

### Növénynövekedést serkento rizobaktériumok hatása az üvegházi szegfu virághozamára és minőségére

<sup>1</sup> HEGEDUS ANTAL, <sup>2,3</sup> OLDAL BÁLINT, <sup>2</sup> KECSKÉS MIHÁLY és  
<sup>2</sup> H. E. A. F. BAYOUMI

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, „Juhász Gyula” Tanárképző Főiskolai Kar, Szeged,

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Környezettudományi Doktori Iskola, Gödöllo és

<sup>3</sup> MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete, Budapest

A növényi növekedés serkentésére képes rizobaktériumok (Plant Growth Promoting Rhizobacteria; PGPR) kedvező hatása nemcsak a gazdasági hasznos növények termésbiztonságának a fokozásában és/vagy a növényi biomassza-termelés növelésében nyilvánulhat meg. Inkább fontos lehet a növényegészség védelmére gyakorolt „jótékony” hatás, különösen az olyan speciális mikroklimájú környezetben, ahol a kórokozókkal szembeni mesterséges védelem nehezen megoldható. Az egyik ilyen lehetőség az üvegházak és fóliasátrak védelme, ahol éppen az előbbieket figyelembe vétele miatt a mikroba-alapú oltóanyagok a leginkább elterjedtek (BIRÓ, 2002). Hazai vonatkozásban a mikrobákat (illetve mikrobákat is) tartalmazó oltóanyagok közül négy olyan van jelenleg forgalomban, amelyek a talajeredetű kórokozók ellen ígérik hatásos védelmet. Ezen oltóanyagok mikroba komponensei lehetnek a biológiai védekezésben alkalmazható *Trichoderma* gombák, vagy akár antagonista tulajdonságú sugárgombák is. A baktérium komponenset tartalmazó oltóanyagok felhasználása ez idáig leginkább az ún. fenntartható mezőgazdasági rendszerekben terjedt el.

A rizoszférában a legelterjedtebb PGPR baktériumok a *Pseudomonas* nemzetséghez tartoznak. A *Pseudomonas* nemzetség fajainak bioszférában való nagymértékű elterjedése széleskörű tápanyag-hasznosításuknak és rövid generációs idejüknek köszönhető (BARBER & MARTIN, 1976). A növényoltások szempontjából ma is a *Pseudomonas fluorescens-putida* fajcsoport van a figyelem középpontjában (DOMMERGUES, 1978). Ezt a pozíciót rugalmas anyagcsereje (amely a fiatal gyökerek által kibocsátott anyagok lebontására irányul), valamint gyors szaporodóképessége és mobilitása miatt is betöltheti (BAYOUMI et al., 2001). Ráadásul az antagonizmusért felelős másodlagos anyagcsere-termékek széles skáláját képesek előállítani, ide értve a szideroforokat, amelyeket a talajban nagy számban előforduló növénypatogén gombák szaporodásának

természetes gátlószereiként tartanak számon (KLOEPPER et al., 1980; SCHER & BAKER, 1980). A *Pseudomonas fluorescens* és *putida* törzsek a növény teljes felületén megtalálhatók (MERCIER & LINDOW, 2000).

A növényoltás során a növény rizoszférájából, illetve a természetes talajból izolált, majd talajeredetű növénypatogén ágensekkel szembeni antagonizmus, illetőleg rezisztencia, valamint ökofiziológiai tulajdonságok alapján szelektált, ún. „jótékony hatású” *Pseudomonas fluorescens* és *putida* törzsekkel kettős hatást érhetünk el. A baktériumsejtek a termelt metabolitokkal egyrészt a talajlakó fitopatogén gombák gyökérfertőzését csökkentik, így a gyökérzet teljes felületével képesek lesznek bonyolítani a tápanyagforgalmat; másrészt a baktériumsejtek a növények fejlődését stimuláló vegyületek segítségével jelentős mértékben serkenthetik, vagy szabályozhatják azok növekedését.

A vizsgálatok során a dísnövénytermesztésben jelentős szerepet játszó szegfű produkciós képességének változását mértük a *Pseudomonas fluorescens* törzsekkel történt hajtásdugvány-kezelés hatására. A kezelés módszertani vizsgálata is célunk volt. Ennek során a növényeket steril és nem steril körülmények között neveltük, így módon a PGPR mikroorganizmus rizoszférában történő megtelepedését, valamint a kifejtett élettani hatás mértékét vizsgáltuk.

## Anyag és módszer

### A szegfűnövény rizoszféra-oltása

*A hajtásdugványok felületi fertőtlenítése.* – A szegfű (*Dianthus caryophyllus*) szaporítása hajtásdugványozással történik, olyan módon, hogy a csúcsdugványokat az anyanövényről törik le. A dugvány steril körülmények közötti gyökereztetéséhez a hajtás teljes felületét növénybarát módon fertőtleníteni kell.

A dugványokat a következő módon fertőtlenítettük. 1) A 12–14 cm hosszú hajtásdugványokat előzetesen 50 %-os etil-alkoholban, fél percig rázófürdőben mostuk. 2) Az alkoholos kezelést követően a dugványokat 3 %-os Na-hypokloritban 5 percen keresztül ismét rázófürdőben mostuk. 3) Ezután a növényi részeket steril csapvízben három alkalommal öblítettük.

