

孙思胜, 张晓娟, 张 岗, 等. 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄采后生理的影响[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(5): 164–168.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.05.030

不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜 对夏黑葡萄采后生理的影响

孙思胜¹, 张晓娟², 张 岗³, 李光辉¹, 张贺庆¹, 张化阁⁴

(1. 许昌学院食品与药学院/河南省食品安全生物标识快检技术重点实验室, 河南许昌 461000; 2. 军事科学院军需工程技术研究所, 北京 1000104;
3. 陕西中医药大学药学院/陕西省秦岭中草药应用开发工程技术研究中心, 陕西咸阳 712046; 4. 舞钢市沁丰园林业专业合作社, 河南舞钢 462500)

摘要:以夏黑葡萄为试验材料, 用 5 种不同浓度的肉桂丁香提取物提取物结合 1.5% 壳聚糖涂膜处理采摘后的夏黑葡萄, 研究其对夏黑葡萄采摘后生理指标的影响。结果表明, 在整个贮藏期内, 相对于对照组, 肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理可使夏黑葡萄采摘后生理指标发生变化, 可降低夏黑葡萄的落粒率和失质量率, 一定程度上可延缓丙二醛含量和可滴定酸含量的升高, 抑制多酚氧化酶活性的增强。其中, C4 处理(9 g/L 肉桂 + 20 g/L 丁香 + 1.5% 壳聚糖)在抑制落粒率、可滴定酸含量、丙二醛含量、多酚氧化酶活性升高等方面效果较好, 并且一定程度上保持了夏黑葡萄的含水量。

关键词:夏黑葡萄; 肉桂丁香提取物; 壳聚糖; 采后生理指标

中图分类号: S663.101 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)05-0164-05

夏黑葡萄为葡萄科(Vitaceae)葡萄属(*Vitis* L.)的欧美杂交三倍体品种。因夏黑成熟时果皮呈现紫黑色而艳丽诱人且具有浓郁的草莓香味、肉质肥厚、甜酸可口、品质极佳、无核等特点而深受消费者的喜爱^[1-3]。由于葡萄鲜嫩多汁、水分含量高, 采摘过程中易受机械损伤, 且在河南地区采收季节多

为高温多湿的盛夏, 蒸腾作用相对较强, 代谢旺盛, 是较难贮运的果品, 贮藏期间的主要问题是硬度降低、水分流失、干梗、掉粒、容易受病原菌的侵染而腐烂等, 导致其贮藏周期缩短, 严重影响鲜食葡萄的商品价值, 造成严重的经济损失^[3-4]。

壳聚糖(CTS)是一种天然可食性高分子多糖, 具有无毒、安全、无异味、易成膜等特点^[5]。肉桂为樟科植物肉桂(*Cinnamomum cassia* Presl)的干燥树皮, 肉桂浸提液也具有抑菌和保鲜效果^[6-8]。丁香为桃金娘科植物丁香(*Eugenia caryophyllata* Thunb.)的干燥花蕾, 丁香提取物无任何化学残留和毒副作用, 且对多种致病菌或霉菌都有明显的抑菌效果^[8-12]。此外, 中草药本身具有较强的杀菌抑菌和抗氧化作用^[12-16]。丁香和肉桂提取物结合壳聚糖涂膜处理在夏黑葡萄采后生理方面的研究鲜

收稿日期: 2020-06-27

基金项目: 河南省科技攻关项目(编号: 182102110395、192102310441、202102110055); 河南省本科高校省级大学生创新创业训练计划(编号: S202010480023); 陕西省高校青年杰出人才支持计划。

作者简介: 孙思胜(1982—), 男, 河南范县人, 博士, 讲师, 研究方向为果品保鲜与加工。E-mail: shengzhaojun124@163.com。

通信作者: 张晓娟, 硕士, 高级工程师, 研究方向为军用食品研究。E-mail: lightwind365@126.com。

科大学学报, 1988, 17(1): 37–40。

[5] 胡斌杰, 师兆忠. 超声法提取猴头菇多糖最佳工艺优化研究[J]. 化学世界, 2009, 50(9): 557–560。

[6] 何幼莺. 生物化学实验[M]. 武汉: 华中师范大学出版社, 2006。

[7] Vieira P A F, Gontijo D C, Vieira B C, et al. Antioxidant activities, total phenolics and metal contents in *Pleurotus ostreatus* mushrooms enriched with iron, zinc or lithium[J]. LWT – Food Science and Technology, 2013, 54(2): 421–425。

