

不同产区天麻质量评价

王彩云¹, 成忠均^{1#}, 侯俊², 周茂娣¹, 王永¹, 徐庆祝¹, 李恒谦¹, 张翔宇¹, 阮培均^{1*}

(1. 毕节市中药研究所, 贵州 毕节 551700; 2. 大方县扶贫开发办公室, 贵州 毕节 551700)

摘要: **目的** 分析天麻主产区资源质量。**方法** 收集不同产区天麻资源, 测定天麻农艺性状指标和有效成分含量, 分析其相关性, 综合评价各产区天麻质量。**结果** 叙永红天麻的平均质量最大, 黎平乌天麻的麻长最长, 赫章安乐溪红天麻的平均麻宽最大, 朱昌红天麻的平均长宽比值最大, 赫章安乐溪红天麻的麻厚最大, 赫章双营乌天麻的箭芽长度最长, 黔南贵定红天麻的肚脐眼直径最大。统计天麻的单重、长、宽、厚等 9 个农艺性状, 肚脐眼直径的变异系数最大, 麻长变异系数最小。黎平乌天麻的天麻素含量最高; 赫章安乐溪红天麻的对羟基苯甲醇含量最高; 两种成分总和最高的为黎平乌天麻; 七星关区朱昌红天麻的醇溶性浸出物含量最高。回归分析表明天麻农艺性状与天麻素、对羟基苯甲醇含量之间均无相关性, 与醇溶性浸出物含量之间有相关性, 其中麻宽与醇溶性浸出物含量呈负相关, 麻厚及肚脐眼直径与醇溶性浸出物含量呈正相关。**结论** 综合农艺性状及有效成分含量分析, 黎平乌天麻的质量相对较好。

关键词: 天麻; 农艺性状; 成分检测; 质量评价; 回归分析

中图分类号: R282 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-1528(2022)02-0487-06

doi: 10. 3969/j. issn. 1001-1528. 2022. 02. 028

Quality evaluation of *Gastrodia elata* in different producing areas

WANG Cai-yun¹, CHENG Zhong-jun^{1#}, HOU Jun², ZHOU Mao-chang¹, WANG Yong¹, XU Qing-zhu¹, LI Heng-qian¹, ZHANG Xiang-yu¹, RUAN Pei-jun^{1*}

(1. Bijie Municipal Institute of Traditional Chinese Medicine, Bijie 551700, China; 2. Office of Poverty Alleviation and Development in Dafang County, Bijie 551700, China)

ABSTRACT: **AIM** To evaluate the quality of *Gastrodia elata* in the main producing areas. **METHODS** *G. elata* collected in different producing areas were subjected to the determinations of the agronomic characters and effective component content, their correlation, and comprehensive quality assessment as well. **RESULTS** It was found that the most average single weight gain of *G. elata* was in Xuyong; the longest length, the highest gastrodin content, and the highest total content of *p*-hydroxybenzyl alcohol and gastrodin in Liping; the largest average width and the highest *p*-hydroxybenzyl alcohol content in Anlexi township of Hezhang county; the largest average length-width ratio in Zhuchang county; the biggest thickness in Anlexi township of Hezhang county; the longest arrow shoot length in Shuangying township of Hezhang county; and the largest navel diameter in Guiding county. According to the statistics of 9 agronomic traits (single weight, length, width and thickness, etc.), the maximal variation coefficient was that with the navel diameter, and the minimal was with the length. Regression analysis showed significant correlation between agronomic traits and the content of alcohol-soluble extracts instead of those of main effective components gastrodine and *p*-hydroxybenzyl alcohol. There existed a negative correlation between the

收稿日期: 2021-02-05

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划项目 (2015BAI05B03); 贵州省科研机构创新能力建设专项 (黔科合服企 [2020] 4012); 贵州省人才基地建设项目 (RCJD2020-21); 贵州省科技计划项目 (黔科合支撑 [2020] 4Y098); 广州市科技计划项目 (201903010008)

作者简介: 王彩云 (1989—), 女, 硕士, 副研究员, 研究方向为药用植物资源评价与利用。Tel: 15085764483, E-mail: wangcayun0716@126.com

#共同第一作者: 成忠均 (1993—), 男, 硕士, 研究实习员, 研究方向为药物化学。Tel: 18002331836, E-mail: 857413601@qq.com

*通信作者: 阮培均 (1963—), 男, 研究员, 研究方向为药用植物遗传与育种。Tel: (0857) 8223104, E-mail: rpj3819@126.com

hemp width and alcohol-soluble extracts and a positive correlation between the hemp thickness, diameter of belly button and alcohol-soluble extracts. **CONCLUSION** Given the statistics of agronomic characters and the content of active constituents, *G. elata* in Liping county is of the best quality.

