

# 烯效唑在园艺植物上的应用

李宁毅<sup>1</sup>, 李之璞<sup>2</sup>

(1. 沈阳农业大学 园艺学院 辽宁 沈阳 110161; 2. 沈阳市农业科学院 辽宁 沈阳 110034)

**摘要:** 综述了烯效唑(S<sub>3307</sub>)在园艺植物上的应用效果。S<sub>3307</sub> 应用于园艺植物后可控制株形, 促进插条生根, 调控花期, 提高抗逆性, 改善品质, 提高产量等。

**关键词:** S<sub>3307</sub>; 园艺植物; 壮苗; 生根; 花期; 抗逆性

**中图分类号:** S 482.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2008)06-0062-03

烯效唑(S<sub>3307</sub>)是一种高效、低毒、残留量小、不污染环境、植物生长延缓剂, 有着广阔的应用前景。它的应用日益成为热点。目前在园艺植物上主要用于控制株形, 培育壮苗, 促进插条生根, 调控花期, 提高抗逆性, 提高品质和产量等方面。

## 1 矮化植株、促进壮苗

S<sub>3307</sub> 对园艺作物有明显的矮化作用及促进壮苗的作用。曾焕泰用S<sub>3307</sub> 处理盆栽榕树实生苗, 显著地抑制了

茎的伸长生长, 使其株型矮化, 叶片小型化, 根冠比值增大, 从而使盆栽榕树更符合盆景栽培的要求<sup>[1]</sup>。陈敏资等采用不同浓度的 S<sub>3307</sub> 处理盆栽万寿菊幼苗, 结果表明, 经处理的万寿菊节间显著缩短, 增加叶厚及花朵数, 提高了观赏价值<sup>[2]</sup>。尹敬芳等研究了 1.0 mg/L 的 S<sub>3307</sub> 浸种处理对番茄幼苗生长的影响。结果表明, S<sub>3307</sub> 浸种处理能显著控制番茄幼苗的徒长, 使 2~5 叶期幼苗的株高显著降低, 使幼苗茎粗、叶面积、地上部干质量和根干质量增加。生理指标的测定结果显示, S<sub>3307</sub> 浸种处理的幼苗根系活力、叶绿素含量都明显提高, 光合速率也高于对照, 在生理上表现出壮苗效应<sup>[3]</sup>。黄少华等采用 S<sub>3307</sub> 对油菜种子进行浸种处理的试验结果表明 50 mg/L S<sub>3307</sub> 浸种 4 h 处理对幼苗缩茎和叶柄的伸长生长具有明显的抑制作用, 同时明显增加叶片叶绿素和可溶性糖含量, 对油菜形成壮苗具有明显的效果<sup>[4]</sup>。张远

**第一作者简介:** 李宁毅(1958-), 女, 副教授, 现从事观赏植物栽培与生理方向研究。E-mail: lnyaaa@163.com。

**基金项目:** 辽宁省教育厅科学研究资助项目(2004D208, 20060786)。

**收稿日期:** 2008-02-30

[7] 严准, 田志宏, 孟金陵. 甘蓝游离小孢子培养的初步研究[J]. 华中农业大学学报, 1999, 118(1): 5-6.

[8] 刘冬, 郭平仲, 刘凡, 等. 芥菜(*Brassica juncea* L.)小孢子胚发生和植物再生[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 1997, 18(1): 76-80.

[9] 刘志文, 刘雪平, 傅廷栋, 等. 甘蓝型油菜小孢子培养的胚诱导和加倍效率的研究[J]. 华中农业大学学报, 2005, 24(4): 339-342.

[10] 朱彦涛, 李殿荣, 杨淑慎. 低温预处理和基因型对甘蓝型油菜小孢子胚胎发生的影响[J]. 西北农林科技大学学报, 2005, 3(5): 88-93.

[11] Kazumitsu, Miyoshi. Callus induction and plantlet formation through culture of isolated microspores of eggplant (*Solanum melongena* L.)[J]. Plant Cell Reports, 1996, 15: 391-395.

[12] Wong R S C, Zee S Y, Swanson E B. Isolated microspore culture of Chinese flowering cabbage[J]. Plant Cell Reports 1996, 15: 396-400.

[13] 朱至清. 植物细胞工程[M]. 化学工业出版社, 2003.

[14] 何杭军, 王晓武, 王炳良. 芥蓝游离小孢子培养初报[J]. 园艺学报, 2004, 31(2): 239-240.

[15] 方淑桂, 陈文辉, 曾小玲, 等. 大白菜游离小孢子培养技术研究初报[J]. 福建农业学报, 2003, 18(2): 123-126.

