

西南地区三种天麻变型巴利森苷类成分含量比较

王庆,李丹丹,潘芸芸,刘维,侯凯,吴卫*

四川农业大学农学院,成都 611130

摘要:本文对西南地区三种天麻变型的巴利森苷类成分含量进行了分析。结果表明西南地区不同天麻变型巴利森苷类含量间差异较大,其中四川广元红天麻巴利森苷 A、C 含量最高,分别为 8.770 mg/g 和 3.827 mg/g;四川北川乌天麻巴利森苷 B、E 含量最高,分别为 11.461 mg/g 和 21.010 mg/g,均与其他天麻材料间含量差异极显著;四川地区 3 种天麻变型巴利森苷 B、E 含量显著高于云南、贵州地区天麻变型,巴利森苷 A、C 含量在 3 地区间差异不显著。综合来看,西南地区天麻变型巴利森苷类含量整体差异较大,其中巴利森苷类含量以四川地区最高,其含量与天麻变型种类无关,总体上以四川北川的乌天麻巴利森苷类成分最高。

关键词:西南地区;天麻;变型;巴利森苷;含量

中图分类号:R284.1;Q946.9

文献标识码:A

DOI:10.16333/j.1001-6880.2018.9.018

Comparison on Parishin Contents among Three Variants of *Gastrodia elata* from Southwest of China

WANG Qing, LI Dan-dan, PAN Yun-yun, LIU Wei, HOU Kai, WU Wei*

Agronomy College, Sichuan Agricultural University, Sichuan Chengdu 611130, China

Abstract: The parishin contents in three variants of *Gastrodia elata* from southwest of China were determined. The results indicated that the contents of parishin were different among the different variants of *G. elata* from southwest of China. The contents of parishin A and parishin C of *G. elata* f. *elata* from Guangyuan in Sichuan province were 8.770 mg/g and 3.827 mg/g, respectively. *G. elata* f. *glauca* from Beichuan in Sichuan province had the highest contents of parishin B and parishin E with the value of 11.461 mg/g and 21.010 mg/g, which were extremely significantly higher than that of the other materials. The contents of parishin B and parishin E of three variants of *G. elata* from Sichuan province were significantly higher than that of Yunnan and Guizhou province. However, the contents of parishin A and parishin C among three variants of *G. elata* from Yunnan, Guizhou and Sichuan province had no significant difference. Comprehensively, the parishin contents among variants of *G. elata* from southwest of China were different. Of them, the parishin contents in *G. elata* from Sichuan province were the highest, but the parishin contents had no obvious relation to the variants. In total, the content of parishin of *G. elata* f. *glauca* from Beichuan in Sichuan province was the highest.

Key words: southwest of China; *Gastrodia elata*; variant; parishin; content

天麻为兰科真菌营养型多年生草本植物天麻 (*Gastrodia elata* Bl.) 干燥块茎, 又名赤箭、赤箭芝、定风草等, 是我国传统名贵中药材之一, 其性甘、平, 归肝经, 有息风止痉、平抑肝阳和祛风通络的功效, 用于小儿惊风、癫痫抽搐、破伤风、头痛眩晕、手足不遂、肢体麻木以及风湿痹痛等^[1]。目前, 天麻已被报道近百个化合物, 包括酚类、有机酸及其酯类、甾体类、多糖类等^[2]。天麻的活性成分研究主要集中于天麻素和天麻苷元^[1,3-5]。巴利森苷 (parishin) 类

化合物是以天麻素、对羟基苯甲醇及其衍生物与柠檬酸在不同羧基位点酯合形成的一类化合物, 其亦作为天麻中的主要活性成分之一, 主要是作为前药起作用, 通过代谢产物天麻素而发挥药理效应^[6]。自 1981 年 Taguchi 等^[7]首次从天麻中发现巴利森苷类化合物 Parishin, 其已展现出良好开发利用前景。目前已从天麻中共鉴定出了 33 个巴利森苷类化合物, 但多数含量均很低^[8], 巴利森苷 A、B、C、E 为研究相对较多的成分。近年来的药理研究结果表明, Parishin A 和 Parishin C 可显著改善东莨菪碱损伤的空间学习记忆能力^[9], 增强抗体细胞氧化酶的作用, 对淋巴瘤也有一定的治疗作用^[10], Parishin B

