

木豆叶 HPLC 指纹图谱建立及 2 种成分测定

胥爱丽^{1,2}, 毕晓黎², 李素梅², 李养学², 江洁怡², 刘布鸣³

[1. 广州中医药大学, 广东 广州 510006; 2. 广东省中医药工程技术研究院 (广东省中医药研究开发重点实验室), 广东 广州 510095; 3. 广西中医药研究院 (广西中药质量标准研究重点实验室), 广西 南宁 530022]

摘要: **目的** 建立木豆 *Cajanus cajan* (L.) Millsp. 叶 HPLC 指纹图谱, 并测定荳蔻苷和木犀草素的含量。**方法** 木豆叶 65% 甲醇提取液的分析采用 Agilent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 以甲醇-1% 醋酸为流动相, 梯度洗脱; 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 25 ℃; 检测波长 260 nm。**结果** 10 批样品 (S1 ~ S10) HPLC 指纹图谱中有 21 个共有峰, 除 S3 (0.516) 外, 其相似度均大于 0.950。荳蔻苷和木犀草素分别在 0.089 5 ~ 3.960 μg 和 0.015 5 ~ 0.408 μg 范围内呈良好的线性关系, 平均加样回收率分别为 99.43% (RSD = 1.32%) 和 98.50% (RSD = 0.82%), 3 个产地 (广东、云南、海南) 样品中 2 种成分含量有明显差异。**结论** 该方法简单准确, 重复性好, 可用于木豆叶的质量控制。

关键词: 木豆; 叶; HPLC 指纹图谱; 荳蔻苷; 木犀草素

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2017)07-1435-05

doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2017.07.024

Establishment of HPLC fingerprints of *Cajanus cajan* leaves and determination of two constituents

XU Ai-li^{1,2}, BI Xiao-li², LI Su-mei², LI Yang-xue², JIANG Jie-yi², LIU Bu-ming³

[1. Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006, China; 2. Guangdong Provincial Engineering Technology Research Institute of TCM (Guangdong Provincial Key Laboratory of Research and Development in Traditional Chinese Medicine), Guangzhou 510095, China; 3. Guangxi Institute of Traditional Medical and Pharmaceutical Sciences (Guangxi Key Laboratory of Traditional Chinese Medicine Quality Standards), Nanning 530022, China]

ABSTRACT: **AIM** To establish the HPLC fingerprints of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. leaves and to determine the contents of orientoside and luteolin. **METHODS** The analysis of 65% methanol extract from *C. cajan* leaves was performed on a 25 ℃ thermostatic Agilent Zorbax SB-C₁₈ column (4.6 mm × 250 mm, 5 μm), with the mobile phase comprising of methanol-1% acetic acid flowing at 1.0 mL/min in a gradient elution manner, and the detection wavelength was set at 260 nm. **RESULTS** There were twenty-one common peaks in ten batches of samples (S1-S10), whose similarities were more than 0.950, except for that of S3 (0.516). Orientoside and luteolin showed good linear relationships within the ranges of 0.089 5 – 3.960 μg and 0.015 5 – 0.408 μg, whose average recoveries were 99.43% (RSD = 1.32%) and 98.50% (RSD = 0.82%), respectively. The contents of two constituents in the samples from three growing areas (Guangdong, Yunnan and Hainan) showed obvious differences. **CONCLUSION** This simple, accurate and reproducible method can be used for the quality control of *C. cajan* leaves.

KEY WORDS: *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; leaves; HPLC fingerprints; orientoside; luteolin

收稿日期: 2016-12-27
基金项目: 广东省科技计划项目 (2013B040200040, 2015B070701010); 佛山市科技创新专项资金 (2013GQ100032); 广西中药质量标准研究重点实验室开放课题资助项目 (桂中重开 201402)
作者简介: 胥爱丽 (1981—), 女, 博士生, 研究方向为中药质量评价。Tel: (020) 83482098, E-mail: xal555@163.com
网络出版日期: 2017-02-13
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/31.1368.R.20170213.2053.002.html>

