

基于多指标同时定量的天麻块茎不同部位质量特征研究

张 玥^{1,2}, 王彩云^{3#}, 周 雪^{1*}, 朱棚英^{1,2}, 葛发欢^{1*}, 阮培均³, 张 蜀²

1. 中山大学药学院, 广东 广州 510006

2. 广东药科大学 新药研发中心, 广东 广州 510006

3. 毕节市中药研究所, 贵州 毕节 551700

摘要: **目的** 通过分析天麻 *Gastrodia elata* 块茎不同部位中多种指标成分的差异, 为天麻药材不同部位的质量评价及合理应用提供依据。 **方法** 运用 HPLC 法同时测定 12 批天麻药材中不同部位 (箭芽端、中端、肚脐端) 的天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森昔 E、巴利森昔 B、巴利森昔 C 和巴利森昔 A 6 种指标成分的含量; 应用 SPSS 软件对天麻药材不同部位各 12 批数据进行统计学分析, 以综合分析天麻块茎不同部位的质量特征。 **结果** 天麻箭芽端中 6 种指标成分含量均最高; 6 种成分总含量在天麻 3 个部位中的分布规律为箭芽端 > 中端 > 肚脐端, 分别达到 2.727%、1.258%、1.129%, 而其中的巴利森昔类成分总量的分布规律与 6 种成分总量一致, 其质量分数分别为 2.318%、1.007%、0.862%, 占所测成分总量的 76%~85%。天麻样品中对羟基苯甲醇在箭芽端、中端和肚脐端的分布均无显著性差异; 天麻中的天麻素和巴利森昔类总成分在箭芽端与另外 2 部分之间的含量差异极显著, 而在肚脐端和中端之间的含量差异不显著。综合分析结果表明, 天麻箭芽端部位的质量显著优于其他 2 个部位。 **结论** 天麻块茎不同部位的 6 种指标成分含量存在差异性, 具有明显的质量特征, 可为天麻块茎不同部位的合理应用及药材的质量控制提供参考。

关键词: 天麻; 多指标定量; 质量特征; 天麻素; 对羟基苯甲醇; 巴利森昔 E; 巴利森昔 B; 巴利森昔 C; 巴利森昔 A

中图分类号: R286.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2022)20-6337-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2022.20.004

Quality characteristics of different parts of *Gastrodia elata* tuber based on simultaneous quantification of multiple index components

ZHANG Yue^{1,2}, WANG Cai-yun³, ZHOU Xue¹, ZHU Peng-ying^{1,2}, GE Fa-huan¹, RUAN Pei-jun³, ZHANG Shu²

1. School of Pharmaceutical Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510006, China

2. Center for New Drug Research and Development, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006, China

3. Bijie Institute of Traditional Chinese Medicine, Bijie 551700, China

Abstract: Objective To analyze the differences of multiple index components in different parts of tubers of *Gastrodia elata*, so as to provide a basis for the quality evaluation and rational application of different parts of *G. elata*. **Methods** HPLC method was used to simultaneously determine the contents of gastrodin, *p*-hydroxybenzylalcohol, parishin E, parishin B, parishin C, and parishin A in different parts (the arrow end, middle end and navel end) of 12 batches of *G. elata*. And SPSS software was used for statistical analysis to comprehensively analyze the quality characteristics of different parts of *G. elata* tuber. **Results** The contents of six index components in the arrow end of *G. elata* were all the highest. The total contents of the six components at the arrow end, middle end, and navel end were 2.727%, 1.258% and 1.129%, respectively, contents of which were decreased successively. Among them, the total contents of parishins in arrow end, middle end and navel end were 2.318%, 1.007% and 0.862%, respectively, which were consistent with the distribution of the total contents of the six index components, which accounting for 76%—85% of the total measured components. There was no significant difference in the distribution of *p*-hydroxybenzylalcohol in the three parts. The contents of gastrodin and parishin (parishin E, parishin B,

收稿日期: 2022-02-03

基金项目: 广州市科技计划项目 (毕节市天麻健康产品的研究开发及产业化, 201903010008); 贵州省科研机构创新能力建设专项 (黔科合服企 [2020] 4012)

作者简介: 张 玥 (1995—), 女, 在读硕士, 从事中药现代提取分离技术研究。E-mail: junoandzeos@163.com

*通信作者: 葛发欢 (1963—), 男, 教授, 从事中药现代提取分离技术、中药及天然药物研究。E-mail: gefahuan@mail.sysu.edu.cn

