

基于“辨状论质”的金果榄药材性状与主要化学成分的相关性研究

黄成凤^{1,2}, 卢丽洁^{1,2}, 杜金雨^{1,2}, 黄旭龙^{1,2}, 张佳旭^{1,2}, 周 涛^{1,2}, 文飞燕^{1,2}, 张 浩³, 华 芳⁴, 黄利娟⁵, 裴 瑾^{1,2*}, 吴清华^{1,2*}

1. 西南特色中药资源国家重点实验室, 四川 成都 611137

2. 成都中医药大学药学院, 四川 成都 611137

3. 云南浩榄农业有限公司, 云南 泸西 652400

4. 荃豆数字科技有限公司, 四川 成都 610041

5. 荃豆医药(重庆)有限公司, 重庆 404100

摘 要: **目的** 对金果榄 *Tinospora sagittata* 外观性状与其主要化学成分间的相关性进行研究, 探究“辨状论质”理论在金果榄药材鉴别中的科学性。**方法** 观察并测量金果榄的形状、颜色等 9 种性状指标; 采用 HPLC 法检测 40 批次金果榄中木兰花碱、蜕皮激素、非洲防己碱、药根碱、巴马汀和古伦宾含量; 比较金果榄的 9 种外观性状指标、6 种化学成分之间的联系, 并对金果榄“状-质”数据进行相关性分析和回归分析。**结果** 金果榄药材的皱缩程度、药材长宽比、表面颜色、断面颜色、 L^* 、 a^* 值各与 6 种主要化学成分含量具有显著相关性, 而 b^* 值与除蜕皮激素外的 5 种化学成分均呈极显著相关。**结论** 金果榄药材表面皱缩程度、表面颜色、断面颜色、短径、长宽比、质量以及 L^* 、 a^* 、 b^* 值均可用于快速判断金果榄药材的品质, 其中 b^* 值最为关键且全面, 结果可为快速全面评价金果榄药材的质量提供参考。

关键词: 金果榄; 辨状论质; 相关性; 外观性状; 内在质量; 木兰花碱; 蜕皮激素; 非洲防己碱; 药根碱; 巴马汀; 古伦宾

中图分类号: R286.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2025)04-1366-11

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2025.04.024

Correlation study of traits and chemical composition of *Tinosporae Radix* based on “quality evaluation through morphological identification”

HUANG Chengfeng^{1,2}, LU Lijie^{1,2}, DU Jinyu^{1,2}, HUANG Xulong^{1,2}, ZHANG Jiaxu^{1,2}, ZHOU Tao^{1,2}, WEN Feiyan^{1,2}, ZHANG Hao³, HUA Fang⁴, HUANG Lijuan⁵, PEI Jin^{1,2}, WU Qinghua^{1,2}

1. State Key Laboratory of Southwestern Chinese Medicine Resource, Chengdu 611137, China

2. School of Pharmacy, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 611137, China

3. Yunnan Haolan Agricultural Co., Ltd., Luxi 652400, China

4. Quandou Digital Technology Co., Ltd., Chengdu 610041, China

5. Quandou Pharmaceutical (Chongqing) Co., Ltd., Chongqing 404100, China

Abstract: Objective To study the correlation between the appearance of Jinguolan (*Tinosporae Radix*) and its main chemical constituents, and to investigate the scientific validity of the theory of “quality evaluation through morphological identification” in the identification of *Tinosporae Radix*. **Methods** Observing and measuring nine kinds of trait indexes, including shape and colour of *Tinosporae Radix*; using high performance liquid chromatography (HPLC) to detect the contents of magnolflorine, hydroxyecdysone, columbamine, jatrorrhizine, palmatine and columbin in 40 batches of *Tinosporae Radix*; comparing the association between the nine kinds of appearance trait indexes and the six kinds of chemical compounds in *Tinosporae Radix* and making a correlation analysis and regression analysis of the *Tinosporae Radix* “shape-quality” data. **Results** The degree of crumpling, herb

收稿日期: 2024-09-05

基金项目: 四川省科技计划重点研发项目(2020YFN0152); 四川省科技厅重点研发计划(重大科技专项)社会发展领域重点研发项目(2022YFS0582); 国家中医药管理局中医药创新团队及人才支持计划项目(ZYYCXTD-D-202209); 成都中医药大学杏林学者青基人才专项(QJRC2022034)

作者简介: 黄成凤(2000—), 女, 硕士研究生, 从事药用资源评价与综合利用研究。Tel: (028)61800235 E-mail: huangchengfeng@stu.cdutcm.edu.cn

***通讯作者:** 裴 瑾, 教授, 博士生导师, 从事中药资源品种、品质研究。E-mail: peixin@163.com

吴清华, 副教授, 从事中药资源品种、品质研究。E-mail: 20122051@cdutcm.edu.cn

aspect ratio, surface colour, section colour, L^* and a^* values of *Tinosporae Radix* were each significantly correlated with the content of six major chemical constituents, whereas the b^* values were highly significantly correlated with all five chemical constituents except hydroxyecdysone. **Conclusion** The surface crumpling degree, surface colour, section colour, short diameter, aspect ratio, weight and L^* , a^* , b^* values can be used to quickly determine the quality of *Tinosporae Radix*, among which the b^* value is the most critical and comprehensive, and the results of this study can provide a reference for the rapid and comprehensive evaluation of the quality of *Tinosporae Radix*.

Key words: *Tinosporae Radix*; quality evaluation through morphological identification; correlation; appearance traits; inherent quality; magnolflorine; hydroxyecdysone; columbamine; jatrorrhizine; palmatine; columbin

金果榄为防己科植物青牛胆 *Tinospora sagittate* (Oliv.) Gagnep. 的干燥块根^[1], 其性苦, 寒, 归肺、大肠经, 具有清热解毒、利咽、止痛的功效, 可用于咽喉肿痛、痈疽疔毒、泄泻、痢疾、脘腹疼痛, 被专家誉为“可代替抗菌药物的天然药物”^[2], 临床上用其治疗慢性咽炎、输液性静脉炎、外感发热等^[3-5], 民间多用其来治疗急性慢性扁桃体炎、急性咽喉炎、口腔炎等^[6-7], 是复方党参片、泻停封胶囊、羚羊清肺颗粒等常用中成药的主要原料之一。药材金果榄的性状及内在品质存在不同程度差异, 而化学成分含量的高低与金果榄药材质量的优劣密切相关。一直以来, 金果榄的药材来源皆是依靠挖掘野生资源, 随着开发力度的加大, 需求量急增, 野生资源已面临濒危^[8], 市售金果榄药材质量参差不齐, 严重制约临床用药安全, 需要建立一种快速鉴定药材质量的方法来保证用药安全, 便于用药筛选。

课题组前期对金果榄的化学成分、药理作用 and 安全性评价进行综述, 从植物亲缘学及成分特异性、成分与中药有效性的关联、成分可测性等方面对金果榄的质量标志物 (quality marker, Q-Marker) 进行预测分析, 并预测古伦宾、巴马汀、药根碱、非洲防己碱、木兰花碱等可作为其 Q-Marker^[9]。此外, 金果榄中含有含量较高的蜕皮激素类成分^[10-12], 有研究表明, 蜕皮激素具有降低四氧嘧啶所致高血糖以及抑制多种肿瘤等生理活性^[13], 并且这类成分可能与金果榄的镇痛作用有关。因此本研究以古伦宾、巴马汀、药根碱、非洲防己碱、木兰花碱和蜕皮激素作为指标性化学成分与金果榄相关性状进行相关性分析。

