

GA₃处理对黄冠梨采后常温贮藏品质变化及病害发生的影响

吴小华¹, 颌敏华², 陈 柏¹, 张 鑫³, 王学喜¹, 陈大鹏⁴

[1. 甘肃省农业科学院农产品贮藏加工研究所, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃省农产品贮藏加工工程技术研究中心, 甘肃 兰州 730070; 3. 甘肃亚盛(集团)股份有限公司, 甘肃 兰州 730070; 4. 甘肃省农业科学院, 甘肃 兰州 730070]

摘要: 以黄冠梨果实为试材, 研究幼果期果柄涂抹 GA₃ 对黄冠梨呼吸乙烯特性、品质形成及常温贮藏期间品质变化及贮藏性能的影响。结果表明, 黄冠梨为典型的呼吸跃变型果实, GA₃ 处理对果实的呼吸及乙烯释放均有一定的促进作用, 可加速果实后熟。GA₃ 处理增加了采后贮藏前期果实可溶性固形物、可滴定酸和 Vc 含量, 使黄冠梨果实贮藏品质保持性优于相应的未处理果实; GA₃ 处理显著加重了黄冠梨果实常温贮藏期间鸡爪病与褐心病的发生率, 发病率分别是相应对照果实的 2.13 和 1.12 倍。综上所述, GA₃ 处理能显著增加贮藏前期果实营养物质含量, 保持果实品质, 但也降低了果实的耐贮性, 促进果实病变。

关键词: GA₃; 黄冠梨; 常温贮藏; 品质变化; 鸡爪病; 褐心病

中图分类号: TS255.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1463(2019)03-0011-07

doi: 10.3969/j.issn.1001-1463.2019.03.003

Effects of Long-term Straw Mulching on Soil Physical and Chemical Characteristics and Microbial Quantity

WU Xiaohua¹, XIE Minhua², CHEN Bai¹, ZHANG Xin³, WANG Xuexi¹, CHEN Dapeng⁴

(1. Agricultural Product Storage and Processing Research Institute, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China; 2. Engineering and Technology Research Center, Agricultural Product Storage and Processing of Gansu Province, Lanzhou Gansu 730070, China; 3. Gansu Yasheng Industrial (group) CO., LTD, Lanzhou Gansu 730070, China; 4. Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: With Huangguan pear as the test material, the effects of GA₃ application on its ethylene respiration characteristics, quality change and storage performance during the storage at room temperature were studied. The results showed that Huangguan pear was a typical climacteric fruit, and GA₃ treatment could promote respiration and ethylene release, and accelerate fruit ripening. GA₃ treatment increased the content of soluble solids, titratable acid and Vc in the fruit at the early stage of post-harvest storage, which made the storage quality of Huangguan better than that of the corresponding control fruit. GA₃ treatment significantly increased the incidence of chicken feet and brown heart in Huangguan pear fruits during storage at room temperature, which were 2.13 and 1.12 times higher than those of the corresponding control fruits. In summary, GA₃ treatment can significantly increase the nutrient content of fruits in the early storage period and maintain the

收稿日期: 2018-12-07

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项经费项目(201303075)。

作者简介: 吴小华(1984—), 女, 甘肃靖远人, 助理研究员, 硕士, 主要从事农产品贮藏加工研究工作。Email: wuxiaohua.84@163.com。

通信作者: 颌敏华(1970—), 女, 甘肃甘谷人, 研究员, 博士, 硕士生导师, 主要从事农产品贮藏加工研究工作。Email: xieminhuags@163.com。

quality of fruits, but it also lowers the storage performance and promotes fruit pathological changes.

Key words: GA₃; Huangguan pear; Room temperature storage; Quality change; Chicken feet disease; Browning heart disease

黄冠梨(*Pyrus bretschneideri* Rehd cv. Huangguan)是属于白梨系统的中早熟品种,以日本新世纪梨为父本、雪花梨为母本杂交培育而成,具有抗病性强、结果早、产量高、品质佳等优良特性^[1-5]。目前在我国北方大多数省份广泛种植,发展前景十分广阔。

