

UPLC-MS/MS 法同时测定金花葵中 11 个活性成分*

张迪文, 马开**, 田萍

(河南省中医药研究院, 郑州 450004)

摘要 目的: 建立 UPLC-MS/MS 法同时测定金花葵中 11 个活性成分(没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、槲皮素、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷、杨梅素、槲皮素)的含量。**方法:** 色谱条件: 采用 Waters ACQUITY BEN C₁₈ (2.1 mm×100 mm, 1.7 μm) 色谱柱, 以 0.05% 甲酸水-乙腈为流动相, 梯度洗脱, 流速为 0.2 mL·min⁻¹, 柱温为 30 °C。质谱条件: 采用电喷雾电离源(ESI), 正负离子全扫模式(Full MS/dd-MS²)扫描进行定量分析。**结果:** 金花葵中没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、槲皮素、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷、杨梅素、槲皮素的质量浓度分别在 0.030 64~0.153 2、0.044 00~0.220 0、0.144 0~0.720 0、0.026 64~0.133 2、6.352~31.76、8.704~43.52、5.728~28.64、24.30~121.5、5.824~29.12、2.248~11.24、0.7264~3.632 μg·mL⁻¹ 范围内线性关系良好($R^2 \geq 0.999 1$), 精密度、重复性、稳定性均良好, 平均加样回收率在 94.5%~100.7% 之间, RSD ≤ 3.2%; 8 批金花葵样品中上述 11 个活性成分的含量范围分别为 0.005~0.049、0.008~0.122、0.032~0.267、0.012~0.033、2.439~4.214、4.904~7.216、3.915~5.945、12.126~17.518、4.006~5.423、0.573~1.753、0.186~1.243 mg·g⁻¹。**结论:** 该方法可用于金花葵药材的质量控制。

关键词: UPLC-MS/MS; 金花葵; 没食子酸; 原儿茶酸; 绿原酸; 咖啡酸; 芦丁; 金丝桃苷; 异槲皮苷; 槲皮素; 槲皮素-3'-O-葡萄糖苷; 杨梅素; 槲皮素

中图分类号: R 917 文献标识码: A 文章编号: 0254-1793(2019)05-0780-07

doi: 10.16155/j.0254-1793.2019.05.03

Simultaneous determination of 11 active components in *Aurea helianthus* by UPLC-MS/MS*

ZHANG Di-wen, MA Kai**, TIAN Ping

(Henan Province Chinese Medicine Research Institute, Zhengzhou 450004, China)

Abstract Objective: To establish an ultra-high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS) method for the simultaneous determination of 11 active components (gallic acid, protocatechuic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, hyperin, isoquercitrin, hibifolin, quercetin-3'-O-glucoside, myricetin and quercetin) in *Aurea helianthus*. **Methods:** Chromatographic conditions: The chromatographic column was

* 河南省基础与前沿技术研究项目(112300410063)

** 通信作者 Tel: 13613713552, E-mail: zzm1968@126.com

第一作者 Tel: 13526405082, E-mail: 908625387@qq.com

Waters ACQUITY BEN C₁₈ (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm). The mobile phase was composed of 0.05% formic acid water (A) and acetonitrile (B) in gradient elution at a flow rate of 0.20 mL · min⁻¹ and the column temperature was set at 30 °C. Mass spectrum conditions: The electrospray ionization source (ESI) and positive and negative ion monitoring mode (Full MS/dd-MS²) were used for quantitative analysis. **Results:** Good linearity ($R^2 \geq 0.999$) was achieved for gallic acid, protocatechuic acid, chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, hyperin, isoquercitrin, hibifolin, quercetin-3'-O-glucoside, myricetin and quercetin in the range of 0.030 64–0.153 2, 0.044 00–0.220 0, 0.144 0–0.720 0, 0.026 64–0.133 2, 6.352–31.76, 8.704–43.52, 5.728–28.64, 24.30–121.5, 5.824–29.12, 2.248–11.24 and 0.726 4–3.632 μg · mL⁻¹, respectively. The precision, repeatability, and stability were good in this method. The average recoveries varied between 94.5% and 100.7% with RSDs ≤ 3.2%. And the average contents of 11 active components in 8 batches of *Aurea helianthus* were 0.005–0.049, 0.008–0.122, 0.032–0.267, 0.012–0.033, 2.439–4.214, 4.904–7.216, 3.915–5.945, 12.126–17.518, 4.006–5.423, 0.573–1.753 and 0.186–1.243 mg · g⁻¹. **Conclusion:** This method can be used for the quality control of *Aurea helianthus*.

