

肿节风“优形优质”特征指标量化及其评价体系构建

吴依妮^{1,2}, 刘志浩³, 李帆⁴, 王博铖², 王秋玲⁴, 金艳³, 袁媛^{1,2*}

(1. 广东药科大学 中药学院, 广州 510006; 2. 中国中医科学院 医学实验中心, 北京 100700;

3. 中国中医科学院 中药资源中心, 北京 100700;

4. 漳州片仔癀药业股份有限公司 (福建省片仔癀天然医药研发企业重点实验室), 福建 漳州 363000)

[摘要] 目的:基于道地药材“三优”理论,旨在明确并量化肿节风的“优形优质”特征指标,建立一种基于外观性状与功效成分的肿节风药材评价方法。**方法:**系统收集不同产地的肿节风样品,通过对本草和现代文献分析,以肿节风叶和茎的色度值为性状指标;结合复方制剂数据和文献报道,选择总黄酮、总酚酸及香豆素类成分作为功效成分指标,采用聚类分析及相关性分析等方法,明确肿节风药材“优形优质”特征的核心客观指标及其阈值范围。**结果:**肿节风颜色越绿,酚酸类成分、总黄酮和香豆素类成分含量越高。表征肿节风“优形优质”特征的核心量化指标:叶 $a^*<0.99$ 、茎 $a^*<4$,且酚酸类成分 $\geq 2.49\%$ 、总黄酮 $\geq 5.32\%$ 、香豆素类成分 $\geq 1.98\%$ 。通过计算各批次对该指标体系的符合率,可量化评价不同批次的质量稳定性。**结论:**该研究验证了“以茎叶色绿者为佳”的传统经验,建立了基于颜色与功效成分关联的肿节风药材质量评价方法,为其质量控制和等级划分提供了科学依据。

[关键词] 肿节风; 优形优质; 品质评价; 质量标准

[中图分类号] R282.5;R931.5;R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2026)18-0036-08

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.20260514

[网络出版地址] <https://link.cnki.net/urlid/11.3495.R.20260414.0933.002>

[网络出版日期] 2026-04-14 13:28:01



Quantification of Excellent Shape and High Quality Indicators of Sarcandrae Herba and Development of Evaluation System

WU Yini^{1,2}, LIU Zhihao³, LI Fan⁴, WANG Bochong², WANG Qiuling⁴, JIN Yan³, YUAN Yuan^{1,2*}

(1. School of Traditional Chinese Medicine, Guangdong Pharmaceutical University, Guangzhou 510006,

China; 2. Medical Experimental Research Center, China Academy of Chinese Medical Sciences,

Beijing 100700, China; 3. National Resource Center for Chinese Materia Medica, China Academy of

Chinese Medical Sciences, Beijing 100700, China; 4. Fujian Pien Tze Huang Enterprise Key Laboratory of

Natural Medicine Research and Development, Zhangzhou Pien Tze Huang Pharmaceutical Co. Ltd.,

Zhangzhou 363000, China)

[Abstract] **Objective:** To identify and quantify the excellent shape and high quality indicators of Sarcandrae Herba and establish an evaluation method for Sarcandrae Herba based on appearance traits and active components according to the theory of excellent shape, high quality, and superior effect of authentic medicinal materials. **Methods:** Sarcandrae Herba samples from various producing areas were systematically collected. Through classical herbal textual research and modern literature analysis, colorimetric values of leaves and stems were selected as shape indicators. According to compound preparation data and literature reports, total flavonoids, total phenolic acids, and coumarins were selected as component indicators. Cluster analysis and correlation analysis were performed to identify core objective indicators and their threshold ranges for the excellent shape and high

[收稿日期] 2026-02-06

[基金项目] 国家自然科学基金国家杰出青年科学基金项目(82325049);中国中医科学院科技创新工程项目(NLTS2025014/CI2023D001);中央本级重大支减项目(2060302)

[第一作者] 吴依妮,在读硕士,从事中药鉴定学研究,E-mail:yini510@outlook.com

[通信作者] *袁媛,研究员,博士生导师,从事中药鉴定与分子生药学研究,E-mail:y_yuan0732@163.com

quality of *Sarcandrae Herba*. **Results:** Greener *Sarcandrae Herba* exhibited higher levels of phenolic acids, total flavonoids, and coumarins. Core quantitative indicators characterizing the excellent shape and high quality of *Sarcandrae Herba* were Leaf a^* value<0.99, stem a^* value<4, phenolic acid content $\geq$ 2.49%, total flavonoid content $\geq$ 5.32%, and coumarin content $\geq$ 1.98%. By calculating the compliance rate of each batch against this indicator system, the quality stability of different batches can be quantitatively evaluated. **Conclusion:** This study validates the traditional empirical principle that greener stems and leaves indicate high quality. It establishes a quality evaluation method for *Sarcandrae Herba* based on the correlation between color and bioactive components, providing a scientific basis for the quality control and grading of this herbal medicine.

