

## 辣椒红色素提取最佳工艺研究

李刚刚, 孙静, 秦瑞, 李小东, 朱冬梅, 巨婷婷 (兰州理工大学技术工程学院, 甘肃兰州 730050)

**摘要** [目的]筛选辣椒红色素提取的最佳工艺条件。[方法]以辣椒为试验材料,采用单因素试验和正交试验对辣椒红色素提取最佳工艺条件进行研究。[结果]辣椒红色素提取的最佳工艺条件如下:以正己烷为提取溶剂,料液比(g/mL)为1:15,提取温度80℃,提取时间4h,提取2次。[结论]采用该工艺提取的辣椒红色素色价为89.97,得率为1.94%。该研究中辣椒红色素的提取工艺得到了优化。

**关键词** 辣椒红色素;提取;工艺

**中图分类号** TS255.3 **文献标识码** A

**文章编号** 0517-6611(2019)03-0170-03

**doi**:10.3969/j.issn.0517-6611.2019.03.053

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



### Study on the Optimum Extraction Technology of Capsanthin

LI Gang-gang, SUN Jing, QIN Rui et al (College of Technology and Engineering, Lanzhou University of Technology, Lanzhou, Gansu 730050)

**Abstract** [Objective] To screen out the optimum extraction conditions of capsanthin. [Method] With pepper as test material, the optimum extraction conditions for capsanthin were studied by using single factor and orthogonal test. [Result] The optimal extraction conditions of capsanthin were as follows: using n-hexane as extractant, material-liquid ratio(g/mL) of 1:15, extraction temperature of 80℃, extraction time of 4 h, extracting twice. [Conclusion] The color value of the extracted capsanthin was 89.97 and the yield was 1.94%. The extraction process of capsanthin from pepper was optimized in this study.

**Key words** Capsanthin; Extraction; Technology

辣椒,别名牛角椒、长辣椒、菜椒、灯笼椒,为茄科、辣椒科一年或有限多年生草本植物。辣椒红色素是辣椒提取物,属于类胡萝卜素的一种,具有色泽鲜艳、色调多样、着色力强、稳定性好、对人体无副作用等优点,不仅色价高,安全无毒,而且具有能燃烧脂肪、助颜美容、止痛祛湿、预防癌症的功效,被广泛应用于食品、饲料、防辐射、化妆品和医药等领域<sup>[1]</sup>。

辣椒红色素是目前世界上销售量最大的天然食用色素,近年来在国际市场上销售额连年稳定增长,增长率一直保持在10%以上。我国辣椒资源十分丰富,几乎全国各地都有种植,但是始终没有深加工开发产品,生产能力和技术含量比较落后,经济效益和社会效益都很低,造成了巨大的资源浪费<sup>[2]</sup>。

近年来,我国对辣椒红色素的加工也开始起步,年产量在200t左右,但与国外同类产品相比缺乏竞争优势,生产成本较高,产品纯度也较低,销售比较困难。因此,改善设备条件,改进生产工艺,增加产出率,降低生产成本,提高产品质量及稳定性,是我国辣椒红色素生产亟待解决的问题。目前,国内常用的辣椒红色素提取方法较多,包括超临界CO<sub>2</sub>流体萃取法<sup>[3-4]</sup>、超声波溶剂提取法<sup>[5-7]</sup>、溶剂提取法<sup>[8-9]</sup>等。其中,溶剂提取法操作简便,已成为国内普遍采用的辣椒红色素提取方法。笔者采用正交试验优化辣椒红色素的提取工艺条件,旨在为辣椒红色素的工业化生产提供一定的基础资料。

