

保鲜剂结合低压静电场处理对红梅杏贮藏品质的影响及其相关性分析

Effects of preservatives combined with low-voltage electrostatic field on the storage quality of *Prunus armeniaca* L. and the analysis of its relative correlation

杨亚丽^{1,2} 刘慧燕^{1,2} 杨文丽^{1,2} 张浩宇^{1,2}

YANG Ya-li^{1,2} LIU Hui-yan^{1,2} YANG Wen-li^{1,2} ZHANG Hao-yu^{1,2}

姜 昌³ 方海田^{1,2} 张光弟^{1,2}

JIANG Chang³ FANG Hai-tian^{1,2} ZHANG Guang-di^{1,2}

(1. 宁夏食品微生物应用技术与安全控制重点实验室, 宁夏 银川 750021; 2. 宁夏大学农学院, 宁夏 银川 750021; 3. 宁夏红梅杏科技发展有限公司, 宁夏 固原 756000)

(1. Ningxia Key Laboratory of Food Microbial Application Technology and Safety Control, Yinchuan, Ningxia, 750021, China; 2. School of Agriculture, Ningxia University, Yinchuan, Ningxia, 750021, China; 3. Ningxia Hongmeixing Technology Development Co., Ltd., Guyuan, Ningxia, 756000, China)

摘要:以红梅杏为试材,采用0.5 $\mu\text{L/L}$ 的1-MCP滴灌熏蒸结合3个不同缓释速度(1/2片剂、1片剂为和2片剂分别为py1、py2和py3处理)的 SO_2 保鲜剂对红梅杏进行处理,并于低温(0.0 ± 0.8) $^{\circ}\text{C}$ 低压(200 mV)静电场(LVEF)贮藏。结果表明,3种处理均能不同程度有效提高红梅杏采后贮藏品质,降低冷害程度。整个贮藏期,py3处理的褐变指数最小,贮藏30 d时对照组的褐变率达到10%以上,而处理组的褐变率 $< 6\%$ 。贮藏40 d时,py2处理的硬度明显高于对照组,py2处理、py3处理和py1处理的 V_c 含量分别是对照组的1.81、1.74、1.58倍,py2处理感官和口感评价分别为对照组的2.56、2.26倍。3组处理中py2处理的杏果实贮藏保鲜效果最好,较对照组延长了20~25 d,同时进行 SO_2 残留量分析,3个处理的 SO_2 残留量范围为5.00~25.00 mg/kg,均低于中国食品添加剂的限量(≤ 50 mg/kg)标准。

关键词:红梅杏;缓释型 SO_2 保鲜剂;低温;低压静电场;

贮藏品质;相关性分析

Abstract: Red plum apricot was used as the test material, and 0.5 $\mu\text{L/L}$ of 1-MCP drip irrigation fumigation was used in combination with 3 different sustained release rates (1/2 tablets, 1 tablet and 2 tablets were py1, py2, and py3 treatment groups, respectively.) SO_2 preservative treated red plum apricot and stored at low temperature (0.0 ± 0.8) $^{\circ}\text{C}$ low voltage (200 mV) electrostatic field (LVEF). The results showed that all three treatments could effectively improve the postharvest storage quality of red plum apricot and reduce the degree of cold damage. During the entire storage period, the browning index of the py3 treatment group was the smallest, and the browning rate of the control group reached more than 10% after 30 days of storage, while the browning rate of the treatment group was less than 6%, and the hardness of the py2 treatment group was significantly higher than that of the control. The V_c content of the control group and the py2, py3 and py1 treatment group was 1.81, 1.74, and 1.58 times that of the control group, and the sensory and mouthfeel evaluations of py2 treatments, was 2.56 and 2.26 times of the control group, respectively. Among the three treatments, the apricot fruit in the py2 treatment group had the best storage and preservation effect, which was 15 to 25 days longer than the control group. At the same time, the SO_2 residue analysis was performed. Lower than the national food additive limit of Chinese food (≤ 50 mg/kg) standard.

基金项目:宁夏回族自治区重大研发计划项目(编号:2018BEG02010);宁夏回族自治区重点研发计划项目(编号:2017BY071);宁夏食品微生物应用技术与安全控制重点实验室平台建设项目(编号:2018-2020)。

作者简介:杨亚丽,女,宁夏大学在读硕士研究生。

通信作者:刘慧燕(1977—),女,宁夏大学副教授,硕士。

E-mail: liuhuy@nxu.edu.cn

收稿日期:2020-03-06

Keywords: red plum apricot; slow release SO₂ preservative; low temperature; low voltage electrostatic field; storage quality; correlation analysis

红梅杏(*Prunus armeniaca* L.)又名新疆杏,通常采用山杏做为砧木嫁接繁殖,具有耐寒、耐旱、耐贫瘠等特性^[1]。作为南部山区脱贫优势品种,因其产地位置独特,造就了红梅杏果实早熟、色泽鲜红、核肉不粘等特性,深受广大群众和客商的喜爱^[2]。当前红梅杏以销售鲜果为主,鲜果销售期仅为5~7 d,贮藏保鲜等环节严重制约着红梅杏产业的发展,成为当前和今后一个时期亟待解决的问题^[3]。

