剁辣椒无硫护色工艺的研究

张晓[1]，佘燕珊[1]，龚炳德[2]，林平[3]，张小凤[3]，陈佩[1]，李远志[1]
（1. 华南农业大学食品学院，广东广州 510642）（2. 河源市绿之宝食品有限公司，广东河源 517000）
（3. 惠阳区张氏食品工贸有限公司，广东惠州 516200）

摘要：剁辣椒在加工和贮藏中容易发生褐变，导致品质降低。为寻找能够替代亚硫酸盐的护色剂，达到更高的食品安全要求，本实验研究了柠檬酸、异抗坏血酸钠、EDTA-2Na对剁辣椒的护色效果。通过单因素和正交实验得出三种护色剂的复合护色效果明显优于单种护色剂的护色效果，最佳无硫护色剂的组合为柠檬酸 0.20%，异抗坏血酸钠 0.40%，EDTA-2Na 0.02%。实验所得剁辣椒色泽鲜红，基本无褐变现象，并且口感鲜脆，酸度适中，风味浓郁。

关键词：剁辣椒；褐变；无硫护色

文章篇号：1673-9078(2013)4-780-783

Non-sulfur Anti-browning Technology of Chopped Capsicum

ZHANG Xiao[1], SHE Yan-shan[1], GONG Bing-de[2], LIN Ping[3], ZHANG Xiao-feng[3], CHEN Pei[1], LI Yuan-zhi[1]
(1.College of Food Science, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, China) (2.Heyuan Lvzhibao Food Company, Heyuan 51000, China) (3.Huiyang Zhangshi Food Company, Huizhou 516200, China)

Abstract: Different non-sulfur color fixative was studied for chopped capsicum in order to prevent browning of chopped capsicum during the processing and storage to meet high requirements of food safety. Orthogonal experiment showed that the best combination of non-sulfur color fixative was citric acid 0.20%, sodium erythorbate 0.40% and EDTA-2Na 0.02%.

Key words: chopped capsicum; browning; color fixative without sulfur

辣椒是一种重要的蔬菜和调味品，营养极其丰富，维生素 C 的含量居蔬菜之首，还含有丰富的 B 族维生素、胡萝卜素及钙、磷等多种元素。辣椒中的辣椒素具有温中下气、开胃消食、散寒除湿等作用。目前，辣椒的加工产品主要是剁辣椒、辣椒酱、辣椒粉、干辣椒等[1]，其中剁辣椒占据了大部分的消费份额。

剁辣椒在加工和贮存的过程中容易发生褐变，导致产品的色泽和风味发生变化，严重影响了商品的销售。目前剁辣椒加工普遍采用焦亚硫酸钠等护色剂来抑制褐变。然而，亚硫酸盐会对人体产生毒害作用，同时也会对环境产生污染。美国食品与药品管理委员会(FDA)在 1986 年已经禁止亚硫酸盐在果蔬中使用[2]，国际上特别是欧洲许多国家也不提倡和禁止使用。我国政府对二氧化硫的允许残留量也有十分严格的限制，自 2004 年以来，在果蔬罐头食品中也不再允许使用 SO2 护色[3]，因此，无硫护色开始日渐受到人们的重视。目前国内外无硫护色的研究主要集中在竹笋[4]、山药[5]、马铃薯[6~7]、苹果[8]、荔枝、糖姜片等果蔬上，对剁辣椒的涉及很少。本研究旨在以鲜红辣椒为原料，通过 $L_9(3^4)$正交试验找到一种可以替代亚硫酸盐的复合无硫护色剂，解决剁辣椒的褐变问题，为无硫护色加工剁辣椒提供参考依据。