[8] 李利华. 香菇总黄酮的超声波辅助提取及抗氧化性能研究[J]. 中国食品添加剂, 2015(11): 90–94。

[9] Liu J, Jia L, Kan J, et al. *In vitro* and *in vivo* antioxidant activity of

ethanolic extract of white button mushroom (*Agaricus bisporus*) [J]. Food and Chemical Toxicology, 2013, 51: 310–316。

[10] Abul Hasnat M, Pervin M, Debnath T, et al. DNA protection, total phenolics and antioxidant potential of the mushroom *Russula virescens* [J]. Journal of Food Biochemistry, 2014, 38(1): 6–17。

[11] 杜 冉, 郑新雷, 王世雄, 等. 真空微波干燥技术对食用菌粉品质的影响[J]. 食品科技, 2018, 43(7): 76–82。

[12] 沈恒胜, 陈君琛, 汤葆莎, 等. 栽培料纤维转化与食用菌酚类抗氧化营养的关系[J]. 福建农业学报, 2007, 22(4): 337–340。

[13] 缪钱江, 刘 宇, 许 峰, 等. 4 种食用菌总黄酮生物功能的研究[J]. 食品科技, 2014, 39(7): 206–209。

有报道。因此,本试验研究不同浓度的肉桂和丁香配伍的提取物结合壳聚糖涂膜处理对夏黑葡萄采后生理的影响,为开发天然果品保鲜剂提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

2018 年 7 月 18 日于河南省舞钢市沁丰园林业专业合作社的硕士葡萄园采摘夏黑葡萄,采摘后立即运回许昌学院食品与药学院实验室进行采后处理及生理指标测定;肉桂和丁香购自河南省许昌市魏都区胖东来医药超市,产地均为广西壮族自治区;壳聚糖,河南金诚生物科技有限公司生产;磷酸二氢钠、三氯乙酸,天津市风船化学试剂科技有限公司生产;氢氧化钠、磷酸氢二钠、聚乙烯吡咯烷酮、石英砂,天津市科密欧化学试剂有限公司生产;3,5-二硝基水杨酸,天津市光复精细化工研究所生产;邻苯二酚,天津市大茂化学试剂厂生产;无水乙醇,天津市富宇精细化工有限公司生产;2-硫代巴比妥酸,上海科丰实业有限公司生产;所有化学试剂均为分析纯。

YP30002 电子分析天平,上海精密仪器仪表有限公司生产;T6 新世纪紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司生产;TGL-16M 台式高速冷冻离心机,湘仪离心机仪器有限公司生产;TMS-PRO 物性分析仪,北京盈盛恒泰科技有限责任公司生产;HH-4 电热恒温水浴锅,上海比朗仪器有限公司生产;冷库,江苏泰州市霍普制冷设备有限公司。

1.2 夏黑葡萄的处理

夏黑葡萄采摘后立即运回实验室。先用清水清洗 3~4 遍,自然晾干后,选取成熟度(完熟)一致、无腐烂、无病虫害侵袭、无机械伤的果穗作为试验材料。

先称取 9 g 肉桂+15 g 丁香放入盛有 3 L 的自来水的锅中浸泡 30 min 后,在电磁炉下加热沸腾,然后小火开始熬制,等到熬制 10 min 后将已经溶解好的壳聚糖 45 g 放入锅中,混合均匀,然后过滤,将这种浓度涂膜液记为 C1。同样的方法分别称取 15 g 肉桂+30 g 丁香(C2)、21 g 肉桂+45 g 丁香(C3)、27 g 肉桂+60 g 丁香(C4)、33 g 肉桂+75 g 丁香(C5),同时加入壳聚糖 45 g 从而制成了另外 4 种浓度的涂膜液,放凉后备用。

每组选取 30 串夏黑葡萄,将选取的样品葡萄浸泡在涂膜液中静置 10~15 min,浸泡完毕后取出,自然状态下晾干,包装样品葡萄采用 PE 保鲜袋(35 cm×25 cm×0.01 mm)包装(不扎口),低温贮藏于 0~4℃冷库中。

对照组葡萄用烧开后放凉的蒸馏水处理,同样需要浸泡 10~15 min,晾干后用同等规格的保鲜袋包装,低温贮藏于 0~4℃冷库中,记为 CK。定期观察葡萄果实腐烂情况,每 7 d 取样测定 1 次相关的指标。

1.3 测定指标及方法

1.3.1 落粒率的计算 落粒率=落粒果粒数/果粒总数×100%^[13]

