

## 二次通用旋转组合设计优化山核桃蒲黄酮的提取工艺

蔡晶, 王薇, 黄陈陈, 丁之恩\*

(安徽农业大学茶与食品科技学院, 合肥 230036)

**[摘要]** 目的:对超声波辅助提取山核桃蒲黄酮工艺进行优化。方法:以山核桃蒲为原料,60%乙醇为提取剂,超声波功率250 W的条件下,采用二次通用旋转组合设计试验。在单因素基础上,选定料液比、提取温度和提取时间为试验因素,以黄酮得率、纯度为目标建立回归数学模型,通过试验结果进行方差分析及对数学模型进行优化得到黄酮的优化提取条件。结果:料液比1:12、温度72℃、提取时间52 min为超声波辅助提取黄酮的最佳工艺条件,此条件下黄酮得率2.19%,纯度可达到16.62%。结论:该数学模型对超声波辅助提取山核桃蒲黄酮是可行的。

**[关键词]** 山核桃蒲;黄酮;二次通用旋转组合设计;超声辅助提取

**[中图分类号]** R283.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2012)04-0050-05

## Optimization of Extraction Process of Flavonoids from Peels of *Carya cathayensis* by Quadratic General Rotation Unitized Design

CAI Jing, WANG Wei, HUANG Chen-chen, DING Zhi-en\*

(College of Tea & Food Science and Technology, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China)

**[Abstract]** **Objective:** To optimize ultrasonic-assisted extraction technology of flavonoids from peels of *Carya cathayensis*. **Method:** Based on peels of *C. cathayensis* as raw materials, 60% ethanol as extraction agent, ultrasonic power 250 W, used quadratic general rotation unitized experimental to design. Based on single factor test, selected ratio of solid-liquid, extraction temperature and extraction time as factors, established regression mathematics model with yield and purity of flavonoids as target. Then got optimization of extraction conditions for flavonoids by analysing variance of test results and optimizing mathematical model. **Result:** Optimum ultrasonic-assisted extraction technology conditions of flavonoids were as follows: ratio of solid-liquid 1:12, extraction temperature 72℃, extraction time 52 min, under these conditions, yield of flavonoids was 2.19%, purity could

**[收稿日期]** 20110930(012)

**[基金项目]** 科技部“宁国山核桃富民强县”项目

**[第一作者]** 蔡晶, 硕士研究生, 从事营养与食品卫生研究, Tel:13721107906, E-mail:caiguangling@163.com

**[通讯作者]** \*丁之恩, 博士, 教授, 博士生导师, 从事经济林、产品加工、功能食品研究, E-mail:dingze@ahau.edu.cn

### [参考文献]

- [1] 孙健, 刘泓, 范斌. HPLC-ELSD法测定祝艾康胶囊中黄芪甲苷的含量[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(4):60.
- [2] 李小芳, 何倩灵, 向永臣, 等. 黄芪多糖颗粒防潮辅料的研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(9):11.
- [3] 孙祝美, 李华, 吕嵘, 等. 益母草水苏碱对大鼠心肌细胞肥大的肌浆内钙摄取及SERCA活性的影响[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(7):118.
- [4] 许波华, 许立. 中药抗心肌缺血作用机制的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(15):265.
- [5] 吴发宝, 陈希元. 黄芪药理作用研究综述[J]. 中药材, 2004, 27(3):232.
- [6] 武红莉, 荆志伟, 王忠. 中药复方优化设计方法研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(13):224.
- [7] 赖珺, 廖正根, 杨明福, 等. 生物利用度的研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2010, 16(18):226.
- [8] 中国药典. 一部[S]. 2010:284.

[责任编辑 全燕]

reach 16.62%. **Conclusion:** This mathematics model for ultrasonic-assisted extraction of flavonoids from peels of *C. cathayensis* was feasible.