收稿日期：2012-12-05

基金项目：广东省教育部产学研项目（2011B090400451），惠州市 2012 年科技项目（惠市科字 2011110）

作者简介：张晓，女，研究生，食品科学专业

通讯作者：陈佩，女，讲师，农产品加工研究方向

1 材料与方法

1.1 原料及试剂

新鲜红辣椒、食盐：市售；柠檬酸、异抗坏血酸钠、EDTA-2Na。

1.2 仪器与设备

JA2003A 电子天平，上海精科天平公司；C21-SK2108 多功能电磁炉，美的；CHROMA METER CR-410 型便携式色差计，柯尼卡美能达。

1.3 工艺流程

新鲜辣椒→挑选→去蒂→清洗→烫漂→冷却→沥干→剁碎→调配→拌匀→装瓶→密封→杀菌→冷却→贮藏

1.4 操作要点

1.4.1 辣椒预处理

选取无腐烂、去损伤的新鲜红辣椒，去蒂，清洗。

1.4.2 漂烫

处理好的新鲜辣椒在80 ℃热水中烫漂2 min，迅

速捞出，沥干，冷却，其目的是钝化酶的活性。烫漂液添加1.60% NaCl，有助于排出辣椒组织中的空气，减少褐变。

1.4.3 剁碎

采用不锈钢刀具操作，将处理后的辣椒剁成约1 cm×1 cm的碎块。

1.4.4 调配

加入5%食盐增强剁辣椒的风味，按照实验添加量加入护色剂，搅拌均匀。

1.5 试验方法

1.5.1 单因素试验

选用柠檬酸、异抗坏血酸钠、EDTA-2Na三种护色剂，分别按照单因素实验设计的添加剂量加入剁辣椒中，贮藏8 d后，分别观察护色效果。

1.5.2 正交试验

在单因素试验的基础上，选择护色效果较好的水平进行$L_9(3^4)$正交试验，找出最佳的复配组合。

1.6 产品质量评定方法

1.6.1 剁辣椒样品色差的测定

实验处理后的样品在适宜条件下贮藏8 d后，用色差计测定剁辣椒的颜色，贮藏期间颜色的变化用△E表示，△E越小，表明剁辣椒的色变越轻，采用工艺的护色效果越好[9]。

△E值按下式计算：

$\triangle E_{ab}=(\triangle L^2+\triangle a^2)/2$

式中：$\triangle L=L_{贮藏后}-L_{贮藏前}$（明度差异）；$\triangle a=a_{贮藏后}-a_{贮藏前}$（红/绿差异）。

1.6.2 剁辣椒样品的感官评定

贮藏前后的剁辣椒样品，按照感官评分标准（表1）进行评分，满分为100分。

表1 剁辣椒感官评分标准

Table 1 Standards of sensory evaluate

项目	色泽/25 分	脆度/25 分	酸感/25 分	风味/25 分
20~25 分	红色鲜艳	很脆	适当	浓郁
15~19 分	略带褐色	有脆度	稍强或淡	较浓郁
10~14 分	淡红褐色	稍有脆度	较强或淡	较淡
5~9 分	暗红褐色	软烂	很强或淡	没有

2 结果与分析

2.1 单一护色剂对剁辣椒护色效果及分析

2.1.1 柠檬酸对剁辣椒的护色效果

柠檬酸护色的原因主要有两个方面：第一，降低溶液的pH，使其远离多酚氧化酶的最适pH；第二，通过羧基与多酚氧化酶的辅基铜离子的螯合作用，抑制酶的活性[8]。由图1可看出，当柠檬酸浓度低于0.20%时，随着柠檬酸浓度的增加，剁辣椒的△E值逐渐降低，浓度高于0.20%时，△E值反而增加。柠檬酸在酸性条件下螯合能力较弱，抑制酶活的效果降低。同时由表2可知，柠檬酸添加量为0.20%时，感官评分最高。因此，综合考虑确定柠檬酸的最佳添加量为0.20%。

表2 柠檬酸添加量对剁辣椒口感的影响

Table 2 Effect of citric acid dosage on the sensory of chopped capsicum

项目	色泽(25 分)	脆度(25 分)	酸感（25 分）	风味（25 分）	感官评定总分
0.10%	略带褐色（19 分）	稍有脆度(14 分)	较强(14 分)	较浓郁(15 分)	62
0.20%	红色鲜艳(23 分)	有脆度(19 分)	稍强(19 分)	浓郁(23 分)	84
0.30%	略带褐色(17 分)	有脆度(19 分)	稍强(19 分)	浓郁(23 分)	78
0.40%	略带褐色(19 分)	稍有脆度(13 分)	较强(13 分)	较浓郁(15 分)	60