1.3.2 失质量率的测定 采用称质量法^[14],计算公式:失质量率=(贮前质量-贮后质量)/贮前质量×100%。

1.3.3 可滴定酸(TA)含量的测定 使用酸碱中和法^[9]测定葡萄果实中可滴定酸(TA)的含量。

1.3.4 丙二醛含量的测定 丙二醛含量采用硫代巴比妥酸比色法^[13]测定。

1.3.5 多酚氧化酶活性的测定 多酚氧化酶活性测定方法参考黄赫雁等的方法^[15],以 1 mL 酶液在 1 min 内增加的吸光度表示酶活性的大小。

1.4 数据的统计与分析

以上所有试验设 6 次重复,所得数据为 6 次重复平均值,试验数据采用 Excel 软件进行统计分析,利用 SPSS 13.0 软件进行差异显著性分析。 $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果与分析

2.1 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄落粒率的影响

随着果实的成熟衰老,果实会脱落。从表 1 可以看出,随着贮藏时间的延长,采后夏黑葡萄的落粒率均呈现逐渐增加的趋势。在 7 d 时,采后夏黑葡萄开始有落粒现象出现。在贮藏 7~21 d 期间,对照组夏黑葡萄的落粒率上升速度很快,肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理各组均明显低于对照组;在贮 21 d 时,对照组的落粒率为 59% (最高且严重影响葡萄的商品品质),而不同浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理组 C1、C2、C3、C4、C5 的落粒率分别为 25%、20%、21%、15%、21%,C4 处理组的落粒率最低。在贮藏 28~49 d 期间,C4 处

理组的落粒率明显低于其他各个处理组和对照组；在贮藏 35 d 时, C4 处理组的落粒率为 24%, 对照组、C1、C2、C3 和 C5 的落粒率分别为 90%、40%、40%、38% 和 46%。多重比较结果表明, 不同浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理可以抑制采后夏黑葡萄果实的脱落, 在一定的贮藏时间内, 以 C4 处理对果实落粒率抑制效果最好。

2.2 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄失质量率的影响

葡萄的特点是皮薄多汁, 水分蒸发是其失质量的主要因素, 如果葡萄失水量大时, 就会失去光泽, 品质下降。从表 2 可以看出, 葡萄果实在贮藏期间失质量率总体呈现逐渐上升的趋势, 在贮藏 0~21 d 内, 对照组的失质量率开始快速上升, 而各处理组葡萄失质量率上升缓慢; 在贮藏 28 d 时, 对照组葡萄果实失质量率为 0.69%, 明显高于肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组。在贮藏 35 d 时, 对照组葡萄果实失质量率为 0.72%, 而 C4 处理组仅为 0.21%, 二者差异极明显, 其他各处理组此时的

表 1 不同浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄落粒率的影响						
贮藏时间 (d)	落粒率(%)					
	CK	C1	C2	C3	C4	C5
0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
7	6±1	4±1	2±1	2±0	2±0	4±1
14	49±2	16±1	14±2	12±2	8±2	10±3
21	59±5	25±1	20±0	21±2	15±2	21±3
28	85±3	33±3	30±1	30±2	20±0	32±2
35	90±5	40±2	40±1	38±3	24±2	46±3
49	98±2	50±3	53±5	52±2	30±1	50±1
63	100±0	100±0	70±0	68±35	0±2	60±2
77	100±0	100±0	98±1	98±2	68±1	80±1

失质量率分别为 C1, 0.65%; C2, 0.64%; C3, 0.36%; C5, 0.46%; 说明在贮藏期间内, 肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理能有效抑制采后葡萄失质量率的上升, 各处理中 C4 处理在贮藏期间整体来说失质量率最小, 抑制葡萄果实水分散失效果最好。

表 2 不同浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄失质量率的影响

贮藏时间 (d)	失质量率(%)					
	CK	C1	C2	C3	C4	C5
0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
7	0.23±0.01	0.15±0.01	0.17±0.02	0.16±0.01	0.12±0.01	0.22±0.01
14	0.41±0.02	0.21±0.01	0.20±0.00	0.17±0.01	0.16±0.01	0.24±0.02
21	0.60±0.00	0.39±0.02	0.36±0.02	0.26±0.01	0.16±0.01	0.39±0.01
28	0.69±0.03	0.50±0.01	0.46±0.01	0.33±0.02	0.17±0.02	0.41±0.02
35	0.72±0.01	0.65±0.01	0.64±0.02	0.36±0.02	0.21±0.01	0.46±0.02
49	0.79±0.03	0.68±0.02	0.65±0.01	0.49±0.03	0.32±0.02	0.52±0.01
63	1.04±0.02	0.71±0.00	0.68±0.01	0.53±0.02	0.43±0.03	0.67±0.03
77	1.28±0.04	0.78±0.00	0.70±0.02	0.69±0.02	0.67±0.01	0.71±0.02

