

# 缓释杀菌活性包装技术在“夏黑”葡萄保鲜中的应用效果

李传友<sup>1,2</sup>, 何润兵<sup>3</sup>, 张京开<sup>1,2</sup>, 李东力<sup>4</sup>, 蒋彬<sup>1,2</sup>

(1. 北京市农业机械试验鉴定推广站, 北京 100079; 2. 北京市创新团队叶菜设施设备功能研究室, 北京 100079;  
3. 北京市大兴区农业机械技术推广站, 北京 102612; 4. 北京市印刷包装材料与技术重点实验室, 北京 102600)

**摘要:**以“夏黑”葡萄为试材, 采用 K 型二氧化硫缓释杀菌活性包装袋(K 袋)、K 袋加乙烯吸附剂处理 2 种保鲜包装方案, 以裸放和普通低密度聚乙烯(LDPE)薄膜包装作为对照组, 每隔 2 d 分别对包装袋内的顶空气体组成, 葡萄的外观质量、水分损失、褐变程度、硬度、糖分、总酸和维生素 C 含量进行测试分析, 对比研究了常温条件下 2 种方案处理对葡萄保鲜货架期的影响, 为延长“夏黑”葡萄在常温(25±1)℃条件下的货架期提供参考。结果表明: 二氧化硫缓释杀菌包装(K 袋)能够形成适合葡萄贮藏的自发气调氛围, 并且能够抑制葡萄霉菌的滋生; 在常温保存 8 d 后, 裸放组和 LDPE 组的果梗褐变和烂果严重, 而 K 袋、K 袋加乙烯吸附剂组包装的葡萄褐变程度分别为 1 级和 2 级, 烂果率分别为 1.13% 和 3.56%, 葡萄的外观和口感均具有商品性, 保鲜效果明显。

**关键词:**葡萄; 二氧化硫; 杀菌; 乙烯吸附剂; 保鲜

**中图分类号:**S 663.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)19-0134-04

葡萄是一种生理活性较低的非呼吸跃变型水果, 在贮藏、运输和销售过程中, 由于果梗褐变、水分流失、硬度降低、掉粒和腐烂等因素, 使其货架期受到严重的影响, 而上述影响葡萄货架期的因素主要是由于葡萄霉菌引起的<sup>[1-2]</sup>。为了减少葡萄的质量损失, 延长葡萄的贮藏时间, 现主要采用的保鲜方法有: 药剂熏蒸、浸渍处理和低压处理等<sup>[3-6]</sup>, 但由于这些保鲜方法污染较重, 不具有持久性, 使得其应用受到限制。

二氧化硫作为一种对葡萄有效的保鲜剂, 具有防腐、钝化氧化酶活性、抗氧化、抑制呼吸、抑制代谢等多重功能, 但使用剂量必须恰当。采用熏蒸和保鲜药片进行处理时, 剂量不易控制。处理剂量过小难以抑制葡萄的褐变、霉烂等; 剂量过大, 虽然会保持果梗鲜绿、腐烂率降低, 但是也会导致果粒被漂白, 残留量过大对人体产生伤害等问题<sup>[7]</sup>。因此, 能够实现自发气调且具有保鲜剂低残留的保鲜包装技术, 受到研究者的广泛关注<sup>[8]</sup>。现采用北京市印刷包装材料与技术重点实验室

研制的 K 型二氧化硫缓释保鲜袋以及添加乙烯吸附剂的包装方案, 研究了常温条件下这 2 种方案对“夏黑”葡萄保鲜性能的影响, 以期解决生活中食用葡萄的保鲜问题。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试新鲜“夏黑”葡萄采摘于北京大兴区一家葡萄园, 根据颜色、大小、成熟度、品质等一致性参数挑选葡萄果穗作为试验样品。低密度聚乙烯(LDPE)薄膜(中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司); 分子筛乙烯吸附剂(实验室自制); 草酸(分析纯, 天津光复精细化工研究院); 2,6-二氯酚靛酚钠(分析纯, 天津市光复精细化工研究院)。