SO₂类保鲜剂可延缓果实生理衰老,防止食品褐变^[4],但SO₂类保鲜剂使用过量,会使食物中SO₂残留量超标,对人体产生伤害。近年来,SO₂类保鲜剂常用于葡萄采后贮藏保鲜,是普遍使用的一种防腐保鲜剂。佟继旭等^[5]研究表明,SO₂类保鲜剂能够有效维持葡萄营养品质和风味,降低采后呼吸速率。低温贮藏是果实采后贮藏保鲜最常用的方法之一^[6],但在低温贮藏时易产生冷害,是限制贮藏效果的主要因素。白国荣等^[7]研究发现,冰温能够有效降低新疆吊干杏果的腐烂率,减少丙二醛积累,有效提高贮藏品质,延长贮藏期。Luo等^[8]研究表明,1-MCP结合低温贮藏能够有效抑制小白杏果实呼吸强度和乙烯释放量的上升及果实软化相关酶等的活性。郭东起等^[9]研究发现,蜂胶提取物可保持杏果实的感官评价。低压静电场(LVEF)是一种新型的果蔬保鲜技术,李金娜等^[10]研究表明,LVEF处理有效提高了枣果实贮藏品质,延长了果实后熟。李海波等^[11]发现,在低压静电场作用下,能够有效降低舟山杨梅总酸的消解和总糖的消耗,对腐烂指数、失重率、硬度等的降低得到明显抑制。

杏果为典型的呼吸跃变型果实,对乙烯极为敏感,乙烯处理可促进其衰老,而1-甲基环丙烯(1-MCP)是一种新型乙烯受体抑制剂,具有延缓果实采后成熟衰老,减轻冷害和提高抗病性等诸多作用。SO₂类保鲜剂可延缓果实生理衰老,LVEF技术是一种新型果蔬静态保鲜方法,但这两种方法结合起来在红梅杏贮藏保鲜中的应用鲜有报道。试验拟以红梅杏为试材,探究0.5 μL/L的1-MCP处理杏果后,缓释型SO₂保鲜剂结合低温LVEF处理对红梅杏贮藏品质和低温冷害程度的影响,并进一步分析SO₂保鲜剂的残留安全及由于保鲜剂应用带来的果实品质变化之间的相关性,为红梅杏的采后保鲜贮藏提供科学理论依据和有效的技术指导。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

红梅杏:于2019年7月15日采自宁夏固原市原州

区,宁夏红梅杏科技发展有限公司;

氢氧化钠:分析纯,新光化工试剂厂;

酚酞:指示剂,天津市大茂化学试剂厂;

草酸、2,6-二氯酚靛酚钠:分析纯,天津市化学试剂一厂;

萘酚:分析纯,安徽酷尔生物工程有限公司。

1.1.2 主要仪器

硬度计:GY-2型,德国Gerhardt公司;

数显糖度计:PAL-3型,广州市爱宕科学仪器有限公司;

实验室超纯水器:UPT型,深圳市广川环保科技有限公司;

电子天平:FB224型,北京佳源兴业科技有限公司。

1.2 方法

1.2.1 采后处理 杏果实运回后立即装入300 L塑料容器内,将浓度为0.5 μL/L的1-MCP放入烧杯置于密闭的塑料容器,用塑料膜封口,再通过滴管将所需的水量加入烧杯(形成高CO₂低O₂的环境),处理时间8~12 h(温度18~25 ℃),处理结束后迅速筛选无晒伤,无病虫害,大小一致底色明显可见浅黄—果顶微绿的杏果实,立刻装入市售针刺PE保鲜袋(厚度0.02 mm),每袋装(1.0±0.1) kg的杏果。对照(CK)组及py1、py2、py3处理组分别加入0、1/2、1、2片绿达牌缓释型二氧化硫保鲜剂(1/2片剂和1片剂用面巾纸包,2片剂为商业出售PE膜包装),保鲜剂包好用针头扎10个小孔,放入对应设计计量,扎口(扎口时保鲜袋内留有空气)装入蓝色周转箱,入低温低压静电保鲜库,每隔10 d取样测定,每个处理重复3次。

1.2.2 理化指标的测定

(1) V_c含量:参照文献^[12]。

(2) 总酸含量(TA):参照文献^[13]。

(3) 可溶性固形物含量(TSS):采用数显糖度计测定,取25 g切碎混合样放入纱布包裹后放入压蒜器中压取滤液滴入数显糖度计,摇匀,直接读数。

(4) 硬度:参照文献^[14]并稍作修改(将探针用橡皮固定以进入果肉3 mm为标准,将插头插入杏果实轴对称的3个部位并记录数值)。

1.2.3 果肉褐变率和褐变指数的分析 参照文献^[15]并稍修改:每次测定时随机取20个杏果实进行分级。共分4级,0级,果肉切面无褐变;1级,0<果肉切面褐变面积≤1/4;2级,1/4<果肉切面褐变面积≤2/4;3级,2/4<果肉切面褐变面积≤3/4;4级,3/4<果肉切面褐变面积<1。果肉褐变率和褐变指数分别按式(1)、(2)计算:

$$R = \frac{A_1}{A_2} \times 100\%, \quad (1)$$

$$C = \sum \frac{m_1 \times m_2}{m_3 \times m_4}, \quad (2)$$

式中:

