

DOI: 10.11931/guihaia.gxzw201307015

庞玉新, 张新蕊, 于福来, 等. 大飞扬总黄酮提取工艺优化及抗氧化活性测定[J]. 广西植物, 2015, 35(1): 115–119

Pang YX, Zhang XR, Yu FL, et al. Determination of extraction process and antioxidant activity of the total flavonoids from *Euphorbia hirta*[J]. *Guihaia*, 2015, 35(1): 115–119

大飞扬总黄酮提取工艺优化及抗氧化活性测定

庞玉新^{*}, 张新蕊, 于福来, 张影波, 官玲亮, 王 丹, 胡雄飞

(中国热带农业科学院 热带作物品种资源研究所/农业部华南作物基因资源与种质创制重点开放实验室, 海南 儋州 571737)

摘 要: 大飞扬为大戟科(*Euphorbiaceae*)大戟属(*Euphorbia*)植物飞扬草(*E. hirta*), 主要化学成分为黄酮类、丹宁类、三萜类、二萜类, 具有清热解毒、利湿止痒、通乳等功效。目前对大飞扬的研究主要集中在化学成分及药理活性的研究, 对黄酮类成分提取工艺优化报道较少。为优化大飞扬总黄酮的提取工艺, 该文以采自海南儋州的野生大飞扬干燥全草为材料, 以总黄酮产率为评价指标, 在单因素试验的基础上, 进一步通过正交试验设计对大飞扬总黄酮的提取工艺进行优化, 同时采用清除 DPPH 自由基及 ABTS 法对其抗氧化活性进行测定。结果表明: 大飞扬总黄酮最佳提取工艺为药材粉碎过 4 号筛(65 目), 以 85% 乙醇超声提取 4 次; 大飞扬总黄酮对 DPPH 和 ABTS 自由基均有较好的清除率作用, 其 IC_{50} 值分别为 56.1 和 60.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。大飞扬黄酮类成分大多具有酚羟基基团, 如异鼠李素、槲皮素等, 具有较好的抗氧化活性。该文结果为大飞扬中黄酮类成分工业化生产提供了依据, 也为进一步开发利用大飞扬药材奠定了基础。

关键词: 大飞扬; 总黄酮; 正交试验; 超声提取法; 抗氧化活性

中图分类号: Q946; R284.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2015)01-0115-05

Determination of extraction process and antioxidant activity of the total flavonoids from *Euphorbia hirta*

PANG Yu-Xin^{*}, ZHANG Xin-Rui, YU Fu-Lai, ZHANG Ying-Bo,
GUAN Ling-Liang, WANG Dan, HU Xiong-Fei

(Tropical Crops Genetic Resources Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences/Key Laboratory of Crop Gene Resources and Germplasm Enhancement in Southern China, Danzhou 571737, China)

Abstract: *Euphorbia hirta* (*Euphorbia*) which contains flavonoids, tannins, triterpenes, diterpenes, possesses various effects such as heat-clearing and detoxicating, damping elimination and relieving itch and promoting lactation. The current research of *E. hirta* has been mainly focused on the study of chemical constituents and pharmacological activities. However, there is little report about the optimization of extraction process of flavonoids. In this study, the dry herb of wild *E. hirta* as experimental material was collected from Danzhou, Hainan Province. To optimize the extraction technology of total flavonoids of *E. hirta*, the total yield of flavonoids was evaluated by the single factor experiment and orthogonal experimental design. In addition, the antioxidant activity of flavonoids from *E. hirta* was measured by using DPPH and ABTS radical scavenging. The result displayed the optimal extraction method which was as follows: the powder of *E. hirta* was extracted by ultrasonic extractor for 4 times with 85% ethanol after being sieved by No.4 sieve (65 meshes). The rate of DPPH and ABTS radical scavenging gradually increased as the concentration

收稿日期: 2014-02-25 修回日期: 2014-09-13

基金项目: 海南省中药现代化项目(2011ZY001); 海南省社会发展科技专项(2012sf015)。

作者简介: 庞玉新(1975-), 男, 博士, 副研究员, 研究方向为南药的 GAP 规范化栽培、质量控制及资源开发与利用。(E-mail) pyxmarx@126.com。

^{*} 通讯作者

of flavonoids from *E. hirta* increased, (IC_{50} was 56.1 and 60.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$, respectively). The flavonoids of *E. hirta* has a better antioxidant activity due to its phenolic hydroxyl groups like isorhamnetin. The results would provide a basis for the industrial production of the flavonoids of *E. hirta*, and lay the foundations for the further exploitation and utilization of the medicinal materials *E. hirta*.

