

# 基于粉末颜色数字化的市售降香真伪判别分析

王鸣谦<sup>1,2</sup>, 浩文婷<sup>1,2</sup>, 杨平荣<sup>3</sup>, 宋平顺<sup>2</sup>, 倪琳<sup>2\*</sup>(1.甘肃中医药大学药学院, 兰州 730000; 2.甘肃省药品检验研究院, 国家中药材及饮片质量控制重点实验室, 甘肃省中藏药检验检测工程实验室, 兰州 730000; 3.甘肃省药品监督管理局, 兰州 730000)

**摘要:** 目的 基于粉末颜色数字化建立鉴别真伪降香数学模型的判别分析。方法 收集 39 批市售降香样品, 使用色差仪测量降香粉末  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $E^*ab$  值, 运用显微和薄层方法鉴别市售降香真伪, 通过统计学分析, 建立市售降香真、伪判别分析模型。结果 通过测定市售降香粉末色差值, 建立市售降香真、伪色差判别数学模型, 判别真伪结果与鉴别结果一致。结论 通过色差值快速鉴别真伪降香的方法有效, 可以为中药材色差鉴别和分析提供参考和依据。

**关键词:** 降香; 色差; 真伪鉴别; 判别分析

中图分类号: R284.1 文献标志码: B 文章编号: 1007-7693(2023)14-1937-06

DOI: 10.13748/j.cnki.issn1007-7693.20220582

引用本文: 王鸣谦, 浩文婷, 杨平荣, 等. 基于粉末颜色数字化的市售降香真伪判别分析[J]. 中国现代应用药学, 2023, 40(14): 1937-1942.

## Discrimination and Analysis of Authenticity of Dalbergiae Odoriferae Lignum in Market Based on Powder Color Digitalization

WANG Mingqian<sup>1,2</sup>, HAO Wenting<sup>1,2</sup>, YANG Pingrong<sup>3</sup>, SONG Pingshun<sup>2</sup>, NI Lin<sup>2\*</sup>(1.College of Pharmacy, Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou 730000, China; 2.Gansu Institute for Drug Control, National Key Laboratory of Quality Control of Chinese Medicinal Materials and Decoction Pieces, Gansu Province Chinese and Tibetan Medicine Testing and Inspection Engineering Laboratory, Lanzhou 730000, China; 3.Gansu Medical Products Administration, Lanzhou 730000, China)

**ABSTRACT: OBJECTIVE** To establish a discriminant analysis of a mathematical model for distinguishing genuine and fake Dalbergiae Odoriferae Lignum based on the digitization of powder color. **METHODS** The 39 samples of Dalbergiae Odoriferae Lignum sold in the market were collected, and the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $E^*ab$  values of Dalbergiae Odoriferae Lignum powder were measured by using a color difference meter, and the authenticity of the Dalbergiae Odoriferae Lignum sold in the market was identified by using microscopic and thin layer methods, and a discriminant analysis model for the authenticity of Dalbergiae Odoriferae Lignum was established through statistical analysis. **RESULTS** A mathematical model for distinguishing true and false color difference of Dalbergiae Odoriferae Lignum was established by measuring the color difference value of Dalbergiae Odoriferae Lignum powder in the market. The results of distinguishing authenticity and falsehood were consistent with those of ordinary discrimination. **CONCLUSION** The method of rapid identification of true and false Dalbergiae Odoriferae Lignum by color difference value is effective, which can provide reference and basis for color difference identification and analysis of Chinese herbal medicines.

