

西南不同产区 3 种天麻变型主要化学成分含量比较

王 庆¹, 李丹丹¹, 陈艾萌¹, 侯 凯¹, 李 兴², 吴 卫^{1*}

1. 四川农业大学农学院, 四川 成都 611130

2. 四川同善堂生物科技发展有限公司, 四川 天全 625500

摘要: **目的** 对西南不同产区 3 种天麻变型的主要化学成分含量进行比较和主成分分析, 为进一步开发利用天麻资源和评价药材质量提供理论依据。**方法** 采用苯酚-浓硫酸法测定天麻多糖含量, 茚三酮显色法测定游离氨基酸含量, Folin-Ciocalteu 比色法测定总多酚含量, HPLC 法测定天麻中天麻素、对羟基苯甲醇含量, 并利用主成分分析法对天麻药材质量进行评价。

结果 不同产区天麻资源材料的主要化学成分含量差异较大。变异系数以天麻多糖含量最小, 为 18.025%, 对羟基苯甲醇含量的变异系数最高, 达 48.978%。其中, 四川北川的乌天麻游离氨基酸、总多酚和天麻素含量均最高, 分别为 2.873%、0.805% 和 0.862%, 与其他产区样品间差异均达极显著水平; 贵州大方的绿天麻多糖含量最高, 为 29.225%, 显著高于北川的乌天麻, 并极显著高于其余天麻; 对羟基苯甲醇含量最高的为云南昭通的乌天麻, 其次为四川广元的红天麻, 两者间差异不显著。

结论 天麻中各成分在地区或变型间差异不显著, 从主要化学成分角度分析, 四川北川的乌天麻药材质量最好。

关键词: 西南地区; 天麻; 变型; 主要化学成分; 变异系数

中图分类号: R286.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2018)11-2646-07

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.11.025

Comparison on main chemical composition contents in three variants of *Gastrodia elata* from southwest China

WANG Qing¹, LI Dan-dan¹, CHEN Ai-meng¹, HOU Kai¹, LI Xing², WU Wei¹

1. College Agricultural, Sichuan Agricultural University, Chengdu 611130, China

2. Sichuan Tong Shan Tang Biotechnology Development Co., Ltd., Tianquan 625500, China

Abstract: **Objective** To compare and principal component analyze the main chemical composition contents in three variants of *Gastrodia elata* from southwest of China in order to provide reference for further researches and evaluations on the quality of *G. elata*. **Method** Sulfuric acid-phenol method was used to measure the contents of polysaccharides of three variants of *G. elata*, the contents of free amino acid of three variants of *G. elata* were estimated by ninhydrin colorimetric method, and the total phenol content of three variants of *G. elata* were measured by Folin-Ciocalteu colorimetry. HPLC method was applied to determine the contents of gastrodin and hydroxyphenyl methanol of three variants of *G. elata* from southwest China, and the data was analyzed by principal component analysis. **Results** The results indicated that the contents of main chemical composition had great difference in different variants of *G. elata* from southwest China, and the coefficient of variation (CV) of polysaccharide contents was the smallest with 18.025%, and CV of hydroxyphenyl methanol was the biggest with 48.978%. Among the components in this study, the contents of free amino acid, total polyphenol, and gastrodin of *G. elata* f. *glauca* from Beichuan in Sichuan province were 2.873%, 0.805%, and 0.862%, respectively, which were all extremely different from the other materials. *G. elata* f. *viridis* from Dafang in Guizhou province had the highest content of polysaccharide with the value of 29.225%, which had significantly higher content of polysaccharide than that of *G. elata* f. *glauca* from Beichuan and had extremely significantly higher content of polysaccharides than that of the rest. *G. elata* f. *glauca* from Zhaotong in Yunnan province had the highest content of hydroxyphenyl methanol, then *G. elata* f. *elata* from Guangyuan in Sichuan province, with no significant difference between them. **Conclusion** There was no significant difference among the regions or variants in main chemical composition contents. The quality of *G. elata* f. *glauca* from Beichuan in Sichuan province was the best from the perspective of main chemical composition.

