

多指标综合评价刺五加叶适宜采收期的研究

李俊萍¹, 付士朋¹, 王谦博², 王 聪¹, 赵天琪¹, 王振月^{1*}

1. 黑龙江中医药大学, 黑龙江 哈尔滨 150040

2. 广东药科大学附属第一医院 药学部, 广东 广州 510000

摘要: **目的** 考察不同时期刺五加叶中8种有效成分含量和干质量的动态变化规律, 探讨刺五加叶的适宜采收期。**方法** 采集不同时期刺五加叶片, 用电子天平测定百叶干质量; 采用HPLC对不同时期刺五加叶中L-苯丙氨酸、原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷和槲皮素进行测定, 计算8种有效成分积累总量, 并与主成分分析法相结合进行综合评价。**结果** 不同时期刺五加的百叶干质量在S1~S5期间整体呈上升趋势, 在S1~S2增长最为迅速; 不同时期刺五加叶中8种有效成分的含量呈动态变化, 原儿茶酸在S1(6月3日)期含量达到最大值; 其他7种成分均在S2(7月3日)期含量达到最大值, 且主成分分析结果也显示于S2期采收的刺五加叶中8种有效成分含量的综合得分最高; 8种有效成分在不同时期的积累总量呈先上升后下降的变化规律, 在S1~S2期间总量总体呈上升趋势, S2时达到最大。**结论** 综合不同时期刺五加叶的干质量和8种有效成分含量的变化可知, S2期前后(6月下旬至7月上旬)为最适宜采收期。为确定刺五加叶的适宜采收期提供基础资料。

关键词: 刺五加叶; 采收期; 多指标得分评价; 动态积累变化; 主成分分析; L-苯丙氨酸; 原儿茶酸; 紫丁香苷; 绿原酸; 咖啡酸; 芦丁; 金丝桃苷; 槲皮素

中图分类号: R282.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2019)13-3187-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.13.027

Comprehensive evaluation of suitable harvesting period of *Acanthopanax Senticosus* leaves by multiple indicators

LI Jun-ping¹, FU Shi-peng¹, WANG Qian-bo², WANG Cong¹, ZHAO Tian-qi¹, WANG Zhen-yue¹

1. Heilongjiang University of Chinese Medicine, Harbin 150040, China

2. The First Affiliated Hospital, School of Pharmacy, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510000, China

Abstract: **Objective** The dynamic changes of eight active constituents and dry weight of *Acanthopanax senticosus* leaves in different periods were investigated, and the suitable harvesting period of *A. senticosus* leaves was discussed. **Methods** The leaves of *A. senticosus* were collected at different times, and the dry weight of one hundred leaves was determined by electronic balance. The contents of L-phenylalanine, protocatechuic acid, syringin, chlorogenic acid, caffeic acid, rutin, hyperoside, and quercetin in the leaves of *A. senticosus* in different periods were determined by HPLC, and the total amount of accumulation of the eight active ingredients was calculated and combined with the analysis results of the principal component analysis method for comprehensive evaluation. **Results** The results showed that the vegetative dry weight of *A. senticosus* increased during the period from S1 to S5, and increased most rapidly in S1—S2. The content of eight active constituents in the leaves of *A. senticosus* showed dynamic changes in different periods. The content of acid reached the maximum in S1 (June 3); The other seven components reached the maximum in S2 (July 3), and the results of principal component analysis also showed *A. senticosus* leaves collected in S2. The comprehensive scores of the eight active ingredients in leaves were the highest; The total accumulation of the eight active ingredients in different periods increased first and then decreased. During the period from S1 to S2, the total amount showed an upward trend, and reached the maximum at S2. **Conclusion** According to the changes of dry weight and eight active ingredients in *A. senticosus* leaves in different periods, the best harvest time is around S2 stage (from late June to early July) which provides basic information for determining the suitable harvest time of *A. senticosus* leaves.

