

# 鲜切山药护色研究

谢荣辉, 钱利众

(温州市粮油科学研究所, 浙江温州 325014)

**摘要:** 研究了山药加工过程的护色技术。食盐、柠檬酸、亚硫酸氢钠和 L-半胱氨酸都有护色作用, 亚硫酸氢钠的效果最佳。正交试验的结果表明, 山药加工的最佳复合护色配方为: 2.5% 食盐、0.6% 柠檬酸、0.1% 亚硫酸氢钠和 0.06% L-半胱氨酸。

**关键词:** 山药; 多酚氧化酶; 护色

**中图分类号:** TS202.3   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1006-0375(2007)06-0030-05

山药在我国作为药材使用已有几千年的历史, 其本身具有丰富的营养。近年的研究表明, 山药多糖能增加血液中白细胞的吞噬作用, 可作为肿瘤化疗的辅助药物<sup>[1]</sup>。在山药加工过程中, 由于普遍采用硫磺熏蒸, 产品的 SO<sub>2</sub> 残留量无法控制。虽然国家允许使用硫磺熏蒸<sup>[2]</sup>, 但随着药品和食品安全管理的加强, 医药企业对山药 SO<sub>2</sub> 残留量的要求越来越高, 低硫或者无硫山药比硫磺熏蒸山药的价格明显高许多<sup>[3]</sup>。本文研究不同护色剂对山药的护色效果, 并以正交试验确定最佳护色配方。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

原料: 采集于瑞安马屿镇的新鲜山药。

主要试剂: 食盐, 柠檬酸: 食品级; 亚硫酸氢钠, L-半胱氨酸, 无水磷酸二氢钠, 磷酸氢二钠, 邻苯二酚: 分析纯。

主要实验仪器: 722 光栅分光光度计, 离心机, 分析天平, 电热恒温水浴锅, 不锈钢刀, 木板, 烧杯, 101B-3 型电热鼓风恒温干燥箱, 真空包装机, 烘房等。

#### 1.1.1 山药处理过程

山药清洗 → 去皮 → 切片 → 护色处理

#### 1.1.2 浸泡处理<sup>[4]</sup>

采用不同浓度的食盐溶液、柠檬酸溶液、亚硫酸氢钠溶液和 L-半胱氨酸溶液对山药进行浸泡处理, 时间 4 小时。各种护色液的浓度分别如下:

食盐浓度范围: 0.75%, 1.0%, 1.25%, 1.5%, 1.75%, 2.0%, 2.25%, 2.5%, 2.75%;

柠檬酸浓度范围: 0.4%, 0.5%, 0.6%, 0.7%, 0.8%, 0.9%, 1.0%;

亚硫酸氢钠浓度范围: 0.02%, 0.04%, 0.06%, 0.08%, 0.1%, 0.12%;

收稿日期: 2007-06-11

作者简介: 谢荣辉(1965-), 男, 浙江温州人, 工程师, 学士, 研究方向: 食品研究与加工

L-半胱氨酸浓度范围: 0.02%, 0.04%, 0.06%, 0.08%, 0.1%, 0.12%, 0.14%.

### 1.1.3 护色正交试验

用以上试验得出的护色液的最佳实验浓度范围作正交试验, 以确定由它们组成的山药复合护色剂的最佳配比及浓度.

## 1.2 实验分析测定方法<sup>[5]</sup>

### 1.2.1 多酚氧化酶的提取

新鲜或处理后的山药 2 克研磨后, 加入 15 mL 磷酸缓冲液 (pH 6.8) 匀浆 2 分钟, 8 层纱布过滤后以 3000 转/分离心分离 10 分钟, 取上清液 (粗酶液) 待用.

### 1.2.2 工作波长的选择

2 mL 磷酸缓冲液 (pH6.8)、1.0 mL 邻苯二酚溶液 (0.8%) 和 0.1 mL 新鲜山药粗酶液于室温迅速摇匀, 在紫外分光光度计上、400 – 530 nm 波长范围内测量吸光度变化, 得出其最适工作波长为 465 nm.