Key words: *Euphorbia hirta*; total flavonoids; orthogonal test; ultrasonic extraction; antioxidant activity

大飞扬为大戟科(Euphorbiaceae)大戟属(*Euphorbia*)植物飞扬草(*Euphorbia hirta*)的干燥全草,具有清热解毒、利湿止痒、通乳的功效,临床多用于肺痈、乳痈、疔疮中毒、湿疹、皮肤瘙痒、产后少乳等症(中国药典,2010)。其乙醇提取物被证明具有抗过敏(Youssouf *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2006; Pretorius *et al.*, 2007)、镇静抗焦虑(Anuradha *et al.*, 2008; 陈蕙芳等, 2008)、抗菌(Wang *et al.*, 2005; Sudhakar *et al.*, 2006; 刘国坤等, 2004)、抗疟原虫(Tona *et al.*, 2004)、利尿(Johnson *et al.*, 1999)等作用。目前已从飞扬草中分离得到萜类、黄酮类、酚类、鞣酸类、糖类、烃类等多种化合物(陈玲, 1991; 中华本草, 1999; Mallavadhan *et al.*, 2009; 武毅等, 2012)。黄酮类成分常用的方法有冷浸提取(贤景春等, 2012)、回流提取(张军武等, 2012)、超声辅助提取(宁德生等, 2012)等。本研究为探索大飞扬总黄酮的提取条件,以总黄酮产率为考察指标,在比较了3种提取方法的基础上,运用正交试验优化提取工艺,确定大飞扬总黄酮的最佳提取条件,同时对其抗氧化活性进行了研究,以期为大飞扬总黄酮的有效利用奠定基础。

1 材料与方 法

1.1 材料与试剂

1.1.1 材料 大飞扬采自海南省儋州市,经中国热带农业科学院庞玉新副研究员鉴定为大戟科(*Euphorbiaceae*)大戟属(*Euphorbia*)植物飞扬草(*E. hirta*),标本保存于中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所标本馆。

1.1.2 试剂与仪器 无水乙醇,广州化学试剂厂;2,2-二苯基-1-苦肼基,DPPH和2,2-联氮-(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐,ABTS,Sigma-Aldrich公司;DFT-200手提式高速万能粉碎机,温岭林大机械有限公司;KQ-500DB数控超声波清洗机,昆山市超声仪器有限公司;UV-2102 PC/PCS型紫外可见分光光度计,尤尼柯(上海)仪器有限公司。

1.2 方法

1.2.1 总黄酮的提取 精密称定约10 g大飞扬药材粉末,按照设定的条件进行提取制备提取液,备用。

1.2.2 总黄酮含量的测定

1.2.2.1 对照品溶液的制备 精密称取120 $^{\circ}\text{C}$ 干燥至恒重的芦丁对照品15.14 mg,置于100 mL容量瓶中,加入适量甲醇,微热溶解后,加甲醇定容,摇匀即得对照品溶液。

1.2.2.2 标准曲线的绘制 分别精密量取1.00、2.00、4.00、6.00、8.00 mL对照品溶液,置于25 mL量瓶中,各加水至10 mL左右,加5% NaNO_2 溶液1.00 mL,摇匀,放置5 min,加10% $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 溶液1.00 mL,摇匀,放置5 min,加4% NaOH 溶液10.00 mL,加水至刻度,摇匀,放置15 min,以相应的试剂溶液为空白对照,在最适吸收波长504 nm处测定吸光度。以对照品浓度为横坐标,吸光度为纵坐标,绘制标准曲线,得线性回归方程: $y = 13.893x - 0.0191$ ($R^2 = 0.9995$),线性范围为0.0061~0.4845 mg/mL。