KEY WORDS: *Gastrodia elata*; agronomic traits; composition detection; quality evaluation; regression analysis

天麻 (*Gastrodia elata*) 隶属兰科天麻属, 主要成分为多糖、有机酸、核苷、甾醇以及天麻苷元、天麻素等酚类化合物^[1-2], 主要药用活性成分为天麻苷元和天麻素^[3], 为我国传统名贵中药之一, 具有熄风止痉、平抑肝阳、祛风通络等功效, 临床主要用于治疗手足不遂、神经衰弱、头痛眩晕、经前期紧张、风湿痹痛等症^[4-6]。现代研究表明天麻不仅可作为药物, 用于增强免疫、镇痛、抗炎、防止衰老、神经保护、抗遗忘以及预防心血管疾病等^[7-11], 也可制成供人们直接食用的保健膳食, 如天麻酒、天麻鲜湿面条、天麻豆渣蛋糕、天麻片等。

天麻根据其茎杆颜色不同通常可分为乌红天麻、红天麻、乌天麻、黄天麻、绿天麻等^[12], 目前产量最大的主要栽培类型为乌红杂交天麻、红天麻和乌天麻。由于不同产区、不同分型天麻的质量不一, 生产的产品质量不稳定。因此, 需要综合评价不同产区天麻质量, 分析各产区天麻的优劣, 科

学指导天麻原料的选择。目前已有较多关于天麻药材质量评价方面的研究报道^[13-16], 但大部分基于高效液相色谱进行质量评价的研究, 指标性成分多为对羟基苯甲醇和天麻素, 而综合农艺性状及有效成分含量比较的研究鲜有报道。从质量特征上看, 前大部分侧重研究天麻的加工方法以及产地, 很少涉及不同变型对天麻药材品质影响的研究。本研究以不同产地 2 种主要变型 (乌天麻、红天麻) 为研究对象, 通过测定农艺性状、分析有效成分含量, 综合评价不同产地和不同变型天麻质量特征, 为优质天麻品种选育工作提供科学理论基础。

1 材料

1.1 药材 于 2019 年从四川、贵州等天麻主产区收集天麻资源 14 份, 均为 1 年生天麻 (冬麻), 经贵州省毕节市中药研究所阮培均研究员鉴定为兰科植物红天麻 *G. elata* Bl. f. *elata*、乌天麻 *G. elata* Bl. f. *Glauca* S. Chow, 具体信息见表 1。

表 1 样品信息
Tab. 1 Information of samples

编号	引种地	天麻类型	海拔/m	经度/(°)	纬度/(°)
1	七星关区杨家湾镇	野生红天麻	1 912.05	105.00	27.12
2	四川省泸州市叙永县	乌天麻	1 398.64	105.28	27.87
3	大方县顺德街道白石村	红天麻	1 437.49	105.60	27.17
4	七星关区杨家湾镇	红天麻	1 912.05	105.00	27.12
5	四川省泸州市叙永县	红天麻	1 398.64	105.28	27.87
6	赫章县安乐溪乡	红天麻	2 214.38	104.20	26.16
7	赫章县双营村	乌天麻	1 886.84	104.91	27.13
8	七星关区朱昌镇	红天麻	1 839.90	105.00	27.13
9	七星关区杨家湾镇	乌天麻	1 912.05	105.00	27.12
10	大方县慕俄格街道	红天麻	1 449.64	105.60	27.17
11	黔南州贵定县	红天麻	1 500.35	107.10	26.42
12	黔东南州黎平县	乌天麻	1 258.24	108.31	25.41
13	黔南州贵定县	野生乌天麻	1 564.53	107.10	26.42
14	赫章县双营村	红天麻	1 886.84	104.91	27.13

1.2 试剂 对羟基苯甲醇 (批号 111970-201702, 纯度 98%)、天麻素 (批号 110807-201608, 纯度 97%) 对照品购自中国食品药品检定研究院。乙腈为色谱纯 (迪马科技有限公司); 其余试剂均为分析纯; 水为娃哈哈纯净水。