[16] 曹冬孙, 贾士荣. 青椒子叶培养及植株再生[J]. 园艺学报, 1993, 20(2): 171-175.

[17] 郭金英, 申书兴, 陈雪平, 等. 十字花科蔬菜游离小孢子培养研究进

展[J]. 河北农业大学学报, 2002, 25(5): 122-124.

[18] 石淑稳, 刘后利. 甘蓝型油菜及其种间和属间杂种小孢子胚状体的诱导[J]. 华中农业大学学报, 1993, 12(6): 544-550.

[19] Ludmila Rihova, Jaroslav Tupy. Manipulation of division symmetry and developmental fate in cultures of potato microspores[J]. Plant Cell, Tissue and Organ Culture, 1999, 59: 135-145.

[20] Ugur Bal, Kazim Abak. Haploidy in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.); a critical review[M]. Springer Science+Business Media B.V. 2007: 410-419.

[21] 史庆馨. 十字花科作物游离小孢子技术研究进展[J]. 北方园艺, 2003(4): 9.

[22] Hansen M, Svinnet K. Microspore culture of swede (*Brassica napus* ssp. *rapifera*) and the effects of fresh and conditioned media[J]. Plant Cell Reports, 1993, 12: 496-500.

[23] Gu H H, Zhou W J, Hagberg P. High frequency spontaneous production of doubled haploid plants in microspore cultures of *Brassica rapa* ssp. *chinensis* Euphytica, 2003, 134: 239-245.

[24] 曹丽娟, 索非时, 李锡香. 植物游离小孢子培养的研究进展[J]. 东北农业大学学报, 2005, 36(5): 660-663.

[25] 龙洪进. 国内外辣椒(*C. annuum*)单倍体育种技术研究进展[J]. 西南农业学报, 2004, 17: 439-442.

兵等在瓜叶菊生长期喷施  $S_{3307}$  的试验证明了  $S_{3307}$  可使其株型紧凑、生长健壮, 延长花期, 观赏价值提高<sup>[5]</sup>。徐锐等用  $S_{3307}$  对菊花进行叶面喷施的试验表明  $S_{3307}$  处理的菊花植株显著矮化, 花期延长, 提高了菊花的观赏价值<sup>[6]</sup>。李宁毅等将  $S_{3307}$  应用于盆栽一串红上, 喷施  $S_{3307}$  后, 植株高度降低, 株型紧凑, 节间缩短, 叶色变浓, 花序整齐, 花色鲜艳<sup>[7]</sup>。Criley R A 将杂交姜花 (*Hedychium coronarium*) 的根茎泡在每盆 50 mg  $S_{3307}$  的容器中, 结果表明  $S_{3307}$  有明显降低开花茎的作用<sup>[8]</sup>。寇凤仙等证明了  $S_{3307}$  能使水仙的株高矮化, 叶片挺拔, 延长花期<sup>[9]</sup>。Krvg B A 对风信子 (*Anna Marie*) 的矮化研究表明, 使用  $S_{3307}$  进行浸泡种球, 能使植株的高度降低<sup>[10]</sup>。周祖富等<sup>[11]</sup> 将罗汉果试管苗接种于添加不同浓度  $S_{3307}$  的改良 MS 培养基中, 结果表明, 浓度 (0.01~0.1 mg/L) 的  $S_{3307}$  能有效延缓罗汉果试管苗的伸长, 使苗矮化增粗, 同时促进不定根发生, 根系发达, 苗健壮。李京冈研究了不同浓度  $S_{3307}$  处理对火棘幼苗光合特性及生长的影响, 结果表明, 随着浓度的增加, 幼苗新梢长度降低, 根茎粗度、主根长度和侧根数量都有所增加。证明了  $S_{3307}$  具有明显的促根壮苗作用<sup>[12]</sup>。

## 2 促进生根

$S_{3307}$  有明显促进植物生根的作用。李培庆等用  $S_{3307}$  浸泡雪松、桧柏和龙柏的插枝, 试验结果证明,  $S_{3307}$  可能抑制插枝中  $GA_s$  的生物合成, 提高插枝基部愈伤组织多酚氧化酶活性, 而降低了 IAA 氧化酶活性。改变了内源抑制物质和生长物质的比例, 从而明显促进雪松、桧柏和龙柏的扦插生根效应<sup>[13]</sup>。葛云侠等通过用 10 mg/L  $S_{3307}$  对番茄侧枝进行处理, 发现其发根数、根干重、根体积及根系活力都提高而且优于用 NAA 处理过的对比试验<sup>[14]</sup>。李宁毅等将  $S_{3307}$  用于金叶风箱果嫩枝扦插生根上, 发现经  $S_{3307}$  处理的枝条的生根率及生根条数均高于清水对照<sup>[15]</sup>。

