulánsok Ipari Tanácsa (EBIC 2012) felismerve, hogy jogi keretet kell létrehozni e termékek forgalmazására és szabályozására, a növényi biostimulánsokat olyan anyagokként és/vagy mikroorganizmusokként határozza meg, amelyek természetes stimuláció révén hatnak a növényekre vagy a rizoszférára (Brown és Saa 2015).

Ferbanat L (Bistep) (jogok: UAB ALJARA)

Az elmúlt években számos lehetőséget találtak arra, hogy eladhatóbbá és kompaktabbá tegyék, nemcsak az élelmiszernövények, hanem a dísznövények számára is. A Pentakeep-V, a Kelpak, a Radifarm és a Ferbanat L rendkívül hatékony biostimulátornak bizonyulnak a dísznövénytermesztésben. A Ferbanat L huminsav alapú, mikroelemeket tartalmazó komplex nanoműtrágya és növénykondicionáló szer, amely a fiziológiai folyamatokat kedvező irányba befolyásolja. A humusz és huminvegyületek közvetett és közvetlen hatással vannak a növényi szervezetre. Közvetett hatásai a talajszerkezet kialakítása, a tápanyagellátás és -hasznosulás, valamint a mérgeanyagok felvétele. Közvetlen hatással vannak a sejtmembrán áteresztőképességére, így átjutásuk a membránon kevesebb energiát igényel. Fokozzák a légzés enzimatisz aktivitását és felgyorsítják az oxigénzállítást, ami megnövekedett fehérje- és szénhidrátszintézist eredményez (Kleskanov és Kleshkanova 2009).

Mechanikai törpítés a kertészeti gyakorlatban

A thigmomorfogenezis a növények növekedésének leírására alkalmazott kifejezés, amelyet természetesen abiotikus tényezők váltanak ki mechanikai ingerre válaszul, vagy mesterségesen a kedvezőtlen agroklimatikus események szimulálásával (Dranski 2013). A thigmomorfogenezis szót Jaffe a görög „thigmo”, „morpho” és „genesis” szavakból alkotta meg. A növényt ténylegesen érintő mechanikai igénybevételre (érintés, simítás) adott választ thigmomorfogenezisnek nevezte (Jaffe 1973). Latimer és Thomas (1991) megállapította, hogy a növények vagy növényi részek fizikai zavarása mechanikai igénybevételt eredményez a növényen. Ez az inger csökkentette a súlyt és a méretet is (Yoshiaki és Ota 1975). A növények képesek nagyon finom ingereket is érzékelni. Gyökereik a talajban való előrehaladásuk miatt rendkívül érzékenyek az érintésre, s így a futónövények hajtásai is érzékenyek, mivel éreznük kell a mechanikai támaszt növekedésük során, és felismerni azt (Mishra és Bae 2019).

Az etilén szerepe rendkívül fontos a thigmomorfogenezisben (Yoshiaki és Ota 1975). Egyes bizonyítékok arra utalnak, hogy a thigmomorfogenezist az etilén közvetítheti (Jaffe 1973). Az *Epipremnum aureum* növényeknél a támfalra futtatott egyedek nagyobb leveleket képeznek, mint a csüngő hajtásúak. Ennek oka a thigmomorfogenezis és gravimorogenezis (Benedetto et al. 2018), a léggyökerek és hajtások thigmomorfogenetikai hatásainak való kitétsége miatt. A magasság csökkenését is megfigyelték, amikor *Solenostemon scutellarioides* növényeken alkalmaztak vibrációs stresszhatást, és a kezelés növelte a szár mechanikai ellenállását (Safaei Far et al. 2019). Ez a természetben is megfigyelhető. A kalászosok és más lágyszárúak gyakran felépülnek a szél által okozott károk után, és még a fás szárú növények is részben visszaegyensúlyozhatják, ha megfelelő vízhez és tápanyaghoz jutnak (Gardiner et al. 2016). A mechanikai erőhatásokat kutatva hangsúlyt kap a gyökérrögzítettség mérése is a tartóközegnél. Annak a pontnak a megtalálása a cél, amely még nem károsítja a növényt (Stubbs et al. 2019). A mechanikai

