

姜黄饮片的质量分析及体外抑菌性研究

宋镇一, 高苏亚*, 周 雪, 卫楚媛, 王 黎, 张 韶, 张 寒

西安医学院药学院, 陕西 西安

收稿日期: 2024年12月18日; 录用日期: 2025年1月16日; 发布日期: 2025年1月23日

摘要

依照中国药典2020年版(一部)对姜黄饮片进行质量分析, 包括性状、检查、显微鉴别、薄层鉴别、理化鉴别和含量测定等。通过药敏实验考察姜黄饮片提取液对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、乙型副伤寒杆菌、绿脓杆菌、肺炎克雷伯菌等的体外抑菌活性。本实验方法简便可行, 分析较全面, 结果可靠, 可为姜黄的质量控制及抑菌活性研究提供一定参考。

关键词

姜黄饮片, 质量分析, 鉴别, 抑菌性

Quality Analysis and *in Vitro* Antibacterial Study of Turmeric Slices

Zhenyi Song, Suya Gao*, Xue Zhou, Chuyuan Wei, Li Wang, Yun Zhang, Han Zhang

School of Pharmacy, Xi'an Medical University, Xi'an Shaanxi

Received: Dec. 18th, 2024; accepted: Jan. 16th, 2025; published: Jan. 23rd, 2025

Abstract

Quality analysis of turmeric slices was performed according to the 2020 edition of the Chinese Pharmacopoeia (Part I), including characteristics, inspection, microscopic identification, thin-layer chromatography (TLC) identification, physicochemical identification and content determination, etc. The *in vitro* antibacterial activity of turmeric decoction extract against *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Paratyphi B bacillus*, *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumonia* was investigated by drug sensitivity experiments. This experimental method is simple and feasible, with comprehensive analysis and reliable results, providing a reference for the quality control and the antibacterial activity of turmeric.

*通讯作者。

Keywords

Turmeric Slices, Quality Analysis, Identification, Antibacterial Activity

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

姜黄饮片为姜科草本植物姜黄的干燥根茎经炮制后的类圆形洁净厚片，性味辛、苦，温。归脾、肝经。可行气破瘀，通经止痛[1]。姜黄既可入药，亦可食用，安全无毒，FDA 批准姜黄提取物为天然食品添加剂[2]。目前，有关姜黄的化学成分、药理作用、临床应用以及质量控制等方面的研究备受关注。研究表明，姜黄中的有效成分有姜黄精油、总姜黄素类、姜黄多糖等，具有抗炎抑菌[3]-[5]、抗氧化[6]、抗肿瘤[7]-[9]、治疗帕金森[10]-[12]、保肝[13]等多种药理活性。但不同产地姜黄的质量参差不齐[14]，因此，对临床所用的姜黄饮片进行质量分析和抑菌活性分析，颇具研究意义。

2. 仪器与材料

AX224ZH 型电子天平(奥豪斯)，KQ5200DE 型数控超声波清洗器(昆山)，Agilent1260 型高效液相色谱仪(美国)，WFH-201B 型紫外投射反射仪(上海精科)，MOTIC 麦克奥迪数码显微镜(合肥麦思高)，FCD-3000 型干燥箱(上海琅玕)，RE-2000A 型旋转蒸发仪(巩义予华)，DH-500A 型培养箱(北京中兴伟业)。

姜黄饮片(本市医药超市购买)，标准品姜黄素(CUR，批号 74-09-19)、去甲氧基姜黄素(DMC，批号 B21015)、双去甲氧基姜黄素(BDMC，批号 B50675)均购自上海源叶生物科技公司；大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、乙型副伤寒杆菌、绿脓杆菌、肺炎克雷伯菌标准菌种，均由西安医学院医学技术学院提供。本研究已获得西安医学院医学伦理审查委员会批准(批准编号：XYLS2022261)。

乙腈、甲醇(HPLC，天津科密欧)，其它试剂均为分析纯，实验用水为超纯水。

3. 方法与结果

3.1. 姜黄饮片的性状

姜黄饮片为类圆形厚片，外表皮深黄色并可见环节，切面呈棕黄色角质样，内皮层可见明显环纹，维管束明显呈点状散在。本品散发的气香特异，味苦、辛。

3.2. 姜黄饮片的检查

采用甲苯法(中国药典通则 0832 第四法)测定水分，得姜黄饮片含水量均低于 6.0%。

取混匀的姜黄饮片粉末约 2.5 g，精密称定，置于灼烧至恒重的坩埚中，精密称定重量，于马弗炉中缓缓灼烧至完全碳化时，逐渐升高温度至 550℃，使完全灰化并灼烧至恒重。计算得本品的总灰分含量均低于 5.0%。

