

抗菌性折耳根提取液对蓝莓保鲜效果的影响

王磊明, 李洋*, 张茜, 冯刚

(东北林业大学 工程技术学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 为探索蓝莓先进保鲜技术和充分利用折耳根的价值, 为蓝莓保鲜技术提供理论依据。将浓度分别为 0.2、0.6、1.0 g/mL 的折耳根提取液以及对照组 (蒸馏水) 对蓝莓进行涂膜处理, 测定在 4 ℃ 条件下各组处理蓝莓的硬度、失重率、TSS、花青素、可滴定酸、V_C、MAD 和 PPO 酶的活性随时间的变化趋势, 并对其指标随时间变化的值做了相关性分析。与对照组对比发现, 各浓度折耳根提取液对蓝莓都有保鲜效果, 随着浓度的增加保鲜效果增强, 并且蓝莓各保鲜指标之间具有一定的相关性。折耳根提取液可以用于蓝莓保鲜并为果蔬保鲜效果提供参考。

关键词: 蓝莓; 折耳根提取液; 保鲜指标; 相关性分析

Fresh-keeping of Antibacterial Houttuynia Extract to Blueberries

WANG Lei-ming, LI Yang*, ZHANG Xi, FENG Gang

(College of Engineering and Technology, Northeast Forestry University, Harbin 150040, Heilongjiang, China)

Abstract: To explore the advanced fresh-keeping technology of blueberries and fully utilize the value of houttuynia, and provide the theoretical basis for blueberry preservation technology. The blueberries were treated with 0.2, 0.6, 1.0 g/mL houttuynia extract and the control group (distilled water) respectively. Every group's diversification of blueberries in hardness, weight loss rate, TSS, anthocyanin, titratable acid, V_C, MAD and PPO enzyme activity were measured at 4 ℃, and the correlation was analyzed. Compared with the control group, it was found that all the extracts had a fresh-keeping effect on the blueberries, and the fresh-keeping effect increased with the increase of the concentration, and there was certain correlation between the fresh-keeping indexes. Houttuynia extract could be used to preserve blueberries and provide reference for the fresh-keeping effect of fruits and vegetables.

Key words: blueberries; houttuynia extract; preservation index; correlation analysis

蓝莓为杜鹃花科 (*Ericaceae*), 越橘属 (*Vaccinium-spp*) 植物中蓝果类型的果实, 小浆果, 近圆形或扁圆形, 并披一层白色果粉, 果肉细腻, 种子极小。蓝莓风味独特, 营养丰富, 抗氧化活性高, 堪称“世界水果之王”, 被联合国粮农组织列为人类五大健康食品之一^[1-2]。蓝莓果中含有丰富的花青素、黄酮类化合物等多种生理活性成分, 具有抗氧化活性^[3]和保健功能^[4]。在保鲜技术方面, 于刚等^[5]在距离紫外灯 15 cm 处对蓝莓进行 0、30、60、120、240 s 不同时间的 UV-C 辐射处理, 对蓝

莓进行 30、60、120 s 短波紫外线的处理, 都可以增强保鲜效果, 并且 60 s 处理时, 保鲜效果最佳。姜爱丽等^[6]采用体积分数为 99.9 % 的高 CO₂ 处理蓝莓果实 48、96、144 h, 使蓝莓的延长期增加到 50 d 左右。于悦等^[7]采用涂膜与生物防治结合的方法, 制成含茉莉酸甲酯的生物活性膜, 得到 1.5 % 海藻酸钠+0.3 % 甘油+10⁹ CFU/mL 罗伦隐球酵母+100 μmol/L 茉莉酸甲酯进行对蓝莓涂膜处理可以延长蓝莓的保鲜期。张平等^[8]采用 4 种调气嘴调控的塑料气调箱进行箱内气体成分变化规律及贮藏蓝莓的保鲜效果试验, 得到塑料箱式气调保鲜技术贮藏蓝莓适宜的气体浓度为: CO₂ 10 %~12 %, O₂ 6 %~9 %, 应用该技术贮藏蓝莓可比现有其它贮藏方法延长保鲜期 30 d~40 d。方海峰等^[9]探究了牛蒡对保鲜效果的影响, 得到牛蒡提取液可以用于果蔬

