

陈婷, 黄新忠, 刘鑫铭, 等. 钙处理对黄花梨主要贮藏品质指标的影响 [J]. 福建农业学报, 2012, 27 (7): 728-733.

CHEN T, HUANG X-Z, LIU X-M, et al. Effects of Calcium on Main Storage Quality Indices of *Pyrus pyrifolia* var. Huanghua [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2012, 27 (7): 728-733.

## 钙处理对黄花梨主要贮藏品质指标的影响

陈 婷, 黄新忠, 刘鑫铭, 雷 龑, 陈小明, 蔡盛华, 陈义挺

(福建省农业科学院果树研究所, 福建 福州 350013)

**摘 要:** 以黄花梨为试材, 通过采前叶面喷施高活性钙镁肥、有机螯合钙以及叶面喷施结合根际灌施高活性钙镁肥、有机螯合钙等措施, 探讨钙处理对黄花梨贮藏效果的影响。结果表明, 黄花梨在 16℃ 贮藏条件下, 与对照相比, 各施钙处理均极显著降低果实失水率、腐烂率, 极显著增加果实硬度、总糖、总酸及可溶性固形物含量; 除叶施高活性钙镁肥处理外, 各施钙处理的 Vc 含量均显著高于对照。综合比较各钙处理的施用效果, 采前叶施高活性钙镁肥处理的果实失水率及果实硬度极显著优于其他处理; 叶施结合根施有机螯合钙处理的果实腐烂率极显著低于其他处理。

**关键词:** 黄花梨; 钙处理; 贮藏; 品质

**中图分类号:** S 661.2

**文献标识码:** A

### Effects of Calcium on Main Storage Quality Indices of *Pyrus pyrifolia* var. Huanghua

CHEN Ting, HUANG Xin-zhong, LIU Xin-ming, LEI Yan, CHEN Xiao-ming, CAI Sheng-hua, CHEN Yi-ting

(Fruit Research Institute, Fujian Academy of Agricultural Science, Fuzhou, Fujian 350013, China)

**Abstract:** Huanghua pear was used as materials to study the effects of calcium on its storage quality. The treatments were consisted of high active Ca and Mg、organic chelating calcium spraying as foliage fertilizer or with combination of foliage fertilizer and rhizosphere fertilizer before harvest. The results showed that, comparing to the contrast, all calcium treatments significantly reduced the water loss rate and rot rate, and significantly increased the fruit firmness and contents of total sugar, total acid and soluble solids of Huanghua pear when stored at 16℃. The Vc contents were significantly higher than the contrast except the treatment with high active Ca and Mg as foliage fertilizer. With comprehensive comparisons among all treatments, the treatment with high active Ca and Mg as foliage fertilizer pre-harvest had significantly better water loss rate and fruit firmness, and the treatment with organic chelating calcium as both foliage and rhizosphere fertilizer had significantly lower fruit rot rate than other treatments.

**Key words:** Huanghua pear; calcium treatment; storage; qualities

黄花梨 *Pyrus pyrifolia* var. huanghua 属砂梨系统, 硬脆多汁, 风味甜美, 其成熟采收期为炎热的高温季节, 采后生理生化变化剧烈, 易受病原微生物侵染, 导致果实不耐贮藏, 易发生肉质绵软、风味寡淡、果实腐烂、品质下降。钙作为植物生长的重要矿质元素, 对果实采后品质变化、耐贮性以及相关生理生化均具重要作用。钙处理对提高果实品质、增强贮藏效果的作用已在枣<sup>[1-2]</sup>、樱桃<sup>[3]</sup>、

李<sup>[4]</sup>、桃<sup>[5-6]</sup>、树莓<sup>[7]</sup>等果实上得到证实, 较高水平的钙有利于保持果实硬度, 降低呼吸速率, 延长果实贮藏寿命<sup>[8]</sup>, 在苹果发育期喷 0.5% 氯化钙或硝酸钙溶液 3~5 次, 并在采后用 0.75%~1.00% 的氯化钙或硝酸钙浸泡 1~2 min 能明显降低生理病害发生, 延长贮藏时间<sup>[9]</sup>。在黄花梨保鲜方面, 已有关于气调<sup>[10]</sup>、水杨酸<sup>[11]</sup>、采后钙处理<sup>[12]</sup>、涂膜<sup>[13]</sup>及臭氧<sup>[14]</sup>等处理对黄花梨贮藏影响的研究,

