

# GA<sub>3</sub>处理对纽荷尔脐橙留树保鲜果实内源激素变化的影响

王 雄<sup>1</sup> 施婷婷<sup>1</sup> 曾 荣<sup>2</sup> 陈金印<sup>1\*</sup>

(1 江西农业大学 农学院 江西 南昌 330045; 2. 佛山科学技术学院 生命科学学院 广东 佛山 528000)

摘要:以纽荷尔脐橙为试材,研究不同浓度 GA<sub>3</sub> 处理对留树保鲜脐橙果实的内源赤霉素(GA)、生长素(IAA)、玉米素核苷(ZRs)、脱落酸(ABA)的含量变化和相互间平衡关系的影响,以及对落果率变化的影响。结果表明:不同浓度 GA<sub>3</sub> 处理能有效地延缓纽荷尔脐橙果实内源 GA、IAA、ZRs 含量的下降速度 20~40 d,推迟内源 ABA 含量的累积 20 d 左右,有效延缓果实内源 ABA/GA、ABA/IAA 的上升速度,并能减少留树保鲜过程中的落果。

关键词:纽荷尔脐橙;留树保鲜;GA<sub>3</sub>;内源激素

中图分类号:S666.4;S609+.3 文献标识码:A 文章编号:1000-2286(2010)01-0057-04

## Effects of GA<sub>3</sub> Treatment on Endogenous Hormones of Newhall Navel Orange during the Tree Storage

WANG Xiong<sup>1</sup>, SHI Ting-ting<sup>1</sup>, ZENG Rong<sup>2</sup>, CHEN Jin-yin<sup>1\*</sup>

(1. College of Agronomy, JAU, Nanchang 330045, China; 2. College of Life Sciences, Foshan University, Foshan 528000, China)

**Abstract:** The effects of GA<sub>3</sub> treatment on the content changes of endogenous GA, IAA, ZRs, ABA of newhall navel orange during on the tree storage were observed. The results showed that GA<sub>3</sub> treatment could delay the descending rate of endogenous GA, IAA, ZRs, ABA accumulation by 20-40 days and the cumulation of endogenous ABA content by about 20 days. It also delayed the ascending rate of ABA/GA and ABA/IAA and controlled the abscission of fruit effectively.

**Key words:** newhall navel orange; on the tree storage; GA<sub>3</sub>; endogenous hormones

赤霉素(GA<sub>3</sub>)是重要的植物激素之一,对植物种子的萌发、茎的伸长、花的诱导、果实和种子的发育具有重要作用<sup>[1]</sup>。采后 GA<sub>3</sub> 处理可抑制芒果、李、杏、番茄和柿<sup>[2-8]</sup>等多种果实转色和硬度下降,延缓后熟衰老进程。因此,GA<sub>3</sub>能够用于果蔬的贮藏保鲜,并可用于果实采后病害的控制<sup>[9-10]</sup>。植物在生长发育期间内源激素水平的变化已有不少报道,但采后果蔬组织尤其是留树保鲜脐橙果实内源激素水平变化的研究较少。本试验通过测定 GA<sub>3</sub> 处理对留树保鲜过程中脐橙果实的内源激素含量及相互间平衡关系的变化,探讨纽荷尔脐橙留树保鲜过程中成熟衰老的机理。

### 1 材料与方 法

#### 1.1 试材与处理

本试验在江西省赣州市信丰县油山镇长安园艺场进行,试验设 3 种不同浓度的 GA<sub>3</sub> 处理,分别为:

收稿日期:2009-10-30 修回日期:2009-11-24

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD61B07)

作者简介:王雄(1985-)男,硕士生,主要从事果实采后生理研究,E-mail:wangxiongjxau@126.com;\* 通讯作者:陈金印,教授,博士,博士生导师,E-mail:jinyinchen@126.com。

10 20 30 mg/L,以清水作对照,重复 3 次。选取果园内生长势一致的 12 棵纽荷尔脐橙树,分别于 2008 年 10 月 1 日 2008 年 11 月 1 日 2008 年 12 月 1 日进行 3 次全树喷施 GA<sub>3</sub> 处理,以全树喷施清水作对照。果实成熟后,疏去试验果树上的病虫果、小果和畸形果,设留果量为 75%。于 2008 年 12 月 1 日起,留树保鲜 100 d,每隔 20 d 测定 1 次果实内源激素含量,并统计落果率。