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目 (2572017 CB05); 黑龙江省教育厅人文社科研究项目 (12544018)

作者简介: 王磊明 (1992—), 男 (汉), 在读硕士研究生, 主要从事蓝莓保鲜技术研究。

* 通信作者: 李洋, 女, 副教授, 博士, 主要从事冷链技术研究。

保鲜,最佳使用浓度范围为 0.6 g/mL~0.8 g/mL。吴琼^[10]以壳聚糖和海藻酸钠为成膜材料制备复合保鲜膜,弥补了单一成分膜的不足,同时以食品保鲜膜的性能要求为标准,对复合膜进行改善,测定复合膜的性质,并研究了其实际应用效果。

本研究的涂膜溶液采用的是折耳根提取液,折耳根,又名鱼腥草,因鲜草有鱼腥味而得名,折耳根是一味传统中药,全草入药,味辛,性微寒,入肝、肺经,有清热解毒、利尿消肿的功效。现代药理试验表明,折耳根具有抗菌、抗病毒、提高机体免疫力、化痰、利尿、抗癌等作用^[11]。折耳根提取液中抑菌物质主要为鱼腥草素,医学研究表明,鱼腥草素对卡他球菌、金黄色葡萄球菌、流感杆菌、肺炎球菌有明显的抑制作用,对伤寒杆菌、钩端螺旋体也有较强的抑制作用^[12-13],鱼腥草素与 TMP 配伍还有协同作用,细菌效果显著增强^[14]。在浏览国内外相关文献后并没发现有研究者采用抑菌性物质折耳根提取液结合果蔬的生理生化指标相结合进行研究,本文旨在探究抑菌物质折耳根提取液结合喷雾式涂膜方式对蓝莓保鲜效果的影响,为我国蓝莓产业的健康发展提供支撑。

1 试验方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料

试验的样品选用的是北村蓝莓,从哈尔滨市红旗乡中沃蓝莓基地采摘,选择成熟程度相同、大小基本相同,平均单果质量为 1.4 g~1.8 g。采摘之后立刻运回到实验室,放在 0℃条件下预冷 0.5 h 之后放在 4℃温度下备用。折耳根:京东商城,送到后放在 4℃的冰箱内备用。

1.1.2 仪器

CT3 质构仪:Brookfield 公司;紫外分光仪:上海仪电分析仪器有限公司;离心机:上海安享科学仪器厂;BCD-215SEBB 多层温度冰箱:青岛海尔股份有限公司;FA2004B 电子天平:上海舜宇恒平科学仪器有限公司;SPX-250B Ⅲ生化培养箱:天津市泰斯特仪器有限公司;手压式喷雾器:瑞普园艺有限公司。

1.2 保鲜液的制备

将折耳根用刀切碎,然后加入 70%的乙醇溶液,在 40℃恒温水浴中提取 2 h 后过滤 3 次,滤液旋转蒸发至 1 g/mL,以蒸馏水为溶剂分别配置 0.2、0.6 g/mL 和 1.0 g/mL 的折耳根提取液,对照组(HK)为蒸馏水,折耳根提取液浓度的选定参考不同浓度下折耳根提取液的抑菌率的数值变化。

1.3 测定方法

1.3.1 喷雾式涂膜方法

把浓度分别为 0.2、0.6、1.0 g/mL 的折耳根提取液对各种蓝莓进行涂膜处理,涂膜量为刚刚浸湿蓝莓表皮,在蓝莓表皮自然干之后放在多层温度冰箱的 4℃条件下里的聚氯乙烯盒中进行保存。

