

文章编号: 1674-8085 (2022) 03-0021-06

大别山三个主产区野生及栽培天麻的 8 个主要成分含量比较

柳立新, *单 锋, 季婷婷, 蒋长顺

(安徽医学高等专科学校药学系, 安徽, 合肥 230601)

摘 要: 为评价安徽大别山区不同主产地天麻野生品及栽培品的品质优劣, 选择 8 个主要指标成分, 对三个主产区 20 个样品进行含量测定。采用 Phenomenex Luna C18 (250 mm×4.6 mm, 5 μ m) 色谱柱, 以 0.1% 甲酸乙腈 (A) - 0.1% 甲酸水溶液 (B) 系统进行梯度洗脱。方法学显示天麻中腺苷、天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、香荚兰醇、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 A 在相应检测范围内线性关系良好, $r > 0.9995$, 回收率 ($n=6$) 在 97.21%~98.74% 之间, 相对偏差的 RSD 在 0.14%~1.20% 之间; 并采用此方法对 20 个样品的天麻进行含量检测。结果显示本研究所采集的 20 个天麻样品, 同一产地天麻的各指标差异较大, 野生品有部分产地的含量相对较高, 但与栽培品之间各指标的差异性不明显, 提示大别山地区的三个天麻主产地的规范化种植取得较好的效果, 后期通过种质培育和生境筛选的方式, 对不同地区的天麻进行甄别, 建立完善的、高质量的天麻 GAP 种植基地。

关键词: 大别山区; 天麻; 含量比较; 品质评价

中图分类号: TP753

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8085.2022.03.004

COMPARISON OF EIGHT MAIN COMPONENTS BETWEEN THE WILD AND THE CULTIVATED *GASTRODIA ELATA* IN THREE MAIN PRODUCTION AREAS OF DABIE MOUNTAIN

LIU Li-xin, *SHAN Feng, JI Ting-ting, JIANG Chang-shun

(Department of Pharmacy, Anhui Medical College, Hefei, Anhui 230601, China)

Abstract: To evaluate the quality of *Gastrodia elata* from different producing areas, we compared the contents of 8 main components of the wild and the cultivated *G. elata* in three main production areas of Dabie Mountain. 20 samples of *G. elata* from three main production areas were selected for the content determination. Phenomenex Luna C18 (250mm×4.6mm, 5 μ m) was used as the chromatographic column, 0.1% formic acid acetonitrile (a) - 0.1% formic acid aqueous solution (b) was used as the moving phase with the gradient elution. It suggested that the linearity of adenosine, gastrodin, p-hydroxybenzyl alcohol, p-hydroxybenzaldehyde, vanilla alcohol, balisenside C, balisenside B and balisenside a in *G. elata* was good within the corresponding detection range ($R > 0.9995$), the recovery ($n = 6$) was 97.21% ~ 98.74%, and the RSD of relative deviation was 0.14% ~ 1.20%. This method was used to detect the contents of 20 varieties of *G. elata*. The results showed that among the 20 *G. elata* samples, the indexes from the same origin were quite different, and the contents of some wild products were relatively higher, but the differences of indexes between the wild and the cultivated products were not obvious,

收稿日期: 2021-12-29; 修改日期: 2022-01-26

基金项目: 安徽省高校自然科学研究重点项目(KJ2018A0811, KJ2018A0804)

作者简介: 柳立新(1971-), 男, 安徽巢湖人, 讲师, 硕士, 主要从事天然药物化学及药物制剂研究(E-mail: lixinliu522@126.com);

*单 锋(1985-), 男, 安徽宿州人, 讲师, 博士, 主要从事中药资源和本草研究(364094869@qq.com)。

suggesting that the standardized planting of germplasm quality in the three main *G. elata* producing areas in Dabie Mountain had achieved good results. In the later stage, *G. elata* in different areas can be screened by germplasm cultivation and habitat screening to establish a perfect and high-quality GAP planting base of *G. elata*.

