

3 讨论

3.1 检测波长的选择

对槲皮素及山奈酚进行 200~400 nm 的紫外扫描,发现在 360 nm 及 254 nm 处有最大吸收,检测波长为 254 nm 时,峰数较多,分离较好,信号响应强度适当。故本实验选择 254 nm 作为芫菁子指纹图谱及含量测定的检测波长。由文献[11]可知,天然产物中黄酮类成分的紫外光谱有 300~400 nm 和 240~280 nm 两个特征吸收带,由此可判断芫菁子指纹图谱中的大部分色谱峰为黄酮类化合物,该指纹图谱主要反映了芫菁子药材中黄酮类化合物的分布情况。

3.2 流动相的选择

实验了以甲醇、乙腈为流动相的 A 相,以 0.1% 磷酸水溶液、0.4% 磷酸水溶液、甲酸水溶液为流动相的 B 相,结果表明,甲醇为 A 相和 0.4% 磷酸水溶液为 B 相时,芫菁子黄酮类成分分离效果最好,峰形对称,指纹图谱结果稳定,重现性好。

3.3 柱温的选择

柱温为 25, 30, 35, 40 °C 时对样品进行考察分析,结果表明,柱温越高,色谱峰的保留时间越小,但各色谱峰相对位置没有变化,分离度也没有显著改变,因此选用 30 °C 作为分离温度。

REFERENCES

- [1] SUN L, MA Y L, BA T E, et al. Study on chemical constituents of *Brassica rapa* [J]. West China J Pharm Sci(华西药理学杂志), 2012, 26(1): 54-56

- [2] MA Y L, SUN L, ZHANG H. Determination of six major fatty acids in fatty oil of *Brassica rapa* L. seed by GC [J]. J Xinjiang Med Univ(新疆医科大学学报), 2010, 31(11): 1296-1302.
- [3] SUN L, ZHANG L J, FU J H, et al. Chemical components of the essential oil from the seeds of *Brassica rapa* L. by GC-MS [J]. West China J Pharm Sci(华西药理学杂志), 2007, 22(4): 374-375.
- [4] MAO J D, PAREDEGULI T, BUHAILIQIMU Y. Study on extraction technology of total flavonoids contents in seed of Turnip [J]. Seed(种子), 2011, 30(1): 39-41.
- [5] ZHANG Q L, WU L, YAN A D, et al. Simultaneous determination of six flavonoids in *Apocynum Venetum* by HPLC [J]. China J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2011, 36(5): 589-593.
- [6] LU H M, PENG L H, GUO F Q, et al. High performance liquid chromatographic fingerprint analysis of flavonoids from *Houttuynia cordata* Thunb. [J]. Chin J Chromatography(色谱), 2010, 28(10): 965-970.
- [7] ZHANG W, FAN Q Y, FAN H J, et al. HPLC fingerprints for effective constituents in *Crotalaria sessiliflora* L. [J]. Chin Tradit Pat Med(中成药), 2012, 34(9): 1734-1739.
- [8] BAI Y X, TONG L G. HPLC fingerprint of the flos of *scabiosa comosa fisch* [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药理学), 2013, 30(6): 610-613.
- [9] XU H X, XU P H, LIN S H, et al. Identification on *Solanum lyratum* Thunb. by FTIR fingerprint patterns and analyzing the similarity degree of different fingerprint patterns [J]. Chin J Hosp Pharm(中国医院药学杂志), 2012, 32(8): 587-590.
- [10] WANG M Q, ZHANG L S, XIE D H. A fingerprint study on content of flavones in *Radix Bupleuri* [J]. J NanJing Univ Tradit Chin Med(南京中医药大学学报), 2009, 25(2): 132-135.
- [11] YAN Y Y, XIAO W, WU Y, et al. Fingerprint analysis of flavonoids in Sanjie Zhentong capsules by HPLC [J]. Chin J Exp Tradit Med Form(中国实验方剂学杂志), 2012, 18(5): 58-61.