Key words: Southwest China; *Gastrodia elata* Bl.; variant; main chemical composition; coefficient of variation

收稿日期: 2017-11-23

基金项目: 四川省科技支撑计划“川贝母等高山、半高山中药材规范化种植和产地加工技术研究”子课题“天麻规范化种植与应用示范”(2014SZ0131)

作者简介: 王 庆 (1992—), 男, 硕士研究生, 主要从事药用植物学研究。E-mail: Wqing8634@126.com

*通信作者 吴 卫。E-mail: ewuwei@sicau.edu.cn

天麻为兰科真菌营养型多年生草本植物天麻 *Gastrodia elata* Bl. 的干燥块茎, 是我国传统名贵中药材之一, 始载于《神农本草经》, 列为上品^[1], 其性味甘、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^[2]。现代药理研究表明, 天麻具有增智健脑^[3]、清除自由基、延缓衰老^[4]、保护心血管^[5-6]的作用, 对神经系统性疾病^[7-8]、老年性痴呆症等有一定疗效^[9-10]。自 20 世纪 50 年代以来, 研究者在天麻中发现的化学成分主要包括酚类、有机酸类、多糖类以及甾体类等^[11], 其中《中国药典》2015 年版一部对天麻中天麻素和对羟基苯甲醇做了相关规定^[2]。目前在我国天麻种植品种主要有 5 个变型^[12], 最常见的为乌天麻、红天麻和绿天麻。西南地区属于我国天麻的主要栽培地区, 过去对该地区天麻的研究主要集中在栽培管理^[13]、遗传特征^[14]、炮制加工^[15]、成分提取^[16]等方面, 此后针对该地区天麻进行了部分化学成分分析, 但都主要集中在个别主要成分或个别变型的多个有效成分, 而针对西南地区不同变型天麻的主要化学成分含量进行系统比较尚未见报道。因此, 本研究拟对课题组前期收集到的西南不同产区 3 种天麻变型的多糖、游离氨基酸、总多酚、天麻素以及对羟基苯甲醇进行系统分析, 为该地区天麻资源进一步开发利用和药材质量评价提供理论依据。

1 材料与仪器

1.1 材料

样品均收集于 2015 年, 由四川农业大学吴卫教授鉴定为乌天麻 *G. elata* Bl. f. *glauca* S. Chow, 红天麻 *G. elata* Bl. f. *elata*、绿天麻 *G. elata* Bl. f. *viridis* Malkino, 具体信息见表 1。各天麻变型材料均为栽培冬麻, 采用蒸至透心, 烘干至恒定质量, 备用。

表 1 样品信息

Table 1 Information of samples

产地	品种	产地	品种
云南昭通	乌天麻	贵州毕节	乌天麻
云南昭通	红天麻	贵州德江	红天麻
云南昭通	绿天麻	四川北川	乌天麻
贵州大方	乌天麻	四川平武	乌天麻
贵州大方	红天麻	四川广元	红天麻
贵州大方	绿天麻		

1.2 仪器与试剂

CP224S 电子天平 (德国赛多利斯公司); DZKW-4 电子恒温水浴锅 (北京中兴伟业仪器有限公司); UV2450 紫外-可见光光度计 (Shimadzu 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); SB25-12DTDN 超声波清洗机 (宁波新芝生物科技股份有限公司); 高效液相色谱仪, Agilent TC-C₁₈ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 高速冷冻离心机 Allegra X-30R Centrifuge (Beckman conlter 公司); 安捷伦 1200 系列高效液相色谱仪 (安捷伦公司, 美国)。苯酚、硫酸、乙醇、石油醚 (60~90 °C) 为分析纯; 乙腈、磷酸为色谱纯; 无水葡萄糖、水合茛三酮、精氨酸 (批号 A0009)、没食子酸 (批号 090621) 均为分析纯 (成都市科龙化工试剂厂); 天麻素 (批号 PS160815-04) (成都普思生物科技股份有限公司, 质量分数大于 98%); 对羟基苯甲醇 (批号 111970-201501, 中国食品药品检定研究院, 质量分数大于 98%)。

2 方法

2.1 3 种天麻变型多糖含量测定

天麻多糖含量测定参考张梦娟等^[17]和朱洁平等^[18]方法进行, 以葡萄糖质量浓度为横坐标 (X)、吸光度值为纵坐标 (Y) 绘制葡萄糖标准曲线, 计算出标准曲线的线性回归方程为 $Y=5.372 X-0.012$, $r=0.999$, 葡萄糖对照品质量浓度的线性范围为 0.020~0.162 mg/mL。

2.2 3 种天麻变型游离氨基酸含量测定

天麻游离氨基酸含量测定参考江海风等^[19]和陈仕学等^[20]方法进行, 以氨基酸质量浓度为横坐标 (X)、吸光度值为纵坐标 (Y) 建立氨基酸标准曲线^[19], 得到标准曲线回归方程: $Y=3.694 X$, $r=0.998$, 精氨酸对照品质量浓度的线性范围为 0.030~0.240 mg/mL。

