



响应面法优化香樟叶总黄酮的超声提取工艺

姜少娟^{1,2}, 王胜男^{1,2}, 刘晓莉^{1,2}

(1. 攀枝花学院 生物与化学工程学院, 四川 攀枝花 617000; 2. 攀枝花市干热河谷特色生物资源工程技术中心, 四川 攀枝花 617000)

摘要:为了优化香樟叶中黄酮类化合物的提取工艺,以香樟叶为原料进行超声波辅助提取,以单因素试验的结果为依据,通过响应面分析法以乙醇浓度、料液比、超声提取时间以及提取温度等4个因素及其交互作用对香樟叶总黄酮提取效果的影响进行优化。结果表明:香樟叶中总黄酮的最佳提取工艺是乙醇浓度62%、料液比为1:10、在57℃条件下超声提取10 min。黄酮的提取率为42.35%。

关键词:香樟叶;总黄酮;超声提取;响应面法

香樟(*Cinnamomum camphora* (L.) Presl)为樟树属常绿乔木植物,是我国亚热带常绿阔叶林的主要树种之一,它在我国资源丰富,樟树具有驱虫、防腐耐蛀的功能^[1-3]。樟树根、茎、枝、叶富含精油,是我国用量最大的传统天然香料之一,也是重要的有效药用成分,被广泛应用于香精香料、医药、化工、食品和烟草等工业^[4]。据报道,中国是世界上生产芳樟油最多的国家,其产量占世界的80%,但总体而言,中国对樟树的利用主要集中于木料和观赏,每年有超过5万t的加工剩余物(枝、叶)未被利用,综合利用效率很低,资源浪费较为严重^[5];又由于樟树叶生长量大,全年可采,为可再生资源。所以,为了进一步开发利用樟树叶资源,本文主要对樟树叶的有效活性成分进行研究。目前,对樟树叶的研究主要集中在挥发油、色素^[6-10]等的提取上,而对黄酮的提取研究甚少,主要集中在以正交试验设计对其工艺条件进行研究^[11-13]。所以,本试验将以单因素试验的结果为依据,通过响应面分析法以乙醇浓度、料液比、超声提取时间以及提取温度等4个因素及其交互作用对香樟叶总黄酮提取工艺进行优化,以期对香樟叶后期的开发和利用提供一定的研究依据。

1 材料与方法

1.1 材料

香樟叶片采于攀枝花学院校园内,先用流水

洗净叶片,晾干后放进恒温干燥箱进行烘干处理(保持60℃下烘干),粉碎后过60目的样品筛,保存备用。芦丁标品(含量≥99%,UV)。所用试剂均为分析纯试剂。仪器有KH2200型超声波清洗器(昆山禾创超声仪器有限公司)、YP202N电子天平(上海恒平科学仪器有限公司)、202-2AB型电热恒温干燥箱(北京中兴伟业仪器有限公司)、52AA型旋转蒸发器水浴槽(上海青浦沪西仪器厂)、722型可见分光光度计(上海菁华科技仪器有限公司)等。

1.2 方法

1.2.1 芦丁标准曲线的绘制 所购芦丁标品在120℃下恒温干燥至恒重,精确称取0.0200g置于50mL容量瓶中,用70%的乙醇溶解,定容。标准溶液浓度为0.4mg·mL⁻¹,低温保存备用。

精确吸取芦丁标准液0、1.0、2.0、3.0、4.0、5.0mL分别置于10mL比色管中,加入5%的NaNO₂溶液0.3mL,摇匀,静置6min,加入10%的Al(NO₃)₃溶液0.3mL,摇匀,静置6min后加入4%的NaOH溶液4mL,再用70%的乙醇溶液分别定容至刻度,摇匀后置15min,以第一支试管溶液为空白参比,测定其510nm处测吸光度A值^[14-15]。以浓度X(mg·mL⁻¹)和吸光度Y进行回归分析,得到回归方程Y=5.3771X+0.0280,其中R²=0.9953,在0.04~0.20mg·mL⁻¹内有良好的线性关系。

1.2.2 香樟树叶黄酮类物质的提取 精确称取1.0g香樟树叶粉末于50mL三角瓶中,按一定的料液比加入乙醇溶液进行超声辅助提取,一定温度下提取一定的时间(超声频率40kHz,超声

收稿日期:2018-02-08

基金项目:四川省教育厅一般资助项目(16ZB0471)。

第一作者简介:姜少娟(1979-),女,硕士,副教授,从事天然产物化学方面的研究。E-mail:remonica@163.com。

功率 120 W),过滤,重复提取一定次数后,合并滤液,定容于 50mL 容量瓶中。然后吸取提取液 1.0 mL,置于 10 mL 容量瓶中,按 1.2.1 的方法测定香樟叶中黄酮的吸光值,求得黄酮含量。

