

不同包装材料对‘紫秋’葡萄贮藏理化指标的影响

张婷婷, 凡婷婷, 彭舒, 李性苑, 杨琴

(凯里学院, 贵州 凯里 556011)

摘要: 目的 研究双向拉伸聚丙烯 (BOPP) 和聚乙烯 (PE) 等 2 种不同薄膜包装材料对葡萄低温贮藏期间理化指标的影响, 以期为延长葡萄保鲜期提供依据。方法 以‘紫秋’葡萄为实验材料, 采用厚度为 0.03 mm 的 BOPP 和 PE 薄膜袋进行单穗包装, 在 $(0\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ 冷库中贮藏, 以不包装为对照, 每隔 10 d 测定其生理生化指标, 对不同包装材料的低温贮藏保鲜效果进行探讨。结果 采用 BOPP 和 PE 包装处理可以减少果实的质量损失和落粒的发生, 并降低果梗的褐变程度和维生素 C 的氧化速度, 在贮藏前 30 d 可以延缓果实可溶性固形物和可滴定酸的降解, 相较于 PE 包装, BOPP 包装能更大程度地降低果实腐烂、脱粒的发生, 减少质量损失, 延缓 TSS、TA、花色苷和维生素 C 含量的下降。结论 BOPP 包装贮藏保鲜效果最好, 能更好地保持‘紫秋’葡萄果实的外观和内在营养品质, 减缓其衰老进程, 延长其贮藏期。

关键词: ‘紫秋’葡萄; 贮藏品质; 包装材料

中图分类号: TS206 文献标识码: A 文章编号: 1001-3563(2020)15-0025-09

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.15.005

Effect of Different Packaging Materials on Storage Physicochemical Indexes of Ziqiu Vitis Daviaii Grape

ZHANG Ting-ting, FAN Ting-ting, PENG Shu, LI Xing-yuan, YANG Qin

(Kaili University, Kaili 556011, China)

ABSTRACT: The work aims to study the effect of biaxially oriented polypropylene plain (BOPP) film and polyethylene (PE) film on storage physicochemical indexes of grapes during cold storage, in order to provide a basis for prolonging the shelf life of grapes. As the experimental materials, the Ziqiu Vitis Daviaii grapes were packaged in 0.03 mm thick BOPP and PE films, respectively, each with a bunch of grapes, and stored in $(0\pm 0.5)^{\circ}\text{C}$ cold storage, with no packaging as the control. The preservation effects of different packaging materials at low storage temperature were studied by measuring the physiological and biochemical indexes every 10 days. The experimental results showed that, BOPP and PE packaging films could significantly reduce grape fruit dropping and weight loss, and slow down the rate of stem browning and the oxidation of vitamin C. The degradation of fruit's soluble solid and titratable acids could be delayed 30 days before storage. Compared with PE packaging, BOPP packaging could significantly reduce the occurrence of fruit decay and dropping, reduce the weight loss, and delay the decline of TSS and TA, anthocyanins and vitamin C content. BOPP packaging film has the best preservation effect, which can better maintain the appearance and nutrition quality of Ziqiu Vitis Daviaii grape fruits, delay the senescence process, and extend their storage period.

收稿日期: 2020-02-04

基金项目: 贵州省科学技术厅项目 (黔科合 LH 字[2016]7328 号); 贵州省黔东南州科技计划 (黔东南科合 J 字[2018]009 号); 贵州省教育厅青年科技人才成长项目 (黔教合 KY 字[2016]303); 贵州省教育厅省级特色重点实验室项目 (黔教合 KY 字[2017]011)

作者简介: 张婷婷 (1988—), 女, 硕士, 凯里学院讲师, 主要研究方向为园艺产品采后贮藏和保鲜。

KEY WORDS: *Ziqiu Vitis Davidii* Grape; storage quality; packaging materials

‘紫秋’葡萄是刺葡萄 (*Vitis davidii* Foex) 的一个优良品种, 树势强, 适应性强, 耐旱, 耐粗放栽培, 抗黑痘病, 并且具有结果早、产量高、品质好、汁多、色艳、含糖酸高、风味好等特性, 是鲜食与加工兼用品种^[1]。近年来, ‘紫秋’葡萄在湖南怀化、湘西、贵州铜仁、黔东南等多地均有大面积栽培^[2-4], 促进了当地葡萄鲜果的生产和葡萄加工产业的发展。由于‘紫秋’葡萄成熟于高温高湿的季节, 果实含水量高, 采后处理或贮藏方式不当极易造成果实品质下降、易腐、落粒等, 进而降低果实商品价值, 缩短货架期。

目前, 关于‘紫秋’葡萄的研究主要集中在引种、栽培技术、病虫害防治、果实品质^[5-7]等方面, 关于‘紫秋’葡萄采后保鲜方面的研究少见报道。薄膜包装是一种方便快捷、绿色环保、安全无毒的果蔬保鲜方式, 可采用不同材质和膜透性的薄膜对果蔬进行包装, 通过调节果蔬贮藏气体微环境和自身的生理代谢、降低呼吸速率、抑制有害微生物生长、保持水分含量等方式来延缓果蔬品质下降、延长贮藏期^[8-9], 常结合低温贮藏以保证最佳的保鲜效果, 在果实贮藏保鲜中已有大量报道。Bodaghi 等^[10]在研究粘土 TiO₂ 纳米复合薄膜对梨低温贮藏品质的影响时发现, 薄膜包装可以降低病原微生物感染的风险, 保持较好的果实品质。黎春红等^[11]研究发现不同薄膜包装对桃果实货架期保鲜效果影响不一。杜艳民等^[12]得出薄膜包装可以较好地保持云和雪梨果实水分和有机酸含量, 减缓果皮叶绿素降解的结论。Silva-Sanzana^[13]和 Sudhakar^[14]分别在研究‘红地球’葡萄和石榴 MAP 包装时发现, MAP 包装可以抑制葡萄果梗褐变, 而采用 D-955 和 LDPE 薄膜包装在常温 and 低温条件更有利于保持石榴果实 TSS、可滴定酸、糖含量及感官品质。薄膜包装在‘紫秋’葡萄采后贮藏保鲜中的应用尚未见相关报道, 随着‘紫秋’葡萄产业的发展, 加之葡萄成熟采摘期较为集中, 如何更好地延长其货架期、保持贮藏品质也成为亟待解决的问题。聚乙烯 (PE) 薄膜是现在最为常用的果蔬包装材料, 已被广泛应用于葡萄的贮藏保鲜^[15-18], 双向拉伸聚丙烯 (BOPP) 薄膜则是一种具有多种优良特性的软包装材料, 其透明度高、防潮、透湿量小, 有良好的拉伸性能^[19], 在百香果、粉蕉、西兰花的贮藏保鲜中均有较好的效果^[20-22]。由此, 文中以‘紫秋’葡萄为实验材料, 果实采用厚度为 0.03 mm 的聚乙烯 (PE) 袋、双向拉伸聚丙烯 (BOPP) 袋进行包装后, 置于 (0±0.5)°C 下贮藏, 通过研究低温贮藏期间不同包装处理‘紫秋’葡萄果实贮藏理化指标的变化规律, 比较分析不同薄膜包装的保鲜效果, 以期对‘紫秋’葡萄贮藏保鲜提供新的参考依据。