Keywords: UPLC-MS/MS; *Aurea helianthus*; gallic acid; protocatechuic acid; chlorogenic acid; caffeic acid; rutin; hyperin; isoquercitrin; hibifolin; quercetin-3'-O-glucoside; myricetin; quercetin

金花葵 (*Aurea helianthus*) 为锦葵科秋葵属一年生草本植物, 别名野芙蓉、菜芙蓉、黏干或山榆皮, 花具有药用、食用、保健等功能, 其主要成分为黄酮类、维生素 E、有机酸、不饱和脂肪酸、微量元素等。其中金花葵黄酮类成分具有良好的抗炎镇痛, 降血脂降压, 降血糖, 抑制肿瘤细胞, 调节免疫功能, 抗氧化等药理作用^[1-5]; 有机酸类成分具有抗氧化, 抗病毒, 抗肿瘤, 抗血小板凝集, 抑菌, 镇痛, 抑制糖尿病, 保护神经系统, 保护心血管系统等多种药理活性, 具有较高的药用价值^[6-9]。

超高效液相色谱-串联质谱联用技术 (UPLC-MS/MS) 具有分析速度快, 检测灵敏度高, 抗干扰能力强等特点, 可以有效降低复杂样品中的基体干扰, 提高检测的准确性, 为中药材的多组分快速分析提供有力的技术支持^[10-13]。现有研究主要集中于金花葵药材中总黄酮的研究, 关于多组分定量测定研究相对较少^[14-19], 而采用 UPLC-MS/MS 同时测定金花葵中黄酮类和有机酸类等 11 个活性成分的研究未见报道。本研究采用 UPLC-MS/MS 技术, 建立对 8 批金花葵药材中没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、棉皮素、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷、杨梅素、槲皮素 11 个成分的同时含量测定, 该方法简便快速准确, 对于金花葵药材的质量控制研究具有重要意义, 为进一步探究该药材药效活性物质作用机制研究提供科学依据。

1 仪器与试剂

赛默飞 Q ExactiveTM Plus 组合型四极杆 OrbitrapTM

高分辨质谱仪 (Thermo Fisher Scientific 公司, 配备 ESI 离子源, SieveTM 2.2 工作站), UltiMate3000 超高效液相色谱仪 (Thermo Fisher Scientific 公司), Shimadzu LIBROR L-160DTP 万分之一天平 (岛津公司), METTLER AE240 十万分之一天平 (梅特勒-托利多上海仪器有限公司), SB-5200DT 型数控超声波清洗器 (宁波新芝生物科技股份有限公司)。

对照品没食子酸 (批号 wkq16120802)、绿原酸 (批号 wkq16052705)、芦丁 (批号 wkq16031602)、异槲皮苷 (批号 wkq16040703)、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷 (批号 wkq17030704)、槲皮素 (批号 wkq16063005) 均购于四川维克奇生物科技有限公司, HPLC-DAD (面积归一化法) 检测纯度均大于 98.0%; 原儿茶酸 (批号 MUST-16032112, 纯度以 99.48% 计)、咖啡酸 (批号 MUST-16060613, 纯度以 99.99% 计)、金丝桃苷 (批号 MUST-16102605, 纯度以 99.76% 计) 购于成都曼思特生物科技有限公司, 以 HPLC-DAD (面积归一化法) 检测纯度; 棉皮素 (批号 Z21N8H47448, 纯度 ≥ 98.5%)、杨梅素 (批号 YM0311YA13, 纯度 ≥ 98.0%) 购于上海源叶生物科技有限公司, 以 HPLC-DAD (面积归一化法) 检测纯度。