1.3.2 折耳根抗菌性测定

采用圆形薄片涂膜法进行测定。把浓度分别为 0.2、0.6、1.0 g/mL 的折耳根提取液涂在圆形小薄片上,然后分别放在含等浓度金黄色葡萄球菌的培养基里培养 1 d 进行测定。抑菌率采用紫外分光光度计在 600 nm 吸光度值的方法测定,这种方法依据的是细菌活动情况对紫外吸收的光谱吸收值的变化^[15],测定 3 次求平均值,计算公式为:

$$\text{抑菌率}/\%=(OD_1-OD)/OD_1\times 100$$

式中: OD_1 为初始吸光度值; OD 为 24 h 吸光度值。

1.3.3 其他指标

失重率测定采用称重法,失重率/ $\%=(\text{贮前蓝莓重量}-\text{测定时蓝莓重量})/\text{贮前蓝莓重量}\times 100$ 。硬度采用质构仪进行测量,选用直径为 3 mm 的圆形探头,测试速度为 0.5 mm/s,触发力为 7 g。每次对 5 个蓝莓进行测量,记录数据,并对蓝莓的平均硬度进行计算。可溶固形物(SSC)采用 GY-3 果实硬度计测定;可滴定酸采用标准 NaOH 滴定法进行测定; V_c 采用 KIO_3 滴定法进行测定;丙二醛(MDA)含量,采用硫代巴比妥酸比色法测定;花青素采用紫外分光光度计测定;多酚氧化酶采用邻苯二酚比色法进行测定。

1.4 数据分析

采用 Excel 记录数据,用 Origin2015 进行图形的绘制,采用 SPSS19.0 进行数据的统计分析。

2 结果与分析

2.1 折耳根的抗菌性分析

不同折耳根提取液浓度的抑菌率见图 1。

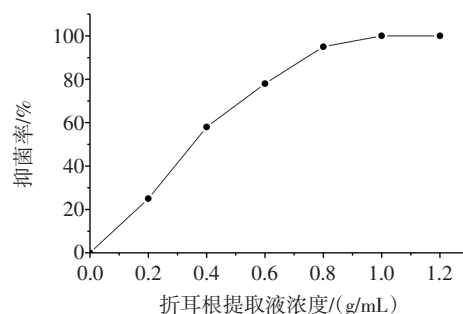


图 1 不同折耳根提取液浓度的抑菌率

Fig.1 The antibacterial rates of different concentration of houttuyniae extract

折耳根提取液的抗菌性采用抑菌率进行描述,折耳根提取液浓度为 0.2 g/mL 时抑菌率为 25.1 %,随着折耳根提取液浓度的升高,提取液中抗菌物质的浓度升高,抗菌性逐渐增强,当折耳根提取液浓度为 1.0 g/mL 时,抑菌率为 100 %。由于折耳根提取液对金黄色葡萄球菌有抑制作用,并且折耳根天然无毒物质,可以尝试用折耳根提取液进行果蔬保鲜。

折耳根提取液抗菌性测定结果见图 2。

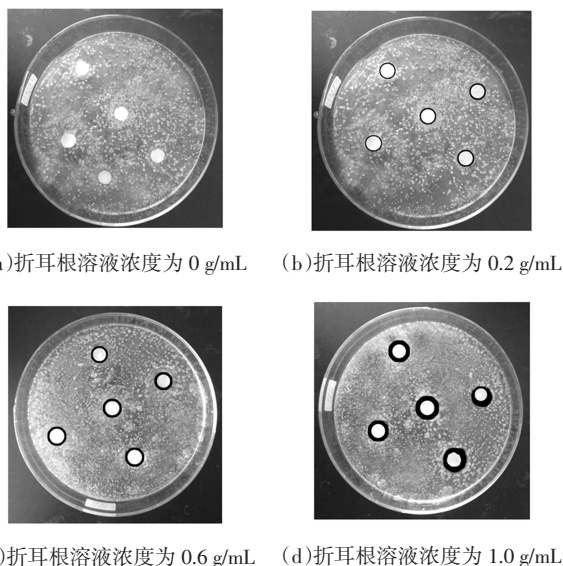


图 2 折耳根提取液抗菌性测定

Fig.2 Houttuyniae extract determination of antimicrobial properties

图 1 中小薄片含折耳根提取液分别为 0.2、0.6、1.0 g/mL,从图中可以看出,含折耳根提取液小薄片周围金黄色葡萄球菌无法生存,并且随着折耳根溶液的浓度增加,小薄片周围的无菌环面积越大,说明折耳根的提取液具有抗菌性,并且随着折耳根浓度增加抗菌性逐渐增强。

