

# 生姜提汁工艺参数优化研究

赵楠, 鲁周民

(西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**以生姜为试验材料,采用纤维素酶和果胶酶按质量比2:1组成的混合酶进行酶解。在单因素试验基础上,对酶用量、酶解温度和提取时间3个因素进行正交优化研究。结果表明:采用加水量为生姜质量6倍,酶用量4 800 mg/L、酶解温度45℃、提取时间40 min,对生姜提汁具有较好的效果,可用于生产操作。

**关键词:**生姜;提汁工艺;双酶法;正交优化

**中图分类号:**TS 255.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)13-0166-04

生姜(*Zingiber officinale*)属姜科(Zingiberaceae)姜属(*Zingiber* Boehm),是热带、亚热带地区一种重要的栽培植物。我国是生姜的发源地及主要出产国之一,有广泛的栽培<sup>[1]</sup>。生姜营养丰富,含有挥发油、姜辣素、二苯基庚烷等多种对人体有益的成分<sup>[2]</sup>。研究表明,生姜中还含有大量的黄酮类化合物<sup>[3]</sup>。传统中医学认为生姜是一味散寒发表的重要药物,具有健胃、发汗、止呕、解毒等功效。李时珍在《本草纲目》中记载:生姜“辛而不

荤,去邪避恶,生啖熟食,醋、酱、糟、盐、蜜煎,调和,无不宜之;可蔬可和,可果可药,其利博矣”。

近年来,随着我国生姜种植面积和产量的逐年攀升,有关生姜加工利用的研究也日趋增加<sup>[4-8]</sup>。生产姜汁是进行生姜深加工、提高经济效益的有效途径。纪庆柱等<sup>[9]</sup>用淀粉酶对山东莱芜大姜制取澄清姜汁的工艺进行了研究;李清春等<sup>[10]</sup>探讨了姜汁热浸提护色工艺,这些研究都是将生姜压榨取汁后直接以出汁率作为评价指标,压榨后会有部分有效成分留在姜渣中。该研究采用酶解提汁方法,首先固定了加水量,在相同料液比下采用纤维素酶和果胶酶组成的混合酶对生姜进行酶解,以姜汁中黄酮和姜酚含量为衡量指标,优化姜汁提取工艺,旨在为生姜产业的发展提供理论和技术参考。

**第一作者简介:**赵楠(1987-),女,在读硕士,研究方向为植物资源利用。

**责任作者:**鲁周民(1966-),男,硕士,研究员,研究方向为植物资源利用。E-mail:lzm@nwsuaf.edu.cn.

**收稿日期:**2012-03-26

## Fresh-keeping Effect of Complex Antistaling Agent Consisted of Chitosan and Extraction from Ginger and Garlic on *Fragaria ananassa*

GAO Feng-ju

(Department of Life Science, Tangshan Teachers College, Tangshan, Hebei 063000)

**Abstract:** With strawberry as materials, the fresh-keeping effect of compound paintfilm liquid of chitosan and extraction from ginger and garlic with different matching on fruits at room temperature was studied by using 8 kinds of paintfilm liquids included chitosan at 0.5%~2.0% with or without extraction from ginger and garlic. The results showed that rot index after 4 days in treatment 7 (1.5% chitosan with extraction from ginger and garlic) was lowest, being 1.110. The depression effects on fruitweight loss rate during storage by T3 (1.5% chitosan without extraction from ginger and garlic), and T7 and T8 (1.5% and 2.0% chitosan with extraction from ginger and garlic) were more obvious, with the fruit weight loss rate being 9.02%, 6.94% and 7.74% resp. T7 had littlest effect on fruit total acid content and VC content. Painting fruits with T7 compound paintfilm liquid had best fresh-keeping effect. It restrained increment of fruit rot index and weight loss rate significantly, delayed decrement of fruit total acid and VC contents and its effect was obviously better than with other treatments.

