

引用:林文新,黄俊炜,李儒亿,阮清玲,杨灿凤,聂雨雯,冯真英.正交试验法优化高良姜中槲皮素的提取工艺研究[J].中医药导报,2025,31(12):106-109,120.

正交试验法优化高良姜中槲皮素的提取工艺研究*

林文新¹,黄俊炜¹,李儒亿¹,阮清玲²,杨灿凤²,聂雨雯²,冯真英³

(1.广州市皮肤病防治所,广东 广州 510095;

2.岭南师范学院,广东 湛江 524048;

3.广东医科大学附属第二医院,广东 湛江 524001)

[摘要] 目的:探讨超声辅助优化高良姜中槲皮素的提取工艺条件。方法:在单因素试验的基础上,采用高效液相色谱法定量分析槲皮素,通过正交试验筛选乙醇体积分数、超声时间及料液比对槲皮素含量的影响。结果:高良姜中槲皮素的最佳提取工艺条件为料液比1:18(g/mL),超声时间(功率400 W,频率25 Hz)50 min,乙醇体积分数75%。在该工艺条件下,高良姜中槲皮素的提取量为88.15 μg/g。结论:优选的高良姜中槲皮素超声提取工艺合理、稳定、可行,可为高良姜中槲皮素的提取提供参考。

[关键词] 高良姜;槲皮素;单因素考察;正交试验;超声提取

[中图分类号] R284.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1672-951X(2025)12-0106-04

DOI:10.13862/j.cn43-1446/r.2025.12.016

Optimization of the Extraction Process of Quercetin from *Alpinia officinarum* Hance by Orthogonal Experiment Method

LIN WENXIN¹, HUANG JUNWEI¹, LI RUYI¹, RUAN QINGLING², YANG CANFENG², NIE YUWEN², FENG ZHENYING³

(1. Guangzhou Skin Disease Prevention and Treatment Institute, Guangzhou Guangdong 510095, China; 2. Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong 524048, China; 3. The Second Affiliated Hospital of Guangdong Medical University, Zhanjiang Guangdong 524001, China)

[Abstract] Objective: To optimize the ultrasonic-assisted extraction conditions for quercetin from Gaoliangjiang (*Alpinia officinarum* Hance). Methods: Based on single-factor experiments, quercetin was quantitatively analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). The effects of ethanol concentration, ultrasonic time, and solid-liquid ratio on quercetin content were screened using an orthogonal experiment. Results: The optimal extraction conditions were as follows: solid-liquid ratio of 1:18 (g/mL), ultrasonic time of 50 min (power 400 W, frequency 25 Hz), and ethanol concentration of 75%. Under these conditions, the extraction yield of quercetin from *Alpinia officinarum* Hance was 88.15 μg/g. Conclusion: The optimized ultrasonic extraction process for quercetin from *Alpinia officinarum* Hance is reasonable, stable, and feasible, providing a reference for the extraction of quercetin from this herb.

[Keywords] *Alpinia officinarum* Hance; quercetin; single-factor investigation; orthogonal test; ultrasonic extraction

高良姜是姜科山姜属植物高良姜*Alpinia officinarum* Hance的干燥根茎,呈圆柱形,外表皮棕红色至暗棕色,气香,味辛辣^[1]。高良姜的主要化学成分为挥发油类、黄酮类、二芳基庚烷类、苯丙素类、糖苷类等^[2-3],具有抗菌、抗病毒、抗氧

化、抗肿瘤、抗溃疡和胃黏膜保护等药理作用^[4-8]。其根茎富含槲皮素及其衍生物(如槲皮苷),是天然槲皮素的重要来源之一^[9]。研究表明,高良姜中黄酮类成分以槲皮素、山柰酚及苷类为主^[10],槲皮素在高良姜中的存在形式包括游离型和结

*基金项目:湛江市科技计划项目(2022A01111)