甲醇、乙腈为色谱纯, 赛默飞世尔科技 (中国) 有限公司; 甲酸为色谱纯, 西格玛奥德里奇 (中国) 有限公司; 水为超纯水; 8 批金花葵药材产地分别为河南洛阳、河南开封、河南南阳、河南平顶山、河南新乡、

安徽亳州、江苏南京、四川成都, 分别标号为 A~H。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

采用 Waters ACQUITY BEN C₁₈ (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm) 色谱柱; 流动相为 0.05% 甲酸水 (A)–乙腈 (B), 梯度洗脱 (0~2 min, 5%B → 17%B; 2~20 min, 17%B → 45%B; 20~21 min, 45%B → 75%B; 21~22 min, 75%B), 流速 0.2 mL · min⁻¹; 柱温 30 °C; 进样量 2 μL。

2.2 质谱条件

采用电喷雾离子源 (ESI 源), 以正、负离子模式同时检测, 全扫模式 (Full MS/dd-MS²), 离子源温度 350 °C, 喷雾电压 3.50 kV, 鞘气压力 276 kPa, 辅助气流量 3 L · min⁻¹, 毛细管温度 350 °C, S-lens RF 水平 55.0, 扫描范围为 *m/z* 100~1 000。11 个活性成分经比较, 确定负离子模式较好, 质谱检测参数见表 1, 提取的定量离子色谱图见图 1。

表 1 金花葵中 11 个活性成分的质谱参数

Tab. 1 The mass parameters of 11 constituents in *Aurea helianthus*

成分 (component)	相对分子质量 (relative molecular mass)	扫描模式 (scanning mode)	<i>t_R</i> /min	MS ¹ <i>m/z</i>	MS ² <i>m/z</i>
没食子酸 (gallic acid)	170	ESI ⁻	3.97	169.0	125.0
原儿茶酸 (protocatechuic acid)	154	ESI ⁻	5.67	153.0	109.0
绿原酸 (chlorogenic acid)	354	ESI ⁻	6.39	353.1	191.1
咖啡酸 (caffeic acid)	180	ESI ⁻	7.61	179.0	135.0
芦丁 (rutin)	610	ESI ⁻	8.91	609.1	300.0
金丝桃苷 (hyperin)	464	ESI ⁻	9.57	463.1	300.0
异槲皮苷 (isoquercitrin)	464	ESI ⁻	9.72	463.1	300.0
棉皮素 (hibifolin)	493	ESI ⁻	11.37	493.1	317.0
槲皮素 -3' -O- 葡萄糖苷 (quercetin-3' -O-glucoside)	464	ESI ⁻	12.47	463.1	301.0
杨梅素 (myricetin)	318	ESI ⁻	12.66	317.0	179.0
槲皮素 (quercetin)	302	ESI ⁻	15.89	301.0	151.0

2.3 溶液的制备

2.3.1 供试品溶液 取金花葵样品粉末 (过 65 目筛) 0.1 g, 精密称定, 置 100 mL 锥形瓶中, 加甲醇 20 mL, 称量, 超声 (功率 300 W, 频率 40 kHz) 提取 30 min, 放置至室温, 再称量, 用甲醇补足损失的量, 滤过, 取续滤液, 0.22 μm 微孔滤膜滤过, 即得。

2.3.2 对照品储备液 分别精密称取对照品没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、棉皮素、槲皮素 -3' -O- 葡萄糖苷、杨梅素、槲皮素适量, 用甲醇配制成质量浓度分别为 3.830、5.500、18.00、3.330、794.0、1 088、716.0、3038、728.0、281.0、90.80 μg · mL⁻¹ 的对照品储备液, 置于 4 °C 冰箱备用。

2.3.3 混合对照品储备液 精密吸取各对照品储备液适量, 用甲醇配制成质量浓度分别为没食子酸 0.153 2 μg · mL⁻¹、原儿茶酸 0.220 0 μg · mL⁻¹、绿原酸 0.720 0 μg · mL⁻¹、咖啡酸 0.133 2 μg · mL⁻¹、芦丁 31.76