R ——果肉褐变率,%;

A_1 ——果肉褐变果数;

A_2 ——处理样品果数;

C ——褐变指数;

m_1 ——褐变级别;

m_2 ——相应级别果实数;

m_3 ——最高级别;

m_4 ——总果数。

1.2.4 冷害指数 参照文献[16]并稍作修改,冷害程度共分 5 级,0 级(未发生);1 级(冷害面积 $\leq 25\%$);2 级($25\% \leq$ 冷害面积 $\leq 50\%$);3 级($50\% \leq$ 冷害面积 $\leq 75\%$);4 级($75\% \leq$ 冷害面积 $\leq 100\%$)。冷害指数按式(3)计算:

$$P = \sum \frac{B_1 \times B_2}{4 \times B_3} \times 100\%, \quad (3)$$

式中:

P ——冷害指数,%;

B_1 ——冷害级数;

B_2 ——相应果数;

B_3 ——每种处理的总数。

1.2.5 感官及口感评价 红梅杏的感官评价,根据红梅杏的整体可接受程度,包括颜色、失水、变软、褐变、腐烂程度及风味进行打分。口感评价通过每人选择 4~5 个红梅杏,品尝其味道,根据红梅杏的脆度、甜度、是否有异味等因素对其进行口感的整体打分,满分 10 分。评测小组由 10 名本专业人员组成,去掉最高分和最低分得到平均值即为最终得分,杏果实感观及口感评价标准为:9 分以上(极佳);7~9 分(很好);5~7 分(较好),销售受限;3~5 分(较差),食用受限;1 分(极差),无法食用[17]。

1.2.6 SO_2 残留量的测定 按 GB 5009.34—2016《食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定》执行。

1.3 数据分析

利用 Excel 2003 进行数据整理,Origin 8.5 进行制图,SPSS 20 数据处理软件进行相关性分析。

2 结果分析

2.1 对杏果实硬度和 V_C 含量的影响

基于前期对 1-MCP+壳聚糖浓度筛选的结果[18],采用 $0.5 \mu\text{L/L}$ 的 1-MCP 滴灌熏蒸处理杏果 12 h 后,用不同浓度的缓释型 SO_2 保鲜剂处理,测定了低温 LVEF 处理对不同贮藏期杏果实硬度和 V_C 含量的影响(图 1)。结果发现,随着贮藏时间的增加,各处理的硬度呈先上升后下降的趋势,贮藏 10 d 时,py2 处理硬度达到最大,其值为 3.73 kg/cm^2 ,随后缓慢下降。贮藏 50 d 时,py2 处理硬度值与第 10 天相比下降了 17%,贮藏 50 d 内,对照组的硬度始终低于 3 个处理组,说明低温 LVEF 协同 1-MCP 结合缓释型 SO_2 保鲜剂能很好地维持杏果实的质地。贮藏 30 d 后,py2 处理的杏果实硬度下降速率较其他处理组缓慢,说明 py2 处理对杏果实的贮藏保鲜效果有很好的保持作用。

由图 1(b)可知,随着贮藏时间的延长, V_C 含量呈不断下降的趋势,对照组下降速率最快,py3 下降缓慢,且处理组 V_C 的含量均高于对照组。贮藏 50 d,py3 和 py2 处理的 V_C 含量最高,py1 次之,对照组最低,其值分别为 $5.76, 5.55, 5.03, 3.19 \text{ mg/100 g}$,较测定初期分别下降了 29.84%,32.40%,38.73%,61.15%,其中,py1 下降最快,py3 下降最慢,与对照组相比,py3 处理与对照组差异显著($P < 0.05$)。由此可得,py3 处理能够有效抑制杏果实中 V_C 含量的下降。

2.2 对杏果实总酸和总糖的影响

从图 2(a)可知,随着贮藏时间的增加,对照组和 py1 处理的总酸含量呈先下降后上升再下降的趋势。贮藏 10 d 后,py1 和 py2 处理总酸含量下降缓慢,贮藏第 10 天

