

香石竹保鲜技术研究进展

冯莹^{1,2}, 潘东明¹

(1. 福建农林大学 园艺产品贮运保鲜研究所, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学 东方学院, 福建 福州 350002)

摘 要:从水分代谢、呼吸代谢、植物生长调节剂等几个方面分析香石竹采后衰老的原因, 总结出目前香石竹采后保鲜所采用的方法, 并提出香石竹保鲜技术的未来发展方向, 以期对香石竹的切花保鲜研究提供参考。

关键词:香石竹; 衰老; 保鲜技术

中图分类号: S 682.1⁺9 文献标识码: B 文章编号: 1001-0009(2011)21-0182-04

香石竹(*Dianthus caryophyllus* L.)为石竹科石竹属多年生宿根花卉, 又名康乃馨、狮头石竹、麝香石竹、大花石竹、荷兰石竹, 常绿亚灌木, 原产于地中海地区。花色娇艳, 芳香, 目前世界各地广为栽培, 是世界四大切花之一。香石竹作为世界上重要的商业性栽培的切花种类之一, 采后保鲜的研究备受青睐。自20世纪50年代以来, 香石竹保鲜技术的研究较多, 主要是从保鲜剂的配方上探讨香石竹延迟衰老的方法, 并研究其保鲜过程中部分生理指标的变化。该文重点分析了香石竹采后衰老的主要原因, 并概述了采后保鲜所采用的方法, 以期对香石竹切花保鲜研究提供借鉴和参考。

1 衰老原因

1.1 水分代谢

水分代谢是影响香石竹瓶插过程中衰老的重要因素之一。水分平衡是指香石竹体内的水分吸收、运输以及蒸腾之间保持良好的状态, 主要取决于吸水量和蒸腾量的相对大小。香石竹蒸腾量快于吸水量时便导致其衰老, 而吸水能力降低是由多因子引起的, 如微生物阻塞茎维管束、茎干基部创伤反应引起的堵塞、采切时空气进入导管形成气栓、气泡堵塞等。

水质及酸碱度都影响其瓶插寿命。赵敏等^[1]研究指出, 蒸馏水比自来水延缓香石竹衰老的效果好。这可能是由于蒸馏水的纯度比自来水的高, 除去了大量细菌等微生物, 在配制保鲜剂或保鲜液时不利于细菌等微生物滋生, 不宜使导管堵塞, 有利于导管的疏通, 便于吸收水分。香石竹喜碱性或弱碱性环境, 瓶插溶液的pH不仅影响微生物生长, 而且影响香石竹对营养元素和水分的吸收。

第一作者简介: 冯莹(1984-), 女, 安徽金寨人, 硕士, 现主要从事园林植物研究工作。E-mail: fengy0919@126.com。

责任作者: 潘东明(1956-), 男, 本科, 教授, 研究方向为园艺产品采后科学。E-mail: pdm666@126.com。

收稿日期: 2011-07-19

1.2 呼吸代谢

呼吸是香石竹采后主要的代谢过程之一, 是ATP的主要来源。在呼吸过程中, 贮藏在花器官中的营养物质被消耗, 并释放出能量以维持生命活动, 但自身又无法补充, 这就意味着其逐渐衰老和死亡。

呼吸代谢对其它生理变化过程都有很大影响。作为呼吸基质的糖是香石竹体内重要的营养物质, 供维持生命活动能量的需要, 也是合成多种有机酸的物质, 具有保护线粒体的结构和功能、维持生物膜结构的稳定性的作用。蔗糖是保鲜液或保鲜剂的成分之一, 是主要的外来能源物质, 可被香石竹吸收并转化为还原糖而加以利用, 满足了其对养分的需求。香石竹为典型的跃变型呼吸, 呼吸速率表现出“慢-快-慢”的变化规律。在花瓣衰老过程中, 随着呼吸作用的降低, 其吸收蔗糖的能力也逐渐减少。

1.3 植物生长调节剂

五大类植物激素是控制器官衰老的主要因素之一, 其含量和变化对香石竹鲜切花的品质和变化有着极大的影响。乙烯(C_2H_4)和脱落酸(ABA)促进花瓣衰老^[2-3], 细胞分裂素(CTK)和赤霉素(GA_3)延迟花瓣衰老^[4-5], 而生长素具有促进和延迟花瓣衰老的双重作用^[6]。

