

# 短波紫外线处理对“玫瑰香”葡萄采后褐变及相关酶活性的影响

刘 然 然<sup>1</sup>, 阎 瑞 香<sup>2</sup>, 王 欣<sup>1</sup>, 寇 莉 萍<sup>1</sup>

(1. 西北农林科技大学 食品科学与工程学院, 陕西 杨凌 712100; 2. 国家农产品保鲜工程技术研究中心, 农业部农产品贮藏保鲜重点实验室, 天津 300384)

**摘 要:**以“玫瑰香”葡萄为试材,研究了在 10℃条件下,不同强度短波紫外线(UV-C)照射不同时间对“玫瑰香”葡萄贮藏过程中腐烂率、褐变度、总酚和相关酶活性(PPO、POD)的影响。结果表明:UV-C 处理在较低光照强度( $0.5 \times 10^2$ 、 $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ )下,能够较好地抑制贮藏期葡萄的腐烂和褐变,延缓总酚含量和抗氧化能力的下降;其中光照剂量为  $1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$  (光照强度  $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、照射 20 min)时效果最佳。

**关键词:**“玫瑰香”葡萄;短波紫外线;酶活性;贮藏

**中图分类号:**S 663. 109<sup>+</sup>. 3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)10-0012-04

葡萄是世界产量最大的水果之一,且 70% 作为鲜果食用。鲜食葡萄果粒皮薄多汁,含水量高,较难贮运<sup>[1]</sup>。目前,国内外普遍采用二氧化硫( $\text{SO}_2$ )保鲜葡萄,但是  $\text{SO}_2$  使用量的过大过小,可能会使葡萄漂白或者干梗、褐变和霉烂,并且  $\text{SO}_2$  对人体呼吸道和眼睛黏膜有很强刺激作用,容易引发食品安全问题<sup>[2]</sup>。因此,开发安全、无毒的保鲜剂或无公害的保鲜方法是未来葡萄采后保鲜领域的研究重点,也是提升葡萄商品价值的重要

途径<sup>[3]</sup>。

有研究报道低剂量短波紫外线(Ultraviolet-C, UV-C, 波长小于 280 nm 的紫外线)辐照采前植物能够产生生物学效应,如促进种子发芽、植物生长和诱导植物产生抗病性等<sup>[4-6]</sup>;利用低剂量 UV-C 照射采后果蔬,也已经被证实在诱导多种果蔬采后抗病性、延缓成熟、控制腐烂方面表现出较好的效果<sup>[7-10]</sup>,是一种安全的非化学防腐保鲜方法。

目前,国内外还没有采用 UV-C 照射处理“玫瑰香”葡萄采后褐变和相关酶活性变化的研究。现利用 UV-C 照射对采后“玫瑰香”葡萄腐烂、褐变以及相关酶活性的影响进行研究,探讨 UV-C 抑制腐烂、提高抗氧化能力的作用,并确定较佳的 UV-C 照射剂量,为开展葡萄采后 UV-C 照射贮藏保鲜研究提供理论依据。

**第一作者简介:**刘然然(1987-),女,硕士,研究方向为果蔬贮藏与加工。E-mail:lrr121@163.com。

**责任作者:**寇莉萍(1972-),女,博士,副教授,现主要从事新鲜果品及蔬菜贮藏与加工等研究工作。

**基金项目:**天津市面上基金资助项目(10JCYBJC26900)。

**收稿日期:**2012-02-27

## Culture Performance of Wine Grape Cultivars in the Third Planting Base of Guangxia

NIU Rui-min<sup>1</sup>, CHEN Wei-ping<sup>1</sup>, WANG Guo-zhen<sup>2</sup>, DOU Yun-ping<sup>1</sup>

(1. Germplasm Resources Institute, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002; 2. Plant Protection Institute, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan, Ningxia 750002)

**Abstract:** With 15 kinds of wine grapes as materials, combined with field experiment and indoor detection, phenological phases, growth and bearing habits and fruit characters of 15 wine grape cultivars in the third planting base of Guangxia were studied. The results showed that ‘Pinot Noir’, which characterized with early maturity, stable yield and quality and cold resistance had popularization value; ‘Semillon’ with high yield and quality could be appropriately expand planting area; ‘Pinot Gris’ with low acidity and special flavor was a selection.