[Keywords] *Sarcandrae Herba*; excellent shape and high quality; quality evaluation; quality criterion

肿节风为金粟兰科植物草珊瑚的干燥全草,别名接骨木,金粟兰,九节茶^[1]。肿节风用药历史悠久,具有清热凉血,活血消斑,祛风通络的功效,常用于治疗风湿痹痛,跌打损伤^[2],具有抗菌、抗炎、抗肿瘤和免疫调节等药理活性,其中黄酮类、香豆素类、酚酸类等成分发挥重要作用^[3-4]。其中,总黄酮在肿节风中含量较高、生物活性广泛^[4-7],酚酸类成分在抗病毒、抗肿瘤、调节免疫等方面发挥关键作用^[4],香豆素类化合物(如异嗪皮啶)为2025年版《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)规定的质控指标,其中异嗪皮啶含量不低于0.020%是评价肿节风质量合格的关键依据之一。此外,肿节风还广泛应用于食品、药品、保健品、化妆品和日用化工等方面,应用前景广泛。

本草文献中记载肿节风主要分布于岭南两广地区,清代《本草纲目拾遗》载其“产广西”,《岭南采药录》记载其产于广东肇庆^[8-9]。肿节风的野生资源分布已扩展至多个省份,以江西、福建、广东、广西及贵州等山区较为密集,但因长期过度采挖,现仅有少量野生资源分布于福建和广西等地的深山林下。近年来,贵州、广东、广西、江西和福建等地逐渐推广林下仿野生栽培模式,人工栽培肿节风逐渐成为市场主流。

肿节风目前的质量标准体系存在一定局限。尽管多部文献提及“优形”特征,但相关描述存在矛盾,如1977年版《中国药典》^[10]与《中华本草》均主张“色绿者为佳”^[11];而1998年版《北京市中药材标准》^[12]则记载其“以外皮红棕色、叶多者为佳”。色泽是中药材“辨状论质”的核心性状之一^[13],但这些经验性判断尚未得到系统验证,导致性状指标缺乏客观、统一的量化依据。同时,2025年版《中国药典》、以异嗪皮啶和迷迭香酸的含量作为质控指标;且报道建立了异嗪皮啶、迷迭香酸、反丁烯二酸等多成分含量测定方法^[4-5],均未能关联药材性状与内在质量。因此,建立一种融合性状特征与功效成分含量的综合评价方法,对于完善肿节风的质量标准具有重要意义。

“三优”理论以“辨状论质”思想为基础,提出道地药材应具备“优形”“优质”“优效”3个相互关联的优良特性^[14]。本研究以该理论为指导框架:其中,“优形”表征药材的外观性状特征,选取肿节风茎、叶色度值作为量化指标,以对应传统经验中关于颜色的描述性记载;“优质”反映药材的内在物质基础,鉴于经典复方制剂中肿节风的主要功效成分为黄酮类、酚酸类和香豆素类成分发挥协同作用,将其作为“优质”评价指标。在此理论框架下,本研究通过测定肿节风性状特征与功效成分含量,解析外观形态与内在成分之间的关联规律,明确量化“优形”与“优质”的评价指标及阈值,旨在构建一种科学、客观的质量评价与优质资源筛选方法,为肿节风质量控制、资源开发与临床合理应用提供科学依据。

1 材料

1.1 样品 通过前期调研,分别前往云南、广东、福建、广西、四川及贵州等地,共收集肿节风样品12批,生长年限为2~3年,经中国中医科学院中药资源中心金艳研究员鉴定为金粟兰科植物肿节风 *Sarcandra glabra*,材料均保存于中国中医科学院医学实验中心,样品信息见表1。

表1 肿节风样品信息

Table 1 *Sarcandrae Herba* sample information

样品编号	产地
GD-SG-01	广东省乳源瑶族自治县
GD-SG-02	广东省始兴县
GX-RS-01	广西壮族自治区融水苗族自治县
GX-BS-02	广西壮族自治区百色市右江区
HN-HH-01	湖南省怀化市会同县
GZ-JP-01	贵州省锦屏县
GZ-RJ-02	贵州省榕江县平永镇
GZ-RJ-03	贵州省榕江县八开镇
YN-CX-01	云南省楚雄新村镇
SC-DJY-01	四川省都江堰
FJ-SM-01	福建省三明市明溪县
JX-YC-01	江西省宜春市万载县

1.2 试剂 芦丁、7-羟基香豆素、没食子酸(上海源叶生物科技有限公司,批号分别为JB241985、

J07HB172384、JB271581,纯度均 $\geq 98\%$);亚硝酸钠、硝酸铝(上海阿拉丁生化科技股份有限公司,均为分析纯);福林酚试剂(上海阿拉丁生化科技股份有限公司,批号G2531347)。

1.3 仪器 CM-700d型分光测色计[柯尼卡美能达(中国)投资有限公司];98-1-B型电子调温电热套(天津市泰斯特仪器有限公司);SB-800DTD型超声清洗仪(宁波新芝生物科技股份有限公司);7200型可见分光光度计[尤尼柯(上海)仪器有限公司];Varioskan Flash型酶标仪(美国赛默飞公司)。

