

## 厚朴超声提取工艺的优化

吴巧凤, 严云良, 张小霞

(浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053)

**摘要:** 目的 优化厚朴超声提取工艺。方法 以乙醇体积分数、溶剂量、提取时间、提取次数为影响因素, 浸膏得率、厚朴酚、和厚朴酚含有量为评价指标, 先通过正交试验初步优化提取工艺, 再采用多目标遗传算法全局优化。结果 最佳条件为 34 倍量 85% 乙醇超声提取 3 次, 每次 24 min, 浸膏得率、厚朴酚、和厚朴酚含有量分别为 19.97%、10.30 mg/g、2.38 mg/g。结论 该方法稳定合理、精度高、成本低, 可用于超声提取厚朴。

**关键词:** 厚朴; 超声提取; 正交试验; 多目标遗传算法

中图分类号: R284.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2018)05-1070-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2018.05.012

## Ultrasonic extraction optimization for *Magnoliae officinalis Cortex*

WU Qiao-feng, YAN Yun-liang, ZHANG Xiao-xia

(Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China)

**KEY WORDS:** *Magnoliae officinalis Cortex*; ultrasonic extraction; orthogonal test; multi-objective genetic algorithm

厚朴 *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils 为传统名贵中药材, 具有燥湿消痰、降逆平喘之功效, 主治湿滞伤中、腹胀便秘、痰壅气逆、胸满喘咳等症<sup>[1]</sup>, 具有抗炎、抑菌、抗溃疡、抗肿瘤、抗病毒、保护心脑血管等作用<sup>[2-5]</sup>, 厚朴酚、和厚朴酚为其主要活性成分<sup>[2, 6]</sup>。中药的特色是多组分, 大多单一组分又含多种成分<sup>[7]</sup>, 故以多成分为评价指标是当前中药提取工艺研究的热点。

目前, 厚朴提取工艺优化的方法主要有以厚朴酚<sup>[8]</sup>或厚朴酚、和厚朴酚为评价指标<sup>[9]</sup>, 采用正交试验<sup>[8-9]</sup>或 Box-Behnken 中心组合设计<sup>[10]</sup>; 以厚朴酚、和厚朴酚、浸膏得率的总评“归一值”为评价指标, 采用星点设计-响应面法<sup>[11]</sup>。但若要求浸膏得率、厚朴酚、和厚朴酚同时达到最大值, 正交设计和均匀设计只能寻得局部最优, 存在主观性较强、精度不高、预测性弱的缺点<sup>[12]</sup>; 星点设计-响应面法虽然更为全面和精准, 但需准确选取试验点, 确定合理的因素水平, 否

则就失去优化意义<sup>[13-14]</sup>。本实验以乙醇体积分数、溶剂量、提取时间、提取次数为影响因素, 浸膏得率、厚朴酚、和厚朴酚含有量为评价指标, 采用正交试验结合多目标遗传算法优化厚朴超声提取工艺, 为其有效部位的制备及进一步研究开发奠定基础。

### 1 材料

Agilent 1260 型高效液相色谱仪, 配置 G1315D 二级管阵列检测器、ChemStation 色谱工作站 (美国 Agilent 公司); DHG-9146A 型电热恒温鼓风干燥箱 (上海精宏实验设备有限公司); AB135-S 型电子分析天平 (梅特勒-托利多仪器上海有限公司); KQ-300DB 型数控超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司)。厚朴购于浙江中医药大学中药饮片厂, 经浙江中医药大学中药资源与鉴定教研室陈孔荣副教授鉴定为木兰科木兰属植物厚朴 *Magnolia officinalis* Rehd. et Wils. 的干燥根皮、干皮和枝皮。厚朴酚、和厚朴酚对照品均购自中国食品

收稿日期: 2017-07-31

基金项目: 国家自然科学基金 (81473335/H2803, 81274030/H2803); 浙江省自然科学基金 (LY18H28007, LY15H290003); 浙江省重中之重一级学科“中药学”建设-浙江中医药大学开放基金 (Yao2016015)