stressz növényvédelmi szempontból is hatásos lehet. Az *Acacia koa* növényeken alkalmazott mechanikai igénybevétel mérések során kimutatták, hogy a mechanikai stressz fokozhatja a betegségekkel szembeni rezisztencia géneket (Kauze et al. 2016). Latimer és Oetting (1999) a naponta kétszeri, alkalmanként 40 mechanikai simító hatást jelentő kondicionálás mellett, több élő dísznövényt fertőztek meg kártevőkkel. Azt találták, hogy a mechanikai kondicionálás következetesen csökkentette a *Frankliniella occidentalis* és a *Tetranychus urticae* egyedek számát a növényeken (Latimer és Oetting 1999). A balzsamfenyő betakarítása során a rázásból és bálázásból eredő mechanikai zavarok indukálják az etilén bioszintézisét és szabályozását a tű abszorpciójának szabályozása érdekében (Korankye et al. 2018). *Pinus taeda* palánták szárának hajlítása következtében szárazanyag-felhalmozódás következett be, első sorban az oldalsó gyökereken, a levélfelület és szárazanyag-tartalom csökkenésének kárára. A növények meghajlításával a stimulált palánták magasabb túlélési és növekedési rátát mutattak (Dranski 2013).

Anyag és módszer

A méréseinkhez *Matthiola incana* (L.) R. Br. fajtákat használtunk. A nyári viola, ahogy a neve is mutatja, egy nyári dísznövény. Közkedvelt a felhasználók körében és számos jó tulajdonsága van. Erős, felálló szárral rendelkezik, tövénél akár fásodhat is. Végleges magassága 50-60 cm közötti. Leveli lándzsásak. A szár végén ezüstös levélrosetta fejlődik, amiből bíborvörös, rózsaszín, fehér és lila virágokat nevel. Főleg teltvirágú példányokat árusítanak, amiket kelés után válogatnak ki a növény sziklevele alapján. Nagyon erős illata van, már az első kinyílt virágtól kezdve. A növény napos fekvést, tápanyagban gazdag, nedves talajt igényel. Leginkább vágott virágként használatos, hosszú vázatartóssága, szép, telt virágai, és kellemes illata miatt. Kiválóan alkalmazható virágágyi kiültetésekhez, sőt, akár növénytársításokban is jól mutat (Hisamatsu et al. 2000). A mérésekhez a Varsovia fajtasorozat három tagját alkalmaztuk. A Varsovia 'Bona' sárga, a Varsovia 'Hala' lila és a Varsovia 'Mela' rózsaszínű.

Kísérletünket 2021. március és 2021. május között végeztük üvegházi körülmények között Budatétényben. Az üvegház átlagos hőmérséklete 20 °C volt a magvetés és a palántanevelés időszakában. A növények plusz megvilágítást nem kaptak. A magvetéstől a végértékelésig naponta 1 alkalommal öntöztük.

A magvetést 416-os típusú Klasmann-Deilmann TS 3 Fine közegbe végeztük 2021. március 3-án szaporítóálcákba. A magoncokat 425-ös típusú Klasmann-Deilmann TS 3 medium basic közegbe ültettük át 2021. március 29-én, 7 x 7 x 8-as műanyag konténerekbe és ebben a közegben neveltük őket a végértékelésig. A konténerezést követő két hétben megvártuk, amíg a palánták hozzászoknak az új környezethez, majd 2021. április 12-én kezdtük meg a kezeléseket.

A kezelések megkezdésekor a növényeket négy csoportra bontottuk. Minden csoportba 25 növény került, a három megjelölt fajtából. A következő csoportokat alkottuk:

1. Kontroll csoport: Csak öntözővizet kaptak.
2. Bistep 0,2%: A Bistep 0,2%-os oldatát kapták 10 naponta. A biostimulátort permetezve juttattuk ki. Minden csoport 150 ml Bistep oldatot kapott a kezeléseik alkalmával.
3. Kézi mechanikai stressz: A mechanikai stresszelt növényeket egy ecset segítségével, Latimer és mtsai (1991, 1999) leírása alapján kezeltük a végértékelésig, naponta két alkalommal. Az eljárást növényenként 10 másodpercig végeztük a hajtáscsúcson alkalmazva.
4. Gépi mechanikai stressz: Prof. Fári Miklós Gábor ötlete és iránymutatása alapján, a Debreceni

Egyetem megbízásából Bereczki László és Kertész Tamás 2009/2010-ben készítették el az első magyar mechanikai törpítő gép prototípusát, mellyel Lénárt Krisztina kertészmérnök hallgató végzett előzetes kutatásokat (Lénárt 2010).