Key words: Dabie Mountain area; *Gastrodia elata* Bl.; content comparison; quality analysis

天麻为我国著名的常用中药,来源于兰科植物天麻(*Gastrodia elata* Bl.)的干燥块茎,具有平抑肝阳、祛风通络之功效,临床上主要用于风虚眩晕、头疼等症^[1]。又为一种药食同源食材^[2],在2019年底,国家卫健委将天麻纳入“按照传统既是食品又是中药材的物质”的管理试点(国卫食品函〔2019〕311号)中,成为一法定意义上的“药食两用”品种。天麻主产于大别山、秦岭、鄂西山区及西南云南、贵州等地^[3]。从品种上有“红天麻”和“乌天麻”两种类型,安徽大别山地区栽培的“红天麻”面积大、产量高,还被列为“安徽十大皖药”,有着优良的品质。但是随着现代育种技术的不断改进,天麻的栽培品的质量也参差不齐,再加之天麻各产地GAP基地相继建立,为进一步加快推进中药特色经济,需对天麻栽培品质量进行整体把控,笔者对安徽大别山天麻的三个主产地(岳西县、金寨县、霍山县)的野生品和栽培品进行采集,采用更加科学、合理、全面的评价方法对天麻栽培品的质量进行评价,以期对综合评价天麻商品质量提供必要的理论依据。

现代药理学研究证实^[4-5],天麻在心脑血管疾病、惊厥、镇静、镇痛、延缓衰老等方面有较好的效果,如天麻素能通过调节衰老相关基因的表达水平来抑制线粒体途径中的凋亡程序,进而发挥抗氧化作用;化学名4-羟甲基苯- β -D吡喃葡萄糖苷,可用苦杏仁酶进行水解,水解产物为羟甲基苯醇苷元,也是天麻的主要活性成分^[6]。研究显示,天麻素、天麻苷元(羟甲基苯醇苷元)可通过拮抗血小板的聚集,抑制花生四烯酸,促进血流等作用发挥抗血栓形成及抗血小板聚集效果^[7]。另外,天麻中巴利森苷类化合物的含量较高,且明显高于天麻素及其苷元^[8];多项临床药理学研究也显示,巴利森苷类化合物有较强的生理学活性,如经提取纯化后

的巴利森苷类化合物有显著防治血管性痴呆、改善脑血管缺血引起的记忆力减退等疾病;巴利森苷C能显著改善大脑空间学习记忆能力,并对短期记忆有改善作用,该作用强度明显优于天麻素;巴利森苷C的药理学作用明确,甚至有可能成为新一代抗痴呆药物的先导化合物。然而在2020版《中国药典》中并未将巴利森苷类化合物纳入质量控制指标;再加之中药化学成分复杂,其发挥治疗作用往往是多种化学成分的协同效应,多成分、多靶点的协同作用是中药发挥药效的基础,仅以其中一两个成分的含量作为评价指标来评价天麻的质量较为片面。因此,有必要对巴利森苷类化合物纳入到天麻的质量控制标准中,并对其进行定量分析。基于此,本研究选择天麻中8种化学成分的含量作为评价指标,以从化学角度评价安徽大别山地区栽培天麻的质量,为后期优化天麻种质资源提供参考。

1 仪器与试药

1.1 仪器

Millipore超纯水纯化系统(美国密理博公司);Waters 2690液相色谱仪(二极管阵列检测器,美国沃特世公司);KQ-700DE型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器公司)。

1.2 试药

天麻素(批号110807-201608);对羟基苯甲醇(批号111970-201507);腺苷(110879-200202)。以上化学对照品均购自中国食品药品检定研究院。对羟基苯甲醛、香夹兰醇对照品、巴利森苷A、巴利森苷B、巴利森苷C均购自上海金穗生物科技有限公司,质量分数均>98.0%。

甲醇(色谱纯);乙腈(色谱纯);水(超纯水);其余试剂均为分析纯。

采集 20 批天麻饮片(编号 S1~S20),岳西县样品编号为 S1~S8;金寨县样品编号为 S9~S13;霍山县样品编号为 S14~S20。所有收集的样品均经单锋博士鉴定为兰科植物天麻(*Gastrodia elata Blume*)的干燥块茎。样品放置阴凉干燥处备用。