周 雪 (1987—), 女, 博士, 从事中药现代提取分离技术及质量分析研究。E-mail: zhouxue9@mail.sysu.edu.cn

#共同第一作者: 王彩云 (1989—), 女, 副研究员, 从事药用植物资源评价与利用研究。E-mail: wangcaiyun0716@126.com

parishin C and parishin A) in *G. elata* were significantly different between the arrow end and the other two parts, with no significantly difference between the navel end and the middle end. The comprehensive analysis results showed that the quality of the shoot tip of *G. elata* was significantly better than the other two parts. **Conclusion** There are differences in quality characteristics in different parts of *G. elata*. This study can provide some reference for the quality evaluation and rational application of different parts of *G. elata*.

Key words: *Gastrodia elata* Bl.; quantification of multiple index components; quality characteristics; gastrodin; *p*-hydroxybenzylalcohol; parishin E; parishin B; parishin C; parishin A

天麻又名赤箭、定风草，为兰科植物天麻 *Gastrodia elata* Bl. 的干燥块茎，是我国传统的贵重药材，有平肝、息风止痉等功效，临床上主要用于治疗头痛、眩晕和癫痫等症^[1-3]。我国野生天麻主产于贵州毕节市、云南昭通市、四川宜宾市及其周边地区等地，当前天麻主要靠人工栽培，主产区主要有昭通市、毕节市、宜昌市等地，尤其是毕节大方的天麻被国家质量监督管理局认证为国家地理标志保护产品^[4-6]。《中国药典》2020 年版一般规定了药材的主要药用部位，如三七的药用部位为其根及根茎，然而有研究表明，两者间化学组成整体相似，但部分组成存在较大差异，可能会对其药效及安全性产生影响^[7]；目前关于天麻植株不同部位的质量研究主要集中于茎、花、果与块茎的比较^[8-9]，而对天麻药用部位块茎的质量研究也主要是针对天麻整体块茎，只有少数文献报道了天麻块茎不同部位中天麻素或天麻素、蛋白质、多糖的含量差异^[10-11]。多指标定量是中药质量评价的趋势，而目前天麻药材及其中成药质量评价的指标成分还主要是以药典规定的天麻素和对羟基苯甲醇为主，一方面，以 1~2 种指标成分进行定性定量分析的质量评价模式难以综合评价中药质量；另一方面，用天麻素和对羟基苯甲醇评价天麻的质量缺乏唯一性，有研究表明与天麻同科的石仙桃 *Pholidota chinensis* Lindl. 药材中也有较高含量的天麻素和对羟基苯甲醇^[12]。在有关天麻整体块茎质量研究中，虽有多指标评价的报道，但可能由于同一样品重复批次较少，导致不同的研究结果间含量差异较大，更未见天麻块茎不同部位质量的多指标评价的报道。事实上，天麻中除含有大量被关注的有效成分天麻素和对羟基苯甲醇外，其巴利森苷类化合物含量较高，该类成分对天麻药效的发挥起到了重要作用，它除了与天麻素和对羟基苯甲醇有相似的药理活性外，对防治血管性痴呆、改善神经元退行性疾病以及治疗淋巴瘤等也具有较好的效果^[13]。天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C 和巴利森苷 E 可共同作为天麻质量评价的关键指标。

本研究以天麻道地产区贵州省毕节市的 12 批天麻中 3 个不同部位的样品为研究对象，采用 HPLC 法对天麻进行多指标同时定量，综合分析天麻块茎不同部位的质量特征，为合理利用天麻块茎资源、开发天麻产品及天麻药材与饮片的质量控制提供参考。

1 仪器与材料

1.1 仪器

UltiMate 3000 型高效液相色谱仪（美国赛默飞世尔科技公司）；XS205 DualRange 型十万分之一分析天平（瑞士梅特勒-托利多公司）；OLB-1210 型水分测定仪（济南欧莱博科学仪器有限公司）；DK-410HTDS 型超声波清洗机（深圳市得康洗净电器有限公司）；RS-FS1401 型微型高速万能试样粉碎机（合肥荣事达小家电有限公司）；0.25 T/H 型纯水机（广州市莱晟机械设备有限公司）。