2.3 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄可滴定酸含量的影响

可滴定酸含量对葡萄果实的风味和品质都有重要影响。从图 1 可以看出, 在整个贮藏期间, 肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组和对照组的夏黑葡萄可滴定酸含量总体上均呈现先上升后下降的趋势。在贮藏 28 d 时, 对照组的可滴定酸含量明显高于肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组, 此时对照组可滴定酸含量为 0.86% (含量达到最高), 而 C1、C2、C3、C4、C5 处理组的可滴定酸含量分别为 0.72%、0.67%、0.67%、0.63%、0.72%; 此时, 对照组和 C1、C3、C5 处理组的可滴定

酸含量均已达到最高; 而 C2、C4 处理组则在 49 d 时达到最高。由此可见, 一定浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理一定程度上可以延缓夏黑葡萄的酸败进程。

2.4 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄丙二醛含量的影响

果品在成熟衰老过程中, 遭受病害、冷害或其他伤害时, 细胞膜脂质发生过氧化作用会有丙二醛产生, 丙二醛含量往往与果实中脂质氧化的结果呈正相关, 能够反映果实膜脂的氧化程度, 进而反映果实组织细胞的完整度。随着贮藏时间的延长, 肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组和对照

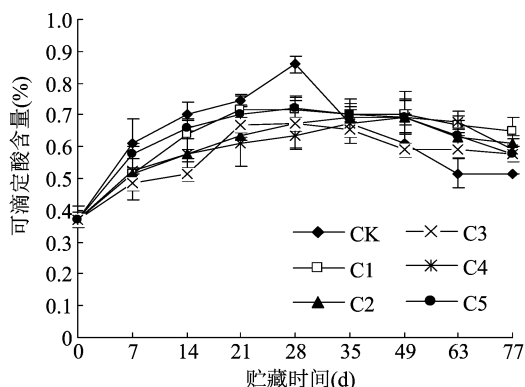


图1 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄可滴定酸含量的影响

组的夏黑葡萄丙二醛含量总体呈现逐渐上升的趋势。在贮藏 7~77 d 期间,对照组高于肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组;在贮藏 14 d 时,对照组夏黑葡萄的丙二醛含量为 $0.0149 \mu\text{mol/g}$,明显高于肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组,此时 C1、C2、C3、C4、C5 处理组的丙二醛含量分别为 0.0123 、 0.0095 、 0.0110 、 0.0114 、 $0.0111 \mu\text{mol/g}$ 。在贮藏 49 d 时,对照组夏黑葡萄的丙二醛含量为 $0.0245 \mu\text{mol/g}$,明显高于肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组,此时 C1、C2、C3、C4、C5 处理组的丙二醛含量分别为 0.0179 、 0.0202 、 0.0187 、 0.0184 、 $0.0200 \mu\text{mol/g}$ 。表明不同浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理一定程度上可以抑制夏黑葡萄内部丙二醛的产生,提高其适应环境的能力。

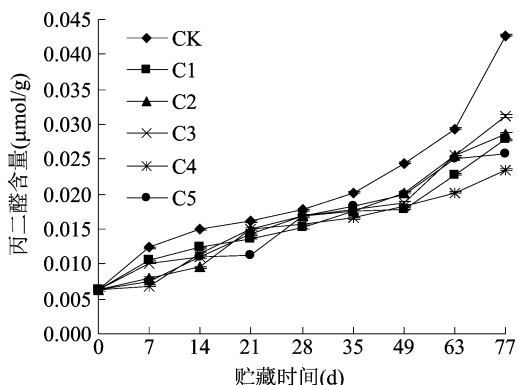


图2 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄丙二醛含量的影响

2.5 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄多酚氧化酶活性的影响

多酚氧化酶(PPO)可以将酚类氧化成醌,醌进一步聚合形成褐色素,从而导致果实组织褐变,影响其品质^[17]。从图3可以看出,肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜各个处理组和对照组的夏黑葡萄多

