

肉桂与桉叶复合精油处理对“夏黑”葡萄保鲜质量的影响

王 挥¹, 龚吉军^{2*}, 唐 静², 周汉军², 毛雪琳²

(1. 国家林业局生物乙醇研究中心, 长沙 410004; 2. 中南林业科技大学食品科学与工程学院, 长沙 410004)

摘 要: **目的** 探明肉桂与大叶桉叶复合精油对“夏黑”葡萄的保鲜效果。**方法** 在常温条件下, 以腐烂率为指标, 对单一桉叶精油、单一肉桂精油的适宜浓度及二者复合的适宜比例进行筛选。在 (1 ± 0.5) °C下, 以腐烂率、脱粒率、呼吸强度、果梗干褐指数、总可溶性固形物(total soluble solid, TSS)含量、可滴定酸(titratable acid, TA)含量、Vc含量和感官品质为指标, 对复合精油在“夏黑”葡萄上的保鲜效果进行了探索。**结果** 单一桉叶精油和单一肉桂精油的最佳浓度分别为8.5 mL/L和7.5 mL/L; 与单一精油处理相比, 桉叶精油与肉桂精油按1:2(V:V)复合后的保鲜效果要明显好于单一精油。贮藏至第60 d, 处理组的腐烂率、脱粒率、呼吸强度和果梗干褐指数分别比对照组低61.5%、71.3%、42.7%和78.8%, 处理组的TSS、TA、Vc含量和感官评分分别比对照组高26.8%、29.8%、72.5%和33.2%。与对照相比, 复合精油处理显著减少了采后葡萄的腐烂损失与脱粒, 降低了呼吸强度, 延缓了葡萄果肉中TSS、TA、Vc含量的下降速率和果梗的干褐进程, 对感官品质的保持亦有良好的效果。**结论** 肉桂与大叶桉叶复合精油是一种极具开发价值的“夏黑”葡萄天然保鲜剂。

关键词: 葡萄; 大叶桉叶精油; 肉桂精油; 天然保鲜剂

Effects of compound of cinnamon essential oil and *Eucalyptus robusta* leaves essential oil on quality maintenance of “Xia hei” grape

WANG Hui¹, GONG Ji-Jun^{2*}, TANG Jing², ZHOU Han-Jun², MAO Xue-Lin²

(1. Bioethanol Research Center, State Forestry Administration, Changsha 410004, China; 2. College of Food Science and Engineering, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

ABSTRACT: Objective To investigate the quality maintenance effect of the compound of cinnamon essential oil (CEO) and *Eucalyptus robusta* leaves essential oil (ERLEO) on “Xia hei” grape fruit. **Methods** At room temperature, taking rotting rate as index, the suitable concentration of single CEO and ERLEO, and the appropriate proportion of them were screened. At (1 ± 0.5) °C, the quality maintenance effect of the compound on “Xia hei” grape fruit was investigated taking rotting rate, abscission rate, respiratory intensity, stem shriveling and browning index, total soluble solid (TSS) content, titratable acid (TA) content, Vc content, and sensory quality as indexes. **Results** The best concentration of single CEO and ERLEO was 8.5 mL/L and 7.5 mL/L, respectively. On the 60th day of storage, the rotting rate, abscission rate, respiratory intensity, stem shriveling and browning index of the treatment were 61.5%, 71.3%, 42.7% and 78.8% lower than the control, respectively, while the TSS, TA, Vc content, and

基金项目: 国家林业 948 项目(2014-4-39)

Fund: Supported by “948 Project” of Forestry Ministry of China (2014-4-39)

*通讯作者: 龚吉军, 博士, 教授, 主要研究方向为食品天然保鲜剂开发与利用。E-mail: jijungong2007@163.com

*Corresponding author: GONG Ji-Jun, Ph.D, Professor, College of Food Science and Engineering, CSUFT, No. 498, Shaoshan South Road, Changsha 410004, China. E-mail: jijungong2007@163.com

sensory score of the treatment was 26.8%, 29.8%, 72.5% and 33.2% higher than the control, respectively. Compared with each of single essential oils, the anti-rotting effect of this compound (CEO to ERLEO, 1:2, V:V) was better than the formers. Compared with the control, the rotting losses and abscission was significantly lessened, the respiration intensity was reduced, the falling rate of TSS, TA, and Vc content of grape pulp was delayed, the process of stem shriveling and browning was retarded, and the deterioration of sensory quality of postharvest “Xia hei” grape fruit was slowed down with the compound of CEO and ERLEO. **Conclusion** The compound of CEO and ERLEO is a very prospective natural preservative for “Xia hei” grape fruit.

