

鸡冠花有效成分与药材粉末颜色的相关性

郭爽, 李庆, 何婉婉, 康廷国*

(辽宁中医药大学药学院, 辽宁大连 116600)

[摘要] 目的:研究鸡冠花药材粉末颜色与其有效成分含量的相关性。方法:用电子感观分析法(色度计)测量药材粉末 L^* , a^* , b^* 值,用RP-HPLC法同时测定鸡冠花4种有效成分含量,用紫外-可见分光光度法测定鸡冠花总黄酮(以芦丁计)含量,用SPSS 19.0分析颜色值与有效成分含量间的相关性。结果: L^* 与木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素含量呈极显著负相关; a^* 与木犀草素、槲皮素、山柰酚含量呈极显著正相关; b^* 与木犀草素、槲皮素、山柰酚呈极显著负相关。 a^* , b^* 与异鼠李素含量不相关, L^* , a^* , b^* 与总黄酮(以芦丁计)的含量不相关。结论:鸡冠花粉末颜色越暗、偏红程度越大,其木犀草素、槲皮素、山柰酚含量越高,而偏黄程度大,则木犀草素、槲皮素、山柰酚含量越低;鸡冠花异鼠李素含量仅与鸡冠花粉未明暗程度相关(负相关);鸡冠花总黄酮含量(以芦丁计)与其粉末颜色不相关。木犀草素、槲皮素、山柰酚代表了植物中最多的黄酮醇类化合物,因此用它们作对照品来分析药材有效成分与粉末颜色相关性有一定意义,且测定鸡冠花的颜色值用以评价其质量具有简便、节能的优点,可为鸡冠花的质量控制提供新的途径和参考。另外,鸡冠花主要色素类成分为红色素,鸡冠花粉未颜色值是否反应鸡冠花红色素的含量以及鸡冠花具体发挥作用的成分有待于进一步研究。

[关键词] 鸡冠花; 粉末颜色; 有效成分; 相关性

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2016)24-0064-06

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2016240064

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20160919.1032.004.html>

[网络出版时间] 2016-09-19 10:32

Correlation Between Effective Components and Powder Color of Celosiae Cristatae Flos

GUO Shuang, LI Qing, HE Wan-wan, KANG Ting-guo*

(School of Pharmacy, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Dalian 116600, China)

[Abstract] **Objective:** To study the correlation between the color of Celosiae Cristatae Flos powder and its chemical components. **Method:** Colorimeter was used to determined L^* , a^* and b^* values of Celosiae Cristatae Flos powder, RP-HPLC was used to determine the content of the four active components, spectrophotometer was adopted to determined total flavonoids in Celosiae Cristatae Flos (based on rutin), and SPSS 19.0 software was used to analyze the correlation between color values and content of active component in this study. **Result:** In Celosiae Cristatae Flos, L^* and luteolin, quercetin, kaempferol, isorhamnetin were significantly negatively correlated; a^* and luteolin, quercetin, kaempferol were significantly positively correlated; and b^* and luteolin, quercetin, kaempferol were significantly negatively correlated. a^* , b^* and isorhamnetin were uncorrelated, and L^* , a^* , b^* and total flavonoids (based on rutin) were significantly negatively correlated. **Conclusion:** There was a significant correlation between the color values and the content of the four effective components. It is energy-saving and convenient to assess the quality control of Celosiae Cristatae Flos by determining the color of powder. Although the new method can be applied to assess the quality of Celosiae Cristatae Flos and provide reference, some problems still shall be further studied.

[Key words] Celosiae Cristatae Flos; powder color; effective component; correlation

[收稿日期] 20160206(003)

[基金项目] 国家自然科学基金项目(81173499)

[第一作者] 郭爽,在读硕士,从事中药鉴定与品质评价工作, Tel:15541418581, E-mail:1525572455@qq.com

[通讯作者] *康廷国,教授,博士生导师,从事中药鉴定与品质评价工作, Tel:13386658833, E-mail:kangtg@lnutcm.edu.cn

鸡冠花临床上用于各种出血症状、赤白带下、久痢不止(赤痢,用红花;白痢,用白花)^[1-2]。近年来有研究发现其还具有抗衰老、抗肿瘤、增强机体免疫力、防治动脉粥样硬化、预防骨质疏松等作用,并且无毒,是一种值得深入开发的天然药物^[1,3-4]。黄酮类化合物是鸡冠花的主要有效成分,具有多种生理功能,且无毒副作用,对骨质疏松的防治和治疗都具有良好的效果^[4]。鸡冠花的黄酮类化合物主要包括槲皮素、木犀草素、山柰酚和异鼠李素等。市售鸡冠花由于采收期、加工方法、储存方法等因素的不同,致使其质量参差不齐,粉末颜色亦有很大差异,历代本草中,颜色是中药质量评价中不可或缺的一部分^[2,5]。有关鸡冠花粉颜色与其化学成分相关性未见报道。本实验应用反相高效液相色谱法和紫外-可见分光光度法分别测定了 33 批鸡冠花药材的槲皮素、木犀草素、山柰酚、异鼠李素和总黄酮的含量,并利用色度法测定鸡冠花粉的颜色值 L^* , a^* , b^* , 其中 L^* , a^* , b^* 值的大小、正负分别代表了鸡冠花粉的黑白程度(透明度)、偏红或偏绿程度(+代表偏红,-代表偏绿)和偏黄或偏蓝程度(+代表偏黄,-代表偏蓝);用统计软件分析其与化学成分的相关性,旨在为评价鸡冠花的质量提供一种新的、可行的方法^[1]。

1 材料

FW80 型高速万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司),CP225D 型电子分析天平(德国赛多利斯集团),KQ5200DB 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),1100 系列高效液相色谱仪(美国 Agilent 科技有限公司),1750 型紫外-可见分光光度计(日本 Shimadzu 公司),WYK 型微量移液器(上海求精生化试剂仪器有限公司),U-3010 型紫外分光光度计(带有积分球及色度分析软件,日立)。

甲醇、乙腈均为色谱纯,水为娃哈哈纯净水。对照品槲皮素(批号 Y26D5Y1),木犀草素(批号 YA0408YA13),山柰酚(批号 R03F6C1),异鼠李素(批号 P14J6R1),芦丁(批号 Y225653719)均购自上海源叶生物科技有限公司,纯度均 >98%。33 批鸡冠花药材为市售或自采(均经辽宁中医药大学康廷国教授鉴定为苋科植物鸡冠花 *Celosia cristata* 的干燥花序,具体来源见表 1。

2 方法与结果

2.1 鸡冠花药材的水分测定

按照 2015 年版《中国药典》通则 0832 第二法来测定鸡冠花药材的水分,结果见表 2。

表 1 鸡冠花药材来源情况

Table 1 Medicinal sources of *Celosiae Cristatae* Flos

No.	收集地	No.	收集地
1	大连白云大药房	18	沈阳成大方圆药房
2	北京同仁堂大药房	19	广州济和堂药房
3	大连五味堂药房	20	铁岭益春药房
4	大连药房	21	铁岭安康药房
5	大连东特药房	22	沈阳天士力药房
6	大连东北大药房	23	云南福林堂药房
7	大连阳光药房	24	辽宁中医药大学
8	福建国大药房	25	辽宁阜新 1
9	沈阳国大药房	26	辽宁阜新 2
10	广州杨帆药业有限公司	27	辽宁阜新 3
11	沈阳辽河大药房	28	辽宁阜新 4
12	大连保健大药房	29	沈阳南塔药房
13	兰州泰来堂药房	30	铁岭维康药房
14	浙江中医药大学标本室	31	丹东同仁堂药房
15	铁岭老百姓药房	32	丹东奇运生药房
16	兰州惠仁堂药房	33	阜新成大方圆药房
17	福州益康堂药房		

注:辽宁阜新 1,2,3,4 分别为辽宁阜新 8,9,10,11 月份自采药材。

表 2 鸡冠花药材水分测定

Table 2 Results of medicinal water of *Celosiae Cristatae* Flos %

No.	水分	No.	水分	No.	水分
1	9.79	12	8.38	23	8.38
2	9.41	13	9.46	24	9.46
3	9.21	14	9.14	25	9.14
4	9.12	15	8.38	26	8.38
5	9.96	16	8.66	27	8.66
6	9.88	17	12.09	28	12.09
7	8.86	18	8.40	29	8.40
8	8.80	19	8.46	30	8.46
9	10.27	20	9.82	31	9.82
10	9.01	21	11.48	32	11.48
11	9.35	22	8.44	33	9.23

2.2 鸡冠花粉颜色值的测定^[6-8]

2.2.1 供试品的制备

分别将 33 批鸡冠花粉(80 目)装入测色皿中,盖上盖玻片,用自封膜封口,待测。

2.2.2 色度测量条件的确定

波长范围 400 ~ 700 nm,扫描速度 500 nm·min⁻¹,照明光源组合 LED 光源,狭缝宽度 1 nm,视场选择 10°视角。

2.2.3 色度测定方法及方法学考察

校正基线

(将羟甲基纤维素钠放入测量仪中的积分球作为参比进行色度扫描),取样品放入积分球中,测定,保

存并记录样品颜色指标值(测量 3 次,取平均值)。样品颜色值测定结果见表 3。

表 3 样品颜色值及化学成分质量分数测定

Table 3 Determination results of color value and chemical composition of samples

No.	L^*	a^*	b^*	木犀草素 / $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	槲皮素 / $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	山柰酚 / $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	异鼠李素 / $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	总黄酮 / $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$
1	51.99	6.98	14.60	110.00	259.20	490.24	107.27	2.58
2	59.78	6.58	18.27	81.15	121.41	104.84	143.91	2.80
3	50.91	8.55	15.10	140.45	305.28	578.53	136.13	3.58
4	54.23	7.36	13.99	99.81	262.97	507.79	150.44	4.92
5	56.76	7.74	17.32	103.00	261.75	656.02	259.75	1.96
6	51.37	7.42	13.38	96.63	327.36	546.97	86.06	3.60
7	48.89	5.59	12.73	101.24	302.24	653.89	186.76	3.42
8	60.40	8.95	18.30	104.97	297.94	624.40	133.32	2.82
9	54.59	8.06	14.76	107.18	314.40	509.32	127.91	5.22
10	52.79	7.07	14.68	118.19	319.72	594.20	133.46	2.26
11	53.00	7.71	14.05	106.07	365.21	422.88	105.89	5.74
12	43.76	9.50	13.17	138.95	217.98	339.33	99.93	6.20
13	54.51	7.50	15.91	101.30	297.66	565.34	106.95	4.40
14	60.58	9.96	15.36	109.25	315.59	615.00	132.81	3.52
15	54.34	7.17	14.54	107.26	303.18	559.98	102.17	4.00
16	59.19	8.70	13.74	111.23	316.55	572.79	104.89	4.60
17	56.71	9.85	14.66	137.72	372.64	526.80	137.20	3.42
18	45.40	9.76	12.68	178.18	377.84	722.43	173.75	3.34
19	48.15	9.68	12.47	144.52	408.93	793.03	155.40	3.48
20	52.25	8.97	12.35	110.12	303.18	580.84	108.07	2.32
21	53.78	8.66	13.60	107.90	236.66	447.98	89.27	3.22
22	52.41	9.29	12.50	94.94	267.95	496.23	93.38	4.14
23	60.61	8.85	17.01	90.36	262.33	470.60	86.00	3.54
24	61.98	10.28	12.12	97.43	257.68	501.13	98.28	2.94
25	51.59	8.44	13.07	116.27	318.41	600.04	100.46	2.38
26	57.10	7.40	16.89	101.20	284.69	599.56	138.63	2.06
27	36.98	12.72	9.12	395.49	1 124.91	2 103.78	394.23	3.12
28	49.19	11.99	8.53	98.32	265.26	496.05	79.26	6.22
29	52.39	6.61	14.50	109.79	307.52	638.75	139.61	1.98
30	60.37	10.45	14.92	113.22	311.45	585.47	118.59	4.62
31	59.28	8.70	14.29	99.30	282.56	561.54	127.23	3.68
32	63.68	8.75	14.03	96.83	279.37	548.88	119.13	1.52
33	59.80	10.60	15.95	119.18	319.72	593.53	133.46	3.20

本实验中测定鸡冠花颜色时用 1 号样品进行了方法学考察,精密考察:取 1 号样品约 2 g 装入测色皿中,按照色度测定方法连续测定 6 次,记录颜色

值, L^* , a^* , b^* 的 RSD 分别为 1.2% ,0.7% ,2.1% ,表明仪器精密良好;重复性考察:取 1 号样品,按照供试品的制备方法制备供试品 6 份,并按照色度

测量方法进行样品颜色测量,6 次测量分别得出的 L^* , a^* , b^* 的 RSD 分别为 1.1%, 1.2%, 1.0%, 表明方法重复性良好;稳定性考察:取黄芩粉末样品,按色度测定方法测定,分别在 1, 2, 4, 8, 12, 24 h 测定, L^* , a^* , b^* 的 RSD 分别为 0.8%, 2.2%, 1.3%, 表明方法稳定性良好。

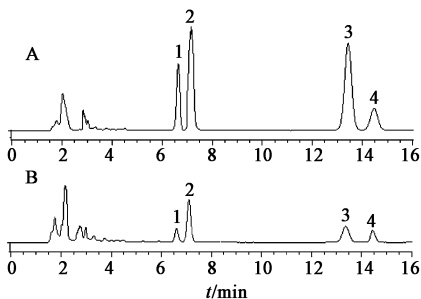
2.3 RP-HPLC 测定鸡冠花中 4 种有效成分的含量^[9-10]

2.3.1 色谱条件 Waters Symmetry C_{18} 色谱柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μ m), 流动相乙腈(A)-0.4% 磷酸溶液(B) 梯度洗脱(0 ~ 5 min, 40% A; 5 ~ 30 min, 40% ~ 30% A), 流速 1 mL · min⁻¹, 检测波长 370 nm, 柱温 30 $^{\circ}$ C, 进样量 10 μ L。

2.3.2 混合对照品溶液的制备 分别精密称取槲皮素、木犀草素、山柰酚、异鼠李素对照品 4.19, 2.90, 7.63, 2.35 mg 置于 10 mL 量瓶中, 用甲醇定容、混匀, 从各量瓶中精密吸取 1 mL 置 25 mL 量瓶中, 用甲醇定容, 即得。

2.3.3 供试品溶液的制备 精密称定鸡冠花 4 g (80 目), 精密加入甲醇 100 mL, 称定质量, 振摇 2 min, 超声 10 min, 静置 24 h; 同法超声 1 h, 称定质量, 滤过; 滤液挥至小体积后用甲醇定容到 10 mL 量瓶中, 过 0.45 μ m 微孔滤膜, 即得。

2.3.4 测定方法及结果 分别精密吸取对照品溶液与供试品溶液各 10 μ L, 注入高效液相色谱仪, 测定, 记录峰面积, 对照品、样品(1 号) 色谱图见图 1; 鸡冠花各样品化学成分含量测定结果见表 3。



A. 混合对照品; B. 鸡冠花样品; 1. 木犀草素; 2. 槲皮素; 3. 山柰酚; 4. 异鼠李素

图 1 混合对照品与鸡冠花样品的 HPLC
Fig. 1 HPLC spectras of mixed control product and *Celosia Cristatae Flos*

2.3.5 线性关系考察 将对照品溶液分别进样 2, 4, 6, 8, 10, 20 μ L, 测定峰面积, 分别以对照品的峰面积为纵坐标, 以进样量为横坐标, 进行线性回归。结果槲皮素 $Y = 3\ 632.2X - 52.102$ ($r = 0.999\ 8$), 线性范围 0.033 52 ~ 0.335 2 μ g; 木犀草素 $Y =$

$2\ 510.2X - 23.724$ ($r = 0.999\ 8$), 线性范围 0.023 2 ~ 0.232 μ g; 山柰酚 $Y = 3\ 730X - 82.939$ ($r = 0.999\ 8$), 线性范围 0.061 04 ~ 0.610 4 μ g; 异鼠李素 $Y = 3\ 862.8X - 23.305$ ($r = 0.999\ 9$), 线性范围 0.018 8 ~ 0.188 μ g。

2.3.6 精密度试验 精密吸取对照品溶液连续进样 6 次, 每次 10 μ L, 按前述色谱条件测定, 测得槲皮素、木犀草素、山柰酚、异鼠李素色谱峰面积 RSD 分别为 0.5%, 1.2%, 0.6%, 1.5%。结果表明, 精密度符合规定。

2.3.7 稳定性试验 取 3 号样品 4 g, 精密称定, 按 2.3.3 项下方法配置供试品溶液, 在 0, 2, 4, 6, 8, 10 h, 按前述色谱条件进样, 10 μ L 测得木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素色谱峰面积 RSD 分别为 1.5%, 0.7%, 0.6%, 1.9%。结果表明, 供试液制备后 10 h 内稳定性良好。

2.3.8 重复性试验 取 3 号样品 6 份, 按 2.3.3 项下方法配置供试品溶液, 按前述色谱条件进样, 测得木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素质量分数分别为 139.95, 306.41, 576.76, 134.82 μ g · g⁻¹, RSD 分别为 1.9%, 1.0%, 0.4%, 1.8%。结果表明, 重复性试验符合规定。

2.3.9 加样回收率 精密称取已知含量的 3 号样品共 6 份, 分别精密加入木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素对照品适量, 按前述色谱条件进样。木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素的回收率及 RSD 见表 4。

2.4 紫外-可见分光光度法测定总黄酮含量^[11-12]

2.4.1 对照品溶液的制备及标准曲线的制备 精密称取芦丁对照品 10 mg 于 50 mL 量瓶中, 加甲醇定容至刻度; 精密吸取对照品溶液 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 mL 于 10 mL 量瓶中, 精密加入 5% 亚硝酸钠溶液 0.3 mL, 摇匀, 放置 6 min, 加 10% 硝酸铝溶液 0.3 mL, 摇匀, 放置 6 min, 加 4% 氢氧化钠溶液 4 mL, 加甲醇定容至刻度, 摇匀, 放置 15 min, 以相应的试剂为空白, 照紫外-可见分光光度法, 在 510 nm 波长处测定吸光度, 绘制标准曲线。

2.4.2 供试品溶液的制备 精密称定各批样品约 1 g, 置具塞锥形瓶中, 加入甲醇 50 mL, 静置过夜, 超声 30 min, 密塞, 振摇 3 min, 再超声 30 min, 过滤, 用甲醇定容置 50 mL 量瓶中, 精密吸取 5 mL 置 10 mL 量瓶中, 按 2.4.1 项下操作自“精密加入 5% 亚硝酸钠溶液 0.3 mL”起, 依法测定吸光度, 从标准曲线上读出供试品溶液中芦丁的质量(mg), 即得。

表 4 鸡冠花中 4 种成分回收率试验

Table 4 Recoveries test of four compounds in Celosiae Cristatae Flos

成分	称样量 /g	样品中量 /mg	加样量 /mg	测得量 /mg	回收率 /%	平均值 (RSD) /%
木犀草素	4.01	0.561	0.290	0.852	1.00	99.74(1.6)
	4.03	0.564	0.290	0.849	0.98	
	4.08	0.571	0.290	0.866	1.02	
	3.98	0.557	0.290	0.849	1.01	
	4.01	0.561	0.290	0.844	0.97	
	3.98	0.557	0.290	0.848	1.00	
槲皮素	3.89	1.188	0.419	1.598	0.98	98.92(1.8)
	4.01	1.224	0.419	1.650	1.02	
	4.00	1.221	0.419	1.642	1.00	
	3.91	1.194	0.419	1.601	0.97	
	4.11	1.255	0.419	1.663	0.97	
	3.99	1.218	0.419	1.632	0.99	
山柰酚	4.03	2.331	0.763	3.083	0.98	100.98(1.5)
	4.12	2.384	0.763	3.153	1.01	
	3.98	2.303	0.763	3.088	1.03	
	3.85	2.227	0.763	3.006	1.02	
	4.01	2.320	0.763	3.093	1.01	
	4.03	2.331	0.763	3.096	1.00	
异鼠李素	4.01	0.546	0.235	0.776	0.98	99.96(1.4)
	4.09	0.557	0.235	0.789	0.99	
	3.99	0.543	0.235	0.778	1.00	
	4.05	0.551	0.235	0.791	1.02	
	3.96	0.539	0.235	0.775	1.00	
	4.05	0.551	0.235	0.788	1.01	

2.4.3 测定结果 紫外-可见分光光度法测定鸡冠花各样品总黄酮含量,结果见表 3。

2.5 相关性分析 用 SPSS 19.0 统计软件对表 3 颜色值和化学成分含量做相关性分析,结果见表 5。

3 小结与讨论

由实验可知, L^* 与木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素含量呈极显著负相关; a^* 与木犀草素、槲皮素、山柰酚含量呈极显著正相关; b^* 与木犀草素、槲皮素、山柰酚呈极显著负相关。 a^* , b^* 与异鼠李素含量不相关; L^* , a^* , b^* 与总黄酮含量不相关^[13]。 L^* , a^* , b^* 值的大小、正负分别代表了鸡冠花粉末的黑白程度(透明度)、偏红或偏绿程度(+代表偏红,-代表偏绿)和偏黄或偏蓝程度(+代表偏黄,-代表偏蓝),故鸡冠花粉末颜色越暗、偏红程度越大,其相应有效成分含量越高,而偏黄程度大则其相应有效成分含量越低。

用 RP-HPLC 法测定各有效成分含量时,曾考察乙腈-水、甲醇-水、甲醇-0.2%磷酸等作为流动相,结果分离效果欠佳,最终选择乙腈-0.4%磷酸作为流动相,采用梯度洗脱,有效成分的色谱峰分离度较好。还考察了不同吸收波长下 4 种有效成分的吸收情况,发现槲皮素、山柰酚的最大吸收波长为 370 nm,木犀草素的最大吸收波长为 350 nm,异鼠李素的最大吸收波长为 360 nm,为保证 4 个成分的检测灵敏度,选择在波长为 370 nm 下测定鸡冠花有效成分含量。

表 5 鸡冠花粉末颜色值与化学成分的相关性

Table 5 Correlation between effective components content and powder color of Celosiae Cristatae Flos

颜色值	成分	回归方程	r	P
L^*	木犀草素	$Y = -8.148X + 601.161$	0.665	<0.001
	槲皮素	$Y = -20.219X + 1523.019$	0.571	<0.01
	山柰酚	$Y = -37X + 2797.823$	0.542	<0.01
	异鼠李素	$Y = -6.035X + 505.301$	0.447	<0.01
	总黄酮	-	0.236	>0.05
a^*	木犀草素	$Y = 24.189X - 50.029$	0.534	<0.01
	槲皮素	$Y = 65.304X - 138.608$	0.498	<0.01
	山柰酚	$Y = 119.215X - 240.38$	0.473	<0.01
	异鼠李素	-	0.129	>0.05
	总黄酮	-	0.244	>0.05
b^*	木犀草素	$Y = -15.328X + 377.145$	0.467	<0.01
	槲皮素	$Y = -45.092X + 1067.335$	0.474	<0.01
	山柰酚	$Y = -81.985X + 1956.401$	0.448	<0.01
	异鼠李素	-	0.153	>0.05
	总黄酮	-	0.311	>0.05

注:表中“-”表示回归方程无意义,故不列出。

采用紫外-可见分光光度法及 RP-HPLC 法测定鸡冠花总黄酮含量及各主要有效成分含量,方法准确、快速,重复性好,根据本实验统计分析结果,通过色度量法量化颜色指标,进而利用颜色值与有效成分含量相关性来评价鸡冠花的质量,是一种更为简便、节能的测定方法。为建立一套科学客观的性状鉴定及质量评价方法奠定基础。目前,色度学利用三元素量化颜色值已广泛应用于各行各业(如染料、纺织等),但在中药鉴定及质量评价中应用较少,技术尚不成熟,机制尚不清楚,药材本身色素类成分对测定结果的影响尚不明确,有待于进一步的研究与探讨^[6,7,13-18]。

芦丁具有与总黄酮相似的双共轭体系,可以用来粗略地测定总黄酮含量,但是,当所测药物总黄酮中的指标性成分已知时,采用 HPLC 测定其指标性成分的含量更为准确、可靠。本实验分别测定了木犀草素、槲皮素、山柰酚、异鼠李素的含量,国内外学者对于鸡冠花总黄酮的研究中亦选择以上 4 种成分,鸡冠花中其他黄酮类成分及具体发挥药效的成分尚不明确,有待于进一步研究与考证^[9-11]。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2015:195.
[2] 明·李时珍. 本草纲目[M]. 北京:人民卫生出版社,1975:72.
[3] 姜秀梅. 鸡冠花对衰老动物模型作用的研究[J]. 云南中医中药杂志,2005,26(1):33-34.
[4] 陈正跃,李万里,赵辉,等. 鸡冠花黄酮对糖尿病大鼠骨形成蛋白表达及肾小管重吸收功能的干预作用[J]. 中国临床康复,2005,9(39):188-190.
[5] 张洪财,张婷婷,杜冰,等. 鸡冠花的化学成分研究[J]. 中成药,2014,36(1):122-125.
[6] 谢景,马生军,辛博,等. 黄芩有效成分与药材粉末颜色的相关性研究[J]. 现代中药研究与实践,2015,29(3):9-12.

[7] 杨晓芸,肖潇,熊吟,等. 金银花颜色与有效成分含量的相关性分析[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(17):92-95.
[8] 王海,产铸云,沈昱翔. 丹参药材的颜色特征与有效成分的相关性研究[J]. 中药新药与临床药理,2014,25(3):333-338.
[9] 翁德宝,汪海峰,翁佳颖. 普通鸡冠花序中黄酮类化合物的研究[J]. 植物学通报,2000,17(6):565-568.
[10] 张海晶,金兰,于金平,等. 鸡冠花乙醇提取物的 HPLC 指纹图谱研究[J]. 黑龙江商学院学报,2014(1):18-20,24.
[11] 侯冬岩,回瑞华,刘晓媛,等. 鸡冠花花、叶、茎中黄酮类化合物提取工艺的研究[J]. 鞍山师范学院学报,2008,10(2):11-14.
[12] 李万里,吕清波,何群力,等. 钙和鸡冠花黄酮提取物对大鼠废用性骨质疏松的作用[J]. 华中科技大学学报:医学版,2003,32(6):601-603.
[13] Da L, Li L, Jing Z, et al. Application of microscopy technique and high performance liquid chromatography for quality assessment of the flower bud of *Tussilago farfara* L. (Kuandonghua) [J]. Pharmacogn Mag 2015,11(43):594-600.
[14] 黎量,杨诗龙,胥敏. 基于颜色及成分动态变化的山楂炮制机理初探[J]. 中成药,2015,37(7):1530-1533.
[15] 武圣江,张长云,郭亮,等. 贵州烤烟色素含量和颜色值随生育期的变化及其相关性[J]. 中国烟草科学,2014,35(4):64-69.
[16] 李雪,李志英. 红掌 ANR 基因克隆及其表达与佛焰苞颜色的相关性分析[J]. 分子植物育种,2013,11(6):825-830.
[17] 张若宇,坎杂,马蓉,等. 基于 RGB 模型的脱绒棉种颜色特征与发芽状况的关系[J]. 农业工程学报,2010,26(10):172-177.
[18] 孙君灵,霍曙明,周忠丽,等. 棉纤维颜色与品质性状杂种优势关系研究[J]. 棉花学报,2010,22(3):267-272.

[责任编辑 顾雪竹]