DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.06.029

基于形态与成分相统一的白术药材及饮片质量分级标准研究

陈妤恬[1,2],张哲雯[2,3],陈磊[1,2],叶宇[1,2],竹炳[1,2],方可儿[1,2],刘晓昱[4],杜伟锋[1,2,3]
(1. 浙江中医药大学药学院,浙江 杭州 311402;2. 浙江中医药大学中药炮制技术研究中心,浙江 杭州 311401;
3. 浙江中医药大学中药饮片有限公司,浙江 杭州 311401;4. 杭州市中医院,浙江 杭州 310021)

摘要:目的 基于外在形态和内在质量建立白术药材及饮片的质量分级标准。方法 对白术药材及饮片的外在形态和内在质量分别测定,分析外在形态与内在质量指标间的相关性。随后基于外在形态对白术药材与饮片分级,同时测定不同等级药材与饮片的内在质量。通过统计学分析,建立外在形态与内在质量相统一的质量分级标准。结果 白术药材的外在形态和内在质量进行相关性分析发现,长度和单个重量与挥发油含量、白术内酯总量和苍术酮含量呈显著正相关($P<0.05$)。以长度和单个重量划分白术药材等级,发现二等品与三等品的挥发油含量均与一等品差异有显著统计学意义($P<0.01$),且3个等级间苍术酮含量差异存在显著统计学意义($P<0.05$、$P<0.01$ 或 $P<0.000\ 1$)。因此将挥发油和苍术酮含量作为药材等级划分的定量指标。白术饮片的外在形态和内在质量进行相关性分析发现,长度与挥发油含量、白术内酯总量和苍术酮含量呈正相关。以长度指标划分白术饮片等级,发现两个等级间挥发油和苍术酮含量均有极显著统计学意义($P<0.000\ 1$)。因此将挥发油和苍术酮含量作为饮片等级划分的定量指标。结论 以外观形态指标中的长度、单个重量及内在质量指标中的白术内酯总量作为白术药材内外质量综合评价指标,以外观形态指标中的直径及内在质量指标中的白术内酯总量作为白术饮片内外质量综合评价指标,综合考虑市场实际情况,制定白术商品规格等级划分标准。

关键词:白术;外观性状;内在质量;质量分级;相关性
中图分类号:R284.1 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)06-0161-09

Study on Quality Grading Standard of Baizhu(Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) Medicinal Materials and Decoction Pieces Based on Unity of Morphology and Composition

CHEN Yutian[1,2], ZHANG Zhewen[2,3], CHEN Lei[1,2], YE Yu[1,2],
ZHU Bing[1,2], FANG Keer[1,2], LIU Xiaoyu[4], DU Weifeng[1,2,3]
(1. School of Pharmaceutical Sciences, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 311402, Zhejiang, China;
2. Research Center of TCM Processing Technology, Zhejiang Chinese Medical University, Hangzhou 311401, Zhejiang, China;
3. Zhejiang Chinese Medical University Chinese Medicine Yinpian Co., Ltd., Hangzhou 311401, Zhejiang, China;
4. Hangzhou Hospital of Traditional Chinese Medicine, Hangzhou 310021, Zhejiang, China)

Abstract: *Objective* Based on the external morphology and internal quality, the quality grading standards of Baizhu(Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) medicinal materials and decoction pieces were established. *Methods* The external morphology and internal quality of Baizhu(Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) medicinal materials and decoction pieces were measured respectively, and the correlation between external morphology and internal quality indexes was analyzed. Then, the medicinal materials and decoction pieces of Baizhu(Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) were graded based on the external morphology, and the internal quality of different grades of medicinal materials and decoction pieces was determined. Through statistical analysis, the quality grading standard of the unity of external form and internal quality was established. *Results* The correlation analysis of the external morphology and internal quality of Baizhu(Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) showed that the length and single weight were significantly positively correlated with the content of volatile oil, the total amount of atractylenolide and the content of atractylone($P<0.05$). The grade of Baizhu(Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) was divided by length and single weight. It was found that the volatile oil content of second-class and third-class products was significantly different from that of first-class products($P<0.01$), and there was a significant difference in atractylon content among the three grades($P<0.05$, $P<0.01$ or $P<0.000\ 1$). Therefore, the contents of volatile oil and atractylon was used as a quantitative index for the classification of me-

基金项目:国家中医药管理局科技司-浙江省中医药管理局共建科技计划重大项目(GZY-ZJ-KJ-24040);国家发展改革委-国家中医药管理局-国家中药标准化项目(ZYBZH-Y-ZY-45);杭州市农业与社会发展科研重点项目(202204A06)
作者简介:陈妤恬(1999-),女,江苏江阴人,硕士在读,研究方向:中药炮制及质量控制。
通讯作者:刘晓昱(1980-),女,浙江杭州人,主任药师,硕士研究生导师,研究方向:中药新剂型的开发。E-mail:liuxiaoyuhz@163.com。
杜伟锋(1984-),男,河北任县人,副研究员,硕士研究生导师,研究方向:中药炮制及质量控制。E-mail:duweifeng_200158@sohu.com。

dicinal materials. The correlation analysis of the external morphology and internal quality of Baizhu (Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) showed that the length was positively correlated with the content of volatile oil, the total amount of atractylenolide and the content of atractylon. The grade of Baizhu (Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) decoction pieces was divided by length index, and it was found that the contents of volatile oil and atractylon were statistically significant between the two grades ($P < 0.000\ 1$). Therefore, the content of volatile oil and atractylon was used as a quantitative index for the classification of decoction pieces. *Conclusion* The length, single weight and total amount of atractylenolide in the internal quality index of the appearance shape index were used as the comprehensive evaluation index of the internal and external quality of Baizhu (Atractylodis Macrocephalae Rhizoma). The diameter in the appearance shape index and the total amount of atractylenolide in the internal quality index were used as the comprehensive evaluation index of the internal and external quality of Baizhu (Atractylodis Macrocephalae Rhizoma). Considering the actual situation of the market, the classification standard of Baizhu (Atractylodis Macrocephalae Rhizoma) commodity specifications was formulated.