2 方法

2.1 外观性状指标测定 根据本草文献记载,颜色是评价肿节风品质的关键指标^[10-12]。因此,本研究选取肿节风茎、叶色度值作为量化测量指标。测定采用分光测色计CM-700d测定,在CIE- $L^*a^*b^*$ 表色系统下进行。 L^* 越高表明颜色越亮,其取值范围为0(纯黑)至100(纯白); a^* 代表红色与绿色相比的程度,从绿到红 a^* 在-80~100,其值越大表示绿色损失越严重, b^* 代表黄色与蓝色相比的程度,从蓝到黄 b^* 在-80~70变化,其值越大颜色越黄^[15-17]。测量光源为D65,观察角度为10°,照明口径 $\Phi 8$ mm,波长扫描为400~700 nm。将肿节风叶面与茎干平铺放在测试盒内,正式测量前,仪器经标准白板校正。每个样本平行扫描3次,取平均值作为该测量点的色度值,每批肿节风共获取50个有效数据点。

2.2 含量测定

2.2.1 功效成分指标选择 通过文献调研,筛选出以肿节风为君药的复方制剂^[18-27],主要涉及8种临床应用,具体信息见表2。结合现代药理学研究^[3-4,28],选取与上述临床应用密切相关的3类功效成分作为测量指标。

2.2.2 总黄酮含量测定 按照2025年版《中国药典》沙棘总黄酮含量测定方法及吕凤娇等^[31]建立方法进行测定。对照品溶液制备及标准曲线绘制:精密称取芦丁对照品20 mg,置于50 mL量瓶中,加60%乙醇溶解并稀释至刻度,摇匀,得储备液。精密量取该储备液25 mL,置于50 mL量瓶中,加水稀释至刻度,摇匀,即得质量浓度为0.2 g·L⁻¹芦丁对照品溶液。分别精密量取对照品溶液1、2、3、4、5、6 mL,各置于25 mL量瓶中,加30%乙醇补至6.0 mL,加入5%亚硝酸钠溶液1 mL,摇匀,静置6 min;加入10%硝酸铝溶液1 mL,摇匀,静置6 min,加入4%氢氧化钠溶液10 mL,摇匀,静置10 min。照紫外-可见分光光度法(通则0401),于

表2 肿节风功效物质的选择

Table 2 Selection of active compounds in Sarcandrae Herba

代表性复方制剂	临床应用	功效物质
复方肿节风雾化剂、肿节风抗炎分散片、肿节风注射液	抗炎	香豆素类、酚酸类 ^[28]
肿节风片、草珊瑚浸膏	抑菌	香豆素类、总黄酮 ^[4]
肿节风注射液、草珊瑚提取物	抗肿瘤	香豆素类、酚酸类 ^[7] 、总黄酮
肿节风颗粒、肿节风浸膏	治疗胃溃疡	-
肿节风注射液、接骨木酊	治疗骨外科疾病	-
肿节风水煎剂、草珊瑚水提物	抗氧化损伤	总黄酮、酚酸类 ^[6]
血康胶囊	治疗血液疾病	总黄酮 ^[29]
肿节风制剂	免疫调节	酚酸类、多糖类 ^[30]

500 nm波长处测定吸光度 A 。

供试品溶液制备:取肿节风粗粉1 g,精密称定,置烧瓶中,加60%乙醇30 mL,于80℃水浴加热回流2 h,冷却后滤过,残渣再分别加60%乙醇25 mL,重复回流提取2次,每次1 h,滤过,合并3次滤液,转移至100 mL量瓶中,用60%乙醇稀释至刻度,摇匀。精密量取上述溶液25 mL,置于50 mL量瓶中,加水至刻度,摇匀,即得供试品储备液。精密吸取储备液1.25 mL,置25 mL量瓶中,自“加30%乙醇至6 mL”起,同对照品溶液制备方法,测定 A 。

2.2.3 总酚酸含量测定 按照2025年版《中国药典》金银花酚酸类成分提取方法及张婧麟等^[32]建立方法进行测定。对照品溶液制备及标准曲线绘制:精密称取没食子酸对照品10 mg,置于100 mL棕色量瓶中,加超纯水溶解并稀释至刻度,摇匀,得储备液。分别精密量取储备液0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.2、1.4 mL,各置于10 mL量瓶中,加水6 mL和福林酚试剂0.5 mL,摇匀,静置0.5~8 min后,加20%碳酸钠溶液1.5 mL,于75℃水浴反应10 min,冷却。照紫外-可见分光光度法,于760 nm波长处测定 A 。

供试品溶液制备:取肿节风粗粉0.5 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,精密加入75%甲醇50 mL,称定质量,超声处理(功率500 W,频率40 kHz)30 min,冷却至室温,再次称质量,用75%甲醇补足减失的质量,摇匀,滤过,取续滤液,即得提取液。精密量取提取液1 mL,置于25 mL量瓶中,用纯水稀释至刻度,摇匀,得供试品储备液。精密量取储备液1 mL,置于10 mL量瓶中,自“加水6 mL”起,同对照品溶液制备方法操作测定 A ,并依据标准曲线计算供试品中没食子酸的浓度。

2.2.4 总香豆素含量测定 参考高奇等^[33]所建立方法进行对照品溶液制备及标准曲线绘制:精密称取7-羟基香豆素对照品5 mg,置于25 mL量瓶中,加无水乙醇溶解并稀释至刻度,摇匀,得质量浓度为0.2 g·L⁻¹的对照品储备液。分别精密量取储备液0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5 mL,各置于5 mL量瓶中,加无水乙醇稀释至刻度,摇匀,照紫外-可见分光光度法,于350 nm波长处测定A。