1.2 材料

对照品天麻素（批号 B1723054，质量分数 ≥ 98%）、对羟基苯甲醇（批号 A1829056，质量分数 99%）均购自上海阿拉丁试剂有限公司；对照品巴利森苷 B（批号 RFS-B05602103001，质量分数 99%）、巴利森苷 C（批号 RFS-B08702011116，质量分数 99%）、巴利森苷 E（批号 RFS-B09402103002，质量分数 99%）均购自成都瑞芬思生物科技有限公司；对照品巴利森苷 A（批号 P24S11F124204，质量分数 ≥ 98%）购自上海源叶生物科技有限公司；乙腈为色谱纯（德国 Merck 公司）；磷酸为分析纯（天津市光复精细化工研究所）；屈臣氏蒸馏水（广州屈臣氏食品饮料有限公司）。12 批天麻均来源于贵州省毕节市的栽培基地，经毕节市中药研究所的阮培均研究员鉴定为天麻 *G. elata* Bl. 的块茎；取每批完整天麻，按图 1 所示将其分为 3 个部位：从鹦哥嘴开始，天麻全长的 30% 为箭芽端，从脐点开始，天麻全长的 30% 为肚脐端，剩余部分为中端；蒸软干燥即得 J1~J12、Z1~Z12、D1~D12 3 个部位各 12 批天麻样品，样品信息见表 1。



图1 天麻部位示意图

Fig. 1 Schematic diagram of *G. elata* parts

表1 天麻样品信息

Table 1 Sample information of *G. elata*

样品号	部位	样品号	部位	样品号	部位
J1	箭芽端	Z1	中端	D1	肚脐端
J2	箭芽端	Z2	中端	D2	肚脐端
J3	箭芽端	Z3	中端	D3	肚脐端
J4	箭芽端	Z4	中端	D4	肚脐端
J5	箭芽端	Z5	中端	D5	肚脐端
J6	箭芽端	Z6	中端	D6	肚脐端
J7	箭芽端	Z7	中端	D7	肚脐端
J8	箭芽端	Z8	中端	D8	肚脐端
J9	箭芽端	Z9	中端	D9	肚脐端
J10	箭芽端	Z10	中端	D10	肚脐端
J11	箭芽端	Z11	中端	D11	肚脐端
J12	箭芽端	Z12	中端	D12	肚脐端

2 方法与结果

不同指标成分含量按照课题组前期建立的分析方法测定并进行方法学考察^[15]。

2.1 供试品溶液的制备

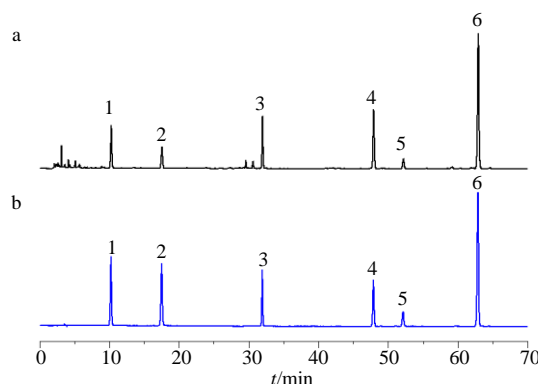
分别将各天麻样品粉碎，过60目筛，精密称定上述粉末各2.0 g，分别置于50 mL具塞玻璃锥形瓶中，加入60%甲醇溶液25 mL，称定质量，超声提取（功率250 W、频率40 kHz）60 min，冷却，称重，用60%甲醇补足减失质量，摇匀，用0.45 μm的微孔滤膜过滤，取滤液以蒸馏水等体积稀释，即得供试品溶液。

2.2 对照品溶液的制备

精密称取天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷E、巴利森苷B、巴利森苷C和巴利森苷A对照品适量，加30%色谱级乙腈溶液，制成质量浓度分别为0.083 0、0.069 4、0.084 5、0.076 0、0.027 3、0.207 0 mg/mL的混合对照品溶液，过0.45 μm的微孔滤膜，备用。

2.3 色谱条件

色谱柱：Phenomenex Luna C₁₈（250 mm×4.6 mm，5 μm）；流动相为乙腈（A）-0.1%磷酸水（B），梯度洗脱，0~5 min，3.0% A；5~15 min，3.0%~5.0% A；15~22 min，5.0% A；22~25 min，5.0%~10.1% A；25~35 min，10.1%~10.2% A；35~45 min，10.2%~14.0% A；45~52 min，14.0% A；52~55 min，14.0%~16.5% A；55~63 min，16.5%~17.5% A；63~65 min，17.5%~20.0% A；65~70 min，20.0% A；体积流量1.0 mL/min；检测波长220 nm；柱温35℃；进样量4 μL。取各样品按色谱方法测定，其典型色谱图见图2，3个部位各12批样品色谱图见图3。