Keywords: Baizhu (Atractylodis Macrocephalae Rhizoma); appearance traits; internal quality; quality grading; correlation

中药白术为菊科苍术属植物白术 *Atractylodes macrocephala* Koidz. 的干燥根茎，最早记载于《神农本草经》，被列为上品[1]。白术是“浙八味”之一，素有“十方九术”之称，是中医临床上常用的补益药，被誉为“脾脏补气第一要药”。其味甘，性温，归脾、胃两经，能起到补气健脾、燥湿利水、止汗、安胎的功效[2]，广泛用于治疗脾胃虚弱、食少便溏、腹胀泄泻、痰饮眩晕、水肿、自汗、胎动不安等病症。现代药理学研究揭示了白术及其主要活性成分在多个领域的临床应用价值，包括胃肠道调节[3]、泌尿系统调节[4]、免疫增强[5]、神经功能改善[6]、抗肿瘤[7]、抗炎[8]、降血糖[9]、降血脂[10]等。

中药材和饮片的质量受多种因素影响，包括其原生物种的多样性、地理环境、气候条件、土壤类型以及炮制、加工和储藏过程中的环境因素[11-13]。农药的使用也进一步加剧了中药材质量控制的难度，导致药材的外在形态特征和质量发生较大变化[14]。2016年，国家中医药管理局开展了中药标准化项目，旨在解决中药材种植、中药饮片制备，以及中成药生产过程中所面临的技术规范和标准缺失问题，通过完善和修订相关标准，加强了中药产品的监管、鉴别和鉴定方法，从而确保了用药的安全性和有效性[15]。然而，目前2020年版《中华人民共和国药典》[1]中制定了药材及饮片的质量标准，但也仅有合格标准，不能确定等级优劣。

《76种药材商品规格标准》[16]中将白术按照形状、颜色、味道、个头、品质等分为4个等级。但是，随着中药生长环境和种植技术的改变，白术的外在形态也发生变化，按照之前以性状为主的分级方法难以区分药材质量。即传统的质量分级标准已不能完全符合当前的市场情况，而市场约定俗成的“标准”也尚未统一，导致市场中药材与饮片的质量等级混乱[17]。多数中药饮片不管品质好坏，一律混卖，使得优质饮片难以脱颖而出[18]。如今，中药材商品规格等级研究多采用性状和质量相结合的方法建立等级划分标准，如郁金[19]、黄芪[20]、白芷[21]等。因此，本研究基于白术药材和饮片的外在形态与内在质量，采用相关性分析方法，寻找与内在质量呈正相关的外在形态指标，建立外在形态与内在质量相统一的药材和饮片质量分级标准，为白术药材与饮片的质量分级标准建立奠定研究基础。

1 仪器与材料

1.1 仪器

U3000高效液相色谱仪（Thermo公司，美国），配置包括四元梯度泵、在线真空脱气机、自动进样器、恒温柱温箱、DAD检测器，变色龙色谱数据工作站；CM-5型分光测色仪（日本柯尼卡美能达有限公司）；挥发油提取器（四川蜀牛玻璃仪器有限公司）；DFD-700电热恒温水浴锅（天津市泰斯特仪器有限公司）；KQ-500DB数控超声波清洗器（昆山超声仪器有限公司）；NT-xs105电子分析天平（0.01 mg，METTLER TOLEDO，瑞典）。

1.2 试剂

白术内酯Ⅰ（纯度：99.99%，批号：110713-201814）、白术内酯Ⅱ（纯度：99.9%，批号：110732-201913）、白术内酯Ⅲ（纯度：99.9%，批号：110853-201805）均购自中国食品药品检定研究院。HPLC级甲醇购自美国Tedia公司；分析级甲醇、乙醇购自广东光华科技有限公司；纯净水购自杭州娃哈哈集团有限公司。

1.3 样品

本研究共收集到浙产白术药材30批，经浙江中医药大学杜伟锋教授鉴定来源为菊科苍术属植物白术 *Atractylodes macrocephala* Koidz. 的干燥根茎。由浙江中医药大学中药饮片有限公司制备成延续性的生白术饮片和麸炒白术饮片各30批，样品保存于浙江中医药大学中药饮片有限公司中药炮制研究中心药材室中。信息见表1。

2 方法与结果

2.1 外观性状测定

2.1.1 药材 样品按照四分法取样，随机挑选每份样品测定块根数≥10个，取其平均值；同时测定每份样品的1 kg块根数。块根长度的测定是用游标卡尺测量头部至尾部的实际距离（分段测量后求和），尾部直径的测定是用游标卡尺测量白术根末端两侧膨大间直径，测量精确至0.01 mm。单个块根重量的测量精度为0.01 g。

鉴于白术药材根茎的形态特征，如“蛙形”“鸡腿形”“如意状”等在市场上被视为优质特征[22]，因此本研究在测量的4个指标的基础上又增加了宽长比值（尾部直径/长度）指标，共计5个外观性状量化指标。测定结果见插页XXXI图1A。

2.1.2 饮片 样品按照四分法取样，每个批次测定饮片数≥30个，取其平均值；同时测定每批样品的100 g片数。长度的测定是用游标卡尺测量头部至尾部的实际距离，宽度的测定是用游标卡尺测量饮片两侧膨大间长度，测量精确至0.01 mm。单个饮片重量的测量精度为0.1 g。各批次饮片性状结果见插页XXXI图1B和插页XXXI图1C。

2.2 浸出物测定

取供试品约2 g，精密称定，置250 mL的锥形瓶中，精密加

60% 乙醇 50 mL,密塞,称定重量,静置 1 h 后,连接回流冷凝管,加热至沸腾,并保持微沸 1 h。放冷后,取下锥形瓶,密塞,再称定重量,用 60% 乙醇补足减失的重量,摇匀,用干燥滤器滤过,精密量取滤液 25 mL,置已干燥至恒重的蒸发皿中,在水浴上蒸干后,于 105 ℃干燥 3 h,置于干燥器中冷却 30 min,迅速精密称定重量。除另有规定外,以干燥品计算供试品中醇溶性浸出物的含量(%)。根据测定的结果,发现有两批药材浸出物及对应的饮片浸出物不符合药典标准(浸出物 > 35.0%),具体批次为 BZYC-09、BZYC-19、SYP-09、SYP-19、FCYP-09、FCYP-19。由插页XXⅢ图 2 分析发现,仅麸炒白术浸出物含量显著高于药材($P<0.05$),推测可能与炮制辅料蜜麦麸炒制相关。

表 1 白术药材和饮片样品信息

药材编号	生饮片编号	麸炒饮片编号	产地
BZYC-01	SYP-01	FCYP-01	浙江省磐安县
BZYC-02	SYP-02	FCYP-02	浙江省磐安县
BZYC-03	SYP-03	FCYP-03	浙江省磐安县
BZYC-04	SYP-04	FCYP-04	浙江省磐安县
BZYC-05	SYP-05	FCYP-05	浙江省磐安县
BZYC-06	SYP-06	FCYP-06	浙江省磐安县
BZYC-07	SYP-07	FCYP-07	浙江省磐安县
BZYC-08	SYP-08	FCYP-08	浙江省天台县
BZYC-09	SYP-09	FCYP-09	浙江省新昌县
BZYC-10	SYP-10	FCYP-10	浙江省磐安县
BZYC-11	SYP-11	FCYP-11	浙江省磐安县
BZYC-12	SYP-12	FCYP-12	浙江省磐安县
BZYC-13	SYP-13	FCYP-13	浙江省磐安县
BZYC-14	SYP-14	FCYP-14	浙江省磐安县
BZYC-15	SYP-15	FCYP-15	浙江省天台县
BZYC-16	SYP-16	FCYP-16	浙江省新昌县
BZYC-17	SYP-17	FCYP-17	浙江省磐安县
BZYC-18	SYP-18	FCYP-18	浙江省磐安县
BZYC-19	SYP-19	FCYP-19	浙江省磐安县
BZYC-20	SYP-20	FCYP-20	浙江省磐安县
BZYC-21	SYP-21	FCYP-21	浙江省磐安县
BZYC-22	SYP-22	FCYP-22	浙江省新昌县
BZYC-23	SYP-23	FCYP-23	浙江省仙居县
BZYC-24	SYP-24	FCYP-24	浙江省天台县
BZYC-25	SYP-25	FCYP-25	浙江省新昌县
BZYC-26	SYP-26	FCYP-26	浙江省新昌县
BZYC-27	SYP-27	FCYP-27	浙江省天台县
BZYC-28	SYP-28	FCYP-28	浙江省天台县
BZYC-29	SYP-29	FCYP-29	浙江省天台县
BZYC-30	SYP-30	FCYP-30	浙江省天台县

