

## 微波辅助提取红花黄色素工艺的优化

张莉, 李勇\*, 赵建勇, 舒翔 (新疆维吾尔自治区产品质量监督检验研究院, 新疆乌鲁木齐 830011)

**摘要** [目的]研究微波辅助提取红花黄色素的工艺。[方法]采用单因素和正交试验的方法对微波辅助提取红花黄色素的工艺进行了系统研究,通过对溶剂浓度、微波功率、处理时间等因素的探讨,分析影响试验结果的因素,总结出微波辅助提取红花黄色素的最合适提取方法。[结果]微波辅助提取红花黄色素最佳提取工艺为乙醇浓度50%、处理时间40 s、微波功率为1 600 W。[结论]该研究为红花黄色素提取工艺提供一定的理论依据。

**关键词** 红花;红花黄色素;微波提取;工艺;优化

**中图分类号** S567 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)22-07386-03

### Research on the Optimization of the Microwave-assisted Extraction Process of the Safflower Yellow

ZHANG Li, LI Yong, et al (Xinjiang Uygur Autonomous Region product quality supervision and Inspection Institute, Urumqi, Xinjiang, 830011)

**Abstract** [Objective] The research aimed to study the microwave-assisted extraction process of the safflower yellow. [Method] Using single factor and orthogonal experiment method, the microwave-assisted extraction process of the safflower yellow were systematically studied, the factors affecting the test results were analysed by discussing the solvent concentration, microwave power, processing time and other factors, the most suitable microwave-assisted extraction method of safflower yellow was summed. [Result] The optimum microwave-assisted extraction of safflower yellow were ethanol concentration of 50%, the processing time 40 s, microwave power 1 600 W. [Conclusion] The study provides the theoretical basis for the safflower yellow extraction.

**Keywords** Safflor; Safflor yellow; Microwave extraction; Process; Optimization

红花(*Carthamus tinctorius* L.)也称红花草、菊红花,菊科2年生草本植物<sup>[1]</sup>。在药食兼用的菊科植物红花绒中,富含25%~30%的黄色素和1%左右的红色素。红花黄色素(Safflor yellow, Y)在干花中含量占20%~30%,含有多种有效成分的水溶性成分,认为是红花的主要效应物质<sup>[2]</sup>。近几年来,国内外学者对红花黄素的提取和药理作用进行了广泛而深入的研究,发现红花黄素是中药红花中提取出来的水溶性成分,不仅是一种很有价值的天然食用色素,有色泽艳丽,高温、高压、低温、光、酸、还原和抗微生物等优点,还具有镇痛、抗炎、抗疲劳、耐缺氧、降压、抗凝血等药理作用,在治疗冠心病、高血压病及脑溢血等疾病方面取得了一定疗效<sup>[3]</sup>。

红花黄色素是红花中的主要有效成分,提取方法主要有温浸法、超声法、有机溶剂提取等提取方法。温浸法、超声波萃取等方法费时、效率低、有机试剂通常有毒,易对环境 and 操作人员造成危害<sup>[4]</sup>,微波萃取可以克服上述方法的缺点,具有设备简单、萃取效率高、节省试剂、污染小等特点,广泛用于中草药、香料、食品和化妆品等各个领域,目前利用微波辅助提取天然植物有效成分有生物碱类、黄酮类、多糖、挥发油等,但微波在红花黄色素提取上的报道则较少,该试验探讨了微波辅助萃取对红花黄色素提取效果的影响,为推动其在红花黄色素提取上的应用提供理论基础。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材 料

**1.1.1 原料与试剂。**红花(新疆吉木萨尔县)、乙醇(天津试

剂三厂)。

**1.1.2 实验设备。**数显恒温水浴锅(江苏省金坛市医疗仪器厂)、WD900B型微波炉(顺德市格兰仕电器实业有限公司)、PL203电子天平(上海天平仪器厂)、TU-1810紫外可见分光光度计(北京谱析通用仪器有限责任公司)、722型可见分光光度计(上海光谱仪器有限公司制造)。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 样品的制备。**将干燥的红花样品放入研钵中研磨5 min,过30目筛。