KEY WORDS: grape; cinnamon essential oil; *Eucalyptus globulus* leaves essential oil; natural preservative

1 引言

葡萄属于葡萄科(Vitaceae)葡萄属(*Vitis* L.), 为浆果类水果^[1]。葡萄是世界四大果品、我国六大果品之一。硬肉葡萄如红提的耐藏性好, 不易脱粒, 而软肉葡萄如“夏黑”、巨峰葡萄等品种易受病原菌侵染而引起腐烂, 且易发生果粒脱落和果梗干枯、褐变, 限制了此类葡萄的较长期贮运。目前, 二氧化硫(SO₂)是防治葡萄灰霉菌侵染和保持其品质的最有效手段, 但 SO₂ 易对果实产生漂白伤害, 同时 SO₂ 在果实中的残留会危害人体健康^[2]。欧美国家正逐步限制 SO₂ 在葡萄采后保鲜中的使用。因此, 寻找替代 SO₂ 的新型无硫保鲜技术, 是当前鲜食葡萄采后贮运流通中迫切需要解决的问题^[3]。

桉树是桃金娘科(Myrtaceae)桉树属(*Eucalyptus*)乔木。在桉树叶中, 含有 0.92%~2.89%的桉叶精油, 是一种常用食品香料, 其食用安全性极高。研究发现, 桉叶精油具有较强的抗菌活性^[4-6]。肉桂是樟科樟属常绿乔木植物肉桂的干树皮和枝皮。董红平等^[7]研究发现, 从肉桂皮中提取的精油对番茄灰霉病菌、苹果青霉病菌、番茄茎枯病菌和黄瓜镰刀菌 4 种重要果蔬真菌具有很好的抑制效果。吕明珠等^[8]也初步证实了肉桂精油对红提葡萄具有良好的保鲜效果。研究表明, 植物精油成分中的小分子酚类、萜烯类和醛酮类物质是抑菌主要有效成分, 此外, 醇类、醚类和烃类物质也具有一定的抑菌活性^[9]。植物精油的抑菌活性由其成分或多种成分协同作用而决定, 不同成分抑菌机制不尽相同, 通常不是单一的作用方式, 而是多点作用机制^[10]。单一肉桂精油、桉叶精油和二者的复合精油对鲜食葡萄主栽品种之一的“夏黑”葡萄采后保鲜效果如何、两种精油复合是否存在协同增效作用, 尚未见报道。

本研究以“夏黑”葡萄为试验材料, 研究肉桂、桉叶复合精油对“夏黑”葡萄保鲜质量的影响, 以期为该复合精油在“夏黑”葡萄保鲜实践中的应用提供参考。

2 材料与方法

2.1 材料、试剂与仪器

“夏黑”葡萄: 2015 年 8~9 月采自长沙望城区花果园

葡萄基地, 八成熟, 选择色泽均匀、无病虫害的葡萄用于试验。

大叶桉叶精油和肉桂精油: 在实验室采用超声辅助水蒸气蒸馏法提取, 用无水硫酸钠进行干燥, 纯度为 99.9%。

Cremophor EL30(分析纯, 上海陆忠化学试剂有限公司); 无水乙醇(分析纯, 天津市富宇精细化工有限公司); 邻菲罗琳(分析纯, 上海迈坤化工有限公司)。

Scientz-IIID 超声波细胞粉碎机(宁波新芝生物科技股份有限公司); FA25-052-S 高速分散均质机(上海佛鲁克科技发展有限公司); JB 挥发油测定器(常州普天仪器制造有限公司); 手持阿贝折光仪(上海人和科学仪器有限公司); BCD-649WADV 海尔冰箱(青岛海尔股份有限公司)。

2.2 实验方法

2.2.1 精油的乳化及“夏黑”葡萄的处理

将 Cremophor EL30 与无水乙醇按 4:1(m:m)的比例混合制成复合表面活性剂。将 0.5 mL 单一桉叶精油/肉桂精油或二者的复合精油添加至 1000 mL 蒸馏水中, 再按照混合体系的体积加入 10%(V:V)的复合表面活性剂, 用高速分散均质机处理 60 s 以使混合体系均匀分散。同样方法制得 1.5、2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、9.5、10.5 mL/L 的精油乳液。将整穗“夏黑”葡萄置于不同浓度的精油乳液中浸泡 60 s, 取出沥干明水后用塑料薄膜保鲜袋包装(厚度为 0.05 mm 的 PVC 袋, 规格为 50 cm×50 cm, 每袋用针尖扎 10 个孔), 对照以蒸馏水处理, 用上述同样的塑料薄膜保鲜袋包装。单一精油适宜浓度与复合精油适宜比例的确试验在常温下进行, 每个处理葡萄用量约 1.5 kg, 每次重复葡萄用量约 0.5 kg; 其他试验均在(1±0.5) °C 下进行, 每个测试指标葡萄用量约 12 kg, 处理组与对照组各约 6 kg, 每次重复葡萄用量约 2 kg。每天早、中、晚定时打开袋口透气 15 min。贮藏过程中, 定期检测指标。