香石竹是乙烯敏感型花卉, 痕量的乙烯浓度也会对其造成伤害, 出现如花瓣脱落、花朵枯萎、花蕾不现等衰败症状。相关研究表明香石竹花瓣衰老时, 伴随内源乙烯释放量的增加, 乙烯释放高峰同香石竹切花呼吸跃变高峰同时出现^[7-8]。吕明霞^[9]用保鲜剂处理香石竹切花后发现, 乙烯释放高峰和呼吸跃变均可推迟4 d左右出现, 乙烯的释放量减少约70%。Heins^[10]证实了保鲜液中加入乙烯可以抑制香石竹乙烯的合成和衰老过程, 延长瓶插寿命1倍以上, 一旦乙烯生成高峰期开始, 使用乙烯则无效。

GA能延迟离体香石竹花瓣的衰老^[11]。沈成国等^[12]对香石竹切花的观察表明, 衰老花瓣中O-葡萄糖

苷细胞分裂素活性降低, DZ、DZR 类细胞分裂素含量则呈现下降、上升、急剧下降的趋势。

多胺类在植物体内的作用之一就是延迟衰老。不同研究者认为香石竹在衰老进程中, 精胺、亚精胺、腐胺等胺类物质的变化不同。Robert 等^[13]指出内源精胺和亚精胺变化不大, 而腐胺变化与乙烯释放量呈平行关系; Son 等^[14]认为香石竹切花采收后腐胺增加, 而亚精胺含量开始下降, 后期呈现不规则变化; Myeong 等^[15]研究表明, 香石竹切花采收后开始几天, 精胺和亚精胺迅速增加, 并达到高峰, 后伴随着乙烯释放高峰的到来而下降。此外, 胺类变化在跃变型和非跃变型切花中表现不同。跃变型香石竹品种‘Arthur’腐胺含量持续增加, 亚精胺含量开始比腐胺高, 随后一直持续下降至第 6 天后又上升直到衰老末期; 非跃变型香石竹品种‘Killer’腐胺、亚精胺变化不明显, 但亚精胺含量较高, 约为腐胺的 3 倍^[16]。胺类物质的变化同乙烯呈一定的相关性, 这可能是由于多胺和乙烯在生物合成过程中会竞争合成前体物质 S-腺苷甲硫氨酸, 多胺可以抑制乙烯的产生, 从而达到延缓衰老的目的。

1.4 温度

温度是影响香石竹采摘后寿命长短的重要环境因素。环境温度过高会加快鲜花的衰老过程, 大大缩短其瓶插寿命。温度高, 加快其呼吸, 促进组织内碳水化合物的消耗, 刺激内源乙烯的生成, 并有利于病害的扩散^[17]。而在低温条件下, 自身产生的乙烯少, 对环境产生的乙烯敏感度也降低。黄剑波等^[18]指出香石竹寿命的长短与环境条件密切相关, 与温度的相关性较大, 呈负相关; 27~32℃ 高温不利于香石竹保鲜, 最适温度为白昼 20℃, 夜间 10~15℃。

1.5 其它

Paulin 等^[19]发现香石竹自然衰老过程中 LOX、SOD、POD、CAT 等几种酶活性及 MDA 含量、溶液电导率的变化, 推测香石竹衰老与膜脂过氧化有关。POD 活性是随切花衰老进程而上升的。香石竹在衰老过程中 ATPase 的活性降低。

董华强等^[20]在研究香石竹衰老时认为, 香石竹花组织内有机物尤其是蛋白质分解加快, 从而加速花瓣衰老, 导致切花变色。

2 保鲜技术

鲜切花的保鲜就是采取物理、化学和生物的措施, 最大可能地延缓植物切离母体后的衰老进程, 以保持切花的新鲜状态, 包括鲜切花的预处理、应时催开和保持瓶插寿命。目前, 香石竹的保鲜技术主要有物理方法和化学方法, 通过基因工程改良和培育香石竹新品种的生物方法也越来越受到关注和重视。