## 3 调控花期

$S_{3307}$  对花卉的花期有调控作用。李宁毅等将  $S_{3307}$  应用于一串红、大丽花、百合上。结果表明,  $S_{3307}$  对大丽花、一串红进行喷施处理, 对百合进行浸球处理, 随着处理浓度的增加花期推迟<sup>[7, 16-17]</sup>。徐锐等用不同质量浓度的  $S_{3307}$  对菊花进行叶面喷施试验的结果表明  $S_{3307}$  可使菊花的花期推迟<sup>[6]</sup>。寇凤仙等研究证明,  $S_{3307}$  能使水仙的初花期延迟, 花期延长<sup>[9]</sup>。

## 4 增强抗逆性

$S_{3307}$  可提高园艺作物的抗旱、抗盐和抗病性。阮少艺等用 100 mg/L  $S_{3307}$  处理柚树苗, 处理后进行水分胁迫处理。结果表明,  $S_{3307}$  处理能提高水分胁迫下叶片的水

势 ( $\Psi_w$ ) 和相对含水量 (RWC), 表明抗旱性提高; 叶片超氧化物歧化酶 (SOD)、抗坏血酸过氧化物酶 (APX) 活性和抗坏血酸 (AsA), 还原型谷胱甘肽 (GSH) 和游离脯氨酸 (Pro) 含量均提高说明,  $S_{3307}$  处理提高叶片对膜脂过氧化作用的防御能力可能是其提高柚树苗抗旱性的重要原因<sup>[18]</sup>。田育天等用 10  $\mu$ g/L  $S_{3307}$  喷施香荚兰植株研究其对抗逆能力的影响。结果表明, 处理后叶片内超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD) 活性提高和丙二醛 (MDA) 含量降低<sup>[19]</sup>。尹敬芳等用 1.0 mg/L 的  $S_{3307}$  对番茄进行浸种处理研究其对幼苗生理生化性状的影响。结果表明, 在非逆境条件下的电解质外渗率和丙二醛 (MDA) 含量显著降低, 渗透调节物质脯氨酸含量提高, 超氧化物歧化酶 (SOD)、过氧化物酶 (POD) 和过氧化氢酶 (CAT) 等保护酶比活性在 2~5 叶期分别比对照均有提高, 增强了幼苗的抗逆能力<sup>[3]</sup>。王玉洁等用不同浓度的  $S_{3307}$  浸种对盐胁迫下津春 3 号黄瓜幼苗生理生化指标进行测定, 探讨  $S_{3307}$  处理对黄瓜幼苗抗盐胁迫的生理生化机制。结果表明, 与非盐胁迫相比, 在 50 mmol/L 的 NaCl 胁迫下, 用  $S_{3307}$  不同浓度浸种的黄瓜幼苗株高降低, 叶面积变小, 根冠比增加, 叶片相对含水量、可溶性糖含量和脯氨酸含量下降缓慢<sup>[20]</sup>。胡作栋等用  $S_{3307}$  防治苹果斑点落叶病和梨黑星病进行了田间药效试验。结果表明, 12.5%  $S_{3307}$  1 000 倍液对苹果斑点落叶病的防治效果达到 85.24%, 12.5%  $S_{3307}$  1 500 倍液对梨黑星病有良好防效, 防治效果超过 80%, 安全无药害<sup>[21]</sup>。李宁毅等将  $S_{3307}$  加入非洲菊鲜切花的瓶插保鲜液中, 结果使花枝基部腐烂时间推迟, 延长了瓶插天数<sup>[22]</sup>。

## 5 改善品质

陈世平等进行了温州蜜柑果实生长期叶面分期喷施  $GA_3$ 、喷施宝及  $S_{3307}$  药剂的研究。结果表明, 上述处理能显著提高着果率及叶片面积、重量, 增加叶片厚度及叶绿素含量, 从而使果实产量比对照有极显著的增加, 同时也显著提高了单果重, 增加可溶性固形物及可食率, 降低总酸, 果实化渣性良好, 果面光滑。因此, 在柑桔果实生长期叶面分期喷施  $GA_3$ 、喷施宝及  $S_{3307}$  是一种有效的增产增质措施<sup>[23]</sup>。于洋等以京亚和夕阳红葡萄为试材, 用  $S_{3307}$  在果实成熟前 10 d 和 20 d 喷施于果穗, 研究  $S_{3307}$  对葡萄果实着色及品质的影响。结果表明,  $S_{3307}$  显著促进葡萄果皮花色素含量增加, 使可溶性糖含量增加, 有机酸含量下降, 提高糖酸比, 维生素 C 含量升高。这说明  $S_{3307}$  有促进葡萄果实着色作用, 并能改善果实品质<sup>[24]</sup>。陈燕等试验表明  $S_{3307}$  和  $GA_3$  组合使用对温州蜜柑果实的生长具有保果壮果的增效作用。其结果可减少  $GA_3$  的使用量, 从而减轻因连年使用对果实品质和叶片生长的不良影响<sup>[25]</sup>。杨伟力等在马铃薯初花