收稿日期: 2012-02-18 初稿; 2012-05-08 修改稿

作者简介: 陈婷 (1985-), 女, 研究实习员, 主要从事果品贮藏及采后生理生化研究 (E-mail: shenmeacting@126.com)

通讯作者: 黄新忠 (1962-), 男, 研究员, 主要从事果树栽培生理与技术研究 (E-mail: hxx0117@163.com)

基金项目: 福建农业科学院科技下乡“双百”行动项目 (sbmx1101)

但尚未见采前钙处理对黄花梨主要品质影响的报道。本试验通过对黄花梨采前进行不同钙处理,探索施钙对黄花梨采后果实主要品质指标的影响,以期为黄花梨贮藏技术研究提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料与方法

黄花梨产于福建省建宁县果树示范场,树龄17年,园内红壤土,果园管理情况良好。选取长势中庸且较为一致的树体进行采前施钙处理。钙肥选择高活性钙镁肥(江西德嘉生物技术有限公司)和有机螯合钙(广州植物龙生物技术有限公司)2种产品,共设5个处理:①采前喷施1 000倍液高活性钙镁肥;②采前喷施1 000倍液有机螯合钙;③采前叶面喷施结合根际灌施1次1 000倍液高活性钙镁肥;④采前叶面喷施结合根际灌施1次1 000倍液有机螯合钙;⑤采前不施用任何钙肥,清水喷施(CK)。各处理于谢花后至采果前期间实施3次(4月5日;5月27日;6月18日);其中处理①②3次施钙肥方式均为人工背壶叶面喷施,处理③④在第3次(6月18日)喷施钙肥的同时进行根际浇灌钙肥。每处理设3个小区,每小区3株黄花梨,共计45株,各处理间以3株梨树作为隔离(隔离用树未计入试验用树数量),以防各处理钙肥施用产生相互影响;钙肥施用后对各处理进行挂牌标识;其他均为常规田间管理。

试验果实于2011年7月19日采收(果实八成成熟),每处理选择树冠外围155个无病虫害、无机械损伤、大小相近的健康果实,采摘时戴手套,轻拿轻放,以防止机械损伤。果实采收后于16℃贮藏,通过空调控温、温度计计温的方式模拟果商贮藏黄花梨的阴凉环境。

### 1.2 测定项目及方法

在贮藏0、6、12、15、18、21 d时分别测定果实的硬度,可溶性固形物、总糖、总酸、Vc含量以及单果重。

果实单果重:在每个处理中随机选取10个无病虫害、无机械损伤的健康果实并作标记,在贮藏不同天数后分别称量单果重并考察失水情况,果实失水率(%)=[(贮藏前单果重-测定时单果重)×100]/贮藏前单果重;果实腐烂率(%)=(腐烂果实数/总果数)×100%;果实硬度用手持果实硬度计测定,随机选取7个健康果实,在横径上取相对2点测定,取平均值;可溶性固形物含量用手持折光仪测定;总糖、总酸、Vc含量分别采用斐

林测定法、酸碱中和滴定法和氧化还原滴定法,随机选取的7个健康果实榨汁,混合均匀后取适量进行测定。

### 1.3 数据分析

试验数据用Excel软件进行方差分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同钙处理对黄花梨采后贮藏过程失水率的影响

果实采收后生命活动并未终止,其呼吸作用及蒸腾作用会导致失水、失重,影响了果实的外观与内在品质。图1显示,黄花梨失水率与贮藏时间呈正相关,贮藏过程单果重不断下降,至贮藏结束时,果实平均单果重均明显低于贮藏前单果重。方差分析表明(表1),贮藏结束时各施钙处理的果实失水率均极显著低于对照果,且各处理间差异也极显著,其中以采前喷施高活性钙镁肥的失水率最低。进一步分析可知,黄花梨果实在贮藏初期以及贮藏末期失水率的增幅较贮藏中期更为明显,这可能是贮藏初期果实表现出对贮藏环境适应的应激反应,而贮藏末期失水率的急剧上升可能是果实衰老进程所致。

