

# 热处理对鲜切玫瑰香葡萄抗氧化活性及生理生化品质的影响

曹明明<sup>1,2</sup>, 阎瑞香<sup>3</sup>, 冯叙桥<sup>1,2,\*</sup>, 关文强<sup>4</sup>

(1. 沈阳农业大学食品营养质量与安全研究所, 辽宁 沈阳 110866; 2. 沈阳农业大学食品学院, 辽宁 沈阳 110866;  
3. 国家农产品保鲜工程技术研究中心, 天津市农产品采后生理与贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384;  
4. 天津商业大学生物技术与食品科学学院, 天津市食品生物技术重点实验室, 天津 300134)

**摘要:** 研究热处理对鲜切葡萄(*Vitis vinifera* Linn)粒贮藏保鲜效果的影响。以玫瑰香葡萄(Muscat)为试材, 研究经40、45、50℃热水处理6min的葡萄在(0±0.5)℃贮藏过程中抗氧化活性及采后生理生化和品质的变化。结果表明: 贮藏至7d, 经热处理的葡萄抗氧化活性远低于对照, 之后则无明显差异。在整个贮藏过程中45℃和40℃处理6min的葡萄可有效抑制总酚含量的降低, 且45℃处理6min的葡萄还抑制了VC含量和发病率以及丙二醛含量的升高。此外, 热处理虽然对可滴定酸没太大的影响, 但却大大提高了过氧化物酶的活性, 其中45℃处理6min的葡萄POD活性增加尤为显著。

**关键词:** 热处理; 玫瑰香葡萄; 抗氧化活性; 生理生化; 品质

## Effect of Heat Treatment on Antioxidant Activity, Physiological and Biochemical Changes and Quality of Fresh-Cut Muscat Grape

CAO Ming-ming<sup>1,2</sup>, YAN Rui-xiang<sup>3</sup>, FENG Xu-qiao<sup>1,2,\*</sup>, GUAN Wen-qiang<sup>4</sup>

(1. Institute of Food Nutrition, Quality and Safety, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;  
2. College of Food, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110866, China;  
3. Tianjin Key Laboratory of Postharvest Physiology and Storage of Agricultural Products, National Engineering and Technology Research Center for Preservation of Agriculture Products, Tianjin 300384, China 4. College of Biotechnology and Food Science, Tianjin University of Commerce, Tianjin Key Laboratory of Food Biotechnology, Tianjin 300134, China)

**Abstract:** Fresh-cut Muscat grapes were treated in hot water at 40, 45 °C and 50 °C for 6 min, respectively in order to explore the impact of heat treatment on the antioxidant activity, physiological and biochemical changes and quality of fresh-cut Muscat grapes during storage at (0 ± 0.5) °C. The results showed that the antioxidant activity of grape treated with hot water was far lower than CK after 7 days of storage. In addition, the treatments at 45 °C or 40 °C for 6 min decreased the content of total phenols during the whole storage period, and the treatment at 45 °C for 6 min also inhibited the decrease of vitamin C and the increase of disease incidence and MDA content. Although no significant impact on titratable acid was observed, heat treatment, especially at 45 °C for 6 min, greatly increased POD activity.

**Key words:** heat treatment; Muscat; antioxidant activity; physiological and biochemical changes; quality

中图分类号: S609.3

文献标识码: A

文章编号: 1002-6630(2012)08-0279-06

鲜食葡萄果粒皮薄多汁, 含水量高, 贮藏过程中易发生腐烂、脱粒、干梗等现象, 在贮藏、运输、

货架期中保鲜的困难极大, 常常造成极大的经济损失。传统的葡萄贮藏采用SO<sub>2</sub>熏蒸处理, 但SO<sub>2</sub>使用浓度过

收稿日期: 2011-03-21

基金项目: 沈阳农业大学2009年高端引进人才基金项目; 天津市应用基础及前沿技术研究计划项目(10JCYBJC26900)

