

Stymulacja rozkrzewiania roślin doniczkowych przy użyciu cytokinin

Anna Pobudkiewicz

*Zakład Uprawy Roślin Szklarniowych, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarnictwa
ul. Waryńskiego 14, 96-100 Skierniewice
e-mail: apobudk@insad.pl*

Słowa kluczowe: cytokininy, BA, PBA, krzewienie, rośliny mateczne, ukorzenianie sadzonek, rośliny doniczkowe

Wprowadzenie

Pobudzanie rozkrzewiania ma duże znaczenie praktyczne w kształtowaniu odpowiedniego pokroju roślin uprawianych w doniczkach, a także w pozyskiwaniu sadzonek z roślin rozmnażanych wegetatywnie. Wiele gatunków i odmian roślin doniczkowych wytwarza mało pędów drugiego rzędu. Czynnikiem stymulującym rozkrzewianie roślin jest usuwanie wierzchołków pędów pierwszego rzędu, a rozkrzewienie tych pędów można uzyskać przez ponowne ich uszczykiwanie. Zabieg ten, wykonywany ręcznie w celu zniesienia dominacji wierzchołkowej pędów, jest bardzo pracochłonny, a także wydłuża czas do kwitnienia roślin. Podobne rezultaty można osiągnąć przy mniejszym nakładzie pracy (bez uszczykiwania) używając substancji wzrostowych. Do stymulacji rozkrzewiania się roślin ozdobnych stosowane są głównie cytokininy, czasami także inne substancje wzrostowe, np. dikegulak lub retardanty wzrostu. Cytokininy odgrywają bardzo ważną rolę w regulacji morfogenezy roślin, głównie przez znoszenie dominacji wierzchołkowej, co powoduje wybijanie pąków bocznych, a ponadto wykazują one zdolność do hamowania procesów starzenia się wielu organów roślinnych, powstrzymują rozkład białek i chlorofilu [38]. Dikegulak poza stymulacją rozkrzewiania pędów [1, 2, 24, 36] hamuje – niekiedy w bardzo dużym stopniu – wydłużanie się pędów [2, 27]. Ponadto może on powodować uszkodzenia liści [25] i opóźnić kwitnienie roślin nawet o kilka tygodni [1], co w znacznym stopniu ogranicza jego stosowanie. Stymulująco na rozkrzewianie się roślin mogą wpływać także retardanty wzrostu [27, 31, 32], zdarza się to jednak bardzo rzadko i ich działanie nie jest tak efektywne jak cytokinin.

Wpływ cytokinin na stymulację krzewienia roślin doniczkowych

Możliwości cytokinin syntetycznych, 6-benzyloaminopuryny (BA) i tetrahydro-pyranylo-benzyloadeniny (PBA) wykorzystano w wielu pracach badawczych nad stymulacją rozkrzewiania roślin słabo krzewiących się i o małej liczbie pędów bocznych. Stosując 6-benzyloaminopurynę na rośliny uprawiane w doniczkach więcej pędów bocznych uzyskano na przykład u *Hedera* [2, 45], *Begonia* 'Nonstop Dunkel-scharlach' [4], *Tillandsia* [5], *Rhododendron* [7], *Dendranthema* [10], *Spathiphyllum* 'Tasson' [16], *Hosta* [21], *Lotus* [32], *Dracaena* [42], *Euphorbia* 'Ruff' i 'Reddy' [45] i *Epipremnum* [46].

