

doi: 10.16104/j.issn.1673-1891.2023.04.002

基于色泽与多指标成分分析的川明参质量快速评价研究

向 緬, 胡 平, 张 美, 林 娟, 周 霞, 杨玉霞, 周先建*

(四川省中医药科学院, 四川 成都 610041)

摘要: [目的] 探索川明参外观色泽与多个指标成分间的关系, 为快速、高效筛选优质川明参药材提供参考。[方法] 以不同商品规格川明参药材为研究对象, 首先利用分光测色仪测定川明参粉末色度值, 然后采用热浸法、硫酸-苯酚法以及超高效液相色谱法分别测定水溶性浸出物、醇溶性浸出物、多糖、欧前胡素等指标成分质量分数, 最后使用 IBM SPSS Statistics 26.0 软件分析色度值与各指标成分间的相关性。[结果] 川明参粉末色度值 L^* 与醇溶性浸出物、水溶性浸出物以及欧前胡素质量分数呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 与多糖质量分数呈显著负相关 ($P < 0.05$); ΔE^* 与水溶性浸出物及欧前胡素质量分数呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 与醇溶性浸出物、多糖质量分数呈显著负相关 ($P < 0.05$); a^* 、 b^* 与醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素质量分数呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 与多糖质量分数呈显著正相关。[结论] 色度值可作为快速判断评价川明参药材质量的指标, 为全面评价川明参药材品质提供科学依据。

关键词: 川明参; 色泽; 浸出物; 多糖含量; 欧前胡素; 质量评价

中图分类号: R284 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1891(2023)04-0006-07

Study on Rapid Quality Assessment of *Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan Based on Color and Multi-Index Component Determination

XIANG Mian, HU Ping, ZHANG Mei, LIN Juan, ZHOU Xia,
YANG Yuxia, ZHOU Xianjian*

(Sichuan Academy of Chinese Medicine Sciences, Chengdu, Sichuan 610041, China)

Abstract: [Objective] Explored the correlation between color and several index components of *Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan, aiming at providing a reference for rapid and efficient screening of high quality *Chuanminshen violaceum*. [Method] Spectrophotometer was used to determine the color value of *Chuanminshen violaceum*; hot leaching method, sulfuric acid-phenol method, ultra-high performance liquid chromatography method were used to determine water-soluble extract, alcohol-soluble extract, polysaccharide and imperatorin respectively. IBM SPSS Statistics 26.0 was used to analyze the correlation between color and index component. [Result] The value of L^* had extremely significant negative-correlation with alcohol-soluble extract, water-soluble extract and imperatorin ($P < 0.01$), and significant negative-correlation with polysaccharide ($P < 0.05$). The value of ΔE^* had extremely significant negative correlation with water-soluble extract and imperatorin ($P < 0.01$), and significant negative correlation with alcohol-soluble extract and polysaccharide ($P < 0.05$). However, the values of a^* and b^* had extremely significant positive correlation with alcohol-soluble extract, water-soluble extract and imperatorin ($P < 0.01$), and significant positive correlation with polysaccharide ($P < 0.05$). [Conclusion] The color values can be used as the index for rapid identification of quality of *Chuanminshen violaceum*, which provided scientific basis for comprehensive assessment of the quality of *Chuanminshen violaceum*.

Keywords: *Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan; color; extract; polysaccharide content; imperatorin; quality assessment

收稿日期: 2023-11-14

基金项目: 四川省科技厅重点研发项目(2022YFS0592)。

作者简介: 向緬(1992—), 女, 四川广元人, 助理研究员, 硕士, 主要研究方向: 中药资源与分子生药学, e-mail: 1121404492@qq.com。*通信作者: 周先建(1983—), 男, 四川成都人, 副研究员, 学士, 主要研究方向: 中药资源与品质评价, e-mail: 164431760@qq.com。

0 引言

川明参(*Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan)为伞形科川明参属草本植物^[1],主要分布于四川,具有和胃生津、祛痰止咳、解毒等功效,现代研究发现川明参中多糖类、香豆素类、三萜类等化学成分具有化痰镇咳、提升免疫、抗氧化等药效^[2-8]。

