

复方地锦胶囊中 8 种成分的 HPLC 法测定及其化学计量学综合评价

韩洁¹, 刘源¹, 贾号¹, 孙彬^{2*}

1. 商丘市第一人民医院 药学部, 河南 商丘 476100

2. 聊城大学 生物制药研究院, 山东 聊城 252059

摘要: 目的 建立复方地锦胶囊中槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 的高效液相色谱测定方法, 并结合化学计量学综合评价对其进行综合质量评价。方法 采用 Acclaim 120 C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 乙腈-0.1%甲酸为流动相, 梯度洗脱; 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长分别为 360 nm (0~24 min 检测槲皮素、山柰酚、木犀草素和芹菜素)、330 nm (24~60 min 检测大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B); 柱温 30 ℃; 进样量 10 μL。采用 SPSS 26.0 统计软件对 12 批复方地锦胶囊中 8 种成分测定结果进行聚类分析和主成分分析。结果 8 种成分线性范围良好 (0.999 3≤r≤0.999 9); 平均加样回收率 97.24%~100.08%; 聚类分析和主成分分析结果一致, 12 批复方地锦胶囊聚为 3 类, 主成分 1~4 是影响复方地锦胶囊质量评价的主要因子。结论 所建立的 HPLC 定量控制方法可用于复方地锦胶囊中多指标成分的综合质量评价。

关键词: 复方地锦胶囊; 槲皮素; 山柰酚; 高效液相色谱; 聚类分析; 主成分分析

中图分类号: R286.02 文献标志码: A 文章编号: 1674-5515(2022)01-0058-06

DOI: 10.7501/j.issn.1674-5515.2022.01.008

Determination of eight components in Compound Dijin Capsules by HPLC and comprehensive evaluation of chemometrics

HAN Jie¹, LIU Yuan¹, JIA Hao¹, SUN Bin²

1. Department of Pharmacy, The First People's Hospital of Shangqiu, Shangqiu 476100, China

2. Institute of Biopharmaceutical Research, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China

Abstract: Objective To establish an HPLC method for determination of quercetin, kaempferol, luteolin, apigenin, plantamajoside, verbascoside, isoacteoside, and calceolarioside B in Compound Dijin Capsules, and the content determination results were comprehensive quality evaluated by chemometrics analysis. **Methods** The separation was carried out on Acclaim 120 C₁₈ column (250 mm ×4.6 mm, 5 μm). The mobile phase was acetonitrile - 0.1% formic acid with gradient elution. The detection wavelength was set at 360 nm for quercetin, kaempferol, luteolin and apigenin, and 330 nm for plantamajoside, verbascoside, isoacteoside and calceolarioside B. The cluster analysis and principal component analysis were performed on the quantitative determination results of 8 components in 12 batches of Compound Dijin Capsules by SPSS 26.0 statistical software. **Results** The results showed that the eight components had good linear relationship (0.999 3≤r≤0.999 9), whose average recoveries were 97.24% — 100.08%. The results of cluster analysis and principal component analysis were consistent. 12 Batches of Compound Dijin Capsules samples were clustered into 3 categories, and the principal component 1 — 4 was the main factor affecting the quality evaluation of Compound Dijin Capsules. **Conclusion** The established HPLC method can be used for multi-index comprehensive quality evaluations of components in Compound Dijin Capsules.

Key words: Compound Dijin Capsules; quercetin; kaempferol; HPLC; cluster analysis; principal component analysis

复方地锦胶囊由地锦草、辣蓼和车前草配伍而成^[1]。方中君药地锦草为大戟科植物地锦斑地锦

Euphorbia maculata L. 的干燥全草, 具有清热解毒、凉血止血、利湿退黄的功效, 主要含有黄酮类、三

收稿日期: 2021-11-01

基金项目: 国家自然科学基金青年科学基金项目 (81703357)

作者简介: 韩洁 (1987—), 女, 主管药师, 本科, 研究方向为药物质量控制。Tel: (0370) 3255258 E-mail: gvtr22144@163.com

