

# 纤维素酶法提取天然辣椒素的研究

郭庆祝, 刘玉

(潍坊市产品质量监督检验所, 国家蔬菜质量监督检验中心, 山东 潍坊 261031)

**摘要:** 对酶法提取天然辣椒素的方法进行了研究, 通过酶解液初始 pH 值、酶解时间、酶解温度和酶量的四因素三水平正交实验, 得出最佳酶解条件为: 在酶解初始 pH 为 5.4, 酶解温度 55 °C, 酶解时间 4 h, 用酶量为 2.5 mg/g 辣椒的下, 天然辣椒素产量为 7.65 mg/g; 与乙醇浸提法提取辣椒素相比, 产量比乙醇浸提法提高了 33%。

**关键词:** 酶法; 天然辣椒素; 正交实验

**中图分类号:** S641.3; **文献标识码:** A; **文章篇号:** 1673-9078(2007)06-0045-04

## Extraction of Capsaicin by Cellulose Enzyme

GUO Qing-zhu, LIU Yu

(Weifang Institute of Supervision & Inspection on Product Quality; National Supervision and Testing centre of Vegetable Quality, Weifang 261031, China)

**Abstract:** The enzymolysis conditions of cellulose enzyme for extraction of Capsaicinoids, including the initial pH value of lytic enzyme solution, reaction time and temperature, were optimized here by orthogonal test. The optimized conditions were that the initial pH value was 5.4, temperature was 55 °C, reaction time was 4 h and the quantities of enzyme was 2.5 mg per 1 g capsicum, the yield of capsaicin was 7.65 mg/g, which is improved by 33% compared to that by traditional method.

**Key words:** Cellulose enzyme; Enzymolysis; Capsaicinoids; Orthogonal method

天然辣椒素 (Capsaicinoids) 由一系列同类物组成, 现已发现有 14 种类似物, 它们都有共同的一部分结构, 且均有辣味。辣椒中天然辣椒素的种类和含量与辣椒的品种和成熟程度有关。一般粗结晶中含天然辣椒素 (C) 75%, 其它几种成分按其含量高低依次是二氢辣素 (IXI)、降二氢辣素 (NDC)、高二氢辣素 (HDC) 和高辣素 (HC) [1]。

天然辣椒素具有广泛的应用范围, 如低纯度的天然辣椒素在食品工业上用作调味品, 高纯度的天然辣椒素在医药工业上用于生产镇痛药、戒毒药, 在军事上用于生产催泪武器等。动物药理研究表明, 天然辣椒素能减轻吗啡类药物的戒断综合症; 可预防阿司匹林对胃肠的损伤和出血等副作用; 能促进皮肤药物的吸收; 还可用于治疗以疼痛为主要症状的综合症, 如严重难治性带状疱疹后神经痛<sup>[2]</sup>、重症风湿性关节炎等<sup>[3]</sup>; 它对于牛皮癣、秃发也有很好的疗效作用<sup>[4]</sup>。

目前, 酶法提取已广泛应用于植物活性成分提取中, 如酶法提取红花黄色素, 酶法提取黄酮等, 但酶法提取天然辣椒素的报道还不多。因此, 本实验对纤维素酶提取干红辣椒中的天然辣椒素进行了研究, 并

与溶剂浸提法进行了对照。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

辣椒, 市售; 纤维素酶, 美国 sigma 公司 (25000 U); 去离子水, 自制; 丙酮; 甲醇; 盐酸; 氢氧化钠; 醋酸钠; 冰乙酸。以上试剂均为分析纯。

UV 2000 紫外可见分光光度计; pH 计; 电子恒温水浴锅; 精密电子天平 (精度 0.01 g); 旋转蒸发器; 台式恒温振荡培养箱。

### 1.2 纤维素酶溶液的配制

分别配置 0.1 mol/L 的醋酸溶液和醋酸钠溶液, 使用上述两种溶液配置一定 pH 值的醋酸-醋酸钠缓冲溶液。称取一定量的纤维素酶溶于上述缓冲液中。

### 1.3 提取方法

将辣椒去籽晾干, 粉碎后过 80 目筛。称取一定质量的辣椒粉, 用纤维素酶缓冲液进行酶解反应, 反应一定时间后离心分离, 去上清液后于烘箱中烘干。将烘干后的辣椒粉用乙醇浸提, 然后蒸发浓缩浸提液, 回收乙醇溶剂, 然后将浓缩物置烘箱烘干, 得到辣椒素粗产品。