1-天麻素 2-对羟基苯甲醇 3-巴利森苷E 4-巴利森苷B 5-巴利森苷C 6-巴利森苷A
1-gastrodin 2-*p*-Hydroxybenzylalcohol 3-parishin E 4-parishin B 5-parishin C 6-parishin A

图2 天麻供试品 (a) 及混合对照品 (b) HPLC 图

Fig. 2 HPLC chromatograms of test sample (a) and mixed control (b) of *G. elata*

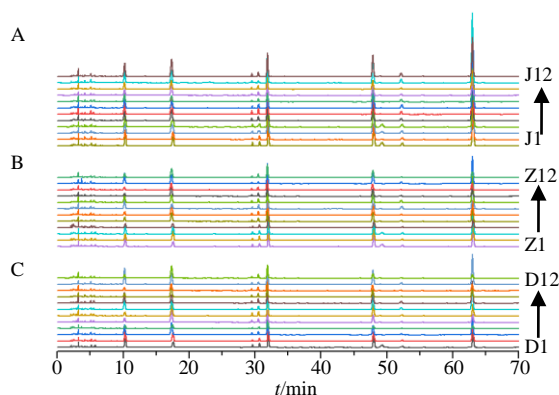


图3 天麻箭芽端 (A)、中端 (B)、肚脐端 (C) 各12批样品 HPLC 图

Fig. 3 HPLC chromatograms of 12 batches of *G. elata* samples at arrow end (A), middle end (B) and navel end (C)

2.4 方法学考察

天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 E、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 A 的线性方程分别是 $Y=0.0224X-0.014$ 、 $Y=0.0283X-0.019$ 、 $Y=0.0143X+0.034$ 、 $Y=0.0181X+0.006$ 、 $Y=0.0187X+0.005$ 、 $Y=0.0198X+0.086$ ，6 个指标成分在相应范围内 r 均大于 0.9999，线性关系良好；其精密度、稳定性和重复性的峰面积 RSD 值均小于 2%；加样回收率在 95%~105%。该方法准确、可靠，可用于天麻样品的含量测定。

2.5 天麻块茎不同部位多指标含量测定结果及质量特征分析

6 种指标成分在天麻块茎不同部位中各批次的具体含量数据见表 2。采用 SPSS 软件对天麻各样品的含量数据进行统计学分析，可分别得到天麻关键质量指标在箭芽端、中端、肚脐端 3 个部位中分布关系图。图 4-A~F 为天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 E、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 A 分别在天麻 3 个部位中平均含量关系图；表 4 为天麻块茎不同部位各成分平均含量及汇总数据对比，以下讨论涉及的含量皆为平均含量。

由图 4-A 和图 4-B 可知，就天麻素和对羟基苯甲醇而言，天麻素在箭芽端中含量最高，其次为肚脐端，中端最低，箭芽端与肚脐端、中端之间的天麻素含量差异极显著，肚脐端和中端之间的天麻素含量差异不显著；对羟基苯甲醇的含量同样也是箭芽端最高、肚脐端次之、中端最低，但 3 个部位中对羟基苯甲醇的含量差异不显著。由图 4-C~F 可知，对于巴利森苷类成分，巴利森苷 E、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 A 在不同部位中的含量均表现为箭芽端>中端>肚脐端；箭芽端巴利森苷 E、B、C、A 的含量均远高于中端及肚脐端，箭芽端与肚脐端、中端之间各成分的含量均存在极显著差异；肚脐端和中端之间巴利森苷 E、B、C、A 含量的差异均不显著。从表 3 可以看出，在箭芽端，含量最高的指标成分是巴利森苷 A，达到 1.143%，其他的从大到小依次为巴利森苷 E (0.609%)、巴利森苷 B (0.471%)、天麻素 (0.230%)、对羟基苯甲醇 (0.179%)、巴利森苷 C (0.095%)；在中端，巴利森苷 E 的量最高，达到 0.372%，其他的依次为巴利森苷 A (0.346%)、巴利森苷 B (0.246%)、对羟基苯甲醇 (0.142%)、天麻素 (0.109%)、巴利森苷 C (0.043%)；在肚脐端，巴利森苷 E 的量最高，达

