

丁义峰,刘 萍,闫清华,等. 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣生理代谢的影响[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):242-245.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.079

# 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣生理代谢的影响

丁义峰,刘 萍,闫清华,王雪瑞,王添乐,卢 芳,张 妍

(河南师范大学生命科学学院,河南新乡 453007)

**摘要:**以不同质量浓度(0、100、300、500 mg/L)的苯甲酸钠保鲜液对切花玫瑰“卡罗拉”进行处理,测定花瓣的生理生化指标。结果表明:经苯甲酸钠处理后,在切花玫瑰的整个花期,花瓣中可溶性蛋白和可溶性糖含量、超氧化物歧化酶(SOD)和过氧化物酶(POD)活性均高于对照组;花瓣中超氧阴离子( $O_2^- \cdot$ )产生速率、丙二醛(MDA)含量、花瓣浸出液电导率(EC)均低于对照组;苯甲酸钠使玫瑰花瓣 ACC 氧化酶(ACO)条带推迟表达,并使原有酶带减弱。其中 300 mg/L 质量浓度的苯甲酸钠保鲜效果最佳。

**关键词:**苯甲酸钠;切花玫瑰;超氧化物歧化酶;过氧化物酶;丙二醛;ACC 氧化酶

**中图分类号:** S685.120.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)06-0242-03

玫瑰(*Rosa rugosa*)属蔷薇科,是茎密生锐刺的落叶灌木。作为我国传统十大名花之一、国际四大切花之一的玫瑰,具有独特的地位与巨大的市场潜力<sup>[1]</sup>。随着人们生活水平不断提高,将玫瑰用于装饰居室、改善环境、传递友情已成为新时尚,其产量及用量亦逐渐增加。因此,如何优化鲜玫瑰切花的保鲜技术以延长其观赏时间,成为许多科研工作者争相研究的课题。已有研究采用不同化学保鲜剂对各种切花进行处理,产生了较好的效果<sup>[2-4]</sup>。本试验在前人研究的基础上,以红玫瑰“卡罗拉”为材料探讨苯甲酸钠对瓶插玫瑰花瓣生理指标的影响,以及其对玫瑰鲜切花的保鲜效果,旨在筛选出价廉、无毒、无污染的新型环保鲜切花保鲜剂,为提高玫瑰的观赏价值提供理论依据和技术方法。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试材料

玫瑰“卡罗拉”,购自河南省新乡市花卉市场。

### 1.2 材料处理

精选 100 枝玫瑰花枝,立即复水。在室温下将花枝进行一定修剪后,均分为 4 组(1 组对照、3 组处理)进行瓶插,每瓶保鲜液均为 500 mL。对照组保鲜液成分为:10 mg/L 氨基西林钠、1.5% 蔗糖、1.0% NaCl;各处理组保鲜液成分为在对照组基础上分别添加 100、300、500 mg/L 苯甲酸钠。瓶插 48 h 后,瓶插液全部换成对照组保鲜液并继续培养。

### 1.3 切花玫瑰花瓣生理生化指标的测定

在切花玫瑰的整个花期中,每天(07:30—08:00)取花开

不同天数的花瓣(自外向内第 2 层花瓣)进行生理生化指标的测定。每个样品重复 3 次,不同样品取自不同植株的不同花瓣,测定结果取其平均值。

### 1.4 测定方法

可溶性蛋白含量采用考马斯亮蓝 G-250 比色法测定<sup>[5]</sup>;可溶性糖含量采用蒽酮比色法测定<sup>[5]</sup>;SOD 活性采用氮蓝四唑法测定<sup>[5]</sup>;  $O_2^- \cdot$  产生速率采用羟氨氧化法测定<sup>[5]</sup>;MDA 含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法测定<sup>[5]</sup>;POD 活性采用愈创木酚法测定<sup>[6]</sup>;EC 采用 DDS-IIA 型电导率仪测定<sup>[7]</sup>;ACO 凝胶电泳采用 Laemmli 的方法<sup>[8]</sup>,并加以改进。

## 2 结果与分析

### 2.1 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣可溶性蛋白含量的影响

切花玫瑰花瓣可溶性蛋白含量整体呈上升趋势。300 mg/L 处理组呈单峰变化,峰值出现在花开后 5 d,6 d 时稍有回落。而对照组与其他处理组则呈微弱双峰变化趋势,峰值分别出现在花开后 3 d 和 5 d。各处理组可溶性蛋白含量均高于对照组,其中 300 mg/L 处理组含量最高(图 1)。