2.2.2 单一精油适宜浓度的确定

分别用 0.5、1.5、2.5、3.5、4.5、5.5、6.5、7.5、8.5、9.5、10.5 mL/L 的精油乳液处理“夏黑”葡萄, 常温下放置 5 d 后测定腐烂率。每个处理设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.3 复合精油适宜比例的确定

选取 7.5 mL/L 肉桂精油、8.5 mL/L 桉叶精油按照体

积比分别为 3:1、2:1、1:1、1:2、1:3 的比例混合, 按照 2.2.1 的方法进行处理并包装, 常温下放置 5 d 后测定腐烂率。每个处理设 3 次重复, 结果用平均值±标准差表示。

2.2.4 葡萄腐烂率和脱粒率的测定

腐烂率的测定: 出现病斑的果为腐烂果。腐烂率/%=腐烂果数/总果数×100%。

落粒率的测定: 用手抓住“夏黑”葡萄果穗的穗轴顶部, 自然拿起, 果实从果穗上脱落的记为落果。落粒率/%=落粒数/总粒数×100%。

设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.5 “夏黑”葡萄呼吸强度的测定

采用静置法进行测定, 单位为 CO₂ mg/kg·h。设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.6 “夏黑”葡萄果梗干褐指数的测定

参照陆珩^[11]的方法。将果梗褐变面积分为 5 级: 0 级, 无干褐; 1 级, 干褐面积为 0%~10%; 2 级, 干褐面积为 10%~25%; 3 级, 干褐面积为 25%~50%; 4 级, 干褐面积>50%。

干褐指数=Σ(干褐级别×该级别果梗数)/总调查数。

设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.7 “夏黑”葡萄果肉可溶性固形物(total soluble solid, TSS)含量的测定

用手持阿贝折光仪测定果实 TSS 含量。设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.8 “夏黑”葡萄果肉可滴定酸(titratable acid, TA)含量的测定

TA 含量用碱滴定法, 结果以酒石酸百分数表示。设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.9 葡萄果肉 Vc 含量的测定

采用邻菲罗琳比色法测定 Vc, 结果以 mg/kg 表示。设 3 次重复, 结果取平均值。

2.2.10 “夏黑”葡萄果粒感官评价方法

由 15 名具有食品感官品尝经验的人员组成感官评定小组, 以新鲜采摘的同等成熟度、色泽均匀的“夏黑”葡萄果粒为参照物, 对贮藏过程中的“夏黑”葡萄感官品质进行评价。具体方法见表 1。设 3 次重复, 结果用平均值±标准差表示。

2.3 数据分析

采用 SPSS 18.0 软件进行统计分析, $P<0.05$ 为差异显著, $P<0.01$ 为差异极显著。

3 结果与分析

3.1 单一精油适宜浓度与复合精油适宜比例的确定

3.1.1 单一精油适宜浓度的确定

不同浓度单一桉叶精油和肉桂精油处理葡萄, 常温下放置 5 d 后, 其腐烂率测定结果见图 1。图 1 的结果表明, 单一精油的浓度不同, 对“夏黑”葡萄的防腐效果有差异。在 0.5~10.5 mL/L 的范围内, 防腐效果整体呈先升后降的趋势。对桉叶精油而言, 其浓度由 0.5 mL/L 提高至 8.5 mL/L, “夏黑”葡萄的腐烂率逐渐下降, 在 8.5 mL/L 时降至最低点, 腐烂率仅为 3.5%, 随着桉叶精油浓度的继续上升, “夏黑”葡萄的腐烂率不降反而略有上升。对肉桂精油而言, 其浓度由 0.5 mL/L 增至 7.5 mL/L 时, “夏黑”葡萄的腐烂率降至最低点, 腐烂率仅为 2.3%, 浓度增至 8.5 mL/L, 腐烂

表 1 “夏黑”葡萄感官品质评价方法
Table 1 Assessment method of sensory quality on “Xia hei” grape fruit