### 1.2.3 护色剂对多酚氧化酶活性处理后的测定

2 mL 磷酸缓冲液 (pH6.8)、1.0 mL 邻苯二酚溶液 (0.8%) 和 0.1 mL 由处理后的山药得到的粗酶液于室温迅速摇匀, 在紫外分光光度计上以 465 nm 的波长测量吸光度, 分析多酚氧化酶的残留活性.

## 2 结果和讨论

### 2.1 单因素试验

#### 2.1.1 食盐对多酚氧化酶活性的影响

食盐溶于水后, 能减少水中的溶解氧, 从而使酚类氧化酶难与氧直接接触. 且钠离子与多酚氧化酶中的铜离子竞争, 降低多酚氧化酶的活性. 食盐溶液具有高的渗透压, 也可以使酶脱水失活. 食盐溶液对山药多酚氧化酶的活性抑制较好, 即食盐浓度越高护色效果越好; 但过高浓度的食盐溶液会影响山药的口感, 对人体身体也较为不利, 不宜采用过高浓度的食盐对山药进行处理. 因此, 本试验取食盐 1.0%、1.5%、2.0% 和 2.5% 等四个浓度作为正交试验中的 4 个浓度水平 (图 1).

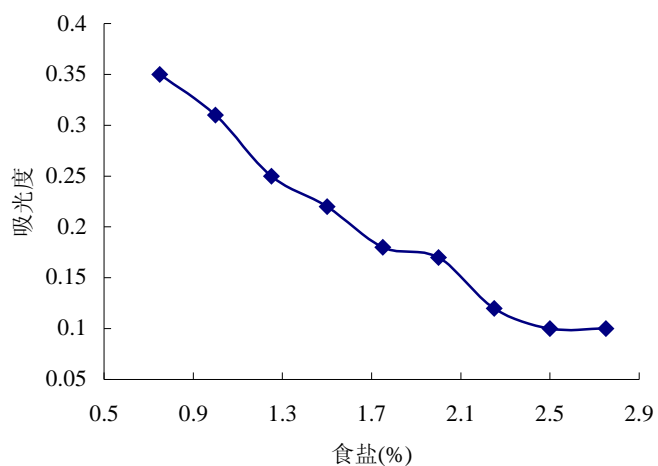


图 1 食盐浓度对多酚氧化酶活性的影响

#### 2.1.2 柠檬酸对多酚氧化酶活性的影响

酸性溶液既可以降低 pH 值, 抑制多酚氧化酶的活性, 酸性溶液中氧气溶解度较小而兼有抗氧化作用. 柠檬酸中羧基可与多酚氧化酶中的铜离子产生比较强的螯合作用, 对山药多酚氧化酶的活性有一定抑制, 即柠檬酸浓度越高护色效果越好; 但过高浓度的柠檬酸溶液会影响山药的口

感,因此,本试验取柠檬酸 0.5%、0.6%、0.7%和 0.8%等四个浓度作为正交试验中的 4 个浓度水平(图 2)。

### 2.1.3 亚硫酸氢钠对多酚氧化酶活性的影响

亚硫酸盐中能释放出二氧化硫是农产品加工中原料预处理中护色的重要方法,其对产品的漂白作用和抑制多酚氧化酶效果比较理想.亚硫酸氢钠溶液对山药多酚氧化酶的活性有一定抑制,即亚硫酸氢钠浓度越大护色效果越好;但过高浓度的亚硫酸氢钠溶液会增加山药制品中的  $\text{SO}_2$  的残留量过多,影响山药的卫生指标.因此,本试验取亚硫酸氢钠 0.04%、0.06%、0.08%和 0.1%等四个浓度作为正交试验中的 4 个浓度水平(图 3)。