古人依据中药性状特征判断其品质, 并在实践中积累了丰富的经验。谢宗万教授提出“辨状论质”是中药材经验鉴别的精髓^[14], 其中“状”是药材的外观性状, “质”是药材的内在品质, 即以药材形态固有特征与内在品质的联系作为判断其真伪优劣的依据^[15]。有研究表明金果榄粉末色度值与有效成

分之间存在显著相关性^[16], 但传统鉴别以及《中国药典》2020 年版对金果榄性状鉴别描述是以“表面棕黄色或淡褐色, 粗糙不平, 有深皱纹”“横断面淡黄白色”等为主, 多属对于完整药材的主观描述, 而目前仍未有客观量化指标, 加之老药工及专家个人经验难以推广, 给基层人员进行药材鉴别带来极大困扰。因此, 本研究拟通过对金果榄药材的形状、大小及表面、断面颜色等指标进行量化, 测定其主要化学成分的含量, 对金果榄的“状-质”进行相关性分析及回归分析, 旨在探究金果榄药材性状与内在品质的关系, 阐明“辨状论质”在金果榄药材鉴别中的科学性, 为建立快速无损鉴别金果榄品质的评价体系提供理论依据。

1 材料

1.1 仪器

SHIMADZU LC-40 型岛津超高效液相色谱仪 (日本岛津制作所), KQ-600DE 型数控超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司), SHB-III 型循环水式多用真空泵 (郑州长城科工贸有限公司), Reference 型纯水机 (四川优普超纯科技有限公司), SQP 型万分之一电子天平、BT125D 型十万分之一电子天平 (北京赛多利斯科学仪器有限公司), YE3K024438 型移液枪 (Dragonlab 公司)。高精度不锈钢数显游标卡尺 (德力西电气有限公司), JSC-QHW 型计重电子秤 (昆山巨天仪器设备有限公司), 尼康 (Nikon) D7500 单反相机 [尼康映像仪器销售 (中国) 有限公司]。

1.2 试剂

色谱纯甲醇、乙腈、甲酸购自美国 Thermo Fisher 公司, 分析纯甲醇购自成都市科隆化学品有限公司, 乙酰胺 (批号 2020113001, 质量分数 $\geq 98\%$) 购自成都市科隆化学品有限公司, 对照品盐酸巴马汀 (批号 DST210421-031, 质量分数 $\geq 98\%$)、盐酸药根碱 (批号 DST201109-069, 质量分数 $\geq 98\%$)、非洲防己碱 (批号 DST191028-009, 质量分数 $\geq 98\%$)、古伦宾 (批号

DST210206-016, 质量分数 $\geq 98\%$)、蜕皮激素(批号 DST210810-027, 质量分数 $\geq 98\%$)、四氢巴马汀(批号 DSTDY010101, 质量分数 $\geq 98\%$)、木兰花碱(批号 DST200519-004, 质量分数 $\geq 98\%$)购自成都德思特生物技术有限公司。

1.3 药材

40 批金果榄样品分别采自广西、贵州、云南、四川等地, 具体信息见表 1, 每个样地随机采集, 由成都中医药大学裴瑾教授鉴定为防己科植物青牛胆 *T. sagittate* (Oliv.) Gagnep. 的干燥块根。

表 1 样品采集信息

Table 1 Sample collection information

编号	产地	编号	产地
S1	广西省来宾市金秀县	S21	陕西省汉中市宁强县
S2	广西省崇左市宁明县	S22	四川省宜宾市屏山县
S3	广西省南宁市龙虎山风景区	S23	四川省宜宾市叙州区
S4	广西省南宁市良庆区	S24	四川省乐山市沐川县
S5	贵州省黔东南州天柱县	S25	四川省乐山市马边县
S6	贵州省黔东南州榕江县	S26	四川乐山市峨眉山市
S7	贵州省黔东南州凯里市	S27	四川省眉山市青神县
S8	重庆市巫溪县徐家镇	S28	四川省雅安市芦山县
S9	重庆市巫溪县徐家镇	S29	四川省德阳市什邡市
S10	湖北省宜昌市远安县	S30	四川省成都市彭州市
S11	湖北省恩施州利川市	S31	四川省成都市彭州市
S12	湖南省怀化市中方县	S32	四川省绵阳市江油市
S13	湖南省湘西州龙山县	S33	四川省绵阳市安州区
S14	湖南省湘西州古丈县	S34	四川省绵阳市江油市 (荷花池市场)
S15	湖南省湘西州凤凰县	S35	四川省达州市万源市 (荷花池市场)
S16	云南省楚雄州禄丰市	S36	四川省巴中市恩阳区
S17	云南省文山州西畴县	S37	四川省巴中市南江县
S18	云南省红河州泸西县	S38	四川省巴中市 (荷花池市场)
S19	云南省昭通市水富市	S39	四川省 (亳州市场)
S20	陕西省安康市岚皋县	S40	四川省南充市阆中市

2 方法

2.1 金果榄药材形状大小指标测定

每批随机选取 20 个样品进行性状特征研究。采用游标卡尺测量药材的长径和宽径, 药材的长径和短径测量方式示意图见图 1, 并计算长宽比 (长径均值/短径均值); 采用电子秤测量药材质量, 长径、短径和质量分别取平均值最终结果。表面皱缩程度及断面颜色采用赋值形式记录, 每批以 20 个药材的平均表现为结果。皱缩程度评分标准为光滑 0 分、微皱 1 分、皱缩 2 分 (图 1)。



图 1 金果榄药材长短径及皱缩程度示例

Fig. 1 Examples of length, diameter and degree of crumpling of *Tinosporae Radix*

2.2 金果榄药材颜色测定

根据德国 RAL 劳尔 Design 设计色卡颜色标准对金果榄表面颜色进行赋值 (图 2), 表面颜色越深, 赋值越大, 赋值标准如下: 浅灰褐色 0 分、米褐色 1 分、米灰色 2 分、灰色 3 分、浅棕色 4 分、棕色 5 分、深棕色 6 分、泥炭棕色 7 分; 断面颜色评分标准为白色 0 分、黄白色 1 分、黄色 2 分、棕黄色 3 分、浅棕色 4 分、棕色 5 分。

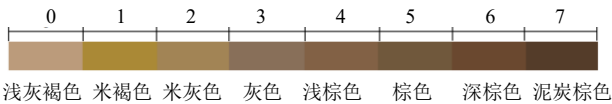


图 2 金果榄表面颜色评分标准

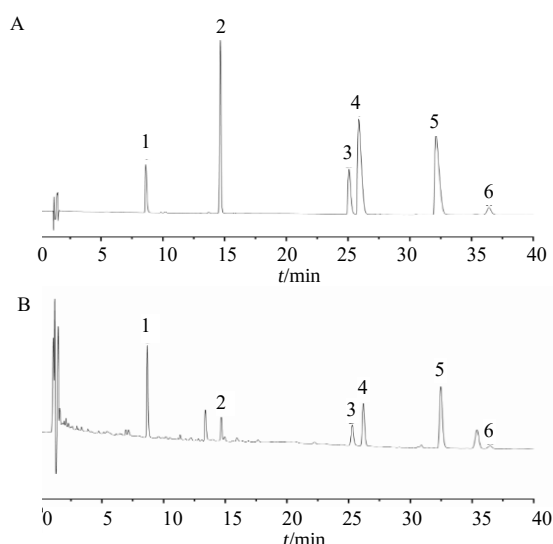
Fig. 2 Surface colour scoring criteria for *Tinosporae Radix*