1.3 仪器 Agilent 1260 高效液相色谱仪 (美国 Agilent 公司)。

2 方法

2.1 农艺性状调查 天麻为异养型多年生草本植物, 主要生长在地下, 无根、无绿叶, 地下块茎在繁殖季节提供养分抽薹、开花、结实后腐烂消亡, 完成世代更替^[17]。因此, 本实验仅选取天麻地下块茎部位, 具体性状指标为块茎单重、厚度、长度、宽度、长宽比、点状横环纹环数、环间距、肚

脐眼直径、箭芽长。

2.2 有效成分含量测定 按 2015 年版《中国药典》天麻炮制项下方法测定^[5], 分析采用 Zorbax SB-C₁₈ 色谱柱 (150 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相 0.05% H₃PO₄-乙腈 (97 : 3); 体积流量 1 mL/min; 柱温 35 ℃; 检测波长 220 nm。对羟基苯甲醇保留时间 8.75 min, 天麻素峰保留时间 5.17 min。

2.3 统计学分析 通过 Excel 2007、SPSS 20.0 软件进行统计处理, 数据以 ($\bar{x}\pm s$) 表示, 多组间比较采用方差分析。P<0.05 表示差异具有统计学意义。

3 结果

表 2 不同产区天麻形态指标 (I) ($\bar{x}\pm s$)

Tab. 2 Morphological indices of *G. elata* in different production areas (I) ($\bar{x}\pm s$)

品种	单重/g	麻长/mm	麻宽/mm	长宽比	麻厚/mm
黔南贵定红天麻	136.29±1.12 ^{ABa}	112.04±1.93 ^{ABabc}	51.24±0.66 ^{ABab}	2.19±0.02 ^{Ccd}	42.67±1.18 ^{ABab}
赫章安乐溪红天麻	129.13±6.90 ^{ABab}	94.75±9.54 ^{Bc}	56.43±5.48 ^{Aa}	1.68±0.04 ^{Cd}	47.59±1.17 ^{Aa}
朱昌红天麻	61.85±5.16 ^{Df}	121.21±2.11 ^{ABab}	31.41±3.19 ^{Dde}	3.91±0.48 ^{Aa}	23.96±0.68 ^{Ce}
杨家湾乌天麻	128.32±8.46 ^{ABab}	95.01±6.15 ^{Bbc}	49.00±2.21 ^{BCbc}	1.94±0.05 ^{Cd}	39.01±2.68 ^{Bb}
杨家湾红天麻	73.08±8.73 ^{CDf}	119.18±0.95 ^{ABabc}	34.07±1.18 ^{CDde}	3.50±0.11 ^{ABab}	24.46±2.25 ^{Cd}
赫章双营红天麻	134.83±5.48 ^{ABa}	98.59±6.59 ^{ABbc}	44.98±3.40 ^{BCbc}	2.20±0.09 ^{Ccd}	36.92±0.79 ^{Bbc}
赫章双营乌天麻	92.90±9.42 ^{Ce}	99.48±10.64 ^{ABbc}	38.63±2.11 ^{CDde}	2.57±0.15 ^{Ce}	32.02±3.76 ^{BCcd}
黎平乌天麻	110.79±1.10 ^{BCbce}	128.69±8.80 ^{Aa}	36.70±0.59 ^{CDde}	3.50±0.18 ^{ABab}	31.43±0.77 ^{BCd}
叙永乌天麻	87.28±8.05 ^{Ce}	114.75±6.43 ^{ABabc}	39.47±1.41 ^{BCDede}	2.91±0.18 ^{BCbc}	31.69±1.00 ^{BCcd}
叙永红天麻	143.16±8.12 ^{Aa}	100.38±4.41 ^{ABbc}	51.33±4.26 ^{ABa}	1.98±0.23 ^{Cd}	42.65±1.34 ^{ABab}
大方慕俄格红天麻	125.55±5.76 ^{ABabc}	123.67±10.36 ^{ABab}	45.60±3.63 ^{BCbc}	2.72±0.19 ^{BCbc}	38.05±1.58 ^{Bbc}
大方白石红天麻	63.14±4.92 ^{Df}	108.64±8.06 ^{ABabc}	33.64±1.27 ^{CDde}	3.22±0.12 ^{ABab}	27.43±0.54 ^{Cd}
平均值	107.19	109.70	42.71	2.69	34.99
最大值	149.91	139.67	64.14	4.57	49.21
最小值	57.78	85.48	27.12	1.65	23.02
极差	92.13	54.19	34.02	2.92	26.19
标准差	29.54	13.45	8.34	0.72	7.22
变异系数/%	27.56	12.26	19.53	26.77	20.64