作者简介: 吴巧凤 (1963—), 女, 教授, 博士生导师, 从事天然药物活性成分研究。Tel: (0571) 61768165, E-mail: wqfyjm@sina.com

药品检定研究院 (批号 110729-200309、110730-200307)。甲醇为色谱纯 (美国 Tedia 公司, 批号 13125054); 其他试剂为分析纯; 水为超纯水。

## 2 方法及结果

### 2.1 溶液制备

2.1.1 对照品溶液 分别精密称取厚朴酚、和厚朴酚对照品 6.8、3.6 mg, 置于 10 mL 量瓶中, 甲醇定容, 分别精密吸取 2.5 mL, 甲醇定容于 10 mL 量瓶中, 即得 (质量浓度分别为 170、90  $\mu\text{g}/\text{mL}$ )。

2.1.2 供试品溶液 精密称取药材粗粉 1.0 g, 置于具塞锥形瓶中, 加 25 mL 甲醇, 称定质量, 超声 30 min, 放冷, 甲醇补足减失的质量, 过滤, 精密量取 2.5 mL 滤液, 甲醇定容于 10 mL 量瓶中, 摇匀, 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜过滤, 即得。

### 2.2 厚朴酚与、和厚朴酚含有量测定

2.2.1 色谱条件及系统适应性 Hypersil BDS  $\text{C}_{18}$  色谱柱 (4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu\text{m}$ ); 流动相甲醇-水 (78 : 22); 检测波长 294 nm; 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 25  $^{\circ}\text{C}$ ; 进样量 10  $\mu\text{L}$ 。在此色谱条件下, 厚朴酚、和厚朴酚分离度均大于 1.5, 按厚朴酚色谱峰计算, 理论塔板数不低于 3 800, 色谱图见图 1。

对照品溶液适量, 加甲醇逐级对半稀释, 配制成 6 个质量浓度, 在 “2.2.1” 项色谱条件下进样测定。以峰面积为纵坐标 (Y), 对照品质量浓度为横坐标 (X) 进行线性回归, 得回归方程分别为厚朴酚  $Y=24.473X+10.019$  ( $r=0.9999$ ), 线性范围 5.31 ~ 170.00  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; 和厚朴酚  $Y=17.135X+7.016$  ( $r=0.9999$ ), 线性范围 2.81 ~ 90.00  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

2.3 正交试验 根据预实验及相关文献, 确定乙醇体积分数 ( $X_1$ )、溶剂量 ( $X_2$ )、提取时间 ( $X_3$ )、提取次数 ( $X_4$ ) 作为影响因素, 各因素取 3 水平, 因素水平见表 1。

表 1 因素水平

Tab. 1 Factors and levels

| 水平 | 因素         |             |                |              |
|----|------------|-------------|----------------|--------------|
|    | $X_1$ 乙醇/% | $X_2$ 溶剂量/倍 | $X_3$ 提取时间/min | $X_4$ 提取次数/次 |
| 1  | 70         | 15          | 10             | 1            |
| 2  | 80         | 25          | 20             | 2            |
| 3  | 90         | 35          | 30             | 3            |

精密称取药材粗粉 9 份, 每份 5.0 g, 超声提取, 滤液水浴蒸发至浸膏状后, 60  $^{\circ}\text{C}$  烘箱常压干燥至恒重, 称量并计算浸膏得率。浸膏粉加适量甲醇超声溶解, 定容于 10 mL 量瓶中, 0.45  $\mu\text{m}$  微孔滤膜过滤, 续滤液即为供试品溶液, 在 “2.2.1” 项色谱条件下进样测定, 计算厚朴酚、和厚朴酚含有量。以浸膏得率 ( $Y_1$ )、厚朴酚 ( $Y_2$ )、和厚朴酚 ( $Y_3$ ) 含有量为评价指标, 结果见表 2。