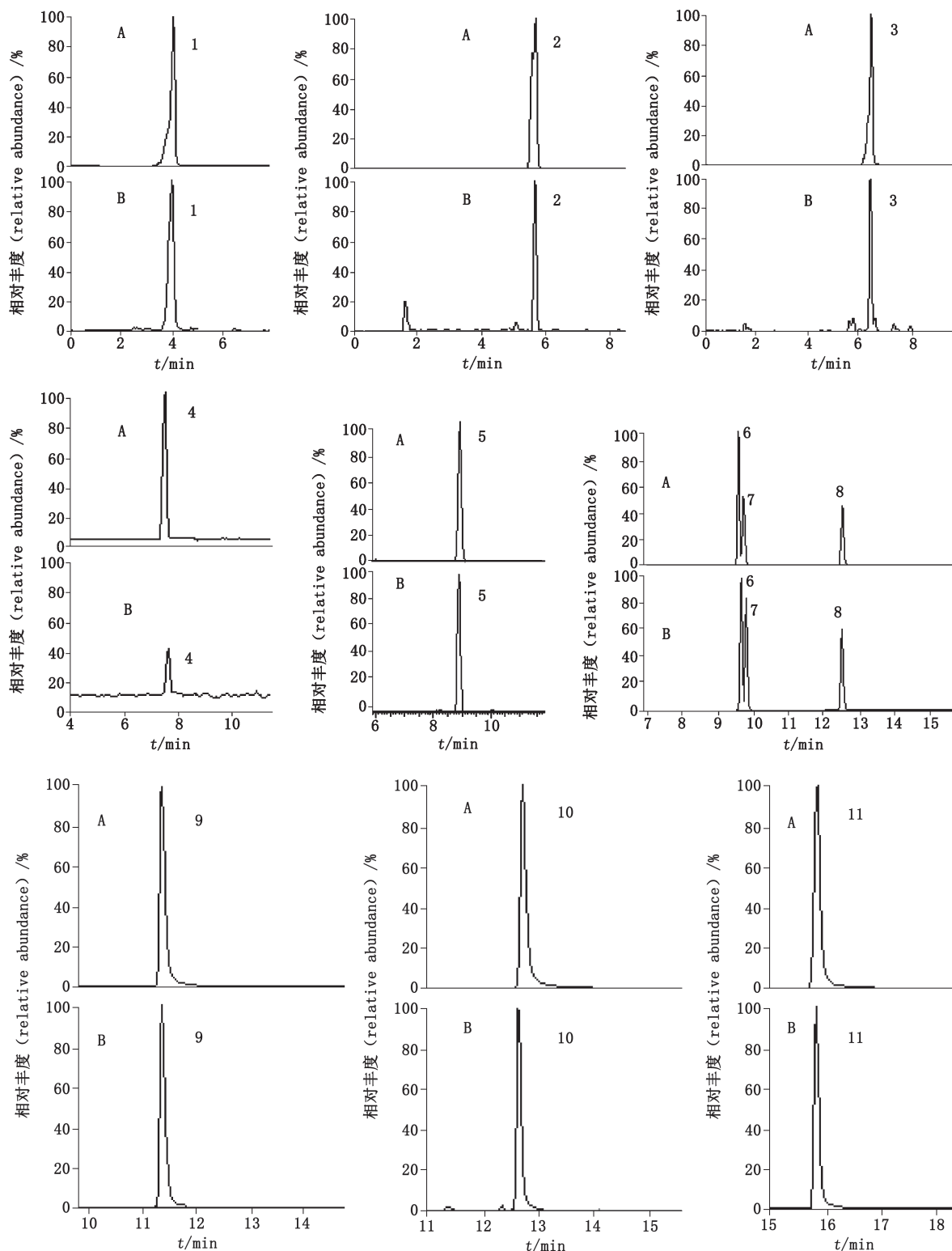
μg · mL⁻¹、金丝桃苷 43.52 μg · mL⁻¹、异槲皮苷 28.64 μg · mL⁻¹、棉皮素 121.5 μg · mL⁻¹、槲皮素 -3' -O- 葡萄糖苷 29.12 μg · mL⁻¹、杨梅素 11.24 μg · mL⁻¹、槲皮素 3.632 μg · mL⁻¹ 的混合对照品储备液。