**KEYWORDS:** Dalbergiae Odoriferae Lignum; colour difference; identification of authenticity; discriminant analysis

降香(*Dalbergiae Odoriferae Lignum*)为豆科植物降香檀(*Dalbergia odorifera* T. Chen)树干和根的干燥心材<sup>[1]</sup>。目前,降香主产于海南,此外,福建、广东、广西亦产<sup>[2-3]</sup>。现代研究表明降香具有抗氧化、抗炎、抗血小板聚集等多种作用。临床上,降香被广泛用于心血管疾病的治疗<sup>[4]</sup>。市场中降香药材多为红木加工制品下脚料,来源复杂。国家红木标准记述红木为紫檀属、黄檀属、柿属、崖豆属及铁刀木属中的紫檀木、花梨木、香枝木、酸枝木(红酸枝和黑酸枝)、乌木和鸡翅木 8 类。

降香含有丰富挥发油及黄酮类等成分<sup>[5]</sup>,具有多种药理活性,但由于降香檀自然生长缓慢,供不应求,导致药材掺假严重,影响中医用药,因此目前对降香鉴别研究较为深入,其中梁肇斌等<sup>[6]</sup>使用基原鉴别,在纠正以往错误的基础上,确定降香又称降真香,国产降香为来自降香黄檀(*Dalbergia odorifera* T. Chen)的心材。刘文啟等<sup>[7]</sup>使用性状、显微鉴别的方法对市售降香药材的宏观和微观特征形态进行分析比较。杨丽等<sup>[8]</sup>使用显微和薄层色谱法进行鉴别并对比分析,成功鉴别

基金项目: 中药材及饮片质量控制重点实验室项目(2021GSMMPA-KL01, 2021GSMMPA-KL02)

作者简介: 王鸣谦, 男, 硕士生 E-mail: 15137970683@163.com \*通信作者: 倪琳, 女, 主任中药师 E-mail: 1724010367@qq.com

降香与杠香。尽管以上方法获得成功,但对鉴别人员素质及相关知识等要求较高,时间花费较多,受试样、仪器等影响较大,在实际应用中,受限颇多,因此本研究希望引入色差分析法,期望为降香鉴别提供一种更加快速、方便的鉴别手段。

色差分析<sup>[9]</sup>是利用仪器检测样品颜色,建立国际照明委员会色度空间系统对颜色进行客观评价,从而与药材相关指标联系起来,对相应指标进行快速预测。目前,色差分析已被成功运用于多种药材,甄臻等<sup>[10]</sup>采用色差法和显微成像技术获取生地黄与熟地黄粉末和显微特征颜色信息,成功建立生地黄与熟地黄的快速鉴别。高原等<sup>[11]</sup>通过桑白皮药材有效成分含量与颜色的测定,建立指纹图谱和聚类分析,确认桑白皮的颜色与成分具有相关性。以上色差分析都以相关性为突破口,对药材成分与颜色或药材与药材之间进行鉴别或判别。

本研究在充分参考中国药典 2020 年版和《中药成方制剂显微鉴别图典》<sup>[12]</sup>一般鉴别的基础上,首次将色差分析法应用于降香药材研究中,探索关键指标,建立预测函数,模拟真、伪判别,希望为快速鉴别降香药材真伪及鉴别设备的开发提供参考。

## 1 材料

NH310 色差仪(深圳市三恩时科技有限公司); BX53+DP74 显微镜(奥林巴斯); secura125-1cn 十万分之一电子天平(德国赛多利斯); Labance-9240A 电热恒温鼓风干燥箱(北京兰贝石); ELix<sup>®</sup> Essential 5 超纯水系统(德国默克密理博)。

甲醇(批号:20210110)、甲苯(批号:20200331)、乙醚(批号:20200506)、三氯甲烷(批号:20180907)、无水乙醇(批号:20200110)均购自国药集团化学试剂有限公司;水为超纯水。

降香对照药材(中国食品药品检定研究院,批号:120952-201709);降香样品购买于市场,8个来源地,共39批,经甘肃省药品检验研究院宋平顺主任药师鉴定,CD-1、GD-4、GN-7、HN-6、WG-2、WG-4、WG-5、WG-6 为豆科植物降香檀(*Dalbergia odorifera* T. Chen)根的干燥心材;CD-2、CD-3、CD-4、FJ-1、FJ-2、FJ-3、FJ-4、GD-1、GD-2、GD-3 为巴里黄檀(*Dalbergia bariensis* Pierre ex Prain); GN-1、GN-2、GN-3、GN-4、GN-5、GN-6 为印度黄檀(*Dalbergia sissoo* DC.); HN-1、