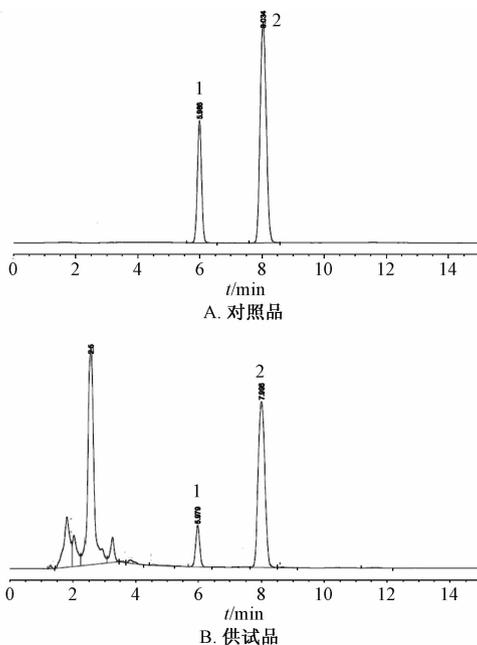
表 2 试验设计与结果

Tab. 2 Design and results of tests

| 试验号 | 因素    |       |       |       | $Y_1$ /<br>% | $Y_2$ /<br>( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) | $Y_3$ /<br>( $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ) |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------------|--|--|
|     | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ | $X_4$ |              |  |  |
| 1   | 1     | 1     | 1     | 1     | 10.12        | 5.918  | 1.334  |
| 2   | 1     | 2     | 2     | 2     | 13.51        | 8.969  | 1.821  |
| 3   | 1     | 3     | 3     | 3     | 17.72        | 9.028  | 1.879  |
| 4   | 2     | 1     | 2     | 3     | 15.83        | 7.917  | 1.694  |
| 5   | 2     | 2     | 3     | 1     | 14.26        | 7.154  | 1.524  |
| 6   | 2     | 3     | 1     | 2     | 15.37        | 8.837  | 1.827  |
| 7   | 3     | 1     | 3     | 2     | 17.05        | 7.628  | 1.599  |
| 8   | 3     | 2     | 1     | 3     | 16.17        | 8.845  | 1.756  |
| 9   | 3     | 3     | 2     | 1     | 14.93        | 7.599  | 1.610  |

### 2.4 多目标遗传算法

2.4.1 模型拟合 采用 SPSS 18.0 软件, 以  $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $Y_3$  为目标函数, 分别建立其与  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$  的二次回归模型, 拟合方程见表 3, 可知其均有显著性差异 ( $P < 0.01$ ), 表明各单目标模型拟合较好。



1. 和厚朴酚 2. 厚朴酚  
1. honokiol 2. magnolol

图 1 各成分 HPLC 色谱图

Fig. 1 HPLC chromatograms of various constituents

### 2.2.2 线性关系考察 精密吸取 “2.1.1” 项下

表3 单目标函数拟合方程

Tab. 3 Fitting equations of single objective functions

| 拟合方程   | F 值   | R <sup>2</sup> | P 值   |
|--|-------|----------------|-------|
| $Y_1 = 8.417 + 0.003X_1X_3X_4 + 0.001X_1X_2 - 0.182X_3X_4 + 0.026X_2X_4$ | 49.31 | 0.98           | 0.001 |
| $Y_2 = 6.341 + 0.00004154X_1X_2X_4$                                      | 18.50 | 0.85           | 0.004 |
| $Y_3 = 1.409 + 0.005X_2X_4$  | 20.62 | 0.86           | 0.003 |

2.4.2 单目标遗传算法优化 参数设置为初始种群 30；单点变异概率 0.01；单点交叉概率 0.80；最大进化代数 100 代，进行随机搜索 10 次。

2.4.2.1 浸膏得率 最优提取工艺为加 35 倍量 82% 乙醇超声提取 2 次，每次 11 min，浸膏得率为 29.58%；10 次搜索的平均水平为加 34 倍量 80% 乙醇超声提取 3 次，每次 14 min，浸膏得率为 27.22%。

2.4.2.2 厚朴酚含量 最优提取工艺为加 35 倍量 89% 乙醇超声提取 3 次，厚朴酚含量为 11.70 mg/g；10 次搜索的平均水平为加 33 倍量 86% 乙醇超声提取 3 次，厚朴酚含量为 11.21 mg/g。另外，提取时间并未纳入其拟合模型，可根据实际情况选择。