香樟叶中黄酮总含量计算公式:

$$C=(C_x\times V_1\times V_3)/(V_2\times m)$$

式中,C 为样品中黄酮总含量(mg·g⁻¹);C_x 为由标准曲线求得黄酮含量(mg·mL⁻¹);V₁ 为定容体积(mL),V₂ 为吸取试液体积(mL),V₃ 为测吸光值时定容体积(mL),m 为样品质量(g)。

1.2.3 单因素试验 乙醇浓度对香樟叶中总黄酮提取的影响:准确称取 1.00 g 香樟叶,分别加入 50%、60%、70%、80%、95%的乙醇,按照料液比 1:10 条件下,在温度 40 ℃时,超声 20 min,过滤,滤液按照 1.2.1 方法测定黄酮吸光值,根据回归方程求得黄酮含量。

料液比对香樟叶总黄酮提取效果的影响:准确称取 1.00 g 香樟叶,加入 70%的乙醇,在超声温度 40 ℃时,超声时间 20 min,分别选取料液比 1:8、1:10、1:12、1:14、1:16 时,过滤,滤液按照 1.2.1 方法测定黄酮吸光值,根据回归方程求得黄酮含量。

超声温度对香樟叶中总黄酮提取效果的影响:准确称取 1.000 g 香樟叶粉末,在超声时间 20 min,料液比 1:12,乙醇浓度为 70%条件下,分别在 30、40、50、60、70 ℃下进行提取。过滤,滤液按照 1.2.1 方法测定黄酮吸光值,根据回归方程求得黄酮含量。

超声时间对香樟叶中总黄酮提取效果的影响:准确称取 1.00 g 香樟叶,加入 70%的乙醇,料液比 1:12 条件下,在 60 ℃时超声处理时间分别为 10、15、20、25、30 min 进行实验。过滤,滤液按照 1.2.1 方法测定黄酮吸光值,根据回归方程求得黄酮含量。

提取次数对黄酮提取率的影响:准确称取 1.00 g 香樟叶,按照料液比 1:12 加入 70%的乙醇,在温度 60 ℃时,超声 15 min,分别选取提取次数为 1、2、3、4 次进行超试验。过滤,滤液按照 1.2.1 方法测定黄酮吸光值,根据回归方程求得黄酮含量。

1.2.4 响应面法优化试验设计 利用响应面设计软件 Design Expert 8.05 设计 4 因素 3 水平的多因素试验研究乙醇浓度(A)、料液比(B)、超声提取温度(C)、超声提取时间(D)这 4 个因素以及因素之间的交互作用对香樟叶中总黄酮提取率的影响,确定最优工艺提取条件。具体的因素水平设计见表 1。

表 1 响应面法(RSM)的因素水平
Table 1 Factors and levels of RSM

水平 Level	因素 Factor			
	A/%	B/(g·mL ⁻¹)	C/℃	D/min
-1	60	10	50	10
0	70	12	60	15
1	80	14	70	20

2 结果与分析

2.1 芦丁标准曲线绘制

以浓度 X(mg·mL⁻¹)和吸光度 Y 进行回归分析,最佳溶剂的选择得到回归方程。用最小二乘法作线性回归,得所取芦丁质量与吸光度的标准曲线方程:Y=0.21307X+0.00543,相关系数 R=0.99954。

2.2 单因素试验

2.2.1 提取溶剂的影响 从图 1 可知,随着乙醇浓度的不断增大,黄酮的提取率随着增大,但当浓度增至 70%后,黄酮提取率呈下降趋势。低浓度的乙醇有利于黄酮溶解在其中,从而增大黄酮的提取率,但随着乙醇浓度的增加,过量乙醇会与黄酮中的特定成分发生反应,从而使黄酮含量减少,相应的黄酮提取率便降低了。故从成本和提取率考虑,乙醇浓度最好控制在 60%~80%为宜。

2.2.2 料液比的影响 从图 2 可知,开始随着料液比的增大,提取得到黄酮的浓度逐渐增大,但当溶剂比为 1:14 后,黄酮提取率降低。可能因为适量的溶剂比有利于黄酮溶解在溶剂中,但料液比超过一定限度,过量的乙醇会与黄酮中特定成分发生反应,使黄酮含量降低,黄酮提取率相应降低。从提取效果、减小溶剂用量等方面综合考虑,用量不宜过大,故将料液比定在 1:10~1:14 较合适。

