

赤霉素处理对两种葡萄品质和贮藏生理的影响

于建娜^{1,2}, 任小林^{1,*}, 雷 琴¹, 安慧珍¹, 王丽玲²

(1.西北农林科技大学园艺学院, 陕西 杨凌 712100; 2.塔里木大学生命科学学院, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:以红地球葡萄和克瑞森无核葡萄为试材, 研究采前使用赤霉素(GA₃)处理对果实采收时的品质及采后贮藏特性的影响, 测定贮藏期间果实的腐烂率、落果率、呼吸速率、果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量和丙二醛含量等生理指标。结果表明: 采前使用30mg/L GA₃处理可使采收时红地球葡萄和克瑞森无核葡萄果实单粒质量分别提高29.33%和32.30%, 平均单穗质量分别增加49.71%和33.36%, 在果实冷藏期间, 能有效控制葡萄的腐烂和落粒, 显著抑制红地球葡萄和克瑞森无核葡萄果实贮藏过程中的呼吸速率, 有效地维持果实硬度, 减少可滴定酸的下降幅度, 保持葡萄的营养成分, 延缓果实丙二醛的生成, 保持细胞膜的完整性。

关键词: 赤霉素; 葡萄; 品质; 贮藏生理

Effect of Preharvest Gibberellic Acid Treatment on Postharvest Quality and Physiology of Two Grape Varieties during Cold Storage

YU Jian-na^{1,2}, REN Xiao-lin^{1,*}, LEI Qin¹, AN Hui-zhen¹, WANG Li-ling²

(1. College of Horticulture, Northwest A & F University, Yangling 712100, China;

2. College of Life Science, Tarim University, Alar 843300, China)

Abstract: 'Redglobe' and 'Crimson Seedless' grapes (*Vitis vinifera*) were used to explore the effect of preharvest gibberellic acid (GA₃) treatment on postharvest quality and storage physiology of grape fruits. Respiration intensity, firmness, titratable acid content, soluble solid content, decay rate, drop rate and MDA content were measured on grape fruits stored at 0 °C. The results showed that preharvest 30 m/L GA₃ treatment could increase single berry weight by 29.33% and 32.30%, and average single cluster weight by 49.71% and 33.36% for 'Redglobe' and 'Crimson Seedless' grapes, respectively. Moreover, the GA₃ treatment could also effectively lower fruit decay rate and drop rate, notably inhibit respiration intensity, maintain fruit firmness and nutrients, reduce the decrease of titratable acid content, delay the generation of MDA, and preserve the completeness of the cell membrane.

Key words: gibberellic acid; grape; quality; storage physiology

中图分类号: S609.3

文献标志码: A

文章编号: 1002-6630(2013)02-0277-05

葡萄营养丰富, 具有很高的食用价值及医疗保健价值, 是我国五大名果之一^[1]。我国葡萄2010年收获面积53.3万公顷, 产量为865.2万t^[2], 其中约90%作为鲜果食用, 但由于葡萄柔软多汁、水分含量高, 在贮藏过程中极易发生腐烂、脱粒、干梗等现象, 大大降低了葡萄的食用品质和商品价值^[3]。

赤霉素(GA₃)作为一种外源生长调节剂, 在葡萄上的应用较广泛, 廖康等^[4]证实GA₃质量浓度在100~3000mg/L时赤霉素对葡萄果实的无核化及果实膨大有较好的效果。不同质量浓度的GA₃对红地球^[5-6]、Vanessa^[7]、Sultana^[8]、Crimson Seedless^[9]等品种也起到了良好的膨大效果。

Zoffoli等^[10]研究表明, 多次重复使用GA₃或在使用二次GA₃后再使用CPPU均可使'Thompson Seedless'果粒明显膨大。崔慧琴等^[11]研究认为, 经植物生长调节剂处理后, 克瑞森无核葡萄果实的单果质量、产量、果穗外形等得到了明显改善, 从而提高了果实的商品价值。

新疆光照丰富, 气候干燥, 昼夜温差大, 是国内栽培葡萄的最佳区域之一。2008年, 红地球栽培面积已达2667公顷。但与优质红地球葡萄相比, 仍然存在果粒小, 果穗短等问题。克瑞森无核葡萄是一个集晚熟、抗病、品质极佳、耐贮运等优点于一身的优质葡萄品种, 但该品种也存在果粒偏小、果穗短等问题^[10]。在生产