## 1 材料与方

**1.1 材料** 试验所用材料为产于甘肃天水甘谷辣椒,经干燥、除种、粉碎、过筛(40目)后备用。

### 1.2 方法

**1.2.1 辣椒红色素有机溶剂提取工艺流程。**辣椒红色素有

机溶剂提取工艺流程如下:辣椒→干燥→除种→粉碎→过筛→脱辣(氢氧化钠碱液处理)→过滤→有机溶剂萃取→减压浓缩→干燥→产品。

**1.2.2 辣椒红色素最大吸收峰的确定。**称取一定量的脱辣辣椒粉,以丙酮为提取剂,料液比(g/mL)为1:15,在70℃下索氏抽提2h,减压过滤,将滤液蒸发浓缩(40℃,0.065MPa)后冷冻真空干燥至恒重,得到辣椒红色素粗品。用正己烷与60%乙醇按1:1的比例混合后对辣椒红色素粗品进行萃取,将正己烷层减压浓缩(40℃,0.065MPa)后冷冻真空干燥至恒重,得到辣椒红色素成品。取一定量辣椒红色素成品加入丙酮配制一定浓度的溶液,以丙酮试剂为空白,使用分光光度计进行400~550nm可见光区扫描,确定辣椒红色素在丙酮中的最大吸收波长为460nm。

**1.2.3 指标的计算。**

**1.2.3.1 辣椒红色素色价的计算。**按照以下公式计算辣椒红色素的色价: $E = A \times f / w$ 。其中, $E$ 为色价值,是1%被测试样在最大吸收峰460nm处的吸光度; $A$ 为实测试样的吸光度; $w$ 为样品质量(g); $f$ 为稀释倍数。

**1.2.3.2 辣椒红色素质量的计算。**按照以下公式计算辣椒红色素质量:辣椒红色素质量= $m \times E$ 。其中, $E$ 为色价值,是1%被测试样在最大吸收峰460nm处的吸光度; $m$ 为脱辣辣椒粉质量(g)。

**1.2.3.3 辣椒红色素得率的计算。**按照以下公式计算辣椒红色素得率:辣椒红色素得率=(辣椒红色素质量/辣椒粉质量)×100%。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验

**2.1.1 不同提取剂对辣椒红色素得率的影响。**准确称取5.0g脱辣辣椒粉,提取温度80℃,料液比为1:15,提取时间

**作者简介** 李刚刚(1984—),男,陕西咸阳人,讲师,硕士,从事天然产物化学研究。

**收稿日期** 2018-10-11; **修回日期** 2018-10-22

4 h, 提取 1 次, 分别选取丙酮、95%乙醇、正己烷和石油醚 4 种溶剂进行提取。从图 1 可以看出, 正己烷提取辣椒红色素得率最高, 故选择正己烷进行提取。

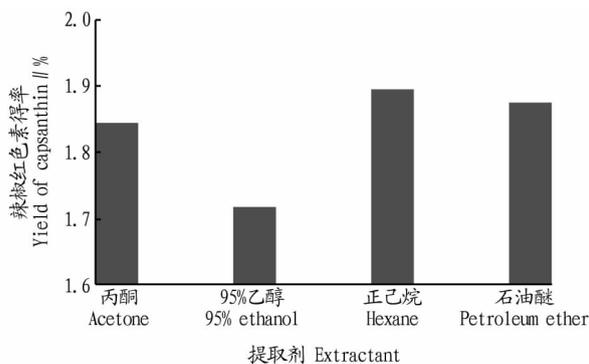


图 1 不同提取剂对辣椒红色素得率的影响

Fig. 1 Effects of different extractants on the yield of capsanthin

**2.1.2 不同温度对辣椒红色素得率的影响。**准确称取 5.0 g 脱辣辣椒粉, 以正己烷为提取剂, 在料液比 1:15、提取时间 4 h, 提取 1 次的条件下, 分别在不同温度进行提取。从图 2 可以看出, 80 °C 下提取的辣椒红色素得率最高, 此后有所下降, 说明高温会使部分辣椒红色素分解。因此, 确定最佳提取温度为 80 °C。

