

# 白刺花中3种生物碱的含量及HPLC指纹图谱

张艳华<sup>1,2</sup>,潘芳慧<sup>1</sup>,何宝佳<sup>2</sup>,王友保<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>安徽师范大学生命科学学院生物环境与生态安全安徽省高校省级重点实验室;

<sup>2</sup>皖南医学院药学院,芜湖 241002

**摘要:**为建立白刺花高效液相指纹图谱,并测定白刺花不同部位(根、茎、叶)苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的含量。实验采用AgilentTC-C<sub>18</sub>(2)色谱柱(250×4.6 mm,5 μm),以乙腈-0.09%三乙胺水溶液(4:96,磷酸调pH3.5)为流动相,流速为1.0 mL/min,紫外检测波长205 nm,柱温35 °C。建立了白刺花的高效液相指纹图谱,确定了14个共有峰,样品的相似度在0.9以上。在该色谱条件下,各成分有较好的分离度,苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱分别在6.34~101.5、6.47~103.5、8.38~100.5 μg/mL范围内呈良好的线性关系( $r > 0.999$ )。用该方法测得白刺花根中苦参碱、槐果碱、氧化苦参碱的平均含量分别为8.2048、1.2371、66.1476 mg/g;茎中分别为4.2463、1.5496、25.0351 mg/g;叶中分别为9.3148、6.9474、1.5734 mg/g。该方法简单、准确,可用于白刺花的质量控制。

**关键词:**白刺花;生物碱;高效液相色谱法;指纹图谱

中图分类号:R284.2;R931.6

文献标识码:A

文章编号:1001-6880(2019)5-0797-06

DOI:10.16333/j.1001-6880.2019.5.009

## HPLC fingerprint and contents of three kinds of alkaloids of *Sophora davidii* (Franch.) Skeels

ZHANG Yan-hua<sup>1,2</sup>, PAN Fang-hui<sup>1</sup>, HE Bao-jia<sup>2</sup>, WANG You-bao<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Provincial Key Laboratory of Biotic Environment and Ecological Safety in Anhui, College of Life Sciences, Anhui Normal University;

<sup>2</sup> Wannan Medical College, Wuhu 241002, China

**Abstract:** To establish HPLC fingerprint and determine the contents of three kinds of alkaloids in *Sophora davidii* (Franch.) Skeels. The chromatographic analysis were carried out on a AgilentTC-C<sub>18</sub> column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm) with acetonitrile-0.09% triethylamine (phosphoric acid adjusted to pH3.5) for the split 4:96 as the mobile phase at a flow rate of 1.0 mL/min. The detect wavelength was set at 205 nm, and the column temperature was set at 35 °C. The HPLC fingerprint of *S. Davidii* was established, and 14 common peaks were determined. The similarity of the sample was above 0.9. Under these chromatographic conditions, each component has a good resolution, three alkaloids (matrine, sophocarpine and oxymatrine) have a good linear relationship in the range of 6.34-101.5, 6.47-103.5 and 8.38-100.5 μg/mL, respectively. The average content of three alkaloids in the roots was 8.2048, 1.2371 and 66.1476 mg/g, respectively. Simultaneously, the content in the stems was 4.2463, 1.5496, 25.0351 mg/g, and in the leaves it was 9.3148, 6.9474, 1.5734 mg/g. The method is simple and accurate, and can be used for quality control of *S. Davidii*.