作者简介: 曹明明(1986—), 女, 硕士研究生, 研究方向为果蔬贮藏保鲜原理与技术。

E-mail: ruby.054@163.com

\* 通信作者: 冯叙桥(1961—), 男, 教授, 博士, 研究方向为包装食品贮藏保鲜过程中的质量与安全。

E-mail: feng\_xq@hotmail.com

低达不到防腐目的, 过高使果实褪色漂白, 并且  $\text{SO}_2$  对呼吸道和眼睛黏膜有强烈刺激作用, 对人体危害较大<sup>[1]</sup>。热处理作为一种物理保藏方法, 具有杀虫、杀菌、保鲜和无化学残留等特点<sup>[2]</sup>。而采后热处理这种物理方法还可以控制多种果蔬的病虫害、提高抗冷性、延缓衰老、保持品质<sup>[3]</sup>。特别是随着农药残留问题日益严重, 这种无毒、无农残的水果保鲜方法得到关注, 相关领域的研究变得相当活跃。

天津市汉沽区盛产的玫瑰香葡萄(Muscat), 风味优美, 含糖量高, 是酿酒和鲜食兼用的葡萄品种。近年来, 我国东部地区的玫瑰香葡萄发展很快, 有较大的增长势头。但玫瑰香葡萄在贮藏过程中容易出现腐烂、褐变、失绿等问题。寇丽萍<sup>[4]</sup>研究了热处理对红地球、巨峰葡萄微加工果粒生理生化及品质的影响, 但未见有热处理对鲜切玫瑰香葡萄采后生理生化及品质影响的研究。

本实验以玫瑰香葡萄为试材, 按照鲜切果蔬的原理与技术对葡萄进行轻加工处理, 研究了不同热水处理温度对轻度加工的玫瑰香葡萄在贮藏期间抗氧化活性(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, DPPH)、总酚含量、抗坏血酸(vitamin C, VC)含量、过氧化物酶(peroxidase, POD)、丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量、可滴定酸含量和发病率的影响, 以确定理想的热处理工艺参数, 为热处理应用于玫瑰香葡萄粒贮藏提供一定理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料及处理

实验用的玫瑰香葡萄采自天津市汉沽地区, 采收后立即运往位于天津市津静公路 17km 处的国家农产品保鲜工程技术研究中心进行处理。选择无病虫害、无机械损伤、成熟度好并且均匀的葡萄果穗。从穗轴上用剪刀逐个将果粒剪下, 保留果垫, 不能碰伤果粒, 并剔除不合格果粒。将葡萄粒进行以下处理, 分别在 40、45、50℃ 恒温水浴锅中处理 6min, 对照(CK)用常温清水浸泡 6min。每个处理重复 3 次, 每个重复用果 200g, 处理时用 100 目的尼龙网袋包装。热水处理后摊开晾至室温, 挑选沥干的果粒装入厚 0.03mm 的 PE(180mm × 130mm)袋中, 而后放置于(0 ± 0.5)℃ 库中预冷后扎口贮藏。果实在冷藏期间, 每隔 7d 测定 1 次各项指标, 测定时随机取样, 重复 3 次。

### 1.2 试剂与仪器

DPPH 美国 Sigma 公司; 没食子酸、甲醇、Folin-Ciocalteu 试剂、VC、草酸-EDTA、偏磷酸-醋酸、硫酸、钼酸铵、愈创木酚、三氯乙酸、硫代巴比妥酸均为分析纯。

西贝乐 SQ2002 多功能食品加工粉碎机 上海帅佳电

子科技有限公司; KS-150D 型超声波清洗器 宁波海曙科生超声设备有限公司; D-37520 型冷冻离心机 德国 Heraeus Biofuge 公司; HHS 型恒温水浴锅 天津市华北实验仪器有限公司; GENSYSTM5 型紫外-可见分光光度计 美国 Thermo Spectronic 公司。

### 1.3 指标测定

#### 1.3.1 抗氧化活性测定

DPPH 自由基标准曲线的制作: 准确称取 DPPH 0.004g 用无水乙醇溶解并定容至 100mL, 则浓度为  $10 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ , 依次稀释成  $1 \times 10^{-5}$ 、 $2 \times 10^{-5}$ 、 $3 \times 10^{-5}$ 、 $4 \times 10^{-5}$ 、 $5 \times 10^{-5}$ 、 $6 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ , 在 517nm(自由基强吸收峰)波长处分别测定吸光度, 并作标准曲线(图 1)。