1 实验

1.1 材料和试剂

供试材料为‘紫秋’葡萄, 种植于贵州省黔东南州施秉县望城村。聚乙烯 (PE) 自粘袋、双向拉伸聚丙烯 (BOPP) 自粘袋厚度为 0.03 mm, 规格为 200 mm×290 mm, 购于创源纸塑包装有限公司。

主要试剂: 抗坏血酸标准品、2,6-二氯酚、无水乙醇、氢氧化钠、氯化钾、草酸、十二水合磷酸氢二钠、碳酸氢钠、柠檬酸、酚酞、盐酸、氯化铁等, 均为分析纯, 购于贵州鑫思贝金属材料有限公司。

1.2 仪器和设备

主要仪器和设备: 超纯水系统, 美国 Millipore, Bedford 公司; 电热恒温水浴锅, DZKW-54 型, 天津天泰有限公司; 电子分析天平, CP124, 0.0001 g, 北京赛多利斯仪器系统有限公司; 紫外分光光度计, TU-1800 型, 北京普析通用有限公司; 数显糖度计, PAL-1 型, 日本 ATAGO。

1.3 方法

1.3.1 材料处理

参照赵鑫^[23]的方法, 略有改进, 将采后的‘紫秋’葡萄果实在 3 h 内运回实验室, 挑选无脱粒, 无机械伤, 果梗无变色, 没有虫害, 果实大小、颜色、成熟度基本一致的葡萄, 装入底部衬有吸水纸的塑料筐中, 每筐质量约为 4 kg, 在 (0±0.5)°C 冷库中预冷 12 h 后, 将果实随机分为 3 组, 每组 9 筐, 分别用聚乙烯 (PE) 袋、双向拉伸聚丙烯 (BOPP) 袋进行单穗包装, 每袋质量约为 0.3 kg, 以不包装作为对照, 分别记为 PE 组、BOPP 组和 CK 组, 继续置于冷库中敞口贮藏 12 h 后封口。每隔 10 d 观察测定 1 次, 并随机取样约 3 kg 测定其贮藏理化指标, 每个处理设置 3 次重复实验。

1.3.2 测定方法

1.3.2.1 质量损失率、脱粒率

质量损失率采用称量法, 质量损失率 = (贮藏后的果实质量 - 贮藏前的果实质量) / 贮藏前的果实质量 × 100%。脱果粒数为贮藏过程中自然脱落的果粒数量, 脱粒率 = (脱果粒数 / 果实总粒数) × 100%。

1.3.2.2 腐烂率

以果实表面发生软化, 凹陷皱缩, 果皮易破裂, 果实表面呈水浸状斑块, 流液, 产生霉菌, 腐烂等现象作为评判腐烂的依据。将腐烂果实挑出, 分别称量

腐烂果实质量和果实总质量, 计算公式: 腐烂率=(腐烂果实质量/果实总质量)×100%。

1.3.2.3 果梗褐变指数

果梗褐变指数采用分级法统计^[24], 每次评定时随机取 6 个穗果, 按照果穗果梗褐变面积占果梗表面积的比例 X 来判断, 并且分为 0~4 级, 其中没有褐变、 $X \leq 25\%$ 、 $25\% < X \leq 50\%$ 、 $50\% < X \leq 75\%$ 、 $X > 75\%$ 被分为 0 级、1 级、2 级、3 级、4 级。

$$\text{果梗褐变指数} = \frac{\sum(\text{褐变级数} \times \text{该级别果穗数})}{(\text{最高级数} \times \text{果穗总数})} \times 100\%$$

1.3.2.4 可溶性固形物、可滴定酸、维生素 C

可溶性固形物(TSS)含量采用 PAL-1 数显糖度计测定。可滴定酸(TA)含量用酸碱滴定法^[25]测定。维生素 C 采用 2,6-二氯酚酚滴定法测定^[26]。

1.3.2.5 花色苷、总酚

采用 pH 示差法^[27]测定花色苷的含量。采用普鲁士兰法^[28]测定总酚含量。

1.4 数据处理

采用 Excel 2010 进行数据统计, 采用 SPSS 17.0 Duncan 新复极差法对数据进行显著性差异分析($P < 0.05$), 采用 Origin Pro 2017 作图。

2 结果与分析

2.1 ‘紫秋’葡萄贮藏期间质量损失率的变化

质量损失率是反映葡萄果实贮藏期间水分损失的一项重要指标, 果实水分损失严重会引起葡萄表面皱缩, 降低其商品性和经济价值。由图 1 可知, 不同处理‘紫秋’葡萄果实在贮藏过程中质量损失率均呈现不断上升的趋势, CK 组上升较为明显, 而 BOPP 和 PE 组上升较为平缓, 贮藏 10~60 d 期间, BOPP 包装组和 PE 包装组葡萄果实的质量损失率均显著低于对

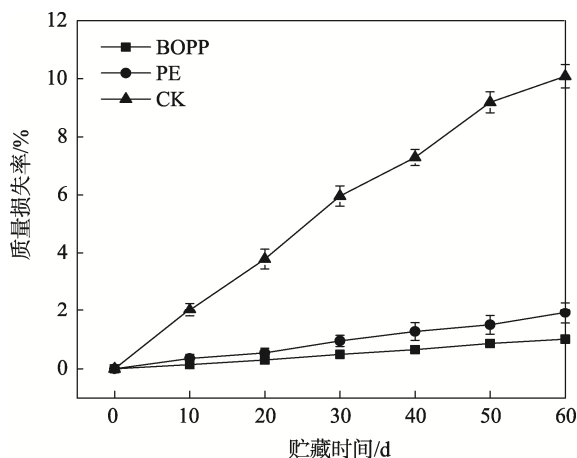


图 1 不同包装对‘紫秋’葡萄质量损失率的影响
Fig.1 Effect of different packaging films on grape's weight loss rate