供试品溶液制备:取肿节风粗粉1 g,精密称定,置于烧瓶中,加60%乙醇30 mL,于85℃水浴加热回流提取2 h,放冷后滤过,残渣再分别加60%乙醇25 mL,重复加热回流2次,每次1 h,滤过,合并3次滤液,转移至100 mL量瓶中,用60%乙醇稀释至刻度,摇匀。精密量取上述溶液25 mL,置于50 mL量瓶中,加水至刻度,摇匀,即得供试品溶液,同对照品溶液制备方法操作测定A。

2.3 多批次样品质量稳定性评估 按照2.1项下性状测定和2.2项下含量测定方法,对12批肿节风样品进行测定。分别计算各批次肿节风样品中叶a*、茎a*符合“优形”阈值,以及总酚酸、总黄酮和总香豆素含量符合“优质”阈值的单项符合率。通过综合

比较各批次各项指标的符合情况,以评估不同批次药材质量的稳定性。

2.4 数据处理 使用Excel 2019对数据进行整理。采用SPSS Statistics 27.0软件进行统计分析,对各评价指标进行K-均值聚类算法(K-means)聚类分析,并采用皮尔逊相关性分析检验指标间的关联性。

3 结果

3.1 叶和茎的色度值测定 按照2025年版《中国药典》四部通则0211进行取样,对12批肿节风样本进行色度值测定,每批测定50个样本,计算平均值和标准差,结果见表3。分析发现,不同批次肿节风在颜色上存在明显差异。其中,叶色度值变化为L*24.8~45.5、a*-4.5~5.5、b*4.5~14.8;茎外表皮颜色指标变化为L*21.88~34.64、a*0.43~9.29、b*1.85~12.36。所有样品的明度L*均为中低水平,表明整体色泽偏暗;b*基本为正值,表明颜色偏黄,且叶子b*显著高于茎;不同批次间叶面a*存在显著差异,如来源于云南、广东批次的样本a*为负值,呈绿色,而来源于广西部分产地及贵州、四川批次样本a*为正值,呈红色;茎外表皮a*变异相对较小,整体偏红色。

表3 肿节风样品叶、茎颜色分析 (n=50)

Table 3 Color analysis of leaves and stems in Sarcandrae Herba samples (n=50)

样品编号	叶L*	叶a*	叶b*	茎L*	茎a*	茎b*
GD-SG-01	36.73	-0.45	10.38	26.75	2.42	5.15
GD-SG-02	36.96	1.21	10.27	26.18	1.50	3.82
HN-HH-01	36.81	1.04	9.92	29.35	6.25	9.15
SC-DJY-01	28.36	4.06	6.25	25.34	3.16	4.40
YN-QJ-01	37.00	-3.50	11.34	28.30	2.21	6.09
GX-RS-01	35.74	-0.06	10.09	26.13	3.00	4.60
GX-BS-02	30.35	4.71	8.58	26.67	4.08	6.64
FJ-SM-01	41.43	1.53	11.00	29.70	5.38	8.82
GZ-JP-01	30.32	2.61	9.30	26.17	2.84	4.67
GZ-RJ-02	28.83	4.42	9.55	28.96	3.38	5.53
GZ-RJ-03	30.33	4.17	10.01	28.68	2.28	4.98
JX-YC-01	31.91	2.46	10.13	27.63	2.77	4.98

为厘清肿节风传统鉴别中存在的颜色争议,本研究以叶面a*和茎外表皮a*为指标,采用K-means聚类分析(K=2)对其红绿色度进行客观分级,结果见表4。聚类分析显示,可将叶a*<0.99且茎外表皮a*<4的样品界定为“绿色型”肿节风;将叶a*≥0.99且茎外表皮a*≥4的样品界定为“红色型”肿节风。该结果从色度角度为“茎叶鲜绿为佳”和“外皮红棕为佳”两种传统经验提供了明确的量化分类依据。

表4 肿节风叶、茎a*K-means均值聚类分析

Table 4 K-means mean clustering analysis of Sarcandrae Herba leaves and stems a*

部位	分类	数量/个	占比/%	a*值范围
叶	1(绿)	196	30.2	<0.99
	2(红)	454	69.8	≥0.99
茎	1(绿)	460	70.8	<4
	2(红)	190	29.2	≥4

3.2 功效成分指标阈值的确定 为系统评价肿节风药材的品质,从前述已完成性状测定的样品中随机选取100个样本,采用紫外-可见分光光度法分别测定其中总黄酮、总酚酸及总香豆素的含量,通过数量分类分析,明确功效成分指标阈值。

3.2.1 线性关系考察 总黄酮测定以芦丁质量浓度(X)为横坐标,吸光度(Y)为纵坐标,得方程 $Y=6.051\ 3X-0.006\ 7(R^2=0.999\ 4)$,表明芦丁在 $0.008\sim 0.048\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 线性关系良好;总酚酸测定以没食子酸质量浓度(X)为横坐标,吸光度(Y)为纵坐标,得方程 $Y=58.086X+0.040\ 8(R^2=0.997\ 4)$,表明没食子酸在 $0.002\sim 0.014\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 线性关系良好;总香豆素含量测定以7-羟基香豆素浓度(X)为横坐标,以吸光度(Y)为纵坐标,得方程 $Y=14.147X+0.081\ 5(R^2=0.995\ 6)$,表明7-羟基香豆素在 $0.02\sim 0.14\ \text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 线性关系良好。