2.4 线性关系考察

精密量取 “2.3.3” 项下不同体积的对照品储备液, 用甲醇稀释成系列质量浓度的混合对照品溶液, 按照 “2.1” 和 “2.2” 项下色谱 - 质谱条件进样测定。以各成分的质量浓度 (*X*) 为横坐标, 以各成分的峰面积均值 (*Y*) 为纵坐标进行线性回归, 结果见表 2。

2.5 精密度试验

精密吸取混合对照品溶液, 连续进样 6 次, 计算各组峰面积的 RSD, 分别为没食子酸 1.2%、原儿茶酸 2.0%、绿原酸 1.6%、咖啡酸 1.0%、芦丁 0.66%、金丝桃苷 0.93%、异槲皮苷 0.45%、棉皮素 1.1%、槲皮素 -3' -O- 葡萄糖苷 1.2%、杨梅素 0.75%、槲皮素 1.1%, 表明仪器的精密度良好。



1. 没食子酸 (gallic acid) 2. 原儿茶酸 (protocatechuic acid) 3. 绿原酸 (chlorogenic acid) 4. 咖啡酸 (caffeic acid) 5. 芦丁 (rutin) 6. 金丝桃苷 (hyperin) 7. 异槲皮苷 (isoquercitrin) 8. 棉皮素 (hibifolin) 9. 槲皮素-3'-O-葡萄糖苷 (quercetin-3'-O-glucoside) 10. 杨梅素 (myricetin) 11. 槲皮素 (quercetin)

图 1 对照品 (A) 和金花葵样品 (B) 的提取定量离子色谱图

Fig. 1 Extracting quantitative ion chromatograms of reference substances (A) and *Aurea helianthus* samples (B)

表 2 金花葵中 11 个成分的线性回归方程

Tab. 2 Linear regression equations of 11 components

成分 (component)	回归方程 (regression equation)	R^2	线性范围 (linear range)/($\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$)
没食子酸 (gallic acid)	$Y=3.690 \times 10^7 X+1.070 \times 10^6$	0.999 1	0.030 64~0.153 2
原儿茶酸 (protocatechuic acid)	$Y=9.783 \times 10^7 X-3.580 \times 10^5$	0.999 5	0.044 00~0.220 0
绿原酸 (chlorogenic acid)	$Y=3.390 \times 10^7 X-5.651 \times 10^5$	0.999 8	0.144 0~0.720 0
咖啡酸 (caffeic acid)	$Y=8.307 \times 10^7 X-1.298 \times 10^6$	0.999 2	0.026 64~0.133 2
芦丁 (rutin)	$Y=3.187 \times 10^7 X+3.942 \times 10^7$	0.999 2	6.352~31.76
金丝桃苷 (hyperin)	$Y=3.835 \times 10^7 X+5.139 \times 10^8$	0.999 3	8.704~43.52
异槲皮苷 (isoquercitrin)	$Y=4.184 \times 10^7 X+2.407 \times 10^8$	0.999 4	5.728~28.64
棉皮素 (hibifolin)	$Y=1.893 \times 10^7 X+6.301 \times 10^8$	0.999 6	24.30~121.5
槲皮素-3'-O-葡萄糖苷 (quercetin-3'-O-glucoside)	$Y=3.763 \times 10^7 X+1.641 \times 10^8$	0.999 5	5.824~29.12
杨梅素 (myricetin)	$Y=9.106 \times 10^7 X-1.634 \times 10^7$	0.999 8	2.248~11.24
槲皮素 (quercetin)	$Y=1.933 \times 10^8 X-2.288 \times 10^7$	0.999 7	0.726 4~3.632

2.6 重复性试验

精密称取同一批金花葵样品(批次 E)6份,按“2.3.1”项下方法制备供试品溶液,分别进样,测得没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、棉皮素、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷、杨梅素、槲皮素 11 个成分的平均含量分别为 0.038、0.061、0.213、0.010、3.838、6.509、4.442、17.518、4.363、0.798、0.676 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$, RSD 分别为 1.8%、2.0%、2.7%、2.0%、1.3%、1.1%、0.89%、1.9%、0.63%、2.3%、1.3%,表明该方法重复性良好。