**Key words:** *Sophora davidii*; alkaloid; HPLC; fingerprint

白刺花 *Sophora davidii* (Franch.) Skeels 为豆科槐属药用植物,又名马鞭采、马蹄针、白刻针、铁马胡烧、白花刺、狼牙槐、狼牙刺,为多年生野生灌木或小乔木,广泛分布于海拔2500米以下的山坡、路边

收稿日期:2018-09-26 接受日期:2019-04-22

基金项目:2016年高校优秀中青年骨干人才国内访学研修重点项目(gxfxZD2016154);重要生物资源保护与利用研究安徽省重点实验室基金

\*通信作者 E-mail:wyb74@126.com

和河谷等,资源十分丰富,它的根、花、叶、茎、果实均可药用,《中华本草》和《中药大辞典》等本草书籍中均有记载<sup>[1-2]</sup>,具有清热、解毒、凉血,利湿消肿等功效,主治鼻血、便血、痢疾、膀胱炎、血尿、水肿等。也有人研究发现其具有降血糖和抗氧化活性<sup>[3-4]</sup>。前期研究表明,白刺花中主要有效物质基础是生物碱和黄酮类化合物<sup>[5-8]</sup>,其中生物碱类主要有苦参碱、槐果碱、槐定碱、槐根碱、氧化苦参碱、氧化槐果碱

等,针对这些成分已经做了许多方面的研究工作<sup>[9]</sup>。目前对白刺花的研究多集中在花和果实<sup>[10-12]</sup>,其根、茎、叶中是否含有同样的化学成分,是否具有相同的药效尚未研究,也没有建立有效的质量评价方法用于控制其药材质量。本文采用HPLC法,建立白刺花的高效液相色谱指纹图谱,并同时测定白刺花中苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的含量,为白刺花的质量控制提供科学依据。

## 1 仪器与材料

### 1.1 仪器

日本岛津 LC-20A 高效液相色谱仪(日本岛津,SPD-M20A 检测器、LC-20AT 真空在线脱气机、LC-20AT 四元泵、CTO-10AS 柱温箱),AUW-220D 型电子天平(日本岛津),EYELA 型旋转蒸发仪(上海爱朗仪器有限公司),KQ5200B 型超声清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。PHS-3C 精密 pH 计(上海越平科学仪器有限公司)、电热鼓风干燥箱(上海一恒科学仪器有限公司)。

### 1.2 材料

白刺花实验药材采自甘肃省平凉市庄浪县柳梁乡,经皖南医学院学生药学教研室包淑云副教授鉴定为豆科槐属植物白刺花 *Sophora davidii* ( Franch.) Skeels,苦参碱(中国食品药品检定研究院,批号:110805-201709)、氧化苦参碱(中国食品药品检定研究院,批号:110780-201508)、槐果碱(成都瑞芬思生物科技有限公司),乙腈(色谱纯,Merck 公司);其他试剂均为分析纯,水为娃哈哈纯净水。

## 2 方法与结果

### 2.1 溶液的制备

#### 2.1.1 对照品溶液的制备

分别精密称取苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱标准品适量于 10 mL 容量瓶中,用甲醇溶解并定容,并各取 1 mL 混合稀释得含苦参碱 101.5 μg/mL、槐果

碱 103.5 μg/mL 和氧化苦参碱 100.5 μg/mL 的混合对照品贮备溶液,备用。

### 2.1.2 供试品溶液的制备

取白刺花的根、茎和叶分别粉碎,过三号筛。精密称取各样品约 1 g,以 95% 乙醇连续回流提取 8 h。提取液抽滤并浓缩至 50 mL 左右。用 10% 硫酸酸化浓缩液至 pH3 左右,用乙醚萃取酸化液取下层液。将下层液用 25% 氨水碱化至 pH11 左右,用氯仿萃取 8 次,每次使用氯仿 50 mL,合并氯仿层液。减压回收氯仿得浸膏,用少量甲醇溶解浸膏后,转入 50 mL 容量瓶中定容,备用,每一样品平行制备 3 份。

### 2.2 色谱条件

采用 Agilent TC-C<sub>18</sub>(2) 色谱柱(4.6 × 250 mm, 5 μm),流动相乙腈:0.09% 三乙胺水溶液(4:96, 磷酸调 pH3.5),检测波长 205 nm,流速 1.0 mL/min,进样量 10 μL,柱温 35 °C。

