

# 低糖果酱的褐变控制与营养保持

张莉莉<sup>1</sup>, 张 军<sup>1</sup>, 关 莹<sup>1</sup>, 张冬雪<sup>1</sup>, 谢学军<sup>2</sup>

(1. 黑龙江省农业科学院 浆果研究所, 黑龙江 绥化 152200; 2. 黑龙江省农业科学院 食品加工研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086)

**摘要:**为解决低糖果酱在加工、储存过程中易褐变、营养成分 VC 损失较大的问题, 采用正交试验探讨了天然抗氧化剂的应用对多酚氧化酶活性和 VC 保存率的影响。结果表明: 0.3% 茶多酚、0.3% 壳聚糖、0.4% 植酸和 0.3% EDTA 复合抑制剂对抑制褐变和提高果酱中 VC 的保存率效果显著。生产出的果酱色泽、风味和营养等方面表现良好。

**关键词:**低糖果酱; 褐变; 天然抗氧化剂

**中图分类号:** TS255.43

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-2767(2014)11-0127-03

目前我国市场上流通的果酱制品主要是采用传统工艺生产的高糖果型果酱, 含糖量高达 60% 以上, 口感甜腻, 已不能满足消费者追求健康食品(低糖、低盐、低脂肪)的消费趋势。低糖、口感清爽的功能果酱的开发是果酱产业发展的新方向, 市场潜力巨大<sup>[1]</sup>。低糖果酱由于其含糖量低, 在相同的杀菌条件下, 与高糖果酱相比 PPO 活性不易钝化, 所以果酱更容易发生褐变。要防止低糖果酱的褐变又不能通过提高杀菌温度和延长杀菌时间来达到目的, 那样会影响果酱的口感、风味和营养价值。只有加入适宜的褐变抑制剂来有效防止酶促褐变, 保持酱体色泽自然<sup>[2]</sup>。生产上一般选择抗氧化剂作为抑制多酚氧化酶活性的抑制剂。因为抗氧化剂不仅能破坏、减弱氧化酶的活性, 使其不能催化氧化反应的进行, 起到控制褐变的作用, 还能有效防止果酱加工过程中 VC 的氧化, 从而提高果酱中营养成分的保存率, 而天然抗氧化剂更是因为其安全性近年来被广泛应用到食

品中。该研究拟筛选天然抗氧化剂茶多酚、壳聚糖、植酸及 EDTA 的最适浓度配方, 以获得抑制果酱褐变效果最佳和 VC 保存率最高的天然抗氧化剂。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

供试材料有低糖蓝莓果酱(自产)、邻苯二酚(分析纯)、茶多酚、壳聚糖、植酸以及 EDTA 均为食品级。试验仪器包括分光光度计、分析天平、水浴锅和搅拌机等。

### 1.2 方 法

1.2.1 试验设计 通过单因素试验, 确定了天然抗氧化剂茶多酚、壳聚糖、植酸和 EDTA 的大概用量范围, 采用  $L_9(3^4)$  正交试验设计, 以茶多酚浓度(A)、壳聚糖浓度(B)、植酸浓度(C)和 EDTA 浓度(D)设计 4 因素 3 水平的正交试验(见表 1), 以  $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  邻苯二酚溶液为底物, 常温条件下, 选用不同浓度的天然抗氧化剂茶多酚、壳聚

表 1 抑制剂配方因素水平设计表

Table 1 Factors and levels of inhibitor formulation

水平 Levels	茶多酚浓度(A)/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration of tea polyphenols	壳聚糖浓度(B)/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration of chitosan	植酸浓度(C)/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration of phytic acid	EDTA 浓度(D)/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Concentration of EDTA
1	0.1	0.2	0.2	0.1
2	0.2	0.3	0.3	0.2
3	0.3	0.4	0.4	0.3

收稿日期: 2014-06-16

基金项目: 绥化市科技局资助项目(G2012-14)

第一作者简介: 张莉莉(1982-), 女, 黑龙江省哈尔滨市人, 硕士, 研究实习员, 从事野生浆果的产品开发与研究。E-mail: 42490359@qq.com.

