

## PGR 在百合上的应用研究进展

陶仲华, 罗 微, 林钊沐

(中国热带农业科学院橡胶研究所, 海南儋州 571737)

**摘要:** PGR 是指施用在植物上, 在植物体内少量就能调控植物生长的非营养有机物。百合相关产品的保鲜技术欠缺, 繁殖缓慢等问题是影响百合经济效益的瓶颈之一。本文介绍百合切花衰老机理; 对 PGR 应用于百合切花、鳞茎保鲜, 组织培养, 栽培技术等方进行概述, 并提出了需要进一步研究的问题。

**关键词:** PGR; 百合; 保鲜; 组织培养

**中图分类号:** Q507      **文献标识码:** A

### Research Advances in Applying PGR to Lilium

Tao Zhonghua, Luo Wei, Lin Zhaomu

(Chinese Academy Of Tropical Agricultural Science. Rubber Research Institute Danzhou, Hainan 571737)

**Abstract:** PRG is the non-nutritional organic substance that is applied on plants, and regulates plant growth even with a small quantity in plants. Some problems such as deficiency of correlative fresh keeping technologies of lily, and slow reproduction and so on are bottleneck of promoting lily's economics efficiency. Ageing mechanism of lily flower cutting is introduced, and PGR application on lily flower cutting, bulb fresh keeping, tissue culture, cultivation technology and other aspects are reviewed, and some problems that need further discussion are mentioned.

**Key words:** PGR, Lilium spp; Fresh-keeping, Tissue culture

### 0 前言

百合 (*Lilium* spp.) 的鳞茎具有食用, 药用价值, 切花或盆栽花具有较好的观赏价值和美好的寓意而倍受人们青睐。近几年来, 人们对可食用百合鳞茎、不同品种百合切花的需求在迅速增加, 而切花、鳞茎的保鲜问题亟待解决, 其产量和品质的提高直接关系其经济效益。PGR 作为一种高效、新型的植物生长调节有机物, 在百合的保鲜, 栽培等方面应用广泛且效果显著。

### 1 化学调控剂在百合鲜切花上的应用

#### 1.1 百合切花衰老的机理

目前对百合切花衰老机理的认识主要有以下几个方面: 一、水分平衡失调。当花枝吸水量大于或等于失水量的时候, 花枝才能保持较好的新鲜度。当花枝水分平衡失调, 降低了本身细胞的膨压, 使得花瓣叶片紧张

度下降而产生萎焉现象<sup>[1]</sup>, 同时水分平衡失调也影响到正常的代谢从而促进切花衰老; 二、自由基理论。自由基可在植物体内通过多种途径生成, 又可通过促使蛋白酶降解、乙烯生成、脂质过氧化等多种途径促使切花衰老。细胞内的自由基代谢平衡遭到破坏, 过剩的自由基引发或加剧膜脂过氧化作用; 三、膜脂过氧化。是指不饱和脂肪酸中发生的一系列自由基反应, 它是引起百合切花衰老的重要原因, 其主要氧化产物之一 MDA, 会直接导致细胞膜结构破坏, 使细胞膜透性增大, 膜结构选择性丧失, 细胞内大量电解质向细胞外泄漏, 相对透性升高, 加速切花的衰老; 四、糖分缺失。百合切花在离开母体后, 呼吸作用不断地消耗能量, 糖分不足造成切花衰老加速; 五、微生物侵染。切花易使微生物滋生, 侵染, 造成花径的生理性堵塞影响吸水、运

第一作者简介: 陶仲华, 女, 生于 1980 年, 云南临沧人, 学士, 硕士。研究方向: 土壤与植物营养。通讯地址: 571737 海南儋州, 中国热带农业科学院橡胶研究所。E-mail: taozhonghua507@yahoo.com.cn。

通讯作者: 罗微, 林钊沐, 中国热带农业科学院橡胶研究所, 研究员, 硕士生导师。通讯地址: 571737 中国热带农业科学院橡胶研究所。Tel: 0898-23300176。

