

◆特邀专稿◆

乌天麻外观性状与特征性成分含量相关性研究*

王尚涛¹, 张悦¹, 郭怡博¹, 张远帆¹, 张铮茹¹, 吴浩忠¹, 张伟², 孙志蓉^{1**}

(1. 北京中医药大学中药学院, 北京 102488; 2. 宁强县中药材产业发展中心, 陕西汉中 724400)

摘要:为探究乌天麻(*Gastrodia elata* f. *glauca*)外观性状与特征性成分含量之间的关系,本研究通过采集贵州、陕西两地天麻主产区的乌天麻鲜品,测定其长度、宽度、厚度、质量等指标,利用电子感官仪测定样品色、气、味等性状特征值,采用高效液相色谱法测定样品中主要有效成分的含量,以进一步探究两者的相关性。结果表明,乌天麻形、色、气、味等性状特征值与其主要成分含量之间均存在一定的相关性。其中,厚度与天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷类含量的关联性最强,呈正相关;颜色值 a^* 与天麻素含量呈极显著负相关, L^* 、 E_{ab}^* 与对羟基苯甲醇含量呈显著负相关;对羟基苯甲醇含量与电子舌CTS(咸)、ANS(甜)响应值呈极显著正相关,与电子鼻LY型响应值呈显著或极显著负相关,与T型和P型响应值呈显著或极显著正相关。研究结果可为乌天麻质量评价提供参考。

关键词:乌天麻;性状特征;有效成分;颜色;电子舌;电子鼻

中图分类号:R282.2 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2024)01-0017-11

DOI:10.13656/j.cnki.gxkx.20240417.003

天麻来源于兰科植物天麻(*Gastrodia elata*)的干燥块茎,具有息风止痉、平抑肝阳、祛风通络的功效^[1],药用历史悠久^[2]。现代药理研究表明,天麻在治疗中枢神经系统疾病、心血管疾病等方面疗效显著^[3-6],在药用和食用等领域具有广泛的应用前景,市场需求量不断增大。目前天麻商品主要来源于人工栽培,红天麻(*Gastrodia elata* f. *elata*)和乌天麻(*G. elata* f. *glauca*)是天麻的主要栽培类型。其中乌天麻以麻形好、折干率高、品质好^[7]受到人们的喜爱,云

南昭通和贵州毕节为其道地产区。

根据外观性状判断中药材真伪优劣是最为简单且易于掌握的中药材鉴别方法。在天麻产区及市场流通中普遍以大小、质量、麻形等指标来判断天麻的商品质量。《中华人民共和国药典(一部)》(2020年版)中规定,天麻药材中天麻素和对羟基苯甲醇的含量不得小于0.25%^[1]。采用经验鉴别乌天麻的外观特征是否与药典限定指标的含量之间存在相关关系仍值得深入探讨。

收稿日期:2023-03-16

修回日期:2023-04-03

* 国家现代农业产业技术体系项目(CARS-21)和陕西宁强县科技攻关项目(KJ2019-001)资助。

【第一作者简介】

王尚涛(2000—),男,在读硕士研究生,主要从事中药资源质量与开发研究,E-mail:staow01@hotmail.com。

【**通信作者简介】

孙志蓉(1967—),女,博士,教授,主要从事中药资源质量与开发研究,E-mail:zrs67@126.com。

【引用本文】

王尚涛,张悦,郭怡博,等.乌天麻外观性状与特征性成分含量相关性研究[J].广西科学,2024,31(1):17-27.

WANG S T,ZHANG Y,GUO Y B,et al. Study on the Correlation between the Appearance Characteristics and Content of Characteristic Components of *Gastrodia elata* f. *glauca* [J]. Guangxi Sciences,2024,31(1):17-27.

本研究以贵州、陕西道地产区的乌天麻为研究对象,测定其长度、宽度、厚度、质量等指标,利用电子感官仪测定乌天麻的外观性状特征值,并利用高效液相色谱法测定其特征性化学成分的含量,拟探究乌天麻的外观性状指标与特征性成分含量之间的关系,为乌天麻的质量评价提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 样品

2021年1月于贵州省毕节市(编号1-11)、陕西省汉中市(编号12-22)采集乌天麻鲜品,经北京中医药大学孙志蓉教授鉴定为兰科植物乌天麻(*Gastrodia elata* f. *glauca*)的块茎。将新鲜乌天麻蒸透,于45℃烘干至含水量在15%以下,粉碎过四号筛(65目),备用。

1.1.2 仪器与试剂

高效液相色谱仪(LC-20ADXR,日本岛津公司),C₁₈色谱柱(4.6 mm×250 mm,5 μm,北京迪马科技有限公司),分光测色仪(CM-5,日本柯尼达美能达公司),电子鼻(α-FOX3000,法国阿尔法莫斯仪器公司),电子舌(ASTREE,法国阿尔法莫斯仪器公司),电子天平[1/10000 BSA124S,1/100000 QUINTIX 35-1CN,赛多利斯科学仪器(北京)有限公司],电子天平(WT-H602,永康市五鑫衡器有限公司),小型粉碎机(CK-20,北京金洋利科技发展有限公司),鼓风干燥箱(DHG-9123A,上海一恒科技有限公司),数控超声波清洗器(KQ-500DE,昆山市超声仪器有限公司),数显游标卡尺(DL91150,宁波得力工具有限公司)。

天麻素(批号:T10M9F55562)、对羟基苯甲醇(批号:H21D6Q7813)、巴利森苷A(批号:P10O7F22270)、巴利森苷B(批号:P25S9S70970)、巴利森苷C(批号:P11J7F17625)、巴利森苷E(批号:P20O9F73029)均购自上海源叶生物科技有限公司,乙腈[色谱纯,赛默飞世尔科技(中国)有限公司],磷酸[色谱纯,福晨(天津)化学试剂有限公司],盐酸(优级纯,北京化工厂有限责任公司),娃哈哈纯净水,屈臣氏蒸馏水。

