

商标保鲜卡的制备及在克瑞森葡萄采后保鲜中的应用

梁佳睿¹, 魏佳², 殷贝贝¹, 路帆¹, 彭锐³, 张昱¹, 吴斌^{2*}

(1. 新疆农业大学食品科学与药学学院, 新疆乌鲁木齐 830052)

(2. 新疆农业科学院农产品贮藏加工研究所, 新疆农产品加工与保鲜重点实验室, 新疆乌鲁木齐 830091)

(3. 乌鲁木齐市格瑞德保鲜科技有限公司, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要: 针对鲜食葡萄电商和物流技术需求, 设计和制备出一种以焦亚硫酸钠和层状硅酸盐为基料的商标保鲜卡, 应用于“克瑞森”葡萄采后货架期的贮运保鲜中。商标保鲜卡分别采用以下方案处理: T₁ (0.8 g 焦亚硫酸钠+0.2 g 缓释剂)、T₂ (0.8 g 焦亚硫酸钠+0.5 g 层状硅酸盐+0.2 g 缓释剂)、T₃ (0.8 g 焦亚硫酸钠+1.0 g 层状硅酸盐+0.2 g 缓释剂)、T₄ (0.8 g 焦亚硫酸钠+2.0 g 层状硅酸盐+0.2 g 缓释剂) 配比, 在 12~14 °C 货架期条件下, 分析商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄采后贮藏品质的影响。结果表明: T₃ 和 T₄ 组与其它处理组相比, 能够显著降低贮藏环境中的乙烯含量; 有效维持葡萄货架期间果实的硬度、可溶性固形物、可滴定酸、抗坏血酸的含量以及较高的感官评价分数; 显著抑制葡萄呼吸强度、落粒、腐烂以及果梗褐变, 说明 T₃、T₄ 对货架期间“克瑞森”葡萄具有显著的保鲜效果, 能够有效维持鲜食葡萄货架品质, 其中 T₃ (0.8 g 焦亚硫酸钠+1.0 g 层状硅酸盐+0.2 g 缓释剂) 可作为一种新型葡萄保鲜卡产品应用于实际生产。

关键词: 商标保鲜卡; 克瑞森葡萄; 货架期品质

文章编号: 1673-9078(2022)12-230-238

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2022.12.0059

Preparation of Table Grape Preservation Pad and Its Application in the Postharvest of Cressen Grapes

LIANG Jiarui¹, WEI Jia², YIN Beibei¹, LU Fan¹, PENG Rui³, ZHANG Yu¹, WU Bin^{2*}

(1. School of Food Science and Pharmacy, Xinjiang Agricultural University, Urumqi 830052, China)

(2. Agricultural Products Storage and Processing Research Institute, Xinjiang Key Laboratory of Agricultural Products Processing and Preservation, Xinjiang Academy of Agricultural Sciences, Urumqi 830091, China)

(3. Urumqi City Green Doctor Fresh Keeping Technology Co. Ltd., Urumqi 830000, China)

Abstract: Owing to the e-commerce and logistical needs for fresh grapes, a table grape preservation pad based on sodium metabisulfite and layered silicate was designed and produced, and was used for the postharvest preservation of ‘Cresson’ grapes during storage and transportation. The table grape preservation pads were treated using the following protocols: T₁ (0.8 g sodium metabisulfite + 0.2 g sustained release agent), T₂ (0.8 g sodium metabisulfite + 0.5 g layered silicate + 0.2 g sustained release agent), T₃ (0.8 g sodium metabisulfite+1.0 g layered silicate + 0.2 g sustained release agent), and T₄ (0.8 g sodium metabisulfite + 2.0 g layered silicate + 0.2 g sustained release agent). The effects of the table grape preservation pads on post-harvest storage quality of Cressen grapes were analyzed under shelf life conditions of 12~14 °C. The results showed that the T₃ and T₄ treatments can significantly decrease ethylene content in the storage environment; effectively maintain fruit hardness, soluble solid content, titratable acid content, ascorbic acid content; have higher sensory evaluation scores; and significantly inhibit grape respiration intensity, shattering, rotting, and stem browning compared with other treatment groups. This indicates that

引文格式:

梁佳睿, 魏佳, 殷贝贝, 等. 商标保鲜卡的制备及在克瑞森葡萄采后保鲜中的应用[J]. 现代食品科技, 2022, 38(12): 230-238

LIANG Jiarui, WEI Jia, YIN Beibei, et al. Preparation of table grape preservation pad and its application in the postharvest of cressen grapes [J]. Modern Food Science and Technology, 2022, 38(12): 230-238

收稿日期: 2022-01-17

基金项目: 国家自然科学基金项目 (U2003213; 31860460); 中以特色果品采后精准物流保鲜关键技术应用示范 (2021E01005)

作者简介: 梁佳睿 (1996-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 农产品贮藏与加工, E-mail: 1424893674@qq.com

通讯作者: 吴斌 (1973-), 男, 博士, 研究员, 研究方向: 农产品贮藏与加工, E-mail: 42042615@qq.com

T₃ and T₄ had significant preservation effects on Cressen grapes during their shelf life and can effectively maintain Cressen grape shelf life quality. Thus, T₃ (0.8 g sodium metabisulfite + 1.0 g layered silicate + 0.2 g sustained release agent) can be used as a new grape preservation method in actual production.