*A hajtásdugványok gyökereztetése.* – A hajtáson az alsó nódusznál steril szikével metszlapot vágunk, ahol a szintetizálódó sebhormonok hatására a dugványozást követően a kallusz-, majd a gyökérképződés megindul.

A dugványozás 5×30×60 cm-es, aszeptikus közeggel töltött tenyészedényekben, klímaszekrényben történt. A gyökereztető közeg összetétele: 50 % nagy szemű kertészeti perlit és 50 % Novobalt tozeg. A perlitet előzőleg hőlégszűrő sterilizátorban 160 °C-on, a tozeget egymás után háromszor (24 h szünetek közbeiktatásával) autoklávban (áramló gőzben, 10 percig) sterilizáltuk. Egy tenyészedénybe 8 db dugványt tettünk. A növényeket steril csapvízzel öntöztük,

a sejtek irreverzibilis vízvesztésének elkerülése érdekében. Az öntözéshez csepegtető rendszert alkalmaztunk. A közeg víztelítettségét 80 %-os vízkapacitási szinten tartottuk, tenziométerrel történő folyamatos (12 óránként mérés) ellenőrzés mellett (a tenziométer a relatív vízhiányt mutatja; a talajkeverék 100 %-os víztelítettségű állapotában a műszer 0-n áll). A dugványok gyökereztetését klímakamrában, 80 % Rp mellett, 20 °C-os nappali, és 16 °C-os éjszakai hőmérsékleten folytattuk, 16 h világos, 8 h sötét periódus (hosszúnapos megvilágítás) biztosításával. A megvilágítás erőssége 1500 lx volt. A szegfű gyökérkezdeményeinek megjelenéséig 7–10 nap telt el. A teljes gyökérzet kifejlődéséhez általában 4–5 hét szükséges. A növények gyökérzete az 5. hét végére teljesen kifejlődött.

*A rizoszféra-oltás módja.* – A gyökerezésre elokészített és a klímaszekrénybe helyezett négy szegfűfajta dugványait hét különböző *Pseudomonas fluorescens* törzssel oltottuk be, három ismétlésben.

A gyökérkezelések során felhasznált *Pseudomonas* törzseket egészséges kukorica (*Zea mays* L. cv. K4344, K4446; Z<sub>2</sub>; Z<sub>5</sub>), gerbera (*Gerbera jamesonii* L. cv. Veronica; G<sub>6</sub>), paprika (*Capsicum annuum* L. cv. HRF<sub>1</sub>; C<sub>9</sub>) és paradicsom (*Lycopersicon esculentum* L. cv. Platus; L<sub>1</sub>; L<sub>12</sub>; L<sub>13</sub>) rizoszférából izoláltuk, majd egyenként Nutrient tápoldatban 28 °C hőmérsékleten rázótermosztátban szaporítottuk. Az így nyert szuszpenzió 10<sup>5</sup> CFU g<sup>-1</sup> baktériumot tartalmazott. A gyökerezés kezdetétől (4–5 db, 2–3 cm hosszú járulékos gyökér) megkezdtük a *Pseudomonas* baktériumokat tartalmazó szuszpenzió adagolását. Két alkalommal 0,3 mL mennyiséget pipettáztunk minden tohoz. Az első kezelés a gyökérkezdemény kialakulása kezdetén (a 10. napon), a második pedig a 4. héten (a 24. napon) történt. A kontrollnövényeket azonos módon gyökerezettettük, de esetükben nem alkalmaztunk baktériumos kezelést.

*A szegfűfajták produktív képességének vizsgálata a szelektált *Pseudomonas fluorescens* törzsekkel folytatott rizoszféra-oltás függvényében*

A növényeket két csoportban, azonos mennyiségben steril és nem steril talajkeverékbe ültettük oly módon, hogy felületileg fertőtlenített, 10 literes konténerekbe 3–3 db-ot tettünk. A termesztés elokészítése ezzel az ültetési móddal 40 db/m<sup>2</sup> sűrűséggel történt. A kontrollcsoportot normál (nem steril) talajkeverékben a fent említett négy szegfűfajtaival, de a baktériumos oltás elhagyásával három ismétlésben állítottuk be. A felhasznált dugványok száma így 15×4×3×3 = 540 to volt. A gyökereztetés során várhatóan fellépő topusztulás miatt azonban másfélszer ennyi, azaz 1080 tövet dugványoztunk. A gyökereztetés végül 85–90 %-ban eredményes volt. A beültetett konténereket futó fóliaházban helyeztük el, 20–28 °C-os állandó legkisebb, valamint legnagyobb hőmérséklet (önszabályozó futóberendezés) biztosításával. A levego relatív nedvességtartalmát a vizsgálat teljes tartama alatt 60–80 % között tartottuk. Az alkalmazott

szegfufajták: *Dianthus caryophyllus* cv. Scania; cv. Lena; cv. White sim és cv. Arthur sim. A vizsgálat időtartama egy teljes termesztési ciklus, azaz 18 hónap volt.