Reakcja roślin na traktowanie cytokininą w dużym stopniu zależy od gatunku rośliny. Na przykład stosunkowo niskiego stężenia BA ($50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) użyto do stymulacji krzewienia *Kalanchoe tomentosa* BAK. [29]. W badaniach tych wykazano, że rośliny traktowane cytokininą miały o 44% więcej pędów bocznych niż rośliny kontrolne. Wyższego stężenia tej cytokinininy ($250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) wymagały rośliny fuksji 'Karmazyn' i 'Ewelina' [35]. Bardzo wysokie stężenia BA zastosowano do stymulacji rozwoju pędów bocznych roślin *Spathiphyllum* 'Bennett' (250 do $500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) [17] i *Fosterella* ($800 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) [41]. W doświadczeniu nad *Fosterella* wykazano, że po opryskiwaniu BA rośliny miały o 50% więcej pędów bocznych niż rośliny kontrolne. Liczne badania wskazują, że nawet odmiany danego gatunku roślin mogą reagować odmiennie na traktowanie cytokininą. Na przykład zwiększenie liczby pędów drugiego rzędu goździka uzyskano, stosując BA dolistnie w stężeniach: $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ – dla odmiany 'Shoking Pink Sim' [53], $300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ – dla odmiany 'Snowmass' [39], a na goździkach 'Knight Hybrid Scarlet' nie uzyskano większej liczby pędów drugiego i trzeciego rzędu, chociaż opryskiwano je BA w stężeniach 100 i $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [9]. Reakcja roślin na traktowanie cytokininą zależy również od dawki cytokinininy i fazy wzrostu roślin, w której jest ona podana. Na przykład w badaniach nad poprawą krzewienia goździka ogrodowego 'Snowmass' zaobserwowano, że istotnymi czynnikami okazały się stężenia BA i częstotliwość jej stosowania [39], a liczba pędów drugiego rzędu była tym większa, im wyższe było stężenie cytokinininy. Najwięcej pędów drugiego rzędu miały goździki 'Snowmass' opryskiwane BA dwukrotnie w stężeniu $300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ i było ich nawet o 160% więcej niż na roślinach kontrolnych. Fooshee i Henny [11] w badaniach nad *Spathiphyllum* 'Viscount' stwierdzili, że efekt działania BA zależał od fazy wzrostu roślin, w której była ona podana. Rośliny mniejsze podlewane roztworem 6-benzyloaminopuryny w stężeniu $500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, w 16 lub 20 tygodniu po ich posadzeniu, miały mniej pędów bocznych niż rośliny większe, tj. podlewane roztworem BA w 24, 28 i 32 tygodniu po posadzeniu.

Wiele doniesień naukowych wskazuje jednak i na to, że traktowanie roślin BA nie zawsze daje pomyślne rezultaty. Na przykład BA w stężeniu $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ nie miała

wpływu na liczbę pędów bocznych u *Camellia* 'Water Lily', 'Debbie' i 'Dontion' [43]. BA podana dolistnie trzykrotnie w stężeniach 200–1000 mg · dm⁻³ również nie zwiększyła liczby pędów bocznych u Dieffenbachi 'Compacta' i 'Candida' [12]. Podobnie było w badaniach nad *Syngonium podophyllum* SCHOTT. 'White Butterfly', gdzie BA w stężeniach 250–2000 mg · dm⁻³ nie zwiększyła liczby pędów bocznych, pomimo że wcześniej indukowała ich rozwój [50]. Lepszego krzewienia roślin nie uzyskano także w badaniach nad *Rhododendron* 'Gloria' i 'Prize' [3], *Acacia* [37] oraz *Dracaena fragrans* KER-GAWL po zastosowaniu BA [13].

