

研究报告

草珊瑚外观性状与内在质量相关性研究

甘敏菲, 彭晓琴, 上官景鑫, 廖华军*

(福建中医药大学药学院, 福建 福州 350122)

摘要:目的:通过探究草珊瑚药材外在性状与内在质量的相关性,建立快速草珊瑚质量评价策略。方法:采集11个批次草珊瑚样本,通过计算草珊瑚药材茎叶比、色差仪测定其色差值(L^* 、 a^* 、 b^* 值)量化外在性状特征;通过浸膏得率、紫外—可见分光光度法测定总黄酮含量,高效液相色谱法分别测定咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷、迷迭香酸含量表达草珊瑚内在质量;通过相关性分析和系统聚类(HCA)探究不同批次草珊瑚外在性状与内在质量的相关性。结果:发现 L^* 和 b^* 值与咖啡酸、落新妇苷、总黄酮及浸膏得率均呈显著正相关($p < 0.05$),同时成分间分析显示咖啡酸、异嗪皮啶与迷迭香酸存在协同积累效应($r > 0.67$),表明药材色泽越明亮鲜艳,内在品质越优。但茎叶比与色差值、化学成分等均无显著性差异。结论:外观颜色与草珊瑚内在质量有一定的相关性,色差值可作为快速、无损评价草珊瑚药材质量的指标。

关键词:草珊瑚;外观性状;化学成分;质量评价;相关性分析

中图分类号:O657 文献标识码:A 文章编号:1009-8143(2026)02-0001-07

Doi:10.3969/j.issn.1009-8143.2026.02.01

Study on the Correlation Between the External Traits and Intrinsic Quality of *Sarcandra glabra*

Gan Min-fei, Peng Xiao-qin, Shangguan Jing-xin, Liao Hua-jun*

(School of Pharmacy, Fujian University of Traditional Chinese Medicine, Fuzhou, Fujian 350122, China)

Abstract: Objective: To investigate the correlation between the external traits and intrinsic quality of *Sarcandra glabra*, this study aimed to establish a rapid strategy for its quality assessment. **Methods:** Samples of *Sarcandra glabra* were collected from eleven batches. The external traits were quantified by calculating the stem-to-leaf ratio and measuring the color parameters (L^* , a^* , b^*) with a colorimeter; The intrinsic quality of *Sarcandrae Herba* was assessed by determining the extract yield, the total flavonoid content (by UV-Vis spectrophotometry), and the individual contents of caffeic acid, isofraxidin, astilbin, and rosmarinic acid (by high-performance liquid chromatography, HPLC); The correlations between the external traits and intrinsic quality across different batches of *Sarcandra glabra* were investigated using correlation analysis and hierarchical cluster analysis (HCA). **Results:** Significant positive correlations were observed between the L^* and b^* values and the contents of caffeic acid, astilbin, total flavonoids, and the extract yield ($p < 0.05$). Concurrently, inter-component analysis revealed a synergistic accumulation among caffeic acid, isofraxidin, and rosmarinic acid ($r > 0.67$). These findings suggest that a brighter and more vivid coloration is indicative of superior intrinsic quality. In contrast, no significant correlations were detected between the stem-to-leaf ratio and color parameters or chemical constituents. **Conclusion:** The external color of *Sarcandra glabra* demonstrates a significant correlation with its intrinsic quality. Consequently, color parameters can be utilized as a rapid and non-destructive indicator for assessing the quality of this herbal medicine.

Key words: *Sarcandra glabra*; external traits; chemical composition; quality assessment; correlation analysis

收稿日期:2025-11-07

基金项目:国家中医药管理局临床中药学高水平中医药重点学科建设项目(国中医药人教函[2023]85号);福建省自然科学基金项目(2023J01859);福建中医药大学校管课题重点项目(X2021008-重点)。