项目	特征	分值
色泽(10 分)	色泽深红, 有光泽	≥ 9.0
	色泽变浅, 光泽度稍暗淡	7.0-8.0
	色泽变浅, 无光泽	≤ 6.0
香气(30 分)	有“夏黑”葡萄应有的芳香气味、无明显精油气味	≥ 27.0
	“夏黑”葡萄应有的芳香气味变淡、稍有精油气味	19.0-26.0
	“夏黑”葡萄应有的芳香气味很淡、有明显精油气味	≤ 18.0
滋味(40 分)	酸甜可口	≥ 36.0
	酸甜味一般	25.0-35.0
	酸甜味淡	≤ 24.0
质地(20 分)	果粒未明显变软, 手剥“夏黑”葡萄皮, 果皮与果肉粘联度好	≥ 18.0
	果粒稍变软, 手剥“夏黑”葡萄皮, 果皮与果肉粘联度变差	13.0-17.0
	果粒明显变软, 手剥“夏黑”葡萄皮, 果皮与果肉粘联度差	≤ 12.0

率没有变化,而随着肉桂精油浓度的继续上升,呈现出与桉叶精油相似的趋势。可见,8.5 mL/L 的肉桂精油和 7.5 mL/L 的肉桂精油,对葡萄灰霉菌的抑菌效果最好,后者比前者对“夏黑”葡萄的防腐效果稍好。但浓度较高时可能产生轻微药害,反而会加快“夏黑”葡萄的腐烂,周汉军等^[12]在蓝桉叶精油对砂糖橘保鲜研究中也发现了类似的问题,故将植物精油用于水果采后保鲜时其浓度应适宜。

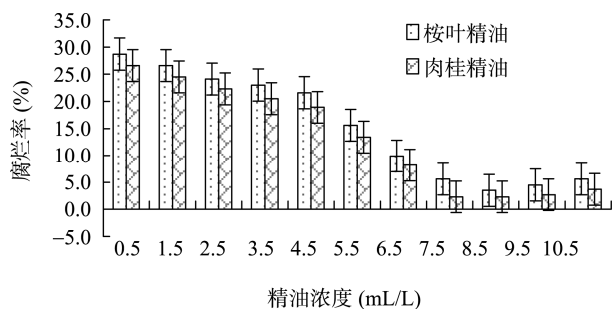


图1 不同浓度单一肉桂与桉叶精油对“夏黑”葡萄腐烂率的影响 ($n=3$)

Fig. 1 Effect of single CEO and ERLEO with different concentrations on rotting rate of “Xia hei” grape fruit ($n=3$)

3.1.2 复合精油适宜比例的确定

肉桂精油与桉叶精油以不同比例复合后处理“夏黑”葡萄,常温下放置 5 d 后,其腐烂率测定结果见表 2。表 2 的结果表明,肉桂精油与桉叶精油复合对葡萄病原真菌的抑制具有一定的协同效应,并且在 3:1 至 1:3 的范围内,二者比例不同,效果有明显差异($P<0.05$)。从 3:1 至 1:2,随着复合精油中肉桂精油比例的增加,“夏黑”葡萄的腐烂率逐渐下降,二者比例为 1:2 时,腐烂率平均值仅为 1.2%,低于 7.5 mL/L 的单一肉桂精油和 8.5 mL/L 的单一桉叶精油处理的腐烂率(分别为 2.3%和 3.5%),差异明显($P<0.05$),而肉桂精油与桉叶精油的比例进一步提高至 1:3 时,“夏黑”葡萄的腐烂率又明显提高($P<0.05$)。因此,桉叶精油与肉桂精油复合的最佳体积比为 1:2,此时二者的协同效应最佳。Goldbeck 等^[6]在对蓝桉叶精油与巨尾桉叶精油抑菌活性研究时发现,两种精油复合能提高其抑菌效果,这与本文的研究结果有相似之处。而 Lis-Balchin 等^[13]将肉桂精油、八角精油、葛缕籽精油等 6 种植物精油两两复合,却并未见有明显的协同效应,可能在于精油抗菌主成分间的协同效应具有选择性。

3.2 复合精油处理对“夏黑”葡萄贮藏期间腐烂率和脱粒率的影响

腐烂率和脱粒率是评价葡萄品质最重要的两个指标。在 60 d 的贮藏期间,经复合精油处理的“夏黑”葡萄腐烂率和脱粒率测定结果见图 2。图 2A 的结果表明,对照组在整个贮藏期间腐烂率呈持续上升趋势,至第 60 d,腐烂率高

达 40.5%。而复合精油处理组在前 20 d 没有发现腐烂果,第 30 d 发现个别腐烂果,随后呈上升趋势,但明显低于对照组($P<0.01$),至第 60 d,腐烂率仅为 15.6%,比对照组低 61.5%。图 2B 的结果显示,对照组和复合精油处理组“夏黑”葡萄的脱粒率在贮藏期间均呈上升趋势,从第 10 d 开始,前者的脱粒率即极显著高于后者($P<0.01$),至第 60 d,复合精油处理组的脱粒率仅为 7.9%,比对照组低 71.3%。从腐烂率和脱粒率两项指标来看,复合精油处理可以显著提高“夏黑”葡萄的品质保持效果。