HN-2、HN-3、HN-4、HN-5 为海南黄檀(*Dalbergia hainanensis* Merr. & Chun); YN-1、YN-2、YN-3、YN-4、YN-5、YN-6、YN-7、YN-8 为越南黄檀(*Dalbergia tonkinensis* Prain); WG-1 和 WG-3 为伪品。样品来源见表 1。

表 1 样品信息

Tab. 1 Sample information

编号	名称	来源
1	CD-1	成都
2	CD-2	成都
3	CD-3	成都
4	CD-4	成都
5	FJ-1	福建
6	FJ-2	福建
7	FJ-3	福建
8	FJ-4	福建
9	GD-1	广东
10	GD-2	广东
11	GD-3	广东
12	GD-4	广东
13	GN-1	未知
14	GN-2	未知
15	GN-3	未知
16	GN-4	未知
17	GN-5	未知
18	GN-6	未知
19	GN-7	未知
20	HN-1	海南
21	HN-2	海南
22	HN-3	海南
23	HN-4	海南
24	HN-5	海南
25	HN-6	海南
26	WG-1	越南
27	WG-2	印尼
28	WG-3	印尼
29	WG-4	越南
30	WG-5	印尼
31	WG-6	印尼
32	YN-1	云南
33	YN-2	云南
34	YN-3	云南
35	YN-4	云南
36	YN-5	云南
37	YN-6	云南
38	YN-7	云南
39	YN-8	云南

## 2 方法

### 2.1 样品外观颜色鉴别

取市售降香 10 批,按照中国药典 2020 年版

要求进行外观颜色鉴别,发现外观颜色性状均符合要求。

## 2.2 样品粉末色差测定

**2.2.1 测定方法** 样品粉碎,过 8 号筛,使用精密色差仪进行颜色测定,其中标准样为仪器自带标准白板,每次色差仪使用前必须使用白板校正,将白板作为标准样。在使用中,色差仪显示  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  的颜色值及减去标准样的  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  的色差值,计算  $E^*ab$  色差值。 $L^*$  代表明暗度(黑白),0 为黑,100 为白; $a^*$  代表红绿色,正值为红,负值为绿,0 为中性; $b^*$  代表黄蓝色,正值为黄,负值为蓝,0 为中性。如果  $L^*$  为正,说明测试样比标准样偏白, $L^*$  为负,说明测试样比标准样偏黑; $a^*$  为正,说明测试样比标准样偏红, $a^*$  为负,说明测试样比标准样偏绿; $b^*$  为正,说明测试样比标准样偏黄, $b^*$  为负,说明测试样比标准样偏蓝。每份样品粉末平均测定 3 次,取平均值。

**2.2.2 仪器精密度试验** 取标准样,连续测定 6 次,记录  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值,结果 RSD 均 $<1.0\%$ ,表明仪器精密度良好。

**2.2.3 重复性试验** 取样品粉末(过 8 号筛),均匀平铺于测试盒中,连续测定 6 次,记录  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$  值,结果 RSD 均 $<3.0\%$ ,表明重复性良好。

## 2.3 显微鉴别

**2.3.1 粉末制片** 供试品粉末过 8 号筛,参考中国药典 2020 年版中第四部“2001 显微鉴别法”制片。

**2.3.2 显微鉴别条件** 参考中国药典 2020 年版一部中“降香”和《中药成方制剂显微鉴别图典》中“降香鉴别”,规定具缘纹孔导管、纤维、草酸钙方晶、木射线细胞、色素块显微特征全部存在,为真降香。

## 2.4 收集整理数据

采用 SPSS 25.0 和 Simca 14.1 进行统计,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,均值间的两两比较采用单因素方差分析,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 3 结果

### 3.1 色差测定

39 批样品色差测定结果见表 2。结果显示  $L^*$  为  $-38.59 \sim -32.21$ ,  $a^*$  为  $-0.85 \sim 8.37$ ,  $b^*$  为  $-15.35 \sim -2.14$ ,  $E^*ab$  为  $34.05 \sim 41.45$ 。

