

# 壳聚糖涂膜对葡萄常温贮藏效果的影响

蒲高斌, 魏 丽

(山东英才学院 山东 济南 250104)

**摘 要:**以大泽山葡萄果实为试材,采用浓度0.5%、1.0%、2.0%、4.0%的壳聚糖溶液浸泡果实1 min,在室温下贮藏12 d,研究了壳聚糖涂膜处理对葡萄果实贮藏品质的影响。结果表明:与对照相比,4种壳聚糖涂膜处理均可不同程度降低果实的失重率和腐烂率,抑制果实贮藏后期可溶性固形物含量下降,保持果实较好的硬度。同时抑制呼吸作用,提高果实中抗氧化酶活性,延缓了果实的成熟衰老。其中1.0%壳聚糖涂膜处理的果实贮藏12 d,其腐烂率和失重率分别为12.8%和3.34%,而对照的分别是27.3%和6.46%,与对照的差异显著,果实品质好,保鲜效果最佳。

**关键词:**壳聚糖;葡萄;常温;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(2011)14-0154-04

近年来,我国葡萄种植发展较快,同苹果、柑橘、梨、香蕉并列为五大水果。葡萄浆果含有大量的糖、有机酸、蛋白质、矿物质及维生素等多种营养物质,具有很高的营养和食疗价值。大泽山葡萄是青岛市继崂山绿茶、马家沟芹菜之后第3个通过“地理标志保护产品”认定的特色品牌。大泽山葡萄风味独特,品质优良,经化验其含糖量17%~23.5%,最高达33%,含有机酸0.5%~1%,pH 3.1左右,含蛋白质0.5%~0.9%,含矿物质0.3%~0.5%,并含有多种维生素和抗坏血酸等。由于含糖量高、水分多、果皮薄、果肉柔软,因此采收后易受损伤,且易受病原菌的侵染,抗病能力减弱。另外,储藏期间因蒸腾失水而使感病腐烂加重,落粒增多,是损耗的主要原因。

壳聚糖(Chitosan)是甲壳素脱去部分乙酰基的氨基多糖,是一种自然界少见的、可形成带正电荷的生物高分子化合物,来源丰富,价格低廉。壳聚糖具有无毒、无刺激、无热源反应、不溶血、无致突变性及可自然降解、良好的组织相容性、良好的缓释和释控作用、较强的抑菌特性等特点,近年来在国际上成为研究热点。目前壳聚糖已经被应用于环境保护、医药、日化产品、化学工业和农业领域<sup>[1]</sup>。在农业方面,壳聚糖具有广泛的抑菌活性,被认为是一种新型植物生长调节剂,可以促进植物生长、增加产量、提高品质、诱导植物产生广谱抗病性,还可用于果蔬保鲜等。壳聚糖涂膜在果实表面形成一层薄膜后,阻止水分蒸发和病菌侵入,调节呼吸作用,从而延长果蔬保鲜时间。田春莲等用低分子量壳聚糖分别包衣柑橘,能使其收获后的品质更好、货架期更长<sup>[2]</sup>。美国、加拿大用壳聚糖衍生物作为水果保鲜剂,保鲜可达9个月。该试验主要研究了壳聚糖处理对大泽山葡萄的贮藏特性及生理变化的影响。

**第一作者简介:**蒲高斌(1979-),男,博士,副教授,现从事植物生理方面的研究工作。E-mail: gbp@163.com。

**收稿日期:**2011-04-28

## Screening of Cleaning Agent and Color Fixative of the Fresh-cut Kiwifruit

MU Cui-e<sup>1</sup>, RAO Jing-ping<sup>2</sup>

(1. College of Information, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801; 2. College of Horticulture, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Taking 'Qinmei' kiwifruit as material, using cleaning agent of sodium hypochlorite and ozone, four color fixative of anhydrous calcium chloride, citric acid, cysteine, EDTA-Na on the fresh-cut kiwifruit, the decay rate, total number of bacteria, and brown stain other indicators were determined. The results indicated that the inhibition effect of 0.1% sodium hypochlorite solution to fresh-cut kiwifruit piece was the most significant. The compound, which including 2.5% calcium chloride anhydrous, 1.0% citric acid, 0.1% L-Cys and 0.5% EDTA-Na, had the best color-protective effect.