Key words: table grape preservation pad; cressengrape; shelf life quality

新疆作为我国葡萄 (*Vitis vinifera* L.) 的主要产区之一, 产量居全国首位^[1]。由于葡萄是浆果类水果, 且采收集中于高温夏季, 加之采后贮运技术与设备不完善等问题, 葡萄果实在贮运过程中极易发生果梗干枯褐变、脱粒、浆果软化以及由病原微生物侵染引起的腐烂等现象, 严重降低了鲜食葡萄的商品价值和食用品质^[2,3], 会造成很大的经济损失。

二氧化硫 (SO₂) 因其良好的抑菌和保鲜作用, 广泛应用于鲜食葡萄采后商业化贮运过程中。众多研究表明 SO₂ 可有效抑制灰霉菌侵染, 延缓果实衰老的作用^[4]。SO₂ 熏蒸结合保鲜纸处理能较好地保持红地球和醉金香葡萄贮藏期间的果实品质^[5,6]。但因含硫保鲜剂在释放 SO₂ 气体时, 受环境影响比较大, SO₂ 气体浓度不稳定, 易出现 SO₂ 浓度过高造成高残留量和果实漂白现象, 使鲜食葡萄丧失原有风味, 失去商品价值^[7], 同时, 现有含硫保鲜剂主要应用于 5.0~7.0 kg 规格筐 (箱) 包装的葡萄商业化贮藏, 含硫保鲜剂外观药剂感显著, SO₂ 药效启动进程缓慢, 不能及时起到防腐杀菌作用。在食品安全方面, 消费者对 SO₂ 的认知也存在误区, 含硫保鲜剂的外观形式认可度不高。商标保鲜卡具有外观个性化, 应用方便, 以及食品安全性高等优点, 给消费者的整体印象为葡萄产品的装饰包装。但关于鲜食葡萄电商物流“个性化”包装的保鲜产品鲜有报道。

在鲜食葡萄采后货架期间易出现果梗新鲜度下降的现象, 导致商品价值降低, 而果梗褐变与呼吸和乙烯释放有密切联系。可通过抑制乙烯释放与受体的结合及信号传导, 延缓葡萄果梗的褐变^[8]。有研究表明, 添加一定比例硅酸盐到薄膜材料中可减少香梨贮藏环境中的乙烯含量, 从而减缓果实的呼吸速率, 有效维持香梨在货架期间的品质^[9]。层状硅酸盐因其具有独特的多孔空间结构, 可以有效吸附贮藏环境中的乙烯, 延缓果蔬的衰老, 延长货架期品质^[10]。目前, 关于硅酸盐是否能延缓鲜食葡萄果柄中的乙烯释放, 保持葡萄果柄的新鲜度, 未见相关报道。

因此, 为了保持鲜食葡萄电商物流品质、延缓葡萄果柄褐变、减少葡萄中 SO₂ 的残留量, 本试验在课题组前期研究的基础上^[11], 结合 SO₂ 保鲜剂和层状硅酸盐, 设计并制备出一种兼具商标和保鲜作用的商标保鲜卡, 应用于“克瑞森”葡萄电商物流期间的保鲜,

旨在为鲜食葡萄的保鲜提供一种简易可行方法。

1 材料与方法

1.1 材料与药品

“克瑞森”葡萄 (*Cressenuvae*), 于 2021 年 10 月在新疆乌鲁木齐市新市区果岭果园采收, 并在 2 h 内运往乌鲁木齐市格瑞德保鲜技术有限公司的冷库预冷。

层状硅酸盐和焦亚硫酸钠, 乌鲁木齐市格瑞德保鲜科技有限公司; 18 cm×14 cm×8 cm 包装盒, 购于江苏九邦新材料科技发展有限公司; 硅油膜; 乙烯/醋酸乙烯酯共聚物 (EVA); 干燥剂纸; 不干胶。

氢氧化钠、酚酞指示剂、三氯乙酸 (TCA)、磷酸、三氯化铁、抗坏血酸、盐酸、硫酸、淀粉指示剂、乙酸铅均为分析纯, 购自天津市光复科技发展有限公司。

1.2 仪器与设备

Check Point 3 便携式顶空分析仪, 丹麦 PBI Dansensor 公司; PAL-1 型数显糖度计, 日本 Atago 公司; UV-2600 型紫外分光光度计, 日本岛津公司; GY-4 型数显果实硬度计, 艾德堡仪器有限公司; GD1913 型气调包装机, 广州行远包装机械有限公司; Agilent 7890 B 气相色谱, 安捷伦科技 (中国) 有限公司; CR-400 型色差仪, 柯尼卡美能达控股公司; UV-2600 型紫外分光光度计, 日本岛津公司。

1.3 实验方法

1.3.1 商标保鲜卡的设计

设计元素: 如图 1a 所示, 设计元素分为 4 部分: ①中文: “商标保鲜卡”; ②英文: “Table grape preservation pad”; ③图案: 维吾尔族姑娘; ④图案: 一串葡萄。

设计来源: 遵循形式追随功能的理念, 将商标与保鲜剂结合, 设计出一种外观精美、保鲜效果良好, 并且具有地域标识的商标保鲜卡, 如图 1b 所示。

颜色搭配: 依据不同品种鲜食葡萄颜色多样的色彩特征, 获得色彩丰富的商标保鲜卡外观艺术效果。本试验中选用的葡萄品种是“克瑞森”, 颜色搭配是与克瑞森葡萄相近的红色。

文化融合: “萄♥”的“♥”同新疆的“新”, 赋予商标

保鲜卡新疆地域文化内涵和民族特色的风格特点,设计出具有地域标识和独特风格的商标保鲜卡。

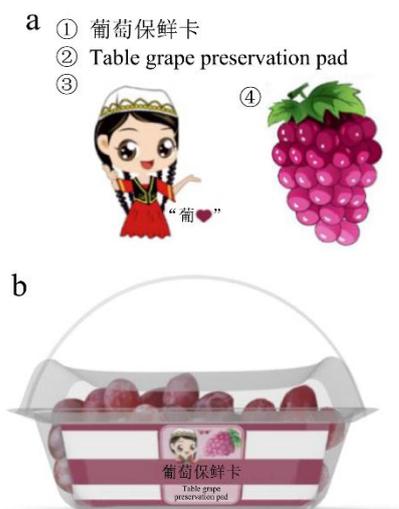


图1 商标保鲜卡的设计元素(a)和应用效果图(b)

Fig.1 Design elements (a) and application diagrams (b) of table grape preservation pad