2 方法与结果

2.1 新鲜天麻的处理

采集的新鲜天麻样品去除表面附着泥沙,装入自封袋内,放入冰箱 4~5℃ 保存备用。样品采集完成后,洗净表面泥沙,切薄片冻干,粉碎(过四号筛),干燥器中保存备用。

2.2 色谱条件

色谱柱: Phenomenex Luna C18 (250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: 0.1%甲酸乙腈(A)-0.1%甲酸水溶液(B)系统,梯度洗脱(0~5 min, 5%A; 5~65 min, 5%~40%A),流速: 1.0 mL/min; 检测波长为 260 nm,柱温: 30℃,进样体积: 20 μL。系统适用性考察,天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、腺苷、香夹兰醇、巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C 理论塔板数均高于 5000,分离度均大于 1.5。

2.3 溶液的制备

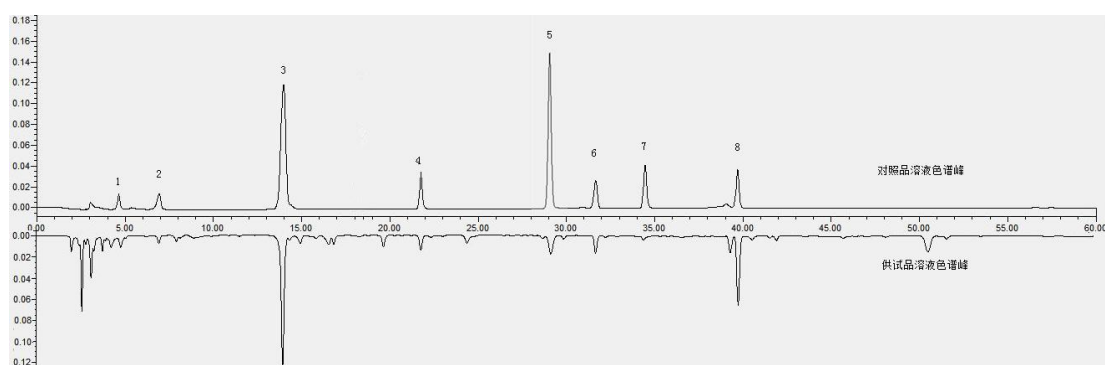
2.3.1 对照品溶液的制备

精密称取腺苷 4.1 mg、天麻素 14.6 mg、对羟基苯甲醇 6.2 mg、对羟基苯甲醛 4.3 mg、香夹兰醇 9.6 mg、巴利森苷 C 7.3 mg、巴利森苷 B 6.8 mg、巴利森苷 A 12.2 mg,分别置于 25 mL 容量瓶,对羟基苯甲醛 4.3 mg 置于 50 mL 容量瓶中,先加入少量 60%甲醇超声溶解,放冷至室温,再补充甲醇至刻度定容。即得浓度分别为 0.164、0.584、0.248、0.086、0.384、0.292、0.272、0.488 mg/mL 对照品溶液。

2.3.2 供试品溶液的制备

取干燥过的天麻粉末(过 4 号筛) 1 g,置于具塞锥形瓶中,精密加入 60%甲醇 25 mL,超声提取 30 min,放冷至室温,再精密称定重量,用 60%甲醇补足损失的重量,摇匀,采用 0.45 μm 微孔滤膜过滤,即得供试品溶液。

考虑到 8 种化学成分含量差异较大,为方便进行方法学考察,在对巴利森苷 A、巴利森苷 B 进行含量测定时,取干燥过的天麻粉末(过 4 号筛) 0.2 g,再按照上述方法进行制备供试品溶液。对照品溶液和供试品溶液色谱峰镜像对比结果见图 1。



(1.腺苷; 2.天麻素; 3.对羟基苯甲醇; 4.对羟基苯甲醛; 5.香夹兰醇; 6.巴利森苷 C; 7.巴利森苷 B; 8.巴利森苷 A)

图 1 对照品溶液和供试品溶液色谱峰镜像对比图

Fig.1 Mirror image of Chromatogram of reference substances solution and samples solution

2.4 方法学考察

2.4.1 标准曲线的绘制

分别精密量取 2.3.1 项下天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、腺苷、香夹兰醇、巴利森苷 A、