[**Key words**] peels of *Carya cathayensis*; flavonoids; quadratic general rotation unitized design; ultrasonic-assisted extraction

山核桃 *Carya cathayensis* Sarg. 是胡桃科山核桃属植物,主要分布在浙、皖两省交界的天目山一带,是我国特产的优良干果、油料树种。目前对山核桃蒲很少利用,大量的山核桃蒲被废弃,降低了山核桃生产的经济价值<sup>[1-2]</sup>,提高我国山核桃蒲资源的利用率对其综合开发和加快科研成果的转化有着非常积极的意义。

山核桃蒲中含有大量黄酮类化合物,具有防止骨质疏松、保肝、利胆、利尿、抗肝炎病毒、抗衰老等功能<sup>[3-4]</sup>。黄酮类化合物提取的主要方法有水提法、碱水法、有机溶剂法等方法<sup>[5-11]</sup>。超声波目前广泛应用于植物有效成分的提取,但超声波辅助提取山核桃蒲中的黄酮的研究较少。本文采用60%乙醇作为提取剂,利用超声波辅助提取,并结合二次通用旋转组合设计实验方法,建立了以黄酮纯度为目标函数的数学模型,并研究了料液比、提取时间和提取温度之间的关系,为优化山核桃蒲黄酮的提取工艺提供了理论依据,为山核桃蒲的资源综合利用提供了参考。

## 1 材料

山核桃蒲取自安徽省宁国市南极乡,经安徽农业大学生命科学学院汪维云教授鉴定为山核桃 *Carya cathayensis* Sarg. 的青果皮,硝酸铝、亚硝酸钠、氢氧化钠、无水乙醇均为分析纯,芦丁对照品(合肥志宏生物技术有限公司,批号 100080-200707)。

T6 型紫外-可见分光光度计(北京普析通用仪器有限公司),DFT-100 型多功能中药粉碎机(温岭市大德中药机械有限公司),FA2104 型 1/万电子天平(上海民桥精密科学仪器有限公司)。

## 2 方法与结果

**2.1 原料预处理** 取山核桃蒲 60 ℃ 恒温干燥,经多功能中药粉碎机粉碎,过 20 目筛,密封备用。

**2.2 芦丁对照品溶液的配制**<sup>[12]</sup> 及得率、纯度的计算 精密称取干燥至恒重的芦丁对照品 20 mg,60% 乙醇定容至 100 mL 量瓶中,备用。

**2.3 标准曲线的制作** 精密量取芦丁标准溶液 0.0,1.0,2.0,3.0,4.0,5.0 mL 于 10 mL 量瓶中。精密加入 5% 亚硝酸钠溶液 0.3 mL 放置 6 min,再加入 10% 硝酸铝溶液 0.3 mL 放置 6 min,加 1 mol·

L<sup>-1</sup> 氢氧化钠溶液 4 mL,分别用 30% 乙醇稀释至刻度,摇匀,放置 15 min。在 510 nm 波长处测吸光度,以吸光值为横坐标,芦丁质量浓度为纵坐标,绘制标准曲线,回归方程为  $Y = 0.086X + 0.0025$  ( $R^2 = 0.9997$ ),线性范围 0 ~ 0.10 g·L<sup>-1</sup>。

**2.4 超声波辅助提取法的单因素和二次通用旋转组合试验** 以 60% 乙醇为提取剂,采用超声波辅助提取,功率 250 W 的条件下,对料液比、超声提取时间和提取温度等因素进行单因素实验。在单因素实验的基础上,设计三因素三水平的二次通用旋转实验,以黄酮得率、纯度为考核指标,确定最优提取方案和工艺参数。

**2.5 山核桃蒲黄酮纯度的测定** 精确称取 10.0 g 的山核桃蒲粉,加一定量 60% 乙醇,超声波辅助控温提取一定时间。提取液冷却至室温后过滤,滤液放入旋转蒸发器中真空浓缩至一定体积,真空干燥,称量得黄酮干物质重。

$$\text{黄酮得率} = \frac{\text{提取后黄酮干物质质量}}{\text{山核桃蒲粉质量}} \times 100\%$$

$$\text{黄酮纯度} = \frac{\text{提取后样液中黄酮质量}}{\text{提取后黄酮干物质质量}} \times 100\%$$

**2.6 统计分析** 二次通用旋转正交组合设计的试验结果分析均在 DPS 数据处理软件上运行。

**2.7 料液比对黄酮得率、纯度的影响** 准确称取 5 份 10.0 g 山核桃蒲粉,250 W 超声波的条件下,分别按料液比 1:5,1:10,1:15,1:20,1:25 于 60 ℃ 超声提取 40 min,黄酮得率分别为 1.04%,1.17%,1.36%,1.47%,1.51%,对应的黄酮纯度分别为 10.197%,11.86%,12.57%,13.14%,13.05%。