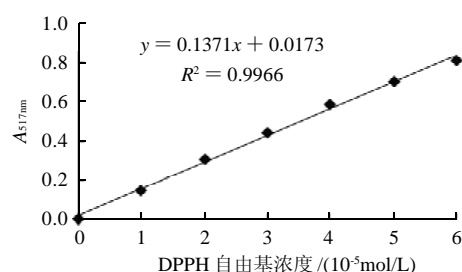


图 1 DPPH 自由基标准曲线

Fig.1 Standard curve of DPPH

玫瑰香葡萄提取物对 DPPH 自由基残留的测定<sup>[5-6]</sup>。称取 3g 液氮冷冻果肉置于研钵中研磨, 然后转移到 100mL 磨口锥形瓶中, 加入 25mL 体积分数 50% 乙醇溶液, 混匀, 超声破碎 1h, 过滤移入 25mL 容量瓶中定容备用。向试管中加入 2mL DPPH 自由基溶液和 2mL 无水乙醇(空白为 4mL 无水乙醇)测定 DPPH 自由基的原始浓度的吸光度, 另取试管加入 2mL DPPH 自由基溶液和 2mL 样品溶液(空白为 2mL 无水乙醇和 2mL 样品溶液)用来测某一时刻 DPPH 自由基浓度的吸光度。根据标准曲线换算成 DPPH 自由基的浓度, 从而计算出 DPPH 自由基的清除率。

$$\text{DPPH 自由基清除率} / \% = 1 - C_{\text{DPPH 自由基}} / C_0 \times 100$$

式中:  $C_{\text{DPPH 自由基}}$  为自由基清除过程中某一时刻 DPPH 自由基的浓度;  $C_0$  为 DPPH 自由基的原始浓度。

#### 1.3.2 总酚含量

总酚标准曲线的制作: 精密称取没食子酸 0.2g, 溶于 50mL 体积分数 75% 甲醇溶液, 制作成没食子酸标准溶液, 分别吸取此溶液 0、0.2、0.3、0.4、0.5mL(相当于没食子酸 0、0.4、0.8、1.2、1.6、2mg)于 50mL 容量瓶中, 用体积分数 75% 甲醇溶液定容。各取 0.5mL 标准溶液, 再加入 1mL Folin-Ciocalteu 试剂, 5mL 去离子水混匀, 然后加入 3mL 质量分数 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液, 室温静置 2h, 在波长 765nm 处用紫外-可见分光光度计

测定吸光度, 根据没食子酸含量和相应的吸光度制作标准曲线。

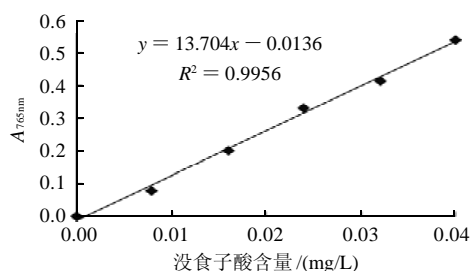


图2 总酚含量标准曲线  
Fig.2 Standard curve of total phenols

参考李静等<sup>[7]</sup>的方法并略有改进。取用研钵研碎的果肉 5g 于 50mL 三角瓶中, 加入 25mL 体积分数 75% 甲醇溶液, 密封水浴(55℃)浸提 3h, 在 10000r/min 条件离心 10min, 取上清液待用。向试管中加入新制取的 Folin-Ciocalteu 试剂 1mL 和 0.5mL 上清液后, 再加 5mL 去离子水, 混匀, 然后加入 3mL 质量分数 20%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液。室温静置 2h, 在波长 765nm 处用紫外-可见分光光度计测定吸光度。根据标准曲线计算总酚含量。

### 1.3.3 VC 含量测定

VC 标准曲线制作: 精确称取 VC 0.05000g, 用草酸-EDTA 溶液定容于 500mL 容量瓶, 质量浓度 0.1mg/mL 的 VC 溶液, 分别吸取 0、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4mL 标准 VC 溶液于 50mL 容量瓶中, 然后加入草酸-EDTA 溶液, 使总体积达到 10.0mL, 再加入 1.00mL 的偏磷酸-醋酸溶液和体积分数 5% 的硫酸溶液 2.00mL, 摇匀后加入 4.00mL 钼酸铵溶液, 最后用蒸馏水定容, 15min 后在 705nm 用紫外-可见分光光度计测定吸光度。根据 VC 含量和相应的吸光度制作标准曲线。