第一作者简介:甘敏菲(2001—),女,硕士,研究方向:中药资源与品质评价。E-mail:2914370004@qq.com

通讯作者简介:廖华军(1977—),男,博士/副教授,研究方向:中药药效物质基础及其作用机制研究。E-mail:lhj2002123@126.com

引言

草珊瑚(*Sarcandra glabra* (Thunb.) Nakai)为金粟兰科(Chloranthaceae)植物草的干燥全草^[1],主要分布于江西、福建、湖北、湖南、广东、广西、贵州、四川和云南等地^[2],具有清热凉血、活血消斑、祛风通络等功效。其含有丰富的咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷、迷迭香酸等成分,具有抗炎、抗氧化、免疫调节、心血管保护、抗肿瘤活性等多种药理作用^[3-5]。通过查阅文献发现,针对草珊瑚的质量研究多集中于化学成分的分析,如气相色谱、高效液相色谱、近红外光谱等方法检测草珊瑚中化学成分含量,在一定程度上可以鉴定草珊瑚的质量水平,但需要特定仪器设备、场地、研究成本高、耗时长等缺点,难以实现快速准确地鉴别^[6]。谢宗万教授^[7]首次提出“辨状论质”的概念,其本质是根据中药材的外观性状,包括形、色、气、味,基于看、摸、闻、尝等方法判断药材的真伪优劣,阐明药材的质量。采用“辨状论质法”鉴别药材真伪优劣具有快速、简便、经济的优势,但传统的经验鉴别中存在性状描述简单粗略、缺乏详细的实验数据支撑和客观量化标准等不足之处。随着现代分析技术的不断发展,电子眼、电子舌、电子鼻等仿生技术逐步用于中药领域的研究,获得客观量化精确的数据,以实现中药材的科学化、标准化的评价^[8]。中药外观性状与其关键化学成分密切相关^[7],中药材的外观颜色常作为中药品质划分的依据,被广泛应用在中药材炮制、产地、批次等质量评价的研究,并通过颜色与化学成分的相关性分析,探讨中药的外观性状与其内在质量之间的关系,判断药材的品种、产地和质量的优劣^[9]。另外,草珊瑚有叶多者良的记载^[10],因此,本文通过不同批次草珊瑚的茎叶比、外观颜色与草珊瑚内在化学成分的相关性研究,探索草珊瑚外在性状与内在化学成分的相关性,为草珊瑚的“辨状论质”提供理论依据。

1 实验部分

1.1 主要仪器与试剂

高效液相色谱仪:LC-20AT型,日本岛津公司。
色差仪:CR7型,深圳市三恩时科技有限公司。
智能超声波清洗机:GT-2120QTS型,广东固特

超声股份有限公司。

紫外可见分光光度计:UV-5200型,上海元析仪器有限公司。

低速离心机:TDL-40B型,上海安亭科学仪器。

千分之一电子天平:AR223CN型,奥豪斯仪器有限公司。

十万分之一电子分析天平:OHAUS型,奥豪斯仪器有限公司。

多功能粉碎机:RS-FS1406型,合肥荣事达小家电有限公司。

电热鼓风干燥箱:DHG-9240A型,上海一恒科学有限公司。

实验室纯水系统:SU-20UV型,福州市讯刊生物科技有限公司。

落新妇苷:≥98.0%,成都普思生物科技股份有限公司。

咖啡酸:≥98.0%,乐美天医药德思特生物有限公司。

异嗪皮啶:≥98.0%,成都德斯特生物技术有限公司。

迷迭香酸:≥98.0%,成都普思生物科技股份有限公司。

芦丁:≥98.0%,上海源叶生物科技有限公司。

乙腈:色谱级,默克股份两合公司。

甲酸:色谱级,上海阿拉丁生化科技股份有限公司。

草珊瑚样品来自不同地区的不同批次(如表1所示),本研究采用的草珊瑚药材,由福建中医药大学药学院车苏容副教授鉴定,确认为金粟兰科草珊瑚属植物。

1.2 实验方法

1.2.1 色差仪检测不同批次草珊瑚颜色的差异

将11批草珊瑚样品粉碎,过5号筛,用比色皿平铺粉末1.0g(至一定厚度不透光),使用分光光度计测定草珊瑚粉末,色度值 L^* (代表明暗度)、 a^* (代表红绿色度)、 b^* (代表黄蓝色度)。色差仪测定条件:可选光源为D65;视场选择为 10° 视角;测定孔径为8mm;光源为LED蓝光激发;仪器误差: $\Delta E_{ab} \leq 0.4$ 。仪器经黑白板校正后对样品进行测定。

1.2.2 不同批次的草珊瑚茎叶比的测定

将11批草珊瑚样品,抽取适量烘干至恒重,分离出其叶、茎、杂质,称定质量,计算茎叶比(茎质量

表1 样品产地信息

编号	收集地	收集时间
CSH1	江西	2023
CSH2	云南石林	2022
CSH3	广西柳州	2022
CSH4	四川西昌	2021
CSH5	云南普洱	2023
CSH6	河北	2022
CSH7	浙江	2023
CSH8	贵州	2022
CSH9	广东清远	2023
CSH10	湖南怀化	2023
CSH11	广西玉林	2023