1.3.2 商标保鲜卡的制备

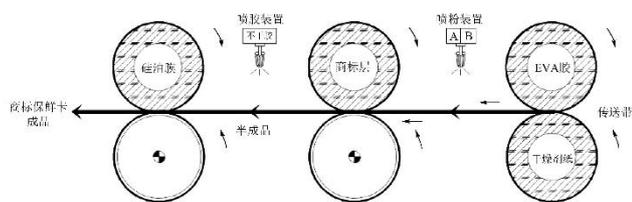


图2 商标保鲜卡的制备流程图

Fig.2 Flow chart of preparation of table grape preservation pad

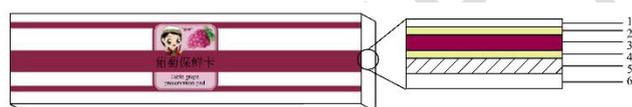


图3 商标保鲜卡的结构层示意图

Fig.3 Schematic diagram of the structural layers of table grape preservation pad

将焦亚硫酸钠、层状硅酸盐与缓释剂(碳酸氢钠 $\phi=50\%$ 、酒石酸和碳酸氢钾 $\phi=50\%$)按照0.8:0.0:0.2、0.8:0.5:0.2、0.8:1.0:0.2以及0.8:2.0:0.2($m:m:m$)配比进行搅拌均匀置于喷粉盒中备用。如图2所示,EVA胶黏合层附着在干燥剂纸基材层上,并通过传送带运至喷粉装置处,经过喷粉装置控制器调节喷出保鲜材料的喷粉量,随后将商标层与处理过的基材层进行压合生成半成品,半成品经过传送带输送至喷胶装置处喷附不干胶,最后,将硅油膜与附着不干胶的半成品进行压合生成商标保鲜卡产品。

商标保鲜卡的结构层如图3所示,分别代表:1.硅油膜透明防水层;2.不干胶黏合层;3.商标层;4.EVA胶黏合层;5.保鲜剂与缓释剂层;6.干燥剂纸基材层。

1.3.3 实验处理

选取果梗翠绿、果实无病虫害、无机械损伤且大小、色泽以及成熟度(可溶性固形物含量19%~20%)一致的整串“克瑞森”葡萄。将葡萄装入有吸水纸和无纺织布的周转筐中,并及时运送至乌鲁木齐市格瑞德保鲜技术有限公司,置于0~0.5℃、相对湿度为85%~90%冷库中预冷。随机分组,放入包装盒(2.0L)内,底层铺吸水纸,并放置商标保鲜卡,每盒葡萄约重600.00g。处理方式如下:

表1 试验设计

Table 1 Experimental design

处理	焦亚硫酸钠/g	微孔晶体硅酸盐/g	缓释剂/g
T ₁	0.8	0.0	0.2
T ₂	0.8	0.5	0.2
T ₃	0.8	1.0	0.2
T ₄	0.8	2.0	0.2

将制备完成的商标保鲜卡T₁、T₂、T₃、T₄置于鲜食葡萄包装盒中,并用PE膜封口,用针在PE膜上均匀扎4个孔,孔径为20~30 μm 。将所有处理放置在温度为(12~14)℃、相对湿度为85%~90%的环境中贮藏,每个处理三次重复,同时设置对照组,每隔2d取样。

1.4 测定指标及方法

1.4.1 乙烯生成速率的测定

分别从各处理组中,随机称量0.60kg葡萄,放在在2.0L的密闭盒子中,密闭4h后,抽取气体。用气相色谱仪检测乙烯释放量^[12],单位为 $\mu\text{L}/(\text{kg}\cdot\text{h})$,每个处理重复测3次。

1.4.2 呼吸强度的测定

采用Check Point III O₂/CO₂分析仪测定包装盒内CO₂体积分数,呼吸强度以每小时每千克果蔬累积释放的CO₂质量所表示,单位:mg/(kg·h)。

1.4.3 可溶性固形物(SSC)含量的测定

参照颜廷才等^[13]的方法。将鲜食葡萄榨汁,摇匀,取过滤后的汁液测定SSC含量的,单位为%。

1.4.4 落粒率

$$A = \frac{m_1}{m_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

A——落粒率, %

m₁——落粒果质量, g;

m₀——总质量, g。

1.4.5 可滴定酸(TA)含量的测定

参照曹健康等^[14]的方法,以酒石酸计(折算系数0.075),单位: %。

1.4.6 抗坏血酸 (Vc) 含量的测定

参照曹建康等^[14]的方法,用2,6-二氯酚靛酚滴定法测定抗坏血酸含量,单位:mg/100 g。

1.4.7 硬度的测定

每个处理随机选取10个葡萄果实,使用GY-4型果实硬度计在果实赤道部位进行测定,探头直径为3 mm,重复3次。单位:N。

1.4.8 腐烂率的测定

果实腐烂指数为:0级,果实均没有腐烂变质;1级,果实出现腐烂现象,但面积不超过总面积的1/4;2级,果实出现褐变现象,且面积占总面积的1/4~1/2;3级,果实出现褐变现象,且面积占总面积的1/2~3/4;4级,果实腐烂面积超过3/4或全部褐变。葡萄果实出现组织凹陷、软腐、生长灰霉菌时,即为腐烂果。

$$B = \frac{\sum(x \times n)}{n_{\text{总}} \times x_{\text{高}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

B ——腐烂率, %;

x ——腐烂级数;

n ——各级别果实数;

$n_{\text{总}}$ ——总果实数;

$x_{\text{高}}$ ——最高级数。

1.4.9 SO₂ 残留量的测定

采用GB 5009.34-2016《食品中二氧化硫的测定》^[15]蒸馏碘量法,单位:mg/kg。

1.4.10 果梗褐变指数的测定

果梗褐变级数为:0级,果梗、穗轴部位均没有褐变;1级,果梗或穗轴部位出现褐变现象,但面积不超过总面积的1/4;2级,果梗或穗轴部位出现褐变现象,且面积占总面积的1/4~1/2;3级,果梗或穗轴部位出现褐变现象,且面积占总面积的1/2~3/4;4级,果梗穗轴部位褐变面积超过3/4或全部褐变。

$$C = \frac{\sum(y \times e)}{e_{\text{总}} \times y_{\text{高}}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

C ——果梗褐变指数, %;

y ——褐变级数;

e ——各级别串数;

$e_{\text{总}}$ ——总串数;

