

# 植物生长调节剂处理对黄冠梨糖、酸含量的影响

韩彦肖<sup>1</sup>, 王亚茹<sup>1</sup>, 刘树海<sup>2</sup>, 王永博<sup>1</sup>, 李晓<sup>1</sup>, 李勇<sup>1</sup>, 王迎涛<sup>1</sup>

(1. 河北省农林科学院 石家庄果树研究所 河北 石家庄 050061; 2. 河北省农林科学院 河北 石家庄 050051)

**摘要:**以黄冠梨果实为试验材料,研究不同植物生长调节剂对黄冠梨果实糖、酸含量及其变化的影响。结果表明:生长调节剂处理果实中糖、酸变化趋势与套3层袋的对照果实一致。在花后60~70 d, IAA和 $GA_{4+7}$ 处理果实中葡萄糖、果糖和可溶性糖含量显著高于套3层袋的对照果实,但果实成熟时,没有显著性差异。 $GA_3$ 和 $GA_{4+7}$ 处理蔗糖含量从花后100~110 d显著高于套3层袋的对照。果实成熟时, $GA_3$ 处理果实苹果酸和有机酸含量显著高于对照果实,NAA、IAA和 $GA_{4+7}$ 处理与对照无显著差异,不同类型生长调节剂处理对果实中莽草酸含量无显著影响。

**关键词:**梨; 植物生长调节剂; 酸; 糖

中图分类号:S661.01 文献标识码:A 文章编号:1000-7091(2012)增刊-0149-05

## Effects of Plant Growth Regulators on Contents of Sugar and Acid in Huangguan Pear Fruits

HAN Yan-xiao<sup>1</sup>, WANG Ya-ru<sup>1</sup>, LIU Shu-hai<sup>2</sup>, WANG Yong-bo<sup>1</sup>, LI Xiao<sup>1</sup>, LI Yong<sup>1</sup>, WANG Ying-tao<sup>1</sup>  
(1. Institute of Fruit Tree Research, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050061, China; 2. Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051, China)

**Abstract:** Huangguan pear was used to determine the effects of plant growth regulators on sugar and acid development. The result showed that: In different types of growth regulators treatment, the variation trends of different kind soluble sugar and organic acid content were similar to three layers bag. In the fruits of 60-70 days after flowering, the glucose, fructose and soluble sugar content in IAA and  $GA_{4+7}$  treated fruits were significantly higher than the fruit from three layers bag, but for the mature fruit, there was no significant difference. The sucrose content in  $GA_3$  and  $GA_{4+7}$  treatment was significantly higher than the control of fruit from three layers bag in the 100-110 days after flowering. In mature fruit, malic acid and organic acid content under the  $GA_3$  treatment was significantly higher than with bagged fruit, which in NAA, IAA and  $GA_{4+7}$  treatments was no significant difference compared with control; different types of growth regulators treatments had not significantly effect on the shikimic acid content in fruits.

**Key words:** Pear; Plant growth regulators; Acid; Sugar

黄冠梨是以雪花梨与新世纪杂交培育而成的优良品种,集早熟、品质优、丰产、高抗黑星病等优良特性于一身,已被河北、天津、江苏等省(市)大面积栽培,是我国北方发展迅速的优良品种之一。植物生长调节剂在调控植物的生长发育<sup>[1-2]</sup>、光合作用<sup>[3]</sup>、碳水化合物的运输与分配等方面均具有重要作用<sup>[4]</sup>,其对植物体果实生长、各器官的可溶性糖及淀粉含量均具有一定的影响,作为一种提高果实品