到 0.328%，其他的依次为巴利森苷 A (0.286%)、巴利森苷 B (0.213%)、对羟基苯甲醇 (0.150%)、天麻素 (0.117%)、巴利森苷 C (0.034%)。

从表 3 中还可以看出，巴利森苷类成分的总含量和所有 6 种成分总含量在天麻 3 个部位中的分布规律一致，均为箭芽端>中端>肚脐端，箭芽端与中端、肚脐端之间存在极显著差异，中端和肚脐端之间无显著性差异；而天麻素和对羟基苯甲醇的总量分布为箭芽端>肚脐端>中端，箭芽端与与肚脐端、中端之间存在极显著差异，肚脐端和中端之间无显著性差异。6 种成分总含量在箭芽端、中端、肚脐端中分别达到 2.727%、1.258%、1.129%，而其中的巴利森苷类成分总含量就分别达到 2.318%、1.007%、0.862%，远高于天麻素和对羟基苯甲醇总量在 3 个部位中的比例。

研究结果表明，将天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 共同作为评价天麻质量的关键指标成分，能较好地评价天麻块茎不同部位的质量，且天麻中 3 个部位存在质量差异，尤其是箭芽端和其他 2 部分质量差异较大，在其质量评价、开发利用和饮片加工等过程中应引起重视。

3 讨论

3.1 多指标同时定量分析

本研究采用 HPLC 法对 12 批天麻块茎不同部位 36 个样品中的天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 E、巴利森苷 B、巴利森苷 C 和巴利森苷 A 进行含量测定，从 3 个部位各 12 批样品含量的平均值来看，不同部位间各单一成分含量、6 个成分总含量等均存在差异，其中天麻箭芽端部分含量最高、质量最好；无论是在哪一部位，巴利森苷类成分的总和占了所测成分总量的 76%~85%，而天麻素、对羟基苯甲醇之和只占 15%~24%。由此看来，仅测定天麻的 2 个指标成分（天麻素和对羟基苯甲醇）不足以评价天麻块茎不同部位的质量，而 6 个指标同时测定则更加全面、科学。

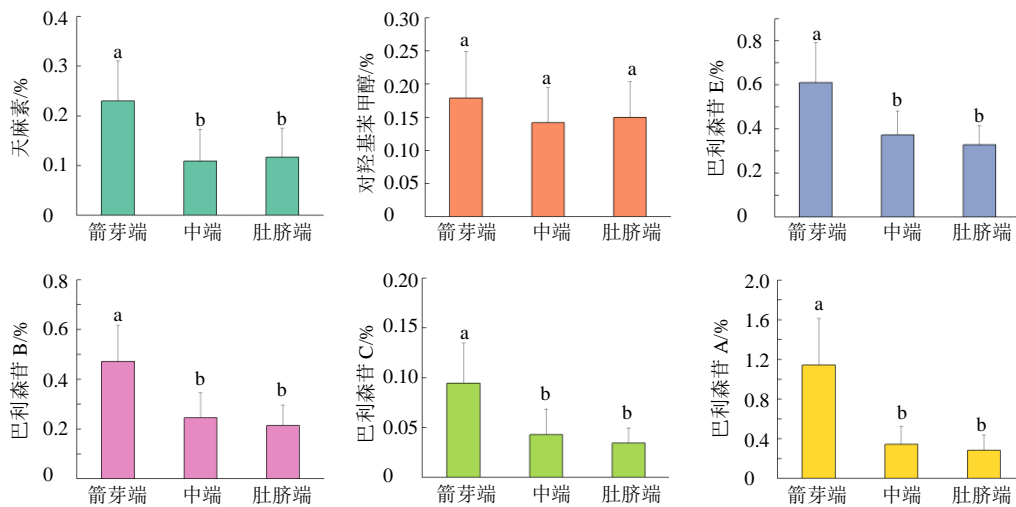
3.2 天麻质量与天麻药材采收、炮制的关系

天麻炮制历史久远，古代多采用“去芦头”“去蒂”的净制炮制方法和“锉”“切”的炮制工艺^[14]。现代天麻粗加工及炮制对天麻箭芽端的完整性没有明确规定，多沿用历代方法，在采收和清洗时箭芽端部分易遭到破坏从而导致质量下降；同时目前天麻饮片炮制也未明确切片时应横切还是纵切，按照