与叶质量的比值)。

1.2.3 浸膏提取率的测定

精密称取样品粉末,将各批次草珊瑚样品在烘箱中干燥至质量恒定,粉碎并过5号筛备用。称取样品粉末,置具塞锥形瓶中,加入60%甲醇(料液比1:5),超声处理30 min,冷却,用60%甲醇补足失重,摇匀并离心(3 000 r/min, 5 min)后,取上清液即得供试品溶液。取25 mL,置于恒重蒸发皿中,水浴蒸干后60℃烘至恒重,在干燥器中冷却30 min,立即精密称重。浸膏得率按公式(1)计算:

$$\text{浸膏得率, \%} = (M_3 - M_2) / M_1 \times 100\% \quad (1)$$

式中: M_1 ——样品质量,g;

M_2 ——浸膏提取前锥形瓶质量,g;

M_3 ——浸膏提取后锥形瓶质量,g。

1.2.4 总黄酮的测定

(1)对照品溶液:精密称定芦丁对照品15.04 mg,经60%甲醇溶解于10 mL容量瓶中,定容为1.5 mg/mL的储备液,备用。

(2)供试品溶液:精密称取粉末0.5 g,置具塞锥形瓶中,精密加入60%甲醇12.5 mL,称重后超声处理30分钟,放冷至室温后,再次称定重量,补足失重,摇匀。溶液经3 000 r/min离心5分钟,取上清液,滤纸过滤后,备用。

1.2.5 HPLC含量测定

(1)混合对照品溶液的制备:分别精密称取对照品咖啡酸8.48 mg、异嗪皮8.78 mg、落新妇苷7.23 mg、迷迭香酸7.61 mg,加60%甲醇溶解于10 mL容量瓶中定容至刻度线,作为储备液备用。

(2)供试品溶液的制备:取草珊瑚样品,粉碎后过5号筛,得供试品粉末。精密称取粉末1.0 g,置具塞锥形瓶中,精密加入60%甲醇25 mL,称重后超声处理30分钟,放冷至室温后,再次称定重量,补足失重,摇匀。溶液经3 000 r/min离心5分钟,取上清液,经0.22 μm微孔滤膜过滤后,备用。

(3)色谱条件:色谱柱:Hypersil ODS2 C18 (250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:乙腈(A)-0.1%甲酸水(B);流速:0.8 mL/min。检测波长330 nm,色谱分析进样量为20 μL。采用梯度洗脱程序,具体条件如表2。

表2 梯度洗脱条件

时间/(min)	A相/(%)	B相/(%)	流速/(mL/min)
0	8	92	0.8
5	8	92	0.8
6	10	90	0.8
20	11	89	0.8
30	19	81	0.8
50	27	73	0.8
51	8	92	0.8
60	8	92	0.8

2 结果与讨论

2.1 色差仪检测结果

11批不同批次草珊瑚色差仪检测颜色的差异结果见表3。

表3 11批草珊瑚的色差值(n=3)

组别	L*	a*	b*
CSH1	6.83	2.83	6.47
CSH2	8.17	3.03	7.73
CSH3	6.83	2.87	6.27
CSH4	6.17	2.67	5.57
CSH5	7.37	2.80	6.93
CSH6	8.50	3.00	8.03
CSH7	6.33	3.07	6.47
CSH8	6.27	3.10	6.37
CSH9	7.33	2.67	7.20
CSH10	8.23	3.30	8.77
CSH11	9.17	3.30	9.07

2.2 茎叶比测定结果

11批不同批次的草珊瑚茎叶比的测定结果见表4。

表4 11批草珊瑚的茎叶比($n=3$)

组别	茎/(g)	叶/(g)	茎叶比(茎/叶)
CSH1	5.610 5	3.816 7	1.47
CSH2	7.465 5	2.370 0	3.15
CSH3	8.479 3	1.533 3	5.53
CSH4	5.369 0	2.950 0	1.82
CSH5	7.037 2	2.410 0	2.92
CSH6	5.655 7	2.976 7	1.90
CSH7	6.183 9	2.836 7	2.18
CSH8	7.813 9	2.426 7	3.22
CSH9	6.190 1	2.390 0	2.59
CSH10	10.186 0	1.100 0	9.26
CSH11	4.769 0	2.756 7	1.73

2.3 浸膏提取率测定结果

11批不同批次的草珊瑚浸膏提取率的测定结果见表5。

表5 11批草珊瑚的浸膏得率($n=3$)