表 2 肉桂精油和肉桂精油以不同比例复合后对“夏黑”葡萄腐烂率的影响

Table 2 Effect of different ratios of CEO to ERLEO on rotting rate of “Xia hei” grape fruit

序号	桉叶精油与肉桂精油的体积比	腐烂率/%
1	3:1	3.3±0.2 ^a
2	2:1	3.0±0.3 ^b
3	1:1	2.4±0.3 ^c
4	1:2	1.2±0.1 ^d
5	1:3	1.8±0.2 ^e

注:腐烂率数据用平均值±标准差($n=3$)表示;同一列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),同一列相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

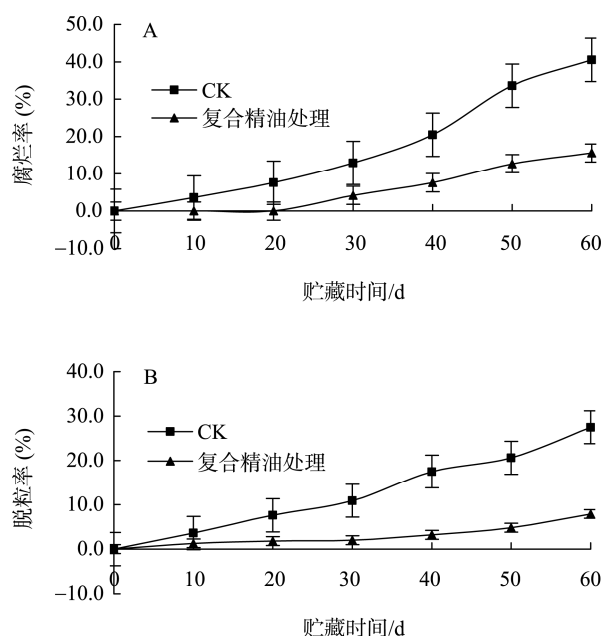


图2 肉桂与桉叶复合精油处理对“夏黑”葡萄腐烂率(A)和脱粒率(B)的影响($n=3$)

Fig. 2 Effect of compound of CEO and ERLEO on rotting rate (A) and abscission rate (B) of “Xia hei” grape fruit ($n=3$)

3.3 复合精油处理对“夏黑”葡萄呼吸强度的影响

采后的果蔬是活体,仍然在进行代谢活动,呼吸强度的高低则反映了果蔬贮藏过程中的底物的消耗量,呼吸强度越高,贮藏的营养物质消耗越多。果蔬采后保鲜的主要任务之一就是采取措施尽量降低其呼吸消耗。在贮藏过程中,经复合精油处理的“夏黑”葡萄其呼吸强度测定结果见图3。图3的结果表明,采后的“夏黑”葡萄进入冷藏室贮藏后,其呼吸强度先降后升,但对照组和复合精油处理组的差异明显。对照组在第20 d时呼吸强度降至最低点,随后开始回升,直至贮藏结束,导致在20 d后呼吸强度上升的原因可能在于“夏黑”葡萄腐烂率的持续升高,因病原菌的侵入与大量的繁殖导致果实局部组织结构被破坏而引起伤呼吸。与对照组不同的是,复合精油处理组呼吸强度的下降趋势持续至第40 d,随后亦有一定程度的回升,因为处理组在贮藏后期的腐烂率也在明显上升。第20 d时,处理组和对照组的呼吸强度存在显著差异($P<0.05$),第30 d至试验结束,差异极显著($P<0.01$)。第60 d时,处理组的呼吸强度比对照组低42.7%。可见,肉桂和桉叶复合精油处理,可在一定程度上降低采后“夏黑”葡萄果实的呼吸强度,减少消耗,有利于“夏黑”葡萄品质的保持。

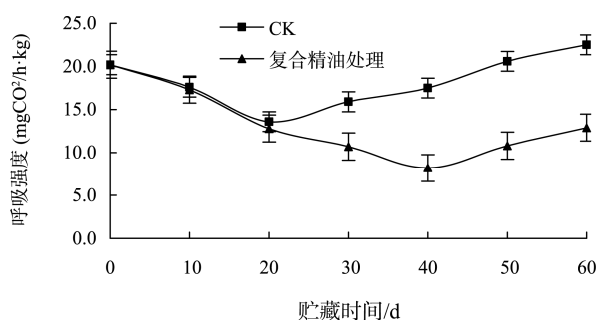


图3 肉桂与桉叶复合精油处理对“夏黑”葡萄呼吸强度的影响
($n=3$)

Fig. 3 Effect of compound of CEO and ERLEO on respiration intensity of “Xia hei” grape fruit ($n=3$)