1.2.2.3 精密度试验 精密量取同一质量浓度对照品溶液1.00 mL,按照1.2.2.2项下的方法测定其吸光度,结果RSD为0.52% ($n = 6$),表明仪器精密度良好。

1.2.2.4 稳定性试验 取某一浓度供试品溶液,分别在第0、2、6、8、10、12、24 h测定吸光度,RSD为1.27% ($n = 7$),表明在24 h内供试品较为稳定。

1.2.2.5 重复性试验 取同一批样品,平行制备6份供试品溶液,测定吸光度,计算总黄酮产率,结果RSD为2.63% ($n = 6$)。

1.2.2.6 加样回收试验 取同一批已知浓度的样品,平行制备6份供试品溶液,加入相当于供试品溶液总黄酮质量的对照品,按1.2.2.2项下操作,计算其回收率,平均回收率为95.57%,RSD值为2.03% ($n = 6$)。

1.2.2.7 样品的测定 直接吸取或适当稀释后吸取大飞扬提取液10.00 mL,按1.2.2.2项下操作测定提取液吸光度,计算其总黄酮产率。

1.2.3 单因素试验 总黄酮的提取方法主要有冷浸、

回流、超声辅助提取,本研究比较了3种提取方法对大飞扬总黄酮的提取率,在此基础上,研究了乙醇浓度、提取次数、粉碎度对总黄酮产率的影响,每个因素的不同水平重复3次测定,取平均值。

1.2.3.1 提取方法的选择 精密称取10 g大飞扬药材,加入80 mL 75%的乙醇,分别采用冷浸8 h、回流3 h、超声提取30 min,测定其吸光度,计算总黄酮的产率。

1.2.3.2 提取次数的选择 精密称取10 g大飞扬药材,加入80 mL 75%的乙醇,提取6次,测定吸光度,计算总黄酮产率。

1.2.3.3 粉碎度的选择 分别称取不同粉碎度(分别过1、2、3和4号筛)的大飞扬药材10 g,加入80 mL 75%的乙醇,按照样品制备的方法制备样品,测定吸光度,计算总黄酮产率。

1.2.3.4 乙醇浓度的选择 精密称取10 g大飞扬药材,分别加入35%、55%、65%、75%、85%、95%乙醇80 mL,按照样品制备的方法制备样品,测定吸光度,计算总黄酮产率。

1.2.4 正交试验 在单因素试验的基础上,以乙醇浓度、粉碎度、提取次数为因素,运用正交试验优化大飞扬中总黄酮的提取工艺,正交试验设计见表1。

表1 正交试验因素水平
Table 1 Factors and levels for orthogonal test

水平 Level	因素 Factor		
	A 乙醇浓度 Concentration of alcohol (%)	B 粉碎度 (药筛号数) Comminuting degree	C 提取次数 Extraction times
1	75	2	2
2	85	3	3
3	95	4	4

1.2.5 抗氧化活性的测定

1.2.5.1 清除 DPPH 能力测定 参照刘德胜等(2012)的方法,分别取0.5 mL不同浓度的试样溶液(无水乙醇),加入2.5 mL的DPPH(6.5×10^{-5} mol/L)溶液,混匀,室温下静置30 min,测定其在517 nm波长处的吸光度值 A_i ,同时测定DPPH溶液与无水乙醇混合液的吸光度值 A_0 ,以及试样溶液与无水乙醇混合液的吸光度值 A_j 。按以下公式计算清除率:

$$\text{清除率} = [1 - (\bar{A}_i - \bar{A}_j) / \bar{A}_0] \times 100\%$$

以样品浓度为横坐标,以清除率为纵坐标作图,求出清除率为50%时样品的浓度(IC_{50}),样品活性

结果以半数清除浓度(IC_{50})表示。

1.2.5.2 清除 ABTS 能力测定 参照袁王俊等(2009)的方法,取不同浓度的样品溶液,加入0.0875 mmol/L ABTS溶液,混匀,静置10 min,测定其734 nm波长处的吸光度值 A_i ,对照管以无水乙醇替代样品,测定其吸光度值 A_0 。按以下公式计算清除率:

$$\text{清除率} = [1 - \bar{A}_i / \bar{A}_0] \times 100\%$$

2 结果与分析

2.1 单因素试验结果

2.1.1 提取方法的选择 冷浸、回流、超声提取3种提取方法中,乙醇超声提取总黄酮提取率最高(表2)。因此,后续试验采用超声方法提取大飞扬浸膏。

2.1.2 提取次数对总黄酮产率的影响 随着提取次数的增加,总黄酮的提取率呈增加趋势,但提取3次和提取4次总黄酮产率变化不大(图1)。从节省时间及试剂方面考虑,优先考虑提取3次。

表2 不同提取方法总黄酮产率
Table 2 Yield of total flavonoids for different extraction methods

提取方法 Extraction method	药材质量 Sample weight (g)	总黄酮产率 Yield of total flavonoids (mg/g)
冷浸提取 Cold soak extraction	10.03	11.23
回流提取 Reflux extraction	10.04	19.52
超声提取 Ultrasonic extraction	10.02	28.39

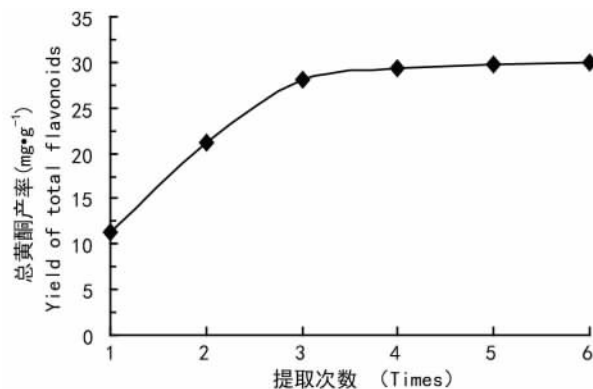


图1 提取次数对总黄酮产率的影响
Fig. 1 Effects of extraction times on the yield of total flavonoids