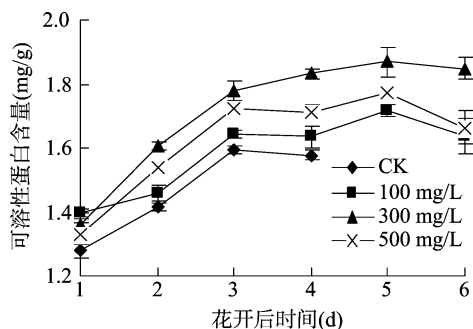


图1 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣可溶性蛋白含量的影响

### 2.2 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣可溶性糖含量的影响

经苯甲酸钠处理的玫瑰切花花瓣可溶性糖含量呈单峰变化,对照组和各处理组峰值均出现在花开后 3 d,之后逐渐下降。在整个花期中,300 mg/L 处理组可溶性糖含量基本最高(图 2)。

收稿日期:2014-07-10

基金项目:河南省科技攻关(编号:122102310356、142102110143);河南省教育厅科技攻关(编号:2011B180029);河南师范大学青年科学基金(编号:2013QK08)。

作者简介:丁义峰(1977—),男,河南信阳人,硕士,副教授,主要从事花卉生长发育与调控研究。E-mail:dyf560@sina.com。

通信作者:刘 萍,教授,主要从事植物生理学教学与研究。

E-mail:Liuping5812@sina.com。

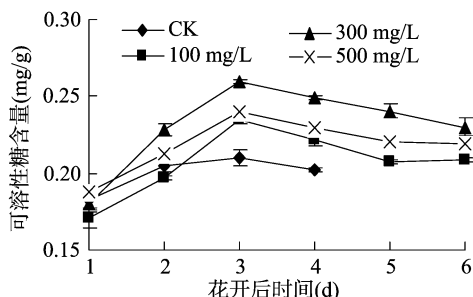


图2 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣可溶性糖含量的影响

## 2.3 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 SOD 活性的影响

切花玫瑰花瓣 SOD 活性在整个花期的变化呈单峰曲线, 峰值出现在花开后 4 d, 盛花期后 SOD 活性迅速下降。而对对照组花瓣中 SOD 活性峰值出现在花开后 3 d。在整个花期中, 300 mg/L 处理组花瓣的 SOD 活性基本处于最高状态, 明显高于对照组和其他各处理组 (图 3)。

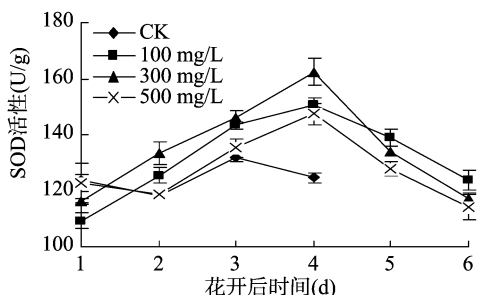


图3 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 SOD 活性的影响

## 2.4 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 POD 活性的影响

处理组花瓣 POD 活性总体呈双峰变化。对照组峰值出现在花开后 3 d; 100 mg/L 处理组, 500 mg/L 处理组分别在花开后 2 d 和 6 d、2 d 和 5 d 各自出现峰值; 300 mg/L 处理组的 2 个峰值出现在花开后 3 d 和 5 d。POD 活性随着花的衰老逐渐降低 (图 4)。

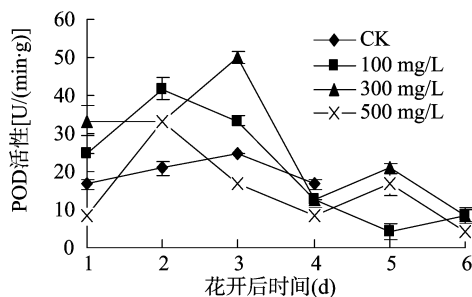


图4 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 POD 活性的影响

## 2.5 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 $O_2^{\cdot-}$ 产生速率的影响

切花玫瑰花瓣中  $O_2^{\cdot-}$  的产生速率在整个花期有 2 个峰值, 分别在花开后 2 d 和 5 d, 第 2 个峰值是在盛花期过后迅速上升达到的。在整个花期中, 300 mg/L 处理组  $O_2^{\cdot-}$  产生速率明显低于对照组和其他各处理组 (图 5)。

## 2.6 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 MDA 含量的影响

玫瑰切花花瓣 MDA 含量随着花的开放而增加, 衰老后期 MDA 含量明显升高。在整个花期中, 300 mg/L 苯甲酸钠处理组花瓣 MDA 含量始终处于较低水平 (图 6)。