具有一定抗哮喘的作用等^[11]。但目前有关天麻中巴利森苷类成分提取及含量测定相关报道较少^[12,13],位于西南地区的云南、贵州、四川等凉爽山区属我国天麻主要栽培地区^[14-16],其中以乌天麻、红天麻和绿天麻为最常见的三种栽培天麻变型。但目前尚未见较系统的对该地区各天麻变型巴利森苷类成分含量进行比较的报道。本研究拟对西南地区三种天麻变型进行巴利森苷 A、B、D 和 E 含量的分析比较,以期为该地区天麻资源进一步开发利用和评价药材质量奠定基础,提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验材料均收集于 2015 年,分别来自云南昭通的乌天麻(*G. elata* Bl. f. *glauca* S. Chow)、红天麻(*G. elata* Bl. f. *elata*)、绿天麻(*G. elata* Bl. f. *viridis* Malkino);贵州大方的乌天麻、红天麻和绿天麻;贵州毕节的乌天麻,贵州德江的红天麻,四川北川的乌天麻,四川平武的乌天麻,四川广元的红天麻。供试材料均由四川农业大学吴卫教授鉴定。各天麻变型材料均为栽培冬麻,采用蒸至透心,烘干至恒重,备用。

1.2 试验仪器与试剂

CP224S 电子天平(德国赛多利斯);DZKW-4 电子恒温水浴锅(北京中兴伟业仪器有限公司);FW-100 粉样机(北京市永光明医疗仪器有限公司);101-3AB 型电热鼓风干燥箱(天津市泰斯特仪器有限公司);Agilent TC-C₁₈ 柱(4.6 mm × 250 mm, 5 μm),安捷伦 1200 系列高效液相色谱仪(安捷伦公司,美国)。巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 等对照品(成都普思生物科技股份有限公司),乙腈、磷酸为色谱纯,水为超纯水。

1.3 试验方法

1.3.1 对照品溶液的制备

精密称取巴利森苷 A、B、C、E 等对照品适量,加甲醇-水(3:97)混合溶液配制成含巴利森苷 A 0.420 0 mg/mL,巴利森苷 B 0.420 0 mg/mL,巴利森苷 C 0.544 0 mg/mL,巴利森苷 E 0.540 0 mg/mL 的混合对照品贮备液。

1.3.2 天麻供试品溶液的制备

称取各天麻粉末(过 3 号筛)约 2.0 g,置于具塞锥形瓶中,加入稀乙醇 50 mL,放置 2 h,时时振荡,称定质量,加热回流 3 h,放冷,再称定重量,用稀

乙醇补足减失的质量,摇匀,滤过,量取续滤液 10 mL 浓缩至近干,残渣加甲醇-水(3:97)混合溶液溶解,转移至 25 mL 容量瓶中,用甲醇-水(3:97)混合溶液稀释至刻度,摇匀,用微孔滤膜(0.45 μm)滤过,即得。每个样品 3 次重复。

1.3.3 色谱条件

色谱柱为 Agilent TC-C₁₈ 柱(250 mm × 4.6 mm, 5 μm);流动相为乙腈(A)—0.1% 磷酸水溶液(B),线性梯度洗脱:0~10 min,10% A;10~20 min,10%~25% A;20~30 min,25% A;体积流量 1.0 mL/min;检测波长 270 nm;柱温 30 °C;进样量 20 μL。

1.3.4 标准曲线绘制

取“1.3.1”项下的混合对照品贮备液,按照一定比例稀释成不同浓度梯度的对照品溶液,在“1.3.3”项色谱条件下,分别进样 20 μL,每个质量浓度对照品溶液进样 3 次,测定峰面积值。并以峰面积平均值为纵坐标,对照品进样量为横坐标,绘制出标准曲线。

1.3.5 方法学考察

1.3.5.1 精密度的试验

吸取混合对照品溶液 20 μL,按照“1.3.3”项色谱条件连续进样 6 次,根据色谱图记录巴利森苷 A、B、C 和 E 的峰面积,计算各成分含量及 RSD 值,考察试验的精密密度。