3.2.2 含量测定及范围 总黄酮、总酚酸及总香豆素含量均以质量分数(%)表示。采用K-means聚类分析($K=2$)对上述3类功效成分的含量进行分级,结果见表5。根据聚类分析,将优质肿节风的功效成分指标确定为总酚酸质量分数 $\geq 2.49\%$ 、总黄酮质量分数 $\geq 5.32\%$ 、总香豆素质量分数 $\geq 1.98\%$ 。

表5 肿节风总酚酸、总黄酮和总香豆素K-means均值聚类分析
Table 5 K-means mean cluster analysis of phenolic compounds, total flavonoids, and coumarin compounds in Sarcandrae Herba

成分	分级	数量	占比/%	质量分数/%
总酚酸	1	67	67	≥ 2.49
	2	33	33	< 2.49
总黄酮	1	63	63	≥ 5.32
	2	37	37	< 5.32
总香豆素	1	27	27	≥ 1.98
	2	73	73	< 1.98

3.3 红色型与绿色型肿节风成分含量比较 采用独立样本 t 检验,对红色型与绿色型肿节风中总黄酮、总香豆素和总酚酸含量进行了比较,见表6。方差齐性检验显示,3类成分均满足方差齐性假设($t>0.05$),符合 t 检验条件。结果表明,绿色型肿节风中3类功效成分含量均显著高于红色型($P<0.05$)。

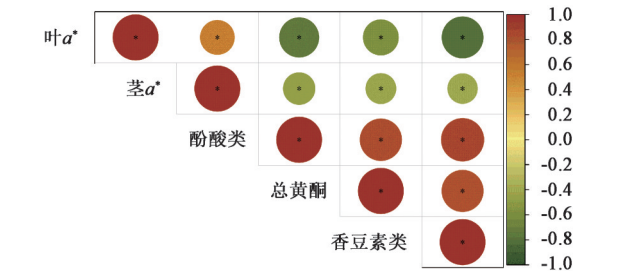
3.4 相关性分析 采用Origin 2025b软件对肿节风叶面 a^* 、茎外表皮 a^* 与各功效成分含量进行皮尔逊积矩相关系数(Pearson)相关性分析,见图1。结果显示,叶面 a^* 与总酚酸、总黄酮和总香豆素含量均呈负相关($P<0.05$),茎外表皮 a^* 与此3类成分亦呈负相关($P<0.05$)。以上结果表明,肿节风叶面及茎

表6 2种类型肿节风总黄酮、总香豆素和总酚酸成分含量比较($n=30$)

Table 6 Comparison of flavonoid, coumarin, and phenolic acid content in red and green Sarcandrae Herba ($n=30$)

功效成分	样品类型	平均值	标准差	t	P
总黄酮	绿色	7.350	1.689	7.177	<0.01
	红色	4.523	1.342		
香豆素类	绿色	3.351	0.889	9.032	<0.01
	红色	1.566	0.618		
酚酸类	绿色	4.664	1.401	9.495	<0.01
	红色	1.604	1.074		

外表皮颜色越偏绿(即 a^* 越低),其总酚酸、总黄酮与总香豆素含量越高;反之,颜色越偏红(即 a^* 越高),3类成分含量越低。说明本草所载“以茎、叶色绿者为佳”的传统经验具有一定的合理性。



注: * $P<0.05$

图1 肿节风颜色指标与酚酸、总黄酮和香豆素含量的相关性
Fig. 1 Correlation between color index of Sarcandrae Herba and phenolic acid, total flavonoid, and coumarin content

3.5 不同批次肿节风指标符合性评价 为评估12批肿节风的指标符合率和稳定性,从每批药材中随机抽取20个样本,分别测定其色度值及总酚酸、总黄酮及总香豆素的含量。依据3.1项与3.2项所确定“优形”指标(叶 $a^*<0.99$,茎 $a^*<4$)和功效成分阈值(总酚酸 $\geq 2.49\%$,总黄酮 $\geq 5.32\%$,总香豆素 $\geq 1.98\%$),对各批次样品的指标符合情况进行统计。基于单个样本可同步完成性状与成分测定,进一步计算各批次中同时符合“优形”与功效成分指标阈值的样本比例,以此作为该批次的“三优”符合率。批次YN-QJ-01各项指标符合率均为最高,“三优”符合率达95%;SC-DJY-01、GZ-RJ-02、GZ-RJ-03、GX-BS-02批次均存在单项不达标,而导致“三优”符合率为0。见表7。

4 讨论

本研究构建的肿节风“形-质”关联的综合评价方法。量化了“优形”的色度指标(叶 $a^*<0.99$,茎 $a^*<4$),与功效成分阈值(总黄酮 $\geq 5.32\%$,总酚酸 $\geq$