收稿日期: 2011-11-02

基金项目: 国家现代农业产业技术体系项目(nycytx-08-05-02)

作者简介: 于建娜(1973—), 女, 博士研究生, 研究方向为采后生理及贮藏保鲜技术。E-mail: yujianna@gmail.com

*通信作者: 任小林(1964—), 男, 教授, 博士, 研究方向为果实采后生理、果实发育分子生物学及贮藏保鲜。

E-mail: rxl9152@yahoo.com.cn

上, 这两个品种葡萄普遍使用赤霉素进行处理来调节果形和增大果实, 作为鲜食品种, 采前使用生长调节剂对果实采后贮藏品质与生理特性的影响必将成为人们关注的一个热点问题。

本实验就GA₃采前处理对红地球葡萄和克瑞森无核葡萄品质和贮藏期间相关贮藏特性的影响作了研究, 以期赤霉素类物质在葡萄生产上的应用提供依据。

1 材料与方 法

1.1 材料与处理

选取葡萄园内生长一致、树势健壮、无病虫害、树形规范的7年生红地球葡萄(*Vitis vinifera* L. cv. 'Redglobe')与5年生的克瑞森无核葡萄(*Vitis vinifera* L. cv. 'Crimson Seedless')为试材。红地球葡萄栽培株行距为2m×5m, 克瑞森无核葡萄栽培株行距为0.5m×6m, 每株留果穗数为30~40串。

GA₃设3个质量浓度处理, 分别为10(T1)、30(T2)、50mg/L(T3), 以清水处理作为对照(CK), 各处理分别于葡萄开花前5d和盛花后期对果穗进行2次微喷。

果实于正常成熟时采收。采后立即运回实验室, 挑选外观颜色大小均匀一致、无病虫害、无机械损伤的果穗进行预冷, 然后放入内衬聚氯乙烯袋(厚度0.05mm)的纸箱内, 在0℃条件贮藏, 箱内放有SO₂保鲜剂(1g焦亚硫酸钠/kg葡萄)抑制葡萄腐烂。

1.2 仪器与设备

TX-XT2i型物性测定仪 英国Stable Micro System公司; 6890气相色谱仪 美国安捷伦公司; TU-1810型紫外-可见分光光度计 北京普析通用仪器有限责任公司; PR-101型折射计 日本Atago公司; TCL-16C型台式离心机 上海安亭科学仪器厂。

1.3 果实单穗质量、单粒质量及果实纵横径的测定

每个处理随机选取20个果穗, 测定平均穗质量。随机取15粒果实测定平均单粒质量, 同时测定各处理果实平均纵横径。

1.4 腐烂率和落果率

腐烂率/%=腐烂的果粒数/总果粒数×100

落果率/%=脱落的果粒质量/总果粒质量×100

每个处理重复10次, 结果用平均值表示。

1.5 呼吸速率测定

将1kg果实在5L的罐子里密闭2h, 然后用注射器抽取1mL气体直接注入气相色谱进行二氧化碳分析, 结果表示为mg CO₂/(kg·h), 重复3次。

1.6 果实硬度、可溶性固形物含量(soluble solid content, SSC)、可滴定酸含量(titrable acidity, TA)的测定

果实硬度采用物性测定仪测定。每串葡萄取10个果

粒量取直径, 记录完成果粒直径5%的变形所施加的力, 每个处理重复10次, 结果用平均值表示。

TSS用手持糖量计进行测定, 可滴定酸含量的测定用0.01mol/L NaOH溶液滴定pH值到8.1, 结果用g酒石酸/100g来表示(n=10)。

1.7 丙二醛(MDA)含量测定

采用硫代巴比妥酸法测定^[12]。

1.8 统计分析

采用Microsoft Excel 2003和SPSS 13.0统计分析软件进行数据分析及差异显著性检验, 所有数值均为3次重复的平均值。

2 结果与分析

2.1 采前GA₃处理对葡萄果实品质的影响

2.1.1 对果实大小及形状的影响

果实品质是决定果实商品性的核心因素之一。其中, 果实大小与形状是果实外观品质的重要组成部分^[13]。从表1可以看出, 30mg/L GA₃处理可使红地球葡萄和克瑞森无核葡萄果实单粒质量分别提高了29.33%和22.79%, 平均单穗质量分别增加49.71%和33.36%。表明30mg/L GA₃处理可有效地促进果实的生长发育, 提高产量。同时, 赤霉素处理也使红地球葡萄和克瑞森无核葡萄果形发生了变化, 随着GA₃处理质量浓度的增加果形指数(纵径/横径)不断加大。