1.2 方法

1.2.1 外观性状指标测定

采用电子游标卡尺测定块茎长度(鹦哥嘴至肚脐眼的长度数值)、宽度(最宽位置的数值)、厚度(最宽

处旋转90°位置的数值),用电子天平测定其质量。上下鲜重比、上下干重比、上下宽度比、折干率的计算公式如下:

$$\text{上下鲜重比}(\%) = \frac{\text{上部鲜重}(\text{g})}{\text{下部鲜重}(\text{g})} \times 100\%$$

$$\text{上下干重比}(\%) = \frac{\text{上部干重}(\text{g})}{\text{下部干重}(\text{g})} \times 100\%$$

$$\text{上下宽度比}(\%) = \frac{[\text{距肚脐眼} 3/4 \text{ 长度处宽度}(\text{mm})]}{[\text{距肚脐眼} 1/4 \text{ 长度处宽度}(\text{mm})]} \times 100\%$$

$$\text{折干率}(\%) = \frac{\text{干重}(\text{g})}{\text{鲜重}(\text{g})} \times 100\%$$

1.2.2 颜色值测定

分光测色仪的测定波长为350-750 nm,数据处理软件为Spectra Magic NX。称取样品粉末适量,采用分光测色仪平行测定3次,记录色度空间的L*、a*、b*值,其中L*代表明度,a*代表红-绿色轴,b*代表黄-蓝色轴^[8],并计算总色差E_{ab}*值,E_{ab}* = [(a*)² + (b*)² + (L*)²]^{1/2}。

1.2.3 味觉响应值测定

精密称取样品粉末1.0 g,加蒸馏水40 mL,静置1 h,5 000 r·min⁻¹离心3 min,取上清液用电子舌仪器进行测定。

1.2.4 气味响应值测定

精密称取样品粉末1.0 g,装入10 mL顶空进样瓶中,放入电子鼻自动进样器样品盘中进行测定。

1.2.5 成分含量测定

(1) 色谱条件

采用Diamonsil-C₁₈(250 mm×4.6 mm,5 μm)色谱柱,流动相为乙腈(A)-0.1%磷酸水(B),梯度洗脱(0-10 min,3%-10% A;10-15 min,10%-12% A;15-25 min,12%-18% A;25-40 min,18% A;40-42 min,18%-95% A),流速为0.8 mL·min⁻¹,检测波长为220 nm,柱温为30℃,进样量为10 μL。

(2) 对照品溶液的制备

取天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷A、巴利森苷B、巴利森苷C、巴利森苷E对照品适量,精密称定,然后加50%甲醇水配制成每1 mL分别含0.146、0.140、0.625、0.442、0.172、0.300 mg的混合对照品溶液。

(3) 供试品溶液的制备

取乌天麻样品粉末(过四号筛)约0.5 g,精密称定,置于具塞锥形瓶中,加入50%甲醇25 mL,称重,于500 W、40 kHz超声波处理30 min,冷却,补足失

重, 4 000 r · min⁻¹ 离心 5 min, 取上清液过 0.22 μm 微孔滤膜, 即得供试品溶液。

(4) 线性关系

精密吸取混合对照品溶液, 用倍比稀释法以

表 1 6 种特征性成分的回归方程、线性范围及线性关系

Table 1 Regression equation, linear ranges and linear relationship of 6 characteristic components

化合物 Compound	回归方程 Regression equation	线性范围/(mg · mL ⁻¹) Linear range/(mg · mL ⁻¹)	R ²
Gastrodin	y = 22586x + 16592	0.001 46—0.146 00	0.999 9
P-hydroxybenzyl alcohol	y = 42234x + 14626	0.001 40—0.140 00	0.999 9
Parishin A	y = 19728x + 88887	0.006 25—0.625 00	0.999 7
Parishin B	y = 17663x + 57941	0.004 42—0.442 00	0.999 8
Parishin C	y = 17704x + 5999	0.001 72—0.172 00	0.999 9
Parishin E	y = 14419x + 6214	0.003 00—0.300 00	0.999 4

(5) 精密度试验

取同一混合对照品溶液, 连续进样 6 次, 记录各成分色谱峰峰面积。天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 E 峰面积相对标准偏差(RSD)分别为 0.55%、0.52%、0.39%、0.72%、0.48%、0.35%, 表明仪器精密度良好。

(6) 重复性试验

取同一批天麻供试品 6 份, 按(3)的方法制备供试品溶液, 进样分析, 并计算得到天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、巴利森苷 C、巴利森苷 B、巴利森苷 E 等 6 个成分含量的 RSD 分别为 0.30%、0.28%、0.36%、0.43%、0.56%、0.55%, 表明该方法重复性良好。

表 2 6 个特征性成分的加样回收率

Table 2 Recovery rate of 6 characteristic components

成分 Components	含量/mg Content/mg	加入量/mg Added amount/mg	测得量/mg Measured amount/mg	加样回收率/% Recovery rate/%	平均加样回收率/% Average recovery rate/%	RSD/%
Gastrodin	2.508 0	2.599 3	5.030 3	97.04	97.08	0.29
	2.516 0	2.599 3	5.030 3	96.73		
	2.529 6	2.599 3	5.044 3	96.75		
	2.525 0	2.599 3	5.054 9	97.33		
	2.525 2	2.599 3	5.054 9	97.32		
	2.513 1	2.599 3	5.042 1	97.30		
P-hydroxybenzyl alcohol	0.984 2	0.905 7	1.877 8	98.66	97.69	1.97
	0.971 3	0.905 7	1.877 8	100.09		
	0.967 9	0.905 7	1.868 3	99.41		
	0.999 2	0.905 7	1.865 2	95.62		
	0.996 0	0.905 7	1.868 6	96.34		
	0.989 3	0.905 7	1.859 0	96.03		
Parishin A	6.575 4	5.492 3	12.090 3	100.41	100.73	0.48
	6.519 6	5.492 3	12.086 4	101.36		