膨大剂(GA)作为一种植物生长调节剂,具有促进果实生长发育和蛋白质的合成、调控碳水化合物的运输和分配,提高果实产量和品质的作用,广泛应用于梨、苹果、猕猴桃、葡萄、西瓜等多种作物^[6-7]。疏果后,用GA处理部分发育期的果实,可以错开果实采收时间,避免采收高峰引起的采收压力和果实大量积压,同时也能缓解树体压力,有利于调节树体营养。王萍等^[8]的研究表明,多次施用膨大剂可抑制无核白葡萄的呼吸作用,延缓果梗褐变指数,维持较高的可滴定酸含量和硬度,但降低了果实可溶性固形物含量。李莉等^[9]研究表明,GA可以极显著增大果实单果重,增加果实可溶性固形物含量,显著改变了Ca、K在果皮果肉中的积累和分布。GA还会加速果实腐烂和褐斑病的发生以及虫蛀,从而降低了黄冠梨果实的耐贮性。还有相关研究表明,由于GA在短期内使果实迅速膨大,使果实的果皮组织薄弱,容易受外界环境的影响而引发病害,如果实鸡爪病、褐心病等病害的发生^[10-12]。关军峰等^[13]也认为,GA₃能显著降低果皮细胞壁中的Ca含量和果胶含量,从而引起黄冠梨鸡爪病的产生。

近年来已有大量关于植物生长调节剂对果实发育和品质变化的研究,表明植物生长

调节剂能促进果实生长过程中糖酸的积累和蛋白质的合成,提高果实品质^[14-15]。但GA对果实采后贮藏品质变化方面的影响如何,至今尚未有明确的定论。我们通过幼果期果柄涂抹GA₃,研究其对黄冠梨常温贮藏期间呼吸乙烯特性、果实品质变化及抗病性的影响,旨在为黄冠梨贮藏保鲜提供一定的理论基础。

1 材料和方法

1.1 试验材料

黄冠梨处理果(GA₃涂抹)与对照果(CK)分别于8月29日和9月9日采自甘肃省景泰县条山农场树龄为15a的果园。挑选果形整齐,成熟度一致,无病虫害、无机械损伤的套袋果实,立即装箱运回。富士山植物生长调节剂,有效成分勃激素Gibberellin 3.5%,由台湾富士山科技有限公司提供。

1.2 试验设备

CA-10呼吸代谢测量系统 North Las Vegas NV 89032 USA; SP-3420型气相色谱仪,北京北风瑞利分析仪器(集团)有限责任公司; Cary-100紫外分光光度计,美国瓦里安公司; TGL-16LM型高速台式冷冻离心机,湖南星科科学仪器有限公司; FT-327型果实硬度计,意大利 Fruit TestTM公司生产; MC(BT 224s)电子天平,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司; 糖度计 PAL-1型,德图仪器国际贸易(上海)有限公司; 酸度计 GMK-855F型(梨专用),德图仪器国际贸易(上海)有限公司。

1.3 试验方法

于2016年4月,梨树盛花期5d左右,

选择树龄相近、生长状况良好的果园，统一进行肥水管理。疏果后，用 GA₃ 涂抹黄冠梨幼果果梗，每树大约涂抹其总果量的 1/3。采收期按要求采摘运回，并将处理果、对照果各 10 箱(每箱 45 个果)置于常温 20 ℃ 下贮藏。每隔 7 d 从 GA₃ 处理果和对照果中随机选取 30 个大小均匀的果实，用于呼吸、乙烯、硬度及可溶性固形物等相关品质指标的测定，同时统计鸡爪病与褐心病的发病情况。所有测定重复 3 次。

1.4 指标测定方法

1.4.1 呼吸速率和乙烯释放速率测定 从常温贮藏的黄冠梨果实中，按要求每处理随机取出 10 个果实，直接置于干燥器内密封，待 2 h 后，用 2.5 mL 注射器抽取气样 2 mL，测其呼吸速率；呼吸气体抽取之后，继续密封至 24 h，用 2.5 mL 注射器抽取乙烯气体 2 mL，用于测定乙烯释放速率。

呼吸速率用 CA-10 呼吸代谢测量系统测定，气流法，气体流速 600 mL/min。

根据公式 $U=V \times 13.6 \times (V_1 - V_2) \times V_3 / (m \times t)$ 计算果实的呼吸速率，其中 U 为呼吸速率 [mg/(kg·h)]， V 为单位体积 CO₂ 含量，13.6 为 TCF 常数， V_1 为容器体积， V_2 为果实体积， V_3 为抽取气样的体积， m 为果实质量， t 为果实密闭时间。