表1 采前使用GA₃处理对葡萄采收时果实特性的影响

Table 1 Effect of preharvest GA₃ treatment on fruit characteristics of ripe grapes

处理	单穗质量/g	单粒质量/g	果粒大小/mm	
			纵径	横径
对照	700.05±36.20 ^a	11.42±0.32 ^a	27.87±0.35 ^a	25.54±0.24 ^a
红地球葡萄	1033.33±24.13 ^b	14.90±0.51 ^b	30.47±0.38 ^b	28.76±0.42 ^b
30mg/L GA ₃	1048.02±44.42 ^b	14.77±0.37 ^b	30.65±0.41 ^b	26.92±0.34 ^b
50mg/L GA ₃	773.46±31.47 ^a	13.81±0.70 ^b	31.96±0.46 ^c	26.84±0.55 ^c
对照	343.61±11.84 ^a	4.57±0.26 ^a	21.53±0.50 ^a	16.68±0.45 ^a
克瑞森无核葡萄	432.42±12.49 ^b	5.55±0.23 ^b	23.37±0.44 ^b	16.28±0.31 ^b
30mg/L GA ₃	458.25±23.40 ^b	6.05±0.33 ^b	25.74±0.22 ^c	18.68±0.37 ^b
50mg/L GA ₃	498.26±14.56 ^c	5.34±0.28 ^{ab}	25.19±0.48 ^c	16.63±0.29 ^a

注: 不同小写字母代表用 Duncan's 新复极差法检验, 在 P < 0.05 水平有显著差异。数据用“平均值 ± 标准差”表示。

2.1.2 对果实贮藏期间果实硬度、可溶性固形物含量、可滴定酸含量的影响

红地球葡萄采收时果实硬度为1.22N/mm, 从图1A可以看出, 在整个冷藏过程中果实硬度呈明显下降趋势, GA₃处理的果实与对照变化趋势一致, 入贮30d后, T3处理的果实硬度下降幅度大于对照与其他处理。冷藏结束时, T2处理的果实硬度最大, 为1.00N/mm, 与T1处理的差异不显著(P>0.05)。由图1B显示, 克瑞森无核葡萄入

贮20d后,与其他处理和对照相比,T2处理的果实在随后的冷藏过程中始终保持着较高的果实硬度,与对照差异显著($P<0.05$),表明适宜质量浓度的GA₃处理可较好保持果实硬度。

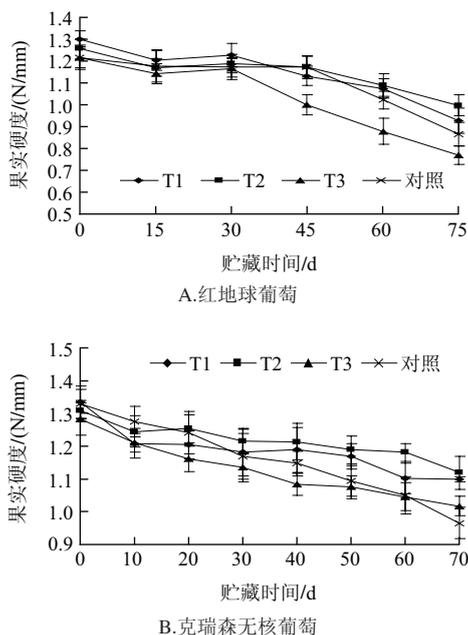


图1 采前使用 GA₃ 处理对葡萄贮藏期间果实硬度的影响
Fig.1 Effect of preharvest GA₃ treatment on fruit firmness of grapes during storage