3.4 复合精油处理对“夏黑”葡萄果梗干褐指数的影响

一般认为,葡萄果粒为非呼吸跃变型,而果梗却为典型的呼吸跃变型,且呼吸速率是果粒的10倍以上^[14]。故葡萄采后其果梗会先于果粒衰老,出现干褐现象^[11]。

在贮藏期间,“夏黑”葡萄果梗的干褐指数变化见图4。图4的结果表明,对照组果梗的干褐现象出现的时间比复合精油处理组要早20 d左右,且干褐指数上升速度也明显比后者要快。从第20 d开始至试验结束均存在极显著差异($P<0.01$),至第60 d,处理组的果梗干褐指数比对照组低

78.8%。可见,复合精油处理可有效保持“夏黑”葡萄果梗的绿色,延缓干褐进程,一方面减缓了果实外观品质劣变的速率,另一方面可降低果梗的呼吸强度、减少营养物质的消耗,并降低脱粒率,对维持整穗“夏黑”葡萄商品价值具有良好的作用。

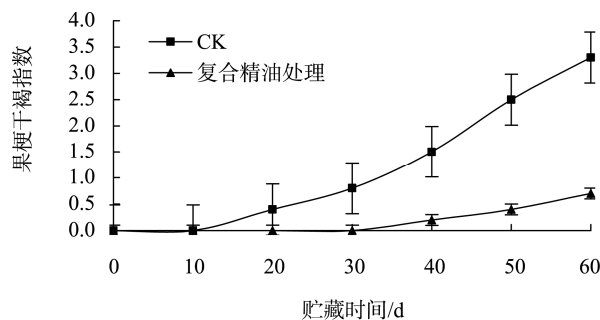


图4 肉桂与桉叶复合精油处理对“夏黑”葡萄果梗干褐的影响
($n=3$)

Fig. 4 Effect of compound of CEO and ERLEO on stem shriveling and browning of “Xia hei” grape fruit ($n=3$)

3.5 复合精油处理对“夏黑”葡萄果实 TSS、TA 和 Vc 含量的影响

TSS、TA 和 Vc 含量均是果实采后的重要品质指标。在贮藏期间,葡萄的 TSS、TA 和 Vc 含量的变化分别见图5A、5B和5C。图5A的结果表明,在采后至贮藏第20 d,“夏黑”葡萄果肉 TSS 的含量呈上升趋势,缘于碳水化合物的水解。在20 d后,对照组和复合精油处理组的 TSS 含量均呈持续下降趋势,直至试验结束,但对照组的下降速度明显快于复合精油处理组,存在极显著差异($P<0.01$),至第60 d,复合精油处理组 TSS 含量比对照组高26.8%。图5B的结果表明,贮藏过程中“夏黑”葡萄的 TA 值呈不断下降的趋势,但复合精油处理组 TA 值下降速度低于对照组,第30 d呈现明显差异($P<0.05$),第40 d开始出现极显著差异($P<0.01$)。至第60 d,复合精油处理组的 TA 值比对照组高29.8%,前者比贮藏初始 TA 值降低8.1%,后者比贮藏初始 TA 值降低了29.2%。图5C的结果表明,在贮藏过程中“夏黑”葡萄的 Vc 含量亦是不断下降,但对照组的 Vc 含量下降速度要快于复合精油处理组,第10 d即存在显著差异($P<0.05$),第30 d至试验结束均存在极显著差异($P<0.01$)。至第60 d,复合精油处理组的 Vc 含量比对照组高72.5%,后者 Vc 含量比贮藏初始值下降了57.0%,而前者的相应值为25.8%。

随着贮藏时间的延长,“夏黑”葡萄的 TSS、TA 和 Vc 含量均呈现下降趋势,导致果实变软,风味变差,逐渐失去商品性,但复合精油处理可有效延缓这一品质劣变进程。