### 2.3 系统适用性试验

分别取上述混合对照品溶液和样品溶液按“2.2”项下色谱条件进样分析,苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的保留时间分别为 9.4、11.8、16.7 min,各成分色谱峰与相邻色谱峰分离度均大于 1.5,理论塔板数均大于 5 000。色谱图见图 1。

### 2.4 方法学考察及结果

#### 2.4.1 线性关系考察

精密吸取“2.1.1”项下对照品混合储备溶液 0.5、1.0、2.0、3.0、5.0 mL,置于 10 mL 容量瓶中,用甲醇稀释定容,配制成系列对照品溶液。按 2.2 项下色谱条件进样分析,测定峰面积。以峰面积(Y)为纵坐标,对照品浓度(X)为横坐标,绘制标准曲线,计算得到线性回归方程(见表 1)。

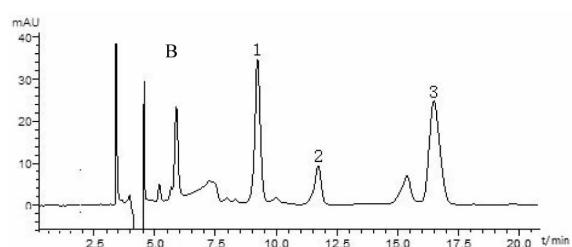
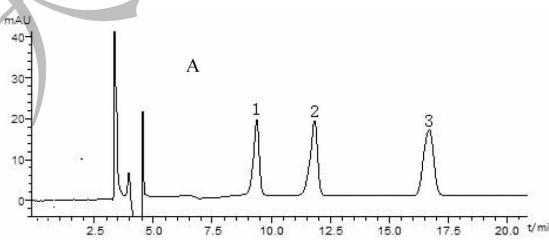


图 1 标准品(A)和样品(B)的 HPLC 图

Fig. 1 HPLC chromatograms of standards (A) and a sample of *S. davidii* (B)

注:1. 苦参碱;2. 槐果碱;3. 氧化苦参碱。

Note: 1. Matrine; 2. Sophocarpine; 3. Oxymatrine.

表1 三种生物碱的回归方程、线性范围和相关系数

Table 1 Regression equation, linear range and correlation coefficient of three alkaloids

白刺花生物碱 Alkaloids	线性回归方程 Regression equation	线性范围 Linear range (μg/mL)	R
苦参碱 Matrine	$Y = 8488.6X + 2642.2$	6.34 ~ 101.5	0.999 7
槐果碱 Sophocarpine	$Y = 10940X - 22386$	6.47 ~ 103.5	0.999 5
氧化苦参碱 Oxymatrine	$Y = 13133X - 8303.9$	8.38 ~ 100.5	0.999 5

#### 2.4.2 精密度试验

精密吸取对照品混合溶液 10 μL, 按“2.2”项下色谱条件分析, 连续重复进样 6 次, 记录峰面积, 计算得苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的峰面积 RSD ( $n = 6$ ) 分别为 0.82%、0.63%、0.32% 均符合要求, 表明精密度良好。

#### 2.4.3 稳定性试验

取同一份供试品溶液, 分别在 0、2、4、8、12、24 h 进样 10 μL, 记录峰面积, 计算得苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的峰面积 RSD ( $n = 6$ ) 分别为 0.86%、1.2%、0.72%。结果表明 3 种生物碱在 24 h 内稳定性良好。

#### 2.4.4 重复性试验

取同一批白刺花药材 6 份, 按“2.1.2”项下的制备方法制备供试品溶液, 按“2.2”项下色谱条件测定 3 种生物碱的含量, 苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的平均峰面积 RSD ( $n = 6$ ) 分别为 1.24%、0.96%、1.38%。表明样品测定重复性良好。

#### 2.4.5 加样回收率试验

分别精密称取已知含量的白刺花药材粉末约 0.5 g, 共 9 份, 分成 3 组, 分别加入各对照品溶液适量, 每个浓度平行操作 3 组, 按“2.1.2”项下的制备方法制备供试品溶液, 在“2.2”项色谱条件下测定, 计算得苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的加样回收率结果见表 2。