收稿日期: 2007-04-12, 修回日期: 2007-04-26。

输营养物质等功能也促进了切花的衰老。

### 1.2 PGR 在百合切花保鲜上的应用

围绕百合切花衰老产生机理,应用化学调控剂来延缓切花的衰老速度是目前百合切花保鲜较常用的方法。在整个百合切花保鲜研究过程中,是对保鲜剂的成分及其合适浓度的一个筛选过程,保鲜液基本构成为:营养物质+PGR。较常用的营养物质是蔗糖,主要用来提供切花呼吸作用损耗的能量,糖分不足;而常见的应用在百合切花保鲜上 PGR 有 8-HQS, STS<sup>[2-4]</sup>、GA<sub>3</sub><sup>[5]</sup>、6-BA 等,这些物质用来解决杀菌,减少乙烯合成,维持自由基代谢平衡等问题造成的切花衰老。

赤霉素(GA<sub>3</sub>),可以明显改善碳水化合物代谢过程,用 GA<sub>3</sub> 处理过的百合切花,可显著延缓出库后切花叶片叶绿素<sup>[6]</sup>、可溶性蛋白和糖含量的降低,抑制呼吸高峰的出现,延迟 CAT 活性的下降和 POD 活性的升高,减少丙二醛积累,使百合切花出库后的衰老受到抑制<sup>[7-9]</sup>。

STS 是一种阴离子复合物[Ag(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>3-</sup>,作为乙烯抑制剂,在切花保鲜上广泛应用,它的作用机理是通过与乙烯竞争受体使乙烯不能正常工作,从而拮抗乙烯促进衰老的作用。<sup>[10]</sup>其在百合切花保鲜上应用也有较好效果,将 STS 与蔗糖等配合,改善切花的水分状况;延迟丙二醛(MDA)含量的增加,维持花瓣膜结构的相对稳定性。增加花枝鲜重,增大花径、花长;从而能显著地延长百合切花的瓶插寿命<sup>[11]</sup>。

8-HQC 是切花保鲜上使用较普遍的杀菌剂,具有螯合类激素性质,有广谱的有效性和安全性,可使保鲜剂酸化,杀死细菌、霉菌类等微生物;它还是一种抗蒸剂、可以影响切花气孔关闭,促进水分平衡,从而延长切花寿命<sup>[10]</sup>。(韩劲,赵祥云等,1998)采用 0.15g/L 8-HQS+0.05g/L AgNO<sub>3</sub>+2%蔗糖作为保鲜液,百合切花瓶插寿命低温下(2℃)贮藏时间可达 19~20d,瓶插开花率达 100%,主要是因为保鲜液中含有 8-HQS、AgNO<sub>3</sub> 具有杀菌作用利于花茎吸水,8-HQS 影响气孔关闭促进水分平衡,而糖则为切花的呼吸作用提供了营养物质,保持细胞中线粒体结构和功能,从而延长切花寿命<sup>[7,12]</sup>。

6-BA 一致被认为是延缓衰老最有效的植物生长调节剂,它是一种细胞分裂素,主要作用是降低切花对乙烯的敏感性,抑制乙烯的产生,减缓叶绿素的分解,对脱落酸的拮抗作用能延缓花瓣的脱落。而过剩自由基的产生是导致百合切花衰老的主要原因。依据自由基理论用含不同浓度的 6-BA 处理百合切花,发现经不同浓度 6-BA 处理均延长了百合切花瓶插期寿命,

并提高了其品质,其中以 90 mg/L VC 和 1.5 mg/L 6-BA 效果较为显著,表现为膜透性降低,丙二醛(MDA)的产生得以抑制,花的保鲜效果优于对照。实验还发现 6-BA 3 个浓度均能激活 CAT 活性,促进 O<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 分解,降低膜脂过氧化速率和 MDA 含量,抑制了膜透性的增大,从而延缓了切花百合的衰老进程,显著地抑制叶绿素的降解,减缓叶片黄化,此研究为百合鲜切花保鲜液的筛选提供了理论基础<sup>[13]</sup>。

由于多数百合切花保鲜剂含有 Ag<sup>+</sup>和 STS 一类的乙烯拮抗剂,价格较贵,家庭日常应用不多,且 Ag<sup>+</sup>对人体有害,易污染环境,所以寻找无毒、环保、价廉的保鲜液是鲜切花保鲜剂的研究方向。而 1-MCP 被认为是 STS 的最佳替代品<sup>[14]</sup>。