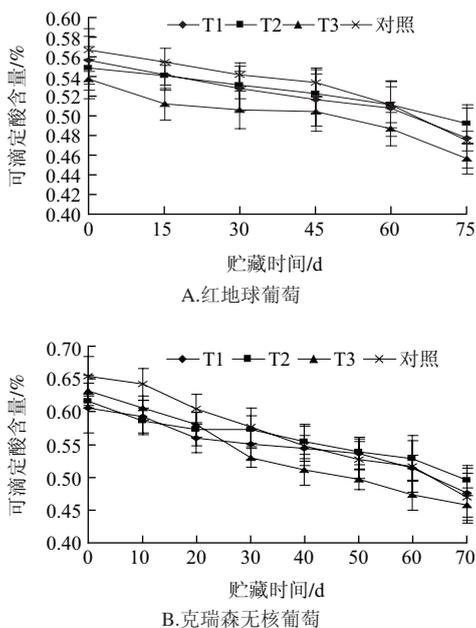


图2 采前使用 GA₃ 处理对葡萄贮藏期间果实可滴定酸含量的影响
Fig.2 Effect of preharvest GA₃ treatment on titratable acid content of grapes during storage

可滴定酸与葡萄的风味有密切关系。从图2可知,总酸作为呼吸底物贮藏期间逐渐被消耗,葡萄总酸含量

变化均呈下降趋势。红地球葡萄与克瑞森无核葡萄在采收时的果实可滴定酸分别为0.57%和0.65%,高于GA₃各个处理的,但随着贮藏时间的延长,T2处理有效抑制克瑞森无核葡萄果实可滴定酸下降幅度(图2B),至冷藏结束,T2处理的果实可滴定酸含量分别为0.49%和0.50%,高于对照与其他处理。说明适宜质量浓度的GA₃处理可保持果实良好的风味。

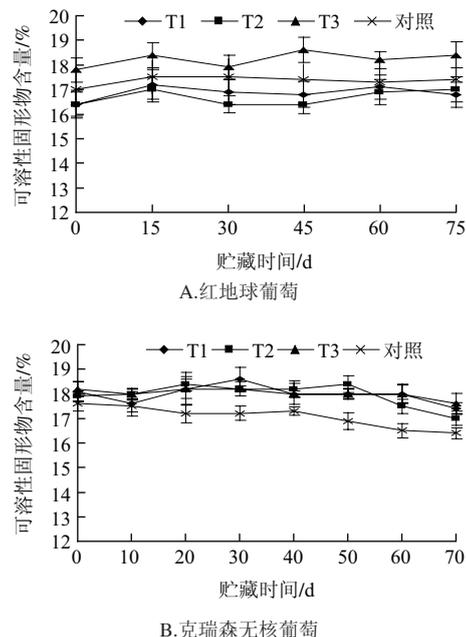


图3 采前使用 GA₃ 处理对葡萄贮藏期间果实可溶性固形物含量的影响
Fig.3 Effect of preharvest GA₃ treatment on soluble solid content of grapes during storage

糖分含量是决定水果营养价值和口感的一个重要指标。由图3A可知,红地球葡萄采收时对照组果实可溶性固形物含量为17.0%,高于T1和T2处理(16.4%)低于T3处理(17.8%)。贮藏过程中,T3处理果实可溶性固形物含量一直高于对照和其他处理,各处理间差异不显著($P>0.05$)。

由图3B可知,克瑞森无核葡萄采收时对照组果实可溶性固形物含量为17.6%,冷藏期间可溶性固形物含量呈缓慢的下降趋势,贮藏结束时为16.4%。入贮10d后,GA₃处理各组可溶性固形物含量均显著高于对照组,各处理之间差异不显著($P>0.05$)。

2.2 采前GA₃处理对果实贮藏特性的影响

葡萄果实腐烂程度是反映其商品性的重要方面。入贮45d的红地球葡萄和入贮50d的克瑞森无核葡萄,对照组腐烂率分别为1.13%和2.73%,而采前使用不同质量浓度的GA₃处理可显著影响葡萄的腐烂病斑和果实脱落的发生率,30mg/L GA₃处理组未出现腐烂现象,T3处理组腐烂率分别为13.67%和5.41%(图4)。至贮藏结束,红地球葡萄和克瑞森无核葡萄对照组腐烂率分别为25.07%和8.56%,落果率分别为23.73%和6.17%,T3处理的腐烂率分别为53.45%和20.32%,显著高于对照($P<0.05$),T2处

理的腐烂率分别为18.63%和3.75%，落果率分别为6.77%和2.82%，显著低于对照(图4、5)。这可能与不同质量浓度的GA₃处理影响了果实的角质层含量有关。