**Key words:** chitosan; extraction from ginger and garlic; *Fragaria ananassa*; fresh-keeping

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

新鲜生姜:购于杨凌市场,含水量为 89.65%。选取无病虫害、无霉烂的生姜,去皮洗净,65℃烘干表面水分,切碎后进行试验。试剂:纤维素酶和果胶酶按质量比 2:1 组合成混合酶、无水乙醇、亚硝酸钠、硝酸铝、亚硫酸铁、水杨酸、铁氰化钾、三氯乙酸、蒸馏水等。仪器与设备:电热恒温水浴锅、紫外分光光度计、烧杯、吸量管、容量瓶等。

### 1.2 试验方法

1.2.1 单因素试验 加水量的确定:称取 6 份姜块放入 6 个烧杯中,每份 30 g,按质量比分别加入 2、3、4、5、6、7 倍的蒸馏水,打浆,50℃恒温水浴中加热提取 1 h 后抽滤得姜汁,测定黄酮和姜酚的含量,确定加水量。温度对浸提效果的影响:称取 6 份姜块放入 6 个烧杯中,每份 30 g,按质量比加入 6 倍的蒸馏水,打浆。再按 1 800 mg/L 加入混合酶,分别在 30、40、50、60、70℃ 的温度中恒温水浴加热提取 1 h 后抽滤得姜汁,测定黄酮和姜酚的含量,确定浸提温度。提取时间对浸提效果的影响:称取 6 份姜块放入 6 个烧杯中,每份 30 g,按质量比加入 6 倍的蒸馏水,打浆后再按 1 800 mg/L 加入混合酶,50℃恒温水浴中分别加热提取 30、40、50、60、70 min 后抽滤得姜汁,测定黄酮和姜酚的含量,确定浸提时间。酶用量对浸提效果的影响:称取 6 份姜块放入 6 个烧杯中,每份 30 g,按质量比加入 6 倍的蒸馏水,打浆后分别按 600、1 200、1 800、2 400、3 000、3 600 mg/L 加入混合酶,50℃恒温水浴中加热提取 40 min 后抽滤得姜汁,测定黄酮和姜酚的含量,确定酶用量。

1.2.2 正交优化实验 以生姜质量 6 倍的水为固定加水量,对影响姜酚和黄酮提取的混合酶用量、提取时间、浸提温度为 3 个因素按  $L_9(3^4)$  正交表进行试验设计,试验方案见表 1。

表 1 正交实验因素水平

水平	因素		
	浸提温度 A/℃	提取时间 B/min	混合酶用量 C/(mg·L <sup>-1</sup> )
1	45	30	3 600
2	50	40	4 200
3	55	50	4 800

### 1.3 项目测定

1.3.1 黄酮含量测定 根据文献[11]的方法绘制芦丁质量浓度(x)-吸光度(y)的标准曲线,得回归方程  $y = 0.2162x - 0.0065$ ,  $R^2 = 0.9982$ ,在 0.01~0.1 mg/mL 范围内有良好的线性关系。用 5 mL 黄酮提取液代替芦丁标准液测定生姜黄酮含量。

1.3.2 姜酚含量测定 根据文献[12]的方法绘制香草醛标准曲线:得香草醛质量浓度(C)与吸光度(A)之间关系

标准曲线方程  $A = 1.2739C + 0.0034$ ,  $R^2 = 0.9985$ ,香草醛质量浓度 0.5~3.0 mg/mL 范围内该方法线性关系良好。精确吸取样品液 0.5 mL 于 10 mL 容量瓶中,无水乙醇定容、摇匀,无水乙醇为空白对照,45℃水浴提取 1 h,取出冷却至室温,补充损失体积,280 nm 处测量,由回归方程得香草醛的量,再乘以换算系数 2.003,即为姜酚的量。

### 1.4 数据分析

采用 DPS 7.05 对所得数据进行统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验

2.1.1 加水量对浸提效果的影响 由图 1 可知,姜酚和黄酮的提取含量均随着加水量的增加而增大,加水量为生姜质量 6 倍时,具有较好的提取效果;加水量大于 6 倍时,姜酚和黄酮含量变化不大。考虑到试验操作和降低能耗,确定以生姜质量 6 倍的加水量为该试验的加水量。