照组。葡萄果实质量损失率的增加主要是由于果实蒸腾作用导致失水, 其次是呼吸消耗引起营养物质和水分的损失, 贮藏 60 d 时, CK 组果实质量损失率升高至 10.09%, 果实表面出现皱缩现象, PE 包装组和 BOPP 包装组分别为 1.92%, 1.01%, CK 组显著高于 PE 和 BOPP 包装组, 说明在低温贮藏过程中, 2 种包装处理可显著地减少果实质量损失率的增加和水分的散失, 而 BOPP 包装较 PE 包装更能有效地减缓果实质量的下降, 这可能是由于 BOPP 膜的水蒸气阻隔性能比 PE 膜好^[29]。

2.2 ‘紫秋’葡萄贮藏期间果穗脱粒率的变化

葡萄采收后, 由于自身衰老、果梗失水、霉变、贮藏震动等因素的影响, 会造成果实脱粒, 脱粒是影响葡萄商品性的一个重要因素^[30]。由图 2 可知, CK 组在贮藏 30 d 时出现果实脱粒现象, PE 组和 BOPP 组在贮藏 40 d 时出现脱粒现象, 3 个处理组随着贮藏时间的延长脱粒率逐渐增大, 而 CK 组在贮藏 30 d 后上升速率明显加快, 从 1.32% 升至 13.29%, 这可能是由于未包装导致果柄失水逐渐加剧, 导致果实脱落增多。PE 组脱粒率上升程度也在贮藏 30 d 后开始增大, 由 1.81% 显著上升至 6.74%, 这与 PE 组腐烂率变化趋势一致, 分析是由于果实霉变导致果实落粒增多, 使得脱粒率增大。在贮藏 30~60 d 期间, CK 组果实落粒率均显著高于 PE、BOPP 包装组, 其中 BOPP 组落粒情况最轻, 贮藏 60 d 时仅为 0.80%。说明对果实进行包装可以推迟果实脱粒发生的时间, 降低脱粒的比率, 且 BOPP 包装较 PE 包装更能抑制脱粒率的上升。

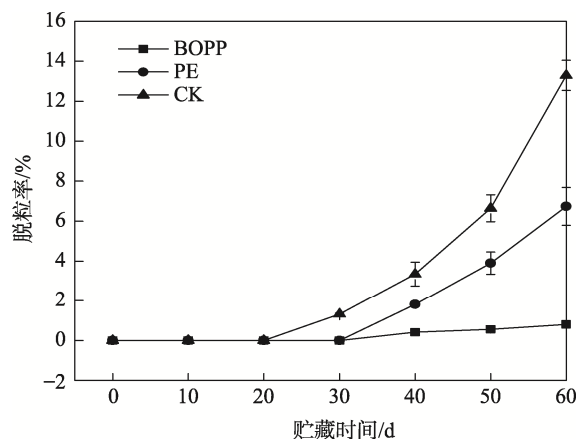


图 2 不同包装对‘紫秋’葡萄脱粒率的影响
Fig.2 Effect of different packaging films on grape dropping rate

2.3 ‘紫秋’葡萄贮藏期间果实腐烂率的变化

由于葡萄果实水分含量高, 加上贮藏过程中抵抗力不断下降, 果实和果柄易受到霉菌的感染而导致腐烂, 造成腐烂率不断上升^[31]。由图 3 可知, 贮藏 30 d 时, 各处理组的葡萄果实开始出现腐烂现象, 并随着

贮藏时间的延长而增加,随后在贮藏 30 d 内,PE 包装组的果实腐烂率均高于 BOPP 包装组,CK 组果实腐烂率最低,且各处理组间差异显著。贮藏 60 d 时,CK 组、PE 包装组、BOPP 包装组腐烂率分别为 4.27%,14.07%,10.36%,3 个处理间差异显著,可见 BOPP 包装处理较 PE 包装处理更能抑制‘紫秋’葡萄果实腐烂现象的发生,提高果实好果率,这与唐海尧等^[32]研究不同材料薄膜包装对采后荔枝保鲜效果的影响一致。CK 组由于不进行包装处理,致使果实和果梗失水,抑制了菌类的生长,因而腐烂率较低,但果实表面会出现皱缩、外观品质差、商品性降低等现象。

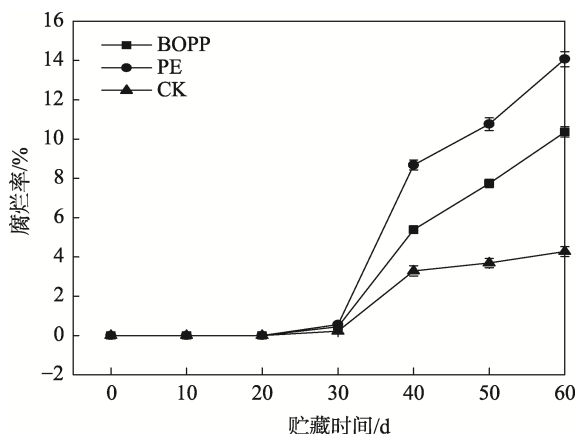


图3 不同包装对‘紫秋’葡萄腐烂率的影响

Fig.3 Effect of different packaging films on grape's decay rate

2.4 ‘紫秋’葡萄贮藏期间果梗褐变指数的变化

葡萄果梗的鲜绿程度常常被认为是评判葡萄新鲜程度的重要因素之一,果梗水分损失和叶绿素降解是果梗褐变重要的原因^[33]。由图4可知,随着贮藏时间的延长,各处理在贮藏 20 d 后开始出现果梗褐变的现象,随后褐变指数逐步上升,CK 组则在贮藏 30 天时,果梗全部褐变,褐变指数达到 100%,这可能是由于不包装导致果梗水分损失严重所引起。在贮藏 30~60 d 期间,2 个包装处理组果实的褐变指数均显著低于 CK 组,贮藏至 60 d 时,CK 组、BOPP 包装组和 PE 包装组果梗褐变指数分别为 100%,54.17%,41.67%,可见包装处理可以抑制葡萄果梗褐变的发生,这与集贤等^[34]的研究结果一致,采用低温贮藏结合包装袋处理有助于抑制‘巨峰’葡萄果梗褐变。