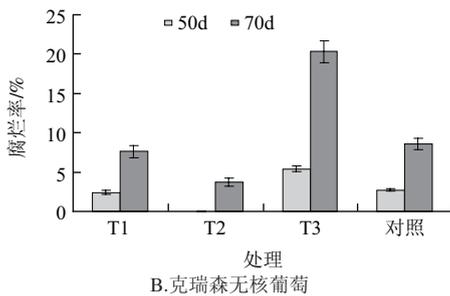
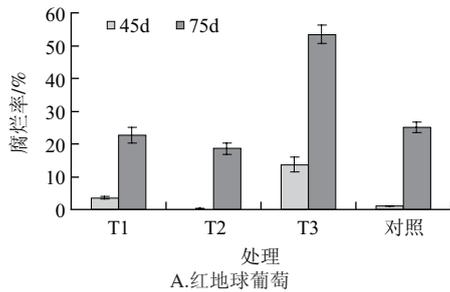


图4 采前使用GA₃处理对葡萄贮藏期间腐烂率的影响

Fig.4 Effect of preharvest GA₃ treatment on decay rate of grapes during storage

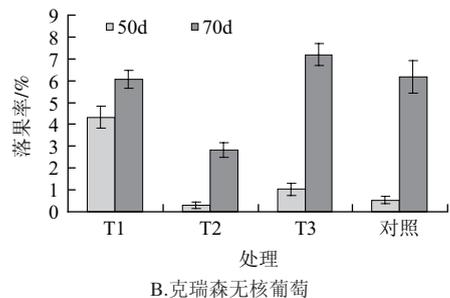
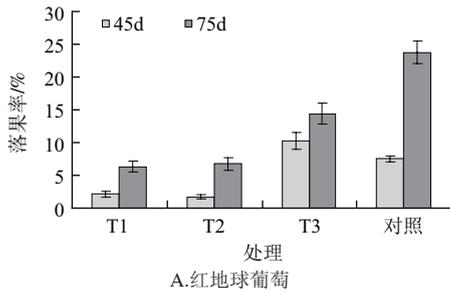


图5 采前使用GA₃处理对葡萄贮藏期间落果率的影响

Fig.5 Effect of preharvest GA₃ treatment on drop rate of grapes during storage

2.3 采前GA₃处理对果实贮藏期间生理特性的影响

2.3.1 对果实贮藏期间呼吸速率的影响

从图6可以看出，红地球葡萄和克瑞森无核葡萄在整个贮藏过程中不出现呼吸跃变现象，这与赵瑞平等^[14]的

研究结果一致。入贮后处理与对照均表现为呼吸强度急剧下降，随后开始逐渐上升。

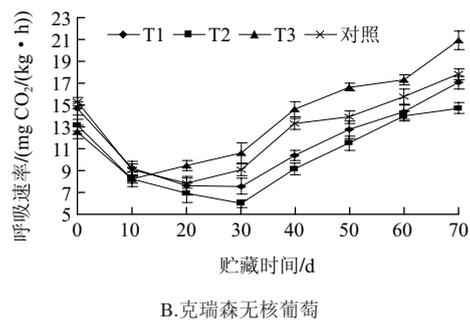
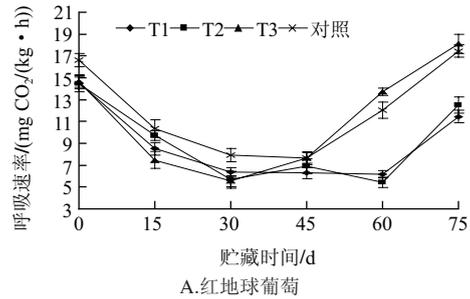


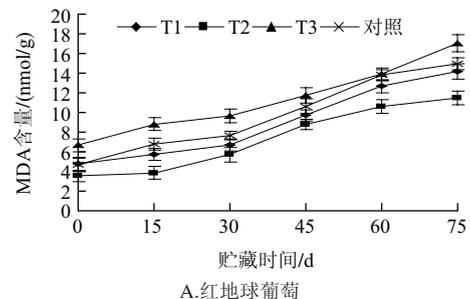
图6 采前使用GA₃处理对葡萄贮藏期间呼吸速率的影响

Fig.6 Effect of preharvest GA₃ treatment on respiration intensity of grapes during storage