**1.2.2 试验方案。**称取0.5 g红花样品于磨口烧瓶,加入100 ml溶剂,采用微波处理后,取1 ml移入10 ml比色管,溶剂定容,分光光度计进行光谱扫描,确定色素的最大吸收波长,用吸光度值的大小间接反映红花黄色素的含量。

**1.2.3 最大吸收波长的确定。**移取1 ml提取液至10 ml比色管中,以提取溶剂定容。分光光度计全波扫描确定其最大吸收波长,结果发现红花黄色素在可见光波长410 nm下有最大特征吸收峰(图1),确定其可见光最大吸收波长为410 nm。

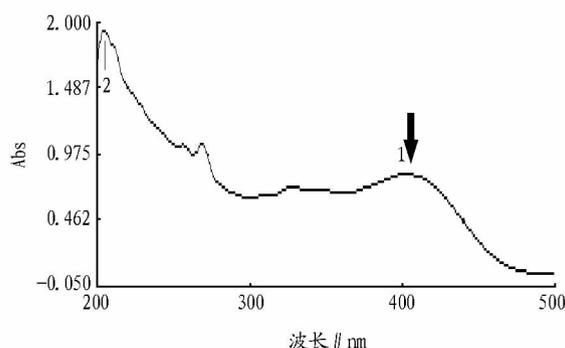


图1 红花黄色素光谱扫描曲线

**作者简介** 张莉(1986-),女,新疆塔城人,助理工程师,硕士,从事食品安全研究。\*通讯作者,高级工程师,硕士,从事食品工艺学研究。

**收稿日期** 2014-06-25

### 1.2.4 微波辅助提取色素的最佳方案。

**1.2.4.1 单因素试验。**为获得最佳的水解效果,通过单因素试验逐一考察了微波处理的功率、处理时间、溶剂等因素对提取效果的影响。各因素的试验范围:设定微波处理功率为 1 000、1 200、1 400、1 600、1 800 W,处理时间为 20、30、40、50、60 s,溶剂为 30%、40%、50%、60%、70% 的乙醇,测定提取液在最大吸收波长的吸光度,以吸光度为指标评价,按照单元操作进行,除所研究因素,提取温度 30 ℃ 起,因为温度变化受到功率和提取时间变化的影响,而乙醇沸点为 78 ℃,随着功率的增加、时间的延长,提取液温度必然会变化,所以乙醇挥发情况也是不可知因素。

**1.2.4.2 正交试验设计优化提取条件。**根据单因素试验可以看出微波处理功率、处理时间、溶剂的浓度和温度之间存在复杂关系,选择微波处理功率、处理时间、溶剂比作为影响提取效率的决策变量,进一步讨论它们对提取效率的影响、各因素之间的关系和最佳组合。在单因素试验结果的基础上,选择微波功率为 1 000 ~ 1 800 W、处理时间为 20 ~ 60 s,溶剂为 30% ~ 70% 乙醇,进行三因素五水平正交试验(表 1)。

表 1 微波辅助提取红花黄色素的正交试验设计

水平编号	微波功率//W	提取时间//s	溶剂(乙醇)//%
1	1 000	20	30
2	1 200	30	40
3	1 400	40	50
4	1 600	50	60
5	1 800	60	70