2.3 3 种天麻变型总多酚含量测定

天麻总多酚含量测定参考熊汝琴等^[21-22]和陈素等^[23]方法进行, 以没食子酸质量浓度为横坐标 (X)、吸光度值为纵坐标 (Y) 建立总多酚标准曲线。标准曲线的线性回归方程为 $Y=4.963 X+0.032$, $r=0.999$, 没食子酸对照品质量浓度的线性范围为 0.015~0.180 mg/mL。

2.4 3 种天麻变型天麻素与对羟基苯甲醇含量测定

天麻素和对羟基苯甲醇含量测定参考《中国药

典》2015 年版^[2]进行, 其中按照李钊等^[24]方法建立天麻素标准曲线, 回归方程为 $Y=1\ 888 X-0.097$, $r=1.000$, 天麻素在 $0.100\sim 0.600\ \mu\text{g}$ 有良好的线性范围; 对羟基苯甲醇回归方程为 $Y=3\ 243 X-0.409$, $r=1.000$, 对羟基苯甲醇在 $0.050\sim 0.300\ \mu\text{g}$ 有良好的线性关系。

2.5 数据处理

实验数据处理及作图采用 Microsoft Excel 2007 进行, 利用 SPSS 19.0 统计分析软件对数据进行方差分析和显著性检验。

3 结果与分析

3.1 3 种天麻变型主要化学成分含量

3 种天麻变型多糖、游离氨基酸、总多酚、天麻素和对羟基苯甲醇质量分数见表 1。上述 5 种成分平均含量分别为 21.413%、1.346%、0.399%、0.416%、0.078%。天麻多糖含量变异系数最小, 为 18.025%, 含量在 15.908%~29.225%, 表明多糖作为天麻主要化学成分, 在不同产区间差异最小, 含量相对最为稳定; 其次为总多酚, 其变异系数为 35.663%, 变幅在 0.273%~0.805%; 游离氨基酸含

量变异系数为 45.449%, 变幅 0.783%~2.873%; 天麻素含量变异系数为 45.924%, 变幅在 0.226%~0.862%; 变异系数最高为对羟基苯甲醇含量, 达 48.978%, 变幅在 0.020%~0.134%, 表明对羟基苯甲醇含量在地区天麻间差异最大。

3.1.1 多糖测定结果 贵州大方的天麻多糖含量最高, 达到 29.225%, 显著高于四川北川的乌天麻 26.674%, 并极显著高于其余供试材料 ($P<0.01$)。大方乌天麻多糖含量最低, 仅 15.908%, 与德江红天麻差异不显著。此外, 在相同天麻变型中, 乌天麻以北川乌天麻最高, 且与其他乌天麻间达到极显著差异, 其余含量高低依次为平武乌天麻、昭通乌天麻、毕节乌天麻, 最低为大方乌天麻, 其中昭通乌天麻和平武乌天麻多糖含量差异不显著; 红天麻以广元红天麻多糖含量最高, 为 21.258%, 显著高于多糖含量为 17.852%的德江红天麻, 与其余红天麻差异不显著; 绿天麻中大方绿天麻多糖含量高于昭通绿天麻。