结果可知随着料液比的增加,黄酮得率、纯度增加,在料液比达到 1:10 左右时,再增加料液比黄酮得率、纯度基本不变。主要原因是料液比越大,则提取液黄酮质量浓度低,传质推动动力越大,提取速度增加,但是料液比增大,溶出的其他杂质的机会也越多,因此选用 1:10 的料液比较为合适。

**2.8 提取时间对黄酮得率、纯度的影响** 准确称取 5 份 10.0 g 山核桃蒲粉,250 W 超声波条件下,料液比为 1:10,分别于 60 ℃ 超声提取 20,30,40,50,60 min,黄酮得率分别为 1.08%,1.33%,1.41%,1.45%,1.49%,纯度分别为 11.49%,12.04%,

12. 13% , 12. 20% , 12. 23% 。

随着提取时间的延长,黄酮的得率、纯度也随之提高,但到 50 min 时得率基本不变,纯度降低,主要原因是达到一定时间后,提取液中黄酮质量浓度增加,传质动力减小,提取速度下降,最终达到平衡状态。因此选取超声时间 50 min。

**2.9** 提取温度对黄酮得率、纯度的影响 准确称取 5 份 10.0 g 山核桃蒲粉,250 W 超声波条件下,料液比为 1:10,分别于 40,50,60,70,80 ℃ 超声提取 50 min,黄酮得率分别为 1.03% , 1.32% , 1.46% , 1.51% , 1.44% , 纯度分别为 11.25% , 12.05% , 12.52% , 12.99% , 12.81% 。

随着温度的升高,黄酮得率、纯度也随之提高,但到 70 ℃ 时得率、纯度降低,主要原因是温度升高,提取液黏性增加,淀粉糊化速度加快,阻止了黄酮的析出。因此选择 70 ℃ 左右为宜。

**2.10** 二次通用旋转组合试验 根据单因素试验结果,以料液比( $X_1$ )、温度( $X_2$ )、时间( $X_3$ )为 3 个试验因素,以黄酮得率、纯度为目标,设计三因素三水平的二次通用旋转组合试验设计,用以优化黄酮的提取条件,确定料液比( $X_1$ )、提取温度( $X_2$ )、提取时间( $X_3$ )的零水平分别为 1:10,70 ℃,50 min,试验设计及结果见表 1,2;由料液比、提取温度、提取时间 3 个因素对黄酮得率、纯度相互作用所得结果见表 3,4。

表 1 山核桃蒲黄酮二次通用旋转组合试验因素水平

水平	$X_1$ 料液比	$X_2$ 温度/℃	$X_3$ 时间/min
-1	1:8	65	45
0	1:10	70	50
1	1:12	75	55

根据多项式回归方程  $Y = b_0 + \sum b_i X_i + \sum b_{ij} X_i X_j + \sum X_i^2$ ,按试验结果计算出拟合方程的各项系数,从而得到得率的回归方程  $Y = 1.90897 + 0.27485X_1 + 0.11687X_2 + 0.11396X_3 - 0.10605X_1^2 - 0.14596X_2^2 + 0.02830X_3^2 - 0.01250X_1X_2 + 0.05500X_1X_3 - 0.03500X_2X_3$

纯度的回归方程  $Y = 16.37305 + 0.45684X_1 + 0.37235X_2 + 0.13114X_3 - 0.29068X_1^2 - 0.78010X_2^2 - 0.33664X_3^2 + 0.14125X_1X_2 + 0.38625X_1X_3 - 0.11375X_2X_3$