*A növénynevelés módja.* – A steril közeg levegőből származó mikroorganizmusokkal szembeni védelmét a konténerek felületének műanyag fóliával történő takarásával oldottuk meg. Az elfogadható védelem az ültetéstől számított 50 napos időtartam alatt volt lehetséges, ezt követően az eredetileg steril talajkeveréket tartalmazó konténerekbe ültetett töveket is együtt kezeltük a nem steril talajú növényekkel. A fenti időtartam alatt a növényeket sterilizált csapvízzel és 20 mS (a szegfű fiziológiai tűrőképessége ennél nagyobb értéket nem tesz lehetővé) vezetőképességu tápoldattal öntöztük. A tápoldat összetétele:  $\text{KNO}_3$ : 70;  $\text{NH}_4\text{PO}_4$ : 24;  $\text{MgSO}_4$ : 38;  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ : 100;  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ : 12;  $\text{MnSO}_4$ : 3;  $\text{ZnSO}_4$ : 1;  $\text{CuSO}_4$ : 2;  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ : 0,28; Fe-fitohorm.:  $6 \text{ g } 100 \text{ dm}^{-3}$ . Az öntözéshez csepegtető rendszert alkalmaztunk. A közeg nedvességét 80 %-os vízkapacitási értéken tartottuk, tenziométerrel történő folyamatos ellenőrzés mellett. A közeg sótartalmát is rendszeresen ellenőriztük. Ennek során 50 g száraz talajkeveréket  $75 \text{ cm}^3$  csapvízben egyenletesen elkevertünk, majd az így kapott szuszpenzió vezetőképességét elektromos vezetőképesség-mérő műszerrel (EC-méter) megmértük. Ennek alapján a talajkeverék és a tápoldat vezetőképességét a vizsgálat tartama alatt legfeljebb 20 mS értéken tartottuk (FEKETE et al., 1967).

*Az eredmények értékelése.* – Az értékelés során a növénycsoportok virághozamát (virág db/to) *Pseudomonas* törzsenként összehasonlítottuk a kontrollcsoport hozamával, mindegyik fajta esetében. A virághozam megállapításánál egy teljes termesztési ciklus (18 hónap) terméseredményét vettük figyelembe oly módon, hogy az összesített hozamból a vizsgálatba állított tövek száma szerinti átlagot számoltunk. A vizsgálatban tekintettel voltunk a virágok minőségi osztályaira is. Az osztályozás során a kertészeti minosítésben I., II. és III. osztályú virágot különböztetnek meg. A termesztés gazdaságossága szempontjából viszont csak az I. osztályú virágok hozamának van kiemelt jelentősége, mert ezeket a II. osztályú virágokhoz képest átlagosan 50 %-kal magasabb nagykereskedelmi áron lehet értékesíteni. Az értékelés során ezért csak az összesített, valamint az I. osztályú virághozamot vettük figyelembe. A mérési eredményeket táblázatokban összegezzük.

*Statisztikai analízis.* – A statisztikai számításokat a kontroll, kezeltlen tövek, illetve a steril és nem steril közegben folytatott nevelés hozamait összehasonlítva többtényezős (itt: kéttényezős) varianciaanalízissel (Multifactor ANOVA) végeztük. A szignifikanciát különböző valószínűségi szinteken ( $P = 0,01$ – $0,05$ – $0,1$ ) állapítottuk meg.

## Eredmények

### *A rizoszféra-oltás hatása a szegfűfajták összesített virághozamára*

A két alkalmazott elnevelési módszer gyors összevetése érdekében a kezelt és a kontrolltövek között a hozamadatokról fajtánként t-próbát számítottunk. A Lena és a White sim szegfűfajta virághozamában a nem sterilizált talajban történő nevelés során a kontrollhoz képest nem volt kimutatható szignifikáns eltérés, a többi szegfűfajta minőségjavulása mindkét nevelési mód mellett szignifikáns volt (1. táblázat).

1. táblázat

A nem steril (Nst), ill. aszeptikus (St) közegben nevelt szegfűfajták hozamadataiból (virág/to) számított t-próba értékek különböző valószínűségi szinteken (P %)

| (1)<br>t-próba<br>fajtán-<br>ként       | Scania |     | Lena |     | White sim |     | Arthur sim |     |
|---|--------|-----|------|-----|-----------|-----|------------|-----|
|   | Nst    | St  | Nst  | St  | Nst       | St  | Nst        | St  |
| <i>A. Összesített virághozam</i>        |        |     |      |     |           |     |            |     |
| t-érték                                 | 3,3    | 4,0 | NS   | 5,2 | NS        | 8,0 | 2,0        | 3,5 |
| P %                                     | 5      | 1   | –    | 1   | –         | 0,1 | 10         | 5   |
| <i>B. Az I. osztályú virágok hozama</i> |        |     |      |     |           |     |            |     |
| t-érték                                 | 6,6    | 9,2 | NS   | 2,5 | 5,0       | 6,6 | NS         | 6,5 |
| P %                                     | 0,1    | 0,1 | –    | 5   | 1         | 0,1 | –          | 0,1 |

Jelmagyarázat: Nst: nem steril közeg; St: aszeptikus közeg; NS: nem szignifikáns

Mivel a t-próba eredménye a nem steril nevelési módszer esetében az Arthur sim fajtánál a minimálisan megkövetelt 95 %-os valószínűségi szinten nem volt megbízható, az eredmények összehasonlítását kéttényezős varianciaanalízissel végeztük. A számítások eredményét – melyet fajtánként és nevelési módoként külön-külön értékeltünk – táblázatokban összesítettük. Az összehasonlítás alapja minden esetben a kontrollnövénycsoport mért adatai. A mért adatok ismétlésenkénti átlagértékeinek felhasználásával az összesített vizsgálat során mind a növénynevelés módszere ( $SzD_{P1\%} = 0,87$ ), mind a baktériumtörzsek hatása ( $SzD_{P1\%} = 1,74$ ) szignifikáns eltéréseket okozott a szegfűfajták virághozamában.