3.1.2 游离氨基酸的测定结果 供试材料中以北川乌天麻游离氨基酸含量最高, 为 2.873%, 其次为大方乌天麻 1.814%。平武乌天麻游离氨基酸含量

表 1 3 种天麻变型主要化学成分含量

Table 1 Contents of main chemical compositions of three kinds from *G. elata*

材料	多糖/%	游离氨基酸/%	总多酚/%	天麻素/%	对羟基苯甲醇/%
云南昭通乌天麻	22.015±0.055 Cd	1.221±0.056 Ee	0.428±0.016 Cd	0.529±0.030 De	0.134±0.001 Fg
云南昭通红天麻	19.259±0.157 ABCbc	0.841±0.042 ABab	0.370±0.003 BCc	0.588±0.004 Ef	0.072±0.001 Dd
云南昭通绿天麻	22.299±1.087 Cd	1.023±0.025 CDcd	0.385±0.002 BCcd	0.448±0.035 CDd	0.105±0.009 Ef
贵州大方乌天麻	15.908±0.986 Aa	1.814±0.011 Gh	0.378±0.001 BCc	0.233±0.002 Aa	0.093±0.001 Ee
贵州大方红天麻	20.325±0.917 BCbcd	1.127±0.023 DEde	0.372±0.016 BCc	0.295±0.002 ABb	0.103±0.001 Ef
贵州大方绿天麻	29.225±0.307 Df	1.681±0.016 FGg	0.398±0.017 Ccd	0.226±0.006 Aa	0.075±0.001 Dd
贵州毕节乌天麻	18.355±0.360 ABb	1.525±0.034 Ff	0.324±0.023 ABb	0.228±0.000 Aa	0.049±0.001 Cc
贵州德江红天麻	17.852±0.141 ABab	0.945±0.036 ABCbc	0.273±0.018 Aa	0.375±0.037 BCc	0.033±0.001 Bb
四川平武乌天麻	22.380±0.080 Cd	0.783±0.012 Aa	0.289±0.016 Aab	0.378±0.001 BCc	0.020±0.001 Aa
四川北川乌天麻	26.674±1.683 De	2.873±0.120 Hi	0.805±0.003 De	0.862±0.019 Fg	0.046±0.001 Cc
四川广元红天麻	21.258±0.011 BCcd	0.969±0.025 BCDc	0.369±0.009 BCc	0.417±0.006 Ccd	0.130±0.000 Fg
平均值	21.413	1.346	0.399	0.416	0.078
最大值	29.225	2.873	0.805	0.862	0.134
最小值	15.908	0.783	0.273	0.226	0.020
极差	13.317	2.090	0.532	0.636	0.114
标准差	3.860	0.612	0.142	0.191	0.038
变异系数/%	18.025	45.449	35.663	45.924	48.978

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 ($P<0.05$)

Compare with other chemical compositions, different capital and small letters represent the significance of different treatments at $P<0.01$ and $P<0.05$ levels, respectively

最低为 0.783%，其与昭通红天麻（0.841%）差异不显著，与德江红天麻（0.945%）差异显著（ $P < 0.05$ ），与其余各天麻变型游离氨基酸含量差异极显著（ $P < 0.01$ ）。在同一天麻变型中，乌天麻游离氨基酸含量表现为平武乌天麻 < 昭通乌天麻 < 毕节乌天麻 < 大方乌天麻 < 北川乌天麻，且各自差异极显著（ $P < 0.01$ ）；红天麻游离氨基酸含量表现为昭通红天麻 < 德江红天麻 < 广元红天麻 < 大方红天麻，其中大方红天麻处于极显著水平（ $P < 0.01$ ），昭通红天麻与德江红天麻差异不显著，与广元红天麻差异显著；绿天麻游离氨基酸含量以大方绿天麻高于昭通绿天麻。同一地区天麻的氨基酸含量，在云南地区以昭通红天麻 < 昭通绿天麻 < 昭通乌天麻（1.221%），且三者间差异极显著（ $P < 0.01$ ）；在贵州地区，大方乌天麻氨基酸含量最高，其次为大方绿天麻，毕节乌天麻，大方红天麻和德江红天麻，其相互间均达到显著水平（ $P < 0.05$ ）；在四川地区则为平武乌天麻 < 广元红天麻 < 北川乌天麻，且三者间差异极显著（ $P < 0.01$ ）。综合分析发现，3 种天麻变型在各地区间或地区内均差异显著。

3.1.3 总多酚的测定结果 在各供试材料中，北川乌天麻总多酚含量最高（0.805%），极显著高于其他材料（ $P < 0.01$ ）；德江红天麻总多酚含量最低（0.273%），与平武乌天麻差异不显著，与毕节乌天麻（0.324%）差异显著（ $P < 0.05$ ），与其余各供试材料差异极显著。在同一天麻变型中，乌天麻总多酚含量表现为平武乌天麻 < 毕节乌天麻 < 大方乌天麻 < 昭通乌天麻 < 北川乌天麻，其中，平武乌天麻总多酚含量与毕节乌天麻差异不显著，大方乌天麻与昭通乌天麻差异显著（ $P < 0.05$ ）；红天麻总多酚含量表现为德江红天麻 < 广元红天麻 < 昭通红天麻 < 大方红天麻，其中后三者总多酚含量间差异不显著；2 份绿天麻材料的总多酚含量间差异不显著。此外，同一地区天麻总多酚含量，云南省以昭通乌天麻含量最高（0.428%），且显著高于昭通红天麻（0.370%），但二者与昭通绿天麻差异不显著；贵州地区以大方绿天麻总多酚含量最高（0.398%），与大方红天麻和乌天麻差异不显著，与毕节乌天麻和德江红天麻差异极显著（ $P < 0.01$ ）；四川地区的 3 份天麻不同变型材料间总多酚含量差异极显著（ $P < 0.01$ ）。