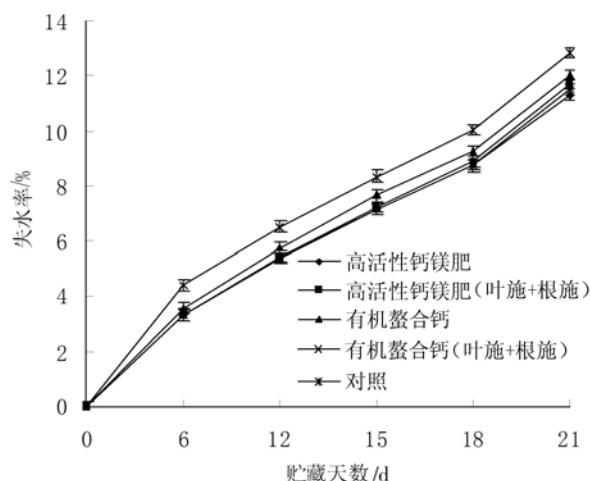


图1 不同钙处理条件下黄花梨采后贮藏过程失水率的变化

Fig. 1 Changes in water loss rate of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

### 2.2 不同钙处理对黄花梨采后贮藏过程果实腐烂率的影响

腐烂率是衡量果实贮藏效果的重要指标。不同钙处理对黄花梨果实腐烂率的影响显示(图2),钙处理能有效降低黄花梨果实贮藏腐烂率,采后贮

藏 6 d 后, 对照组的腐烂率在 3% 以上, 高于各处理组; 贮藏 12 d 后, 各试验果腐烂数开始明显增加, 但对照组腐烂率增加最快。至贮藏 21 d 时, 各处理的腐烂率为 28.33%~48.33%, 而对照组高达 53.33%。方差分析表明 (表 1), 贮藏结束时各钙处理的果实腐烂率均极显著低于对照, 其中有机螯合钙叶面喷施结合根际灌施的处理表现最佳, 至贮藏结束时腐烂率为 28.33%, 极显著低于其他各处理, 表明钙处理对增加黄花梨贮藏期间好果率、降低腐烂率具有明显作用。

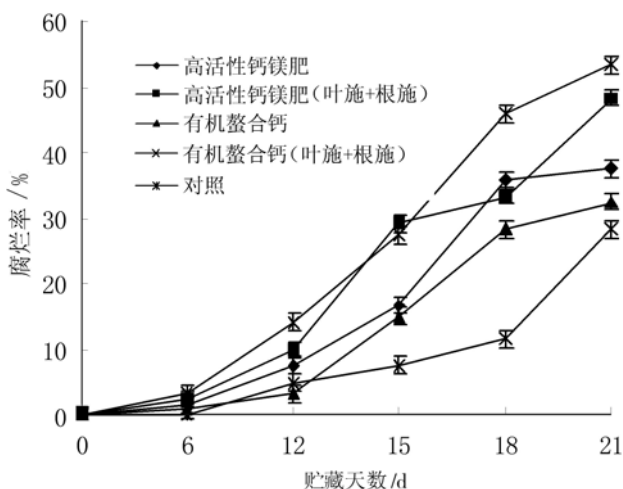


图 2 不同钙处理条件下黄花梨采后贮藏过程腐烂率的变化

Fig. 2 Changes in rot rate of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

### 2.3 不同钙处理对黄花梨采后贮藏过程果实硬度的影响

试验结果表明 (图 3), 随着贮藏时间的延长, 黄花梨果实硬度呈现下降趋势, 其中对照组梨果实硬度下降幅度最大。方差表明 (表 1), 各处理组的梨果实硬度均明显高于对照, 可见采前施钙在一定程度上增加果实硬度, 同时有利于延缓果实硬度的下降。这是由于钙能增强细胞膜的稳定性, 减小其渗透性, 从而提高了果实硬度<sup>[15]</sup>。在延缓果实的软化效果上, 采前叶面喷施高活性钙镁肥表现最佳, 有机螯合钙叶面喷施结合根际灌施处理表现居次。