50% 甲醇配制成系列的对照品溶液, 按(1)的色谱条件进样测定, 记录峰面积。以峰面积平均值(y)对质量浓度(x)进行线性回归分析, 计算回归方程, 见表 1。

(7) 稳定性试验

取天麻供试品溶液, 分别于 0、4、8、12、16、20、24 h 进样测定, 计算天麻素、对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C、巴利森苷 E 峰面积的 RSD, 分别为 2.28%、1.79%、0.68%、1.51%、2.07%、0.89%, 表明供试品溶液在 24 h 内稳定性良好。

(8) 加样回收率

取 6 份已知成分含量的乌天麻供试品 0.5 g, 精密称定, 分别加入各对照品溶液, 按(3)的方法制备供试品溶液, 进样测定, 记录峰面积, 计算平均加样回收率及 RSD, 结果见表 2。

续表

Continued table

成分 Components	含量/mg Content/mg	加入量/mg Added amount/mg	测得量/mg Measured amount/mg	加样回收率/% Recovery rate/%	平均加样回收率/% Average recovery rate/%	RSD/%
Parishin B	6.515 3	5.492 3	12.024 0	100.30	102.36	0.91
	6.518 1	5.492 3	12.024 0	100.25		
	6.550 0	5.492 3	12.089 8	100.86		
	6.531 8	5.492 3	12.089 8	101.19		
	1.431 6	1.498 3	2.946 4	101.11		
	1.428 0	1.498 3	2.973 6	103.16		
	1.430 9	1.498 3	2.953 2	101.60		
	1.422 8	1.498 3	2.965 7	102.98		
Parishin C	1.423 4	1.498 3	2.965 7	102.94	99.06	0.78
	1.431 6	1.498 3	2.946 4	101.11		
	1.079 9	1.088 3	2.172 1	100.36		
	1.076 4	1.088 3	2.155 5	99.16		
	1.088 4	1.088 3	2.155 0	98.02		
	1.073 9	1.088 3	2.153 3	99.19		
Parishin E	1.075 6	1.088 3	2.153 3	99.03	97.21	1.04
	1.087 8	1.088 3	2.161 2	98.63		
	2.685 3	2.998 3	5.579 2	96.52		
	2.673 1	2.998 3	5.579 2	96.92		
	2.679 1	2.998 3	5.576 3	96.63		
	2.684 4	2.998 3	5.576 3	96.45		
2.682 3	2.998 3	5.609 7	97.63	99.08		
2.672 4	2.998 3	5.643 1	99.08			

2 结果与分析

2.1 乌天麻外观性状指标与特征性成分含量的相关性分析

乌天麻的外观性状指标和特征性成分含量测定结果见表3。除巴利森苷E外,乌天麻外观性状指标与成分含量之间呈不同程度正相关(表4)。其中天

麻素含量与宽度、厚度、鲜重呈极显著正相关,与长度、干重、上下鲜重比呈显著正相关;对羟基苯甲醇含量与厚度呈极显著正相关,与干重、上下宽比呈显著正相关;巴利森苷E与长度、鲜重、干重呈极显著负相关,与宽度、上下宽比呈显著负相关;巴利森苷A、巴利森苷B、巴利森苷C与厚度均呈显著正相关。厚度与各特征性成分含量的相关性较大。

表3 乌天麻的外观性状指标与特征性成分含量测定值

Table 3 Measured value between the appearance indicators and characteristic components of *G. elata* f. *glauca*

编号 No.	地点 Location	长度/ mm Length/ mm	宽度/ mm Width/ mm	厚度/ mm Thick- ness/ mm	鲜重/g Fresh weight/g	干重/g Dry weight/g	上下鲜 重比 Upper and lower fresh weight ratio	上下干 重比 Upper and lower dry weight ratio	上下 宽比 Upper and lower width ratio	折干 率/% Drying rate/%	天麻 素/% Gastro- din/%	对羟基苯 甲醇/% P-hydro- xybenzyl alcohol/%	巴利森 苷 A/% Parishin A/%	巴利森 苷 B/% Parishin B/%	巴利森 苷 C/% Parishin C/%	巴利森 苷 E/% Parishin E/%
1	Bijie City, Guizhou Prov- ince	85.16	66.03	52.55	158.7	57.9	2.14	2.03	2.28	0.37	0.41	0.22	1.05	0.63	0.19	0.48