Wpływ cytokinin na kwitnienie roślin

Cytokininy, stosowane w celu pobudzania rozkrzewiania roślin, mogą również wpływać na liczbę kwiatów na roślinie, a także termin kwitnienia roślin. Wiele badań wskazuje na to, że BA może zwiększać plon kwiatów. Na przykład BA podana dolistnie w stężeniu 100 mg · dm⁻³ zwiększyła o 40% liczbę pąków kwiatowych roślin *Schlumbergera truncata* (HAW.) MORAN [14], a o 300% więcej kwiatów miały rośliny *Cyclamem persicum* MILL. 'Vuubaak' traktowane BA w stężeniu 50 mg · dm⁻³ [47]. W uprawie goździka 'Sandra Rosa' i 'Poker', stosowanie BA w stężeniu 50 mg · dm⁻³ podczas ukorzenia roślin zwiększyło liczbę kwiatów o 14% u 'Sandra Rosa' i o 13% u odmiany 'Poker' [8]. O 20–40% więcej kwiatów, w ciągu całego roku, uzyskano również stosując PBA dolistnie w stężeniach 200–500 mg · dm⁻³ na rośliny goździka 'Pink Ice', 'Dusty', 'Flamingo Sim' i 'Persian Pink Sim' [19]. Zwiększenie liczby kwiatów na roślinach traktowanych BA obserwowano także u *Oncidium* 'Aloha' [26]. W wielu pracach badawczych wykazano również, że stosowanie cytokinin do stymulacji krzewienia roślin często nie wpływa na liczbę kwiatów. Na przykład Vlachos [49] donosi, że BA w stężeniach 25, 50 i 100 mg · dm⁻³ nie miała wpływu na liczbę kwiatów *Achimenes longiflora* DC. 'Flamenco' i 'Viola M'. Stosowanie BA w stężeniach 50–300 mg · dm⁻³ nie zwiększyło liczby kwiatów u goździka ogrodowego 'Snowmass' [39]. W badaniach Tjia [48] również wykazano, że BA w stężeniach od 50 do 100 mg · dm⁻³ nie wpływała na liczbę kwiatów *Zantedeschia elliottiana* (W. WATS.) ENGL. Kim i in. [23] natomiast donoszą, że liczba kwiatów w kwiatostanie *Doritaenopsis* 'Happy Valentine' zależała od stężenia cytokininy. Więcej kwiatów, w porównaniu z kontrolą, miały rośliny traktowane BA w stężeniach 100–200 mg · dm⁻³, a znacznie mniej kwiatów było na roślinach traktowanych BA w stężeniu 400 mg · dm⁻³.

Z badań prowadzonych nad stymulacją rozkrzewiania roślin doniczkowych wynika, że wpływ cytokinin na termin kwitnienia roślin nie jest jednoznaczny. W doświadczeniach nad goździkiem ogrodowym 'Snowmass' nie wykazano różnicy pomiędzy liczbą dni do kwitnienia roślin kontrolnych i opryskiwanych BA [39]. Podobne spostrzeżenia poczyniono w badaniach Sakai i in. [44]. Autorzy ci nie stwierdzili różnic pomiędzy terminem kwitnienia roślin kontrolnych *Cyclamem persicum* 'Vuubaak'

i traktowanych BA w stężeniu $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Natomiast Foley i Keever [9] wykazali, że wpływ BA na liczbę dni do kwitnienia goździka *Dianthus caryophyllus* L. 'Knight Hybrid Scarlet' zależał od tego, czy rośliny były uszczykiwane czy nie. BA w stężeniu $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ wpływała na opóźnienie kwitnienia o 13 dni roślin uszczykiwanych, ale nie wpływała na liczbę dni do kwitnienia roślin nie uszczykiwanych. Tjia [48] donosi, że przyspieszenie kwitnienia *Zantedeschia elliottiana* uzyskano w wyniku moczenia jej kłączy w roztworze BA ($50\text{--}100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) w ciągu 30 minut, przed posadzeniem ich do doniczek. Wcześniejsze kwitnienie roślin traktowanych BA obserwowano także w badaniach nad *Bougainvillea* 'Taipei Red' [28] i *Oncidium* 'Aloha' [26].

Wpływ cytokinin na wysokość roślin

Wpływ cytokinin na wysokość roślin zaobserwowano w wielu pracach badawczych. Rośliny traktowane cytokininą miały więcej pędów bocznych, ale jednocześnie pędy te były krótsze niż pędy roślin kontrolnych. W badaniach nad goździkiem ogrodowym 'Snowmass' stwierdzono, że rośliny opryskiwane BA w stężeniu $300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, miały pędy znacznie krótsze w porównaniu z pędami roślin nietraktowanych i nie wymagały już one stosowania retardantu wzrostu [39]. PBA stosowana w celu poprawy krzewienia *Lotus* również spowodowała, że rośliny miały krótsze międzywęzła niż rośliny nie traktowane. Podobne spostrzeżenia poczynili inni badacze [6, 17, 23, 39, 41, 50] podając BA w celu stymulacji rozkrzewiania roślin. Odmiennie wyniki uzyskali natomiast Wilson i Nell [51] w doświadczeniu nad poprawą krzewienia *Dieffenbachia maculata* (LODD.) G. DON. Autorzy ci stwierdzili, że BA nawet w bardzo wysokich stężeniach ($500\text{--}2000 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) nie wpływała na wysokość roślin. Henny i Fooshee [16] z kolei zaobserwowali, że BA podana dolistnie nie miała wpływu na długość pędów *Spathiphyllum* 'Tasson', jednak podana do podłoża spowodowała, że rośliny były znacznie niższe niż rośliny kontrolne.