表7 不同批次肿节风品质评价

批次	“优形”指标符合率		功效成分指标符合率			“三优”符合率
	叶 a^* <0.99	茎 a^* <4	总黄酮≥5.32%	香豆素≥1.98%	酚酸≥2.49%	
YN-QJ-01	100	95	100	100	100	95
GX-RS-06	55	90	60	50	100	35
GD-SG-01	60	85	85	100	75	60
GD-SG-02	75	100	100	20	100	15
HN-HH-01	60	45	65	100	75	40
FJ-SM-01	95	35	65	45	100	10
JX-YC-01	15	90	85	100	100	20
GZ-JP-01	5	100	100	20	100	5
SC-DJY-01	0	75	10	0	10	0
GZ-RJ-03	0	100	0	0	15	0
GZ-RJ-02	0	85	90	5	70	0
GX-BS-02	0	55	5	0	0	0

2.49%,总香豆素≥1.98%)。相关性分析表明,叶与茎的 a^* 值与3类功效成分含量均呈显著负相关($P<0.01$),即颜色越绿,成分含量越高,这为“以茎、叶色绿者为佳”的传统经验提供了科学依据。

“外在色泽”与“内在成分”的关联可能源于其共同的生理基础。颜色偏绿通常反映较高的叶绿素含量与光合作用效率,光合作用可为次生代谢过程提供充足的光合产物与能量^[34-35],研究表明,光照信号可通过与光受体的相互作用,调控参与次生代谢产物合成的转录因子或关键酶基因表达^[36],进一步研究发现,适宜光照可通过上调肿节风苯丙烷代谢途径及萜类骨架合成途径关键酶的表达,直接驱动绿原酸、黄酮苷及香豆素等次生代谢物积累^[37]。

药材质量不仅与生态环境差异有关,也与种质资源的遗传背景密切相关^[38]。本研究同一批次样本的质量稳定性存在差异,源自云南批次(YN-QJ-01)的“三优”符合率达95%,质量稳定性良好;而源于广东乳源、湖南怀化等部分批次叶片颜色特征不稳定,源于四川、广西等部分批次功效成分含量不稳定,符合率较低,这一现象表明“道地性”并非静态标签,传统产区长期栽培可能存在种质退化或管理粗放问题,导致群体内个体差异显著。此外,“绿色型”和“红色型”肿节风的特征形成,受到遗传和环境的影响机制还有待于进一步研究。

综上所述,本研究初步建立了肿节风“形-质”关联的质量评价方法,为弥补单一成分评价的局限性、制定更全面的质量标准提供了基础。未来研究可整合产地环境与种质资源数据,利用分子标记技

术深入解析“形-质”特征的成因;并结合药效评价与代谢组学分析,系统阐明“形-质-效”的关联机制,从而为肿节风的良种选育、绿色种植与精准质量控制提供更坚实的科学依据。

【利益冲突】 袁媛是本刊编委,本文遵循期刊标准流程处理,其同行评审工作独立于编委会成员及其研究团队之外;本研究保持学术独立性,与企业不存在干预性关联;本文不存在任何利益冲突。

【参考文献】

[1] 潘慧敏,姜保平,肖伟,等. 九节茶的研究进展[J]. 中国现代中药,2013,15(7):614-619.
PAN H M, JIANG B P, XIAO W, et al. Research progress on Jiu-jie tea[J]. Mod Chin Med, 2013, 15(7): 614-619.

[2] 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,2025.
Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Volume I [M]. Beijing: China Medical Science Press, 2025.

[3] 赵雪颖. 草珊瑚化学成分及其抗炎活性研究[D]. 南宁:广西师范大学,2022.
ZHAO X Y. Studies on the chemical constituents and anti-inflammatory activity of *Sarcandra glabra* [D]. Nanning: Guangxi Normal University, 2022.

[4] 伍振辉,张大玲,袁秋全,等. 基于化学成分、药理作用及网络药理学的肿节风质量标志物预测分析[J]. 中国现代中药,2023,25(5):1113-1124.
WU Z H, ZHANG D L, YUAN Q Q, et al. Predictive analysis on quality markers for *Sarcandrae Herba* based on chemical constituents, pharmacological effects and network pharmacology[J]. Mod Chin Med, 2023, 25(5): 1113-1124.