续表

Continued table

编号 No.	地点 Location	长度/ mm Length/ mm	宽度/ mm Width/ mm	厚度/ mm Thick- ness/ mm	鲜重/g Fresh weight/g	干重/g Dry weight/g	上下鲜 重比 Upper and lower fresh weight ratio	上下干 重比 Upper and lower dry weight ratio	上下 宽比 Upper and lower width ratio	折干 率/% Drying rate/%	天麻 素/% Gastro- din/%	对羟基苯 甲醇/% P-hydro- xybenzyl alcohol/%	巴利森 苷 A/% Parishin A/%	巴利森 苷 B/% Parishin B/%	巴利森 苷 C/% Parishin C/%	巴利森 苷 E/% Parishin E/%
2	Bijie City, Guizhou Prov- ince	95.70	63.00	47.30	180.2	61.4	1.69	1.45	1.52	0.34	0.25	0.20	0.76	0.46	0.13	0.30
3	Bijie City, Guizhou Prov- ince	89.11	52.67	43.55	123.6	28.9	1.36	1.17	1.44	0.23	0.20	0.21	0.96	0.48	0.14	0.48
4	Bijie City, Guizhou Prov- ince	108.91	52.88	39.79	146.7	37.1	1.35	1.14	1.31	0.25	0.13	0.18	0.65	0.34	0.12	0.43
5	Bijie City, Guizhou Prov- ince	85.34	49.01	37.26	100.0	24.3	1.09	0.91	0.90	0.24	0.22	0.12	0.32	0.28	0.08	0.51
6	Bijie City, Guizhou Prov- ince	91.65	55.44	46.23	156.6	48.3	1.32	1.12	1.38	0.31	0.18	0.39	0.85	0.37	0.12	0.28
7	Bijie City, Guizhou Prov- ince	90.75	41.01	40.45	102.0	23.4	0.84	0.79	0.93	0.23	0.26	0.20	1.06	0.55	0.17	0.57
8	Bijie City, Guizhou Prov- ince	91.62	50.44	47.26	142.1	31.9	1.08	0.84	1.10	0.22	0.11	0.14	0.33	0.25	0.08	0.57
9	Bijie City, Guizhou Prov- ince	84.21	54.59	48.36	128.6	24.4	1.47	1.12	1.08	0.19	0.17	0.20	0.46	0.31	0.10	0.42
10	Bijie City, Guizhou Prov- ince	93.15	51.48	41.86	132.2	30.2	1.06	0.88	1.09	0.23	0.11	0.14	0.31	0.28	0.08	0.43
11	Bijie City, Guizhou Prov- ince	95.02	61.58	53.63	172.9	34.7	1.00	0.79	1.19	0.20	0.28	0.19	0.83	0.47	0.13	0.69
12	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	116.52	71.99	53.24	256.7	73.8	1.77	1.46	1.54	0.29	0.43	0.20	0.72	0.42	0.11	0.32
13	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	113.14	56.48	46.62	190.0	37.9	1.26	1.09	1.47	0.20	0.38	0.12	0.98	0.47	0.16	0.33
14	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	97.67	54.68	43.66	140.2	28.4	1.34	0.92	1.52	0.20	0.26	0.10	0.84	0.45	0.14	0.45
15	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	105.07	57.96	46.91	188.1	51.7	1.35	1.04	1.37	0.28	0.30	0.18	0.64	0.39	0.11	0.38
16	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	101.33	57.16	40.01	159.8	27.5	0.93	0.75	1.00	0.17	0.26	0.10	0.68	0.35	0.10	0.38

续表

Continued table

编号 No.	地点 Location	长度/ mm Length/ mm	宽度/ mm Width/ mm	厚度/ mm Thick- ness/ mm	鲜重/g Fresh weight/g	干重/g Dry weight/g	上下鲜 重比 Upper and lower fresh weight ratio	上下干 重比 Upper and lower dry weight ratio	上下 宽比 Upper and lower width ratio	折干 率/% Drying rate/%	天麻 素/% Gastro- din/%	对羟基苯 甲醇/% P-hydro- xybenzyl alcohol/%	巴利森 苷 A/% Parishin A/%	巴利森 苷 B/% Parishin B/%	巴利森 苷 C/% Parishin C/%	巴利森 苷 E/% Parishin E/%
17	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	83.13	59.28	40.32	127.8	23.6	0.85	0.71	0.89	0.19	0.26	0.14	1.01	0.61	0.16	0.71
18	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	94.78	53.34	38.28	123.0	27.3	1.04	0.91	0.98	0.22	0.08	0.04	0.22	0.13	0.04	0.16
19	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	76.27	48.90	36.34	90.7	21.6	1.33	1.20	1.03	0.24	0.12	0.09	0.33	0.28	0.05	0.67
20	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	67.85	43.86	38.21	79.7	20.0	1.15	1.00	1.01	0.25	0.15	0.11	0.29	0.23	0.06	1.02
21	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	72.79	50.04	40.46	89.5	21.7	1.37	1.19	1.02	0.24	0.16	0.10	0.38	0.27	0.07	0.69
22	Hanzhong City, Shaanxi Prov- ince	74.58	48.63	41.53	97.8	20.2	1.19	1.02	0.90	0.21	0.20	0.16	0.70	0.45	0.11	0.65

表 4 乌天麻外观性状指标与特征性成分含量的相关性分析

Table 4 Correlation analysis between the appearance indicators and content of characteristic components of *G. elata* f. *glauca*

	长度 Length	宽度 Width	厚度 Thickness	鲜重 Fresh weight	干重 Dry weight	上下鲜重比 Upper and lower fresh weight ratio	上下干重比 Upper and lower dry weight ratio	上下宽比 Upper and lower width ratio	折干率 Drying rate
Gastrodin	0.464*	0.670**	0.627**	0.676**	0.446*	0.444*	0.083	0.391	0.111
P-hydroxybenzyl alcohol	0.111	0.362	0.637**	0.408	0.544*	0.386	0.343	0.463*	0.422
Parishin A	0.318	0.378	0.435*	0.386	0.333	0.185	0.212	0.359	0.104
Parishin B	0.158	0.403	0.441*	0.311	0.335	0.242	0.279	0.327	0.130
Parishin C	0.308	0.369	0.483*	0.366	0.417	0.251	0.271	0.414	0.135
Parishin E	-0.709**	-0.451*	-0.272	-0.585**	-0.656**	-0.270	-0.267	-0.466*	-0.091

Note, * indicates significant correlation at 0.05 level (both sides); ** indicates extremely significant correlation at 0.01 level (both sides).