2.1 物理方法

物理方法主要有低温冷藏法、干藏干运、气调贮藏法等。低温冷藏主要是利用 -0.5~4℃ 低温降低呼吸

和蒸腾, 抑制乙烯的产生与病原微生物的生长, 从而达到保鲜的目的。香石竹进行低温贮藏前需要进行预冷, 使植物材料迅速冷却到规定的温度范围, 尽快清除田间热, 降低呼吸强度, 减少蒸发。干藏干运就是在储运过程中, 茎秆基部切断面不采取补水措施, 同时在黑暗条件下进行贮藏^[21]。该方法简便易行, 成本低。气调贮藏法就是通过控制气体(主要是 CO₂、O₂)成分来进行贮存。低浓度 O₂ 通过抑制呼吸可间接影响乙烯的生成。通常在冷库中的气调是增加 CO₂ 的浓度, 减少 O₂ 浓度。Smith 等^[22]发现, 提高 CO₂ 浓度低温贮存香石竹可延缓衰老。

2.2 化学方法

目前, 香石竹的化学保鲜主要是利用保鲜剂延缓衰老。保鲜剂可分为预处理液、催花液和瓶插液三类, 主要成分有碳水化合物、杀菌剂、乙烯抑制剂、植物生长调节物质等。不同成分对香石竹保鲜的效果不同。

相关研究表明, 糖可以延缓香石竹花瓣衰老^[23], 这可能是由于糖对激素的平衡起调节作用, 糖含量高, 细胞分裂素含量就高, 延缓组织内乙烯的产生, 因而延缓衰老, 不同糖浓度对香石竹延缓衰老程度不同。汤洁等^[24]认为 7.5% 和 10% 蔗糖溶液都有利于香石竹切花的保鲜。刘伟等^[25]则认为 50 g/L 的蔗糖比 25 g/L 的蔗糖更能满足香石竹切花对营养物质的需求, 保鲜效果要好。吴春花^[26]研究表明, 3% 蔗糖处理的香石竹, 其花径增加历时时间最长为 2.5 d, 而且花径最大, 至萎蔫历时时间也最长, 瓶插寿命最长为 12.8 d。张英慧等^[27]用海带多糖处理香石竹切花, 切花的瓶插寿命及最大花径有明显的延长和增大作用, 最大花径可增大 2.03 cm, 能够较好地维持水分平衡, 花瓣细胞膜的相对透性持续增加, 有效延缓呼吸高峰及降低呼吸高峰值。

保鲜剂中增添杀菌剂主要目的是有效抑制瓶插液中微生物的生长和繁殖, 减缓茎秆基部水分导度下降, 维持花枝的水分吸收, 改善切花体内的水分状况, 提高观赏品质。目前使用的杀菌剂主要有 8-羟基喹啉盐类(8-HQ)、Al₂(SO₄)₃^[28-29]、AgNO₃^[25,30]、氯化钴^[31]、青霉素^[36]、溴代十六烷基吡啶^[37]、STS^[38]、1-MCP^[20]等。8-羟基喹啉盐类包括 8-羟基喹啉硫酸盐(8-HQS)和 8-M 基喹啉柠檬酸盐(8-HQC), 能够抑制 40 多种细菌和真菌的繁殖。众多研究^[18,34]都表明, 8-羟基喹啉盐类单独使用或结合柠檬酸使用都可以减少微生物对导管的堵塞作用, 利于花枝吸水, 延长香石竹的瓶插寿命。保鲜剂中添加硝酸银也较多应用, 宋开侠等^[39]认为硝酸银比单独使用杀菌剂(8-羟基喹啉柠檬酸盐+柠檬酸)延缓香石竹衰老的效果好。这可能是由于硝酸银不仅具有强烈的杀菌作用, 而且 Ag⁺ 通过竞争性的结合于细胞膜上乙烯的受体蛋白, 阻止或降低乙烯的生成。但是其容易被光氧化, 又能和水中的 Cl⁻ 形成沉

淀,堵塞输导组织,且其还会造成环境污染。目前,更加提倡在保鲜剂中加入 STS^[38],STS 的作用效果和原理与硝酸银相似,但其毒性低,移动性强,可以进入花部,更有效地降低乙烯的作用。