Wpływ cytokinin na zwiększenie wydajności roślin matecznych

Cytokinina pobudza rozwój pąków bocznych u wielu gatunków roślin ozdobnych, a pędy te mogą być następnie wykorzystane jako sadzonki. Na przykład badania Mynetta [34] wykazały, że BA w stężeniach od 25 do $800 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ znacznie zwiększyła liczbę sadzonek pozyskiwanych z roślin matecznych *Dianthus caryophyllus* 'Scania 3C'. W porównaniu do kontroli o 20–35% więcej sadzonek zebrano z roślin matecznych goździka 'Red Gayety' i 'Scania Red' opryskiwanych PBA w stężeniach $200\text{--}500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [19]. O 31% sadzonek więcej zebrano z roślin matecznych *Gerbe-*

ra jamesonii H. BOLUS. 'Helios' opryskiwanych 6-benzyloaminopuryną w stężeniu 10^{-5} mol \cdot dm $^{-3}$ [20]. Imamura i Higaki [18] stosując BA dolistnie, jednokrotnie w stężeniach 500 i 1000 mg \cdot dm $^{-3}$ na rośliny *Anthurium andreanum* ANDRE 'Mauna Kea' uzyskali znacznie więcej sadzonek niż z roślin nie traktowanych. Zieslin i in. [54] donoszą, że w porównaniu z roślinami kontrolnymi uzyskano o ok. 30% większą liczbę sadzonek, gdy rośliny na rośliny mateczne *Gerbera jamesonii* 'Miriam' zostały dwukrotnie dolistnie potraktowane BA w stężeniach 200 lub 400 mg \cdot dm $^{-3}$, a PBA zwiększyła liczbę sadzonek o 31% u odmiany 'Chava' i o 6,7% u odmiany 'Marleen'. Pytlewski [40] zaobserwował, że BA w stężeniu 800 mg \cdot dm $^{-3}$ podana czterokrotnie, dolistnie na rośliny mateczne *Cryptanthus acaulis* BEER zwiększyła liczbę pędów w porównaniu z roślinami nieopryskiwanymi. Znacznie więcej sadzonek zebrano również z roślin matecznych *Euphorbia pulcherrima* WILLD. [52]. W badaniach nad goździkiem ogrodowym 'Snowmass' wykazano, że zarówno badane stężenia cytokininy, jak i częstotliwość jej stosowania wpływały na liczbę pozyskiwanych sadzonek [39]. Zebrano znacznie więcej sadzonek po opryskiwaniach wielokrotnych aniżeli po jednym zabiegu. W porównaniu do kontroli rośliny opryskiwane jednokrotnie BA w stężeniu 300 mg \cdot dm $^{-3}$ miały o 17% więcej sadzonek, opryskiwane trzykrotnie – o 48% więcej sadzonek, a traktowane BA siedmiokrotnie miały nawet o 74% więcej sadzonek.

W niektórych pracach badawczych nad zwiększeniem wydajności roślin matecznych podkreśla się fakt wpływu cytokininy na długość pozyskiwanych sadzonek. W doświadczeniu nad goździkiem ogrodowym 'Snowmass' zaobserwowano, że traktowanie roślin 6-benzyloaminopuryną wpływało na długość sadzonek i były one tym krótsze, im wyższe było stężenie BA [39]. Wykazano również, że sadzonki zebrane z goździka, 'Snowmass' opryskiwanego BA w stężeniu 300 mg \cdot dm $^{-3}$ były średnio o 3 cm krótsze niż sadzonki roślin kontrolnych. Podobny wpływ BA na długość sadzonek roślin matecznych zaobserwowano w badaniach nad *Cordyline terminalis* L. 'Celestine Queen' [30].