组别	$M_1/(g)$	$M_2/(g)$	$M_3/(g)$	浸膏得率/(%)
CSH1	1.003 5	38.956 6	39.074 8	11.77
CSH2	1.002 5	38.293 8	38.428 3	13.42
CSH3	1.003 9	41.616 1	41.734 7	11.82
CSH4	1.002 1	48.036 1	48.114 0	7.78
CSH5	1.003 5	46.812 2	46.946 4	13.37
CSH6	1.003 2	38.296 6	38.414 7	11.77
CSH7	1.004 2	41.617 7	41.741 8	12.36
CSH8	1.005 1	58.458 0	58.565 3	10.68
CSH9	1.006 6	58.664 5	58.801 1	13.57
CSH10	1.005 7	58.186 5	58.334 3	14.69
CSH11	1.006 5	61.009 5	61.219 9	20.91

2.4 总黄酮测定结果

2.4.1 线性关系考察

精密量取上述芦丁对照品溶液0.8、1.0、1.2、1.5、1.8、2.0 mL(共6个梯度),分别置于25 mL量瓶中,加60%甲醇至10 mL,按序加入1.0 mL 5%NaNO₃与1.0 mL 10%Al(NO₃)₃,每步间隔反应6 min,随后加入10.0 mL 4%NaOH,定容后放置15 min,扣除空白后,在500 nm下测吸光度,以芦丁浓度(C)为横坐

标,吸光度(A)为纵坐标,得回归方程: $C(\text{mg/mL})=6.801 8A+0.068 5$ 相关系数 $R^2=0.999$,线性范围为0.036~0.084 mg/mL。

2.4.2 精确性试验

精密称取同一批次样品粉末,平行制备6份供试品。基于总黄酮平均含量(19.05%)及极低的RSD值(0.15%, $n=6$),结果证实该仪器精密度高,且性能较稳定。

2.4.3 稳定性试验

供试品溶液显色后,在120 min内的吸光度RSD为2.83%($n=6$),符合稳定性试验要求。

2.4.4 重复性试验

制备6份供试品溶液,平行测定其吸光度。测得总黄酮平均含量为18.83%,RSD为2.31%($n=6$),表明方法重复性良好。

2.4.5 加样回收率试验

精密称取同一批已知含量样品6份,加入等量芦丁对照品,测定并计算回收率。测得平均回收率为99.8%(RSD=2.60%, $n=6$),证明方法准确可靠。

2.4.6 样品测定

取各批次草珊瑚样品,制备供试品溶液后,取1 mL置25 mL容量瓶中,加60%甲醇5 mL,显色,测定吸光度,据标准曲线计算总黄酮含量,结果见表6。

表6 11批草珊瑚的总黄酮含量($n=3$)

组别	总黄酮/($\mu\text{g/g}$)
CSH1	1 174.32
CSH2	1 608.03
CSH3	1 446.31
CSH4	1 424.26
CSH5	2 001.31
CSH6	1 446.31
CSH7	1 343.39
CSH8	1 075.08
CSH9	1 347.07
CSH10	1 821.21
CSH11	2 082.17

2.5 HPLC含量测定结果

2.5.1 线性关系考察

取混合对照品储备液倍比稀释,咖啡酸的质量浓度分别为848.00、424.00、212.00、106.00、53.00、

26.50、13.25 $\mu\text{g/mL}$, 异嗪皮啶质量浓度分别为 878.00、439.00、219.50、109.75、58.88、27.44、13.72 $\mu\text{g/mL}$, 落新妇苷质量浓度分别为 723.00、361.50、180.75、90.38、45.19、22.59、11.30 $\mu\text{g/mL}$, 迷迭香酸质量浓度分别为 761.00、380.50、190.25、95.13、47.56、23.78、11.89 $\mu\text{g/mL}$ 。在前述色谱条件下测定, 以待测成分质量浓度(X , $\mu\text{g/mL}$)对峰面积(Y)建立标准曲线, 各成分的线性回归方程与线性范围等参数见表 7, 对照品溶液色谱图见图 1。

表 7 咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷、迷迭香酸的线性方程与线性范围

成分	回归方程	R^2	线性范围/ ($\mu\text{g/mL}$)
咖啡酸	$Y=352\ 898X-1\ 000\ 000$	0.999 1	2.82~180
异嗪皮啶	$Y=89\ 430X-2\ 000\ 000$	0.999 1	13.719~878
落新妇苷	$Y=12\ 454X-114\ 410$	0.999 4	11.297~723
迷迭香酸	$Y=65\ 593X-409\ 159$	0.999 3	3.46~221