表 3 结果可知该方程与实际情况拟合很好;未知因素对实验结果干扰很小,回归模型与实测值能较好地拟合。单因素中,3 个因素的分析均达到了

表 2 山核桃蒲黄酮二次通用旋转组合设计试验

No.	$X_1$	$X_2$	$X_3$	得率/%	纯度/%
1	1	1	1	2.20	16.35
2	1	1	-1	1.97	15.44
3	1	-1	1	2.13	15.53
4	1	-1	-1	1.59	14.28
5	-1	1	1	1.61	14.47
6	-1	1	-1	1.43	15.12
7	-1	-1	1	1.38	14.09
8	-1	-1	-1	1.17	14.41
9	-1.6818	0	0	1.22	14.81
10	1.6818	0	0	2.07	16.29
11	0	-1.6818	0	1.29	13.45
12	0	1.6818	0	1.72	14.73
13	0	0	-1.6818	1.90	15.17
14	0	0	1.6818	2.10	15.67
15	0	0	0	1.87	16.11
16	0	0	0	1.93	15.82
17	0	0	0	1.90	16.16
18	0	0	0	1.96	15.88
19	0	0	0	1.83	15.90
20	0	0	0	2.01	16.09

表 3 山核桃蒲黄酮得率方差分析

变异来源	SS	f	MS	F	P
$X_1$	1.0317	1	1.0317	149.8485	0.0001
$X_2$	0.1868	1	0.1868	27.1382	0.0004
$X_3$	0.1774	1	0.1774	25.7616	0.0005
$X_1^2$	0.1620	1	0.1620	23.5360	0.0007
$X_2^2$	0.3091	1	0.3091	44.8884	0.0001
$X_3^2$	0.0115	1	0.0115	1.6764	0.2245
$X_1X_2$	0.0013	1	0.0013	0.1816	0.6791
$X_1X_3$	0.0242	1	0.0242	3.5150	0.0903
$X_2X_3$	0.0098	1	0.0098	1.4234	0.2604

表 4 山核桃蒲黄酮纯度方差分析

变异来源	SS	f	MS	F	P
$X_1$	2.8503	1	2.8503	22.1353	0.0008
$X_2$	1.9174	1	1.9174	14.8908	0.0032
$X_3$	0.2348	1	0.2348	1.8238	0.2066
$X_1^2$	1.2161	1	1.2161	9.4443	0.0118
$X_2^2$	9.2115	1	9.2115	71.5364	0.0001
$X_3^2$	1.6311	1	1.6311	12.6670	0.0052
$X_1X_2$	0.1596	1	0.1596	1.2396	0.2916
$X_1X_3$	1.1935	1	1.1935	9.2688	0.0124
$X_2X_3$	0.1035	1	0.1035	0.8039	0.3910

显著水平;剔出  $\alpha = 0.10$  的不显著项后,建立得率对试验因子的回归方程  $Y = 1.908\ 97 + 0.274\ 85X_1 + 0.116\ 87X_2 + 0.113\ 96X_3 - 0.106\ 05X_1^2 - 0.145\ 96X_2^2 + 0.055\ 00X_1X_3$ 。

由表 4 可知,纯度的回归方程与实际情况拟合很好;未知因素对实验结果干扰很小,回归模型与实测值能较好地拟合。单因素中,仅时间 ( $X_3$ ) 不显著,其他几个因素的分析均达到了显著水平;剔出  $\alpha = 0.10$  的不显著项后,建立纯度对试验因子的回归方程  $Y = 16.373\ 05 + 0.456\ 84X_1 + 0.372\ 35X_2 - 0.290\ 68X_1^2 - 0.780\ 10X_2^2 - 0.336\ 64X_3^2 + 0.386\ 25X_1X_3$ 。

**2.11 纯度的单因素分析** 根据试验结果对单因素进行效应分析,结果见表 5 及图 1。

表 5 单因素效应分析

水平	$X_1$	$X_2$	$X_3$
-1.682 0	14.783 0	13.540 0	15.421 0
-1.341 0	15.238 0	14.471 0	15.768 0
-1.000 0	15.626 0	15.221 0	16.036 0
-0.500 0	16.072 0	15.992 0	16.289 0
0.000 0	16.373 0	16.373 0	16.373 0
0.500 0	16.529 0	16.364 0	16.289 0
1.000 0	16.539 0	15.965 0	16.036 0
1.341 0	16.463 0	15.470 0	15.768 0
1.682 0	16.319 0	14.793 0	15.421 0