由图6A可知，T2处理组红地球葡萄其呼吸强度在入贮45d后显著低于对照组($P < 0.05$)，至冷藏结束，对照组的呼吸强度为17.46mg CO₂/(kg·h)，T2处理的为12.51mg CO₂/(kg·h)，T2处理和T1处理之间无明显差异($P > 0.05$)。克瑞森无核葡萄在冷藏过程中其呼吸强度也受到GA₃处理的影响(图6B)，从入贮30d开始，T2处理的果实呼吸强度显著低于对照组($P < 0.05$)。

2.3.2 对果实贮藏期间丙二醛含量的影响

MDA是植物衰老过程中膜脂过氧化最重要的产物之一，常被用来评价细胞膜系统受伤害的程度，其含量高低可用作衰老评价的标志^[15]。在整个贮藏期间，各处理的MDA含量均呈上升趋势(图7)，与相同贮期的对照相比，采前使用T2处理的MDA含量始终低于对照($P < 0.05$)，有效降低红地球和克瑞森无核葡萄的MDA累积速率，有利于延缓衰老进程。



A. 红地球葡萄

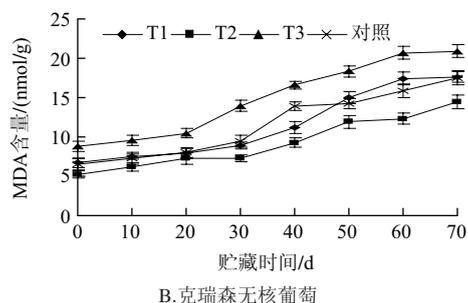


图7 采前使用 GA₃ 处理对葡萄贮藏期间果实丙二醛(MDA)含量的影响
Fig.7 Effect of preharvest GA₃ treatment on MDA content of grapes during storage

3 讨论与结论

GA₃ 在增大葡萄果粒应用中最普遍, 目前世界各国几乎均对无核品种施用GA₃增大果粒。本实验中30mg/L GA₃处理可使葡萄果实明显增大, 改变果形, 这可能是由于GA₃处理降低坐果率并促进细胞分裂和细胞后期的加长生长。灰霉病是葡萄贮藏过程中的主要病害, 葡萄灰霉病主要发生在果粒的基部或两侧^[16]。Zoffoli等^[10]研究‘Thompson Seedless’和‘Ruby seedless’葡萄表明, 果实的角质层含量与果实两侧灰霉病的发生存在明显的负相关。本实验中30mg/L GA₃处理有效减少了果实贮藏期间的腐烂, 可能是增加了果实的角质层含量, 50mg/L GA₃处理组的果实有很高的腐烂率可能与降低了果实的角质层含量有关。

果实中有机酸含量是决定果实风味品质的重要因素之一。从本实验结果可以看出, 采前使用GA₃处理有降低采收时果实的酸含量水平的作用, 可能是因为GA₃处理促进葡萄浆果体积的增大, 从而起到稀释作用, 这与陈发兴等^[17]的研究结果一致。在贮藏后期, 30mg/L GA₃处理的有效抑制了可滴定酸的下降幅度, 可能与抑制了果实的呼吸作用有关。果实品质在很大程度上取决于果实内所含糖的种类和数量, 糖含量则直接关系到果实的甜度及风味^[18]。本实验中30mg/L GA₃处理的果实在整个冷藏期间可溶性固形物含量与对照无显著差异, 表明采前使用适宜质量浓度的GA₃处理对葡萄果实贮藏期间的可溶性固形物含量影响不大。

丙二醛(MDA)是膜质过氧化作用的主要产物之一, 其含量的增加, 使膜质过氧化程度加强, 膜受伤而加剧衰老的进程, 其含量高低可以反映膜质过氧化程度。采前使用30mg/L GA₃处理能有效降低贮藏期间‘红地球’和‘克瑞森无核’葡萄的MDA累积速率, 有利于延缓衰老进程。

果实入贮时的品质与果实的耐贮性密切相关。耐贮性好的葡萄其角质层及表皮组织均比较厚、果肉致密、果面蜡质较多, 果刷粗长, 糖酸含量高^[19]。在生产中,

葡萄普遍使用赤霉素进行处理来调节果形和增大果实, 为了片面追求果实的外观品质, 过量使用植物生长调节剂导致葡萄出现穗轴弯曲、硬化现象, 减少葡萄果梗的柔韧性, 则会降低果实的耐贮性。植物生长调节剂对葡萄果实品质的调控可能是通过影响果实生长发育过程中内源激素的变化来实现的^[20]。在实际使用过程中, 应该根据葡萄本身的品种特性及植物生长调节剂的作用机理, 选择合理的施用浓度、施用时期以及施用方法, 以实现对其果实的综合品质调控和提高。