2.2 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期硬度的影响

硬度是评价蓝莓品质的一种重要指标,它决定了蓝莓的货架期。果实的硬度可以反映其细胞壁构成物质、细胞间结合度以及相关分解酶的变化^[9]。蓝莓在贮藏期间硬度随时间的变化结果见图 3。

由图 3 可以看出蓝莓的硬度随时间先升高然后下降,在 0~5 d 蓝莓的硬度随时间逐渐升高,5 天之后又逐渐降低。0.2 g/mL 折耳根提取液处理的蓝莓和对照组差别不明显 ($p>0.05$),0.6 g/mL 和 1.0 g/mL 折耳根液处理的蓝莓和对照组差异极其显著 ($p<0.01$),并且 0.2、0.6、1.0 g/mL 折耳根液处理的蓝莓的硬度差异仍然显著 ($p<0.05$),说明随着折耳根提取液的浓度增加,蓝莓的硬度损耗明显降低。由于折耳根提取液对蓝莓

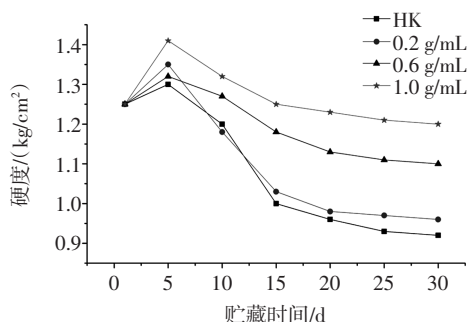


图 3 蓝莓在贮藏期间硬度随时间的变化

Fig.3 The hardness changes of blueberry during storage

果实表皮细菌具有明显的抑制作用,降低了细菌对蓝莓的侵害,特别是蓝莓根蒂部位的侵害。折耳根提取液对细菌的抑制减缓了蓝莓中胶层和纤维素等物质的分解,有效减缓了蓝莓采摘后硬度的降低。

2.3 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期失重率的影响

水分是维持细胞生命活动的主要成分,蓝莓果肉内只有水分充足,蓝莓的细胞才会比较膨胀,细胞组织才能呈现坚挺脆嫩的状态,才能使蓝莓的表现一定的弹性和硬度。蓝莓的水分损失是由于细胞组织和外界的空气水势梯度和呼吸作用形成的,也就是所谓的蒸腾作用。蓝莓在贮藏期间失重率随时间的变化结果见图 4。

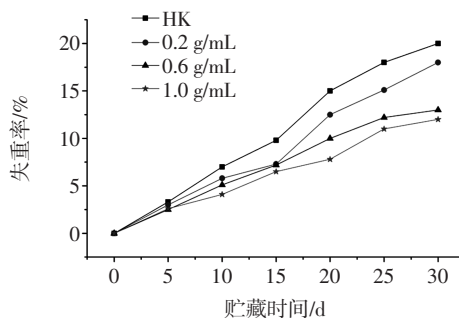


图 4 蓝莓在贮藏期间失重率随时间的变化

Fig.4 The weight loss rate changes of blueberry during storage

由图 4 可以看出,蓝莓的失重率随着时间的增加而增加,经越高浓度的折耳根液处理的蓝莓,失重率升高的越慢,0.2、0.6、1.0 g/mL 折耳根液处理的蓝莓的失重率差异仍然显著 ($p<0.05$),说明随着折耳根提取液的浓度增加,蓝莓的失重率随时间有着显著的降低。0.6 g/mL 和 1.0 g/mL 折耳根液处理的蓝莓的失重率差异并不是很明显 ($p<0.05$)。折耳根提取液有效降低了细菌对蓝莓表皮纤维素的破坏,减少了蓝莓细胞组织和外界空气的接触,降低了水分的散失。如果蓝莓的水分损失过多,会出现萎蔫、疲软的状态,并且表皮失去光泽,降低了品质,增加了销售的难度。