$y_{\text{高}}$ ——最高级数。

1.4.11 感官评价

感官评价小组由20位经培训的专业人员组成(男:女=1:1),试验对鲜食葡萄感官指标采用标准见表2。

表2 “克瑞森”葡萄感官评分标准

Table 2 Sensory scoring standards for 'Cresson' grapes

权重	75~100分	45~74分	0~44分
口感 (0.45)	果肉硬度适宜 酸甜可口,风味突出	果肉发软 口感不佳,风味寡淡	果肉奖状变质 有异味,风味差
果实色泽 (0.3)	果粒光泽明亮 果粉饱满,无漂白	果粒光泽暗淡 果粉稀薄,轻微漂白	果粒失去光泽 无果粉,明显漂白
果梗色泽 (0.1)	穗轴鲜绿新鲜	穗轴失绿,不新鲜	穗轴发褐
形状 (0.15)	穗轴水分饱满,外观良好 果粒无破裂,无腐烂 果穗完整紧凑,无落粒	穗轴部分失水,外观一般 果粒个别破裂、腐烂 果穗不紧凑,落粒较严重	穗轴严重失水,外观很差 果粒破裂,腐烂严重 果穗松弛不完整,落粒严重

1.5 数据处理与分析

使用Graph Pad Prism 8软件作图,使用SPSS 20.0对数据进行方差分析(ANOVA)并采用Duncan法比较均值。 $p < 0.05$ 表示差异显著, $p < 0.01$ 表示差异极显著。

2 结果与讨论

2.1 商标保鲜卡对采后克瑞森葡萄货架期乙烯

释放量和呼吸强度的影响

乙烯作为一种植物激素,具有促进果实成熟的作用,含量与呼吸作用强度密切相关^[16]。如图4a所示,葡萄乙烯释放量呈先上升后下降的趋势。 $T_1 \sim T_4$ 处理组较对照组乙烯高峰分别延迟了2~4 d,乙烯峰值较对照组分别降低11.63%、23.90%、34.23%、29.60%。乙烯对果品的衰老和落粒有着促进作用,在采后贮藏过程中,环境中乙烯气体会缩短贮藏时间,加速果实品质劣变^[17]。 T_3 、 T_4 处理组中添加的层状硅酸盐可能通过多孔空间结构的特性起到吸附乙烯的作用,从而减少了包装中的乙烯含量。

呼吸作用会消耗果实自身养分而导致其品质下

降^[18], 可作为评价葡萄果实耐贮性和品质变化的重要指标。如图 4b 所示, 在货架期, 处理组的呼吸强度整体上呈现先降后升再降的趋势。4 d 时, 对照组的呼吸强度达到 15.00 mg/(kg·h) 的峰值, 而 T₁~T₄ 呼吸高峰推迟了 2~4 d, 峰值分别低了 11.52%、20.29%、34.29% 和 36.12%。说明 T₁~T₄ 处理组有效降低了采后克瑞森葡萄的呼吸强度, T₃ 和 T₄ 组优于其他处理组 ($p < 0.05$)。采用 SO₂ 处理可有效抑制红地球葡萄呼吸强度^[19]; 层状硅酸盐则可通过减少贮藏环境中的乙烯, 降低呼吸强度^[7]。由此可推测, 焦亚硫酸钠结合层状硅酸盐可能通过释放 SO₂, 减少贮藏环境中的乙烯, 而抑制克瑞森葡萄的呼吸作用。

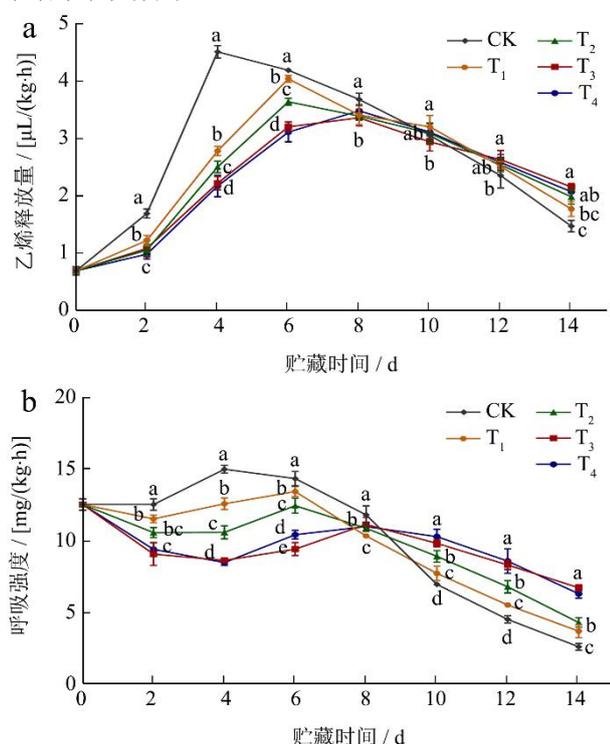


图 4 商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄乙烯释放量(a)、呼吸强度(b)的影响

Fig.4 Effects of table grape preservation pad on the ethylene release (a) and respiratory strength (b) of 'Cresson' grapes

注: 同列不同小写字母代表有显著性差异, $p < 0.05$, 下同。

2.2 商标保鲜卡对克瑞森葡萄采后货架期可溶性固形物含量和落粒率的影响

可溶性固形物含量 (SSC) 是衡量果实成熟度的重要指标之一, 也是判断果实品质的重要指标^[20]。在整个货架期, 各处理组葡萄的 SSC 含量变化趋势基本相同, SSC 含量随贮藏期逐渐降低 (图 5a)。14 d 时, T₄ 处理组果实的 SSC 含量最高, 比对照组高 10.16% ($p < 0.05$), 表明 T₄ 处理组可有效延缓货架期间葡萄

果实 SSC 的下降。这可能是葡萄采后呼吸作用仍在进行, SSC 作为呼吸底物被消耗, 因此含量逐渐下降。而层状硅酸盐结合 SO₂ 处理可有效降低呼吸强度, 减少呼吸底物的消耗, 延长果实的货架时间。

在货架期, 葡萄极易出现果实脱落的现象, 落粒率是衡量葡萄果实脱落情况的一个重要指标^[21]。处理组果实的落粒率随着贮藏天数逐渐增加 (图 5b)。货架期前 4 d 未出现果实落粒现象。贮藏 6 d 后, 对照组的果实落粒率快速增加, 而 T₁~T₄ 组的果实落粒率维持在较低水平。在 8~12 d, T₃ 处理组果实的落粒率均低于 T₄ 处理组, 但两者差异并不显著 ($p > 0.05$)。在货架 14 d 时, 对照组比果实落粒率最低的 T₄ 处理组高了 17.76%。乙烯对葡萄果柄的衰老和落粒有着促进作用, 而层状硅酸盐可吸附环境中的乙烯气体, 从而抑制果实落粒率的升高, SO₂ 同样可有效降低果实落粒率^[22], 两者共同作用可有效抑制葡萄的落粒。