## 2 结果与分析

### 2.1 单因素试验结果分析

**2.1.1 乙醇浓度对红花黄色素提取率的影响。**由图 2 可见,微波功率 1 200 W、处理时间为 30 s、乙醇的浓度在 50% 红花黄色素提取率达到最大,是红花黄色素的最佳提取浓度。

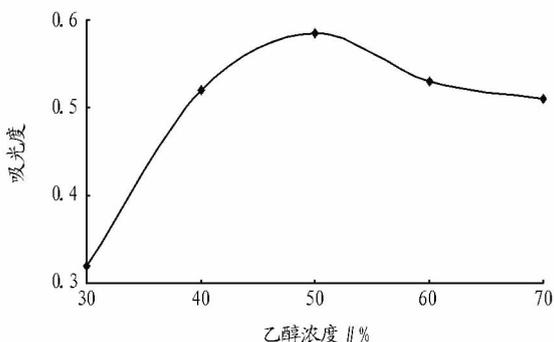


图 2 不同浓度的乙醇对色素提取效果的影响

**2.1.2 微波功率对红花黄色素提取率的影响。**图 3 表明,提取溶剂乙醇浓度为 50%、处理时间保持在 30 s 时,功率为 1 600 W 红花黄色素提取率达到最大,1 600 W 是红花黄色素的最好提取功率。

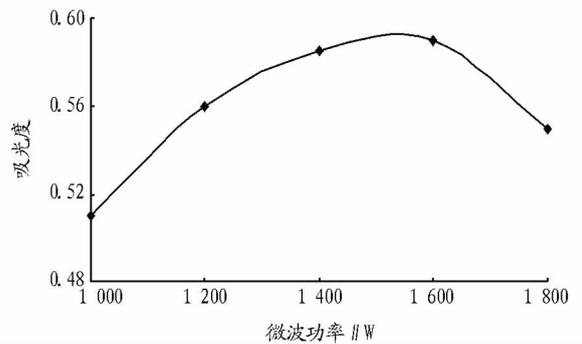


图 3 不同微波功率对色素提取效果的影响

**2.1.3 微波处理时间对红花黄色素提取率的影响。**从图 4 可看出,提取溶剂乙醇浓度为 50%、功率为 1 600 W、处理时间为 40 s 时红花黄色素提取率达到最大,40 s 时红花黄色素提取效率相对高。

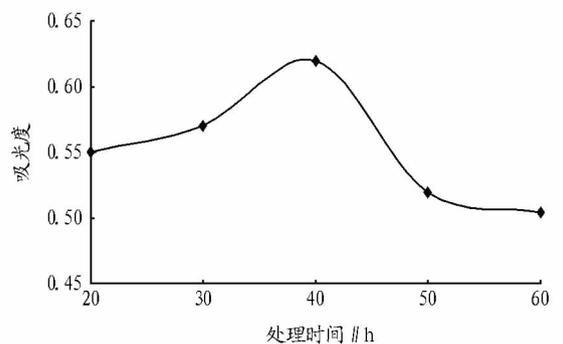


图 4 不同微波处理时间对色素提取效果的影响

**2.2 正交试验结果** 正交试验设计考虑到相关影响因素,设计正交表进行试验,用数理统计的方法进行数据处理,可以得到相对科学合理的数据结果,根据单因素试验结果和有关资料<sup>[5]</sup>,进行三因素五水平正交试验。采用 L25(5<sup>6</sup>)的正交表设计,4、5、6 列为空白列,不必考虑其影响因素,只考虑前三列。从正交试验结果(表 2)可知,影响提取效率的因素主次关系为 A > C > B,提取溶剂乙醇浓度影响最大,提取时间其次,功率相对较小。最佳处理方案为 A<sub>3</sub>B<sub>4</sub>C<sub>3</sub>。

### 3 结论与讨论

(1)微波辅助提取红花黄色素最佳提取工艺为乙醇浓度 50%、处理时间 40 s、微波功率为 1 600 W。

(2)微波提取红花黄色素时,提取溶剂乙醇的浓度对提取效率影响较大,浓度低于 50% 时,浓度越高提取效率越大,超过 50% 时在微波加热时,乙醇容易挥发,提取效率反而下降;处理时间对提取效率的影响较小,处理时间和溶剂的温度呈正比关系,时间超过 40 s 后,乙醇挥发迅速,造成提取效率下降;功率对提取效率的影响最小,低于 1 600 W 时,提取效率和功率大小呈正比,高于 1 600 W 时,乙醇容易挥发,同样会降低提取效率。所以在提取过程中,最关键的影响因素是溶剂浓度。