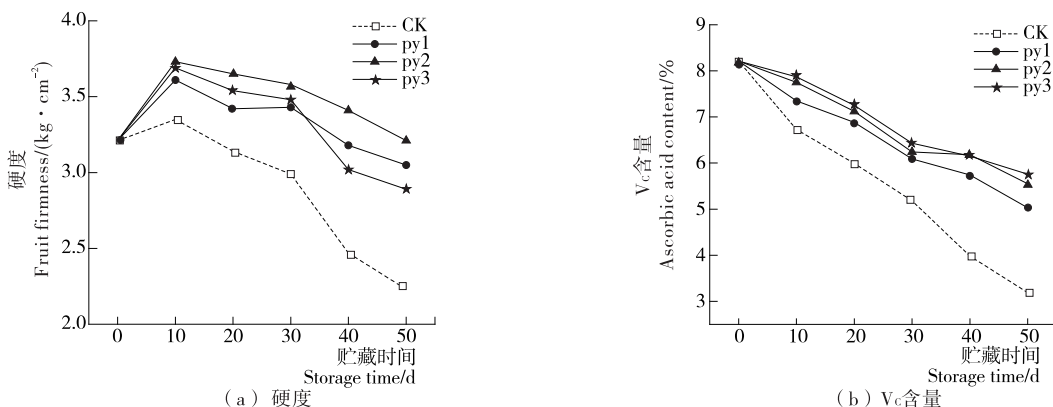


图 1 不同处理对杏果实硬度和 V_C 含量的影响

Figure 1 Effects of different treatments on apricot fruit hardness and V_C content

时,py2 处理显著高于对照组($P<0.05$)。贮藏 30 d 时,py3 处理高于对照组 16%;贮藏 10,40,50 d 时,py2 处理的总酸含量分别高于对照处理 21.67%,14.56%,19.6%,说明 py2 处理能有效延缓贮藏后期总酸含量的降低。

由图 2(b)可知,不同处理杏果实总糖含量均高于对照组,随着贮藏时间的延长,呈先增加后降低再增加再降低的趋势,杏果实在贮藏初期的总糖含量为 10.15%,

贮藏 10 d 时,各处理杏果实的总糖含量达到了最大值,且 CK、py1、py2 和 py3 的值分别为 10.82%,11.13%,11.26%,11.68%。贮藏 30 d,py1 的含糖量最低(为 9.55%),而 py3 处理的含糖量最高(为 10.68%),二者相差 10.58%。说明缓释型 SO_2 保鲜剂协同低温 LVEF 结合 1-MCP 处理对延缓果实总糖含量的降低有一定的作用。

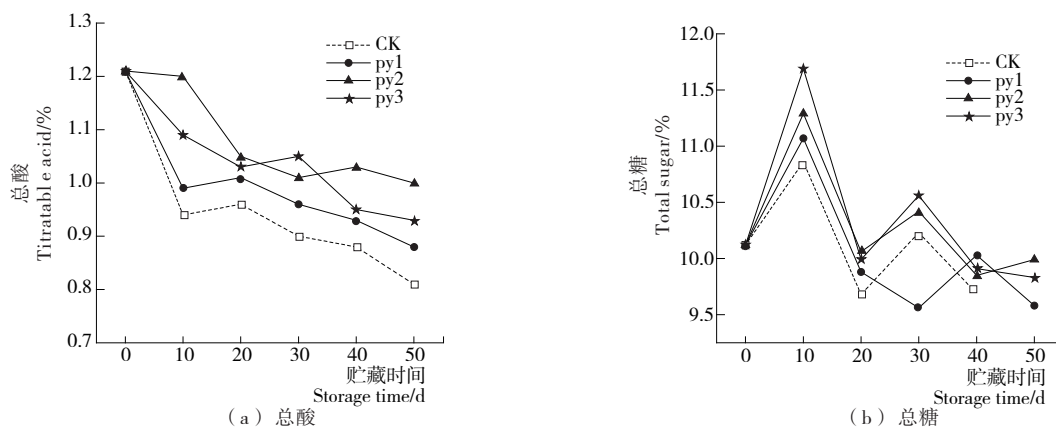


图 2 不同处理对杏果实总酸和总糖含量的影响

Figure 2 Effect of different treatments on total acid and total sugar content of apricot fruits

2.3 对杏果实感官品质的影响

从图 3 可以看出,各处理的感官及口感均随贮藏时间的延长呈下降趋势,下降速度依次为:对照组>py1 处理>py3 处理>py2 处理。对照处理在第 10 天时感官和口感迅速下降,贮藏 20 d 时由于其水分流失,甜味变淡,杏果实特有的风味消失,使口感和感官分别比贮藏初期下降了 44%,42%,销售受限,贮藏 30 d 后食用受限。py3 处理在贮藏 20 d 时杏果实品质较好,贮藏 30 d 时由于该组杏果实褐变率逐渐增加,使得感官和口感下降速

度快,同时杏果实甜味变淡,特有的风味消失,贮藏 40 d 后销售受限。而 py2 处理的杏果实在贮藏前 40 d,始终具有很好的感官和口感,相比对照组,至少延长杏果实贮藏期 10 d。说明不同处理均能提高杏果实贮藏期的感官品质。

2.4 对杏果实褐变率和褐变指数的影响

红梅杏经过 1-MCP 和不同浓度的缓释型 SO_2 保鲜剂处理,在低温 LVEF 条件下,果肉褐变情况如图 4 所示。随着贮藏时间的延长和缓释型 SO_2 保鲜剂浓度的增