2.4 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期 TSS 的影响

果实中可溶性固形物是评价果实质量好坏的一项重要标准,可溶性固形物中主要成分为可溶性糖。蓝莓在贮藏期间 TSS 随时间的变化结果见图 5。

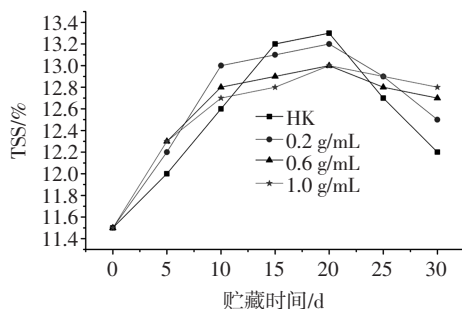


图 5 蓝莓在贮藏期间 TSS 随时间的变化

Fig.5 The TSS changes of blueberry during storage

由图 5 可以看出,可溶性固形物随着时间的增加先升高后下降的趋势,对照组在 0~15 d 内上升趋势较为明显,15 d~20 d 内上升较慢,20 天以后呈下降的趋势。试验组在前 10 天上升较趋势明显,20 天后也逐渐下降,对照组可溶性固形物的含量最高点比试验组较高。可溶性固形物随时间先上升后下降,是由于蓝莓果实内的果胶、淀粉和纤维素等成分被其所对应的果胶酶、淀粉酶和纤维素酶分解为可溶性糖^[17]。在贮藏的最初阶段,形成的可溶性糖大于呼吸作用消耗的可溶性糖,而随着时间的增加,形成的可溶性糖小于呼吸作用消耗的可溶性糖,所以蓝莓果实的可溶性糖含量呈先升高而后下降的趋势。在图中可以看出折耳根液处理过蓝莓可溶性固形物最高含量稍微有点降低,可溶性糖的含量和对照组相比下降趋势有点减缓,但不是很明显($p>0.05$),说明折耳根液处理蓝莓对 TSS 固形物的影响并不是很明显。

2.5 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期花青素的影响

花青素是纯天然的抗衰老、抗氧化的营养成分,是评价蓝莓果实质量好坏的一项重要指标,客户在购买蓝莓时大多是比较看重蓝莓含有花青素的营养成分,蓝莓的花青素成分主要位于蓝莓的表皮,花青素在酸性条件下呈红色,在碱性条件下呈蓝色。蓝莓在贮藏期间花青素随时间的变化结果见图 6。

如图 6 所示,蓝莓的花青素含量随时间呈先升高后下降的趋势。由于北村蓝莓的试样是从蓝莓基地采摘后立即送回实验室的,并且属于晚熟的蓝莓,所以随着时间的增加蓝莓中花青素也会一段时间内处于合成阶段。0~10 d 内各组蓝莓花青素含量随时间变化无差异($p>0.05$),10 天以后 0.6 g/mL 和 1.0 g/mL 折耳

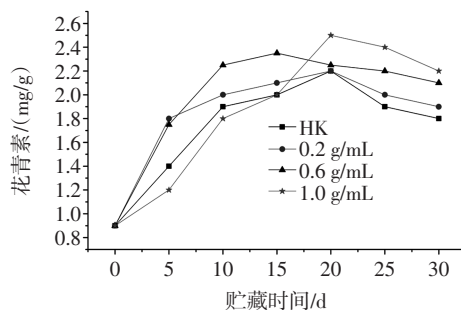


图 6 蓝莓在贮藏期间花青素随时间的变化

Fig.6 The anthocyanins changes of blueberry during storage

根液处理的蓝莓的花青素含量和对照组相比显著性差异($p<0.05$),0.2 g/mL 折耳根液处理的蓝莓的花青素含量和对照组相比无差异($p>0.05$)。说明折耳根提取液浓度较低时对蓝莓的花青素含量影响不大,随着折耳根浓度增加,对花青素的降低起到了减缓的作用。花青素位于蓝莓表皮的,折耳根液可以有效地抑制细菌对蓝莓表皮的侵害,所以会减缓花青素的下降。