2.5 ‘紫秋’葡萄贮藏期间可溶性固形物含量的变化

葡萄果实的可溶性固形物(TSS)是影响果实风味的重要指标之一,能反映果实的品质变化和衰老速度^[35]。由图5可知,各处理葡萄果实在贮藏过程中果实 TSS 含量呈先上升后下降的趋势,这可能是由于

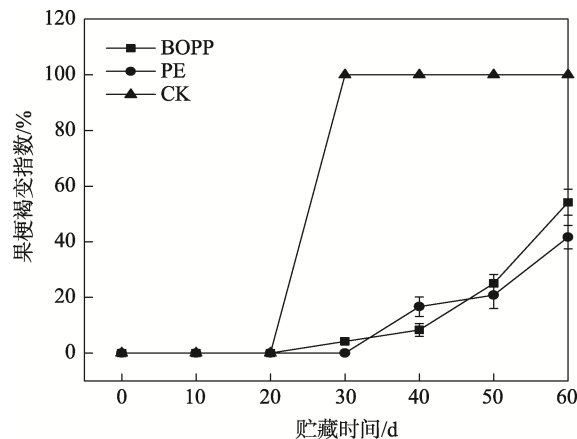


图4 不同包装对‘紫秋’葡萄果梗褐变指数的影响

Fig.4 Effect of different packaging films on stem browning index of grape

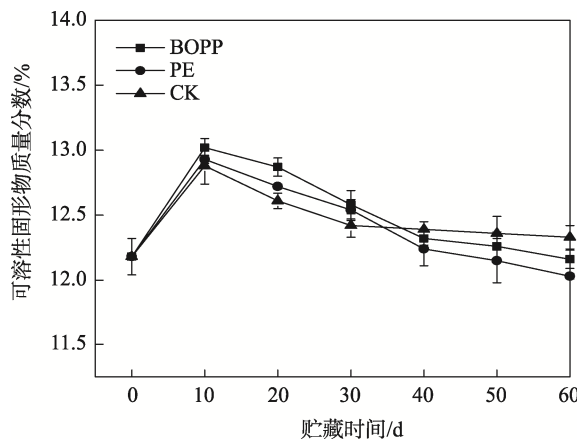


图5 不同包装对‘紫秋’葡萄可溶性固形物含量的影响

Fig.5 Effect of different packaging films on total soluble solids content in grapes

葡萄果实采后其碳水化合物、酯类、蛋白质等大分子物质代谢分解,使得糖类物质继续累积,并达到一个峰值,其次,当果实受到低温胁迫时,也会刺激合成可溶性糖^[36]。随着贮藏时间的延长,糖类物质会作为呼吸底物被消耗,含量逐渐减少。在贮藏前 30 d, BOPP、PE 包装组的 TSS 含量均大于 CK 组,在贮藏末期(60 d),BOPP 包装组和 PE 包装组的 TSS 含量分别为 12.16%和 12.03%,显著低于 CK 处理组的 12.33%。这说明贮藏初期包装可以延缓果实 TSS 含量的下降,由于不包装导致果实贮藏后期萎蔫失水,质量下降,使其 TSS 含量增大,而 BOPP 包装组在整个贮藏期间 TSS 含量均大于 PE 包装组,说明 BOPP 比 PE 包装更能维持高水平的 TSS 含量。

2.6 ‘紫秋’葡萄贮藏期间可滴定酸含量的变化

随着贮藏时间的延长,葡萄果实的衰老加剧,酸类物质常常因生理代谢而被消耗,可滴定酸(TA)含量逐渐减少^[37]。由图6可知,不同处理组葡萄果实

在贮藏过程中 TA 含量总体呈下降的趋势。贮藏前 30 d, BOPP、PE 包装组果实的 TA 含量均大于 CK 组。贮藏后 30 d, BOPP、PE 包装组 TA 含量下降速度加快, BOPP 包装组 TA 含量从 0.79% 下降到 0.65%, PE 包装组 TA 含量由 0.78% 下降到 0.62%, CK 组则较为平稳, 从 0.76% 下降到 0.70%, 下降幅度的关系为 PE 组 (20.51%) > BOPP 组 (17.72%) > CK 组 (7.89%)。可见贮藏初期适宜的包装可以减缓有机酸的代谢, 维持较高水平的 TA 含量, 且在整个贮藏过程中, 对比 2 种包装处理, BOPP 包装组减缓 TA 含量下降的效果较 PE 好。此外, 针对贮藏后期 CK 组 TA 含量高于 BOPP、PE 包装组, 且下降幅度最小的现象, 分析可能的原因是 CK 组葡萄在贮藏后期严重失水, 导致 TA 含量相对增加。

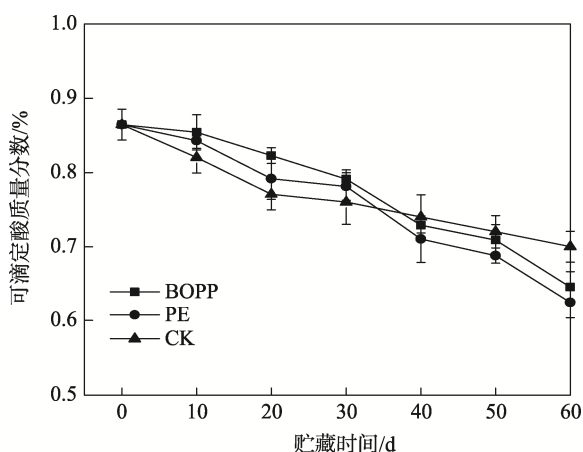


图 6 不同包装对‘紫秋’葡萄可滴定酸含量的影响
Fig.6 Effect of different packaging films on titrable acid content in grapes

2.7 ‘紫秋’葡萄贮藏期间花色苷含量的变化

花色苷是一种重要的抗氧化物质, 随着果实的成熟, 花色苷会发生不同的变化^[38], 同时它也是酿酒葡萄的一项重要品质, 但花色苷结构不稳定, 影响其稳定性的因素多, 降解机制复杂^[39]。由图 7 可知, 贮藏 10 d 时, BOPP 包装组和 CK 组花色苷含量从 0.48 mg/g 分别上升至 0.58 mg/g 和 0.49 mg/g, 但 CK 组变化差异不显著, 随后 2 个处理组均呈持续下降的趋势, PE 包装组果实花色苷含量则是一直随着贮藏时间的延长不断减少, 在整个贮藏期间, 相对其他 2 个处理来说, BOPP 包装组的花色苷含量均维持在较高水平。贮藏 60 d 时, BOPP 包装组、PE 包装组、CK 组的花色苷含量分别为 0.33, 0.28, 0.31 mg/g, 下降幅度分别为 31.25%, 41.67% 和 35.42%。可见, BOPP 包装组能延缓果实花色苷的降解, 使得花色苷的合成速率大于降解速率, 产生花色苷含量增大的现象。随后果实的衰老加剧, 逐渐被氧化、降解, 这可能是由于 BOPP 薄膜对 CO₂ 和 O₂ 的渗透性差, 透湿量小,