乙烯释放速率用 SP-3420 型气相色谱仪测定，色谱条件：氢火焰检测器；GDX 502 型色谱柱，柱温 50 ℃；FID 检测室温度 240 ℃；载气为氮气，流速 30 mL/min，外标法定量。

根据公式 $W=C \times (V_1 - V_2) / (m \times h)$ 计算果实的乙烯释放速率 [μL/(kg·h)]，其中 W 为乙烯释放速率， C 为乙烯浓度， V_1 为容器体积， V_2 为果实体积， m 为果实质量， h 为果实密封时间。

1.4.2 果实硬度的测定 参照吴小华等^[15]的方法，用 FT-327 型果实硬度计测定，结果用 kg/cm² 表示。

1.4.3 可溶性固形物的测定 参照赵波等^[16]的方法，用 PAL-1 型糖度计测定可溶性固形物含量，结果用 % 表示。

1.4.4 可滴定酸含量的测定 参照赵波等^[16]的方法，用 GMK-855F 型(梨专用)酸度计测定，结果用 % 表示。

1.4.5 Vc 含量的测定 参照闫桂甫等^[17]的方法，用紫外分光光度法测定，结果用 ug/100 g 表示。

1.4.6 鸡爪病发病率及发病指数统计 参照赵科军等^[18]的方法，每个处理取 30 个果实，用于调查黄冠梨鸡爪病发生情况，发病指数调查分级标准为：0 级，不发病；1 级，发病面积小于 25%；2 级，发病面积 25% ~ 50%；3 级，发病面积 50% ~ 75%；4 级，发病面积大于 75%。

每组 10 个果实，3 次重复，按下式计算：

鸡爪病发病率 = (病果总数 / 总果数) × 100%

鸡爪病发病指数 = Σ (发病级数 × 该级果实发病个数) / (发病最高级数 × 调查总果数)

1.4.7 褐心发病率和褐变指数统计 参照吴小华等^[14]的方法，每处理取 30 个果实，用于调查黄冠梨褐心病发生情况。统计时将果实沿赤道部位横切，以果心组织的褐变面积及程度划分褐变级数，发病指数调查分级标准为：0 级，无褐变；1 级，轻微褐变(果心个别心皮内壁有褐斑)；2 级，轻微褐变至 20%(1 ~ 2 个果心褐变)；3 级，褐变面积 20% ~ 50%；4 级，褐变面积大于 50%。

每次统计 30 个果实，10 个果实一组，

重复3次,按下式计算:

果心褐变发病率=(病果总数/总果数)×100%

果心褐变指数= Σ (褐变级数×该级果实褐变个数)/(褐变最高级数×调查总果数)。

2 结果与分析

2.1 GA_3 对黄冠梨常温贮藏期间呼吸速率的影响

呼吸作用可以为果实的新陈代谢提供能量,呼吸速率越快,则营养物质消耗越多。呼吸速率的快慢直接影响果实的保鲜效果及贮藏期的长短。由图1可知,常温贮藏期间,黄冠梨果实呼吸速率总体呈先升高后降低的趋势。对照果实于贮藏4d时达到呼吸高峰,峰值为49.84 mg/(kg·h),此后下降。 GA_3 处理抑制了果实常温贮藏前期的呼吸速率,贮藏4d后,呼吸释放增加,并于贮藏8d达到呼吸峰值,较对照高2.78%,至贮藏后期(16d后)呼吸释放速率显著高于同期对照,说明 GA_3 处理能显著提高果实的呼吸作用,促进果实内部营养物质的消耗转化,从而加速了果实的后熟衰老,这与前人研究相符^[19]。