Key words: *Acanthopanax senticosus* leaves; harvesting period; multi-index active constituents; dynamic accumulation change; principal component analysis; L-phenylalanine; protocatechuic acid; syringin; chlorogenic acid; caffeic acid; rutin; hyperoside; quercetin

收稿日期: 2019-01-08

基金项目: 国家“十三五”重点研发项目(2016YFC0500303); 黑龙江省国家科技重大专项重点研发省级资助项目(GX17C006)

作者简介: 李俊萍(1995—), 女, 硕士研究生, 主要从事中药资源与开发研究。Tel: 15663445990 E-mail: 15645015705@163.com

*通信作者 王振月(1955—), 男, 教授, 主要从事中药资源学研究。Tel: 13314514353 E-mail: wangzhen_yue@163.com

刺五加叶是五加科植物刺五加 *Acanthopanax seuticosus* (Rupr. et Maxim.) Harms 的干燥叶片^[1], 临床研究表明刺五加叶中含有大量对人体有益的生物活性成分, 具有调节机体免疫力、预防心脑血管疾病及改善睡眠等功效^[2]。随着近年来对刺五加叶的开发利用不断增加, 刺五加叶颗粒、袋泡茶及刺五加叶脑欣通等一系列产品相继推出^[3-4]。但现阶段对刺五加叶的研究多集中于化学成分^[5-8]、药理作用^[9-11]以及现代应用^[12-14]等方面, 对刺五加叶采收期的研究鲜有报道, 而适宜的采收期是保证刺五加叶质量的重要环节。因此, 采收期的研究对刺五加叶的开发利用具有重要意义。

目前, 对刺五加叶适宜采收期研究的考察指标较单一, 难以客观、全面地反映不同时期刺五加叶的内在品质, 如陆珞等^[15-17]以紫丁香苷、黄酮类和多糖为考察指标对刺五加叶的采收期进行了研究。近年来研究发现刺五加叶苯丙素类成分含量较高, 并且具有抗炎、抗氧化等作用^[18]; 原儿茶酸是多种中药的活性成分, 如益智仁、丹参、芙蓉等, 而刺五加叶中原儿茶酸的研究较少, 关于原儿茶酸的药理作用已有大量报道, 其具有良好的抗氧化和神经保护的作用^[19-20]。因此, 本实验选取苯丙素类的 *L*-苯丙氨酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸, 黄酮类的芦丁、金丝桃苷、槲皮素及原儿茶酸作为考察指标。此外, 产量也是判断刺五加叶适宜采收期的重要指标, 本实验测定了刺五加的百叶干质量, 并与多指标成分含量测定相结合进行了综合评价, 确定刺五加叶的最佳采收期, 为刺五加叶的科学采收和合理利用提供依据。

1 材料

Waters 2695 型高效液相色谱仪 (美国 Waters 有限公司 2998 PDA 检测器); KM-822C 超声波清洗器 (广州市科洁盟实验仪器有限公司); Mettler Toledo 电子天平 (上海梅特勒-托利多仪器有限公司); H1650 台式高速离心机 (湖南湘仪实验室仪器开发有限公司); BGZ-30 电热鼓风干燥箱 (上海博迅医疗生物仪器股份有限公司)。

对照品 *L*-苯丙氨酸 (批号 J04J7R8481)、原儿茶酸 (批号 Z30M6L1)、紫丁香苷 (批号 P14J7F8937)、绿原酸 (批号 Y24J7K16726)、咖啡酸 (批号 Y17D6C7672)、芦丁 (批号 Y06J8S37439)、金丝桃苷 (批号 Y04A9X62302)、槲皮素 (批号 C20J6Y1722), 质量分数均 $\geq 98\%$,

均购自上海源叶生物科技有限公司; HPLC 流动相乙腈为色谱纯 (J&K Scientific Ltd. 公司); 水为娃哈哈纯净水 (杭州娃哈哈集团有限公司); 其余试剂均为分析纯。