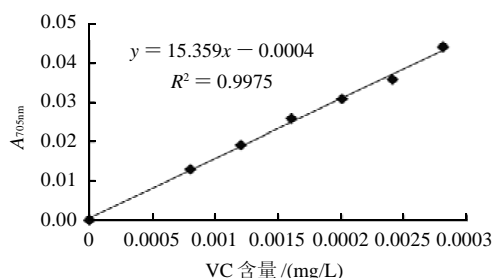


图3 VC 含量标准曲线  
Fig.3 Standard curve of vitamin C

玫瑰香葡萄果肉 VC 含量: 采用钼蓝比色法<sup>[8]</sup>测定。准确称取 30g 玫瑰香葡萄果肉, 打浆后用草酸-EDTA 溶液定容至 100mL 容量瓶中, 过滤。吸取 30mL 样液于 50mL 容量瓶中, 加入 1.00mL 偏磷酸-醋酸溶液和体积分数 5% 的硫酸溶液 2.00mL, 摇匀后加入 4.00mL 钼酸铵溶液,

最后用蒸馏水定容, 15min 后在 705nm 用紫外-可见分光光度计测定吸光度。根据标准曲线计算 VC 含量。

### 1.3.4 POD 含量

采用愈创木酚氧化法<sup>[9]</sup>测定。取 5g 液氮冷冻果肉, 用研钵研磨后转移到 50mL 离心管中, 加入 pH6.8 的 0.05mol/L 磷酸缓冲液 20mL, 充分振荡摇匀, 然后用冷冻离心机在 4℃ 和 15000r/min 离心 10min, 收集上清液用于酶活测定。向试管中加入 2.9mL pH6.8、0.05mol/L 磷酸缓冲液、1mL 体积分数 2% 愈创木酚和 1mL 上清液, 在 37℃ 恒温水浴锅内水浴 10min, 取出试管后立即加入 1mL 体积分数 2%  $\text{H}_2\text{O}_2$  溶液(现用现配), 在 470nm 处用紫外-可见分光光度计测定吸光度, 每 30s 读数记录吸光度变化。空白用 1mL pH6.8 0.05mol/L 磷酸缓冲液代替上清液, 其余同反应体系。根据公式计算 POD 活性。

$$X/U = \frac{\Delta A \times D}{0.01 \times t \times W}$$

式中:  $X$  为酶比活力,  $U = 0.01A/(\text{g} \cdot \text{min})$ ;  $A$  为反应时间内吸光度的变化;  $D$  为稀释倍数即提取的总酶液为反应系统内酶液体积的倍数(20);  $t$  为反应时间/min;  $W$  为称取样品的质量/g。

### 1.3.5 MDA 含量

采用硫代巴比妥酸法<sup>[10]</sup>测定。称取 1g 果肉, 用研钵研磨至匀浆后, 加 10mL 质量分数 10% 三氯乙酸溶液, 10000r/min 离心 10min, 取上清液 3mL(空白加 3mL 三氯乙酸溶液), 加入 3mL 质量分数为 0.6% 硫代巴比妥酸(现用现配)溶液, 混匀后沸水浴上反应 15min, 迅速冷却后离心。取上清液用紫外-可见分光光度计测定 450、532、600nm 波长处的吸光度。

$$\text{MDA 浓度}(C)/(\mu\text{mol/L}) = 6.45(A_{532} - A_{600}) - 0.56A_{450}$$

### 1.3.6 可滴定酸含量

酸碱滴定法<sup>[11]</sup>。称取样品 20g, 打浆后置于 250mL 容量瓶中, 用水稀释至刻度, 放置 30min。之后用脱脂棉过滤, 收集滤液于 250mL 锥形瓶中备用。吸取 20mL 滤液于三角瓶中, 加酚酞指示剂 2 滴, 用标定的 NaOH 溶液滴至粉红色, 持续 30s 不褪色, 记下 NaOH 溶液用量。每个样品重复滴定 3 次, 取其平均值, 并做空白试验。

$$X = \frac{c \times (V_1 - V_2) \times K \times F}{m} \times 100$$

式中:  $X$  为每 100g 样品中酸的质量/%;  $c$  为 NaOH 标准滴定溶液的浓度/(mol/L);  $V_1$  为滴定试液时消耗 NaOH 标准滴定溶液的体积/mL;  $V_2$  为空白试验时消耗 NaOH 标准滴定溶液的体积/mL;  $F$  为试液的稀释倍数;