期时, 对其叶面进行喷施  $S_{3307}$  处理, 研究了  $S_{3307}$  对马铃薯块茎品质的影响。结果表明, 叶面喷施  $S_{3307}$  可以促进马铃薯块茎中淀粉含量、Vc 含量和可溶性糖含量的增加, 而降低可溶性蛋白质含量, 其中淀粉含量和 Vc 含量与对照分别达到了显著差异水平。说明叶面喷施  $S_{3307}$  对马铃薯块茎品质的改善有促进作用<sup>[26]</sup>。

## 6 增加产量

何荣鹤等以萝卜、大头菜、榨菜为试材, 于块茎膨大后期喷施  $S_{3307}$  的试验, 结果表明,  $S_{3307}$  可控制萝卜株高, 使块根增大, 产量增加<sup>[27]</sup>。李国景等对水培樱桃番茄进行叶面喷施  $S_{3307}$  处理。结果表明, 可使植株矮化, 开花、结果、采收提前, 从而提高前期产量、总产量和品质<sup>[28]</sup>。陈世平等研究柑桔喷施  $S_{3307}$  对叶片和果实的影响试验表明,  $S_{3307}$  在温州蜜柑上的应用能显著提高单果重和产量<sup>[29]</sup>。肖琳等对 8 a 生和 6 a 生板栗树于春季萌芽展叶期喷施  $S_{3307}$  后, 果枝缩短, 枝条和干径增粗, 树体矮化, 果实座落率、座落粒数和出实率增加, 产量提高<sup>[30]</sup>。吕建洲等将  $S_{3307}$  用于“最上锦”樱桃上, 表现在能显著地增加花芽数, 极显著地增加产量<sup>[31]</sup>。杨继芝等以津春 5 号黄瓜为试材, 于初花期喷施 1 次, 试验证明  $S_{3307}$  能显著提高叶绿素和类胡萝卜素的含量及光合速率, 可促进生根, 增加根体积, 提高可溶性蛋白和可溶性糖的含量。对提高黄瓜单株瓜数及产量有良好的影响<sup>[32]</sup>。

综上所述可以看出,  $S_{3307}$  在园艺植物上有着广阔的应用前景。在调控株形、促进壮苗、促进生根、调控花期、增强抗逆性、改善品质、增加产量等方面都表现出了良好的应用效果。今后可进一步考虑扩大应用植物的种类和范围, 充分发挥  $S_{3307}$  在园艺生产中的作用。

## 参考文献

[1] 曾焕泰, PP<sub>333</sub> 和  $S_{3307}$  对盆栽榕树 (*Ficus microcarpa*) 的生理效应[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 1993(2): 93-98.  
[2] 陈敏资, 金伟, 张作慧, 等. 烯效唑和多效唑对万寿菊生育及生理活性的调控[J]. 辽宁师范大学学报(自然科学版), 1995(4): 326-330.  
[3] 尹敬芳, 陈凤玉, 李健强, 等. 烯效唑浸种处理对番茄幼苗生长及其生理性状的影响[J]. 中国农业大学学报, 2004, 9(2): 8-11.  
[4] 黄少华, 王增春, 刘胜环. 不同植物生长调节剂浸种对油菜壮苗的效果比较[J]. 江苏农业科学, 2006(3): 49-51.  
[5] 张远兵, 刘爱荣, 张学萍, 等. 几种生长延缓剂对瓜叶菊生长发育的影响[J]. 中国林副特产, 2001(1): 17-18.  
[6] 徐锐, 周贱平, 陈秀婷. 烯效唑对菊花株型和开花的影响[J]. 中山大学学报论丛, 2002(3): 70-72.  
[7] 李宁毅, 孔丹, 林丽华.  $S_{3307}$  对盆栽一串红的矮化效应[J]. 植物生理学通讯, 2003, 39(4): 333-334.  
[8] Criley R A. Creating a potted, flowering *Hedychium* with growth retardants[J]. New Floriculture Crops Parana, Brazil, 2003(8): 26-31.

