

文章编号: 1673-1689(2011)05-0653-04

## 采后赤霉素处理对低温贮藏期间枸杞 鲜果腐烂的抑制和品质的影响

袁莉, 毕阳\*, 李永才, 王毅, 李颖超, 尹燕, 陈松江, 丁波  
(甘肃农业大学 食品科学与工程学院, 甘肃 兰州 730070)

**摘要:** 为降低枸杞鲜果在低温结合塑料薄膜包装条件下的腐烂率, 作者以“宁杞 1 号”鲜果为试材, 通过 0.025 g/L 和 0.05 g/L 赤霉素(GA<sub>3</sub>) 浸泡处理 3 min, 观察果实在聚乙烯薄膜包装条件下低温(0±1) °C 贮藏期间的防腐保鲜效果。结果表明: GA<sub>3</sub> 处理可有效降低果实的腐烂率, 贮藏 24 d 时, 0.05 g/L 处理者的腐烂率为对照的一半。GA<sub>3</sub> 还可明显延缓贮藏期间可溶性固形物质量分数的降低, 在一定程度上维持可滴定酸含量, 但对果实的失重率无影响。经 0.05 g/L GA<sub>3</sub> 处理的果实在贮藏 30 d 时仍具有新鲜枸杞固有的风味, 较好地保持了果柄的新鲜度。由此表明, GA<sub>3</sub> 可通过延缓果实衰老、维持抗性来降低枸杞贮藏期间的腐烂率, 维持良好的品质。

**关键词:** 赤霉素; 果实; 腐烂; 品质

中图分类号: S 609<sup>+</sup>. 3

文献标识码: A

## Effects of Postharvest Gibberellic Acid Treatment on Postharvest Rot and Quality of Wolfberry Fruit during Low Temperature Storage

YUAN Li, BI Yang\*, LI Yong-cai, WANG Yi, LI Ying-chao,  
YIN Yan, CHEN Song-jiang, DING Bo

(College of Food Science and Engineering, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** The aim of this study is to decreasing the rot rate of the fresh wolfberries fruit on low temperature combined with plastic film packing. For this, the fresh wolfberries fruit (cv. Ningqi No. 1) were dipped with gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) at 0.025 g/L and 0.05 g/L for 3 min. The results indicated that GA<sub>3</sub> treatments significantly reduced the rot rate, 50% lower in treated fruit at 0.05g/L than the control after 24 days of storage. The treatments noticeably delayed the decrease of soluble solids content and maintained titratable acid content. However, no significant difference was found on weight loss. The fruit treated with GA<sub>3</sub> at 0.05g/L had better flavor and green stem after 30 days of storage. It is suggested that GA<sub>3</sub> treatments could decrease rot and maintain quality by delaying senescence and maintaining resistance of fresh fruit during low temperature storage.

**Key words:** GA<sub>3</sub>, fruit, rot, quality

收稿日期: 2010-10-08

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2007BAD52B07)。

\* 通信作者: 毕阳(1962-), 男, 甘肃兰州人, 理学博士, 教授, 博士研究生导师, 主要从事采后生物学与技术方面的研究。Email: beyang62@163.com

枸杞(*Lycium barbarum* L.)系茄科枸杞属多年生小灌木,广泛分布与世界各地,我国多数分布于西北和华北,枸杞果实含有多种活性物质,是理想的药食资源<sup>[1]</sup>。目前枸杞果实主要以干制为主,但在干制过程中会损失其活性成分<sup>[2-3]</sup>。因此,可使其活性成分得以最大程度保留的鲜食枸杞产品的市场需求量将日益增大。由于枸杞浆果小而多汁,采后易衰老腐烂,贮藏寿命较短。本课题组前期研究表明,低温结合塑料薄膜包装可有效延长枸杞的采后寿命,但腐烂率较高,多数由 *Alternaria alternata* 侵染引起。据报导,采后赤霉素(GA<sub>3</sub>)处理可显著降低番茄、甜樱桃和柿子等浆果的腐烂率,增加耐贮性,改善贮藏品质<sup>[4-6]</sup>,但尚未见在枸杞方面的应用报道。作者拟探讨采后 GA<sub>3</sub>处理对薄膜包装枸杞鲜果低温贮藏期间腐烂率和品质的影响,旨在为科学贮藏枸杞鲜果提供技术参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料