[5] 潘馨,袁林清,周楚楚,等. HPLC同时测定草珊瑚中9个有

- 效成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2017, 37(7): 1207-1214.
- PAN X, ZHOU L Q, ZHOU C C, et al. Simultaneous determination of nine effective components in *Sarcandra glabra* by HPLC[J]. Chin J Pharm Anal, 2017, 37(7): 1207-1214.
- [6] LIU J J, LI X C, LIN J, et al. *Sarcandra glabra* (Caoshanhu) protects mesenchymal stem cells from oxidative stress: A bioevaluation and mechanistic chemistry [J]. BMC Complement Altern Med, 2016, 16(1): 423.
- [7] NI G, ZHANG H, LIU H C, et al. Cytotoxic sesquiterpenoids from *Sarcandra glabra*[J]. Tetrahedron, 2013, 69(2): 564.
- [8] 赵学敏. 本草纲目拾遗[M]. 北京: 中国中医药出版社, 1999: 83.
- ZHAO X M. Bencao Gangmu Shiyi [M]. Beijing: China Traditional Chinese Medicine Press, 1999: 83.
- [9] 周劲松, 陈红锋. 岭南重要药用民族植物学研究资料——《岭南采药录》[J]. 中国民族民间医药, 2010, 19(23): 2.
- ZHOU J S, CHEN H F. Research materials on important medicinal ethnobotany in Lingnan: Lingnan Caiyao Lu [J]. Chin J Ethnomed Ethnopharm, 2010, 19(23): 2.
- [10] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 北京: 化学工业出版社, 1977.
- Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the People's Republic of China: Volume I [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 1977.
- [11] 宋立人. 中华本草[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002.
- SONG L R. Chinese Materia Medica [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 2002.
- [12] 北京市卫生局. 北京市中药材标准[M]. 北京: 首都师范大学出版社, 1998.
- Beijing Municipal Health Bureau. Beijing Standards for Chinese Herbal Medicines [M]. Beijing: Capital Normal University Press, 1998.
- [13] 刘天睿, 金艳, 孟虎彪, 等. 论中药“辨状论质”之辨色泽与品质评价的生物学内涵研究[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(19): 4545-4554.
- LIU T R, JING Y, MENG H B, et al. Biological research of color and quality evaluation in "quality discrimination by character" of Chinese medicine[J]. China J Chin Mater Med, 2020, 45(19): 4545-4554.
- [14] 袁媛, 黄璐琦. 道地药材评价理论的传承与创新[J]. 中国中药杂志, 2025, 50(13): 3522-3528.
- YUAN Y, HUANG L Q. Inheritance and innovation: Theoretical evolution in assessing Dao-di herbs[J]. China J Chin Mater Med, 2025, 50(13): 3522-3528.
- [15] LIU Z, CHENG Y, CHAO Z. A comprehensive quality analysis of different colors of medicinal and edible honeysuckle[J]. Foods, 2023, 12(16): 3126.
- [16] KULAPICHITR F, BOROMPICHAICHARTKUL C, FANG M, et al. Effect of post-harvest drying process on chlorogenic acids, antioxidant activities and CIE-Lab color of Thai Arabica green coffee beans [J]. Food Chem, 2022, 366: 130504.
- [17] 姚月保, 杨晓芸, 彭莲, 等. 基于仿生识别系统对金银花颜色与“气”的鉴别研究[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2020, 22(4): 1270-1277.
- YAO Y B, YANG X Y, PENG L, et al. "Color and odor" identification of *Lonicera japonica* Thunb. based on bionic recognition system [J]. World Sci Technol Mod Tradit Chin Med, 2020, 22(4): 1270-1277.
- [18] 王洪峰, 丁洪亮, 郑婵娟, 等. 肿节风注射液治疗小儿肠系膜淋巴结炎的疗效[J]. 黑龙江医药科学, 2018, 41(2): 27-28.
- WANG H F, DING H L, ZHENG C J, et al. Efficacy of swollen joint wind injection in treating pediatric mesenteric lymphadenitis [J]. Heilongjiang Med Pharm, 2018, 41(2): 27-28.
- [19] 王力福, 沈美勤, 赵金花. 肿节风分散片联合洛美沙星治疗急性化脓性中耳炎的疗效观察[J]. 现代药物与临床, 2016, 31(8): 1260-1263.
- WANG L F, ZHENG M X, ZHAO J H, et al. Clinical observation of Zhongjiefeng dispersible tablets combined with lomefloxacin in treatment of acute purulent otitis media [J]. Drugs Clin, 2016, 31(8): 1260-1263.
- [20] 李云松, 张燕平. 复方肿节风雾化剂治疗慢性咽炎的随机对照研究[J]. 全科口腔医学电子杂志, 2018, 5(33): 190-191.
- LI Y S, ZHANG Y P. Randomized controlled study on the treatment of chronic pharyngitis with compound swollen joint wind nebulizer [J]. Gen J Stomatol, 2018, 5(33): 190-191.
- [21] 刘军, 陈思洋, 曹德根. 肿节风分散片联合常规化疗对非小细胞肺癌胸腔镜手术患者康复的影响[J]. 新中医, 2022, 54(14): 143-146.
- LIU J, CHEN S Y, CAO D G. Effects of combining Zhongjiefeng dispersible tablets with conventional chemotherapy on recovery in patients undergoing thoracoscopic surgery for non-small cell lung cancer [J]. J New Chin Med, 2022, 54(14): 143-146.
- [22] 郭蒙蒙. 草珊瑚浸膏在体外对幽门螺杆菌的抑菌作用及其与抗生素的协同作用[D]. 南昌: 南昌大学, 2015.
- GUO M M. *In vitro* antibacterial activity of Herba Corallium extract against *Helicobacter pylori* and its synergistic effect with antibiotics [D]. Nanchang: Nanchang University, 2015.
- [23] 董媛, 张莉莉, 史丽娜, 等. 肿节风注射液辅助治疗晚期食道癌的疗效及对患者血清 VEGF、S100A4 水平的影响[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(19): 3712-3715, 3634.
- DONG Y, ZHANG L L, SHI L N, et al. Efficacy of swollen joint wind injection as an adjuvant therapy for advanced esophageal cancer and its effects on serum VEGF and S100A4 levels in patients [J]. Prog Mod Biomed, 2019, 19(19): 3712-3715, 3634.
- [24] 王燕. 肿节风在胃溃疡患者中的疗效观察[J]. 临床医药文献电子杂志, 2019, 6(80): 12.
- WANG Y. Observation on the efficacy of swollen joint wind in patients with gastric ulcer [J]. Electron J Clin Med Lit, 2019, 6(80): 12.