表2 回收率试验结果( $n = 9$ )  
Table 2 Results of recoveries ( $n = 9$ )

成分 Component	样品量 Sample amount (g)	样品含量 Sample content (mg/g)	加入量 Added (mg)	测得量 Measured (mg/g)	回收率 Recovery (%)	平均回收率 Average recovery (%)	RSD (%)
苦参碱 Matrine	0.502 4	0.214 6	0.170 9	0.383 4	98.8	99.6	0.97
	0.501 5	0.214 2	0.170 9	0.384 4	99.6		
	0.500 5	0.213 8	0.170 9	0.386 8	101.2		
	0.501 2	0.214 1	0.213 6	0.429 0	100.6		
	0.501 6	0.214 3	0.213 6	0.424 7	98.5		
	0.502 3	0.214 6	0.213 6	0.427 6	99.7		
	0.501 2	0.214 1	0.256 3	0.466 6	98.5		
	0.501 7	0.214 3	0.256 3	0.468 5	99.2		
	0.502 1	0.214 5	0.256 3	0.471 8	100.4		
槐果碱 Sophocarpine	0.500 6	0.075 2	0.060 2	0.135 2	99.7	99.4	1.02
	0.502 7	0.075 6	0.060 2	0.134 9	98.5		
	0.501 4	0.075 4	0.060 2	0.134 6	98.3		
	0.501 2	0.075 3	0.075 2	0.150 4	99.9		
	0.502 3	0.075 5	0.075 2	0.151 6	101.2		
	0.501 3	0.075 3	0.075 2	0.151 0	100.7		
	0.503 6	0.075 7	0.090 2	0.164 7	98.7		

续表2(Continued Tab. 2)

成分 Component	样品量 Sample amount (g)	样品含量 Sample content (mg/g)	加入量 Added (mg)	测得量 Measured (mg/g)	回收率 Recovery (%)	平均回收率 Average recovery (%)	RSD (%)
氧化苦参碱 Oxymatrine	0.501 8	0.075 4	0.090 2	0.164 5	98.8		
	0.502 4	0.075 5	0.090 2	0.164 9	99.1		
	0.501 3	0.336 4	0.268 4	0.609 7	101.8	100.2	1.32
	0.500 9	0.336 1	0.268 4	0.608 5	101.4		
	0.503 2	0.337 6	0.268 4	0.604 1	99.3		
	0.501 9	0.336 8	0.335 5	0.667 3	98.5		
	0.501 4	0.336 4	0.335 5	0.671 2	99.8		
	0.502 5	0.337 2	0.335 5	0.669 7	99.1		
	0.501 6	0.336 6	0.402 6	0.745 6	101.6		
	0.500 8	0.336 0	0.402 6	0.743 4	101.2		
	0.502 3	0.337 0	0.402 6	0.734 9	98.8		

## 2.5 样品含量测定

各取3份样品,按“2.1.2”项下的制备方法制备供试品溶液,按“2.2”项下色谱条件测定各峰面积,计算各样品中苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的含量,结果见表3。

表3 样品含量测定结果(mg/g,n=3)

Table 3 Determination results of the samples(mg/g,n=3)

样品 Sample	编号 No.	苦参碱 Matrine	槐果碱 Sophocarpine	氧化苦参碱 Oxymatrine
根 Radix	1	8.517 4	1.281 3	66.408 8
	2	7.834 6	1.236 3	66.168 7
	3	8.262 5	1.193 8	65.865 3
茎 Caulis	1	4.265 7	1.612 7	25.244 1
	2	4.527 4	1.482 5	25.146 2
	3	3.945 7	1.553 7	24.714 9
叶 Folium	1	9.455 0	7.184 3	1.614 5
	2	9.352 8	6.745 2	1.523 8
	3	9.136 7	6.912 6	1.581 9