注:BZYC 为白术药材,SYP 为生饮片,FCYP 为麸炒饮片。

2.3 色度测定

采用 CM-5 型分光测色仪测定各批次白术药材和饮片的色度。光源为脉冲氙灯,光源标准观察角度 8°,测量口径∮30 mm,测量波长范围为 360~740 nm,重复性标准偏差△E^*ab 在 0.07 以内,采用 SCE 反射光模式进行测定。样品粉碎(过 5 号筛),各取 2 g 放入检测皿中,重复测定色度 3 次,以均数为最终测定结果。根据公式计算总色值,$Eab^* = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$。其中,$E^*$为物体的总色值,$L^*$为亮度值,$a^*$为红绿色度坐标,$b^*$为黄蓝色度坐标。如插页XXⅢ图 2 结果可知白术在炮制过程中颜色逐渐加深,且差异有统计学意义($P<0.01$)。

2.4 挥发油含量测定

取供试品称定重量(准确至 0.01 g),置烧瓶中,加 10 倍量水与玻璃珠数粒,振摇混合后,连接挥发油测定器与回流冷凝管。自冷凝管上端加水使充满挥发油测定器的刻度部分,并溢流入烧瓶时为止。置电热套中缓缓加热至沸,并保持微沸约 6 h,至测定器中油量不再增加,停止加热,放置片刻,开启测定器下端的活塞,将水缓缓放出,至油层上端到达刻度 0 线上面 5 mm处为止。放置 1 h 以上,再开启活塞使油层下降至其上端恰与刻度 0 线平齐,读取挥发油量,并计算供试品中挥发油的含量(%),结果见表 2。

表 2 药材挥发油含量结果

编号	浸出物/(%)	编号	浸出物/(%)	编号	浸出物/(%)
BZYC-01	1.00	BZYC-11	2.00	BZYC-20	0.50
BZYC-02	0.64	BZYC-12	2.20	BZYC-21	1.22
BZYC-03	1.04	BZYC-13	1.40	BZYC-22	1.24
BZYC-04	0.50	BZYC-14	1.00	BZYC-23	0.70
BZYC-05	1.00	BZYC-15	1.84	BZYC-24	1.36
BZYC-06	0.94	BZYC-16	1.24	BZYC-25	1.14
BZYC-07	1.70	BZYC-17	2.04	BZYC-26	0.84
BZYC-08	1.14	BZYC-18	1.00	BZYC-27	1.04
BZYC-09	1.10	BZYC-19	1.62	BZYC-28	1.00
BZYC-10	1.40	BZYC-20	1.44	BZYC-29	0.90

2.5 含量测定

2.5.1 色谱条件 流动相为 0.1% 磷酸水(A)和乙腈(B);色谱柱:ZORBAX Eclipse Plus-C_{18} Analytical 4.6 mm×250 mm 5-Micron;柱温 25 ℃;检测波长:白术内酯Ⅰ(λ=276 nm),白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ(λ=220 nm),苍术酮(λ=200 nm),梯度洗脱时间见表 3。

表 3 梯度洗脱

时间/(min)	B/(%)	流速/(mL/min)
0.0	40	1.0
1.0	55	1.0
6.0	33	1.0
7.0	68	1.0
14.0	68	1.0
15.0	80	1.0
19.0	85	1.0
20.0	90	1.0
20.1	90	0.6
40.0	90	0.6
40.1	40	1.0

2.5.2 对照品溶液制备 精密称取白术内酯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和苍术酮标准品适量,置于 25 mL 容量瓶,用甲醇溶液定容,即得浓度 163.28、95.80、143.03、404.74 μg/mL 的混合对照品溶液。

2.5.3 供试品溶液的制备 测定用样品过 3 号筛,取白术粉末 1 g,精密称定,置于 50 mL 锥形瓶中,加入甲醇 25 mL,密塞,称定重量,超声 30 min,取出锥形瓶,再称定重量,用甲醇补足减失的重量,摇匀,离心,取上清液,即得供试品溶液。

2.5.4 方法学考察 (1)线性:精密移取白术内酯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和苍术酮的标准品储备液,加甲醇逐级稀释成不同浓度梯度的混合标准品溶液,按照上述色谱条件进样,以浓度为(x,μg/mL)为横坐标,以峰面积(y,mAU×min)为纵坐标,绘制标准曲

线，得回归方程。

（2）精密度考察：精密移取白术内脂Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和苍术酮的标准品储备液，配制成一定浓度的混合标准品溶液，按照上述色谱方法，连续进样6针，记录各峰面积（mAU × min）和保留时间（min），并计算RSD值。

（3）稳定性考察：精密称取同一批白术药材样品，按照上述供试品制备方法制备，按照上述色谱条件进样，分别在0、2、4、8、12、24、48 h各进样一次，记录各峰面积和保留时间，计算RSD值。

（4）重复性考察：取白术药材样品，按照上述供试品溶液的制备方法制备，按照上述色谱条件进样，记录各峰面积和保留时间，计算RSD值。

（5）加样回收考察：取同一批白术样品，按照高、中、低比例（50%、100%、150%）加入标准品白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ和苍术酮，按照上述供试品溶液的制备方法制备，并按照上述色谱条件进样，记录峰面积和保留时间，计算加样回收率并计算RSD值。

由表4可知，本研究建立的HPLC方法用于同时测定白术中4种特征成分的含量。仪器精密度、样品稳定性及方法的重复性和加样回收均良好，且浓度与峰面积线性关系良好。供试品与对照品的色谱图见插页XXXⅠ图3。

2.5.5 含量测定结果 分别测定白术药材与饮片中白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ和苍术酮的含量。对药材、生白术与麸炒白术中的各成分含量进行分析，结果如插页XXXⅠ图4所示。结果表明仅白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅲ和白术内酯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ总含量具有统计学意义。其中，白术内酯Ⅰ的含量由大到小的排序是生白术 > 麸炒白术 = 药材，白术内酯Ⅲ的排序是生白术 = 麸炒白术 > 药材，白术内酯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ总含量的排序是生白术 = 麸炒白术 ≥ 药材。综上，白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅲ和白术内酯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ总含量在白术炮制后含量增加。