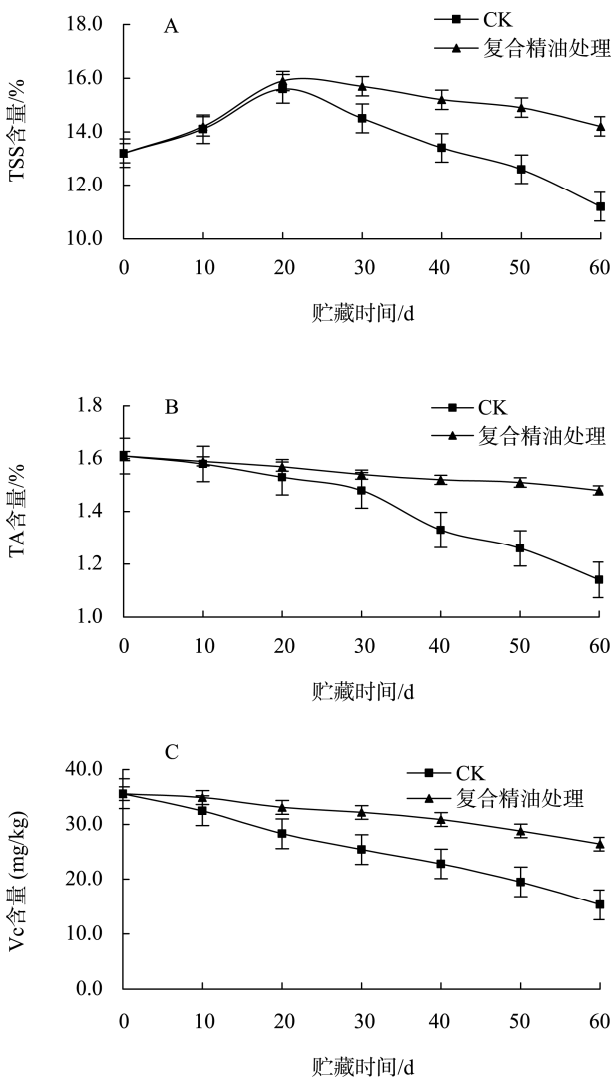


图 5 肉桂与桉叶复合精油处理对“夏黑”葡萄 TSS(A)、TA(B)、Vc(C)含量的影响($n=3$)

Fig. 5 Effect of compound of CEO and ERLEO on TSS (A), TA (B), Vc (C) content of “Xia hei” grape fruit ($n=3$)

3.6 复合精油处理对“夏黑”葡萄果实感官品质的影响

在果蔬贮藏过程中, 由于呼吸的消耗、水分的蒸腾散逸、衰老与病害导致的外观与风味的劣变, 致使其感官品质呈逐渐下降的趋势。对照和复合精油处理“夏黑”葡萄果粒的感官品质评价结果见表 3。由表 3 的结果可以看出, 在贮藏过程中, 对照组和复合精油处理组果粒的感官品质均持续下降, 但对照组的感官品质下降速度从第 10 d 起即明显快于复合精油处理组, 且对照组每 10 d 的评价值均存在显著差异($P<0.05$), 而复合精油处理组在贮藏的前 30 d 没有明显变化($P>0.05$)。至试验结束时, 复合精油处理组的感官评分平均值为 80.2 分, 仍具有良好的商品价值, 比对照组高 33.2%, 而对照组在第 40 d 时, 感官评分平均值降至

75 分以下, 其商品价值已严重受损。可见, 肉桂与桉叶复合精油处理可有效延缓“夏黑”葡萄在贮藏过程中感官品质的劣变速度。

表 3 “夏黑”葡萄果粒的感官品质评价结果($n=3$)

Table 3 Results of sensory quality assessment of “Xia hei” grape fruit ($n=3$)

贮藏时间/d	综合感官评分	
	CK	复合精油处理
0	93.5±2.8 ^{aA}	93.5±2.7 ^{aA}
10	90.4±2.2 ^{bA}	92.8±2.6 ^{aA}
20	87.5±2.6 ^{cA}	91.9±1.9 ^{aB}
30	80.2±2.1 ^{dA}	91.2±1.7 ^{aB}
40	73.8±1.2 ^{eA}	88.3±1.8 ^{bB}
50	67.2±1.8 ^{fA}	84.2±2.0 ^{cB}
60	60.2±1.5 ^{gA}	80.2±2.1 ^{dB}

注: 感官评分用平均值±标准差($n=3$)表示; 同一列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$), 同一列相同小写字母表示差异不显著($P>0.05$)。同一行不同大写字母表示差异显著($P<0.05$), 同一行相同大写字母表示差异不显著($P>0.05$)。

4 结 论

7.5 mL/L 肉桂精油与 8.5 mL/L 桉叶精油按 1:2(V:V)复合, 对抑制“夏黑”葡萄采后侵染性病害能产生明显的协同增效效应。将“夏黑”葡萄于桉叶、肉桂复合精油中浸泡 1 min 后在 (1 ± 0.5) °C 贮藏至第 60 d, 处理组的腐烂率、脱粒率、呼吸强度和果梗干褐指数分别比对照组低 61.5%、71.3%、42.7%和 78.9%, 处理组的 TSS、TA、Vc 含量和感官评分分别比对照组高 26.8%、29.8%、72.5%和 33.2%, 说明适宜浓度的桉叶、肉桂复合精油处理对“夏黑”葡萄既能起到良好的防腐、防脱粒作用, 还能有效减缓其采后品质劣变的进程, 是一种极具开发价值的“夏黑”葡萄天然保鲜剂。单一、复合肉桂与桉叶精油对“夏黑”葡萄灰霉菌的抑菌机理、对“夏黑”葡萄代谢的影响机理等有待进一步研究。