Eredmények

Biostimulátorok hatása

A Bistep hatása a vizsgált fajtáknál szignifikánsan kimutatható volt a kezeléseknél. A kezelt növények erősebbé, zömökebbé váltak a kontroll csoport egyedeihez képest. A magasságbeli különbség statisztikailag igazolható, bár ez az egyes fajták esetében csak kis mértékű eltérést mutat a kontroll csoport eredményeihez képest. A levélfelület a 'Bona' és a 'Hala' fajtáknál szignifikánsan nagyobb lett. A zöld- és levéltömeg csökkenés eredményei szerint a Bistepkel kezelt egyedek vízvesztési százalékörtéke szignifikánsan magasabb volt, mint a kontroll növények esetén. Ezzel összefüggésben viszont a gyökérhosszúság értékek lényegesen különböznek a fajták tekintetében. A Bistep biostimulátorral kezelt 'Bona' fajta esetében lett a legkisebb a gyökér hosszúsága (9,17 cm), a 'Mela' fajta növesztette a leghosszabbakat, átlagosan 16,95 cm-t. Ez utóbbi szignifikánsan magasabb, mint a kontroll csoportnál mért gyökérhosszúság (13,20 cm).

Mechanikai stressz hatása

Az ecsetkezelés hatása kimutatható volt a kontroll csoport eredményeihez képest, a kezelt fajták paramétereit tekintve. Az így kezelt növények lényegesen alacsonyabbak maradtak, leveleik sűrűbben helyezkednek el, habitusuk szélesebb, terebélyesebb lett (1. ábra). A gépi mechanikai kezelést kapott csoport esetében ugyancsak alacsonyabb lett a magasság, a levelek csúcsi része visszahajló lett.

1. ábra. A mechanikai stressz hatása a 'Mela' fajtán. Balra a kontroll, jobbra a mechanikailag kezelt példányok láthatóak (2021)



Figure 1. Effect of mechanical stress on 'Mela' variety. To the left are the controls and to the right are the mechanically treated specimens (2021)

A magasság mindhárom kezelt fajtánál szignifikánsan csökkent a kontroll csoporthoz képest (2. ábra). Míg az utóbbi átlagos magassága 28,19 cm és 35,01 cm között volt, addig az ecsettel kezelt csoportoknál ez az érték 24,04 cm és 29,93 cm közötti. A gépi mechanikai kezelést kapott csoportoknál az átlagos magassági értékek 19,6 cm és 22,92 cm között voltak.

2. ábra. Mechanikai stressz hatása a növénymagasságra. A különböző betűjelek eltérő szignifikancia szinteket jelölnek a Tukey teszt alapján, $p < 0,05$ -nél

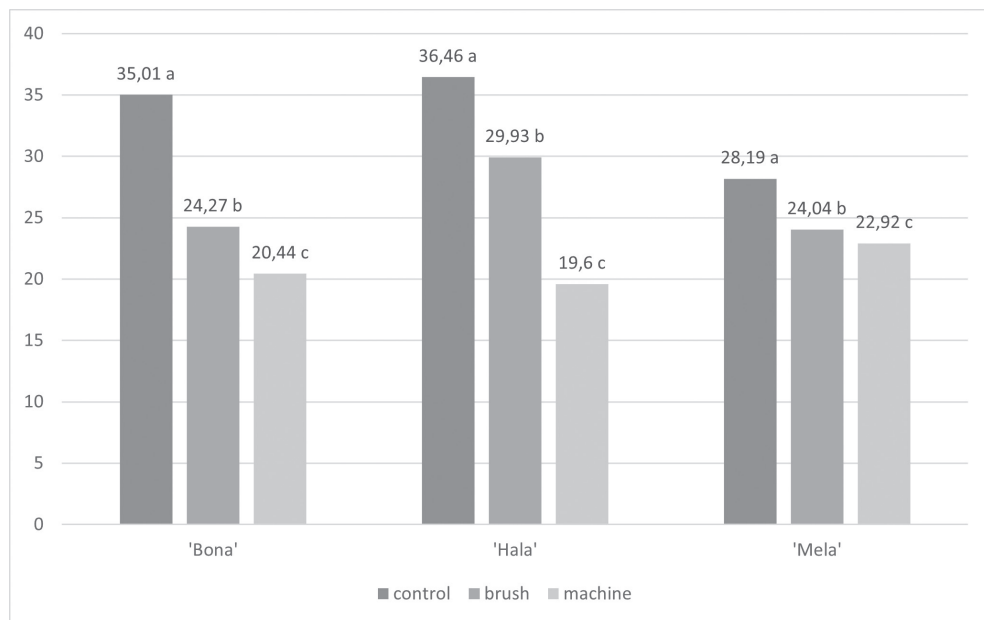


Figure 2. Effect of mechanical stress on plant height. Different letter symbols indicate different levels of significance based on the Tukey test at $p < 0,05$

A levélszám esetében a 'Bona' fajtát tekintve az egyes kezelések átlagos levélszáma statisztikailag nem tér el egymástól (3. ábra). Az ecsettel kezelt csoportok átlagai a 'Hala' (45,27) és a 'Mela' (52,27) fajták esetében is statisztikailag magasabb értéket ért el, mint a kontrollcsoport egyedei (34,6-39). A gépi mechanikai igénybevétellel végzett kezelések levélszám értékei a 'Hala' esetében alacsonyabbnak (33,87 db), a 'Mela' esetében magasabbnak (38,2 db) bizonyultak, mint a kontroll csoportokban.