通信作者:冯真英,女,副教授,研究方向为中医学

合型(如槲皮素-3-O- β -D-葡萄糖苷等)^[11-12]。高良姜中槲皮素含量显著高于其他常见姜科植物,如高良姜中槲皮素含量显著高于生姜^[13];高良姜总黄酮及槲皮素含量均高于草豆蔻^[14]。高良姜的槲皮素含量在姜科植物中位居前列^[12,15]。此外,现代药理学研究表明,槲皮素是一种广泛存在于植物中的黄酮类化合物,具有显著的抗氧化、抗炎、抗肿瘤及心血管保护等生物活性^[16]。其分子结构中的多个酚羟基赋予其强自由基清除能力,使其在医药、食品和化妆品等领域备受关注^[17]。近年来研究发现,槲皮素对糖尿病、神经退行性疾病及癌症等疾病有潜在的治疗作用,进一步推动了其开发利用^[17]。

研究表明,高良姜中槲皮素含量受品种、产地及提取工艺的影响显著,传统提取方法(如溶剂浸提法)存在提取率低、耗时长等问题^[18]。近年来,超声波辅助提取、微波辅助提取及响应面法优化工艺参数等技术被逐步应用于槲皮素提取,显著提升了目标成分的产率和纯度^[18-19]。

优化高良姜中槲皮素的提取工艺,不仅能提高资源利用率、降低生产成本,还可为后续功能性食品开发或药物制剂研究提供高质量原料,具有重要的科学意义和应用价值。

1 材料

1.1 药物与试剂 高良姜中药材(广东丰硒良姜有限公司,批号:20240119),经岭南师范学院周中流教授鉴定为高良姜,储存于岭南师范学院天然药物化学研究室。槲皮素标准品(成都曼思特生物科技有限公司,批号:A0083,98%纯度);乙腈(广东光华科技股份有限公司,批号:20240803);无水乙醇(广东光华科技股份有限公司,批号:20241128);甲醇(广东东华科技股份有限公司,批号:20241123);磷酸(广州和为化工有限公司,批号:T64821824)。

1.2 主要仪器 KH5200DE型数控超声波清洗器(昆山禾创超声仪器有限公司);L600-1高效液相色谱仪(北京普析通用仪器有限公司);AUX320分析天平(上海精密仪器仪表有限公司);DFY-1000型摇摆式高速中药粉碎机(上海新诺仪器集团有限公司);循环水真空泵SHZ-DⅢ仪器(上海越众仪器设备有限公司)。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 依利特C₁₈色谱柱(250.0 mm×4.6 mm,5.0 μ m),流动相为43%乙腈-57%磷酸水溶液,流速为1.0 mL/min,柱温为30 ℃,检测波长为266 nm,进样量为20 μ L。槲皮素对照品色谱图和供试品色谱图见图1。

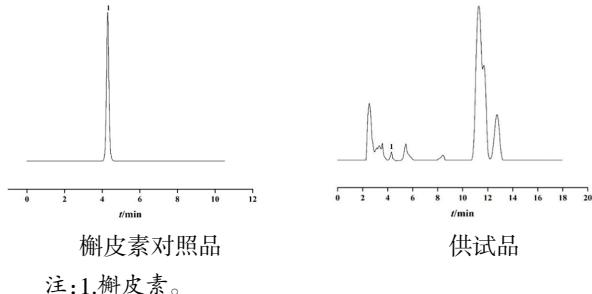


图1 色谱图

2.2 对照品溶液的制备 精密称取槲皮素标准品4.64 mg,用甲醇溶解于50 mL的容量瓶并定容,摇匀,得到92.80 μ g/mL

槲皮素对照品溶液。

2.3 供试品溶液的制备 精密称取1.0 g的高良姜粉末(过60目筛),根据试验条件,向锥形瓶中加入适量的乙醇。为避免光照对提取过程的影响,用黑色塑料袋包裹锥形瓶以避光。超声提取操作如下:超声提取1 h(功率400 W,频率25 Hz)待溶液冷却至室温后,采用0.45 μ m微孔滤膜进行抽滤分离,即得供试品溶液。