为充分补充香石竹切花所需的营养物质,在保鲜剂中添加一定矿质元素和植物激素是十分必要的。曾长立等^[40]认为, B_3 和 $CaCl_2$ 相配合使用可使香石竹切花花枝硬挺,蓝变时间推迟,观赏期延长。同时还具有保持香石竹切花花枝鲜重,维护细胞膜透性的稳定,降低切花花青素和叶片叶绿素含量降解的速度等生理效应。王雅鑫等^[41]比较了无机态铵盐和有机态铵盐对香石竹保鲜的效果,指出 0.4 mmol/L 甘氨酸和 0.6 mmol/L 脯氨酸处理可有效促进切花吸水、增大花径、延长观赏寿命,同时有效缓解花瓣质膜透性的增大、提高 SOD 酶活性,显著延缓香石竹切花的衰老,提高了其观赏价值;而硝酸铵处理对香石竹切花的保鲜效果不明显。林银凤等^[42]研究了 6-BA 对香石竹延缓衰老的效果,认为 6-BA 是乙烯的拮抗剂,是延缓衰老最有效的植物生长调节剂,不但降低切花对乙烯的敏感性,抑制乙烯的产生,且对脱落酸有拮抗作用,能延缓花瓣的衰老还可使细胞水分亏缺度降低,膜透性减小,同时在光下可延缓叶绿素的降解,提高切花品质。郑翠萍等^[43-44]使用含细胞分裂素 KT 和 6-BA 的处理液均可改善香石竹切花体内水分平衡状况,提高抗逆性酶 SOD、CAT、POD 的活性,延缓膜质过氧化物 MDA 含量的增加,延长香石竹切花的瓶插寿命。

此外,有的研究者使用表面活性剂以提高化学药剂的效率。施卫省等^[45]使用表面活性剂吐温可以有效提高药效,其浓度控制在 0.01% 范围内,当其浓度超过 0.01% 时,整体保鲜效果降低,影响鲜切花的瓶插寿命。

2.3 基因工程

乙烯是一种重要的内源衰老激素,生物合成途径为: $Met \rightarrow SAM \rightarrow ACC \rightarrow C_2H_4 + HCN + CO_2$ ^[46],其中催化 SAM 向 ACC 转化的酶为 ACC 合成酶(ACS),催化 ACC 向乙烯转化的酶为 ACC 氧化酶(ACO)。在乙烯生物合成中起到限速反应的是 SAM 向 ACC 转化^[47]即 ACS。因此,ACS 是植物乙烯生物合成途径中的关键酶之一。利用现代基因工程技术从基因水平上调控香石竹切花的衰老成为可能。目前延缓香石竹切花衰老的基因工程研究主要集中于控制乙烯的生成与释放。利用正义或反义 RNA 技术将 ACC 合成酶基因导入香石竹,抑制乙烯的合成,从而延长观赏寿命^[48-51]。

3 展望

香石竹切花保鲜技术的研究主要集中在使用化学保鲜技术上,即保鲜剂的成分和不同配方对香石竹切花保鲜效果,而其采后的生理生化变化、物理保鲜技术

等研究较少。基于上述研究的基础上,应注重以下几个方面的研究:一是生理方面的研究,香石竹采收前后生理生化上的变化,比较采收前后香石竹抗氧化酶、超氧化物歧化酶等相关酶的变化,寻求衰老进程中的关键酶;二是保鲜技术的改进和完善,物理保鲜技术有待于进一步加强,可结合包装材料和材质的选择进行深入研究;化学保鲜技术要进一步探索一些高效、廉价、无毒无害的化学保鲜剂种类;三是衰老机理及调控的研究,从分子生物学角度探索其衰老进程中关键基因的表达及其调控;糖代谢途径以及糖代谢与植物激素间是否共同调控衰老进程;四是基因工程的研究,利用基因工程技术降低内源乙烯的生物合成取得成功,但其对外源乙烯仍然很敏感,因此采用基因调控技术培育出对外源乙烯不敏感新品种也是今后研究的方向之一。