表 2 36 个天麻样品 6 种指标成分含量测定结果

Table 2 Content determination results of six index components in 36 *G. elata* samples

样品号	质量分数/%					
	天麻素	对羟基苯甲醇	巴利森苷 E	巴利森苷 B	巴利森苷 C	巴利森苷 A
J1	0.204	0.142	0.499	0.483	0.084	1.007
J2	0.152	0.119	0.791	0.337	0.057	0.719
J3	0.364	0.306	0.764	0.571	0.129	1.196
J4	0.198	0.228	0.469	0.285	0.047	0.577
J5	0.172	0.092	0.749	0.279	0.066	0.517
J6	0.141	0.161	0.355	0.362	0.059	0.902
J7	0.178	0.254	0.737	0.532	0.084	1.130
J8	0.296	0.203	0.728	0.579	0.111	1.840
J9	0.232	0.255	0.845	0.492	0.083	0.858
J10	0.284	0.094	0.399	0.511	0.158	1.538
J11	0.167	0.117	0.364	0.428	0.087	1.512
J12	0.373	0.177	0.614	0.795	0.172	1.916
Z1	0.167	0.079	0.323	0.293	0.045	0.413
Z2	0.109	0.153	0.480	0.278	0.041	0.427
Z3	0.217	0.243	0.493	0.370	0.071	0.499
Z4	0.043	0.110	0.301	0.092	0.010	0.090
Z5	0.068	0.064	0.495	0.143	0.026	0.181
Z6	0.069	0.133	0.221	0.198	0.031	0.343
Z7	0.056	0.175	0.417	0.239	0.031	0.318
Z8	0.047	0.151	0.285	0.171	0.023	0.157
Z9	0.044	0.105	0.339	0.126	0.018	0.135
Z10	0.140	0.224	0.551	0.343	0.056	0.387
Z11	0.213	0.145	0.320	0.396	0.102	0.645
Z12	0.135	0.119	0.244	0.302	0.059	0.560
D1	0.151	0.090	0.373	0.274	0.039	0.316
D2	0.172	0.132	0.384	0.210	0.034	0.358
D3	0.189	0.253	0.450	0.331	0.056	0.411
D4	0.162	0.201	0.439	0.203	0.028	0.289
D5	0.047	0.060	0.260	0.059	0.010	0.062
D6	0.066	0.182	0.244	0.162	0.021	0.166
D7	0.068	0.181	0.435	0.257	0.035	0.253
D8	0.058	0.189	0.271	0.175	0.025	0.180
D9	0.049	0.106	0.342	0.126	0.018	0.130
D10	0.089	0.113	0.195	0.161	0.034	0.213
D11	0.172	0.132	0.266	0.292	0.057	0.465
D12	0.183	0.155	0.281	0.313	0.055	0.586



不同小写字母表示有极显著差异 ($P < 0.01$)

Different lowercase letters showed extremely significant difference ($P < 0.01$)

图 4 天麻 6 种指标成分平均含量在各部位中的分布图

Fig. 4 Distribution diagram of average contents of six index components in different parts of *G. elata*

表3 天麻块茎不同部位各成分平均含量及汇总数据对比

Table 3 Comparison of average contents and analytical data of components in different parts of *Gelata*

部位	质量分数/%								
	天麻素	对羟基苯甲醇	巴利森苷	E巴利森苷	B巴利森苷	C巴利森苷	A6种指标成分总和	巴利森苷类总和	天麻素和对羟基苯甲醇
箭芽端	平均值 0.230 ^a	0.179 ^a	0.609 ^a	0.471 ^a	0.095 ^a	1.143 ^a	2.727 ^a	2.318 ^a	0.409 ^a
	最大值 0.373	0.306	0.845	0.795	0.172	1.916	4.047	3.497	0.671
	最小值 0.141	0.092	0.355	0.279	0.047	0.517	1.803	1.377	0.264
	极差 0.233	0.214	0.490	0.516	0.125	1.399	2.245	2.120	0.407
	标准差 0.081	0.070	0.182	0.146	0.040	0.470	0.727	0.642	0.126
中端	平均值 0.109 ^b	0.142 ^a	0.372 ^b	0.246 ^b	0.043 ^b	0.346 ^b	1.258 ^b	1.007 ^b	0.251 ^b
	最大值 0.217	0.243	0.551	0.396	0.102	0.645	1.893	1.463	0.460
	最小值 0.043	0.064	0.221	0.092	0.010	0.090	0.645	0.492	0.133
	极差 0.175	0.178	0.330	0.304	0.093	0.555	1.248	0.971	0.328
	标准差 0.065	0.053	0.110	0.100	0.026	0.177	0.421	0.331	0.099
肚脐端	平均值 0.117 ^b	0.150 ^a	0.328 ^b	0.213 ^b	0.034 ^b	0.286 ^b	1.129 ^b	0.862 ^b	0.267 ^b
	最大值 0.189	0.253	0.450	0.331	0.057	0.586	1.690	1.248	0.442
	最小值 0.047	0.060	0.195	0.059	0.010	0.062	0.496	0.390	0.106
	极差 0.142	0.194	0.255	0.272	0.047	0.524	1.194	0.858	0.336
	标准差 0.058	0.054	0.087	0.082	0.015	0.151	0.361	0.280	0.091