使用国际照明委员会 (CIE) 的明度 (L^*)、红-绿色轴 (a^*)、黄-蓝色轴 (b^*) 色空间表征药材颜色, 使用相机在同一背景、同一镜头倍数下, 采集药材照片, 使用 PS 软件提取药材表面颜色, 每批样品中每个药材提取 5 个点的颜色值, 将结果从 RGB 格式转换为 Lab 格式, 每批样品的表面颜色取 100 个

点的 L^* 、 a^* 、 b^* 值的平均值。

2.3 金果榄中主要化学成分含量测定

2.3.1 色谱条件 样品提取物利用 HPLC 进行含量测定, 分析条件: Agilent C₁₈ 色谱柱 (100 mm×3 mm, 1.8 μm); 流动相 0.2% 甲酸水溶液 (A)-乙腈 (B); 梯度洗脱, 洗脱程序: 0~11 min, 10%~17% B; 11~18 min, 17% B; 18~28 min, 17%~23.3% B; 28~38 min, 23.3% B; 38~40 min, 23.3%~80% B; 体积流量为 0.4 mL/min; 进样量为 2 μL; 柱温 30 ℃; 检测波长为 254 nm。色谱图见图 3。



1-木兰花碱; 2-蜕皮激素; 3-非洲防己碱; 4-药根碱; 5-巴马汀; 6-古伦宾。

1-magnolflorine; 2-hydroxyecdysone; 3-columbamine; 4-jatrorrhizine; 5-palmatine; 6-columbin.

图 3 对照品溶液 (A) 和金果榄供试品溶液 (B) HPLC 图

Fig. 3 HPLC graphs of control solution (A) and test solution (B) of *Tinosporae Radix*

2.3.2 对照品溶液的制备 精密称取 6 种干燥至恒定质量的对照品适量, 加入甲醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制备对照品储备液 (对照品储备液含 251 mg/L 木兰花碱、263 mg/L 蜕皮激素、103 mg/L 非

洲防己碱、258 mg/L 药根碱、274 mg/L 巴马汀、5210 mg/L 古伦宾), 精密移取上述对照品储备液各 1 mL, 置 10 mL 量瓶中, 制备混合对照品溶液。所有对照品溶液均在 4 ℃ 条件下贮藏。

2.3.3 供试品溶液的制备 按照《中国药典》2020 年版^[1]所记录方法制备供试品溶液。所有供试品溶液均在 4 ℃ 条件下贮藏。

2.3.4 线性关系考察 精密吸取“2.3.2”项下混合对照品溶液 0.02、0.04、0.20、1.00、2.00、10.00 mL 至 10 mL 量瓶中, 加甲醇定容至刻度, 制成一系列不同质量浓度的混合对照品溶液, 按“2.3.1”项下色谱条件分别进样 10 μL, 测定峰面积。以对照品质量浓度为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y), 绘制各成分的标准曲线, 结果见表 2, 6 个测定成分在各浓度范围内的线性关系良好。

2.3.5 稳定性试验 按“2.3.3”项下方法制备供试品溶液, 室温下放置, 按“2.3.1”项下色谱条件分别在 0、2、4、6、8、12、24 h 进样 2 μL 进行分析, 测定 6 种成分的峰面积, 计算 RSD, 木兰花碱、蜕皮激素、非洲防己碱、药根碱、巴马汀和古伦宾 6 种成分峰面积的 RSD 分别为 2.51%、1.53%、1.46%、0.87%、1.68%、0.61%。

2.3.6 重复性试验 精密称取同一样品 (S1) 6 份, 每份 0.5 g, 按“2.3.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.3.1”项下色谱条件进样 2 μL 行分析, 测定 6 种成分质量分数, 计算 RSD, 木兰花碱、蜕皮激素、非洲防己碱、药根碱、巴马汀和古伦宾质量分数的 RSD 分别为 1.51%、0.53%、1.49%、0.87%、1.63%、0.64%。

2.3.7 精密度试验 取同一供试品溶液 (S1), 按“2.5.1”项下色谱条件, 连续进样 6 次, 计算木兰花碱、蜕皮激素、非洲防己碱、药根碱、巴马汀和古伦宾峰面积的 RSD 值分别为 0.53%、0.83%、1.06%、0.83%、0.33%、1.57%。

表 2 6 个成分的线性回归方程、相关系数和线性范围

Table 2 Linear regression equations, correlation coefficients and linear ranges for six components

成分	回归方程	R^2	线性范围/(mg·L ⁻¹)
木兰花碱	$Y=6\ 086.1\ X+1\ 035.30$	0.999 4	0.050 2~25.1
蜕皮激素	$Y=6\ 809.5\ X+2\ 595.80$	0.999 8	0.052 6~26.3
非洲防己碱	$Y=20\ 172\ X+1\ 078.50$	0.999 7	0.020 6~10.3
药根碱	$Y=19\ 167\ X+591.19$	0.999 8	0.051 6~25.8
巴马汀	$Y=17\ 145\ X+2\ 587.50$	0.999 8	0.054 8~27.4
古伦宾	$Y=26.171\ X+129.29$	0.999 4	1.042 0~521.0

2.3.8 加样回收率试验 精密称取同一样品 6 份, 每份 0.25 g, 除古伦宾加入对照品粉末外, 其他均分别加入一定量对照品溶液, 按“2.3.1”项下色谱条件进样 2 μ L 进行分析, 测定 6 种成分的峰面积, 并计算加样回收率和 RSD。木兰花碱、蜕皮激素、非洲防己碱、药根碱、巴马汀和古伦宾 6 个成分的平均加样回收率均在 90%~100%; RSD 均小于 2%。

2.3.9 样品测定 取金果榄样品粉末, 按“2.3.3”项下方法制备样品溶液, 按“2.3.1”项下色谱条件进样测定, 计算样品中上述 6 个成分的含量。

2.4 相关性分析

运用 SPSS Statistics 26 对 40 批金果榄样品的

外观性状指标和化学成分进行相关性分析。

2.5 回归分析

结合相关性分析, 运用 SPSS Statistics 26 对金果榄外观性状指标与化学成分含量进行回归分析。

3 结果与分析

3.1 金果榄药材形状大小指标测定

40 批金果榄药材外观性状指标测定结果表明, 金果榄长径在 31.81~105.87 mm, 短径在 14.00~49.89 mm, 最大值和最小值之间差值分别为 74.06、25.89 mm; 长宽比均在 1.08~3.16, 但质量差异较大, 轻者仅 2.26 g, 而最重的甚至达到了 81.87 g, 表明各批次药材之间形状大小存在极明显的差异, 具体结果见表 3。