3.1.4 天麻素和对羟基苯甲醇 供试材料中以北川乌天麻天麻素含量最高，达到 0.862%，极显著

高于其余供试材料（ $P < 0.01$ ），其次为昭通红天麻和昭通乌天麻；毕节乌天麻的含量最低（0.228%），与大方绿天麻和大方乌天麻间差异均不显著；同一天麻变型中，乌天麻的天麻素含量差异表现为毕节乌天麻 < 大方乌天麻 < 平武乌天麻 < 昭通乌天麻 < 北川乌天麻，除毕节乌天麻与大方乌天麻间差异不显著外，各天麻天麻素含量间差异均达到极显著水平；红天麻的天麻素含量差异表现为大方红天麻 < 德江红天麻 < 广元红天麻 < 昭通红天麻，其中除德江红天麻和广元红天麻差异不显著外，各红天麻间差异均达到显著水平（ $P < 0.05$ ），昭通红天麻天麻素含量最高（0.588%）；绿天麻的天麻素含量则以昭通绿天麻极显著高于大方绿天麻。此外，从地区来看，云南省以昭通红天麻的天麻素含量依次高于昭通乌天麻和昭通绿天麻，且三者间差异显著；贵州则以德江红天麻天麻素含量最高（0.375%）；四川地区各材料的天麻素含量差异表现为平武乌天麻 < 广元红天麻 < 北川乌天麻，其中平武乌天麻的天麻素含量与广元红天麻差异不显著。总体来看，天麻素含量以贵州地区的相对较少。

对羟基苯甲醇含量以昭通乌天麻最高（0.134%），其次为广元红天麻（0.130%），两者间差异不显著。平武乌天麻中含量最低（0.020%），极显著低于其余供试材料（ $P < 0.01$ ）。在同一天麻变型中，乌天麻的对羟基苯甲醇含量差异表现为平武乌天麻 < 北川乌天麻 < 毕节乌天麻 < 大方乌天麻 < 昭通乌天麻，除平武乌天麻与毕节乌天麻差异不显著外，其余样品间均差异极显著（ $P < 0.01$ ）；红天麻的对羟基苯甲醇含量差异表现为德江红天麻 < 昭通红天麻 < 大方红天麻 < 广元红天麻，且彼此间差异极显著；绿天麻的对羟基苯甲醇含量以大方绿天麻极显著低于昭通绿天麻（0.105%）。同一地区中，云南省以昭通红天麻对羟基苯甲醇含量低于昭通绿天麻和昭通乌天麻，三者间差异均达到极显著水平；贵州地区各天麻变型的对羟基苯甲醇含量间差异极显著，其中以大方红天麻量最高（0.103%），其次为大方乌天麻（0.093%），德江红天麻的含量最低（0.033%）；四川地区天麻中则表现为平武乌天麻 < 北川乌天麻 < 广元红天麻，且三者间差异极显著。综合来看，3 种天麻变型对羟基苯甲醇含量在地区间和地区内均差异极显著。

3.2 基于天麻素和对羟基苯甲醇对天麻进行质量评价

3 种天麻变型天麻素和对羟基苯甲醇总含量均超过 0.25%，均满足《中国药典》2015 年版规定^[2] (表 2)。其中，四川北川乌天麻天麻素和对羟基苯甲醇总含量最高，为 0.908%，其次为云南昭通乌天麻和红天麻，贵州毕节乌天麻总含量最低，为 0.277%。整体来看，云南地区 3 种天麻变型天麻素和对羟基苯甲醇总含量较高，贵州地区 3 种天麻变型天麻素和对羟基苯甲醇总含量较低，但均显示其总含量与天麻变型并无相关性。

表 2 3 种天麻变型基于天麻素与对羟基苯甲醇含量排名
Table 2 Ranking based on contents of gastrodin and hydroxybenzy alcohol of three variants from *G. elata*

天麻类型	天麻素/%	对羟基苯甲醇/%	天麻素与对羟基苯甲醇总量/%	排名
四川北川乌天麻	0.862	0.046	0.908	1
云南昭通乌天麻	0.529	0.134	0.663	2
云南昭通红天麻	0.588	0.072	0.660	3
云南昭通绿天麻	0.448	0.105	0.553	4
四川广元红天麻	0.417	0.130	0.547	5
贵州德江红天麻	0.375	0.033	0.408	6
四川平武乌天麻	0.378	0.020	0.398	7
贵州大方红天麻	0.295	0.103	0.398	8
贵州大方乌天麻	0.233	0.093	0.326	9
贵州大方绿天麻	0.226	0.075	0.301	10
贵州毕节乌天麻	0.228	0.049	0.277	11