糖、植酸和 EDTA 测定其对多酚氧化酶活性和 VC 保存率的影响, 并测定 PPO 活性与对照组活性下降的百分比。每种抑制剂的加入量为 0.1 mL, pH 6.0 磷酸缓冲液的加入量为 2 mL。

最后选出抑制效果最佳和 VC 保存率最高的抑制剂配方。

1.2.2 多酚氧化酶(PPO)活性的测定 取果酱 30 g,加-26℃丙酮 150 mL,搅拌均匀。在 0℃下浸提 2.5 h,过滤,在滤渣中加入 100 mL 冰冻丙酮,浸提 1 h,重复一次。将滤渣在室温下干燥过夜,粉碎,得粗丙酮粉。称其 1 g,加 50 mL pH 6.2的磷酸缓冲液,在 0~3℃条件下搅拌浸提 40 min,过滤,得粗酶提取液<sup>[3]</sup>。在比色皿中加入一定量的缓冲液和多酚底物,再加入粗酶提取液,立即混匀在 420 nm 处测定吸光度的变化值,1 min测一次,以吸光度变化 0.001 为一个酶活单位,鲜果为对照<sup>[4]</sup>。

1.2.3 VC 测定方法 采用氧化还原滴定的方法进行测定<sup>[5]</sup>。称取一定量的果酱样品,加入

100 mL 水和 10 mL 冰醋酸,搅拌至没有大的块状物质后,用碘滴定剂滴定至终点。其计算公式:

$$VC \text{ 含量}(\%) = (c \times v \times 0.08806 \times 100) / m$$

式中, $c$  为滴定剂碘液浓度( $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ); $v$  为消耗滴定剂碘液的体积(mL); $m$  为样品的实际称样量(g)。

## 2 结果与分析

见表 2 可知,影响果酱的 PPO 活性抑制率的主次因子依次为  $C > D > B > A$ ,即植酸浓度  $>$  EDTA 浓度  $>$  壳聚糖浓度  $>$  茶多酚浓度,各因素最佳组合水平为:  $A_2 B_2 C_3 D_3$ ,即茶多酚浓度  $0.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、壳聚糖  $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、植酸  $0.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 、EDTA  $0.3 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。影响果酱 VC 保存率的主次因子依次为  $C > A > D > B$ 。各因素最佳组合水平为:  $A_3 B_3 C_3 D_3$ 。

表 2 抑制剂配方试验结果  
Table 2 Result of inhibitor formula

试验号 No.		A	B	C	D	PPO 活性抑制率/%	VC 保存率/%
						PPO activity inhibition rate	Survival rate of VC
1		1	1	1	1	30.2	85.3
2		1	2	2	2	39.0	89.2
3		1	3	3	3	45.6	95.3
4		2	1	2	3	38.7	89.1
5		2	2	3	1	40.1	90.2
6		2	3	1	2	36.5	85.0
7		3	1	3	2	41.3	92.4
8		3	2	1	3	32.7	87.6
9		3	3	2	1	35.8	90.5
PPO 活性抑制率	$K_1$	114.8	110.2	99.4	106.1		
PPO activity inhibition rate	$K_2$	115.3	120.4	113.5	116.8		
	$K_3$	109.8	117.9	127.0	117.0		
	R	5.5	10.2	27.6	10.9		
	主次顺序 Order	$C > D > B > A$					
最优组合	$A_2 B_2 C_3 D_3$						
Optimal combination							
VC 保存率/%	$K_1$	269.8	266.8	257.9	266.0		
Survival rate of VC	$K_2$	264.3	267.0	268.8	266.6		
	$K_3$	270.5	270.8	277.9	272.0		
	R	6.2	4.0	20.0	6.0		
	主次顺序 Order	$C > A > D > B$					
最优组合	$A_3 B_3 C_3 D_3$						
Optimal combination							