刺五加叶样品采自黑龙江省哈尔滨市黑龙江中医药大学药用植物园, 分别于 2018 年 6 月 3 日 (S1)、2018 年 7 月 3 日 (S2)、2018 年 8 月 3 日 (S3)、2018 年 9 月 3 日 (S4)、2018 年 10 月 3 日 (S5) 进行取样, 为保证样本的代表性, 对 10 棵同一年限的固定刺五加植株进行随机等量取样、均匀混合。所有样品均由黑龙江中医药大学中药资源学王振月教授鉴定为五加科植物刺五加 *Acanthopanax seuticosus* (Rupr. et Maxim.) Harms 的叶。6 月份生长旺盛阶段, 叶片数不断增加, 7 月份进入生殖生长阶段, 叶片数不断增加。8 月末 9 月初叶片数量不断减少, 10 月份叶片泛黄脱落。

2 方法

2.1 刺五加叶干质量测定

将不同时期的刺五加叶样品分别烘干至恒定质量, 每个时期分别随机选取刺五加叶 100 片, 重复 3 次, 用电子天平测定质量。

2.2 色谱条件

采用 Welchrom C₁₈ 色谱柱 (250 mm $\times$ 4.6 mm, 5 μ m), 以乙腈 (A) -0.3% 磷酸水溶液 (B); 流动相梯度洗脱, 洗脱程序: 0~40 min, 10%~36.7%A, 进样体积 20 μ L; 体积流量 1 mL/min; 检测波长 206 nm; 柱温 30 $^{\circ}$ C; 在上述条件下, 8 种成分与其他相邻峰的分离度均大于 1.5, 理论塔板数以各成分色谱峰计均高于 3 000。色谱图见图 1。

2.3 溶液制备

2.3.1 对照品溶液制备 精密称取 *L*-苯丙氨酸、原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、槲皮素对照品适量, 加甲醇溶解, 配成质量浓度分别为 0.213、0.623、1.025、1.015、0.214、5.239、5.205、0.211 mg/mL 的对照品溶液, 备用。

2.3.2 供试品溶液制备 精密称取干燥至恒定质量的样品粉末 (过 60 目筛) 1.0 g, 置于 10 mL 量瓶中, 加入 10 mL 甲醇, 称定质量, 室温下, 超声功率 480W, 超声提取 60 min (每 30 分钟停止 15 min) 后取出, 放冷用甲醇补足减失质量, 摇匀, 置于 10 mL 离心管中 4 000 r/min 离心 10 min, 吸取上层清液过 0.22 μ m 微孔滤膜, 即得。

2.4 线性关系考察

以配制好的对照品溶液为母液，对其进行倍比稀释，稀释成一系列质量浓度的溶液，按照“2.2”

项下色谱条件进样测定，以质量浓度为横坐标 (X)，峰面积为纵坐标 (Y) 绘制标准曲线，结果见表 1。各成分在各自线性范围内线性关系良好。

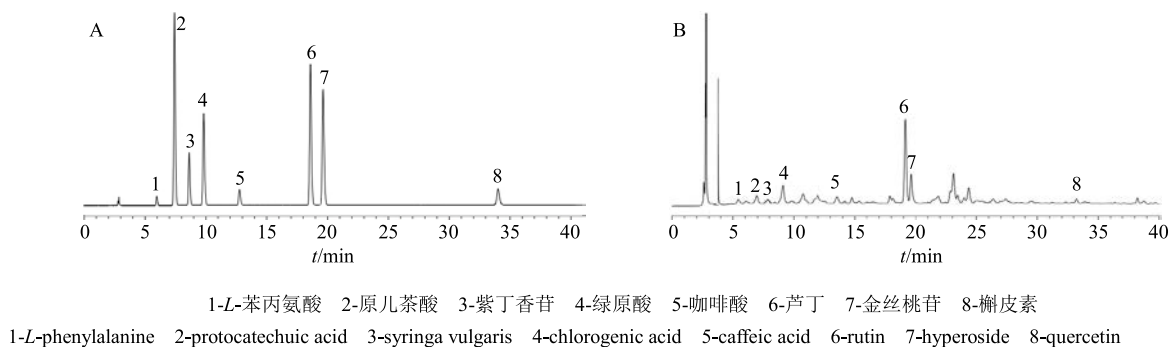


图 1 对照品 (A) 和样品 (B) 的 HPLC 图

Fig. 1 HPLC of reference substance (A) and sample (B)