酚氧化酶活性随着贮藏时间的延长而呈现逐渐增强的趋势。在贮藏 0~7 d 内,各处理组和对照组之间没有明显的差异;在贮藏 14~77 d 期间,C4 处理组的多酚氧化酶活性明显低于对照组;在贮藏 35 d 时,C4 处理组葡萄的多酚氧化酶活性为 31.5 g/min (FW) ,对照组葡萄的多酚氧化酶活性为 45.5 g/min (FW) ,C1、C2、C3、C5 处理组的多酚氧化酶活性分别为 38.5 、 40.8 、 38.5 、 43.2 g/min (FW) ,此时 C4 处理组的多酚氧化酶活性明显低于其他各个处理组。可见,在一定贮藏时期内,不同浓度的肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜处理可以一定程度上抑制夏黑葡萄多酚氧化酶活性的升高,其中以 C4 处理抑制效果最好。

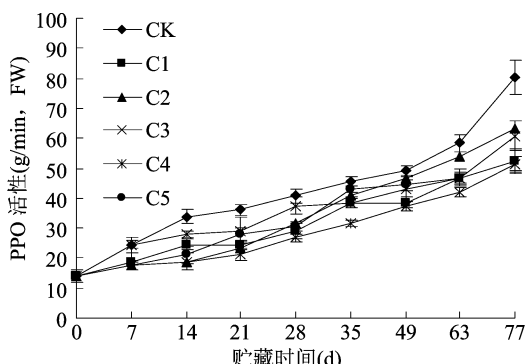


图3 不同浓度肉桂丁香提取物结合壳聚糖涂膜对夏黑葡萄多酚氧化酶活性的影响

3 讨论与结论

葡萄采摘后,虽然失去了水分等营养物质供给,但生命活动并没有终止。葡萄采摘后是一个从成熟到衰老的过程;而这个过程的变化速度,与其采摘后的各种生理指标(落粒、丙二醛含量、多酚氧化酶活性等)密切相关^[16,18]。肉桂和丁香具有良好的抗菌活性,且 CTS 是一种天然可食性高分子多糖,安全无毒无害,可以用于果蔬的贮藏保鲜^[5]。因而将肉桂和丁香配伍组合结合 CTS 涂膜用于采后夏黑葡萄的保鲜,探讨不同浓度的肉桂和丁香二者配伍的提取物结合壳聚糖涂膜处理对夏黑葡萄采后生理的影响,具有重要意义。不同浓度的肉桂和丁香配伍的提取物结合 CTS 涂膜处理,对夏黑葡萄的采后生理影响并不是随其浓度的增加而增强,本研究也证明了这一点。艾有伟等已证实了肉桂和丁香具有良好的抑菌活性^[19-20]。夏黑葡萄的落粒率随着贮藏时间的延长而增加,这与孙思胜等使用不同浓度的复方中药提取物(丁香、广藿香、桑

叶、肉桂)以及不同浓度的丁香复合桑叶提取物处理夏黑葡萄后得出的关于落果率的研究结果^[3,9]一致,且贮藏时间比不同浓度的复方中药提取物(丁香、广藿香、桑叶、肉桂)以及不同浓度的丁香复合桑叶提取物处理的夏黑葡萄延长 20 d 左右^[3,9]。同时,不同浓度的肉桂和丁香配伍的提取物结合 CTS 涂膜各个处理组的落粒率与腐烂率的保鲜贮藏效果明显优于对照组。夏黑葡萄的失质量率随着贮藏时间的延长而升高,与张亚楠使用不同货架温度处理红提葡萄以及 1-MCP 处理巨峰葡萄后得出的关于失质量率的研究结果^[14]一致。本研究中试验夏黑葡萄可滴定酸含量随着贮藏时间的延长呈现先上升后下降,与栗丽萍等的研究结论^[21]不一致,栗丽萍等用大黄、丁香等中草药中提取的有效成分作为涂膜剂处理巨峰葡萄后得出其可滴定酸含量随着贮藏时间增长而下降的结论^[21],可能是由于葡萄品种不同导致的。随着贮藏时间延长,夏黑葡萄的丙二醛含量逐渐上升,这与孙思胜等使用不同浓度的丁香复合桑叶提取物处理夏黑葡萄^[3]以及王霄倩等研究保鲜红地球葡萄测定出的丙二醛含量的结果^[22]一致。夏黑葡萄多酚氧化酶活性随着贮藏时间的延长而呈现逐渐升高的趋势,这与李桂峰研究发现的相同浓度的壳聚糖可食性膜对鲜切葡萄的多酚氧化酶活性的影响结果^[23]一致。