2.4 方法学考察

2.4.1 线性关系考察 精密吸取槲皮素对照品溶液0.005、0.500、1.000、2.000、3.000、4.000 mL,分别使用不同的10 mL容量瓶做容器,用甲醇定容,摇匀,即得质量浓度为0.046 4、4.640 0、9.280 0、18.560 0、27.840 0、37.120 0 μ g/mL对照品溶液。样品进样量为20 μ L,分析并记录对应浓度的峰面积。横坐标为浓度,纵坐标为峰面积,计算得到回归方程及相关系数分别为 $Y=58.919X+28.729$, $r=0.9996$,线性范围为0.046 4~37.120 0 μ g/mL。

2.4.2 精密度试验 按照“2.1”项下色谱条件,取槲皮素对照品溶液连续进样6次并记录峰面积,计算出相对标准偏差(RSD)值为1.47%,提示仪器精密度良好。

2.4.3 稳定性试验 按照“2.3”项下方法在同一条件下用高良姜粉末制备供试品溶液,测量其在室温下放置0、4、8、12、18、24 h后的含量,记录峰面积,计算RSD值为0.92%,提示供试品溶液在24 h内稳定。

2.4.4 重复性试验 取高良姜粉末,按照“2.3”项下方法在同一条件下制备6份供试品溶液,按照“2.1”项下色谱条件测定含量,记录峰面积,计算RSD值为0.98%,提示该方法重复性良好。

2.4.5 加样回收率试验 取粉碎好的高良姜粉末,按照“2.3”项下方法在同一条件下制备供试品溶液,精密吸取9份1.0 mL已知浓度的供试品溶液,对其进行编号,分为3组。采用精密称量方式,称取槲皮素对照品2.19 mg溶于甲醇,并定容至100 mL容量瓶,摇匀后即得槲皮素溶液(21.90 μ g/mL)。第一组加入0.106 mL,第二组加入0.133 mL,第三组加入0.159 mL。色谱条件与“2.1”一致,记录峰面积并计算加样回收率及RSD。根据重复性试验结果可知供试品中槲皮素含量为2.91 μ g/mL,加样回收试验结果见表1,平均加样回收率为100.51%,RSD值为2.07%。该方法符合加样回收率试验的要求,可用于准确测量槲皮素的含量。

表1 槲皮素加样回收率试验结果

样品含有量/ μ g	加入量/ μ g	测得量/ μ g	加样回收率/%	平均加样回收率/%	RSD/%
2.91	2.33	5.25	100.74	100.51	2.07
2.91	2.33	5.28	101.84		
2.91	2.33	5.28	102.15		
2.91	2.91	5.83	100.60		
2.91	2.91	5.90	102.97		
2.91	2.91	5.73	97.19		
2.91	3.49	6.41	100.27		
2.91	3.49	6.46	101.73		
2.91	3.49	6.29	97.09		

2.5 单因素试验

2.5.1 提取时间对槲皮素含量的影响 精密称定5份1.0 g高良姜粉末,按照料液比1:20(g/mL)加入95%乙醇,分别超声提取10、30、50、70、90 min,提取结束对5份乙醇提取液中槲皮素的含量进行测定。在30~70 min,槲皮素的含量呈现出显著的增长趋势,即随着提取时间的增加,其含量也相应增加。然而,当提取时间进入70~90 min的区间时,槲皮素含量的增长趋势明显放缓。因此,综合考虑提取效率与时间的平衡,选定50、70、90 min作为优化的提取时间。(见图2)

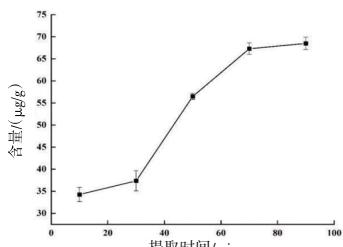


图2 提取时间对槲皮素含量的影响 (n=3)

2.5.2 乙醇体积分数对槲皮素含量的影响 精密称定5份1.0 g高良姜粉末,按照料液比1:20(g/mL)和提取时间为1 h的条件,分别加入20倍量的55%、65%、75%、85%、95%乙醇溶液(1~5号样品),统一置于超声机中超声提取1 h(功率400 W,频率25 Hz),提取结束后对5份醇提液中槲皮素的含量进行测定。