### 2.1.4 L-半胱氨酸对多酚氧化酶活性的影响

L-半胱氨酸溶液是一种多酚氧化酶抑制剂,可以抑制新鲜果蔬由溶液对山药多酚氧化酶的活性有一定抑制,即 L-半胱氨酸浓度越大护色效果越好,因此,本试验取 0.04%、0.06 多多酚氧化酶引起的褐变. L-半胱氨酸%、0.08%和 0.1%等四个浓度作为正交试验中的 4 个浓度水平(图 4)。

## 2.2 正交实验<sup>[6]</sup>

正交实验结果见表 1. 最优处理组为 8 号,即为“食盐<sub>2</sub>柠檬酸<sub>4</sub>亚硫酸氢钠<sub>3</sub>L-赖氨酸<sub>2</sub>组合,并根据极差 R 分析,护色效果影响因素分别为亚硫酸氢钠>食盐>柠檬酸>L-半胱氨酸。

根据实验结果,选取最优组合为  $A_2B_4C_3D$ ,即食盐为 2.5%,柠檬酸为 0.6%,亚硫酸氢钠为 0.1%,L-半胱

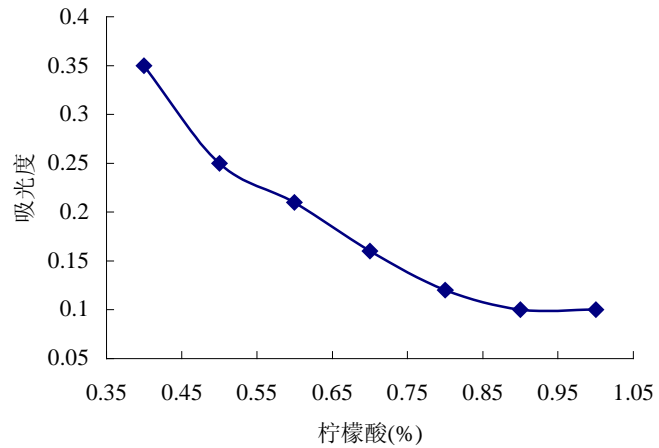


图 2 柠檬酸浓度对多酚氧化酶活性的影响

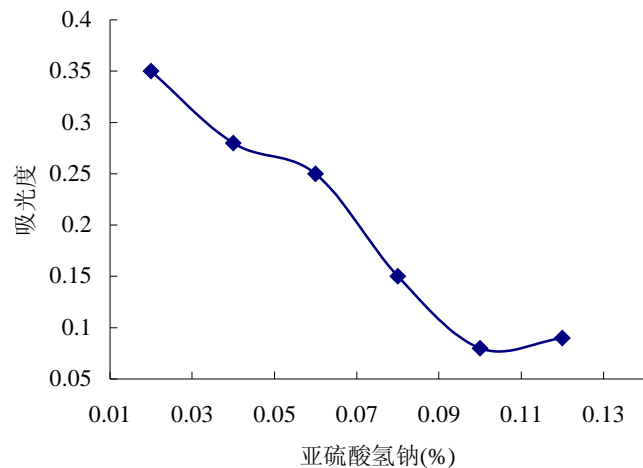


图 3 亚硫酸氢钠浓度对多酚氧化酶活性的影响

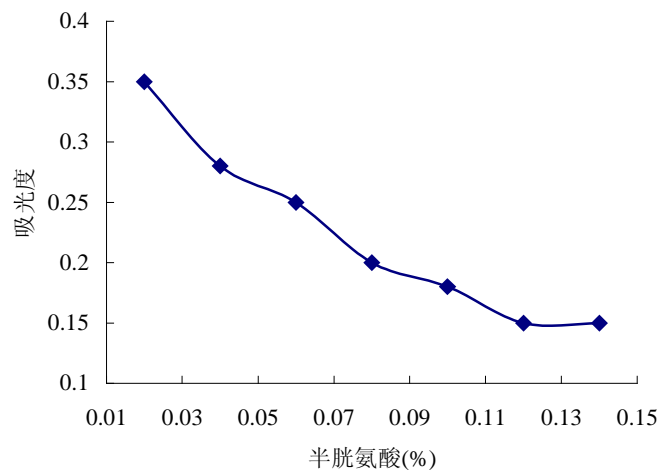


图 4 L-半胱氨酸浓度对多酚氧化酶活性的影响

氨酸浓度为 0.06%，对山药护色效果为最佳。

### 3 结 论

山药加工中，可通过添加不同的浓度的多酚氧化酶抑制剂来达到护色效果，对其多酚氧化酶引起的酶促褐变均有一定的抑制作用，其中以亚硫酸氧钠效果最佳。经本试验选择的复合护色剂最佳组合  $A_2B_4C_3D$ ，即 2.5% 食盐、0.6% 柠檬酸、0.1% 亚硫酸氢钠、0.06% L-半胱氨酸时，护色效果显著。

表 1 正交实验  $L_{16}(4^4)$  结果

试验号	因 素				试验结果 吸光度
	食盐	柠檬酸	亚硫酸氢钠	L-半胱氨酸	
1	1(1.0)	1(0.5)	1(0.04)	1(0.04)	0.36
2	1	2(0.6)	2(0.06)	2(0.06)	0.15
3	1	3(0.7)	3(0.08)	3(0.08)	0.23
4	1	4(0.8)	4(0.10)	4(0.10)	0.25
5	2(1.5)	1	2	3	0.27
6	2	2	1	4	0.35
7	2	3	4	1	0.12
8	2	4	3	2	0.03
9	3(2.0)	1	3	4	0.22
10	3	2	4	3	0.07
11	3	3	1	2	0.31
12	3	4	2	1	0.2
13	4(2.5)	1	4	2	0.13
14	4	2	3	1	0.18
15	4	3	2	4	0.07
16	4	4	1	3	0.32
$K_1$	0.99	0.98	1.34	0.86	
$K_2$	0.77	0.75	0.69	0.62	
$K_3$	0.80	0.73	0.66	0.89	
$K_4$	0.70	0.80	0.57	0.89	