### 2.4 不同钙处理对贮藏期间黄花梨果实总糖含量的影响

图 4 显示, 贮藏期间黄花梨果实中总糖含量先小幅上升, 贮藏至第 15 d 时, 各处理总糖含量达到峰值, 而后逐渐下降, 但均高于贮藏前的总糖含

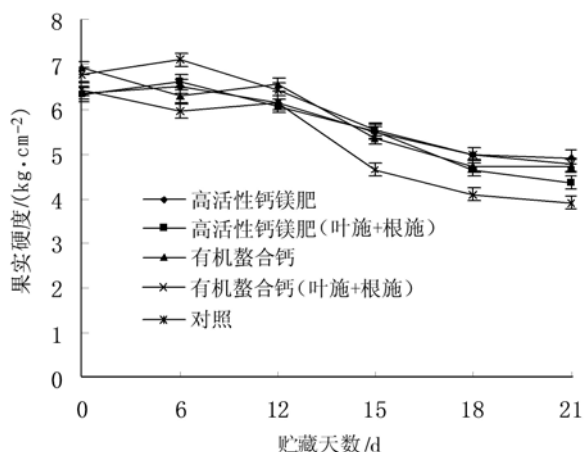


图 3 不同钙处理条件下黄花梨采后贮藏过程果实硬度的变化

Fig. 3 Changes in fruit firmness of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

量。这种先升后降的现象可能是因为果实采摘时成熟度为八成, 贮藏过程中梨果实要经过一个后熟的过程, 同时由于失水作用, 表现为总糖浓度的升高, 而后随着衰老的加剧, 总糖作为一种能量物质, 逐渐被消耗, 表现为总糖含量下降。方差分析表明 (表 1), 各钙处理的梨果实总糖含量均极显著高于对照, 其中叶面喷施结合根施高活性钙镁肥、叶面喷施有机螯合钙两处理间差异不显著, 且这 2 种处理的果实总糖含量显著高于其他钙处理。

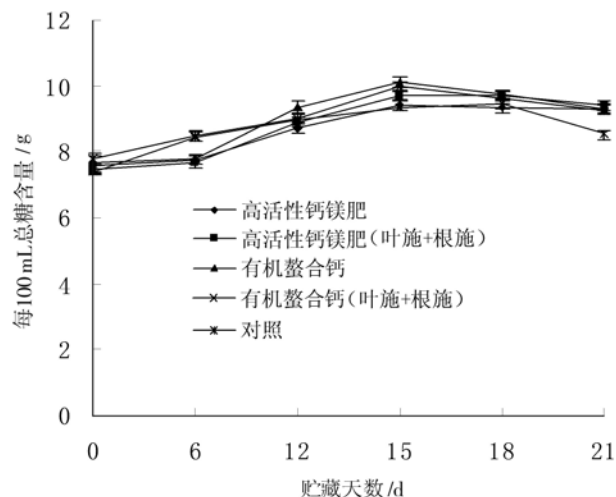


图 4 不同钙处理条件下黄花梨采后贮藏过程总糖含量的变化

Fig. 4 Changes in total sugar content of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

## 2.5 不同钙处理对贮藏期间黄花梨果实总酸含量的影响

果品中的酸能刺激人的唾液分泌,从而对其风味产生愉悦印象。酸含量下降,酸度匮乏,会使得果实风味变得寡淡,品质变差。如图 5 所示,果实中的酸含量呈现先升高后下降的趋势,采后初期酸含量的增加可能与采摘时果实未成熟有关,需先经过后熟的过程,酸含量升高,表现出品种特有的风味性状。贮藏 6 d 后,黄花梨果实的酸含量便总体呈现下降趋势,其中对照组果实在贮藏后期酸含量下降急剧。方差分析显示(表 1),采前各钙处理的果实酸含量均极显著( $P < 0.01$ )高于对照的果实,各处理间差异不显著,这表明各钙处理在一定程度上均有利于缓解酸含量的减少。