木豆叶为豆科植物木豆 *Cajanus cajan* (L.) Millsp. 的干燥叶, 又名扭豆、柳豆等, 在我国主要分布于广西、广东、海南等地^[1-2], 资源丰富, 是岭南地区一种常见道地药材, 民间将其用于止血、止痛、抗感染, 并用于治疗褥疮、水痘、股骨头坏死等疾病^[3]。现代研究表明, 木豆叶具有抗骨质疏松^[4-5]、治疗高脂血症^[6]、抗脑缺血缺氧损伤^[7]等药理作用, 其有效成分主要为黄酮类和芪类化合物^[8], 前者有球松素、苈草苷、牡荆苷、异牡荆苷、木犀草素等, 后者有木豆素 A、木豆素 B、木豆素 C 等^[9]。

目前, 大多以牡荆苷和异牡荆苷含有量为指标, 对木豆叶质量进行控制^[10-14], 但仅依靠一个或几个化学成分并不能反映药材整体质量, 现已有海南产区木豆叶指纹图谱的报道^[15], 但尚无不同产地样品指纹图谱及同时测定苈草苷和木犀草素含有量的研究。本实验建立木豆叶 HPLC 指纹图谱, 对来自广东、云南和海南的不同批次样品进行研究, 并对苈草苷和木犀草素含有量进行了测定, 以期为该药材质量的一致性评价和产地选择提供依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器 Agilent 1260 高效液相色谱仪 (美国 Agilent 公司); KQ5200DE 超声仪 (昆山市超声仪器有限公司); Mettler XS205DU 电子分析天平 (瑞士 Mettler-Toledo 公司)。

1.2 试剂 苈草苷对照品 (批号 H-044-150729, 成都瑞芬思生物科技有限公司); 木犀草素对照品 (批号 111520-200504, 中国食品药品检定研究院)。10 批木豆叶 (具体信息见表 1) 由广东省第二中医院中医药工程技术研究所刘法锦研究员鉴定为正品。甲醇、醋酸为色谱纯 (德国 Merck 公司); 其余试剂均为分析纯; 水为纯水。

表 1 样品信息

Tab. 1 Information of samples

编号	批号	来源	产地
S1	150915	众康药业	云南
S2	160101	至信药业	海南
S3	160301	自采	广东广州
S4	1506003	岭南中药厂	海南
S5	1509001	岭南中药厂	海南
S6	150127	自采	海南海口
S7	160503	自采	云南红河
S8	160504	自采	云南红河
S9	160502	自采	云南昆明
S10	160501	自采	云南昆明

2 方法与结果

2.1 色谱条件 Agilent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱 (4.6 mm × 250 mm, 5 μm); 流动相 A 为甲醇, B 为 1% 醋酸, 梯度洗脱 (0 ~ 50 min, 25% A; 50 ~ 60 min, 25% → 40% A; 60 ~ 80 min, 40% → 70% A; 80 ~ 90 min, 70% A; 90 ~ 100 min, 70% → 80% A; 100 ~ 120 min, 80% → 100% A); 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 25 ℃; 检测波长 260 nm; 进样量 5 μL。

2.2 对照品溶液制备 称取苈草苷对照品 7.92 mg, 置于 10 mL 量瓶中, 甲醇-水 (1 : 1) 混合溶液超声溶解后定容, 摇匀, 即得 0.792 mg/mL 苈草苷对照品溶液。再精密称取木犀草素对照品 10.20 mg, 置于 100 mL 量瓶中, 甲醇溶解定容, 摇匀, 即得 0.102 0 mg/mL 木犀草素对照品溶液。

2.3 供试品溶液制备 精密称取木豆叶粉末约 3 g, 精密加入 25 mL 65% 甲醇, 称定质量, 加热回流提取 1 h, 放冷, 65% 甲醇补足减失的质量, 过滤, 即得。

2.4 指纹图谱建立

2.4.1 方法学考察

2.4.1.1 重复性试验 制备供试品 (S7) 溶液 6 份, 以 3 号峰 (苈草苷) 为参照峰, 测得各共有峰相对保留时间和相对峰面积 RSD 均小于 3%, 表明该方法重复性良好。

2.4.1.2 精密度试验 连续进样供试品 (S7) 溶液 5 次, 以 3 号峰 (苈草苷) 为参照峰, 测得各共有峰相对保留时间和相对峰面积 RSD 均小于 3%, 表明仪器精密度良好。