### 3.2 建立降香真伪判别模型

**3.2.1 主成分分析** 将色差分析测定数据导入 SIMCA14.1 中,使用主成分分析,发现 39 批样品

表 2 色差测定

Tab. 2 Colorimetric determination

样品	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$E^*ab$
CD-1	-33.41	3.19	-10.34	35.12
CD-2	-35.45	0.93	-12.94	37.75
CD-3	-35.43	2.06	-11.64	37.35
CD-4	-34.77	1.68	-12.07	36.84
FJ-1	-37.03	0.59	-13.51	39.42
FJ-2	-35.81	7.56	-2.14	36.66
FJ-3	-35.43	6.06	-11.64	37.78
FJ-4	-38.55	5.24	-5.93	39.35
GD-1	-34.90	6.18	-9.38	36.66
GD-2	-36.29	0.11	-13.28	38.64
GD-3	-35.10	2.15	-11.33	36.94
GD-4	-33.01	2.97	-9.84	34.57
GN-1	-36.48	1.57	-13.68	38.99
GN-2	-36.41	2.18	-11.71	38.31
GN-3	-37.88	-0.15	-12.97	40.04
GN-4	-37.74	4.86	-7.09	38.71
GN-5	-35.42	5.11	-11.84	37.69
GN-6	-35.11	2.03	-11.27	36.93
GN-7	-33.05	3.14	-10.26	34.75
HN-1	-35.37	1.18	-12.85	37.65
HN-2	-37.11	1.35	-13.45	39.50
HN-3	-37.41	0.79	-13.11	39.65
HN-4	-36.21	2.03	-11.65	38.09
HN-5	-36.30	1.97	-13.45	38.76
HN-6	-33.86	2.98	-10.75	35.65
WG-1	-32.93	1.17	-13.98	35.79
WG-2	-33.54	3.44	-10.91	35.44
WG-3	-32.21	8.37	-7.22	34.05
WG-4	-33.44	3.10	-10.45	35.17
WG-5	-33.33	3.26	-10.50	35.10
WG-6	-33.60	3.20	-10.67	35.40
YN-1	-38.39	-0.85	-15.35	41.35
YN-2	-38.59	-0.10	-15.12	41.45
YN-3	-37.77	1.31	-14.10	40.34
YN-4	-37.60	0.84	-14.35	40.25
YN-5	-38.05	0.38	-14.32	40.66
YN-6	-35.67	2.65	-12.19	37.79
YN-7	-37.86	2.34	-14.00	40.43
YN-8	-37.37	0.13	-13.77	39.83

注:  $E^*ab$  为总色差大小,  $E^*ab$  值越大说明色差越大;  $L^*$  为正, 说明测试样比标准样浅(偏白),  $L^*$  为负, 说明测试样比标准样深(偏黑); 若  $a^*$  为正, 说明测试样比标准样红(偏红),  $a^*$  为负, 说明测试样比标准样绿(偏绿); 若  $b^*$  为正, 说明测试样比标准样黄(偏黄),  $b^*$  为负, 说明测试样比标准样蓝(偏蓝)。

Note:  $E^*ab$  is the total color difference, and the greater the  $E^*ab$  value is, the greater the color difference is;  $L^*$  is positive, indicating that the test sample is lighter than the standard sample (slightly white), and  $L^*$  is negative, indicating that the test sample is darker than the standard sample (slightly black); if  $a^*$  is positive, it indicates that the test samples are redder than the standard samples (slightly red), and if  $a^*$  is negative, it indicates that test samples are greener than standard samples (slightly green); if  $b^*$  is positive, it indicates that the test sample is more yellow than the standard sample; if  $b^*$  is negative, it indicates that the test sample is more blue than the standard sample.