3.3 主要化学成分主成分分析

根据特征值可以确定主成分个数，由表 3 可知，前 3 个主成分的贡献率分别为 53.744%、20.245%、14.006%，当主成分个数达到 3 时，累积贡献率已达到 87.995%，即 3 个主成分代表了本研究所选西南地区 3 种天麻变型主要化学成分 87.995% 信息含量。

第 1 主成分的特征值是 2.687，累积贡献率为 53.744%，游离氨基酸、总多酚、天麻素等主要化学成分在第 1 主成分中有较高的载荷，见表 4，说明第 1 主成分主要反映了游离氨基酸、总多酚和天麻素等主要化学成分的信息；第 2 主成分的特征值为 1.012，累积贡献率为 73.989%，对羟基苯甲醇在第 2 主成分中有较高的载荷，说明第 2 主成分主要反映了对羟基苯甲醇的信息；第 3 主成分的特征值是 0.700，累积贡献率为 87.995%，天麻多糖在第 3

表 3 特征值、方差贡献及累积贡献率

Table 3 Eigenvalues, variance contribution, and accumulated variance contribution

主成分	特征值	方差贡献率/%	累积贡献率/%
1	2.687	53.744	53.744
2	1.012	20.245	73.989
3	0.700	14.006	87.995
4	0.591	11.824	99.819
5	0.009	0.181	100.000

表 4 各指标主成分的特征向量

Table 4 Characteristics of principal component vectors among all indexes

来源	T_1	T_2	T_3
多糖	0.401	0.062	0.833
游离氨基酸	0.509	-0.122	0.014
总多酚	0.597	0.099	-0.153
天麻素	0.469	0.090	-0.531
对羟基苯甲醇	-0.065	0.981	0.014

主成分中有较高的载荷，说明第 3 主成分主要反映了多糖的信息；根据各主要化学成分在不同因子上的载荷，可确定游离氨基酸、总多酚、天麻素、对羟基苯甲醇和多糖均为天麻的特征化学成分。

3.4 3 种天麻变型综合评价

用 3 个主成分计算得出主成分得分 F_1 、 F_2 和 F_3 ，其中 $F_1=0.401 ZX_1+0.509 ZX_2+0.597 ZX_3+0.469 ZX_4-0.065 ZX_5$ ； $F_2=0.062 ZX_1-0.122 ZX_2+0.099 ZX_3+0.090 ZX_4+0.981 ZX_5$ ； $F_3=0.833 ZX_1+0.014 ZX_2-0.153 ZX_3-0.531 ZX_4+0.014 ZX_5$ 。采用 3 个主成分对 3 种天麻变型进行综合评价。其综合评价函数为 $F=0.537 44 \times F_1+0.202 45 \times F_2+0.140 06 \times F_3$ ，按综合评价函数计算出的 3 种天麻变型主要化学成分各主成分值、综合得分及排序，见表 5。3 种天麻变型主成分综合得分排序表明不同产区间并没有固定排序，其中排名位于前 3 名的天麻变型分别是来自四川北川的乌天麻、贵州大方的绿天麻和云南昭通的乌天麻，这同时表明主要化学成分含量较高的天麻材料在该地区 3 省份间均有存在，不能以地区作为判断天麻品质优劣的标准。

4 讨论

天麻主要分布在云南、贵州、四川等凉爽山区^[25]，这些地区为天麻生长提供了良好的生态环境，同时也是人工种植天麻基地的极佳选择。本研究发现，3 种天麻变型多糖含量变异系数最低为 18.025%，对羟基苯甲醇含量变异系数最高，达到 48.978%，

表 5 3 种天麻变型主成分、综合得分与排序

Table 5 Scoring and ranking of principal component and composition of three variants from *G. elata*

材料	F_1	F_2	F_3	F	排名
四川北川乌天麻	4.670	-0.545	-0.516	2.327	1
贵州大方绿天麻	0.625	-0.127	2.222	0.621	2
云南昭通乌天麻	0.259	1.544	-0.196	0.424	3
云南昭通绿天麻	-0.205	0.767	0.121	0.062	4
四川广元红天麻	-0.540	1.366	0.006	-0.013	5
贵州大方红天麻	-0.749	0.593	0.136	-0.264	6
云南昭通红天麻	-0.335	-0.030	-0.925	-0.316	7
贵州大方乌天麻	-0.747	0.098	-0.639	-0.471	8
四川平武乌天麻	-0.823	-1.450	0.399	-0.681	9
贵州毕节乌天麻	-0.895	-0.964	-0.063	-0.685	10
贵州德江红天麻	-1.256	-1.253	-0.544	-1.005	11