### 1.2 内源激素的测定

1.2.1 样品中内源激素的提纯 称取脐橙果肉 0.5 g,液氮速冻后研磨,加 2 mL 样品提取液,在冰浴下研磨成匀浆,转入 10 mL 试管,再用 2 mL 提取液分次将研钵冲洗干净,一并转入试管中,摇匀后 4 °C 下提取 4 h,1 000 ×g 离心 15 min,取上清液。沉淀中加 1 mL 提取液,搅匀,置 4 °C 下再提取 1 h,离心,合并上清液并记录体积。以鲜重测。

1.2.2 上清液过 C-18 固相萃取柱 具体步骤是:体积分数 φ(甲醇) = 80% (1 mL) 平衡柱→上样→收集样品→移开样品后用体积分数 φ(甲醇) = 100% (5 mL) 洗柱→体积分数 φ(乙醚) = 100% (5 mL) 洗柱→体积分数 φ(甲醇) = 100% (5 mL) 洗柱→循环。将过柱后的样品转入 5 mL 塑料离心管中,真空浓缩干燥或用氮气吹干,除去提取液中的甲醇,用样品稀释液定容。

1.2.3 内源激素的测定 参照李宗霖的酶联免疫法(ELISA)<sup>[11]</sup>。ELISA 试剂盒由中国农业大学化控研究室提供。以鲜重测。

## 2 结果与分析

### 2.1 喷施 GA<sub>3</sub> 对留树保鲜脐橙果实内源 GA 含量的影响

赤霉素是一种生长促进型激素,有促进植物伸长生长和延缓衰老的作用<sup>[12]</sup>。由图 1 可知:在留树保鲜过程中,除了喷施 30 mg/L GA<sub>3</sub> 的果实内源 GA 含量一直下降外,其它处理的果实内源 GA 含量表现为先下降后上升,这可能是因为前期果实成熟内源 GA 含量下降,而树体继续供应养分促进了果实内源 GA 的产生;后期一直下降,并维持在一个相对稳定的水平。在留树保鲜第 60 d 之后,喷施 GA<sub>3</sub> 的果实内源 GA 含量均高于对照,可见 GA<sub>3</sub> 处理能有效延缓果实内源 GA 的降解。其中 20 mg/L GA<sub>3</sub> 处理留树保鲜后期果实内源 GA 含量相对较高,变化也较平缓,效果最好。

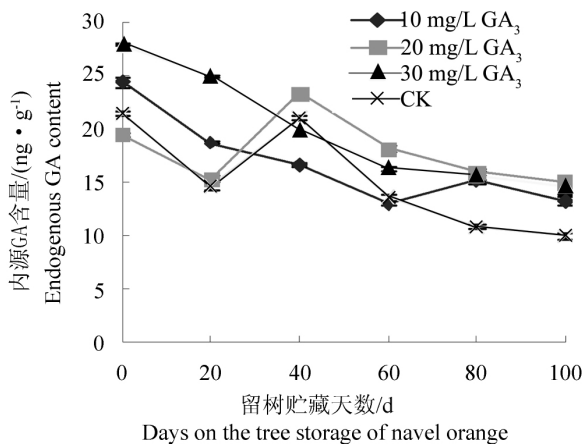


图 1 留树保鲜脐橙果实内源 GA 含量的变化

Fig.1 Changes of endogenous GA content of navel orange fruits during on - tree storage

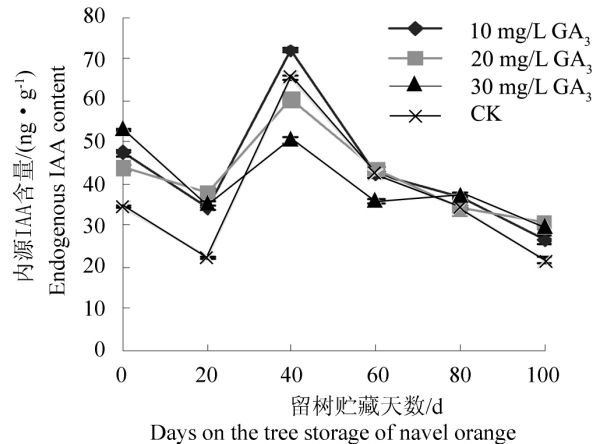


图 2 留树保鲜脐橙果实内源 IAA 含量的变化

Fig.2 Changes of endogenous IAA content of navel orange fruits during on - tree storage