2.6 药材与饮片分级标准研究

2.6.1 药材分级标准研究 （1）外观性状与内在质量相关性分析：将药材的外观性状指标（长度、底部直径、长宽比、单个重量和1 kg块根数）、内在质量指标（浸出物、挥发油、白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ、白术内酯总量、苍术酮和4个成分总量）进行相关性分析，结果如插页XXXⅡ图5所示。结果表明，1 kg块根数与长度、底部直径、宽长比值和单个重量均呈显著负相关。单个重量与长度、底部直径和宽长比值呈显著正相关。长度除了与底部直径和单个重量外，与挥发油、苍术酮和4个成分总量均呈显著正相关。浸出物与长度、挥发油和4个成分重量呈显著负相关。苍术酮含量与长度、挥发油和4个成分总量呈显著正相关，与宽长比值呈负相关。白术内酯总量与白术内酯Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ和4个成分总量均呈显著正相关。4个成分总量与长度、白术内酯Ⅰ、苍术酮、白术内酯总量和挥发油含量均呈显著正相关，与浸出物呈显著负相关。

综上，选择外观性状指标——长度和单个重量，进行药材分级，并以挥发油含量、白术内酯总量和苍术酮含量作为评价指标，开展白术药材分级标准的研究。

（2）挥发油含量测定：挥发油的测定方法同“2.3”项下方法测定不同等级药材中挥发油的含量，结果见插页XXXⅡ图6。研究发现二等品与三等品的挥发油含量均与一等品之间差异有显著统计学意义（$P<0.01$），而二等品与三等品间差异无统计学意义（$P>0.05$）。因此认为可将挥发油含量作为药材等级划分的定量指标。

（3）白术内酯和苍术酮含量测定：含量测定方法同“2.5”项下方法，测定不同等级药材中白术内酯和苍术酮的含量，结果见插页XXXⅡ图7。研究发现，组间白术内酯的含量差异较大，差异无统计学意义（$P>0.05$）；而3个等级的苍术酮含量差异均有统计学意义（$P<0.05$，$P<0.01$ 或 $P<0.000\ 1$）。因此认为可将苍术酮含量作为药材等级划分的定量指标。

2.6.2 饮片分级标准研究 （1）外观性状与内在质量相关性分析：将饮片的外观性状指标（长度、宽度、长宽比、单片重量和100 g片数）、内在质量指标（浸出物、白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ、白术内酯总量、苍术酮和4个成分总量）进行相关性分析，结果如插页XXXⅡ图8所示。结果表明，单片重量与长度、宽度、浸出物呈显著正相关（$P<0.05$ 或 $P<0.001$），与长宽比、100 g片数和苍术酮含量呈显著负相关（$P<0.05$ 或 $P<0.001$）。长度与宽度呈显著正相关（$P<0.001$），与100 g片数呈显著负相关（$P<0.001$）。宽度与长宽比和100 g片数呈显著负相关（$P<0.001$）。浸出物与单片重量呈显著正相关（$P<0.05$），与白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ、白术内酯总量、苍术酮和4个成分总量均呈显著负相关（$P<0.05$ 或 $P<0.001$）。白术内酯Ⅰ与白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ、白术内酯总量和4个成分总量均呈显著正相关（$P<0.001$）。苍术酮含量与4个成分总量均呈显著正相关（$P<0.001$）。4个成分总量与白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ、白术内酯总量和苍术酮含量均呈显著正相关（$P<0.01$ 或 $P<0.001$）。

综上，选择外观性状指标——长度，进行饮片分级，并以白术内酯总量和苍术酮含量作为评价指标，并增加药材分级指标挥发油含量的测定，开展白术饮片分级标准的研究。

（2）挥发油含量测定：挥发油的测定方法同“2.3”项下方法测定不同等级饮片中挥发油的含量，结果见插页XXXⅢ图9。研究发现生品和麸炒品两个等级间均有统计学意义（$P<0.000\ 1$）。因此认为可将挥发油含量作为两种饮片等级划分的定量指标。

（3）白术内酯和苍术酮含量测定：含量测定方法同“2.5”项下方法，测定不同等级药材中白术内酯和苍术酮的含量，结果见插页XXXⅢ图10。研究发现组间白术内酯的含量差异较大，差异无统计学意义（$P>0.05$）；苍术酮的含量差异均有统计学意义（$P<0.000\ 1$）。因此认为可将苍术酮含量作为饮片

表4 方法学结果

成分	线性方程	相关系数（R）	线性范围/（μg/mL）	精密度 RSD/（%）	重复性 RSD/（%）	稳定性 RSD/（%）	加样回收率（$\bar{x}\pm s$）
白术内酯Ⅰ	y = 0.567 6x + 0.067 2	0.999 9	0.51 ~ 16.33	0.15	0.87	0.83	102.21 ± 5.16
白术内酯Ⅱ	y = 1.178 3x − 0.073 1	0.999 2	0.30 ~ 9.58	0.17	1.55	0.86	97.39 ± 1.83
白术内酯Ⅲ	y = 0.502 4x + 0.143 3	0.999 5	0.45 ~ 14.30	0.38	2.12	0.91	98.52 ± 3.13
苍术酮	y = 0.334 2x + 1.082 2	0.999 9	12.65 ~ 404.74	0.08	2.07	0.75	97.59 ± 2.37

等级划分的定量指标。

2.7 质量分级量表

考虑到市场现状及确保商品规格等级标准的市场适应性和操作便捷性,本研究根据外在形态和内在质量初步制定了白术药材3个等级即一等、二等和三等,及白术、麸炒白术饮片2个等级即一等、二等。外在形态与内在质量均呈正相关,药材和饮片的质量分级量表见表5-表7。

表5 白术药材质量分级量表

项目	长度/(mm)	单个质量/(g)	挥发油	苍术酮含量/(g/g)
一等	≥70	≥30	≥0.8%	≥0.690%
二等	≥50	≥15	≥0.3%	≥0.560%
三等	≥40	≥5	≥0.3%	≥0.530%