验证试验结果表明,在此最佳工艺条件下进行的 3 次验证实验测得,  $A_3B_2C_3D_3$  平均 PPO 活性抑制率(相对活性下降百分比)和 VC 保存率分别为 45.6% 和 95.2%, 与理论预测值基本相符, 这说明正交试验真实地反应出各因素对 PPO 活性抑制率(相对活性下降百分比)和 VC 保存率的影响。

### 3 结论与讨论

试验结果表明,0.3% 茶多酚、0.3% 壳聚糖、0.4% 植酸和 0.3% EDTA 复合抑制剂对抑制褐变和提高果酱中 VC 保存率效果显著。生产出的果酱在色泽、风味、营养方面表现良好。传统果酱制品加工通常采用常压、长时间、高温处理,美拉德反应严重,果酱极易发生褐变。而采用低温真空浓缩可有效防止由美拉德反应引起的非酶褐

变,同时有利于产品的营养成分及风味的保持<sup>[4]</sup>; 温度、pH 和底物浓度对 PPO 活性具有一定的影响,在果酱加工过程中要尽量避开 PPO 的适宜温度及 pH,从而尽可能减少褐变带来的影响,以保证其营养价值。

#### 参考文献:

- [1] 徐丹,车振明,胡瑞君,等.低糖菠萝柠檬保健复合果酱的研制[J].现代食品科技,2006,22(4):183-184.
- [2] 张琪.草莓、胡萝卜低糖复合果酱的研制[J].食品科学,2002,23(8):110-112.
- [3] 纪淑娟,尹竞男,李家政.蜜柚多酚氧化酶特征与活性测定研究[J].北方园艺,2010(17):171-174.
- [4] 付晓萍,吴敏,高斌,等.低糖胡萝卜苦瓜复合果酱的研制[J].现代食品科技,2008,24(2):170-172.
- [5] 邹宇晓,吴娱明,施英,等.低糖桑椹红枣营养果酱的研制[J].现代食品科技,2008,24(11):1130-1132.

## Browning Control and Nutrition Keeping of Low Sugar Jam

ZHANG Li-li<sup>1</sup>, ZHANG Jun<sup>1</sup>, GUAN Ying<sup>1</sup>, ZHANG Dong-xue<sup>1</sup>, XIE Xue-jun<sup>2</sup>

(1. Berry Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suiling, Heilongjiang 152200; 2. Food Processing Institute, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086)

**Abstract:** In order to solve the problems in the processing of low sugar jam, such as it is easy to browning, and the nutrient loss of VC is heavy in the storage and process, orthogonal experiment was conducted to study the effect of natural antioxidants on polyphenol oxidase activity and VC preservation rate. The results showed that 0.3% tea polyphenols, 0.3% chitosan, 0.4% phytic acid and 0.3% EDTA composite inhibitors could prevent low sugar jam from browning and improve the preservation rate of VC significantly, the performance of color, flavor and nutrition of jam was well.

**Key words:** low sugar jam; browning; natural antioxidant

立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展

欢迎订阅 2015 年《黑龙江农业科学》

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主管主办的综合性科技期刊,是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊,现已被多家权威数据库收录。

本刊内容丰富,栏目新颖,信息全面,可读性强。月刊,每月 10 日出版,国内外公开发行。国内邮发代号 14-61,每期定价 5.00 元,全年定价 60.00 元;国外发行代号 M8321,每期定价 5.00 美元,全年定价 60.00 美元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅、投稿。全国各地邮局均可订阅,漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款时请写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另外,本刊网站已开通,可进行网上投稿、订阅。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

地址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部

邮编:150086

电话:0451-86668373

网址:www. haasep. cn

E-mail:nykx13579@sina.com