2.2 乌天麻颜色值与特征性成分含量的相关性分析

乌天麻粉末颜色值测定结果见表 5。陕西产地样品的 L^* 、 b^* 、 E_{ab}^* 平均值均大于贵州产地样品,且粉末颜色明度较大,偏黄色。

乌天麻颜色值与特征性成分含量相关性分析结果见表 6。乌天麻颜色值 L^* 与天麻素含量呈正相关,与其他特征性成分含量呈负相关,其中与对羟基苯甲醇含量呈显著负相关。 a^* 与巴利森苷 E 含量呈

表 5 乌天麻颜色值测定

Table 5 Determination of color value of *G. elata* f. *glauca*

编号 No.	粉末颜色值 Powder color value			
	L^*	a^*	b^*	E_{ab}^*
1	79.53	1.59	15.69	81.08
2	81.52	1.77	15.49	83.00
3	81.16	1.81	14.13	82.39
4	83.27	1.54	14.73	84.58

续表

Continued table

编号 No.	粉末颜色值 Powder color value			
	L^*	a^*	b^*	E_{ab}^*
5	81.61	1.76	13.76	82.78
6	77.60	2.73	16.70	79.42
7	81.19	1.80	15.80	82.73
8	81.72	2.31	15.67	83.24
9	78.70	2.48	14.41	80.04
10	76.51	2.98	14.53	77.93
11	77.18	2.56	15.44	78.75
12	84.99	1.12	17.10	86.70
13	82.47	1.89	17.20	84.26
14	84.71	2.01	17.17	86.46
15	83.75	1.49	17.46	85.56
16	83.55	2.26	17.54	85.40
17	81.87	2.32	17.71	83.80
18	85.33	1.87	17.30	87.09
19	84.29	1.79	15.77	85.78
20	79.71	2.15	15.73	81.27
21	81.70	2.39	16.74	83.43
22	80.80	2.35	16.36	82.47

表 6 乌天麻颜色值与特征性成分含量的相关性分析

Table 6 Correlation analysis between color value and content of characteristic components of *G. elata f. glauca*

	L^*	a^*	b^*	E_{ab}^*	天麻素 Gastrodin	对羟基苯甲醇 P-hydroxybenzyl alcohol	巴利森 苷 A Parishin A	巴利森 苷 B Parishin B	巴利森 苷 C Parishin C	巴利森 苷 E Parishin E
L^*	1.000									
a^*	-0.696**	1.000								
b^*	0.487*	-0.088	1.000							
E_{ab}^*	0.997**	-0.670**	0.553**	1.000						
Gastrodin	0.122	-0.474**	0.331	0.144	1.000					
P-hydroxybenzyl alcohol	-0.532*	-0.101	-0.373	-0.537*	0.371	1.000				
Parishin A	-0.074	-0.196	0.230	-0.051	0.695**	0.575**	1.000			
Parishin B	-0.132	-0.197	0.142	-0.114	0.724**	0.577**	0.936**	1.000		
Parishin C	-0.160	-0.192	0.088	-0.146	0.702**	0.597**	0.954**	0.945**	1.000	
Parishin E	-0.268	0.237	-0.155	-0.269	-0.178	-0.213	-0.132	0.036	-0.118	1.000

Note: * indicates significant correlation at 0.05 level (both sides); ** indicates extremely significant correlation at 0.01 level (both sides).

2.3 乌天麻味觉响应值与特征性成分含量的相关性分析

由图 1 可知,22 份乌天麻样品的 SCS(苦)、ANS(甜)响应值较高,组间差异主要体现在 CTS(咸)、

续表

Continued table

编号 No.	粉末颜色值 Powder color value			
	L^*	a^*	b^*	E_{ab}^*
Average value (Guizhou Province)	80.00	2.12	15.12	81.45
Average value (Shaanxi Province)	83.02	1.97	16.92	84.75
Bilateral P-value	0.00	0.44	0.00	0.00

正相关,与其他特征性成分含量呈负相关,其中与天麻素含量呈极显著负相关。 b^* 与对羟基苯甲醇、巴利森苷 E 含量呈负相关,与其他指标成分呈正相关,均未达到显著水平。 E_{ab}^* 与天麻素含量呈正相关,与其他特征性成分含量呈负相关,其中与对羟基苯甲醇含量呈显著负相关。贵州产地乌天麻的对羟基苯甲醇含量高于陕西产地,而 E_{ab}^* 低于陕西产地,且差异显著($\alpha=0.05$),这与乌天麻 E_{ab}^* 与对羟基苯甲醇呈显著负相关的相关性分析结果一致。综上,乌天麻颜色值与天麻素、对羟基苯甲醇含量存在相关性,但与巴利森苷类成分含量的相关性较小。

NMS(鲜),而 AHS(酸)、ANS(甜)、SCS(苦)间差异较小。由图 2 可知,当欧式聚类为 5.0 时,可分为三大类,第一类为贵州产地 1-7 号以及陕西产地 20 号,第二类为陕西产地 21、22 号,第三类为其他样品;