收稿日期: 2014-01-13

畚药地稔不同时间、部位的没食子酸与槲皮素含量测定

刘敏, 余乐, 李水福*, 刘帅英(丽水市食品药品检验所, 浙江 丽水 323000)

摘要: 目的 通过研究畚药地稔不同部位没食子酸、槲皮素含量的变化规律, 确定地稔最佳采收期, 研究其全草的药用价值。方法 应用高效液相色谱法测定, 色谱柱为 Agilent-SB C₁₈(4.6 mm×250 mm, 5 μm); 流动相为甲醇-0.4%磷酸溶液, 梯度洗脱; 流速为 1.0 mL·min⁻¹, 柱温为 30 °C; 检测波长为 254 nm。结果 畚药地稔各部位中均含有没食子酸、槲皮素, 但是不同月份不同部位两活性成分含量存在差异。结论 畚药地稔叶中没食子酸、槲皮素含量均高于茎、根中两成分含量, 茎、根中两成分含量无明显区别, 地稔全株均有一定的药用价值, 以没食子酸、槲皮素含量为指标, 从保护中药资源的角度考虑, 建议以地上部位入药。最佳采收期在 5 月初、花未开时。

基金项目: 浙江丽水市科技计划项目(20100410)

作者简介: 刘敏, 女, 硕士生 Tel: (0578)2138744 E-mail: 2001lm2005@163.com *通信作者: 李水福, 男, 主任中药师 Tel: (0578)2155989 E-mail: lsf6789@126.com

关键词: 地稔; 没食子酸; 槲皮素; 采收期

中图分类号: R917.101

文献标志码: B

文章编号: 1007-7693(2014)11-1351-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2014.11.013

Determination of Gallic Acid and Quercetin in Different Parts and Period of Traditional She Medicine-Melastoma Dodecandrum

LIU Min, YU Le, Li Shuifu*, LIU Shuaiying(Lishui Institute for Food and Drug Control, Lishui 323000, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To discover the medicinal value and optimal harvest time of traditional She Medicine-Melastoma dodecandrum by studying the dynamic change of the content of gallic acid and quercetin in different parts of the herb. **METHODS** HPLC was applied with the chromatographic condition as follows: The chromatographic column was Agilent-SB C₁₈(4.6 mm×250 mm, 5 μm) at 30 °C; the mobile phase was methanol-0.4% phosphoric acid, gradient elution; flow rate was 1.0 mL·min⁻¹; the detection wavelength was 254 nm. **RESULTS** Gallic acid and quercetin existed in all parts of Melastoma dodecandrum. However, the content of active component contents in different parts varied obviously in different months. **CONCLUSION** The content of gallic acid and quercetin in leaves is more than stems and roots, but no content difference shows in stems and roots. Taking both gallic acid and quercetin as indices, using the parts on the ground is better for protecting traditional Chinese medicine resources. Moreover, the optimal harvest time should be in early May before flowering. **KEY WORDS:** Melastoma dodecandrum; gallic acid; quercetin; harvest time

畲药地稔, 为野牡丹科植物地稔 *Melastoma dodecandrum* Lour.的全草, 畲民多称嘎狗噜或粪桶板, 又名山地稔、地葡萄、金头石榴、铺地锦、落地稔、地茄等, 分布于长江以南的江西、福建、浙江、广西、广东、贵州、云南等省区, 汉族和瑶族、畲族等各少数民族民间使用较广泛^[1-2]。现有《广东药材标准》和《浙江省中药炮制规范》2005年版正式收载该药, 特别是《浙江省中药炮制规范》以畲药的名义收载, 而且据我们课题组的畲医药数据库统计, 千余个处方中使用地稔者约有20多个, 是极具开发前景的天然药物。临床用于治疗高热、肿痛、咽喉肿痛、牙痛、赤白痢疾、黄疸、水肿、痛经、崩漏、带下、疔疮、毒蛇咬伤等病症^[3]。现有研究表明, 地稔含有多糖、黄酮类、氨基酸、酚类、常量和微量元素、色素等多种化学成分, 具有止血、抗氧化、抑制糖基化终末产物(AGE)的生成、镇痛抗炎、抗病毒、降糖等作用^[4-6]。没食子酸具有抗菌、抗病毒等作用; 槲皮素具有较好的祛痰、止咳、降压、增强毛细血管抵抗力、减少毛细血管脆性、降血脂、扩张冠状动脉、增加冠脉血流量等作用, 并有一定的平喘作用。因此, 以此2种成分同时控制其药材、饮片、提取物及其制剂的质量有较大的意义。初步研究发现, 不同部位地稔中两活性成分含量差别较大, 本实验采用HPLC测定地稔不同部位、不同月份中没食子酸和槲皮素含量, 为确定地稔