试验采用 2 种包装材料: 一种是实验室研制的二氧化硫缓释活性包装袋, 具有 3 层结构的复合膜, 中间层为 SO<sub>2</sub> 缓释层, 能够根据所包装水果的需要智能地释放硫杀菌剂, 厚度为 50 μm; 另一种是采用 LDPE 母料吹制的低密度聚乙烯(LDPE)薄膜, 厚度为 26 μm。

DT-200B 电子计数天平(常熟市金羊砝码仪器有限公司金羊天平仪器厂); PAC CHECK Model 65 顶空分析仪(美国 MOCON 公司); GY-1 型果实硬度计(牡丹江市机械研究所); PR-101α 手持折射仪(日本 Altago 公司); MOCON Permatran-W Model 3/33 型薄膜水蒸气透过仪

**第一作者简介:**李传友(1965-), 男, 北京人, 硕士, 高级工程师, 现主要从事林果机械化生产及保鲜技术研究与推广工作。E-mail: beijing12345@126.com.

**基金项目:**北京农业科技资助项目(20120122); 北京市创新团队果类菜功能研究室专项资助项目(20130216)。

**收稿日期:**2014-05-19

(美国 MOCON 公司);BTY-B1 薄膜透气性测试仪(济南兰光机电技术有限公司);多功能真空封袋机(DZ-280/2SD)。

## 1.2 试验方法

试验设 K 袋加乙烯吸附剂包装袋(A 组)、二氧化硫缓释杀菌活性包装袋(K 袋)[B 组]、LDPE 包装袋(C 组)和裸放(D 组)4 个组,其中 C、D 为对照组。将葡萄随机分组,分别装入 20 cm×20 cm 的多组包装袋中,然后用热封机密封,放置于温度为 25℃、相对湿度为 60% 条件下。分别于 0、2、4、6、8 d 进行取样测试,每组每次取 3 个平行试样,测量并记录相关数据,试验具体分组及条件见表 1。

表 1 试验中葡萄包装条件

Table 1 Packaging condition of grapes in the experiment

分组 Grouping	包装条件 Packing condition
A 组 Group A	K 袋,内含分子筛乙烯吸附剂,(300±1)g 葡萄
B 组 Group B	K 袋,(300±1)g 葡萄
C 组 Group C	LDPE 普通袋,(300±1)g 葡萄
D 组 Group D	裸放,(300±1)g 葡萄

## 1.3 项目测定

1.3.1 顶空气体组分测试 采用顶空分析仪测定包装袋内 O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 气体的浓度,以百分比表示。

1.3.2 维生素 C 含量测试 根据《GB/T6195-1986 水果、蔬菜维生素 C 含量测定方法(2,6-二氯酚靛酚滴定法)》进行测试<sup>[9]</sup>。

1.3.3 失重率测试 用天平(精确度 0.01)分别在试验前以及每次取样分析时测量每组葡萄的重量,失重率为 2 次测量差值与开始质量的比值。

1.3.4 果梗褐变评价 果梗褐变根据葡萄果梗褐变的面积大小进行评定,0 级:果梗褐变面积≤30%;1 级:30%<果梗褐变面积≤50%;2 级:果梗褐变面积>50%<sup>[10]</sup>。