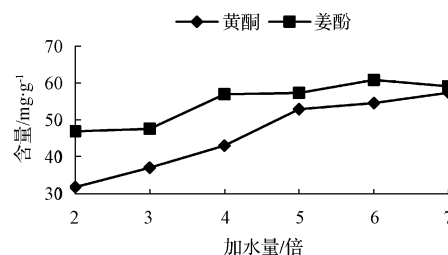


图 1 加水量对生姜中提取黄酮、姜酚含量的影响

2.1.2 温度对浸提效果的影响 由图 2、3 可知,随着浸提温度升高,生姜中提取出姜酚和黄酮含量变化的趋势是先上升后下降,但当浸提温度达到 65℃ 时,含量又有较大升高。因为随着温度的升高,酶的活性越来越强,但超过 50℃ 后,酶因温度升高而逐渐失活,因此姜酚、黄

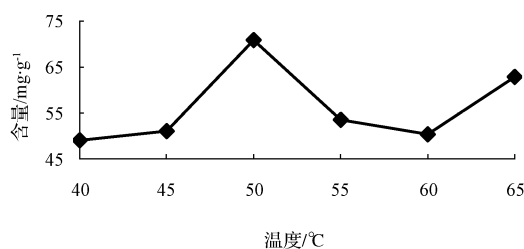


图 2 温度对生姜中提取姜酚含量的影响

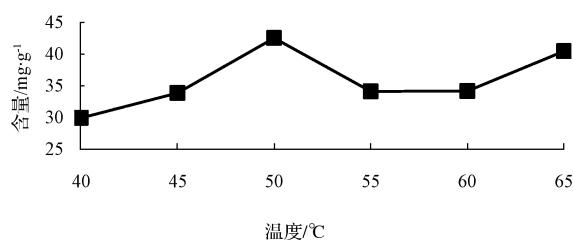


图 3 温度对生姜中提取黄酮含量的影响

酮含量减小,该结论与胡斌洁等<sup>[13]</sup>结论相同。对于浸提温度为 65℃ 的处理,姜酚、黄酮含量均升高,可能是由于温度过高,导致酶解后姜汁褐变严重,影响了比色结果。

2.1.3 提取时间对浸提效果的影响 由图 4、5 可知,随着提取时间的延长,从 1 g 生姜中提取的姜酚和黄酮含量先显著升高( $P<0.01$ ),之后随着时间的延长,其含量变化不大。提取时间为 40 min 时,姜酚和黄酮含量均极显著地高于 30 min ( $P<0.01$ )。当提取时间大于 40 min 时,姜酚和黄酮含量的差异均不显著。

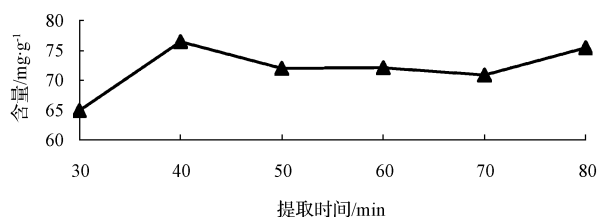


图 4 提取时间对生姜中提取姜酚含量的影响

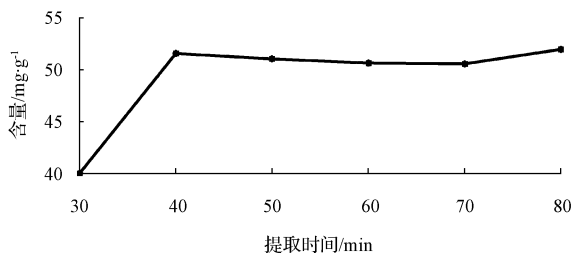


图 5 提取时间对生姜中提取黄酮含量的影响

2.1.4 酶用量对浸提效果的影响 由图 6、7 可知,随着酶用量的增加,从 1 g 生姜中提取的姜酚、黄酮的含量呈现缓慢上升趋势,当酶用量达到 4 200 mg/L 时,黄酮、姜酚含量达到最大。这是因为随着酶用量的增大,对生姜中果胶和纤维素的分解效果变好,黄酮和姜酚溶出越多。