Általánosságban (2. táblázat) megállapítható, hogy a steril talajban nevelt növények virághozama szignifikánsan nagyobb volt mind a kontroll-, mind a nem steril talajban nevelt növények hozamához képest, még  $P = 1\%$  szinten is. A kontroll-, valamint a nem steril talajban nevelt növények hozama között viszont csak néhány baktériumtörzsnél tapasztaltunk szignifikáns különbséget, pl. a  $G_6$  törzs  $P = 1\%$  szinten is szignifikáns növekedést idézett elő a Scania fajta

2. táblázat  
A szegfűfajták rizoszféra-oltásának hatása a virághozam mennyiségére (virág/tő)

| (1)<br>Gazda-<br>növények               | (2)<br><i>Pseudo-<br/>monas</i><br>törzsek | Scania |      |      | Lena |      |      | White sim |      |      | Arthur sim |      |      | SzD <sub>2</sub> |                 |  |
|---|--|--------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------------|------|------|------------------|-----------------|--|
|   |  | Nst    | St   | Kont | Nst  | St   | Kont | Nst       | St   | Kont | Nst        | St   | Kont | P <sub>5%</sub>  | P <sub>1%</sub> |  |
| <i>A. Összesített virághozam</i>        |  |        |      |      |      |      |      |           |      |      |            |      |      |                  |                 |  |
| <i>Zea mays</i> L                       | Z <sub>2</sub>                             | 14,8   | 16,4 | 13,4 | 13,8 | 16,4 | 12,8 | 14,6      | 19,5 | 13,1 | 14,7       | 19,4 | 13,5 |                  |                 |  |
|   | Z <sub>5</sub>                             | 15,0   | 16,6 | 12,1 | 14,4 | 15,8 | 13,2 | 15,8      | 17,5 | 13,8 | 15,4       | 18,4 | 13,9 |                  |                 |  |
| <i>Capsicum annuum</i> L.               | C <sub>9</sub>                             | 14,6   | 17,7 | 12,8 | 13,3 | 15,3 | 12,7 | 17,4      | 20,3 | 14,1 | 15,3       | 17,8 | 12,8 |                  |                 |  |
|   | L <sub>1</sub>                             | 15,5   | 18,6 | 13,5 | 12,8 | 14,2 | 12,3 | 14,5      | 17,9 | 12,6 | 14,9       | 18,9 | 13,1 | 1,3              | 1,8             |  |
| <i>Lycopersicon<br/>esculentum</i> L.   | L <sub>12</sub>                            | 13,6   | 16,9 | 11,3 | 14,1 | 15,4 | 13,1 | 15,3      | 19,2 | 14,2 | 16,2       | 20,6 | 13,5 |                  |                 |  |
|   | L <sub>13</sub>                            | 14,2   | 16,2 | 12,8 | 13,1 | 14,4 | 12,4 | 15,4      | 18,3 | 13,2 | 15,2       | 19,5 | 12,8 |                  |                 |  |
| <i>Gerbera jamesonii</i> L.             | G <sub>6</sub>                             | 14,8   | 15,5 | 12,4 | 13,3 | 16,6 | 12,6 | 14,1      | 16,5 | 13,3 | 15,3       | 17,3 | 13,4 |                  |                 |  |
| SzD <sub>1</sub>                        | P <sub>5%</sub>                            |        | 1,3  |      |      | 1,7  |      |           | 1,4  |      |            | 1,5  |      |                  |                 |  |
|   | P <sub>1%</sub>                            |        | 1,7  |      |      | 1,9  |      |           | 1,9  |      |            | 2,0  |      |                  |                 |  |
| <i>B. Az I. osztályú virágok hozama</i> |  |        |      |      |      |      |      |           |      |      |            |      |      |                  |                 |  |
| <i>Zea mays</i> L                       | Z <sub>2</sub>                             | 9,7    | 13,9 | 8,6  | 9,8  | 12,1 | 6,4  | 11,8      | 14,3 | 8,3  | 11,6       | 16,4 | 8,6  |                  |                 |  |
|   | Z <sub>5</sub>                             | 10,9   | 14,5 | 7,4  | 11,6 | 12,9 | 6,9  | 13,1      | 14,6 | 9,6  | 12,8       | 15,3 | 9,3  |                  |                 |  |
| <i>Capsicum annuum</i> L.               | C <sub>9</sub>                             | 10,7   | 15,1 | 7,2  | 9,4  | 13,8 | 8,3  | 12,8      | 15,2 | 10,2 | 12,9       | 15,9 | 9,7  |                  |                 |  |
|   | L <sub>1</sub>                             | 8,3    | 15,9 | 6,3  | 9,1  | 11,3 | 9,1  | 13,4      | 14,9 | 9,3  | 12,1       | 15,6 | 9,3  | 1,4              | 1,9             |  |
| <i>Lycopersicon<br/>esculentum</i> L.   | L <sub>12</sub>                            | 9,6    | 14,8 | 7,1  | 10,6 | 12,4 | 7,5  | 12,9      | 14,2 | 8,1  | 13,4       | 17,2 | 8,5  |                  |                 |  |
|   | L <sub>13</sub>                            | 11,3   | 15,1 | 6,2  | 9,4  | 12,1 | 6,8  | 11,8      | 15,9 | 6,3  | 11,5       | 17,6 | 7,2  |                  |                 |  |
| <i>Gerbera jamesonii</i> L.             | G <sub>6</sub>                             | 10,8   | 13,8 | 8,3  | 10,2 | 13,2 | 7,6  | 12,6      | 14,1 | 7,2  | 13,1       | 17,3 | 9,1  |                  |                 |  |
| SzD <sub>1</sub>                        | P <sub>5%</sub>                            |        | 1,2  |      |      | 1,3  |      |           | 1,5  |      |            | 1,3  |      |                  |                 |  |
|   | P <sub>1%</sub>                            |        | 1,6  |      |      | 1,7  |      |           | 2,0  |      |            | 1,8  |      |                  |                 |  |