巴利森苷 B、巴利森苷 C 对照品溶液 1、2、4、6、8、10 mL 于 10 mL 容量瓶中, 60%甲醇稀释定容,即得不同浓度梯度的各对照品溶液。按照 2.2 项下色谱方法进行样检测,每个浓度进样 3 次,按照平均值进行计算。记录各对照品色谱峰峰面积,并以各

色谱峰峰面积为纵坐标（Y），以各化合物质量分数为横坐标（X）进行线性回归，各化学成分的线性方程见表 1。

表 1 各化学成分线性方程（n=3）
Table 1 Linear equation of eight components

化学成分	线性方程	线性范围（mg/mL）	r
腺苷	$Y = 1865.2X - 4765.2$	0.0164 ~ 0.164	0.9996
天麻素	$Y = 2301.6X - 3016.5$	0.0584 ~ 0.584	0.9998
对羟基苯甲醇	$Y = 1734.5X - 2263.4$	0.0248 ~ 0.248	0.9997
对羟基苯甲醛	$Y = 3326.4X - 2637.1$	0.0086 ~ 0.086	0.9997
香荚兰醇	$Y = 4536.1X - 2314.2$	0.0384 ~ 0.384	0.9998
巴利森苷 C	$Y = 3865.7X - 4525.2$	0.0292 ~ 0.292	0.9997
巴利森苷 B	$Y = 5682.1X - 1683.5$	0.0272 ~ 0.272	0.9995
巴利森苷 A	$Y = 6034.8X - 4552.8$	0.0488 ~ 0.488	0.9998

2.4.2 精密度考察

取 2.3.2 项下供试品溶液，按照 2.2 项下色谱方法进样分析，连续进样 6 次，记录腺苷、天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、香荚兰醇、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 A 色谱峰面积，并计算各色谱峰峰面积的 RSD 值，其 RSD 值分别为 0.86%、0.62%、1.05%、0.89%、1.06%、0.58%、0.76%、1.15%；表明仪器精密度良好。

2.4.3 稳定性考察

取 S1 天麻样品粉末，按照 2.3.2 方法制备供试品溶液，立即进样，按照 2.2 项下色谱方法进行检测，并在 0、2、4、12、24、48、72 h 检测供试品溶液腺苷、天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、香荚兰醇、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 A 色谱峰峰面积，计算色谱峰面积 RSD 值（n=7）分别为 0.98%、0.86%、1.15%、1.14%、1.07%、1.09%、1.21%、1.22%，结果表明，供试品溶液在 72h 内成分稳定。

2.4.4 重复性考察

取 S1 天麻样品粉末，按照 2.3.2 项下方法平行制备 6 份，按照 2.2 项下色谱方法进样分析，每个样品平行进样 3 次，取平均值。测定腺苷、天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、香荚兰醇、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 A 的含量平均值分别

为 0.042、4.42、0.781、0.011、0.806、11.7、5.83、1.72 mg/g，各对应化学成分含量的 RSD 值分别为 0.16%、0.63%、0.75%、0.35%、0.85%、0.77%、0.93%、1.04%，表明该供试品制备方法重复性良好。

2.4.5 天麻样品含量测定

分别取每份天麻样品，按照 2.3.2 项下方法制备天麻供试品溶液，按照 2.2 项下方法色谱条件测定腺苷、天麻素、对羟基苯甲醇、对羟基苯甲醛、香荚兰醇、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 A 色谱峰峰面积，每个样品重复测定 3 次，取平均值；按照 2.4.1 项下标准曲线计算各指标成分的含量，结果见表 2。

表 2 大别山不同产地野生品与栽培品各指标含量（mg/g）

Table 2 The content determination results of wild and cultivated *Gastrodia elata* in three main production areas of Dabie Mountain