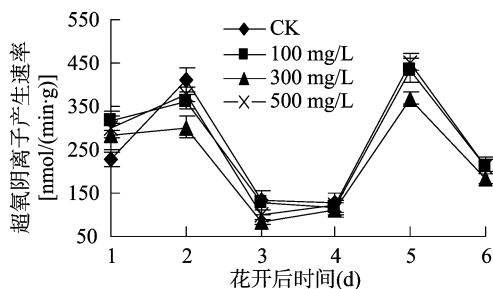


图5 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣超氧阴离子产生速率的影响

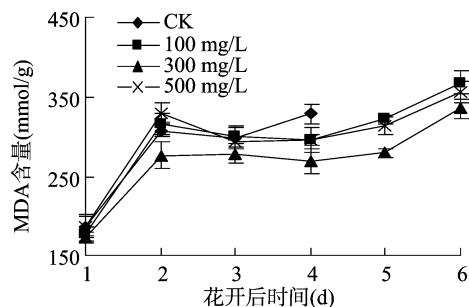


图6 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 MDA 含量的影响

## 2.7 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣浸出液 EC 的影响

在整个花期中, 玫瑰切花花瓣浸出液 EC 总体呈上升趋势, 至衰老期达到最大。300 mg/L 苯甲酸钠处理组能够降低玫瑰花瓣浸出液 EC, 使之处于最低水平 (图 7)。

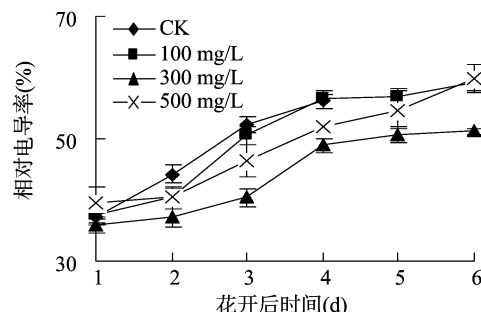


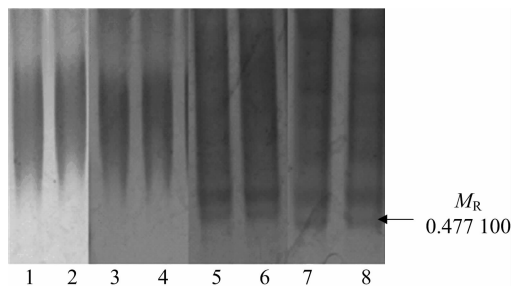
图7 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣浸出液 EC 的影响

## 2.8 苯甲酸钠对切花玫瑰花瓣 ACO 表达的影响

在整个花期中, 对照组花开后 1 d 和 2 d 没有 ACO ( $M_r = 0.477\ 100$ ) 的表达; 花开后 3 d ACO 表达较为明显; 花开后 4 d ACO 的酶谱条带弱于花开后 3 d (图 8)。300 mg/L 苯甲酸钠处理组花开的前 4 d 没有 ACO 的表达; 在其衰老期即花开后 5 d 表达出较强的 ACO 条带; 6 d 时酶带减弱 (图 9)。可见 300 mg/L 苯甲酸钠处理组的酶带比对照组晚出现 2 d。

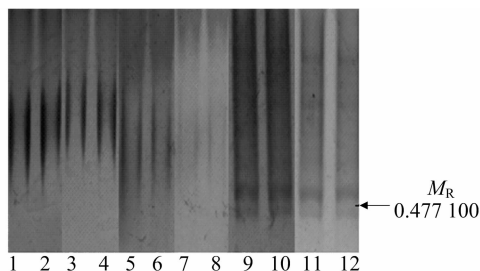
## 3 结论与讨论

苯甲酸钠又称安息香酸钠, 亲油性较大, 易穿透细胞膜进入细胞内, 具有消除氧自由基的作用<sup>[9]</sup>。苯甲酸钠能降低鲜液的 pH 值, 从而抑制微生物的增生, 减少花枝的物理堵塞, 有利于对水分和养料的吸收。切花玫瑰花瓣中可溶性蛋白含量呈逐渐上升趋势, 后期稍有下降。主要原因是大量营养物质被运输至生殖器官, 促使花器官合成较多的蛋白质。盛花期过后花瓣开始衰老, 蛋白质合成速度减慢, 分解加快,