3.3. 姜黄饮片的鉴别

3.3.1. 显微鉴别

取粉碎后的姜黄饮片粉末适量置于载玻片，使用胶头滴管滴加间苯三酚试剂和浓盐酸各 1 滴，并装

片加热，显微镜检。清晰可见表皮细胞扁平，有薄壁木质化细胞，如木化纤维(图 1(A))、梯纹导管(图 1(B)、图 1(C))、网纹导管(图 1(D))、木薄壁细胞(图 1(E))。取姜黄饮片粉末少许，分别以水装片，显微镜检，清晰可见油滴(图 1(F))和非腺毛(图 1(G))；另加碘液 1 滴，显微镜检，即显蓝色，检视淀粉粒存在(图 1(H))。另取姜黄饮片粉末少许置于载玻片中央装片，使用胶头滴管滴加 10% α -萘酚的乙醇试液和硫酸各 1 滴，显微镜检，显紫红色，检视多糖存在(图 1(I))。

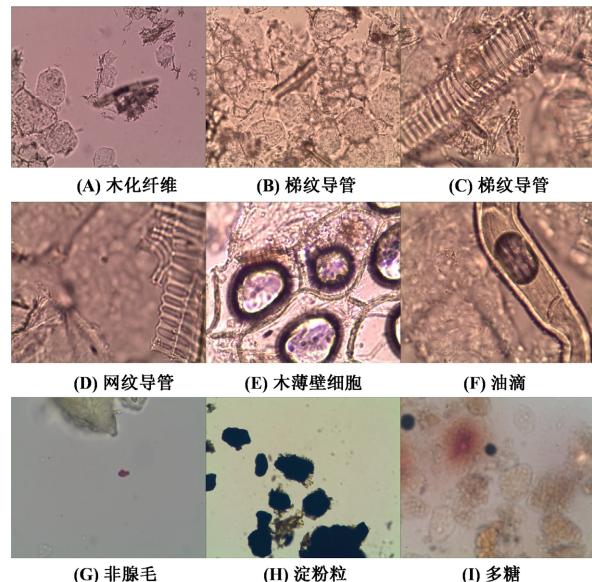


Figure 1. Microscopic identification of turmeric slices
图 1. 姜黄饮片的显微鉴别图

3.3.2. 薄层鉴别

取姜黄饮片细粉 0.2 g，于具塞试管中，加无水乙醇 20 ml，振摇，放置 1 h，滤过，蒸干，加无水乙醇 2.0 ml 使溶解，得供试品溶液。分别取供试品溶液和 0.5 mg/ml 姜黄素(CUR)对照品溶液各 5 μ l，于硅胶 G 薄层板上点样。以无水乙醇 - 苯 - 氯仿(2:49:49，体积比)为展开剂，先饱和后展开，置紫外灯(365 nm)下检视，结果见图 2(A)。同法，以无水乙醇 - 30% 氨水 - 正丁醇(1:3:30，体积比)为展开剂，检视结果如图 2(B)。由图可见，姜黄素斑点的比移值和顺序发生明显变化，这是展开剂的极性发生改变所致。

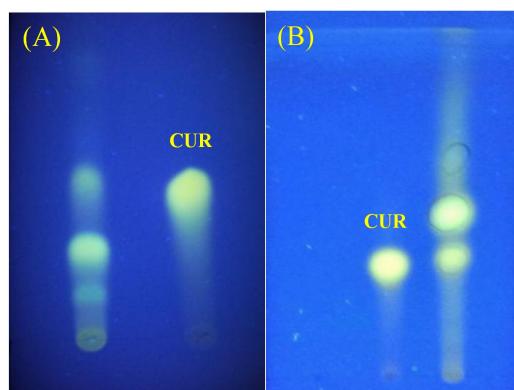


Figure 2. TLC chromatogram of turmeric
图 2. 姜黄的薄层色谱图

3.3.3. 理化鉴别

取姜黄饮片粉末少许置于试管中, 用胶头滴管滴加乙醇和乙醚各 2 滴, 振荡, 呈黄色; 再加入硼酸饱和溶液 2 滴, 振荡, 则逐渐转变为橙红色; 再加入氨试液 2 滴, 振荡, 则转变为蓝黑色, 随后又逐渐转变为褐色(如图 3(A)); 继续振荡后室温久置, 溶液又转变为橙红色(如图 3(B))。用胶头滴管另取硫酸和乙醇各 1 滴, 置于点滴板上混匀, 然后加入饮片粉末少许, 混合均匀, 则呈紫红色(如图 3(C)), 以检视姜黄饮片中姜黄素的存在。

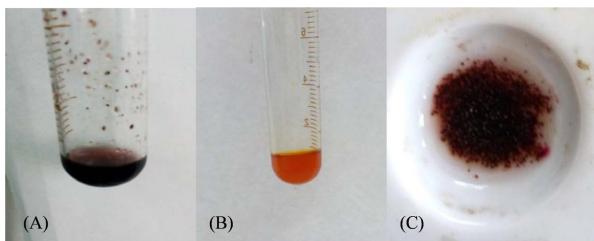


Figure 3. Physicochemical identification of turmeric slices

图 3. 姜黄饮片的理化鉴别

3.4. 姜黄饮片 HPLC 含量测定

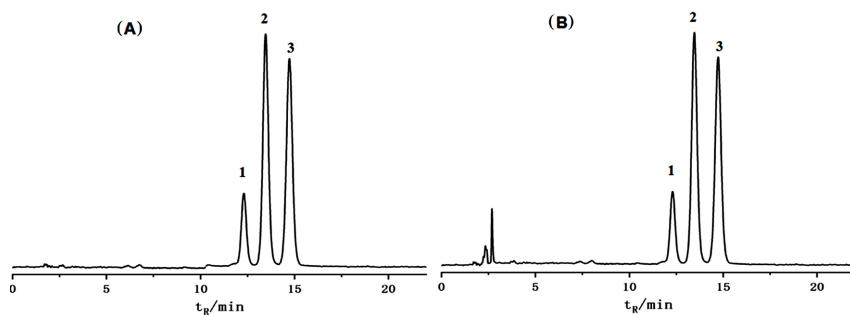
3.4.1. 溶液的制备

对照品溶液的制备: 分别取姜黄素(CUR)、去甲氧基姜黄素(DMC)、双去甲氧基姜黄素(BDMC)标准品各适量, 精密称定, 分别于 10 ml 棕色容量瓶中加甲醇分别制成浓度均为 0.50 mg/ml 标准原液, 4℃贮存备用。使用前按需稀释, 并分别移取一定体积配制成混合对照品溶液。

供试品溶液的制备: 取粉碎后的姜黄饮片粉末约 1.0 g, 电子天平精密称定, 置于 100 ml 具塞锥形瓶中, 加入 50 ml 无水乙醇, 称重, 于超声振荡清洗器中超声 30 min, 功率 100 W, 放冷至室温, 称重, 用无水乙醇补重, 摆匀。离心, 精密移取上清液 2.00 ml 于 50 ml 棕色容量瓶, 加甲醇定容, 摆匀, 即得供试品溶液。进样前使用针用 0.45 μm 微孔滤膜过滤。

3.4.2. 色谱条件与系统适用性试验

Agilent Eclipse plus C₁₈ 反相键合色谱柱(100 \times 4.6 mm, 3.5 μm), 以乙腈-4%冰醋酸溶液(48:52)为流动相, 流速为 1.0 ml/min, 检测波长为 430 nm, 室温, 进样量为 5 μl 。在该色谱条件下测得姜黄素的理论塔板数 $n > 8000$, 三种姜黄素类化合物的色谱峰的分离度 $R > 1.5$, 峰的对称因子 f_s 均在 0.95~1.05 范围内。其混合对照品溶液和供试品溶液的 HPLC 色谱图见图 4。



1——双去甲氧基姜黄素(BDMC); 2——去甲氧基姜黄素(DMC); 3——姜黄素(CUR)

Figure 4. HPLC chromatogram of mixed reference substance (A) and turmeric sample solution (B)

图 4. 混合对照品(A)和姜黄供试品溶液(B)的 HPLC 谱图

3.4.3. 姜黄素类化合物标准曲线的制备

分别精密移取混合对照品溶液 0.15、0.50、1.00、1.75、2.50、4.00、5.00 ml 置于 10 ml 容量瓶中，甲醇稀释并定容，摇匀。在上述色谱条件下分别进样测定，以浓度 x (μg/ml) 为横坐标，峰面积 y 为纵坐标，进行线性拟合，得三种姜黄素类化合物的线性关系见表 1。

Table 1. Linear relationship of curcumin compounds

表 1. 姜黄素类化合物的线性关系

化合物	线性拟合方程	相关系数 r	线性范围(μg/ml)
姜黄素(CUR)	$y = 36.37x - 40.39$	0.9993	1.35~45.00
去甲氧基姜黄素(DMC)	$y = 35.32x - 54.60$	0.9990	1.56~52.00
双去甲氧基姜黄素(BDMC)	$y = 73.44x - 10.46$	0.9991	0.45~15.00

3.4.4. 方法学考察

本实验采用中国药典中姜黄药材的含量测定方法[1]，同时进行了精密度、重复性、稳定性、加样回收率等方法学考察[13]。在上述色谱条件下，对混合对照品溶液(中间浓度)重复连续进样 6 次，测得三种姜黄素类成分的保留时间及峰面积的 RSD 均低于 1.5%。对同一批次姜黄饮片制备的 6 份供试品溶液进样，测得三种姜黄素类成分的保留时间及峰面积的 RSD 均低于 2.2%。并将其中一份供试品溶液分别避光放置 1、2、4、8、12、24 h 后进样，测得三种姜黄素类成分的保留时间及峰面积的 RSD 均低于 1.8%。对同一批已知含量的姜黄饮片，分别加入高、中、低浓度的对照品溶液制备 9 份供试品溶液，进行加样回收实验，测得三种姜黄素类化合物的回收率均在 95%~103% 内，RSD 均低于 2.1%。以上结果表明，本实验精密度、重复性、稳定性、加样回收率均良好，实验方法可靠。

3.4.5. 姜黄素类化合物的含量测定

取 6 批姜黄饮片(S1~S6)，按供试品溶液的制备方法各平行制备 3 份试样。分别在上述色谱条件下测定，计算三种姜黄素类化合物的百分含量，其中姜黄素含量均大于 1.0% (结果见表 2)。

Table 2. Determination results of curcumin compounds

表 2. 姜黄素类化合物的测定结果

编号	BDMC (%)	DMC (%)	CUR (%)
S1	0.22	1.39	1.32
S2	0.32	0.99	2.86
S3	0.41	1.04	1.82
S4	0.65	1.83	1.77
S5	0.53	1.25	2.02
S6	0.31	0.95	1.57

3.5. 姜黄饮片提取液的抑菌性实验

抑菌活性试验采用单片纸碟法。移取姜黄饮片提取液 1.0 ml 于灭菌离心管中，将直径为 6 mm 的滤纸片若干灭菌，再浸入姜黄饮片提取液中并置于 37°C 恒温干燥箱，挥发除去溶剂后备用。称取 33.0 g 营养琼脂，加入 1000 ml 蒸馏水中，加热煮沸使琼脂充分溶解，在 121°C、102 MPa 灭菌 20 min 制成培养基[15]，待降温至 50°C~60°C，于超净台将制备好的培养液倾入经同法灭菌的培养皿中，放冷，凝固后备用。将所需细菌接种在培养皿中，然后贴上试先备用的浸有药液的滤纸片，置于 37°C 培养箱中培养 24 h 后，测量抑菌圈直径的大小(分别平行实验三次取平均值，结果见表 3)。

Table 3. Results of antibacterial test (n = 3)**表 3. 抑菌实验结果(n = 3)**

样品	抑菌圈平均直径/cm				
	大肠杆菌	金黄色葡萄球菌	乙型副伤寒杆菌	绿脓杆菌	肺炎克雷伯菌
姜黄素溶液	1.02	1.05	1.03	1.01	1.06
姜黄提取液	1.12	1.19	1.16	1.14	1.25

实验结果表明, 姜黄提取物具有广谱抑菌活性, 大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、乙型副伤寒杆菌、绿脓杆菌、肺炎克雷伯菌等均有一定的抑制作用, 对肺炎克雷伯菌的抑制活性最强; 且姜黄饮片提取液比姜黄素溶液的抑菌活性稍高。这可能是因为姜黄提取物具有的抑菌活性与其破坏细菌膜结构的作用密切相关[5] [16]。本实验采用无水乙醇超声提取法所获得的姜黄提取物的有效成分主要有姜黄素、去甲氧基姜黄素和双去甲氧基姜黄素等, 后者可能会增加细菌胞膜通透性, 破坏细胞膜的完整性, 使胞内的蛋白、多糖等内容物外漏而皱缩, 还会影响细胞能量代谢, 使细菌胞内 ATP 酶活力和 ATP 含量显著降低, 引发细菌防御系统崩溃或死亡, 从而使姜黄提取液的抑菌活性高于姜黄素溶液的抑菌活性。

4. 结论

本实验通过对姜黄饮片的性状、水分和灰分检查、鉴别(包括显微鉴别、薄层鉴别、理化鉴别)和含量测定等进行质量分析, 各项分析结果均符合中国药典 2020 年版(一部)规定, 该方法可确保姜黄药材原料的一致性。另外, 姜黄饮片提取液对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、乙型副伤寒杆菌、绿脓杆菌、肺炎克雷伯菌等均有一定的抑制活性, 且姜黄饮片提取液比姜黄素溶液的抑菌活性稍高。该研究可为姜黄药材的质量控制和抑菌药方研发提供一定参考。

基金项目

陕西省科技计划项目(2023-JC-YB-766, 2023-JC-QN-0629); 大学生创新创业训练计划项目(S202311840053, 121523053); 西安医学院科研能力提升计划项目(2022NLTS073)。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020 年版一部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 276.
- [2] Liu, P., Yang, H., Long, F., Hao, H., Xu, X., Liu, Y., et al. (2014) Bioactive Equivalence of Combinatorial Components Identified in Screening of an Herbal Medicine. *Pharmaceutical Research*, **31**, 1788-1800. <https://doi.org/10.1007/s11095-013-1283-1>
- [3] Le, T.B., Beaufay, C., Nghiem, D.T., Pham, T.A., Mingeot-Leclercq, M. and Quetin-Leclercq, J. (2019) Evaluation of the Anti-Trypanosomal Activity of Vietnamese Essential Oils, with Emphasis on *Curcuma longa* L. and Its Components. *Molecules*, **24**, Article 1158. <https://doi.org/10.3390/molecules24061158>
- [4] Das, S., Rahman, F.H., Mukherjee, S. and Nag, K. (2020) Evaluation of Different Germplasms of Turmeric (*Curcuma longa* L.) for Growth, Yield and Quality Attributes in New Alluvial Zone of West Bengal. *Advances in Research*, **21**, 35-40. <https://doi.org/10.9734/air/2020/v21i630213>
- [5] 穆璐, 周超, 毕秀芳, 等. 姜黄提取物的抑菌活性及对细菌胞膜作用的研究[J]. 药学学报, 2024, 59(8): 2265-2272.
- [6] 周雪, 宋镇一, 高苏亚, 等. 姜黄挥发油的提取工艺优化及其抗氧化活性分析[J]. 药物资讯, 2024, 13(6): 451-456.
- [7] 秦翠梅, 刘心怡, 丁晓兰, 等. 姜黄素对子宫内膜异位症模型大鼠的影响及机制[J]. 中国药房, 2024, 35(22): 2744-2749.
- [8] 王雅洁, 杨建征. 基于网络药理学和分子对接技术探讨姜黄素治疗宫颈癌的作用机制和关键靶点[J]. 中国老年学杂志, 2024, 44(21): 5175-5180.
- [9] 阎晗, 黄珊. 姜黄素对人结直肠癌 SW-620 细胞抗肿瘤效果的研究[J]. 天津医科大学学报, 2024, 30(6): 479-484.
- [10] 苏燕, 周亚莉, 田琳琳, 等. 中药活性成分防治帕金森病的研究进展[J]. 神经解剖学杂志, 2020, 36(1): 111-115.

- [11] Sharma, N. and Nehru, B. (2017) Curcumin Affords Neuroprotection and Inhibits A-Synuclein Aggregation in Lipopolysaccharide-Induced Parkinson's Disease Model. *Inflammopharmacology*, **26**, 349-360.
<https://doi.org/10.1007/s10787-017-0402-8>
- [12] Sang, Q., Liu, X., Wang, L., Qi, L., Sun, W., Wang, W., et al. (2018) Curcumin Protects an SH-SY5Y Cell Model of Parkinson's Disease against Toxic Injury by Regulating HSP90. *Cellular Physiology and Biochemistry*, **51**, 681-691.
<https://doi.org/10.1159/000495326>
- [13] 李辉, 刘志虎, 李华, 等. 姜黄素脂质体对高脂诱导的非酒精性脂肪性肝病小鼠的降脂保肝作用[J]. 中国医药, 2020, 15(7): 1053-1057.
- [14] 高苏亚, 闫翱翔, 姚燕, 等. 陕西姜黄的鉴别及其姜黄素类成分的一测多评法测定[J]. 军事医学, 2021, 45(11): 857-861.
- [15] 张剑, 张博, 张寒, 等. 一种中药配伍活性成分的提取及其体外抑菌性[J]. 化工科技, 2021, 29(3): 35-40.
- [16] 张鹏敏, 王文秀, 孙剑锋, 等. 壳聚糖/姜黄素光动力复合涂膜对金黄色葡萄球菌的抑菌效果及机理[J]. 食品科学, 2024, 45(6): 233-243.