表 1 8 种成分的回归方程及线性范围

Table 1 Regression equation and linear range of eight components

成分	回归方程	线性范围/($\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$)	r
L-苯丙氨酸	$Y=5\times 10^7 X-30\ 103$	13.312~213.000	0.999 9
原儿茶酸	$Y=1\times 10^8 X-101\ 400$	9.734~623.000	0.999 8
紫丁香苷	$Y=3\times 10^7 X+7\ 175.6$	16.015~1\ 023.000	0.999 7
绿原酸	$Y=3\times 10^7 X-543\ 193$	63.438~1\ 015.000	0.999 7
咖啡酸	$Y=5\times 10^7 X-123\ 851$	13.375~214.000	0.999 2
芦丁	$Y=1\times 10^7 X+412\ 021$	20.464~5\ 239.000	0.999 1
金丝桃苷	$Y=1\times 10^7 X+291\ 519$	20.332~5\ 205.000	0.999 8
槲皮素	$Y=1\times 10^8 X-294\ 878$	3.296~211.000	0.999 5

2.5 方法学考察

2.5.1 精密度试验 取对照品溶液适量，在“2.2”项色谱条件下，连续进样 6 次，测得 L-苯丙氨酸、原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、槲皮素峰面积 RSD 分别为 1.69%、1.78%、0.58%、0.79%、1.22%、0.98%、1.04%、0.86%。

2.5.2 重复性试验 取 S1 样品 6 份，每份各 1 g，分别制备成供试品溶液，按照“2.2”项下色谱条件进行含量测定，测得样品中各成分 RSD 分别为 1.01%、0.67%、0.85%、1.12%、1.26%、1.05%、1.37%、1.56%，表明该方法重复性好。

2.5.3 稳定性试验 取同一供试品溶液，室温下 0、6、8、10、12 h 分别进样，按照“2.2”项下色谱条件进样各成分的峰面积 RSD 分别为 0.65%、0.88%、1.02%、0.89%、1.62%、1.44%、2.01%、0.83%，表明供试品溶液在 12 h 内稳定。

2.5.4 加样回收率试验 精密吸取已知含量的提

取液 2 mL，加入适量对照品溶液，加入甲醇定容到 5 mL，平行制样 6 份，按“2.2”项下色谱条件进行分析，每份溶液进样平行测定 3 次，计算回收率。8 种成分的平均加样回收率在 99.89%~100.24%，其 RSD 在 1.25%~2.35%，表明此方法准确性良好，符合试验要求。

2.6 样品含量测定

5 批样品，每批 3 份，按照“2.3.2”项下方法制备供试品溶液，在“2.2”项色谱条件下测定，根据相应已知的标准方程计算其样品含量。

2.7 数据处理

数据统计和主成分分析等采用 Excel 2007 及 SPSS21.0 软件完成。

3 结果与分析

3.1 不同时期刺五加百叶干质量动态变化

经测定，不同时期刺五加百叶干质量动态变化情况如图 2 所示。

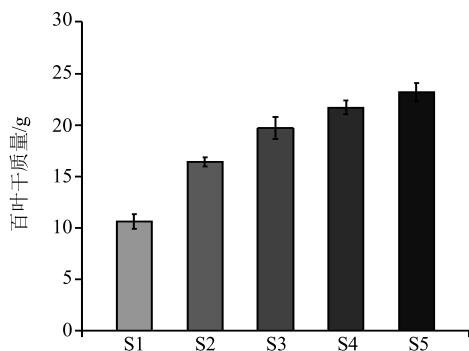


图 2 不同时期刺五加百叶干质量的变化

Fig. 2 Changes in dry weight of one hundred leaves of *A. senticosus* in different periods