*通信作者: 孙彬 (1984—), 男, 副教授, 博士, 研究方向为生物制药。Tel: (0635) 8239599

萜类、香豆素类成分, 槲皮素、山柰酚、木犀草素和芹菜素为其黄酮类主要活性成分。角鲨烯环氧化酶和 14 α -去甲基酶是真菌细胞膜麦角甾醇合成通路上的关键酶, 也是重要的药物靶标, 地锦草提取物和有效部位可显著降低红色毛癣菌中角鲨烯环氧化酶的活性, 具有显著的抗真菌作用^[2-3]。辣蓼为蓼科植物伏毛蓼 *Polygonum pubescens* Blume 的干燥全草, 具有解毒祛湿、散瘀止血的功效, 主要含有槲皮素、山柰酚等黄酮类和挥发油类成分^[4-5]。车前草为车前科植物车前 *Plantago asiatica* L. 或平车前 *P. depressa* Willd. 的干燥全草, 具有清热利尿通淋、凉血解毒的功效, 主要含有木犀草素、芹菜素等黄酮类, 大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 等苯乙醇苷类和环烯醚萜类等成分, 具有显著的抗菌作用^[6]。3 种中药中所含化学成分相互协同, 共达清热利湿的功效。复方地锦胶囊现行质量控制手段仅对地锦草所含成分没食子酸进行了定量研究^[1], 难以全面评价制剂的整体质量。槲皮素、山柰酚、木犀草素和芹菜素等黄酮类为地锦草、辣蓼和车前草中共有成分, 也是主要药效成分, 大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 为车前草的特征成分。因此本实验采用高效液相色谱法对上述 8 种成分进行定量控制研究, 建立复方地锦胶囊中多指标成分质控模式, 同时采用聚类分析、主成分分析法对 12 批复方地锦胶囊中各成分测定结果进行统计学分析, 挖掘复杂数据间存在的内在关系, 有助于生产企业和监管部门提升复方地锦胶囊的质量控制标准, 不断完善该制剂源头质量控制和生产过程质量控制手段, 以期达到产品质量的稳定和临床用药疗效的一致性。

1 材料

1.1 试药

木犀草素 (批号 111520-202006, 质量分数 94.4%)、芹菜素 (批号 111901-202004, 质量分数 99.4%)、大车前苷 (批号 111914-202105, 质量分数 96.0%) 和毛蕊花糖苷 (批号 111530-201914, 质量分数 95.2%) 对照品均购自中国食品药品检定研究院; 槲皮素 (批号 18062631, 质量分数 99.8%)、山柰酚 (批号 18011522, 质量分数 99.2%) 对照品均购自上海同田生物技术股份有限公司; 异毛蕊花糖苷 (批号 Y-073-180324, 质量分数 98.5%)、木通苯乙醇苷 B (批号 RFS-M05111804026, 质量分数 98.5%) 对照品均购自成都瑞芬思生物科技有限公

司。乙腈为色谱纯, 其余试剂为分析纯。复方地锦胶囊购自陕西摩美得气血和制药有限公司, 规格 0.4 g/粒, 批号 181101、181201、190401、190402、190701、190802、190803、210101、210401、210402、210601、210602, 编号依次为 S1~S12。

1.2 仪器

LC-1260 型高效液相色谱仪 (美国 Agilent 公司); SB25-120 型超声波清洗器 (宁波新芝生物科技股份有限公司); Mettler AB265-S 型电子天平 (梅特勒公司)。

2 方法与结果

2.1 溶液的制备

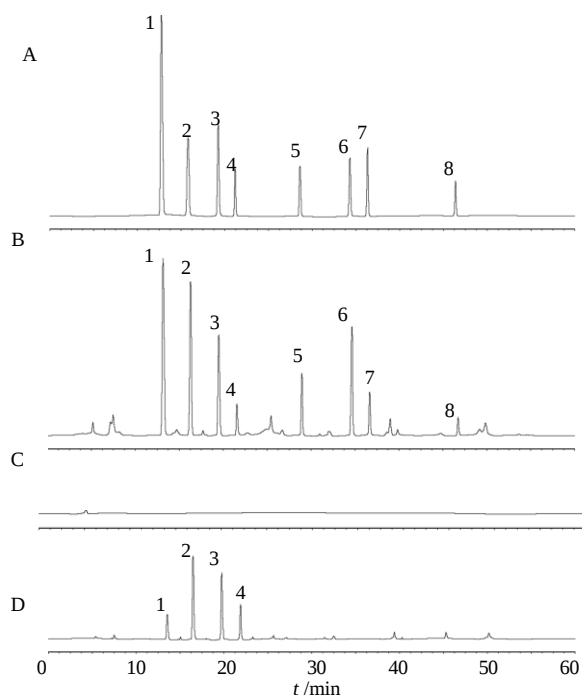
2.1.1 混合对照品溶液的制备 精密称取槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 对照品各适量, 用 80% 甲醇制成质量浓度分别为 2.098、1.410、0.994、0.508、0.296、1.324、0.232、0.086 mg/mL 的混合对照品贮备液。精密吸取贮备液适量, 用 80% 甲醇稀释 10 倍, 制得混合对照品溶液。