1-MCP 是环丙烯类化合物,与传统的乙烯抑制剂相比,具有用量低、高效等优点。它不但能够强烈地阻断内源乙烯的生理效应,而且还能抑制外源乙烯对内源乙烯的诱导作用。用其进行百合切花的保鲜,其能延迟花瓣质膜相对透性的增加,从而使花朵维持饱满的状态和鲜艳的花色。这是目前认为在百合花保鲜上具有良好的应用前景的一种化学药剂<sup>[15,16]</sup>。

最近 Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub><sup>[17]</sup>、GaCl<sub>3</sub><sup>[18]</sup>、B<sub>9</sub><sup>[19]</sup>等在百合切花保鲜过程中,显现了能够保持膜的相对稳定性,增加溶液的渗透势和花瓣细胞的膨压,有利于保持花枝的水分平衡,从而增加了花瓣的紧张度,保持花姿等作用,延缓切花的衰老。但其效果和作用机理还有待进一步的研究证实。

## 2 PGR 在百合栽培上的应用

### 2.1 调整百合株形

植株的高度是影响盆花品质的重要因素,其高度最好控制在 45~50cm,但百合原有品种多数由于茎秆较长而影响其观赏品质。应用 PGR 进行百合植株调整取得较好的效果,如多效唑,具有延缓植物生长,抑制茎秆伸长,缩短节间等效果,在种植前用多效唑浸泡百合鳞茎 1~5 min 可控制百合茎的高度,可推迟百合初花期,叶片和花瓣都有一定程度的增厚,叶色变得浓绿,且花型、花色均有所改善<sup>[20]</sup>。

不同品种适宜的浓度范围不同,亚洲型百合 80~100 mg/L,东方型百合 200~300 mg/L;麝香型百合 150~200 mg/L,在前期浸泡处理的药效消耗完时,用浓度为 50~100 mg/L 多效唑喷雾植株可以控制后期茎干的伸长,整株喷雾要好于仅喷茎的。且喷施浓度在 100mg/L 及以上时,百合表现出较强的抗旱作用,但也明显地使株高降低,茎变细,花变小,以切花标准衡量,花的质量有所降低,商品价值也随之降低。<sup>[21-24]</sup>

烯效唑是赤霉素合成的抑制剂,用烯效唑(S3307)处理白光辉、卢浮宫两个品种浸球,具有和多效唑相同的整形效果,提高了盆栽百合的观赏价值<sup>[25]</sup>。

花茎长是百合切花品质的一个标志。(张文利,王有琪等 2003)采用不同浓度赤霉素溶液喷施矮秆型东方百合茎秆、植株节间及花苞的试验结果表明,品种凝视星空生长初期(5~6片叶)以喷施 100mg/kg 赤霉素溶液茎秆高度增长明显,以喷施 100mg/kg 和 200mg/kg 赤霉素溶液节间增长效果较好;品种元帅、西伯利亚生长期以喷施 100mg/kg 和 200mg/kg 赤霉素溶液花苞增长效果较为显著。<sup>[19,26]</sup>(蔡军伙,连芳青等 2004)GA<sub>3</sub>显著促进麝香百合茎的伸长,主要是由于 GA<sub>3</sub> 促进节间细胞伸长,GA<sub>3</sub> 促进内源 IAA 的合成,以至于使叶绿素合成加快,叶绿体数量增加,使光合作用增强,叶片衰老延缓,植物生长加快,从而促进株高的增加<sup>[20,27]</sup>。

## 2.2 PGR 对百合鳞茎的影响

百合鳞茎的产量和质量关系到百合的经济效益,近几年用 PGR 处理百合鳞茎的研究主要效果表现在:增加鳞茎产量、提高鳞茎品质和增加籽球数等。

应用 CEPA 和 KT 对东方百合的籽球进行栽培复壮研究表明:CEPA 可以有效促进东方百合地下鳞茎的增重,促进形成籽球,提高繁殖系数;KT 可以促进东方百合地面植株营养生长,延长植株生育期,增加同化产物的积累,有效提高商品鳞茎的质量。但 KT 和 CEPA 是如何影响小鳞茎内源激素的变化,进而影响光合作用、养分的供给以及同化产物的分配等,以及激素的使用浓度、时期和激素间的配合使用等还需要进一步确定<sup>[28]</sup>。(方少忠、池丽丽等 2005)用 GA<sub>3</sub>50 mg/L+CEPA 100 mg/L+KT 100 mg/L 组合处理冷藏的百合鳞茎,可以通过影响内源激素的平衡来促进鳞茎的萌动,缩短冷藏的时间,打破休眠,促进开花。但如果没有低温诱导,其作用效果就不明显,但添加丙酮溶剂(10%)促进百合鳞茎开花,在低温条件下,大幅提高药效<sup>[29]</sup>。