[9] 寇凤仙, 樊新华, 齐巧丽, 等.  $S_{3307}$ 、B<sub>9</sub> 对水仙矮化和开花的影响[J]. 河北农业科学, 2004(2): 72-75.  
[10] Krvg B A, Whipker B E, Mccall L, Dole J M. Comparison of flurprimidol to ethephon, Paclobutrazol and Uniconazole for hyacinth height control[J]. HortTechnology, 2005, 15(4): 872-874.  
[11] 周祖富, 艾素云, 杨美纯, 等. 烯效唑对罗汉果试管苗生长的影响[J]. 福建果树, 2005(1): 13-15.  
[12] 李京冈. 烯效唑处理对火棘幼苗光合特性及生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2007, 17: 5150-5274.  
[13] 李培庆, 朱俊英, 李启明, 等.  $S_{3307}$  对树木扦插生根的效应及其作用机理研究[J]. 江西农业大学学报, 1998, 20(2): 242-246.  
[14] 葛文侠, 陈凤玉.  $S_{3307}$  对番茄插枝生根的作用[J]. 植物生理学通讯, 2001, 37(1): 15-17.  
[15] 李宁毅, 刘凤君, 李东顺, 等. 不同化学物质对金叶风箱果嫩枝扦插繁殖的影响[J]. 辽宁农业科学, 2005(6): 11-13.  
[16] 李宁毅, 唐威, 崔营.  $S_{3307}$  对盆栽大丽花生长发育的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 35(2): 91-92.  
[17] 李宁毅, 梅艳琴, 付印东, 等. 烯效唑( $S_{3307}$ )对盆栽百合的矮化效应研究[J]. 辽宁农业科学, 2004(2): 22-23.  
[18] 阮少艺, 聂磊, 刘鸿先. 烯效唑对柚树苗抗旱性的效应研究[J]. 福建热作科技, 2001(3): 1-6.  
[19] 田育天, 郑焕娣, 陈善娜, 等. 不同生长调节剂提高香英兰抗逆能力的研究[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2002(1): 66-69.  
[20] 王玉洁, 郁继华, 雍山玉, 等. 烯效唑浸种对盐胁迫下黄瓜幼苗生理的影响[J]. 山西农业大学学报(自然科学版), 2007(2): 139-142.  
[21] 胡作栋, 李普选, 李立刚, 等. 几种新药剂对苹果斑点落叶病和梨黑星病的防治效果[J]. 西北农业学报, 2006(2): 85-87.  
[22] 李宁毅, 刘凤君, 李之璞, 等.  $S_{3307}$  对非洲菊鲜切花的保鲜效应[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(4): 784.  
[23] 陈世平, 陈光铭, 陈昌铭. 柑桔果实生长期叶面喷施 3 种药剂的效应分析[J]. 安徽农业大学学报(自然科学版), 2000, 27(1): 33-36.  
[24] 于洋, 贾晓辉, 郝建军, 等. 烯效唑( $S_{3307}$ )对葡萄果实着色及品质的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2005, 36(3): 294-297.  
[25] 陈燕, 陈世平. 烯效唑和赤霉素组合使用对温州蜜柑保果壮果的增效作用[J]. 河南科技学院学报(自然科学版), 2005(2): 47-49.  
[26] 杨伟力, 刘涛, 胡涛, 等. 烯效唑对马铃薯块茎品质的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2006(3): 49-50.  
[27] 何荣鹤, 应大方, 潘晓春, 等. 烯效唑对萝卜、大头菜和榨菜的增产效应[J]. 植物生理学通讯, 1997, 33(6): 432.  
[28] 李国景, 寿伟林, 王汉荣. 叶面喷施烯效唑对水培樱桃番茄生长发育的影响[J]. 浙江农业科学, 1997(4): 38-40.  
[29] 陈世平, 陈光铭, 陈昌铭. 柑桔喷施烯效唑对叶片和果实的影响[J]. 福建果树, 1999(2): 12-13.  
[30] 肖琳, 郑定豪, 李春奇.  $S_{3307}$  对板栗某些生理特性和产量的影响[J]. 植物生理学通讯, 1999, 35(6): 461-463.  
[31] 吕建洲, 王新权, 陈敏资.  $S_{3307}$  对“最上锦”樱桃生育状况的影响[J]. 北方果树, 1999(3): 11-12.  
[32] 杨继芝, 杨文钰, 樊高琼. 喷施烯效唑对黄瓜产量的影响[J]. 长江蔬菜, 2007(8): 58-59.