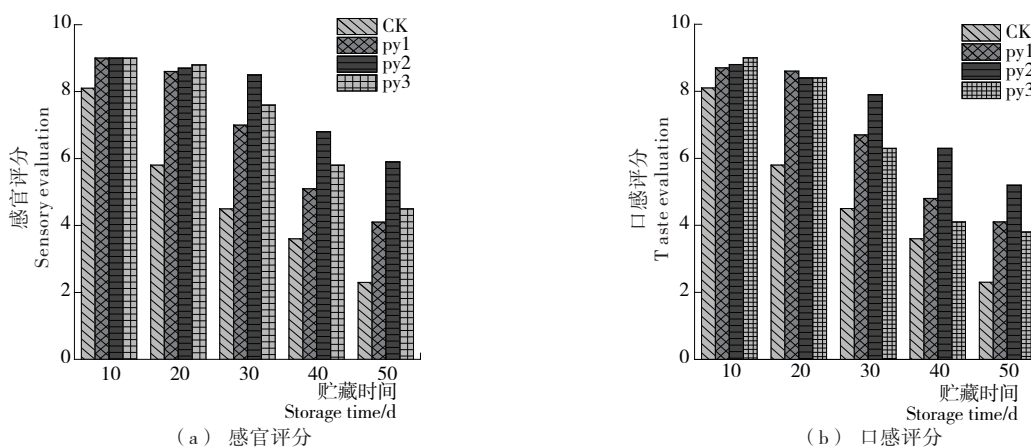


图 3 不处理对杏果实口感和感官评价的影响

Figure 3 Effect of untreated on apricot fruit taste and sensory evaluation

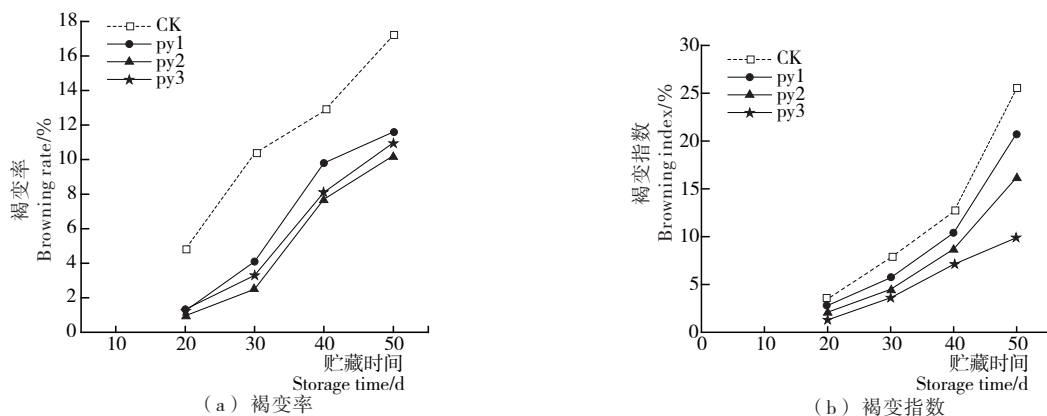


图 4 不同处理对杏果实果肉褐变的影响

Figure 4 Effect of different treatments on browning of apricot fruit pulp

加,果肉褐变率和褐变指数都升高,褐变程度都在加重,对照组的褐变率明显高于处理,且 py2 处理的褐变率与对照组差异显著($P<0.05$),贮藏 0~10 d 时各处理的褐变率和褐变指数均为 0,贮藏 10 d 时对照组的褐变率为 4.8%,而处理未出现褐变。贮藏 30 d 时对照处理褐变率超过 10%,分别是 py2、py2 和 py3 处理的 1.37、2.35、1.65 倍。贮藏 50 d 时对照组的褐变率均超过了 10%,对照组的果肉褐变指数为 25.5,py2 和 py3 处理分别比对照组降低 22%和 62%,py3 处理的褐变指数最小,且 py3 处理片剂的褐变指数显著低于对照组($P<0.05$)。

2.5 对 SO_2 残留量和冷害指数的影响

经不同缓释速度的 SO_2 保鲜剂处理杏果实,各处理组在贮藏期间内果肉中 SO_2 残留含量均 $<22.5 \text{ mg/kg}$,符合 GB 5009.34—2016《食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定》中规定的限量标准($\leq 50 \text{ mg/kg}$),整个贮藏期内各处理均能测出二氧化硫的残留,检出率为 100%,超标率为 0。由图 5 可知,由于不同缓释剂的用量和释放

速度不同,使杏果实 SO_2 残留量也不相同,贮藏前 15 d 各处理的残留量均快速增长,分别达到了 12.34、12.65、12.86 mg/kg ,随后 10~50 d,py1、py2 和 py3 处理呈先增加后降低、先增加后降低再增加和先降低后增加再降低再增加的趋势,说明低温 LEVF 处理能够有效抑制 SO_2 的释放速率。贮藏 20 d 时,py1 和 py2 处理达到了最大,分别为 13.55、15.76 mg/kg ,且 py2 处理是 py3 处理的 1.30 倍。贮藏 50 d 时,py3 和 py2 处理显著高于 py1 处理,且差异显著($P<0.05$),分别是 py1 处理的 2.31 倍和 3.83 倍,而 py2 和 py3 处理差异不显著。