A levélfelület mértéke az ecsettel való kezeléskor, a 'Bona' (24,6 cm²) és a 'Hala' (27,19 cm²) esetében szignifikánsan megnőtt a kontroll csoport (18,13 cm² és 24,43 cm²) átlagos levélfelületéhez képest (4. ábra). A gépi mechanikai kezelést kapott egyedek esetében a levélfelület e két fajtánál szignifikánsan csökkent az ecsettel kezelt és a kontroll csoport értékeihez képest. A 'Mela' fajtánál az értékek minden esetben nagyon hasonlóak lettek, nincs közöttük szignifikáns eltérés.

3. ábra. Mechanikai stressz hatása a levélszám mennyiségére. A különböző betűjelek eltérő szignifikancia szinteket jelölnek a Tukey teszt alapján, $p < 0,05$ -nél

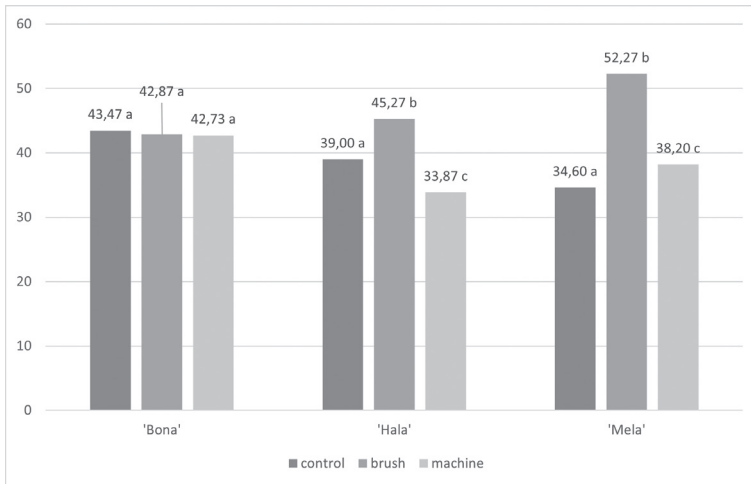


Figure 3. Effect of mechanical stress on leaf volume. Different letter symbols indicate different levels of significance based on the Tukey test at $p < 0.05$

4. ábra. Mechanikai stressz hatása levélfelületre. A különböző betűjelek eltérő szignifikancia szinteket jelölnek a Tukey teszt alapján, $p < 0,05$ -nél

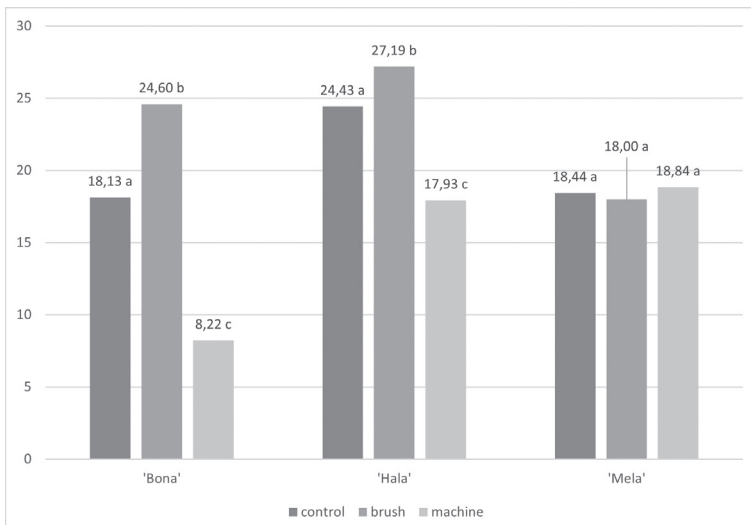


Figure 4. Effect of mechanical stress on leaf surface. Different letter symbols indicate different levels of significance based on the Tukey test at $p < 0.05$

A friss zöldtömeg értékek szignifikánsan eltérnek a kontrollcsoport eredményeitől mindhárom kezelt fajta esetében (5. ábra). A 'Bona' kontroll csoportjában elért 22,24g szignifikánsan magasabb volt, mint az ecsettel (14,05g) és a gépi mechanikai igénybevétellel kezelt csoportban (14,39g). A 'Hala' csoport kontrolljának átlagos friss zöldtömege 23,06g volt, ez az érték itt is szignifikánsan magasabb, mint az ecsettel (19,69g) és a mechanikusan (12,17g) kezelt csoportok átlagos friss zöldtömege. A 'Mela' állományoknál a kontrollcsoport átlagos friss zöldtömege 19,97g volt, míg a kezelt csoportoknál a paraméterértékek statisztikailag is eltértek (12,27g – 14,96g).