1.3.5.2 稳定性试验

吸取同一天麻供试液,室温下放置,分别在 0、2、4、8、12、24 h 按照“1.3.3”项色谱条件进样 20 μL,根据峰面积计算巴利森苷 A、B、C 和 E 的含量及 RSD 值,考察其系统稳定性。

1.3.5.3 重复性试验

取云南昭通的乌天麻样品 6 份,按照“1.3.2”项方法制备供试品溶液,按照“1.3.3”项色谱条件进样 20 μL,进行测定,记录巴利森苷 A、B、C 和 E 的色谱峰面积,计算各自含量及 RSD 值,考察试验重复性。

1.3.5.4 加样回收率试验

取云南昭通的乌天麻样品 1 g,按照与天麻所含相应巴利森苷类成分相等量添加标品溶液。参照“1.3.2”项方法制备成供试品溶液,平行操作 6 份。按照“1.3.3”项色谱条件进行测定,计算巴利森苷、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 的平均回收率及各自 RSD 值,考察其加样回收率。

1.3.6 供试样品测定

取“1.3.2”项下的供试样品溶液,按“1.3.3”项色谱条件进样测定。

1.4 数据处理及其分析

试验数据处理及作图采用 Microsoft Excel 2007 进行,采用 SPSS 20.0 统计分析软件对数据进行方差分析和显著性检验。

2 结果与分析

2.1 标准曲线

在“1.3.3”项色谱条件下,巴利森苷 A、B、C、E 的柱色谱峰与相邻其他色谱峰的分度大于 1.5,且理论塔板数均不低于 5 000,符合测定要求。其 4 种巴利森苷类混合标准溶液(图 1, A)和天麻样品供试液(图 1, B)的 HPLC 色谱图如图 1 所示。以对

照品进样量为横坐标(X),峰面积值为纵坐标(Y)进行线性回归,得回归方程($r \geq 0.999 0$),结果表明巴利森苷 A、B、C、E 在各自的线性范围内线性关系良好(见表 1)。

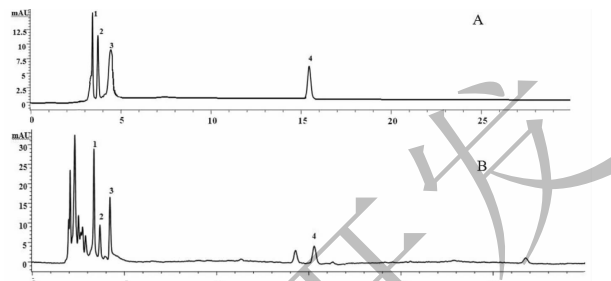


图 1 混合对照品溶液(A)和天麻样品 HPLC 色谱图

Fig. 1 The HPLC chromatogram of reference substance and *Gastrodia elata* Bl.

注: 1. 巴利森苷 E; 2. 巴利森苷 B; 3. 巴利森苷 C; 4. 巴利森苷 A.
Note: 1. parishin E; 2. parishin B; 3. parishin C; 4. parishin A.

表 1 4 种巴利森苷类成分的标准曲线

Table 1 Calibration curves of the four parishins by HPLC

巴利森苷 Parishins	标准曲线 Standard curve	r	线性范围 Linear range (μg)
巴利森苷 A Parishin A	$Y = 85.030X - 0.415$	0.999 9	0.168 ~ 2.352
巴利森苷 B Parishin B	$Y = 87.089X - 0.910$	1.000 0	0.168 ~ 2.532
巴利森苷 C Parishin C	$Y = 86.253X - 2.363$	0.999 9	0.218 ~ 3.046
巴利森苷 E Parishin E	$Y = 86.638X - 5.333$	0.999 0	0.216 ~ 3.024

2.2 方法学考察结果

精密性、稳定性、重复性及加样回收率试验结果如表 2 所示,4 种巴利森苷类成分精密性试验 RSD 值在 0.306% ~ 1.205% 之间,稳定性试验 RSD 值在 1.007% ~ 2.142% 之间,重复性试验 RSD 值在

1.067% ~ 2.162% 之间,平均加样回收率在 96.322% ~ 103.105% 之间,RSD 值在 1.713% ~ 2.797% 之间,所有结果显示 RSD 值均小于 3.0%,表明整个试验进样精密性良好,样品溶液稳定性良好,试验重复性和准确度均较高。