如图 5(b)所示,随着贮藏时间的延长,果实冷害症状不断加重,贮藏 20 d,对照组杏果实出现冷害症状,而缓释型 SO_2 保鲜剂结合 LEVF 处理的杏果实冷害症状较对照组晚出现 10 d。贮藏 50 d,py1、py2 和 py3 处理组的冷害指数分别为 0.18、0.16、0.13,分别较对照组降低了 52.63%、57.89%、65.79%,二者之间差异极显著($P<0.01$),说明低温 LEVF 处理杏果实可以显著抑制冷害症

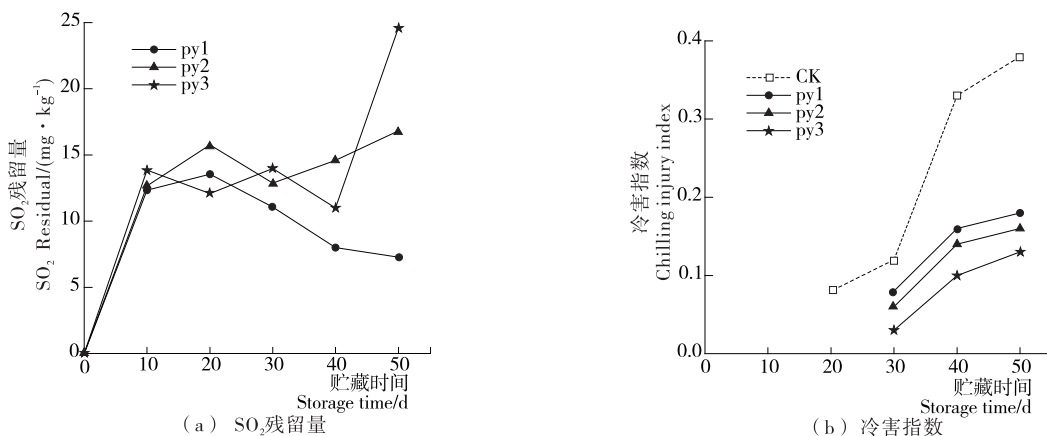


图 5 不同处理对杏果实 SO_2 残留量和冷害指数的影响

Figure 5 Effects of different treatments on SO_2 residue and chilling injury index of apricot fruits

表 1 杏果实各指标间的相关分析[†]

Table 1 Correlation analysis of various indexes of apricot fruits

指标	冷害指数	褐变指数	褐变率	总酸	总糖	V _C	硬度	感官评价	口感评价	SO ₂ 残留量
冷害指数	1.000									
褐变指数	0.916	1.000								
褐变率	0.954 *	0.974 *	1.000							
总酸	-0.918	-0.987 *	-0.993 * *	1.000						
总糖	-0.756	-0.565	-0.546	0.326	1.000					
V _C	-0.876	-0.957 *	-0.980 *	0.950 * *	0.512	1.000				
硬度	-0.984 *	-0.969 *	-0.990 *	0.420	0.721	0.658	1.000			
感官评价	-0.946	-0.971 *	-1.000 * *	0.989 * *	0.718	0.986 * *	0.990 * *	1.000		
口感评价	-0.925	-0.942	-0.991 * *	0.928 * *	0.513	0.993 * *	0.711	0.996 * *	1.000	
SO ₂ 残留量	-0.153	-0.426	-0.211	0.102	-0.062	0.047	0.101	0.064	-0.010	1.000

[†] * . 在置信度(双侧)为 0.05 时,相关性是显著的, * * . 在置信度(双侧)为 0.01 时,相关性是显著的。

状出现的时间和冷害程度。

2.6 各指标影响的相关性分析

如表 1 所示,冷害指数与褐变指数呈正显著相关,与褐变率呈正相关,与总糖、总酸、硬度、V_C、感官和口感评价、SO₂残留量呈负相关;褐变指数与褐变率呈正相关,与总酸、V_C、硬度、感官评价呈负相关,与口感评价和二氧化硫呈负相关;褐变率与总酸、感官评价、口感评价呈负极显著相关(0.991~1.000),与 V_C、硬度呈负相关;总酸与 V_C、感官评价、口感评价呈极显著正相关(0.928~0.989);V_C与感官评价、口感评价呈极显著正相关;硬度与感官评价呈极显著正相关,感官评价与口感评价呈极显著正相关;总酸与褐变率、V_C与总酸,感官评价与褐变率、总酸、V_C、硬度呈极显著正相关(0.986~0.990);口感评价与褐变率呈极显著负相关;口感评价与总酸、V_C、和感官评价呈极显著正相关;其中二氧化硫与褐变指数、褐变率呈负相关,与总酸、硬度呈正相关,与总糖、口感评价相关性小(相关系数为 0.062~0.010),与感官评价、V_C相关性小(相关系数为 0.047~0.064)。