供试“宁杞1号”鲜果:采自甘肃省景泰县玉杰农贸公司的枸杞标准化示范基地。摘取大小均匀,无病虫害,八成熟且带果柄的果实,装入带有冰瓶的泡沫包装箱,当天运抵实验室进行处理。供试 GA<sub>3</sub>:美国 SANLAND 公司产品;供试食品塑料托盘和 PE 保鲜膜:购于当地超市。

### 1.2 果实处理

果实分别在 0.025, 0.05 g/L GA<sub>3</sub> 溶液中浸泡处理 3 min,取出晾干后,称取 100 g 装入已消毒的塑料托盘中,用 PE 保鲜膜包裹后放入(0±1)℃冷库中贮藏待测;以清水浸泡处理为对照。在贮藏第 6、12、18、24、30 天时进行观测。每个处理用果 4 盘,重复 3 次。

### 1.3 指标测定

**1.3.1 腐烂率** 以腐烂果实数占果实总数的百分比表示。计算公式如下:

$$\text{腐烂率}(\%) = \frac{\text{腐烂果实个数}}{\text{果实总数}} \times 100\%$$

**1.3.2 失重率** 采用质量法。计算公式如下:

$$\text{失重率}(\%) = \frac{\text{贮藏前质量} - \text{贮藏后质量}}{\text{贮藏前质量}} \times 100\%$$

**1.3.3 可溶性固形物(SSC)质量分数** 参照李家庆<sup>[7]</sup>方法。从每个测定样中随机选出 15 粒果实,将挤出汁液均匀混合后取少量滴在 WYT-32 型手持糖量计上进行测定。

**1.3.4 可滴定酸(TA)含量** 参照韩雅珊<sup>[8]</sup>方法

并改进。准确称取混合均匀磨碎的样品 20 g,用已煮沸、冷却、去除二氧化碳的蒸馏水移入 100 mL 的容量瓶中,定容,摇匀。用干滤纸及漏斗过滤。用移液管吸取滤液 10 mL,注入锥形瓶,加入 2~3 滴 1% 酚酞指示剂,用标定后的 0.002 mol/L NaOH 滴定。含酸量计算如下:

$$\text{总酸度}(\%) = (N \times V \times K \times 1000) / W$$

式中: *N* 为 NaOH 溶液的摩尔浓度(mol/L); *V* 为滴定消耗 NaOH 的毫升数(mL); *W* 为样品的质量(g); *K* 为换算为适当酸的系数,本试验中折算成苹果酸,为 0.067。

上述各项指标测定时,每处理用果 4 盘,重复测定 3 次。

**1.3.5 感官评价** 在贮藏 30 d 时,依据表 1 制定的 4 级评分标准,对果实的色泽、气味、滋味、汁液、果面状态及果柄状态 6 个方面进行评价。

表 1 枸杞鲜果感官评价标准

Tab. 1 Standard of sensory evaluation of Wolfberry fruit

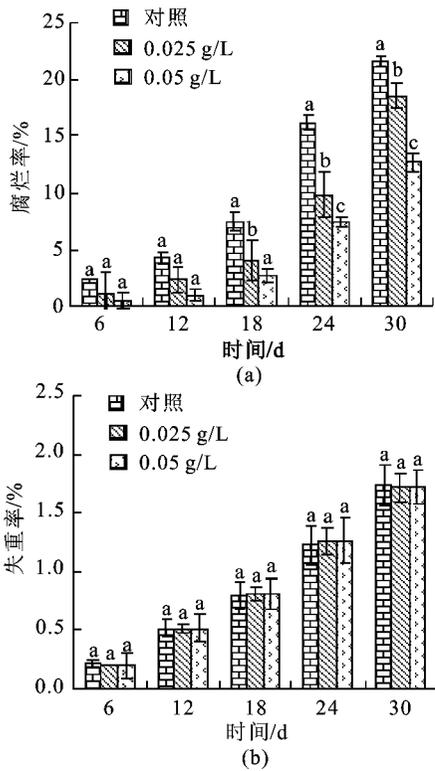
评价项目	评分标准			
	4分	3分	2分	1分
色泽	鲜红	稍暗红	暗红	黑红
气味	香气明显	香气较淡	无香气	有异味
滋味	较甜略带苦味	甜但苦味浓	甜苦味都很淡	有异味
汁液	多	较多	较少	很少
果面状态	饱满	略有皱缩	明显皱缩	严重皱缩
果柄状态	绿、新鲜	绿黄、轻度萎蔫	黄绿、严重萎蔫	黄、干枯脱落