2.4.2.3 和厚朴酚含量 最优提取工艺为加 33 倍量乙醇超声提取 3 次，和厚朴酚含量为 2.80 mg/g；10 次搜索的平均水平为加 34 倍量乙醇超声提取 3 次，和厚朴酚含量为 2.60 mg/g。另外，该拟合模型中并未出现乙醇体积分数和提取时间，可根据实际情况选择。

2.4.3 多目标遗传算法优化 参数设置为初始种群 90；单点变异概率 0.01；单点交叉概率 0.80；最大进化代数 100 代，进行随机搜索 10 次。

图 2 显示，进化 20 代后，浸膏得率的最大适应度基本稳定；进化 14 代后，厚朴酚、和厚朴酚含有量的最大适应度也达到稳定，表明遗传算法具有较好的动态性能和收敛性。搜索发现，厚朴有效成分含量随浸膏得率的增加而增加，10 次随机搜索的平均水平为加 34 倍量 85% 乙醇超声提取 3 次，每次 24 min，浸膏得率为 19.75%，厚朴酚、和厚朴酚含量分别为 9.91、2.43 mg/g，具体见表 4、5。

2.4.4 遗传算法搜索结果比较 表 6 显示，三目标遗传算法所得目标函数值均小于单目标遗传算法，浸膏得率、厚朴酚、和厚朴酚含量分别为后者的 72.58%、88.31%、92.31%，这是因为软件在进行多目标优化时，为使各目标函数尽可能同时获得最优解，对各子目标进行了折中处理，即三目标优化所得厚朴有效部位均含有适量浸膏，而且主

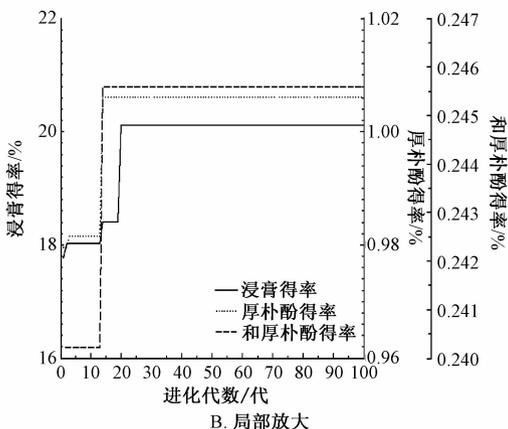
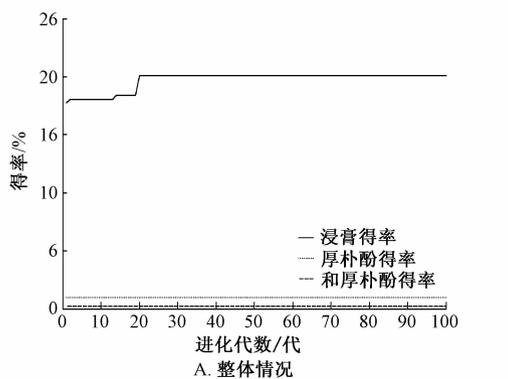


图 2 进化曲线

Fig. 2 Evolutionary curves

要指标成分厚朴酚、和厚朴酚均达到单目标最大函数值的 88.40% 以上，符合预期目标。

表 4 随机搜索结果

Tab. 4 Random search results

| 编号 | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>3</sub> |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 1  | 86.60          | 33.36          | 19.31          | 2.98           | 20.45          | 9.93           | 2.42           |
| 2  | 89.62          | 34.65          | 14.23          | 2.98           | 17.90          | 10.21          | 2.45           |
| 3  | 84.41          | 34.99          | 19.48          | 2.95           | 18.15          | 10.00          | 2.41           |
| 4  | 88.28          | 33.51          | 29.48          | 2.89           | 21.32          | 9.90           | 2.39           |
| 5  | 80.85          | 34.78          | 28.92          | 2.95           | 19.07          | 9.85           | 2.50           |
| 6  | 82.53          | 34.62          | 28.44          | 2.91           | 19.33          | 9.83           | 2.39           |
| 7  | 87.73          | 34.94          | 29.51          | 2.91           | 21.26          | 10.11          | 2.44           |
| 8  | 82.99          | 33.66          | 28.67          | 2.96           | 19.49          | 9.76           | 2.43           |
| 9  | 83.90          | 34.58          | 29.94          | 2.95           | 20.13          | 9.94           | 2.38           |
| 10 | 86.84          | 33.16          | 16.24          | 2.72           | 20.44          | 9.55           | 2.53           |