当乙醇的体积分数从65%增加到85%时,从高良姜茎叶中得到的槲皮素的含量逐渐增多。乙醇的体积分数高于85%时,增加趋势较为平缓,与乙醇体积分数为95%的含量相差不明显。故选择体积分数为75%、85%、95%的乙醇进行下一步优化。(见图3)

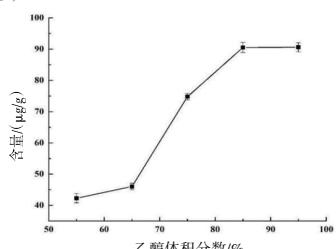


图3 乙醇体积分数对槲皮素含量的影响 (n=3)

2.5.3 料液比对槲皮素含量的影响 精密称定1.0 g高良姜粉末6份。固定乙醇体积分数(95%)和提取时间(1 h),向1~6号样品中分别加入8、10、12、14、16、18 mL乙醇(95%),统一置于超声机中超声提取1 h(功率400 W,频率25 Hz),提取结束后对6份乙醇提取液中槲皮素的含量进行测定。料液比为1:10~1:18(g/mL)时,高良姜茎叶中槲皮素的含量先逐渐增加,然后有所减少;料液比为1:16(g/mL)时,高良姜茎叶中槲皮素的含量达到最大值。故选择1:14、1:16、1:18(g/mL)的料液比进行下一步优化。(见图4)

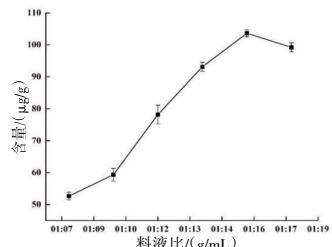


图4 料液比对槲皮素含量的影响 (n=3)

2.6 正交试验 基于提取时间、乙醇体积分数和料液比的单因素试验结果,按照 $L_9(3^4)$ 正交设计安排试验设计。因素水平见表2。

表2 正交试验因素水平表

水平	A(提取时间)/min	B(乙醇体积分数)/%	C(料液比)/(g/mL)
1	50	75	1:14
2	70	85	1:16
3	90	95	1:18

试验中3个因素对槲皮素含量的影响程度强弱顺序为C(料液比)>A(提取时间)>B(乙醇体积分数),最佳组合条件为 $C_3A_3B_1$ (见表3)。各因素对超声提取槲皮素效果的影响排序与极差分析结果一致,料液比(C)对槲皮素的含量影响具有统计学意义($P<0.05$),提取时间(A)和乙醇体积分数(B)对槲皮素含量的影响无统计学意义($P>0.05$)(见表4)。因此,考虑到经济成本和提取效率,本研究将选择 $C_3A_3B_1$ [料液比为1:18(g/mL),超声提取时间为50 min,乙醇体积分数为75%]作为最优方案。

表3 正交试验结果

试验号	因素				槲皮素含量/(μg/g)
	A	B	C	D(空列)	
1	1	1	1	1	65.64
2	1	2	2	2	73.32
3	1	3	3	3	75.64
4	2	1	2	3	83.27
5	2	2	3	1	74.28
6	2	3	1	2	67.22
7	3	1	3	2	87.60
8	3	2	1	3	69.28
9	3	3	2	1	80.79
K ₁	214.60	236.51	202.14	220.71	
K ₂	224.77	216.88	237.38	228.14	
K ₃	237.67	223.65	237.52	228.19	
R	7.69	6.54	11.79	2.49	

表4 方差分析表

变异来源	离差平方和	自由度	均方	F	P
A	89.12	2	44.56	7.22	0.12
B	66.28	2	33.14	5.37	0.15
C	277.07	2	138.53	22.43	0.04
误差(D)	12.35	2	6.18		

2.7 验证试验 称取高良姜药材约1 kg,放置于多功能提取罐中,按照最佳提取工艺,进行3次平行提取试验,分别测得提取物中槲皮素含量为88.49、88.01、87.96 μg/g,平均为88.15 μg/g, RSD值为0.33%。

3 讨 论

高良姜中槲皮素在预防和治疗多种疾病方面具有广阔的应用前景,如抗氧化抗炎^[20~21]、抗肿瘤^[22~23]、保护心血管^[24~25]、抗菌和降血糖^[26]。槲皮素提取工艺需进行优化,以确保其安全性和高效性。本试验采用乙醇结合超声提取槲皮素,发现提取时间和料液比可能会影响槲皮素的提取率。随着提取时间