3 结论

试验选择了 0.5 μL/L 的 1-MCP 滴灌熏蒸处理杏果,探究缓释型 SO₂ 保鲜剂结合低温[(0.0±0.8)℃]低压(200 mV)静电场处理对杏果实贮藏品质的影响。结果表明:整个贮藏期间处理组的褐变率明显低于对照组,其中 py3 处理的褐变指数最小。贮藏 50 d 时,对照组的褐变指数是 py3 处理的 2.58 倍。贮藏 40 d 时,py₂ 处理的硬度显著高于对照组,是对照组的 1.38 倍。贮藏 30 d 时,py3 处理的总糖明显高于 py1 处理,是 py1 处理的 1.12 倍。贮藏 40 d 时,py₂ 和 py3 处理 V_C 含量显著高于对照组,分别是对照组的 1.56 和 1.50 倍。说明缓释型 SO₂ 保鲜剂结合低温低压静电场处理均能不同程度地提高杏果实的贮藏品质,其中 py2 处理的保鲜效果较好,可以有效延

缓总酸的消耗和总糖的降解,使杏果实贮藏期间保持良好的品质。在低温低压静电场处理条件下,3 种处理的杏果实 SO₂ 残留量均在 GB 5009.34—2016《食品安全国家标准 食品中二氧化硫的测定》规定的 SO₂ 残留允许值(≤50 mg/kg)范围内,且不同程度地延长了红梅杏的贮藏期和降低低温冷害程度,说明缓释型 SO₂ 保鲜剂结合低温低压静电场处理值得在红梅杏贮藏保鲜方面进行推广。

参考文献

[1] 白岗栓,杜社妮,郑纪勇,等. 宁南山区红梅杏桃小食心虫的发生与防治[J]. 安徽农业科学, 2019(13): 136-140.

[2] 景博,马国涛,杨文海,等. 固原市红梅杏产业发展现状及其制约气象因素分析[J]. 农业科技与信息, 2018(12): 69-71.

[3] 冯玉龙. 固原市原州区北部川塬区林业产业发展探讨[J]. 现代农业科技, 2014(12): 194, 199.

[4] 侯媛媛,朱璇,韩江,等. 水杨酸处理对杏果实冷害及组织结构的影响[J]. 食品科技, 2013, 38(10): 51-55.

[5] 佟继旭,朱志强,赵瑞瑞,等. 不同 SO₂ 保鲜剂对红地球葡萄采后贮藏品质的影响[J]. 农产品质量与安全, 2019(1): 19-23.

[6] 王凤超. 二氧化硫处理对鲜食葡萄贮藏病害及生理的影响[D]. 乌鲁木齐: 新疆农业大学, 2013: 2-3.

[7] 白国荣,郭敏瑞,卢娣,等. 冰温贮藏对新疆吊干杏保鲜效果的影响[J]. 食品科学, 2019, 40(13): 260-266.

[8] LUO Yan, LI Bei. Effects of 1-MCP combined with low temperature storage on postharvest softening and related enzyme activity of apricot fruits[J]. Storage and Process, 2018, 18 (3): 43-48.

[9] 郭东起,张婷. 蜂胶提取物对库车小白杏的冷藏保鲜效果[J]. 北方园艺, 2017(16): 142-146.

(下转第 206 页)