注: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)。

由表 3 可知, 黎平乌天麻的平均点状横纹环数最多, 为 19 环, 其次为大方慕俄格红天麻与大方白石红天麻, 均为 16 环, 赫章安乐溪红天麻的点状横纹环数最少, 仅为 11 环; 赫章安乐溪红天麻的环间距最大, 大方白石红天麻的平均环间距最小; 赫章双营乌天麻的箭芽长度最长, 其次为黔南贵定红天麻, 杨家湾乌天麻的箭芽长度最小, 各样品的箭芽长度无差异性; 黔南贵定红天麻的肚脐眼直径最大, 其次为赫章安乐溪红天麻, 黎平乌天麻的肚脐眼直径最小。肚脐眼直径的变异系数最大, 表明肚脐眼直径在各栽培天麻中的差异最大; 麻长变异系数最小, 表明麻长在各栽培天麻中的差异最小。

3.2 产区质量评价 由表 4 可知, 有效成分含量均符合 2015 年版《中国药典》要求, 其中黎平乌

3.1 农艺性状 由表 2 可知, 叙永红天麻平均单重最大, 其次为黔南贵定红天麻, 最小的为朱昌红天麻; 黎平乌天麻最长, 其次为大方慕俄格红天麻, 最小的为赫章安乐溪红天麻; 赫章安乐溪红天麻的麻宽最大, 其次为叙永红天麻, 朱昌红天麻的平均麻宽最小; 朱昌红天麻的长宽比值最大, 其次为黎平乌天麻、杨家湾红天麻, 而赫章安乐溪红天麻的长宽比值最小。赫章安乐溪红天麻的麻厚最大, 其次为黔南贵定红天麻, 朱昌红天麻的平均麻厚最小, 与其他样品差异显著 (P<0.05)。

天麻中天麻素含量最高, 其次为大方慕俄格红天麻, 最低的为杨家湾红天麻; 赫章安乐溪红天麻中对羟基苯甲醇含量最高 (P<0.01), 其次为赫章双营乌天麻, 最低的为黔南贵定野生乌天麻; 天麻素与对羟基苯甲醇总含量最高的为黎平乌天麻 (P<0.01), 其次为大方慕俄格红天麻天麻, 杨家湾红天麻最低; 大方慕俄格红天麻中水分含量最高 (P<0.01), 赫章安乐溪红天麻最低; 七星关区杨家湾野生红天麻中灰分含量最高 (P<0.01), 叙永乌天麻最低; 七星关区朱昌红天麻中醇溶性浸出物含量最高, 其次为黔南贵定红天麻, 杨家湾红天麻最低。另外, 天麻水分含量变异系数最小, 表明该指标最稳定, 其次为醇溶性浸出物含量、天麻素含量; 变异系数最高为对羟基苯甲醇含量, 表明该指标在不同样品之间的差异最大。

表 3 不同产区天麻形态指标 (II) ($\bar{x}\pm s$)

Tab. 3 Morphological indices of *G. elata* cultivated in different production areas (II) ($\bar{x}\pm s$)