表 2 精密性、稳定性、重复性和加样回收率试验结果

Table 2 Precision, stability, repeatability and recovery of the parishins analytes

巴利森苷 Parishins	精密性 Precision (RSD%, $n = 6$)	稳定性 Stability (RSD%, $n = 6$)	重复性 Repeatability (RSD%, $n = 6$)	加样回收率 Recovery(%, $n = 6$)	
				平均回收率 Mean	RSD(%)
巴利森苷 A Parishin A	0.306	1.222	1.309	101.003	1.713
巴利森苷 B Parishin B	0.718	1.818	1.067	100.615	2.457
巴利森苷 C Parishin C	1.205	1.007	2.162	96.322	2.673
巴利森苷 E Parishin E	1.036	2.142	1.138	103.105	2.797

2.3 西南地区三种天麻变型巴利森苷类成分含量

西南地区三种天麻变型巴利森苷类成分含量结果见表 3。从表中可以看出西南地区各供试天麻材

料在巴利森苷 A、B、C、E 含量的变异系数均偏高,表明巴利森苷类成分含量在西南地区天麻变型整体间均存在较大差异。其中,巴利森苷 C 含量变异系

数最小为 35.809%, 变幅 1.004 ~ 3.827 mg/g; 巴利森苷 B 含量变异系数最高为 62.045%, 即巴利森苷 B 含量在西南地区天麻变型间整体差异最大, 变幅在 2.080 ~ 11.461 mg/g。此外, 对云南、贵州和四川 3 地区内各供试材料各巴利森苷含量进行地区间比较发现, 巴利森苷 B、E 在地区间存在显著差异。

2.3.1 巴利森苷 A

由表 3 可知, 四川广元的红天麻巴利森苷 A 含量最高, 为 8.770 mg/g, 极显著高于其余供试天麻材料; 贵州毕节的乌天麻巴利森苷 A 含量最低, 为 1.355 mg/g, 极显著低于其余天麻材料。除云南昭通乌天麻巴利森苷 A 含量与贵州大方绿天麻差异不显著, 云南昭通绿天麻巴利森苷 A 含量与贵州德江红天麻差异显著外, 各供试材料巴利森苷 A 含量间均差异极显著。此外, 云南、四川和贵州各供试天麻变型巴利森苷 A 含量在各地区内差异也均极显著, 但各供试在材料巴利森苷 A 平均含量在西南 3 地区间差异不显著。

2.3.2 巴利森苷 B

由表 3 可知, 四川北川乌天麻巴利森苷 B 含量最高, 极显著高于其他天麻材料, 达到 11.461 mg/g, 含量最低的为贵州大方乌天麻 (2.080 mg/g)。3 种天麻变型巴利森苷 B 平均含量在西南 3 地区间差异以四川 3 种天麻变型平均含量最高 (6.291 mg/g), 显著高于贵州 3 种天麻变型 (3.731 mg/g) 和云南 3 种天麻变型 (2.982 mg/g)。此外, 3 种天麻变型巴利森苷 B 含量在地区内表现出, 云南地区各供试天麻巴利森苷 B 含量差异不显著; 贵州地区除大方绿天麻和德江红天麻巴利森苷 B 含量差异不显著外其余均差异显著; 四川地区供试天麻材料巴利森苷 B 含量间差异极显著。

2.3.3 巴利森苷 C

由表 3 可知, 巴利森苷 C 含量在供试材料间差异最小, 其中四川广元红天麻巴利森苷 C 含量为 3.827 mg/g, 显著高于西南地区其他供试材料。西南各地区 3 种天麻变型巴利森苷 C 平均含量在各地区间差异均不显著。此外, 云南和四川地区内各天麻变型巴利森苷 C 含量均差异极显著, 而在贵州地区, 除大方乌天麻和大方红天麻巴利森苷 C 含量间差异不显著外, 其余天麻材料间差异均达显著水平。

2.3.4 巴利森苷 E

由表 3 可知, 巴利森苷 E 含量在所有供试材料

间差异较大, 其中四川北川乌天麻巴利森苷 E 含量最高, 为 21.010 mg/g, 极显著高于其余天麻变型。通过西南 3 地区间巴利森苷 E 平均含量比较, 四川 3 种天麻变型平均含量最高 (12.152 mg/g), 其次为云南 3 种天麻变型 (7.721 mg/g) 和贵州 3 种天麻变型 (7.066 mg/g), 其中四川地区天麻巴利森苷 E 含量显著高于云南和贵州地区天麻。此外, 比较发现 3 种天麻变型巴利森苷 E 含量在各地区内整体差异较小。