5. ábra. Mechanikai stressz hatása a friss zöldtömege. A különböző betűjelek eltérő szignifikancia szinteket jelölnek a Tukey teszt alapján, $p < 0,05$ -nél

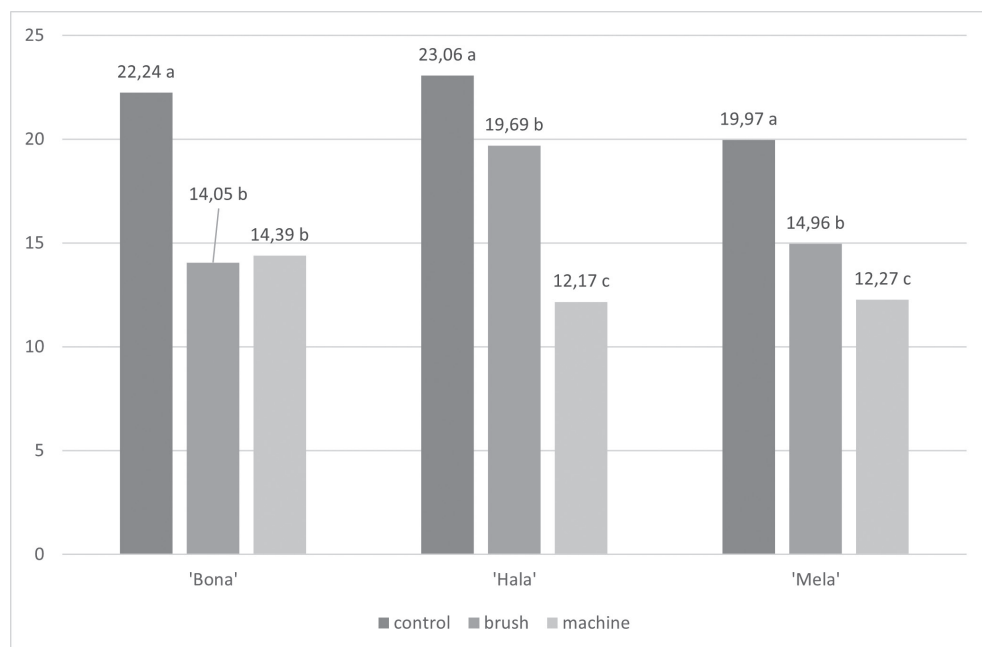


Figure 5. Effect of mechanical stress on fresh green mass. Different letter symbols indicate different levels of significance based on the Tukey test at $p < 0.05$

A friss gyökértömeg értékek hasonlóan alakultak a zöldtömeg értékekhez viszonyítva (6. ábra). Mindhárom kezelt fajta esetében a kontrollcsoport egyedei szignifikánsan nagyobb friss gyökértömeget rendelkeztek, mint a kezelt csoportok (7. ábra). Az ecsettel kezelt egyedek mindhárom fajta esetében szignifikánsan nagyobb átlagos friss gyökértömeget produkáltak, mint a gépi mechanikai módszerrel kezelt állományok.

6. ábra. Gyökérhossz eltérések a kezelések eredményeként
(1.: kontroll, 2.: mechanikai igénybevétel 3.: ecset 4.: Bistep)



Figure 6. Root length differences as a result of treatments
(1.: control, 2.: mechanical stress 3.: brush 4.: Bistep)

7. ábra. Mechanikai stressz hatása friss gyökértömegre. A különböző betűjelek eltérő szignifikancia szinteket jelölnek a Tukey teszt alapján, $p < 0,05$ -nél