表6 生白术饮片质量分级量表

项目	长度/(mm)	挥发油	苍术酮含量/(g/g)
一等	20~50	≥1.1%	≥0.580%
二等	15~70	≥1.0%	≥0.550%

表7 麸炒白术饮片质量分级量表

项目	长度/(mm)	挥发油	苍术酮含量/(g/g)
一等	20~50	≥1.2%	≥0.560%
二等	15~70	≥0.9%	≥0.540%

3 讨论

传统中药鉴别方法主要基于“辨状论质”理论,通过观察、触摸、嗅闻和品尝等手段来评估中药的性状(包括形、色、气和味)。例如,如白术药材以“凤头鹤颈”者为佳[23]。白术饮片以大、色泽黄棕、有放射状纹理、香味浓郁为佳[24]。然而,这些方法高度依赖个人经验,主观性强,且难以量化,导致在实际应用中存在一定的局限性[25]。现代技术能够将传统鉴别中的主观描述(如个大、体质量、气香、颜色等)转化为具体的数值指标(如长度、直径、重量、色度值、响应值等),从而提供更加准确和客观的测量结果,可有效地解决中药及饮片分级过程中存在的主观性强、重复性差等问题,从而提升中药质量分级标准的科学性和有效性[26]。综上,本研究参照1984年版《七十六种药材商品规格标准》和2017年版《200种中药材商品电子交易规格等级标准》,以白术药材根茎“蛙形”“鸡腿形”“如意状”等特征,以长度、底部直径、单个重量、1 kg块根数及宽长比值(底部直径/长度)为评价指标,对白术药材进行质量评价;以长度、宽度、长宽比、单片重量和100 g片数为评价指标,对白术饮片及其炮制品饮片进行质量评价。

白术化学成分主要有倍半萜、多糖、聚乙炔、香豆素、苯丙素、黄酮、黄酮苷、苯醌、甾体等化合物,挥发性成分包括倍半萜和内酯类等,其中苍术酮和白术内酯类成分含量最高[27]。苍术酮作为主要药效物质,具有抗肿瘤、降压、抗炎、镇痛、保肝、抗流感、除螨等多种药理作用[28]。挥发油为白术抗炎的主要药效成分,广泛存在于根茎中,临床应用价值较高[29]。研究发现,生白术具有利水消肿、健脾燥湿的功效,麸炒后更加温和且健脾和胃作用增强[30]。由此猜测,白术炮制后其挥发油组分和主要成分含量发生了变化。因此,本研究主要探究了白术药材和饮片的浸出物、挥发油和白术特征成分白术内酯Ⅰ、白术内酯Ⅱ、白术内酯Ⅲ、苍术酮含量等内在质量指标。

张雪等[31]采用了外在形态与内在质量相结合的方式建立了玄参的质量分级标准。本研究采用了相同方法对白术药材与饮片的分级标准进行研究。通过分析外在形态和内在质量指标的相关性,并选择正相关指标作为质量分级的指标。基于长度和单个重量对药材进行初步分级,取不同等级的样品测定其中的挥发油和白术特征成分含量。经过统计分析发现,二等品与三等品的挥发油含量均与一等品有显著差异,且3个等级的苍术酮含量均有统计学意义。因此,将挥发油和苍术酮含量可作为药材的内在质量指标。同样对白术饮片的外在形态和内在质量指标进行相关性分析,最终以长度指标对饮片进行初步的药材等级划分。进一步测定不同等级生白术饮片和麸炒白术饮片中挥发油和特征成分的含量,发现同样是挥发油和苍术酮含量在不同等级间呈显著差异。因此,同样将挥发油和苍术酮含量可作为药材的内在质量指标。

本研究将外在形态和内在质量结合,实现真正的“辨状论质”,能够更好地满足消费者对高品质药材的需求,同时也为中药的商业流通和贸易提供了可靠的质量保障,但尚未对不同等级的药材与饮片进行药效学验证。后续将会进一步结合脾虚泄泻动物模型,探究白术止泻效果差异,优化白术药材及饮片的质量分级标准。建立外在形态、内在质量与生物活性三者相结合的质量分级标准,对于衡量道地药材和饮片的品质更具说服力,也为临床实践中白术的应用提供了科学依据和参考价值。

参考文献

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2020:107-108.
[2] 陈静,窦德强. 白术性味化学研究[J]. 中药材,2019,42(7):1702-1708.
[3] 赵薇,郝彦伟,张怡,等. 白术及其复方治疗炎症性肠病的研究进展[J]. 中草药,2024,55(23):8278-8289.
[4] SATOH K,NAGAI F,USHIYAMA K,et al. Specific inhibition of Na^+,K^+-ATPase activity by atractylon,a major component of byaku-jutsu,by interaction with enzyme in the E2 state[J]. Biochem Pharmacol,1996,51(3):339-343.
[5] HU W D,HUANG K Y,ZHANG L,et al. Immunomodulatory effect of Atractylodis macrocephala Koidz. polysaccharides *in vitro*[J]. Poult Sci,2024,103(1):103171.
[6] LIU G Q,XIE R Y,TAN Q W,et al. Pharmacokinetic study and neuropharmacological effects of atractylenolide Ⅲ to improve cognitive impairment *via* PI3K/AKT/GSK3β pathway in intracerebroventricular-streptozotocin rats[J]. J Ethnopharmacol,2024,333:118420.
[7] JIANG Y,GUO K B,WANG P P,et al. The antitumor properties of atractylenolides:molecular mechanisms and signaling pathways[J]. Biomed Pharmacother,2022,155:113699.
[8] 尹露莹,司金光,张海新,等. 白术化学成分及抗炎活性研究[J]. 中草药,2025,56(2):408-420.
[9] 李静亚,马国庆. 参苓白术散加减联合二甲双胍治疗2型糖尿病的研究综述[J]. 中医学,2023,12(11):3200-3205.
[10] LI B,CHEN X F,WU H S,et al. The anti-hyperlipidemia effect of *Atractylodes macrocephala* Rhizome increased HDL *via* reverse cholesterol transfer[J]. Heliyon,2024,10(7):e28019.
[11] 顾晨贤,赵雨金,徐静妍,等. 土壤改良剂联合木霉菌液缓解白术连作障碍及其根际微生态研究[J]. 浙江中医药大学学报,2024,48(9):1055-1062.
[12] 张娜. 中药质量控制研究进展[J]. 内蒙古中医药,2024,43(9):160-162.

DOI:10.13193/j.issn.1673-7717.2026.06.030

黄芪及其活性成分防治类风湿关节炎作用机制研究进展

胡文盈[1,2],李桓[2],王炳森[3],赵志娜[2],李松伟[2]
(1.河南中医药大学第一临床医学院,河南 郑州 450000;2.河南中医药大学第一附属医院,河南 郑州 450000;
3.河南省中医院,河南中医药大学第二附属医院,河南 郑州 450000)

摘要:黄芪作为补气要药,含有黄芪多糖、黄芪皂苷等多种活性成分,可通过多靶点、多途径发挥抗炎、抗氧化、免疫调节等多种药理作用,在类风湿关节炎防治中具有应用价值。含有黄芪的多种经典组方可以通过益气祛风、温经通络、除湿止痛等多方面的功效,对类风湿关节炎发挥显著治疗作用。通过对黄芪及其活性成分防治类风湿关节炎作用机制进行综述,有利于黄芪及其活性成分防治类风湿关节炎研究的进一步开展,并达到提高黄芪及其活性成分防治类风湿关节炎效果的目标。