2.2.3 超声温度的影响 从图 3 看出,超声提取温度增加,黄酮的提取率逐渐增大。但是超过了

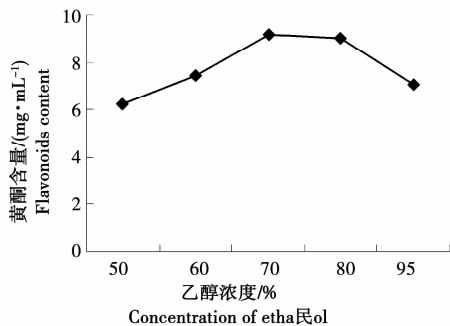


图1 乙醇浓度对总黄酮提取效果的影响

Fig. 1 Effects of concentration of ethanol on flavonoids

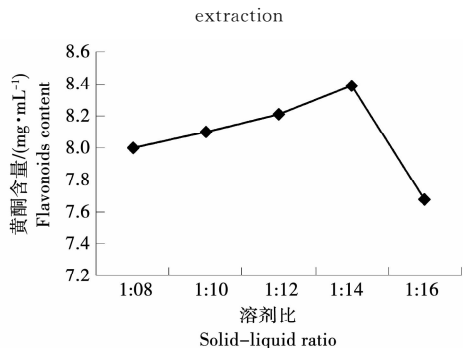


图2 料液比对总黄酮提取效果的影响

Fig. 2 Effects of solid-liquid ratio on flavonoids extraction

60℃后,黄酮提取率就会逐渐降低了。一方面因其中的某些活性成分容易受到破坏,例如在较高温度下,天然黄酮类化合物极易容易发生氧化作用,同时其余杂质的溶出量也相应的增加,给后续各种操作带来不便;再者因乙超过其沸点更易,挥发更易造成溶剂损失。综合各方面因素考虑,提取温度以60℃左右为宜。

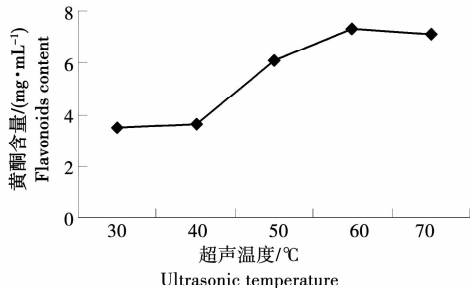


图3 超声温度对总黄酮提取效果的影响

Fig. 3 Effects of ultrasonic temperature on flavonoids extraction

2.2.4 超声时间的影响 从图4看出,超声提取时间延长,黄酮的提取率增加,提取15min时最大;大于15min后,黄酮提取率开始呈下降趋势。原因是因为天然黄酮类化合物中的某些结构易被

空气氧化破坏,超声时间过长会使其发生反应而使黄酮的含量降低。因而从时间效益与提取效果等方面考虑,将超声提取时间定在10~20min较合适。

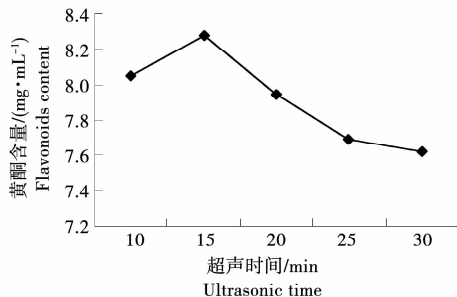


图4 超声时间对总黄酮提取效果的影响

Fig. 4 Effects of ultrasonic time on flavonoids extraction

2.2.5 提取次数的影响 从图5看出,黄酮提取率随着超声提取次数的增多而呈上升趋势,但当提取次数超过2次后增加幅度不大,且超过3次后略有升高。从经济成本和时间等方面综合考虑,超声提取次数取2次较宜。

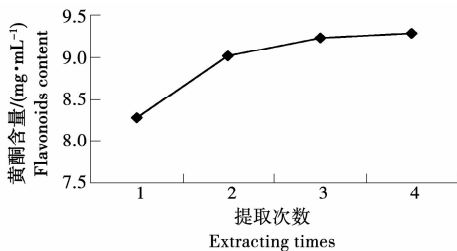


图5 提取次数对黄酮提取效果的影响

Fig. 5 Effects of extracting times on flavonoids extraction

2.3 响应面法优化香樟叶黄酮的提取工艺

应用Design-expert 8.05软件对表2、表3中试验数据进行回归分析,得到香樟叶中总黄酮提取率,对4个因素的二次多项回归模型为:

$$Y = 40.87 - 0.11 \times A - 0.52 \times B - 0.61 \times C - 0.17 \times D + 1.25 \times A \times B - 0.023 \times A \times C + 0.21 \times A \times D + 0.43 \times B \times C + 0.93 \times B \times D - 0.10 \times C \times D - 1.01 \times A^2 - 0.25 \times B^2 - 1.34 \times C^2 - 0.67 \times D^2$$