S-3307 可使籽球数量增多、周径增大,且随浓度的增加而加强,从处理后植株表现的综合性状看,以 20 mg/L 的处理浓度为最佳<sup>[21]</sup>。在百合苗高约 25cm 时叶面喷雾施用多效唑,对百合产量均有显著增产作用,其中以 15%多效唑 375 倍液喷雾增产效果最显著。<sup>[30]</sup>有报道发现 6-BA 可延长花期使叶色加深的同时,也可增加籽球的数量,其籽球数量增加效果及对母球的影响低浓度好于高浓度。

可食用百合,被视为“蔬菜人参”,但可食部分——鳞片暴露于空气中容易发生褐变,变干、变红,且在销

售时,货架期产生的生理衰老、生化变化和微生物腐败导致产品色泽、质地和风味下降。所以研究百合鳞茎的储藏技术将会有效地保持产品品质、延长鳞片贮藏期,提高百合经济效益。

将传统的方法逐渐与 PGR 应用相结合,使百合鳞茎保鲜取得一定的效果。(朱亚珠 翁佩芳 2002)以壳聚糖、亚硫酸氢钠、柠檬酸、硬脂酸钙等试剂,复配成几种保鲜液膜对百合保鲜效果进行比较研究,经不同保鲜液膜处理后,百合鳞茎呼吸强度都有一定程度的抑制,其中采用壳聚糖 4%,柠檬酸 2%,硬脂酸钙 5%,亚硫酸氢钠 1.5%的保鲜液膜处理效果最好,对贮藏期抑制百合水分蒸发效果明显;至贮藏 20d 时,优质率和可食用率分别达到 89.2%和 98.5%,且对色泽影响较小,是一种较好的百合贮藏保鲜方法<sup>[31]</sup>。(李维强,毕阳等 2005)采用柠檬酸、抗坏血酸、次氯酸 3 种化学药物单独使用及两种药物互配来处理鲜切百合鳞片,结果表明:药物处理后的百合随贮藏时间的延长呼吸强度呈下降趋势,腐烂率较对照组低,感官指标明显优于对照组。药物处理中,尤以 250 mg/kg 柠檬酸与 1000 mg/kg 次氯酸,10%的抗坏血酸与 1000mg/kg 的次氯酸互配液浸泡处理百合鳞片效果最好,用此法可使切割百合低温下的贮藏期由现有的 10d 延长至 21d。少量柠檬酸不但可以防腐,而且使百合 pH 值下降,使次氯酸处于酸性环境下,这有助于次氯酸的杀菌;抗坏血酸作为抗氧化剂,可以防止切割百合伤口发生褐变,提高感官指标;次氯酸不仅可以杀死百合表面部分细菌,还有漂白作用,它们互配后协同效应效果更佳<sup>[32]</sup>。

## 3 PGR 在百合组培上的应用

百合繁殖采用小鳞茎繁殖速度慢,鳞茎扦插繁殖易感染病毒已成为制约百合发展的主要问题,组织培养是解决这两个问题的好方法,而 PGR 在组培上的应用使得百合组培速度和质量都得到提高<sup>[33-36]</sup>。

用 6-BA, 2,4-D, NAA 等 3 种植物激素对路易圣特百合鳞茎愈伤组织生长的影响。发现分裂素 6-BA 与生长素,2,4-D 的比值和绝对含量,调控着植物组织的形态发生和细胞分化。当比值高时产生芽,低时产生根,比值适中时就可维持原组织生长而不分化。在 MS 培养基上,6-BA 可诱导外植体直接分化不定芽,其中 1.0~2.0mg/L 6-BA 诱导不定芽的分化频率最高,6.0 mg/L 6-BA 抑制不定芽分化。2,4-D 可诱导直接体细胞胚胎发生,其浓度以 4.0 mg/L 时诱导频率最高;诱导愈伤组织的形成,浓度为 1.5~2.0 mg/L 时,愈伤组织诱导率较高,愈伤组织质量较好<sup>[37]</sup>;当培养基中同时含有 6-BA 和 2,4-D 时,既出现不定芽,又出现体细胞胚。当