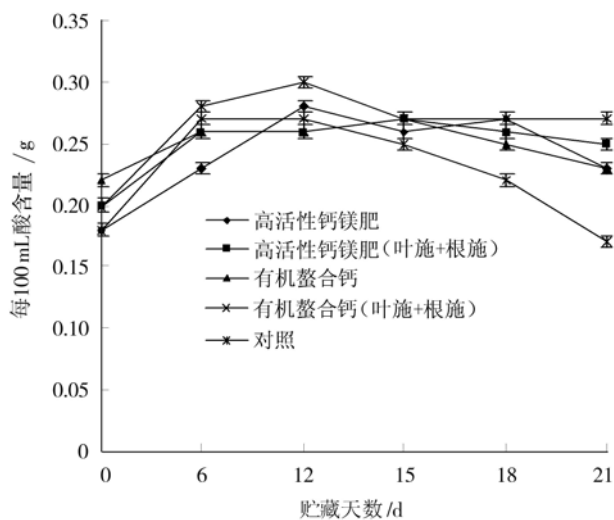


图 5 不同钙处理条件下采后贮藏过程黄花梨总酸含量的变化

Fig. 5 Changes in total acid content of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

## 2.6 不同钙处理对贮藏期间黄花梨果实 Vc 含量的影响

Vc 是重要的营养物质之一。试验结果表明(图 6),黄花梨果实 Vc 含量呈现先增大后减小的变化趋势,在贮藏至 12 d 时, Vc 含量达到峰值后不断下降。由于果实采摘时为八成熟,贮藏前期果实逐渐完熟,表现为 Vc 含量不断升高,品质渐佳,而后随着贮藏时间的延长,梨果实抗氧化性减弱,发生衰老并不断加剧, Vc 含量逐渐下降。对各处理的梨果实 Vc 含量变化情况进行方差分析后发现(表 1),有机螯合钙叶面喷施结合根际灌施及有机螯合钙叶面喷施 2 种处理的果实 Vc 含量均

显著高于对照果,其他钙处理的果实 Vc 含量与对照果之间差异不显著,这表明处理组中以有机螯合钙处理的 Vc 保留率最高。

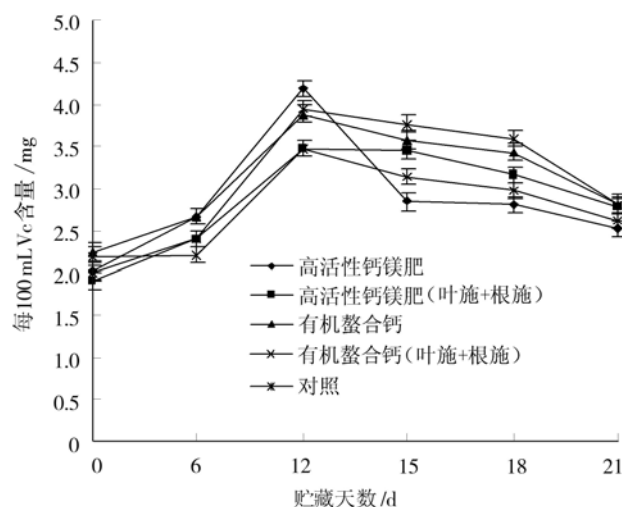


图 6 不同钙处理条件下采后贮藏过程黄花梨 Vc 含量的变化

Fig. 6 Changes in Vitamin C content of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

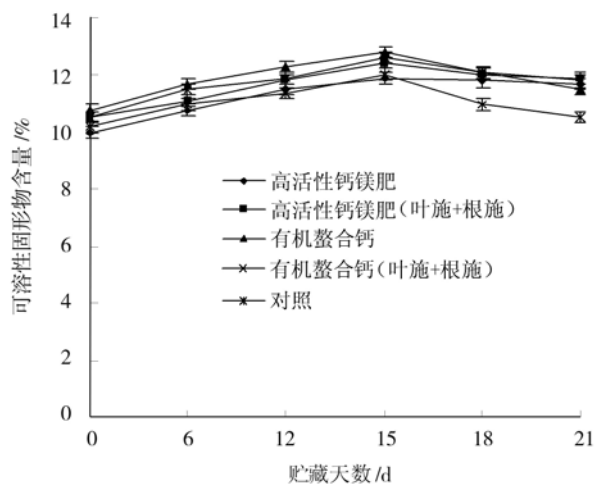


图 7 不同钙处理条件下黄花梨采后贮藏过程可溶性固形物含量的变化

Fig. 7 Changes in soluble solids content of *Pyrus pyrifolia* var. huanghua with different calcium treatments during storage