式中:Y为预测黄酮提取率(%),A为乙醇浓度(%),B为料液比(1:1),C为超声温度(℃),D为超声时间(min)。

从表3响应面模型的方差分析可以看出,模型 $P < 0.0001$,说明回归模型具有高度的显著性;失拟项数据为0.9813,故不显著;决定系数 $R^2 = 0.9648$,说明此模型拟合度较好。且校正系

数 $R^2_{Adj}=0.929\ 5$,说明此模型的设计更接近实际总黄酮的提取情况,可用该模型对香樟叶中总黄酮提取工艺进行优化。方差分析的结果还表明,单因素料液比、超声温度和交互项乙醇体积分数与料液比、料液比与超声提取时间以及平方项 A^2 、 C^2 、 D^2 对香樟叶总黄酮提取率有极显著的影

响;交互项料液比与超声提取温度对香樟叶总黄酮提取率有显著的影响;其它因素与因素的交互作用对香樟叶总黄酮得率作用则不明显。且各影响因素的大小次序为:超声温度>料液比>超声时间>乙醇浓度。

表 2 响应面分析法优化试验设计及结果
Table 2 Program and results of RSM

编号 No.	乙醇浓度/% Ethanol concentration	料液比/(g·mL ⁻¹) Material to liquid ratio	超声温度/℃ Ultrasonic temperature	超声时间/min Ultrasonic time	黄酮提取率/% Extraction rate of flavonoids
1	0	0	0	0	40.64
2	-1	0	0	-1	39.58
3	0	0	1	1	38.10
4	-1	1	0	0	37.91
5	0	0	-1	-1	39.51
6	0	1	-1	0	39.20
7	-1	0	0	1	38.81
8	-1	-1	0	0	41.63
9	-1	0	-1	0	39.18
10	1	0	0	-1	38.97
11	0	0	0	0	40.69
12	0	0	1	-1	38.65
13	1	0	-1	0	39.00
14	1	1	0	0	40.18
15	1	0	0	1	39.03
16	0	-1	-1	0	40.76
17	0	1	1	0	38.49
18	0	1	0	-1	38.63
19	0	0	-1	1	39.37
20	1	-1	0	0	38.88
21	0	0	0	0	41.69
22	0	-1	0	1	39.50
23	0	1	0	1	40.16
24	0	-1	0	-1	41.71
25	0	0	0	0	40.69
26	1	0	1	0	37.90
27	0	0	0	0	40.62
28	-1	0	1	0	38.17
29	0	-1	1	0	38.34

表 3 回归方程的方差分析
Table 3 Variance analysis of regression equation

方差来源 Variance source	平方和 Sum of squares	自由度 df	均方和 Mean square	F 值 F value	P 值(P>F) P-value	显著性 Significance
模型 Model	35.28	14	2.52	27.38	<0.0001	* *
A-乙醇浓度	0.14	1	0.14	1.57	0.230 8	
B-料液比	3.25	1	3.25	35.35	<0.0001	* *
C-超声温度	4.53	1	4.53	49.21	<0.0001	* *
D-超声时间	0.36	1	0.36	3.92	0.0677	
AB	6.29	1	6.29	68.39	<0.0001	* *
AC	2.025E-003	1	2.025E-003	0.022	0.8842	
AD	0.17	1	0.17	1.87	0.1928	
BC	0.73	1	0.73	7.95	0.0137	*
BD	3.50	1	3.50	38.02	<0.0001	* *
CD	0.042	1	0.042	0.46	0.5101	
A ²	6.67	1	6.67	72.49	<0.0001	* *
B ²	0.39	1	0.39	4.24	0.0587	
C ²	11.55	1	11.55	125.61	<0.0001	* *
D ²	2.88	1	2.88	31.27	<0.0001	* *
残差	1.29	14	0.092			
失拟项	0.43	10	0.043	0.20	0.9813	
纯误差	0.85	4	0.21			
总和	36.55	28				

R²=0.9648

R²_{Adj}=0.9295

* $P < 0.05$; * * $P < 0.01$.