### 2.2 喷施 GA<sub>3</sub> 对留树保鲜脐橙果实内源 IAA 含量的影响

生长素的生理功能主要是促进细胞伸长,促进生根,诱导花芽分化。由图 2 可知:在整个留树保鲜过程中各处理内源 IAA 含量的变化均是先缓慢下降后迅速上升至最高峰后下降,且后期波动较小。在留树保鲜第 20 d 之前,喷施 GA<sub>3</sub> 的果实内源 IAA 含量均明显高于对照;而在留树保鲜第 80 d 之后,喷施 GA<sub>3</sub> 的果实内源 IAA 含量亦均高于对照,但不同浓度 GA<sub>3</sub> 处理之间差异不明显。

### 2.3 喷施 GA<sub>3</sub> 对留树保鲜脐橙果实内源 ZRs 含量的影响

由图 3 可知:在整个留树保鲜过程中,各处理内源 ZRs 含量的变化均是在留树保鲜第 40 d 之前有

个先下降后上升的过程,然后逐渐下降,后期波动较小。在留树保鲜第 80 d 之后,喷施 GA<sub>3</sub> 的果实内源 ZRs 含量均高于对照。在所有的试验处理中,喷施 20 mg/L GA<sub>3</sub> 的果实内源 ZRs 含量的变化趋势较平缓,且后期含量相对较高,效果最好,而 10 mg/L GA<sub>3</sub> 与 30 mg/L GA<sub>3</sub> 处理间差异不明显。

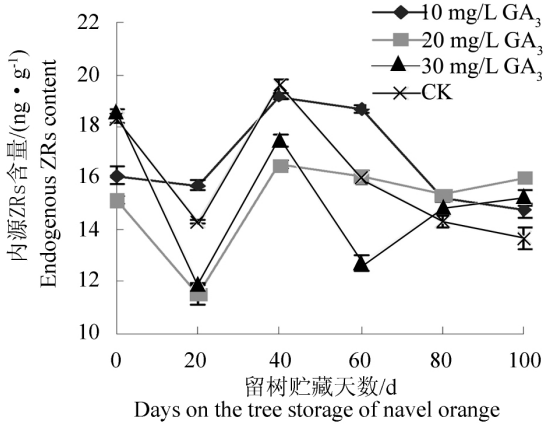


图 3 留树保鲜脐橙果实内源 ZRs 含量的变化

Fig. 3 Changes of endogenous ZRs content of navel orange fruits during on - tree storage

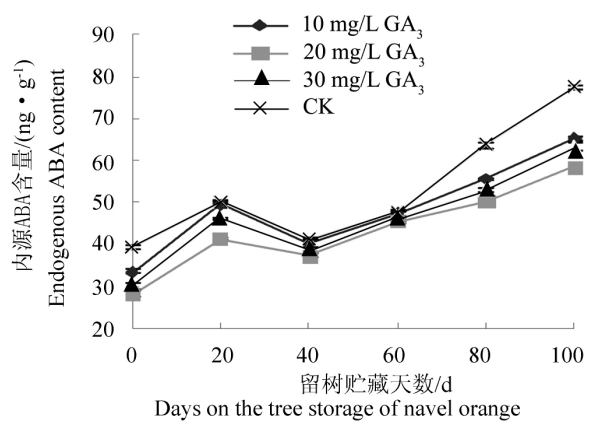


图 4 留树保鲜脐橙果实内源 ABA 含量的变化

Fig. 4 Changes of endogenous ABA content of navel orange fruits during on - tree storage

### 2.4 喷施 GA<sub>3</sub> 对留树保鲜脐橙果实内源 ABA 含量的影响

ABA 有加速植物衰老和促进气孔关闭的生理效应。当植物受到逆境胁迫时,体内 ABA 含量会急剧上升以提高植物的抗逆性<sup>[13]</sup>。由图 4 可知:在留树保鲜的前 40 d,各处理内源 ABA 含量有个先上升后下降的过程,这可能跟果实成熟后内源 ABA 含量增加而后树体继续供应营养和喷施的植物生长调节剂延缓了果实内源 ABA 累积有关;之后各处理果实内源 ABA 含量一直上升,且后期上升的速度明显加快。喷施 GA<sub>3</sub> 的果实内源 ABA 含量均低于对照,尤其在留树保鲜第 60 d 之后,差异明显。可见,喷施 GA<sub>3</sub> 能有效推迟果实内源 ABA 含量的累积。整个留树保鲜过程中,喷施 20 mg/L GA<sub>3</sub> 的果实内源 ABA 含量最低,效果最好。