2.4.1.3 稳定性试验 于 0、4、8、12、24 h 进样供试品 (S7) 溶液, 以 3 号峰 (苈草苷) 为参照峰, 测得各共有峰相对保留时间和相对峰面积 RSD 均小于 3%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.4.2 对照指纹图谱建立及相似度评价 取供试品、对照品溶液各 5 μL 进样, 得到 10 批样品 HPLC 指纹图谱 (图 1), 导入中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2004 A 版) 进行分析, 共得到 21 个共有峰 (图 2), 通过与对照品比对, 可知 3 号峰为苈草苷, 10 号峰为木犀草素。以 3 号峰 (苈草苷) 为参照峰, 共有峰相对峰面积见表 2, 相似度见表 3。

2.5 含有量测定

2.5.1 线性关系考察 配制不同质量浓度的对照

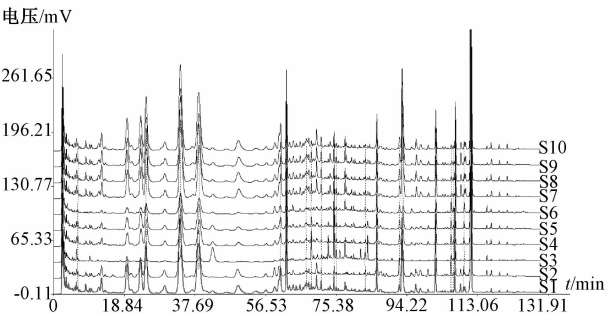
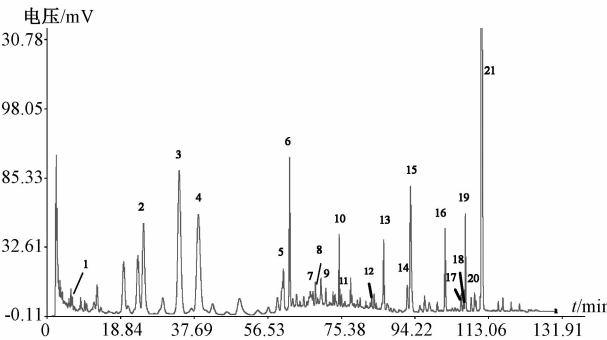


图1 10批样品指纹图谱

Fig.1 Fingerprints of ten batches of samples



3. 荭草苷 10. 木犀草素
3. orientoside 10. luteolin

图2 指纹图谱共有峰

Fig.2 Common peaks of fringerprints

品溶液（含荭草苷 17.9、89.4、224、447、792 $\mu\text{g/mL}$ ，木犀草素 3.1、10.2、20.4、40.8、61.2、81.6 $\mu\text{g/mL}$ ），在“2.1”项色谱条件下进样，以进样量为横坐标（ X ），峰面积为纵坐标（ Y ）进行回归，得回归方程分别为荭草苷 $Y = 2\,119.443\,23X - 77.672\,71$ （ $r = 0.999\,58$ ）、木犀草素 $Y = 3.392\,511\,77X + 6.073\,049\,6$ （ $r = 0.999\,79$ ），分别在 $0.089\,5 \sim 3.960\,\mu\text{g}$ 和 $0.015\,5 \sim 0.408\,\mu\text{g}$ 范围内线性关系良好。

2.5.2 精密度试验 取供试品（S7）溶液连续进样6次，在“2.1”项色谱条件下测定，测得荭草苷和木犀草素峰面积 RSD 分别为 0.44% 和 0.47%，表明仪器精密度良好。

2.5.3 重复性试验 取供试品（S7）溶液6份，测得荭草苷和木犀草素含有量 RSD 分别为 1.33% 和 1.45%，表明该方法重复性良好。

2.5.4 稳定性试验 将供试品（S7）溶液在“2.1”项色谱条件下于 0、2、4、8、12、24 h 进样 $5\,\mu\text{L}$ ，测得荭草苷和木犀草素峰面积 RSD 分别为 1.14% 和 1.35%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.5.5 加样回收率试验 精密称取同一批样品（S7）6份，每份约 1.5 g，加入对照品溶液适量，