收稿日期: 2007-03-10

作者简介: 郭庆祝 (1963-), 男, 高工, 研究方向: 食品与机械

## 2 结果与分析

### 2.1 酶解提取法

#### 2.1.1 酶解 pH 值对辣椒素产量的影响

在酶解温度为 40 ℃, 酶量为 2 mg/g 辣椒, 酶解时间为 1 h 下, 考察酶解液初始 pH 值对天然辣椒素产量的影响。实验结果见图 1。

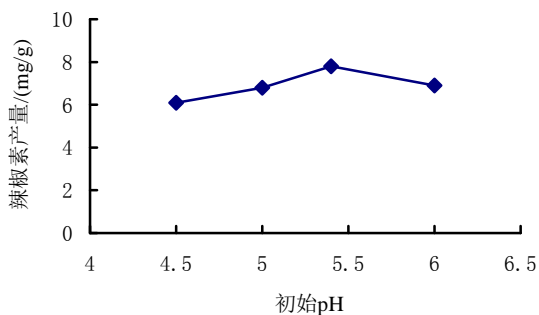


图1 酶解液初始 pH 值对辣椒素产量的影响

Fig.1 Effect of enzyme beginning Ph value on apsaicin quantity

各种酶都有各自的最适 pH 值, 从图 1 可以看出, 辣椒素产量先随酶解液初始 pH 值的增大而增大, 在 pH 为 5.4 时达到最大值, 当 pH 值达到 5.4 后再增加酶解液初始 pH 值, 辣椒素产量反而随 pH 值的增大而减小。这是因为酶的活力受环境 pH 值的影响。在本实验中, pH 值为 5.4 时该纤维素酶处于最佳状态, 辣椒素产量最高。

#### 2.1.2 酶解温度对辣椒素产量的影响

在初步选取酶解液初始 pH=5.4, 酶量为 2 mg/g 辣椒, 酶解时间为 1 h 的条件下, 考察辣椒素产量随酶解温度的变化情况, 实验结果如图 2。

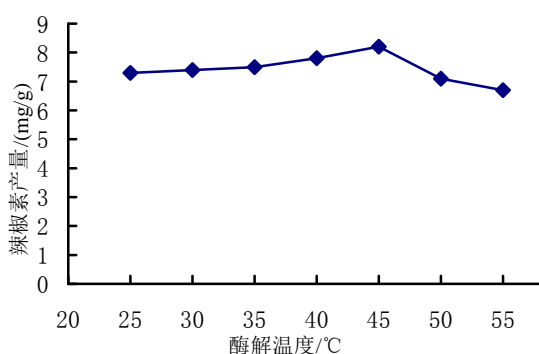


图2 酶解温度对辣椒素产量的影响

Fig.2 Effect of enzymolysis temperature on apsaicin quantity

从图 2 可以看出: 酶解温度在 25~45 ℃时, 辣椒素产量随酶解温度增加而增大, 45 ℃达到最大值, 之后随酶解温度的增大而减少。这是因为当温度升高时,

反应速度随着温度的升高而加快; 但超过一定温度后, 反应速度的随温度升高而使酶逐渐变性。由结果可知最佳酶解温度为 45 ℃。

#### 2.1.3 酶量对辣椒素产量的影响

在酶解温度为 45 ℃, 酶解液初始 pH=5.4, 酶解时间为 1 h 的条件下, 实验考察酶量对辣椒素产量的影响, 实验结果如图 3。

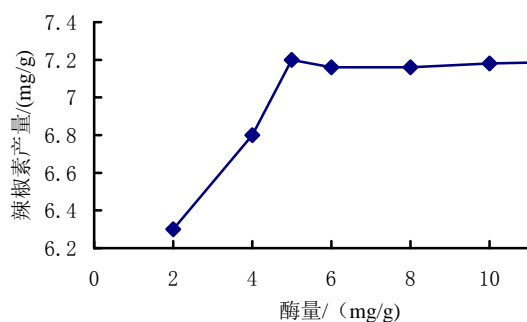


图3 酶量对辣椒素产量的影响

Fig.3 Effect of enzymolysis quantity on apsaicin quantity

从图 3 可以看出, 辣椒素产量随酶量的增大而增大, 当 1 g 辣椒的酶使用量为 5 mg 时, 辣椒素的产量已接近最大值, 此时再增加酶量对辣椒素产量的影响不大。因此, 确定在实验条件下酶解提取辣椒素的酶量最佳值为 5 mg/g 辣椒。

#### 2.1.4 酶解时间对辣椒素产量的影响

在酶解温度为 45 ℃, 酶解液初始 pH=5.4, 酶量为 5 mg/g 辣椒下, 考察酶解时间对辣椒素产量的影响, 实验结果如图 4 所示。

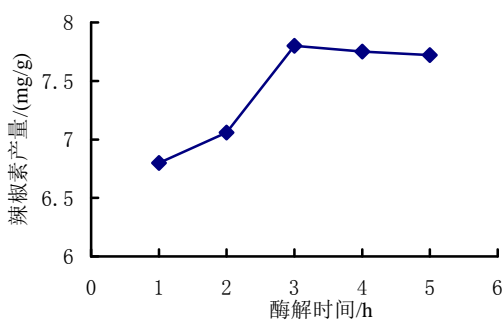


图4 酶解时间对辣椒素产量的影响

Fig.4 Effect of enzymolysis time on apsaicin quantity

从图 4 可以看出: 辣椒素产量先随酶解时间的增加而增加, 3 h 时达到最大值, 随后则有所下降。这是因为酶解时间 3 h 时, 反应已进行得较完全, 随着酶解时间的延长, 辣椒素会有部分分解。因此, 在实验条件下, 酶解时间为 3 h 时, 辣椒素产量最大。