2.6 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期 V_c 的影响

V_c 是果蔬中一种重要的营养成分,具有抗氧化性和减缓衰老的作用。蓝莓在贮藏期间 V_c 随时间的变化结果见图 7。

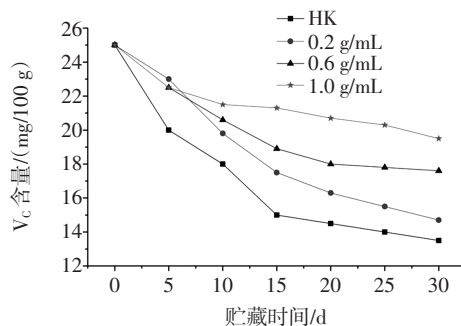


图 7 蓝莓在贮藏期间 V_c 随时间的变化

Fig.7 The V_c changes of blueberry during storage

如图 7 所示,蓝莓的 V_c 含量随时间增加而降低,折耳根液处理的蓝莓的对 V_c 的含量的变化有着显著的影响($p<0.05$),并且随着折耳根浓度的增加,可以有效减缓 V_c 含量随时间的下降,可能是折耳根提取液对 V_c 的氧化有一定的抑制的作用。

2.7 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期可滴定酸的影响

蓝莓中可滴定酸的含量对其口感有着很大的影响,含糖量的多少决定着它的甜度,含酸的多少决定着它的酸度,可滴定酸是蓝莓保鲜的一项重要指标。蓝莓在贮藏期间可滴定酸随时间的变化结果见图 8。

由图 8 可以看出蓝莓的可滴定酸的含量随时间先下降后升高,因为随着果实的成熟,有机酸被逐渐分

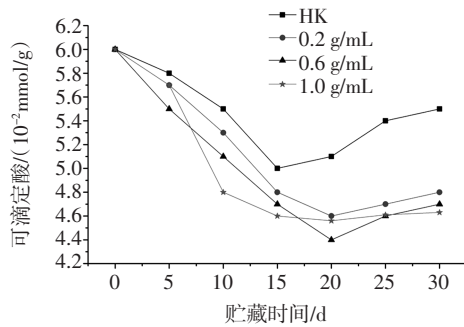


图8 蓝莓在贮藏期间可滴定酸随时间的变化

Fig.8 The titratable acid changes of blueberry during storage

解形成糖类,果实由原先的酸涩逐渐变甜而可口,但是由于呼吸作用和蓝莓的细胞坏死,部分糖类转化成酸类的物质,所以蓝莓的可滴定酸又有上升的趋势。由图中可以看出折耳根提取液可以有效降低蓝莓果肉中可滴定酸含量的增加,与对照组相比差异显著($p<0.05$)。折耳根提取液可以有效降低细菌对蓝莓根蒂的侵害而带来的细胞坏死,可有效抑制可滴定酸含量的增加。

2.8 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期 MAD 的影响

丙二醛(MAD)是蓝莓采摘后细胞膜脂发生过氧化反应而形成的,丙二醛的含量越高,说明果实的成熟程度甚至腐烂程度越大,所以丙二醛是保鲜效果评定的一项重要指标。蓝莓在贮藏期间 MAD 随时间的变化结果见图 9。