Wpływ następczy cytokinin na ukorzenianie się sadzonek

Wpływ cytokininy, stosowanej w celu zwiększenia wydajności roślin matecznych, na ukorzenianie się sadzonek, nie jest jednoznaczny. Z jednych badań wynika, że wywiera ona następczy wpływ na proces ukorzeniania sadzonek, z innych natomiast, że nie ma wpływu. Na przykład w badaniach prowadzonych na *Euphorbia pulcherrima* 'Annette Hegg Diva', 'A.H. Pink', 'A.H. Supreme', 'A.H. White' i 'Imperator' nie obserwowano wpływu BA na ukorzenianie się sadzonek [52]. Autor donosi, że sadzonki pozyskiwane z roślin traktowanych BA w stężeniu 500 mg \cdot dm $^{-3}$ ukorzeniały się o jeden tydzień dłużej niż sadzonki z roślin traktowanych BA w niższych stężeniach, tj. 62,5–250,0 mg \cdot dm $^{-3}$, ale nie różniły się one pod względem liczby korzeni oraz wielkości systemu korzeniowego. BA w badaniach nad goździkiem ogrodowym

'Snowmass' również nie miała następczego wpływu na ukorzenianie się sadzonek, co mogło być wynikiem użycia stosunkowo niskich stężeń BA, tj. $300 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ [39]. Doświadczenia innych autorów wykazały, że następczy wpływ 6-benzyloaminopuryny na ukorzenianie się sadzonek zależał właśnie w dużym stopniu od jej dawki. Na przykład stężenia BA od 25 do $400 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ nie wpływały na ukorzenianie się sadzonek *Dianthus caryophyllus* 'Scania 3 C', ale wyższe stężenie ($800 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) hamowało ten proces [34]. Autor donosi również, że sadzonki pochodzące z roślin traktowanych BA w wymienionym stężeniu ukorzeniały się tylko w 50%. Następczy wpływ dużych dawek 6-benzyloaminopuryny na proces ukorzeniania się sadzonek potwierdziły także badania Maene i Debergh [30]. Autorzy ci zaobserwowali, że sadzonki pozyskiwane z roślin *Cordyline terminalis* 'Celestine Queen' traktowanych BA w stężeniu $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ukorzeniały się w 100%, sadzonki z roślin traktowanych BA w stężeniu $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ ukorzeniały się w 86%, a stężenie $500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ spowodowało, że ukorzeniało się już tylko 50% sadzonek. W doświadczeniach Kaminka i in. [20] wykazano, że BA podana w bardzo wysokim stężeniu wpływała na liczbę ukorzenionych sadzonek *Euphorbia pulcherrima* 'Annette Hegg Lady' znacznie ją zmniejszając, ale nie stwierdzono następczego wpływu BA na ukorzenianie się sadzonek gerbery.

Skutki uboczne stosowania cytokinin

W niektórych pracach badawczych prowadzonych z użyciem cytokinin zaobserwowano, że BA stosowana w bardzo dużych dawkach może być toksyczna dla roślin. Na przykład wykazano, że BA podana w wysokich stężeniach, tj. 450 i $600 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ okazała się toksyczna dla goździka ogrodowego 'Snowmass' [39]. Początkowo na roślinach tych tworzyło się bardzo dużo sadzonek, ale po pewnym czasie na liściach pojawiała się chloroza i część pędów zamierała. Podobne spostrzeżenia poczyniono także w badaniach na *Bougainvillea* [28], *Phalaenopsis* [22] i *Euphorbia pulcherrima* 'Annette Hegg Lady' [20]. Pod wpływem BA na liściach tych roślin pojawiała się chloroza, a następnie nekrotyczne plamy. O fitotoksyczności wysokich stężeń BA donoszą także Wilson i Nell [51]. Autorzy ci obserwowali nekrozy na najstarszych liściach *Dieffenbachia maculata* pojawiające się 14 dni po traktowaniu roślin BA jednym z najwyższych badanych stężeń – tj. $2000 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. O fitotoksyczności BA stosowanej w bardzo dużych dawkach donosili również Imamura i Higaki [18]. Wykazali oni, że BA podana dolistnie w stężeniu $1000 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ spowodowała chlorozę liści i zamieranie pędów *Anthurium andreanum* 'Mauna Kea'. Wysokie stężenie BA ($500 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) wpływało także hamująco na tworzenie się sadzonek na roślinach macicznych *Euphorbia pulcherrima* 'Annette Hegg Diva', 'A.H. Pink', 'A.H. Supreme', 'A.H. White' i 'Imperator' [52].