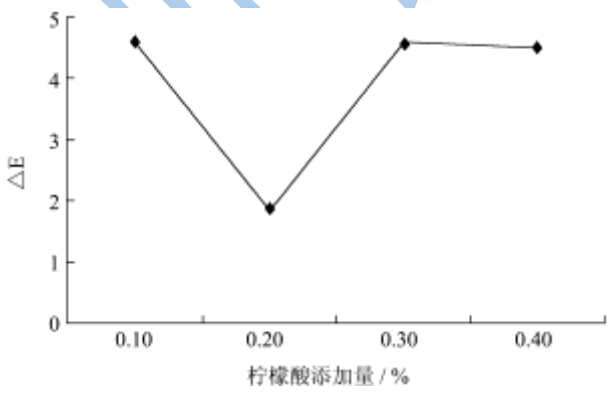


图1 柠檬酸添加量对剁辣椒色差的影响

Fig.1 Effect of citric acid dosage on the aberration of chopped capsicum

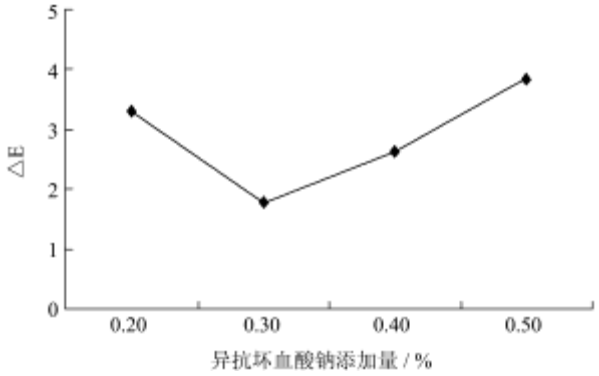


图2 异抗坏血酸钠添加量对剁辣椒色差的影响

Fig.2 Effect of sodium erythorbate dosage on the aberration of chopped capsicum

2.1.2 异抗坏血酸钠对剁辣椒的护色效果

异抗坏血酸钠有较强的还原性，可将体系中的醌类及其衍生物还原成酚，从而起到抑制褐变的作用[10]。由图2可知，当异抗坏血酸钠添加量为0.30%时，对剁辣椒的护色效果最佳，添加量过高或过低，护色效果都不好。这是由于在最佳添加量的情况下，异抗坏血酸钠全部用来作用于多酚氧化酶，护色效果较好；在添加量过多的情况下，多余的抗坏血酸被氧化，发生非酶褐变，导致剁辣椒颜色加深[11]。结合表3中感官评分的结果，确定0.30%为异抗坏血酸的最佳添加量。

表3 异抗坏血酸添加量对剁辣椒口感的影响

Table 3 Effect of sodium erythorbate dosage on the sensory of chopped capsicum

项目	色泽(25 分)	脆度(25 分)	酸感(25 分)	风味(25 分)	感官评定总分
0.20%	红色鲜艳(23 分)	有脆度(19 分)	较强(14 分)	浓郁（23 分）	79
0.30%	红色鲜艳(23 分)	有脆度(19 分)	稍强(19 分)	浓郁（23 分）	84
0.40%	红色鲜艳(23 分)	有脆度(19 分)	稍强(19 分)	浓郁（23 分）	84
0.50%	略带褐色(17 分)	稍有脆度(14 分)	较强（14 分）	较浓郁(15 分)	60

2.1.3 EDTA-2Na对剁辣椒的护色效果

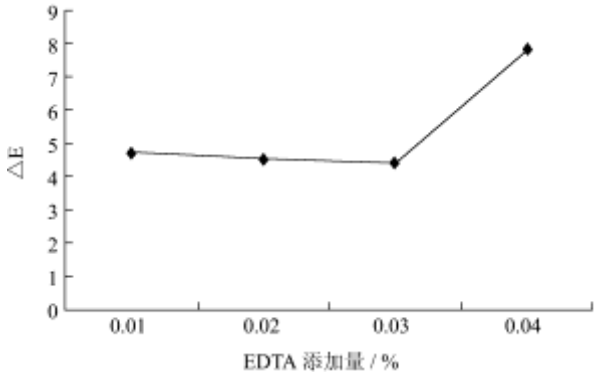


图3 EDTA-2Na添加量对剁辣椒色差的影响

Fig.3 Effect of EDTA-2Na dosage on the aberration of chopped capsicum

EDTA-2Na对金属离子有很强的螯合作用，可以抑制多价金属对褐变的催化作用，从而起到护色的效果。由图3可观察出，随着EDTA-2Na添加量的增加，剁辣椒的△E值呈现缓慢降低的趋势，当添加量大于0.03%时，护色效果明显降低。由表4可知，EDTA-2Na添加量为0.02%和0.03%时的感官评分相同。综合考虑EDTA-2Na是螯合剂，低毒，且价格昂贵，选取0.02%为最适添加量。

2.2 正交试验

为确定三种护色剂复配的最佳添加量，在单因素试验的基础上，进行$L_9(3^4)$正交试验，找出最佳复配效果的组合。正交试验因素水平设计见表5，试验结果及极差分析见表6。

表4 EDTA-2Na添加量对剁辣椒口感的影响

Table 4 Effect of EDTA-2Na dosage on the sensory of chopped capsicum

项目	色泽(25 分)	脆度(25 分)	酸感(25 分)	风味(25 分)	感官评定总分
0.01%	略带褐色(17 分)	稍有脆度(14 分)	较强(14 分)	较浓郁（15 分）	60
0.02%	红色鲜艳(23 分)	有脆度(19 分)	稍强(19 分)	浓郁（23 分）	84
0.03%	红色鲜艳(23 分)	有脆度(19 分)	稍强（19 分）	浓郁（23 分）	84
0.04%	略带褐色(15 分)	稍有脆度(13 分)	较强（14 分）	较浓郁（15 分）	57