最佳药用部位及采收期提供参考。

1 仪器与试剂

Agilent 1200 高效液相色谱仪(美国安捷伦公司); XS104 电子天平(上海恒刚衡器天平有限公司)。

地稔药材采自丽水市莲都区, 经丽水市食品药品检验所李水福主任中药师鉴定为野牡丹科植物地稔 *Melastoma dodecandrum* Lour., 根据采集时间确定批号分别为130501, 130617, 130720, 130825, 130925, 131015, 131116; 没食子酸对照品(批号: 110831-201204, 含量为89.9%)、槲皮素对照品(批号: 100081-200907, 含量为96.5%), 两者均购自中国药品生物制品检定所; 甲醇为色谱纯, 磷酸为色谱纯, 水为娃哈哈纯净水。

2 方法与结果^[7-11]

2.1 色谱条件

色谱柱为 Agilent-SB C₁₈(4.6 mm×250 mm, 5 μm); 流动相为甲醇(A)-0.4%磷酸溶液(B), 梯度洗脱: 0~7 min, 5%A, 7~9 min, 5%~35%A, 9~11 min, 35%~55%A; 流速为1.0 mL·min⁻¹, 柱温为30 °C; 检测波长为254 nm。

2.2 对照品溶液的制备

精密称取没食子酸和槲皮素对照品适量, 加80%甲醇制成每1 mL含没食子酸234.8 μg、槲皮素151.1 μg溶液, 即得。

2.3 供试品溶液的制备

精密称取经粉碎过3号筛的地稔叶、茎、根

药材粉末各 4.0 g(药材阴干,同时另取本品测定水分)置锥形瓶中,精密加入 50 mL 甲醇-15%盐酸(4:1),密塞,称定重量,加热回流提取 3 h,放冷至室温,再称定重量,用提取溶剂补足减失的重量,摇匀,过滤,分别精密量取 5 mL 滤液置 20 mL 量瓶(叶)、10 mL 量瓶(茎)、10 mL 量瓶(根)中,用提取溶剂稀释至刻度,摇匀,用 0.45 μm 的微孔滤膜过滤,滤液即为供试品溶液。

2.4 系统适应性试验

分别精密吸取“2.2”“2.3”项下对照品和供试品溶液,按“2.1”项下色谱条件进样,记录色谱图,结果显示,没食子酸、槲皮素与其他成分可达到基线分离,分离度均 >1.5 。对照品色谱峰与供试品色谱峰中相对应色谱峰的紫外光谱吸收均一致。结果表明在上述色谱条件下,没食子酸和槲皮素具有良好的分离效果。结果见图 1。

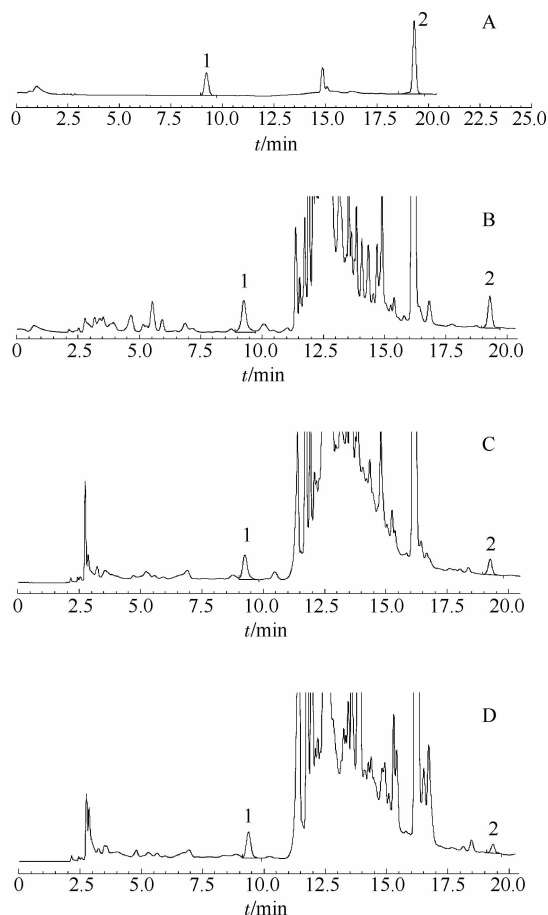


图 1 HPLC 图谱

A-对照品; B-叶; C-茎; D-根; 1-没食子酸; 2-槲皮素。

Fig. 1 HPLC chromatograms

A-mixed standard solutions; B-leaf; C-stem; D-root; 1-gallic acid; 2-quercetin.