2.5.2 精密度考察

精密称定样品粉末, 制备供试品溶液, 连续进样 6 次, 测定峰面积。计算得到供试品咖啡酸、异嗪

皮啶、落新妇苷、迷迭香酸的相对峰面积($n=6$)的 RSD 均小于 2.0% ($n=6$), 符合规定。

2.5.3 稳定性考察

取样品粉末, 制备供试品溶液, 分别在制备后 0、2、4、6、8、12、24 h 进样, 测定峰面积。供试品溶液在室温下 24 h 内稳定性良好, 各成分相对峰面积的 RSD 均小于 3.0% ($n=6$)。

2.5.4 重复性考察

取同一批样品粉末精密称取 6 份, 制备供试品溶液, 按上述色谱条件进样, 测定峰面积。相对峰面积的 RSD 均小于 2.0% ($n=6$), 符合规定。

2.5.5 加样回收率考察

称取同一批已知含量样品 6 份, 每份中精密加入适量咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷及迷迭香酸对照品, 制备供试品溶液, 并依上述色谱条件进行测定。结果如下: 咖啡酸、异嗪皮啶、迷迭香酸与落新妇苷的平均加样回收率分别为 106%、102%、101% 和 97%, 其 RSD 值 ($n=6$) 分别为 0.50%、1.69%、2.08% 和 2.38%; 表明该方法加样回收率符合规定。结果见表 8。

表 8 高效液相色谱法加样回收率和 RSD ($n=6$)

对照品	序号	样品中含量/ (μg)	加入量/ (μg)	测定总量/ (μg)	回收率/(%)	平均回收率/(%)	RSD/(%)
咖啡酸	1	50.09	50.00	102.81	1.05	106	0.50
	2	50.07	50.00	103.04	1.06		
	3	50.07	50.00	103.44	1.07		
	4	50.06	50.00	103.21	1.06		
	5	50.06	50.00	103.01	1.06		
	6	50.05	50.00	103.45	1.07		
异嗪皮啶	1	473.98	472.00	948.33	1.00	102	1.69
	2	473.79	472.00	953.29	1.02		
	3	473.13	472.00	948.59	1.01		
	4	473.13	472.00	953.85	1.02		
	5	473.13	472.00	960.67	1.03		
	6	473.13	472.00	969.20	1.05		
迷迭香酸	1	789.15	785.00	1 589.16	1.02	101	2.08
	2	789.15	785.00	1 567.21	0.99		
	3	789.15	785.00	1 562.32	0.98		
	4	789.15	785.00	1 581.75	1.01		
	5	789.15	785.00	1 572.89	1.00		
	6	789.15	785.00	1 607.03	1.04		

(续表8)

	1	806.78	812.00	1 584.86	0.96		
	2	806.78	812.00	1 580.47	0.95		
落新妇苷	3	806.78	812.00	1 624.15	1.01	97	2.38
	4	806.78	812.00	1 578.79	0.95		
	5	806.78	812.00	1 590.95	0.96		
	6	806.78	812.00	1 612.24	0.99		

2.5.6 样品含量测定

取各批草珊瑚样品粉末 1.0 g, 制备供试品溶液, 按上述色谱条件进样测定, 计算咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷、迷迭香酸的峰面积的含量, 结果见表 9。供试品溶液色谱图见图 1。

表 9 高效液相色谱法含量测定结果 ($n=3$)

组别	咖啡酸/ ($\mu\text{g/g}$)	异嗪皮啶/ ($\mu\text{g/g}$)	落新妇苷/ ($\mu\text{g/g}$)	迷迭香酸/ ($\mu\text{g/g}$)
CSH1	99.26	871.03	800.56	942.03
CSH2	101.73	1 122.81	1 187.54	3 043.56
CSH3	89.44	853.44	425.39	2 105.15
CSH4	84.25	804.67	707.61	822.69
CSH5	113.20	1 046.40	636.05	2 765.41
CSH6	102.80	947.66	787.65	1 333.32
CSH7	99.92	946.25	1 613.57	1 578.31
CSH8	90.72	880.53	698.45	1 218.54
CSH9	96.60	850.58	707.68	1 021.01
CSH10	80.40	664.62	1 553.39	239.77
CSH11	130.15	1 127.25	1 785.81	2 708.41

