

# 洋葱阿魏酸提取工艺的优化

陈玉琴

(三门峡职业技术学院, 河南 三门峡 472000)

**摘要:** 为了确定超高压提取洋葱阿魏酸的最佳工艺条件, 以洋葱阿魏酸得率为指标, 采用单因素和正交试验探讨固液比、乙醇体积分数、超高压压力和时间对洋葱阿魏酸提取效果的影响。结果表明, 超高压提取洋葱阿魏酸的最佳工艺条件为固液比 1 : 22、乙醇体积分数 75%、超高压压力 320 MPa、超高压时间 4.0 min, 在该条件下阿魏酸的得率可达 0.322%, 高于回流提取和超声提取得率。超高压提取阿魏酸时间短、得率高, 值得推广。

**关键词:** 超高压; 洋葱; 阿魏酸; 提取

中图分类号: TS202.3 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2013)07-0157-04

## Optimization of Extraction Process of Ferulic Acid from Onion(*Allium cepa* L.)

CHEN Yu-qin

(Sanmenxia Polytechnic, Sanmenxia 472000, China)

**Abstract:** In order to find out the best process condition of ultrahigh pressure(UHP) extraction of ferulic acid from onion, the effects of solid-liquid ratio, ethanol concentration, UHP pressure and time on the extraction amount of ferulic acid were studied. The results showed that the optimum solid-liquid ratio was 1 : 22, the ethanol concentration was 75%, the pressure of UHP was 320 MPa, the time of UHP was 4.0 min. Under this optimum condition, the yield of ferulic acid could reach 0.322%, higher than that by reflux and ultrasonic extraction. Ultrahigh pressure extraction method has advantages of short extraction time and high yield, thus suitable for extracting ferulic acid from onion.

**Key words:** ultra high pressure; *Allium cepa* L.; ferulic acid; extraction

洋葱又称为玉葱、葱头、圆葱, 是百合科葱属的 2 年生草本植物, 属于葱蒜类。其原产地为中亚和地中海沿岸, 食用器官为肥大的肉质鳞茎。按照鳞茎形态, 洋葱可分为普通洋葱(*Allium cepa* L.)、分蘖洋葱(*Allium cepa* var. *agrogatum* Don.) 和顶球洋葱(*Allium cepa* var. *viviparum* Merg.) 3 个类型。通常所说的洋葱是指普通洋葱<sup>[1]</sup>。新鲜洋葱含水分 86.8%、碳水化合物 11.6%、蛋白质 1.2%、脂肪 0.1%、含硫化合物 0.05%、类黄酮化合物 0.01%~1.0%、钙 0.2%~0.5%、磷 0.05%, 丰富的尼克酸、泛酸和维生素 A、B<sub>1</sub>、B<sub>2</sub>、C, 微量的铜、铁、锌、锰、碘等矿物质元素<sup>[2]</sup>。此外, 洋葱中还含有桂皮酸、阿魏酸、芥子酸、槲皮素和咖啡酸等物质<sup>[3]</sup>。

研究表明, 洋葱中的阿魏酸具有抗氧化和抑菌作用<sup>[4]</sup>。因此, 提取洋葱中的阿魏酸, 用于开发医药保健品、化妆品和功能性食品具有广阔的前景。

目前, 关于洋葱黄酮类化合物的提取研究较多<sup>[5-7]</sup>, 但有关洋葱阿魏酸的提取研究尚未见报道。鉴于此, 采用单因素和正交试验对超高压提取洋葱阿魏酸的工艺进行优化, 并与回流和超声提取法进行比较, 为洋葱的进一步利用提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