不易结露, 袋内更易形成高 CO₂、低 O₂ 的气体环境^[40], 最终使包装内气体浓度达到适宜的水平, 降低了果实代谢速率, 减缓了花色苷的降解。PE 包装相较于 BOPP 包装来说, 对 CO₂ 和 O₂ 的渗透性高, 更易结露, 使得果实腐烂率高, 破坏了细胞结构, 促进了花色苷降解。此外, 针对 CK 组花色苷含量高于 PE 包装组的现象, 除了可能是上述 PE 包装组腐烂程度较高, 促进了花色苷氧化的原因外, 还有可能是因为 CK 组质量损失和水分损失相对较大, 使得相同质量内含有花色苷组织的比重增加, 但具体的原因还有待进一步研究。

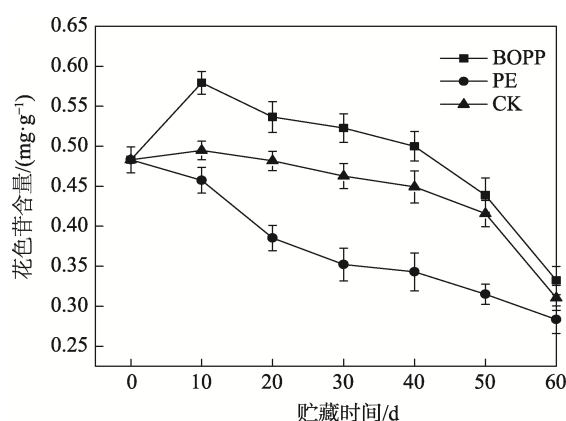


图 7 不同包装对‘紫秋’葡萄花色苷含量的影响
Fig.7 Effect of different packaging films on anthocyanin content of grape

2.8 ‘紫秋’葡萄贮藏期间总酚含量的变化

总酚是果实中重要的抗氧化活性成分^[41], 能够延缓膜脂过氧化。果实在低温贮藏后, 多酚氧化酶 (PPO) 的活力会增强, 进而促进酚类物质的氧化, 使之含量大幅下降^[42], 同时也有研究显示葡萄在采后低温冷库贮藏期间, 总酚含量上升至峰值后下降^[43]。由图 8 可知, 不同处理葡萄果实在贮藏过程中总酚含量变化较为波动, 表现为先下降再上升再下降的趋势, 这与王庆国等^[44]的研究结果相近。贮藏 10 天时, 各处理组总酚含量均下降, PE 包装组总酚含量显著低于其他 2 组, BOPP 包装组和 CK 组之间差异不显著。贮藏 20 d 时, CK 组和 PE 包装组总酚含量急剧上升, CK 组从 1.13 mg/g 升至 5.67 mg/g, PE 包装组从 0.65 mg/g 升至 5.85 mg/g, 并随着贮藏时间的延长总酚含量逐渐降低, BOPP 包装组总酚含量则从贮藏 10 d 开始上升, 直至贮藏 30 d (3.29 mg/g), 随后持续下降, 相较其他 2 个处理组, 上升和下降幅度均较为平缓。贮藏 60 d 时, BOPP 包装组、PE 包装组和 CK 组果实的总酚含量分别为 0.67, 0.32, 0.56 mg/g, BOPP 包装组和 CK 组差异不显著, PE 包装组显著低于 CK 组。综上所述, 包装对维持葡萄总酚含量的效果不明显, 还需进一步研究其他保鲜技术。

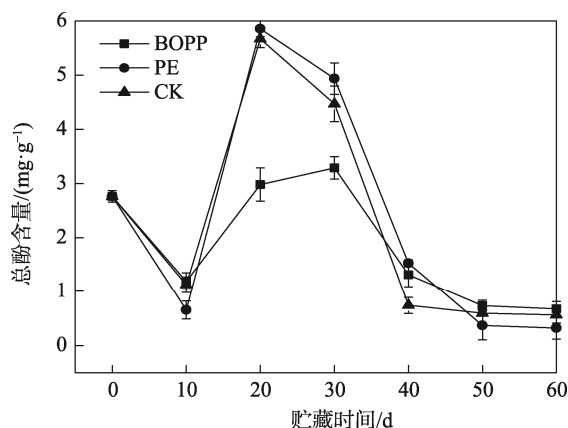


图8 不同包装对‘紫秋’葡萄总酚含量的影响

Fig.8 Effect of different packaging films on total phenolic content of grape

2.9 ‘紫秋’葡萄贮藏期间维生素 C 含量的变化

维生素 C 是评价果实品质的重要指标之一,高水平的维生素 C 含量可以延缓果实的衰老,葡萄中的维生素 C 易被氧化,随着贮藏果实的衰老,维生素 C 的含量会逐渐降低^[45]。由图 9 可知,‘紫秋’葡萄果实维生素 C 含量在贮藏过程中均呈现不断下降的趋势。贮藏 10 d 时,CK 组维生素 C 含量下降程度最大,降幅达 22.67%,BOPP 包装组和 PE 包装组维生素 C 含量均显著高于 CK 组,下降相对平缓。贮藏 20 d 时,PE 包装组维生素 C 含量从 79.5 mg/kg 下降到 66.5 mg/kg,下降幅度达 16.35%,3 个处理组间差异显著。贮藏 30 d 时,CK 组维生素 C 含量下降速率明显增大,BOPP 包装组下降速率较为平缓,PE 包装组在经历相对平缓期(贮藏 20~40 d)后开始快速下降。贮藏到 60 d 时,各处理组维生素 C 含量关系为: BOPP 包装组(47.5 mg/kg) > PE 包装组(42.5 mg/kg) > CK 组(40.4 mg/kg)。综上所述, BOPP 包装组在整个贮藏期间果实维生素 C 含量均高于 PE 包装组和 CK 组,