再生苗移入无激素的 MS 培养基和含有 1.0mg/L 和 2.0mg/L IAA 的 MS 培养基上时,只有无激素的 MS 培养基有利于根的形成<sup>[38]</sup>。

虽然百合可以通过愈伤组织不定芽而增殖,但这种方式在遗传稳定性方面并不长久。显然,不通过愈伤组织而直接形成不定芽的途径要更优越些,但这并不意味着这样形成的不定芽总能保持原品种的特性。<sup>[39]</sup>所以后来的研究主要朝既能使植物体快速繁殖,又能保持原品种优良特性的方式发展。(张文种 2002)用麝香百合的鳞茎片作为外植体进行组织培养,结果表明,不同激素浓度对比对百合鳞茎芽的诱导效果不同,在继代培养中,以 MS+6-BA 2.0mg/L+NAA 0.1mg/L 对百合鳞茎的增殖效果最好;在生根培养中,附加活性炭可促进根的生长。适当提高 6-BA 浓度,有利于小鳞茎的诱导,同时应配合一定浓度的 NAA,但 NAA 浓度不能太高,否则会降低小鳞茎的诱导率。当 6-BA 浓度高,NAA 浓度低时,诱导出的不定芽数多,但成苗率低,需移到生根培养基中诱导生根;当 6-BA 浓度低,NAA 浓度高时,诱导出的不定芽数少,但成苗率高<sup>[40]</sup>。不同 PGR 相互配合,能够更好的达到所需要的效果。如一定浓度范围内的 6-BA、KT 以及 NAA 间的配组,能诱导小鳞茎的形成,并进一步分化成不定芽。当激素组合为 6-BA 1.0mg/L + NAA 0.5mg/L 时,兰州百合的出芽率与平均出芽数均达到最高,细胞分裂素与生长素适宜的浓度配比可直接诱导出小鳞茎。

通过组织培养形成小鳞茎是目前百合繁殖的主要途径。繁殖过程中百合试管小鳞茎的质量,直接影响百合商品鳞茎的繁殖效果。研究不同浓度的乙烯(CEPA)、脱落酸(ABA)和茉莉酸甲酯(Me-JA)对诱导百合试管鳞茎形成和膨大的作用表明,Me-JA、ABA 和 CEPA 适宜的浓度都能诱导百合试管鳞茎的形成,但对鳞茎的膨大有不同的影响。CEPA、ABA 诱导鳞茎形成的最有效浓度分别为  $1.0 \times 10^{-3}$ mg/L 和  $0.05 \mu\text{mol/L}$ ,促进鳞茎膨大的最有效浓度分别为  $1.0 \times 10^{-4}$ mg/L 和  $0.5 \mu\text{mol/L}$ ;使用 Me-JA ( $5 \mu\text{mol/L}$ )可以获得较高的鳞茎形成率和质量。同时也发现若 Me-JA 的浓度太低,效果就不显著,若浓度太高,除抑制鳞茎形成外,还会使幼苗出现较为严重的玻璃化,甚至死亡<sup>[41]</sup>。

#### 4 问题和展望

PGR 的应用使得百合切花、鳞茎保鲜时间大大延长;百合繁殖速度加快;盆栽百合株型调整也取得了较好效果,但同时我们也可以看出,PGR 的应用还存在很多问题亟待解决。

从大量研究看来,存在一下几个问题,首先,相同

保鲜剂在不同品种百合切花上要求的浓度有一定的差别,且不同品种百合切花对相同保鲜剂的反应差别也很大。在 PGR 对百合植株整形过程中,依然出现不同品种百合对相同药剂有不同的浓度要求;药剂施用的时间,部位不同也造成最终结果有差异。其次,一些处理效果较好的药剂,其机理还不够清楚;且一些药剂虽然具有较好的处理效果,但其对环境和人体健康都是有害的,虽然已经引起注意,但能找到的安全有效的替代药剂还比较少;另外,切花、鳞茎等保鲜过程不是一个独立的过程,其栽培过程的施肥等形成的品质好坏也直接关系到储存质量和时间长短。所以以后 PGR 在百合上应用研究应当从一下几个方面进行:

(1)继续筛选安全,有效,环保,实用,价廉的保鲜剂,特别是食用百合保鲜中 PGR 的安全性应该引起重视。

(2)探寻药剂处理的最佳组合和最佳浓度配比;最好依据不同品种百合有不同的配方,从而能更好地发挥药剂效果。

(3)一些有效药剂的机理还有待进一步研究明确,从而为保鲜,栽培,组培等奠定理论基础。

(4)栽培过程中喷施 PGR 的最佳浓度和时间,并考虑将化学药剂与其他栽培管理措施、储藏措施等相配合值得探讨。

#### 参考文献

- [1] Elgar H J, Woof A B, Bielecki R L. Ethylene production by three lily species and their response to ethylene exposure to ethylene exposure [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 1999, 16:257-267.
- [2] Porat R, Weiss, Cohen L et al. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on the postharvest qualities of Shamouti oranges [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 1999, 15:155-163.
- [3] Mevlen-Muisers, J. Preliminary Examination of some factors causing variation in flower longevity of lily cut flowers [J]. *Lily yearbook of the North American Lily Society, Inc*, 1983, 43:61-68.
- [4] Reid, M. et al. Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations [J]. *Journal of the American Society of Horticultural Science*, 1980, 105:25-27.
- [5] Han S S. Benzyladenine and Gibberellins Improve Postharvest Quality of Cut Asiatic and Oriental Lilies [J]. *HortScience*. 2001, 36(4):101-103.
- [6] Ranwala A P, Miller W B. Preventive mechanisms of gibberellin and light on Low-temperature induced leaf senescence in Lilium cv. Stargazer [J]. *Postharvest Biology and Technology*, 2000, 19:85-92.
- [7] 韩劲, 赵祥云, 李月华, 等. 前处理及低温贮藏对百合 (Lilium) 鲜切花寿命的影响 [J]. *北京农学院学报*, 1998, 13(2):27-28.
- [8] 宋丽莉, 彭永宏. GA<sub>3</sub> 预处理对冷藏百合切花花瓣衰老的影响 [J]. *亚热带植物科学*, 2004, 33(1):8-11.
- [9] 吴红枝, 金寿林, 李玉连. 百合切花保鲜及其作用的研究 [J]. *西南农业大学学报 (自然科学版)*, 2004, 26(4):452-454.