$k_1$	0.248	0.245	0.335	0.215	
$k_2$	0.193	0.188	0.173	0.155	
$k_3$	0.200	0.183	0.165	0.223	
$k_4$	0.175	0.200	0.143	0.223	
R	0.073	0.063	0.193	0.060	

#### 参考文献

- [1] 赵国华, 李志孝, 陈宗道. 山药多糖 RDPS-I 的结构分析及抗肿瘤活性[J]. 药学学报, 2003, 38(1): 37-41.
- [2] 中华人民共和国药典编辑委员会. 中国药典 1 部[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005. 21.
- [3] 陆善旦. 山药产新缘何旺销价陡涨——2003 年广西山药产销调查分析[J]. 全国药材商情, 2003, (11): 3-4.
- [4] 叶兴乾. 果品蔬菜加工工艺学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002. 17-27.

- [5] 莫开菊, 刘娜. 姜多酚氧化酶特性的研究[J]. 食品科学, 2004, 25(8): 47-49.
- [6] 王钦德, 杨坚. 食品试验设计与统计分析[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2003. 85-120.

## Studies on the Protective Coloration Technology on the Fresh-cut *Rhizoma Dioscoreae*

XIE Ronghui, QIAN Lizhong

(Wenzhou Cereal and Oil Science Research Institute, Wenzhou, China 325014)

**Abstract:** The protective coloration technology was studied on inhibition effect of the *Rhizoma Dioscoreae* polyphenol oxidase (PPO) enzymatic activity. Table salt, citirc acid, sodium bisulfate and L-lysine have the protective coloration effect for *Rhizoma Dioscoreae* and sodium bisulfate the best. The opinium formula is as followed: 2.5% table salt, 0.6% citirc acid, 0.1% sodium bisulfate and 0.06% L-lysine.

**Key words:** *Rhizoma Dioscoreae*; Polyphenol oxidase; Protective coloration

(编辑: 赵肖为)