**Key words:** wine grape; phenological phases; growth and bearing habits; fruit characters; Ningxia

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试品种为“玫瑰香”葡萄,采自天津汉沽区葡萄园。采摘后立即运送到实验室,去除葡萄穗轴、果柄,选择无斑点,无病虫害,颜色、形状均匀的葡萄果粒为试材<sup>[11]</sup>。

仪器与设备:ZQJ-254 紫外线强度计,GENESYS 5 紫外可见分光光度计,D-37520 冷冻离心机等。

### 1.2 试验方法

该试验设 10 个处理,UV-C 照射强度和时间见表 1。将葡萄果粒均匀平铺于反光膜之上进行 UV-C 照射,之后迅速装入塑料筐,套上聚乙烯保鲜袋(0.015 mm),扎

表 1 UV-C 照射强度和时间

Table 1 Different intensities and different time of UV-C

处理 Treatments	CK		A			B			C		
	CK	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	
光照强度 Illumination intensity/ $\times 10^2 \mu\text{W} \cdot \text{cm}^{-2}$	0	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5	
照射时间 Irradiation time/min	0	5	10	20	5	10	20	5	10	20	
光照剂量 Illumination dose/ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2}$	0	0.15	0.30	0.60	0.30	0.60	1.20	0.45	0.90	1.80	

注:1 kW·h=3.6×10<sup>3</sup> kJ;1 kW=10<sup>3</sup> μW;光照剂量=光照强度×照射时间。

Note: 1 kW·h=3.6×10<sup>3</sup> kJ; 1 kW=10<sup>3</sup> μW; Light dose = Light intensity×Irradiation time.

表 2

UV-C 处理对“玫瑰香”葡萄腐烂率的影响

Table 2

Effects of UV-C treatments on rotten ratio of muscat grape after 28 d storage

处理 Treatments	CK	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
腐烂率 Rotten ratio/%	58.0±0.016	25.0±0.014	36.2±0.006	48.2±0.009	44.2±0.017	37.2±0.019	23.8±0.007	40.1±0.005	43.7±0.007	56.4±0.011

### 2.2 UV-C 处理对“玫瑰香”葡萄褐变度的影响

由表 3 可知,在第 7 天时,B1、C2 和 C3 的褐变度明显高于对照和其它处理,从第 7~28 天,3 个处理的褐变度显著增大( $P<0.05$ ),在 28 d 贮藏结束时褐变度分别达到了 2.32±0.010、2.07±0.025 和 2.76±0.025,远远高于对照和其它处理;虽然在贮藏过程中 C1 的褐变度低于对照,但是相对于 A、B2 和 B3 处理,其褐变度也是较高的;在表 2 中,B1、C1、C2 和 C3 处理的葡萄的腐烂

表 3

UV-C 处理对“玫瑰香”葡萄褐变度的影响

Table 3

Effects of UV-C treatments on browning degree of muscat grape after 28 d storage

褐变度 Browning degree / $A_{410} \times 10$	0 d	7 d	14 d	21 d	28 d
CK	0.21±0.010	0.98±0.025	1.19±0.035	1.38±0.025	1.83±0.175
A1	0.21±0.010	0.73±0.025	1.09±0.045	1.45±0.025	1.56±0.130
A2	0.21±0.010	0.52±0.006	0.77±0.035	1.03±0.03	1.57±0.055
A3	0.21±0.010	0.32±0.010	0.67±0.025	1.05±0.045	1.26±0.010
B1	0.21±0.010	1.34±0.006	1.62±0.070	1.94±0.045	2.32±0.010
B2	0.21±0.010	0.23±0.020	1.06±0.040	1.18±0.006	1.29±0.055
B3	0.21±0.010	0.54±0.015	1.05±0.040	1.17±0.006	1.21±0.006
C1	0.21±0.010	0.87±0.020	1.17±0.025	1.46±0.025	1.66±0.035
C2	0.21±0.010	1.23±0.015	1.36±0.015	1.87±0.015	2.07±0.025
C3	0.21±0.010	1.32±0.015	1.45±0.015	2.21±0.015	2.76±0.025

口,存放于 10℃ 条件下,定期观察和测定。

### 1.3 项目测定

葡萄果粒腐烂率:果粒腐烂率=腐烂果粒数/总果粒数×100%<sup>[12]</sup>;褐变度:取 1.5 g 样品,以 1:10 比例加入蒸馏水,研磨过滤得滤液,稀释 1 倍,25℃ 中保温 5 min,410 nm 下测其吸光度, $A_{410} \times 10$  表示褐变度;总酚含量:采用 FoLin-Ciocalteu 试剂法,但在试验中加入 1 mL 提取液与 FoLin-Ciocalteu 试剂反应;PPO 活性:参照 Van Leenwen J 等<sup>[13]</sup>的测定方法;POD 活性:参照 Kar M 等<sup>[14]</sup>的测定方法。