质的重要调节物质,在梨<sup>[5-6]</sup>、草莓<sup>[7]</sup>、苹果<sup>[8]</sup>、葡萄<sup>[9-10]</sup>上均有应用。李运合等<sup>[11]</sup>研究表明, $GA_3$ 处理使得菠萝可溶性总糖显著提高,果汁pH值则有所降低,但可溶性固形物及Vc含量等没有显著变化。关军锋<sup>[12]</sup>研究发现,套袋黄冠梨使用膨大剂( $GA_3$ )后,膨大剂可显著促进果实生长,在促进果实成熟方面效果明显,并能增加果肉固/酸比,有机酸含量降低。Antognozzi等<sup>[13]</sup>认为,CPPU能改善猕猴桃

收稿日期:2012-08-15

基金项目:国家梨产业技术体系白梨育种岗位(CARS-29-05)

作者简介:韩彦肖(1966-),女,河北辛集人,副研究员,主要从事梨栽培技术研究。

通讯作者:王迎涛(1964-),男,河北辛集人,研究员,博士,主要从事梨育种及果树生理研究。

桃果实碳水化合物的代谢,增加生长期可溶性糖,提高果实品质。本试验旨在探讨植物生长调节剂处理对黄冠梨发育过程中糖、酸含量变化规律的影响,以为合理利用植物生长调节剂、提高果实综合品质提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验于 2007—2008 年在河北省石家庄果树研究所梨园内进行。梨园内土壤为黄壤土, pH 值 7.26, 速效氮 105.7 mg/kg, 速效磷 7.49 mg/kg, 速效钾 85.6 mg/kg, 土壤交换性钙 3.97 g/kg, 总钙 10.52 g/kg。供试品种为 8 年生的黄冠梨, 栽植株行距 3 m × 4 m, 树势中庸, 生长发育正常, 常规田间管理。选取大小基本一致的幼果, 于花后 13 周分别连续喷施浓度为 20 mg/L 的 IAA、NAA、GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4+7</sub>, 花后 30 d 套透光率为 0 的灰纸 + 黑纸 + 白绵纸 3 层纸袋。以未喷施生长调节剂的幼果于花后 30 d 套上述 3 层纸袋果实作为对照。然后于花后 40 d 开始, 每次每株树取 10 个果, 将果实清洗干净, 削取果皮, 用液态氮处理后冷冻。

### 1.2 试验方法

将果实样品用液氮研磨成粉末状, 取 0.5 g 于离心管中, 加入 80% 的乙醇(色谱纯), 重复 3 次。在水浴恒温振荡器(华普达, SHA-B) 37℃ 下水浴 30 min, 再在高速冷冻离心机上离心(12 000 r/min, 12℃) 5 min, 将上清液倒出, 重复 3 次, 最后定容至 10 mL 容量瓶中。用高效液相色谱法测定果糖、葡萄糖、蔗糖、苹果酸和莽草酸的含量<sup>[14]</sup>。分析柱为

YMC-Park NH<sub>2</sub> 柱(250 × 4.6 mmID), 流动相为 80% 的乙腈, 水为超纯水, Waters 2414 示差折光检测器, 流速 1 mL/min, 柱温为 37℃, 外标峰面积法。

在有机酸含量的计算中以苹果酸和莽草酸合计。

试验数据采用 SAS 分析软件进行方差分析, 采用 Duncan 新复极差检验方法进行多重比较  $P < 0.05$ 。

## 2 结果与分析

### 2.1 生长调节剂处理对黄冠梨果实中糖含量的影响

2.1.1 生长调节剂处理对黄冠梨果实中葡萄糖含量的影响 从图 1-A 中可以看出, NAA 和 IAA 处理果实中葡萄糖含量变化与对照果实基本一致。从花后 50 ~ 80 d, 果实中葡萄糖逐步增加, 从花后 80 d 开始, 其含量稳定在一定水平, 变化幅度较小。IAA 处理从花后 50 ~ 90 d, 其含量高于对照果实, 其中花后 60 ~ 70 d, 差异达到显著水平。以后随果实发育, IAA 处理与对照果实基本相同, 没有显著差异。NAA 处理则在花后 50 ~ 80 d 与对照果实基本相同, 无显著差异。花后 80 d, 其含量显著低于 IAA 处理和对照果实。

GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4+7</sub> 处理果实中葡萄糖含量变化与 NAA 和 IAA 处理类似(图 1-B), 呈现逐渐增加的趋势。在花后 60 ~ 70 d, GA<sub>4+7</sub> 处理显著高于对照果实, 以后则与 GA<sub>3</sub> 处理一样低于对照果实, 但无显著性差异。

IAA 和 GA<sub>4+7</sub> 处理显著增加了果实发育前期果实中葡萄糖的含量, 后期则与 GA<sub>3</sub> 处理一样, 与对照果实间无显著差异, 而 NAA 处理在果实发育后期则降低了果实中葡萄糖的含量。

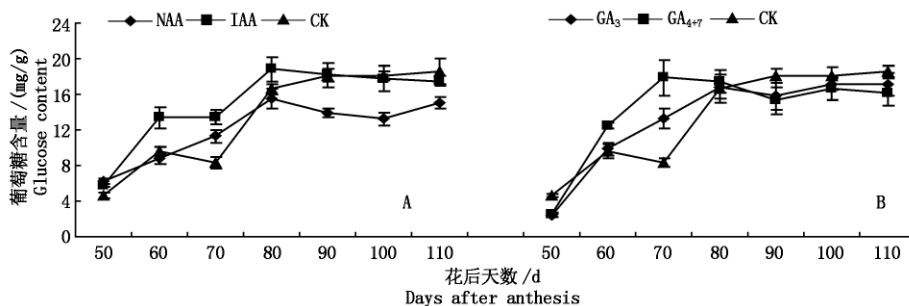


图 1 不同植物生长调节剂处理果实中葡萄糖的含量

Fig. 1 Variation of glucose content of fruits

2.1.2 生长调节剂处理对黄冠梨果实中蔗糖含量的影响 不同生长调节剂处理果实中蔗糖含量(以鲜质量计)变化同对照果实一样,在花后 50 ~ 80 d, 其含量较低,变化也不明显,之后随果实发育其含量逐渐增加(图 2-A, B)。在花后 50 ~ 90 d, 不同生长调节剂处理后蔗糖含量均较低于对照果实,但无显著差异。随果实发育, GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4+7</sub> 处理果实中蔗糖

含量迅速增加,其含量也均显著高于对照果实,而 NAA 和 IAA 处理与对照果实间无显著差异。

2.1.3 生长调节剂处理对黄冠梨果实中果糖含量的影响 不同类型生长调节剂处理果实中果糖含量(以鲜质量计)变化与对照果实基本一致(图 3-A, B),从花后 50 d 开始逐渐升高,于果实成熟时达到最高。NAA 和 GA<sub>3</sub> 处理果实中果糖含量与对照果