表5 随机搜索结果平均水平 (n=10)

Tab.5 Average levels of random search results (n=10)

| 项目             | $\bar{x} \pm s$ | 95% 置信区间 |       | 最小值   | 最大值   |
|----------------|-----------------|----------|-------|-------|-------|
|                |                 | 90%      | 100%  |       |       |
| X <sub>1</sub> | 85.38 ± 2.85    | 83.34    | 87.42 | 80.85 | 89.62 |
| X <sub>2</sub> | 34.23 ± 0.71    | 33.71    | 34.74 | 33.16 | 34.99 |
| X <sub>3</sub> | 24.42 ± 6.30    | 19.91    | 28.93 | 14.23 | 29.94 |
| X <sub>4</sub> | 2.92 ± 0.08     | 2.87     | 2.97  | 2.72  | 2.98  |
| Y <sub>1</sub> | 19.75 ± 1.18    | 18.91    | 20.60 | 17.90 | 21.32 |
| Y <sub>2</sub> | 9.91 ± 0.18     | 9.81     | 10.01 | 9.55  | 10.21 |
| Y <sub>3</sub> | 2.43 ± 0.05     | 2.30     | 2.40  | 2.38  | 2.53  |

表6 遗传算法搜索结果比较 (n=10)

Tab.6 Comparison of genetic algorithm search results (n=10)

| 方法   | 因素             |                |                |                | 结果             |                |                |
|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|      | X <sub>1</sub> | X <sub>2</sub> | X <sub>3</sub> | X <sub>4</sub> | Y <sub>1</sub> | Y <sub>2</sub> | Y <sub>3</sub> |
| 单目标  | 80.33          | 34.00          | 13.67          | 2.33           | 27.22          | —              | —              |
|      | 85.90          | 33.28          | —              | 2.87           | —              | 11.21          | —              |
|      | —              | 33.69          | —              | 2.96           | —              | —              | 2.60           |
| 三目标  | 85.38          | 34.23          | 24.42          | 2.92           | 19.75          | 9.91           | 2.43           |
| 占比/% | —              | —              | —              | —              | 72.58          | 88.40          | 93.46          |

2.5 验证试验 精密称取6份药材粗粉,每份5.0g,采用三目标遗传算法所得最优提取条件制备6份供试品溶液,结果见表7,表明所得提取工艺条件稳定可靠,可用于厚朴有效部位的提取。

表7 验证试验结果 (n=6)

Tab.7 Results of verification tests (n=6)

| 指标      | 浸膏得率/% | 厚朴酚/<br>(mg·g <sup>-1</sup> ) | 和厚朴酚/<br>(mg·g <sup>-1</sup> ) |
|---------|--------|-------------------------------|--------------------------------|
| 实测值     | 19.97  | 10.30                         | 2.38                           |
| 遗传算法预测值 | 19.75  | 9.91                          | 2.43                           |

### 3 讨论

在优化中药提取工艺条件时,传统方法(如加权法、等高线图法、约束法等)常将多目标优化问题转化为单个或系列单目标优化问题,存在主观性偏差及局部优化的缺陷<sup>[15]</sup>。遗传算法是一种借鉴生物界自然选择及自然遗传学机制的全局随机搜索优化方法,有着操作原理简单、无需求导、稳健、求解效率高的特点,通过模拟自然进化过程搜索获得最优解,适合解决非线性系统的多目标优化问题,尽管其在航空航天、能源、人工智能等诸多领域<sup>[16]</sup>有广泛应用,但鲜见于中药提取工艺优化中<sup>[12,16-22]</sup>。虽然单目标遗传算法可提供精度较高的试验条件,但多数情况下得到的最优解并非多目标函数的最优值<sup>[11]</sup>;多目标遗传算法作为模拟生物自然进化过程的一种随机优化搜索方法,可实现多目标同时最优化,克服传统方法因局部优化导致最