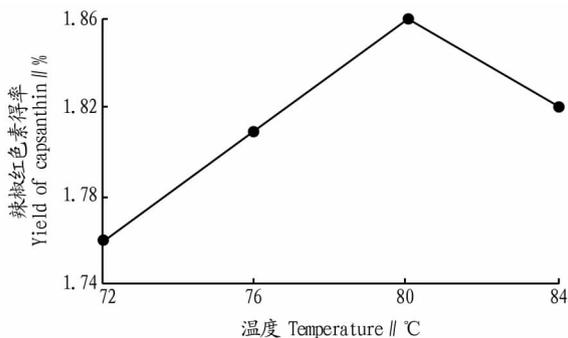


图 2 不同提取温度对辣椒红色素得率的影响

Fig. 2 Effects of different extraction temperatures on the yield of capsanthin

**2.1.3 不同提取时间对辣椒红色素得率的影响。**准确称取 5.0 g 脱辣辣椒粉, 以正己烷为提取剂, 在料液比 1:15、提取温度 80 °C、提取 1 次的条件下, 分别进行不同时间的提取。从图 3 可以看出, 提取时间 4 h 时辣椒红色素得率最高, 此后有所下降, 说明高温会使部分辣椒红色素分解。因此, 确定最佳提取时间为 4 h。

**2.1.4 不同料液比对辣椒红色素得率的影响。**准确称取 5.0 g 脱辣辣椒粉, 以正己烷为提取剂, 在提取温度 80 °C、提取时间 4 h、提取 1 次的条件下, 分别在不同料液比下进行提取。从图 4 可以看出, 随着料液比的增加, 辣椒红色素得率增加, 但当料液比超过 1:15 后其增加的幅度不明显。因此, 确定最佳料液比为 1:15。

**2.1.5 不同提取次数对辣椒红色素得率的影响。**准确称取 5.0 g 脱辣辣椒粉, 以正己烷为提取剂, 在提取温度 80 °C、提取时间 4 h、料液比 1:15 的条件下, 分别设计提取 1、2、3、4 次共 4 个提取次数进行提取。从图 5 可以看出, 当提取次数超

过 2 次后辣椒红色素得率增加的幅度不再明显。因此, 确定最佳提取次数为 2 次。

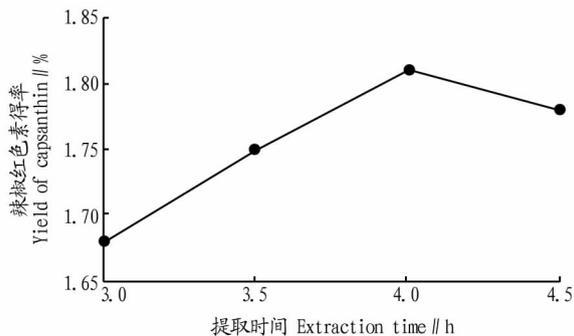


图 3 不同提取时间对辣椒红色素得率的影响

Fig. 3 Effects of different extraction time on the yield of capsanthin

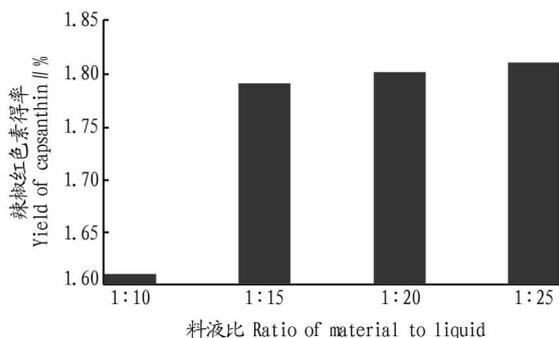


图 4 不同料液比对辣椒红色素得率的影响

Fig. 4 Effects of different ratio of material to liquid on the yield of capsanthin