2.4 西南地区三种天麻变型综合比较

通过比较发现乌天麻、红天麻和绿天麻各巴利森苷类成分整体表现为彼此间差异均不显著, 故在表中未进行展示。将西南地区各天麻变型巴利森苷 A、B、C、E 平均含量进行总和, 并根据总和进行排名, 见表 3。西南地区三种天麻变型巴利森苷 A、B、C 和 E 含量总和间存在较大差异, 彼此间差异均达到极显著水平, 其中四川北川乌天麻巴利森苷总含量最高, 达到 41.833 mg/g, 贵州德江红天麻巴利森苷总含量最低, 为 13.762 mg/g。通过各供试材料在 3 地区间的比较来看, 四川地区天麻整体上的巴利森苷 B、E 含量显著高于云南地区和贵州地区的, 而云南地区天麻整体上巴利森苷 B、E 含量与贵州地区天麻差异不显著, 巴利森苷 A 和巴利森苷 C 含量在云南、贵州和四川 3 地区间差异均不显著。但根据所有供试材料 4 种巴利森苷类含量总和进行排名结果, 排名前 4 的天麻变型在西南各地区内均有存在, 分别是四川北川乌天麻、四川广元红天麻、贵州大方红天麻和云南昭通乌天麻。综合来看, 供试天麻材料巴利森苷类含量以四川地区最高, 但在云南和贵州地区内也存在巴利森苷类成分较高的天麻材料。

3 讨论

西南地区拥有良好的生态环境, 其作为我国主要的天麻产区, 为我国提供了大量天麻资源。本研究对西南地区三种天麻变型进行了巴利森苷类成分含量测定, 其中巴利森苷 A 含量变幅为 1.355 ~ 8.770 mg/g, 平均含量为 5.006 mg/g, 这与李云等云南昭通天麻测定结果基本一致^[17]; 本研究测定巴利森苷 C 含量变幅为 1.004 ~ 3.827 mg/g, 平均含量为 2.572 mg/g, 这与毕荣璐等研究不同产地巴利森苷 C 含量变幅在 0.36 ~ 6.54 mg/g 基本符合^[12]。此外, 西南地区天麻巴利森苷 B、E 含量均属首次报

表3 西南地区三种天麻变型巴利森苷类成分含量

Table 2 The contents of parishin of three variants of *G. elata* from southwest of China mg/g