量和补充液的内容物含量,未来研究的重点将继续探究并优化保持人体的体液平衡的关键参数,保障运动员,军事人员和户外高强度工作人员的安全,进一步提高体能。

参考文献

- [1] 钱远宇,刘杰,王鑫鑫,等.不同口服补液方法预防运动性横纹肌溶解症的对比研究[J].军医进修学院学报,2011(11):31-33.
 - [2] 郭强斌,苗苗,黄玉山,等.低氧训练中糖—电解质饮料补充对机体水平衡及运动能力的影响[J].体育学刊,2008(3):113-117.
 - [3] 王清兰,张梅岭.口服补液盐的临床应用与动物试验研究[J].畜牧兽医学报,1991,22(2):140-143.
 - [4] 郭强.运动饮料与运动能力相关关系的研究[J].体育科技文献通报,2011(8):134-135,137.
 - [5] 朱海龙,尹清.普通外科手术患者早期口服补液与延迟口服补液的比较研究[J].中国社区医师,2016(15):106-107.
 - [6] 肖军秀,王娟.运动饮料的研究进展[J].食品研究与开发,2019(4):154-163.
 - [7] 付蕾.补充不同组成成分运动饮料对耐力运动体液平衡指标的影响[D].上海:上海体育学院,2016:55-71.
 - [8] 黄敏,郑建仙,董庆亮,等.葛根复合固体饮料保护化学性肝损伤的研究[J].食品与机械,2017,33(2):152-161.
 - [9] 陈敏雄.运动饮料对人体运动能力的影响[J].体育研究与教育,2002,17(4):64-65.
 - [10] 杨则宜.运动饮料:人类健康新资源[J].食品与机械,2004,20(5):6-11.
 - [11] 黄兴,吴昊,姚婉婉.高温高湿环境中运动前补液方法及效果研究[J].湖北体育科技,2016(1):67-73.
 - [12] 张猛.富含牛奶蛋白的饮料对女性运动后能量摄入的影响[J].基因组学与应用生物学,2019(4):95-106.
 - [13] 张山佳.茶饮料对体育运动员运动功能的影响研究[J].福建茶叶,2017,39(6):33-34.
 - [14] 刘远鹏,张春丽,秦颖.运动饮料:水分、糖和电解质的补充及吸收[J].饮料工业,2006(6):17-22.
 - [15] 尚承林.运动饮料对运动能力的影响与作用[J].粮食流通技术,2016,11(21):5-7.
 - [16] 刘璐瑶,彭貽海.有氧运动中保持体液和电解质平衡的策略[J].山东体育学院学报,2016(1):73-75.
 - [17] 魏冰,张云龙,王文莹,等.运动饮料对运动人体代谢和运动能力的作用[J].中国食品学报,2007,7(3):37-42.
 - [18] 姚毓才,李可基,陈吉棣,等.复合功效成分运动饮料的人体试食效果及评价方法探讨[J].体育科学,2006,22(5):96-98.
 - [19] 林朝霞,陈园.运动饮料对体育运动功能的影响[J].食品安全质量检测学报,2019(8):2300-2303.
 - [20] 赵文双,额尔敦,马誉友,等.绿健运动饮料对运动员某些生理指标的影响[J].解放军医药杂志,2007,19(1):43-46.
 - [21] 胡森,侯经元,周国勇,等.口服补液对40%血容量失血大鼠组织灌流、脏器功能及存活率的影响[J].中华创伤杂志,2010,26(5):460-462.
 - [22] 张糯东,梅合介.等渗饮料的功能及发展现状[J].包装与食品机械,2016,34(3):62-65.
-
- (上接第 109 页)
- [12] YE H T S, CHUANG H L, HUANG W C, et al. *Astragalus membranaceus* improves exercise performance and ameliorates exercise-induced fatigue in trained mice[J]. Molecules, 2014, 19(3): 2793-2807.
 - [13] 于建斌,尹光文,何秋波,等.参芪片辅助治疗复发性生殖器疱疹的临床疗效及其免疫调节作用[J].中国中西医结合杂志,2001,21(11):831-833.
 - [14] 张海玉,朴惠顺,金在久,等.参芪合剂对环磷酰胺所致免疫抑制小鼠免疫和抗氧化功能的影响[J].吉林大学学报:医学版,2009,35(5):857-860.
 - [15] 李世芬,环飞,胡奇,等.参茸杞酒安全性评价及对小鼠免疫功能影响[J].食品科技,2019,44(9):77-81.
 - [16] 孙杰,胡奇,李世芬,等.番茄红素的安全性评价及对小鼠免疫功能的影响[J].食品科学,2015,36(9):170-175.
 - [17] 范治云,谭会萍,李志坤,等.三七参芪胶囊安全性评价及缓解体力疲劳功能的研究[J].食品研究与开发,2018,39(19):180-184.
 - [18] 肖云峰,李文妍,马睿婷,等.和辉胶囊的毒理学安全性评价[J].现代食品科技,2018,34(6):274-281.
 - [19] 秦珩,李世芬,胡奇,等.梅花鹿茸血冻干粉的安全性评价及缓解体力疲劳功能研究[J].食品与机械,2019,35(8):161-166.
-
- (上接第 125 页)
- [10] 李金娜.温度结合低压静电场对灵武长枣贮藏保鲜效果的研究[D].银川:宁夏大学,2019:29-30.
 - [11] 李海波,谢超,梁端萍,等.基于低压静电场技术(LVEF)协同低温对舟山杨梅保鲜过程中品质的影响[J].食品工业科技,2020,41(7):265-270.
 - [12] 马琳.壳寡糖复合其他保鲜剂对杏果贮藏品质的影响[D].北京:中国农业大学,2015:49.
 - [13] 张培书,何伍金,马关雪,等.“红阳”猕猴桃采后存放过程中的品质变化[J].北方园艺,2019(17):108-117.
 - [14] 朱新卫.精胺、亚精胺对杏果采后品质及生理效应的影响[D].乌鲁木齐:新疆农业大学,2014:27-28.
 - [15] 王志华,王文辉,佟伟,等.1-MCP结合降温方法对鸭梨采后生理和果心褐变的影响[J].果树学报,2011,28(3):513-517.
 - [16] NGUYEN T B T, KETSA S, DOORN W G V. Relationship between browning and the activities of polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia lyase in banana peel during low temperature storage[J]. Postharvest Biology and Technology, 2003, 30(2):187-193.
 - [17] 张继明,张新,李喜宏,等.灵武长枣简约冷链物流中蓄冷保温关键参数研究[J].食品工业,2018,39(1):132-135.
 - [18] 姜云斌,佟伟,王文辉,等.1-MCP处理对歇马杏采后保鲜效果的影响[J].辽宁农业科学,2009(2):10-13.