实含量无显著性差异。IAA 处理含量高于对照果实, 其中花后 60 ~ 70 d 差异达到显著水平。GA<sub>4+7</sub>

处理也于花后 50 ~ 70 d 显著高于对照果实, 之后低于对照果实, 但无显著性差异。

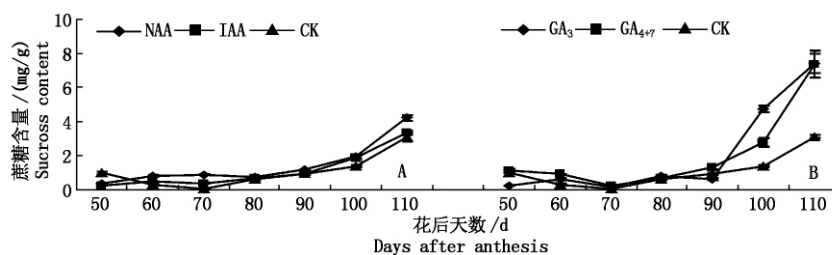


图 2 不同植物生长调节剂处理果实中蔗糖的含量

Fig. 2 Variation of sucrose content of fruits

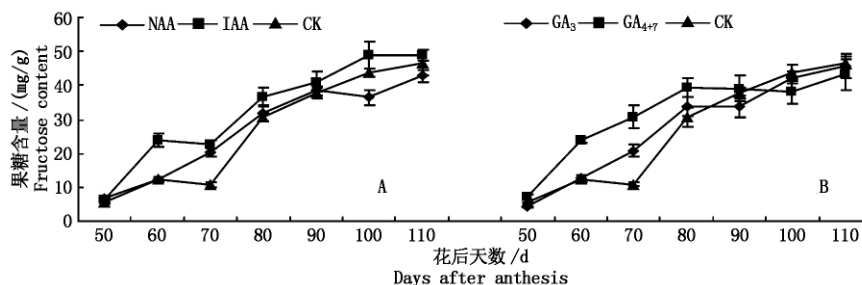


图 3 不同植物生长调节剂处理果实中果糖的含量

Fig. 3 Variation of fructose content of fruits

2.1.4 生长调节剂处理对黄冠梨果实中可溶性糖含量的影响 不同类型生长调节剂处理果实中可溶性糖含量(以鲜质量计)变化与果糖含量变化趋势一致(图 4-A, B), 也呈现逐渐增加的趋势。可溶性

糖含量 IAA 和 GA<sub>4+7</sub> 处理在花后 60 ~ 70 d 显著高于对照果实, 之后 IAA 处理仍高于对照, 而 GA<sub>4+7</sub> 处理却低于对照, 但与 NAA 和 GA<sub>3</sub> 处理一样, 与对照果实没有显著性差异。

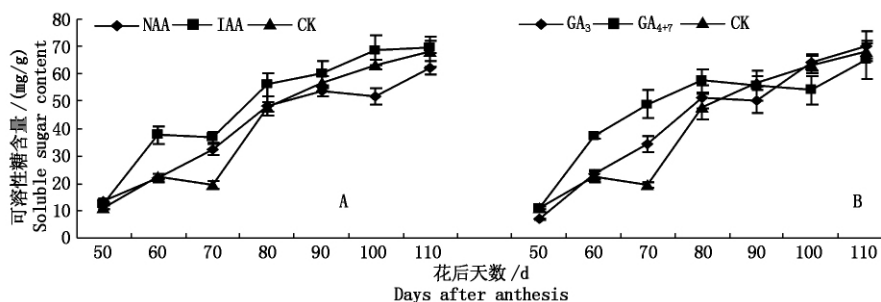


图 4 不同植物生长调节剂处理果实中可溶性糖的含量

Fig. 4 Variation of soluble sugar content of fruits

2.2 生长调节剂处理对黄冠梨果实中有机酸含量的影响

2.2.1 生长调节剂处理对黄冠梨果实中苹果酸含量的影响 如图 5-A 所示, NAA 和 IAA 处理果实中苹果酸含量(以鲜质量计)变化与对照果实基本一致, 从花后 50 d 到花后 70 d, 其含量逐渐下降, 但变化幅度较小。从花后 70 ~ 90 d, 不同生长调节剂处理苹果酸含量迅速下降, 于花后 90 d 出现低谷, 之后又升高并于花后 100 d 出现小高峰。NAA 和 IAA 处理与对照相比, 果实中苹果酸含量高于对照, 除花后 80 d 外, 其他发育时期均无显著差异。

GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4+7</sub> 处理果实中苹果酸含量变化趋势也与对照一样, 总体上呈逐渐下降的趋势(图 5-B)。

但在变化的时间上存在一定的差异, GA<sub>3</sub> 处理从花后 40 ~ 90 d 一直呈缓慢下降, 之后又升高并于花后 100 d 出现小高峰, 在果实成熟时, 显著高于对照果实, 其他发育时期则无显著性差异。GA<sub>4+7</sub> 处理从花后 40 ~ 80 d 含量稳定, 之后随果实发育成熟而逐渐下降。在果实成熟时, 与对照间无显著差异。