不同小写字母表示有极显著差异 ($P < 0.01$)

Different lowercase letters showed extremely significant difference ($P < 0.01$)

本研究结果,天麻箭芽端有效成分含量显著高于中端和肚脐端,切片方式会对天麻饮片质量均一性产生较大的影响,天麻纵切更能充分体现天麻的整体质量。本研究的意义不仅在于对天麻药材和相关制剂的质量控制,亦可为天麻的采收、加工及炮制规范的制定提供依据。

3.3 天麻块茎不同部位的合理应用

本研究结果表明天麻的有效成分多集中于其箭芽端部位,尤其是该部位6个成分总含量的平均值高达2.727%,远高于中端和肚脐端,因此在研究开发天麻新产品时,可考虑将不同部位的天麻进行合理分类应用。本研究还能为天麻中药及健康产品的开发提供参考。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 许廷生, 陆龙存, 黄子冬. 天麻有效成分的药理作用分析与临床应用研究进展 [J]. 中医临床研究, 2020, 12(21): 133-135.

[2] 于潇, 王贵阳, 侯宇东, 等. 中药抗脑缺血再灌注损伤的作用及其机制的研究进展 [J]. 中草药, 2021, 52(5): 1471-1484.

[3] 付亚轩, 孟宪钰, 李明超, 等. 天麻抗抑郁药效物质及其作用机制研究进展 [J]. 中草药, 2020, 51(21): 5622-5630.

[4] 金世元. 金世元中药材传统鉴别经验 [M]. 北京: 中国

中医药出版社, 2010: 125.

[5] 刘大会, 龚文玲, 詹志来, 等. 天麻道地产区的形成与变迁 [J]. 中国中药杂志, 2017, 42(18): 3639-3644.

[6] 李永荷. 大方县林下仿野生种植天麻发展探析 [J]. 浙江农业科学, 2015, 56(9): 1411-1412.

[7] 张艳海. 三七不同药用部位及其制剂化学成分差异表征 [D]. 上海: 上海中医药大学, 2019.

[8] 刘继永, 赵卉, 王玉方, 等. 乌美天麻与野生天麻不同部位化学成分对比研究 [J]. 特产研究, 2015, 37(2): 41-44, 64.

[9] 黄杰华, 高佳乐, 邹娟, 等. HPLC法测定雪峰天麻不同部位中天麻素和对羟基苯甲醇含量 [J]. 怀化学院学报, 2019, 38(5): 6-10.

[10] 乔怀耀, 张兴国, 张大全, 等. 乌天麻块茎同原异位天麻素含量的研究 [J]. 安徽农业科学, 2008, 36(18): 7728-7729.

[11] 刘玉潭. 天麻有效成分积累规律及天麻多糖结构研究 [D]. 合肥: 安徽农业大学, 2007.

[12] 林丽聪, 吴春敏, 陈海滨, 等. RP-HPLC法测定石仙桃中天麻素和天麻昔元 [J]. 中草药, 2008, 39(2): 283-285.

[13] 张琦, 王兆丰, 王秋颖. 天麻中巴利森苷类化合物的研究概述 [J]. 中国现代中药, 2020, 22(1): 148-153.

[14] 王孝涛. 历代中药炮制法汇典-现代部分 [M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 1998: 25-26.

[15] 张玥, 周雪, 王彩云, 等. 毕节天麻质量评价 [J]. 中成药, 2022, 44(4): 1079-1085.

[责任编辑 时圣明]