2.1.2 供试品溶液的制备 取复方地锦胶囊内容物研细, 精密称定细粉约 0.6 g, 置 25 mL 量瓶中, 加 80% 甲醇适量, 超声 30 min, 补充质量后摇匀, 滤过, 制得复方地锦胶囊供试品溶液。取按复方地锦胶囊处方和制法分别制备缺地锦草、辣蓼和车前草的空白辅料淀粉以及缺车前草的阴性样品各适量, 依法制得阴性供试品溶液。

2.2 色谱条件与系统适用性

Acclaim 120 C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μ m); 乙腈-0.1% 甲酸为流动相, 梯度洗脱 (0~11 min, 12.0% 乙腈; 11~24 min, 12.0%→38.0% 乙腈; 24~49 min, 38.0%→45.0% 乙腈; 49~60 min, 45.0%→12.0% 乙腈); 体积流量 1.0 mL/min; 检测波长分别为 360 nm (0~24 min 检测槲皮素、山柰酚、木犀草素和芹菜素)^[7-12]、330 nm (24~60 min 检测大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B)^[13-14]; 柱温 30 $^{\circ}$ C; 进样量 10 μ L。

在该色谱条件下, 理论板数按所测各成分色谱峰计均不低于 6 500; 复方地锦胶囊供试品溶液中 8 种成分与相邻色谱峰的分度均大于 1.5; 空白辅料和车前草阴性供试品对复方地锦胶囊中槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 的同时测定未产生干扰, 色谱图见图 1。



1-槲皮素 2-山柰酚 3-木犀草素 4-芹菜素 5-大车前苷 6-毛蕊花糖苷 7-异毛蕊花糖苷 8-木通苯乙醇苷 B
1-quercetin 2-kaempferol 3-luteolin 4-apigenin 5-plantamajoside 6-verbascoside 7-isoacteoside 8-calceolarioside B

图 1 混合对照品 (A)、复方地锦胶囊 (B)、空白辅料 (C) 和缺车前草阴性供试品 (D) 的 HPLC 图谱

Fig. 1 HPLC chromatograms of mixed references (A), Compound Dijin Capsules (B), blank supplements (C), negative sample without *Plantaginis Herba* (D)

2.3 方法学考察

2.3.1 线性关系考察 精密吸取混合对照品贮备液 0.1、0.2、0.5、1.0、2.0、2.5 mL，分别用 80% 甲醇定容至 20 mL 并摇匀，得编号为 1~6 的混合对照品溶液。依法检测，记录色谱峰峰面积。以峰面积对质量浓度进行线性回归，得线性方程，见表 1。结果槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 在各自质量浓度范围内线性关系良好。

2.3.2 精密度试验 精密吸取同一份复方地锦胶囊 (编号 S1) 供试品溶液 10 μ L，连续进样测定 6 次，记录色谱峰峰面积，计算得槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 峰面积的 RSD 值分别为 0.53%、0.70%、1.06%、0.97%、1.15%、0.68%、1.24%、1.46%。

2.3.3 重复性试验 取同一批复方地锦胶囊 (编号 S1) 6 份，制备供试品溶液，依法进样测定，记录色谱峰峰面积，并采用外标法计算质量分数，结果 8 种成分质量分数的 RSD 值分别为 0.88%、1.03%、1.39%、1.15%、1.61%、1.17%、1.84%、1.72%。

2.3.4 稳定性试验 取复方地锦胶囊 (编号 S1) 依法制备供试品溶液，于 0、2、5、10、18、24 h 各精密吸取 10 μ L 注入高效液相色谱仪中，记录槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 色谱峰峰