呈现一定规律分布, CD-1、GD-4、GN-7、HN-6、WG-2、WG-4、WG-5、WG-6 与其他样品呈明显区别态势, 结果见图 1。

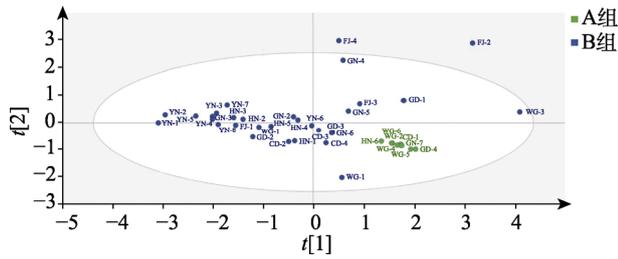


图 1 主成分分析图  
Fig. 1 Principal component analysis plot

**3.2.2 多独立样本 Kruskal-Wallis 检验 参考**  
“3.2.1”项结果, 将降香样品分为 A 组和 B 组。多独立样本 Kruskal-Wallis 可以检验多组数据之间的有无显著性影响, 结果发现不同组在  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $E^*ab$  上存在显著差异( $P<0.05$ ), 其中  $L^*$  和  $E^*ab$  在 2 组之间的差异为极显著( $P<0.01$ )。检验结果见表 3。

表 3 Kruskal-Wallis 检验  
Tab. 3 Kruskal-Wallis test

分析项	分组变量	样本量	中位数	标准差	P 值
$L^*$	A	8	-33.43	0.28	0.001
	B	31	-36.30	1.55	
	总计	39	-35.67	1.83	
$a^*$	A	8	3.17	0.15	0.018
	B	31	1.68	2.36	
	总计	39	2.06	2.12	
$b^*$	A	8	-10.48	0.33	0.012
	B	31	-12.94	2.90	
	总计	39	-11.84	2.65	
$E^*ab$	A	8	35.15	0.36	0.001
	B	31	38.64	1.69	
	总计	39	37.78	2.04	

**3.2.3 正交偏最小二乘-判别分析** 将降香粉末颜色值  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $E^*ab$  导入 SIMCA14.1 软件中, 启动正交偏最小二乘-判别分析程序。生成得分散点图、变量重要性投影图及置换检验图, 见图 2~4。降香样品被分为 2 类, CD-1、GN-7、HN-6、WG-2 等聚为 A 组, CD-2、FJ-1、FJ-2、GD-1 等聚为 B 组, 见图 2。各变量影响降香分类的权重大小,  $E^*ab>L^*>b^*>a^*$ , 其中  $VIP>1$  的为  $E^*ab$  和  $L^*$ , 因此认为  $E^*ab$  和  $L^*$  是降香粉末主要差异性颜色参

数, 见图 3。结果显示, 在置换检验 200 次循环后,  $R^2>0.4$ ,  $Q^2>0.3$ , 因此可以认为该模型没有出现拟合现象, 模型成立, 见图 4。

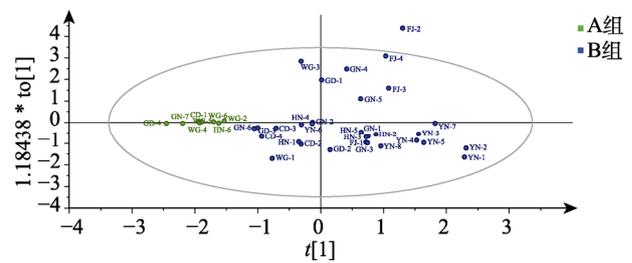


图 2 正交偏最小二乘-判别分析图  
Fig. 2 Orthogonal partial least squares discriminant analysis plot