由图 2 可知, 刺五加百叶干质量在 S1~S5 生长季节里呈不断增长趋势, 在 S1~S2 期迅速增长, S2~S3 期增长减缓, S3 期之后缓慢增长, S5 期刺五加百叶干质量达到最大值。

3.2 刺五加叶 8 种成分含量动态变化

按照“2.6”项下的方法测定不同时期刺五加叶中 8 种成分的含量, 变化趋势见图 3、4。

于同一地点不同时期采收刺五加叶, 8 种成分含量积累变化有差异, 其中 *L*-苯丙氨酸和槲皮素含量波动变化较小, 原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷含量变化波动较大。结合图 2、3 进行详细分析, 在 S1 时, 除原儿茶酸达到监测全程的含量积累最大值 0.502 7 mg/g 外, 其他 5 种成分含量均处于较低水平, 但在 S1~S2 期间, 这 5 种成分都处于积累升高状态。在 S2 时, 除原儿茶酸含量积累有所下降外, 紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷这 5 种成分含量均达到监测全程的最大值, 分别 0.649 0、6.376 4、1.137 9、42.635 7、46.733 4 mg/g。在 S3 至 S5 期间, 8 种

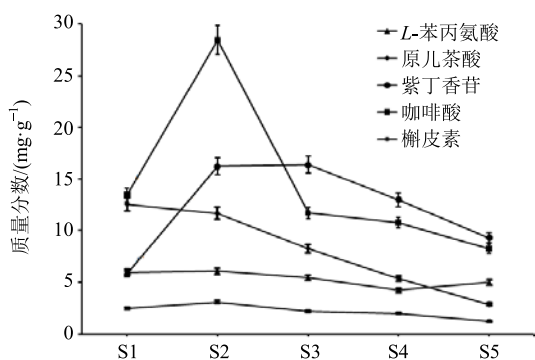


图 3 不同时期刺五加叶样品中 5 种成分含量变化

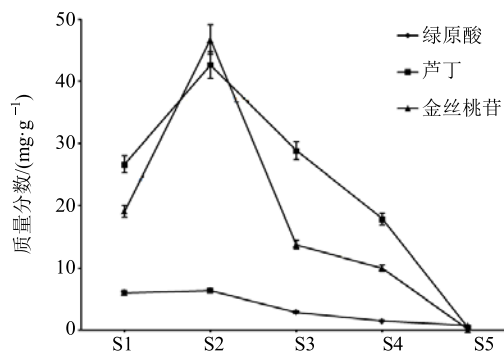
Fig. 3 Changes in contents of five components in *A. senticosus* leaves samples at different periods

图 4 不同时期刺五加叶样品中 3 种成分含量变化

Fig. 4 Changes in content of three components in *A. senticosus* leaves samples at different periods

有效成分含量均呈下降趋势, 以咖啡酸、芦丁、金丝桃苷下降较为明显。在 S5 时, 除 *L*-苯丙氨酸和紫丁香苷外, 其他 6 种有效成分含量均达到监测全程的最小值, 分别为 0.115 0、0.657 7、0.330 2、0.399 0、0.066 4、0.048 9 mg/g。

3.3 不同时期每百片刺五加叶中 8 种有效成分积累总量变化趋势

从图 5 可知, 不同时期刺五加叶 8 种成分积累总量 (有效成分积累总量 = 有效成分总量 × 百叶质量) 整体呈先上升后下降的变化规律。即在 S1~S2 期间总量总体呈上升趋势, 到 S2 时达到最大, 为 1.615 g, S2~S3 期间总量急剧下降, S3~S5 之后随着采收时间的推迟, 有效成分积累总量 (每百叶) 呈明显下降趋势。