图 6-图 11 是根据多元回归方程得到的响应面和等高线图,表示了各个提取因素之间的交互作用。图 6、图 9、图 10 的曲面图坡度较陡,等高线近似椭圆,且等高线分布密集,说明料液比和乙醇浓度、料液比和超声时间以及超声温度与料液

比的交互作用显著;图 7、图 8、图 11 中的曲面图坡度较缓,等高线图近似圆形且分布稀疏,故乙醇浓度与超声温度、乙醇浓度与超声时间、超声温度与超声时间的交互作用不显著。

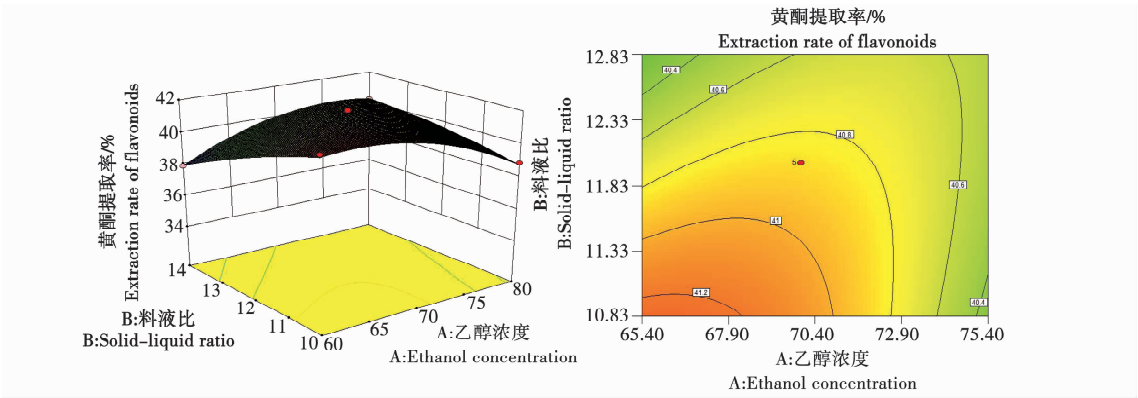


图 6 乙醇浓度与料液比对总黄酮提取率的响应面及其等高线
Fig. 6 Response surface and contour of ethanol concentration and solid-liquid ratio on flavonoids extraction

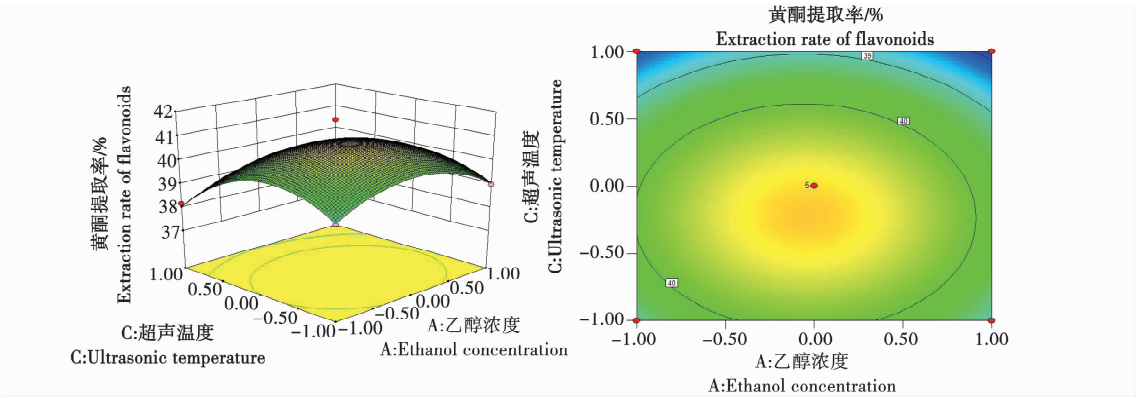


图 7 乙醇浓度与超声温度对总黄酮提取率的响应面及其等高线

Fig. 7 Response surface and contour of ethanol concentration and ultrasonic temperature on flavonoids extraction