品种	点状横纹环数/环	环间距/mm	箭芽长度/mm	肚脐眼直径/mm
黔南贵定红天麻	14±0. 47 ^{BChe}	7. 81±0. 39 ^{ab}	17. 95±0. 32	12. 52±1. 00 ^{Aa}
赫章安乐溪红天麻	11±0. 82 ^{Cc}	9. 45±1. 07 ^a	13. 04±0. 54	11. 65±1. 40 ^{ABa}
朱昌红天麻	13±0. 83 ^{BChe}	9. 24±1. 16 ^{ab}	15. 71±0. 95	8. 97±1. 02 ^{ABChe}
杨家湾乌天麻	13±0. 69 ^{BChe}	7. 88±0. 34 ^{ab}	10. 81±0. 56	9. 67±0. 47 ^{ABCab}
杨家湾红天麻	14±0. 88 ^{BChe}	8. 37±0. 89 ^{ab}	13. 21±0. 24	9. 12±0. 76 ^{ABCb}
赫章双营红天麻	13±0. 82 ^{BChe}	7. 63±0. 59 ^{ab}	14. 09±0. 91	7. 39±0. 79 ^{CDbcd}
赫章双营乌天麻	13±0. 57 ^{BChe}	7. 73±0. 80 ^{ab}	18. 16±0. 91	6. 27±0. 91 ^{CDcd}
黎平乌天麻	19±0. 96 ^{Aa}	7. 01±0. 30 ^{ab}	15. 18±1. 96	4. 63±0. 23 ^{Dd}
叙永乌天麻	14±1. 16 ^{BChe}	6. 89±0. 05 ^{bc}	16. 65±0. 67	7. 87±1. 20 ^{BCDbcd}
叙永红天麻	13±0. 42 ^{BChe}	8. 00±0. 69 ^{ab}	12. 52±0. 78	6. 10±0. 12 ^{CDcd}
大方慕俄格红天麻	16±1. 41 ^{ABab}	7. 89±0. 72 ^{ab}	17. 22±0. 52	7. 91±0. 82 ^{BCDbc}
大方白石红天麻	16±0. 89 ^{ABab}	6. 57±0. 59 ^c	15. 79±1. 03	5. 93±1. 11 ^{CDcd}
平均值	14	7. 87	15. 03	8. 17
最大值	20	10. 85	19. 05	13. 92
最小值	10	5. 84	10. 17	4. 31
极差	10	5. 01	8. 88	9. 61
标准差	2. 07	1. 08	2. 39	2. 43
变异系数/%	14. 85	13. 75	15. 91	29. 70

注: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 ($P<0. 05$)。

表 4 不同产区天麻有效成分含量 ($\bar{x}\pm s$)

Tab. 4 Contents of effective components in *G. elata* from different production areas ($\bar{x}\pm s$)

品种	天麻素/%	对羟基苯甲醇/%	总含量/%	水分/%	灰分/%	醇溶性浸出物/%
黎平乌天麻	1. 82±0. 03 ^{Aa}	0. 36±0. 00 ^{CDede}	2. 17±0. 03 ^{Aa}	7. 56±0. 04 ^{FGfg}	1. 71±0. 09 ^{DEfg}	33. 73±0. 30 ^{ABab}
大方慕俄格红天麻	1. 66±0. 03 ^{Bb}	0. 34±0. 03 ^{CDde}	2. 00±0. 01 ^{Bb}	10. 11±0. 12 ^{Aa}	1. 70±0. 04 ^{DEg}	32. 73±0. 19 ^{Bb}
赫章双营乌天麻	1. 61±0. 02 ^{Bb}	0. 32±0. 01 ^{DEdef}	1. 92±0. 03 ^{Bb}	7. 79±0. 03 ^{EFeF}	2. 00±0. 04 ^{CDcd}	31. 36±0. 13 ^{Cc}
杨家湾乌天麻	1. 44±0. 03 ^{Cc}	0. 25±0. 00 ^{EFfg}	1. 69±0. 03 ^{Cc}	6. 64±0. 05 ^{Hi}	1. 76±0. 07 ^{Ddefg}	31. 55±0. 04 ^{BCc}
大方白石红天麻	1. 28±0. 02 ^{Dd}	0. 37±0. 01 ^{CDcd}	1. 65±0. 03 ^{CDc}	7. 91±0. 02 ^{Ee}	1. 95±0. 06 ^{CDedef}	27. 03±0. 45 ^{Ee}
七星关区朱昌红天麻	1. 21±0. 03 ^{DEde}	0. 42±0. 01 ^{Cc}	1. 63±0. 03 ^{CDcd}	6. 93±0. 02 ^{Hh}	1. 72±0. 09 ^{DEefg}	34. 13±0. 24 ^{Aa}
赫章安乐溪红天麻	0. 79±0. 03 ^{Gg}	0. 75±0. 04 ^{Aa}	1. 55±0. 02 ^{DEde}	6. 64±0. 05 ^{Hi}	2. 53±0. 05 ^{Bb}	25. 02±0. 22 ^{Ff}
叙永乌天麻	1. 24±0. 03 ^{DEde}	0. 22±0. 00 ^{FGgh}	1. 45±0. 03 ^{Ee}	7. 55±0. 04 ^{FGfg}	1. 34±0. 05 ^{Fi}	29. 02±0. 28 ^{Dd}
黔南贵定红天麻	1. 14±0. 02 ^{EFeF}	0. 19±0. 01 ^{FGgh}	1. 33±0. 02 ^{Ff}	8. 62±0. 10 ^{Cc}	1. 66±0. 06 ^{DEgh}	34. 09±0. 08 ^{Aa}
贵定野生乌天麻	1. 05±0. 04 ^{Ff}	0. 17±0. 01 ^{Gh}	1. 22±0. 04 ^{Gg}	8. 26±0. 05 ^{Dd}	1. 96±0. 07 ^{CDede}	25. 83±0. 18 ^{EFf}
赫章双营村红天麻	0. 59±0. 02 ^{Iij}	0. 60±0. 01 ^{Bb}	1. 18±0. 02 ^{Gg}	6. 94±0. 08 ^{Hh}	2. 12±0. 07 ^{Cc}	27. 52±0. 45 ^{Ee}
七星关区杨家湾野生红天麻	0. 71±0. 02 ^{GHHh}	0. 35±0. 00 ^{CDde}	1. 06±0. 01 ^{Hh}	7. 40±0. 10 ^{Gg}	4. 93±0. 13 ^{Aa}	17. 82±0. 18 ^{Hh}
叙永红天麻	0. 65±0. 04 ^{HHhi}	0. 25±0. 03 ^{EFGg}	0. 90±0. 01 ^{li}	8. 73±0. 16 ^{Cc}	1. 43±0. 05 ^{EFhi}	21. 43±0. 31 ^{Gg}
杨家湾红天麻	0. 54±0. 03 ^{Ij}	0. 30±0. 01 ^{DEef}	0. 84±0. 03 ^{li}	9. 44±0. 06 ^{Bb}	1. 42±0. 04 ^{EFhi}	17. 36±0. 44 ^{Hh}
平均值	1. 12	0. 35	1. 47	7. 89	2. 02	27. 76
最大值	1. 859	0. 790	2. 210	10. 28	5. 09	34. 45
最小值	0. 503	0. 157	1. 801	6. 58	1. 28	16. 95
极差	1. 356	0. 633	1. 409	3. 70	3. 81	17. 50
标准差	0. 40	0. 15	0. 39	1. 01	0. 86	5. 54
变异系数/%	35. 71	42. 86	26. 53	12. 81	42. 57	19. 96