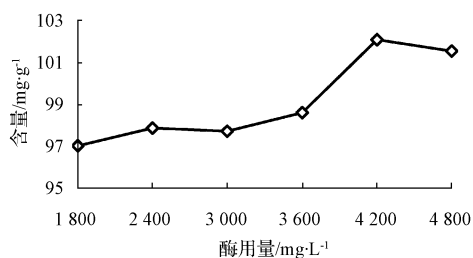


图 6 酶用量对生姜中提取姜酚含量的影响

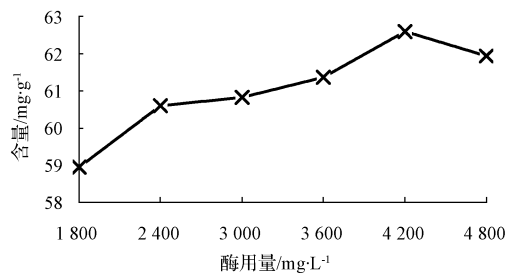


图 7 酶用量对生姜中提取黄酮含量的影响

## 2.2 正交实验结果

2.2.1 酶解条件对生姜中提取姜酚含量的影响 姜酚是生姜的主要活性成分,现代医学研究证实,姜酚有强心、防止心血管疾病、抗凝血、抗氧化、抗肿瘤、抗炎、抗胃溃疡等作用<sup>[14]</sup>。生姜提汁时,提取出的姜酚含量是决定姜汁品质的重要指标。生姜中姜酚溶入姜汁的多少,与工艺参数密切相关。由表 2 可知,影响姜酚含量的因素主次顺序为:C>B>A,即酶用量、提取时间、提取温度。由表 3 可知,酶用量和提取时间对姜酚含量有显著影响,在试验范围内提取出的姜酚含量随着酶用量的增大而升高,随着时间的延长先显著升高,之后继续延长时间则没有显著变化。研究表明,在工艺条件 A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>3</sub>,即温度 45℃、提取时间 40 min、酶用量 4 800 mg/L 时最有利于姜酚含量的提高。

2.2.2 酶解条件对生姜中提取黄酮含量的影响 生姜黄酮是新发现的一类化合物,具有较强的抗氧化活性,其抗氧化活性强于柠檬酸和抗坏血酸<sup>[15]</sup>。由表 2 可知,影响黄酮含量的因素主次顺序为:A>C>B,即温度、酶用量、时间。由表 3 可知,温度对黄酮含量有显著影响,在试验范围内含量随着温度的增加先显著增大后降低。研究表明,在工艺条件 A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>3</sub>,即温度 50℃、提取时间 30 min、酶用量 4 800 mg/L 时最有利于黄酮含量的提高。

表 2 姜汁酶解条件的正交实验结果与分析

试验号	A 温度/℃	B 时间/min	C 酶量/mg · L <sup>-1</sup>	姜酚含量 /mg · g <sup>-1</sup>	黄酮含量 / mg · g <sup>-1</sup>
1	45	30	3 600	90.24	57.78
2	50	40	4 200	100.42	60.63
3	55	50	4 800	105.48	61.77
4	45	40	4 800	108.63	59.89
5	50	50	3 600	96.14	60.68
6	55	30	4 200	94.83	60.82
7	45	50	4 200	100.73	57.97
8	50	30	4 800	102.48	63.72
9	55	40	3 600	94.19	60.65
对姜酚含量的影响分析					
<i>k</i> <sub>2</sub>	99.87		95.85		93.52
<i>k</i> <sub>3</sub>	99.68		101.08		98.66
<i>k</i> <sub>4</sub>	98.16		100.78		105.53
<i>R</i>	1.53		4.71		10.81
因素主次			C>B>A		
优化工艺条件			A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>3</sub>		
对黄酮含量的影响分析					
<i>k</i> <sub>2</sub>	58.55		60.77		59.70
<i>k</i> <sub>3</sub>	61.68		60.39		59.81
<i>k</i> <sub>4</sub>	61.08		60.14		61.79
<i>R</i>	2.81		0.57		1.88
因素主次			A>C>B		
优化工艺条件			A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub>		

表 3 酶解条件对姜酚和黄酮含量的影响

因素	水平	姜酚/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	黄酮/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
温度 A	1	99.87Aa	58.55b
	2	99.68Aa	61.68a
	3	98.16Aa	61.08a
时间 B	1	95.85Ab	60.77a
	2	101.08Aa	60.39a
	3	100.78Aa	60.14a
酶用量 C	1	93.52Bc	59.70a
	2	98.66ABb	59.81a
	3	105.53Aa	61.79a