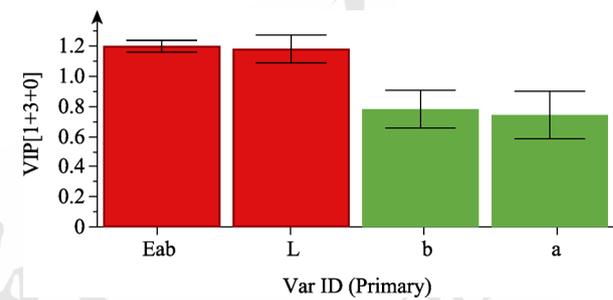


图 3 变量重要性投影图  
Fig. 3 Variable importance in projection plot

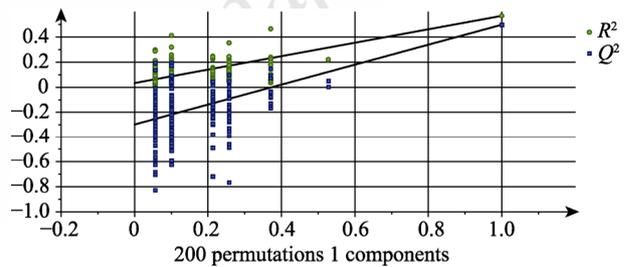


图 4 置换检验结果  
Fig. 4 Results of permutation test

**3.2.4 Fisher 判别分析** 由“3.2.2”项 Kruskal-Wallis 检验表明, 降香粉末颜色  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $E^*ab$  存在显著差异。利用 SPSS 25.0 软件, 以组为因变量, 以降香  $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ 、 $E^*ab$  为自变量, 进行 Fisher 判别分析, 建立判别函数。判别函数公式见表 4。

结果显示,  $y_1=-22.039L^*+19.451a^*-10.656b^*+2.824E^*ab-504.945$ ,  $y_2=-14.94L^*+19.881a^*-9.279b^*+12.043E^*ab-582.616$ , 结合样品鉴别, 可认为当  $y_1>y_2$ , 样品为真, 当  $y_1<y_2$ , 样品为假。

### 3.3 降香一般鉴别

**3.3.1 显微鉴别结果** 通过显微鉴别判定样品 CD-1、FJ-1、FJ-2、FJ-3、GD-4、GN-7、HN-5、

HN-6、WG-2、WG-4、WG-5、WG-6、YN-1、YN-2、YN-3、YN-4、YN-5、YN-6、YN-7 含有具缘纹孔导管、纤维、草酸钙方晶、木射线细胞、色素块，结果见表 5，部分显微图像见图 5。

表 4 Fisher 函数表

Tab. 4 Fisher's function table

分析项	$y_1$	$y_2$
$L^*$	-22.039	-14.940
$a^*$	19.451	19.881
$b^*$	-10.656	-9.279
$E^*ab$	2.824	12.043
常量	-504.945	-582.616

表 5 显微鉴别

Tab. 5 Microscopic identification

名称	具缘纹孔导管	纤维	草酸钙方晶	木射线细胞	色素块
CD-1	有	有	有	有	有
CD-2	无	有	无	有	有
CD-3	无	有	无	有	有
CD-4	无	有	无	有	有
FJ-1	有	有	有	有	有
FJ-2	有	有	有	有	有
FJ-3	有	有	有	有	有
FJ-4	无	有	无	有	有
GD-1	无	有	无	有	有
GD-2	有	有	无	有	有
GD-3	有	有	无	有	有
GD-4	有	有	有	有	有
GN-1	有	有	无	有	有
GN-2	有	有	无	有	有
GN-3	有	有	无	有	有
GN-4	有	有	无	有	有
GN-5	有	有	无	有	有
GN-6	有	有	无	有	有
GN-7	有	有	有	有	有
HN-1	有	有	无	有	有
HN-2	有	有	无	有	有
HN-3	有	有	无	有	有
HN-4	有	有	无	有	有
HN-5	有	有	有	有	有
HN-6	有	有	有	有	有
WG-1	有	有	无	有	有
WG-2	有	有	有	有	有
WG-3	有	有	有	有	无
WG-4	有	有	有	有	有
WG-5	有	有	有	有	有
WG-6	有	有	有	有	有
YN-1	有	有	有	有	有
YN-2	有	有	有	有	有
YN-3	有	有	有	有	有
YN-4	有	有	有	有	有
YN-5	有	有	有	有	有
YN-6	有	有	有	有	有
YN-7	有	有	有	有	有
YN-8	有	有	无	有	有

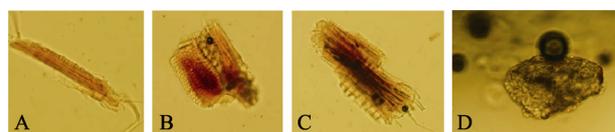


图 5 部分显微图像

A-草酸钙方晶；B-具缘纹孔导管；C-木射线细胞；D-色素块。

Fig. 5 Partial microscopic image

A-calcium oxalate square crystal; B-marginal pore ducts; C-wood ray cells; D-pigment block.