表 3 金果榄药材形状大小指标测定结果 ($\bar{x} \pm s, n = 20$)

Table 3 Determination results of shape and size indexes of *Tinosporae Radix* ($\bar{x} \pm s, n = 20$)

样品编号	长径/mm	短径/mm	长宽比	质量/g	皱缩程度
S1	41.69 $\pm$ 4.30	19.72 $\pm$ 4.65	2.11 $\pm$ 0.10	4.84 $\pm$ 1.02	2.00 $\pm$ 0.31
S2	61.90 $\pm$ 7.52	30.29 $\pm$ 3.30	2.04 $\pm$ 0.19	26.40 $\pm$ 2.61	2.00 $\pm$ 0.26
S3	48.52 $\pm$ 7.03	34.42 $\pm$ 3.93	1.41 $\pm$ 0.20	17.46 $\pm$ 2.73	2.00 $\pm$ 0.16
S4	38.67 $\pm$ 5.14	23.96 $\pm$ 4.49	1.61 $\pm$ 0.24	5.57 $\pm$ 1.78	2.00 $\pm$ 0.33
S5	76.16 $\pm$ 7.95	49.89 $\pm$ 5.15	1.53 $\pm$ 0.14	81.87 $\pm$ 4.20	1.00 $\pm$ 0.14
S6	52.33 $\pm$ 4.26	36.67 $\pm$ 4.44	1.43 $\pm$ 0.22	26.65 $\pm$ 1.37	2.00 $\pm$ 0.14
S7	40.97 $\pm$ 5.01	25.76 $\pm$ 2.21	1.59 $\pm$ 0.18	11.21 $\pm$ 3.29	2.00 $\pm$ 0.18
S8	43.75 $\pm$ 7.15	27.73 $\pm$ 3.46	1.58 $\pm$ 0.10	13.81 $\pm$ 1.66	2.00 $\pm$ 0.12
S9	46.74 $\pm$ 1.67	27.07 $\pm$ 4.31	1.73 $\pm$ 0.16	13.35 $\pm$ 0.30	2.00 $\pm$ 0.34
S10	37.70 $\pm$ 7.29	17.98 $\pm$ 3.06	2.10 $\pm$ 0.29	3.36 $\pm$ 1.97	2.00 $\pm$ 0.34
S11	42.44 $\pm$ 3.45	25.44 $\pm$ 2.22	1.67 $\pm$ 0.11	16.72 $\pm$ 2.08	1.00 $\pm$ 0.12
S12	52.45 $\pm$ 1.61	35.99 $\pm$ 3.99	1.46 $\pm$ 0.27	29.20 $\pm$ 0.93	2.00 $\pm$ 0.15
S13	49.01 $\pm$ 3.87	32.16 $\pm$ 4.46	1.52 $\pm$ 0.32	27.42 $\pm$ 5.43	1.00 $\pm$ 0.29
S14	42.66 $\pm$ 4.99	29.66 $\pm$ 5.05	1.44 $\pm$ 0.40	15.23 $\pm$ 1.77	2.00 $\pm$ 0.23
S15	31.81 $\pm$ 5.00	29.38 $\pm$ 2.94	1.08 $\pm$ 0.23	7.04 $\pm$ 2.03	2.00 $\pm$ 0.17
S16	41.85 $\pm$ 5.41	21.51 $\pm$ 3.50	1.95 $\pm$ 0.01	10.78 $\pm$ 2.15	1.00 $\pm$ 0.13
S17	45.46 $\pm$ 5.31	30.13 $\pm$ 5.61	1.51 $\pm$ 0.19	15.51 $\pm$ 3.35	2.00 $\pm$ 0.03
S18	36.53 $\pm$ 6.36	20.40 $\pm$ 3.33	1.79 $\pm$ 0.13	10.37 $\pm$ 2.41	1.00 $\pm$ 0.27
S19	44.27 $\pm$ 7.30	14.00 $\pm$ 4.72	3.16 $\pm$ 0.25	2.26 $\pm$ 6.48	2.00 $\pm$ 0.18
S20	42.85 $\pm$ 2.00	28.16 $\pm$ 4.64	1.52 $\pm$ 0.29	12.01 $\pm$ 5.02	2.00 $\pm$ 0.10
S21	36.66 $\pm$ 6.43	17.55 $\pm$ 3.65	2.09 $\pm$ 0.40	3.04 $\pm$ 6.07	1.00 $\pm$ 0.32
S22	57.42 $\pm$ 4.61	27.88 $\pm$ 2.64	2.06 $\pm$ 0.18	10.15 $\pm$ 2.75	2.00 $\pm$ 0.21
S23	50.17 $\pm$ 0.51	20.23 $\pm$ 3.34	2.48 $\pm$ 0.22	7.33 $\pm$ 4.02	2.00 $\pm$ 0.17
S24	105.87 $\pm$ 6.45	40.57 $\pm$ 6.74	2.61 $\pm$ 0.26	57.13 $\pm$ 3.59	2.00 $\pm$ 0.26
S25	41.31 $\pm$ 5.40	16.75 $\pm$ 4.76	2.47 $\pm$ 0.17	5.58 $\pm$ 0.68	2.00 $\pm$ 0.06
S26	44.48 $\pm$ 4.87	20.41 $\pm$ 5.28	2.18 $\pm$ 0.13	7.85 $\pm$ 0.24	2.00 $\pm$ 0.17
S27	46.21 $\pm$ 6.49	18.57 $\pm$ 2.80	2.49 $\pm$ 0.07	6.79 $\pm$ 3.54	2.00 $\pm$ 0.08
S28	41.80 $\pm$ 3.72	14.68 $\pm$ 3.34	2.85 $\pm$ 0.09	3.44 $\pm$ 6.26	1.00 $\pm$ 0.06
S29	44.51 $\pm$ 4.53	20.74 $\pm$ 4.36	2.15 $\pm$ 0.20	8.52 $\pm$ 3.88	1.00 $\pm$ 0.28
S30	44.40 $\pm$ 5.76	18.84 $\pm$ 3.23	2.36 $\pm$ 0.15	5.93 $\pm$ 3.14	1.00 $\pm$ 0.23
S31	47.06 $\pm$ 4.84	20.13 $\pm$ 3.44	2.34 $\pm$ 0.14	7.06 $\pm$ 2.87	2.00 $\pm$ 0.19
S32	36.66 $\pm$ 5.70	17.55 $\pm$ 4.85	2.09 $\pm$ 0.22	3.04 $\pm$ 1.07	2.00 $\pm$ 0.18
S33	43.57 $\pm$ 6.45	19.98 $\pm$ 3.12	2.18 $\pm$ 0.34	8.11 $\pm$ 4.28	2.00 $\pm$ 0.05
S34	45.17 $\pm$ 5.59	31.67 $\pm$ 4.37	1.43 $\pm$ 0.14	7.43 $\pm$ 1.06	1.00 $\pm$ 0.14
S35	49.83 $\pm$ 4.62	28.29 $\pm$ 3.46	1.76 $\pm$ 0.16	15.78 $\pm$ 4.85	1.00 $\pm$ 0.16
S36	40.56 $\pm$ 3.41	17.33 $\pm$ 3.97	2.34 $\pm$ 0.23	6.79 $\pm$ 5.32	1.00 $\pm$ 0.38
S37	42.34 $\pm$ 3.98	19.92 $\pm$ 4.51	2.13 $\pm$ 0.27	8.42 $\pm$ 4.20	2.00 $\pm$ 0.30
S38	43.05 $\pm$ 7.50	28.85 $\pm$ 2.62	1.49 $\pm$ 0.27	19.31 $\pm$ 2.46	1.00 $\pm$ 0.22
S39	43.31 $\pm$ 3.21	27.33 $\pm$ 5.71	1.58 $\pm$ 0.11	19.03 $\pm$ 4.63	1.00 $\pm$ 0.34
S40	59.45 $\pm$ 3.34	31.09 $\pm$ 4.35	1.91 $\pm$ 0.23	29.20 $\pm$ 3.86	2.00 $\pm$ 0.20