2.2.3 工艺参数的综合确定 由于各项指标所得优化工艺参数并不一致,需要进一步对其进行综合分析。虽然在温度  $50^{\circ}\text{C}$ 、时间 30 min 时有利于黄酮的提高,但生姜的主要功能性成分姜酚含量下降。另外,温度高会增加能量消耗、造成生产操作不便;温度为  $45^{\circ}\text{C}$  时姜酚含量保持最高水平,黄酮含量也相对较高。因此,综合试验结果以及生产操作、能耗等问题,认为采用由纤维素酶和果胶酶按质量比 2 : 1 组成的混合酶对生姜进行酶解提汁的最佳工艺参数为:加水量为生姜质量 6 倍,酶用量  $4\ 800\ \text{mg/L}$ 、温度  $45^{\circ}\text{C}$ 、提取时间 40 min。

### 3 结论

生姜提汁时,对提取出的姜酚和黄酮含量的影响因素并不相同。在试验条件范围内,温度对黄酮含量有显著影响,对姜酚含量影响不显著;提取时间和酶用量对姜酚含量影响显著。

在加水量 6 倍和混合酶组成的酶解条件下,生姜提汁的最佳工艺参数为:温度  $45^{\circ}\text{C}$ 、提取时间 40 min、酶用量  $4\ 800\ \text{mg/L}$ 。

### 参考文献

- [1] 吴德邻. 中国植物志[M]. 16 卷 2 分册. 北京:科学出版社,1981:142.
- [2] 何文珊,严玉霞. 生姜的化学成分及生物活性研究概况[J]. 中药材, 2001,24:376-379.
- [3] 全珍,巫华美,丁靖坤. 生姜的挥发性化学成分[J]. 云南植物研究, 1998,20(1):113-118.
- [4] 李大峰,贾冬英,姚开,等. 生姜及其提取物在食品加工中的应用[J]. 中国调味品,2011,36(2):20-23.
- [5] 刘绍军,许高升,李林会,等. 生姜菠萝复合果冻的工艺研究[J]. 食品科学,2011,32:116-119.
- [6] 莫开菊,汪兴平,程超. 糖姜片的无硫护湿及加工工艺研究[J]. 农业工程学报,2005,21(1):155-158.
- [7] 张木炎,李瑞,夏秋瑜,等. 姜汁椰子水饮料加工工艺研究[J]. 中国酿造,2009(8):157-160.
- [8] 孙静,秦德宾. 低度姜酒澄清酶解工艺的研究[J]. 北方园艺,2011(12):139-141.
- [9] 纪庆柱,周涛. 澄清姜汁加工工艺的研究[J]. 现代食品科技,2010,26(8):850-853.
- [10] 李清春,张景强. 姜汁护色浸提研究与姜汁保健饮料研制[J]. 饮料工业,2010,13(2):18-21.
- [11] 于洁,陈耀容,王世祥,等. 生姜黄酮的提取及性能研究[J]. 食品科学,2009(24):108-113.
- [12] 张明昶,李健,蒙继昭. 紫外分光光度法测定姜中姜辣素类化合物的含量[J]. 贵州医药,2003,27:283-284.
- [13] 胡斌洁,曹红霞,陈金峰. 热水法与酶解法浸提红枣取汁最佳工艺比较[J]. 食品研究与开发,2011,32(1):46-48.
- [14] 张雪红,刘红星. 姜酚的研究进展[J]. 广西师范学院学报(自然科学版),2009,26(1):110-113.
- [15] 杨洋. 生姜黄酮的提取及其抗氧化活性的研究[J]. 食品科学,2002,23(4):45-50.

## Optimization of Processing Technique Parameters of *Zingiber officinale* Juice

ZHAO Nan, LU Zhou-min

(College of Forestry, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100)

**Abstract:** Adopting the mixed enzyme (with a weight ratio of 2 : 1 between the cellulose and pectinase) to hydrolyze *Zingiber officinale*. Based on the single experiment, orthogonal experiment was designed to optimize extraction technology parameters such as enzyme dosage, temperature and extraction time of ginger juice. The results showed that better extracting effect could be reached under the following conditions enzyme dosage  $4\ 800\ \text{mg/L}$ , enzymolysis temperature  $45^{\circ}\text{C}$ , extraction time 40 min. This method can be used for production.

**Key words:** *Zingiber officinale*; processing technique; double-enzyme method; orthogonal experiment