### 1.4 数据分析

试验数据为 3 次重复的平均值±标准差,均采用 Excel 统计和做图。

## 2 结果与分析

### 2.1 UV-C 处理对葡萄腐烂率的影响

腐烂率是判断葡萄采后商品价值的最直观因素<sup>[2]</sup>。“玫瑰香”葡萄在连续 28 d 贮藏后腐烂率表明(表 2),CK 的值最高,说明一定剂量的 UV-C 照射对贮藏期葡萄起到了一定的抑菌作用;A1 和 B3 处理的葡萄腐烂率明显低于其它处理,且 B3 处理的腐烂率为 23.8%,是最低的,说明光照剂量为 1.2 kJ/m<sup>2</sup> (B3 处理)对葡萄的的抑菌效果最好。

率分别达到 44.2%、40.1%、43.7%、56.4%,说明 B1 和 C 处理对葡萄的感观造成的负面影响较大,不利于葡萄的贮藏<sup>[15]</sup>。C 处理出现这样的情况,很可能与试验过程中所采用的光照强度太大有关,B1 出现较大的褐变度和腐烂率的原因尚待研究。试验中测得的总酚含量和相关酶活性的变化也证实 B1 和 C 处理不如其它处理能够更好的保持葡萄贮藏品质。因此,该研究在以下分析中,省略了 B1 和 C 处理对葡萄的影响。

在贮藏期结束时,A3、B2 和 B3 处理的葡萄褐变度是相对较小的,说明一定光照强度( $0.5 \times 10^2$ 、 $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ )下,光照剂量在  $0.6 \sim 1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$  时造成的葡萄褐变程度较低。

### 2.3 UV-C 处理对“玫瑰香”葡萄总酚含量的影响

UV-C 照射后各处理的葡萄总酚含量总体变化趋势是缓慢下降的(图 1),且同一贮藏期时处理组含量基本上都高于 CK,说明一定剂量的 UV-C 处理能够提高葡萄贮藏阶段的总酚含量。在整个贮藏过程中,A3 和 B3 处理的葡萄总酚含量都明显高于其它处理,且 B3 处理在 14~21 d 的贮藏期内总酚含量有升高趋势。总的来说,UV-C 光照剂量在  $0.6 \sim 1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$  (A3 和 B3 处理),特别是  $1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$  (B3 处理)时能较好的保持总酚含量,有利于葡萄的贮藏。

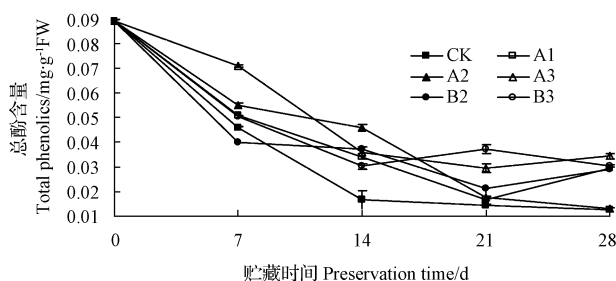


图 1 UV-C 处理对玫瑰香葡萄总酚含量的影响

Fig. 1 Effects of UV-C treatments on the total phenolics content of muscat grape

### 2.4 UV-C 照射对“玫瑰香”葡萄 PPO 酶活力的影响

UV-C 照射后各处理的 PPO 酶活力变化的趋势基本一致(图 2);A2 的 PPO 活力一直低于 CK;A3、B2 在贮藏初期使葡萄保持一个较高的 PPO 酶活力,并且 B2 在前 7 d 的贮藏期间酶活力最高,但是在贮藏后期,A3、B2 的 PPO 酶活力有大幅度下降,并且 14~28 d 的贮藏阶段低于 CK 的酶活力,说明 A3、B2 处理适合短期贮藏;A1 和 B3 在整个贮藏阶段都基本上保持一个较高的 PPO 酶活力,但 A1 处理的波动相对于 B3 来说较大,B3 处理( $1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$ )能够平稳的保持一个较高的 PPO 酶活力,更有利于葡萄的贮藏。

### 2.5 UV-C 照射对“玫瑰香”葡萄 POD 活性的影响

UV-C 照射后各处理的 POD 酶活力在贮藏阶段的变化趋势都是是先下降后上升的,其中(图 3)B3 处理的酶活力始终比其它处理的酶活力高,说明 B3 处理( $1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$ )更能够在贮藏阶段使葡萄保持一个较高的 POD 活性。