中药材品质与有效成分、浸出物等指标密切相关^[9-10]。目前,对中药材品质的判断主要依靠高精度仪器进行检测^[11],或利用传统药材评价方法“辩证论质”^[12],前者经济成本高,不利于推广;后者依赖经验判断,存在主观差异,具有一定局限性。近年已有大量文献报道利用现代色彩分析技术以及国际照明委员会(CIE)的 L^* 、 a^* 、 b^* 色空间系统描述药材色泽^[13-17],发现色泽与中药材质量间存在相关性,并基于色泽建立药材品质快速鉴定体系,提高药材

质量判断的准确性,但关于川明参药材色泽与品质之间的相关性及药材品质快速鉴定体系未见报道。本研究通过对川明参的色泽、水溶性浸出物、醇溶性浸出物、多糖和欧前胡素质量分数的测定,分析各指标成分与色度值之间的相关性,建立快速准确鉴别川明参质量的方法,为川明参临床用药安全及可持续发展提供科学依据。

1 材料、试剂与仪器

1.1 样品材料

川明参药材样本共32份,来自四川省不同地区,四川省中医药科学院杨玉霞研究员鉴定为伞形科川明参属植物川明参(*Chuanminshen violaceum* Sheh et Shan)的干燥根,利用多功能粉碎机将其打粉,过4号筛备用,样品信息如表1所示。

表1 川明参药材样品信息

样品编号	产地	粉末颜色	采集时间	样品编号	产地	粉末颜色	采集时间
S1	四川金堂	黄棕色	2022年9月	S17	四川巴中	淡黄色	2022年8月
S2	四川金堂	黄棕色	2022年9月	S18	四川巴中	淡黄色	2022年8月
S3	四川金堂	黄棕色	2022年9月	S19	四川巴中	偏黄色	2022年8月
S4	四川金堂	黄棕色	2022年9月	S20	四川巴中	淡黄色	2022年8月
S5	四川金堂	黄棕色	2022年9月	S21	四川巴中	黄白色	2022年8月
S6	四川金堂	白色	2022年10月	S22	四川巴中	黄色	2022年10月
S7	四川金堂	白色	2022年10月	S23	四川巴中	白色	2022年10月
S8	四川金堂	黄白色	2022年10月	S24	四川巴中	白色	2022年10月
S9	四川金堂	黄白色	2022年10月	S25	四川巴中	白色	2022年10月
S10	四川金堂	黄白色	2022年10月	S26	四川巴中	白色	2022年10月
S11	四川巴中	黄棕色	2022年8月	S27	四川巴中	白色	2022年10月
S12	四川巴中	黄棕色	2022年8月	S28	四川广安	淡黄白色	2022年10月
S13	四川巴中	黄棕色	2022年8月	S29	四川广安	黄白色	2022年10月
S14	四川巴中	淡黄色	2022年8月	S30	四川青白江	淡黄色	2022年10月
S15	四川巴中	淡黄色	2022年8月	S31	四川德阳	黄褐色	2022年10月
S16	四川巴中	淡黄棕色	2022年8月	S32	四川德阳	淡黄色	2022年10月

1.2 试剂

D(+)-无水葡萄糖对照品(批号: MUST-19032905)、欧前胡素对照品(批号: MUST-22112807)购自成都曼斯特生物制品有限公司;硫酸购自成都科龙化学试剂厂;苯酚、三氯乙酸、95%乙醇购自成都金山化学试剂有限公司;甲醇、乙腈

购自赛默飞世尔科技公司,均为色谱纯;超纯水为实验室自制。

1.3 仪器

Agilent1290超高效液相色谱仪(Agilent公司,美国);UV-1800紫外分光光度计(岛津公司,日本);KQ2200超声波清洗器(昆山市超声仪器有限

公司);DHG-9245A 电热鼓风干燥箱(上海齐欣科学仪器有限公司);CM-5 分光测色计(柯尼卡美能达中国投资有限公司);BSA224S 型电子分析天平(Sartorius 股份有限公司,德国);TDL-4A 离心机(上海菲恰尔分析仪器有限公司);BJ-150 多功能粉碎机(德清拜杰电器有限公司)。