Jelmagyarázat: Nst, St: lásd 1. táblázat; Kont: kontroll – oltatlan, nem steril közeg; SzD<sub>1</sub>: szignifikáns differencia az előnevelési módszerek és a kontroll között; SzD<sub>2</sub>: szignifikáns differencia a baktériumtörzsek között

virághozamában. A Lena fajta esetében a  $Z_2$  törzs adott pozitív eredményt, de már csak  $P = 5\%$  valószínűségi szinten, steril talajban történt elonevelés során.

A legjobb eredményt a White sim és Arthur sim fajták esetében kaptuk. E fajtáknál a *Pseudomonas fluorescens*  $Z_2$ ,  $C_9$ ,  $L_1$ ,  $L_{12}$  és  $L_{13}$  törzsekkel történt kezelés mutatta a legnagyobb, pozitív szignifikáns értéket. A White sim fajtánál csak a  $G_6$  törzs – mely igazolhatóan növelte a Scania fajta hozamát – hatása nem bizonyult szignifikánsnak.

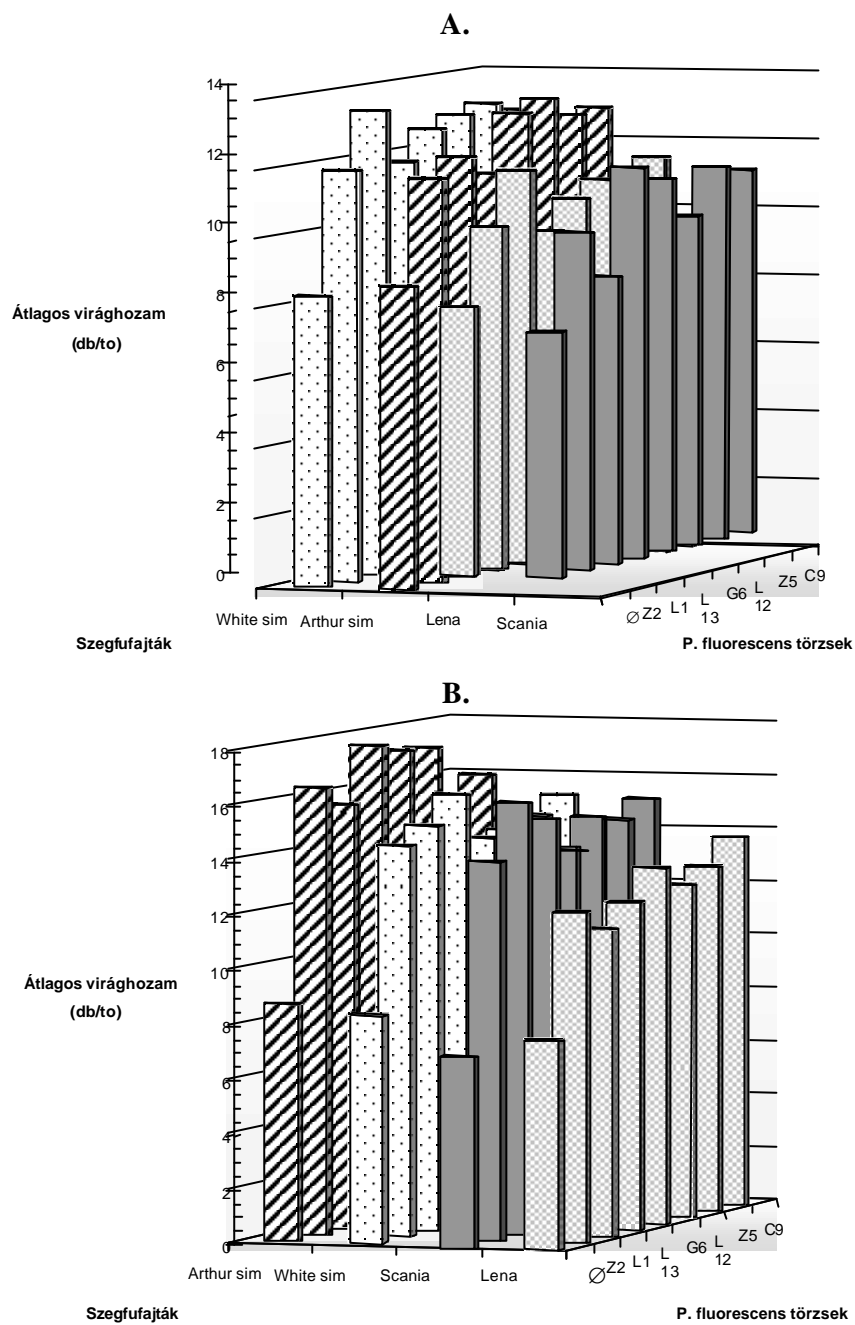
#### *A rizoszféra-oltás hatása az I. osztályú virágok hozamára*

Az elonevelés módszereinek gyors összevetése érdekében a kezelt és a kontrolltövek között a hozam adatokból fajtánként szintén t-próbát számítottunk. Eszerint a nem steril elonevelési módszerrel a Lena és az Arthur sim fajta I. osztályú virágainak hozamnövekedése a kontrollhoz viszonyítva nem volt szignifikáns (1. táblázat). Az eredmények összehasonlítását itt is kéttényezős varianciaanalízissel végeztük.