夏黑葡萄果实采摘后的生理指标主要包括落粒率、失质量率、可滴定酸含量、丙二醛含量和多酚氧化酶活性,通过表面观测和生理测定发现,在整个贮藏期内,与对照组相比,不同浓度的丁香和肉桂复方提取液复合壳聚糖涂膜可以有效抑制夏黑葡萄的落粒率、失质量率、可滴定酸含量和丙二醛含量的升高,延缓夏黑葡萄采摘后和多酚氧化酶活性升高的速度。其中,以肉桂复合丁香提取物结合壳聚糖涂膜的 C4 处理(9 g/L 肉桂 + 20 g/L 丁香 + 1.5% 壳聚糖)在抑制落粒率、可滴定酸含量、丙二醛含量、多酚氧化酶活性升高等方面效果较好,并且一定程度上保持了夏黑葡萄的含水量。

参考文献:

- [1] 邓毅,杨雪莲,刘进平,等. 鲜食葡萄保鲜研究新进展[J]. 绿色科技,2017(5):29-31.
- [2] 徐世彦,程琳琳,惠竹梅. 几种生长调节剂在夏黑葡萄上应用效

- 果的研究[J]. 陕西农业科学,2016,62(12):6-8.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] 胡溪育. 壳聚糖对水果保鲜作用的研究进展[J]. 黑龙江科学, 2014,5(6):133-134.
- [6] 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,2016,37(6):272-277.
- [7] 王挥,龚吉军,唐静,等. 肉桂与桉叶复合精油处理对“夏黑”葡萄保鲜质量的影响[J]. 食品安全质量检测学报,2016,7(9):3703-3709.
- [8] 国家药典委员会. 中国药典[M]. 北京:中国医药科技出版社,2015.
- [9] 孙思胜,吴泽慧,李光辉,等. 不同浓度的复方中药提取物对“夏黑”葡萄采后贮藏品质的影响[J]. 北方园艺,2019(22):120-126.
- [10] 孙思胜,张化阁,李光辉,等. 不同中药提取物对“夏黑”葡萄保鲜效果的影响[J]. 食品工业,2018,39(4):96-99.
- [11] 孙思胜,陈丽,张化阁,等. 中草药提取物对夏黑葡萄保鲜及贮藏品质的影响[J]. 现代农业科技,2017(22):246-248.
- [12] 黄巍,王建清,高康,等. 丁香精油涂布纸箱对水蜜桃的保鲜效果[J]. 包装工程,2017,38(9):25-30.
- [13] 王彩霞,杨卫军. 壳聚糖对大枣的冷藏保鲜效果[J]. 江苏农业科学,2015,43(6):239-241.
- [14] 张亚楠. 温度和 1-MCP 对巨峰红提葡萄货架品质的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2015.
- [15] 黄赫雁,韩春然,李煜,等. 香菇多酚氧化酶活性测定方法的改进[J]. 农产品加工(上半月),2016,21(11):32-37.
- [16] 陈浩. 1-MCP 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 复合新型保鲜剂对红提葡萄采后生理及保鲜技术研究[D]. 西安:陕西师范大学,2019.
- [17] 杜惠,王春明,郭建国,等. 葡萄生单轴霉菌对葡萄几种防御酶活性的影响[J]. 江苏农业科学,2019,47(15):151-154.
- [18] 陈浩,张润光,付露莹,等. 1-MCP 与 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ 复合保鲜剂对“红提”葡萄采后生理及贮藏品质的影响[J]. 中国农业科学,2019,52(7):1192-1204.
- [19] 艾有伟,王丽梅,闫虎山. 常用香辛料提取物抑菌活性研究[J]. 食品工业,2018,39(9):167-170.
- [20] 彭方杰,朱丹,牛广财,等. 香辛料提取物对葡萄主要致病菌抑菌效果的研究[J]. 中国食品添加剂,2017(9):129-132.
- [21] 栗丽萍,王寿东,王燕荣. 中草药提取液对巨峰葡萄保鲜效果的研究[J]. 食品工业,2013,34(1):87-88.
- [22] 王霄倩,王俊芳,刘孝勇,等. 不同保鲜处理对红地球葡萄低温贮藏效果的影响[J]. 食品工业,2016,37(12):98-102.
- [23] 李桂峰. 可食性膜对鲜切葡萄生理生化及保鲜效果影响的研究[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2005.