当欧式距离为 10.0 时,可分为两大类,第一类为贵州产地 1—7 号以及陕西产地 20 号,第二类为贵州产地 8—11 号以及陕西产地 12—22 号。

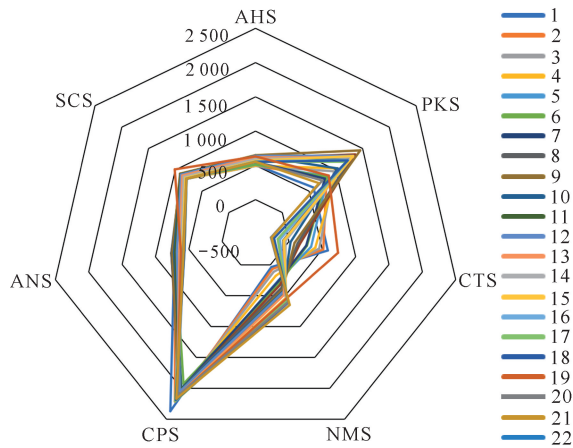


图 1 电子舌味觉响应值雷达图

Fig. 1 Radar diagram of electronic tongue taste response value

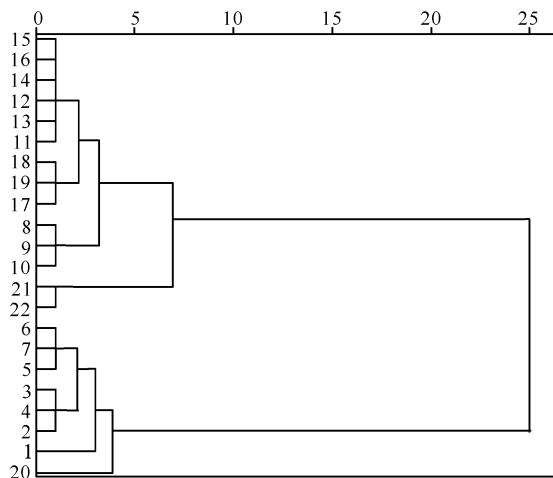


图 2 电子舌聚类图

Fig. 2 Clustering diagram of electronic tongue

电子舌味觉响应值与特征性成分含量的相关性分析结果见图 3。PKS(通用)、NMS(鲜)、AHS(酸)与特征性成分含量呈不同程度负相关,CTS(咸)、ANS(甜)、SCS(苦)、CPS(通用)与特征性成分含量呈不同程度正相关。其中,对羟基苯甲醇含量与 CTS(咸)、ANS(甜)呈极显著正相关,相关系数分别为 0.545、0.638;与 NMS(鲜)呈极显著负相关,相关系数为 -0.697。巴利森苷 C 含量与 NMS(鲜)呈显著负相关,相关系数为 -0.511。上述结果表明,乌天麻味觉越鲜,对羟基苯甲醇与巴利森苷 C 含量越低;

乌天麻咸味与甜味程度越高,对羟基苯甲醇含量越高。

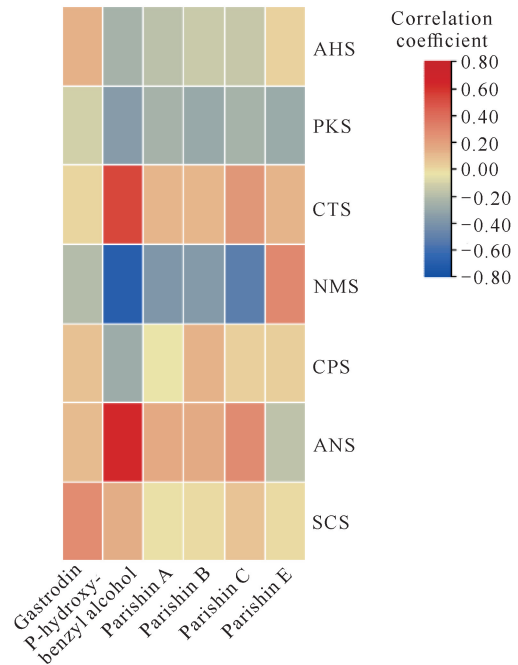


图 3 电子舌味觉响应值与特征性成分含量相关性热图

Fig. 3 Heat map of the correlation between electronic tongue taste response value and content of characteristic components

2.4 乌天麻气味响应值与成分含量相关性分析

由图 4、图 5 可知,乌天麻样品在 LY2/LG、LY2/G、LY2/AA、LY2/Gh、LY2/gCT1、LY2/gCT 的气味响应值较低,T70/2、P10/2、T30/1 次之,而 PA/2、P10/1、P40/1 的气味响应值最高。乌天麻气味响应值与特征性成分含量的相关性结果如图 6 所示。天麻素与电子鼻气味响应值呈正相关,但相关系数较低。对羟基苯甲醇、巴利森苷 A、巴利森苷 B、巴利森苷 C 与 LY2/LG、LY2/G、LY2/AA、LY2/Gh、LY2/gCT1、LY2/gCT 气味响应值呈负相关,与 T70/2、P10/2、T30/1、PA/2、P10/1、P40/1 气味响应值呈正相关,而巴利森苷 E 与气味响应值的相关性与上述结果相反。对羟基苯甲醇含量与 LY2/G、LY2/Gh、LY2/gCT1 气味响应值呈极显著负相关,相关系数分别为 -0.581、-0.563、-0.609;与 LY2/AA 呈显著负相关,相关系数为 -0.526。对羟基苯甲醇含量与 T30/1、PA/2 呈极显著正相关,相关系数分别为 0.635、0.619;与 T70/2、P10/1 呈显著正相关,相关系数分别为 0.531、0.518。