2 方法

2.1 川明参药材粉末色泽测定

2.1.1 检测条件

参考王晓宇等^[16]、吉光见稚代等^[17]的方法,打开分光测色仪,先校正,取川明参样品粉末约 2 g,平铺于玻璃测色皿,360~740 nm 波长测量,波长间隔 10 nm,测量类型为反射测量,测定口径 3 mm,测定视角 10°,观察光源 D65(自然日光,色温度 6 504 K),测得色度值 L^* 、 a^* 和 b^* ,其中, L^* 表示明亮度,值越大颜色越亮,值越小颜色越暗; a^* 表示红绿色轴,值越大颜色越偏红,值越小颜色越偏绿; b^* 表示黄蓝色轴,值越大颜色越偏黄,值越小颜色越偏蓝。

2.1.2 方法学考察

取川明参 S4 号样品粉末,按 2.1.1 的条件连续测量 6 次,色度值 L^* 、 a^* 、 b^* 的相对标准差(relative standard deviation, RSD) 分别为 0.43%、2.91%、1.53%,表明仪器精密度高,方法稳定可行。

2.1.3 色泽测定

按照 2.1.1 的条件,分别测定样品粉末的色度值 L^* 、 a^* 、 b^* 值,每个样品重复测 3 次,取平均值,并计算 ΔE^* 值($\Delta E^* = \sqrt{(L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2}$), ΔE^* 表示两颜色间的色差,值越小色差越小,值越大色差越大。

2.2 川明参药材浸出物质量分数测定

2.2.1 水溶性浸出物质量分数测定

依据《中华人民共和国药典(四部)》^[18] 中的热浸法进行川明参水溶性浸出物测定,称取川明参粉末 2 g,倒入锥形瓶中,加蒸馏水 100 mL,称质量,静置 1 h;接冷凝管,放入水浴锅,100 °C 煮沸 1 h;冷却后,再称质量,补足减失质量并混匀,过滤,取 25 mL,于蒸发皿 105 °C 干燥至恒重。按照式(1)计算水溶性浸出物质量分数。

$$\omega_1 = 4 \times [(m_1 - m_2) / m] \times 100\% \quad (1)$$

式中: ω_1 为浸出物质量分数,%; m_1 为蒸发皿与浸出物总质量,g; m_2 为蒸发皿质量,g; m 为样品质量,g。

2.2.2 醇溶性浸出物质量分数测定

参考 2.2.1 水溶性浸出物测定方法,将蒸馏水换成 95% 乙醇溶液,恒温水浴锅的温度改为 80 °C,微

沸时间变为 2 h。

2.3 川明参药材总多糖质量分数测定

2.3.1 对照品溶液的制备

精密称取无水葡萄糖对照品 25 mg,蒸馏水溶解得 1 mg/mL 葡萄糖对照品溶液。

2.3.2 样品溶液的制备

精确称量川明参粉末 0.5 g,用 50 mL 蒸馏水回流提取 3 次,每次 90 min;提取液合并混匀,将其过滤,并浓缩成 50 mL,取 5 mL 浓缩液加入 1 mL 30% 三氯乙酸混匀,4 °C 放置过夜,4 000 r/min 离心 20 min;取 1 mL 上清液置于 50 mL 容量瓶中,蒸馏水定容,得样品溶液。

2.3.3 测定条件

参考雷晓莉等^[19-20]的方法,采用硫酸-苯酚法测定川明参总多糖质量分数,精密吸取 2.3.1 的葡萄糖对照品溶液和 2.3.2 的样品溶液各 2 mL 于 10 mL 试管中,各加 1.5 mL 5% 苯酚试剂,混匀,加入 6 mL 浓 H_2SO_4 ,混匀放置 5 min,沸水浴 20 min,立即转入冰盒冷却至室温,490 nm 波长下测吸光度。

2.3.4 线性关系考察

参考雷晓莉等^[18]的方法制备标准曲线,分别精密吸取 0.1、0.3、0.5、1、2、2.5 mL 对照品溶液于 50 mL 容量瓶中,蒸馏水稀释至刻度,参考 2.3.3 条件在 490 nm 波长处测定吸光度,以吸光度(Y)为因变量,葡萄糖质量浓度(X)为自变量,得回归方程 $Y = 45.712X + 0.1294$, $r = 0.9993$,线性关系良好。

2.3.5 精密度试验

按 2.3.3 的方法测定葡萄糖对照品溶液吸光度,重复 6 次,其吸光度值 RSD=0.22%,表明精密度良好。

2.3.6 稳定性试验

取川明参 S4 号样品溶液,按 2.3.3 的方法,分别于 0、30、60、120、240 min 测吸光度,得到 RSD=0.51%,溶液显色稳定性良好。

2.3.7 重复性试验

精密称取川明参 S4 号样品 0.5 g,共 6 份。按 2.3.2 的方法配制样品溶液,按 2.3.3 的方法测定,计算多糖质量分数的 RSD=1.09%,表明重复性良好。