参考文献

- [1] 张昆明, 朱志强, 农绍庄, 等. 冰温结合气调包装对葡萄贮藏保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(1): 126–130.
Zhang KM, Zhu ZQ, Nong SZ, et al. Effects of controlled freezing point technology combined with modified atmosphere package on preservation for grape [J]. Food Res Devel, 2011, 32(1): 126–130.
- [2] 冯志宏, 赵猛, 赵迎丽, 等. 葡萄降硫和非硫保鲜措施研究进展[J]. 农学学报, 2015, 5(5): 85–88.
Feng ZH, Zhao M, Zhao YL, et al. Advance in sulfur reduction and non-sulfur preservation measures of grape storage [J]. J Agric, 2015, 5(5): 85–88.

- [3] 姜璐璐, 朱虹, 焦凤, 等. 乙醇处理对葡萄果实常温保鲜的效果[J]. 食品科学, 2013, 34(18): 285–289.
Jiang LL, Zhu H, Jiao F, *et al.* Effect of ethanol vapor treatment on quality maintenance of grape stored at normal temperature [J]. Food Sci, 2013, 34(18): 285–289.
- [4] Gilles M, Zhao J, An M, *et al.* Chemical composition and antimicrobial properties of essential oils of three Australian Eucalyptus specials [J]. Food Chem, 2010, 119: 731–737.
- [5] Tyagi AK, Malik A. Antimicrobial potential and chemical composition of Eucalyptus globules oil in liquid and vapour phase against food spoilage microorganisms [J]. Food Chem, 2011, 126(1): 228–235.
- [6] Goldbeck JC, Nascimento JE, Jacob RG, *et al.* Bioactivity of essential oils from *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus urograndis* against planktonic cells and biofilms of *Streptococcus mutans* [J]. Ind Crops Prod, 2014, 60: 304–309.
- [7] 董红平, 赵特, 孙淑君, 等. 肉桂精油对4种重要果蔬病原真菌的生物活性研究[J]. 中国生物防治学报, 2014, 30(2): 282–286.
Dong HP, Zhao T, Sun SJ, *et al.* Antifungal activity of cinnamon essential oil against four plant pathogens [J]. Chin J Biol Control, 2014, 30(2): 282–286.
- [8] 吕明珠, 于爽, 朱恩俊. 肉桂精油对红提葡萄保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2016, 3(6): 272–277.
LU MZ, YU S, Zhu EJ. Efficacy of cinnamon essential oil for preservation of redglobe table grapes [J]. Food Sci, 2016, 3(6): 272–277.
- [9] Sperotto ARM, Moura DJ, Pères VF, *et al.* Cytotoxic mechanism of piper gaudichaudianum, kunth essential oil and its major compound nerolidol [J]. Food Chem Toxicol, 2013, 57(12): 57–68.
- [10] Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review [J]. Inter J Food Microbiol, 2004, 94(3): 223–253.
- [11] 陆珩. 热处理对葡萄常温保鲜效果及机理研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2014.
Lu H. Study on the effect of heat treatment on postharvest of grape at normal temperature and mechanism [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2014.
- [12] 周汉军, 王挥, 龚吉军, 等. 蓝桉叶精油对砂糖橘的保鲜效果[J]. 食品工业科技, 2016, 37(10): 347–350, 355.
Zhou HJ, Wang H, Gong JJ, *et al.* Effects of oil of *Eucalyptus globulus* Labill. leaf on fresh-keeping of Shatangju mandarin [J]. Sci Technol Food Ind, 2016, 37(10): 347–350, 355.
- [13] Lis-Balchin M, Deans SG. Studies on the potential usage of mixtures of plant essential oils as synergistic antibacterial agents in foods [J]. Phytother Res, 1998, 12: 472–512.
- [14] 吴有梅, 任建川, 华雪增, 等. 葡萄采后果粒脱落及保鲜贮藏[J]. 植物生理学报, 1992, 18(3): 267–272.
Wu YM, Ren JC, Hua XZ, *et al.* Postharvest berry abscission and storage of grape fruit [J]. Acta Phytophys Sin, 1992, 18(3): 267–272.

(责任编辑: 杨翠娜)

作者简介



王 挥, 博士, 副研究员, 主要研究方向为林产化学加工工程。
E-mail: wh9469@126.com



龚吉军, 博士, 教授, 主要研究方向为食品天然保鲜剂开发与利用。
E-mail: jijungong2007@163.com