2.6 外观性状与内在指标的相关性分析

如表 10 所示, 草珊瑚外观性状指标与内在指标之间存在相关性: L^* (明暗度) 和 b^* (黄蓝色度) 值与咖啡酸、落新妇苷、总黄酮及浸膏得率都存在显著的正相关关系。其中 L^* 值与咖啡酸、落新妇苷及浸膏得率呈极显著正相关 ($p < 0.01$), 与总黄酮呈显著正相关 ($p < 0.05$)。 b^* 值与落新妇苷和浸膏得率呈极显著正相关, 与咖啡酸和总黄酮呈显著正相关。 a^* (红绿色度) 也与落新妇苷和浸膏得率呈极显著正相关。茎叶比与咖啡酸、异嗪皮啶、迷迭香酸呈负相关, 与落新妇苷、总黄酮、浸膏得率呈正相关, 但都不显著。

2.7 系统聚类统计分析

使用 SPSS 对 11 批草珊瑚中茎叶比、色差值、4 种化学成分的含量、总黄酮含量、浸膏得率进行系

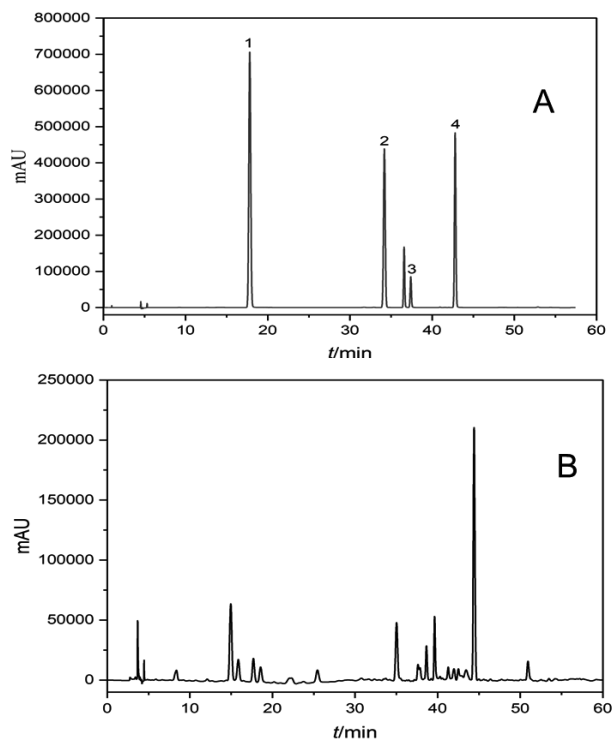


图 1 混合对照品溶液、供试品溶液 HPLC 色谱图

注: A—混合对照品溶液-330 nm; B—供试品溶液-330 nm;
1—咖啡酸; 2—异嗪皮啶; 3—落新妇苷; 4—迷迭香酸。

统聚类。以茎叶比、色差值、4 种化学成分含量、总黄酮含量、浸膏得率为聚类的变量, 采用组间联接法, 以平方欧氏距离为指标进行系统聚类分析。树状图 (图 2) 结果显示, 平方欧氏距离=10 时, 11 批草珊瑚样品可聚合为 3 大类, 其中 CSH1、CSH3、CSH4、CSH6、CSH7、CSH8、CSH9 归为 I 类, CSH10 归为 II 类, CSH2、CSH5、CSH11 归为 III 类。如表 11 和表 12 所示, I 类: 特征为极高的迷迭香酸, 但落新妇苷、总黄酮和浸膏得率很低。茎叶比较低 (叶多), 颜色较亮 (L^* 值较高)。II 类: 特征为极高的落新妇苷, 但咖啡酸、异嗪皮啶、迷迭香酸极低, 浸膏得率较高, 茎叶比最高 (茎多), 红绿色度 (a^*) 高。III 类: 特征为咖啡酸、异嗪皮啶、总黄酮、浸膏得率极高, 茎叶比极低 (叶多), 颜色最暗 (L^* 值最低) 且颜色

表 10 草珊瑚外观性状与内在指标间的相关性分析

项目	茎叶比	L*	a*	b*	咖啡酸	异嗪皮啶	落新妇苷	迷迭香酸	总黄酮	浸膏得率
茎叶比	1									
L*	0.154	1								
a*	0.581	0.566**	1							
b*	0.3	0.934**	0.666**	1						
咖啡酸	-0.532	0.538**	0.214	0.442*	1					
异嗪皮啶	-0.557	0.394*	0.125	0.249	0.849**	1				
落新妇苷	0.128	0.460**	0.687**	0.622**	0.350*	0.222	1			
迷迭香酸	-0.247	0.337	0.119	0.165	0.670**	0.848**	0.087	1		
总黄酮	0.241	0.651*	0.293	0.622*	0.529	0.442	0.443	0.403	1	
浸膏得率	0.034	0.724**	0.546**	0.777**	0.672**	0.426*	0.631**	0.409*	0.825**	1