1、2 为花开后 1 d; 3、4 为花开后 2 d;  
5、6 为花开后 3 d; 7、8 为花开后 4 d

图8 对照组花瓣 ACO 的 SDS-PAGE 图谱



1、2 为花开后 1 d; 3、4 为花开后 2 d; 5、6 为花开后 3 d;  
7、8 为花开后 4 d; 9、10 为花开后 5 d; 11、12 为花开后 6 d

图9 300 mg/L 苯甲酸钠处理组花瓣 ACO 的 SDS-PAGE 图谱

核酸酶、蛋白酶等各种水解酶类增加,使可溶性蛋白含量下降<sup>[10]</sup>。可溶性糖可为花瓣提供能量和碳源,花瓣细胞的生长及花色素苷的合成均需要糖参与<sup>[11]</sup>,糖短缺常导致花的败育及着色不正常。在整个花期中,苯甲酸钠处理组的玫瑰花瓣可溶性蛋白、可溶性糖含量明显高于对照组,有利于延缓衰老。SOD 作为植物抗氧化系统的第一道防线,对于清除氧自由基,并防止氧自由基破坏细胞的组成、结构、功能,以及保护细胞免受氧化损伤均具有十分重要的作用<sup>[12]</sup>。王支槐等在海仙花开花生理的报道中,以及史国安等对牡丹花瓣衰老过程的研究中,SOD 活性的变化均呈单峰曲线<sup>[13-14]</sup>,本试验结果与之基本相同。通过对玫瑰施以苯甲酸钠瓶插处理,发现切花玫瑰花瓣 SOD 活性显著提高,均形成 SOD 的第 2 个峰值,这可能是通过调节体内某些代谢途径或活化某些基因而实现的。POD 作为保护酶之一,对过氧化氢参与的各种还原剂的氧化反应起催化作用,并清除光合作用产生的过量  $H_2O_2$ ,从而保护叶绿体<sup>[15]</sup>。切花玫瑰花瓣的 POD 活性与其相应时段花瓣的 SOD 活性极为相似。

正常条件下,细胞内活性氧的产生和清除处于一种动态平衡,对植物体并无伤害。但在植物衰老或逆境条件时,体内活性氧的产生大于清除,使自由基和活性氧的浓度超过伤害“阈值”,从而破坏膜的完整性<sup>[16]</sup>。MDA 含量可反映细胞膜的过氧化水平<sup>[17]</sup>。植物细胞的膜脂过氧化是脂氧合酶在自由基、活性氧参与下作用的结果,最终导致膜脂中不饱和脂肪酸含量降低<sup>[18]</sup>。MDA 还能与蛋白质结合,引起蛋白质分子内和分子间的交联,并引起生物膜中结构蛋白和酶的聚合与交联,使其结构功能与催化功能受到破坏,最终导致细胞损伤、衰老或死亡<sup>[19]</sup>。植物组织器官的衰老常伴随着细胞膜系统结构的破坏。细胞内电解质大量外渗,以及细胞浸出液 EC 的变化均能准确反映花瓣细胞的衰老过程<sup>[20]</sup>。苯甲酸钠处

理组玫瑰花瓣的 MDA 含量、EC 均显著低于对照组,表明苯甲酸钠可有效清除氧自由基,降低花瓣的膜脂过氧化水平,保持膜的相对稳定性,有利于延长瓶插时间。在跃变型花卉中,ETH 对花瓣的成熟及衰老起着重要调控作用,其生物合成受控于花瓣内 ACS 和 ACO 活性的高低,并对 ACS、ACO 活性进行反馈调节<sup>[21]</sup>。ACO 经 SDS-PAGE 和银染后,在分子量相当于 35 ku 处呈现强黄色酶带(图 9),这与 Smith 等的研究结果<sup>[22-23]</sup>相一致。对照 ACO 峰值酶带  $M_R=0.4771$  表达出现在花开后 3 d,与之相比,以 300 mg/L 苯甲酸钠处理的切花玫瑰明显推迟了 ETH 表达峰值的到来,其 ACO 峰值酶带表达出现在花开后 5 d。峰值时间的推迟表达,预示着花瓣 ETH 释放的推迟及花瓣呼吸峰的延迟,这对延缓花瓣衰老具有重要意义。

苯甲酸钠保鲜液能够增加花瓣中可溶性蛋白质和可溶性糖的含量、提高 SOD 和 POD 的活性、降低氧自由基的产生、降低 MDA 的积累和相对电导率的增加、推迟 ACO 峰值的到来,表明苯甲酸钠对玫瑰切花的保鲜及其寿命的延长具有明显作用,起到了较好的保鲜效果。

