

· 基础研究 ·

雪菊性状特征与质量相关性研究[△]

齐磊, 罗琼枝, 戴待, 张媛*

(北京中医药大学 中药学院, 北京 100102)

[摘要] 目的: 探究雪菊性状特征与质量的相关性, 为中草药“辨状论质”理论提供论据, 同时为雪菊药材标准的建立奠定基础。方法: 通过研究不同批次雪菊药材的舌状花性状特征、HPLC图相似度及奥卡宁和马里昔两种主要查尔酮类成分的含量测定, 以探寻性状特征与化学成分特征间的关系。结果: 不同批次雪菊的舌状花, 其红褐色部分所占比例及颜色深浅存在差异; 其化学成分的HPLC图谱虽得到较高相似度, 但样品中两种主要成分的含量存在明显差异, 且其含量与样品性状特征密切相关。结论: 雪菊的内在质量与舌状花的性状特征存在相关性。

[关键词] 雪菊; 性状; 含量测定; 马里昔; 相关性

Study on Correlation between Macroscopic Properties and Qualities of Head Inflorescences of *Coreopsis tinctoria*

QI Lei, LUO Qiongzi, DAI Dai, ZHANG Yuan*

(Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102, China)

[Abstract] **Objective:** To study the qualities of the head inflorescences of *Coreopsis tinctoria* and find the correlation between macroscopic properties and qualities to demonstrate the theories of “assessing the quality by distinguishing features of traditional Chinese medicinal materials”. **Methods:** The macroscopic properties of head inflorescences and the similarity of HPLC chromatograms of different batches *C. tinctoria* were examined, and contents of marein and okanin were determined. **Results:** There existed differences in proportion and color depth of different batches of “samples’ ligulate” flowers reddish-brown part, the similarity of HPLC chromatograms was high, but contents of marein and okanin were significantly different. The proportion and color of reddish-brown part of ligulate flower were related to the contents of marein and okanin significantly. **Conclusion:** The quality of the head inflorescences of *C. tinctoria* is directly related to the character of the ligulate flower.

[Keywords] The head inflorescences of *Coreopsis tinctoria*; feature; determination of content; marein; correlation
doi:10.13313/j.issn.1673-4890.2017.8.015

雪菊为菊科金鸡菊属植物两色金鸡菊 *Coreopsis tinctoria* Nutt. 的干燥头状花序, 维吾尔语名为“古丽恰依”(Gulqai)。据《新疆植物志》记载, 两色金鸡菊具有清热解毒、化湿止痢之功效^[1]。两色金鸡菊的舌状花上半部黄色, 下半部红褐色^[2], 是其与同属近缘植物的主要区别。

雪菊中黄酮类成分含量很高^[3-4], 并具有抗氧化^[5-6]、抗衰老^[7-8]、抗肿瘤^[9-10]等药理活性。本课题组前期研究发现雪菊黄酮部位具有抑制小鼠前脂肪细胞3T3-L1的增殖分化作用^[11], 是雪菊重要的活性部位, 其中马里昔、奥卡宁两种查尔酮类成分是雪菊黄酮部位的主要成分, 可以用来评价该部位的质量。

本实验收集10批雪菊药材商品, 通过研究样品的舌状花性状特征、HPLC图相似度及马里昔与奥卡宁的含量, 比较不同批次的雪菊药材间的质量差异, 确定雪菊性状特征与内在质量的相关性, 为建立雪菊药材质量标准提供理论依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

岛津 LC-20AD 型高效液相分析色谱仪; Merck C₁₈ 分析型色谱柱 (250 mm × 4.6 mm, 5 μm); KQ-500E 型超声波清洗仪 (昆山市超声仪器有限公司, 功率 500 W); 分析天平 (Mettler Toledo, 万分之一, 十

[△] [基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目 (81202999)

* [通信作者] 张媛, 副教授, 研究方向: 中药与民族药药效物质基础及质量标准; E-mail: zhy0723@126.com

万分之一);高速万能粉碎机(北京中兴伟业仪器有限公司);40目筛;5 mL离心管;DragonLab 1000 μ L移液枪;5 mL、25 mL容量瓶;解剖针;玻璃培养皿。

1.2 软件

SAS 9.4版(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA);中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2012.130723版,国家药典委员会)

1.3 试药

乙腈(色谱纯, Sigma-Alrich);甲醇、甲酸(分析纯,北京化工厂);娃哈哈纯净水。马里苷对照品(自制,采用面积归一化法,纯度大于97.0%);奥卡宁对照品(自制,采用面积归一化法,纯度大于99.0%)。

市购雪菊药材10批,编号为XJ-1~10,样品信息见表1,由北京中医药大学张媛副教授鉴定均为两色金鸡菊 *Coreopsis tinctoria* Nutt. 的头状花序,其中XJ-3、XJ-6样品中出现同科植物的舌状花。

表1 雪菊药材样品信息

编号	购买地	产地
XJ-1	河北安国药材市场	新疆和田地区
XJ-2	河北安国药材市场	新疆和田地区
XJ-3	河北安国药材市场	新疆和田地区
XJ-4	河北安国药材市场	新疆克里阳山区
XJ-5	河北安国药材市场	新疆
XJ-6	河北安国药材市场	新疆
XJ-7	安徽亳州药材市场	新疆
XJ-8	安徽亳州药材市场	新疆
XJ-9	安徽亳州药材市场	新疆
XJ-10	乌鲁木齐	新疆

2 方法

2.1 性状鉴别

2.1.1 性状对比 选取不同批次样品中完整的舌状花,用水浸泡至完全展开,取出,平铺于培养皿中并展开。观察并对比各批次样品舌状花的颜色特征差异,进行量化评级。

2.1.2 评价标准 红褐色部分大小按红褐色部分长度占舌状花总长度比值计:30%~35%者为“1”;35%~40%者为“2”;40%~50%者为“3”; $\geq 50\%$ 者为“4”。颜色深浅按照肉眼所视,红褐色部分不明显甚至近无者为“I”;边缘模糊,可以看到红褐色者为“II”;边缘较模糊且呈明显红褐

色者为“III”;红褐色部分边缘清晰且有近黑色者为“IV”。样品中含有纯黄色舌状花的,仅按有红褐色部分舌状花的数据计算。

2.2 HPLC图建立

2.2.1 色谱条件 色谱柱:Merck C₁₈色谱柱(250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m);流动相:0.1%甲酸水(A相),乙腈(B相),流动相变化梯度(0~20 min, 16%~18% B; 20~25 min, 18%~23% B; 25~30 min, 23%~27% B; 30~35 min, 27%~35% B; 35~40 min, 35%~68% B; 40~45 min, 68%~95% B);流速:1.2 mL $\cdot$ min⁻¹;柱温:40 $^{\circ}$ C;检测波长:280 nm;进样量:5 μ L。

2.2.2 供试品溶液制备 精密称取过40目筛的雪菊药材粉末0.100 g,置5 mL离心管中,加入2 mL 70%甲醇,超声提取30 min,过滤,滤液转移至25 mL容量瓶中,加70%甲醇定容,得供试品溶液。

2.2.3 精密度考察 取同一样品溶液(编号XJ-5),按2.2.1项下色谱条件,连续进样6次,对各个色谱图相似度进行评价。结果显示各图谱间相似度 $\geq 99\%$,表明仪器精密度良好。

2.2.4 稳定性考察 取同一样品溶液(编号XJ-5),按2.2.1项下色谱条件,分别在0、2、4.5、9.5、12、36、48 h时进样测定,对各个色谱图相似度进行评价。结果显示各图谱间相似度 $\geq 98\%$,表明样品在48 h内稳定。

2.2.5 重复性考察 取同一样品6次(编号XJ-5),按2.2.2项下方法制得供试品溶液6份,分别按2.2.1项下色谱方法进样检测,对各个色谱图相似度进行评价。结果显示各图谱间相似度 $\geq 99\%$,表明该方法重复性良好。

2.2.6 样品检测及相似度评价 使用2.2.1项下色谱方法对各样品进行检测,得到HPLC图。使用中药色谱指纹图谱相似度评价系统2012版对得到的10批样品的HPLC图进行相似度评价。

2.3 含量测定

2.3.1 色谱条件 检测波长为380 nm,其他条件与2.2.1项下相同。

2.3.2 对照品溶液制备 精密称取马里苷与奥卡宁对照品各5.0 mg,分别置于2个5 mL容量瓶中,加70%甲醇溶解并稀释至刻度,定容,制成浓度为1.0 mg $\cdot$ mL⁻¹对照品储备溶液,备用。

2.3.3 供试品溶液制备 同2.2.2项下方法。

2.3.4 线性关系考察 分别精密吸取适量的两种对照品储备溶液,置5 mL容量瓶中,加入70%甲醇稀释至刻度,定容,制成马里昔质量浓度为0.8、0.6、0.4、0.2、0.1 mg·mL⁻¹,奥卡宁质量浓度为0.04、0.03、0.02、0.01、0.005 mg·mL⁻¹的混合对照品溶液,按2.1项下色谱方法进行样分析,以对照品质量浓度为横坐标,峰面积为纵坐标绘制标准曲线并计算回归方程。结果马里昔含量标准曲线回归方程为 $Y=6\,595.96X+43.81$, $r=0.999\,0$;奥卡宁含量标准曲线回归方程为 $Y=23\,123.05X+5.08$, $r=0.999\,9$ 。说明马里昔在进样量0.5~4 μg、奥卡宁在进样量0.025~0.2 μg与峰面积呈良好的线性关系。

2.3.5 精密度考察 取同一样品溶液(编号XJ-5),按2.3.1项下色谱条件,连续进样6次,分别记录马里昔与奥卡宁色谱峰峰面积,计算RSD。结果马里昔峰面积RSD=0.93%、奥卡宁峰面积RSD=1.01%,表明仪器精密度良好。

2.3.6 稳定性考察 取同一样品溶液(编号XJ-5),按2.3.1项下色谱条件,分别在0、2、4.5、9.5、12、36、48 h时进样测定,计算马里昔与奥卡宁峰面积RSD值。结果马里昔峰面积RSD=0.84%、奥卡宁峰面积RSD=0.94%,表明样品在48 h内稳定。

2.3.7 重复性考察 取同一样品6次(编号XJ-5),按2.3.3项下方法制得供试品溶液6份,分别按2.3.1项下色谱方法进行样检测,计算马里昔与奥卡宁色峰面积RSD值。结果马里昔峰面积RSD=1.22%、奥卡宁峰面积RSD=1.99%,表明该方法重复性良好。

2.3.8 加样回收率试验 称取已知化合物含量的同一样品9份(编号XJ-05,马里昔含量为62.50 mg·g⁻¹,奥卡宁含量为3.37 mg·g⁻¹),平均分成高、中、低3个剂量组,分别加入适量的对照品后,按2.3项下方法制得样品溶液,分别按2.3.1项下色谱方法检测,计算回收率,结果见表2。

表2 雪菊中马里昔、奥卡宁加样回收率试验

	称样量/g	样品含量/mg	对照品加入量/mg	测得量/mg	回收率(%)	平均回收率(%)	RSD(%)
马里昔	0.099 7	1.246	0.900 0	2.101	95.00	98.38	2.60
	0.100 1	1.251		2.135	98.22		
	0.100 0	1.250		2.128	97.56		
	0.099 9	1.248	0.600 0	1.860	102.00		
	0.099 8	1.247		1.820	95.50		
	0.100 0	1.250		1.865	102.50		
	0.100 1	1.251	0.300 0	1.549	99.33		
	0.100 2	1.252		1.545	97.67		
	0.100 0	1.250		1.543	97.67		
奥卡宁	0.099 7	0.067 20	0.050 0	0.117 2	100.00	98.64	2.60
	0.100 1	0.067 45		0.118 5	102.10		
	0.100 0	0.067 40		0.117 3	99.80		
	0.099 9	0.067 35	0.030 0	0.096 00	95.50		
	0.099 8	0.067 25		0.096 00	95.83		
	0.100 0	0.067 40		0.098 05	102.17		
	0.100 1	0.067 45	0.015 0	0.081 85	96.00		
	0.100 2	0.067 55		0.082 30	98.33		
	0.100 0	0.067 40		0.082 10	98.00		

2.3.9 样品测定 分别称取10批雪菊药材适量,按2.2.2项下方法制成样品溶液,按2.3.1项下方法分

别检测并计算,得到各批次样品马里昔与奥卡宁的含量。

2.4 聚类分析

将舌状花性状特征、HPLC 图相似度及两种化合物在药材中的含量作为变量,使用 SAS 9.4 软件进行聚类分析分组,通过对各组内样品的舌状花性状特征与含量的特点共性分析,探索雪菊舌状花性状与内在成分的相关性。

3 结果

3.1 性状特征

通过测量,10 批样品的舌状花长度均在 8 ~ 16 mm。通过对比发现,不同批次雪菊样品的舌状花的红褐色部分所占比例及颜色存在差别。

各批次样品性状对照见图 1,评价结果见表 3。

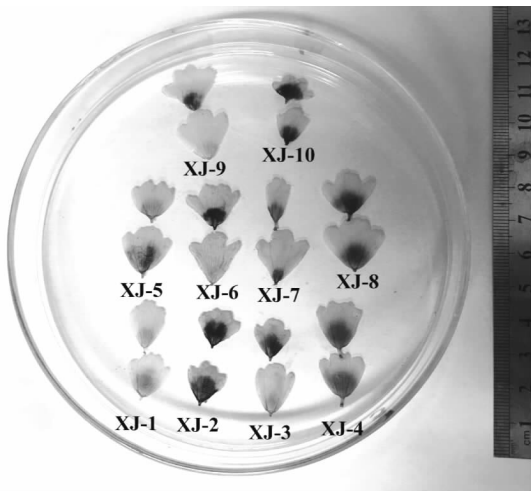


图 1 雪菊药材舌状花性状

表 3 雪菊药材舌状花性状量化评级

	红褐色部分 平均比例(%)	红褐色部分 大小评级	红褐色部分 颜色评级
XJ-1	48.4	3	I
XJ-2	65.5	4	IV
XJ-3	61.5	4	III
XJ-4	56.7	4	II
XJ-5	49.2	3	II
XJ-6	35.7	2	IV
XJ-7	31.1	1	II
XJ-8	45.2	3	II
XJ-9	35.4	2	II
XJ-10	52.8	4	IV

3.2 HPLC 图相似度评价结果

通过使用中药色谱指纹图谱相似度评价系统对 10 批样品的 HPLC 图进行相似度评价,发现各样品间 HPLC 图相似度均 ≥ 0.950 ,说明各样品间的成分差异较小。各样品的 HPLC 图见图 2,相似度对比见表 4。

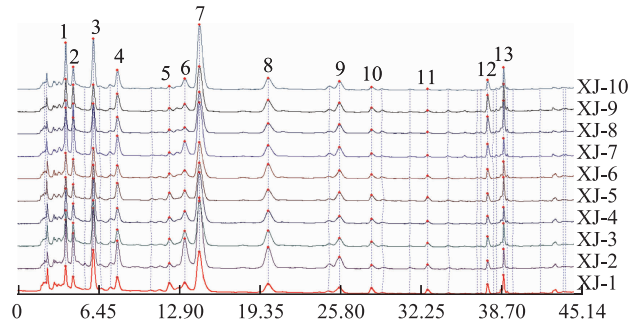


图 2 雪菊药材 HPLC 图相似度评价图

表 4 雪菊药材 HPLC 图相似度评价表

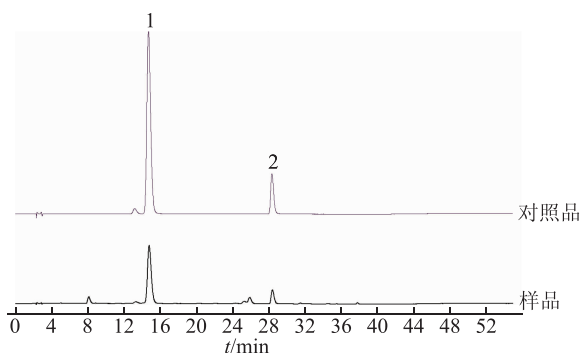
编号	XJ-1	XJ-2	XJ-3	XJ-4	XJ-5	XJ-6	XJ-7	XJ-8	XJ-9	XJ-10
XJ-1	1.000	0.966	0.981	0.989	0.978	0.976	0.965	0.971	0.966	0.979
XJ-2	0.966	1.000	0.986	0.980	0.964	0.976	0.972	0.955	0.965	0.970
XJ-3	0.981	0.986	1.000	0.989	0.982	0.987	0.967	0.962	0.963	0.973
XJ-4	0.989	0.980	0.989	1.000	0.979	0.987	0.977	0.974	0.977	0.992
XJ-5	0.978	0.964	0.982	0.979	1.000	0.982	0.950	0.981	0.969	0.968
XJ-6	0.976	0.976	0.987	0.987	0.982	1.000	0.966	0.973	0.978	0.974
XJ-7	0.965	0.972	0.967	0.977	0.950	0.966	1.000	0.961	0.977	0.977
XJ-8	0.971	0.955	0.962	0.974	0.981	0.973	0.961	1.000	0.990	0.981
XJ-9	0.966	0.965	0.963	0.977	0.969	0.978	0.977	0.990	1.000	0.983
XJ-10	0.979	0.970	0.973	0.992	0.968	0.974	0.977	0.981	0.983	1.000

3.3 含量测定结果

使用标准曲线法对马里昔与奥卡宁两种化合物

进行检测并计算,最终得到各批次样品中两种化合物的含量。样品与对照品 HPLC 图见图 3,含量测定

结果见表 5。



注: 1. 马里昔; 2. 奥卡宁。

图 3 雪菊样品及对照品 HPLC 图

表 5 雪菊样品含量测定结果

编号	马里昔		奥卡宁	
	峰面积	质量分数/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	峰面积	质量分数/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
XJ-1	1 788.546	66.13	312.494	3.32
XJ-2	3 329.843	124.55	194.434	2.05
XJ-3	2 054.594	76.23	268.379	2.85
XJ-4	2 299.087	85.48	248.127	2.63
XJ-5	2 090.011	77.55	260.277	2.76
XJ-6	1 693.087	62.50	316.671	3.37
XJ-7	1 632.846	60.23	214.934	2.27
XJ-8	2 517.159	93.75	190.931	2.01
XJ-9	1 891.061	70.02	188.669	1.99
XJ-10	3 030.050	113.18	168.501	1.77

3.4 聚类分析结果

因 HPLC 图谱相似度评价结果为无差异, 故聚类分析的变量设置为舌状花红褐色部分的大小、颜色深浅及马里昔与奥卡宁的含量。使用 SAS 9.4 软件进行分析。结果 XJ-2、XJ-10 为第一组; XJ-3、XJ-6 为第二组; XJ-7、XJ-9 为第三组; XJ-1、XJ-4、XJ-5、XJ-8 为第四组。聚类分析树状图见图 4。

3.5 结论

10 批雪菊药材的 HPLC 图谱相似度均 ≥ 0.950 , 不同批次雪菊所含化学成分的种类具有很高的相似性。但经含量测定发现, 10 批样品的马里昔与奥卡宁质量分数分别在 $60.23 \sim 124.55$ 、 $1.77 \sim 3.32 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 差异较大。通过聚类分析, 本实验将 10 批药材分成 4 组。其中第一组样品的马里昔含量均大于 $110 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, 红褐色部分颜色评级为“IV”且占比达到 50% 以上; 组内 XJ-2 的红褐色部分比例大于 XJ-10, 马里

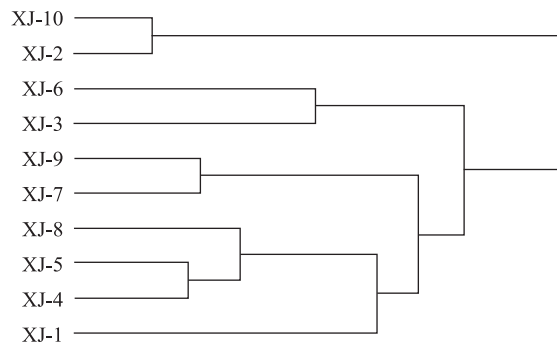


图 4 雪菊样品的聚类分析树状图

昔含量 XJ-2 亦高于 XJ-10。第二组的样品中均发现纯黄色舌状花, 含量测定结果显示该组两个样品的马里昔含量较低, 分别为 76.23 、 $62.50 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。第三组样品红色部分面积均在 40% 以下且颜色评级为“I”~“II”, 马里昔含量较低, 分别为 60.23 、 $70.02 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 以下。第四组样品的红褐色部分所占比例均在 45% 以上, 颜色评级除 XJ-1 为“I”, 其他样品均为“II”; 马里昔含量以 XJ-1 的 $66.13 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 最低, 其他 3 个样品中马里昔质量分数分别为 77.55 、 85.48 、 $93.75 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。综上所述可以发现, 雪菊药材的舌状花的红褐色部分比例越大, 颜色越深, 马里昔含量越高, 反之则马里昔含量越低; 纯黄色舌状花的出现会降低样品中马里昔含量。这说明雪菊舌状花红褐色部分的大小、颜色深浅与马里昔含量间存在正相关, 可通过雪菊舌状花的性状特征初步判断雪菊中的马里昔含量的高低。

4 讨论

4.1 马里昔作为指标成分的探讨

由本实验可知, 马里昔是雪菊中的主要成分之一, 含量较高, 有研究表明马里昔具有良好的降脂^[11-12]、抗氧化活性^[13], 可以作为雪菊质量评价的指标成分。

4.2 纯黄色舌状花对雪菊药材质量的影响

据《中国植物志》记载, 雪菊舌状花下部为红褐色^[2], 约占舌状花的 1/3, 可以作为雪菊真伪鉴别的重要特征。本实验收集的部分样品中出现纯黄色舌状花, 与雪菊性状特征不符, 且马里昔含量均较低, 说明黄色舌状花的存在直接影响样品的质量, 至于所掺入的黄色舌状花的来源有待进一步的研究。

(下转第 1139 页)

4 讨论

黄曲霉毒素为国际公认的一类致癌物,即使在极低量时 also 具有很强的生物毒性,因此国际上对其限量控制越来越严格。建立灵敏度高、操作简便的检测方法具有重要意义。此外中药材在贮藏、加工、运输过程中,如条件不当,极易产生或污染黄曲霉毒素和赭曲霉毒素,黄曲霉毒素不溶于水,耐热温度高达 280 ℃,一旦污染很难去除。而珠子参的加工方法为“挖回后,剪尽须根,置箩筐中,浸于长流水中足穿新草鞋踩去外层粗皮,放入锅中煮,水与珠子参平,火力不大不小,不要翻动,煮至透心后,撤火搅拌焖干,倒出晒干即可”。因为加工方法中有蒸煮,若水分没晒干,珠子参容易发生霉变,所以测定珠子参中的真菌毒素残留量非常有必要。

参照 2015 年版《中华人民共和国药典》,对照品溶液溶剂为甲醇,当进样量大于 10 μL 时,AFG₂、AFG₁、AFB₂、AFB₁ 色谱峰均出现前沿现象,考虑可能是样品溶剂极性与流动相极性不匹配,当进样量加大时,样品溶剂突然影响流动相极性,导致色谱峰出现前沿、分叉等现象,所以改用 70% 甲醇水溶液稀释对照品,可以避免加大进样量出现峰前沿的现象。

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,2015:271-272.

- [2] 王加付,张忆华,金永日. 珠子参化学成分的研究[D]. 长春:吉林大学,2012.
- [3] 李峻媛,万丽,杨美华,等. 真菌毒素限量标准及其在中药中的研究进展[J]. 中草药,2011,42(3):602-607.
- [4] 李鹏,贺澎,欧国静. 中药黄曲霉毒素检测方法学的改良研究[J]. 中国医疗前沿,2012,7(6):71.
- [5] 郝爱鱼,赵丽元,刘英慧,等. HPLC 柱后光衍生荧光法测定中药饮片中的黄曲霉毒素残留量[J]. 药物分析杂志,2012,32(12):2203-2207.
- [6] 韦日伟,覃洁萍,杨美华. 甘草中黄曲霉毒素和赭曲霉毒素 A 的同时检测方法及其免疫亲和柱的再利用研究[D]. 柳州:广西中医药大学,2012.
- [7] 谢静,杨惠莲,冷静,等. HPLC-柱后光化学衍生法测定 72 批舒筋活血丸中黄曲霉毒素 G₂、G₁、B₂、B₁ 的含量[J]. 药物分析杂志,2014,34(3):437-441.
- [8] 杨文武,熊凌云,王瑞芳,等. 免疫亲和柱净化 HPLC 柱后光化学衍生法测定 34 批中药材中黄曲霉毒素 G₂、G₁、B₂、B₁ [J]. 现代中药研究与实践,2013,27(1):43-47.
- [9] 胡一晨,万丽,范成杰,等. 免疫亲和柱净化 HPLC 柱后光化学衍生法检测中药及染菌中药制剂中间体的黄曲霉毒素[J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(10):116-119.
- [10] Trucksess M, Weaver C, Oles C, et al. Determination of aflatoxins and ochratoxins A in Ginseng and other botanical roots by immunoaffinity column cleanup and liquid chromatography with fluorescence detection [J]. J AOAC INT, 2006,89(3):624-630.

(收稿日期 2016-11-17)

(上接第 1130 页)

参考文献

- [1] 新疆植物志编辑委员会. 新疆植物志[M]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999:93-94.
- [2] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第 75 卷[M]. 北京:科学出版社,1979:364-367.
- [3] 热阳古·阿布拉,夏娜,木尼热·阿不都克里木,等. 昆仑雪菊总黄酮的提取及含量测定[J]. 喀什师范学院学报,2013,34(3):45-47.
- [4] 王艳,张彦丽,阿依吐伦·斯马义. 分光光度法测定新疆昆仑雪菊中总黄酮的含量[J]. 新疆医科大学学报,2011,34(8):817-819.
- [5] 宗惠. 雪菊黄酮降血压、血脂及血粘度效应研究[D]. 兰州:西北师范大学,2015.
- [6] 邱佳俊,高飞,李雅丽,等. 雪菊总黄酮抗氧化活性研究[J]. 中国现代中药,2015,17(5):435-439.
- [7] 邱佳俊. 雪菊总黄酮的制备及其抗氧化活性研究[D]. 苏州:苏州大学,2015.

- [8] 沙爱龙,吴瑛,盛海燕,等. 昆仑雪菊黄酮对衰老模型小鼠脑及脏器指数的影响[J]. 动物医学进展,2013,34(7):66-68.
- [9] 刘苑星. 昆仑雪菊中总黄酮的提取及其对肿瘤细胞活性研究[J]. 科技经济市场,2016(5):197-198.
- [10] 帕尔哈提·买买提依明,令狐晨,朱青梅,等. 雪菊对肝癌和肺癌细胞体外抗肿瘤作用研究[J]. 安徽农业科学,2015,43(24):46-48.
- [11] 贾明贤,张媛,董世芬,等. 雪菊不同提取部位对 3T3-L1 前脂肪细胞增殖与分化的影响[J]. 世界科学技术—中医药现代化,2015,17(3):544-549.
- [12] 高飞. 雪菊总黄酮降血脂作用及其机制研究[D]. 苏州:苏州大学,2016.
- [13] 丁豪,苏里阳,王文君,等. 昆仑雪菊中 5 个黄酮类化合物抗氧化活性的 DFT 研究[J]. 农产品加工,2016(11):1-4.

(收稿日期 2017-03-26)