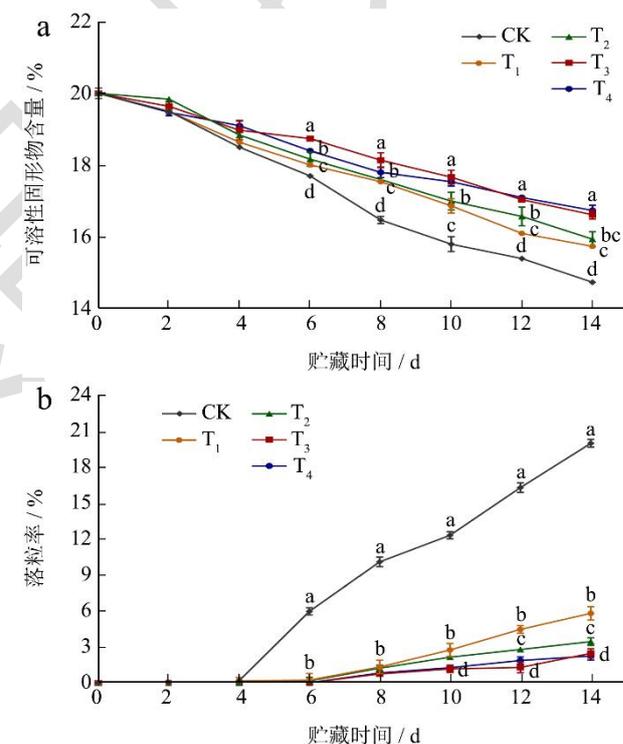


图 5 商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄可溶性固形物(a)、落粒率(b)的影响

Fig.5 Effects of table grape preservation pad on the soluble solids content (a) and shattering rate (b) of 'Cresson' grapes

2.3 商标保鲜卡对克瑞森葡萄采后货架期可滴定酸、抗坏血酸含量的影响

可滴定酸 (TA) 是影响葡萄果实风味品质的重要因素。如图 6a 可知, 在整个货架期, TA 含量逐渐降低。T₁~T₄ 处理组 TA 含量的下降速率明显低于对照组。

14 d 时, CK、T₁、T₂、T₃ 和 T₄ 组葡萄的 TA 含量由初期的 1.22% 下降为 0.28%、0.36%、0.55%、0.70% 和 0.68%。SO₂ 间歇熏蒸可延缓红地球葡萄 TA 含量的流失, 而层状硅酸盐可吸附贮藏环境中的乙烯、降低呼吸强度, 从而减少营养物质的消耗, 使 TA 含量下降缓慢^[23]。本试验中发现, SO₂ 可延缓克瑞森葡萄货架期 TA 含量的下降, 但相比单独 SO₂ 处理, SO₂ 结合层状硅酸盐处理效果更佳。不同配比的商标保鲜卡处理均可抑制葡萄果实中 TA 降解, 且 T₃ 和 T₄ 能够较好地保持葡萄果实的风味。

抗坏血酸 (Vc) 可以作为果实贮藏品质和贮藏效果的评价指标之一。葡萄果实 Vc 含量整体呈现下降的趋势 (图 6b)。在 14 d 时, CK、T₁、T₂、T₃ 和 T₄ 组葡萄的 Vc 含量由初始的 8.50 mg/100 g 下降了 49.41%、43.18%、38.35%、31.53% 和 32.12%。T₁~T₄ 处理能够延缓葡萄果实货架期间 Vc 含量的降低, 以 T₃ 和 T₄ 处理效果最佳。Vc 的损失可能与货架期间果实的呼吸强度密切相关。Vc 的含量均随着果实的衰老而不断降低, 这与李海燕等^[24]的研究结果基本一致。

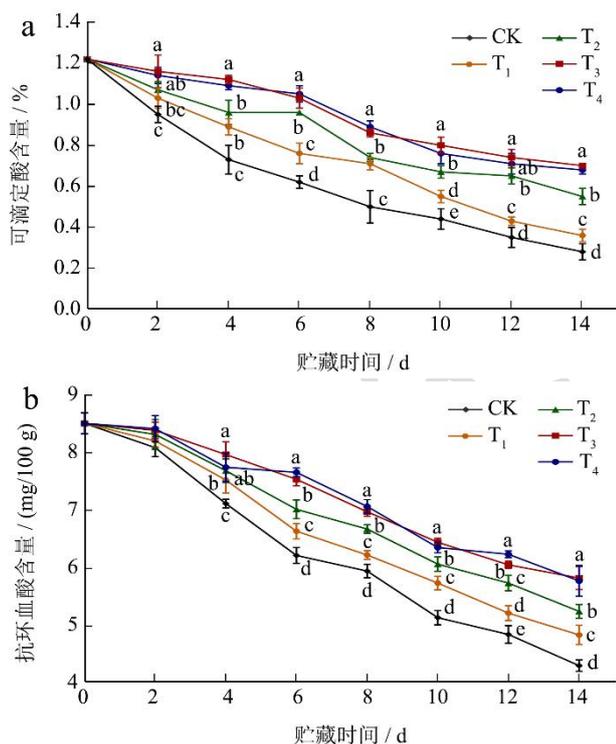


图 6 商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄可滴定酸(a)、抗坏血酸含量(b)的影响

Fig.6 Effects of table grape preservation pad on the content of titratable acid (a) and ascorbic acid (b) of 'Cresson' grapes