1.3.5 果实硬度 每组取 5 个葡萄,用硬度计在葡萄的中间部位及对面分别取 2 个点进行测试,结果取其平均值。

1.3.6 可溶性固形物含量测试 将葡萄榨汁,取适量的葡萄汁于手持折射仪中进行测定,结果取 3 次平均值。

## 2 结果与分析

### 2.1 包装袋内顶空气体分析

果蔬收获后,光合作用停止,呼吸作用成为新陈代谢的主导过程。呼吸与各种生理过程有着密切的联系,并制约着这些过程,从而影响到葡萄的货架期<sup>[11]</sup>。因此,通过降低水果的呼吸作用,可以达到保鲜的目的。由图 1、2 可知,由于呼吸作用,袋内 CO<sub>2</sub> 浓度逐渐增加, O<sub>2</sub> 浓度逐渐降低。B 组袋内 CO<sub>2</sub> 浓度从第 6 天开始已趋于平衡状态,约为 5% 左右,高于 C 组。由于 C 组的透氧率明显高于 B 袋,因此,在整个试验过程中,C 组的氧

气浓度高于 B 组,对葡萄的呼吸抑制作用不明显。加入乙烯吸附剂的 A 组,降低了包装袋内乙烯含量,而乙烯能够促进果实的呼吸作用和有氧参与的其它性能,因此,该组中葡萄的呼吸作用受到抑制,CO<sub>2</sub> 浓度低于 B 组,O<sub>2</sub> 浓度高于 B 组。杨寿清<sup>[12]</sup>研究表明,“夏黑”葡萄适宜的 O<sub>2</sub> 浓度为 3%~5%,CO<sub>2</sub> 浓度为 2.5%~5%,加入乙烯吸附剂的 A 组袋内气体浓度和以上数据较接近,且保鲜效果也较其它组明显。

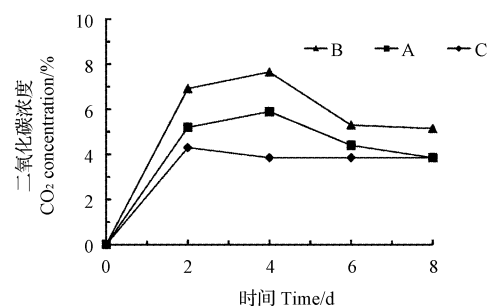


图 1 袋内 CO<sub>2</sub> 浓度随贮藏时间的变化

Fig. 1 Change of CO<sub>2</sub> concentration during storage time

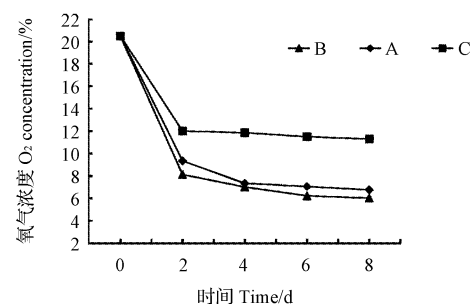


图 2 袋内 O<sub>2</sub> 浓度随贮藏时间的变化

Fig. 2 Change of O<sub>2</sub> concentration during storage time

### 2.2 葡萄果梗褐变指数及烂果率变化

葡萄烂果率及果梗褐变指数是葡萄质量的直接外在评价指标。葡萄后熟过程中,果梗呼吸强度旺盛,释放乙烯量较多,因此很容易发生褐变。该试验中加入乙烯吸附剂的 A 组袋、B 组袋内葡萄褐变指数明显低于 C、D 对照组,第 8 天时裸放 D 组、C 组褐变严重,而 B 组包装的葡萄为 2 级褐变,加入乙烯吸附剂的 A 组袋中果梗 1 级褐变,葡萄的商品性影响不大。

葡萄烂果率测试中,A 组袋能够最大限度地抑制葡萄的腐烂,保证葡萄果粒的完好。由于 B 组能够缓释 SO<sub>2</sub>,可以抑制葡萄表面细菌的滋生和繁殖,降低烂果率,另外,B 组袋内形成的气调环境降低了葡萄呼吸强度。再次,乙烯吸附剂的存在,减缓了成熟度,从而降低烂果率。第 8 天时,加入乙烯吸附剂的 A 组袋、B 组袋、C 组袋内的葡萄烂果率分别为 1.13%、3.56% 和