3.3.2 薄层鉴别结果 结合薄层鉴别结果和显微鉴别结果，判定样品 CD-1、GD-4、GN-7、HN-6、WG-2、WG-4、WG-5、WG-6 为真降香，结果见表 6。

表 6 薄层鉴别

Tab. 6 Thin-layer identification

样品	对照斑点	非对照斑点
CD-1	有	无
CD-2	有	有
CD-3	无	有
CD-4	无	有
FJ-1	无	有
FJ-2	无	有
FJ-3	无	有
FJ-4	无	有
GD-1	无	有
GD-2	有	有
GD-3	有	有
GD-4	有	无
GN-1	无	有
GN-2	无	有
GN-3	无	有
GN-4	有	有
GN-5	无	有
GN-6	无	有
GN-7	有	无
HN-1	有	有
HN-2	有	有
HN-3	有	有
HN-4	有	有
HN-5	无	有
HN-6	有	无
WG-1	无	有
WG-2	有	无
WG-3	无	有
WG-4	有	无
WG-5	有	无
WG-6	有	无
YN-1	有	有
YN-2	有	有
YN-3	有	有
YN-4	有	有
YN-5	有	有
YN-6	无	有
YN-7	有	有
YN-8	有	有

## 4 讨论

本研究首次将色差分析法应用于降香药材研究中,成功测得样品色差值,通过色差分析发现不同批次降香间存在差异,利用统计学模型建立了非标准化典则判别函数模型,将模型分析结果与真、伪鉴别结果结合后,发现色差分析法具有分辨真、伪组降香的可能,后引入 Fisher 判别函数,通过数理统计分析,成功建立函数式,证明可运用色差分析应用于市售降香真伪鉴别。

色差分析法是通过色差测试仪测定样品色差值的方法,最初用于辅助判别中药炮制工艺的量化研究<sup>[13]</sup>,后得到反复验证与不断开发,进一步与中药质量、有效成分等联系起来。近年来,虽已有多个研究<sup>[14-16]</sup>将色差分析法成功运用到多种药材。但是,在实际应用于降香药材研究中仍发现一定的问题和有待规范的流程。①在降香粉末的过筛中,发现筛网的大小与色差测定结果的准确度相关联,因此通过预试验选定 8 号筛网作为标准;②在测定降香色差值中,本研究对标准样进行了考察,使用色卡、药材等作为标准样,难以准确反映实际肉眼观察情况且难以统一标准,若使用仪器自带白板,可以显著减少测量误差,统一实验标准,可以将重复测定误差控制<1%;③在测定样品色差中,发现如使用自然光,在白天条件下,由于时间变化,自然光亮度发生改变,持续测量数据出现一定偏移,但该偏移未发现明显规律,为控制变量,在正式实验中应仅在室内光源且拉上窗帘情况下进行测定。

在对市售降香的鉴别中,发现中国药典 2020 年版中记载降香鉴别方法为显微鉴别和薄层鉴别,未记载液相等验证方法。在挥发油和浸出物测定实验中,各批次样品并未发现明显差异且不低于中国药典 2020 年版规定值,因此本研究使用显微鉴别和薄层鉴别法。在降香薄层鉴别中,鉴于降香部分样品出现不仅有对照斑点还包含非对照斑点,考虑可能为掺假或其他因素,因此将真降香定为存在对照斑点且无非对照斑点。

本研究首次将色差分析法应用于降香研究中,希望能为降香市场的规范化提供助力,但由于条件限制,未能收集更多不同产地降香,希望在后续进一步研究中,完善此不足。

## REFERENCES

- [1] 中国药典. 一部[S]. 2020: 240.
- [2] CAO L, LU J Q, YE X, et al. Analysis of the similarities and

differences of volatile components of *Dalbergiae Odoriferae* Lignum and its adulterants[J]. *J Int Pharm Res*(国际药学研究杂志), 2017, 44(3): 282-287.