3.2 金果榄药材颜色测定结果

40批金果榄药材表面颜色测定具体结果见表4,其中 L^* 数值越大表示明度越大,颜色就越偏白^[17]; a^* 值越大颜色越偏红^[18-19]; b^* 值越大,颜色越偏黄^[20-21]。在不同批次金果榄样品测定结果中,颜色值 L^* 、 a^* 、 b^* 值均为正值,表明金果榄样品颜色多偏白色或黄色,且较鲜明。

表4 金果榄药材表面颜色测定结果
Table 4 Determination results of surface colour of *Tinosporae Radix*

编号	L^* 值	a^* 值	b^* 值	表面颜色评分	断面颜色评分
S1	51.25	9.60	22.50	1	0
S2	43.30	14.20	32.05	4	0
S3	39.60	14.70	32.55	4	2
S4	27.85	8.90	16.05	7	2
S5	52.00	5.25	25.35	2	2
S6	43.25	9.05	23.90	3	1
S7	42.70	8.50	24.55	3	1
S8	44.50	8.40	18.35	3	3
S9	34.05	12.85	21.25	6	0
S10	57.05	9.70	29.35	1	3
S11	59.15	5.93	19.55	1	0
S12	47.85	8.45	23.60	3	2
S13	57.10	7.40	29.70	2	0
S14	41.75	13.65	26.90	4	3
S15	52.20	6.40	18.45	3	0
S16	56.25	7.90	23.30	1	0
S17	38.55	7.95	15.65	3	4
S18	44.70	14.00	25.10	4	0
S19	49.35	8.95	14.85	4	5
S20	43.60	8.00	20.70	5	1
S21	48.95	7.30	16.20	3	0
S22	53.60	13.45	17.90	1	4
S23	56.25	10.90	16.25	1	2
S24	48.40	12.10	19.70	1	5
S25	42.70	9.95	16.35	3	3
S26	52.25	10.95	21.90	1	0
S27	34.65	7.45	18.60	5	4
S28	46.30	10.40	15.05	3	3
S29	51.80	5.95	15.60	3	3
S30	54.00	7.55	17.50	1	2
S31	51.40	9.40	21.35	1	4
S32	42.30	8.15	15.60	3	4
S33	52.70	8.15	17.55	3	1
S34	56.75	9.90	19.15	1	1
S35	54.75	10.50	20.00	1	2
S36	54.90	9.80	18.75	1	3
S37	44.00	11.15	21.50	4	2
S38	55.90	7.60	17.85	3	1
S39	56.65	9.90	27.70	1	2
S40	52.15	11.40	22.30	1	1

3.3 金果榄中主要化学成分含量测定结果

不同批次金果榄样品6种成分含量测定结果差异较大,具体结果见表5。如木兰花碱质量分数较高的为0.80 mg/g,而最低的仅0.04 mg/g;非洲防己碱质量分数在0.01~0.64 mg/g,药根碱在0.02~2.62 mg/g,巴马汀在0.08~2.23 mg/g,而古伦宾含量远远大于其他几种成分,为其他成分含量的几倍或几十倍,在3.73~30.50 mg/g。同时表中结果可以看出,非洲防己碱、药根碱与巴马汀三者的含量与古伦宾含量呈现一定的负增长趋势,即古伦宾含量更高的批次,3种生物碱含量会更低,反之同理。

3.4 相关性分析

为寻找药材性状与其内在成分的相关性,本研究选取金果榄6种有效成分木兰花碱、蜕皮激素、非洲防己碱、药根碱、巴马汀与古伦宾进行含量测定,并与性状测定结果相联系,试图找出与性状相关性较大的成分,从而尝试根据颜色值判断有效成分的含量。

分析结果表明(表6),药材表面皱缩程度与药根碱、巴马汀含量均呈显著正相关;断面颜色与非洲防己碱呈现显著负相关,与古伦宾含量呈显著正相关;表面颜色与药根碱、巴马汀含量呈显著正相关;短径与木兰花碱呈极显著负相关,与药根碱呈显著正相关;长宽比与非洲防己碱、药根碱、巴马汀含量均呈显著负相关;药材质量与木兰花碱含量呈显著负相关; L^* 值与非洲防己碱、巴马汀含量均呈显著负相关,与药根碱呈极显著负相关; a^* 值与非洲防己碱、药根碱含量呈显著正相关; b^* 值与非洲防己碱、药根碱、巴马汀含量均呈现极显著正相关,与木兰花碱、古伦宾含量呈极显著负相关,即 b^* 值与除蜕皮激素外的其他5种成分均呈极显著相关,表明 b^* 值可作为快速鉴定金果榄药材质量的首要指标。药材长径与6种化学成分含量均不存在显著相关性。

3.5 回归分析

以金果榄9种性状特征各指标量化值共同作为自变量,分别以5种有效化学成分含量(木兰花碱、非洲防己碱、药根碱、巴马汀、古伦宾)为因变量,使用SPSS26.0进行线性回归,结果见表7~9。其中蜕皮激素与各指标均不存在显著相关性,故此处未展示。

模型1~5的 R^2 说明木兰花碱、非洲防己碱、药根碱与古伦宾质量分数分别有39.1%、42.2%、30.8%与20.5%受到金果榄药材表面 b^* 值的影响,巴马汀含量有49.1%受到金果榄药材表面皱缩程度

表 5 6 种成分含量测定结果 ($\bar{x} \pm s, n=3$)
Table 5 Determination results of content of six components ($\bar{x} \pm s, n=3$)