## 2.6 白刺花指纹图谱的建立与分析

### 2.6.1 样品指纹图谱的测定

取3个批次的白刺花样品,按“2.1.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2”项下色谱条件依次进样分析,记录60 min HPLC色谱峰,图2为白刺花根在60 min的HPLC图谱。

### 2.6.2 共有峰的标定与确认

将3批白刺花样品的指纹图谱数据导入“中药色谱指纹图谱相似度评价系统(2004A版)”,选取

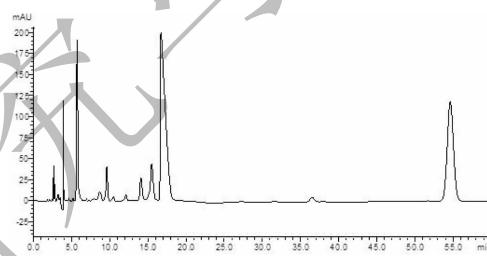


图2 白刺花根高效液相图谱

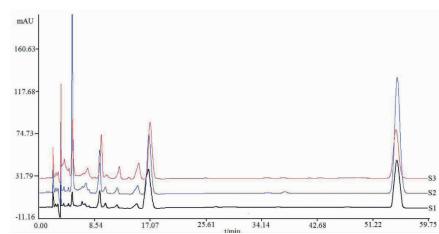
Fig. 2 HPLC chromatograms of radix of *S. davidii*

图3 3批白刺花的HPLC指纹图谱

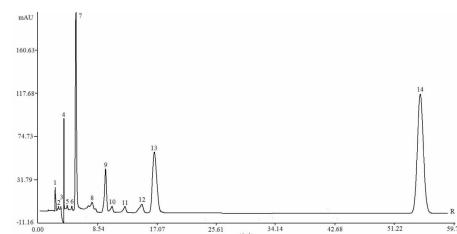
Fig. 3 HPLC fingerprints of 3 batches of *S. davidii*

图4 3批白刺花样品HPLC指纹图谱共有峰

Fig. 4 Common peaks in HPLC fingerprints of 3 batches of *S. davidii*

注:9 苦参碱;11 槐果碱;13 氧化苦参碱。

Note:9 Matrine;11 Sophocarpine;13 Oxymatrine.

时间窗宽度为0.5 min,以中位数生成对照图谱,经过多点校正后,自动匹配,得到指纹图谱及共有模式对照指纹图谱,见图3和图4,结果显示,3批样品的指纹图谱匹配后相似度计算结果大于0.9,共有模式指纹图谱中,标定14个共有峰,构成白刺花指纹

图谱的特征峰,3批样品指纹图谱中共有峰的保留时间和峰面积见表4。其中,根据图1对照品图谱,分别指认出9号峰(苦参碱)、11号峰(槐果碱)、13号峰(氧化苦参碱)。

表4 3批样品指纹图谱中共有峰的保留时间和峰面积

Table 4 The retention time and peak area of the fingerprints of 3 batches of samples

峰号 Peak No.	保留时间 $t_R$	峰面积 Peak area			保留时间 RSD (%)	峰面积 Peak area RSD (%)
		S1	S2	S3		
1	3.911	225 556	239 994.9	218 108.1	0.18	4.88
2	4.231	241 538.8	241 302.6	191 961.5	0.69	12.70
3	4.654	172 829.4	190 289.2	155 469.6	0.29	10.07
4	5.134	312 293.3	325 838.1	307 469.2	0.13	3.02
5	5.554	308 834.8	426 442	654 688.7	1.22	37.95
6	6.052	299 267.4	281 827.9	245 400	0.69	9.98
7	6.652	668 096.6	922 218	818 559.8	0.6	15.91
8	7.981	592 081.1	656 820.8	610 393.3	1.13	5.38
9	9.432	526 061.9	951 177	928 645.9	0.2	29.83
10	9.935	155 886.9	306 774.6	123 892	0.13	49.95
11	11.794	80 481.9	162 103.9	331 745.9	0.1	66.95
12	14.805	183 317.5	335 555.5	624 917.4	0.62	58.84
13	16.764	2153 433	2527 847	2305 590	0.57	8.09
14	54.824	5375 863	6763 990	4819 185	0.25	17.72