表 1 8 种成分线性关系

Table 1 Result of linear-regression analysis of 8 components

成分	线性方程	<i>r</i>	线性范围/ $(\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1})$
槲皮素	$Y=3.203\ 8\times 10^6 X-1\ 089.5$	0.999 4	10.49~262.25
山柰酚	$Y=2.741\ 9\times 10^6 X+943.0$	0.999 5	7.05~176.25
木犀草素	$Y=2.105\ 2\times 10^6 X-1\ 002.6$	0.999 7	4.97~124.25
芹菜素	$Y=8.160\ 4\times 10^5 X+392.1$	0.999 9	2.54~63.50
大车前苷	$Y=1.207\ 5\times 10^6 X+643.7$	0.999 6	1.48~37.00
毛蕊花糖苷	$Y=1.835\ 1\times 10^6 X-828.4$	0.999 3	6.62~165.50
异毛蕊花糖苷	$Y=1.583\ 9\times 10^6 X+673.9$	0.999 5	1.16~29.00
木通苯乙醇苷 B	$Y=1.902\ 7\times 10^6 X-1\ 152.8$	0.999 8	0.43~10.75

面积，8 种成分峰面积的 RSD 值分别为 0.56%、0.68%、1.11%、1.03%、1.17%、0.72%、1.20%、1.54%，表明复方地锦胶囊供试品溶液具有 24 h 稳定性。

2.3.5 回收率试验 取同一批复方地锦胶囊 (编号

S1) 9 份，研细后精密称定 0.3 g，随机均分成 3 组，精密加入混合对照品溶液 (含槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷、木通苯乙醇苷 B 2.253、1.889、1.398、0.747、

0.475、1.769、0.361、0.097 mg/mL) 0.8、1.0、1.2 mL, 各 1 组, 制备供试品溶液, 依法检测, 记录色谱峰峰面积, 计算得 8 种成分的平均加样回收率分别为 99.31%、100.03%、98.91%、98.52%、98.46%、100.08%、97.24%、97.85%, RSD 值分别为 1.14%、0.52%、1.39%、0.80%、1.40%、0.62%、1.48%、1.07%。

2.4 样品测定结果

取 12 批复方地锦胶囊, 制备供试品溶液, 依法检测, 记录色谱峰峰面积, 采用外标法计算槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 的质量分数, 结果见表 2。

表 2 复方地锦胶囊中槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 的测定结果 ($n=3$)

Table 2 Results of quercetin, kaempferol, luteolin, apigenin, plantamajoside, verbascoside, isoacteoside, and calceolarioside B in Compound Dijin Capsules ($n=3$)

编号	质量分数/(mg g ⁻¹)							
	槲皮素	山柰酚	木犀草素	芹菜素	大车前苷	毛蕊花糖苷	异毛蕊花糖苷	木通苯乙醇苷 B
S1	7.542	6.329	4.648	2.513	1.576	5.951	1.214	0.318
S2	7.638	6.047	5.019	2.557	1.660	6.032	1.019	0.325
S3	6.929	5.935	4.983	2.301	1.602	6.844	1.407	0.369
S4	7.550	6.444	4.559	2.265	1.793	6.057	1.296	0.277
S5	6.188	6.908	4.297	2.776	1.595	5.634	1.313	0.302
S6	6.401	5.702	4.732	2.608	1.710	5.442	1.001	0.256
S7	6.047	5.696	4.807	2.564	1.439	5.753	1.174	0.289
S8	7.893	7.278	5.086	2.881	1.718	6.358	0.995	0.317
S9	8.159	6.715	5.095	2.712	1.566	6.609	1.457	0.346
S10	8.296	7.147	5.113	2.746	1.528	6.807	0.976	0.368
S11	8.003	6.862	4.961	2.227	1.731	6.844	1.382	0.385
S12	8.237	7.068	4.834	2.818	1.695	7.371	1.440	0.306

2.5 复方地锦胶囊的化学计量学质量评价

2.5.1 聚类分析 采用平均联接法, 以 Euclidean 距离为测度, 使用 SPSS 26.0 软件对 12 批复方地锦胶囊中槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 测定结果进行聚类分析, 将表 2 中数据导入统计软件中, 得聚类分析图(图 2)。结果显示, 当 Euclidean 距离为 15 时, 12 批复方地锦胶囊聚为 3 类, S1~S4 聚为第 I 类, S8~S12 聚为第 II 类, S5~S7 聚为第 III 类。