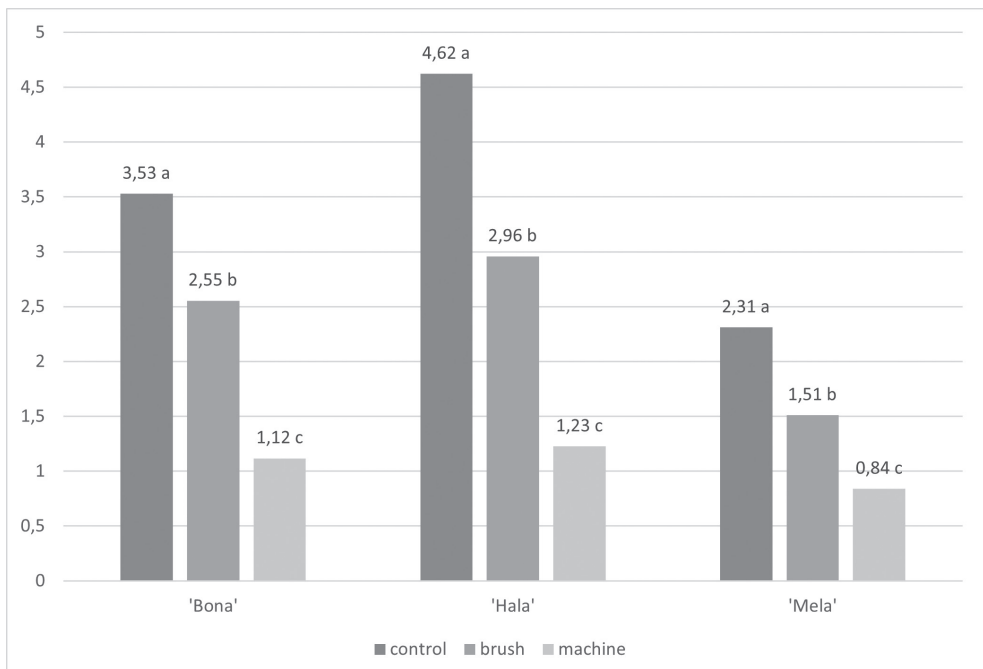


Figure 7. Effect of mechanical stress on fresh root mass. Different letter symbols indicate different levels of significance based on the Tukey test at $p < 0,05$

A virágzási adatok a vegetatív mérési adatokkal is korrelálnak. Megfigyeléseink alapján a legfejlettebb stádiumban (2021. május 19-én) a kontrollcsoport egyedei és a Bistep biostimulátorral kezelt csoportok virágzatai voltak. A mechanikai stressznek kitett csoportok esetében a virágzás visszamaradt, viszont a virág méretét pozitív irányba befolyásolta, amint azt Kisvarga et al. (2014) és Takács et al. (2015) is megállapították.

Következtetések

A Bistep biostimulátorral kezelés hatására több fajtánál is megfigyelhető volt, hogy a vegetatív paraméterek szignifikánsan magasabb értékeket értek el, mint a kontroll csoportok esetében. A gyökértömeg és a levélnagyság is nőtt a kezelt növényeknél, ahogy ezt Kovács et al. (2017) is tapasztalták. A Ferbanat L megerősítette a gyökérzetet, amint azt Tilly-Mándy et al. (2011) is megállapították.

Mind a kézi, mind a gépi stresszhatásnak jelentős, igazolható hatásai voltak. A növénymagasság mindhárom fajta esetében szignifikánsan alacsonyabb lett, mint a kontrollcsoportban. A kézi mechanikai kezelésben részesült egyedek levélszáma a 'Hala' és a 'Mela' fajták esetében jelentősen megnőtt. Ez az eredmény összefügg Latimer és Thomas (1991), valamint Koch és mtsai. (2011) megállapításaival is. A levélfelület mérete szignifikánsan megnőtt a 'Bona' és a 'Hala' fajtáknál az ecsettel kezelt csoportokban, míg a 'Mela' fajtáknál nem volt kimutatható különbség. A gépi mechanikai stresszelt egyedeknél szignifikánsan kisebb levélfelületet figyeltünk meg. Az így kezelt levelek csúcsi része lefelé görbült. A friss zöldtömeg értékek a gépi mechanikai stresszel kezelt csoportban voltak a legalacsonyabbak. Az ecsettel kezelt egyedeknél a friss zöldtömeg értékek mindhárom fajta esetében szignifikánsan alacsonyabbak voltak, mint a kontrollcsoportokban. Ezek az értékek azonban összefüggésbe hozhatók az alacsonyabb magasságokkal is.

Összefoglalva, a Bistep növelte, a mechanikai stresszkezelések szignifikánsan csökkentették a friss gyökértömeget mindhárom fajta esetében a kontroll csoportokhoz képest. Megállapítható, hogy a mechanikai stimuláció üvegházi környezetben is alkalmazható a növekedési ütem megváltoztatására és piacképes növények előállítására, ahogy azt Börnke és Rocksch (2018) is megfigyelték.