2.5 线性关系考察

取没食子酸和槲皮素对照品适量,精密称定,分别置 50 mL 量瓶中,加 80%甲醇溶解并稀释至刻度,摇匀,制成含没食子酸 234.8 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 、槲皮素 151.1 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 对照品溶液。分别精密吸取两对照品溶液适量于同一 25 mL 量瓶中,制成没食子酸浓度为 18.786, 28.178, 37.571, 46.964, 56.357 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, 槲皮素浓度为 3.022, 9.067, 15.110, 21.157, 27.201 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 的对照品溶液,准确吸取 5 μL ,按“2.1”项下色谱条件进行测定,分别以对照品的含量(X)为横坐标,峰面积积分值(Y)为纵坐标,得没食子酸回归方程为 $Y=1\,724.7X+2\,574\,5$, $r=0.999\,9$,槲皮素回归方程为 $Y=4\,256.7X-2\,054\,8$, $r=1.000$ 。结果表明:没食子酸和槲皮素分别在 18.786~56.357, 3.022~27.201 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ 内与峰面积呈良好的线性关系。

2.6 精密度试验

分别精密吸取高、中、低 3 种浓度的对照品溶液各 5 μL 于同一天内和不同日(3 d, 每日测定 1 次)分别测定 5 次,考察日内精密度和日间精密度。结果没食子酸日内精密度 RSD 在 0.3%~2.0%、日间精密度 RSD 在 1.9%~3.0%内,槲皮素日内精密度 RSD 在 0.4%~1.9%内、日间精密度 RSD 在 1.3%~3.4%内。

2.7 稳定性试验

精密吸取“2.3”项下制备的供试品溶液 3 μL ,分别在 0, 4, 8, 12, 24 h 依次进样,测得其峰面积,计算没食子酸峰面积的 RSD 为 1.00%($n=5$),槲皮素峰面积的 RSD 为 0.84%($n=5$),结果表明供试品溶液 24 h 内稳定性良好。

2.8 重复性试验

精密称取同一地稔药材(批号:131015)叶粉末 5 份,照“2.3”项下制备供试品溶液,进样 3 μL 测定含量,按干燥品计算,没食子酸和槲皮素的含量分别为 1.91, 0.34 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$, RSD 分别为 0.24%、0.78%。

2.9 加样回收率试验

取已知含量的地稔药材(批号:131015)的叶 6 份,各约 2.0 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,分别精密加入适量没食子酸、槲皮素对照品,按“2.3”项下方法,制备供试品溶液,进样 3 μL ,测定没食子酸和槲皮素含量,计算回收率,结果见表 1。

表 1 加样回收率试验结果($n=6$)

Tab. 1 Result of recovery tests($n=6$)

组分	样品含量/ mg	加入量/ mg	测得量/ mg	回收率/ %	平均回 收率/%	RSD/ %
没食 子酸	3.517	3.530	7.027	99.42	98.99	1.28
	3.624	3.570	7.087	97.00		
	3.542	3.550	7.117	100.68		
	3.524	3.530	6.988	98.12		
	3.516	3.530	7.022	99.34		
	3.520	3.540	7.039	99.41		
槲皮素	0.626	0.620	1.235	98.23	99.67	1.76
	0.645	0.630	1.282	101.13		
	0.631	0.620	1.231	96.83		
	0.627	0.640	1.270	100.42		
	0.626	0.630	1.258	100.34		
	0.627	0.640	1.274	101.10		

2.10 样品含量测定

取不同月份不同部位的样品粉末(过 3 号筛)约 4.0 g, 各 2 份, 精密称定, 按“2.3”项下方法制备供试品溶液, 分别测定并计算含量。结果显示, 不同月份, 地稔叶中没食子酸、槲皮素的含量呈降低趋势, 且均在 5 月初, 花未开时含量最高。不同月份, 地稔茎中没食子酸、槲皮素的含量呈先升高后降低趋势, 其中没食子酸的含量在 9 月底达到极值; 槲皮素的含量在 6 月中旬达到极值, 之后下降, 11 月中旬含量略有上升。不同月份, 地稔根中没食子酸、槲皮素的含量大致呈先升高后降低趋势, 其中没食子酸的含量在 9 月底达到极值; 槲皮素的含量在 7 月中下旬达到极值, 11 月中旬含量略有上升。结果见表 2。

表 2 不同部位没食子酸和槲皮素的含量测定结果($n=2$)

Tab. 2 The contents of the two targets in different parts ($n=2$)