2.4 商标保鲜卡对克瑞森葡萄采后货架期硬度和腐烂率的影响

硬度反映了果实抗外界压力的强弱, 是衡量果实

贮藏品质的重要指标之一^[25]。如图 7a 所示, 果实硬度随着货架时间延长呈现出下降的趋势。在整个货架过程中, 处理组的葡萄果实硬度均显著高于对照组, 在 0~6 d 时, 对照组、T₁ 和 T₂ 组葡萄硬度呈快速下降的趋势, T₃ 和 T₄ 下降速度较为缓慢 ($p>0.05$)。贮藏 14 d 时, 对照组及 T₁~T₄ 处理组的果实硬度值分别比 0 d 降低了 67.32%、57.87%、48.22%、28.22% 和 27.32%。乙烯含量的增加对果实的软化起到加速作用^[26], 此外, SO₂ 对细胞壁降解酶活力有较强的抑制作用, 能延缓货架期间果实硬度的下降^[27]。本研究中保鲜卡处理组延缓了果实硬度的降低, 表明层状硅酸盐对乙烯的吸附抑制了果实软化。

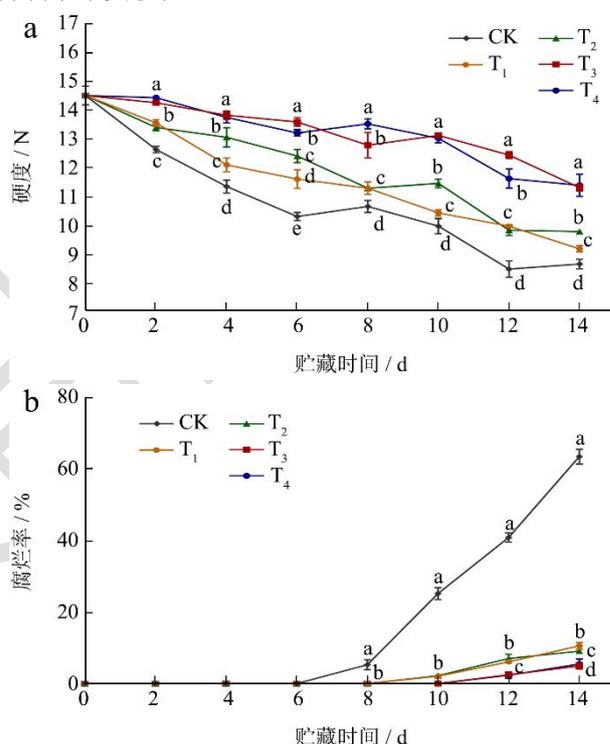


图 7 商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄硬度(a)、腐烂率(b)的影响

Fig.7 Effects of table grape preservation pad on the hardness (a) and decay rate (b) of 'Cresson' grapes

腐烂率直接影响着果实的商品价值。果实腐烂率随着货架时间的延长逐渐上升, 处理组的葡萄腐烂率显著低于对照组 (图 7b)。对照组葡萄在贮藏 8 d 时出现腐烂, T₁、T₂ 组在 10 d 时发生腐烂, T₃、T₄ 组在 12 d 时出现腐烂。葡萄在采后运输和货架期间, 会产生机械损伤, 而机械损伤会激发乙烯的产生和损伤处呼吸强度的增加, 加速葡萄成熟、衰老进程, 这既为病原菌的入侵提供了通道, 也降低了葡萄自身对潜伏期病原菌的抗性, 从而引起果实腐烂变质。一方面, 层状硅酸盐具有吸附贮藏环境中乙烯的作用; 另一方面 SO₂ 易溶于水生成 SO₃²⁻ 和 HSO₃⁻ 离子, SO₃²⁻ 和 HSO₃⁻ 在果实货架过程中发挥抑菌杀菌功能^[28]。陈浩等^[29]研究的

1-MCP 结合 Na₂S₂O₅ 复合新型保鲜剂能够抑制腐烂率上升的结果一致。综上所述, 商标保鲜卡均可有效减少葡萄果实的腐烂, 且 T₃ 和 T₄ 处理效果最好。

2.5 商标保鲜卡对克瑞森葡萄采后货架期 SO₂ 残留量的影响

SO₂ 残留量是判断葡萄可食用性和安全性的重要指标, 美国食品药品监督管理局 (FDA) 规定, 葡萄贮藏处理后 SO₂ 最高残留量为 10 mg/kg。国标 GB 2760-2014 《食品添加剂卫生标准》规定 SO₂ 残留量应 <50 mg/kg^[30]。如图 8 所示, 对照组的果实中未检测到 SO₂ 残留, 商标保鲜卡处理的葡萄果实整个货架期间均能检出 SO₂ 残留, SO₂ 残留量随着货架天数的延长而逐渐增加, 但均低于美国 FDA 对 SO₂ 限量的标准, 且各处理组之间 SO₂ 残留量并无显著差异 ($p>0.05$)。由此可见, 商标保鲜卡的处理不会造成“克瑞森”葡萄 SO₂ 残留超标, 引起食品安全性问题。

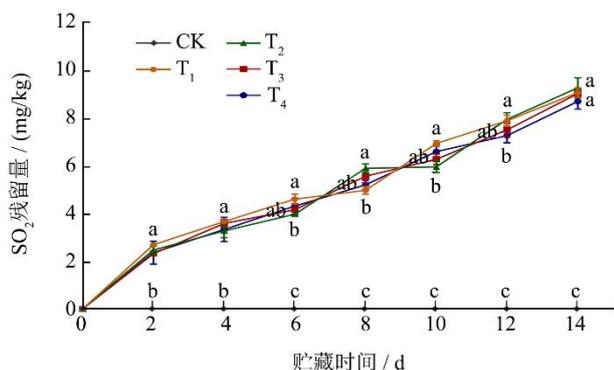


图 8 商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄 SO₂ 残留量的影响

Fig.8 Effect of table grape preservation pad on the residual SO₂ in Cressen grapes

2.6 商标保鲜卡对克瑞森葡萄采后货架期果梗褐变指数、感官评价的影响

果梗褐变指数则是衡量鲜食葡萄新鲜度的重要指标之一。随着货架时间的延长, 果梗褐变指数均呈现上升的趋势 (图 9a)。货架前 2 天, T₃ 和 T₄ 处理果梗均未出现褐变的现象, 第 2 天后对照组和各处理的果梗褐变指数逐渐增加, 对照组的褐变指数迅速增加, 在第 14 天时果梗褐变指数高达 82.15%, T₃ 和 T₄ 处理的果梗褐变指数差异不显著 ($p>0.05$), 均低于对照组、T₁ 和 T₂ 处理。SO₂ 可以通过与 H₂O 结合生成 HSO₃⁻,