3.4 基于主成分分析的不同时期刺五加叶的综合评价

主成分分析, 是考察多个变量间相关性的一种多元统计方法, 通过原始变量中导出少数几个主成分, 使它们尽可能多的保留原始变量的信息, 且彼

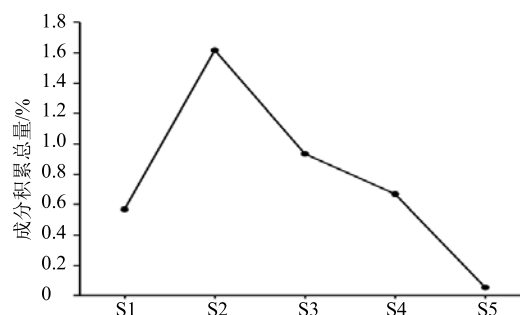


图 5 不同时期刺五加 8 种有效成分积累总量变化

Fig. 5 Variation of total active constituents of eight active constituents of *A. senticosus* leaves in different periods

此间互不相关,将多个具有相关性指标转换成少数几个互相独立的综合指标(即主成分),通过将各指标得分与其权重结合进行综合评分^[21-22]。

参考何首乌^[23]、草珊瑚^[24]、头花蓼^[25]等中药材的采

收期综合评价方法,采用 SPSS 21.0 统计软件,对 *L*-苯丙氨酸、原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、槲皮素进行主成分分析,计算其相关矩阵特征值与特征向量,得到特征值和贡献率见表 2。

表 2 成分的初始特征值与贡献率

Table 2 Initial eigenvalues and contribution rates of components

成分	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差/%	累积贡献率/%	合计	方差/%	累积贡献率/%
1	6.078	75.981	75.981	6.078	75.981	75.981
2	1.357	16.959	92.940	1.357	16.959	92.940
3	0.311	3.893	96.833			
4	0.253	3.167	100.000			
5	4.16×10^{-16}	5.20×10^{-15}	100.000			
6	1.76×10^{-16}	2.20×10^{-15}	100.000			
7	-2.16×10^{-16}	-2.70×10^{-15}	100.000			
8	-3.66×10^{-16}	-4.57×10^{-15}	100.000			

由表 2 可知,特征值大于 1 的有 2 个主成分,两者方差累积率为 92.24% > 80%,能够客观反映刺五加叶药材的内在质量,故选取 F_1 、 F_2 进行分析。根据特征向量,计算刺五加样品各自主成分得分,由此可以得到主成分线性组合表达式, $F = 0.817\ 5\ F_1 + 0.182\ 5\ F_2$, 其中 F 为综合得分, F_1 为第 1 主成分, F_2 为第 2 主成分。由主成分综合评价表达式,可以计算出不同时期刺五加叶综合评价得分并排序,结果见表 3,综合得分值越高,综合品质越好。再将 8 种成分积累总量与主成分综合评价得分结合做图,结果见图 6,由此来确定最适宜采收期。

根据表 3 综合评价排序可以看出,刺五加叶在 S2 (7 月 3 日) 时采收样品 F 值最高,并与直观折线图分析结果一致。并由图 6 可知,在考虑 *L*-苯丙氨酸、原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷、槲皮素这 8 种成分积累总量时, S1 ~ S2 期间 (6 月下旬 ~ 7 月份月上旬) 为刺五加叶最适宜采收期。

4 讨论

预试验对提取溶剂 (体积分数为 50%、75%、100% 甲醇)、提取时间 (30、40、60 min) 进行了考察,结果表明,100% 甲醇为最适宜提取刺五加叶的溶剂,60 min 为最佳提取时间,但为了防止超声时间过长产热,对提取效果有影响,每提取 30 min 时,会停止 15 min。因此选择 100% 甲醇提取 60 min (每 30 分钟停止 15 min)。

此实验首次采用 HPLC 对刺五加叶中 *L*-苯丙氨

表 3 不同采收期刺五加叶的主成分因子得分

Table 3 Principal component factor scores of *A. senticosus* leaves at different harvesting periods