注: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 ($P<0. 05$)。

3.3 分型质量评价 由表 5 可知, 乌天麻中天麻素含量、天麻素与对羟基苯甲醇总含量、醇溶性浸出物含量均高于红天麻, 而红天麻中对羟基苯甲醇含量更高; 乌天麻中醇溶性浸出物含量变异系数最小, 对羟基苯甲醇含量变异系数最大; 红天麻中对羟基苯甲醇含量变异系数最大, 其次为天麻素含量。

3.4 相关性分析 天麻块茎单重、长、宽、厚、长宽比、点状横环纹环数、环间距、箭芽长度、肚脐眼直径等农艺性状与天麻素含量、对羟基苯甲醇含量之间均无显著相关性, 见表 6~7; 与醇溶性浸出物含量之间有显著相关性, 其中麻宽与其呈负相关, 麻厚、肚脐眼直径与其呈正相关, 见表 8。

表 5 不同天麻分型中有效成分含量

Tab. 5 Contents of effective components in different types of *G. elata*

类型	天麻素/%	对羟基苯甲醇/%	总含量/%	醇溶性浸出物/%
乌天麻	1. 82	0. 36	2. 17	33. 73
	1. 61	0. 32	1. 92	31. 36
	1. 44	0. 25	1. 69	31. 55
	1. 24	0. 22	1. 45	29. 02
平均值	1. 53	0. 29	1. 81	31. 42
最大值	1. 82	0. 36	2. 17	33. 73
最小值	1. 24	0. 22	1. 45	29. 02
极差	0. 58	0. 14	0. 72	4. 71
标准差	0. 21	0. 06	0. 27	1. 67
变异系数/%	13. 97	19. 10	14. 76	5. 31
红天麻	1. 66	0. 34	2. 00	32. 73
	1. 28	0. 37	1. 65	27. 03
	1. 21	0. 42	1. 63	34. 13
	0. 79	0. 75	1. 55	25. 02
	1. 14	0. 19	1. 33	34. 09
	0. 59	0. 60	1. 18	27. 52
	0. 65	0. 25	0. 9	21. 43
	0. 54	0. 30	0. 84	17. 36
	0. 98	0. 40	1. 39	27. 41
	1. 66	0. 75	2. 00	34. 13
平均值	0. 54	0. 19	0. 84	17. 36
最大值	1. 12	0. 56	1. 16	16. 77
最小值	0. 37	0. 17	0. 37	5. 71
极差	1. 12	0. 56	1. 16	16. 77
标准差	0. 37	0. 17	0. 37	5. 71
RSD/%	38. 21	43. 66	26. 83	20. 83