样品编号	质量分数/(mg·g ⁻¹)					
	木兰花碱	蜕皮激素	非洲防己碱	药根碱	巴马汀	古伦宾
S1	0.63±0.01	2.12±0.04	0.61±0.01	2.27±0.05	1.67±0.03	10.59±0.14
S2	0.24±0.00	0.10±0.00	1.31±0.01	2.62±0.01	1.93±0.00	3.73±0.01
S3	0.04±0.00	0.35±0.02	1.19±0.03	2.60±0.06	2.23±0.02	6.91±0.04
S4	1.35±0.00	1.00±0.01	0.30±0.01	1.94±0.01	1.52±0.02	4.27±0.07
S5	0.12±0.00	2.35±0.02	0.25±0.00	0.85±0.01	0.68±0.01	9.24±0.13
S6	0.06±0.00	2.39±0.04	0.36±0.00	1.92±0.03	1.28±0.01	8.27±0.24
S7	0.21±0.01	2.03±0.00	0.40±0.01	1.47±0.01	1.05±0.01	10.21±0.28
S8	0.86±0.00	2.28±0.00	0.64±0.01	0.35±0.01	1.41±0.02	11.67±0.08
S9	0.15±0.01	1.52±0.00	0.62±0.01	0.80±0.02	1.28±0.03	10.82±0.04
S10	0.43±0.00	0.89±0.01	0.39±0.01	0.64±0.01	2.05±0.03	11.36±0.02
S11	0.26±0.00	1.12±0.02	0.15±0.00	0.18±0.00	0.48±0.00	6.56±0.12
S12	0.44±0.00	2.71±0.00	0.47±0.01	1.19±0.01	1.22±0.00	10.05±0.06
S13	0.12±0.00	1.48±0.02	0.26±0.00	0.40±0.00	1.13±0.00	12.15±0.09
S14	0.28±0.00	2.78±0.01	0.36±0.01	1.24±0.03	1.04±0.00	13.92±0.22
S15	0.45±0.00	2.92±0.02	0.44±0.00	0.78±0.00	1.28±0.01	21.43±0.23
S16	0.54±0.00	2.44±0.02	0.46±0.00	0.43±0.00	0.84±0.01	11.59±0.33
S17	0.85±0.00	0.86±0.00	0.10±0.01	0.70±0.01	0.84±0.01	30.50±0.59
S18	0.19±0.00	0.79±0.00	0.10±0.01	0.45±0.01	0.29±0.00	12.08±0.13
S19	0.37±0.00	1.45±0.01	0.02±0.00	0.10±0.00	0.36±0.01	12.65±0.18
S20	0.22±0.00	3.00±0.04	0.24±0.01	0.33±0.01	0.74±0.01	11.18±0.05
S21	0.80±0.01	2.50±0.05	0.07±0.00	0.06±0.00	0.16±0.00	15.18±0.37
S22	0.67±0.03	2.73±0.03	0.04±0.00	0.21±0.01	0.34±0.01	24.21±0.22
S23	0.38±0.00	3.00±0.07	0.02±0.00	0.10±0.00	0.28±0.01	15.69±0.30
S24	0.50±0.00	4.01±0.01	0.02±0.00	0.19±0.01	0.34±0.00	19.94±0.05
S25	0.60±0.01	2.27±0.06	0.13±0.00	0.12±0.00	0.34±0.00	12.66±0.30
S26	0.74±0.00	2.42±0.01	0.01±0.00	0.17±0.01	0.40±0.00	13.93±0.11
S27	0.60±0.01	1.74±0.02	0.02±0.00	0.06±0.00	0.22±0.00	12.63±0.19
S28	0.69±0.01	1.54±0.03	0.14±0.00	0.18±0.00	0.94±0.01	21.01±0.57
S29	0.72±0.00	1.22±0.03	0.05±0.00	0.06±0.00	0.14±0.00	10.25±0.07
S30	0.69±0.00	1.86±0.02	0.04±0.00	0.09±0.00	0.15±0.00	13.79±0.29
S31	0.38±0.00	1.42±0.01	0.02±0.00	0.06±0.01	0.11±0.00	11.87±0.05
S32	0.72±0.02	2.29±0.01	0.13±0.00	0.39±0.00	0.51±0.01	15.49±0.21
S33	0.60±0.01	1.59±0.03	0.05±0.00	0.06±0.01	0.11±0.00	10.93±0.30
S34	0.49±0.01	1.59±0.02	0.06±0.00	0.03±0.01	0.15±0.00	10.60±0.18
S35	0.27±0.00	3.85±0.06	0.16±0.00	0.35±0.01	0.66±0.07	10.02±0.30
S36	0.53±0.00	2.88±0.01	0.05±0.00	0.19±0.00	0.38±0.00	15.98±0.27
S37	0.42±0.00	5.65±0.04	0.27±0.01	0.64±0.01	1.13±0.01	10.86±0.30
S38	0.43±0.02	1.63±0.05	0.02±0.00	0.02±0.01	0.16±0.00	9.91±0.15
S39	0.48±0.01	1.15±0.01	0.23±0.00	0.14±0.02	0.20±0.01	9.14±0.11
S40	0.35±0.01	1.68±0.04	0.04±0.01	0.03±0.01	0.08±0.01	9.35±0.07

表 6 金果榄性状与成分含量的相关性分析结果

指标	相关系数					
	木兰花碱	蜕皮激素	非洲防己碱	药根碱	巴马汀	古伦宾
皱缩程度评分	0.056	0.109	0.278	0.370*	0.372*	0.087
断面颜色评分	0.280	0.124	-0.323*	-0.257	-0.197	0.417**
表面颜色评分	0.071	-0.163	0.307	0.364*	0.332*	-0.208
长径	-0.222	0.210	0.011	0.041	-0.079	0.058
短径	-0.421**	0.065	0.293	0.329*	0.222	-0.114
长宽比	0.254	0.090	-0.372*	-0.377*	-0.358*	0.203
质量	-0.393*	0.113	0.117	0.148	0.039	-0.121
L^*	-0.190	0.111	-0.320*	-0.466**	-0.367*	0.044
a^*	-0.246	-0.024	0.358*	0.325*	0.252	-0.013
b^*	-0.625**	-0.246	0.650**	0.555**	0.557**	-0.453**

* $P < 0.05$, 差异显著; ** $P < 0.01$, 差异极显著。
 * $P < 0.05$, significant difference; ** $P < 0.01$, highly significant difference.

表 7 金果榄外观性状与有效成分含量的回归分析结果

指标	模型1 (木兰花碱)	模型2 (非洲防己碱)	模型3 (药根碱)	模型4 (巴马汀)	模型5 (古伦宾)
R	0.626	0.650	0.555	0.701	0.453
R^2	0.391	0.422	0.308	0.491	0.205
调整后 R^2	0.375	0.407	0.290	0.464	0.184
标准估算误差	0.209	0.227	0.620	0.437	4.625

表 8 金果榄外观性状与有效成分含量的回归系数结果

模型	参数	未标准化系数	t	显著性
模型1 (木兰花碱)	常数	1.204	7.933	0.000
	b^*	-0.350	-4.944	0.000
模型2 (非洲防己碱)	常数	-0.593	-3.597	0.000
	b^*	0.040	5.272	0.000
模型3 (药根碱)	常数	-1.194	-2.658	0.011
	b^*	0.086	4.116	0.000
模型4 (巴马汀)	常数	-1.654	-4.046	0.000
	皱缩程度评分	0.582	3.631	0.001
	b^*	0.070	4.754	0.000
模型5 (古伦宾)	常数	22.815	6.806	0.000
	b^*	-0.488	-3.133	0.003

表 9 金果榄外观性状与有效成分含量的方差分析结果

指标	模型1 (木兰花碱)	模型2 (非洲防己碱)	模型3 (药根碱)	模型4 (巴马汀)	模型5 (古伦宾)
回归平方和	1.072	1.440	6.512	6.828	210.041
剩余平方和	1.677	1.969	14.608	7.067	813.158
总平方和	2.740	3.409	21.120	13.896	1 023.200
F	24.442	27.793	16.940	17.874	9.816
显著性	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003