Felhasznált irodalom

1. Benedetto, A.D., Galmarini, C. and Tognetti, J. 2018. New insight into how thigmomorphogenesis affects *Epipremnum aureum* plant development. Horticultura Brasileira, 36(3): 330–340. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620180308>
2. Börnke, F. and Rocksch, T. 2018. Thigmomorphogenesis—control of plant growth by mechanical stimulation. Scientia Horticulturae, 234: 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.059>
3. Brown, P. and Saa, S. 2015. Biostimulants in agriculture. Frontiers in Plant Science, 6.
4. Calvo Velez, P., Nelson, L. and Kloepper, J. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 383.
5. Dale, A.G. and Frank, S.D. 2017. Warming and drought combine to increase pest insect fitness on urban trees. PLOS ONE, 12(3): e0173844. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173844>

6. Dominguez, G.B., Mibus-Schoppe, H. and Sparke, K. 2017. Evaluation of existing research concerning sustainability in the value chain of ornamental plants. *European Journal of Sustainable Development*, 6(3): 11. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2017.v6n3p11>
7. Dranski, J.A.L. 2013. *Tigmomorfogênese na rusticificação e sobrevivência em mudas de Pinus taeda L.* Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon 107. f. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509833047>
8. EBIC, 2012. About biostimulants and the benefits of using them. European Biostimulants Industry Council. <http://www.biostimulants.eu/about/what-are-biostimulants-benefits/>.
9. Gardiner, B., Berry, P. and Moulia, B. 2016. Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Science*, 245: 94–118. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.01.006>
10. Hisamatsu, T., Koshioka, M., Kubota, S., Fujime, Y., King, W.R. and Mander, L.N. 2000. The role of gibberellin biosynthesis in the control of growth and flowering in *Matthiola incana*. *Physiologia Plantarum*, 109: 97–105.
11. Jaffe, M.J. 1973. Thigmomorphogenesis: The response of plant growth and development to mechanical stimulation: With special reference to *Bryonia dioica*. *Planta*, 114(2): 143–157. <https://doi.org/10.1007/BF00387472>
12. Jardin, P., Xu, L. and Geelen, D. 2020. Agricultural Functions and Action Mechanisms of Plant Biostimulants (PBs). In the chemical biology of plant biostimulants. John Wiley & Sons Ltd. 1-30. <https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch1>
13. Kauze, L., Ishihara, E., Lee, K.W. and Borthakur, D. 2016. Thigmomorphogenesis: changes in morphology, biochemistry, and levels of transcription in response to mechanical stress in *Acacia koa*. *Canadian Journal of Forest Research*. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201700195110>.
14. Kisvarga, Sz., Kerezi, R., Kohut, I. and Tilly-Mándy, A. 2014. The effect of Ferbanat L nano-fertilizer on the growing of *Petunia x grandiflora* 'Musica Blue'. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 20(3-4.): 107-109. <https://doi.org/10.31421/IJHS/20/3-4/1144>
15. Kleskanov, V.I. és Kleshkanova, E.V. 2009. A FERBANAT L komplex bioorganikus nano-trágya hatása a szőlő vegetatív fejlődésére. *Borászati Füzetek*, 19(4): 6–11.
16. Koch, R., Sauer, H. and Ruttensperger, U. 2011. Einfluss von mechanischen Berührungsreizen auf das Wachstum von Küchenkräutern im Topf. *Gesunde Pflanzen*, 63(4): 199–204. <https://doi.org/10.1007/s10343-011-0266-6>
17. Korankye, E.A., Lada, R.R., Asiedu, S.K. and Caldwell, C. 2018. Mechanical shaking and baling of balsam fir trees influence postharvest needle senescence and abscission. *American Journal of Plant Sciences*, 9(3): 339–352. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.93027>
18. 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. http://gradus.kefo.hu/archive/2017-2/2017_AGR_027_Kovacs.pdf
19. Latimer, J.G. and Thomas, P.A. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. *HortTechnology*, 1(1): 109–110. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.1.1.109>
20. Latimer, J.G. and Oetting, R.D. 1999. Conditioning treatments affect insect and mite populations on bedding plants in the greenhouse. *HortScience*, 34(2): 235–238. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.2.235>
21. Lénárt K. 2010. Növekedés-szabályozási módszerek alkalmazásának lehetőségei egyházi palánta előállításban. Debreceni Egyetem Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Kertészettudományi és Növényi Biotechnológiai Tanszék.
22. Mishra, R.C. and Bae, H. 2019. Plant Cognition: ability to perceive 'Touch' and 'Sound.' In S. Sopory (Ed.), *Sensory Biology of Plants*. Springer. 137-162. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8922-1_6
23. Safaei Far, A., Rezaei Nejad, A., Shahbazi, F. and Mousavi-Fard, S. 2019. The effects of simulated