**Key words:** nitrogen; fresh-cut kiwifruit; shelf-life

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

葡萄采自平度市大泽山镇农业科技示范园, 品种为“泽香”, 当日运到实验室, 随即挑选修整后进行处理。壳聚糖购自德国 Roth 公司, 相对分子量 200 KU, 脱乙酰度 90%。

### 1.2 试验方法

对照: 1%乙酸浸泡 1 min。处理 1、2、3、4 将壳聚糖溶于 1%的乙酸溶液中, 分别配制成 0.5%、1%、2%、4%的壳聚糖溶液。将葡萄浸于上述溶液中 1 min, 取出凉干, 装入 0.08 mm 聚乙烯保鲜袋中, 置室温(23±4)℃阴凉处放置, 定期测定各项指标, 3 次重复。

### 1.3 测定方法

1.3.1 失重率及腐烂率 定期对样品称重, 按下式计算失重率。  $V_n = (W_0 - W_n) / W_0 \times 100\%$ , 式中  $V_n$ : 保鲜  $n$  d 后的累计失重率,  $W_n$ : 保鲜  $n$  d 后的葡萄称重。腐烂率=腐烂粒数/果实总数×100%。

1.3.2 耐压力测定 将鲜切葡萄粒放在玻璃板下, 用硬度计从上面施加压力, 即为葡萄的耐压力。每次测定取 1 粒葡萄, 10 次重复, 取平均值。

1.3.3 可溶性固形物含量 用手持折光仪测定。

1.3.4 果实的呼吸强度测定 采用静止法测定<sup>[3]</sup>。

1.3.5 丙二醛(MDA)含量的测定<sup>[4]</sup> 称取鲜样 1 g, 加入 2 mL 10% 三氯乙酸和少量石英砂, 研磨成匀浆, 再加入 8 mL 10% 三氯乙酸进一步研磨、匀浆, 4 000 r/min 离心 10 min, 上清液即为样品提取液。用硫代巴比妥酸比色法测定 MDA 含量。

1.3.6 SOD 的测定 参照 Giannopolitis and Ries 的方法<sup>[5]</sup> 反应体系(3 mL)包括: 2.9 mL 50 mM PBS(pH 7.8), 13 mM 甲硫氨酸, 75 mM 氮蓝四唑, 0.1 mM EDTA, 2 mM 核黄素 100  $\mu$ L 提取液。光下反应 30 min。对照放于暗处。测定 560 nm 吸光值, 计算 SOD 活力。CAT 测定依照 Aebi 的方法进行<sup>[6]</sup>。反应体系(3 mL)包括: 100 mM PBS(pH 7.0), 15 mM  $H_2O_2$ , 100  $\mu$ L 提取液。测定 240 nm 吸光值, 计算 CAT 活力。

1.3.7 PPO、POD 活性测定 称鲜样 5 g, 加入 2 mL 100 mM pH 5.5 的醋酸缓冲液在冰浴条件下充分研磨匀浆, 4℃、12 000 r/min 离心 30 min, 收集上清液用于 PPO 和 POD 酶活性测定。PPO 活性测定: 反应体系由 5 mL 50 mM、pH 5.5 醋酸缓冲液、0.5 mL 0.1 mM 邻苯二酚溶液和 100  $\mu$ L 酶液组成。从加入酶液 1 min 开始记录每分钟反应体系在 420 nm 的吸光度值, 连续测定 4 min。酶活性表示为  $\Delta OD_{420} \cdot \min^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$  蛋白, 3 次重复。POD 活性测定: 反应体系由 2.5 mL 25 mM 愈创木酚溶液、0.2 mL 250 mM  $H_2O_2$  溶液和 0.5 mL 酶液组成。从加酶液后 1 min 开始记录 1 min 反应体系在 470 nm 的吸光度值, 连续测定 4 min。酶活性表示为  $\Delta OD_{470} \cdot \min^{-1} \cdot \text{mg}^{-1}$  蛋白质。3 次重复。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同处理泽香葡萄贮藏期间外观品质的变化