与 b^* 值的共同影响。回归方程分别为： $Y_{\text{木兰花碱}} = 1.204 - 0.350 X_{b^*}$ ； $Y_{\text{非洲防己碱}} = -0.593 + 0.040 X_{b^*}$ ； $Y_{\text{药根碱}} = -1.194 + 0.086 X_{b^*}$ ； $Y_{\text{巴马汀}} = -1.654 + 0.582 X_{\text{皱缩程度评分}} + 0.070 X_{b^*}$ ； $Y_{\text{古伦宾}} = 22.815 - 0.488 X_{b^*}$ 。验证回归式显著性 P 值均小于 0.01，表明回归方程在统计学上均呈极显著。

以 5 种化学成分（除蜕皮激素）含量共同作为自变量，分别以外观性状指标（皱缩程度评分、表面颜色评分、断面颜色评分、短径、长宽比、质量、 L^* 、 a^* 、 b^* ）作为因变量，进行回归分析，结果见表 10~12。

表 10 金果榄有效成分含量与外观性状的回归分析结果

Table 10 Results of regression analyses between content of active ingredients and appearance traits of <i>Tinosporae Radix</i>									
指标	模型6（皱缩程度评分）	模型7（表面颜色评分）	模型8（断面颜色评分）	模型9（短径）	模型10（长宽比）	模型11（质量）	模型12（ L^* 值）	模型13（ a^* 值）	模型14（ b^* 值）
R	0.529	0.364	0.428	0.421	0.376	0.393	0.547	0.358	0.791
R^2	0.280	0.133	0.183	0.177	0.142	0.154	0.299	0.128	0.626
调整后 R^2	0.241	0.110	0.162	0.156	0.119	0.132	0.261	0.106	0.606
标准估算误差	0.380	1.475	1.395	7.029	0.426	14.031	6.300	2.256	2.987

表 11 金果榄有效成分含量与外观性状的回归系数结果

Table 11 Results of regression coefficients between content of active ingredients and appearance traits of <i>Tinosporae Radix</i>				
模型	参数	未标准化系数	t	显著性
模型6（皱缩程度评分）	常数	0.985	4.955	0.000
	巴马汀	0.369	3.508	0.001
	古伦宾	0.028	2.262	0.030
模型7（表面颜色评分）	常数	2.152	7.064	0.000
	药根碱	0.774	2.412	0.021
模型8（断面颜色评分）	常数	0.300	0.508	0.614
	古伦宾	0.127	2.918	0.006
模型9（短径）	常数	31.199	13.618	0.000
	木兰花碱	-12.148	-2.861	0.007
模型10（长宽比）	常数	2.072	23.542	0.000
	药根碱	-2.232	-2.504	0.017
模型11（质量）	常数	25.298	5.532	0.000
	木兰花碱	-22.306	-2.631	0.012
模型12（ L^* 值）	常数	55.412	23.225	0.000
	药根碱	-5.212	-3.727	0.001
	木兰花碱	-8.096	-2.085	0.044
模型13（ a^* 值）	常数	8.805	18.581	0.000
	非洲防己碱	2.892	2.366	0.023
模型14（ b^* 值）	常数	22.933	19.114	0.000
	非洲防己碱	8.171	4.818	0.000
	木兰花碱	-8.492	-4.488	0.000

表 12 金果榄有效成分含量与外观性状的方差分析结果

Table 12 Results of analysis of variance (ANOVA) of content of active ingredients and appearance traits of <i>Tinosporae Radix</i>									
指标	模型6（皱缩程度评分）	模型7（表面颜色评分）	模型8（断面颜色评分）	模型9（短径）	模型10（长宽比）	模型11（质量）	模型12（ L^* 值）	模型13（ a^* 值）	模型14（ b^* 值）
回归平方和	2.082	12.664	16.576	404.333	1.138	1 363.252	626.081	28.506	552.688
剩余平方和	5.347	82.711	73.962	1 877.506	6.900	7 481.220	1 468.891	193.440	330.156
总平方和	7.429	95.375	90.538	2 281.839	8.038	8 844.472	2 095.692	221.946	882.824
F	7.205	5.818	8.516	8.184	6.268	6.924	7.894	5.600	30.968
显著性	0.002	0.021	0.006	0.007	0.017	0.012	0.001	0.023	0.000

模型 6~14 的 R^2 说明皱缩程度评分有 28.0% 受到巴马汀与古伦宾的共同影响, 表面颜色评分有 13.3% 受到药根碱的影响, 断面颜色评分有 18.3% 受到古伦宾的影响, 药材短径与质量分别有 17.7%、15.4% 受到木兰花碱的影响, 药材长宽比有 14.2% 受到药根碱的影响, L^* 值有 29.9% 受到药根碱与木兰花碱的共同影响, a^* 值有 12.8% 受到非洲防己碱的影响, b^* 值有 62.6% 受到非洲防己碱与木兰花碱的共同影响。回归方程: $Y_{\text{皱缩程度评分}} = 0.985 + 0.369 X_{\text{巴马汀}} + 0.028 X_{\text{古伦宾}}$; $Y_{\text{断面颜色评分}} = 2.152 + 0.774 X_{\text{药根碱}}$; $Y_{\text{短径}} = 31.199 - 12.184 X_{\text{木兰花碱}}$; $Y_{\text{长宽比}} = 2.072 - 2.232 X_{\text{药根碱}}$; $Y_{\text{质量}} = 25.298 - 22.306 X_{\text{木兰花碱}}$; $Y_{L^*} = 55.412 - 5.212 X_{\text{药根碱}} - 8.096 X_{\text{木兰花碱}}$; $Y_{a^*} = 8.805 + 2.892 X_{\text{非洲防己碱}}$; $Y_{b^*} = 22.933 + 8.171 X_{\text{非洲防己碱}} - 8.492 X_{\text{木兰花碱}}$ 。验证回归式显著性 P 值均小于 0.05, 表明回归方程在统计学上呈现显著性。

4 讨论

“辨状论质”体现了传统经验评价的精髓, 在中药材质量评价中始终承担着重要作用, 应用价值大。诸多研究均已表明, 中药材外观性状与内在成分密切相关, 中药的“形、色、气、味、质”是其成分含量的外观表征。例如, 王文雪等^[22]对南柴胡化学成分与外观性状相关性分析结果表明南柴胡中挥发油和柴胡皂苷含量与表面 RGB 值、长度、直径呈显著相关性, 说明在一定范围内南柴胡的表面颜色越红、越长、越粗, 其挥发油和柴胡皂苷的含量越高。刘杰等^[23]发现防风中升麻素苷含量与 a^* 、 b^* 、 E^*_{ab} 值存在显著的负相关关系, 5-*O*-甲基维斯阿米醇苷含量与 a^* 、 b^* 、 E^*_{ab} 值相关性不显著。梁敬妮等^[24]发现厚朴药材的厚度与厚朴酚质量分数、 β -桉叶醇质量分数、内在指标成分综合评分呈极显著正相关, 并在此基础上划分药材标准。王晓宇等^[25]通过对川产姜黄颜色值与主要化学成分姜黄素类成分含量之间的相关性进行研究, 发现川产姜黄的颜色值 a^* 相较于其他值相关程度更高, 提示可通过姜黄粉末 a^* 值预测和判断川产姜黄药材品质。可见, 挖掘性状与成分的相关性, 可为建立整体的质量评价体系奠定基础。