洋葱购自三门峡市九洲农贸市场, 60℃烘干, 粉碎, 过 5 mm 筛, 然后真空包装备用; 阿魏酸对照

收稿日期: 2013-01-21

作者简介: 陈玉琴(1974-), 女, 河南三门峡人, 讲师, 硕士, 主要从事园林植物研究。E-mail: yuqinchensmx@163.com

品(中国药品生物制品检定所);乙醇为国产分析纯。

UHP900\* 2-Z 超高压处理装置(包头文天科技有限责任公司)、Xo-400SD 多频超声波细胞粉碎仪(南京先欧仪器制造有限公司)、旋转蒸发器(菏泽市鑫源仪器仪表有限公司)、Agilent 1100 高效液相色谱系统[安捷伦科技(中国)有限公司]。

## 1.2 超高压提取洋葱阿魏酸

在洋葱粗粉中,按照一定固液比加入一定体积分数的乙醇溶液,混合均匀后装入聚乙烯塑料袋中,进行真空包装,然后放入超高压装置的腔中,超高压处理一定时间,过滤,3 500 r/min 离心 15 min,减压浓缩,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

### 1.2.1 超高压提取洋葱阿魏酸的单因素试验

1.2.1.1 固液比 分别按固液比 1:5、1:10、1:15、1:20、1:30 加入体积分数为 70% 的乙醇溶液,然后在超高压压力 350 MPa 条件下处理 4.0 min,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

1.2.1.2 乙醇体积分数 按最佳固液比分别加入体积分数为 50%、60%、70%、80%、90% 的乙醇溶液,然后在超高压压力 350 MPa 条件下处理 4.0 min,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

1.2.1.3 超高压压力 按最佳固液比加入最佳体积分数的乙醇溶液,然后分别在超高压压力 100、200、300、400、500 MPa 条件下处理 4.0 min,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

1.2.1.4 超高压时间 按最佳固液比加入最佳体积分数的乙醇溶液,然后在最佳超高压压力下分别处理 2.0、3.0、4.0、5.0、6.0 min,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

1.2.2 超高压提取洋葱阿魏酸的正交试验 在单因素试验结果的基础上,对超高压提取洋葱阿魏酸工艺的固液比、乙醇体积分数、超高压压力和时间进行四因素三水平的  $L_9(3^4)$  正交试验,确定最佳萃取条件组合。

1.2.3 回流提取洋葱阿魏酸 参照文献[8]中的方法,在洋葱粗粉中,按固液比 1:20 加入 75% 乙醇溶液,55 °C 加热回流 2 h,过滤,3 500 r/min 离心 15 min,减压浓缩,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

1.2.4 超声提取洋葱阿魏酸 参照文献[9]中的方法,在洋葱粗粉中,按固液比 1:20 加入 75% 乙醇溶液,室温条件下 25 kHz、400 W 超声处理 30 min,过滤,3 500 r/min 离心 15 min,减压浓缩,测定阿魏酸含量,计算阿魏酸得率。

1.2.5 阿魏酸含量的测定 采用 HPLC 方法<sup>[10]</sup>进

行。色谱柱(Phenomsil BDS C18, 4.6 mm × 200 mm, 5 μm),流动相:CH<sub>3</sub>OH:H<sub>2</sub>O:HAc=85:15:0.3,流速:1 mL/min,柱温:35 °C,检测波长为 215 nm。峰面积 A 与阿魏酸质量浓度 C(g/L)之间的回归方程为  $A = 381.63C - 3.0644$  ( $R^2 = 0.9996$ )。

## 1.3 数据处理

用 DPS 数据处理系统对试验数据进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 超高压提取洋葱阿魏酸的单因素试验结果

2.1.1 固液比对阿魏酸得率的影响 由图 1 可见,随着固液比的减小,阿魏酸得率先增加后趋于平稳。当固液比大于 1:20 时,随着固液比的减小,阿魏酸得率逐渐增加,至 1:20 时,阿魏酸得率为 0.311%;当固液比小于 1:20 时,随着固液比的减小,阿魏酸得率趋于平稳。由于过多的溶剂用量会带来后续浓缩强度的增加,因此,综合考虑,采用固液比 1:20 较好。