#### 参考文献:

- [1]程文娟. 玫瑰种植研究[J]. 农业技术与装备,2008(6):42-43.
- [2]李文祥,赵燕. 几种药剂处理对玫瑰切花瓶插寿命的研究[J]. 云南农业大学学报,2001,16(3):206-208.
- [3]张淑梅,王兴国,郑成淑,等. 药剂处理对玫瑰切花瓶插寿命、水分变化影响[J]. 北方园艺,2001(2):41-42.
- [4]卢金枝,蒋冰娜,谢思宇,等. 水杨酸对玫瑰切花保鲜效应的研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(32):12727-12729.
- [5]刘萍,李明军. 植物生理学实验技术[M]. 北京:科学出版社,2007.
- [6]李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:167-169.
- [7]侯福林. 植物生理学实验教程[M]. 北京:科学出版社,2004:90.
- [8]Laemmli U K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4[J]. Nature,1970,227(5259):680-685.
- [9]刘金香. 苯甲酸钠对植物萌发的影响初探[J]. 生物学杂志,2001,18(6):28-35.
- [10]Nooden L D, Leopold A C. Genetic control of senescence and ageing in plants[M]. Orlando: Academic Press,1988:94-118.
- [11]Ohto M, Onai K, Furukawa Y, et al. Effects of sugar on vegetative development and floral transition in arabidopsis[J]. Plant Physiology, 2001,127(1):252-261.
- [12]马旭俊,朱大海. 植物超氧化物歧化酶(SOD)的研究进展[J]. 遗传,2003,25(2):225-231.
- [13]王支槐,徐柳. 海仙花开花和衰老过程中的生理变化(简报)[J]. 植物生理学通讯,1995,31(6):419-421.
- [14]史国安,郭香凤,韩建国,等. 牡丹开花和衰老期间乙烯及脂质过氧化的研究[J]. 西北农业大学学报,1999,27(5):50-53.
- [15]Bolwell G P, Wojtaszek D. Mechanisms for the generation of reactive oxygen species in plant defence - abroad perspective [J]. Physiological and Molecular Plant Pathology,1997,51:347-366.
- [16]张继渊. 植物生理学[M]. 西安:世界地图出版社,1999:363-365.

黄和升,王海平,张 珊. 稳定态二氧化氯对鲜切蒲菜的抑菌保鲜作用[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):245-247.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.06.080

# 稳定态二氧化氯对鲜切蒲菜的抑菌保鲜作用

黄和升<sup>1</sup>,王海平<sup>1,2</sup>,张 珊<sup>1</sup>

(1. 江苏食品药品职业技术学院,江苏淮安 223003; 2. 江苏省食品加工工程技术研究开发中心/江苏食品药品职业技术学院,江苏淮安 223003)

**摘要:**以 45、70、95 mg/L 二氧化氯溶液浸泡处理鲜切蒲菜,定时取样测定蒲菜表面微生物数量、纤维素含量、维生素 C 含量、还原糖含量、蒲菜感官品质变化,以明确二氧化氯对鲜切蒲菜的抑菌保鲜作用。结果表明,3 种浓度二氧化氯溶液处理均可以显著减少鲜切蒲菜表面微生物数量,二氧化氯浓度越高,初始的杀菌效果越好。此外二氧化氯也可延缓鲜切蒲菜中纤维素含量的增加,但对维生素 C、还原糖产生了氧化作用,二氧化氯漂白作用对鲜切蒲菜的感官品质也产生了一定的影响。综合比较,45~70 mg/L 二氧化氯水溶液对于鲜切蒲菜的杀菌保鲜效果较佳。