终结果精度不高的缺点,使其尽可能得到最优解<sup>[13]</sup>,从而达到提高有效成分提取效率、降低成本的目的,是中药有效部位制备的较好设计方法。

本实验在正交试验基础上,应用Matlab外挂SGALAB工具箱<sup>[13]</sup>全局搜索对厚朴超声提取工艺进行多目标遗传算法优化。验证试验表明,该方法简便、稳定可行、重复性好,而且厚朴中的主要活性成分厚朴酚、和厚朴酚含量均达到单目标结果的88.40%以上,出膏率也较高<sup>[11,23]</sup>,可为其他中药有效部位的提取及进一步研究开发提供依据。

### 参考文献:

[1] 薛珍珍. 厚朴水溶性化学成分及其活性筛选[D]. 北京: 中国中医科学院, 2015.

[2] 刘盈萍. 厚朴的主要成分及其药理作用研究概况[J]. 当代化工研究, 2017(5): 141-142.

[3] 胡 玥. 厚朴对大鼠心肌缺血/再灌注损伤的保护作用[J]. 中国当代医药, 2016, 23(15): 103-105.

[4] 韩 亮, 石忠峰, 林华庆. UPLC/Q-TOF-MS/MS 法分析厚朴化学成分[J]. 中成药, 2013, 35(4): 766-769.

[5] Poivre M, Duez P. 厚朴及其成分的生物活性和毒性(英文)[J]. 浙江大学学报B辑(生物医学与生物技术)(英文版), 2017, 18(3): 194-214.

[6] 郭 强. 厚朴与厚朴花现代药理与临床新用分析[J]. 中国卫生标准管理, 2014, 5(16): 31-32.

[7] 张铁军, 王 杰, 陈常青, 等. 基于中药属性和作用特点的中药质量标志物研究与质量评价路径[J]. 中草药, 2017, 48(6): 1051-1060.

[8] 阮 菲, 丁国琴. 正交试验优选厚朴中厚朴酚的提取工艺[J]. 海峡药学, 2010, 22(7): 63-65.

[9] 李 锐, 陈中兰, 肖 宏, 等. 厚朴中厚朴酚及和厚朴酚提取工艺的优化研究[J]. 中国药业, 2011, 20(10): 47-48.

[10] 谢 捷, 李红娟, 郑兴宗, 等. 响应面法优化厚朴酚及和厚朴酚的闪式提取工艺的研究[J]. 林产化学与工业, 2010, 30(4): 20-24.

[11] 刘颖新, 刘利利, 喻祖文, 等. 星点设计-响应面法优化厚朴提取工艺[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(7): 27-30.

[12] 徐彦杰, 师先锋, 杨晓文, 等. 多目标遗传算法优化五味子提取工艺的研究[J]. 中国药理学杂志, 2012, 47(9): 669-673.

[13] 李 莉, 张 赛, 何 强, 等. 响应面法在试验设计与优化中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(8): 41-45.

[14] 邱 颖, 朱 玲, 孙晓英. 星点设计-效应面优化法与正交设计和均匀设计的比较及其在药剂研究中的应用[J]. 海峡药学, 2011, 23(2): 18-20.

[15] 杨晓文. 基于微遗传算法的中心试验设计多目标药物合成优化分析[D]. 太原: 山西医科大学, 2012.