2.1.3 粉碎度对总黄酮产率的影响 在采用的 4 种粉碎度中,药材过 4 号筛(65 目),其总黄酮产率最高(图 2)。

2.1.4 乙醇浓度对总黄酮含量的影响 图 3 结果表明,采用 85%乙醇提取,大飞扬总黄酮产率最高(图 3)。

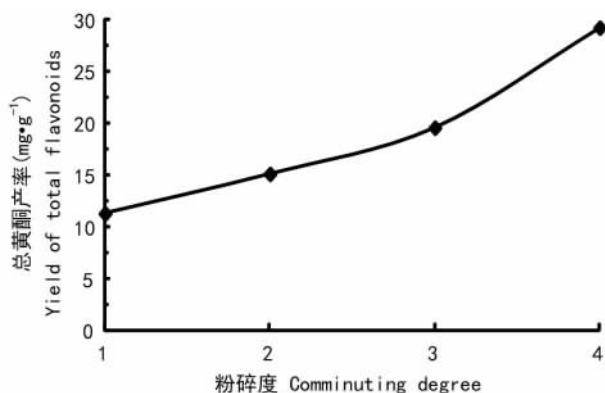


图 2 粉碎度对总黄酮产率的影响

Fig. 2 Effects of comminuting degree on the yield of total flavonoids

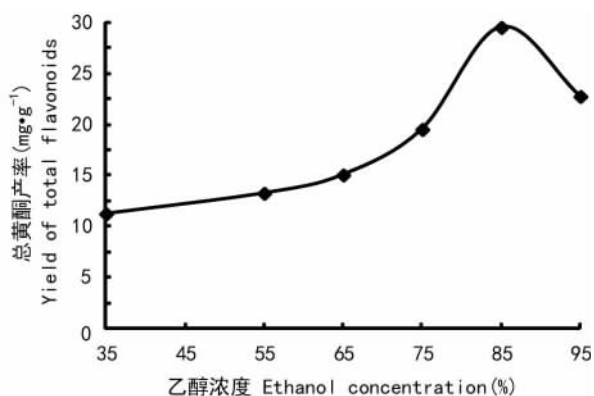


图 3 乙醇浓度对总黄酮产率的影响

Fig. 3 Effects of ethanol concentration on the yield of total flavonoids

2.2 正交试验结果

依据单因素试验结果,选择对总黄酮产率影响较大的乙醇浓度、粉碎度、料液比为考察因素,以表 1 的设计方案进行试验,以总黄酮产率为考察指标,结果见表 3 和 4。

直观分析可知,3 个因素对总黄酮产率的影响为 A(乙醇浓度)>B(粉碎度)>C(提取次数),最佳组合是 A₂B₃C₃(表 3)。方差分析结果可知乙醇浓度对总黄酮的产率具有显著影响,而粉碎度和提取次数影响不显著(见表 4)。综合以上分析,大飞扬

总黄酮最佳提取工艺为大飞扬药材粉碎过 4 号筛(65 目),85%乙醇提取 4 次。

表 3 正交试验结果与分析

Table 3 Results and analysis for orthogonal test

序号 Code	因素 Factor			总黄酮产率 Yield of total flavonoids (mg/mL)
	A	B	C	
1	1	1	1	19.91
2	1	2	2	18.59
3	1	3	3	26.25
4	2	1	2	26.90
5	2	2	3	31.06
6	2	3	1	30.56
7	3	1	3	17.88
8	3	2	1	19.95
9	3	3	2	20.45
K1	21.583	21.563	23.473	
K2	29.507	23.200	21.980	
K3	19.427	25.753	25.063	
R	10.080	4.190	3.083	

表 4 正交试验方差分析结果

Table 4 ANOVA results for orthogonal test

因素 Factor	偏差平方和 SS	自由度 DF	F 值 F-value	F 临界值 Critical value	P 值 P-value
A	169.037	2	25.811	19	<0.05
B	26.754	2	4.085	19	
C	14.265	2	2.178	19	
误差 Error	6.55	2			

2.3 验证试验

按照优选出的最佳提取工艺,重复 3 次验证试验,测定大飞扬总黄酮平均产率为 38.62 mg/mL。

2.4 抗氧化活性的测定结果

2.4.1 大飞扬总黄酮对 DPPH 的清除作用 抗氧化活性测试结果显示,随着浓度的增加,大飞扬总黄酮对 DPPH 自由基的清除率逐渐增加,且浓度在 0.125~1.000 mg/mL 之间,增加缓慢;其半数清除率(IC₅₀)为 56.1 μg/mL。在浓度为 1.000 mg/mL 时,清除率达到最高值,为 90.38%(图 4)。

2.4.2 大飞扬总黄酮对 ABTS 的清除作用 抗氧化活性测试结果显示,大飞扬总黄酮可有效抑制 ABTS 自由基的产生,其半数清除率(IC₅₀)为 60.7 μg/mL。在浓度为 0.125 mg/mL 时,清除率达到最高值,为 87.54%(图 5)。