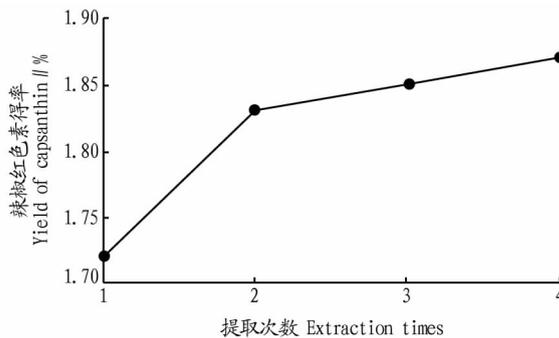


图 5 不同提取次数对辣椒红色素得率的影响

Fig. 5 Effects of different extraction times on the yield of capsanthin

**2.2 正交试验** 在单因素试验的基础上, 采用  $L_9(3^4)$  正交试验考察最佳提取工艺条件。正交试验因素与水平见表 1。

表 1 正交试验因素与水平

Table 1 The factors and levels of orthogonal test

水平 Level	因素 Factor			
	A 提取温度 Extraction temperature / °C	B 提取时间 Extraction time / h	C 料液比 Material-liquid ratio	D 提取次数 Extraction times
1	76	3.5	1:10	1
2	80	4.0	1:15	2
3	84	4.5	1:20	3

从表2可以看出,主次因素由极差大小决定,各因素影响辣椒红色素得率的影响大小从高到低依次为提取温度、提取次数、料液比、提取时间。最优水平组合为 $A_2B_2C_2D_2$ ,即提取温度 $80\text{ }^\circ\text{C}$ ,提取时间4 h,料液比1:15,提取2次。

表2 正交试验结果

Table 2 The results of orthogonal experiment

编号 No.	A	B	C	D	辣椒红色素得率 Yield of capsanthin//%
1	1	1	1	1	1.52
2	1	2	2	2	1.90
3	1	3	3	3	1.61
4	2	1	2	3	1.83
5	2	2	3	1	1.78
6	2	3	1	2	1.80
7	3	1	3	2	1.70
8	3	2	1	3	1.60
9	3	3	2	1	1.57
$K_1$	5.03	5.05	4.92	4.87	
$K_2$	5.41	5.28	5.30	5.40	
$K_3$	4.87	4.98	5.09	5.04	
R	0.54	0.30	0.38	0.53	

**2.3 最佳工艺重复验证** 在正交试验得出的最佳提取工艺条件下进行3组重复试验,对最佳提取工艺条件进行验证。从表3可以看出,该提取工艺条件合理可行,重现性好,辣椒红色素色价为89.97,得率为1.94%。

### 3 结论

从经济成本等因素考虑,辣椒红色素提取的最佳工艺条件如下:以正己烷为提取溶剂,料液比(g/mL)为1:15,提取

(上接第141页)

### 3 结论与讨论

该试验得出乌龙茶风味猪肉脯的最佳工艺条件为 $A_2B_2C_2D_3$ ,即微波功率400 W,微波干燥时间10 min,烘烤温度 $200\text{ }^\circ\text{C}$ ,烘烤时间3 min。由此制备出的猪肉脯乌龙茶风味浓郁,色香形俱佳,感官评分值为92.1分。试验得到的乌龙茶风味猪肉脯克服了传统猪肉脯产品单一、高脂肪的不足,更符合现代消费者消费观念和习惯的转变。将微波干燥技术与肉脯的加工进行结合,填补了微波技术在畜产品上应用的空缺,使其应用领域更加广泛,也改善了传统肉脯生产工艺、力求低耗节能。该试验只是在传统猪肉脯的生产工艺上引入了微波干燥技术,并添加了乌龙茶粉,并未较大幅度改良工艺流程,接下来可对猪肉脯的理化指标和微生物指标做进一步研究。

### 参考文献

- [1] 陈美链. 乌龙茶风味猪肉脯的加工工艺研究[J]. 现代食品, 2018(11): 163-166.
- [2] 田龙, 张婧芸, 王丽, 等. 猪肉脯的微波法制备工艺优化研究[J]. 肉类

工业, 2017(7): 1-4.