参考文献

- [1] 赵敏,陈翠果,王兰明,等. 保鲜剂对香石竹切花生理生化特性的影响[J]. 湖北农业科学, 2009, 48(7): 1680-1682.
- [2] Mayak S, Halevy A H. Interrelationships of ethylene and abscisic acid in the control of rose petal senescence[J]. Plant Physiology, 1972, 50: 341.
- [3] Ronen M, Mayak S. Interrelationship between abscisic acid and ethylene in the control of senescence process in carnation flowers[J]. Journal of experimental botany, 1981, 129(32): 759.
- [4] Van Staden J. Cytokinins in cut carnation flowers. II. Relationship between endogenous ethylene and cytokinin levels in the petals[J]. Plant growth regulation, 1987, 5: 75.
- [5] Eisinger W. Role of cytokinins in carnation flower senescence[J]. Plant Physiology, 1977, 59: 707.
- [6] 李玲,宋丽莉,彭永宏. 鲜切花衰老生理与保鲜技术研究进展[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2002(2): 120-126.
- [7] Peiser G. Levels of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid[J]. Acta Horticulturæ, 1986, 181: 99-104.
- [8] Bufler G, Mor Y, Reid M S, et al. Changes in 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic-acid content of cut carnation flowers in relation to their senescence[J]. Planta, 1980, 150: 439-442.
- [9] 吕明霞. “保花灵”对几种切花的保鲜效果[J]. 林业科技开发, 2000, 14(1): 52.
- [10] Heins R D. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol[J]. Journal of the American Society for Horticultural, 1980, 105(1): 141-144.
- [11] 张微,吴玛利,郑海金. 切花保鲜探讨[J]. 植物学报, 1994, 36(增): 107-112.
- [12] 沈成国. 植物衰老生理与分子生物学[J]. 北京: 中国农业出版社, 2001: 226-230, 242.
- [13] Roberts D R, Walker M A, Hompson J E, et al. The effects of inhibitions of polyamine and ethylene biosynthesis on senescence, ethylene production and polyamine levels in cut carnation flowers[J]. Plant Cell Physiology, 1984, 25(2): 315-322.
- [14] Son K C, Chae Y. Effect of polyamine treatment on the senescence of carnation petals[J]. Journal of the Korean Society for Horticultural Science, 1993, 34(1): 75-80.
- [15] Myeong M L, Sun H L, Park K Y. Effects of Spermidine on ethylene biosynthesis in cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers during senescence[J]. Journal of Plant Physiology, 1997, 151: 68-73.