表2 共有峰相对峰面积

Tab.2 Relative areas of common peaks

峰号	编号									
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
1	0.015 3	0.017 6	0.106 1	0.053 3	0.051 6	0.027 4	0.016 3	0.014 9	0.016 3	0.014 9
2	0.551 5	0.376 4	0.324 2	0.492 8	0.549 9	0.329 6	0.501 6	0.496 2	0.501 6	0.496 2
3	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0	1.000 0
4	0.742 2	0.824 2	0.750 8	0.784 9	0.783 4	0.721 7	0.771 0	0.767 5	0.771 0	0.767 5
5	0.157 0	0.144 7	0.186 9	0.179 3	0.184 4	0.167 7	0.130 8	0.138 0	0.130 8	0.138 0
6	0.323 9	0.206 1	0.681 2	0.428 2	0.447 5	0.606 4	0.271 2	0.266 1	0.271 2	0.266 1
7	0.035 8	0.018 5	0.114 6	0.021 2	0.024 4	0.038 8	0.022 1	0.030 4	0.022 1	0.030 4
8	0.016 5	0.007 4	1.016 9	0.072 5	0.061 5	0.049 7	0.027 7	0.012 4	0.027 7	0.012 4
9	0.029 7	0.014 9	0.211 7	0.015 3	0.017 5	0.061 7	0.038 1	0.029 8	0.038 1	0.029 8
10	0.046 4	0.027 0	2.871 5	0.205 1	0.223 5	0.134 1	0.064 4	0.041 3	0.064 4	0.041 3
11	0.010 8	0.009 2	0.292 6	0.024 9	0.028 6	0.037 7	0.017 6	0.010 7	0.017 6	0.010 7
12	0.007 7	0.019 8	0.361 8	0.025 3	0.025 8	0.049 7	0.016 2	0.009 2	0.016 2	0.009 2
13	0.084 7	0.178 3	0.468 6	0.242 1	0.187 0	0.300 0	0.101 1	0.102 9	0.101 1	0.102 9
14	0.037 4	0.096 1	0.199 8	0.089 0	0.085 9	0.121 7	0.053 3	0.048 6	0.053 3	0.048 6
15	0.470 0	0.264 8	0.089 8	0.191 1	0.205 9	0.165 0	0.534 2	0.437 2	0.534 2	0.437 2
16	0.123 8	0.291 2	0.158 2	0.199 9	0.225 5	0.173 7	0.143 5	0.133 0	0.143 5	0.133 0
17	0.010 4	0.059 7	0.245 1	0.061 9	0.053 8	0.150 1	0.017 3	0.016 7	0.017 3	0.016 7
18	0.007 0	0.013 6	0.105 7	0.024 4	0.023 0	0.063 4	0.010 2	0.010 2	0.010 2	0.010 2
19	0.065 5	0.234 7	0.499 2	0.204 7	0.191 9	0.377 7	0.131 6	0.126 0	0.131 6	0.126 0
20	0.020 4	0.038 7	0.099 8	0.041 8	0.043 7	0.119 9	0.022 2	0.022 3	0.022 2	0.022 3
21	1.448 8	2.343 6	1.733 4	1.807 4	1.847 9	1.581 4	1.743 1	1.774 0	1.743 1	1.774 0

表 3 10 批样品相似度

Tab. 3 Similarities of ten batches of samples									
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
0.992	0.981	0.516	0.988	0.988	0.950	0.997	0.998	0.992	0.998

按“2.3”项下方法制备供试品溶液，进样测定，结果见表4。

表 4 各成分加样回收率试验结果

Tab. 4 Results of recovery tests for various constituents							平均回收
成分	取样量/ g	原有量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %		率/% (RSD/%)
荳蔻苷	1.500 6	6.134 0	6.171 0	12.306 6	100.01		99.43
	1.500 2	6.132 4	5.939 6	11.949 8	98.98		(1.32)
	1.500 8	6.134 8	6.050 6	12.185 0	100.93		
	1.500 4	6.133 2	5.840 0	11.950 6	99.81		
	1.500 1	6.132 0	6.122 8	12.229 4	99.79		
木犀草素	1.500 2	6.132 4	6.008 5	11.965 4	97.08		
	1.500 6	0.235 0	0.244 4	0.475 5	98.40	98.50	
	1.500 2	0.234 9	0.244 4	0.475 7	98.53	(0.82)	
	1.500 8	0.235 0	0.244 4	0.472 1	97.01		
	1.500 4	0.235 0	0.244 4	0.476 6	98.85		
	1.500 1	0.234 9	0.244 4	0.477 8	99.39		
	1.500 2	0.235 0	0.244 4	0.476 6	98.85		