A mért adatok ismétlésenkénti átlagértékeinek felhasználásával az összesített vizsgálat során mind a növénynevelés módszere ( $SzD_{P1\%} = 0,95$ ), mind a baktériumtörzsek hatása ( $SzD_{P1\%} = 1,90$ ) szignifikáns eltéréseket okozott a szegfűfajták I. osztályú virágainak hozamában. Az aszeptikus, illetve a nem steril növénynevelési mód virághozamra gyakorolt hatása között mindegyik szegfűfajta esetében szignifikáns eltérést tapasztaltunk ( $SzD_{1\%}$  szinten Scania: 1,59; Lena: 1,72; White sim: 1,96 és Arthur sim: 1,75). Mindegyik baktériumtörzs a kontrollhoz képest szignifikáns mértékben növelte a Scania, White sim és Arthur sim fajta hozamát ( $SzD_{1\%}$ , rendre: 3,18; 3,92 és 3,5), de a Lena esetében ez csak a  $Z_5$ ,  $C_9$ ,  $L_1$ ,  $L_{12}$ , és a  $G_6$  törzsszel volt igazolható ( $SzD_{1\%} = 3,44$ ). A legtöbb I. osztályú virágot mind a két nevelési módszerrel a White sim és az Arthur sim fajta adta (2. táblázat).

A *Pseudomonas fluorescens* törzsekkel végzett növényoltás az I. osztályú virágok hozamát aszeptikus talajban történő neveléskor egységesen mintegy megduplázta a kontrollnövények hozamához képest (átlagosan 1,83-szor több I. oszt. virágot hoztak a tövek, mint a nem sterilizált talajban). A legnagyobb pozitív szignifikáns eredményt az  $L_{12}$  és  $L_{13}$  törzsek alkalmazása hozta mind a négy szegfűfajta esetében. Normál talajkeverékben a hozam szerinti sorrend a fajták között a következõnek bizonyult: White sim, Arthur sim, Lena és Scania (1A. ábra), aszeptikus talajkörnyezetben pedig: Arthur sim, White sim, Scania és Lena (1B. ábra).

Általánosságban az aszeptikus körülmények közötti elonevelés nagyobb valószínűségi szinteken is szignifikáns különbségeket okozott a vizsgált tövek virághozamában. A rizoszféra-oltás tényleges hatásának megállapítása céljából mind az összesített virághozam, mind az I. osztályú virágok hozamának tekintetében kiszámítottuk a konfidencia-intervallumot (3. táblázat). A táblázatból látható, hogy az aszeptikus talajkörülmények mellett folytatott nevelés során



1. ábra

Az I. osztályú virágok átlagos hozama nem sterilizált talajban (A), ill. aszeptikus talajban (B) történő neveléssel



mértük a legnagyobb relatív hozamot, de a mért adatok szórása is sokkal nagyobb volt; a nem steril közegben történt nevelésre kapott szórásérték 1,6-szerese.

### 3. táblázat

A virághozam (virág/to) várható értékei a szegfű rizoszféra-kezelésének hatására

| (1)<br>Szegfűfajták                     | (2) Nem steril közegben |         | (3) Aszeptikus közegben |         |
|---|-------------------------|---------|-------------------------|---------|
|   | Minimum                 | Maximum | Minimum                 | Maximum |
| <i>A. Összesített virághozam</i>        |                         |         |                         |         |
| Scania                                  | 14,1                    | 15,2    | 15,4                    | 18,3    |
| Lena                                    | –                       | –       | 14,2                    | 16,7    |
| White sim                               | –                       | –       | 15,5                    | 21,4    |
| Arthur sim                              | 14,9                    | 15,6    | 17,8                    | 19,9    |
| <i>B. Az I. osztályú virágok hozama</i> |                         |         |                         |         |
| Scania                                  | 7,8                     | 12,5    | 13,1                    | 16,4    |
| Lena                                    | –                       | –       | 11,8                    | 13,3    |
| White sim                               | 11,8                    | 13,5    | 13,3                    | 16,2    |
| Arthur sim                              | –                       | –       | 14,4                    | 18,5    |