$m$  为样品质量/g;  $K$  为酸的换算系数, 以苹果酸计 0.067。

### 1.3.7 发病率及发病指数

$$\text{发病率} / \% = \frac{\text{发病果实个数}}{\text{总果实数}} \times 100$$

发病指数: 采用感官分级法测定, 根据果实发病面积分为 4 级, 0 级为未发病; 1 级发病面积小于整个果实的 1/3; 2 级发病面积小于整个果实的 2/3 大于整个果实的 1/3; 3 级为发病面积大于整个果实的 2/3。

$$\text{发病指数} / \% = \frac{\sum (\text{各级果数} \times \text{级数})}{\text{总果数} \times \text{最高级数}} \times 100$$

### 1.3.8 数据统计与分析

用软件 Microsoft Excel 及 SPSS 进行数据统计分析和差异显著性水平分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 热处理对玫瑰香葡萄抗氧化活性的影响

自然界中的蔬菜、水果、花和谷物中存在具有多种生物活性的天然产物, 其中一些天然产物在抗氧化性、清除自由基作用方面有突出的表现<sup>[5]</sup>。

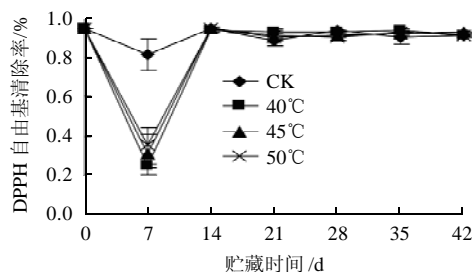


图4 热处理对鲜切葡萄抗氧化活性的影响

Fig.4 Effect of heat treatment on DPPH free radical scavenging activity of fresh-cut grape

如图4所示, 热处理使葡萄在贮藏初期 DPPH 自由基清除率大大降低, 7d 时清除率的大小顺序为  $50^{\circ}\text{C} > 45^{\circ}\text{C} > 40^{\circ}\text{C}$  且极显著低于对照 ( $P < 0.01$ ), 这与李玲玲等<sup>[12]</sup>对苹果皮抗氧化活性的测定结果一致, 之后 DPPH 自由基清除率迅速上升, 在 14d 时达到最大值, 这可能是由于其正常生理代谢活动的增加导致抗氧化活性升高。而在贮藏后期, 各处理的抗氧化活性与对照差异不显著, 各处理间的抗氧化活性也无显著性差异。

### 2.2 热处理对玫瑰香葡萄总酚含量的影响

酚类物质是植物体内重要的次生代谢物质, 它参与许多生理过程, 与果实的变色和风味相关<sup>[13]</sup>。研究证明酚类物质在植物的抗病反应中的作用也是极为重要

的<sup>[14]</sup>。采后果实随成熟度提高, 酚类物质含量减少, 这对抵抗微生物的侵染是不利的。

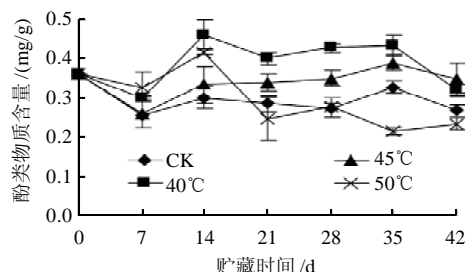


图5 热处理对鲜切葡萄酚含量的影响

Fig.5 Effect of heat treatment on the content of total phenols in fresh-cut grape

由图5可知, 在低温贮藏期间不同处理的葡萄中, 酚类物质的变化都是先降低的, 且在贮藏前期, 各处理与对照无显著性差异。贮藏 14d 之后,  $40^{\circ}\text{C}$  和  $45^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄中酚类物质含量均高于对照, 且与对照的差异达极显著水平 ( $P < 0.01$ ), 但  $45^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄中酚类物质含量低于  $40^{\circ}\text{C}$ 。而  $50^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄随着贮藏时间的延长, 酚含量降低, 且低于对照, 这可能是由于处理温度过高对葡萄造成了热伤害所引起的。