2.1.1 失重率的变化 果实失重率反映果实的商品价值。失重率越大, 表示果实的水分和营养成分流失越大, 即保鲜的效果越差。葡萄采后因失水导致皱缩, 影响外观和商品品质。由表 1 可看出, 壳聚糖处理可显著降低葡萄的鲜重损失率。随着壳聚糖浓度的增加, 葡萄的鲜重损失率愈小。壳聚糖的这种作用可能与其成膜特性有关。葡萄经壳聚糖处理后可在表面上形成一层无色透明的薄膜, 限制葡萄与大气的交换, 能有效控制膜内  $O_2$  和  $CO_2$  的浓度, 降低了呼吸作用, 减少有效物质的消耗和水分的蒸发。

表 1 泽香葡萄失重率的变化

Table 1 The changes of weightless rate of Ze xiang grapes %

处理	贮藏时间 Storage time/d	0	2	4	6	8	10	12
Treatment								
CK	0	7.12aA	10.25aA	10.98aA	12.33aA	13.66aA	15.47aA	
1	0	4.89bB	6.77bB	7.02bB	8.22bB	9.93bB	12.04bB	
2	0	4.12cB	6.21bB	6.65cB	6.97cB	7.32dB	8.78cC	
3	0	4.32bcB	5.33cC	6.78bB	6.45cdB	7.76cB	8.57cdC	
4	0	4.19cB	5.48cC	6.51cB	6.27dC	7.38dB	8.01dC	

注: a, b, c, d 分别表示  $P=0.05$  水平下的差异显著性; A, B, C, D 分别表示  $P=0.01$  水平下的差异显著性。下同。

Note: a, b, c, d express the differences significant at  $P=0.05$ ; A, B, C, D express the differences significant at  $P=0.01$ . The same below.

2.1.2 腐烂率的变化 由于葡萄皮薄多汁、水分含量高, 在贮藏过程中易受病菌浸染而腐烂变质, 失去其商品价值, 严重影响产品销售。壳聚糖对一些腐败真菌有抑制或杀灭作用, 能诱导植物产生一系列防御反应而增加自身抗病性。由表 2 可以看出, 未处理葡萄从第 4 天开始腐烂率急剧增加, 而壳聚糖处理能显著降低腐烂率。以 1.0% 处理效果最好, 采后 12 d 时腐烂率仅为 9.79%, 显著低于对照和其它处理。

表 2 泽香葡萄腐烂率的变化

Table 2 The changes of rotten rate of Ze xiang grapes %

处理	贮藏时间 Storage time/d	0	2	4	6	8	10	12
Treatment								
CK	0	8.19aA	12.66aA	20.69aA	30.82aA	40.15aA	62.32aA	
1	0	1.62cdC	2.68dC	4.88dCD	7.36dBC	13.97cC	22.18cC	
2	0	1.29dC	1.71dC	2.95dD	4.25cC	6.49dD	9.79cD	
3	0	1.94cC	3.40cC	6.29cC	9.94cB	12.84cC	17.96dC	
4	0	4.36bB	6.48bB	12.92bB	17.37bB	23.44bB	32.33bB	

### 2.2 不同处理泽香葡萄贮藏期间品质的变化

果实硬度是衡量果实货架寿命长短的重要指标之一。它的大小可以反映贮藏过程中果实品质的优劣。果实硬度是指果肉抗压力强弱程度。果肉抗压力愈强, 其硬度就愈大。由表 3 可知, 葡萄果实采后在室温贮藏过程中, 随着果实的逐渐完熟, 果实开始变软, 各处理果实的硬度均不断下降。贮藏 12 d, 清水处理的果肉硬度为 0.40 kg/cm<sup>2</sup>, 而 0.5%、1.0%、1.5% 和 2.0% 壳聚糖涂膜处理果肉硬度分别是 0.61、0.71、0.59、0.50 kg/cm<sup>2</sup>, 均比清水处理高。经 0.05 水平的多重分析表明, 对照与各处理之间差异显著, 说明壳聚