## 3 结论与讨论

该试验结果表明,在较低 UV-C 光照强度( $0.5 \times 10^2$ 、 $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ )下,一定光照剂量的 UV-C 照射( $0.6 \sim 1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$ )能够改善“玫瑰香”葡萄贮藏品质,减

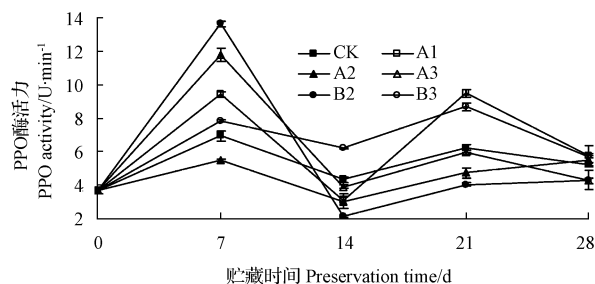


图 2 UV-C 处理对玫瑰香葡萄 PPO 酶活力的影响

Fig. 2 Effects of UV-C treatments on the activities of Polyphenol Oxidase of muscat grape

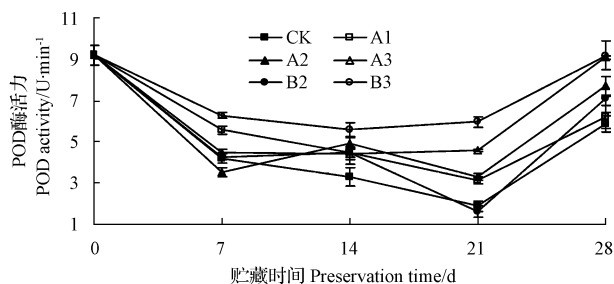


图 3 UV-C 处理对玫瑰香葡萄 POD 酶活力的影响

Fig. 3 Effects of UV-C treatments on the activities of Peroxidase of muscat grape

少褐变度,保持 PPO 和 POD 酶活性,尤其是光照剂量为  $1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$  光照强度(光照强度  $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 、照射 20 min)时作用最佳。

荣瑞芬等<sup>[16]</sup>发现采后番茄经  $3.7 \text{ kJ}/\text{m}^2$  UV-C 照射后,其 POD、苯丙氨酸解氨酶(PAL)、脂氧合酶(LOX)、抗坏血酸过氧化物酶(APX)等防御酶活性提高,细胞降解酶系活性降低,对灰葡萄孢菌的抗性提高。还有研究<sup>[17]</sup>发现  $0.25 \sim 0.5 \text{ kJ}/\text{m}^2$  剂量的 UV-C 能较好地减轻贮藏期桃的腐烂,推迟发病 10~16 d 且显著降低发病率,诱导果皮 PPO、PAL 酶活性提高。Maria J 等<sup>[18]</sup>将红辣椒经 UV-C 照射并贮藏在冷冻温度下,结果表明,UV-C 照射能够降低冻伤和失重率,证明这可能与抗氧化酶活性的增强有关。刘长虹等<sup>[19]</sup>用 UV-C 照射处理番茄发现 UV-C 照射能保持番茄果实硬度,同时促进了总酚、类黄酮的次生代谢合成,提高了番茄红素含量和抗氧化酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)、APX、谷胱甘肽还原酶(GR)的活性,显著提高了番茄果实的总抗氧化能力。这与该研究结果是一致的,但 UV-C 处理的最佳光照剂量可能会因果蔬品种不同而有所差异。

总的来看,较低光照强度下,一定剂量的 UV-C 照射能够有效减少致病菌的侵染,降低腐烂率,增强抗氧化能力,提高商品价值。在研究适宜照射剂量和强度的基础上,UV-C 可以作为果蔬保鲜的一个技术环节<sup>[20]</sup>,但是针对不同的果蔬,所采用的 UV-C 的照射强度和照射时间尚待进一步研究。