**1.3.6 数据统计** 全部实验数据用 Microsoft Excel 2003 和 DPS9.5 数据处理系统进行统计处理,计算标准偏差(±SE)并进行 Duncan's 多重差异显著分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 GA<sub>3</sub>处理对枸杞鲜果腐烂率和失重率的影响

采后 GA<sub>3</sub>处理可显著降低果实贮藏期间的腐烂率,高浓度处理效果较好(图 1A)。贮藏初期处理果实的腐烂率低于对照,但没有显著性差异,从贮藏第 18 天开始,处理与对照的差异逐渐明显,第 24 天时,0.025 g/L 和 0.05 g/L GA<sub>3</sub>处理的腐烂率仅分别为同期对照的 60% 和 50%。GA<sub>3</sub>处理对果实失重率的影响不大,贮藏期间处理与对照之间均无显著性差异(图 1B)。



图中不同字母代表差异显著 ( $P < 0.05$ ), 图中竖线表示标准误差 ( $\pm SE$ )

图 1 采后赤霉素处理对枸杞果实腐烂率 (a) 和失重率 (b) 的影响

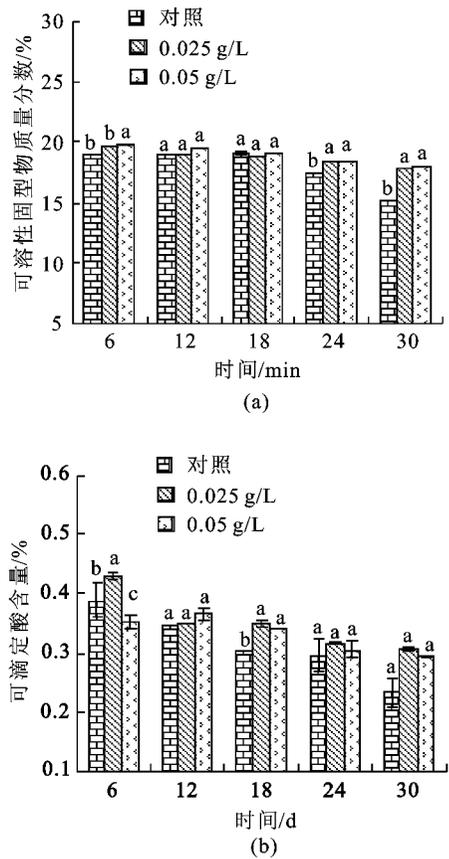
Fig. 1 Effect of postharvest  $GA_3$  treatment on rot rate (a) and weight loss (b) of wolfberry fruit

### 2.2 $GA_3$ 处理对枸杞鲜果 SSC 和 TA 质量分数的影响

采后  $GA_3$  处理可显著延缓果实贮藏后期 SSC 质量分数的下降, 贮藏第 24 天时处理与对照之间差异明显, 30 d 时, 0.025 g/L 和 0.05 g/L  $GA_3$  处理的 SSC 质量分数显著高于对照, 分别高出同期对照 17.1% 和 18.4%, 但贮藏期间两处理浓度间无显著差异 (图 2a)。采后  $GA_3$  处理可在一定程度上延缓果实贮藏后期 TA 质量分数的下降, 除贮藏第 18 天时处理与对照间存在显著差异外, 24 d 和 30 d 时虽然处理 TA 质量分数高于对照, 但与对照间无显著差异。同样, 贮藏期间两处理浓度间无显著差异 (图 2b)。