编号	腺苷	天麻素	对羟基苯甲醇	对羟基苯甲醛	香荚兰醇	巴利森苷 C	巴利森苷 B	巴利森苷 A
S1	0.047	4.662	0.802	0.014	0.814	12.267	6.078	1.792
S2	0.052	5.684	0.722	0.011	0.562	12.654	10.648	1.212
S3	0.049	4.496	0.939	0.014	0.486	10.820	6.710	2.526
S4	0.058	5.187	0.604	0.012	0.756	10.547	4.979	1.438
S5	0.069	6.268	1.072	0.024	0.323	11.478	3.485	1.795
S6	0.058	6.696	0.625	0.023	1.092	7.494	6.584	1.826
S7	0.067	5.487	0.537	0.021	1.014	11.337	6.461	3.715
S8*	0.098	9.527	1.663	0.032	1.607	13.329	10.533	4.095
S9	0.042	4.326	0.356	0.011	0.476	3.302	3.128	0.244
S10	0.032	3.853	0.428	0.012	0.309	5.617	3.124	0.761
S11	0.035	2.298	0.475	0.010	0.260	3.683	5.248	1.004
S12	0.025	3.847	0.514	0.011	0.487	4.493	5.409	0.779
S13	0.048	2.696	0.595	0.006	0.463	6.860	2.689	0.858
S14	0.048	5.737	0.944	0.021	1.001	7.959	4.307	2.223
S15	0.051	6.115	0.883	0.012	0.201	9.878	7.966	1.648
S16	0.056	5.805	1.090	0.020	1.281	9.316	8.119	3.540
S17	0.087	8.068	0.868	0.016	0.604	9.416	11.470	1.895
S18	0.092	9.437	0.712	0.029	1.155	13.307	4.243	3.169
S19	0.081	6.519	0.784	0.016	0.654	11.811	9.622	2.425
S20*	0.088	6.228	1.149	0.032	1.458	12.418	9.290	2.985

注：S1~S8 为岳西县样品；S9~S13 为金寨县样品；S14~S20 为霍山县样品；※为野生品。

2.5 实验结果分析

近年来，采用化学计量学分析不同产地中药材的相关性研究较多^[9]，尤其是主成分（PCA）分析。本研究采用 The Unscrambler 9.7 软件对 20 个不同产地的样品含量进行 PCA 分析，得分图（见图 2）

显示了不同样本数据在第一主成分（PC1）和第二主成分(PC2)两种变量上的投影。各样本点连线的距离反映了样本间的相关性。从结果来看，金寨县产地的天麻（S9~S13）和霍山县及岳西县区别较大，且同一产地内差异相对较小，显示了品质较为稳定。而另外两个县的天麻区分不明显，且同一产地内差异较大。根据 PCA 分析的 X-loadings 图（见图 3），影响这一分化的主要变量从大到小分别是：巴利森苷 C、巴利森苷 B 及天麻素。

对三个主产地 8 种成分的含量求其均值及标准偏差（详见表 3），结果显示：三个主产地天麻含量最高的三个成分均为巴利森苷 C、巴利森苷 B 及天麻素，这 3 种成分标准偏差（STDEV）均较高，这也是影响不同产地天麻分化的主要因素。其中金寨产区天麻 8 种指标成分含量整体相比霍山和岳西产天麻低较多。

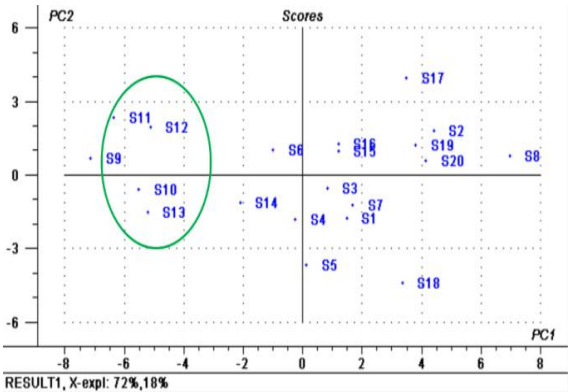


图 2 不同产地天麻成分的 PCA 分析（得分图）
Fig.2 PCA analysis of *Gastrodia elata* from Different places of origin (Scores)

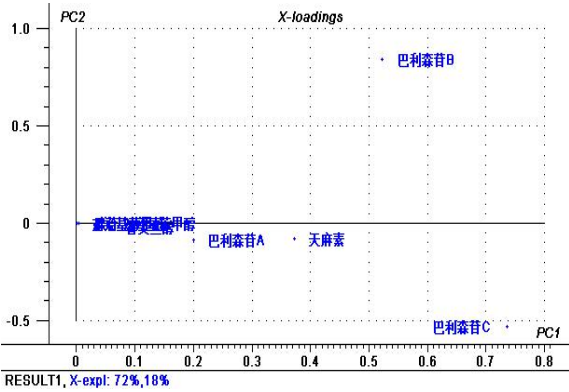


图 3 不同产地天麻成分的 PCA 分析（X-loadings 图）
Fig.3 PCA analysis of *Gastrodia elata* from Different places of origin (X-loadings)