- [3] XU B, CHEN H, NIU T, et al. Study on quality of volatile oil of *Dalbergia odorifera* from different origins[J]. *Nat Prod Res Dev*(天然产物研究与开发), 2014, 26(10): 1628-1633.
- [4] SHOU B Y, CHEN L Y, ZHANG N, et al. Different *Dalbergia odorifera* extracts inhibit acute myocardial ischemia injury in rats by regulation of energy metabolism[J]. *Chin Tradit Pat Med*(中成药), 2021, 43(2): 374-380.
- [5] YANG W Q, CHEN X M, LIN G X, et al. Rapid analysis of flavonoids in *Dalbergia odorifera* by UHPLC-Q-Orbitrap HRMS/MS [J]. *Pharm Today*(今日药), 2022, 32(6): 423-425, 430.
- [6] LIANG Z B, NI X J, TIAN L W, et al. A new textual research on Lignum *Dalbergiae Odoriferae*[J]. *J Chin Med Mater*(中药材), 2017, 40(4): 982-985.
- [7] LIU W Q, LU Y Y, MA S Y, et al. Study on origin and authentication of medicinal materials of *Dalbergiae lignum* in crude drug's market[J]. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2015, 40(16): 3183-3186.
- [8] YANG L, ZENG Y D, ZHANG D Y, et al. Pharmacognosy study on the identification of Lignum *Dalbergia Odorifera* and Lignum *Dalbergia Yunnanensis*[J]. *Tradit Chin Drug Res Clin Pharmacol*(中药新药与临床药理), 2022, 33(6): 842-848.
- [9] SU Y, LI D, HOU X L, et al. Correlation between effective components content and color values of *Gentianae Radix* et *Rhizoma* based on color difference principle[J]. *Chin J Exp Tradit Med Form*(中国实验方剂学杂志), 2019, 25(13): 151-156.
- [10] ZHEN Z, LI H F, LIU J, et al. Identification of *Rehmanniae Radix* and *Rehmanniae Radix Praeparata* based on color digitization of powder and microscopic characteristics[J]. *Chin Tradit Herb Drugs*(中草药), 2021, 52(24): 7438-7446.
- [11] GAO Y, FANG Y, SHAN M Y, et al. Correlation analysis between active ingredient content and color of *Morus Alba* from different producing areas based on color difference principle[J]. *China Pharm*(中国药房), 2021, 32(2): 213-219.
- [12] MA S C, WEI F. Microscopic identification chart of traditional Chinese medicine prescription preparation[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2020.
- [13] HUANG X S, LI W M, ZHANG X L, et al. Discriminating processed betel nut's degree of stir-frying and quantizing empirical index based on color difference meter and electronic nose fingerprint analyzer[J]. *China J Chin Mater Med*(中国中药杂志), 2009, 34(14): 1786-1791.
- [14] HOU W L, DOU D Q. Research on the correlation between color traits of licorice and its content of glycyrrhizic acid and liquiritin[J]. *Chin J Exp Tradit Med Form*(中国实验方剂学杂志), 2013, 19(15): 130-137.
- [15] ZHANG Y F, XIANG L K, WANG X, et al. Objective analysis of color difference of *Polygoni Multiflori Radix* with different processing method and processing degree combined with traditional traits[J]. *Chin J Exp Tradit Med Formulae*(中国实验方剂学杂志), 2017, 23(20): 1-7.
- [16] SUN J, WENG L L, XIAO C P, et al. Quality analysis of *Atractylodes chinensis* with different growth years by HPLC-QAMS combined with color difference principle[J]. *China Pharm*(中国药房), 2020, 31(11): 1314-1319.

收稿日期: 2022-02-23

(本文责编: 李艳芳)