各主要化学成分含量变异系数整体偏高,表明天麻主要化学成分在地区间存在较大差异,而李金玲等^[26]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,天麻同样表现出地域间差异的特性。本研究通过主成分分析还发现,第一主成分中总多酚系数最大,可见总多酚与主成分相关程度最高。多酚是植物体重要的次生代谢产物,其具有较强的抗氧化活性,并且对“三高”和神经性疾病等有良好的预防作用^[27]。本研究对西南地区 3 种天麻变型进行了多糖含量测定,结果显示多糖含量变幅在 15.908%~29.225%,平均含量为 21.413%,这与王韬等^[28]研究发现云南昭通天麻多糖含量在 10.4%~21.6%,宗露^[29]对平武等产地 20 批天麻测定发现天麻多糖质量分数变幅在 9.43%~34.09%的结果均基本一致。本研究结果显示游离氨基酸质量分数含量变幅在 0.783%~2.873%,平均质量分数 1.346%,与陈仕学等^[20]研究发现德江黄天麻氨基酸平均含量为 2.730 结果基本一致,而与李立郎等^[30]测定贵州乌天麻氨基酸总含量变幅在 4.05%~4.14%结果差异较大,这与本研究只针对游离氨基酸含量测定有关。本研究发现西南地区 3 种天麻变型总多酚含量在 0.273%~0.805%,平均含量为 0.399%,这与熊汝琴等^[31]研究不同等级 4 种天麻变型总酚含量在 3.264 0~5.810 8 mg/g 的结果基本一致。此外,本实验结果还表明,不同产区 3 种天麻变型天麻素质量分数在 0.226%~0.862%,平均含量为 0.416%;对羟基苯甲醇含量 0.020%~0.134%,平均值 0.078%,与韩

春妮对云南昭通乌天麻和绿天麻中天麻素和对羟基苯甲醇含量也基本一致^[32]。据此,本研究结果比较可信。

多年以来,学者们一直在探索不同变型或不同产地天麻品质的优劣,韩春妮等^[32]对昭通天麻 3 种变型中 4 个成分含量比较研究发现天麻素:黄天麻>乌天麻>绿天麻;腺苷:绿天麻>乌天麻>黄天麻;对羟基苯甲醇:绿天麻>黄天麻>乌天麻;对羟基苯甲醛:黄天麻>乌天麻>绿天麻,梁纪军等^[33]测定不同产地天麻天麻素的含量发现四川青川产天麻中天麻素含量最高。此外消费者对天麻不甚了解,片面认为某产地天麻或某变型天麻品质最好。本研究收集的西南地区 3 种天麻变型中,经综合比较认为四川北川乌天麻最佳,其次为贵州大方绿天麻和云南昭通乌天麻。综合比较时,未发现某地区天麻或某种天麻变型特别优异的规律。主要化学成分含量较高的天麻在该地区 3 省份各变型中均有存在,不能以地区或变型作为判断天麻品质优劣的标准。从测定的主要化学成分角度分析并结合药典规定指标,本实验以四川北川的乌天麻药材质量最好。

参考文献

- [1] 李娟娟,刘志涛,王晓雯,等. 天麻的研究现状与展望[J]. 中国民族民间医药, 2014, 14(6): 16-17.
- [2] 中国药典[S]. 一部. 2015.
- [3] 刘智慧,马浩,王伟平,等. 天麻素及派立辛改善东莨菪碱致学习记忆障碍的构效关系[J]. 药学报, 2016, 51(5): 743-748.
- [4] 谢学渊,晁衍明,杜珍,等. 天麻多糖的抗衰老作用[J]. 解放军药学报, 2010, 26(3): 206-210.