温度 $80\text{ }^\circ\text{C}$ ,提取时间4 h,提取2次。经试验证实,在此条件下辣椒红色素得率为1.94%,色价为89.97。采用该方法提取辣椒红色素具有明显优势,可为辣椒红色素的工业化生产提供一定的基础资料。

表3 重复性试验结果

Table 3 The results of repeatability test

编号 No.	色价 Color value	辣椒红色素得率 Yield of capsanthin//%
1	89.86	1.93
2	89.95	1.96
3	90.10	1.93
平均值 Mean	89.97	1.94

### 参考文献

- [1] 帅天罡, 陆红佳, 胡益侨, 等. 辣椒营养保健功能与加工利用进展[J]. 中国调味品, 2014, 39(8): 125-129.
- [2] 颜健, 卢俏, 张怡, 等. 辣椒红色素的研究进展[J]. 广州化工, 2011, 39(21): 9-11.
- [3] 吴明光. 辣椒红色素的提取分离和测定分析研究[J]. 福建分析测试, 1993(2): 18-23.
- [4] GNAYFEED M H, DAOOD H G, ILLÉS V, et al. Supercritical  $\text{CO}_2$  and subcritical propane extraction of pungent paprika and quantification of carotenoids, tocopherols and capsaicinoids[J]. J Agric Food Chem, 2001, 49(6): 2761-2766.
- [5] 丰金玉, 周思杨, 徐丹丹, 等. 超声波辅助提取辣椒素工艺技术研究[J]. 中国农学通报, 2016, 32(11): 43-48.
- [6] 周书栋, 杨博智, 马艳青, 等. 干椒中辣椒素快速提取工艺研究[J]. 中国调味品, 2015, 40(5): 52-56.
- [7] 李美粉, 王艳辉, 乔五忠, 等. 超声提取辣椒红素的研究[J]. 食品工业, 2005, 26(4): 43-44.
- [8] 丁杰, 何锡阳, 赵俊生. 溶剂法提取天然辣椒红色素研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(25): 13805-13806.
- [9] 梁鹏, 陈芊阳. 溶剂法提取无异味辣椒红色素的最佳条件研究[J]. 安徽农业科学, 2007, 35(8): 2403, 2409.
- [10] 李星科, 李开雄, 王令建, 等. 猪肉脯制作工艺的改进[J]. 现代食品科技, 2006, 22(1): 58-60, 63.
- [11] 丛懿洁, 孙为正, 杨园媛, 等. 茶多酚和TBHQ对猪肉脯贮藏过程中色泽的影响[J]. 食品工业科技, 2012, 33(21): 322-325.
- [12] 吕为乔, 李树君, 韩清华, 等. 微波流态化联合干燥技术在果蔬中的研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(6): 120-123.
- [13] 杨园媛, 赵谋明, 孙为正, 等. 卡拉胶对猪肉脯品质的影响[J]. 食品工业科技, 2013, 34(24): 326-328, 343.
- [14] 吕丽爽. 微波干燥技术在食品中的应用[J]. 食品与机械, 2006, 22(5): 119-122.
- [15] 杨萍, 冯敏, 严建民, 等. 辐照杀菌对猪肉脯品质的影响[J]. 江苏农业科学, 2012, 40(12): 287-289.
- [16] 王丽丽, 靳鹏, 戴志鹏, 等. 微波技术在节能减排方面的应用[J]. 广州化工, 2010, 38(8): 17-18, 31.
- [17] 段续, 张懋, 朱文学. 食品微波冷冻干燥技术的研究进展[J]. 化工机械, 2009, 36(3): 178-184.
- [18] 姚芳, 刘靖, 张静, 等. 热风-远红外联合干燥肉脯的工艺优化及其品质研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(20): 165-172.
- [19] 姚芳, 张静, 刘靖, 等. 肉脯加工中风味物质的研究[J]. 中国调味品, 2018, 43(2): 179-183, 200.
- [20] 顾干辉, 徐宝才, 李聪. 茶香夹心肉脯的加工工艺[J]. 肉类工业, 2017(9): 10-12.
- [21] 蔡金龙, 万里遥, 石秀清. 酱香味猪肉脯的研发[J]. 肉类工业, 2017(6): 1-5.