造成果实内部 pH 值呈碱性, 抑制多酚氧化酶类的活性, 降低葡萄采后果梗的褐变^[31]; 乙烯可以促进葡萄采后果梗的褐变^[32], 而层状硅酸盐可减少贮藏环境中的乙烯, 两者协同能够有效的延缓葡萄果梗的褐变。在本试验中, 商标保鲜卡处理均可延缓果梗褐变指数的上升, 果梗褐变指数从小到大依次为 T₄<T₃<T₂<T₁<对照组。

感官评价分数是判断果实货架期品质及货架寿命的直观指标。对照组和各处理组的鲜食葡萄感官评价分数均随着货架时间延长呈现下降的趋势, 在第 8 天时对照组就已经失去食用价值, 果实腐烂和果梗褐变程度高 (图 9b)。货架前期各处理组葡萄的感官品质无明显差异 ($p>0.05$), 在第 8 天后, T₁ 和 T₂ 处理组葡萄果实风味寡淡、果肉发软, 果梗褐变较严重, 而 T₃ 和 T₄ 处理组果肉硬度适宜, 果梗出现轻微褐变现象。由图 10~11 可看出, 在货架 14 d 时, T₃ 和 T₄ 处理组的鲜食葡萄色泽和形状均保持良好, 明显优于其他处理 ($p<0.05$), 但是, T₃ 处理的鲜食葡萄在口感方面略胜于 T₄ 处理组。

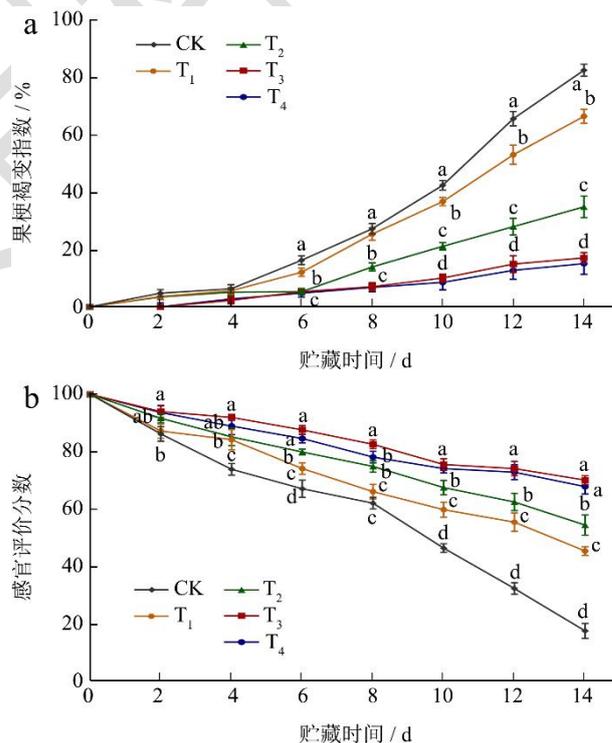


图 9 商标保鲜卡对“克瑞森”葡萄果梗褐变指数 (a)、感官评价 (b) 的影响

Fig.9 Effects of table grape preservation pad on the browning index (a) and sensory evaluation (b) of the ‘Cressen’ grape stalk

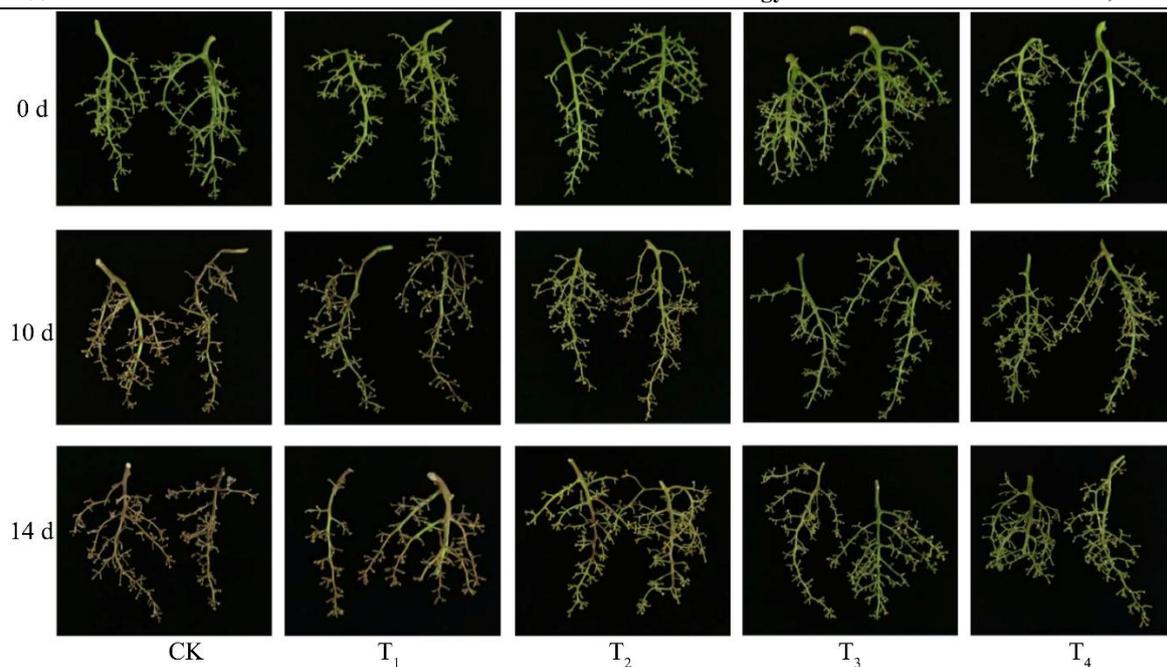


图 10 商标保鲜卡“克瑞森”葡萄贮藏 14 d 果梗的变化图

Fig.10 The changes of the stalks of the ‘Cressen’ grapes stored for 14 days with table grape preservation pad



图 11 不同商标保鲜卡处理“克瑞森”葡萄贮藏 14 d 的变化图

Fig.11 The change diagrams of 14 d storage of ‘Cressen’ grapes treated with table grape preservation pad