2.3.8 回收率试验

称取 0.25 g 川明参 S4 号样品粉末,加入葡萄糖标准品适量,按 2.3.2 的方法制备样品溶液进行检测,平均回收率为 99.00%,RSD=2.84%,方法准确性良好。

2.3.9 川明参多糖质量分数测定

按 2.3.2 的方法制备样品溶液,依据 2.3.3 的条

件检测多糖质量分数, 并按照 2.3.4 所得线性回归方程 $Y=45.712X+0.1294$ 计算多糖质量分数。

2.4 川明参药材欧前胡素质量测定

2.4.1 对照品溶液制备

称取欧前胡素对照品 3.43 mg, 加入 1 mL 甲醇溶解, 并稀释得 857.5 $\mu\text{g/mL}$ 对照品溶液。

2.4.2 样品溶液制备

精确称取川明参粉末 0.5 g, 加入 5 mL 甲醇, 称质量, 超声 (40 kHz、50 $^{\circ}\text{C}$) 2 h, 将其冷却到室温, 再称质量并补足减失质量, 摇匀, 上清液过 0.2 μm 微孔滤膜, 即得样品溶液。

2.4.3 色谱条件

Shim-pack Velox C18 色谱柱 (2.7 μm , 2.1 \times 100 mm), 流动相为甲醇-水 (70:30); 流速 0.3 mL/min; 检测波长 248 nm; 柱温 30 $^{\circ}\text{C}$; 进样量 1 μL 。

2.4.4 线性关系考察

配制 22.500、11.250、5.625、2.813、1.406、0.703、0.352、0.176 $\mu\text{g/mL}$ 的对照品溶液, 按 2.4.3 的色谱条件, 分别吸取 1 μL 对照品溶液测定峰面积, 以进样量 (X) 为自变量, 峰面积 (Y) 为因变量, 得回归方程为 $Y=28963X-5.3605$, $r=0.9997$, 线性关系良好。

2.4.5 精确度试验

按 2.4.3 的方法吸取对照品溶液, 连续进样 6 次, 欧前胡素峰面积的 RSD=1.08%, 说明该仪器精确度高。

2.4.6 重复性试验

取川明参 S4 号样品粉末 6 份, 按 2.4.2 的方法制备样品溶液, 在 2.4.3 的条件下测定, 欧前胡素质量分数的 RSD=2.86%, 说明该方法重复性良好。

2.4.7 稳定性试验

按 2.4.3 的方法, 分别于 0、2、4、8、12、24 h 吸取川明参 S4 号样品溶液进样, 欧前胡素峰面积 RSD=0.16%, 样品溶液在 24 h 内稳定。

2.4.8 加样回收率试验

精确称取 6 份已知欧前胡素质量分数的川明参 S4 号样品粉末 0.25 g, 每份加入质量浓度为 0.29 $\mu\text{g/mL}$ 的欧前胡素对照品溶液 5 mL, 按 2.4.2 的方法配制样品溶液, 按 2.4.3 的条件进样, 平均加样回收率为 97.16%, RSD=0.56%, 表明该分析方法准确性良好。

2.4.9 样品欧前胡素质量分数测定

按 2.4.2 的方法配制川明参样品溶液, 在 2.4.3 的色谱条件下检测, 根据式 (2) 计算欧前胡素质量分数。

$$W = \frac{A_2 \times C_1}{A_1} \times V_1 / m_3 \times 1000 \quad (2)$$

式中: W 为欧前胡素质量分数, $\mu\text{g/g}$; A_1 为标准品峰面积; A_2 为待测样品峰面积; C_1 为标准品溶液质量浓度, mg/mL ; V_1 为待测样品进样体积, mL ; m_3 为待测样品质量, g 。

2.5 结果与分析

2.5.1 川明参色泽测定结果分析

从表 2 可以看出, L^* 范围为 67.86~87.40, b^* 范围为 9.72~23.56, 均为明显正值; a^* 范围为 -0.66~4.71, 大小在 0 左右, 表明川明参药材粉末颜色大多偏黄色或乳白色, 且鲜亮, 与表 1 中肉眼观察颜色基本相符。