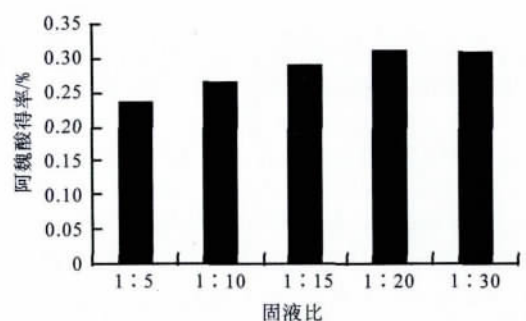


图 1 固液比对洋葱阿魏酸得率的影响

2.1.2 乙醇体积分数对阿魏酸得率的影响 由图 2 可见,随着乙醇体积分数的增加,阿魏酸得率先增加后降低。当乙醇体积分数达到 70% 时,阿魏酸得率最高,为 0.314%;当乙醇体积分数超过 70% 时,阿魏酸得率开始下降。这是因为乙醇体积分数不同,其极性不同,当乙醇体积分数为 70% 时,其极性与阿魏酸相当;当乙醇体积分数超过 70% 时,溶液极性又发生改变,得率反而下降。因此,采用乙醇体积分数 70% 为佳。

2.1.3 超高压压力对阿魏酸得率的影响 由图 3 可见,随着超高压压力的增加,阿魏酸得率先增加后降低,当超高压压力达到 300 MPa 时,阿魏酸得率最高,为 0.316%;当超高压压力超过 300 MPa 时,阿魏酸得率开始下降。这是因为一定的超高压压力使细胞破裂,阿魏酸溶出,当过度增加压力时,细胞过度破裂,其他杂质过多溶出,有效成分的传质速率

降低,影响阿魏酸游离到细胞外。因此,超高压压力选择 300 MPa 为佳。

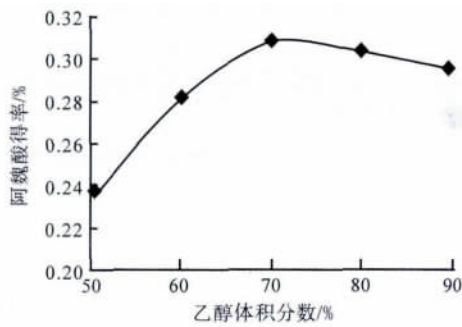


图2 乙醇体积分数对洋葱阿魏酸得率的影响

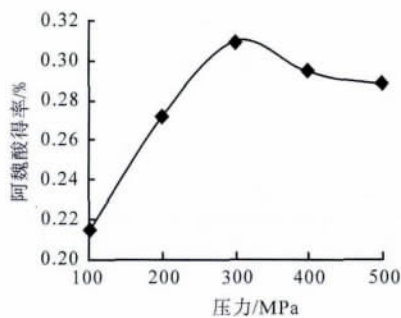


图3 超高压压力对洋葱阿魏酸得率的影响

2.1.4 超高压时间对阿魏酸得率的影响 由图4可见,随着超高压时间的增加,阿魏酸得率先增加后趋于平稳。当超高压时间小于 4.0 min 时,随着超高压时间的增加,阿魏酸得率增加;当超高压时间达到 4.0 min 时,阿魏酸得率最高,为 0.311%;当超高压时间大于 4.0 min 时,阿魏酸得率趋于平稳。这是由于加压 4.0 min 时细胞已经破裂,阿魏酸和周围溶剂之间达到传质平衡,再增加时间,得率基本不变。因此,综合考虑得率和成本,超高压时间以 4.0 min 为宜。