32.15%。这说明 B 组袋、A 组袋的包装方案保鲜效果明显。

### 2.3 葡萄维生素 C 含量分析

维生素 C 的含量是衡量水果品质的重要因素之一,其含量随果实成熟逐渐增加。由图 3 可以看出,随贮藏时间的延长,几组样品中维生素 C 的含量都表现为先降低后升高的趋势,且第 4 天维生素 C 含量达到最低值,表明此时葡萄出现呼吸最高峰(图 1、2),之后维生素 C 含量升高可能由于葡萄采摘时未完全成熟,采摘后的后熟过程导致其维生素 C 含量升高,同时,加乙烯吸附剂的 K 袋组中维生素 C 含量高于其它组,表明加入乙烯吸附剂的 K 袋能够降低葡萄的呼吸强度,减少营养基质的消耗。

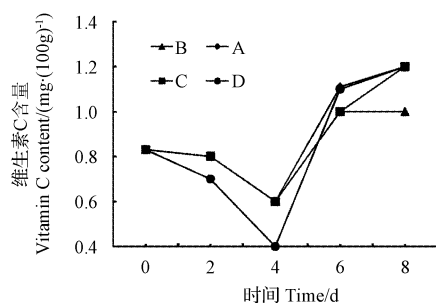


图3 维生素 C 含量随贮藏时间的变化

Fig. 3 Change of vitamin C content with storage time

### 2.4 葡萄硬度及失重率分析

硬度是果肉抗压力的强弱,是衡量果实品质的重要指标。葡萄硬度的下降是由于葡萄细胞壁质量下降以及水分流失引起的细胞膨压下降所导致的<sup>[13]</sup>。葡萄硬度随贮藏时间的延长逐渐降低,由图 4 可知,由于相对适宜的  $O_2$ 、 $CO_2$  透过率以及  $SO_2$  杀菌特性,使得葡萄的呼吸强度及生理活性相对减弱,从而更好地保证了葡萄的品质和硬度。而 A 组,由于乙烯吸附剂的作用,降低了呼吸强度,也较好地保证了葡萄的硬度和品质。第 8 天时,加乙烯吸附剂的 K 袋组硬度降低了 5.5%,B 组降低了 3.9%,C 组降低了 13.3%,D 组降低了 35.4%。因此,B 组包装能够更好地保证葡萄的硬度。

葡萄失重主要是由于水分的散失引起的,而在贮藏期间水分损失主要是由蒸腾作用引起的失水,蒸发失水约为呼吸失水的 10 倍<sup>[14]</sup>。由图 5 可知,随着储存时间的延长,各样品组的葡萄失重率都有所增加,裸放组失重率增加最明显,且第 4 天其失重率达到最大值。最终 A 组失重率为 0.65%,B 组为 0.76%,C 组为 0.82%,D 组为 8%,由于 B 组袋的水蒸气透过率小于 C 组的水蒸气透过率,因此,B 组失水相对较少,而加入乙烯吸附剂后,同时也降低了葡萄的呼吸强度,从而使得加入乙烯吸附剂的 A 组失重率更低,更好地保证了葡萄的质量。