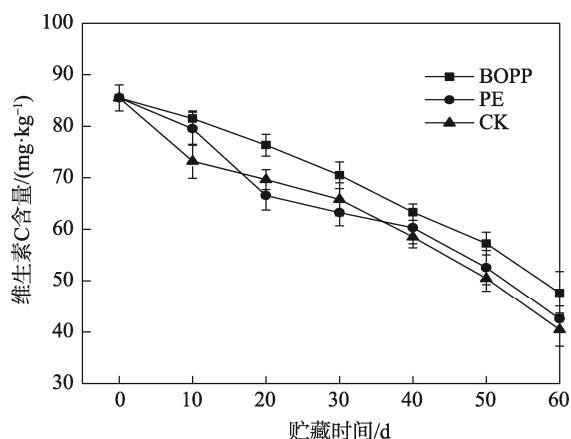


图9 不同包装对‘紫秋’葡萄维生素 C 含量的影响

Fig.9 Effect of different packaging films on vitamin C content of grape

说明在低温条件下 BOPP 包装保留维生素 C 的效果最好。

3 结语

文中以‘紫秋’葡萄为实验材料,分析对比了在低温贮藏期间 BOPP 包装、PE 包装对葡萄果实贮藏理化指标的影响。结果表明, BOPP 和 PE 包装处理对提高葡萄贮藏品质均有一定的效果,可以减少果实的质量损失和落粒的发生,降低果梗褐变程度,减缓维生素 C 的下降速度。整体来看 BOPP 包装处理效果最好,能更大程度地降低果实腐烂、脱粒的发生,减少质量损失,延缓 TSS、TA、花色苷和维生素 C 含量的下降。CK 处理由于不包装造成果实失水严重,果实表面出现皱缩、干瘪的现象,贮藏 30 d 后商品性已大大降低。综上所述,‘紫秋’葡萄果实采后低温贮藏期间使用 BOPP 包装处理有助于延长保鲜期,避免果实因失水而造成外观品质下降,同时在维持果实内在品质方面表现较好,这为今后‘紫秋’葡萄的采后包装保鲜材料多提供了一个选择,但其透气性、厚度、贮藏温度等对耐贮性的影响,以及结合保鲜剂提高保鲜效果还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 熊兴耀,王仁才,孙武积,等.葡萄新品种‘紫秋’[J].园艺学报,2006(5): 1165.
XIONG Xing-yao, WANG Ren-cai, SUN Wu-ji, et al. A New Cultivar of *Vitis davidii* 'Ziqiu'[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2006(5): 1165.
- [2] 周恒,龙香菊,胡世珍,等.紫秋刺葡萄引种贵州铜仁的表现及主要栽培技术[J].中国南方果树,2010(3): 1007—1431.
ZHOU Heng, LONG Xiang-ju, HU Shi-zhen, et al. Introduction Performance and Main Cultivation Techniques of *Ziqiu Vitis Davidii* Grape in Tongren, Guizhou Province[J]. South China Fruits, 2010(3): 1007—1431.
- [3] 黄佳,向泽华,段科平,等.湖南山坡地刺葡萄避雨栽培和露天栽培模式比较[J].湖南农业科学,2019(2): 70—72.
HUANG Jia, XIANG Ze-hua, DUAN Ke-ping, et al. Comparison of Rain-shelter and Open Air Cultivation Modes of Brier Grape on Hill Land of Hunan[J]. Hunan Agricultural Sciences, 2019(2): 70—72.
- [4] 潘玉英.紫秋葡萄在施秉县的引种表现及主要栽培技术[J].现代农业科技,2016(2): 126.
PAN Yu-ying. Introduction Performance and Main Cultivation Techniques of *Ziqiu Vitis Davidii* grape in Shibing County[J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2016(2): 126.
- [5] 赵亚蒙,尹春晓,梁攀,等.不同海拔对刺葡萄果实