### 2.3 $GA_3$ 处理对枸杞鲜果感官品质的影响

采后  $GA_3$  处理可显著提高果实的感官品质, 其中以 0.05 g/L  $GA_3$  处理效果较好, 贮藏 30 d 时, 果实感官品质与贮藏前比较略有降低, 仍具有枸杞果实固有的风味, 不足之处是果实色泽稍暗红, 果柄轻微萎蔫; 而对照果实暗红, 萎蔫严重, 果柄干枯且已完全脱落, 失去了枸杞果实固有的滋气味及商品价值, 见图 3。



图中不同字母代表差异显著 ( $P < 0.05$ ), 图中竖线表示标准误差 ( $\pm SE$ )

图 2 采后赤霉素处理对枸杞果实可溶性固形物 (a) 和可滴定酸 (b) 含量的影响

Fig. 2 Effect of postharvest  $GA_3$  treatment on the content of soluble solids (a) and titratable acidity (b)

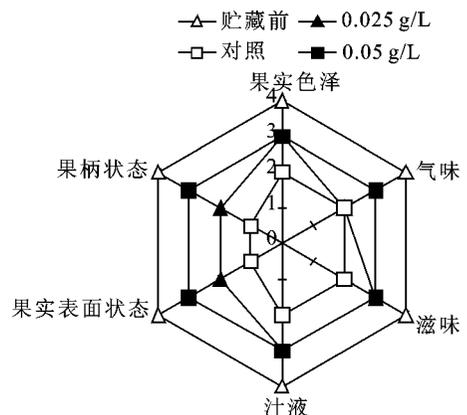


图 3 采后赤霉素处理对枸杞鲜果感官的影响

Fig. 3 Effect of postharvest  $GA_3$  treatment on sensory of wolfberry fruit

## 3 结 语

研究表明,  $GA_3$  处理可显著降低枸杞鲜果的腐烂率, 有效提高果实耐贮性, 这与  $GA_3$  延缓果

实衰老,以及维持果实抗性密切相关。有报道表明,GA<sub>3</sub>延缓果实成熟衰老主要表现在抑制乙烯生成、降低呼吸强度、推迟呼吸跃变<sup>[9-10]</sup>,清除体内自由基,保持细胞膜完整性等方面<sup>[10]</sup>。由于成熟衰老被延缓,从而维持了果实体内的抗性,减少了腐烂的发生。此外,在对柿子黑斑病的研究中还发现,GA<sub>3</sub>可通过抑制 *A. alternata* 的胞外酶活性,维持果实细胞壁的完整性,限制病原物扩展和获取寄主营养,从而降低腐烂的发生<sup>[6]</sup>。本研究观察到,GA<sub>3</sub>可明显延缓果柄衰老,防止其脱落,从而减少果柄处伤口产生的几率,降低了病原物的侵染率。另外,GA<sub>3</sub>较好的维持了果柄的新鲜度,这与其抑制水分蒸腾、延缓叶绿素的降解、调节气孔开闭和呼吸

作用有关。在采后 GA<sub>3</sub> 处理延缓甜樱桃果柄干枯萎蔫和生菜叶绿素降解方面也观察到类似的结果<sup>[5,12-13]</sup>。GA<sub>3</sub> 处理对果实 SSC 和 TA 下降的抑制,与其降低果实呼吸强度,减少呼吸消耗有关,在 GA<sub>3</sub> 处理对葡萄和猕猴桃的试验中也观察到类似的结果<sup>[10,14]</sup>。

综上所述,采后 GA<sub>3</sub> 浸泡处理可显著降低低温贮藏期间枸杞鲜果的腐烂率,维持果实品质,GA<sub>3</sub> 的作用机理与其延缓果实衰老、维持果实抗性密切相关。该结果可作为一项措施应用于枸杞鲜果保鲜。但 GA<sub>3</sub> 在降低腐烂率中的具体作用机理尚有待进一步研究。