### Az eredmények megvitatása

Eredményeink azt mutatják, hogy az üvegházi szegfű *Pseudomonas fluorescens* baktériumtörzsekkel történt rizoszféra-oltása és két különböző módszerrel (nem sterilizált és aszeptikus talajkeverék alkalmazása) folytatott elonevelése hatására, illetve az azt követő termesztési ciklus során az aszeptikus talajkeverékben elonevelt tövek virághozama – különös tekintettel az első osztályú virágok hozamára – statisztikailag igazolható mértékben növekedett. A szegfűtövek hozamváltozását vizsgálva – mind az összesített virághozam, mind az I. osztályú virágok hozama esetében – nem az egyes baktériumtörzsek, hanem az elonevelési módszerek hatása fejeződött ki jobban, melyet a statisztikai próbák során is igazoltunk. A nevelési módszerek ugyanis mindegyik szegfűfajta esetében szignifikáns mértékben befolyásolták a virágok hozamát, míg ugyanez az egyik szegfűfajta – a Lena – tekintetében csak a Z<sub>5</sub>, C<sub>9</sub>, L<sub>1</sub>, L<sub>12</sub>, és a G<sub>6</sub> baktériumtörzsszel volt igazolható (SzD<sub>1%</sub> = 3,44). Mindkét elonevelési módszer alkalmazása során a baktériumtörzsek a kontrollhoz képest szignifikáns növekedést idéztek ugyan elő az üvegházi szegfű virághozamában, de az egyes törzsek hatása közötti különbségek már nem minden esetben voltak szignifikánsak. Ennek – azaz a nevelési módszerek virághozamot meghatározó hatásának – oka az lehet, hogy a nevelés első ötven napja során a fajták fogékonysága, illetve a *Pseudomonas fluorescens* baktériumtörzsek hatása jobban érvényesült az aszeptikus, mint a természetes állapotú talajkeverékben, ahol a talajban előforduló mikroorganizmusok – tápanyag-kompetíció, vagy antagonizmus révén – csökkenthetik a növényoltás során alkalmazott baktériumok populációját.

Aszeptikus talajkörülmények között (mintegy modell-rendszerben) a növény–mikroba rendszerben az oltásra használt törzs anyagcseretermékei, valamint a gazdanövény fogékonysága határozza meg a baktériumokkal folytatott kezelés eredményességét, azaz a kituzott célnak megfelelő növényi reakciót. Természetes állapotú talajban viszont a fizikai–kémiai tulajdonságok és a tápanyag-ellátottság mellett az ott előforduló mikroorganizmusok – vírusok, baktériumok, sugárgombák, gombák, egysejtű állatok – kölcsönhatása is befolyásolja a gazdanövény fejlődését és növekedését.

A steril növénynevelés körülményei (teljes termesztési ciklusra vonatkozóan) csak kísérleti modell-rendszerben biztosíthatók, de az aszeptikus gyökereztetés a legtöbb kertészeti számára nem jelent jelentős többletköltséget, mert az általánosan alkalmazott technológiák ezt már évtizedek óta lehetővé teszik. A ráfordított idő és energia a termelt I. osztályú virágok arányában megtérül, hiszen ezeket a II.–III. osztályú virágokhoz képest akár több mint 50 %-kal magasabb nyereséggel lehet értékesíteni.

A Föld lakossága a mezőgazdasági termelés sikere érdekében folytatott tevékenysége során évente 25 milliárd US Dollár értékű növényvédő szert használ fel (POWEL & JUTSUM, 1993), ezzel szemben a biológiai készítmények aránya mindössze 0,5 % (MENELEY, 1990). Mások vizsgálataival összhangban eredményeink igazolják, hogy a növény gyökereinek környezetében tevékenykedő baktériumok – a mikroszimbionta hatáson túlmutatóan – milyen nagymértékben képesek támogatni a növényi „fitnesz” kialakulását (BIRÓ et al., 1998), jelen esetben növelni és stabilizálni a szegfű virághozamát. A *Pseudo-monas* sp. baktériumtörzsekkel történő növény-(rizoszféra-)oltást ezért a kertészeti szaporítóanyag-előállítás integrált, biotechnológiai alapú növényvédelmének szempontjából jelentősnek ítéljük meg, mely a későbbiekben nagyüzemi kipróbálás során is megerősítést nyerhet.

## Összefoglalás

Munkánk során a dísnövénytermesztésben jelentős szerepet játszó szegfű produkciós képességének változását mértük a *Pseudomonas fluorescens* baktériumtörzsekkel történt rizoszférakezelés hatására. Célunk volt a rizoszférakezelés módszertani vizsgálata is, ezen okból a beoltott növényeket különböző módokon – steril, valamint nem steril talajban – neveltük. Az alkalmazott szegfűfajták: *Dianthus caryophyllus* cv. Scania; cv. Lena; cv. White sim és cv. Arthur sim.

Megállapítottuk, hogy a baktériumkezelés hatására a vizsgált szegfűfajták virághozama mindegyik módszer esetében megnőtt a kontrollnövényekéhez képest. Az I. osztályú virágok hozama steril talajban történő neveléskor a kontrollnövények hozamához viszonyítva mintegy megduplázódott. A legjobb eredményt a *P. fluorescens* Z<sub>2</sub>, C<sub>9</sub>, L<sub>12</sub> és L<sub>13</sub> törzsekkel történt kezelés mutatta.

Nem sterilizált talajkeverékben a White sim, aszeptikus nevelési módszer esetében az Arthur sim szegfűfajta adta a legtöbb I. osztályú virágot. A hozam szerinti sorrend a fajták között normál talaj körülmények között a következőknek bizonyult: White sim, Arthur sim, Lena, Scania, aszeptikus talajkeverékben pedig Arthur sim, White sim, Scania és Lena.

A szegfűtövek elnevelése a kertészeti gyakorlatban elfogadott módszer. Abban az esetben, ha a szaporítóanyag előállítása során a kertészetek szelektált, a növényi növekedést, illetve egészséget biztosító baktériumtörzsekkel történő kezelést alkalmaznak, akkor lényegesen hosszabb lehet a produktív, hozamot biztosító időszak a szegfűtermesztésben.