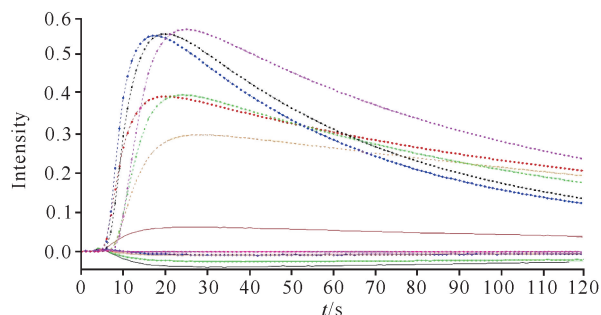


图4 电子鼻响应曲线

Fig. 4 Response curve of electronic nose

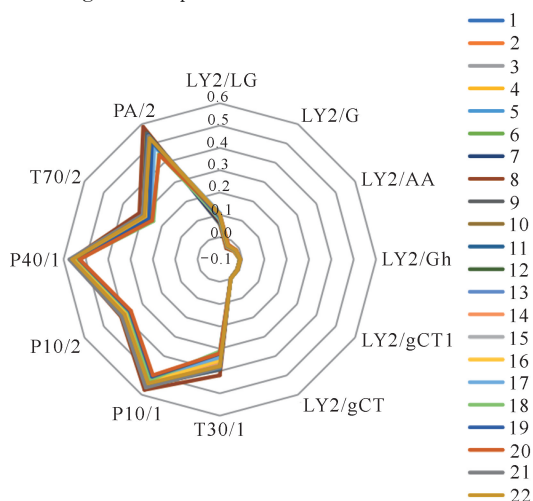


图5 电子鼻气味响应值雷达图

Fig. 5 Radar graph of electronic nose odor response value

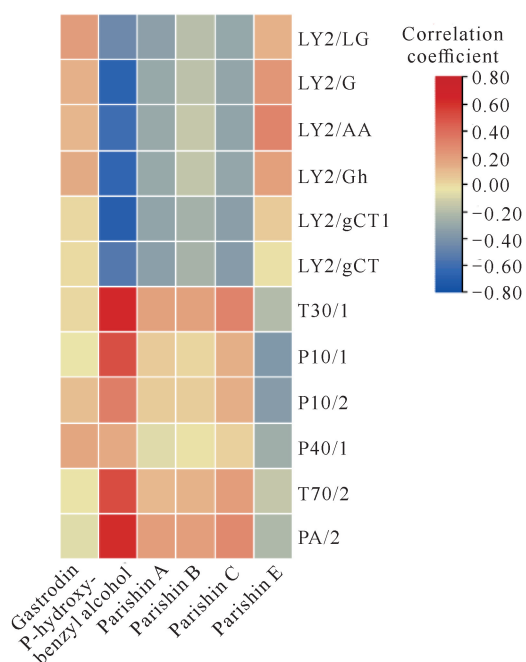


图6 电子鼻气味响应值与特征性成分含量相关性热图

Fig. 6 Heat map of the correlation between electronic nose odor response value and content of characteristic components

3 讨论

“辨状论质”是指以长期的临床用药经验为指导,探索药材外观性状与其内在质量之间的联系规律^[9]。“辨状论质”作为传统的经验鉴别方法,从古至今是判断中药材真伪优劣的经典方法,在目前中药材品质评价中仍然发挥着重要作用。近年来出现的仿生仪器可模拟人体感官系统获取外观信息,客观性强,重复性好,广泛应用于中药材质量评价中^[10-12]。本研究在常规性状指标的基础上,采用电子鼻、电子舌、测色仪等电子感官仪器对乌天麻外观性状进行多方面的量化描述,并与特征性成分含量进行相关性分析,探讨乌天麻外观性状与特征性成分含量之间的关系。乌天麻是天麻商品中的珍品,其外观呈“酱瓜”形^[13],具有“团头楔脑”^[14]、“肩宽屁股窄”等特点,有别于红天麻。在市场调研中发现,乌天麻“个大质重、肩宽屁股窄”的特征越明显,则质量越好。本研究结果显示,乌天麻块茎上下鲜重比与天麻素含量呈显著正相关,块茎上下宽比与对羟基苯甲醇含量呈显著正相关,鲜重和干重与天麻素、对羟基苯甲醇含量呈较强正相关。另外,块茎长度、宽度分别与天麻素含量呈显著和极显著正相关,厚度与天麻素、对羟基苯甲醇含量呈极显著正相关,与巴利森苷类(巴利森苷A、巴利森苷B、巴利森苷C)成分含量呈显著正相关,结果表明块茎厚度与乌天麻主要成分含量关系紧密。

形、色、气、味均为中药材的重要外观特征,《中华人民共和国药典(一部)》(2020年版)记载:天麻质坚硬不易折断,断面较平坦,黄白色至淡棕色,角质样,气微,味甘^[1]。在实际生产中天麻形、色等特征也因加工方法的不同而存在差异^[15,16]。本研究采用统一加工的方法,排除了加工因素对天麻颜色的影响。本研究发现贵州产地乌天麻样品粉末颜色值 L^* 、 b^* 、 E_{ab}^* 显著低于陕西产地乌天麻样品;相关性分析结果表明, L^* 、 E_{ab}^* 与对羟基苯甲醇含量呈显著负相关,而对羟基苯甲醇含量贵州产地样品>陕西产地样品,与相关性分析结果一致。另外,天麻素含量与 a^* 呈极显著负相关,天麻素与对羟基苯甲醇、颜色值的关系较为密切,而巴利森苷类成分含量与颜色值的相关性较小。

中药的气味也是辨别中药材品质的重要依据,如厚朴(*Magnoliae officinalis*)药材味苦与厚朴酚含量呈显著正相关^[17],槟榔(*Areca catechu*)电子鼻响应值与槟榔碱含量呈显著负相关^[18]。本研究采用电子

鼻、电子舌实现了乌天麻气、味的客观量化表达。文献记载天麻味甘^[1], 本研究结果显示, 贵州和陕西两地乌天麻样品电子舌 ANS(甜)、SCS(苦)响应值总体较高, 但在 CTS(咸)、NMS(鲜)上的差异较大。对羟基苯甲醇含量与 CTS(咸)、ANS(甜)呈极显著正相关, 与 NMS(鲜)呈极显著负相关, 巴利森苷 C 含量与 NMS(鲜)呈显著负相关, 说明除“甜”味外, “咸”“鲜”味也与乌天麻成分含量相关。另外, 乌天麻电子鼻响应器 T 型与 P 型响应值较高, 该响应器对烃类、芳香族化合物等物质较为灵敏, 说明乌天麻气味中可能有该类成分存在。对羟基苯甲醇含量与 LY2/AA、LY2/G、LY2/Gh、LY2/gCT1 响应值呈显著或极显著负相关, 与 T70/2、P10/1、T30/1、PA/2 响应值呈显著或极显著正相关, LY 型响应值与对羟基苯甲醇含量相关关系显著。