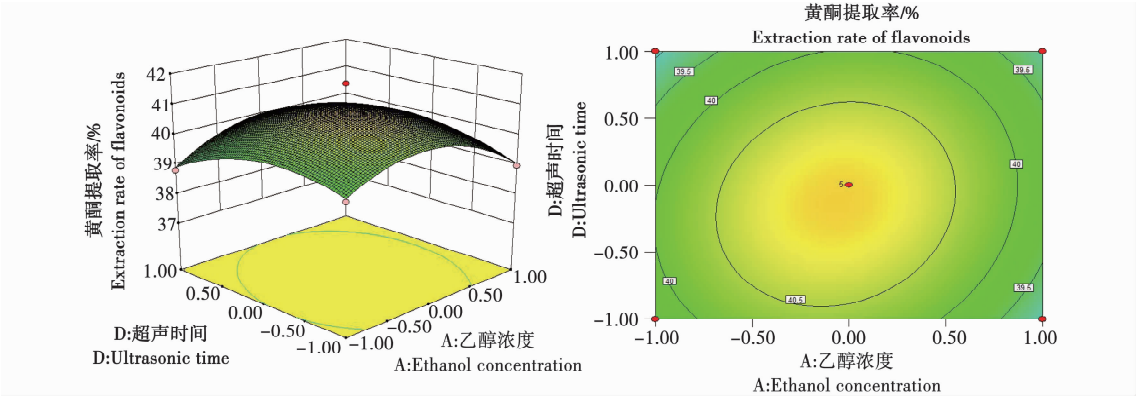


图 8 乙醇浓度与超声时间对总黄酮提取率的响应面及其等高线

Fig. 8 Response surface and contour of ethanol concentration and ultrasonic time on flavonoids extraction

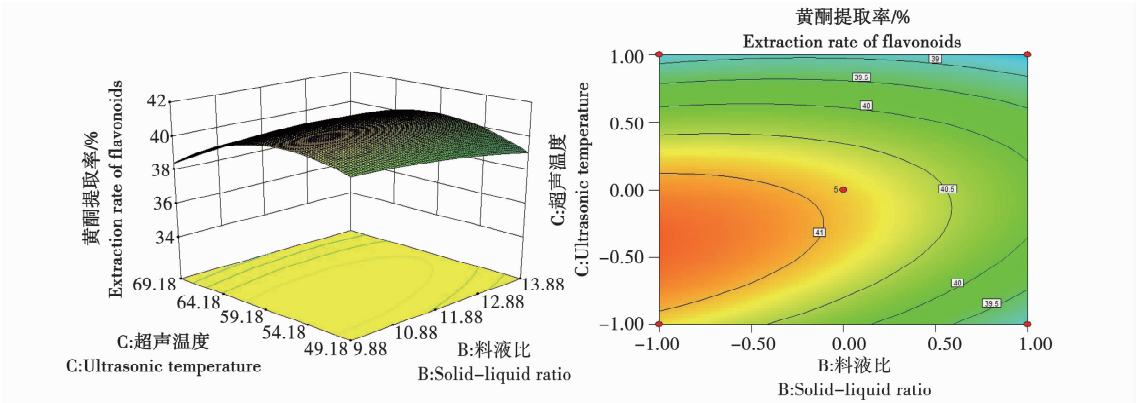


图 9 料液比与超声温度对总黄酮提取率的响应面及其等高线

Fig. 9 Response surface and contour of solid-liquid ratio and ultrasonic temperature on flavonoids extraction

2.4 最佳工艺条件的预测和验证

通过响应曲面法,利用 Design Expert 8.05 试验设计软件建立了香樟叶中总黄酮超声辅助提取的提取率与乙醇浓度、料液比、超声提取温度、超声提取时间的二次多项数学模型,得到的优化工艺参数为:乙醇浓度为 62.37%、料液比 1:10、超声温度 56.53℃、超声时间为 10.38 min,在此条件下香樟叶中黄酮的提取率为 42.35%。考虑

试验过程的方便性,将提取工艺参数修定为乙醇体积分数为 62%,料液比为 1:10,超声温度为 57℃,超声时间为 10 min。根据此条件进行了最优工艺条件的验证试验(做 3 次平行试验),总黄酮的平均提取率为 42.21%,结果与回归模型预测值的相对误差仅为 0.14%,说明理论与实际结果拟合良好,利用响应面分析法能更准确的找到各工艺参数的最佳组合,有较好的应用价值。

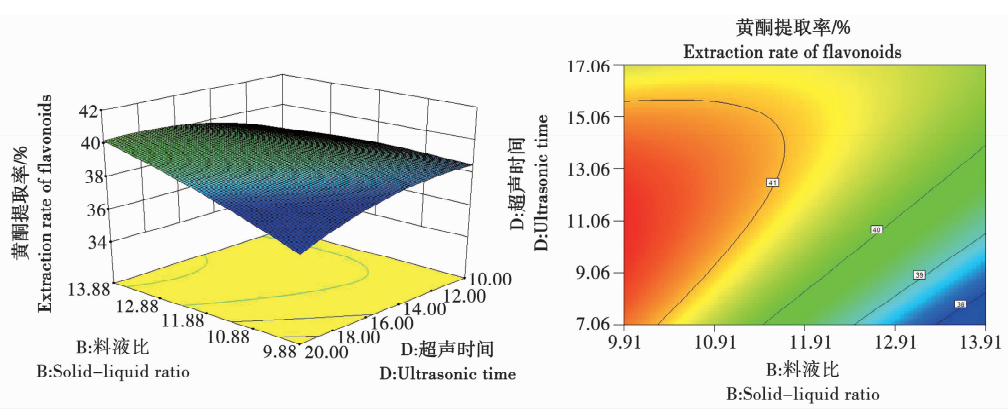


图 10 料液比与超声时间对总黄酮提取率的响应面及其等高线
Fig. 10 Response surface and contour of solid-liquid ratio and ultrasonic time on flavonoids extraction