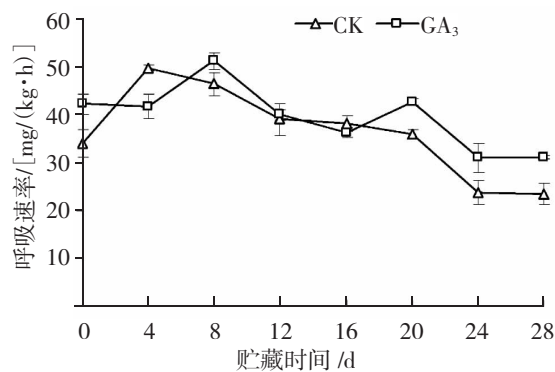


图1 GA_3 对黄冠梨呼吸速率的影响

2.2 GA_3 对黄冠梨常温贮藏乙烯释放速率的影响

乙烯是一种植物催熟激素,能加强果实的呼吸代谢,引起果实内部有机物质的转化,特别是促进淀粉转化为糖,加速果实后

熟,从而改善果实品质和风味^[7,20]。由图2可以看出,黄冠梨果实采后乙烯释放速率呈先升高后降低的趋势。贮藏12d,乙烯释放达到高峰,峰值为0.26 uL/(kg·h)。 GA_3 处理能够显著促进贮藏期间果实乙烯释放量的增加,整个贮藏期间(常温8d除外),果实乙烯释放量均显著高于同期对照果实,乙烯释放高峰峰值较对照高35.94%,两者之间差异极显著($P<0.01$)。

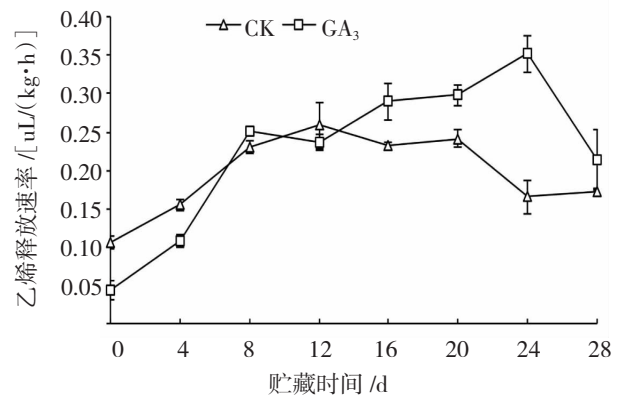


图2 GA_3 对黄冠梨乙烯释放速率的影响

2.3 GA_3 对黄冠梨常温贮藏硬度的影响

由图3可知,常温贮藏期间,黄冠梨果实硬度逐渐降低。采收时, GA_3 处理与对照果实的硬度分别为7.0、6.0 kg/cm², GA_3 处理较同期对照高16.66%,差异显著($P<0.05$)。随贮藏时间的延长, GA_3 处理果实硬度急剧下降,至贮藏21d,下降至3.8 kg/cm²,较同期对照低13.64% ($P<0.05$)。可见, GA_3 能加速果实硬度的降低,促使果

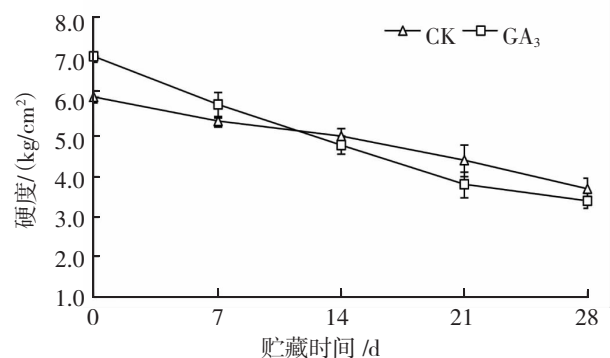


图3 GA_3 对黄冠梨果实硬度的影响

实软化衰老,不利于果实的长期贮藏。关军峰^[11]等人研究表明,GA₃能加速果肉原果胶向可溶性果胶的转化,进而促进果实软化,降低硬度,与本研究结果一致。

2.4 GA₃对黄冠梨常温贮藏可溶性固形物含量的影响

由图4可知,常温贮藏期间,黄冠梨果实的可溶性固形物含量总体先上升后下降趋势。整个贮藏期,GA₃处理果实的可溶性固形物含量始终较对照保持在一个较高的水平。贮藏7d时,GA₃处理果的可溶性固形物含量达到最大值,为13.1%,较同期对照高8.23%($P<0.05$)。可能是由于GA₃处理果实的呼吸作用较强,加速了将淀粉转化为糖分的进程。