- [16] Serrano M, Romo J F. Ethylene and polyaminem etabolism inclimactenic and nonclim acteric carnation flowers[J]. Hortscience, 1991, 21(7):894-896.
- [17] 胡绪岚. 切花保鲜技术[J]. 北京:科学普及出版社, 1992:11.
- [18] 黄剑波, 张英慧. 不同环境下的 8-Hqs 和 Ca 对香石竹的保鲜效果研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(3):965-967, 1031.
- [19] Paulin A, Droillard M J, Bureau J M. Effect of a free radical scavenger, 3,4,5-trichlorophenol, on ethylene production and on changes in lipids and membrane integrity during senescence of petals of cut carnations (*Dianthus caryophyllus*) [J]. Physiologia Plantarum, 1986, 67(3):465-471.
- [20] 董华强, 汪跃华, 林银凤, 等. 不同处理对香石竹切花的保鲜作用[J]. 现代园艺, 2006(4):10-11.
- [21] 蔡明, 樊晓辉. 香石竹切花采后生理及保鲜技术研究进展[J]. 现代园艺, 2007(10):8-10.
- [22] Smith M T, Saks Y, Vanstaden J. Ultrastructural Changes in the Petals of Senescing flowers of *Dianthus caryophyllus* L. [J]. Annals of Botany, 1992, 69(3):277-285.
- [23] Borochoy A, Mayak S. Nonosmotic inhibition by sugars of the ethylene forming activity associated with microsomal membranes from carnation petal [J]. Plant Physiology, 1984, 76:191-195.
- [24] 汤洁, 胡春霞. 保鲜剂对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(1):186-187.
- [25] 刘伟, 罗灯涛, 刘久东. 不同保鲜剂对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 北方园艺, 2010(19):175-176.
- [26] 吴春花. 糖对香石竹切花的保鲜效果[J]. 延边大学学报, 2001, 9(3):18-20.
- [27] 张英慧, 上官国莲, 伍瑛. 海带多糖对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 园艺学报, 2003, 30(4):427-430.
- [28] 陈翠果, 王兰明, 李焱, 等. 含 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 的保鲜剂对香石竹切花的保鲜效应[J]. 江苏农业科学, 2009(5):252-253.
- [29] 王兰明, 陈翠果, 赵敏, 等. 不含 Ag^+ 盐的保鲜剂对香石竹切花保鲜效应的研究[J]. 北方园艺, 2009(8):236-238.
- [30] 王兴国, 张淑梅. 保鲜剂对香石竹切花保鲜效果的影响[J]. 辽宁农业职业技术学院学报, 2003, 5(4):22-23.
- [31] 张程程, 刘丁军, 曹二军, 等. 不同保鲜液对香石竹切花保鲜效果的影响[J]. 黑龙江农业科学, 2011(1):92-93.
- [32] 石贵玉, 廖文雪, 徐美燕. 水杨酸对香石竹切花瓶插期间的生理效应和保鲜效果[J]. 植物生理学通讯, 2006(1):61-62.
- [33] 陈翠果, 董立新, 赵美霞, 等. 水杨酸对香石竹切花保鲜效应试验[J]. 湖北农业科学, 2010, 49(9):2161-2163.
- [34] 关雪莲, 周桂玲. 4 种鲜切花保鲜剂保鲜效果的研究[J]. 新疆农业大学学报, 2004(2):48-51.
- [35] 刘季平, 何生根, 吕培涛, 等. 二氯异氰尿酸钠处理对香石竹切花的保鲜效应[J]. 园艺学报, 2009, 36(1):121-126.
- [36] 张秋菊, 韩英. 青霉素和赤霉素对香石竹切花保鲜的生理效应[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版), 2005, 31(2):170-172.
- [37] 张英慧, 崔志新, 钟希琼, 等. 溴代十六烷基吡啶对香石竹切花的保鲜效应[J]. 植物生理学通讯, 2006, 42(4):661-664.
- [38] 郭嘉. 不同 STS 浓度对香石竹切花保鲜效果的影响[J]. 内江科技, 2010(11):48-49.
- [39] 宋开侠, 李兆平, 赵益超. AgNO_3 对香石竹切花保鲜效应的研究[J]. 现代农业科技, 2008(10):5-9.
- [40] 曾长立, 常晟伟, 边碧雯. CaCl_2 和 B_5 配合使用对香石竹切花的保鲜效果[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(2):333-335.
- [41] 王雅鑫, 王海英, 周乾, 等. 氮营养对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 广东农业科学, 2009(8):81-84.
- [42] 林银凤, 汪跃华, 董华强. 6-BA 和柠檬酸处理对香石竹切花的影响[J]. 佛山科学技术学院学报(自然科学版), 2007(2):73-75.
- [43] 郑翠萍, 程聪, 杜玉婷, 等. 激动素预处理对香石竹切花保鲜生理效应的影响[J]. 贵州农业科学, 2010, 38(6):186-189.
- [44] 郑翠萍, 程聪, 杨晶, 等. 含细胞分裂素的处理液对香石竹切花生理化的影响[J]. 贵州农业科学, 2009, 37(9):36-38.
- [45] 施卫省, 刘基林, 王波. 表面活性剂对香石竹切花保鲜效果的研究[J]. 生物技术, 2009, 19(1):87-89.
- [46] Adams D O, Yang S F. Ethylene biosynthesis identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene[J]. USA Proc Natl Acad Sci, 1979, 76:170-174.
- [47] Camcron A C, Febton C A L, Yu Y B. Increased production of ethylene by plant tissues treated with 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid[J]. Hort Science, 1979, 14:178-180.
- [48] Savin K L, Baudioette S C, Graham M W. Antisense ACC oxidase RNA delays carnation petal senescence [J]. Hortscience, 1995, 30(5):970-972.
- [49] Kosugi Y, Waki K, Lwazaki Y. Senescence and gene expression of transgenic nonethylene-producing carnation flowers [J]. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 2002, 71:638-642.
- [50] 余义勋, 包满珠. 不同结构的外源 ACO 基因导入香石竹对瓶插寿命的影响[J]. 生物工程学报, 2004, 20:704-707.
- [51] 余义勋, 包满珠. 通过转重复的 ACC 氧化酶基因延长香石竹的瓶插期[J]. 植物生理与分子生物学报, 2004(30):541-545.

Research Advances of the Fresh-keeping Technique in *Dianthus caryophyllus* L.

FENG Ying^{1,2}, PAN Dong-ming¹

(1. Institute of Storage Science and Technology of Horticultural Products, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002; 2. College of Dongfang, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002)

Abstract: Reasons for senescence resulted from water metabolism, respiration metabolism, plant growth regulator in *Dianthus caryophyllus* L. was analysed and the methods of preservation were summerized. The prospect was put for the research of the fresh-keeping technique on *Dianthus caryophyllus* L. .

Key words: *Dianthus caryophyllus* L. ; senescence; the fresh-keeping technique