2.5.2 主成分分析 将表 2 数据导入 SPSS 26.0 统计软件及微生信在线作图系统(www.bioinformatics.com.cn), 进行主成分分析, 得表 3、4 和图 3。由表 3 可知前 4 个主成分特征值分别为 3.292、1.588、1.333、1.029, 均大于 1, 累计方差贡献率为 90.524%, 对方差的贡献率分别为 41.144%、19.847%、16.664%、

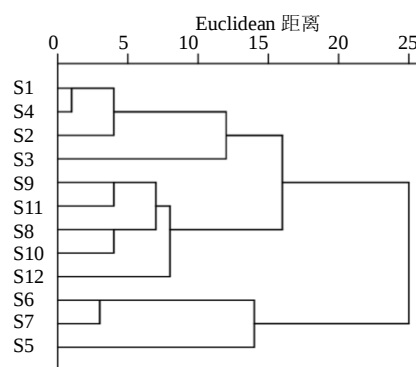


图 2 复方地锦胶囊的聚类分析图

Fig. 2 Cluster analysis for Compound Dijin Capsules

12.868%, 表明选取前 4 个主成分即可评价复方地锦胶囊的质量。从表 4 可以看出毛蕊花糖苷、槲皮素、木通苯乙醇苷 B、山柰酚和木犀草素对第 1 主成分的影响较大; 芹菜素和异毛蕊花糖苷在第 2 主成分有明显正负荷值; 第 3 主成分反映了大车前苷

的信息。由散点图(图 3)可知 12 批复方地锦胶囊样品聚为 3 类, S1~S4 为一类, S8~S12 为一类,

S5~S7 为一类。主成分分析结果与聚类分析的结果一致。

表 3 主成分特征值和贡献率

Table 3 Initial eigenvalues and contribution rate of principal components

主成分	初始特征值			提取荷载平方和		
	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%	特征值	方差贡献率/%	累积方差贡献率/%
1	3.292	41.144	41.144	3.292	41.144	41.144
2	1.588	19.847	60.991	1.588	19.847	60.991
3	1.333	16.664	77.656	1.333	16.664	77.656
4	1.029	12.868	90.524	1.029	12.868	90.524
5	0.415	5.189	95.712			
6	0.181	2.257	97.970			
7	0.115	1.435	99.404			
8	0.048	0.596	100.000			

表 4 成分矩阵表

Table 4 Post-rotation factor load matrix

成分	主成分			
	1	2	3	4
槲皮素	0.891	0.101	0.201	-0.203
山柰酚	0.689	0.348	0.470	0.278
木犀草素	0.685	0.218	-0.476	-0.407
芹菜素	0.087	0.883	0.139	0.364
大车前苷	0.134	-0.250	0.791	-0.508
毛蕊花糖苷	0.916	-0.169	-0.003	0.122
异毛蕊花糖苷	0.281	-0.700	0.143	0.582
木通苯乙醇苷	0.781	-0.220	-0.425	0.037

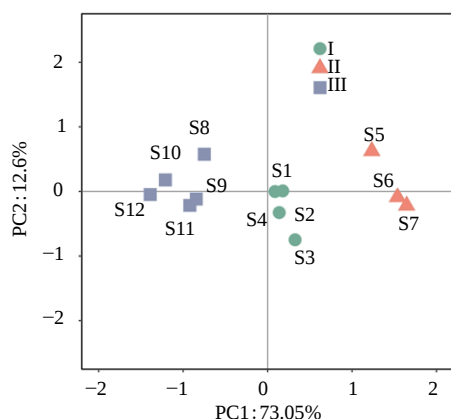


图 3 主成分分析散点图

Fig. 3 Scatter plot of principal component analysis

3 讨论

3.1 提取方式的选择

制备供试品溶液时, 首先对提取方法、提取溶剂进行了筛选。提取方式采用超声、回流、索氏提取, 溶剂使用甲醇^[9]、80%甲醇^[7-8]、60%甲醇^[13-14], 结果发现 80%甲醇超声和索氏提取时, 8 种成分的含量均较高, 由于索氏提取操作麻烦, 故选择简便的超声作为提取方式。然后对提取时间(20、30、40、60 min)进行了优化, 结果提取 30 min 时, 各成分的含量较高, 随着时间的延长, 含量下降, 杂质增多, 故选取 80%甲醇提取 30 min 作为供试品溶液制备时的提取方式。