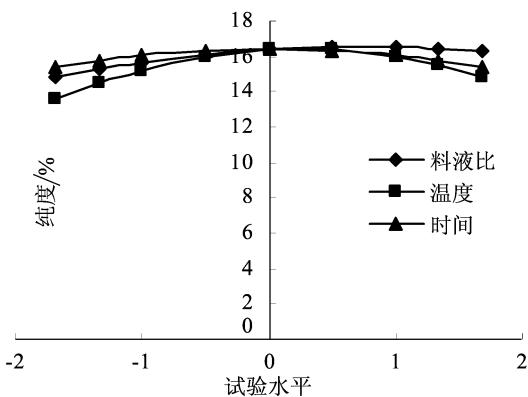


图 1 各单因素与黄酮纯度的关系

由表 5 和图 1 可以看出,料液比对黄酮纯度影响最大,其次是提取温度,提取时间对黄酮纯度影响最小。随着料液比的增加,黄酮纯度也随之增加,当料液比的试验水平为 1.0 时,即料液比为 1:12,黄酮纯度达到最高。黄酮的提取过程,其实就是黄酮的溶出过程,理论上说,料液比越大,则提取液的黄

酮浓度低,传质推动动力越大,提取速度增加,但是料液比增大,60% 乙醇的用量加大,使乙醇回收或浓缩提取液的工作量加大,同时溶出的其他杂质的机会也越多,因此要选择合适的料液比。

随着提取温度的增加,黄酮纯度的提取效率逐渐增大,当提取温度的试验水平为 0.0 时,即温度达到 70 °C 时,黄酮纯度达到最高。而后温度再升高时,黄酮纯度则逐渐降低,主要原因是此时温度已超过 60% 乙醇的共沸点,乙醇挥发;同时,温度升高,提取液粘性增加,淀粉糊化速度加快,阻止了黄酮的析出。

随着提取时间的增加,黄酮纯度也随之增加,当提取时间的试验水平为 0.0 时,即提取 50 min,黄酮纯度达到最高。再延长提取时间,黄酮纯度趋缓甚至略有下降,这是因为达到一定时间后,提取液黄酮浓度增加,传质动力减小,提取速度下降,最终达到平衡状态,再延长提取时间黄酮纯度增长十分缓慢。