### 2.3 热处理对玫瑰香葡萄 VC 含量的影响

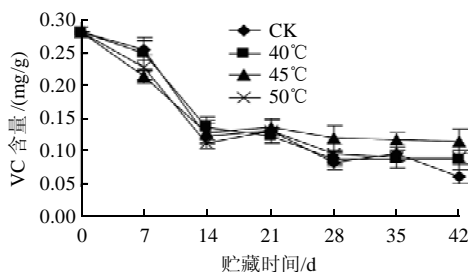


图6 热处理对鲜切葡萄 VC 含量的影响

Fig.6 Effect of heat treatment on the content of vitamin C in fresh-cut grape

VC 是一种还原性物质, 可以代谢掉果蔬中正常代谢所产生的自由基, 保护细胞组织免受损害而延缓果实衰老的速度<sup>[15]</sup>。如图6所示, 在低温贮藏过程中葡萄中 VC 含量呈现逐渐降低的趋势, 热处理的葡萄与对照的变化趋势基本一致, 这是其自身在贮藏期间生理代谢消耗及衰老的结果。贮藏过程中,  $40^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄 VC 含量与对照差异不大,  $45^{\circ}\text{C}$  和  $50^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄在贮藏前期 VC 含量低于对照。而  $45^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄在贮藏 21d 后 VC 含量显著高于对照及其他处理 ( $P < 0.05$ )。这说明  $45^{\circ}\text{C}$  处理的葡萄能够有效抑制 VC 含量的降低, 保护细胞组织免受损害。

## 2.4 热处理对玫瑰香葡萄 POD 的影响

POD 是活性氧自由基清除系统的重要酶之一,在木质素生物合成的最后一步中催化  $\text{H}_2\text{O}_2$  分解而发挥作用<sup>[16]</sup>,为果实衰老的一个指标<sup>[17]</sup>。

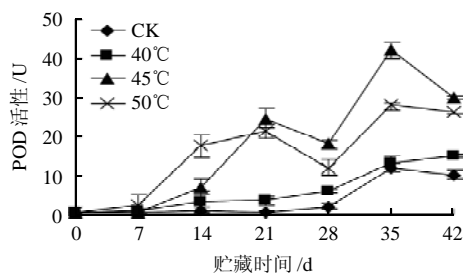


图7 热处理对鲜切葡萄 POD 的影响

Fig.7 Effect of heat treatment on POD activity of fresh-cut grape

如图7所示,玫瑰香葡萄在整个贮藏期间 POD 活性呈先增加后降低的趋势。葡萄在贮藏初期酶活性不高,在贮藏至7d时,除对照外,其余热处理的 POD 活性升高,且经热处理的葡萄中 POD 活性始终高于对照,尤其是45°C处理的 POD 活性在35d时达到极值42.09U,极显著高于对照( $P < 0.01$ ),与其他处理之间也存在极显著差异( $P < 0.01$ )。热处理提高葡萄中 POD 的活性,其原因可能是葡萄受到热激效应,刺激了 POD 的活性。

## 2.5 热处理对玫瑰香葡萄 MDA 的影响

MDA 是膜脂过氧化作用的主要产物之一,其含量的增加是膜脂过氧化加剧、膜受伤而加剧衰老的表现,其含量的高低可以反应细胞膜脂氧化的程度,在一定程度上也反映植物的抗病性变化,植物的抗病性随着丙二醛含量的升高抗病性相对有所降低<sup>[18]</sup>。

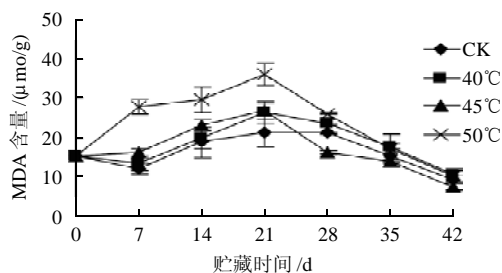


图8 热处理对鲜切葡萄丙二醛含量的影响

Fig.8 Effect of heat treatment on MDA content of fresh-cut grape

如图8所示,玫瑰香葡萄的 MDA 含量在42d冷藏过程中先升高后降低。在21d内,热处理葡萄中的 MDA 含量明显高于对照,且随热处理温度增高,MDA 含量增大。在21~42d中,葡萄 MDA 含量逐渐降低,