- [10] 刘雅莉,王飞,丁勤,等.催花保鲜剂对百合(Lilium)绿蕾催花保鲜生理的研究[J].西北农业大学学报,2000,28(6):89-95.
- [11] 李金枝,罗红艺,景红娟等.预处理及低温贮藏对麝香百合切花的保鲜作用[J].华中师范大学学报(自然科学版),2004,38(4):490-492
- [12] 叶明琴.不同保鲜剂对麝香百合切花的保鲜效应[J].广西农业科学,2001,4:180-182.
- [13] 赵明德,刘雅莉,王西平,等.6-BA和VC对百合(Lily)切花瓶插期间的生理影响[J].西北农业大学学报,2003,12(2):122-125.
- [14] Serek M,Sisler EC,Tirosh T et al .1-methylcyclopropene prevents bud , flower and leaf abscission of Geraldton Waxflower Horticult Sic,1995,30(6):1310-1313.
- [15] 汪跃华,董华强,林银凤,等.1-MCP对铁炮百合切花保鲜作用的研究[J].浙江农业科学,2003,(5):241-243.
- [16] 宋军阳,马书尚,张继澎,等.1-甲基环丙烯对百合采后切花某些生理指标的影响[J].植物生理学通讯,2004,40(6):699-701.
- [17] 罗红艺,黄炜玲,李兰兰,等.含  $Al_2(SO_4)_3$  的保鲜剂对百合切花的保鲜效应.植物生理学通讯,2005,41(6):773-776.
- [18] 陈丹生,蔡汉权,丁有雄,等.CaCl<sub>2</sub>对百合切花保鲜效应的研究[J].韩山师范学院学报,2005,26(12):69-71.
- [19] 罗红艺,李金枝.含B9的预处理液对铁炮百合切花衰老的影响[J].植物生理学通讯 2005,41(1):34-36.
- [19] 蔡军伙,连芳青,魏绪英,PP<sub>333</sub>,GA<sub>3</sub>对麝香百合切花品质及叶绿素含量的影响初探[J].江西农业大学学报(自然科学版),2002,24(5):623-626.
- [20] 李宁毅,刘凤君,赵锦,等.S-3307、6-BA对百合“雪皇后”生长发育的影响[J].辽宁农业科学,2005(2):12-13.
- [21] 梁诗.多效唑对盆栽百合的矮化效应[J].福建农业科技,2002,1:24-26.
- [22] 王清羿,张金云.高档盆栽百合栽培技术[J].安徽农业科学,2005,33(9):1645-1679.
- [23] 吴炫柯,李永健,黄樟华,李杨瑞.多效唑处理对百合组培苗抗旱性影响初探[J].广西农业科学,2005,36(5):406-408.
- [24] 李宁义,梅艳琴,付印东,等.烯效唑(S<sub>3307</sub>)对盆栽百合的矮化效应研究[J].辽宁农业科学,2004,(2):22-23.
- [25] 张文利,王有琪,冯炜弘,等.喷施赤霉素对观赏百合茎秆和花苞生长的影响[J].甘肃农业科技,2003,3:37-39.
- [26] 蔡军伙,魏绪英.赤霉素对麝香百合切花品质的影响效应研究[J].江西农业大学学报,2004,26(4):928-930
- [27] 方少忠,蔡宣梅,林真,等.CEPA和KT对东方百合籽球复壮的影响[J].江西农业大学学报,2004,26(6):893-895
- [28] 方少忠,池丽丽,蔡宣梅,等.激素处理对百合鳞茎打破休眠及促进开花的效应[J].福建果树,2005,135(1):17-20
- [29] 欧阳旭,唐邦燕.喷施多效唑等药剂对百合产量的影响[J].广西园艺,2005,16(5):35-36.
- [30] 朱亚珠,翁佩芳.百合涂膜保鲜的试验研究[J].食品与机械,2002,88(2):17-19.
- [31] 李维强,毕阳,林奇,等.药物处理对鲜切兰州百合贮藏性的影响[J].云南农业大学学报,2005,20(1):20-22
- [32] Nimiy.In vitro propagation and post invitro establishment of Lilium japonicum Thunb[J].J.Japan Soc Hort Sci,1995,63(4),843-852.
- [33] Han B H,Yaebw,Good H,etal, Effects of growth regulators and light on the formation and proliferation of bulblets with swollen basal palates from in vitro culture of bulbscales in Lilium oriental hybrid 'Casa Blanca' [J] J Korean Soc Hort Sci Hort,1999,40(4):463-466.
- [34] Hussey G To tipotency in tissue explants of some members of the Liliaceae,Iridaceae,and Amaryllidaceae[J] JExpBot,1975,26:253.
- [35] Arzatefam,Nakazakit,Okumto Y.etal, Efficient callus induction and plant regeneration from filaments with another in lily (Lilium longiflorum Thunb)[J].Plant CellTissue Cult,1997,16(12):836-840.
- [36] 陆春霞,岑秀芬,黄燕芬,等.不同激素配比对百合叶片诱导与分化的影响[J].广西农业科学,2005,24(4):332-336.
- [37] 刘明志,林雪艳.激素对百合植株再生的影响[J].广西植物,2002,22(2):167-170.
- [38] 孙君社,方晓华.植物激素对百合鳞片愈伤组织生长的影响[J].中国农业大学学报,2001,6(2):58-61.
- [39] 张文种.不同激素对比对麝香百合鳞茎芽诱导的影响[J].亚热带植物科学,2002,31(1):21-24.
- [40] 方少忠,蔡宣梅,林真,等.CEPA和KT对东方百合籽球复壮的影响[J].江西农业大学学报,2004,26(6):893-895.

(责任编辑:张铁锋)