Podsumowanie

Stosowanie cytokinin w uprawie słabo krzewiących się roślin doniczkowych stymuluje rozwój pąków bocznych. W konsekwencji rośliny są lepiej rozkrzewione, często mają więcej kwiatów, a to w bardzo dużym stopniu zwiększa ich walory dekoracyjne. Rośliny traktowane cytokininą w celu pobudzania rozkrzewiania mają krótsze pędy i bardzo często nie wymagają już stosowania retardantów wzrostu. Ma to duże znaczenie, gdyż eliminuje używanie tych środków w uprawie roślin doniczkowych i czyni uprawę bardziej ekologiczną. Rozkrzewienie roślin doniczkowych przy użyciu substancji wzrostowych (bez uszczykiwania) oraz eliminacja retardantów wzrostu sprawia, że uprawa tych roślin jest mniej pracochłonna i przynosi większe korzyści materialne. Traktowanie roślin mącznych cytokininą znacznie zwiększa współczynnik ich rozmnażania. Zwiększenie wydajności roślin mącznych pod wpływem cytokinin w stosunkowo krótkim czasie sprawia, że uprawa staje się bardziej opłacalna ekonomicznie. Ma to duże znaczenie zwłaszcza u odmian bardzo dekoracyjnych, ale o małym współczynniku rozmnażania.

Literatura

- [1] Adriansen E., Andersen H. 1983. Atrinal application on rooted nodal cuttings from *Aeschynanthus hildebrandii* and *Aeschynanthus speciosus*. *Tidsskrift for Planteavl* 87(6): 597–604.
- [2] Al.-Juboory K.H., Al.-Khafaji M.A., Al.-Juboory H.H. 1997. Effects of dikegulac sodium, BA and GA₄₊₇ to enhance lateral branching in variegated ivies. *PGRSA-Quarterly* 25(3): 134–144.
- [3] Bell M.L., Larson R.A., Bailey D.A. 1997. Vegetative growth responses of florist azaleas to dikegulac, GA₄₊₇ and 6-benzylamino purine. *HortScience* 32(4): 690–693.
- [4] Bessler B. 1996. Changes in habit and sex expression in tuberous begonia hybrids by use of GA₃ and bezylaminopurine. *Gartenbauwiss.* 61(5): 205–210.
- [5] Bessler B. 1997. The use of 6-benzylaminopurine for rapid multiplication of tillandsias. *HortScience* 32(2): 256–258.
- [6] Chen W.S., Chang H.W., Chen W.H., Lin Y.S. 1997. Gibberellic acid and cytokinin affect *Phalaenopsis* flower morphology at high temperature. *HortScience* 32(6): 1069–1073.
- [7] Criley R.M. 2000. Growth regulators in the control of flowering in a rhododendron hybrid. *Am. Rhododendron Soc. J.* 54(2): 64–69.
- [8] Farina E. 1984. The effects of 6-benzyladenine treatment on the yield of two Mediterranean carnation cultivars. Preliminary studies. *Rivista Della Ortoflorofrut. Italiana* 68(4): 307–315.
- [9] Foley J.T., Keever G.J. 1991. Growth regulators and pruning alter growth and axillary shoot development of *Dianthus*. *J. Environ. Hort.* 9(4): 191–195.