**2.12 纯度的交互作用效应分析** 选取一个因素固定于零水平,考察另两个因素的交互作用,分别作图可以直观地分析各因子间的互作效应,结果分别见图 2 ~ 4。

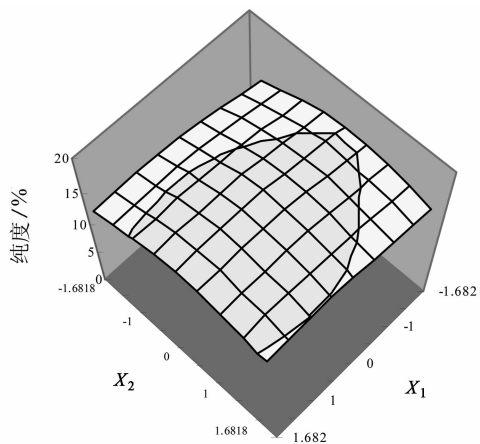


图 2 料液比 ( $X_1$ ) 与温度 ( $X_2$ ) 的交互作用

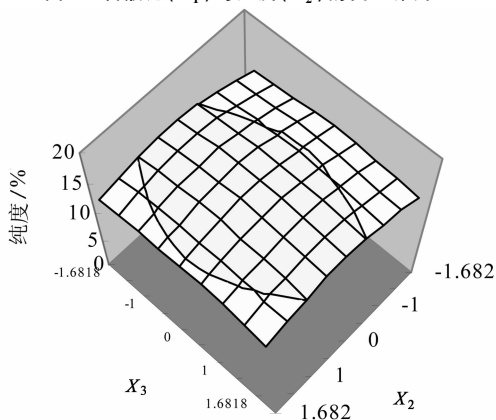


图 3 温度 ( $X_2$ ) 与时间 ( $X_3$ ) 的交互作用

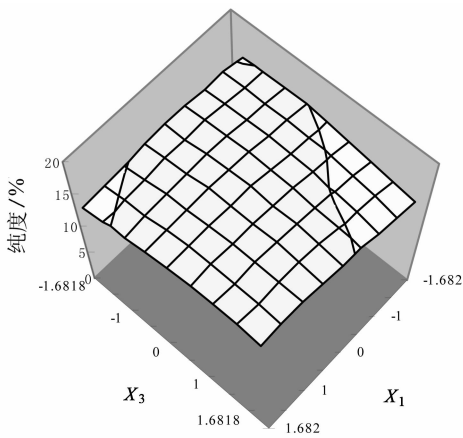


图 4 料液比 ( $X_1$ ) 与时间 ( $X_3$ ) 的交互作用

由图 2 可知,在一定的料液比下,黄酮纯度随着温度的增大而升高,当提取温度的试验水平为 0 时,即温度达到 70 ℃ 时,黄酮纯度达到最大值,此后温度 ( $X_2$ ) 的增加只会降低黄酮纯度。而在一定的温度下,料液比的增加会提高黄酮纯度,当料液比的试验水平为 0.0 时,即料液比为 1:10 时,黄酮纯度达到最大值,此后随着料液比的增加,纯度略有下降。

由图 3 可知,在提取时间一定时,将温度升高即可提高黄酮纯度,当提取温度的试验水平为 0.0 时,即温度达到 70 ℃ 时,黄酮纯度达到最大值,此后黄酮纯度会随着温度的升高而降低。而在一定的温度下,时间的延长会提高黄酮纯度,当时间的试验水平为 0.0 时,即提取 50 min 时,黄酮纯度达到最大值,此后随着时间的延长,纯度降低。

由图 4 可知,在一定的料液比下,提取时间的增加会提高黄酮纯度,当达到最大值后,随着时间的延长,黄酮纯度略有下降。而且在不同料液比时,其变化趋势是不同的,当料液比较小时,尽管随着时间的

延长会增大黄酮纯度,但是变化较缓;而当料液比逐渐增大,黄酮纯度随时间变化较为明显。在提取时间一定的情况下,料液比的增大会提高黄酮纯度,当达到最大值后,随着料液比的增加,纯度略有下降。而且在不同提取时间时,其变化趋势也是不同的,当时间的试验水平在 0 附近时,即提取 50 min 左右时,尽管随着料液比的增大会提高黄酮纯度,但是变化较缓;而当时间逐渐缩短或延长,黄酮纯度随料液比变化则趋于明显。两者的相互影响表明,选取适宜的料液比和时间可使黄酮有较高的纯度。

**2.13 提取工艺的优化** 由试验结果分析可知,在试验中不但存在着单因素效应,而且还有因素间的交互作用,因此很难从单因素效应和交互作用的结果分析中找到最佳提取条件,并且三元二次回归的数学模型不存在得率、纯度函数的极值,同时考虑到本试验中温度不宜太高、时间不宜太长等因素,因此需对回归模型进行再解析,本试验采用频率分析法分析回归模型以找到最佳提取条件,结果见表 6。

由表 6 可知,在 95% 的置信区间黄酮纯度大于 14.63% 各变量的取值区间分别为 0.409 ~ 1.035, 0.075 ~ 0.541, -0.013 ~ 0.761, 即料液比 1:10.8 ~ 1:12.1, 温度 70.4 ~ 72.7 ℃, 提取时间 49.9 ~ 53.8 min, 在此范围内,考虑到实际的可操作性,可将最佳工艺条件定为:料液比为 1:12、温度为 72 ℃、提取时间为 52 min, 在此条件下得率预测值为 2.17%, 纯度预测值为 16.66%, 用此最优提取条件对其进行验证,得率为 2.19%, 黄酮纯度为 16.62%, 与预测值较为接近,表明本试验结果拟合得出的回归方程可以较好地应用于黄酮的提取。

### 3 讨论

将单因素试验和二次通用旋转组合分析法结合

表 6 各变量取值的频率分布

水平	$X_1$		$X_2$		$X_3$	
	次数	频率	次数	频率	次数	频率
-1.6818	0	0.0000	0	0.0000	1	0.0385
-1.0000	2	0.0769	2	0.0769	5	0.1923
0.0000	8	0.3077	14	0.5385	7	0.2692
1.0000	9	0.3462	10	0.3846	8	0.3077
1.6818	7	0.2692	0	0.0000	5	0.1923
加权数	0.722		0.308		0.374	
标准误	0.160		0.1190		0.1970	
95% 置信区间	0.409 ~ 1.035		0.075 ~ 0.541		-0.013 ~ 0.761	
提取条件	1:10.8 ~ 1:12.1		70.4 ~ 72.7		49.9 ~ 53.8	