前人对中药材性状鉴别的评价方法多为主观描述, 无客观量化指标, 加之老药工及专家个人经验难以推广, 给基层人员进行药材鉴别带来极大困扰。因此本实验在继承传统中药理论的基础上, 量化药材各性状指标, 并结合主要化学成分含量进行

相关性研究。分析结果表明, 非洲防己碱、药根碱、巴马汀含量多少主要与药材表面皱缩程度、长宽比、 L^* 、 a^* 、 b^* 值具有显著相关性, 即皱缩程度越大的金果榄药材中药根碱、巴马汀含量更高, 而药材长宽比越小、表面颜色越黄者, 3 种生物碱类含量均更高; 古伦宾与断面颜色评分、 b^* 值呈极显著正相关, 即表面颜色偏黄白, 断面颜色越黄者古伦宾含量更高。在 9 种性状指标中, 长宽比越小的药材形状越接近圆球形。 b^* 值与除蜕皮激素外的其他 5 种成分均呈极显著相关, 与相关研究结果类似^[16]; 回归分析结果表明金果榄中各成分含量都受 b^* 值影响, 影响程度在 20.5%~49.1%, 且回归方程在统计学上均呈极显著。因此, 可以通过金果榄药材表面颜色值 b^* 初步推测金果榄中各成分的含量, 结合药材性状、表皮皱缩程度以及表面、断面颜色综合快速判断金果榄药材的品质。

综上所述, 有效成分含量高的金果榄表现为: 形状更接近圆球形, 表皮皱缩, 外表皮颜色偏黄而断面颜色偏深黄色者, 往往小檗碱类生物碱含量会更高; 而外皮偏黄白色, 断面颜色偏棕黄色的药材, 往往古伦宾含量会更高。《四川中药志》^[26]对金果榄质量要求描述为“以无虫蛀者为合格, 个大, 色黄者为佳”, 本研究结果总结为“表皮皱缩, 圆球形, 色黄”的金果榄质量更佳, 与传统的质量描述相符并更为全面。

本研究分析了金果榄外观性状与内在质量的相关性, 建立了一种快速无损鉴别金果榄药材质量的方法, 为金果榄药材“辨状论质”的评价方法提供了科学内涵, 为金果榄的合理应用奠定理论基础, 进一步可以为优良金果榄药材资源的选择提供科学依据, 对中药材传统鉴别及经验传承具有重要的现实意义。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 227.
- [2] 严赟, 张赟赟. 金果榄的研究进展 [J]. 大众科技, 2022, 24(6): 63-66.
- [3] 张红雨, 韩伟锋. 金果榄浸液治疗输液性静脉炎 78 例 [J]. 中医外治杂志, 1999, 8(6): 25.
- [4] 冯立民. 自制中药金果榄涂剂治疗药物性静脉炎 100 例 [J]. 中国民间疗法, 2005, 13(7): 24-25.
- [5] 罗余文. 金果榄佐治外感发热 34 例疗效观察 [J]. 中国中医急症, 2009, 18(4): 522.
- [6] 朱红梅. 金果榄的研究进展 [J]. 中国民族民间医药杂

- 志, 2001, 10(2): 75-76.
- [7] 孙济平, 胡期丽, 胡奇志, 等. 民族药金果榄等组方牙痛舒宁口含滴丸的研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2012, 18(7): 37-38.
- [8] 冯世鑫, 闫志刚. 中药材金果榄生产研究现状 [J]. 热带农业科学, 2021, 41(6): 38-43.
- [9] 卢丽洁, 吴清华, 周永峰, 等. 金果榄化学成分和药理作用研究进展及其质量标志物 (Q-Marker) 预测分析 [J]. 中草药, 2022, 53(19): 6245-6257.
- [10] Xiang Q Y, Hashi Y, Chen Z L. Simultaneous detection of eight active components in *Radix Tinosporae* by ultra high performance liquid chromatography coupled with electrospray tandem mass spectrometry [J]. *J Sep Sci*, 2016, 39(11): 2036-2042.
- [11] Liu Y K, Zhou W, Mao Z K, *et al.* Analysis of six active components in *Radix Tinosporae* by nonaqueous capillary electrophoresis with mass spectrometry [J]. *J Sep Sci*, 2017, 40(23): 4628-4635.
- [12] Yang Y, Yan L, Lin Y, *et al.* Separation and determination of major bioactive components in *Radix Tinosporae* by gradient pressurized capillary electrochromatography [J]. *J Liq Chromatogr Relat Technol*, 2007, 30(18): 2669-2679.
- [13] 邹德平, 曹灵, 陈秋. 蜕皮素药理作用研究进展 [J]. 中国新药杂志, 2008, 17(5): 371-374.
- [14] 秦雪梅, 孔增科, 张丽增, 等. 中药材“辨状论质”解读及商品规格标准研究思路 [J]. 中草药, 2012, 43(11): 2093-2098.
- [15] 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.
- [16] 向缅, 王洪苏, 周先建, 等. 金果榄色泽与化学成分含量的相关性研究 [J]. 中药材, 2022, 45(11): 2680-2685.
- [17] 陈诗, 陈盛虎, 王云龙, 等. 基于“辨状论质”木瓜性状与主要成分含量的相关性研究 [J]. 中南民族大学学报: 自然科学版, 2024, 43(3): 332-337.
- [18] 吴先昊, 邓绍勇, 王小青, 等. 栀子果实性状、化学成分与其消炎利胆作用的关系研究 [J]. 中草药, 2021, 52(23): 7229-7235.
- [19] 胡静, 唐小慧, 饶梓静, 等. 西红花色泽与化学成分含量的相关性分析 [J]. 中药材, 2018, 41(8): 1918-1922.
- [20] 何晓凤, 王露露, 张晶. 基于色度学原理的颜色分析方法在药物研究领域的应用概况 [J]. 药物分析杂志, 2018, 38(9): 1471-1475.
- [21] Cui Y X, Liu R X, Lin Z Z, *et al.* Quality evaluation based on color grading: Quality discrimination of the Chinese medicine corni fructus by an E-eye [J]. *Sci Rep*, 2019, 9(1): 17006.
- [22] 王文雪, 都晓伟, 侯冰妍, 等. 基于“辨状论质”理论对南柴胡外观性状与内在质量的相关性研究 [J]. 中国中药杂志, 2023, 48(7): 1815-1823.
- [23] 刘杰, 徐佳, 杨瑶璐, 等. 基于色度分析原理的防风有效成分含量与颜色值相关性研究 [J]. 现代中药研究与实践, 2015, 29(2): 20-25.
- [24] 梁敬妮, 李阳, 由金文, 等. 基于“辨状论质”结合熵权法的厚朴药材质量等级研究 [J]. 中国现代中药, 2023, 25(10): 2171-2178.
- [25] 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.
- [26] 《四川中药志》协作编写组编. 四川中药志 (第 1 卷) [M]. 成都: 四川人民出版社, 1979: 171-172.

[责任编辑 时圣明]