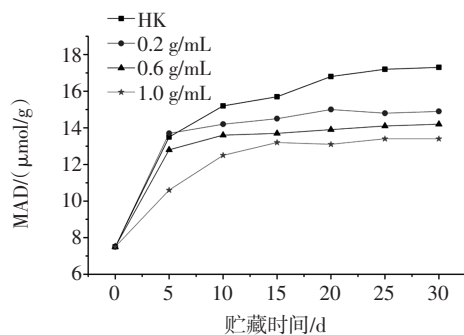


图9 蓝莓在贮藏期间 MAD 随时间的变化

Fig.9 The MAD changes of blueberry during storage

表1 蓝莓各指标的相关性分析

Table 1 The index of correlation analysis of blueberries

指标	硬度	失重率	TSS	花青素	V _c	可滴定酸	MAD	PPO
硬度	1							
失重率	-0.934**	1						
TSS	-0.632	0.529	1					
花青素	-0.715*	0.723*	0.932**	1				
V _c	0.878**	-0.921**	-0.758*	-0.900**	1			
可滴定酸	0.730*	-0.599	-0.972**	-0.916**	0.811**	1		
MAD	-0.751*	0.859**	0.739*	0.913**	-0.972**	-0.752*	1	
PPO	-0.278	0.311	0.844**	0.863**	-0.619	-0.776*	0.713*	1

注:**表示极显著相关($p<0.01$);*表示显著相关($p<0.05$)。

由图 9 可以看出,蓝莓在最初期时丙二醛的含量迅速增加,然后又缓慢的上升,刚开始是由于成熟程度的增加,后来是因为蓝莓的腐烂。图 9 中显示,折耳根液处理过的蓝莓对丙二醛的升高有着很强的抑制作用,并且随着折耳根浓度的增加,抑制效果越明显($p<0.05$)。由于折耳根提取液中含有多酚类和酚类物质,可以提高蓝莓的过氧化性,抑制细胞膜脂的过氧化速度^[18],减缓了蓝莓的过氧化损伤。

2.9 不同浓度折耳根提取液对蓝莓贮藏期 PPO 酶活性的影响

多酚氧化酶(PPO)是植物中广泛分布的核基因编码的质体铜金属酶,与果实的褐变度有关,当果实受到机械损伤或病菌侵染后,PPO 能迅速催化酚与 O₂ 发生氧化反应形成醌^[19]。蓝莓在贮藏期间 PPO 时间的变化结果见图 10。

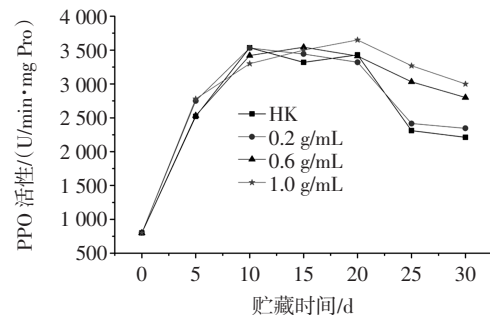


图10 蓝莓在贮藏期间 PPO 时间的变化

Fig.10 The PPO changes of blueberry during storage

由图 10 可以看出,多酚氧化酶随时间呈先上升后下降的趋势。0~20 d 内折耳根液处理过的蓝莓和对照组的蓝莓对多酚氧化酶影响不大,20 天后影响显著($p<0.05$),这与细菌对蓝莓表皮的损害有关,随着折耳根液浓度的上升,可以减少细菌对蓝莓表皮的损害,对多酚氧化酶的降低有减缓作用。

3 各保鲜指标的相关性分析

相关性分析是反映各物之间的相关性或者变化步调一致情况。蓝莓各指标的相关性分析见表 1。

表1中的正值为变化趋势一致,负值为变化趋势不一致。硬度和失重率($r=-0.934$)、 V_c ($r=0.878$)含量极显著相关,它们的变化分别为负相关和正相关,硬度随时间的变化趋势和失重率变化相反, V_c 和硬度随时间变化一致,其他组与失重率这组分析相似,从表中可以得出各种保鲜指标随时间变化相互之间有一定的相关性,一个指标变化也会引起其他指标的变化。