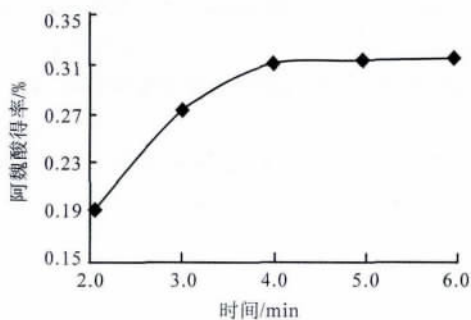


图4 超高压时间对洋葱阿魏酸得率的影响

## 2.2 超高压提取洋葱阿魏酸的正交试验结果

由表1可知,超高压提取洋葱阿魏酸工艺的固液比、乙醇体积分数、超高压压力和时间对阿魏酸得率的影响主次顺序为:超高压时间>超高压压力>

乙醇体积分数>固液比。最佳组合为:固液比 1:22、乙醇体积分数 75%、超高压压力 320 MPa、超高压时间 4.0 min。

表1 超高压提取洋葱阿魏酸的正交试验设计和结果

试验号	因素				得率/%
	固液比	乙醇体积分数/%	压力/MPa	时间/min	
1	1:18	65	280	3.5	0.221
2	1:18	70	300	4.0	0.318
3	1:18	75	320	4.5	0.304
4	1:20	65	300	4.5	0.262
5	1:20	70	320	3.5	0.267
6	1:20	75	280	4.0	0.284
7	1:22	65	320	4.0	0.312
8	1:22	70	280	4.5	0.271
9	1:22	75	300	3.5	0.289
$k_1$	0.281	0.265	0.259	0.259	
$k_2$	0.271	0.285	0.290	0.305	
$k_3$	0.291	0.292	0.294	0.279	
R	0.020	0.027	0.035	0.046	

## 2.3 超高压提取洋葱阿魏酸最佳工艺的验证

准确称取洋葱粗粉 2 kg,在最佳提取条件下进行 3 次平行验证试验,以考察最佳提取条件的合理性和可靠性。阿魏酸的平均得率为 0.322%,高于表1中的试验结果,相对标准差为 0.003%,说明优化后的工艺条件重复性好,数据可靠。

## 2.4 不同方法提取洋葱阿魏酸的效果

分别采用超高压、回流、超声提取方法提取洋葱阿魏酸,对洋葱阿魏酸得率和提取时间进行比较。从表2可以看出,超高压提取法提取洋葱阿魏酸得率最高(0.322%),回流提取法次之(0.315%),超声提取法最低(0.287%);超高压提取法所用时间最短(4.0 min),超声提取法次之(30.0 min),回流提取法最长(120.0 min)。由此可见,超高压提取洋葱阿魏酸不仅得率高,而且时间短。

表2 3种方法提取洋葱阿魏酸的得率和时间

项目	方法		
	超高压提取法	回流提取法	超声提取法
得率/%	0.322	0.315	0.287
时间/min	4.0	120.0	30.0

## 3 结论与讨论

洋葱是开发生产保健食品较好的原料之一,对其活性成分阿魏酸进行分离纯化、深加工,以进一步提高其经济价值。

提取阿魏酸的传统方法是蒸煮法和加热回流法,这些方法对试验设备、条件要求不高,操作简单,

但得率较低,提取时间较长。超声强化提取可缩短时间,但超声波容易破坏提取物有效成分,且提取时间需要 30 min 以上。本研究采用超高压提取法,通过加压破坏细胞,促进阿魏酸溶出。细胞在几分钟内即被破坏,提取时间大大缩短,且阿魏酸破坏小,得率也有所提高。