3 讨论与结论

本研究采用超声波方法提取大飞扬中的总黄酮,与之前采用的回流方法(熊萍等,2010)相比,总

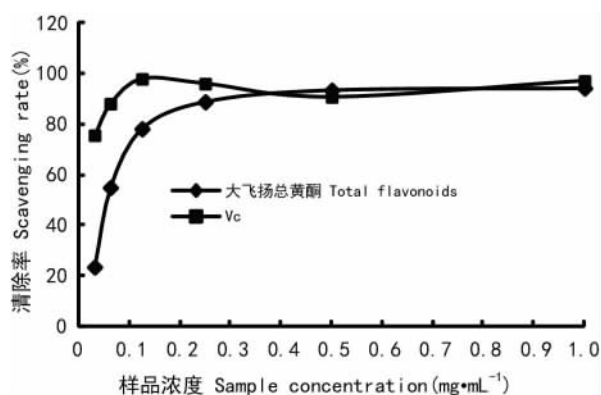


图 4 大飞扬总黄酮对 DPPH 自由基的清除率

Fig. 4 Rate of DPPH radical scavenging by total flavonoids from *E. hirta*

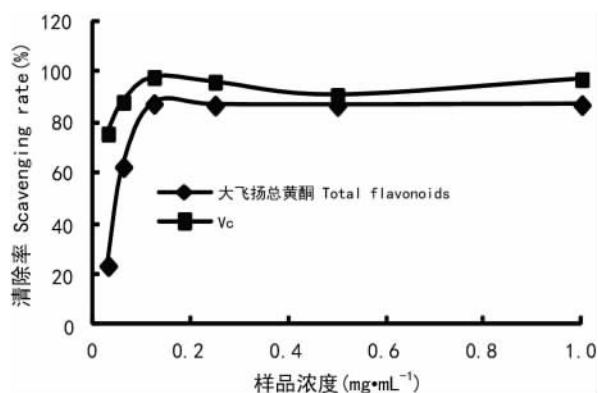


图 5 大飞扬总黄酮对 ABTS 自由基的清除率

Fig. 5 Rate of ABTS radical scavenging by total flavonoids from *E. hirta*

黄酮产率相差不大,而超声提取的方法具有提取时间短、无需高温加热的优点,节约了时间,提高了提取效率,又降低了大飞扬中某些对热不稳定成分的损失,因此超声提取方法可以作为大飞扬总黄酮的一种简便、高效的提取方法。

目前对大飞扬的研究主要集中在化学成分及药理活性方面,对黄酮类成分提取工艺优化报道较少。武毅等(2012)从大飞扬中分离出的黄酮类成分大多具有酚羟基基团,如异鼠李素、槲皮素等,这些类成分具有较好的抗氧化活性。本试验建立了大飞扬总黄酮的提取工艺,并进行清除自由基抗氧化活性测定。这为大飞扬中黄酮类成分工业化生产提供了依据,也为进一步开发利用大飞扬药材奠定基础。

本研究通过比较冷浸、超声、回流提取 3 种提取方法对大飞扬总黄酮产率的影响,并采用正交试验优化了总黄酮提取条件,得到了最佳提取工艺为大

飞扬药材粉碎过 4 号筛(65 目),85%乙醇提取 4 次。同时,抗氧化活性测试结果显示,大飞扬总黄酮对 DPPH 和 ABTS 自由基均具有较好的清除作用,其 IC_{50} 值分别为 56.1 和 60.7 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。

参考文献:

- Anuradha H, Srikumar BN, Shankaranarayana Rao BS, et al. 2008. Euphorbia hirta reverses chronic stress-induced anxiety and mediates its action through the GABA (A) receptor benzodiazepine receptor-Cl (-) channel complex[J]. *J Neur Transm*, **115**(1): 35-42
- Chin Herbalism Editorial Board, SATCM (国家中医药管理局《中华本草编写委员会》). 1999. Chinese Herbalism (4th Vol) 中华本草(第 4 册)[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press(上海:上海科学技术出版社):787-789
- Ch PC (国家药典委员会). 2010. Pharmacopoeia of the People's Republic of China (1st Vol) 中国药典(第一部)[S]. Beijing(北京): Chinese Medicine Science and Technology Press(中国医药科技出版社):46
- Chen HF(陈蕙芳). 2008. The prevention and treatment of inflammation, rheumatism, pain from extracts of *Euphorbia hirta* and other plant (防治炎症、风湿病、疼痛的飞扬草等植物提取物)[J]. *World Phytomed* (国外医药·植物药分册), **13**(4):172-173
- Chen L(陈玲). 1991. Studies on the polyphenols from leaves of *Euphorbia hirta* L(飞扬草叶中的多酚类成分研究)[J]. *Chin J Chin Mater Med* (中国中药杂志), **16**(1):38-39
- Johnson PB, Abdurahman EM, Tiam EA, et al. 1999. *Euphorbia hirta* leaf extracts increase urine output and electrolytes in rats [J]. *J Ethnopharmacol*, **65**(1):63-69
- Liu DS(刘德胜), Liu LL(刘琳琳), Liu WZ(刘为忠). 2012. The extraction process and antioxidant activity of the total flavonoids from *Bryophyllum pinnatum* (落地生根总黄酮提取工艺及其清除自由基作用的研究)[J]. *Chin Trad Pat Med* (中成药), **34**(11):2 236-2 239
- Liu GK(刘国坤), Chen QJ(陈启建), Wu ZJ(吴祖建), et al. 2004. Inhibition of plant extracts against plant pathogenic fungi (几种植物提取物对 4 种植物病原真菌的抑制作用)[J]. *J Fujian Agric For Univ; Nat Sci Ed* (福建农林大学学报·自然科学版), **33**(3):295-299
- Mallavadhani UV, Narasimhany K. 2009. Two novel butanol rhamnosides from an Indian traditional herb, *Euphorbia hirta* [J]. *Nat Prod Res*, **23**(7):644-651
- Ning DS(宁德生), Li DP(李典鹏), Huang S(黄胜), et al. 2012. Determination of total flavonoids, total phenols and antioxidant activity in aqueous extract of seven *Callicarpa species* (七种紫珠属植物水提物中总黄酮总酚酸及其抗氧化活性的测定)[J]. *Guihaia* (广西植物), **32**(6):845-848
- Singh GD, Kaiser P, Youssouf MS, et al. 2006. Inhibition of early and late phase allergic reactions by *Euphorbia hirta* L. [J]. *Phytother Res*, **20**(4):316-321
- Sudhakar M, Rao ChV, Rao PM, et al. 2006. Antimicrobial activity of *Caesalpinia pulcherrima*, *Euphorbia hirta* and *Asystasia*