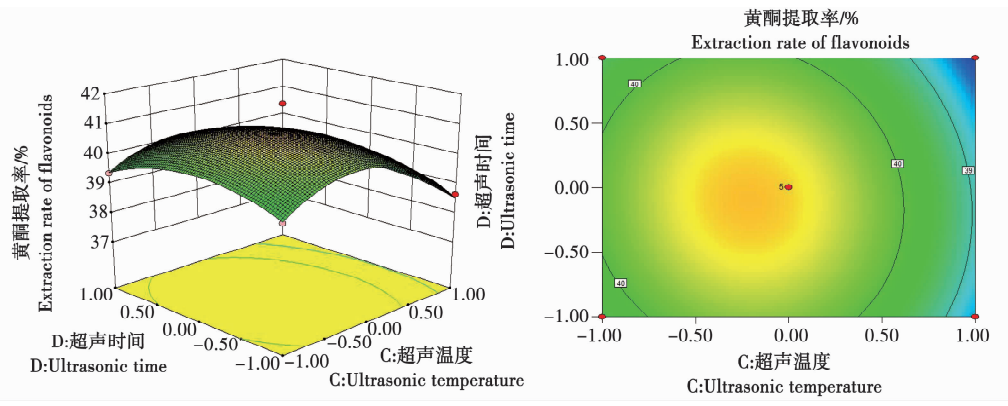


图 11 超声温度与超声时间的对总黄酮提取率的响应面及其等高线
Fig. 11 Response surface and contour of ultrasonic temperature and ultrasonic time on flavonoids extraction

3 结论

本研究通过单因素试验以及利用响应面分析软件 Design Expert 8.05 设计的四因素三水平的多因素试验,研究了乙醇浓度、料液比、超声提取温度、超声提取时间四个因素及其交互作用对香樟叶中总黄酮提取率的影响,最佳提取工艺为:乙醇浓度 62%、料液比为 1:10、在 57℃ 条件下超声提取 10 min。此条件下黄酮的提取率为 42.35%。影响黄酮提取率的因素的大小次序为:超声温度>料液比>超声时间>乙醇浓度;乙醇体积分数与料液比、料液比与超声提取时间的交互作用对香樟叶总黄酮提取率有显著影响。

参考文献:

[1] 耿敬章. 香樟叶中黄酮类化合物的提取工艺[J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 267-270.
[2] 孙崇鲁, 黄克瀛, 陈丛瑾, 等. 香樟叶中黄酮类化合物提取方法和抗氧化性的研究[J]. 化学工程师, 2006(7): 4-5, 66.
[3] 孙崇鲁. 香樟叶中多糖的提取及含量测定[J]. 应用化工, 2011, 40(8): 1434-1436.
[4] 胡文杰, 高捍东, 江青梅. 响应面法优化樟树叶精油水蒸汽蒸馏提取工艺[J]. 江西农业大学学报, 2013, 35(1):

144-151.
[5] 冉晓敏, 李忠海, 付湘晋, 等. 樟树多酚提取工艺的研究[J]. 食品与机械, 2011, 27(2): 51-54.
[6] 张炯炯, 李功华, 李跃军. 樟树自然脱落叶挥发油提取工艺的研究[J]. 中华中医药学刊, 2009, 27(8): 1651-1653.
[7] 吴学文, 熊艳, 游奎一. 樟树叶挥发性成分研究[J]. 广西植物, 2011, 31(1): 139-142.
[8] 蒋益花. 樟树叶棕黑色色素提取工艺的研究[J]. 食品科学, 2007, 28(5): 106-109.
[9] 史娟. 香樟叶中精油的提取[J]. 江苏调味副食, 2011, 28(2): 16-19.
[10] 孙崇鲁. 香樟叶叶绿素的提取及稳定性研究[J]. 食品研究与开发, 2012, 33(11): 61-64.
[11] 张琳娜, 刘宁, 宋健, 等. 微波辅助提取香樟叶中总黄酮的工艺研究[J]. 饮料工业, 2012, 15(12): 15-18.
[12] 孙崇鲁, 黄克瀛, 陈丛瑾, 等. 香樟叶中黄酮类化合物的提取[J]. 应用化工, 2006, 35(2): 142-143.
[13] 曾孟祥, 杨文填. 微波辅助提取香樟叶精油研究[J]. 中国科技信息, 2014(11): 50-51.
[14] 张黎明, 李瑞超, 郝利民, 等. 响应面优化玛咖叶总黄酮提取工艺及其抗氧化活性研究[J]. 现代食品科技, 2014, 30(4): 233-239.
[15] 张金凤, 袁会领, 刘希斌, 等. 响应面法优化茼蒿中黄酮类物质的提取工艺[J]. 农业机械, 2012(3): 128-131.