表 3 大别山三个主产地天麻各指标含量均值(AVERAGE, mg/g)及标准偏差 (STDEV)

Table 3 The Mean Content (mg/g) and STDEV of *Gastrodia elata* in three main production areas of Dabie Mountain

指标成分	金寨产地		岳西产地		霍山产地	
	AVERAGE	STDEV	AVERAGE	STDEV	AVERAGE	STDEV
腺苷	0.036	0.009	0.062	0.016	0.072	0.019
天麻素	3.404	0.862	6.001	1.607	6.844	1.387
对羟基苯甲醇	0.474	0.090	0.871	0.367	0.919	0.157
对羟基苯甲醛	0.010	0.002	0.019	0.007	0.021	0.007
香荚兰醇	0.399	0.106	0.832	0.407	0.908	0.441
巴利森苷 C	4.791	1.457	11.241	1.780	10.586	1.943
巴利森苷 B	3.920	1.300	6.935	2.496	7.860	2.707
巴利森苷 A	0.729	0.288	2.300	1.065	2.555	0.697

3 讨论

天麻素为 2010 年版《中国药典》^[10]评估质量的首要定量指标，在 2015 年《中国药典》^[11]中首次将天麻素和对羟基苯甲醇含量总和作为质量控制的标准。本研究显示，大别山三种天麻中除了天麻素外，三种巴利森苷均较高，尤其是巴利森苷 B 和巴利森苷 C，而对羟基苯甲醇较低。在不同产地中，天麻素和巴利森苷 B、巴利森苷 C 是影响天麻化学品质分化的最主要因素。巴利森苷是天麻中活性成分之一，其结构式是由天麻素和柠檬酸组成，在蒸煮加热过程中易发生降解反应，从而使天麻炮制后天麻素含量增加^[12]。本研究由于含量测定采用天麻鲜品，未经过炮制，故三种巴利森苷含量较高。因而建议应规范天麻的炮制标准，在评价天麻品质时，应将巴利森苷类成分作为评价指标之一。

天麻的主产地主要位于安徽大别山、云贵等地区，目前公认云南昭通生产的天麻为道地药材，其典型的高原环境、多年生、日照时间短等区域因素是天麻生长最适宜的气候条件^[13]。有研究显示^[14]安徽大别山地区的温度、土壤 pH 值、光照、金属离子含量等因素亦非常适宜天麻的生长，即土壤 pH 值 5~7 时，天麻提取物对氧自由基的清除率最高，较短的光照时间可以保证天麻抗氧化能力的持续

增强,土壤中低浓度的铜离子等自然条件保障了天麻活性成分的富集等等,多种天然因素造就了安徽大别山地区的天麻在主成分含量上有一定的优势,整体药效方面优于其他产区^[15]。安徽大别山属于天麻中“红天麻”类型,该类型为我国最早应用的天麻类型,秦汉时期《神农本草经》^[16]中就以“赤箭”之名收录,“赤箭”明显指“红天麻”,是我国长江流域天麻的主要类型。本研究显示大别山产区的天麻在“天麻素”、“对羟基苯甲醇”等指标上均高于药典标准。本研究中所采集的20个天麻样品中,只找到2个野生天麻株;同一产地天麻的各指标差异较大,野生品有部分产地的含量相对较高,但与栽培品之间各指标的差异性不明显,预示了大别山栽培天麻品质与野生品差异不大。

不同产地天麻化学品质差异较大^[17],甚至有研究显示天麻居群内差异比居群间差异明显^[18]。本研究显示霍山及岳西产地的天麻居群内差异较大,影响因素可能包括了生境(如海拔、光、温度、湿度等因素)和品种等。如金寨县的天麻各指标成分相对偏低,可能跟该地的采样普遍较霍山及岳西海拔低有关。有研究显示海拔是影响天麻品种的重要生态因子^[18]。本研究中金寨产天麻品质相对稳定,可能和其采样均来自同一农户,品种单一有关。