组分	批号	叶	茎	根
没食 子酸	130501	3.08	0.70	0.59
	130617	3.05	0.75	0.75
	130720	2.30	0.82	0.78
	130825	2.10	0.84	0.83
	130925	2.10	0.86	0.96
	131015	1.91	0.79	0.84
	131116	1.63	0.51	0.63
槲皮素	130501	0.95	0.12	0.10
	130617	0.66	0.17	0.14
	130720	0.55	0.15	0.15
	130825	0.53	0.10	0.14
	130925	0.35	0.11	0.13
	131015	0.34	0.085	0.088
	131116	0.18	0.095	0.13

采用 Friedman M 法统计分析地稔叶、茎、根中没食子酸、槲皮素的含量, 由结果可知地稔叶、茎、根中两成分含量差异有统计学意义($P<0.05$, $\alpha=0.05$); q 法分别统计分析地稔叶和茎, 叶和根, 茎和根中没食子酸、槲皮素的含量, 结果发现叶和茎, 叶和根中两成分含量差异有统计学意义($P<0.01$), 茎和根中两成分含量无差别。

3 讨论

3.1 含量测定方法问题

因没食子酸、槲皮素的极性差异较大, 曾尝试采用乙腈-0.2%磷酸溶液、甲醇-0.2%磷酸溶液、甲醇-0.4%磷酸溶液为流动相, 进行梯度洗脱。最终研究发现, 以甲醇-0.4%磷酸溶液进行梯度洗脱的分析效果较优, 分析时间短, 分离度较高。考察了以 80%甲醇为提取液所得浸膏的水溶液用稀盐酸水解, 再用乙酸乙酯萃取的除杂方法, 结果发现大部分杂质仍然存在。考察了以 5%盐酸、50%乙醇、80%甲醇、甲醇-盐酸混合溶液为提取液的差别, 结果发现采用甲醇-盐酸混合溶液提取的样品能同时检测出 2 种成分, 且盐酸酸度对提取影响较大, 通过比较发现以甲醇-15%盐酸(4:1)为提取溶剂能将药材中的 2 种成分提取完全。

3.2 地稔全草入药问题

研究表明, 丽水莲都区畲药地稔叶中没食子酸、槲皮素含量均高于茎、根中这 2 种成分含量, 差异具统计学意义, 茎、根中这 2 种成分含量无明显区别。研究发现, 开花期, 花中这 2 种成分高于其他部位含量, 根中这 2 种成分含量和光照、温度等自然条件有关, 与粗细无关。以这 2 种成分含量为指标, 地稔全株均有一定的药用价值, 因其作为常有畲药, 使用量大, 从保护中药资源的角度考虑, 建议以地上部位入药。

3.3 地稔最佳采收期

畲民一般在夏季挖取地稔全草, 洗净, 除去杂质, 晒干或鲜用。研究发现, 以没食子酸、槲皮素为指标, 因叶中没食子酸、槲皮素含量显著高于根、茎, 叶的最佳采收期在 5 月初、花未开时。笔者认为, 从提高药效的角度考虑, 建议在 5 月份左右、花未开时。在生产上, 地稔最佳采收期的确定还应考虑产量和其他因素, 实际大规模生产中, 地稔最佳采收期还有待进一步研究。