45°C处理的葡萄中 MDA 含量更是低于对照,这说明45°C处理的葡萄在某种程度上抑制了 MDA 含量的上升,从而延缓了葡萄的衰老。

## 2.6 热处理对可滴定酸的影响

葡萄在贮藏过程中可滴定酸含量呈下降趋势,这是由于在贮藏过程中为了维持果实的呼吸作用要消耗以糖、酸为主的有机物,以获得必要的能量<sup>[18]</sup>。

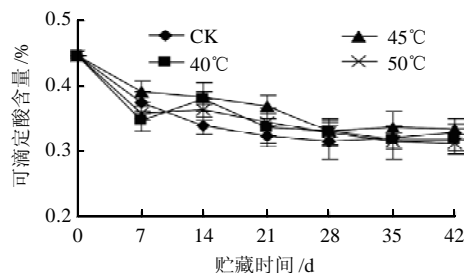


图9 热处理对鲜切葡萄可滴定酸的影响

Fig.9 Effect of heat treatment on TA content of fresh-cut grape

如图9所示,在贮藏期间玫瑰香葡萄随着贮藏时间的延长可滴定酸含量逐渐降低。在贮藏的7~35d期间,经过热处理的葡萄可滴定酸含量均高于对照。但热处理的葡萄与对照之间无显著性差异。这说明热处理对鲜切玫瑰香葡萄的可滴定酸含量无显著影响。

## 2.7 热处理对玫瑰香葡萄发病率及发病指数的影响

研究表明,热处理可以间接调节果蔬自身的生理代谢反应<sup>[19]</sup>,延缓果蔬成熟与衰老,加速伤口愈合,减少病菌侵入的机会,从而提高果蔬的抗病能力,提高果实品质。由表1可知,贮藏至49d时,CK的发病率和发病指数为88.7%和46.2%,而且经热处理的葡萄发病率和发病指数均显著低于对照( $P < 0.01$ ),各处理间也存在显著性差异( $P < 0.05$ ),其中45°C处理的葡萄发病率和发病指数最低,说明该处理温度有效的抑制了病变的发生。

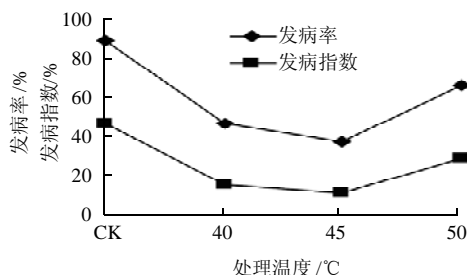


图10 第49天不同处理温度葡萄的发病率和发病指数

Fig.10 Disease incidence and disease index of grapes subjected to different temperature treatments on the 49th day of storage

### 3 讨论与结论

近年来国内外对果蔬中存在的天然抗氧化成分的研究日益增多,认为部分果蔬在经过热处理后抗氧化活性会有所增加<sup>[20]</sup>。本研究表明,贮藏初期经热处理的玫瑰香葡萄对DPPH自由基的清除率降低的较快,且热处理果实均低于对照,其原因可能是早期经热处理的葡萄受到低温逆境的影响,之后DPPH自由基清除率迅速上升,抗氧化活性提高,且与对照差异不大。此外,大多数研究结果显示果蔬中的酚类化合物与其抗氧化能力呈很好的相关关系。Meyer等<sup>[21]</sup>就得出葡萄的抗氧化活性与总酚含量的相关系数为0.89。果蔬中含有较多的酚类物质,如类黄酮、单宁、花色素苷等,这些多酚类物质由于分子中带有多个羟基而具有较高的抗氧化活性,同时本身比较容易在多酚氧化酶的作用下发生氧化<sup>[22]</sup>。热处理使多酚氧化酶的活性被破坏,从而在一定程度上抑制了酚类物质的氧化,抗氧化活性也有所提高。本研究表明经45℃和40℃处理的葡萄可以有效的抑制总酚含量的降低,也证实了这一点。

热处理控制或抑制果蔬采后病害发病的作用机理有两个:一是热处理可直接作用于病原菌,从而抑制其生长繁殖或将其直接杀死;二是热处理能间接调节果蔬自身的生理代谢反应,从而提高果蔬抗病能力<sup>[19]</sup>。寇丽萍<sup>[4]</sup>在研究热处理对鲜切巨峰葡萄和红地球葡萄贮藏病害的影响时发现45℃的热水处理可以有效抑制灰霉菌和交链孢菌的生长繁殖,降低发病率。本实验结果也表明热水浸泡处理有利于降低玫瑰香葡萄的发病率和发病指数,同时还能够提高POD的活性,酶活性的升高则表明抗病力得到增强。这在一定程度上说明热水浸泡处理在葡萄果实短期贮藏过程中起到了抑菌的作用,其中45℃处理的效果更好些。此外,45℃处理还可以延缓葡萄VC含量的降低且抑制贮藏后期MDA含量的升高,有效地保持了鲜切玫瑰香葡萄的品质和细胞完整性,提高了抗病性。但是热处理对可滴定酸含量则没太大的影响,这说明适宜的热处理不会改变果实的风味。