(下转第 125 页 Continue on page 125)

加 0.075 g NaOH),提取次数 2 次,最高含量为 0.54 mg · mL⁻¹,得率为 21.35%。

致谢 感谢导师肖瑜教授、高级实验师梁美娜老师、师妹刘以清和师弟黄浦在实验及文字写作过程中给予的指导和帮助。

参考文献:

- Zhu XY(朱兴一),Lin HM(林海敏),Chen X(陈秀),*et al.* 2011. Optimization of homogenate extraction of theasaponin from *Camellia oleifera* (闪式提取油茶茶枯饼中茶皂素的工艺优化)[J]. *Trans CSAE(农业工程学报)*,**27**(增刊 1):402-406
- Liu YG(刘尧刚),Hu JH(胡健华),Zhou YM(周易枚). 2011. Study optimization of extraction technology of saponin from *Camellia oleifera* (油茶粕中茶皂素提取工艺优化的研究)[J]. *Cer & Oil Proc(粮油加工)*,**(6)**:80-83
- Chen L(陈力),Deng ZY(邓泽元),Hu JN(胡蒋宁),*et al.* 2010. Isolation and preparation of teasaponin monomers from tea seed cake by high-speed counter-current chromatograph(高速逆流色谱分离制备茶粕中茶皂素单体)[J]. *Food Sci(食品科学)*,**31**(20):127-131
- Li M(李敏),Chen M(承明). 2011. Study on extraction of tea saponin from *Camellia* cake(油茶籽粕中茶皂素的提取工艺研究)[J]. *J Chin Cer & Oil Assoc(中国粮油学报)*,**26**(5):38-46
- Li J(李俊),Zhang AY(张爱玉),Qi YJ(齐永杰),*et al.* 2012. Research progress in tea saponin from oil residue of *Camellia semiserrata* (茶树油粕中茶皂素研究进展)[J]. *Food Sci(食品科学)*,**33**(1):276-279
- Li J(李静),Li Y(李燕),Dang PY(党培育). 2008. Study on extraction and purification of tea saponin(茶皂素的提取及纯化研究)[J]. *Food Sci(食品科学)*,**29**(11):154-156
- Zhang XF(张新福),Zhu X(朱翔),Liu YJ(刘亚军),*et al.* 2012. Purification by macroporous adsorption resin chromatography and LC/TOF-MS analysis of sasanquasaponin(油茶皂素大孔树脂纯化工艺优化及 LC/TOF-MS 分析)[J]. *Food Sci(食品科学)*,**33**(16):7-11
- Chen Y(陈莹),Liu SB(刘松柏),He LX(何良兴),*et al.* 2012. Quantitative analysis of saponins in *Camellia* seed cake and tea saponins(油茶籽粕和茶皂素中皂苷的定量检测方法研究)[J]. *J Chin Cer & Oil Assoc(中国粮油学报)*,**27**(2):105-111
- Jiang W(姜伟),Yu B(余勃),Lu Y(陆豫). 2008. Study extraction technology of saponin from *Camellia oleifera* Abel. meal(油茶粕中油茶皂苷提取纯化工艺研究)[J]. *Food Sci(食品科学)*,**29**(16):242-244
- Hao WN(郝卫宁),Zeng Y(曾勇),Hu MY(胡美英),*et al.* 2010. Research progress on applications of tea saponin in pesticides(茶皂素在农药领域的应用研究进展)[J]. *Agrochemicals(农药)*,**49**(2):90-96