[16] 戴 帅, 师先锋, 王 婷, 等. 孟德尔多目标简单遗传算法在药物提取条件优化中的应用[J]. 中国卫生统计, 2014,

- 31(4): 615-619.
- [17] 韩荣荣,白云娥,陈益,等. 非支配排序遗传算法多目标优化金莲花水提工艺的研究[J]. 药物分析杂志, 2011, 31(11): 2082-2086.
- [18] 韩荣荣. 基于遗传算法的BP神经网络在多目标药物优化分析中的应用[D]. 太原: 山西医科大学, 2011.
- [19] 王晓美,刘春艳,吴小娟,等. 基于多目标遗传算法优化刺五加根提取工艺的研究[J]. 中国药物与临床, 2013, 13(7): 825-828.
- [20] 郝云云,吴巧凤. 基于遗传算法的香薷总黄酮提取工艺优化[J]. 中国中医药科技, 2013, 20(2): 157-159.
- [21] 刘鑫,宓嘉琪,吴巧凤. 基于遗传算法优化黄连中盐酸小檗碱的提取工艺研究[J]. 中华中医药杂志, 2013, 28(12): 3645-3648.
- [22] 朱文瑞,吴巧凤,宓嘉琪,等. 基于遗传算法的土香薷总黄酮提取工艺优化研究[J]. 浙江中医药大学学报, 2014, 38(10): 1207-1211.
- [23] 徐洲,李旭,郭军伟,等. 响应面优化超声辅助醇碱法提取厚朴总酚的工艺条件[J]. 四川农业大学学报, 2013, 31(1): 93-98.

## 浙贝母花总生物碱微波提取工艺的优化

陈 焯, 赵永钦, 梅紫薇, 胡锦涛, 王秀敏, 石森林\*  
(浙江中医药大学, 浙江 杭州 310053)

**摘要:** 目的 优化浙贝母花总生物碱微波提取工艺。方法 在单因素试验基础上,以提取温度、乙醇体积分数、料液比为影响因素,总生物碱含有量和转移率为评价指标,正交试验优化提取工艺。结果 最佳条件为提取温度 70 ℃,提取时间 25 min,乙醇体积分数 80%,料液比 1:40,总生物碱含有量 5.583 mg/g,转移率 98.46%。结论 该方法快速节能,稳定高效,可用于微波提取浙贝母花总生物碱。

**关键词:** 浙贝母;花;总生物碱;微波提取;正交试验

中图分类号: R284.2

文献标志码: A

文章编号: 1001-1528(2018)05-1074-04

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2018.05.013

## Microwave extraction optimization for total alkaloids from *Fritillaria thunbergii* flowers

CHEN Ye, ZHAO Yong-qin, MEI Zi-wei, HU Jin-xiang, WANG Xiu-min, SHI Sen-lin\*  
(Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 310053, China)

**KEY WORDS:** *Fritillaria thunbergii* Miq.; flowers; total alkaloids; microwave extraction; orthogonal test

浙贝母花为百合科植物浙贝母 *Fritillaria thunbergii* Miq. 干燥带梢的花<sup>[1]</sup>,在浙江鄞州、磐安、东阳等地均有产收。该药材药用部位长期为鳞茎,主要成分为甾体类生物碱,其中又以贝母素甲和贝母素乙为主,现代研究表明,浙贝母生物碱具有抗炎、止咳、平喘、化痰等作用<sup>[2]</sup>。在浙贝母培育过程中,一般为了增加地下鳞茎产量,在每年3~4月花期时进行打顶,但由此导致大量浙贝母花被当做废物丢弃,既造成了资源浪费,也加大了环境压力。

最新研究表明,浙贝母花中含有生物碱<sup>[3]</sup>、氨基酸<sup>[4]</sup>、皂苷<sup>[5]</sup>、生育酚<sup>[6]</sup>等活性成分,陈文君等<sup>[3]</sup>对浙贝母鳞茎及花中的主要活性成分总碱及皂苷含有量进行对比,发现后者生物碱含有量是前者的53.4%,皂苷含有量是前者的3倍;闵会等<sup>[6]</sup>测定来自不同地区的14批浙贝母花中贝母素甲、贝母素乙的含有量,发现两者含有量与鳞茎中相似<sup>[7]</sup>,具有与鳞茎相似的活性,因此,对该资源作进一步开发利用具有重大意义。本实验将通过正交试验优化浙贝母花生物碱微波提取工艺,为其

收稿日期: 2017-10-23

作者简介: 陈焯(1993—),男,硕士生。Tel: 18858162262, E-mail: 531489353@qq.com

\*通信作者: 石森林(1971—),男,博士,教授,从事药物新剂型与新技术研究。Tel: 13157106148, E-mail: pjstone@163.com