长期以来,控制水果采后病害的主要措施是使用杀菌剂。杀菌剂的长期和大量使用,严重污染环境,有害人类健康。本研究证明热处理可以减少葡萄腐烂,有限保鲜时间内能够代替杀菌剂处理,但在实际生产中热处理能否替代杀菌剂(二氧化硫)在切分葡萄保鲜中进行应用,尚需进一步研究。

从本实验的结果来看,热处理温度过低,达不到理想的保鲜效果(40℃);热处理温度过高,则对葡萄产生热伤害(50℃);而只有适宜的热处理温度(45℃)才能对

葡萄贮藏起到保鲜的效果。因此,选择合适温度处理对水果保鲜起到关键的作用。

### 参考文献:

- [1] 寇莉萍,刘兴华,张重庆,等.热处理对轻度加工巨峰葡萄呼吸强度和贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业,2006,32(5):143-146.
- [2] LURIE S. Postharvest heat treatments[J]. Postharvest Biology and Technology, 1998, 14(3): 257-269.
- [3] LU Jianbo, VIGNEAULT C, CHARLES M T, et al. Heat treatment application to increase fruit and vegetable quality[J]. Stewart Post harvest Review, 2007, 3(3): 1-7.
- [4] 寇莉萍.热处理对轻度加工葡萄保鲜效应及机理的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2007.
- [5] 胡喜兰,韩照祥,陶莹,等. DPPH·法测定17种植物的抗氧化活性[J].食品科技,2006,31(10):264-268.
- [6] KIM S Y, KIM J H. Antioxidant activities of selected oriental herb extracts[J]. Journal of the American Oil Chemists' Society, 1994, 71(6): 633-640.
- [7] 李静,聂继云,李海飞,等. Folin-酚法测定水果及其制品中总多酚含量的条件[J].果树学报,2008,25(1):126-131.
- [8] 李军. 钼蓝比色法测定还原型维生素C[J].食品科学,2000,21(8):41-48.
- [9] 高海燕.葡萄SO<sub>2</sub>伤害敏感性与果皮结构及生理生化特性关系的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2001.
- [10] 王爱国,邵从本,罗广华.丙二醛作为脂质过氧化指标的探讨[J].植物生理学通讯,1986,2(2):55-57.
- [11] 刘兴华,寇丽萍,李彦萍.农产品贮藏运销学实验实习指导[M].杨凌:西北农业大学,1997.
- [12] 李玲玲,陈新,穆清泉,等.1-MCP对苹果果皮酚类物质及其抗氧化活性的影响[J].园艺学报,2007,34(3):750-752.
- [13] 安红梅,崔源清,关文强,等.红地球葡萄采后生理变化与发病率的相关性[J].食品科技,2008,33(6):231-235.
- [14] 张元恩.植物诱导抗性研究进展[J].生物防治通报,1987,3(2):88-90.
- [15] 刘万臣.丁香精油抗菌性、抗氧化活性及其对果蔬贮藏效果的研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2008.
- [16] BRUCE R J, WEST C A. Elicitation of lignin biosynthesis and isoperoxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to colletotrichum lagenarium[J]. Physiol Mol Plant Pathol, 1982, 20(8): 73-82.
- [17] 吴锦程,陈群,唐朝晖,等.外源水杨酸对冷藏枇杷果实木质化及相关酶活性的影响[J].农业工程学报,2006,22(7):175-179.
- [18] 李宁.葡萄采后致病菌检测及真菌源激发子诱导抗病研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2005.
- [19] SCHIRRA M, DHALLEWIN G, BEN-YEHOSHUA S, et al. Host-pathogen interaction modulated by heat treatment[J]. Postharvest Biology and Technology, 2000, 21(1): 71-85.
- [20] 余小林,林薇,徐步前.不同处理对数种果蔬抗氧化活性稳定性的影响[J].食品科学,2004,25(6):66-69.
- [21] MEYER A S, YI O S, PEARSON D A, et al. Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation in relation to composition of phenolic antioxidants in grapes[J]. J Agric Food Chem, 1997, 45(8): 1638-1643.
- [22] 张国海,史国安,郭香凤,等.野生砂梨果实的某些品质性状及抗氧化活性的比较分析[J].河南农业大学学报,2000,34(3):1000-2340.