3 结论

本试验以焦亚硫酸钠和层状硅酸盐为基料，通过喷粉、喷胶的方式制备出保鲜层，将保鲜层与由鲜食葡萄图案、新疆地域及民族特色标识组成的商标层压成保鲜性能优异，且外观精美的商标保鲜卡。通过比较商标保鲜卡对货架期间“克瑞森”葡萄的保鲜效果，

发现商标保鲜卡 T₃、T₄ 处理可有效降低贮藏环境中的乙烯含量、落粒率、腐烂率和果梗褐变指数，维持葡萄货架期间果实的硬度、可溶性固形物、可滴定酸、抗坏血酸含量以及较高的感官评价分数，抑制呼吸强度，降低、保持葡萄果实货架期品质。商标保鲜卡 T₃ 与 T₄ 处理组间无显著差异，通过比较生产成本，本文认为 T₃ 组是适宜商标保鲜卡生产的配比。

参考文献

- [1] 刘宏,牛荣.新疆特色林果业现状和发展趋势[J].山西农经, 2018,9:29-30
- [2] Li Z, Thomas C. Quantitative evaluation of mechanical damage to fresh fruits [J]. Trends in Food Science & Technology, 2014, 35(2): 138-150
- [3] Opara U L, Pathare P B. Bruise damage measurement and analysis of fresh horticultural produce - A review[J]. Postharvest Biology & Technology, 2014, 91: 9-24
- [4] Lichter A. Rachis browning in tablegrapes [J]. Australian Journal of Grape and Wine Research, 2016, 22(2): 161-168
- [5] 赵飞,张平,朱志强,等.SO₂ 气态熏蒸结合固态缓释保鲜剂处理对红地球葡萄贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业,2013, 39(12):182-186
- [6] 集贤,张平,朱志强,等.SO₂ 不同保鲜处理对醉金香葡萄贮藏效果的影响[J].包装工程,2020,41(7):1-9
- [7] 佟继旭.二氧化硫防腐保鲜处理对红地球葡萄品质影响及风险评估的研究[D].北京:中国农业科学院,2018
- [8] 杨小月.1-甲基环丙烯处理技术在鲜食葡萄保鲜中的应用[D].沈阳:辽宁大学,2020
- [9] 许耀辉,王曼,孟玉昆,等.BioSucee 膜对库尔勒香梨货架期果实品质的影响[J].包装工程,2021,42(7):35-44
- [10] 张世敢,曹崇运.一种乙烯吸附剂及其制备方法,中国: CN111229159A, 2020-06-05 [P]
- [11] 吴斌,马晓芬,吴忠红,等.复合型葡萄保鲜垫及其生产设备和生产方法,中国: CN102972513A, 2013-03-20 [P]
- [12] 郝再彬,苍晶,徐仲.植物生理实验[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2004
- [13] 颜廷才,李昂,张鹏,等.1-MCP 两次处理对寒富苹果腐烂调控及货架品质的影响[J].包装工程,2019,40(11):42-51
- [14] 曹建康,姜微波,赵玉梅.果蔬采后生理生化实验指导[M].北京:中国轻工业出版社,2007
- [15] GB 5009.34-2016,食品安全国家标准食品中二氧化硫的测定[S]
- [16] Ito A, Sakamoto D, Nakamura Y, et al. Ethylene is Required for the Progression of Fruit Softening and a Continuous mRNA Accumulation of Softening-Related Genes in Peachm[M]. Springer Netherlands, 2007
- [17] Doerflinger F C, Nock J F, Miller W B, et al. Preharvest aminoethoxyvinylglycine (AVG) and 1-methylcyclopropene (1-MCP) effects on ethylene and starch concentrations of 'Empire' and 'McIntosh' apples [J]. Entia Horticulturae, 2018, 244: 134-140
- [18] F Li, Min D, Song B, et al. Ethylene effects on apple fruit cuticular wax composition and content during cold storage [J]. Postharvest Biology and Technology, 2017, 134: 98-105
- [19] 周泽宁,姜爱丽,胡文忠,等.焦亚硫酸钠溶液处理对采后红地球葡萄生理代谢及安全性的影响[J].保鲜与加工,2015,15(2): 18-24
- [20] 刘鑫铭,陈婷,雷奠.钙处理对巨峰葡萄贮藏品质的影响[J].中国南方果树,2022,51(1):159-165
- [21] 李丹.无核白葡萄采后落粒机制及调控技术研究[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2018
- [22] 高聪聪,刘云飞,董成虎,等.新型保鲜剂处理对阳光玫瑰葡萄贮藏品质的影响[J].食品与发酵工业,2020,46(10):147-151
- [23] 周江,魏佳,张辉,等.二氧化硫(SO₂)间歇熏蒸对红地球葡萄贮藏品质的影响[J].食品科技,2015,40(12):295-299
- [24] 李海燕,冯玉才,董世良,等.山葡萄果实成熟过程中呼吸强度和主要营养成分的变化规律[J].吉林农业大学学报,2001,21(1):46-49
- [25] 宁密密,张群,舒楠,等.不同形式 SO₂ 保鲜剂处理对'阳光玫瑰'葡萄贮藏期间果实硬度和细胞壁代谢的影响[J].食品与发酵工业,2022,48(19): 169-177
- [26] Osorio S, Scossa F, Fernie A R. Molecular regulation of fruit ripening [J]. Frontiers in Plant Science, 2013, 4(198): 198
- [27] Duarte-Sierra A, Aispuro-Hernández, Emmanuel, et al. Quality and PR gene expression of table grapes treated with ozone and sulfur dioxide to control fungal decay [J]. J Sci Food Agric, 2016, 96(6): 2018-2024
- [28] Yi H, Yin J, Xin L, et al. Sulfur dioxide induced programmed cell death in *Vicia* guard cells [J]. Ecotoxicology & Environmental Safety, 2012, 78: 281-286
- [29] 陈浩.1-MCP 与 Na₂S₂O₅ 复合新型保鲜剂对红提葡萄采后生理的影响及保鲜技术研究[D].西安:陕西师范大学,2019
- [30] GB 2760-2014,食品安全国家标准食品添加剂使用标准[S]
- [31] 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
- [32] 张琼琼.鲜食葡萄采后活性氧及乙烯代谢对果梗褐变的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2021