2017 年哈尔滨市主要地产食用农产品铅镉污染调查分析

郭淑杰,姜 淼,栾 慧

(哈尔滨市农产品质量安全检验检测中心,黑龙江 哈尔滨 150028)

摘要:为监测哈尔滨市主要农产品铅和镉重金属污染的状况,探究污染的来源,为政府相关决策提供科学的理论依据。于 2017 年 6 月和 9 月在严格的质量控制下,按照统一的方法,共采集 6 大类 471 件地产食用农产品和淡水鱼样品,进行了重金属铅和镉 2 个指标的监测。结果表明:在获得的 837 个有效数据中,2 件蔬菜镉含量超标,其余样品中铅和镉含量均低于国家限量标准。哈尔滨市农产品和淡水鱼受铅和镉重金属污染风险较少,有少量农产品受到镉重金属污染,污染可能来源于农产品生产过程的投入品,如肥料、农药、灌溉水等、城市垃圾和工业废水等。应加强对产地环境的综合治理。

关键词:农产品;铅;镉;污染分析

重金属污染是对人类健康威胁最大的十大污染物之一,铅镉等重金属及其化合物在工业生产上普遍使用,由于其在环境中移动小,残留性高,富集作用明显,并且具有食物链传递特性,研究表明,人们对于铅和镉的膳食风险主要来源之一是蔬菜水果等产地农产品^[1]。因此,为了解哈尔滨市居民消费市售农产品中重金属铅镉的含量水平,及时发现本地区居民对重金属的暴露隐患,现将哈尔滨市 2017 年市售农产品中铅镉重金属监测情况分析报告如下。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品的采集 在哈尔滨市的大型批发市场和农贸市场及超市随机抽取农产品样品,每份样品约 400~500 g,采集样品根据哈尔滨市居民日常消费状况,以本地产品为主,采样从不同摊位各取一些农产品混合后作为一个分析样品,样品具有代表性和均匀性。

1.1.2 试剂耗材 硝酸(BV-Ⅲ级)北京化学试剂研究所;高氯酸(BV-Ⅲ级)北京化学试剂研究所;超纯水(电阻率 18.2 MΩ·cm);镉标准溶液 1 000 mg·L⁻¹国家标准物质中心;铅标准溶液 1 000 mg·L⁻¹国家标准物质中心。所有器皿均用 20%硝酸浸泡 24 h,超纯水冲洗备用。

收稿日期:2018-02-26

第一作者简介:郭淑杰(1984-),女,硕士,中级农艺师,从事农产品中重金属的检验检测研究。E-mail: wo-shi-shui-hap-py@163.com。

Optimization of Ultrasound-assisted Extraction of Flavonoids from *Cinnamomum camphora* Leaves Using Response Surface Methodology

JIANG Shao-juan^{1,2}, WANG Sheng-nan^{1,2}, LIU Xiao-li^{1,2}

(1. Department of Biology and Chemistry Engineering, Panzhihua University, Panzhihua 617000, China; 2. The Engineering Center of Characteristic Biological Resources of Panzhihua Dry-hot Valley, Panzhihua 617000, China)

Abstract: In order to optimize flavonoids extraction process from *Cinnamomum camphora* leaves, we took *Cinnamomum camphora* leaves as raw material, using ultrasonic-assistant extraction, adopted single factor test and the response surface methodology(RSM) to optimize the effect of the solvent concentration, ratio of liquid to material, ultrasound time, ultrasound temperature on the extraction efficiency of total flavonoids. The results showed that the ethanol concentration was 62%, the ratio of feed liquid was 1:10 and extraction temperature was 57 °C, the extracting time was 10 min, under this condition, and the amount of extracted flavonoids was 42.35%.

Keywords: *Cinnamomum camphora* leaves; total flavonoids; ultrasonic extraction; response surface methodology