2.5.2 川明参各成分质量分数

由图 1 和式 (2) 得出欧前胡素的质量分数。

川明参的水溶性浸出物、醇溶性浸出物、多糖和欧前胡素的质量分数不一致 (表 3、表 4), 可能跟产地、采收期、储存、运输、加工方式等有关。

2.5.3 川明参色度值与各成分质量分数相关性分析

利用 IBM SPSS Statistics 26.0 软件对川明参色度值与各主要指标成分质量分数进行相关性分析, 结果如表 5 所示。 L^* 、 ΔE^* 与醇溶性浸出物、水溶性浸出物和欧前胡素质量分数呈极显著负相关 ($P < 0.01$), 与多糖质量分数呈显著负相关 ($P < 0.05$); a^* 、 b^* 与醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素质量分数呈极显著正相关 ($P < 0.01$), 与多糖质量分数呈显著正相关 ($P < 0.05$)。表明 L^* 及 ΔE^* 的值越小, 川明参各指标成分质量分数越高; a^* 与 b^* 的值越大, 各指标成分质量分数越高。由表 5 还可以看出, a^* 与各指标成分质量分数的相关系数较高, 表明与川明参各指标成分相关性更显著, 因此选择 a^* 与各指标成分质量分数建立回归方程。

2.5.4 色度值 a^* 与各指标成分质量分数建立回归方程

以川明参各主要成分质量分数 (醇溶性浸出物质量分数 (X_1)、水溶性浸出物质量分数 (X_2)、欧前胡素质量分数 (X_3)、多糖质量分数 (X_4)) 为自变量, a^* 作为因变量, 得到模型 1; 同时以川明参 a^* 为自变量, 分别以醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素及多糖质量分数作为因变量, 得到模型 2、3、4 和 5, 回归分析结果如表 6 所示, 方差分析结果如表 7 所示, 回归系数结果如表 8 所示。

由表 6 可知, 川明参醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素及多糖质量分数作为自变量时, a^* 有 75.6% 受这 4 个指标成分影响; 当川明参 a^* 为自变量

表2 川明参粉末色度值

样品编号	样品粉末色度值(n=3)				样品编号	样品粉末色度值(n=3)			
	L^*	a^*	b^*	ΔE^*		L^*	a^*	b^*	ΔE^*
S1	82.23	1.44	17.23	84.03	S17	86.84	0.10	10.36	87.46
S2	80.97	1.76	17.17	82.79	S18	86.20	-0.29	11.21	86.92
S3	80.75	1.93	19.31	83.05	S19	73.21	4.10	21.78	76.49
S4	78.32	2.71	18.72	80.57	S20	84.35	0.35	13.26	85.39
S5	83.97	1.01	15.82	85.45	S21	72.79	3.88	20.49	75.72
S6	74.29	4.40	23.56	78.06	S22	73.47	3.95	21.46	76.64
S7	67.86	4.71	22.06	71.51	S23	69.10	4.37	21.13	72.39
S8	76.04	3.75	20.46	78.83	S24	79.94	2.97	19.98	82.45
S9	74.14	3.28	20.16	76.91	S25	80.73	2.48	19.00	82.97
S10	74.19	4.30	21.81	77.45	S26	79.74	2.70	19.76	82.20
S11	79.64	2.06	15.90	81.24	S27	77.81	3.31	21.54	80.80
S12	81.36	1.93	17.05	83.15	S28	77.44	2.95	19.69	79.96
S13	81.44	1.75	17.84	83.39	S29	74.09	4.06	20.38	76.95
S14	87.40	-0.66	9.72	87.94	S30	86.68	0.23	11.37	87.42
S15	80.84	1.69	15.69	82.37	S31	71.19	3.93	20.70	74.24
S16	83.98	0.28	13.92	85.13	S32	69.41	4.08	20.66	72.53