(3)提取过程中,溶剂的温度会不断上升,温度受溶剂浓度、处理时间、微波功率的共同作用,不是单独影响提取效率的,所以在试验设计中没有考虑。

表 2 微波辅助萃取红花黄色素正交试验结果

试验号	A 乙醇提取 浓度//%	B 微波 功率//W	C 微波处 理时间//s	D 空白	E 空白	F 空白	吸光度
1	1(30)	1(1 000)	1(20)	1	1	1	0.315
2	1(30)	2(1 200)	2(30)	2	2	2	0.375
3	1(30)	3(1 400)	3(40)	3	3	3	0.425
4	1(30)	4(1 600)	4(50)	4	4	4	0.480
5	1(30)	5(1 800)	5(60)	5	5	5	0.500
6	2(40)	1(1 000)	2(30)	3	4	5	0.515
7	2(40)	2(1 200)	3(40)	4	5	1	0.560
8	2(40)	3(1 400)	4(50)	5	1	2	0.600
9	2(40)	4(1 600)	5(60)	1	2	3	0.575
10	2(40)	5(1 800)	1(20)	2	3	4	0.550
11	3(50)	1(1 000)	3(40)	5	2	4	0.590
12	3(50)	2(1 200)	4(50)	1	3	5	0.580
13	3(50)	3(1 400)	5(60)	2	4	1	0.590
14	3(50)	4(1 600)	1(20)	3	5	2	0.560
15	3(50)	5(1 800)	2(30)	4	1	3	0.520
16	4(60)	1(1 000)	4(50)	2	5	3	0.575
17	4(60)	2(1 200)	5(60)	3	1	4	0.530
18	4(60)	3(1 400)	1(20)	4	2	5	0.580
19	4(60)	4(1 600)	2(30)	5	3	1	0.530
20	4(60)	5(1 800)	3(40)	1	4	2	0.490
21	5(70)	1(1 000)	5(60)	4	3	2	0.510
22	5(70)	2(1 200)	1(20)	5	4	3	0.520
23	5(70)	3(1 400)	2(30)	1	5	4	0.550
24	5(70)	4(1 600)	3(40)	2	1	5	0.545
25	5(70)	5(1 800)	4(50)	3	2	1	0.510
$\Sigma K_1$	2.095	2.505	2.525				
$\Sigma K_2$	2.800	2.565	2.490				
$\Sigma K_3$	2.840	2.745	2.610				
$\Sigma K_4$	2.705	2.690	2.745				
$\Sigma K_5$	2.635	2.570	2.705				
$K_{1(平均)}$	0.419	0.501	0.505				
$K_{2(平均)}$	0.560	0.513	0.498				
$K_{3(平均)}$	0.568	0.549	0.522				
$K_{4(平均)}$	0.541	0.538	0.549				
$K_{5(平均)}$	0.527	0.514	0.541				
$R_{(极差)}$	0.149	0.048	0.051				

## 参考文献

- [1] 郭美丽,张汉明,张芝玉.红花本草考证[J].中药材,1996,19(4):202.  
 [2] 杨志福,梅其炳,蒋永培.红花有效成分及药理作用[J].西北药学杂志,2001,16(6):131  
 [3] 赵刚,王安虎.红花的资源及药用价值[J].中国野生植物资源,2004,23

(3):24.

- [4] 郁晓艺,刘红,李炳奇,等.均匀设计优化红花黄色素提取工艺[J].时珍国医国药,2005,16(5):97.  
 [5] 薛照辉,石颖娜,李勇,等.碱性蛋白酶(alcalase)水解鹰嘴豆分离蛋白的工艺优化[J].中国粮油学报,2008,23(5):75-78.

(上接第 7358 页)

病害防治,虽然保证了烟叶的产量,但是降水过多致使田间湿度大,叶片大而薄,颜色淡,身份轻,香气不足。因此,恩施州的白肋烟生产从气象角度看,首先要选育生育期比现有品种生育期长的品种,使成熟期避开恩施 7、8 月份的雨季;其次是改变现有的育苗方式,增加烟苗移栽弹性,从而达到降低烟叶生产成本,提高烟叶品质的目的。

## 参考文献

- [1] 龙怀玉,刘建利,徐爱国,等.我国部分烟区与国际优质烟区白肋烟大田期间某些气候条件和比较[J].中国烟草学报,2003(S1):41-47.  
 [2] 唐世凯.烟草生境[M].昆明:云南科技出版社,2008.  
 [3] 杨本珍.建瓯市烟草种植的气候适应性分析[J].福建气象,1999(5):34-36.  
 [4] 恩施州气象局.恩施州近 30 年气象资料汇编(内部资料)[G].2010.