本研究得出超高压提取洋葱阿魏酸的最佳工艺条件为固液比 1:22、乙醇体积分数 75%、超高压压力 320 MPa、超高压时间 4.0 min,在此条件下阿魏酸得率可达 0.322%。此方法用时短、得率高,在提取洋葱阿魏酸方面具有很好的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 张平真. 洋葱引入考[J]. 中国蔬菜, 2002(6): 56-57.
- [2] 郭詹菁. 洋葱类黄酮的提取及生物活性研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2010.
- [3] 谭仁祥. 植物成分分析[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 486-495.
- [4] 梁红冬. 阿魏酸的合成及抗氧化性能的研究[J]. 化学与生物工程, 2012, 29(1): 60-63.
- [5] 黎乃维. 洋葱黄酮类化合物及其功能食品的研究[D]. 青岛: 中国海洋大学, 2010.
- [6] 陈佳. 洋葱皮黄酮酶法辅助提取、纯化及体外抗氧化研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2011.
- [7] 王莹. 洋葱皮总黄酮提取与纯化工艺的研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2007.
- [8] 赵志添, 马翠, 廖克俭. 微波法提取升麻中阿魏酸的工艺研究[J]. 化学与生物工程, 2011, 28(2): 52-54.
- [9] 张志清, 帅瑾, 周利茗, 等. 超声波辅助碱醇提取麦麸中阿魏酸工艺优化[J]. 食品科学, 2010, 31(12): 83-88.
- [10] 信维平, 孙建华, 张福娟. 新型食品抗氧化剂阿魏酸的提取及应用的研究[J]. 中国粮油学报, 2006, 21(6): 125-126.
- (上接第 156 页)
- [2] 韩萍, 李海燕, 侯长希. 玉米须的化学成分及其应用研究进展[J]. 现代农业科技, 2009(18): 17-18, 21.
- [3] 朱旭, 邱智东. 玉米须的化学成分及药理作用研究[J]. 长春中医药大学学报, 2009, 25(2): 183-185.
- [4] El-Ghorab A, El-Massry K F, Shibamoto T. Chemical composition of the volatile extract and antioxidant activities of the volatile and nonvolatile extracts of Egyptian corn silk (*Zea mays* L.) [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2007, 55(22): 9124-9127.
- [5] Ebrahimzadeh M A, Pourmorad F, Hafezi S. Antioxidant activities of Iranian corn silk [J]. Turkish Journal of Biology, 2008, 32: 43-49.
- [6] 毕良武, 赵振东, Vinatoru M, 等. 超声波技术在生物质资源加工领域的应用研究进展[J]. 林产化学与工业, 2007, 27(B10): 138-142.
- [7] 郑利琴, 张慙, 孙金才, 等. 微波与超声波提取杨梅汁多酚类物质的对比研究[J]. 食品与生物技术学报, 2010, 29(4): 514-520.
- [8] 汝绍刚, 赵文英, 崔波, 等. 超声法提取石榴皮多酚的研究[J]. 化学与生物工程, 2011, 28(10): 43-46.
- [9] 尹志娜. 植物多酚分离提取方法和生物功能研究进展[J]. 生命科学仪器, 2010, 8(3): 43-49.
- [10] 任天宝, 马孝琴, 徐桂转, 等. 响应面法优化玉米秸秆蒸汽爆破预处理条件[J]. 农业工程学报, 2011, 27(9): 282-286.
- [11] 李顺峰, 刘兴华, 张丽华, 等. 真姬菇子实体多糖的提取工艺优化[J]. 农业工程学报, 2008, 24(2): 281-284.
- [12] 张黎骅, 张文, 吕珍珍, 等. 响应面法优化酒糟微波间歇干燥工艺[J]. 农业工程学报, 2011, 27(3): 369-374.
- [13] 孟祥敏, 殷金莲. 响应面法优化木瓜果实中齐墩果酸提取工艺[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(1): 37-40.
- [14] Maksimović Z, Malenčić D, Kovačević N. Polyphenol contents and antioxidant activity of *Maydis stigma* extracts [J]. Bioresource Technology, 2005, 96(8): 873-877.
- [15] 李云雁, 胡传荣. 试验设计与数据处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [16] 庄恒扬, 成敬生. 作物规范化栽培试验分析几个问题商榷[J]. 农业系统科学与综合研究, 1990(4): 42-46.