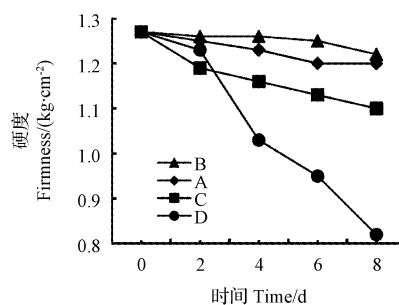


图4 硬度随贮藏时间的变化

Fig. 4 Change of firmness with storage time

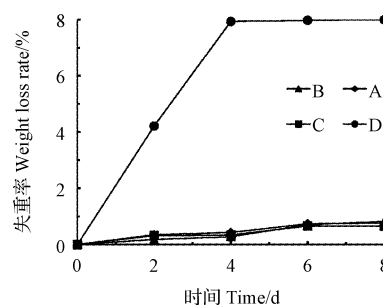


图5 失水率随贮藏时间的变化

Fig. 5 Change of weight loss with storage time

### 2.5 葡萄中可溶性固形物含量及可滴定酸含量分析

葡萄的酸甜度是影响葡萄风味的重要因素,葡萄的呼吸作用需要消耗其中贮藏的营养物质(糖、有机酸等)作为呼吸基质,且呼吸作用增强,则导致更多的有机物被分解消耗,从而使得葡萄的甜度和酸度都有不同程度的降低,从而影响其品质。从表 2 可以看出,可溶性固形物(TSS)的含量随贮藏时间的延长,基本呈下降趋势,且加入乙烯吸附剂的 K 袋组较其它组下降缓慢,第 8 天各组 TSS 的含量如下:A 组降至 16.0,D 组降至 15.5,C 组降至 15.5,B 组降至 15.4,由此说明,A 组能够抑制葡

表 2 不同包装条件对葡萄可溶性固形物含量、可滴定酸含量的影响

Table 2 Effect of different packaging conditions on the TSS,TA content

理化指标 Physical and chemical indicators	试验组 The experimental group	贮藏时间 Storage time/d				
		0	2	4	6	8
可溶性固形物含量 Soluble solids content/Brix	K+乙烯吸附剂	16.5	16.2	16.2	16.1	16.0
	K+Ethylene absorbents	16.5	15.9	15.8	15.6	15.4
	LDPE	16.5	15.9	15.8	15.5	15.5
	裸放 Naked put	16.5	16.9	17.0	16.5	15.5
可滴定酸含量 Titratable acid content/%	K+乙烯吸附剂	0.90	0.80	0.70	0.60	0.56
	K+Ethylene absorbents	0.90	0.85	0.80	0.75	0.50
	LDPE	0.90	0.80	0.60	0.50	0.30
	裸放 Naked put	0.90	0.85	0.80	0.70	0.40

葡萄的呼吸作用,减少基质的消耗,从而更好地保持葡萄的品质。

在葡萄的呼吸过程中,有机酸被作为基质消耗,因此,可滴定酸含量随着贮藏时间的延长逐渐降低。如表2所示,第8天时,A组有机酸降至0.56%,B组为0.50%,C组为0.30%,D组为0.40%。因此,B组、A组均能够降低葡萄的呼吸强度,从而保证了葡萄的酸度和品质。

### 3 结论

该研究以裸放和LDPE包装作为对照组,在常温条件下,对比研究了K袋、K袋加乙烯吸附剂的缓释活性包装技术对“夏黑”葡萄的保鲜效果。结果表明,具有缓释杀菌功能K型袋能够在葡萄包装内形成适合的 $O_2$ 和 $CO_2$ 气调氛围,降低了葡萄的呼吸作用,抑制葡萄真菌的滋生。另外,K袋加乙烯吸附剂包装组还能够更好地延缓葡萄的成熟过程,保鲜效果最佳。在常温下(25℃)贮藏8d后,葡萄仍然具有良好的感官质量以及营养品质,且口感良好,仍然具有市场价值。因此,该研究中K袋、K袋加乙烯吸附剂2种包装方案能够明显延长“夏黑”葡萄的货架寿命,对于实现鲜果异地销售和提高果农收入都具有重要的经济效益和社会效益。