## 参考文献(References):

- [1] 周晶,李光华. 枸杞的化学成分与药理作用研究综述[J]. 辽宁中医药大学学报, 2009, 11(6): 93-95.  
ZHOU Jing, LI Guang-hua. The review of the chemical composition and pharmacological effects of wolfberry fruits[J]. *Journal of Liaoning university Traditional Chinese Medicine*, 2009, 11(6): 93-95. (in Chinese)
- [2] 白寿宁. 宁夏枸杞研究[M]. 银川: 宁夏人民出版社, 1998.
- [3] 胡庆国,张懋,杜卫华,等. 不同干燥方式对颗粒状果蔬品质变化的影响[J]. 食品与生物技术学报, 2006, 2(25): 28-32.  
HU Qing-guo, ZHANG Ming, DU Wei-hua, et al. Effect of different drying methods on the quality changes of the granular fruits and vegetables[J]. *Journal of Food Science and Biotechnology*, 2006, 2(25): 28-32. (in Chinese)
- [4] 周会玲,李维. GA<sub>3</sub> 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.  
ZHOU Hui-ling, LI Wei. Effect of GA<sub>3</sub> treatment on mature physiology in postharvest tomato[J]. *Journal of Northwest Agricultural*, 2002, 11(3): 101-103. (in Chinese)
- [5] 李夫庆,张子德,李素玲,等. 赤霉素(GA<sub>3</sub>) 处理对甜樱桃果实品质和采后生理的影响[J]. 食品工业科技, 2009, 30(10): 301-304.  
LI Fu-qing, ZHANG Zi-de, LI Su-ling, et al. Effects of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) treatments on postharvest physiology and quality of sweet cherries[J]. *Food Science and Technology*, 2009, 30(10): 301-304. (in Chinese)
- [6] Eshel D, Ben-Arie R, Dinoor A, et al. Resistance of gibberellin-treated persimmon fruit to *Alternaria alternata* arises from the reduced ability of the fungus to produce endo-1,4-β-glucanase[J]. *Phytopathology*, 2000, 90(11): 1256-1262.
- [7] 李家庆. 果蔬采后保鲜手册[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2003: 113.
- [8] 韩雅珊. 食品化学实验指导[M]. 北京: 北京农业大学出版社, 1992: 12, 30-31.
- [9] 周会玲,张少颖,饶景萍. 采后赤霉素处理对番茄后熟生理的影响[J]. 西北植物学报, 2003, 23(9): 1614-1616.  
ZHOU Hui-ling, ZHANG Shao-ying, RAO Jing-ping. Effect of GA<sub>3</sub> treatment on mature physiology in postharvest tomato[J]. *Journal of Northwest Agricultural*, 2003, 23(9): 1614-1616. (in Chinese)
- [10] 王如福,吴彩娥,范三红. 采后 GA<sub>3</sub> 和 2,4-D 处理对葡萄贮藏效果的影响[J]. 山西农业大学学报, 2000, 20(3): 262-264.  
WANG Ru-fu, WU Cai-er, FAN San-jiang. Effects of treatments with GA<sub>3</sub> and 2,4-D after harvest on grape storage[J]. *Journal of Shan Xi Agricultural University*, 2000, 20(3): 262-264. (in Chinese)
- [11] Martfnez G A, Chaves A R, Anon M C. Effect of gibberellic acid on ripening of strawberry fruits (*Fragaria annanassa* Duch.) [J]. *Plant Growth Regulation*, 1994, 13: 87-91.
- [12] 张林青. 赤霉素对生菜的保鲜研究[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(30): 14873-14874.  
ZHANG Ling-qing. Preservation test on lettuce with gibberellin[J]. *Journal of An Hui Agricultural Science*, 2009, 37(30): 14873-14874.
- [13] Nooden L D. Abscisic acid. Senescence and Aging in Plants [M]. San Diego CA: Academic Press Inc, 1988: 329-368.
- [14] 周会玲,饶景萍. 几种保鲜方法对秦美猕猴桃常温贮藏效果的研究[J]. 西北农业学报, 2002, 11(2): 67-70.  
ZHOU Hui-ling, RAO Jing-ping. The effects of several fresh-keeping methods on storage of oinmei in ordinary temperature[J]. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 2002, 11(2): 67-70. (in Chinese)