在花后 80 d 以前, 以 IAA 处理苹果酸含量为最高, 其中在花后 50 ~ 60 d IAA 处理显著高于其他处理, 而其他处理间无显著差异。从花后 90 d 开始, GA<sub>3</sub> 处理高于其他处理, 在果实成熟时, 显著高于对照, 与其他处理间无显著差异。

2.2.2 生长调节剂处理对黄冠梨果实中莽草酸含量的影响 从图 6-A 可以看出, NAA 和 IAA 处理果

实莽草酸含量(以鲜质量计)变化与对照果实一致,随着果实的发育和生长,其含量逐渐下降。在果实成熟时,其含量仅为 0.08、0.13 mg/g。在花后 80 d

时,NAA 处理显著低于对照,NAA 和 IAA 处理间无显著性差异。

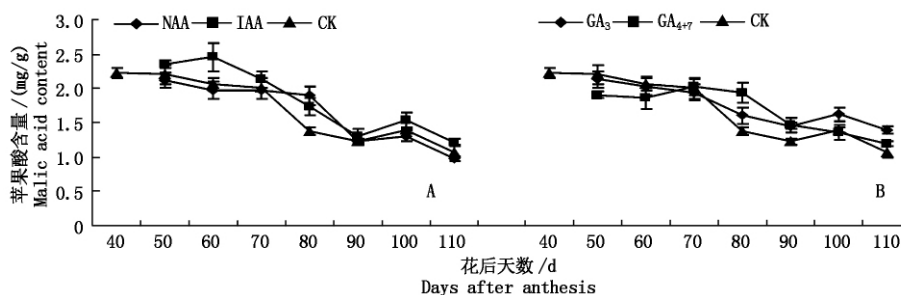


图5 不同植物生长调节剂处理果实中苹果酸含量变化

Fig. 5 Variation of malic acid content

GA<sub>3</sub>和GA<sub>4+7</sub>处理果实中莽草酸含量变化与NAA和IAA处理基本一致(图6-B),呈现逐渐下降的趋势。花后80 d时,GA<sub>3</sub>和GA<sub>4+7</sub>处理果实中莽

草酸含量显著低于对照,从花后80 d以后,低于对照但无显著性差异,且不同生长调节剂处理也无显著性差异。

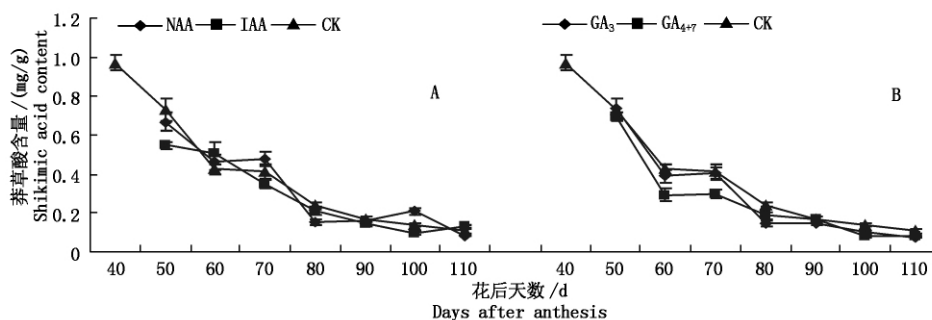


图6 不同植物生长调节剂处理果实中莽草酸含量变化

Fig. 6 Variation of shikimic acid content

2.2.3 生长调节剂处理对黄冠梨果实中有机酸含量的影响 如图7-A所示,NAA和IAA处理果实中有机酸含量(以鲜质量计)变化趋势与对照一致,从花后50 d开始逐渐下降,于花后90 d出现低谷,然后出现小幅升高,在果实成熟时含量最低。在花后80 d时,NAA和IAA处理显著高于对照果实,其他