糖涂膜处理可以延缓果实硬度的下降,其中以1.0%壳聚糖涂膜处理保持葡萄果实硬度最好。

由表4可看出,各处理的葡萄果实可溶性固形物(TSS)含量在贮藏前期上升,而后下降。TSS下降的量在一定程度上反映了贮藏过程中果实营养物质损失的多少。贮藏12 d,清水处理的TSS含量为7.85,而0.5%、1.0%、1.5%和2.0%壳聚糖涂膜处理的TSS含量分别为9.02、11.09、9.98和8.85,均高于对照,且差异显著( $P=0.01$ ),说明壳聚糖涂膜处理可以抑制葡萄果实贮藏后期TSS含量的降低,这可能是壳聚糖涂膜处理在果实表面形成一层薄膜,调节了果实内外的气体交换,抑制了呼吸作用,减少了营养物质的消耗。相对而言,1.0%壳聚糖涂膜处理能较好地维持葡萄果实贮藏后期TSS的含量。

表3 贮藏期间硬度的变化

Table 3 The changes of hardness during storage		kg/cm <sup>2</sup>						
处理 Treatment	贮藏时间 Storage time/d	0	2	4	6	8	10	12
CK	0.91	0.89bB	0.85dB	0.76dB	0.59cC	0.52cC	0.40dC	
1	0.91	0.90aA	0.87bA	0.82bB	0.76bB	0.71bB	0.61abAB	
2	0.91	0.90aA	0.88aA	0.85aA	0.82aA	0.78aA	0.71aA	
3	0.91	0.90aA	0.86cA	0.81bCB	0.75bB	0.69cB	0.59bB	
4	0.91	0.89bB	0.85bB	0.79cB	0.72bB	0.66dB	0.50cBC	

表4 贮藏期间可溶性固形物含量的变化

Table 4 The changes of soluble solid content during storage		%						
处理 Treatment	贮藏时间 Storage time/d	0	2	4	6	8	10	12
CK	12.03	12.07dB	10.14cC	9.97cC	8.82eD	8.7dD	7.85cC	
1	12.03	12.26cB	12.01cB	11.77bB	10.65cC	9.23cC	9.02cB	
2	12.03	12.78aA	13.09aA	12.89aA	12.46aA	12.08aA	11.09aA	
3	12.03	12.53bA	12.40bB	11.78bB	11.60bB	11.01bB	9.98bA	
4	12.03	11.90dB	11.27dC	10.27cC	9.99dC	9.83cC	8.85dB	

2.3 呼吸强度的变化

壳聚糖浸涂后在葡萄表面形成一层膜,阻止外界空气中的O<sub>2</sub>进入并形成一个高CO<sub>2</sub>、低O<sub>2</sub>的小环境从而抑制葡萄的呼吸作用。由图1可以看出,对照在第8天出现呼吸高峰,用壳聚糖处理的葡萄果实无明显的呼吸峰出现。呼吸峰的出现说明葡萄果实在贮藏过程中其有机物质的消耗和转化比较剧烈,促进了果实的后熟和衰老。而用壳聚糖处理的果实呼吸速率均显著低于对照,有效抑制了果实后熟。

2.4 丙二醛(MDA)含量的变化

MDA是脂质氧化的主要产物之一。植物体在受到环境胁迫或衰老时,体内自由基产生和清除系统的平衡受到破坏,自由基的产生占主导地位,导致自由基含量不断增加,自由基增加使细胞膜的不饱和脂肪酸发生过氧化或脱脂化,逐级降解为小分子物质MDA,使膜的孔隙变大,透性增加,引起叶绿素的破坏,严重时导致生物体严重损伤,甚至死亡。壳聚糖能阻抑O<sub>2</sub>透入果实组织,降低果实呼吸,减少自由基的发