注:“**”表示 $p < 0.01$,相关性极其显著;“*”表示 $p < 0.05$,相关性显著。

红绿色度(a*)高,黄蓝色度(b*)最低。

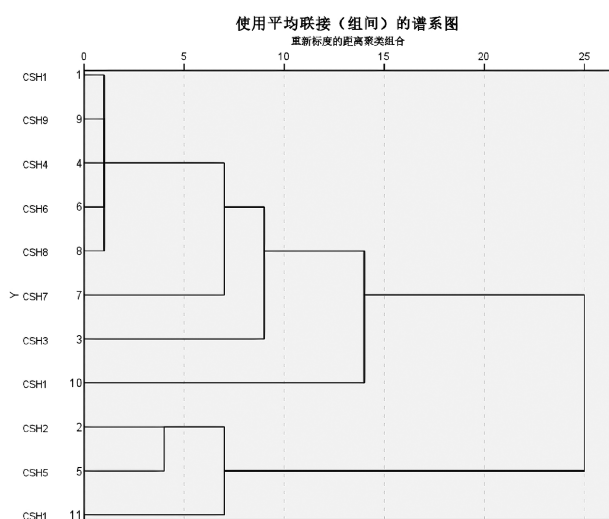


图 2 11批草珊瑚样品聚类分析

表 11 总黄酮含量、色差值、浸膏得率平均值

分类	组别	茎叶比	L*	a*	b*
I类	CSH1、CSH3、CSH4、CSH6、 CSH7、CSH8、CSH9	2.67	6.90	2.89	6.62
II类	CSH10	9.26	9.26	8.23	3.30
III类	CSH2、CSH5、CSH11	2.58	2.60	8.23	3.04

3 结论

本研究初步客观量化了草珊瑚性状指标(茎叶比、颜色值L*、a*、b*),并探讨其与内在质量之间的相关性。草珊瑚中的黄酮类成分通过抑制肿瘤细胞增殖与凋亡,以及双向免疫调节作用,共同构成了其治疗白血病和免疫性血小板减少症的现代药

表 12 咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷、迷迭香酸含量平均值

分类	组别	咖啡酸/ ($\mu\text{g/g}$)	异嗪皮啶/ ($\mu\text{g/g}$)	落新妇苷/ ($\mu\text{g/g}$)	迷迭香酸/ ($\mu\text{g/g}$)	总黄酮/ ($\mu\text{g/g}$)	浸膏得 率/(%)
I类	CSH1、CSH3、CSH4、CSH6、 CSH7、CSH8、CSH9	94.71	879.17	820.13	1 288.72	1 322.39	11.39
II类	CSH10	80.40	664.62	1 553.39	239.77	1 821.21	14.69
III类	CSH2、CSH5、CSH11	115.03	1 098.82	1 203.13	2 839.13	1 897.17	15.90

理学基础^[11-12]。研究结果发现L*和b*值与咖啡酸、异嗪皮啶、落新妇苷、总黄酮及浸膏得率均呈显著正相关($p < 0.05$),可作为其总黄酮的潜在预测指标。同时成分间分析显示咖啡酸、异嗪皮啶与迷迭香酸存在协同积累效应($r > 0.67$)。草珊瑚中的主要活性成分,如黄酮类(如落新妇苷、总黄酮)和酚

酸类(如咖啡酸、迷迭香酸),其分子结构中共轭体系较强,与药材的颜色密切相关。因此,有效成分含量的高低直接决定了药材色泽的深浅与明亮度,成分含量累积越高,药材外观越明亮(L*值高)、黄色特征越明显(b*值高)。

然而,本研究结果表明,茎叶比与所测化学成

(下转第12页)