#### 参考文献

- [1] Deng Y, Wu Y, Li Y. Physiological responses and quality attributes of 'Kyoho' grapes to controlled atmosphere storage [J]. LWT-Food Science and Technology, 2006, 39(6): 584-590.
- [2] Del Nobile M A, Sinigaglia M, Conte A, et al. Influence of postharvest treatments and film permeability on quality decay kinetics of minimally processed grapes [J]. Postharvest Biology and Technology, 2008, 47(3): 389-396.
- [3] Fallik E. Pre-storage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). A review [J]. Postharvest Biol Technol, 2004, 32: 125-134.
- [4] Lichter A, Zutkhy Y, Sonogo L, et al. Ethanol controls postharvest decay of table grapes [J]. Postharvest Biology and Technology, 2002, 24(3): 301-308.
- [5] Ahvenainen R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables [J]. Trends in Food Science and Technology, 1996, 7: 179-187.
- [6] Romanazzi G, Nigro F, Ippolito A, et al. Effect of short hypobaric treatments on postharvest rots of sweet cherries, strawberries and table grapes [J]. Postharvest Biology and Technology, 2001, 22(1): 1-6.
- [7] Mustone M. The efficiency of range of sulfur dioxide generating quality of calmeria table grapes [J]. Australian Journal of Experimental Agriculture, 1992, 32: 389-393.
- [8] Nelson K E, Ahmedullah M. Packaging and decay-control systems for storage and transit of table grapes for export [J]. American Journal of Enology and Viticulture, 1976(2): 74-79.
- [9] GB/T6195-1986. 水果、蔬菜维生素C含量测定法(2,6-二氯酚靛酚滴定法) [S]. 北京: 中国标准出版社, 1986.
- [10] 张敬勇, 李东立, 许文才, 等. 二氧化硫缓释杀菌袋对樱桃保鲜性能影响的研究 [J]. 包装工程, 2013, 34(15): 49-52.
- [11] 曾庆孝. 食品加工与保藏原理 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2002: 19-20.
- [12] 杨寿清. 食品杀菌和保鲜技术 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 10-28.
- [13] 姜艳茹, 付亚波, 李东立, 等. 分子筛改性LDPE活性包装膜在草莓保鲜中的应用研究 [J]. 中国印刷与包装研究, 2013, 5(1): 61-65.
- [14] 袁军伟, 赵胜建, 魏建梅, 等. 葡萄采后生理及贮藏保鲜技术研究进展 [J]. 河北农业科学, 2009, 13(4): 80-83.

## Effect of $SO_2$ Controlled Release Active Packaging Technology on the Preservation Performance of 'Xiahei' Grape

LI Chuan-you<sup>1,2</sup>, HE Run-bing<sup>3</sup>, ZHANG Jing-kai<sup>1,2</sup>, LI Dong-li<sup>4</sup>, JIANG Bin<sup>1,2</sup>

(1. Beijing Agricultural Machinery Testing and Extension Station, Beijing 100079; 2. Beijing Innovation Team Leafy Vegetables Facilities Function Laboratory, Beijing 100079; 3. Beijing Daxing District Agricultural Machinery Technology Extension Station, Beijing 102612; 4. Beijing Key Laboratory of Printing and Packaging Materials and Technology, Beijing 102600)

**Abstract:** Taking 'Xiahei' grapes as experiment materials, the unpackaged and LDPE film packaged grapes were set as control groups, and the preservation effect of  $SO_2$  control release packing (K-type), with and without ethylene absorbent were comparatively studied. During the storage, the headspace concentrations, appearance quality, water loss, stem browning, solidity, TSS, TA, and the vitamin C content were tested and analyzed in a two days interval, in order to extend the shelf-life of 'Xiahei' grape at room temperature (25±1)℃. The results showed that  $SO_2$  control release packaging (K-style) could form a stable atmosphere suitable for grape preservation and inhibit the growth of pathogenic bacteria of grape. After 8 days storage at room temperature, the grapes that unpackaged and LDPE film packaged were browning and rotten fruit seriously, while the grapes packaged in the K-type storage bags and ethylene absorbent group packaging grape browning degree were 1 and 2 respectively, rotten fruit rate were 1.13% and 3.56%, the grapes quality was good and tasted well, fresh-keeping effect was obvious.

**Keywords:** grape;  $SO_2$ ; sterilization; the ethylene absorbent; preservation