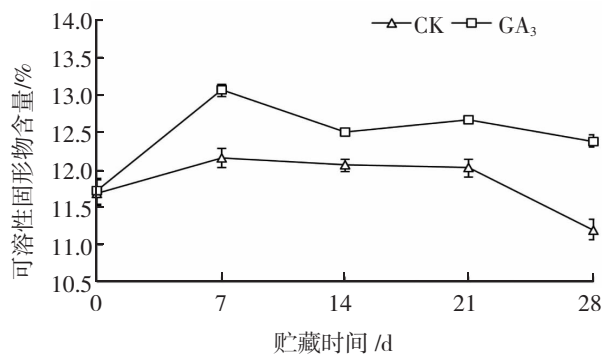


图4 GA₃对黄冠梨可溶性固形物含量的影响

2.5 GA₃对黄冠梨常温贮藏可滴定酸含量的影响

常温贮藏期间,黄冠梨的可滴定酸含量呈下降趋势,GA₃处理果实的可滴定酸含量整体高于对照组(图5)。贮藏7d时,GA₃处理果较同期对照高42.0%,差异显著($P<0.05$)。对照果实在贮藏7~28d,可滴定酸含量一直维持在一个相对稳定的水平;而GA₃处理果在贮藏7~21d时,可滴定酸含量相对稳定,至贮藏28d时迅速下降,由采收时的0.07%降至0.03%。说明GA₃处理可较好的保持贮藏前期果实的可滴定酸含

量,从而保持果品良好的风味。

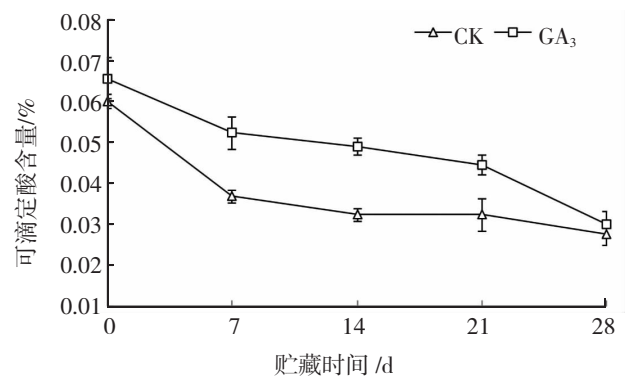


图5 GA₃对黄冠梨可滴定酸含量的影响

2.6 GA₃对黄冠梨常温贮藏Vc含量的影响

从图6可以看出,各处理黄冠梨果实的Vc含量总体趋势为先升高后下降。贮藏7d时,GA₃处理果与对照果的Vc含量均达到最大值,分别为3.10、2.80 mg/100g,GA₃处理较对照高10.40%,至贮藏结束,GA₃处理果实的Vc含量仍高于对照果实。说明GA₃处理可较好地保持贮藏期间果实的Vc含量,提高果实的营养品质。

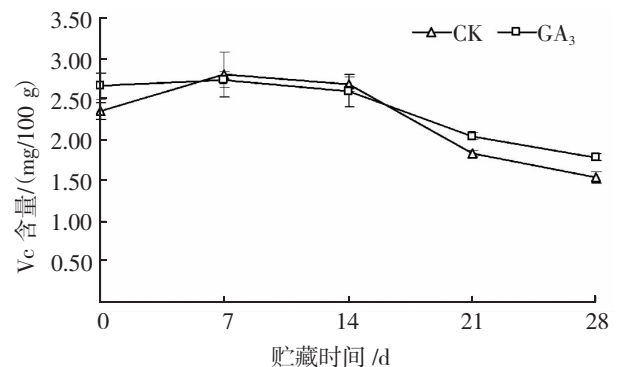


图6 GA₃对黄冠梨Vc含量的影响

2.7 GA₃对黄冠梨常温贮藏鸡爪病发病率和发病指数的影响

由图7、图8可知,采收时,GA₃处理与对照的鸡爪发病率分别为16.7%、3.3%,病情指数分别为0.05、0.01。至常温贮藏7d时,两处理果实的鸡爪发病率分别达到50.0%、16.6%,分别为采收时的5.0、3.0倍;病情指数分别为0.19、0.06,为采收时

的 7.8、3.8 倍，且 GA₃ 处理较同期对照高 200.0%、228.6%，差异极显著 ($P < 0.01$)。至贮藏 28 d，GA₃ 处理果实鸡爪发病率为 56.7%，是同期对照的 2.13 倍；病情指数为 0.24，是同期对照的 2.23 倍，差异达极显著水平 ($P < 0.01$)。说明常温条件下，GA₃ 能极显著 ($P < 0.01$) 加重果实采前及贮藏期鸡爪病的发病程度，影响果实的外观品质，从而降低果实的商品价值。