- Specific Antigen (PSA) among U. S. Older Males: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES), 2003 - 2012[J]. *Nutrients*, 2024, 16(16): 2589.
- [5] Huang X F, Xue Y, Yong L, et al. Chemical derivatization strategies for enhancing the HPLC analytical performance of natural active triterpenoids[J]. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 2024, 14(3): 295-307.
- [6] Borah M, Dutta H S. Advances in paper-based ELISA techniques: From innovations in devices to emerging applications [J]. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 2025, 184: 118123.
- [7] 余建, 宋紧东, 蒋小良. 环境水样中双酚 A 检测与分析方法的研究进展[J]. *日用化学品科学*, 2014, 37(04): 32-36+45.
- [8] 吴泽熙, 韦涵玉, 王钰萱, 等. 比色法和荧光法检测碱性磷酸酶活性的研究进展[J]. *化学与生物工程*, 2023, 40(10): 8-14.
- [9] Jin Z, et al. Colorimetric sensing for translational applications: from colorants to mechanisms[J]. *Chem. Soc. Rev.*, 2024, 53(15): 7681-7741.
- [10] Wei H, et al. Nanozymes: A clear definition with fuzzy edges[J]. *Nano Today*, 2021, 40: 101269.
- [11] 何珊, 陈卓亨, 赵静怡, 等. 基于核酸适配体的荧光传感器用于检测双酚 A[J]. *赣南师范大学学报*, 2019, 40(03): 65-68.
- [12] Gao P, Hussain M Z, Gryc D, et al. Enhanced electrochemical activity by MOF superstructure derived Ni₂P@C for ultrasensitive sensing of Bisphenol A[J]. *Biosensors and Bioelectronics*, 2025, 286: 117598.
- [13] Sun D, Jin L, Xu Z, et al. Ultrasensitive bisphenol a detection employing reflective microfiber biosensor realized by metal organic frameworks nanointerface[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2025, 512: 162313.
- [14] Liu S, Huo Y, Li G, et al. Aptamer-controlled reversible colorimetric assay: High-activity bimetallic organic frameworks for the efficient sensing of marine biotoxins[J]. *Chemical Engineering Journal*, 2023, 469: 144027.

(上接第 7 页)

分及浸膏得率无显著的相关性,这一发现对依赖形态特征作为中药材质量初步判断依据的传统实践提出了质疑。但与总黄酮的正相关暗示茎中可能富含总黄酮,或者茎叶比高的样品触发了植株中总黄酮的整体积累。

本研究中,色差参数与多种内在质量指标之间存在显著相关性,证实色度学分析可作为一种更为科学且无损的质量评价工具。表明药材的色泽特征相较于简单的形态比例,能够更为直接地反映其内在质量相关化学成分组成。这使得色差值成为预测草珊瑚内在质量可靠且灵敏的外在“指示器”,因此测量草珊瑚色差值即可快速估测草珊瑚药材的内在质量。

参考文献

- [1] 苏锐辉, 于小庆, 江涛, 等. 九节茶药材质量标准研究[J]. *中南药学*, 2024, 22(01): 209-213.
- [2] Tang Y, Zhang Y, Zhao X, et al. A review of botany, ethnomedicine, phytochemistry, pharmacology and toxicology of *Sarcandra species*[J]. *Phytomedicine*, 2024. 135: 156008.
- [3] Tsai Y C, Chen S H, Lin L C, et al. Anti-inflammatory Principles from *Sarcandra glabra*[J]. *J Agric Food Chem*, 2017. 65(31): 6497-6505.
- [4] 王英辉, 邹太艳, 苏瑞, 等. 肿节风药渣绿色制备纳米银及体外抗癌作用研究[J]. *中草药*, 2022, 53(07): 1964-1972.
- [5] 周冰霞, 华桦, 刘梅. 肿节风抗肿瘤临床疗效及其作用机制研究进展[J]. *上海中医药杂志*, 2023, 57(11): 85-89.
- [6] 雷琳琳, 李金玲, 曹国璠, 等. 草珊瑚地上部分不同采收时间、不同部位有效成分含量研究[J]. *特产研究*, 2022, 44(03): 101-105+117.
- [7] 陆美龙, 张倩, 谷丽华, 等. 基于“辨状论质”理论研究黄柏饮片外观性状与内在质量相关性[J]. *药学报*, 2024, 59(07): 2117-2125.
- [8] 吴梦悦, 华新振, 朱俊清, 等. 数智化技术在中药领域的应用进展及研究现状分析[J]. *中华中医药学刊*, 2025, 10(29): 1-17.
- [9] 刘娟娟, 龚华乾, 李思霓, 等. 基于智能感官与多元统计分析的红芪药材快速辨识方法研究[J]. *中国中医药信息杂志*, 2024, 31(10): 129-134.
- [10] 北京市出版局. 北京市中药材标准-1998年版[M]. 北京: 首都师范大学出版社. 1998: 167.
- [11] 孙慧娟. 基于转录组与代谢组学方法研究肿节风总黄酮抑制白血病细胞生长的作用机制[D]. 2020, 江西中医药大学.
- [12] 卢震, 尚广彬, 卢晓南, 等. 基于脾脏代谢组学研究肿节风总黄酮治疗免疫性血小板减少症的作用机制[J]. *北京中医药大学学报*, 2024, 47(02): 213-222.