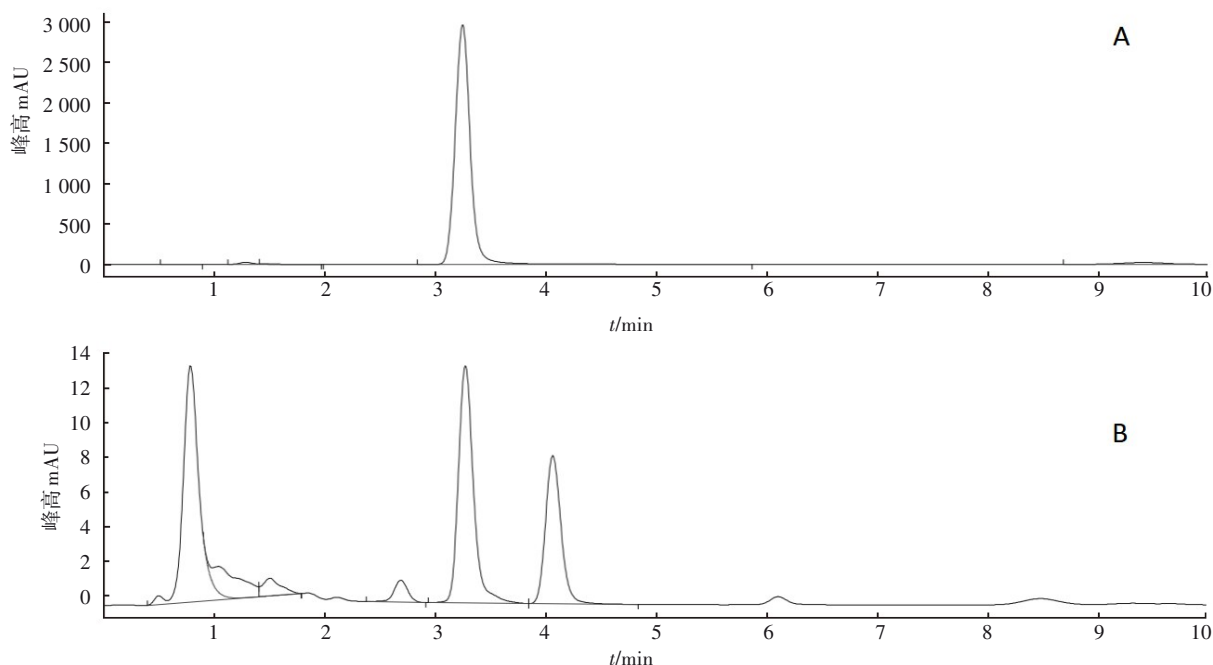


图1 对照品(A)及S4号川明参样品(B)超高效液相色谱(UPLC)图

时,醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素和多糖质量分数受 a^* 影响分别为 32.8%、36.5%、67.3% 和 13.8%。由表 7 可看出,模型 1 回归方程显著性 F 值为 20.866,显著性 Sig. 为 0.000 1<0.01,表明模型 1 回

归方程极显著($P<0.01$);同样可看出,模型 2、3、4 回归方程极显著($P<0.01$),模型 4 回归方程显著($P<0.05$)。由表 8 看出,模型 1 回归方程式为 $Y(a^*) = -0.104 - 0.201X_1 + 0.069X_2 + 13.353X_3 - 0.018X_4$,川明参

表3 川明参浸出物质量分数 %

样品编号	水溶性浸出物质量分数	醇溶性浸出物质量分数	样品编号	水溶性浸出物质量分数	醇溶性浸出物质量分数
S1	27.70	2.47	S17	17.33	1.27
S2	29.00	2.47	S18	25.53	7.40
S3	25.33	2.73	S19	49.70	16.70
S4	23.20	4.27	S20	35.20	3.73
S5	26.73	1.93	S21	53.27	16.80
S6	46.33	16.27	S22	37.27	8.53
S7	36.20	7.93	S23	38.30	8.70
S8	34.07	6.27	S24	47.80	12.40
S9	33.00	4.47	S25	51.20	14.27
S10	34.10	4.90	S26	49.53	13.27
S11	32.20	2.47	S27	52.67	15.13
S12	40.20	3.00	S28	36.30	5.20
S13	26.67	1.93	S29	31.80	4.90
S14	22.20	1.47	S30	22.73	4.07
S15	45.20	2.13	S31	40.13	7.27
S16	21.70	2.13	S32	37.20	7.60