- Xie D(谢多),Zhao J(赵俭),Xu XT(许小彤),*et al.* 2013. Optimization of alcohol extraction for tea saponin from oil-tea cake by response surface methodology(油茶饼粕中茶皂素醇提工艺条件优化)[J]. *Food & Mach(食品与机械)*,**29**(3):129-133
- Xiong Z(熊拯),Chen ME(陈敏娥),Wei SQ(韦思庆),*et al.* 2012. Extraction technology of tea saponin and protein from *Camellia Oleifera* seed meal(油茶籽粕中茶皂素和蛋白质同时提取工艺研究)[J]. *Food Sci & Technol(食品科技)*,**37**(7):172-175
- Wei TT(魏婷婷),Cui XF(崔晓芳),Wen X(文旭),*et al.* 2011. Purification technology and biological activity of tea saponin from *Camellia* cake(油茶粕中茶皂素纯化方法与抗菌活性研究)[J]. *Chin Oil Crop Sci(中国油料作物学报)*,**33**(6):616-621
- ~~~~~
- (上接第 119 页 Continue from page 119)
- gangeticum*[J]. *Fitoterapia*,**77**(5):378-380
- Tona L,Cimanga RK,Mesia K,*et al.* 2004. *In vitro* antiplasmodial activity of extracts and fractions from seven medicinal plants used in the Democratic Republic of Congo[J]. *J Ethnopharmacol*,**93**(1):27-32
- Wang YC,Huang TL. 2005. Screening of anti-*helicobacter pylori* herbs deriving from Taiwanese folk medicinal plants[J]. *FEMS Immunol Med Mic*,**43**(2):295-300
- Wu Y(武毅),Qu W(曲玮),Geng D(耿頔),*et al.* 2012. Phenols and flavonoids from the aerial part of *Euphorbia hirta* (大飞扬草地上部位的酚类和黄酮类化合物)[J]. *Chin J Nat Med(中国天然药物)*,**10**(1):40-42
- Xian JC(贤景春),Wu WJ(吴伟军). 2012. Extraction of total quantity flavone from *Solanum photeinocarpum* and its antioxidant activity(少花龙葵茎总黄酮提取工艺及其抗氧化性研究)[J]. *Guihaia(广西植物)*,**32**(4):567-570
- Xiong P(熊萍),Zhang RW(张榕文),Xu J(徐静),*et al.* 2010. Optimization of extraction process of extract weight and flavonoids in *Euphorbia hirta* L.(正交试验法优选大飞扬浸膏及总黄酮的提取工艺)[J]. *Chin Med J Res Prac(现代中药研究与实践)*,**24**(4):52-55
- Youssof MS,Kaiser P,Tahir M,*et al.* 2007. Anti-anaphylactic effect of *Euphorbia hirta*[J]. *Fitoterapia*,**78**(7-8):535-539
- Yuan WJ(袁王俊),Li CF(李彩芳),Ding QJ(丁秋瑾),*et al.* 2009. Studies on the antioxidant activity of *Coptis chinensis*(黄连抗氧化活性研究)[J]. *Guihaia(广西植物)*,**29**(5):694-697
- Zhang JW(张军武),Zhao Q(赵琦). 2012. Study on optimal reflux extraction temperature of total flavonoids from *Radix astragali* by ethanol(乙醇回流提取黄芪总黄酮最佳温度考察)[J]. *Liaoning J Trad Chin Med(辽宁中医杂志)*,**39**(4):1133-1134