采前使用30mg/L GA₃处理可以显著抑制红地球葡萄和克瑞森无核葡萄果实在贮藏过程中的呼吸速率, 有效控制葡萄腐烂和落粒, 维持果实硬度, 延缓了可滴定酸的下降幅度, 对果实中的可溶性固形物含量无明显影响, 延缓了果实丙二醛的生成, 保持了细胞膜的完整性, 提高了葡萄的贮藏品质。

参考文献:

- [1] 张昆明, 朱志强, 农绍庄, 等. 冰温结合气调包装对葡萄贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 126-130.
- [2] 世界粮农组织作物生产数据库[DB/OL]. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
- [3] 梁丽雅, 郝利平, 闫师杰. 保鲜剂对红地球和巨峰葡萄呼吸强度和贮藏品质的影响[J]. 农业工程学报, 2003, 19(4): 205-208.
- [4] 廖康, 伏见拓也, 冈本五郎. 赤霉素涂抹法对葡萄果实膨大及果实膨大的影响[J]. 新疆农业大学学报, 2002, 25(1): 27-30.
- [5] 陈锦永, 方金豹, 顾红, 等. 环剥和GA处理对红地球葡萄果实性状的影响[J]. 果树学报, 2005, 22(6): 610-614.
- [6] 吴俊, 钟家煌, 徐凯, 等. 外源GA₃对藤稔葡萄果实生长发育及内源激素水平的影响[J]. 果树学报, 2001, 18(4): 209-212.
- [7] ZABADAL T J, DITTMER T W. Gibberellic acid sprays increase berry size and reduce shot berry of ‘Vanessa’ grapevines[J]. Journal of American Pomological Society, 2000, 54(3): 1527-3741.
- [8] PEREZ F J, GOMEZ M. Possible role of soluble invertase in the gibberellic acid berry-sizing effect in Sultana grape[J]. Plant Growth Regul. 2000, 30(2): 111-116.
- [9] DOKOOZLIAN N K, PEACOCK W L. Gibberellic acid applied at bloom reduces fruit set and improves size of ‘Crimson Seedless’ Table grapes[J]. Hortscience, 2001, 36(4): 706-709.
- [10] ZOFFOLI J P, LATORRE B A, NARANJO P. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage[J]. Postharvest Biol Technol, 2009, 51(2): 183-192.
- [11] 崔慧琴, 牛建新. 植物生长调节剂对克瑞森葡萄果实品质的影响[J]. 新疆农业科学, 2009, 46(6): 1263-1265.
- [12] 李合生, 孙群, 赵世杰, 等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003: 260-261.
- [13] 李秀菊, 刘用生, 束怀瑞. 不同成熟型苹果果实生长发育过程中几种内源植物激素含量变化的比较[J]. 植物生理学通讯, 2000, 36(1): 7-10.
- [14] 赵瑞平, 兰凤英, 孙丰梅, 等. 采前涂膜处理对宜化牛奶葡萄贮藏生理及品质的影响[J]. 食品科学, 2011, 32(10): 274-278.
- [15] 杜金华, 傅茂润, 李苗苗, 等. 二氧化氯对青椒采后生理和贮藏品质的影响[J]. 中国农业科学, 2006, 39(6): 1215-1219.
- [16] HOLZ G, GUTSCHOW M, COERTZE S, et al. Occurrence of *Botrytis cinerea* and subsequent disease expression at different positions on leaves and bunches of grape[J]. Plant Dis, 2003, 87(4): 351-358.
- [17] 陈发兴, 刘星辉, 陈立松. 果实有机酸代谢研究进展[J]. 果树学报, 2005, 22(5): 526-531.
- [18] 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.
- [19] 周会玲, 李嘉瑞. 葡萄果实组织结构与耐贮性的关系[J]. 园艺学报, 2006(1): 28-32.
- [20] 郁松林, 肖年湘, 王春飞. 植物生长调节剂对葡萄果实品质调控的研究进展[J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2008, 26(4): 439-443.