供试材料来源 Source of the experimental materials	巴利森苷 A Parishin A		巴利森苷 B Parishin B		巴利森苷 C Parishin C		巴利森苷 E Parishin E		总含量 Total content	排名 Rank
	含量 Contents	各地含量 平均值 Average contents of each region	含量 Contents	各地含量 平均值 Average contents of each region	含量 Contents	各地含量 平均值 Average contents of each region	含量 Contents	各地含量 平均值 Average contents of each region		
云南昭通 乌天麻	6.283 ± 0.030Fg	5.204 ± 0.494a	3.665 ± 0.062DEd	3.731 ± 0.052a	3.601 ± 0.033FGg	2.899 ± 0.230a	7.151 ± 0.158Cc	7.721 ± 0.249a	20.700 ± 0.908Hh	4
云南昭通 红天麻	5.643 ± 0.009Ef		3.883 ± 0.039Ed		2.694 ± 0.094De		7.550 ± 0.023CDed		19.770 ± 1.060Gg	5
云南昭通 绿天麻	3.685 ± 0.060Dd		3.645 ± 0.031DEd		2.400 ± 0.008Cd		8.462 ± 0.029Ef		18.193 ± 1.338Ee	7
贵州大方 乌天麻	2.174 ± 0.050Bb	4.124 ± 0.735a	2.080 ± 0.091Aa	2.982 ± 0.179a	3.213 ± 0.143Ef	2.400 ± 0.266a	6.389 ± 0.061Bb	7.066 ± 0.373a	13.856 ± 1.008Bb	10
贵州大方 红天麻	7.076 ± 0.019Hi		3.649 ± 0.022DEd		3.344 ± 0.026EFf		7.743 ± 0.158CDEde		21.812 ± 1.139Ii	3
贵州大方 绿天麻	6.138 ± 0.072Fg		3.114 ± 0.011BCc		2.417 ± 0.065Cd		7.893 ± 0.061DEde		19.562 ± 1.286Ff	6
贵州毕节 乌天麻	1.355 ± 0.029Aa		2.777 ± 0.109Bb		1.619 ± 0.046Bc		8.110 ± 0.209DEef		13.861 ± 1.579Cc	9
贵州德江 红天麻	3.875 ± 0.021De		3.288 ± 0.031CDc		1.406 ± 0.027Bb		5.193 ± 0.032Aa		13.762 ± 0.787Aa	11
四川平武 乌天麻	3.473 ± 0.044Cc	6.280 ± 0.973a	2.767 ± 0.077Bb	6.291 ± 1.672b	1.004 ± 0.059Aa	2.532 ± 0.521a	7.922 ± 0.238DEde	12.152 ± 2.804b	15.166 ± 1.471Dd	8
四川北川 乌天麻	6.597 ± 0.007Gh		11.461 ± 0.060Gf		2.765 ± 0.025De		21.010 ± 0.096Fg		41.833 ± 3.942Kk	1
四川广元 红天麻	8.770 ± 0.105Jj		4.643 ± 0.380Fe		3.827 ± 0.012Gh		7.525 ± 0.302CDed		24.765 ± 1.170Jj	2
变异系数	45.126%		62.045%		35.809%		48.714%		39.516%	

注:同列不同大写字母表示差异极显著($P < 0.01$),不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。

Note: Different capital and small letters in the same columns represent the significant difference at $p < 0.01$ and $p < 0.05$ levels, respectively.

道。

已有研究表明巴利森苷 A、B、C、E 为天麻素与柠檬酸结合而成的酯类衍生物,在天麻药材或者饮片中的含量较高,甚至高于天麻素几倍或几十倍^[18],同时也为天麻中主要的入血成分^[19]。随着巴利森苷类成分药理活性研究的深入,其有望成为评价天麻质量的重要指标之一,本研究对西南地区 3 种天麻变型巴利森苷类成分比较研究发现,所有供试天麻材料各巴利森苷 A、B、C、E 含量整体变异系数偏高,表明天麻巴利森苷类成分在所有天麻变型内整体差异较大,同一地区供试天麻材料各巴利森苷类成分含量在同一地区内也差异显著,但 3 种天麻变型巴利森苷类含量在变型间差异不显著。李金玲等基于主成分分析了天麻矿质元素含量,从各矿质元素含量总体来看,天麻同样表现出地区间差异的特性^[20],此外,西南地区内各产区的气候、光

照、海拔等环境因素不尽相同^[14-16],对天麻的生长及其生长过程中各种次级代谢产物的累积也不相同,据此可进一步推测天麻巴利森苷类成分差异与其所生长的环境有关。通过巴利森苷 A、B、C、E 综合比较,四川地区 3 种天麻变型巴利森苷类成分含量较高,其中四川北川的乌天麻巴利森苷类成分含量最高,质量最好。

参考文献

- 1 Chinese Pharmacopoeia Commission (国家药典委员会). Pharmacopoeia of the people's republic of China; Vol I (中华人民共和国药典) [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2015: 58-59.
- 2 Li Y (李云), Wang ZW (王志伟), Liu DH (刘大会), et al. Research advances in chemical constituents of *Gastrodia elata* Blume [J]. *Shandong Sci* (山东科学), 2016, 29(4): 24-29.