表 6 农艺性状与天麻素含量的相关性

Tab. 6 Correlations between agronomic traits and gastrodin content

模型	标准系数	<i>t</i>	<i>P</i>
常量	—	−2. 689	0. 115
单重	−1. 162	−1. 674	0. 236
麻长	0. 676	1. 099	0. 386
麻宽	3. 187	1. 305	0. 322
长宽比	−0. 128	−0. 083	0. 941
麻厚	−1. 886	−0. 978	0. 431
点状横纹环数	0. 977	1. 870	0. 202
环间距	0. 328	0. 861	0. 480
箭芽长度	0. 885	4. 072	0. 055
肚脐眼直径	−0. 181	−0. 638	0. 589

表 7 农艺性状与对羟基苯甲醇含量的相关性

Tab. 7 Correlations between agronomic traits and *p*-hydroxybenzyl alcohol content

模型	标准系数	<i>t</i>	<i>P</i>
常量	—	0. 439	0. 703
单重	−1. 376	−1. 174	0. 361
麻长	0. 011	0. 011	0. 992
麻宽	−5. 501	−1. 334	0. 314
长宽比	−2. 417	−0. 934	0. 449
麻厚	4. 707	1. 445	0. 285
点状横纹环数	0. 817	0. 926	0. 452
环间距	1. 329	2. 066	0. 175
箭芽长度	0. 125	0. 340	0. 766
肚脐眼直径	−0. 141	−0. 294	0. 797

表 8 农艺性状与醇溶性浸出物含量的相关性

Tab. 8 Correlations between agronomic traits and ethanol-soluble extracts content

模型	标准系数	<i>t</i>	<i>P</i>
常量	—	1. 460	0. 282
单重	0. 476	1. 424	0. 290
麻长	0. 843	2. 843	0. 105
麻宽	−5. 741	−4. 879	0. 040
长宽比	0. 121	0. 164	0. 885
麻厚	4. 969	5. 347	0. 033
点状横纹环数	−0. 612	−2. 430	0. 136
环间距	−0. 145	−0. 787	0. 514
箭芽长度	0. 343	3. 273	0. 082
肚脐眼直径	0. 590	4. 307	0. 049

4 讨论

天麻主要分布于四川、贵州、云南、吉林、辽宁、陕西、甘肃等地区^[18]，这些地区生态环境适宜，是天麻生长及繁育基地的极佳选择。在本研究测定的 14 份天麻样品中，天麻素和对羟基苯甲醇含量之和为 1. 801% ~ 2. 210%，均高于 2015 年版《中国药典》标准^[5]。以有效成分的含量为指标，所有天麻样品均合格。综合农艺性状及有效成分含量，初步认为，黎平乌天麻的质量相对较好。值得注意的是七星关区杨家湾野生红天麻的天麻素含量为 0. 71%，对羟基苯甲醇含量为 0. 35%，天麻素

与对羟基苯甲醇总含量为 1.06%，醇溶性浸出物含量为 17.82%，各含量均高于本地栽培红天麻，其中天麻素含量、天麻素与对羟基苯甲醇总含量与本地栽培红天麻差异极显著。另外，从测定结果分析，各产地天麻样品天麻素等有效成分含量差异较大，总体来说黎平乌天麻质量优于其余天麻样品；同一产地不同分型天麻的天麻素、对羟基苯甲醇等成分含量相差也较大，总体表现为乌天麻中天麻素、天麻素与对羟基苯甲醇总含量、醇溶性浸出物含量高于红天麻，红天麻对羟基苯甲醇平均含量高于乌天麻，这可能与种植条件、采收季节、麻种性状等因素有关，有待于进一步考察。