- 风味物质的影响[J]. 果树学报, 2018, 35(10): 1197—1207.
- ZHAO Ya-meng, YIN Chun-xiao, LIANG Pan, et al. Effects of Altitude on Berry Flavor Compounds in Spine Grapes[J]. Journal of Fruit Science, 2018, 35(10): 1197—1207.
- [6] 李建华, 栗周群, 潘玉英. 不同架式对紫秋等葡萄品种栽培性状的影响[J]. 中国南方果树, 2017, 46(1): 107—110.
- LI Jian-hua, SU Zhou-qun, PAN Yu-ying. Effects of Different Trellis Systems on Viticultural Characteristics of *Ziqiu* Vitis Daviaii Grape[J]. South China Fruits, 2017, 46(1): 107—110.
- [7] 李宁枫. 不同葡萄品种霜霉病抗性鉴定及其生理特性研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2016: 12—24.
- LI Ning-feng. Research on the Downy Mildew Resistance Identification and Its Physiological Characteristics of Different Grape Cultivars[D]. Changsha: Agricultural University of Hunan, 2016: 12—24.
- [8] 隋思瑶, 马佳佳, 王毓宁, 等. 自发气调包装对白玉枇杷保鲜效果的影响[J]. 保鲜与加工, 2019, 19(6): 15—20.
- SUI Si-yao, MA Jia-jia, WANG Yu-ning, et al. Effects of Modified Atmosphere Package on Preservation of Baiyu Loquat[J]. Storage and Process, 2019, 19(6): 15—20.
- [9] RODRIGUEZ J, ZOFFOLI J P. Effect of Sulfur Dioxide and Modified Atmosphere Packaging on Blueberry Postharvest Quality[J]. Postharvest Biology and Technology, 2016, 117: 230—238.
- [10] BODAGHI H, HAGH Z G. Application of Clay-TiO₂ Nanocomposite Packaging Films on Pears (*Prunus communis* L cv Williams) under Cold Storage[J]. Journal of Food Measurement and Characterization, 2019, 13(3): 2377—2388.
- [11] 黎春红, 周宏胜, 张雷刚, 等. 适于桃果实货架保鲜的不同包装材料的筛选[J]. 江苏农业科学, 2018, 46(20): 215—219.
- LI Chun-hong, ZHOU Hong-sheng, ZHANG Lei-gang, et al. Screening of Packaging Materials Suitable for Preservation of Peach Fruits during Shelf-life[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2018, 46(20): 215—219.
- [12] 杜艳民, 戴美松, 周晓音, 等. 不同保鲜膜处理对云和雪梨贮藏品质的影响[J]. 中国南方果树, 2019, 48(5): 69—73.
- DU Yan-min, DAI Mei-song, ZHOU Xiao-yin, et al. Effect of Different Packaging Films on Storage Quality of 'Yunhexueli' Pear [J]. South China Fruits, 2019, 48(5): 69—73.
- [13] SILVA-SANZANA C, BALIC L, SEPULVEDA P, et al. Effect of Modified Atmosphere Packaging (MAP) on Rachis Quality of 'Red Globe' Table Grape Variety[J]. Postharvest Biology and Technology, 2016, 119: 33—40.
- [14] SUDHAKAR RAO DV, SHIVASHANKARA KS. Effect of Modified Atmosphere Packaging on the Extension of Storage Life and Quality Maintenance of Pomegranate (cv 'Bhagwa') at Ambient and Low Temperatures[J]. Journal of Food Science and Technology, 2018, 55(6): 2103—2113.
- [15] 吉宁, 王瑞, 韩泽峰, 等. 不同成熟度水晶葡萄贮藏品质研究[J]. 河南农业科学, 2019, 48(9): 117—124.
- JI Ning, WANG Rui, HAN Ze-feng, et al. Study on the Storage Quality of Crystal Grapes with Different Maturity[J]. Journal of Henan Agricultural Sciences, 2019: 48(9): 117—124.
- [16] 集贤, 张平, 朱志强, 等. 温度对鲜食葡萄采后灰霉病发生规律的影响[J]. 中外葡萄与葡萄酒, 2019(4): 20—23.
- JI Xian, ZHANG Ping, ZHU Zhi-qiang, et al. Effect of Temperature on Occurrence of Postharvest Gray Mold in Table Grape[J]. Sino-overseas Grapevine and Wine, 2019(4): 20—23.
- [17] 纪海鹏, 李超, 高聪聪, 等. 不同保鲜处理对玫瑰香葡萄贮藏品质及保鲜效果的影响[J]. 食品与发酵工业, 2020, 46(6): 127—132.
- JI Hai-peng, LI Chao, GAO Cong-cong, et al. Effects of Different Preservation Treatments on Storage Quality and Preservation Effect of Muscat Hamburg Grapes[J]. Food and Fermentation Industries, 2020, 46(6): 127—132.
- [18] 张哲, 张秋月, 王怀文, 等. 冰温贮藏对采后葡萄果实品质的影响[J]. 食品与机械, 2019, 35(5): 156—159.
- ZHANG Zhe, ZHANG Qiu-yue, WANG Huai-wen, et al. Effect of Ice Temperature Storage on Postharvest Grape Fruit Quality[J]. Food and Machinery, 2019, 35(5): 156—159.
- [19] 董志远, 王克俭. BOPP 薄膜关键性能介绍及功能化发展概述[J]. 塑料包装, 2019, 29(3): 34—36.
- DONG Zhi-yuan, WANG Ke-jian. Introduction of Key Properties and Functional Development of BOPP Films[J]. Plastics Packaging, 2019, 29(3): 34—36.
- [20] 帅良, 廖玲燕, 吴振先, 等. 不同保鲜膜包装对百香果采后贮藏品质的影响[J]. 食品工业, 2017, 38(12): 180—183.
- SHUAI Liang, LIAO Ling-yan, WU Zhen-xian, et al. Effect of Different Packaging Films on Quality of Postharvest Ambient Storage in Passion Fruit[J]. The Food Industry, 2017, 38(12): 180—183.
- [21] 肖维强, 许林兵, 戴宏芬, 等. 常温薄膜包装和乙烯吸收剂对粉蕉贮藏效果的影响[J]. 中国农学通报, 2016, 32(34): 172—179.
- XIAO Wei-qiang, XU Lin-bing, DAI Hong-fen, et al. BOPP Package at Room Temperature and Ethylene Absorbent: Effect on Dwarf Banana Storage[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2016, 32(34): 172—179.