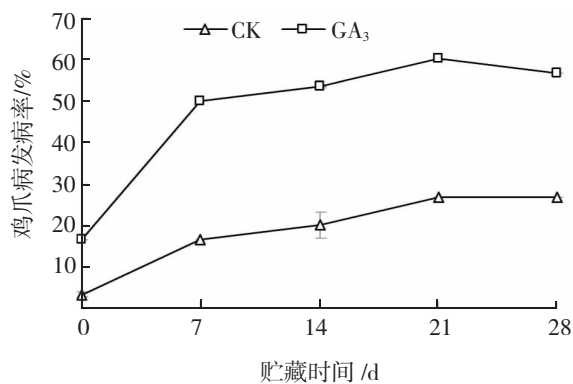


图 7 GA₃ 对黄冠梨鸡爪病发病率的影响

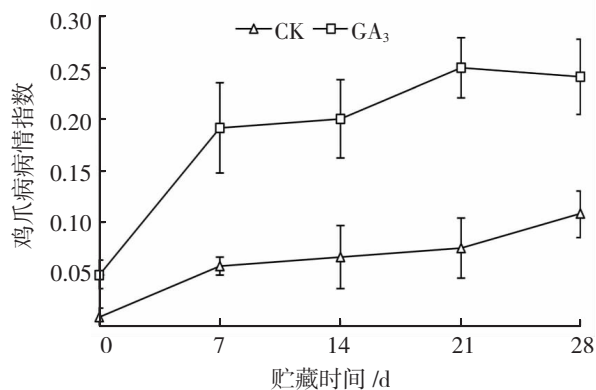


图 8 GA₃ 对黄冠梨鸡爪病发病病情指数的影响

2.8 GA₃ 对黄冠梨常温贮藏褐心病的影响

由图 9、图 10 可知，常温条件下，黄冠梨果实褐心病发病率及发病指数均随贮藏时间的延长而显著升高。采收时各果实均不发病，常温贮藏 7 d，GA₃ 处理果实发病率为 43.3%，高于同期对照 118.1%；发病指数为 0.13，高于同期对照 150.0%，差异极显著 ($P < 0.01$)。之后随贮藏时间的延长，果实

褐心病发病率及发病指数均迅速升高，且 GA₃ 处理组均显著高于同期对照。至贮藏 28 d，GA₃ 处理的果实褐心病发病率 93.3%，是同期对照的 1.12 倍；发病指数为 0.82，是同期对照的 1.18 倍，差异显著 ($P < 0.01$)。说明 GA₃ 能显著加重黄冠梨果实褐心病的发生，尤其在贮藏前期，GA₃ 处理果实褐心病率及褐心病指数均极显著 ($P < 0.01$) 高于同期对照。

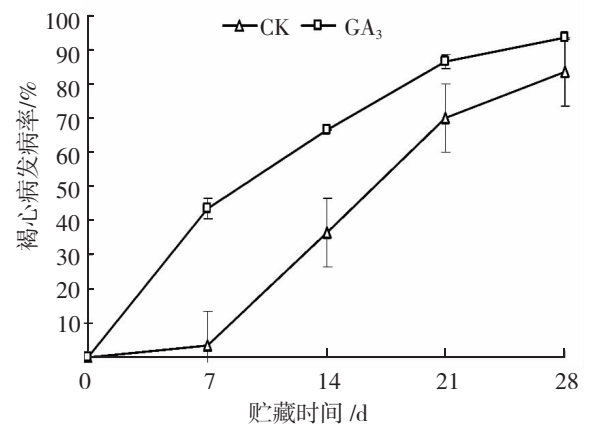


图 9 GA₃ 对黄冠梨褐心病发病率的影响

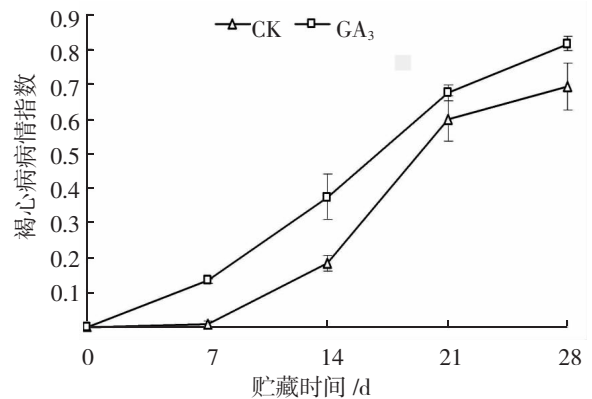


图 10 GA₃ 对黄冠梨褐心病病情指数的影响

3 小结

对黄冠梨幼果期果柄进行涂抹 GA₃ 处理，研究其对果实采后常温贮藏期间品质变化及贮藏性能的影响。结果表明，黄冠梨果实在常温贮藏 4、12 d 时，分别有明显的呼吸跃变高峰和乙烯释放高峰，为典型的呼吸跃变型果实。GA₃ 处理能够抑制果实贮藏前