2.5.6 样品含有量测定 吸取对照品、供试品溶液各 5 μL，在“2.1”项色谱条件下进样，外标法计算含有量。结果见表5。

表 5 各成分含有量测定结果

Tab. 5 Results of content determination of various constituents		
编号	荳蔻苷/(mg·g ⁻¹)	木犀草素/(mg·g ⁻¹)
S1	3.833 1	0.109 6
S2	1.985 4	0.058 4
S3	0.385 1	0.578 3
S4	1.946 2	0.240 5
S5	1.935 7	0.260 7
S6	1.187 6	0.092 8
S7	4.094 5	0.162 4
S8	4.479 2	0.113 7
S9	3.860 3	0.110 2
S10	4.376 2	0.123 2

3 讨论

本实验比较了甲醇、65% 甲醇、乙醇、65% 乙醇的提取效果，发现以 65% 甲醇提取时指纹图谱出现的色谱峰较多、大部分峰面积较大，故选择其作为提取溶剂。在流动相的选择上，比较了甲醇-酸、甲醇-水、乙腈-酸、乙腈-水，最终确定以甲醇-1% 甲酸为流动相梯度洗脱。采用 DAD 检测器对图谱进行全波长扫描，发现在 260 nm 波长下色谱峰较多、基线平稳、分离度良好，故选择其作为

1438

检测波长。同时，还考察了不同品牌、型号的色谱柱，发现 Agilent Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱（4.6 mm × 250 mm，5 μm）分离效果较好。

由表 2 可知，除 S3 外，其他 9 批样品的相似度均达到 0.950 以上，其中采自云南的 S1、S7 ~ S10 相似度最高，其次是采自海南的 S2、S4 ~ S6，而采自广东的 S3 号最低，只有 0.516，故可考虑将该样品剔除。由此可知，根据相似度可将不同产地样品区分开来，而且云南省和海南省样品的相似度较高，质量较好，而广东省样品较低，可能与种植环境、采收期等各方面因素有关。

由表 5 可知，云南产样品中荳蔻苷含有量均在 3.8 mg/g 以上，而木犀草素在 0.1 mg/g 左右；海南产样品中荳蔻苷含有量低于云南产，在 1 ~ 1.8 mg/g 范围内，而木犀草素差异较大，其中购自岭南中药厂的样品（S4 和 S5）含有量较高，而且差异不大；广东产样品中荳蔻苷含有量最低，但木犀草素最高。由此可见，不同产地、厂家、批次木豆叶中有效成分的含有量均不相同，其来源、产地、采收期以及贮存条件均会对该药材质量产生不同影响。因此，在实际应用时可根据临床需要来选择木豆叶的产地和来源，只有药材来源稳定，才能保证临床用药质量的稳定。

参考文献：

[1] 李正红,周朝鸿,谷 勇,等. 中国木豆研究利用现状及开发前景[J]. 林业科学研究, 2001, 14(6): 674-681.

[2] 郑菲艳,鞠玉栋,黄惠明,等. 木豆及其开发利用价值[J]. 福建农业科技, 2016(4): 65-68.

[3] 黄月纯,席 萍,唐洪梅. 袁氏生脉成骨片 HPLC 指纹图谱的初步研究[J]. 中药新药与临床药理, 2004, 15(6): 410-411.

[4] 张金超,王立伟,孙 静,等. 木豆叶水提物对兔破骨细胞样细胞的形成及其骨吸收功能的影响[J]. 河北大学学报: 自然科学版, 2009, 29(1): 45-50.

[5] 郑元元,杨 京,陈迪华,等. 木豆叶提取物对人的类成骨细胞 TE85 成骨功能和体外破骨细胞分化的影响[J]. 药学报, 2007, 42(4): 386-391.

[6] 骆庆峰,孙 兰,斯建勇. 木豆叶芪类提取物对高脂模型小鼠血脂和肝脏胆固醇的降低作用[J]. 药学报, 2008, 43(2): 145-149.

[7] 黄桂英,廖雪珍,廖惠芳,等. 木豆叶水提物抗脑缺血缺氧损伤的作用研究[J]. 中药新药与临床药理, 2006, 17(3): 172-174.

[8] 田 润,尹爱武,王 盼. 木豆叶化学成分研究[J]. 湖南科技学院学报, 2012, 33(4): 68-69.

[9] 刘亚旻,姜保平,沈胜楠,等. 木豆叶的化学成分研究

[J]. 中草药, 2014, 45(4): 466-470.

[10] 孙琳, 黄松, 赖小平. HPLC 法测定不同产地及品种木豆叶中牡荆苷的含量[J]. 中药材, 2011, 34(1): 31-32.