## 2.7 不同钙处理对贮藏期间黄花梨果实可溶性固形物含量的影响

黄花梨贮藏期间果实可溶性固形物含量的变化情况与总糖含量变化趋势相似,贮藏前期可溶性固形物含量不断升高,至第 15 d 时,达到峰值,而后逐渐下降,这是贮藏初期果实中各种酶作用的结

果, 其中一些大分子物质被水解成可溶性成分, 后期呼吸作用的进行, 可溶性成分不断被消耗减少<sup>[16]</sup>。对照组可溶性固形物含量在贮藏后期下降很快, 至贮藏结束时, 其含量为 10.5%, 低于处理组果实的可溶性固形物含量 (图 7)。方差分析

结果显示 (表 1), 各处理组的可溶性固形物含量均极显著高于对照组, 表明这些处理能有效提高黄花梨果实可溶性固形物含量及缓解采后含量的降低。

表 1 不同钙处理对黄花梨主要贮藏品质的影响

Table 1 Effects of different calcium treatments on main storage qualities of *Pyrus pyrifolia* var. *huanghua*

处理方式	失水率 /%	腐烂率 /%	果实硬度/ (kg·cm <sup>-2</sup> )	每 100 mL 总糖含量/g	每 100 mL 总酸含量/g	每 100 mL Vc 含量/mg	可溶性固形物 含量/%
高活性钙镁肥	11.32 eE	37.50 cC	4.93 aA	9.26 bB	0.23 aA	2.52 cB	11.7 abA
高活性钙镁肥(叶施+根施)	11.68 cC	48.33 bB	4.35 dD	9.38 aA	0.25 aA	2.79 abAB	11.9 aA
有机螯合钙	12.00 bB	32.50 dD	4.72 cC	9.30 aAB	0.23 aA	2.81 aA	11.5 bA
有机螯合钙(叶施+根施)	11.53 dD	28.33 eE	4.78 bB	9.24 bB	0.27 aA	2.82 aA	11.8 aA
对照(CK)	12.84 aA	53.33 aA	3.90 eE	8.51 cC	0.17 bB	2.62 bcAB	10.5 cB

注: 数据为黄花梨贮藏 21d 的测定值

### 3 讨论与结论

本试验研究结果表明, 各钙处理果实在贮藏结束时的失水率、腐烂率均极显著低于对照果, 果实硬度, 糖、酸、可溶性固形物含量均显著高于对照。这表明采前各施钙处理虽不能完全逆转黄花梨果实贮藏期间失水率、腐烂率升高及果实硬度下降的趋势, 但能在一定程度上降低失水率及腐烂率, 增加果实硬度并缓解果实软化, 这与曹永庆等<sup>[18]</sup>认为采前喷钙有利于延缓溶质果实软化的研究结果一致, 并且各处理均能有效减缓糖、酸作为能量物质的消耗, 延迟果实的成熟和衰老, 从而延长贮藏期, 提高耐贮性, 谢培荣等<sup>[16]</sup>对木洞杨梅的研究也得出了相似的结论。综合比较各处理对失水率、腐烂率、硬度以及内在品质等指标的影响 (表 1), 采前叶施高活性钙镁肥处理的果实失水率及果实硬度极显著优于其他处理; 叶施结合根施高活性钙镁肥处理果实总糖及可溶性固形物含量最高, 分别与叶施螯合钙、叶施结合根施有机螯合钙两处理无显著差异; 叶施结合根施有机螯合钙处理的果实腐烂率极显著低于其他处理, Vc 保留量最高; 各处理对果实酸含量的影响无显著差异。

黄花梨是福建省主产梨品种之一, 在做好栽培生产的基础上进一步开展黄花梨的采后贮藏工作对延长市场供应具有重要意义。目前冷链贮运尚未普遍应用<sup>[17]</sup>, 中小销售商主要以阴凉环境作为鲜销期黄花梨的贮藏条件。黄花梨为呼吸跃变型果实, 采后生理生化变化剧烈, 贮藏期间腐烂率高, 品质