发育期间各处理无显著差异。

GA<sub>3</sub>和GA<sub>4+7</sub>处理果实中有机酸含量呈逐渐下降,也于花后100 d出现小高峰(图7-B)。从花后80 d开始,GA<sub>3</sub>和GA<sub>4+7</sub>处理果实中有机酸含量高于对照果实。在果实成熟时,GA<sub>3</sub>处理显著高于对照,GA<sub>4+7</sub>处理与对照间无显著性差异。

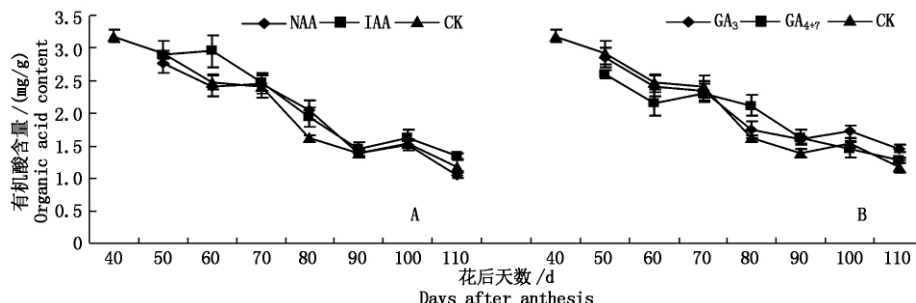


图7 不同植物生长调节剂处理果实中有机酸含量变化

Fig. 7 Variation of organic acid content

### 3 讨论

果实果肉中所含的糖、酸在很大程度上决定着果实的品质。高酸低糖的果实口感过酸,低酸高糖的果实口感淡薄,都不符合果实高品质要求。本试验

中,不同处理果实中的糖含量变化均呈现上升趋势,这是因为梨果实中糖的积累方式为中间型,生长前期为淀粉积累,后期则以淀粉降解转化为糖所致<sup>[15-17]</sup>。不同处理的果实酸含量呈下降趋势,原因可能是酸的分解和随着果实的增大水分增加而产生

的稀释作用<sup>[18]</sup>。

果实中糖的积累受到内源激素、果实库强、韧皮部卸载、跨膜运输、碳水化合物代谢及相关酶活性等方面的调控<sup>[19]</sup>。梨果实中的糖来自叶片光合作用的同化产物,光合同化产物以山梨醇为主要的运输形式进入果实<sup>[20]</sup>。植物生长调节剂是人工合成的与植物功能激素相似的物质,生长调节剂处理影响了果实内源激素的水平,增加果实内可溶性糖的含量<sup>[21]</sup>。

IAA 和 NAA 均为生长素类激素,其诱导生长是通过增加细胞壁的可塑性实现的,在细胞伸长时不断有新原生质成分和细胞壁物质合成,使细胞壁扩展,细胞体积才能扩大,而 GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4+7</sub> 为赤霉素类,其通过影响生长素的水平对植物生长起到促进作用。试验中 IAA 和 GA<sub>4+7</sub> 促进了果实发育前期葡萄糖、果糖和可溶性糖含量积累,GA<sub>3</sub> 和 GA<sub>4+7</sub> 增加了果实发育后期蔗糖含量。GA<sub>3</sub> 处理增加了果实苹果酸和有机酸含量,其他生长调节剂则对酸没有显著影响。

植物生长调节剂本身不是营养成分,不同生长调节剂表现出不同的效应,其效果与品种、试验地点、品种和药剂浓度等因素有关,深入阐明生长调节剂的生理功能及作用机理,在生产科学配置基础上合理利用植物生长调节剂,将大幅度提高果树品质与产量。