- [5] 苗凯, 王美, 谢伟. 天麻素治疗冠心病心绞痛临床效果的观察 [J]. 天津药学, 2009, 21(6): 26-27.
- [6] Tang C, Wang L, Liu X, *et al.* Pharmacokinetic study of *Gastrodia elata* in rats [J]. *Anal Bioanal Chem*, 2015, 407(29): 8903-8910.
- [7] Liu Z, Wang W, Feng N, *et al.* Parishin C's prevention of Abeta 1-42-induced inhibition of long-term potentiation is related to NMDA receptors [J]. *Acta Pharm Sin B*, 2016, 6(3): 189-197.
- [8] 王灿, 于滨, 孔维佳. 天麻和天麻素改善糖脂代谢紊乱的药理学研究进展 [J]. 中国医药导报, 2016, 27(3): 51-54.
- [9] Huang G B, Zhao T, Muna S S, *et al.* Therapeutic potential of *Gastrodia elata* Bl. for the treatment of Alzheimer's disease [J]. *Neural Regen Res*, 2013, 8(12): 1061-1070.
- [10] Doo A R, Kim S N, Hahm D H, *et al.* *Gastrodia elata* Bl. alleviates L-DOPA-induced dyskinesia by normalizing FosB and ERK activation in a 6-OHDA-lesioned Parkinson's disease mouse model [J]. *BMC Compl Altern Med*, 2014, 14(1): 107.
- [11] 李云, 王志伟, 刘大会, 等. 天麻化学成分研究进展 [J]. 山东科学, 2016, 29(4): 24-29.
- [12] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志第十八卷兰科 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [13] 王丽, 马聪吉, 张智慧, 等. 不同定植密度和种苗等级对乌天麻地下块茎主要农艺性状和经济指标的影响 [J]. 西南农业学报, 2017, 30(1): 62-66.
- [14] 柴铨, 刘红昌, 李金玲, 等. 基于 SRAP 分子标记的天麻遗传多样性研究 [J]. 中草药, 2014, 45(20): 2974-2981.
- [15] 毕荣璐, 倪兆武, 李德勋, 等. 不同炮制方法对天麻素及天麻苷元含量的影响 [J]. 云南中医学院学报, 2015, 38(1): 34-37.
- [16] 单鸣秋, 钱岩, 于生, 等. 基于响应面法的天麻产地加工炮制一体化工艺研究 [J]. 中草药, 2016, 47(3): 420-424.
- [17] 张梦娟, 徐怀德, 安兴国. 天麻多糖的超声波提取工艺研究 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2007, 35(4): 91-95.
- [18] 朱洁平, 李峰, 沈业寿. 天麻多糖的提取工艺及含量测定研究 [J]. 安徽农业科学, 2012, (18): 9648-9650.
- [19] 江海凤, 马品一, 金月, 等. 氨基酸分析方法的研究进展 [J]. 现代科学仪器, 2013, (4): 56-62.
- [20] 陈仕学, 陈雪梅, 骆礼祥, 等. 德江两种天麻中氨基酸的提取工艺及含量比较分析 [J]. 食品工业, 2016, 37(4): 131-134.
- [21] 熊汝琴, 王锐, 陈屏昭, 等. 不同产地红天麻总酚含量测定 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(31): 12285-12286.
- [22] 熊汝琴, 王锐, 袁晓春, 等. Folin-Ciocalteu 比色法测定昭通四种天麻变型总酚含量 [J]. 广东化工, 2014, 41(7): 204-205.
- [23] 陈素, 周文财, 高雅媛, 等. 正交设计法优选石榴皮中总多酚的超声提取工艺 [J]. 广州化工, 2016, 44(2): 60-62.
- [24] 李钊, 李维聪. 中药天麻中天麻素的含量测定 [J]. 中国现代药物应用, 2016, 10(9): 286-287.
- [25] 张涛, 陈铁柱, 周先建, 等. 四川省野生天麻资源调查研究 [J]. 中国药房, 2011, 22(31): 2961-2963.
- [26] 李金玲, 赵致, 刘洪昌, 等. 基于主成分分析的天麻矿质元素含量研究 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40(6): 1123-1128.
- [27] 姜楠, 王蒙, 韦迪哲, 等. 植物多酚类物质研究进展 [J]. 食品安全质量检测学报, 2016, 7(2): 439-444.
- [28] 王韬, 仇全雷, 杜艳仓, 等. 云南昭通天麻多糖含量测定 [J]. 西南林业大学学报, 2011, 31(1): 31-33.
- [29] 宗露. 平武产栽培天麻的品质评价研究 [D]. 成都: 成都中医药大学, 2013.
- [30] 李立郎, 胡萍, 陈冉, 等. 贵州乌天麻的营养成分分析 [J]. 贵州农业科学, 2015, 43(5): 175-178.
- [31] 熊汝琴, 王锐, 刘忠荣, 等. Folin-Ciocalteu 比色法测定不同等级天麻总酚含量 [J]. 浙江农业科学, 2014, 1(5): 664-665, 667.
- [32] 韩春妮, 彦汉文, 吴盛友, 等. 云南昭通天麻三种变型中四个成分的含量比较研究 [J]. 云南中医中药杂志, 2014, 35(7): 62-64.
- [33] 梁纪军, 田大丰, 王中彦, 等. HPLC 法测定不同产地天麻中天麻素的含量 [J]. 沈阳药科大学学报, 2006, 23(1): 26-28.