表5 剁辣椒无硫护色$L_9(3^4)$正交试验因素水平设计表

Table 5 Factors and levels of orthogonal test design

水平	因素		
	A (柠檬酸/%)	B (异抗坏血酸钠/%)	C (EDTA-2Na/%)
1	0.10	0.20	0.01
2	0.20	0.30	0.02
3	0.30	0.40	0.03

由表6极差分析可知，三种护色剂对剁辣椒△E值影响作用的顺序为B（异抗坏血酸钠）>A（柠檬酸）>C（EDTA-2Na），护色效果最好的组合为$A_2B_3C_2$。进行验证实验，测得剁辣椒的△E值为0.90，感官评分为93分，护色效果明显优于其他组合及单种护色剂的效果。实验所得剁辣椒色泽鲜红，基本无褐变现象，并且口感脆，酸度适中，风味浓郁。因此，最终确定无硫护色剂最佳复配组合为柠檬酸0.20%，异抗坏血酸钠0.40%，EDTA-2Na 0.02%。

3 结论

本研究通过单因素和$L_9(3^4)$正交试验得出剁辣椒无硫护色剂最优组合为柠檬酸0.20%，异抗坏血酸钠0.40%，EDTA-2Na 0.02%。该无硫护色剂组合能够较好地防止剁辣椒在加工和贮藏过程中的褐变，获得较理想的护色效果。采用该护色剂组合加工的剁辣椒色泽红亮，口感鲜脆，风味浓郁，品质较对照组明显提高。

表6 剁辣椒无硫护色$L_9(3^4)$正交试验结果

Table 6 Results of the orthogonal experiment

试验号	因素			Δ E
	A	B	C	
1	1	1	1	2.63
2	1	2	2	4.41
3	1	3	3	1.47
4	2	1	2	2.45
5	2	2	3	3.76
6	2	3	1	1.29
7	3	1	3	3.65
8	3	2	1	4.86
9	3	3	2	1.31
K_1	8.51	8.72	8.78	
K_2	7.50	13.03	8.17	
K_3	9.82	4.07	8.88	
k_1	2.84	2.91	2.93	
k_2	2.50	4.34	2.72	
k_3	3.27	1.36	2.96	
R	0.44	2.99	0.21	
最优水平	A_2	B_3	C_2	

参考文献

[1] 徐小万,李颖,王恒明.中国辣椒工业的现状、发展趋势及对策[J].中国农学通报,2008,24(11):332-338

[2] 莫开菊,汪兴平,程超.糖姜片的无硫护色及加工工艺研究[J].农业工程学报,2005,21(1):155-158

[3] 样惠玲,陈振林,齐金峰.糖水荔枝罐头无硫护色研究[J].食品研究与开发,2008,29(7):124-129

[4] 方子铖,李海平,郑剑.腌制竹笋防褐变无硫护色剂的研发[J].安徽农学通报,2011,17(23):167-169

[5] 李红涛,袁书林.山药加工无硫护色方法研究[J].食品科技,2010,35(4):81-87

[6] Gurbuz G, Lee C. Y. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging an antibrowning reagents [J]. Journal Food Science, 1997, 62(3):572-576

[7] Charles R Snterre, Todd F Leach, Jeny N Cash. Bisulfate alternative in processing abrasion-peeled russet Burbank potatoes[J]. Journal Food Science,1991,56(1):257-259

[8] 刘树兴,王乐.苹果多酚氧化酶特性及无硫护色脱水研究[J].食品工业科技,2011,3:334-336

[9] 卢影,郑建仙.复合护色液对鲜切苹果的防褐变研究[J].现代食品科技,2009,25(9):1024-1028

[10] 杨舜莲,陈锦英,夏艳秋,等.新型凉果褐变抑制剂的研制[J].现代食品科技,2012,28(5):534-537

[11] 谢绍萍,欧阳学智.香蕉加工过程酶促褐变控制的研究[J].电子科技大学学报,2003,32(6):641-644

欢迎订阅 EI 收录期刊·中文核心期刊
《现代食品科技》

邮发代号：46-349　　刊号：ISSN 1673-9078/CN 44-1620

每期定价 15 元，全年 12 期仅 180 元。欢迎食品及相关行业的机构和科学工作者到各地邮局订阅，并踊跃投稿或建立广告宣传和产学研合作关系。

地址：广州五山华南理工大学轻工与食品学院麟鸿楼 508，邮编：510640
电话：020-87112373，87114555，87113352，87112532
E-mail：xdspkj@vip.sohu.com