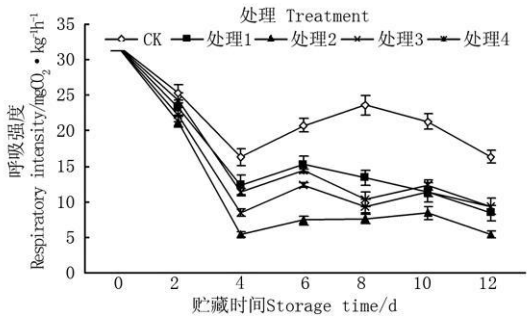


图1 泽香葡萄贮藏期间呼吸强度的变化  
Fig. 1 The changes of respiratory intensity of Ze xiang grapes during storage

发生,减弱活性氧的损害和膜脂过氧化,减少丙二醛的含量。由图2可看出,随着贮藏时间的延长,MDA含量不断增加,对照组增加较快,而涂膜组增加平缓。可能是因为涂膜后呼吸受到抑制,进入果实的氧气减少,从而形成活性氧少,膜脂过氧化作用减弱,缓解细胞膜的损伤,从而延迟细胞的死亡。

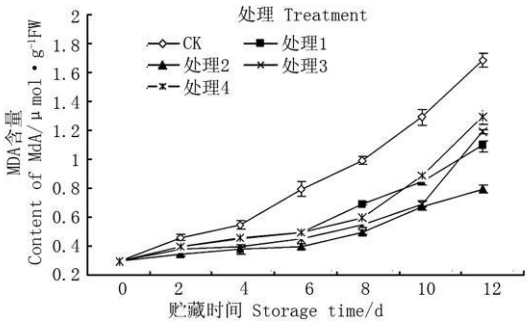


图2 泽香葡萄贮藏期间MDA含量的变化  
Fig. 2 The changes of MDA content of Ze xiang grapes during storage

2.5 不同处理泽香葡萄在贮藏期间抗氧化酶活性的变化

在正常情况下,植物的线粒体和叶绿体在电子传递过程中会产生活性氧,在SOD、过氧化物酶和过氧化氢酶的共同作用下,可以清除氧的自由基,减少自由基对膜的损伤,使活性氧处于产生和清除的动态平衡。葡萄贮藏期间,SOD、CAT和POD活性均呈下降趋势(图3A、B、C),而经壳聚糖处理的葡萄,SOD、CAT活性的下降速率明显低于对照组,维持了葡萄的生理活性,延缓了葡萄的衰老进程。

3 结论与讨论

该试验结果表明,在葡萄的常温贮藏中,采用的4种壳聚糖涂膜处理与对照相比,均在一定程度上降低了果实的失重率和腐烂率,抑制了果实贮藏后期可溶性固形物含量的下降,保持果实较好的硬度,提高了葡萄果实贮藏期品质,从而延缓了果实的成熟衰老,说明在常温贮藏中壳聚糖涂膜液处理对葡萄果实保鲜有一定作用。其中以1.0%壳聚糖涂膜的保鲜效果最好。