[11] 佟美鸿, 刘威, 付玉杰, 等. HPLC 法测定木豆中牡荆苷和异牡荆苷含量[J]. 林产化学与工业, 2008, 28(6): 34-38.

[12] 季兴跃, 薛司徒, 李卓荣. 木豆叶主要活性成分及其药理作用的研究进展[C] //2010 年中国药学会大会暨第十届中国药师周. 北京: 中国药学会, 2010: 9.

[13] 李公营, 唐洪梅, 岳振文, 等. 岭南常见中药木豆叶牡荆苷的 HPLC 含量测定[J]. 中药新药与临床药理, 2007, 18(6): 474-476.

[14] 张俊清, 李海龙, 谭银丰, 等. 木豆叶的质量评价研究[J]. 中草药, 2010, 41(10): 1723-1725.

[15] 黄松, 孙琳, 赖小平, 等. 海南产木豆叶 HPLC 指纹图谱研究[J]. 中药材, 2010, 34(5): 699-702.

HPLC-Q-TOF/MS 法鉴定血水草中的异喹啉类生物碱

杨鹏¹, 卿志星¹, 向峰¹, 曾建国^{1,2*}

(1. 湖南中医药大学药学院, 湖南长沙 410208; 2. 湖南农业大学兽用中药资源与中兽药创制国家地方联合工程研究中心, 湖南长沙 410128)

摘要: **目的** 利用 HPLC-Q-TOF/MS 法鉴定血水草 *Eomecon chionathe* Hance 中的异喹啉类生物碱。**方法** 血水草甲醇提取液的分析采用 XAqua C₈ 色谱柱 (2.1 mm×150 mm, 5 μm); 以乙腈-0.1% 甲酸为流动相, 梯度洗脱; 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 30 ℃; 检测波长 284 nm。结合对照品的二级质谱数据及相关文献, 推测异喹啉类生物碱的结构。**结果** 从中鉴定出 19 个生物碱, 其中 14 个 (木兰箭毒碱、博落回碱、6-羟甲基二氢血根碱、6-羟甲基二氢白屈菜红碱、6-甲氧基二氢血根碱、6-甲氧基二氢白屈菜红碱、6-丙酮基二氢血根碱、6-丙酮基二氢白屈菜红碱、6-乙酰基二氢血根碱、6-乙酰基二氢白屈菜红碱、6-羧甲基二氢血根碱、6-羧甲基二氢白屈菜红碱、二氢血根碱、二氢白屈菜红碱) 为首次在血水草中发现。**结论** 该方法快速准确, 可为血水草化学成分的提取分离和药效物质基础的研究提供依据。**关键词:** 血水草; 异喹啉类生物碱; HPLC-Q-TOF/MS
中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2017)07-1439-05
doi:10.3969/j.issn.1001-1528.2017.07.025

Identification of isoquinoline alkaloids in *Eomecon chionathe* by HPLC-Q-TOF/MS

YANG Peng¹, QING Zhi-xing¹, XIANG Feng¹, ZENG Jian-guo^{1,2*}
(1. College of Pharmacy, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China; 2. National and Provincial Union Engineering Research Center for Veterinary Herbal Medicine Resources and Initiative, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

KEY WORDS: *Eomecon chionathe* Hance; isoquinoline alkaloids; HPLC-Q-TOF/MS

血水草 *Eomecon chionathe* Hance 为罂粟科血水草属植物, 别名水黄连、土黄连、广扁线等, 是我国独有品种, 广泛分布于浙江、四川、湖南、湖北等地^[1-2], 所含生物碱具有抑菌^[3]、防治日本血吸虫^[4]和杀螺^[5-6]作用, 但其种类较少^[7] (血根碱、白屈菜红碱、原阿片碱、别隐品碱、氧化血根碱、白屈菜红默碱), 故有必要对该类成分作进一步挖掘, 为其药理活性的研究奠定基础。HPLC-Q-TOF/

收稿日期: 2016-07-24
基金项目: 长沙市科技计划重点项目 (K1308182-21)
作者简介: 杨鹏 (1990—), 男, 硕士生, 研究方向为中药化学与分析。E-mail: 137292113@qq.com
* 通信作者: 曾建国 (1965—), 男, 教授, 研究方向为中药资源与开发。Tel: (0731) 84673824, E-mail: ginkgo@world-way.net