**Kulcsszavak:** PGPR, *Pseudomonas*, *Dianthus caryophyllus*, rizoplán és rizoszféra kezelése, termés hozam

### Irodalom

- BARBER, D. A. & MARTIN, J. K., 1976. The release of organic substances by cereal roots into soil. *New Phytology*. **76**. 69–80.
- BAYOUMI, H. E. A. F. et al., 2001. Requirement of plant growth stimulating *Pseudomonas fluorescens* for colonization of *Vicia faba* root by *Rhizobium leguminosarum* in soil amended with 2,4-D. Az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Tudományos Testülete 10. Jubileumi Ülésének előadás-összefoglalói. Nyíregyháza. 14.
- BIRÓ B. 2002. A mikrobiális oltóanyagok alkalmazásának lehetőségei a mezőgazdaságban és a környezetvédelemben. *Mag. kutatás, fejlesztés és környezet*. **2**. 29–30.
- BIRÓ, B. et al., 1998. Specific replant disease reduced by PGPR rhizobacteria. *Acta Hort.* **477**. 75–81.
- DOMMERGUES, Y. R., 1978. The plant–microorganism system. In: *Interactions Between Nonpathogenic Soil Microorganisms and Plants*. (Ed.: DOMMERGUES, Y. R.) 1–37. Elsevier Scientific Publishing. Amsterdam. The Netherlands.
- FEKETE Z. et al., 1967. *Talajtan és agrokémia*. 2. kiadás. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- KLOPPER, J. W. et al., 1980. *Pseudomonas* siderophores: a mechanism explaining disease-suppressive soils. *Current Microbiology*. **4**. 317–320.
- MENELEY, J. C., 1990. A shining star in the future of agricultural industry. In: *Biotechnology: Science, Education and Commercialization* (Ed.: VASIL, I. K.). 129–150. Elsevier. New York.
- MERCIER, J. & IINDOW, S. E., 2000. Role of leaf surface sugars in colonization of plants by bacterial epiphytes. *Applied and Environ. Microbiology*. **66**. 369–374.
- POWEL, K. A. & JUTSUM, A. R., 1993. Technical and commercial aspects of bio-pesticides. *Pesticide Science*. **37**. 315–321.
- SCHER, F. M. & BAKER, K., 1980. Mechanisms of biological control in a *Fusarium* suppressive soil. *Phytopathology*. **70**. 412–417.

Érkezett: 2003. január 15.

## Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on the Flower Yield and Quality of Greenhouse Carnations

<sup>1</sup>A. HEGEDUS, <sup>2,3</sup>B. OLDAL, <sup>2</sup>M. KECSKÉS and <sup>2</sup>H. E. A. F. BAYOUMI

<sup>1</sup>Juhász Gyula Teacher Training College, University of Szeged, Szeged,

<sup>2</sup>Postgraduate School of Environmental Studies, Szent István University, Gödöllo and

<sup>3</sup>Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry (RISSAC) of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

### Summary

Changes in the productive capacity of carnations, which play an important role in the production of ornamentals, were measured after rhizosphere treatment with *Pseudomonas fluorescens* bacterium strains. One aim of the experiments was to test various methods for rhizosphere treatment, so the inoculated plants were grown in both sterile and non-sterile soil. The carnation cultivars used were *Dianthus caryophyllus* cv. Scania, cv. Lena, cv. White sim and cv. Arthur sim.

The flower yield of the tested carnation cultivars improved in all the treatments as the result of bacterium treatment, compared with the control. The yield of Grade I flowers was almost doubled when the plants were grown on sterile soil compared with that of the control plants.

The best results were obtained after inoculation with strains Z<sub>2</sub>, C<sub>9</sub>, L<sub>12</sub> and L<sub>13</sub> of *P. fluorescens*. On non-sterile soil the largest number of Grade I flowers was given by White sim, while the Arthur sim cultivar gave the best results on sterile soil. Under normal soil conditions the order on the basis of flower yield was: White sim, Arthur sim, Lena, Scania, while on sterile soil the order was Arthur sim, White sim, Scania, Lena.

The pre-cultivation of carnation plants is standard horticultural practice. If selected bacterium strains which promote the growth and health of the plants are used to treat the plants during the development of reproduction material, the productive flower-yielding period can be prolonged considerably.

*Table 1.* t-test values calculated from the flower yield per plant of carnation cultivars grown in non-sterile (Nst) and sterile (St) soil, at various levels of probability (P %). (1) t-test for each cultivar. A. Total flower yield. B. Yield of Grade I flowers. N.S.: non-significant.

*Table 2.* Effect of rhizosphere inoculation on the flower yield per plant in carnation cultivars. (1) Host plants. (2) *Pseudomonas* strains. A. Total flower yield. B. Yield of Grade I flowers. Legend: Nst, St: see Table 1. Kont: Control – uninoculated, non-sterile soil; LSD<sub>1</sub>: significant differences between the pre-cultivation methods and the control; LSD<sub>2</sub>: significant differences between the bacterium strains.

*Table 3.* Expected flower yield per carnation plant as the result of rhizosphere treatment. (1) Carnation cultivars. (2) In non-sterile soil. (3) In sterile soil. A. Total flower yield. B. Yield of Grade I flowers.

*Fig. 1.* Mean yield of Grade I flowers when grown on non-sterile soil (A) and on sterile soil (B).