#### 参考文献:

- [1] Flore J A, Lakso A N. Environmental and physiological regulation of photosynthesis in fruit crops [J]. Horticultural Reviews, 1989, 11: 111 - 146.
- [2] Perkins V P. Growth and ripening of strawberry fruit [J]. Horticultural Reviews, 1995, 17: 267 - 297.
- [3] Ookawa T, Naruoka Y, Sayama A *et al.* Cytokinin effects on ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase Oxygenase and Nitrogen partitioning in rice during ripening [J]. Crop Science, 2004, 44(6): 2107 - 2115.
- [4] Poling S M, Hsu W J, Koehn F J. Chemical regulation of carotenoid biosynthesis. Part 10. Chemical Induction of  $\beta$ -carotene biosynthesis [J]. Photochemistry, 1977, 16(5): 551 - 555.
- [5] 王 旭, 苗兴启, 曲柏宏. 钙及萘乙酸对苹果梨果实品质的影响 [J]. 河南农业科学, 2008(4): 100 - 101.
- [6] 王少敏, 魏树伟, 王杰军, 等. 施肥、浇水和赤霉素不同处理对丰水梨果实品质的影响 [J]. 山东农业科学, 2011, 4: 48 - 49.
- [7] 单守明, 刘国杰, 李绍华, 等. 秋季叶面喷施 IAA、6-BA 或 GA<sub>3</sub> 对草莓植株的影响 [J]. 果树学报, 2007, 24(4): 545 - 548.
- [8] 盛宝龙, 常有宏, 于沐彦, 等. CPPU + GA 对苹果和梨果实品质的影响 [J]. 江苏农业科学, 1998(4): 51 - 53.
- [9] 陶建敏, 章 镇, 程建芬, 等. GA<sub>3</sub> 和 CPPU 对维纳斯葡萄果实生长的影响 [J]. 中国南方果树, 2001(06): 50 - 51.
- [10] 谢 周, 李小红, 程媛媛, 等. 赤霉素对魏可葡萄果穗及果实生长的影响 [J]. 江西农业学报, 2010, 22(1): 50 - 53.
- [11] 李运合, 孙光明. 喷施外源 CPPU 和 GA<sub>3</sub> 对菠萝果实品质的影响 [J]. 热带作物学报, 2009, 31(9): 1252 - 1255.
- [12] 关军锋, 马文会, 及 华, 等. 套袋和膨大剂对黄冠梨钙、果胶含量和果实品质的影响 [J]. 科技导报, 2008, 26(21): 73 - 76.
- [13] Antognozzi E, Battistelli A, Famiani F *et al.* Influence of CPPU on carbohydrate accumulation and metabolism in fruits of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) [J]. Scientia Horticulture, 1996(65): 37 - 47.
- [14] 胡志群, 王慧聪, 胡桂兵. 高效液相色谱测定荔枝果肉中的糖、酸和维生素 C [J]. 果树学报, 2005, 22(5): 33 - 35.
- [15] 陈露露, 王 涛, 黄雪燕, 等. 大棚翠冠梨果实糖积累及蔗糖代谢相关酶活性的研究 [J]. 果树学报, 2011, 28(3): 400 - 405.
- [16] 王 亚. 丰水梨果实发育及贮藏期的品质变化研究 [D]. 南京: 南京农业大学, 2006.
- [17] 陈俊伟, 张上隆, 张良诚. 果实中糖的运输代谢与积累及其调控 [J]. 植物生理与分子生物学学报, 2004, 30(1): 1 - 10.
- [18] 王芳芳. 黄金梨与鸭梨果实成熟期糖和酸含量变化的研究 [J]. 食品科技, 2010, 35(1): 60 - 62.
- [19] 吕英民, 张大鹏. 果实发育过程中糖的积累 [J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(3): 258 - 265.
- [20] Beruter J, Studer Feusi M E, Ruedi P. Sorbitol and sucrose partitioning in the growing apple fruit [J]. Plant Physiol, 1997, 151: 269 - 276.
- [21] 张石城, 刘祖祺. 植物化学调控原理与技术 [M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1999: 2 - 37.