#### 2.1.5 正交实验

为了考察酶解温度、酶解液初始 pH 值、酶解时间和酶量的协同作用,进行了  $L_9(3^4)$  正交实验设计,以找到最优的酶解条件。正交实验因素水平安排如表 1,其结果如表 2。

从表 2 可知:酶解温度、酶解液初始 pH 值、酶解时间和酶量对辣椒素产量的影响程度为酶解温度>酶解液初始 pH 值>酶解时间>酶量,酶解最优条件为  $A_3B_2C_3D_1$ 。在水平组合  $A_3B_2C_3D_1$  的条件下,作验证试验,实验结果如表 3 所示。

表 1 正交试验因素及水平设计

水平	A(酶解温度/°C)	B(酶解液初始 pH 值)	C(酶解时间/h)	D(酶量/mg/g)
1	35	5.0	2	2.5
2	45	5.4	3	5
3	55	5.8	4	7.5

表 2 正交试验结果

编号	A	B	C	D	辣椒素含量/%
1	1	1	1	1	0.6677
2	1	2	2	2	0.6720
3	1	3	3	3	0.6635
4	2	1	2	3	0.6731
5	2	2	3	1	0.6902
6	2	3	1	2	0.6631
7	3	1	3	2	0.7124
8	3	2	1	3	0.7094
9	3	3	2	1	0.7033
K1	0.668	0.684	0.680	0.687	
K2	0.675	0.691	0.683	0.683	
K3	0.708	0.677	0.689	0.682	
R	0.040	0.014	0.009	0.005	

从表 3 的验证试验结果可知,在  $A_3B_2C_3D_1$  条件下酶解得到的辣椒素量明显高于正交实验所得辣椒素量的最大值,而且重现性较好。因此,实验确定辣椒素酶解最优条件为:酶解温度为 55 °C,酶解液初始 pH 为 5.4,酶解时间为 4 h,酶量为 2.5 mg/g 辣椒。

表 3 验证试验结果

试验组	1	2	3	平均值
辣椒素产量(mg/g)	7.56	7.70	7.68	7.65

## 2.2 溶剂浸提法

### 2.2.1 提取溶剂选择

先对辣椒素的提取溶剂作了筛选。

根据生产实际,选择 4 种溶剂:①醋酸乙酯,②95%乙醇,③60%乙醇,④丙酮。同时进行回流提取,每次 50 mL,共 2 次,每次 30 min。结果见表 4。

表 4 测定结果比较

取样量/g	提取溶剂	辣椒素含量/%
2	醋酸乙酯	0.2717
2	95%乙醇	0.5296
2	60%乙醇	0.2970
2	丙酮	0.4874

结果表明:95%乙醇提取率高于其他几种溶剂,故选 95%乙醇为辣椒的提取溶剂。

### 2.2.2 正交实验设计

选择 95%乙醇量,回流时间,回流次数这 3 个因素作为考察对象,每个因素各取 3 个水平,以辣椒素含量为指标,选用  $L_9(3^3)$  正交试验表进行试验,因素水平见表 5,试验结果见表 6。

表 5 正交试验因素及水平设计

水平	A(95%乙醇量)	B(回流时间/h)	C(回流次数)
1	5	0.5	1
2	10	1	2
3	15	2	3

表 6 正交试验结果

编号	A	B	C	辣椒素含量/(mg/g)
1	1	1	1	3.010
2	1	2	2	3.562
3	1	3	3	3.893
4	2	1	2	4.655
5	2	2	3	4.835
6	2	3	1	4.454
7	3	1	3	5.460
8	3	2	1	5.265
9	3	3	2	5.897
K1	3.488	4.375	4.243	
K2	4.648	4.554	4.705	
K3	5.541	4.748	4.729	
R	2.053	0.373	0.486	

由表 6 可知,提取最优条件为  $A_3B_3C_3$ 。做验证试验,得出表 7 数据:

表 7 验证试验结果

试验组	1	2	3	平均值
辣椒素产量(mg/g)	5.73	5.71	5.76	5.73

由表 7 可知,乙醇提取天然辣椒素的产量为 5.73 mg/g 辣椒。而酶法的提取率则比乙醇提取法高了 33%。

(下转第 50 页)