- 3 Guan P(关萍), Gao YQ(高玉琼), Shi JM(石建明), *et al.* Comparison of gostradin contents of wild and cultivated *Gastrodia elata* Bl. from different habitats [J]. *Chin J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2005, 30:1698-1699.
- 4 Xiao W(肖薇), Yin M(尹珉), Zhuang ZH(庄志宏), *et al.* Determination of contents of gostradin from different habitats [J]. *Beijing J Trad Chin Med*(北京中医药), 2011, 30: 945-946.
- 5 Qin WH(秦伟瀚), Shi X(师萱), Hua L(花雷), *et al.* Determination of gastrodin and 4-Hydroxybenzyl alcohol in *Gastrodia elata* Bl. from different habitats by UPLC-MS/MS [J]. *J Anhui Agri Sci*(安徽农业科学), 2016, 44:143-145.
- 6 Tang C, Wang L, Li J, *et al.* Analysis of the metabolic profile of parishin by ultra-performance liquid chromatography/quadrupole-time of flight mass spectrometry [J]. *BMC*, 2015, 29: 1913-1920.
- 7 Taguchi HY, Yamasaki K, Kim IH. Studies on the constituents of *Gastrodia elata* Blume [J]. *Chem Pharm Bull*, 1981, 29(1):55-62.
- 8 Xie M(谢淼), Shao MS(邵明莎), Zhai QC(翟庆超), *et al.* Research progress on parishins from *Gastrodia elata* [J]. *Guangdong Chem*(广东化工), 2016, 43(22):93-95.
- 9 Liu ZH(刘智慧), Ma H(马浩), Wang WP(王伟平), *et al.* Structure-activity relationship of gastrodin and parishins on learning and memory deficits induced by scopolamine [J]. *Acta Pharm Sin*(药学学报), 2016, 51:743-748.
- 10 Berek L, Szabo D, Petri IB, *et al.* Effects of naturally occurring glucosides, solasodine glucosides, ginsenosides and parishin derivatives on multidrug resistance of lymphoma cells and leukocyte functions [J]. *In Vivo*, 2001, 15:151-156.
- 11 Jang YW, Lee JY, Kim CJ, *et al.* Anti-asthmatic activity of phenolic compounds from the roots of *Gastrodia elata* Bl [J]. *Int Immunopharmacol*, 2010, 10:147-154.
- 12 Bi RL(毕荣璐), Pen JH(彭佳华), Dai C(代超), *et al.* Determination of parishin C in *Gastrodia elata* Bl. from different habitats by HPLC [J]. *Guangxi J Tradit Chin Med*(广西中医药), 2015, 38(1):73-75.
- 13 Shan QM(单鸣秋), Qian Y(钱岩), Yu S(于生), *et al.* Study on integrative technology pg primary processing for *Gastrodiae Rhizoma* based on response surface methodology [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药), 2016, 47:420-424.
- 14 Zhang T(张涛), Chen TZ(陈铁柱), Zhou XJ(周先建), *et al.* Resourcesurvey of wild *Gastrodia elata* in Sichuan province [J]. *China Pharmacy*(中国药房), 2011, 22:2961-2963.
- 15 Ji PZ(季鹏章), Wang JJ(王家金), Wang L(王丽), *et al.* Analysis of *Gastrodia elata* germplasm resource in Yunnan province [C]. The collected papers from the 2nd national conference about *Gastrodia elata* (第二届全国天麻会议论文集), 2013:8-11.
- 16 Wang XL, Wang XL, Ouyang XM. Report on the germplasm resources of *Gastrodia elata* Bl. Guizhou [C]. The 9th National Symposium on Natural Medicinal Resources Proceedings and Abstracts(全国第九届天然药物资源学术研讨会), 2010:131-133.
- 17 Li Y(李云), Wang ZW(王志伟), Geng YL(耿岩玲), *et al.* Determination of chemical constituents in *Gastrodia elata* f. *Glauca* and *Gastrodia elata* f. *Elata* by HPLC-ESI-TOF/MS [J]. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2016, 28: 1758-1763.
- 18 Shan QM(单鸣秋), Zhang L(张丽), Yu S(于生), *et al.* Simultaneous determination of eight active components in *Gastrodiae Rhizoma* by HPLC-MS [J]. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药), 2015, 46:2087-2091.
- 19 Zheng XY(郑秀艳), Chen HG(陈华国), Zhou X(周欣), *et al.* Standard research quality of *Gastrodia elata* by components ingested into the blood [J]. *Lishizhen Med Mater Med Res*(时珍国医国药), 2015, 26:1355-1357.
- 20 Li JL(李金玲), Zhao Z(赵致), Liu HC(刘洪昌), *et al.* Content of mineral elements of *Gastrodia elata* by principal components analysis [J]. *Chin J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2015, 40:1123-1128.