4 结论

历代本草对天麻品质描述主要涉及产地、大小、色泽等, 《本草备要》言“明亮坚实者佳”^[19-21]。传统经验认为商品天麻以个大、体重、质坚实、色黄白、断面半透明且无空心者为佳^[22]。本研究对乌天麻形、色、气、味与特征性成分含量进行相关性分析, 发现外形与特征性成分含量的相关性较色、气、味的相关性强。除质量外, 乌天麻厚度与特征性成分的相关性较强, 而乌天麻粉末 L^* 、 a^* 与天麻素、对羟基苯甲醇含量相关性较大。气、味响应值与对羟基苯甲醇含量密切相关, 除“甜”味外, “咸”“鲜”味也与乌天麻成分含量相关。研究结果证实了外观性状鉴别天麻质量方法的科学性, 另外色、气、味客观量化与乌天麻特征性成分含量的关系这一研究结果也丰富了乌天麻“辨状论质”的研究内容。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[M]. 2020年版. 北京: 中国医药科技出版社, 2020.
- [2] 龚文玲, 詹志来, 江维克, 等. 天麻本草再考证[J]. 中国现代中药, 2018, 20(3): 355-362.
- [3] 张成宸, 石京山. 天麻的酚类成分及其中枢神经药理作用研究进展[J]. 中药药理与临床, 2019, 35(2): 167-174.
- [4] LIU Y, GAO J L, PENG M, et al. A review on central nervous system effects of gastrodin [J]. *Frontiers in Pharmacology*, 2018, 9: 24.
- [5] 程巧巧, 杨为民, 刘璇. 天麻对心血管及代谢性疾病的作
- [6] 李燕, 谢森, 邵明莎, 等. 近 10 年来天麻的药理作用及化学成分研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2017, 35(12): 2987-2993.
- [7] 张进强, 唐鑫, 肖承鸿, 等. 乌天麻的病害调查及其鉴定分析[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(3): 478-484.
- [8] 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.
- [9] 李佳园, 魏晓嘉, 万国慧, 等. “辨状论质”的历史沿革与现代研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2021, 27(6): 189-196.
- [10] 赵童瑶, 尹海波, 李旭, 等. 基于电子舌技术对不同来源龙胆的苦味与品质相关性研究[J]. 中国现代中药, 2018, 20(9): 1068-1073.
- [11] 李欣欣, 张凯, 王丽霞, 等. 基于口尝和电子舌技术探讨味道检测在黑顺片质量评价中的实用价值[J]. 中国现代中药, 2021, 23(3): 506-511.
- [12] 温英丽, 罗茵, 许淑清, 等. 不同类型电子鼻在中药质量评价研究中的应用[J]. 中国现代中药, 2021, 23(12): 2201-2208.
- [13] 中华中医药学会. 中药材商品规格等级 天麻: 0T/CACM 1021. 9-2018[S]. 北京: 中华中医药学会, 2018.
- [14] 韩晓静, 程铭恩, 袁媛, 等. 天麻商品规格变迁及其经验鉴别术语形成[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(11): 2702-2707.
- [15] 李平, 许金国, 季德, 等. 天麻饮片传统性状与内在品质相关性研究[J]. 中国中药杂志, 2019, 44(20): 4460-4466.
- [16] 季德, 宁子璇, 张雪荣, 等. 不同干燥加工方法对天麻药材质量的影响[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(14): 2587-2590.
- [17] 荆文光, 赵小亮, 张权, 等. 基于电子舌和多成分定量技术的厚朴“苦味”药性物质基础研究[J]. 中国现代中药, 2022, 24(2): 258-264.
- [18] XU M, YANG S L, PENG W, et al. A novel method for the discrimination of semen arecae and its processed products by using computer vision, electronic nose, and electronic tongue [J]. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, 2015: 753942.
- [19] 葛洪. 抱朴子[M]. 尚志钧辑校. 北京: 人民卫生出版社, 1986: 100-101.
- [20] 刘文泰. 本草品汇精要[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1982: 256.
- [21] 汪昂. 本草备要[M]. 郑金生整理. 北京: 人民卫生出版社, 2005: 258.
- [22] 龚文玲, 詹志来, 江维克, 等. 天麻本草再考证[J]. 中国现代中药, 2018, 20(3): 355-362.

Study on the Correlation between the Appearance Characteristics and Content of Characteristic Components of *Gastrodia elata* f. *glauca*

WANG Shangtao¹, ZHANG Yue¹, GUO Yibo¹, ZHANG Yuanfan¹, ZHANG Zhengru¹,
WU Haozhong¹, ZHANG Wei², SUN Zhirong^{1* * *}

(1. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing, 102488, China; 2. Ningqiang County Chinese Medicine Industry Development Center, Hanzhong, Shaanxi, 724400, China)

Abstract: In order to investigate the relationship between the appearance traits and the content of characteristic components of *Gastrodia elata* f. *glauca*, this study was carried out by collecting the fresh products of *Gastrodia elata* f. *glauca* from the main production areas in Guizhou and Shaanxi, and determining its length, width, thickness, and mass, using electronic sensory instruments to determine the characteristic values of the samples' traits such as color, gas, and taste, and using high performance liquid chromatography to determine the content of the main active ingredients in the samples. The results showed that there was a certain correlation between the characteristic values of the shape, color, gas, taste of *G. elata* f. *glauca* and the content of its characteristic components. The tuber thickness was extremely positively correlated with the contents of gastrodin, P-hydroxybenzyl alcohol and parishin; the color value a^* of powder was extremely negatively correlated with the content of gastrodin. L^* and E_{ab}^* were significantly negatively correlated with the content of P-hydroxybenzyl alcohol. The content of P-hydroxybenzyl alcohol was extremely positively correlated with the CTS (salty) and ANS (sweet) response values of the electronic tongue, significantly or extremely significantly negatively correlated with the electronic nose LY-type response value, and significantly or extremely significantly positively correlated with the T-type and P-type response values. The research results can provide reference for the quality evaluation of *G. elata* f. *glauca*.

Key words: *Gastrodia elata* f. *glauca*; characteristic traits; active ingredients; color; electronic tongue; electronic nose

责任编辑:唐淑芬



微信公众号投稿更便捷

联系电话:0771-2503923

邮箱:gxkx@gxas.cn

投稿系统网址: <http://gxkx.ijournal.cn/gxkx/ch>