### 3 结论

高效液相色谱法分析含有生物碱的样品时,如果选择 $C_{18}$ 色谱柱时,生物碱上的碱性氮原子容易与 $C_{18}$ 柱上未键合酸性硅醇基相互作用而导致色谱峰展宽拖尾,使分离效能降低,为了能屏蔽这些相互作用,常在流动相中加入一定量的碱性物质如二乙胺、三乙胺或强碱弱酸盐等,改善分离效果,但是当流动相为碱性时,一般的键合相硅胶在pH大于8时即开始溶解,对色谱柱产生不可逆的影响,导致柱效下降,因此,在加入三乙胺改善峰形的同时,一般需要调节流动相pH值为弱碱性或者酸性,而不致一般键合硅胶溶解。在碱性时,各生物碱保持游离状态,达到一定酸性时,生物碱处于解离状态。通过查阅相关资料,对3种生物碱测定的流动相进行了考察,采用甲醇-0.1%磷酸、甲醇-0.1%三乙胺(磷酸调pH值7.5),甲醇-0.06%三乙胺(磷酸调pH值3.5)等不同比例的系统作为流动相,分离效果均不理想,当甲醇浓度升高时,形成的磷酸盐的溶解度下降,导致柱压变大,灵敏度下降,检测基线不稳定。

当把甲醇换成乙腈后,情况明显改善,最终确定以乙腈-0.09%三乙胺水溶液(4:96,磷酸调pH3.5)为流动相,各生物碱得到了好的分离。

结合3种生物碱的碱性和溶解性能,本文考察了不同提取溶剂对3种生物碱提取率的影响。苦参碱和槐果碱脂溶性,溶于有机溶剂,而氧化苦参碱极性较大,易溶于水、甲醇和乙醇,为了使各生物碱都有好的溶出率,选择用不同比例醇类溶剂和酸水溶液提取,发现用95%乙醇作为提取溶剂时,对3种生物碱的提取率明显高于低浓度的醇和酸水溶液,故选择95%的溶剂为提取溶剂。

白刺花中三种生物碱的含量测定结果显示,白刺花根、茎、叶中均含有苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱,根和茎中氧化苦参碱的含量明显高于苦参碱和槐果碱,槐果碱含量最低;而叶中氧化苦参碱的含量最低,苦参碱的含量最高;叶中槐果碱的含量明显高于根和茎。豆科槐属植物是提取苦参碱等系列生物碱的重要来源,其中苦参作为常用药材被《中华人民共和国药典》一部收载,其质量控制以含苦参碱

和氧化苦参碱的总量不得少于 1.2% 为标准,从白刺花的测定结果以及文献资料显示,白刺花的根、茎、叶、花和果实中均含有这一系列生物碱,其含量在有些部位达到或超过了苦参的《药典》规定标准,而白刺花作为一种灌木,生物量远远大于苦参,如果把它药用或者作为提取苦参碱类系列生物碱的原材料,都是不错的选择。

从白刺花的指纹图谱结果看,各样品指纹图谱中共有峰的相对保留时间基本一致,RSD 均小于 2%,符合指纹图谱要求,但各共有峰的面积差异显著,RSD 为 3.02% ~ 66.95%,说明各样品中化合物的含量差异较大。从图谱上看,9 号峰(苦参碱)、13 号峰(氧化苦参碱)和 14 号峰代表的化合物含量高,占白刺花中总生物碱含量的一半以上。

本文建立了白刺花高效液相色谱指纹图谱,标定了 14 个共有峰,同时测定了白刺花中苦参碱、槐果碱和氧化苦参碱的含量,该方法简单易行,重复性、专属性、回收率均符合要求,可以用该方法来控制白刺花的质量。