消费者对天麻了解不足，通常片面地认为某变型或产地天麻质量最佳。本研究收集的不同产区 2 种天麻变型，经综合比较认为黎平乌天麻质量较好，其次为贵州大方慕俄格红天麻和赫章双营乌天麻。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，因此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，本实验以黎平人工种植乌天麻的质量最好。

本研究在回归分析时，未发现天麻块茎单重、长、宽、长宽比、厚、点状横环纹环数、环间距、箭芽长度、肚脐眼直径等农艺性状指标与天麻素含量、对羟基苯甲醇含量之间的相关性，分析其原因可能为样本量太小，代表性不足，下一步将通过提高样本量，进一步分析农艺性状与产量、质量之间的相关性，以科学指导天麻生产。

参考文献：

[1] 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.

[2] Guo Q, Wang Y, Lin S, *et al.* 4-Hydroxybenzyl-substituted amino acid derivatives from *Gastrodia elata* [J]. *Acta Pharm Sin B*, 2015, 5(4): 350-357.

[3] 王 俏. 天麻素和天麻苷元的体内外代谢和脑靶向性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.

[4] Li Y, Wang L, Xu J, *et al.* *Gastrodia elata* attenuates inflammatory response by inhibiting the NF-κB pathway in

rheumatoid arthritis fibroblast-like synoviocytes [J]. *Biomed Pharmacother*, 2017, 85: 177-181.

[5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2015 年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 58.

[6] Jung J W, Yoon B H, Oh H R, *et al.* Anxiolytic-like effects of *Gastrodia elata* and its phenolic constituents in mice [J]. *Biol Pharm Bull*, 2006, 29(2): 261-265.

[7] 赵 敏, 李崇阳, 李新海, 等. 大鼠伏核微量注射天麻素对神经病理性镇痛作用的研究[J]. 重庆医学, 2016, 45(3): 296-298.

[8] Bao Q, Li Q, Cheng G, *et al.* Immune-enhancing activity of polysaccharides from *Gastrodia elata* [J]. *J Food Process Pres*, 2016, 41(4): e13016.

[9] Chen W, Lai Y, Lin S, *et al.* Anti-depressant effects of *Gastrodia elata* Blume and its compounds gastrodin and 4-hydroxybenzyl alcohol, *via* the monoaminergic system and neuronal cytoskeletal remodeling [J]. *J Ethnopharmacol*, 2016, 182: 190-199.

[10] Tsai C F, Huang C L, Lin Y, *et al.* The neuroprotective effects of an extract of *Gastrodia elata* [J]. *J Ethnopharmacol*, 2011, 138(1): 119-125.

[11] Wang D X, Wang Q, Chen R H, *et al.* Exploring the effects of *Gastrodia elata* Blume on the treatment of cerebral ischemia-reperfusion injury using UPLC-Q/TOF-MS-based plasma metabolomics [J]. *Food Funct*, 2019, 10(11): 7204-7215.

[12] Wu J X, Duan Y S, Li W. Comparison of gastrodin content in different kinds of *Gastrodia elata* Bl [J]. *Hubei Agr Sci*, 2014, 53: 4416-4417.

[13] 肖佳佳, 黄 红, 雷有成, 等. 天麻 HPLC 指纹图谱建立及判别分析[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(13): 2524-2531.

[14] 王 信, 王 徽, 杨 飞, 等. 天麻中 6 种天麻素类成分一测多评分析法的建立[J]. 中草药, 2018, 49(3): 694-699.

[15] 王明霞, 刘 洁, 陈炼明, 等. HPLC-FLD 法同时测定不同产地天麻中 5 个成分含量 [J]. 药物分析杂志, 2019, 39(3): 502-509.

[16] Li Y, Zhang Y, Zhang Z, *et al.* Quality evaluation of *Gastrodia elata* tubers based on HPLC fingerprint analyses and quantitative analysis of multi-components by single marker [J]. *Molecules*, 2019, 24(8): 1521-1537.

[17] 王 丽, 马聪吉, 刘大会, 等. 昭通天麻地下块茎产量与主要农艺性状的相关及通径分析[J]. 中国中药杂志, 2017, 42(4): 644-648.

[18] 周天华, 丁家玺, 徐 皓, 等. 天麻种质资源的 SSR 指纹图谱研究[J]. 西北植物学报, 2018, 38(5): 830-838.