醇溶性浸出物、欧前胡素质量分数与 a^* 的回归系数极显著($P<0.01$),水溶性浸出物质量分数与 a^* 的回归系数显著($P<0.05$),多糖质量分数与 a^* 的回归系数不显著($P>0.05$);模型2、3、4、5回归方程式分别为 $Y(\text{醇溶性浸出物质量分数})=2.164+1.822X$, $Y(\text{水溶性浸出物质量分数})=25.616+3.9X$, $Y(\text{欧前胡素质量分数})=-0.033+0.065X$, $Y(\text{多糖质量分数})=10.242+0.762X$,醇溶性浸出物、水溶性浸出物及欧前胡素质量分数与 a^* 的回归系数极显著($P<0.01$),多糖质量分数与 a^* 的回归系数显著($P<0.05$)。

3 结束语

近年来针对川明参的研究多集中在其化学成分、药理药效及临床应用等方面,关于药材质量鉴定评价的研究涉及较少,药材品质优劣及药效是多个组分协同的结果,单一指标成分含量难以客观反映中药材品质,中药材综合品质如何评价已成为中医药重大科学难题。当下中药材鉴定多以外观性状观察区分为主,无客观量化指标,有一定局限性。本研究利用分光测色仪客观量化川明参药材色泽,并与多个品质指标进行相关性研究,结果显示川明参色度值与醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡

表4 川明参多糖和欧前胡素质量分数

样品编号	多糖质量分数/%	欧前胡素质量分数/ $(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$	样品编号	多糖质量分数/%	欧前胡素质量分数/ $(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1})$
S1	10.93	0.046 7	S17	3.20	0.004 8
S2	9.81	0.017 7	S18	11.74	0.000 0
S3	8.76	0.055 9	S19	16.61	0.409 5
S4	17.08	0.029 3	S20	14.82	0.015 9
S5	12.45	0.024 5	S21	17.33	0.408 1
S6	12.85	0.348 8	S22	13.15	0.295 0
S7	13.36	0.249 8	S23	14.11	0.263 2
S8	10.12	0.153 7	S24	12.55	0.133 1
S9	12.99	0.123 7	S25	9.70	0.135 4
S10	14.62	0.187 7	S26	16.27	0.161 8
S11	11.67	0.016 3	S27	14.62	0.200 7
S12	12.44	0.019 4	S28	11.16	0.105 0
S13	9.23	0.017 2	S29	9.92	0.166 2
S14	15.90	0.007 5	S30	8.72	0.028 9
S15	13.95	0.000 0	S31	10.12	0.212 1
S16	5.18	0.014 5	S32	12.99	0.226 2

表5 川明参粉末色度值与主要成分质量分数的相关性

	醇溶性浸出物质量分数	水溶性浸出物质量分数	多糖质量分数	欧前胡素质量分数
L^*	-0.472**	-0.497**	-0.368*	-0.802**
a^*	0.573**	0.604**	0.371*	0.820**
b^*	0.593**	0.636**	0.363*	0.764**
ΔE^*	-0.435*	-0.466**	-0.360*	-0.781**

注:*表示显著相关($P<0.05$);**表示极显著相关($P<0.01$)。

表6 回归分析结果

回归分析	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
R	0.869	0.573	0.604	0.82	0.371
R^2	0.756	0.328	0.365	0.673	0.138
校正 R^2	0.719	0.306	0.343	0.662	0.109

注:模型1以川明参主要指标成分质量分数为自变量, a^* 为因变量;模型2、3、4和5以 a^* 为自变量,分别以醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素和多糖质量分数作为因变量。

表 7 方差分析结果

方差分析	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
回归平方和	57.641	253.140	1 160.261	0.320	44.307
剩余平方和	18.640	517.736	2 022.844	0.156	276.890
总平方和	76.287	770.877	3 183.105	0.476	321.198
<i>F</i>	20.866	14.668	17.207	61.694	4.801
Sig.	0.000 1	0.001 0	0.000 1	0.000 1	0.036 0

素及多糖质量分数均存在显著相关性,色度值对各指标成分有一定影响,一定条件下色泽偏黄且鲜亮的川明参药材的指标成分质量分数越高,药材质量越优,色泽可作为川明参药材品质评价依据之一。其中色度值 a^* 对醇溶性浸出物、水溶性浸出物、欧前胡素和多糖质量分数的影响程度各 32.8%、36.5%、67.3% 和 13.8%,对欧前胡素质量分数的影响最显著,可通过色度值 a^* 初步判断川明参药材综合品质优劣,此方法简单易操作,同时可减少主观经验判断误差。另外,试验所有样品均来自四川省金堂、都江堰、巴中等道地产区,大多数药材为市场购买,针对非道地产区的药材,以及前期药材不同加工处