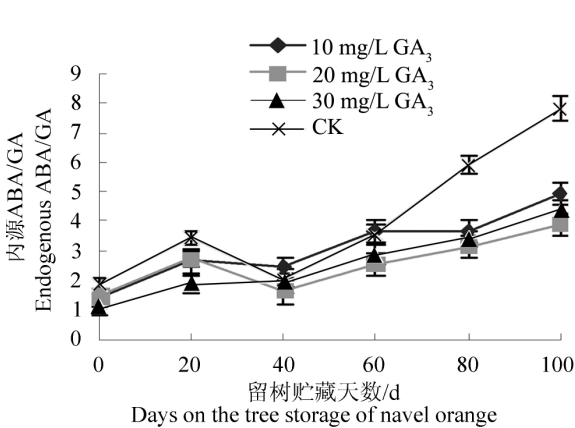


图 5 留树保鲜脐橙果实内源 ABA/GA 的变化

Fig. 5 Changes of endogenous ABA/GA of navel orange fruits during on - tree storage

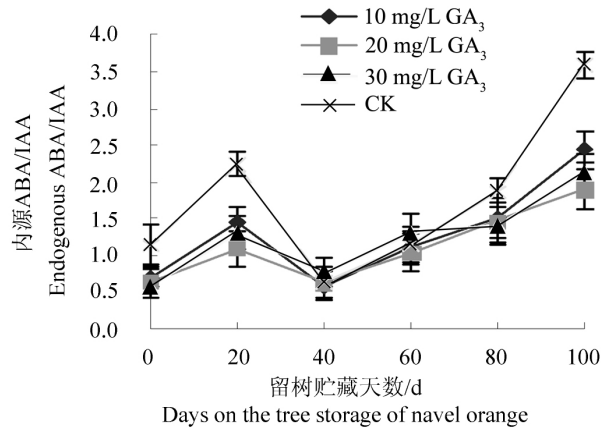


图 6 留树保鲜脐橙果实内源 ABA/IAA 的变化

Fig. 6 Changes of endogenous ABA/IAA of navel orange fruits during on - tree storage

### 2.5 脐橙留树保鲜过程中内源激素间平衡关系的变化及与落果率的关系

植物器官的生长、发育和衰老不仅仅取决于某一种激素的消长和其绝对浓度的变化,更重要的是各类激素间的平衡和相互作用,特别是生长抑制激素与生长促进激素间的比例及平衡<sup>[14]</sup>。由图 5、图 6 可以看出:各处理果实内源 ABA/GA 和 ABA/IAA 变化规律相似,均是在留树保鲜第 40 d 之前有个先上升后下降的过程,而后一直呈现上升的趋势,后期上升的速度明显加快。在留树保鲜第 60 d 之后,喷施 GA<sub>3</sub> 果实内源 ABA/GA 和 ABA/IAA 均明显低于清水对照,而这与留树保鲜过程中落果率的变化相吻合。

可见,喷施  $GA_3$  能有效降低果实内源 ABA 与 GA、IAA 之间的比例,并减少留树保鲜过程中的落果。因此推测脐橙留树保鲜过程中落果率的变化与生长抑制激素 ABA/GA 和 ABA/IAA 之间的平衡关系有关。

### 3 讨论

植物体的成熟衰老是一个复杂的生理生化过程,除受基因调控外,激素从不同方面不同程度地影响果实的成熟衰老<sup>[15]</sup>。多数研究者认为 CTK、IAA 和 GA 具有延缓衰老、抑制成熟的作用,本研究发现:随着留树保鲜脐橙果实的衰老,内源 GA、IAA、ZR<sub>s</sub> 含量在留树保鲜第 20 d 出现低谷后迅速上升,达到高峰后逐渐下降,且喷施  $GA_3$  能明显延缓其下降的速度 20~40 d,并在留树保鲜后期维持一个相对较高的水平;而内源 ABA 于留树保鲜第 20 d 后跃升出现高峰,说明果实已经成熟,内源 ABA 在迅速累积。内源 ABA 含量的变化与 GA、IAA、ZR<sub>s</sub> 的变化趋势刚好相反,说明在留树保鲜过程中生长抑制激素与生长促进激素之间是一种互为消长关系,喷施  $GA_3$  推迟了果实内源 ABA 的累积约 20 d。在留树保鲜过程中,ABA 可能参与果实的衰老过程,并抑制成熟衰老激素(如 IAA、GA、ZR<sub>s</sub> 等)的急剧下降,这是实现 ABA 累积、促进组织成熟衰老的前提条件之一。在留树保鲜第 60 d 之后,果实内源 ABA/GA 和 ABA/IAA 迅速上升,而这一结果与留树保鲜过程中落果率后期迅速上升的变化相吻合,因此推测内源 ABA/GA 和 ABA/IAA 的迅速上升加速了留树保鲜脐橙果实的成熟脱落。