期的呼吸速率和乙烯释放速率,促进贮藏后期果实呼吸、乙烯释放量的增加,从而促进果实后熟,加速果实软化衰老,降低果实耐贮性。 GA_3 处理增加了采后果实的可溶性固形物、可滴定酸和Vc含量,使黄冠梨果实的贮藏品质保持性优于未处理果实。 GA_3 极显著加重了黄冠梨果实采收期及常温贮藏期的鸡爪病与褐心病发生率,影响果实的商品价值。

GA_3 处理的果实在采前及贮藏期间除采取必要的防护措施之外,还应及早上市,缩短贮藏期,避免不必要的经济损失。

参考文献:

- [1] 李慧娟,孙义平,孙书品,等.黄冠梨的特征特性及丰产栽培技术[J].中国果菜,2005(3):9.
- [2] CHEN Q, WANG Q, FU M. Postharvest low temperature conditioning reduces peel browning and improves fruit quality in storage and subsequent shelf life of huangguan pear [J]. Food and Nutrition Sciences, 2015, 6(15): 1351.
- [3] 张东.黄冠梨的试栽表现[J].北方果树,2001(3):38-39.
- [4] 陈柏,颀敏华,王学喜,等.不同浓度1-MCP对黄冠梨褐心病的控制效果[J].甘肃农业科技,2016(5):16-16.
- [5] 吴小华,颀敏华,王学喜,等.采收期对黄冠梨褐心病发生及贮藏品质的影响[J].甘肃农业科技,2015(11):23-25.
- [6] 庞荣,任亚梅,袁春龙,等.膨大剂处理对六种猕猴桃采收和软熟时品质的影响[J].现代食品科技,2017,33(8):1-8.
- [7] QIJIANG JIN, YOUXU WANG, XIN LI, et al. Interactions between ethylene, gibberellin and abscisic acid in regulating submergence induced petiole elongation in *Nelumbo nucifera* [J]. Aquatic Botany, 2016, 137(2017): 9-15.
- [8] 王萍,孙静,陈全.不同浓度膨大剂处理对“红地球”葡萄贮存品质的影响[J].北方园艺,2017(17):143-148.
- [9] 李莉,李珍.膨大剂对黄冠梨果实品质的影响[J].内蒙古林业调查设计,2013(5):73-77.
- [10] 赵京献,刘俊,吕润航,等.黄冠梨鸡爪病综合防治技术研究[J].中国果树,2008,2008(4):20-22.
- [11] 陈柏,颀敏华,王学喜,等.1-MCP处理对常温贮藏黄冠梨褐心病和果实品质的影响[J].食品工业科技,2016,37(24):342-345;359.
- [12] 李磊.黄冠梨鸡爪病发病机理及调控技术研究[D].天津:天津大学,2010.
- [13] 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(21):73-76.
- [14] 田彩芳,李浩男,刘毅,等.赤霉酸对‘酥梨’及‘玉露香’梨果实品质及贮藏的影响[J].北京农学院学报,2016,31(3):57-62.
- [15] 吴小华,颀敏华,王学喜,等.1-MCP对不同采收期黄冠梨褐心病及贮藏品质的影响[J].食品与机械,2016,32(1):110-113.
- [16] 赵波.1-甲基环丙烯(1-MCP)对花牛苹果虎皮病的控制及其机理研究[D].兰州:甘肃农业大学,2014.
- [17] 闫桂甫,徐慧琴.紫外分光光度法测定蔬果中维生素C含量[J].河南科技,2014(2):172-173.
- [18] 赵科军,李江阔,张平,等.1-MCP处理对黄冠梨贮藏效果及鸡爪病发生的影响[J].保鲜与加工,2008,8(3):13-16.
- [19] 王萍,孙静,陈全.膨大剂处理对无核白葡萄贮藏品质的影响[J].保鲜与加工,2016,16(6):20-24.
- [20] 王建军,周雅涵,曾凯芳.乙烯催熟对采后果实贮藏品质的影响[J].食品工业科技,2012,33(21):361-364.

(本文责编:陈伟)