3.2 流动相的确定

通过进样供试品溶液对乙腈-0.1%磷酸^[8]、甲醇-0.2%磷酸^[12]、乙腈-0.1%甲酸^[13]和甲醇-0.1%甲酸^[14]4 个流动相系统考察, 分析比对相同条件下的色谱图, 发现乙腈-0.1%甲酸可达到基线分离, 峰形较好, 8 种成分与相邻色谱峰能完全分离, 各成分响应值大, 因此选择乙腈-0.1%甲酸为流动相梯度洗脱对复方地锦胶囊中 8 种成分含量进行同时检测。

聚类分析和主成分分析结果显示, 复方地锦胶囊中槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 含量差异与该制剂生产期间存在一定的关联关系, 中药材不同于化学原料药, 受品种种属、地域差异、采收季节和初加工方法方式的影响较大^[4,8,13-14], 即

使符合现行质量控制标准,其内在产品质量也存在较大差异,从而造成所生产出来的制剂质量存在一定差异。中药复方制剂中多种指标成分定量控制方法的建立有助于生产企业通过不断摸索,稳定药材品种种属、产地来源等因素,从而达到制剂质量稳定和临床疗效的一致性。

本实验采用 HPLC 法对复方地锦胶囊中槲皮素、山柰酚、木犀草素、芹菜素、大车前苷、毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷和木通苯乙醇苷 B 进行了测定,建立了复方地锦胶囊中多指标成分定量控制方法,并结合聚类分析、主成分分析等化学计量学手段对产品质量进行综合评价,有助于企业加强对药材源头质量控制,为确保复方地锦胶囊产品质量稳定和临床合理用药提供了参考依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 国家食品药品监督管理局国家药品标准 YBZ05592009 [S]. 2009.
- [2] 谢奇,李治建,斯拉甫·艾白,等.地锦草化学成分及其抗真菌作用的研究进展 [J].医药导报,2011,30(7): 880-883.
- [3] 库尔班尼沙·买提卡思木,祖里皮亚·塔来提,古丽娜·达吾提,等.地锦草抗真菌有效部位中芦丁及槲皮苷含量的高效液相色谱法测定 [J].时珍国医国药,2011,22(11): 2584-2585.
- [4] 朱瑜,吴建华,杨剑,等.辣蓼黄酮分离提取及 3 种黄酮类组分定量分析 [J].辽宁中医药大学学报,2019,21(4): 50-53.
- [5] 关静渊,李璐,于美玲,等.辣蓼黄酮对小鼠抗炎作用的研究 [J].现代畜牧兽医,2021,50(2): 1-4.
- [6] 夏玲红,金冠钦,孙黎,等.车前草的化学成分与药理作用研究进展 [J].中国药师,2013,16(2): 294-296.
- [7] 李慧,许亮,徐保利,等.HPLC 测定地锦草中没食子酸、槲皮素及山柰素含量 [J].中国实验方剂学杂志,2012,18(7): 100-102.
- [8] 林祖武.HPLC 同时测定不同来源地锦草中 5 个成分的含量 [J].中药材,2021,44(7): 1698-1701.
- [9] 王锦军,张冕.反相高效液相色谱法同时测定地锦草中四种黄酮类化合物 [J].中国药房,2009,45(8): 960-961.
- [10] 谷俐媛,陶俊宇,曾芸,等.辣蓼黄酮中芦丁、槲皮素与槲皮苷的含量分析 [J].中国兽药杂志,2017,51(10): 39-45.
- [11] 冯华,刘英波,刘亮,等.辣蓼不同部位槲皮素的含量测定及 HPLC 指纹图谱 [J].中国医药工业杂志,2016,47(4): 411-414.
- [12] 王锦军,张秀梅,王宏林.反相高效液相色谱法同时测定车前草中槲皮素、木犀草素、山柰酚、芹菜素的含量 [J].中成药,2009,31(5): 772-775.
- [13] 柴瑞平,路娟,王晓静,等.波长切换 HPLC 同时测定车前草中 5 个活性成分的含量 [J].中国现代中药,2018,20(9): 1092-1096.
- [14] 黄桃芬,卢丹逸,喻芳君,等.HPLC 法同时测定车前草中 4 种成分的含量 [J].中药材,2017,40(3): 645-648.

[责任编辑 解学星]