- [22] 敖静, 张昭其, 黄雪梅. 不同薄膜自发气调包装对西兰花的保鲜效果[J]. 广东农业科学, 2015, 42(2): 77—81.
AO Jing, ZHANG Zhao-qi, HUANG Xue-mei. Comparison of Different Modified Atmosphere Packaging Effects on the Quality Maintenance of Broccoli[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2015, 42(2): 77—81.
- [23] 赵鑫. 黑提葡萄采后贮藏过程中品质变化的研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2016: 18—23.
ZHAO Xin. Study on the Postharvest Quality Change of Black Grape during Storage[D]. Shihezi: Shihezi University, 2016: 18—23.
- [24] 边凤霞. 不同葡萄品种在采后贮藏过程中果实品质变化的比较研究[D]. 石河子: 石河子大学, 2013: 13.
BIAN Feng-xia. Comparative Study on the Changes of Grape Fruit Quality of the Different Varieties during Postharvest Storage[D]. Shihezi: Shihezi University, 2013: 13.
- [25] 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: 28—29.
CAO Jian-kang, JIANG Wei-bo, ZHAO Yu-mei. Experiment Guidance of Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruit and Vegetables[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2007: 28—29.
- [26] GB/T 6195—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].
GB/T 6195—1986, Method for the Determination of Vitamin C in Fruits and Vegetables(2,6-Dichlorophenol Indophenol Titration)[S].
- [27] 王翠红. 贮藏温度与包装方式对蓝莓采后贮藏品质和生理的影响[D]. 南京: 南京农业大学, 2012: 20—21.
WANG Cui-hong. Effect of Storage Temperature and Packaging on Postharvest Physiology and Quality of Blueberries[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2012: 20—21.
- [28] ZHENG Y H, WANG C Y, WANG S Y, et al. Effect of High Oxygen Atmosphere on Blueberry Phenolics, Anthocyanins, and Antioxidant Activity Capacity[J]. Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51: 7162—7169.
- [29] 祝爱萍, 麦伟明, 林锡康. 几种食品包装用塑料膜阻透性能比较[J]. 包装工程, 2018, 39(1): 74—78.
ZHU Ai-ping, MAI Wei-ming, LIN Xi-kang. Comparison on the Barrier Properties of Several Plastic Films for Food Packaging[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(1): 74—78.
- [30] 孙思胜, 田文翰, 马传贵, 等. 丁香复合桑叶处理对“夏黑”葡萄采后品质的影响[J]. 食品工业, 2019, 40(12): 211—215.
SUN Si-sheng, TIAN Wen-han, MA Chuan-gui, et al. Effect of Compound Clove and Mulberry Leaf on the Postharvest Quality of Summer Black Grape[J]. The Food Industry, 2019, 40(12): 211—215.
- [31] 曹琳, 李少华, 周树波, 等. 臭氧水处理对葡萄品质和表面微生物的影响[J]. 食品科技, 2017, 42(8): 40—44.
CAO Lin, LI Shao-hua, ZHOU Shu-bo, et al. Effect of Ozone Water on Quality and Surface Microorganisms of Grapes[J]. Food Science and Technology, 2017, 42(8): 40—44.
- [32] 唐海尧, 龚意辉, 梁淑兴, 等. 不同材料薄膜包装对采后荔枝保鲜效果的影响[J]. 包装工程, 2015, 36(9): 23—27.
TANG Hai-yao, GONG Yi-hui, LIANG Shu-xing, et al. Effect of Different Packaging Films on the Postharvest Preservation of Litchi Fruit [J]. Packaging Engineering, 2015, 36(9): 23—27.
- [33] 李具鹏, 傅茂润, 杨晓颖. 1-MCP 处理对采后葡萄果梗褐变及叶绿素降解相关基因的影响[J]. 食品工业科技, 2018, 39(20): 268—273.
LI Ju-peng, FU Mao-run, YANG Xiao-ying. Effect of 1-MCP Treatment on Postharvest Browning and Chlorophyll Breakdown Pathway Related Genes in Grape Rachis[J]. Science and Technology of Food Industry, 2018, 39(20): 268—273.
- [34] 集贤, 张平, 朱志强, 等. 不同温度及套袋处理对采后“巨峰”葡萄果梗的保鲜效果[J]. 北方园艺, 2018(7): 121—128.
JI Xian, ZHANG Ping, ZHU Zhi-qiang, et al. Preservation Effects of Different Temperature and Bagging Treatments on Postharvest 'Kyoho' Grape Stems[J]. Northern Horticulture, 2018(7): 121—128.
- [35] 张鹏, 邵丹, 李江阔, 等. 1-MCP 对硬肉型葡萄货架期间品质及挥发性物质的影响[J]. 中国食品学报, 2018, 18(4): 219—227.
ZHANG Peng, SHAO Dan, LI Jiang-kuo, et al. Effects of 1-MCP on Quality and Volatile Components of Hard Meat-type Grapes during Shelf Life[J]. Journal of Chinese Institute of Food Science and Technology, 2018, 18(4): 219—227.
- [36] 刘京宏, 肖鑫丽, 彭雅婷, 等. 采后红提果实内源糖对低温胁迫的响应[J]. 农业研究与应用, 2015(2): 1—5.
LIU Jing-hong, XIAO Xin-li, PENG Ya-ting, et al. Response of Endogenous Sugar in Post-harvest Red Globe Grape to Low Temperature[J]. Agricultural Research and Application, 2015(2): 1—5.
- [37] 许蕙金兰, 吴培文, 陈仁驰, 等. 贮藏温度对巨峰葡萄采后生理和贮藏品质的影响[J]. 食品研究与开发, 2018, 39(21): 192—197.
XU Hui-jin-lan, WU Pei-wen, CHEN Ren-chi, et al. The Influence of Storage Temperature on Post-harvest Physiology and Storage Quality of Kyoho Grape[J]. Food Research and Development, 2018, 39(21): 192—197.
- [38] LIN Y, HUANG G H, ZHANG Q, et al. Ripening Affects the Physicochemical Properties, Phytochemicals and Antioxidant Capacities of Two Blueberry Cultivars[J]. Postharvest Biology and Technology,

- 2020(162): 111097.
- [39] 孙建霞, 张燕, 胡小松, 等. 花色苷的结构稳定性与降解机制研究进展[J]. 中国农业科学, 2009, 42(3): 996—1008.
- SUN Jian-xia, ZHANG Yan, HU Xiao-song, et al. Structural Stability and Degradation Mechanisms of Anthocyanins[J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2009, 42(3): 996—1008.
- [40] 韩冬梅, 谷李桃, 李双双, 等. 不同包装材料对龙眼果实贮藏特性的影响[J]. 热带作物学报, 2017, 38(12): 2347—2354.
- HAN Dong-mei, GU Li-tao, LI Shuang-shuang, et al. Effects of Different Packagings on the Storability of Longan (*Dimocarpus longan* Lour) Fruits[J]. *Chinese Journal of Tropical Crops*, 2017, 38(12): 2347—2354.
- [41] 夏乐晗, 陈玉玲, 冯义彬, 等. 不同品种杏果实发育过程中类黄酮、总酚和三萜酸含量及抗氧化性研究[J]. 果树学报, 2016, 33(4): 425—435.
- XIA Le-han, CHEN Yu-ling, FENG Yi-bin, et al. Changes in Flavonoids, Total Phenolics, Triterpenoidic Acids and Antioxidant Capacity during Fruit Development of Different Cultivars of Apricot[J]. *Journal of Fruit Science*, 2016, 33(4): 425—435.
- [42] 轩燕, 王萍, 张菁菁, 等. 新疆不同葡萄品种在贮藏过程中品质及生理变化研究[J]. 黑龙江农业科学, 2018(5): 121—125.
- XUAN Yan, WANG Ping, ZHANG Jing-jing, et al. Study on Quality and Physiological Changes of Different Grape Varieties during Storage in Xinjiang[J]. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 2018(5): 121—125.
- [43] 王相一. 高湿贮藏对三种水果保鲜效果的研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2017: 30.
- WANG Xiang-yi. Investigation of High Humidity Storage on Quality Maintenance of Three Fruits[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2017: 30.
- [44] 王庆国, 王璇, 徐欣欣, 等. 茉莉酸甲酯处理对采后‘黄冠’梨低温贮藏下果皮褐变及抗氧化能力的影响[J]. 农学学报, 2020, 10(2): 85—91.
- WANG Qing-guo, WANG Xuan, XU Xin-xin, et al. Effects of MeJA Treatment on Skin Browning and Antioxidant Capacity of Postharvest 'Huangguan' Pear during Cold Storage[J]. *Journal of Agriculture*, 2020, 10(2): 85—91.
- [45] 张永福, 莫丽玲, 董翠莲, 等. 外源 SA 和 SNP 对“水晶”葡萄采后防腐保鲜效果的影响[J]. 中国南方果树, 2016, 45(3): 35—41.
- ZHANG Yong-fu, MO Li-ling, DONG Cui-lian, et al. Effects of Exogenous SA and SNP on Fresh-keeping of 'Shuijing' Grape[J]. *South China Fruits*, 2016, 45(3): 35—41.