关键词:类风湿关节炎;黄芪;活性成分;作用机制;研究进展
中图分类号:R285 **文献标志码**:A **文章编号**:1673-7717(2026)06-0166-04

Research Progress on Mechanism of Huangqi(Astragali Radix) and Its Active Ingredients in Prevention and Treatment of Rheumatoid Arthritis

HU Wenying[1,2],LI Huan[2],WANG Bingsen[3],ZHAO Zhina[2],LI Songwei[2]
(1. First Clinical School of Henan University of Chinese Medicine,Zhengzhou 450000,Henan,China;
2. The First Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine,Zhengzhou 450000,Henan,China;
3. Henan Provincial Hospital of Traditional Chinese Medicine,Second Affiliated Hospital of Henan University of Chinese Medicine,Zhengzhou 450000,Henan,China)

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81874465,81573952);河南省中医药科学研究专项课题重大专项(20-21ZYZD16);河南省科技计划联合基金项目(222301420089);河南省卫生健康委国家中医临床研究基地科研专项(2021JDZX2097)
作者简介:胡文盈(1994-),女,浙江宁波人,博士在读,研究方向:中医药防治风湿免疫疾病。
通讯作者:李松伟(1972-),男,河南许昌人,教授、主任医师,博士研究生导师,博士,研究方向:中医药防治风湿免疫疾病。

[13] 梁晟楠,张欢,张越,等. 中药饮片生产企业质量控制影响因素分析及对策研究[J]. 品牌与标准化,2025(1):80-82.
[14] 詹志来,黄璐琦,何雅莉,等. 中药材商品规格等级标准研制进展[C]//第十九届中国科协年会—分12 标准引领中医药学术创新发展高峰论坛论文集. 长春:中国中医科学院中药资源中心道地药材国家重点实验室培育基地,2017:39-40.
[15] 张哲雯,康显杰,葛卫红,等. 基于外观性状和内在质量相关联的白术药材等级划分研究[J]. 时珍国医国药,2024,35(2):372-375.
[16] 国家医药管理局,中华人民共和国卫生部. 76 种药材商品规格标准[S]. 北京:国家医药管理局,1984.
[17] 钱秀玉,聂黎行,戴忠,等. 中药质量等级评价研究进展[J]. 药物分析杂志,2019,39(10):1721-1737.
[18] 陈佳,程显隆,李明华,等. 中药材及饮片质量等级标准研究思路和方法[J]. 中国现代中药,2023,25(9):1847-1852.
[19] 陈志敏,权亮,周海婷,等. 郁金饮片分级标准研究[J]. 中国中药杂志,2018,43(22):4450-4456.
[20] 尚兴朴,欧阳罗丹,肖苏萍,等. 黄芪饮片质量评价和分级标准探讨[J]. 中国现代中药,2020,22(5):772-779.
[21] 王佳琪,罗婷,江宇勤,等. 白芷饮片等级标准初步研究[J]. 时珍国医国药,2020,31(6):1476-1480.
[22] 雷美艳,蒲盛才,杨天建,等. 不同产地白术 ITS2 条形码遗传多样性与关键农艺性状相关性分析[J]. 分子植物育种,2020,18(10):3294-33024.
[23] 赵佳琛,翁倩倩,张悦,等. 经典名方中术类药材的本草考证[J]. 中国中药杂志,2019,44(23):5248-5255.
[24] 张贵君. 中药鉴定学[M]. 2 版. 北京:科学出版社,2009:155-156.
[25] 肖玉洁,赵祥升,魏建和. 中药"辨状论质"理论的发展与应用"[J]. 药学前沿,2024,28(9):155-169.
[26] 陈倩萍,谢琦,李文艳,等. 中药材及其饮片质量等级标准研究进展与展望[J]. 上海中医药杂志,2023,57(1):87-95.
[27] 杨丹阳,于欢,吴晓莹,等. 白术化学成分及其生物活性研究进展[J]. 中华中医药学刊,2023,41(5):171-182.
[28] 陈天阳,张萍,成扬. 苍术酮含量测定方法、燥性及药理作用的研究进展[J]. 中成药,2022,44(6):1902-1905.
[29] 罗昭勇,余晓历,柳静蕾,等. 白术挥发油的化学成分及药理作用研究进展[J]. 中华中医药学刊,2024,42(9):189-198.
[30] 周云,盛云杰,李城燕,等. 白术中内酯成分及其质量评价的研究进展[J]. 中国现代应用药学,2024,41(8):1142-1150.
[31] 张雪,陈大霞,谭均,等. 玄参商品规格分级标准的研究[J]. 中药材,2021,44(4):887-892.