- vibration stress on plant height and some physical and mechanical properties of *Coleus blumei* Benth. International Journal of Horticultural Science and Technology, 6(2): 273–282. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2019.282693.298>
24. Sajjad, J., Jaskani, M.J., Asif, M. and Qasif, M. 2017. Application of plant growth regulators in ornamental plants: a review. Pak. J. Agri. Sci. 54(2): 327–333. <https://doi.org/10.21162/PAKJAS/17.3659>
 25. Sánchez-Blanco, M.J., Ortuño, M.F., Bañón, S. and Álvarez, S. 2019. Deficit irrigation as a strategy to control growth in ornamental plants and enhance their ability to adapt to drought conditions. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 94(2): 137–150. <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1570353>
 26. Stubbs, C.J., Cook, D.D. and Niklas, K.J. 2019. A general review of the biomechanics of root anchorage. Journal of Experimental Botany, 70(14): 3439–3451. <https://doi.org/10.1093/jxb/ery451>
 27. Takács, A., Köbli, V. and Honfi, P. 2015. Biostimulátorok alkalmazása a vágottliliom-termesztésben. Application of biostimulators in the cultivation of cut lilies. Kertgazdaság, 47(1): 40–47. https://matarka.hu/cikk_list.php?fusz=128573
 28. Tilly-Mándy, A., Honfi, P., Koncz, L. and Hrotkó, K. 2011. The effect of Bistep on the root formation of Pelargonium 'Robert's Lemon'. Transilvanian Horticulture and Landscape Studies Conference, Tîrgu-Mures. 71.
 29. Toscano, S., Romano, D., Massa, D., Bulgari, R., Franzoni, G. and Ferrante, A. 2018. Biostimulant applications in low input horticultural cultivation systems. Italus Hortus, 35: 27–36. <https://doi.org/10.26353/j.itahort/2018.1.2736>
 30. Yoshiaki, H. and Ota, Y. 1975. Relation between growth inhibition and ethylene production by mechanical stimulation in *Lilium longiflorum*. 16(1): 185–189. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.pcp.a075120>
 31. Zulfiqar, F., Casadesús, A., Brockman, H. and Munné-Bosch, S. 2019. An overview of plant-based natural biostimulants for sustainable horticulture with a particular focus on moringa leaf extracts. Plant Science, 110194. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.110194>

Biostimulators and mechanical stress on *Matthiola incana* (L.) R. Br. Varsovia varieties

KISVARGA, SZ., NEMÉNYI, A., FARKAS, D., ORLÓCI, L.

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,
Institute of Landscape Architecture, Urban Planning and Garden Art

E-mail: Farkas.Dora@uni-mate.hu

Summary

Biological biostimulators and retardants may also be suitable to support alternative forms of ornamental plant cultivation. Using certain dwarfing methods, the cultivation of potential new species as potted crops, or even the possibility of alternative urban rearing, can be solved on outdoor green walls and plant poles by reducing their size and making their habitus more bushy. *Matthiola incana* (L.) R. Br. is an annual ornamental plant, which is bred and marketed by many

companies worldwide, although in Hungary it is less considerable. The effects of Bistep and thigmomorphogenesis are investigated in different ways on the 'Bona', 'Hala' and 'Mela' cultivars of the Varsovia cultivar group. As a result of our measurements in previous years, mechanical stress is proved to affect the morphological properties of plants, and the Bistep biostimulator strengthens the organ properties of the plant. In summary, in case of the biostimulator-treated group, it was observed for several cultivars that the vegetative parameters produced significantly higher values than in case of the control groups. Mechanical stress treatments significantly reduced the size of fresh root mass in all three cultivars compared to the control groups. It can be concluded that mechanical stimulation can be used in a greenhouse environment to change the growth rate and to produce marketable plants.

Keywords: annual; biostimulator, mechanical stress, seedling, thigmomorfogenesis

Szerzők:

Kisvarga Szilvia – PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, 1223 Budapest, Park utca 2.

Neményi András – PhD, tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, 1223 Budapest, Park utca 2.

Farkas Dóra (kapcsolattartó szerző) – PhD hallgató, tudományos segédmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, 1223 Budapest, Park utca 2.

Orlói László – tudományos főmunkatárs, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Tájépítészeti, Településtervezési és Díszkertészeti Intézet, 1223 Budapest, Park utca 2.