下降使得其商品价值降低, 增大了果农果商的损失。现已有不少学者对梨果实的采后贮藏方法开展了研究, 但受成本与效果等因素的影响, 探索一种适用于实际的贮藏措施是亟待解决的问题之一。本试验模拟鲜销期贮藏的阴凉环境, 将试验果实贮藏温度设置在 16℃, 对黄花梨采前钙处理对果实主要品质的影响开展研究, 为黄花梨贮藏措施的进一步研究提供理论基础。根据试验结果比较各钙处理果实的贮藏效果可以发现, 有机螯合钙及高活性钙镁肥的处理效果有异, 这表明不同形态的钙肥对贮藏效果的影响不同, 其作用机理还有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 刑尚军, 刘方春, 杜振宇, 等. 采前钙处理对冬枣贮藏品质、钙形态及亚细胞分布的影响 [J]. 食品科学, 2009, 30 (2): 235—239.
- [2] 卢桂宾, 李春燕, 郭晓东. 外源钙肥对枣果实矿质营养元素含量的影响 [J]. 经济林研究, 2010, 28 (3): 69—74.
- [3] 徐凌, 郝义, 郝树池, 等. 采前钙和钾处理对红灯樱桃果实采后生理的影响 [J]. 果树学报, 2009, 26 (4): 568—571.
- [4] 韩英群, 郝义, 郭丹, 等. 采前钙处理对月光李采后果实品质与生理变化的影响 [J]. 保鲜与加工, 2010, 10 (57): 32—34.
- [5] 曹永庆, 曹艳平, 李壮, 等. 采前喷钙对中华寿桃采后贮藏品质及褐变的影响 [J]. 果树学报, 2008, 25 (6): 811—815.
- [6] 李中勇, 高东升, 王闯, 等. 土壤施钙对设施栽培油桃果实钙含量及品质的影响 [J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16 (1): 191—196.
- [7] 李莉, 王友升, 张帆, 等. 采前钙处理对树莓果实贮藏效果及

- 清除自由基能力的影响 [J]. 吉林农业大学学报, 2009, 31 (5): 616—620, 627.
- [8] 吴炼. 采后钙处理对猕猴桃果实碳水化合物代谢的影响 [D]. 长沙: 湖南农业大学, 2004.
- [9] 梁晓娟. 果实质量与补钙 [J]. 山西果树, 2009, 5 (131): 43—44.
- [10] 王日葵, 周炼, 韩爱华, 等. 黄花梨简易气调贮藏技术研究 [J]. 中国南方果树, 2007, 36 (1): 74—75.
- [11] 王大平, 刘奕清, 朱钧, 等. 水杨酸对黄花梨采后衰老和脂膜过氧化的影响 [J]. 西南农业大学学报: 自然科学版, 2005, 27 (5): 622—623, 633.
- [12] 刘剑锋, 程云清, 彭抒昂. 采后钙处理对梨果实钙的形态和果胶及相关代谢酶类影响的研究 [J]. 热带亚热带植物学报, 2005, 13 (5): 408—412.
- [13] 王大平. 壳聚糖涂膜对黄花梨常温贮藏效果的影响 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2010, 35 (1): 82—85.
- [14] 朱克花, 杨震峰, 陆胜民, 等. 臭氧处理对黄花梨果实贮藏品质和生理的影响 [J]. 中国农业科学, 2009, 42 (12): 4315—4323.
- [15] 孙会兵, 朱毅. 果实钙素代谢特点与施钙 [J]. 河北果树, 2009 (3): 34—35.
- [16] 谢培荣, 黄志乾, 欧阳菊英. 低温贮藏对木洞杨梅采后生理与贮藏特性的影响 [J]. 中国农学通报, 2009, 25 (18): 118—121.
- [17] 王永康. 我国农产品物流现状及其冷链发展对策 [J]. 改革与战略, 2011, 27 (9): 93—95.
- [18] 曹永庆, 曹艳平, 李壮, 等. 采前喷钙对溶质桃采后贮藏品质及后熟软化的影响 [J]. 中国农业大学学报, 2008, 13 (6): 31—36.

(责任编辑: 黄爱萍)