在留树保鲜的后期,喷施  $GA_3$  的果实内源生长促进激素 GA、IAA、ZR<sub>s</sub> 均明显高于清水对照;而生长抑制激素 ABA、ABA/GA、ABA/IAA 及落果率则均明显低于清水对照。可见,喷施  $GA_3$  能够调节果实内源激素水平的变化,促进果实内源激素间的相互平衡,延缓果实的成熟衰老,这与张晋贤等<sup>[16]</sup>在脐橙留树保鲜上的研究有相似的结论。

#### 参考文献:

- [1] 余叔文, 汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 2 版. 北京: 科学出版社, 1998: 439 - 457.
- [2] Khader S E S A, Singh B P, Khan S A. Effect of  $GA_3$  as a postharvest treatment of mango fruit on ripening, amylase and peroxidase activity and quality during storage [J]. Scientia Horti Culturae, 1988, 36 (3): 261 - 266.
- [3] 周玉婵, 唐友林, 谭兴杰, 等. 采后 ABA、 $GA_3$  对芒果细胞壁降解酶、类胡萝卜素含量的作用 [J]. 植物生理学报, 1996, 22(4): 421 - 426.
- [4] 刘淑娟, 蒋跃明, 李月标, 等.  $GA_3$  对三华李采后色泽的影响 [J]. 园艺学报, 1994, 21(4): 320 - 322.
- [5] 郭香凤, 史国安, 张继澍. 采后杏果实色泽的转变及  $GA_3$  的延缓作用 [J]. 西北植物学报, 1999, 19(1): 162 - 165.
- [6] Dostal H C, Leopold A C. Gibberellin delays ripening of tomatoes [J]. Science, 1967, 15(8): 1279 - 1280.
- [7] 周会玲, 李维.  $GA_3$  处理对番茄采后耐贮性及品质的影响 [J]. 西北农业学报, 2002, 11(3): 101 - 103.
- [8] 黄森, 张继澍, 张院民. 赤霉素处理对采后柿果实乙烯生物合成的影响 [J]. 中国农学通报, 2006, 22(2): 88 - 90.
- [9] Afek U, Aharoni N, Carmeli S. A possible involvement of gibberellic acid in celery resistance to pathogens during storage [J]. Acta Horticulturae, 1994, 38(1): 583 - 587.
- [10] Yu T, Wu P G, Qi J J, et al. Improved control of postharvest blue mold rot in pear fruit by a combination of *Cryptococcus laurentii* and gibberellic acid [J]. Biological Control, 2006, 39: 128 - 134.
- [11] 李宗霖, 周燮. 植物激素及其免疫检测技术[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1996: 280 - 298.
- [12] 潘瑞炽, 李玲. 植物生长发育的化学控制[M]. 广州: 广东高等教育出版社, 1999.
- [13] Daie J, Campbell W F. Response of tomato plants to stressful temperatures [J]. Plant Physiology, 1981, 67: 26 - 29.
- [14] 陈金印, 陈明. 果实后熟衰老与植物激素的关系研究进展 [J]. 江西农业大学学报, 2003, 25(4): 537 - 543.
- [15] 丁长奎. 果实完熟过程中的激素调控 [J]. 植物生理学通讯, 1990(5): 5 - 9.
- [16] 张晋贤, 廖明安, 韩娟. 脐橙果实留树保鲜贮藏技术 [J]. 河北农业科学, 2007, 11(3): 96 - 97.

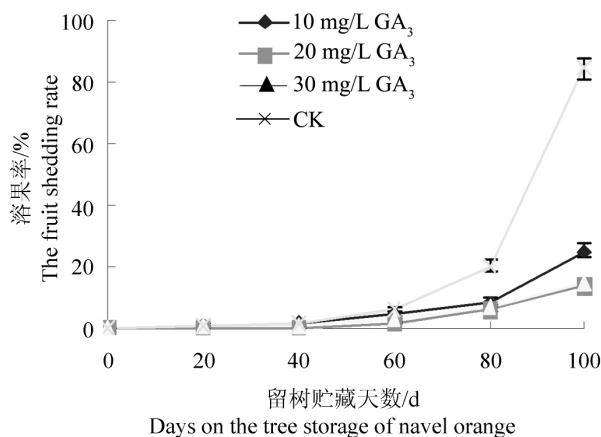


图 7 脐橙留树保鲜过程中落果率的变化

Fig. 7 Changes of the fruit shedding rate of navel orange during on-tree storage