- [25] 许路. 肿节风注射液在骨外科治疗中的应用及护理[J]. 内蒙古中医药, 2016, 35(4): 152-153.
XU L. Application and nursing care of swollen joint wind injection in orthopedic surgery[J]. Nei Mongol J Tradit Chin Med, 2016, 35(4): 152-153.
- [26] 童悦. 草珊瑚粗提物的抗氧化和抑菌活性及芒果保鲜应用研究[D]. 海口: 海南大学, 2020.
TONG Y. Antioxidant and antibacterial activities of crude extracts from *Herba Corallium* and their application in mango preservation[D]. Haikou: Hainan University, 2020.
- [27] 徐卫国. 血康口服液的临床应用[J]. 中国药业, 2005, 14(4): 79-80.
XU W G. Clinical application of Xuekang oral liquid[J]. China Pharm, 2005, 14(4): 79-80.
- [28] 陈芳有, 陈志超, 罗永明. 草珊瑚化学成分及生物活性研究进展[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(4): 872-879.
CHENG F Y, CHENG Z C, LUO Y M. Research progress on chemical constituents and biological activities of *Sarcandra glabra*[J]. China J Chin Mater Med, 2022, 47(4): 872-879.
- [29] 董伟, 徐国良, 张启云, 等. 肿节风的药理作用及其在血小板减少性疾病中的应用[J]. 中药药理与临床, 2013, 29(1): 176-178.
DONG W, XU G L, ZHANG Q Y, et al. Pharmacological effects of *Sarcandra glabra* and its application in thrombocytopenia[J]. Pharmacol Clin Chin Mater Med, 2013, 29(1): 176-178.
- [30] LIU W, GONG X, LUO J, et al. A purified acidic polysaccharide from *Sarcandra glabra* as vaccine adjuvant to enhance anti-tumor effect of cancer vaccine[J]. Carbohydr Polym, 2021, 263: 117967.
- [31] 吕凤娇, 林启超, 谢晓兰. 响应面法优化草珊瑚总黄酮提取工艺的研究[J]. 计算机与应用化学, 2015, 32(4): 463-467.
LV F J, LIN Q C, XIE X L. Optimization of extraction of total flavonoid from *Sarcandra glabra* by response surface method[J]. Comput Appl Chem, 2015, 32(4): 463-467.
- [32] 张婧麟, 杨冰凝, 雷兴岭, 等. 金莲花中酚酸类成分含量、提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 生物化工, 2025, 11(2): 71-76.
ZHANG J L, YANG B N, LEI X L, et al. Study on the content, extraction process and antioxidant activity of phenolic acid in the flower of *Trollius chinensis* Bunge[J]. Biol Chem Eng, 2025, 11(2): 71-76.
- [33] 高奇, 李齐激, 杨柳, 等. 响应面法优化毛大丁草总香豆素提取工艺及其抗氧化作用研究[J]. 化学试剂, 2023, 45(2): 114-120.
GAO Q, LI Q J, YANG L, et al. Response surface methodology for optimizing the total coumarin extraction process from *Artemisia argyi* and investigation of its antioxidant activity[J]. Chem Reag, 2023, 45(2): 114-120.
- [34] 韩妙华. 外源褪黑素对茶树光合作用及苯丙烷途径相关次生代谢的调控机制[D]. 南京: 南京农业大学, 2021.
HAN M H. Regulatory mechanisms of exogenous melatonin on photosynthesis and secondary metabolism related to the phenylpropanoid pathway in tea plants[D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2021.
- [35] QIN Y Z, TAI G, XIE K Y, et al. Ambient light alters gene expression pattern of enzymes and transcription factors involved in phenylpropanoid metabolic pathway in potato under chilling stress[J]. Agric Sci Technol, 2014, 15(11): 1899-1904.
- [36] 张伟, 孟祥庆, 苏晓芸, 等. 光调控对药用植物次生代谢成分合成的影响[J]. 药学实践与服务, 2024, 42(2): 50-59.
ZHANG W, MENG X Q, SU X Y, et al. Effects of light regulation on the synthesis of secondary metabolic compounds in medicinal plants[J]. J Pharm Pract Serv, 2024, 42(2): 50-59.
- [37] XIE D, TARIN M W K, CHEN L, et al. Consequences of LED lights on root morphological traits and compounds accumulation in *Sarcandra glabra* seedlings[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(13): 7179.
- [38] 黄璐琦, 陈美兰, 肖培根. 中药材道地性研究的现代生物学基础及模式假说[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(6): 494-496, 610.
HUANG L Q, CHEN M L, XIAO P G. Modern biological foundations and model hypotheses for research on the authenticity of Chinese medicinal materials[J]. China J Chin Mater Med, 2004, 29(6): 494-496, 610.

[责任编辑 顾雪竹]