表 8 回归系数结果

模型	因变量	未标准化系数	<i>t</i>	Sig.
模型 1	常数	-0.104	-0.134	0.894 0
	X_1	-0.201	-2.923	0.007 0
	X_2	0.069	2.484	0.020 0
	X_3	13.353	6.406	0.000 1
	X_4	-0.018	-0.331	0.743 0
模型 2	常数	2.164	1.555	0.130 0
	X	1.822	3.830	0.001 0
模型 3	常数	25.616	9.314	0.000 1
	X	3.900	4.148	0.000 1
模型 4	常数	-0.033	-1.388	0.176 0
	X	0.065	7.855	0.000 1
模型 5	常数	10.242	10.066	0.000 1
	X	0.762	2.191	0.036 0

理条件,需要进一步扩充研究,为通过色泽初步预测川明参药材品质的快速鉴别方法提供科学依据,也为后期川明参的开发利用奠定基础。

参考文献:

- [1] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会.中国植物志:第 55(2)卷[M].北京:科学出版社,1992:176.
- [2] 高涛,唐华丽,罗振宇,等.川明参粗多糖初级结构解析及其体外抗氧化活性[J].中国食品学报,2021,21(8):275-282.
- [3] 陈胡兰,苏筱琳,邓赞,等.川明参药效活性部位化学成分研究[J].中成药,2008,30(9):1334-1336.
- [4] 董红敏,李路,沈丽雯,等.超声波辅助提取川明参挥发油及化学成分的 GC-MS 分析[J].食品工业科技,2015,36(12):259-264.
- [5] 陈丹丹,彭成.川产道地药材川明参抗疲劳和抗氧化作用研究[J].现代中药研究与实践,2011,25(1):28-30
- [6] 赵兴洪,殷中琼,贾仁勇,等.川明参多糖及其硫酸化物对免疫低下小鼠的影响[J].中国免疫学杂志,2015,31(1):52-55.
- [7] 张梅,雨田,苏筱琳,等.川明参镇咳祛痰药理作用研究[J].时珍国医国药,2006,17(7):1121-1122.
- [8] 杨晓阳.川明参质量评价与加工工艺研究[D].成都:成都中医药大学,2018.
- [9] 颜静,刘继,熊亚波,等.川明参不同部位主要营养成分及氨基酸组成分析[J].食品科学,2015,36(1):240-244.
- [10] 林上.不同产地川明参根、叶酚类物质及多糖分析及其生物活性评价[D].温江:四川农业大学,2019.
- [11] 乔世成,姜静清,何宽,等.中药材品质无损检测技术研究进展[J].中药材,2019,42(10):2468-2472.
- [12] 谢宗万.中药品种传统经验鉴别"辨状论质"论[J].时珍国药研究,1994,5(3):19-21.
- [13] 李东辉,王临艳,吴红伟,等.基于分光测色仪探析中药质量[J].解放军医药杂志,2020,32(11):109-112.
- [14] 石典花,隆毅,戴衍朋,等.基于丹参药材内在质量与外观色泽相关性分析探索传统鉴定经验"色红者佳"的科学性[J].中国实验方剂学杂志,2018,24(22):6-10.
- [15] 李瑞琦,吴翠,徐靓,等.附子色泽与化学成分含量的相关性研究[J].药物分析杂志,2019,39(7):1315-1322.
- [16] 王晓宇,赵军宁,吴萍,等.基于"辨状论质"的川产姜黄颜色与主要化学成分含量的相关性研究[J].中草药,2018,49(24):5929-5937.
- [17] 吉光见稚代,瞿显友,罗维早,等.基于色度对中药材品质评价研究(I).黄连粉末色度与化学成分含量之间的相关性[J].中药材,2014(5):785-789.
- [18] 国家药典委员会.中华人民共和国药典(四部)[M].北京:中国医药科技出版社,2020:238.
- [19] 雷晓莉,宋芳芳,彭成,等.不同产地川明参药材中多糖含量测定[J].中药与临床,2011,2(1):49-50.
- [20] 雷晓莉,张梅.不同加工方法对川明参多糖及欧前胡素含量的影响[J].中药与临床,2012,3(2):34-35.