样品	F_1	F_2	F	排序
S1	1.092 5	-1.917 1	0.543 2	2
S2	3.446 5	0.721 5	2.949 1	1
S3	0.008 8	0.690 0	0.133 1	3
S4	-1.603 0	0.813 2	-1.162 2	4
S5	-2.944 0	-0.307 6	-2.463 2	5

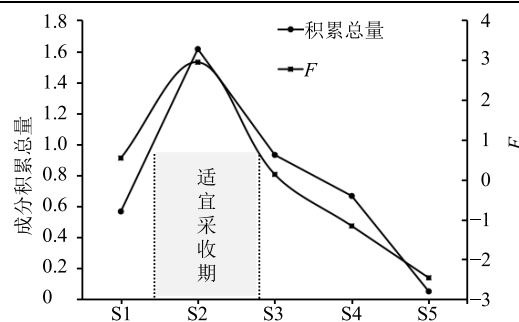


图 6 刺五加叶采收期综合评价结果

Fig. 6 Comprehensive evaluation results of harvesting period of *A. senticosus* leaves

酸、原儿茶酸、紫丁香苷、绿原酸、咖啡酸、芦丁、金丝桃苷和槲皮素的含量进行了测定,建立方法初期,首先采用甲醇-水与乙腈-水,分别作为流动相,结果表明分离效果均不好,并且难以达到基线分离,后以乙腈-0.1%磷酸水溶液为流动相,分离效果明显得到改善,但个别峰依旧出现严重拖尾现象,故增加磷酸水溶液为 0.3%,结果分离效果较为理想。

等度洗脱时,其他成分相互有干扰,而采用梯

度洗脱时,各有效色谱峰和分离效果良好。同时,检测时为保证 8 种指标成分都具有较高的灵敏度,能够准确测定各成分含量,采用全波长扫描,发现在 206 nm 处,均具有较大的吸收值。

以往研究对刺五加叶采收期的研究都以单一化学成分或单一类成分作为考察指标,难以客观、科学地反映其内在质量,而本次研究首次以刺五加叶中 8 种有效成分作为考察指标,采用主成分分析法对不同采收期刺五加叶中 8 种有效成分含量进行了综合评价,并将 8 种有效成分积累量与叶片干质量结合分析,结果更加科学合理,为刺五加叶适宜采收期提供数据支持,同时也为刺五加叶内在质量综合评价体系的建立提供参考。

对比张爽等^[26]对不同时期刺五加茎中有效成分积累量的动态变化研究发现,在 6 月初,茎、叶共有的有效成分均处较低的水平。在 7 月初,刺五加茎、叶中有效成分积累量均呈上升趋势,且刺五加叶中的有效成分的积累量达到了最高水平。在 8 月之后刺五加茎中的有效成分积累量呈稳定升高的趋势,而刺五加叶中有效成分积累量均呈明显下降趋势,其可能与刺五加的养分传输具有节律性有关,所以确定刺五加叶的适宜采收期对于整个植株的研究具有重要的意义。特别是对于刺五加这种濒危物种,自然资源极为有限,制约该种群可持续自然更新的因素又很多,如何保持最大生物利用度的利用刺五加资源具有深远的研究价值。