2.7 稳定性试验

精密吸取同一供试品溶液(批次 E),室温放置,

于 0、2、4、6、8、10、12、24 h 分别进样测定,计算各组分峰面积的 RSD,分别为没食子酸 1.0%、原儿茶酸 1.2%、绿原酸 0.56%、咖啡酸 1.3%、芦丁 1.1%、金丝桃苷 0.47%、异槲皮苷 1.1%、棉皮素 1.7%、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷 1.7%、杨梅素 1.4%、槲皮素 0.86%,表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.8 加样回收率试验

精密称取已测知含量的同一批次金花葵样品(批次 E)6份,约 0.05 g,分别精密加入 11 个对照品的混合对照品溶液适量,按照“2.3.1”项下方法制备供试溶液,进样测定,计算回收率,结果见表 3。

表 3 回收率测定结果 ($n=6$)Tab. 3 Results of recovery of 11 constituents in *Aurea helianthus*

成分 (component)	样品含量 (original)/ μg	加入量 (spiked)/ μg	测得量 (found)/ μg	平均回收率 (recovery)/%	RSD/%
没食子酸 (gallic acid)	1.913	1.915	3.738	95.3	2.9
原儿茶酸 (protocatechuic acid)	3.071	2.750	5.670	94.5	3.2
绿原酸 (chlorogenic acid)	10.725	9.000	19.519	97.7	2.0
咖啡酸 (caffeic acid)	0.504	0.500	0.985	96.2	3.2
芦丁 (rutin)	193.243	190.500	382.188	99.2	1.6
金丝桃苷 (hyperin)	327.728	326.500	653.195	99.7	1.8
异槲皮苷 (isoquercitrin)	223.655	215.000	440.196	100.7	2.0
棉皮素 (hibifolin)	882.031	862.000	1 734.549	98.9	1.7
槲皮素-3'-O-葡萄糖苷 (quercetin-3'-O-glucoside)	219.677	218.500	433.552	97.9	1.1
杨梅素 (myricetin)	40.179	42.250	81.472	97.7	2.0
槲皮素 (quercetin)	34.037	36.250	70.486	100.6	2.2

2.9 样品含量测定

8 批不同产地的金花葵样品,按“2.3.1”项下方

法制备供试溶液,按照“2.1”和“2.2”项下条件进行测定,记录峰面积,计算各成分含量,结果见表 4。

表 4 金花葵中 11 个化学成分定量测定结果 ($n=3, \text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$)

Tab. 4 Quantitative determination of 11 components in *Aurea helianthus*

标号 (label)	没食子酸 (gallic acid)	原儿茶酸 (protocatechuic acid)	绿原酸 (chlorogenic acid)	咖啡酸 (caffeic acid)	芦丁 (rutin)	金丝桃苷 (hyperin)	异槲皮苷 (isoquercitrin)	槲皮素 (hibifolin)	槲皮素-3'-O-葡萄糖苷 (quercetin-3'-O-glucoside)	杨梅素 (myricetin)	槲皮素 (quercetin)
A	0.019	0.044	0.077	0.024	4.172	6.544	5.644	16.747	5.352	1.293	0.625
B	0.005	0.011	0.105	0.012	2.439	4.904	3.915	12.126	4.006	1.116	0.449
C	0.009	0.012	0.056	0.021	4.214	7.216	5.890	16.122	4.601	0.870	0.304
D	0.049	0.122	0.032	0.033	4.023	5.709	5.945	17.255	5.423	0.767	1.243
E	0.038	0.061	0.213	0.010	3.838	6.509	4.442	17.518	4.363	0.798	0.676
F	0.040	0.095	0.212	0.015	3.929	6.011	4.881	15.772	4.239	0.573	0.811
G	0.006	0.008	0.267	0.017	3.671	7.035	4.135	15.591	4.790	1.577	0.186
H	0.007	0.009	0.225	0.015	3.248	6.427	4.726	13.222	4.514	1.753	0.300

3 讨论

3.1 色谱柱的选择

实验考察了 Thermo Synchronis C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm) 和 Waters ACQUITY BEN C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm), 结果表明, 后者能很好地分离金花葵中的有效成分, 分离度高且峰形较好, 最终选用 Waters ACQUITY BEN C₁₈ 色谱柱 (2.1 mm × 100 mm, 1.7 μm)。

3.2 流动相的选择

实验分别考察了甲醇-水、甲醇-0.1% 甲酸水、乙腈-水、乙腈-0.1% 甲酸水、乙腈-0.05% 甲酸水等流动相体系, 结果表明, 乙腈-0.05% 甲酸水为流动相时色谱峰峰形最好, 分离度最高。由于本实验同时测定 11 个活性成分, 其极性有较大差别, 为了获得所有色谱峰且缩短分析时间, 故选用梯度洗脱。

3.3 小结

本实验建立了 UPLC-MS/MS 法同时测定金花葵药材中黄酮类成分芦丁、金丝桃苷、异槲皮苷、槲皮素、槲皮素-3'-O-葡萄糖苷、杨梅素、槲皮素, 以及有机酸类成分没食子酸、原儿茶酸、绿原酸、咖啡酸等 11 个活性成分的含量, 方法简便、快速、准确, 灵敏度高, 重现性好, 可用于金花葵药材中主要活性成分的

含量测定, 为进一步探究该药材药效活性物质作用机制研究提供科学依据。

参考文献

[1] 吴正平. 金花葵总黄酮对衰老模型小鼠抗氧化和免疫功能的影响[J]. 中国老年学杂志, 2011, 31(10): 1800
WU ZP. Effect of total flavonoids of *Hibiscus manihot* L. flower on antioxidant and immune function of aging mice [J]. *Chin J Gerontol*, 2011, 31(10): 1800

[2] 张建. 金花葵总黄酮解热抗炎作用的实验研究[J]. 中国医科大学学报, 2011, 40(8): 763
ZHANG J. Experimental study of antipyretic and anti-inflammatory effects of total flavonoids in *Abelmoschus manihot* [J]. *J China Med Univ*, 2011, 40(8): 763

[3] 王晓玉, 魏文, 何计国. 金花葵黄酮对糖尿病模型小鼠脂代谢的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(29): 102
WANG XY, WEI W, HE JG. Effect of *Abelmoschus manihot* flavonoids on lipid metabolism in diabetic mice [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2011, 27(29): 102

[4] 李芸, 杨秀松, 何计国. 金花葵黄酮对高脂血症大鼠血脂的影响[J]. 食品科学, 2012, 33(1): 248
LI Y, YANG XS, HE JG. Effect of *Abelmoschus manihot* flavonoids on blood lipid levels of hyperlipidemic rats [J]. *Food Sci*, 2012, 33(1): 248

[5] 吴正平. 金花葵籽不饱和脂肪酸对实验性高脂血症大鼠血脂和肝功能的影响[J]. 中成药, 2011, 33(7): 1245

- WU ZP. Effects of *Abelmoschus manihot* unsaturated fatty acids on blood lipid and liver function in experimental hyperlipidemia rats [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2011, 33(7): 1245
- [6] 郑雪花, 杨君, 杨跃辉. 没食子酸药理作用的研究进展[J]. *中国医院药学杂志*, 2017, 37(1): 94
ZHEGN XH, YANG J, YANG YH. Research progress on pharmacological effects of gallic acid [J]. *Chin J Hosp Pharm*, 2017, 37(1): 94
- [7] 陈家全, 王慧, 李冬玉, 等. 原儿茶酸在大鼠体内代谢产物的分析[J]. *中成药*, 2017, 39(3): 561
CHEN JQ, WANG H, LI DY, *et al.* Analysis of metabolites of protocatechuic acid in rats *in vivo* [J]. *Chin Tradit Pat Med*, 2017, 39(3): 561
- [8] 那袭雪, 张文涛, 谈远锋, 等. 绿原酸及其异构体药理作用及不良反应研究进展[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2018, 20(3): 140
NA XX, ZHANG WT, TAN YF, *et al.* Research progress on the pharmacological effects and adverse reactions of chlorogenic acid and its isomers [J]. *J Liaoning Univ TCM*, 2018, 20(3): 140
- [9] 孙皓熠, 郝宝燕, 张浩超, 等. 咖啡酸研究概况[J]. *食品与药品*, 2017, 19(2): 151
SUN HY, HAO BY, ZHANG HC, *et al.* Research situation of caffeic acid [J]. *Food Drug*, 2017, 19(2): 151
- [10] 支旭然, 刘洪涛, 吴茵, 等. UPLC-MS/MS 法同时测定肾康注射液 7 个有效成分[J]. *药物分析杂志*, 2017, 37(1): 37
ZHI XR, LIU HT, WU Y, *et al.* Simultaneous determination of 7 active constituents in Shenkang injection by UPLC-MS/MS [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2017, 37(1): 37
- [11] 黄秋妹, 许舒瑜, 郜艳妮, 等. UPLC-MS/MS 同时测定金牡感冒片中 15 个成分[J]. *药物分析杂志*, 2017, 37(8): 1453
HUANG QM, XU SY, TAI YN, *et al.* Simultaneous determination of fifteen components in Jinmu Ganmao tablets by UPLC-MS/MS [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2017, 37(8): 1453
- [12] 程巧鹭, 王笑笑. UPLC-MS/MS 法分析 3 种蜂蜜及其蜜源花中的特征黄酮类组分[J]. *药物分析杂志*, 2017, 37(6): 994
CHENG QY, WANG XX. Analysis of characteristic flavonoids in three kinds of honey and nectar flowers by UPLC-MS/MS [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2017, 37(6): 994
- [13] 赵振霞, 王敏, 王钰宁, 等. UPLC-MS/MS 法测定心可舒胶囊中 5 种皂苷类成分的含量[J]. *药物分析杂志*, 2016, 36(3): 494
ZHAO ZX, WANG M, WANG YN, *et al.* Simultaneous determination of five saponins in Xinkeshu capsules by UPLC-MS/MS [J]. *Chin J Pharm Anal*, 2016, 36(3): 494
- [14] 冯朵, 谭立, 彭平, 等. 基于药物体系的金花葵特征图谱质量表征关联分析研究[J]. *北京中医药大学学报*, 2016, 39(4): 308
FENG D, TAN L, PENG P, *et al.* Quality representation and correlation analysis of *Aurea helianthus* based on characteristic chromatogram of drug system [J]. *J Beijing Univ Tradit Chin Med*, 2016, 39(4): 308
- [15] 刘琦. 金花葵花总黄酮提取、纯化、分离制备及抗氧化性研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2012
LIU Q. Study on the Extraction, Purification, Preparative Isolation and Antioxidant Activity of Totle Flavones of *Hibiscus manihot* L. flower [D]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2012
- [16] 兰蓉, 李淳, 刘卉, 等. 金花葵总黄酮的提取和含量测定[J]. *江苏农业科学*, 2012, 40(12): 280
LAN R, LI B, LIU H, *et al.* Extraction and determination of total flavonoids from *Hibiscus manihot* L. [J]. *Jiangsu Agric Sci*, 2012, 40(12): 280
- [17] 危晴, 兰蓉, 辛秀兰, 等. 紫外分光光度法测定金花葵籽中总黄酮的含量[J]. *安徽农业科学*, 2012, 40(12): 7050
WEI Q, LAN R, XIN XL, *et al.* Determination of total flavonoids content in golden kwai seed by ultraviolet spectrophotometry [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2012, 40(12): 7050
- [18] 仇燕, 庞丽然, 李志伟, 等. 莱菔醇提取物金丝桃苷含量测定及对肿瘤细胞生长抑制作用[J]. *安徽农业科学*, 2011, 39(14): 8331
QIU Y, PANG LR, LI ZW, *et al.* Determination of hyperoside in ethanolic extract of *Abelmoschus manihot* (L.) Medic and its growth inhibitory effects on tumor cells [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2011, 39(14): 8331
- [19] 彭志兵, 吴正平. 高效液相色谱-质谱分析金花葵中金丝桃苷[J]. *安徽农业科学*, 2008, 36(23): 10028
PENG ZB, WU ZP. Analysis of hyperoside in flower of *Hibiscus manihot* L. by HPLC-mass spectrometry [J]. *J Anhui Agric Sci*, 2008, 36(23): 10028

(本文于 2018 年 2 月 2 日收到)