当前,如何培育和栽培品质优良且均一稳定的天麻是最为重要的一个难题。本研究从化学角度分析大别山不同产地天麻的差异,并分析其中原因,以期为天麻的规范化栽培及品质评价标准提供参考。建议应从生态和品种培育两个方面着手,培育优质均一的种质是前提,而天麻的规范化生态栽培则是方向。

参考文献:

- [1] 国家药典委员会.中华人民共和国药典一部[M].北京:中国医药科技出版社,2020:59.
- [2] Yang L, Gang L H. The chemical composition, pharmacological effects, clinical applications and market analysis of *gastrodia elata*[J]. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, 2017, 51 (3): 211 -215.

- [3] 童英,张光云,段小花,等.天麻抗衰老的研究概况[J].*中国民族民间医药*,202,29(4):42-46.
- [4] Zhang T H, Huang C M, Gao X, et al. Gastrodin inhibits high glucose induced human retinal endothelial cell apoptosis by regulating the SIRT1 / TLR4 / NFκBp65 signaling pathway[J]. *Molecular medicine reports*,2018, 17 (6): 7774 -7781.
- [5] Deng Y, Li M, Chen L X,et al. Chemical characterization and immunomodulatory activity of acetylated polysaccharides from *Dendrobium devonianum* [J]. *Carbohydr Polym*, 2018, 180: 238-245.
- [6] Lin J L, Shi Y F, Miao J S, et al. Gastrodin alleviates oxidative stress-Induced apoptosis and cellular dysfunction in human umbilical vein endothelial cells via the nuclear factor -erythroid 2 - related Factor 2/heme oxygenase -1 pathway and accelerates wound healing in vivo.[J]. *Frontiers in pharmacology*, 2019 (10):1273 -1279.
- [7] 韩学超,徐菁蔓,徐森,等. 线粒体通透性转换孔在天麻素抗心肌细胞氧化应激损伤中的作用[J].*南方医科大学学报*, 2018,38(11):1306-1311.
- [8] Liu Y, Gao J, Penq M, et al.A review on central nervous system effects of qastrodin[J].*Front Pharmacol*, 2018, 9:24.
- [9] 秦亚东,汪荣斌,方凤满,等.基于化学计量学黄花白及和小白及 HPLC 指纹图谱分析[J].*井冈山大学学报:自然科学版*,2020,41(4):21-25.
- [10] 国家药典委员会.中华人民共和国药典一部[M].北京:中国医药科技出版社,2010:54.
- [11] 国家药典委员会.中华人民共和国药典一部[M].北京:中国医药科技出版社,2015:58.
- [12] 田紫平,肖慧,冯舒涵,等.天麻有效成分巴利森苷的降解规律分析[J].*中国实验方剂学杂志*,2017,23(23):18-21.
- [13] Zhou B H, Tan J, Zhang C, et al. Neuroprotective effect of polysaccharides from *Gastrodia elata* blume against corticosterone induced apoptosis in PC12 cells via inhibition of the endoplasmic reticulum stress mediated pathway. [J]. *Molecular medicine reports*, 2017, 17(1): 1182 -1190.
- [14] Wang Q, Li Z F, Wang D X, et al. Myocardial protection properties of parishins from the roots of *Gastrodia elata* Bl [J]. *Biomedicine & pharmacotherapy Biomedecine & pharmacotherapie*, 2020 (121):1 -9.
- [15] 高玉梅,王晓玲,邓于新,等.天麻粉预防痴呆小鼠模型发病及其对抗氧化作用的影响[J].*中国实验方剂学杂志*, 2020,26(2):52-58.
- [16] 佚名.神农本草经[M].影印本.孙星衍,孙冯翼辑校.北京:中医古籍出版社,2018.
- [17] 刘旭燕,张公信,田孟华,等.不同等级昭通乌天麻与其他产地天麻的天麻素含量测定及比较[J].*中国现代中药*,2015,17(1):35-38.
- [18] 康传志,吕朝耕,杨健,等.基于 UPLC-MS/MS 的不同主产区天麻药材质量评价研究[J].*中华中医药杂志*,2017,32(5): 2010-2015.