基于形态与成分相统一的白术药材及饮片质量分级标准研究

（正文见 161 – 166 页）

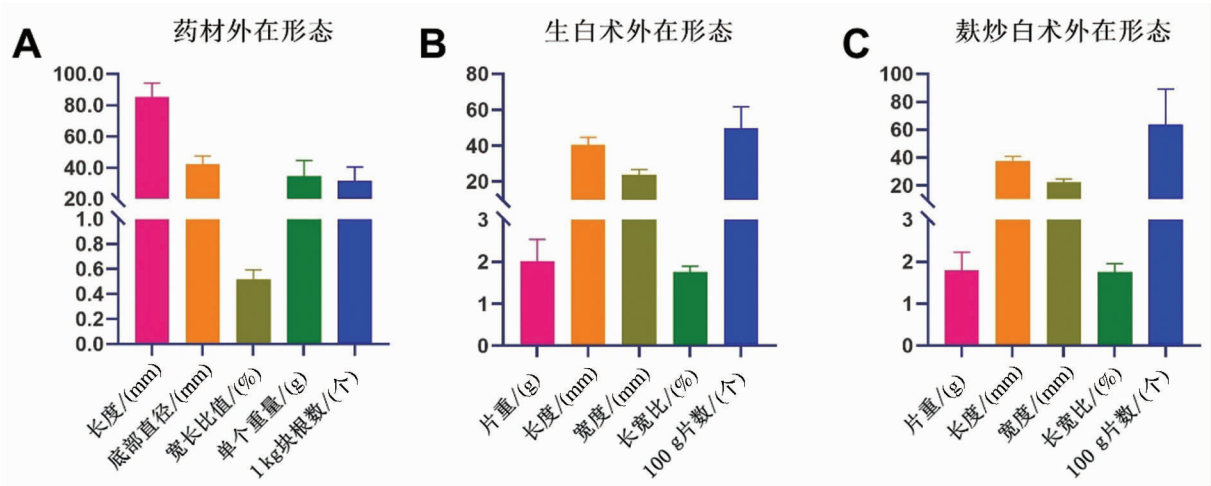
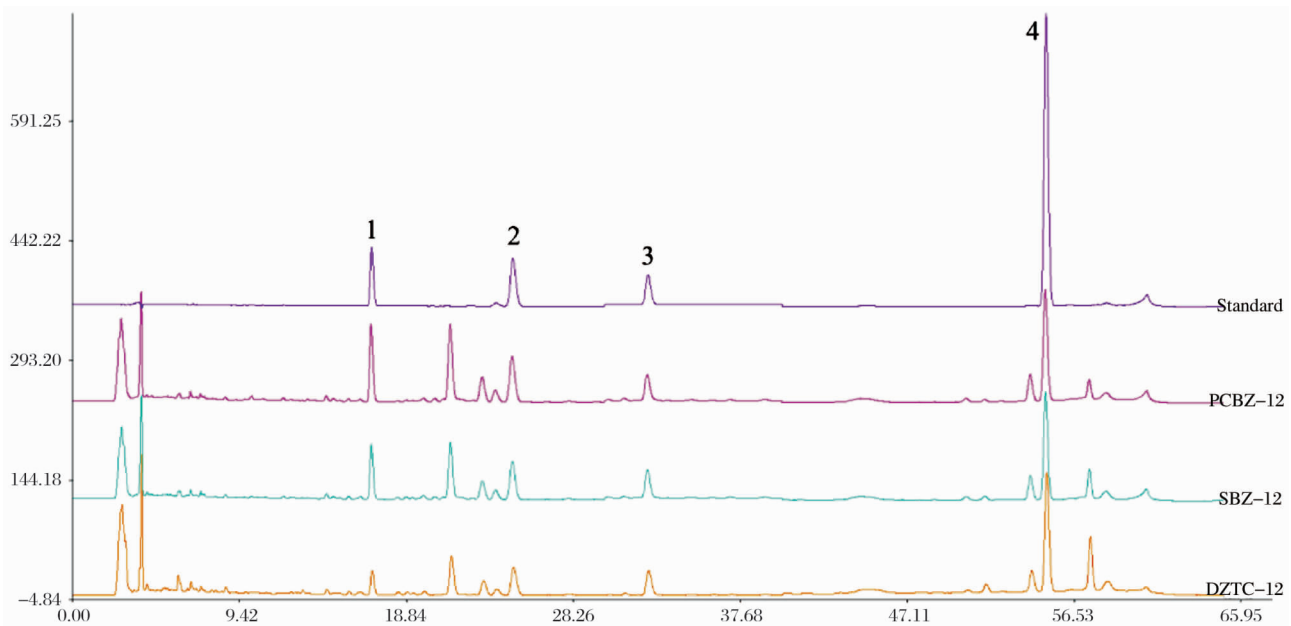
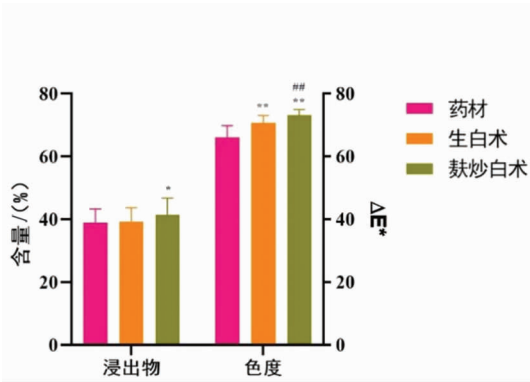


图 1　药材和饮片外在形态结果



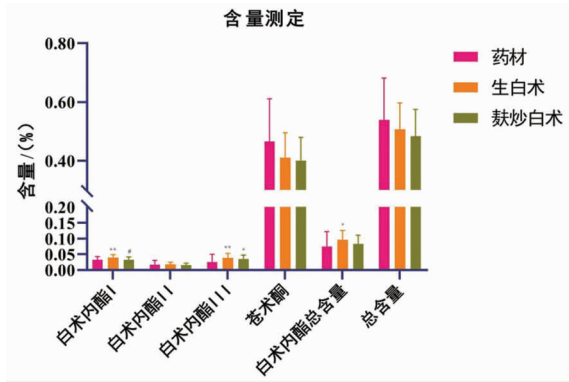
注：PCBZ – 12. 药材供试品溶液；SBZ – 12. 生白术供试品溶液；DZTC – 12. 麸炒白术供试品溶液；Standard. 对照品溶液；峰 1. 白术内酯Ⅲ；峰 2. 白术内酯Ⅱ；峰 3. 白术内酯Ⅰ；峰 4. 苍术酮。

图 3　对照品和供试品 HPLC 色谱图



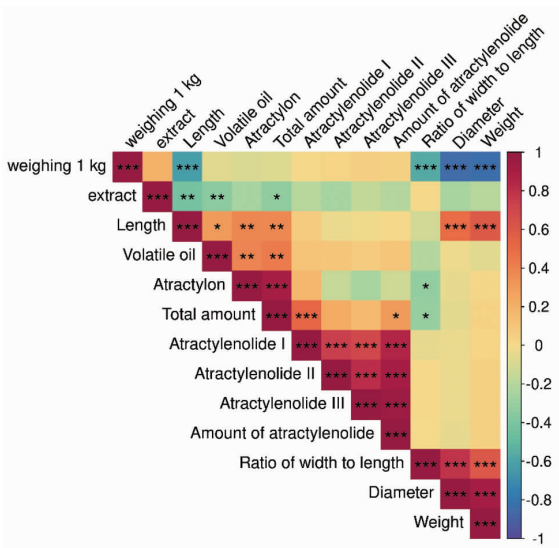
注：＊与药材比较，$P<0.05$；＊＊与药材比较，$P<0.01$；#与生白术比较，$P<0.05$；##与生白术比较，$P<0.01$。

图 2　药材与饮片浸出物与色度结果



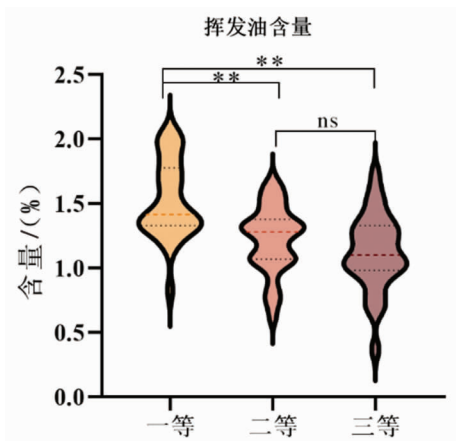
注：＊与药材比较，$P<0.05$；＊＊与药材比较，$P<0.01$；#与生白术比较，$P<0.05$；##与生白术比较，$P<0.01$。