参考文献

- [1] 严永清. 中药辞海 (第 2 卷) [M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1996.
- [2] 张德花. 刺五加叶生药学及其制剂研究 [D]. 长春: 长春中医药大学, 2012.
- [3] 郑友兰. 刺五加叶颗粒和袋泡茶的研制 [D]. 长春: 吉林省利生源生物制品有限公司, 2003.
- [4] 刘志强. 刺五加冻干针剂 (粉剂) 研制 [D]. 长春: 中国科学院长春应用化学研究所, 2005.
- [5] 黄晓巍, 刘玥欣, 张啸环. 刺五加叶化学成分、药理作用及现代临床应用研究进展 [J]. 吉林中医药, 2017, 37(6): 611-613.
- [6] 王知斌, 郭江涛, 姜海, 等. 刺五加叶的化学成分和药理作用研究 [J]. 中医药信息, 2013, 30(3): 29-32.
- [7] 程昆木, 王斌, 鲍建才, 等. 刺五加叶中化学成分分析 [J]. 人参研究, 2008(3): 9-13.
- [8] 李筱玲, 邓寒霜. 刺五加茎叶化学成分分析 [J]. 商洛师范专科学校学报, 2006(1): 103-105.
- [9] 董文婷, 霍金海, 张海燕, 等. 刺五加叶的药理作用研究进展 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(23): 220-223.
- [10] 谢新, 狄留庆. 刺五加叶化学成分和药理作用研究进展 [J]. 中国现代中药, 2008, 10(11): 6-8.
- [11] 郑颖, 金银萍, 王英平, 等. 无梗五加的化学成分及药理作用研究进展 [J]. 特产研究, 2012, 34(1): 72-75.
- [12] 王俊标, 赵红丹, 徐春玲, 等. 刺五加叶不同部位抗氧化活性的研究 [J]. 人参研究, 2012, 24(3): 11-15.
- [13] 杜佳新, 顾玉红, 张博, 等. 刺五加有效成分的抗肿瘤作用研究与评价 [J]. 中国医院用药评价与分析, 2010, 10(3): 199-200.
- [14] 周蕾, 王梦楠, 朱霄, 等. 刺五加对中枢神经系统的活性成分、药理作用及临床应用 [J]. 湖南中医药大学学报, 2018, 38(8): 961-964.
- [15] 陆璐, 阎墨, 赵晓红, 等. HPLC 法测定不同采收期刺五加叶中紫丁香苷的含量 [J]. 人参研究, 2011, 23(3): 15-18.
- [16] 蔡恩博, 张崇禧, 雷冰, 等. 不同采收期刺五加叶与无梗五加叶活性成分分析 [J]. 中国药理学杂志, 2010, 45(3): 175-178.
- [17] 张崇禧, 黄建军, 施威, 等. 不同采收期刺五加叶中多糖含量测定 [J]. 人参研究, 2008(4): 5-8.
- [18] Sun H, Liu J, Zhang A, et al. Characterization of the multiple components of *Acanthopanax senticosus* stem by ultra high performance liquid chromatography with quadrupole time-of-flight tandem mass spectrometry [J]. *J Separ Sci*, 2015, 39(3): 496-502.
- [19] Yu X Y. Neuroprotective effect of *Alpinia oxyphylla* extract against glutamate-induced apoptosis in cultured mouse cortical neurons [J]. *Neurosci Res Commun*, 2003, 33(2): 103-105.
- [20] An L J, Guan S, Shi G F, et al. Protocatechuic acid from *Alpinia oxyphylla* against MPP⁺-induced neurotoxicity in PC12 cells [J]. *Food Chem Toxicol*, 2006, 44(3): 436-443.
- [21] 刘威, 龚伟, 张嵩, 等. 基于主成分分析和判别分析法对不同品种及规格鹿茸的差异性研究 [J]. 药物分析杂志, 2018, 38(12): 2084-2092.
- [22] 孙立丽, 王萌, 任晓亮. 化学模式识别方法在中药质量控制研究中的应用进展 [J]. 中草药, 2017, 48(20): 4339-4345.
- [23] 罗益远, 刘娟秀, 刘训红, 等. 不同采收期何首乌中多元功效物质的动态积累分析 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40(13): 2565-2570.
- [24] 徐翔英, 袁林清, 彭琴, 等. 主成分分析法考察不同采收期草珊瑚中 7 个化学成分的含量 [J]. 中国药理学杂志, 2018, 53(9): 675-681.
- [25] 余欣洋, 张丽艳, 谢宇, 等. 主成分分析确定头花蓼最佳采收时间及初加工方法 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(21): 90-92.
- [26] 张爽, 付士朋, 刘悦, 等. HPLC 法分析刺五加茎中原儿茶酸及苯丙素类成分动态累积规律研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(8): 1410-1414.