4 结论

折耳根提取液具有抗菌性,折耳根提取液浓度为0.2 g/mL时抑菌率为25.1%,随着折耳根提取液浓度的升高,提取液中抗菌物质的浓度升高,抗菌性逐渐增强,当折耳根提取液浓度为1.0 g/mL时,抑菌率为100%。不同浓度的折耳根提取液对蓝莓有着不同程度的保鲜效果,并且随着折耳根浓度的增加,保鲜效果越明显。在变化趋势中,硬度和 V_c 随时间整体呈下降的趋势,失重率和丙二醛的含量随时间呈升高的趋势,花青素、可溶固形物和多酚氧化酶随时间呈先上升后下降的趋势,可滴定酸随时间呈先下降后上升的趋势,并且蓝莓各保鲜指标之间有一定的相关性,一个指标变化也会引起其他指标的变化。在后续研究中可以探索折耳根提取液和壳聚糖相结合,制成抗菌性壳聚糖生物膜来提高蓝莓的保鲜效果。

参考文献:

- [1] 邵海燕,徐龙,陈杭君,等. 蓝莓采后品质调控和抗氧化研究进展[J]. 中国食品学报,2013,13(6):1-8
- [2] 郭兴,李洋,张巍. 对小兴安岭野生及栽培蓝莓品种花青素提取条件的优化[J]. 森林工程,2013,29(6):21-24
- [3] Rossi M, Giussani E, Morelli R, et al. Effect of fruit blanching on phenolics and radical scavenging activity of highbush blueberry

juice[J]. Food Research International, 2003, 36(9): 999-1005

- [4] Rodarte Castrejon A D, Eichholz I, Rohn S, et al. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening[J]. Food Chemistry, 2008, 109(3): 564-572
- [5] 于刚,栾雨时,安利佳. UV-C 处理对蓝莓贮藏保鲜及品质的影响[J]. 食品研究与开发,2013,34(2):92-95
- [6] 姜爱丽,孟宪军,胡文忠,等. 高 CO_2 冲击处理对采后蓝莓生理代谢及品质的影响[J]. 农业工程学报,2011,27(3):362-368
- [7] 于悦,徐莹,汪东风,等. 含茉莉酸甲酯的生物活性膜对蓝莓采后保鲜效果的研究[J]. 保鲜与加工,2016,16(1):16-20
- [8] 张平,李江阔,张鹏,等. 蓝莓塑料箱式气调保鲜技术研究[J]. 保鲜与加工,2010,3(10):9-11
- [9] 方海峰,薛伟. 牛蒡提取液对蓝莓保鲜效果的研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(14):11-13
- [10] 吴琼. 壳聚糖/海藻酸钠复合保鲜膜的制备与应用研究[D]. 青岛: 中国海洋大学,2014
- [11] 王锡忠. 鱼腥草折耳根[J]. 食品与生活,2005,23(6):10-11
- [12] 熊大胜,席在星,邓应威. 鱼腥草提取物抑菌作用研究[J]. 常德师范学院学报(自然科学版),2002,14(4):59-60
- [13] 曹郡双,秦荣和. 鱼腥草的药理作用及临床应用[J]. 现代中西医结合杂志,2001,10(6):572-573
- [14] 臧莹安,李荣誉,陈春花. TMP 对鱼腥草抑菌效果的影响[J]. 中兽医医药杂志,2002,21(2):7-9
- [15] 王凯旋,卫兰兰,洪婷,等. 分光光度计比浊法测定抗菌物质效价[J]. 食品与发酵工业,2015,41(3):209-214
- [16] 方海峰,薛伟. 常温下壳聚糖涂膜对蓝莓保鲜效果的研究[J]. 安徽农业科学,2014,42(16):43-45
- [17] 张纪娟,王建华,郭天雨. 羟乙基纤维素/壳聚糖涂膜液对蓝莓的保鲜效果研究[J]. 包装学报,2015,7(2):38-42
- [18] 李进才,赵习姮. 不同贮藏性青花菜花球的抗氧化特性[J]. 天津大学学报,2011,44(11):14-18
- [19] 张建光,陈少春,李英丽,等. 高温强光胁迫对苹果果皮 PPO 活性的影响[J]. 生态学报,2008,28(10):4645-4651

收稿日期:2016-11-04