## 参考文献

- [1] 关文强, 阎瑞香. 葡萄采后生理研究进展[J]. 保鲜与加工, 2001(2): 24-26.
- [2] 武杰. 葡萄采后生理生化特征及贮藏保鲜的研究进展[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(23): 1183-1118.
- [3] 王秋芳, 乔勇进, 乔旭光, 等. 臭氧处理对巨峰葡萄品质与生理生化的影响[J]. 果树学报, 2010, 27(1): 63-68.
- [4] 荣瑞芬, 于涛. 短波紫外线辐照对草莓贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2003, 24(1): 146-149.
- [5] Wilson C L. Potential of induced resistance to control postharvest diseases of fruits and vegetables [J]. Plant Disease, 1994, 78(9): 837-844.
- [6] 荣瑞芬. 短波紫外线照射采后果蔬诱导抗病性[J]. 中国果菜, 2000(3): 25-26.
- [7] Jeronimo P, Vicente A R, Martinez G A, et al. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit [J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2004, 84(14): 1831-1838.
- [8] Ariel R V, Carlos P, Laura L, et al. UV-C treatment reduce decay retain quality and alleviate chilling injury in pepper [J]. Postharvest Biology and Technology, 2005, 35(1): 69-78.
- [9] Ahmed E G, Charles L W, Ann M C. Induction of chitinase,  $\beta$ -1, 3-glucanase and phenylalanine ammonia lyase in peach fruit by UV-C treatment [J]. Phytopathology, 2003, 93(3): 349-355.
- [10] Lorenza C, Ariel R V, Pedro M C, et al. UV-C treatment delays post-harvest senescence in broccoli florets [J]. Postharvest Biology and Technology, 2006, 39(2): 204-210.
- [11] Ali Sabir, Ferhan K, Sabir, et al. Effects of modified atmosphere packing and honey dip treatments on quality maintenance of minimally processed grape cv. Razaki (*V. vinifera* L.) during cold storage [J]. Food Science and Technology, 2011, 48(3): 312-318.
- [12] 厉维江, 厉超阳, 谢亚利, 等. 采后 UV-C 处理对葡萄抗病性和品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(9): 5351-5353.
- [13] Van Leeuwen J, Wichers H J. Tyrosinase activity and isoform composition in separate tissues during development of *Agaricus bisporus* fruit bodies [J]. Mycol Res, 1999, 103: 413-418.
- [14] Kar M, Mishra D. Catalase peroxidase and phyphenol oxidase activities during rice kcaf senescence [J]. Plant Physiology, 1976, 57: 315-319.
- [15] 赵猛, 王春生, 李建华, 等.  $\text{SO}_2$  两段释放处理对红提葡萄贮藏品质的影响[J]. 果树学报, 2011, 28(4): 685-688.
- [16] 荣瑞芬, 冯双庆, 赵玉梅. UV-C 照射采后番茄果皮细胞超微结构变化与抗病性研究[J]. 华北农学报, 2008, 23(3): 166-169.
- [17] 荣瑞芬, 郭堃, 李京霞, 等. UV-C 处理采后桃防御酶活性与贮藏效果研究[J]. 食品科学, 2007, 28(8): 505-509.
- [18] María J, Andrade C, Ariel R V, et al. Changes in red pepper antioxidants as affected by UV-C treatments and storage at chilling temperatures [J]. Food science and technology, 2011, 44(7): 1666-1671.
- [19] 刘长虹, 陆仙英, 蔡路昀, 等. 短波紫外线处理对采后番茄抗氧化活性的影响[J]. 农业机械学报, 2011, 42(4): 116-119, 126.
- [20] 阎瑞香, 张娜, 关文强. 短波紫外线在果蔬采后保鲜中的应用研究进展[J]. 保鲜与加工, 2011, 11(5): 1-5.

## Influence of UV-C Treatment on Postharvest Browning and Enzyme Activity of 'Meigui' Grape

LIU Ran-ran<sup>1</sup>, YAN Rui-xiang<sup>2</sup>, WANG Xin<sup>1</sup>, KOU Li-ping<sup>1</sup>

(1. Food Science and Engineering College, North-west Agricultural and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100; 2. National Agricultural Preservation Engineering Technology Research Center, The Department of Agricultural Fresh-keeping Key Laboratories, Tianjin 300384)

**Abstract:** With 'Meigui' grape as materials, the rotten ratio, browning degree, the content of total phenol and the activity of enzymes (PPO, POD) at different time with different intensities of UV-C during the storage of 'Meigui' grape at 10°C were studied. The results showed that lower intensity ( $0.5 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ,  $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) of UV-C could reduce the rotten ratio and browning degree and slack time of the decreasing of the content of total phenol and the capability of antioxidation more effectively. And it achieved optimum result when the quantity of illumination was  $1.2 \text{ kJ}/\text{m}^2$  (illumination intensity  $1.0 \times 10^2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , irradiation time was 20 min).

**Key words:** 'Meigui' grape; UV-C; activity of enzyme; storage