**关键词:**蒲菜;纤维素;二氧化氯;感官品质;杀菌保鲜

**中图分类号:**TS255.3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2015)06-0245-03

鲜切蔬菜是以新鲜蔬菜为原料,经清洗、去皮、切割或切分、修整、包装等加工过程而制成的即食新鲜蔬菜产品<sup>[1]</sup>。随着现代生活节奏的加快,人们对果蔬的需求量越来越大,鲜切果蔬具有新鲜、方便、营养、无公害等特点,近年来消费量快速增加。蒲菜作为江苏省淮安市传统栽培蔬菜,长期以来一直是淮扬菜的主打名菜之一。由于蒲菜假茎娇嫩,采后呼吸强度非常强,在储存、运输及加工过程中极易褐变,且采收后微生物迅速繁殖,极易腐烂,失去新鲜产品特有的品质和商品价值,极大地阻碍蒲菜产业化发展<sup>[2-5]</sup>。因此,蒲菜采后微生物控制及最大限度地保证蒲菜本身的优良品质成为蒲菜保鲜加工中亟需解决的技术难题<sup>[6]</sup>。氯是目前应用最广泛的消毒剂,在世界范围内被用来消毒水、废水以及食品加工设备<sup>[7]</sup>。在鲜切果蔬工业中,氯通常在清洗、喷射以及水槽用水中作为消毒剂使用<sup>[8-9]</sup>。但由于高浓度氯有害并具有刺激性,容易形成致癌化合物,因此,采用氯的替代物二氧化氯作为保鲜剂是目前的研究趋势。二氧化氯不仅是一种不产生致癌物的广谱环保型杀菌消毒剂,而且还在杀菌、食品保鲜、除臭等方面表现优异。二氧化氯因具有杀菌能力强,对人体和动物无害以及对环境不造成二次污

染等特点而备受青睐。二氧化氯在农业、养殖、医疗等方面都取得了显著成效<sup>[7-8]</sup>。二氧化氯作为消毒剂近年来在食品工业中备受关注,主要是因为它受 pH 值、有机物影响小,对不锈钢的腐蚀性小,不与氨反应生成氯胺<sup>[7-9]</sup>。目前,二氧化氯在农产品中的应用方式主要有 2 种:二氧化氯水溶液、气体二氧化氯,大部分研究集中在采用气体二氧化氯杀灭果蔬表面常见的病原菌方面<sup>[9-12]</sup>。徐斐燕、牛瑞雪等研究了二氧化氯溶液对鲜切青花菜、猕猴桃的保鲜作用,表明二氧化氯对青花菜、猕猴桃有良好的杀菌作用<sup>[13-14]</sup>。目前尚没有关于二氧化氯对鲜切蒲菜的保鲜作用研究。本研究探讨不同浓度二氧化氯溶液对鲜切蒲菜表面微生物的杀灭作用及对其品质的影响,确定二氧化氯浓度与鲜切蒲菜表面微生物及品质之间的关系,旨在为促进蒲菜产业发展提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

蒲菜采自淮安市天妃宫蒲菜生产基地,天马牌二氧化氯消毒粉(浙江省杭州市林峰食品添加剂有限公司),其他试剂均为化学分析纯。培养皿、500 mL 锥形瓶(东莞市恒科化工有限公司);酸式滴定管、碱式滴定管(宜兴市江岸精细化工有限公司);JA2003 显微镜(上海长方光学仪器厂);电子天平(上海天平仪器厂);7530G 分光光度计(惠普上海分析仪器有限公司)。

### 1.2 方法

1.2.1 鲜切蒲菜处理流程 将成熟度、大小基本一致并且无病虫害的蒲菜用锋利的刀具切成长 4~5 cm 的小段,切割过程注意避免对蒲菜造成损伤,分别用 45、70、95 mg/L 二氧化氯水

收稿日期:2014-06-27

基金项目:江苏省高等学校大学生实践创新训练计划(编号:2012JSSPTP3590)。

作者简介:黄和升(1979—),男,福建上杭人,硕士,讲师,从事食品微生物、食品发酵教学与科研工作。

通信作者:王海平,硕士,副教授,从事食品微生物、食品发酵研究。  
E-mail:wanghaiping129@163.com。

[17]李向东,王晓云,张高英,等. 花生叶片衰老过程中某些酶活性的变化[J]. 植物生理学报,2001,27(4):353-358.

[18]杨淑慎,高俊凤,李学俊. 高等植物叶片的衰老[J]. 西北植物学报,2001,21(6):1271-1277.

[19]王建华,刘鸿先,徐 同. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用[J]. 植物生理学通讯,1989,25(1):1-7.

[20]杨晓杰,张洪伟. 水杨酸对盐胁迫下管花蒲公英的保护作用[J]. 植物研究,2006,26(2):222-224.

[21] Kende H. Ethylene biosynthesis[J]. Annual Reviews of Plant Physiology Plantarum Molecular Biology,1993,44:283-307.

[22] Smith C J, Slater A, Grierson D. Rapid appearance of an mRNA correlated with ethylene synthesis encoding a protein of molecular weight 35 000[J]. Planta,1986,168(1):94-100.

[23] Hamilton A J, Lycetr G W, Grierson D. Antisense gene that inhibits synthesis of the hormone ethylene in transgenic plant[J]. Nature, 1990,346(5):284-287.