对超声辅助提取山核桃蒲黄酮的工艺条件进行优化,获得最佳提取工艺条件。超声辅助提取技术可以有效地缩短提取时间,降低能耗,且提取得率、纯度高,从而降低生产成本,提高经济效益,是一种较理想的提取山核桃蒲黄酮的方法。研究结果为山核桃蒲黄酮的提取工业化生产提供了理论参考依据,具有较好的应用前景。

[参考文献]

[1] 陈向明,唐龙华,汪四美. 山核桃外果皮制备焦磷酸钾工艺条件的筛选[J]. 经济林研究, 2008, 26(3):47.

[2] CHEN Xiang-ming, YU Zhi-min, JIN Jie. Preparation technology optimization of potassium carbonate from hickory hull[J]. Trans Chin Soci Agri Mach, 2008, 39(9):68.

[3] 曹纬国,刘志勤,邵云,等. 黄酮类化合物药物作用的研究进展[J]. 西北植物志, 2003, 23(12):2241.

[4] Barbaraxania P, Krystyna M, Andrzej BH, et al. Modulation of MRPI prote in transport by plant, and synthetically modified flavonoids [J]. Life Sci, 2005,

77:1879.

[5] 朱开梅,刘建楠,顾生玖,等. 构树叶中总黄酮微波提取工艺优化[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(17):51.

[6] 许晖,孙兰萍,张斌,等. 响应面法优化花生壳黄酮提取工艺的研究[J]. 中国粮油学报, 2009, 24(1):107.

[7] 丁利君,吴振辉,蔡创海,等. 菊花中黄酮类物质提取方法的研究[J]. 食品工业科技, 2002(2):20.

[8] 吴艳芳,王新胜,尹延彦,等. 超声辅助提取连翘总黄酮工艺优选[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(14):30.

[9] 付桂明,万茵,张硕,等. 杜仲叶总黄酮超临界流体提取工艺优化及其成分的液质联用分析[J]. 食品科学, 2007, 28(12):128.

[10] 王晋黄,池汝安,陈少峰,等. 土茯苓中提取总黄酮的工艺研究[J]. 植物研究, 2006, 26(3):370.

[11] 王晓,李林波,马小来,等. 酶法提取山楂叶中总黄酮的研究[J]. 食品工业科技, 2002, 23(3):37.

[12] 付英娟,于智峰,张建新. 超声波提取蜂胶黄酮的条件优化[J]. 食品工业科技, 2007, 28(5):143.

[责任编辑 仝燕]

欢迎订阅 2012 年度《中国实验方剂学杂志》

《中国实验方剂学杂志》由国家中医药管理局主管,中国中医科学院中药研究所和中国中西医结合学会中药专业委员会主办的学术刊物,已成为“中国科技论文统计源期刊”(中国科技核心期刊)、“中国中文核心期刊”;“中国学术期刊综合评价数据库来源”期刊、“中国期刊网、中国学术期刊光盘版”全文收录期刊;并被评为“中国中医药优秀期刊”及“中国学术期刊优秀期刊”。本刊创刊于1995年10月,本着提高为主,提高与普及相结合的办刊方针,主要设置:工艺与制剂、化学与分析、资源与鉴定、药物代谢、药理、毒理、临床、综述、学术交流、信息等栏目,交流方剂的药效学、毒理学、药物动力学、药物化学、制剂学、质量标准、配伍研究、临床研究、学术专论以及方剂主要组成药物的研究结果与最新进展。本刊的读者对象是从事中西医药,尤其是方剂教学、科研、医疗、生产的高、中级工作者,以及中医药院校的高年级学生等。

本刊为半月刊,16开本,288页,标准刊号:ISSN1005-9903;CN11-3495/R。2012年每期定价25元,全年24期定价为600元。国内外公开发行,国内由北京市报刊发行局办理总发行,邮发代号:2-417;国外由中国国际图书贸易总公司办理发行,代号:BM4655。欢迎订阅。本刊编辑部也办理邮购。地址:北京市东直门内南小街16号,《中国实验方剂学杂志》编辑部,邮编:100700,联系电话:(010)84076882,电子邮件:czd@vip.sina.com,网址:www.syfjxzz.com。