图 4　白术药材与饮片含量测定结果



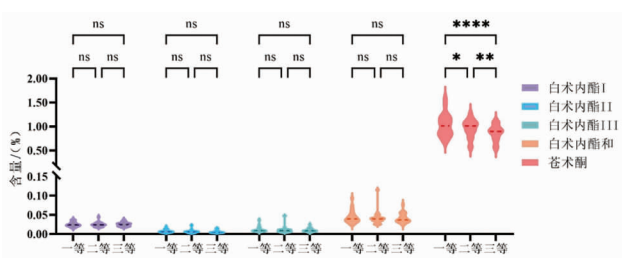
注：＊$P<0.05$；＊＊$P<0.01$；＊＊＊$P<0.001$。

图 5　药材外观性状与内在质量相关性分析



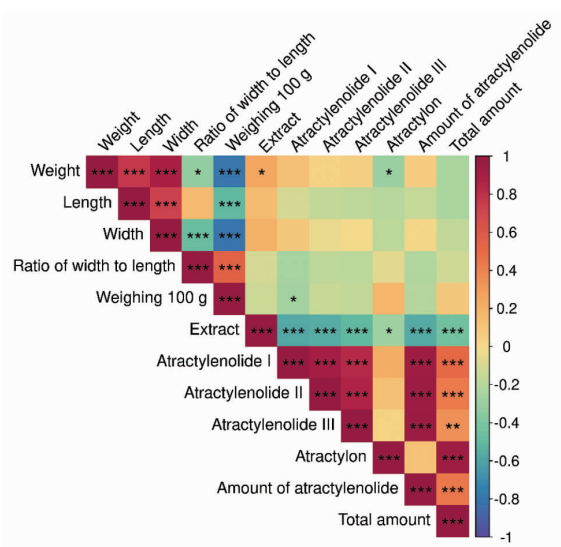
注：＊＊$P<0.01$。

图 6　不同等级药材挥发油含量



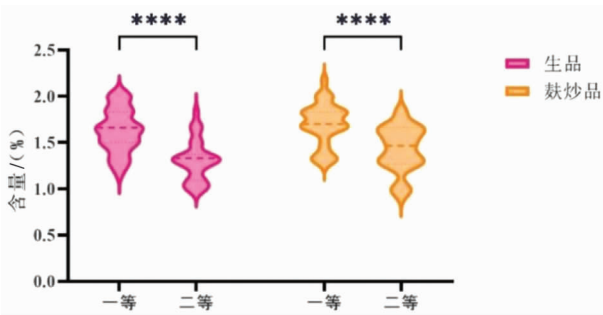
注：＊$P<0.05$；＊＊$P<0.01$；＊＊＊＊$P<0.0001$。

图 7　不同等级白术药材白术内酯和苍术酮含量



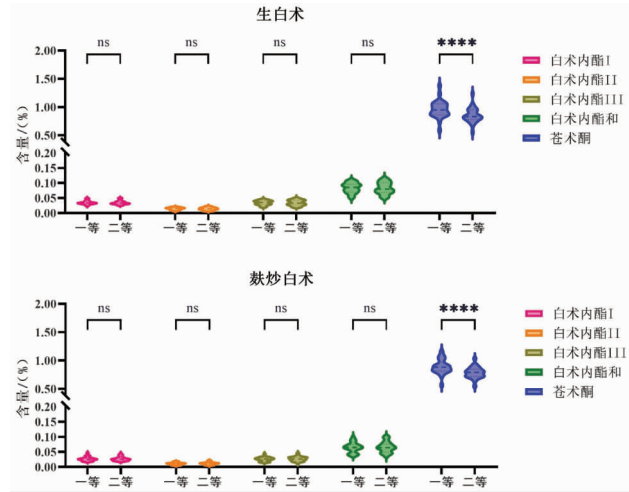
注：＊$P<0.05$；＊＊$P<0.01$；＊＊＊$P<0.001$。

图 8　饮片外观性状与内在质量相关性分析



注：＊＊＊＊$P<0.000\ 1$。

图 9　不同等级饮片挥发油含量



注：＊＊＊＊$P<0.000\ 1$。

图 10　不同等级白术饮片中白术内酯和苍术酮含量

杜仲及其成分抗骨质疏松的研究进展

（正文见 74－78 页）

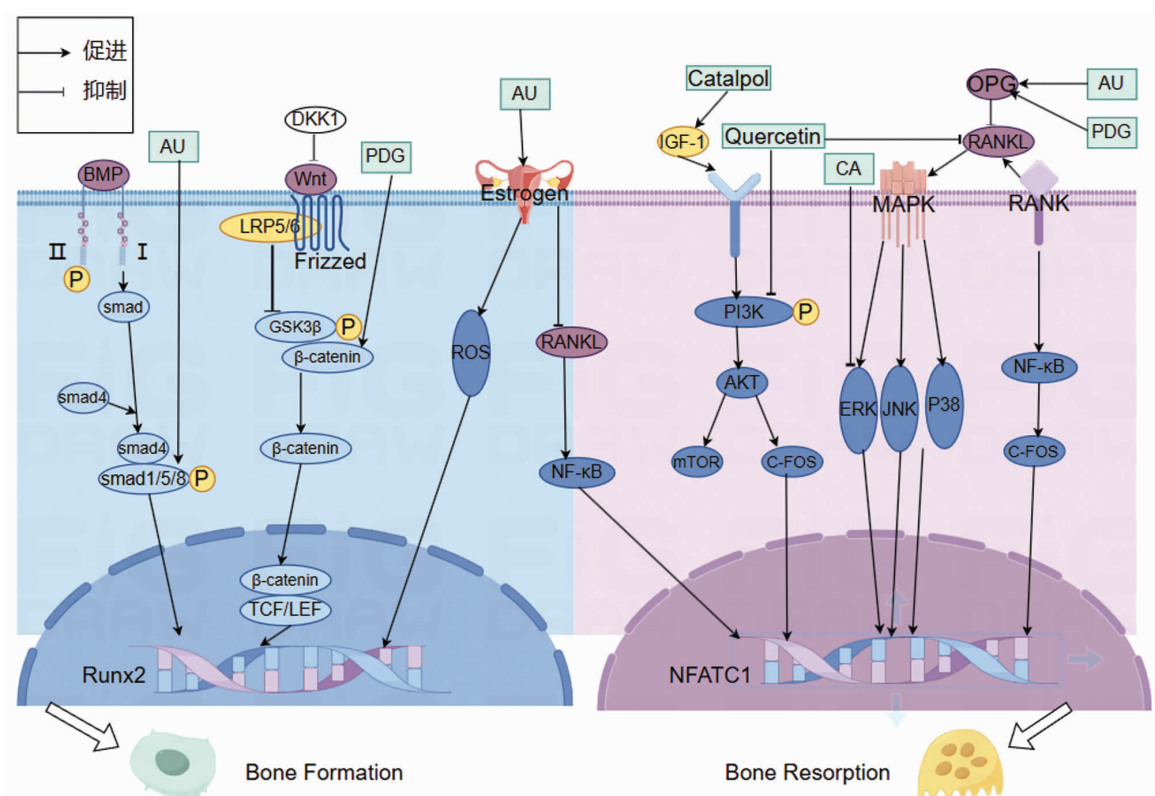


图 1　杜仲及其成分调控骨形成和骨吸收作用机制