## 参考文献

- Editorial Board of Chinese Herbal, State administration of traditionalchinese medicine, China. *China Herbal* ( 中华本草 ) [ M ]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 2000 : 633-634.
- Nanjing University of Traditional Chinese Medicine. *Dictionary of traditional chinese medicine* ( 中药大辞典 ) [ M ]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Publishing House, 2005 : 1030-1031.
- Yun H, Ji H, Di T, et al. Antidiabetic activity of a flavonoid-

rich extract from *Sophora davidii* ( Franch. ) Skeels in KK-ay mice via activation of amp-activated protein kinase [ J ]. *Front Pharmacol*, 2018, 9 : 760.

- Tai ZG, Cai L, Da L, et al. Antioxidant activity and chemical constituents of edible flower of *Sophora viciifolia* [ J ]. *Food Chem*, 2011, 126 : 1648-1654.
- Jiang DM. Extraction of alkaloid from unripe fruit of *Sophora viciifolia* [ J ]. *J Hainan Med Coll* ( 海南医学院学报 ), 2010, 6 : 161-162.
- Wang XK, Li JS, Wei LX, et al. The effects of inhibiting tumor in vitro of alkaloids from the seed of *Sophora viciifolia* [ J ]. *J Beijing Univ Tradit Chin Med* ( 北京中医药大学学报 ), 1996, 19 ( 2 ) : 59-60.
- Wang XK, Li JS, Wei LX, et al. Studies on the flavone constituents in the seeds of *Sophora viciifolia* Hance [ J ]. *China J Chin Mater Med* ( 中国中药杂志 ), 1996, 21 : 165-167.
- Yan YN, Wang XK, Li JS, et al. Studies on alkaloids in the flowers of *Sophora viciifolia* Hance [ J ]. *China J Chin Mater Med* ( 中国中药杂志 ), 1996, 21 : 232-233.
- Wang SJ, Sun WW, Zhang JN, et al. Effect of matrine and oxymatrine on proliferation and energy metabolism of ECV304 [ J ]. *Nat Prod Res Dev* ( 天然产物研究与开发 ), 2017, 29 : 741-746.
- Dong LH, Tai ZG, Yang YB, et al. Chemical constituents of the flowers of *Sophora viciifolia* Hance [ J ]. *West China Pharm Sci* ( 华西药学杂志 ), 2010, 25 : 636-640.
- Chen Q, Yang XS, Zhu HY, et al. Studies on the chemical constituents of the seeds of *Sophora davidii* from Guizhou [ J ]. *Chin Tradit Herb Drugs* ( 中草药 ), 2006, 7 : 986-987.
- Wen M, Ma YB, Mao XJ, et al. Studies on the chemical constituents of the flowers of *Sophora davidii* [ J ]. *Chin Pharm J* ( 中国药学杂志 ), 2010, 45 : 1451-1454.
- Petta I, Dejager L, Balleger M, et al. The interactome of the glucocorticoid receptor and its influence on the actions of glucocorticoids in combatting inflammatory and infectious diseases [ J ]. *Microbiol Mol Biol Rev*, 2016, 80 : 495-522.
- Tan W, Zhang LL, Li CY, et al. Study on the anti-inflammatory active fraction of *Lavandula augustifolia* Mill [ J ]. *Chin J Ethnomed Ethnopharm* ( 中国民族民间医药 ), 2017, 26 : 30-34.

(上接第 765 页)

- Yuan A, Luo L, Gong XH, et al. Effect of forsythia extract on paw edema induced by carrageenan and fresh egg white in rats [ J ]. *Liaoning J Tradit Chin Med* ( 辽宁中医杂志 ), 2016, 43 : 2200-2203.
- Antipyretic and anti-inflammatory effects of *Forsythia suspense* volatile oil in different rats models [ J ]. *Nat Prod Res Dev* ( 天然产物研究与开发 ), 2018, 30 : 207-211.