- [10] Fujii Y., Sasaki S. 2000. Effects of plant growth regulators on sprouting of nonbranching type chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora*). *BULL. Nara Agric. Exp. Station.* 31: 42–43.
- [11] Fooshee W.C., Henny R.J. 1987. BA-induced basal shoot production in *Spathiphyllum* 'Viscount' affected by plant age. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 99: 240–241.
- [12] Gronborg H. 1987. Cytokinin accelerates side-shoot formation. *Gartner Tidende* 103(34): 986–987.
- [13] Gronborg H. 1990. Trials at the advisory centre. *Gartner Tidende* 106(8): 208–209.
- [14] Heins R.D., Armitage A.M., Carlson W.H. 1981. Influence of temperature, water stress and BA on vegetative and reproductive growth of *Schlumbergera truncata*. *HortScience* 16(5): 679–680.
- [15] Henny R.J. 1986. Increasing basal shoot production in a nonbranching *Dieffenbachia* hybrid with BA. *HortScience* 21(6): 1386–1388.
- [16] Henny R.J., Fooshee W.C. 1985. Induction of basal shoots in *Spathiphyllum* 'Tasson' following treatment with BA. *HortScience* 20(4): 715–717.
- [17] Henny R.J., Fooshee W.C. 1986. Comparison of BA, kinetin and 2iP for inducing basal shoot production in *Spathiphyllum* 'Bennett'. *Foliage Digest* 9(11): 6–8.
- [18] Imamura J.S., Higaki T. 1988. Effect of GA₃ and BA on lateral shoot production of anthurium. *HortScience* 23(2): 353–354.
- [19] Jackson E.K. 1975. Increased yield of carnation cuttings and flowers by treatment with ACCEL plant growth regulator. *HortScience* 10(3): 309.
- [20] Kaminek M., Vanek T., Kalendova-Kulasova A., Pilar J. 1987. The effect of two cytokinins on production of stem cuttings by stock plants of *Euphorbia pulcherrima* WILLD. and *Gerbera jamesonii* HOOK. *Scientia Hort.* 33: 281–289.
- [21] Keever G.J., Brass T.J. 1998. Offset increase in *Hosta* following benzyladenine application. *J. Environ. Hort.* 16(1): 1–3.
- [22] Kim T.J., Kim H.H., Lee C.H., Choi K.S., Paek K.Y. 1999. Effect of growth regulators on secondary flowering of *Phalaenopsis* hybrid after cutting of inflorescence. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 40(5): 619–622.
- [23] Kim T.J., Lee C.H., Paek K.Y. 2000. Effects of growth regulators under low temperature environment on growth and flowering of *Doritaenopsis* 'Happy Valentine' during summer. *J. Korean Soc. Hort. Sci.* 41(1): 101–104.
- [24] Kristensen L.N., Adriansen E. 1988. Growth and flowering in *Hebe* × *franciscana* 'Variegata' treated with plant growth regulators. *Scientia Hort.* 36(1–2): 139–149.
- [25] Lamont G. P., 1986. Evaluation of growth retardants for controlling height of Geraldton wax flowers (*Chamelaucium uncinatum* SCHAUER). *Scientia Hort.* 29(4): 363–371.
- [26] Lee J.S., Park B.M., Park H.B. 1999. Effects of GA₃, BA, zeatin and kinetin on flowering of *Oncidium* 'Aloha'. *Korean J. Hort. Sci. Techn.* 17(2): 134–135.
- [27] Lewis D.H., Warrington I.J. 1988. Effect of growth regulators on the vegetative growth of *Boronia megastigma* 'Lutea'. *HortScience* 23(5): 841–843.
- [28] Liang R.J., Chang Y.S. 1998. Effects of shading and growth regulators on the growth and flowering in bougainvillea. *J. Chinese Soc. Hort. Sci.* 44(4): 429–437.
- [29] Lyons R.E., Hale C.L. 1987. Comparison of pinching methods on selected species of *Columnea*, *Kalanchoe* and *Crassula*. *HortScience* 22(1): 72–74.