致谢: 丽水市食品药品检验所李水福主任中药师组织的采药小组对本次课题的大力支持与帮助。

REFERENCES

- [1] QIN X Y, LUO J Y, GAO Z G. Chinese Journal of Yao Pharmacy(中国瑶药学) [M]. Nanning: Guangxi Nationalities Press, 2002: 712.
- [2] CHEN Z Y, LI S F. The general investigation of traditional She Medicine-*Melastoma dodecandrum* [J]. Chin Tradit Herbal(中草药), 2007, 38(7): Appendix 1.
- [3] State Administration of Traditional Chinese medicine. Chinese Herbal Medicine(中华本草) [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Press, 1999.
- [4] LIAO B Z, QUE H Q, LIN S. Progress of *Melastoma dodecandrum* Lour. [J]. Strait Pharm J(海峡药学), 2007, 19(12): 3-7.
- [5] LEI H X, YAN L H, LI S F, et al. Analgesic and anti-inflammatory effects of traditional She Medicine-*Dodecandrum extra* [J]. J Med Pharm Chin Minorities(中国民族医药杂志), 2008, 14(3): 45-47.
- [6] LI L, ZHOU F, HUANG Q Z. Advances on chemical constituents and pharmacological activities of *Melastoma dodecandrum* [J]. J Guangxi Tradit Chin Med Univ(广西中医学院学报), 2011, 29(1): 73-75.
- [7] ZHOU G, LYU Q H. Studies on content determination and fingerprint of active constituents in different parts of cortexmoutan [J]. Chin J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2008, 33(18): 2070-2073.
- [8] TAO J Y, YANG A S, ZHU J, et al. Determination the content of coumarin from different parts of *Melilotus officinalis*(L.) Lam in different harvest time [J]. Chin Hosp Pharm J(中国医院药学杂志), 2010, 30(17): 1503-1505.
- [9] WANG Y X, YIN J B, GUO Q S, et al. Dynamic change of active component content in different parts of *Prunella vulgaris* [J]. Chin J Chin Mater Med(中国中药杂志), 2011, 36(6): 741-745.
- [10] LIANG Y, LI C D, WANG X. Simultaneous determination of gallic acid, brevifolinicaboxylic acid and ellagic acid in *Phyllanthus Niruri* Linn by HPLC [J]. Chin J Mod Appl Pharm(中国现代应用药学), 2013, 30(8): 880-882.
- [11] LIU M, LI S F, CHENG K J. Determination the content of gallic acid and quercetin in traditional She Medicine-*Melastoma dodecandrum* by HPLC [J]. Chin Tradit Herbal Drugs(中草药), 2012, 43(4): 721-723.

收稿日期: 2014-02-28

神黄豆果实化学成分的研究

和东阳, 王利勤* (云南师范大学化学化工学院, 昆明 650500)

摘要: 目的 研究神黄豆 *Cassia agnes* Brenan 果实的化学成分。方法 利用硅胶、Sephadex LH-20 柱色谱等方法进行分离和纯化, 根据化合物的理化常数和波谱数据鉴定其结构。结果 从神黄豆果实乙醇提取物乙酸乙酯萃取部分共分离鉴定了 15 个化合物, 分别为(*S*)-5-(3,4-dihydroxyphenyl)- γ -valerolactone(**1**), 亚油酸甘油酯(**2**), β -谷甾醇(**3**), 芦荟大黄素(**4**), 大黄酸(**5**), (-)-表阿夫儿茶精(**6**), 儿茶素(**7**), epizfzelechin-(4 β →8)-epizfzelechin(**8**), 芫花素(**9**), 槲皮苷(**10**), 香叶木素(**11**), sitoindoside I(**12**), 5 α ,8 α -过氧-(22*E*, 24*R*)-麦角甾-6,22-二烯-3 β -醇(**13**), 香草酸(**14**), 胡萝卜苷(**15**)。结论 除 **3**、**6**、**12** 和 **15** 外, 其余化合物均为首次从该植物中分离得到。

关键词: 决明属; 神黄豆; 化学成分

中图分类号: R284.1

文献标志码: A

文章编号: 1007-7693(2014)11-1355-05

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.2014.11.014

Chemical Constituents of the Fruits of *Cassia Agnes* Brenan

HE Dongyang, WANG Liqin* (Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Yunnan Normal University, Kunming 650500, China)

ABSTRACT: OBJECTIVE To study the chemical constituents of the fruits of *Cassia agnes* Brenan. **METHODS** Compounds were separated and purified by silica and Sephadex LH-20 column chromatography. Their structures were elucidated by physicochemical properties and spectral analysis. **RESULTS** Fifteen compounds were isolated from the ethyl acetate extraction of the seeds of *Cassia agnes* Brenan, and their structures were identified as (*S*)-5-(3,4-dihydroxyphenyl)- γ -valerolactone(**1**), glyceryl linoleate(**2**), β -sitosterol(**3**), aloe-emodin(**4**), rheinv(**5**), (-)-epiazfzelechin(**6**), catechin(**7**), epizfzelechin-(4 β →8)-epizfzelechin(**8**), sakuraneti(**9**), quercitrin(**10**), diosmetin(**11**), sitoindoside I(**12**), 5 α ,8 α -epidioxy-(22*E*,24*R*)- ergosta-6,22-dien-3 β -ol(**13**), vanillic acid(**14**), and daucosterol(**15**) through physicochemical properties

作者简介: 和东阳, 男, 研究生 Tel: 15912405330
(0871)5941088 E-mail: kibwang@sohu.com

E-mail: hedong_yang@126.com *通信作者: 王利勤, 女, 博士, 教授 Tel: