

# 白屈菜饮片的性状与主要成分间关系分析

李瑞海<sup>\*</sup>, 赵胜男, 贾天柱

(辽宁中医药大学药学院, 辽宁大连 116600)

**[摘要]** **目的:** 确定白屈菜饮片的性状与主要成分间关系分析。**方法:** 采用 HPLC, 测定样品主要成分, 采用感观评定法, 评价白屈菜的性状, 采用相关度公式计算性状与成分的相关度。**结果:** 所制定的 HPLC 法能够测定白屈菜碱等 6 个成分的含量, 结合感观评定结果, 性状与成分具有一定的相关性。性状描述“有的可见白粉, 有的具白色柔毛, 有时可见黄色小花”等与总碱相似度非常低, 说明这些性状与总碱含量没有关系。其中“茎干瘪中空”的描述和总碱含量的相似度高, 说明茎量的多少关系到了总碱含量的高低。而“叶多破碎”的性状描述和总碱的相似度是较高的负相关, 说明叶相对多(或破碎的较多)的话, 总碱含量要少, 反之则含量相对较高。**结论:** 所建立的 HPLC 含量测定方法, 简单易行, 性状与成分具有一定的相关性。该研究给白屈菜性状描述进行客观量化, 并与白屈菜主要成分进行关联, 进而从性状外观上初步判断白屈菜质量, 为白屈菜在市场中凭经验鉴定提供一定的理论根据, 也为其他中药的性状研究提供了一个思路。

**[关键词]** 白屈菜; 生物碱; 原阿片碱; 白屈菜碱; 盐酸黄连碱; 性状; 感观评定; 相关性计算

**[中图分类号]** R289; R284.1; R22; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2020)02-0144-05

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfjx.20192411

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20190904.1205.004.html>

**[网络出版时间]** 2019-09-04 13:46

## Relationship Between Characters and Main Components of Chelidonii Herba Pieces

LI Rui-hai<sup>\*</sup>, ZHAO Sheng-nan, JIA Tian-zhu

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

**[Abstract]** **Objective:** To determine the relationship between the characters and the main components of Chelidonii Herba pieces. **Method:** The main components of the samples were determined by HPLC, and the characters of Chelidonii Herba Pieces were evaluated by sensory evaluation. The correlation between the characters and components was calculated by correlation formula. **Result:** The content of 6 components, such as chelidone, was determined by HPLC. Based on the result of sensory evaluation, there was a certain correlation between the characters and the components. Character descriptions that "some have visible white powder, some have white pubescence, and sometimes they have visible yellow florets" had a very low similarity with total alkali, indicating that these characters and total alkali content was not related. The similarity between the description of "hollow stem" had a high similarity with total alkali content, indicating that the amount of stem was related to the total alkali content. The character description of "more broken leaves" was negatively correlated with total alkaloids in the similarity, which indicated that the content of total alkaloids was less when there were more leaves (or more broken leaves), otherwise, the content of total alkaloids was relatively higher. **Conclusion:** The established HPLC method is simple and feasible. This study objectively quantifies the descriptions of Chelidonii Herba pieces characters, correlates them with the main components of Chelidonii Herba pieces, and then preliminarily judges the quality of Chelidonii Herba pieces according to the appearance of the characters, which provides a theoretical basis for the identification of Chelidonii Herba pieces in the market by experience, and ideas for the study of the characters of other traditional Chinese medicines.

**[收稿日期]** 20190224(010)

**[基金项目]** 中国药典委员会项目;2020 版饮片标准专项工作立项品种(20180604005)

**[通信作者]** \*李瑞海, 副教授, 硕士生导师, Tel:0411-85890183, E-mail:1801517231@qq.com

[Key words] Chelidonii Herba pieces; alkaloids; protopine; chelidonine; coptisine hydrochloride; characters; sensory evaluation; correlation calculation

中药材的性状鉴别是中药材质量评价相对简便的方式,利用人体感官就可以对药材进行一个初步的质量评价。一般对药材的性状描述通常是经验积累的过程,但这样的过程缺乏理论根据,尚不清楚药材性状与活性成分之间的关系,目前对此方面的研究相对减少。白屈菜饮片的性状标准确定是 2020 年版饮片标准专项工作立项品种。笔者首先收集了 21 批符合 2015 年版《中国药典》项下规定的样品,根据这些样品的性状特征,建立了白屈菜饮片的性状描述内容,并利用高效液相色谱法对白屈菜饮片中白屈菜碱等 6 种成分进行含量测定,对性状描述分组,利用感官评分法对其性状描述进行量化评分,利用相似性公式进行计算,找出相似性,从而揭示白屈菜性状外观与主要成分的联系和关系,进而从性状外观上可以初步判断白屈菜质量的好坏,为白屈菜在市场中凭经验鉴定提供一定的理论基础,也为其他中药材的此类研究提供了一定的思路<sup>[1-3]</sup>。

## 1 材料

21 个白屈菜购于全国多个地区,经辽宁中医药大学药学院王荣祥教授鉴定为罂粟科植物白屈菜 *Chelidonium majus* 的干燥全草;白屈菜碱对照品(南京源植物生物科技有限公司,批号 YZ180424,纯度 >99.9%),原阿片碱、盐酸黄连碱、血根碱、小檗碱和白屈菜红碱对照品(大连美仑生物技术有限公司,批号分别为 20170612, 20170719, 20140717, 20160907, 20170103, 纯度分别为 99.5%, 98.2%, 99.6%, 99.5%, 98.1%);盐酸等试剂均为分析纯(国药集团公司)。

RE5ZCS 型旋转蒸发器(上海亚荣生化仪器厂),1100 Series 系列高效液相色谱仪(美国安捷伦科技公司,安捷伦色谱工作站);HH-4 型数显恒温水浴锅(江苏省金坛市荣华仪器制造有限公司);SF-130B 型高速粉碎机(上海冠联制药装备有限公司);AS3120 型超声提取器(天津奥特赛恩斯仪器有限公司);CP225D 型 1/10 万电子天平(Sartorius)。

## 2 方法与结果

### 2.1 溶液的制备

2.1.1 对照品溶液的制备 分别取原阿片碱、白屈菜碱、盐酸黄连碱、血根碱、小檗碱和白屈菜红碱对

照品适量,加甲醇配制成 0.032 0, 0.102 4, 0.086 2, 0.043 6, 0.022 6 和 0.032 4  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的对照品溶液备用。

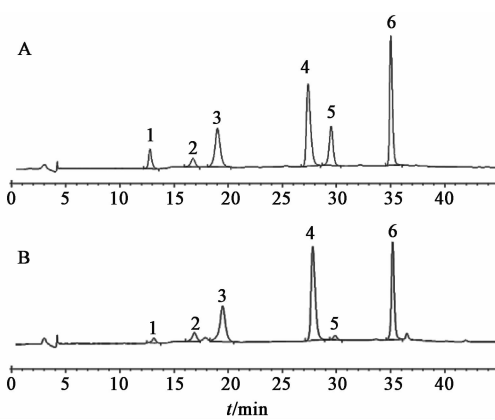
2.1.2 供试品溶液的制备<sup>[4-5]</sup> 取本品粉末(过三号筛)约 2 g,精确称定,置锥形瓶中,精密加入乙醇 50 mL,称定质量,待超声仪水温度上升至 55  $^{\circ}\text{C}$  时开始超声(功率 200 W,频率 40 kHz),超声提取 60 min,放冷,再称定质量,用乙醇补足减失的质量,摇匀滤过。精密量取续滤液 30 mL,蒸干,残渣加入 0.5% 盐酸 100 mL,待超声仪水温度上升至 55  $^{\circ}\text{C}$  开始,超声(功率 200 W,频率 40 kHz)提取 30 min,放冷,过滤,滤渣用 0.5% 盐酸 60 mL,分 3 次清洗,合并滤液,用 10% NaOH 溶液调节 pH 至 11,静置 30 min,置分液漏斗中,用三氯甲烷分 3 次萃取,每次 40 mL,合并三氯甲烷层,回收三氯甲烷,残渣用甲醇分次溶解转移并定容至 25 mL 量瓶中,过滤,滤液备用。

2.2 色谱条件<sup>[6]</sup> Kromasil 色谱柱(4.6 mm  $\times$  250 mm, 5  $\mu\text{m}$ );流动相 0.1% 三乙胺水溶液(用磷酸调节 pH 至 3.0, A)-乙腈(B),梯度洗脱(0 ~ 18 min, 24% B; 18 ~ 32 min, 24% ~ 35% B);检测波长 274 nm;流速 1  $\text{mL} \cdot \text{min}^{-1}$ ;柱温 35  $^{\circ}\text{C}$ ;进样量 20  $\mu\text{L}$ 。

2.3 专属性试验<sup>[7]</sup> 精密吸取对照品溶液、供试品溶液各 20  $\mu\text{L}$ ,在上述选定的色谱条件下测定,结果对照品的分离度良好,且与供试品中的其他成分不干扰。见图 1。

2.4 标准曲线的绘制 精密吸取原阿片碱 0.80  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,白屈菜碱 1.28  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,盐酸黄连碱 1.077 5  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,血根碱 0.545  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ ,小檗碱 0.282 5  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  和白屈菜红碱 0.405  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  的混合对照品 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0, 20.0 mL,置 25 mL 量瓶中以甲醇定容,按 2.2 项下的色谱条件测定色谱峰面积,以对照品进样量  $X$  ( $\mu\text{g}$ ) 为横坐标,峰面积值为纵坐标  $Y$ ,绘制标准曲线,回归方程及线性范围见表 1,结果表明原阿片碱、白屈菜碱、盐酸黄连碱、血根碱、小檗碱和白屈菜红碱对照品,具有良好的线性关系。

2.5 精密度试验 精密吸取混合对照品 20  $\mu\text{L}$ ,连续进样 6 次,测定峰面积,测得 6 种对照品的峰面积 RSD 分别为 1.0%, 1.0%, 1.1%, 0.7%, 1.2%,



1. 原阿片碱; 2. 白屈菜碱; 3. 盐酸黄连碱; 4. 血根碱; 5. 小檗碱; 6. 白屈菜红碱; A. 对照品; B. 供试品

图 1 白屈菜饮片 HPLC

Fig. 1 HPLC chromatograms of Chelidonium Herba pieces

表 1 各成分的回归方程及线性范围

Table 1 Regression equation and linear range of components

成分	回归方程	线性范围/ $\mu\text{g}$	$r$
原阿片碱	$Y = 348.4X - 0.5326$	0.640 ~ 12.800	0.999 9
白屈菜碱	$Y = 88.435X + 7.960 9$	1.024 ~ 20.480	0.999 7
盐酸黄连碱	$Y = 794.084X + 55.327$	0.862 ~ 17.240	0.999 9
血根碱	$Y = 1 071.6X + 30.363$	0.436 ~ 8.720	0.999 9
小檗碱	$Y = 524.7X - 0.705 6$	0.226 ~ 4.520	0.999 9
白屈菜红碱	$Y = 1 069.1X + 9.720 9$	0.324 ~ 6.480	0.999 8

0.6%, 说明本试验精密度良好。

**2.6 重复性试验** 取 1 号样品 6 份, 按 2.1.2 项下方法制备供试品溶液, 并按 2.2 项下色谱条件进行 HPLC 测定, 结果 6 种对照品的含量 RSD ( $n = 6$ ) 分别为 1.1%, 1.5%, 0.9%, 1.6%, 1.0% 和 1.7%, 说明本方法重复性良好。

**2.7 稳定性试验** 取 1 号供试品溶液, 按 2.2 项下色谱条件, 于 0, 2, 4, 8, 12, 24 h 进样测定, 结果 6 种对照品的峰面积 RSD ( $n = 6$ ) 分别为 1.6%, 1.9%, 0.6%, 1.0%, 0.8%, 0.9%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

**2.8 加样回收试验** 取 1 号样品粉末 6 份, 每份 2 g, 精密称定, 分别按样品含量-对照品 (1:1) 加入一定量的对照品溶液, 按 2.1.2 项下方法制备, 按 2.2 项下色谱条件进行 HPLC 测定, 计算回收率, 结果回收率分别为 97.5%, 99.4%, 100.8%, 99.7%, 98.9% 和 98.6%, RSD 分别是 2.4%, 2.4%, 2.3%, 2.3%, 2.0% 和 1.8%, 符合相关规定。

## 2.9 白屈菜饮片性状与主要成分的相关性分析

**2.9.1 各产地样品 6 种生物碱成分的含量测定** 精密称取各产地样品细粉 2.0 g, 按 2.1.2 项下方法

制备供试品溶液, 按 2.2 项下色谱条件进行 HPLC 测定, 计算 6 种成分的含量, 结果见表 2。

**2.9.2 白屈菜饮片性状描述的确定和评分** 根据 21 批白屈菜饮片样品, 参照现版《中国药典》白屈菜生药性状的描述, 制定白屈菜饮片的标准。即本品为不规则的段 (A); 根呈黑褐色, 密生须根 (B); 茎干瘪中空 (C); 表面黄绿色或绿褐色 (D); 有的可见白粉 (E); 叶多破碎 (F); 上表面黄绿色, 下表面绿灰色 (G); 有的具白色柔毛 (H); 有时可见黄色小花 (I); 气微, 味微苦 (J)。将 21 批样品, 随机取等量 (200 g), 平铺在桌面上, 将其分成 A ~ J 部分进行评分。对于每一部分评分的标准是, 如果不具有相应性状特点的则计 0 分, 具有的则计 1 分, 如果具有且相对较多的时则记 2 分, 结果见表 3, 4。

**2.9.3 样品生物碱含量差异权衡方法** 为了避免样品所含生物碱的量差异较大而引起的比较结果的误差 (即含量大的成分影响较大, 而含量小的影响较小的状况), 将样品的每一个生物碱含量均除以 21 个样品当中相应的生物碱含量最大的数值, 得生物碱权衡值, 见公式 (1), 结果见表 3, 总碱则是每个权衡数值的总和, 进而利用公式 (2)<sup>[8]</sup>, 将 21 个白屈菜饮片性状的 A ~ J 评分值和生物碱权衡值, 分别与总碱权衡数值进行比较, 相似度计算结果见表 4。

$$\text{生物碱权衡值} = \frac{\text{content}_n}{\text{content}_{m\text{MAX}}} \quad (1)$$

式中  $n$  表示某一生物碱含量,  $\text{content}_{m\text{MAX}}$  指同一生物碱含量最高值。

$$\text{相似度} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

式中  $x$  表示性状评分值或生物碱权衡值,  $y$  表示总碱权衡数值。

## 3 结果

从实验结果发现, 本品为不规则的段 (A), 表面黄绿色或绿褐色 (D), 上表面黄绿色, 下表面绿灰色 (G) 和气微, 味微苦 (J) 等描述在 21 个产地当中均有, 没有平行变化的趋势, 因此不能够进行相似性计算。而有的可见白粉 (E) 为 -13%; 有的具白色柔毛 (H) 为 -2%; 有时可见黄色小花 (I) 为 -3% 等这些性状与总碱相似度非常低, 说明这些性状与总碱含量没有关系。其中茎干瘪中空 (C) 和总碱含量的相似度达到了 75%, 说明茎的量多少关系到了总碱含量的高低。而叶多破碎 (F) 的性状描述和总碱的相似度是负相关的 -70%, 说明叶相对多 (或破碎的较多) 的话, 总碱含量要少, 反之则含量相对较高。

表 2 白屈菜样品中 6 种成分测定

**Table 2 Determination of 6 components of Chelidonii Herba pieces** mg·g<sup>-1</sup>

No.	产地		购买地	原阿片碱	白屈菜碱	盐酸黄连碱	血根碱	小檗碱	白屈菜红碱	总碱
S1	吉林	吉林		0.50	4.76	4.72	1.28	0.35	1.00	12.62
S2	辽宁		贺林中药饮片有限公司	0.37	3.68	3.82	1.08	0.37	0.74	10.06
S3	黑龙江大庆		深圳市华辉有限公司	0.68	7.44	5.86	2.10	0.33	1.84	18.25
S4	河北		百草康神药业有限公司	0.45	4.43	3.87	1.25	0.21	1.08	11.28
S5	河南		亳州市沪谯药业有限公司	0.38	4.13	2.98	1.59	0.19	0.82	10.09
S6	辽宁		辽宁	0.62	3.36	5.20	0.63	0.26	0.40	10.47
S7	吉林		吉林	0.61	4.10	3.26	1.10	0.23	0.62	9.93
S8	河北		四平市本草方源药业有限公司	0.40	5.31	2.75	3.32	0.17	1.85	13.79
S9	河北		抚顺市北京同仁堂	0.46	2.24	3.41	0.62	0.18	0.38	7.29
S10	河北安国		河北省盛世华兴医药连锁店	0.54	6.13	4.80	1.90	0.41	1.54	15.31
S11	河北		北京三和药业有限公司	0.48	3.97	5.68	1.01	0.35	0.77	12.24
S12	吉林		吉林	0.40	3.54	4.24	0.94	0.21	0.75	10.08
S13	山西		安徽省本草国药饮片有限公司	0.69	2.97	6.13	0.53	0.33	0.37	11.02
S14	辽宁鞍山千山		自采	0.85	5.53	4.73	3.86	0.28	3.19	18.43
S15	辽宁鞍山千山		自采	1.26	4.29	5.72	2.30	0.18	1.11	14.85
S16	辽宁丹东		自采	0.49	6.05	3.53	4.84	0.43	3.56	18.90
S17	云南		昆明	0.64	2.96	4.84	0.82	0.32	0.40	9.98
S18	东北		沈阳市北京同仁堂	0.41	3.90	5.85	1.14	0.40	0.88	12.58
S19	河北		沈阳市南六参茸批发	0.69	3.68	5.63	1.34	0.45	0.63	12.42
S20	浙江杭州		浙江杭州	0.50	2.44	3.77	0.72	0.26	0.41	8.10
S21	辽宁岫岩		辽宁岫岩	0.10	1.70	1.63	0.83	0.05	0.11	4.42

表 3 白屈菜性状、含量权衡值

**Table 3 Trait trade-offs, content trade-offs of Chelidonii Herba pieces**

No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	原阿片碱	白屈菜碱	盐酸黄连碱	血根碱	小檗碱	白屈菜红碱	总碱
S1	1	2	2	1	1	1	1	0	1	1	0.40	0.64	0.77	0.26	0.78	0.28	3.13
S2	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	0.29	0.50	0.62	0.22	0.82	0.21	2.66
S3	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	0.54	1.00	0.96	0.43	0.75	0.52	4.19
S4	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0.36	0.60	0.63	0.26	0.47	0.30	2.61
S5	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	0.30	0.56	0.49	0.33	0.42	0.23	2.32
S6	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	0.49	0.45	0.85	0.13	0.58	0.11	2.61
S7	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	0.48	0.55	0.53	0.23	0.52	0.18	2.49
S8	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0.32	0.71	0.45	0.69	0.38	0.52	3.06
S9	1	1	1	1	0	2	1	0	1	1	0.37	0.30	0.56	0.13	0.41	0.11	1.87
S10	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0.43	0.82	0.78	0.39	0.91	0.43	3.77
S11	1	2	1	1	0	1	1	1	1	1	0.38	0.53	0.93	0.21	0.78	0.22	3.04
S12	1	2	1	1	0	2	1	0	1	1	0.32	0.48	0.69	0.20	0.48	0.21	2.37
S13	1	2	1	1	0	1	1	1	0	1	0.55	0.40	1.00	0.11	0.74	0.10	2.90
S14	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	0.67	0.74	0.77	0.80	0.62	0.89	4.50
S15	1	2	2	1	0	1	1	0	1	1	1.00	0.58	0.93	0.47	0.40	0.31	3.69
S16	1	1	2	1	0	1	1	0	1	1	0.39	0.81	0.58	1.00	0.96	1.00	4.73
S17	1	1	1	1	0	2	1	1	0	1	0.51	0.40	0.79	0.17	0.71	0.11	2.68
S18	1	2	1	1	0	1	1	0	0	1	0.33	0.52	0.95	0.23	0.89	0.25	3.18
S19	1	2	1	1	0	1	1	0	1	1	0.55	0.49	0.92	0.28	1.00	0.18	3.41
S20	1	1	1	1	1	2	1	0	1	1	0.40	0.33	0.61	0.15	0.59	0.11	2.19
S21	1	1	1	1	0	2	1	0	0	1	0.08	0.23	0.27	0.17	0.11	0.03	0.88

表 4 白屈菜性状、与总碱和黄连碱的相似度

Table 4 Similarity of trait trade-offs and content trade-offs of *Chelidonium Herba* pieces %

性状成分	总碱	盐酸黄连碱
A	*	
B	45	81
C	75	
D	*	
E	-13	
F	-70	
G	*	
H	-2	
I	-3	
J	*	
原阿片碱	57	
白屈菜碱	83	
盐酸黄连碱	53	
血根碱	75	
小檗碱	64	
白屈菜红碱	82	
总碱		

注：\* 表示无法计算。

由表 4 的相似度可见,根呈黑褐色,密生须根(B)的性状描述与总碱相似度较低为 45%,却和盐酸黄连碱的相似度较高,达到 81%,说明盐酸黄连碱可能主要存在在白屈菜的根部。

本文含量测定方法采用 2015 年版《中国药典》加热回流方法,发现与超声提取相比,没有显著性差异,且超声提取省时方便<sup>[9-14]</sup>。采用单因素考察法,选择酸提碱沉的主要因素,超声功率、温度、超声时间和碱沉淀的 pH 等因素进行考察,结果功率 200 W,频率 40 kHz 时与其他功率没有显著性差异,温度上升至 55 ℃ 与更高时没有变化,超声提取 60 min 已经提取的较为完全,滤液用 10% NaOH 溶液调节 pH 至 11 生物碱收率最高。

白屈菜 21 个产地经鉴定均符合 2015 年版《中国药典》要求。因此,所建立性状描述是具有一定的代表性的。同时本研究对于描述每一项分别打分,每个描述和总碱含量之间的关系进行相似度计算,揭示性状和含量之间的关系有一定的作用。对于白屈菜的性状描述的客观量化并与成分相关性进行了初步的探讨和尝试,对中药性状描述的客观、量化相关研究有一定的积极借鉴作用。

本实验结果可得结论,白屈菜的质量(或者说其生物碱的含量),从外观性状可以看出其中,茎干

瘪中空,量比较大的,而叶相对比较少(或者是破碎的不太多的),质量相对比较好一些。白屈菜碱、白屈菜红碱与总碱的含量相似度非常高(分别为 83% 和 82%),这样的结果也能够表明,2015 年版《中国药典》规定以红碱的量作为白屈菜含测指标,具有一定的客观性,能够在一定程度上表明总碱的含量的高低。目前本研究对性状的评分,只有“有和无”,“多和少”客观指标进行评分,还比较粗浅,如果能够进一步从颜色、味道等更多指标进行评分评价的话,也许会更客观评价质量,得出更好的结论。

[参考文献]

[1] 国家中医药管理局.《中华本草》编委会.中华本草.第 9 卷[M].上海:上海科学技术出版社,1999:616.

[2] 国家药典委员会.中华人民共和国药典.一部[M].北京:中国医药科技出版社,2015:109.

[3] 冯泓瑞,黄松,陈玲玲,等.白屈菜红碱、血根碱单体的分离和鉴定[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(14):36-38.

[4] 确生,王志波,李成思,等.响应面法优化斑花黄堇中总生物碱的提取工艺[J].中国现代应用药学,2017,34(3):358-362.

[5] 夏成才,肖玉良,王彩云,等.白屈菜总生物碱的提取工艺研究[J].时珍国医国药,2010,21(12):3216-3217.

[6] 鲁文静,罗世恒,陈世忠.白屈菜中多种生物碱含量的高效液相色谱法测定[J].时珍国医国药,2013,24(3):601-603.

[7] 杨志欣,王海威,张文君,等.苦参总黄酮含量测定方法的优化[J].中成药,2017,39(5):946-951.

[8] 李瑞海,冯琳,马欣悦,等.脂肪油和总二萜含量与柏子仁质量的相关性分析[J].中国实验方剂学杂志,2015,21(12):9-11.

[9] 王羨一,李瑞海,贾天柱.均质法联合超滤膜纯化侧柏叶黄酮成分的方法初探[J].中国药师,2017,20(4):661-663,667.

[10] 李静,田芳,李美艳,等.白屈菜提取物中生物碱的镇痛抗炎作用研究[J].中国实验方剂学杂志,2013,19(8):262-265.

[11] 王雪,刘洪章,刘树英,等.响应面法优化白屈菜根中白屈菜碱提取工艺的研究[J].黑龙江畜牧兽医,2016,(8上):201-204.

[12] 赵胜男,李瑞海,贾天柱.响应面法优化白屈菜中总生物碱酸水提取的工艺[J].中国药师,2019,22(3):541-545.

[13] 冯慧,赵娅,王小艳,等.小檗皮总生物碱取物的大孔树脂纯化工艺与质量标准考察[J].中国实验方剂学杂志,2019,25(16):97-103.

[14] 万超,于定荣,刘颖,等.醋延胡索饮片颜色与其内在质量的相关性分析[J].中国实验方剂学杂志,2019,25(12):145-150.

[责任编辑 顾雪竹]