- [30] Maene L.J., Debergh P.C. 1982. Stimulation of axillary shoot development of *Cordyline terminalis* 'Celestine Queen' by foliar sprays of 6-Benzylamino purine. *HortScience* 17(3): 344–345.
- [31] Mansour H. A., Poole R. T. 1987. Trials with growth retardants on ornamental foliage plants. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 100: 375–378.
- [32] Martinez P.F., Lopez D., Rodrigo M.C., Carazo N. 2000. *Lotus* ssp. growth control for potted plant production. *Acta Hortic.* 541: 207–214.
- [33] Maus W. L. 1987. Effect of paclobutrazol and uniconazole-p on *Hibiscus rosa sinensis*. *Proc. Florida State Hort. Soc.* 100: 373–375.
- [34] Mynett K. J. 1977. The influence of benzyloadenine treatment to mother plants of carnations. *Acta Hortic.* 71: 19–21.
- [35] Mynett K. 1985. Growing tree-like plants of *Fuchsia* by using gibberellic acid (GA₃). *Acta Hortic.* 167: 333–338.
- [36] Nowak J. 1994. Effect of dikegulac on branching of *Pachypodium lamerei*. *Folia Hortic.* VI(1): 91–94.
- [37] Parletta M. A., Sedgley M., Considine J. A., Gibbs J. 1998. Acacias as potted plants. *Acta Hortic.* 454: 183–190.
- [38] Piskornik C. 1994. Fizjologia roślin dla wydziałów ogrodniczych. Część II. s.73.
- [39] Pobudkiewicz A. 2004: Zastosowanie regulatorów wzrostu w uprawie goździków karłowych. Praca Doktorska. ISK Skierniewice.
- [40] Pytlewski C. 1989. The practical possibilities of the use of BA in vegetative propagation of the cryptanthus genus. *Acta Hortic.* 251: 353–359.
- [41] Pytlewski C., Hetman J. 1985. The effect of growth regulators on development of lateral shoots in *Fosterella penduliflora*. *Acta Hortic.* 167: 327–332.
- [42] Raivir K., Grewal H.S., Arora J.S. 2000. Effect of foliar spray of benzyloadenine on axillary bud formation in *Dracaena* spp. *J. Ornam. Hortic. New-Series.* 3(1): 48–50.
- [43] Richards D., Wilkinson R.I. 1984. Effect of manual pinching, potting-on and cytokinins on branching and flowering of *Camellia*, *Rhododendron* and *Rosa*. *Scientia Hortic.* 23 (1): 75–83.
- [44] Sakai K., Katano Y., Higuchi H. 1979. Promoting flowering in *Cyclamen persicum* by benzyloadenine. *Res. Bul. Aichi-Ken Agric. Res. Center* 11: 81–87.
- [45] Semeniuk P., Griesbach R.J. 1985. Bud applications of BA induces branching of a nonbranching poinsettia. *HortScience* 20(1): 120–121.
- [46] Siemińska-Michalak E. 1989. Influence of growth regulators on branching and elongation of pot plants. *Acta Hortic.* 251: 341–343.
- [47] Song C. Y., Shin D. G., Woo I. S., Roh T. H., Ryu B. Y., Lee J. S. 1991. The effects of growth regulators and sowing date on growth and flowering in cyclamen. *Res. Rep. Rural Develop. Administr. Hort.* 33(1).
- [48] Tjia B. 1986. Growth and flowering of container-grown calla lilies as affected by growth regulating chemicals. *Proc. Inter. Soc. Trop. Hort.* 30: 159–163.
- [49] Vlachos J.C. 1985. Effects of GA₃ and BA on two cultivars of *Achimenes longiflora* under two levels of irradiance. *Acta Hortic.* 167: 225–235.
- [50] Wang Y.T., Boogher C.A. 1987. Effect of stock plant shading, developmental stage and cytokinin on growth and lateral branching of *Syngonium podophyllum* 'White Butterfly'. *Scientia Hortic.* 33: 137–145.

- [51] Wilson M.R., Nell T.A. 1983. Foliar applications of BA increase branching of 'Welkeri' *Dieffenbachia*. *HortScience* 18(4): 447–448.
- [52] Witaszek W. 1989. Light and growth regulators in the cuttings production of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) mother plants. *Acta Hortic.* 251: 315–318.
- [53] Yamaguchi T. 1987. Stimulating effects of some chemical and physical treatments on the growth of carnation. *Acta Hortic.* 216: 281–288.
- [54] Zieslin N., Khayat E., Yogev S., Grossmann K. 1988. Promotion of cuttings production of *Gerbera jamesonii* by cytokinin. *Acta Hortic.* 226: 425–429.

Stimulation of branching in pot plants with the use of cytokinins

Key words: cytokinins, BA, PBA, branching, stock plants, mother plants, rooting cuttings, pot plants

Summary

The influence of cytokinins on branching, growth and development of pot plants was considered on the basis of literature review. A major problem with many pot plants is their shape. Cytokinins are used in order to obtain well compact plants without removing the apical meristem. In pot plants the cytokinins increase the number of axillary shoots and can influence number of flowers and time to flowering. Cytokinin may also suppress stem elongation of many plant species and eliminate the application of growth retardants, especially in plants which are slightly too tall for cultivation in pots. In stock plants cytokinin can increase the number of cuttings, may influence their length and rooting ability. The side-effects of cytokinin treated plants were also discussed in this paper.