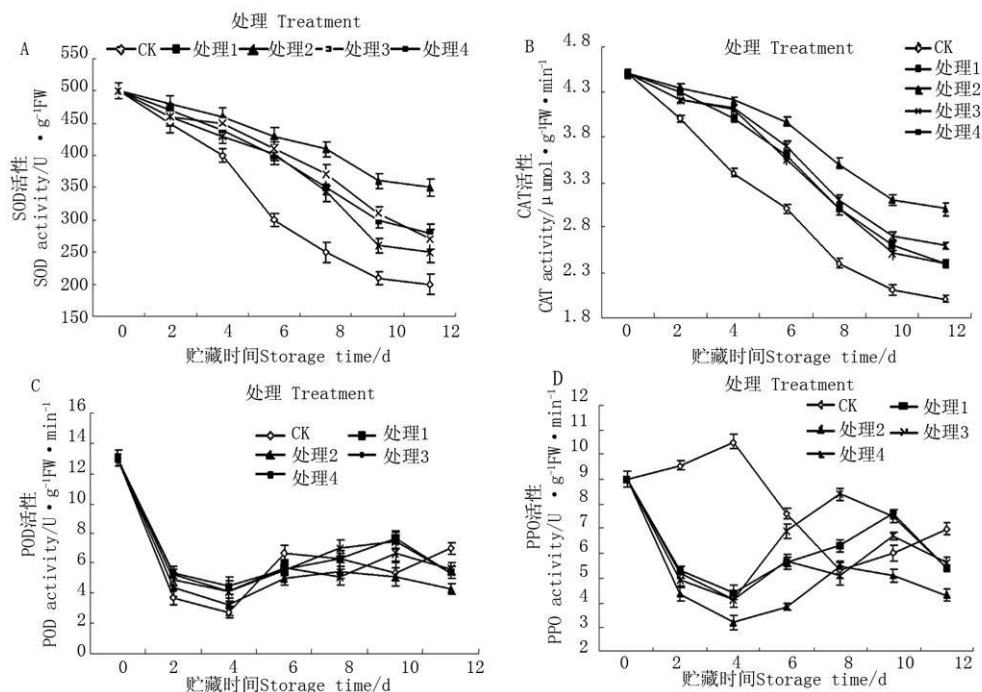


图3 泽香葡萄贮藏期间抗氧化酶活性的变化

Fig. 3 The changes of antioxidation enzymes activity of Ze xiang grapes during storage

4 d呼吸强度维持在较低水平,此时SOD活性较高,表明果实本身消除超氧阴离子自由基的能力强,从而可减少膜的损伤,MDA作为膜脂过氧化的产物含量低,但MDA还可以通过非酶作用产生,抑制酶的措施对其抑制不大,所以各处理MDA含量一直呈缓慢上升状态,CAT活性变化也基本一致。高活性的SOD酶,是抗衰老的表现,SOD酶的活性高,可以防止过氧化物酶、氧化物酶活性的升高,从而有效的抑制生物膜的氧化。用壳聚糖处理后的葡萄其PPO活性表现出先低后高的趋势,后期多酚氧化酶活性的提高更利于催化多酚类物质转化为醌,而醌的积累可以大大抑制病原菌的活动。

葡萄果实刚采收时多酚氧化酶(PPO)活性很高,4 d后迅速下降(图3D)。而壳聚糖涂膜可显著抑制

PPO活性增加,如1.0%壳聚糖涂膜处理下贮藏4 d,其PPO活性为 $3.2 U \cdot g^{-1}FW \cdot min^{-1}$ ,而CK的PPO活力高达 $10.5 U \cdot g^{-1}FW \cdot min^{-1}$ ,二者达显著差异水平。

### 参考文献

- [1] 孙勇.壳聚糖开发及应用[J].江南化工,1998,28(9):25-26
- [2] 田春莲,陈阳波,刘亮,等.壳聚糖对柑橘的青、绿霉病原菌的抑菌效果研究[J].食品科学,2008,29(12):110-112.
- [3] 韩雅珊.食品化学实验指导手册[M].北京:北京农业大学出版社,1996:85.
- [4] 邹琦.植物生理学实验指导[M].北京:中国农业出版社,2001:57.
- [5] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutases; II. purification and quantitative relationship with water-soluble protein in seedlings[J]. Plant Physiol, 1977, 59(2): 315-318.
- [6] Aebi H. Catalase *in vitro*[J]. Methods in Enzymology, 1984: 105: 121-126.

## The Effect of Chitosan Coating on Grapes Postharvest Quality under Room Temperature

PU Gao-bin, WEI Li

(Shandong Yingcai University, Jinan, Shandong 250104)

**Abstract:** The effect of chitosan coating on grapes postharvest quality were studied in different concentration, 0.5%, 1.0%, 2.0%, and 4.0%, under room temperature. The results showed that each treatment could reduce the weightless rate and rotten rate, restrain the reduce of soluble solid content during storage. It also could stave the senescence by restrain the respiration and improve the antioxidation enzymes activity. The treatment of 1.0% chitosan coating could reduce the weightless rate and rotten rate significantly on 12 d after storage. Altogether, the quality of grapes with 1.0% chitosan coating was quite better than control and other treatments.

**Key words:** chitosan; grape; room temperature; store