的延长和料液比的增加,槲皮素的提取率升高。正交试验法优化的提取工艺由9组提取方案分析得到,分别平行检测3次,工艺稳定可靠。本研究通过单因素和正交试验优化高良姜中槲皮素的提取工艺后,最佳提取条件为:料液比1:18(g/mL)、超声时间50 min及乙醇体积分数75%。验证试验显示,槲皮素的平均含量为88.15 μg/g,RSD值为0.33%,表明所优化的提取工艺具有良好的稳定性和有效性。

本试验测得的槲皮素含量与以往文献报道存在一定差异。这种差异可能主要源于设备的差异以及高良姜产地的不同。翟红莉^[27]通过建立不同产地高良姜的指纹图谱发现,不同产地的高良姜在成分含量上存在显著差异。这一发现提示在比较不同研究结果时,需要充分考虑实验设备和原料产地等因素的影响。

4 结 论

本研究优化了高良姜中槲皮素的提取工艺,确定了能够同时满足槲皮素溶解度和稳定性的最佳提取条件。未来的研究可以在此基础上进一步探索槲皮素在更多领域的应用潜力,并通过类似的方法对其他天然产物进行深入研究,从而推动相关领域的科学进步和技术发展。

参考文献

- [1] 欧虹雅,屈慧娟,周小妹,等.高良姜的化学成分及抗肿瘤活性研究[J].海南医学院学报,2023,29(4):241-245,252.
- [2] 熊远果,沈瑶,张洪.高良姜药理活性研究新进展[J].中南药学,2017,15(10):1418-1421.
- [3] 黄慧珍,杨丹.高良姜的化学成分及其药理活性研究进展[J].广东化工,2009,36(1):77-80.
- [4] LU H, YAO H, ZOU R, et al. Galangin suppresses renal inflammation via the inhibition of NF-κB, PI3K/AKT and NLRP3 in uric acid treated NRK-52E tubular epithelial cells[J]. Biomed Res Int, 2019, 2019:3018357.
- [5] ZHU L P, LUO Q Q, BI J J, et al. Galangin inhibits growth of human head and neck squamous carcinoma cells in vitro and in vivo[J]. Chem Biol Interact, 2014, 224:149-156.
- [6] 李洪福,李永辉,王勇,等.高良姜化学成分及药理活性的研究[J].中国实验方剂学杂志,2014,20(7):236-244.
- [7] 桂蓓,高振虎,贾真,等.高良姜不同部位胃肠解痉及镇痛作用的比较研究[J].中药新药与临床药理,2021,32(2):158-164.
- [8] 王智民,高慧敏,付雪涛,等.“一测多评”法中药质量评价模式方法学研究[J].中国中药杂志,2006,31(23):1925-1928.
- [9] JIROVETZ L, BUCHBAUER G, SHAFI M P, et al. Analysis of the essential oils of the leaves, stems, rhizomes and roots of the medicinal plant Alpinia galanga from southern India[J]. Acta Pharm, 2003, 53(2):73-81.
- [10] 卜宪章,肖桂武,古练权,等.高良姜化学成分研究[J].中药材,2000,23(2):84-87.
- [11] 秦贞苗,张力立,陈德梅,等.基于网络药理学探讨高良姜治疗胃溃疡的活性成分及作用机制[J].中国药房,2020,31(12):1440-1445.
- [12] 翟红莉,李倩,王辉,等.高良姜花和果实的化学成分及生物活性[J].热带生物学报,2014,5(2):194-198.
- [13] 陈俊其.高良姜、大高良姜、红豆蔻3味山姜属中药黄酮类成分对胃溃疡寒证大鼠的药效研究[D].南宁:广西中医药大学,2020.
- [14] 卢传礼.几种典型姜科品种的化学成分及其活性研究[D].广州:华南理工大学,2012.
- [15] 翟红莉,李倩,王辉,等.不同产地高良姜的有效成分分析[J].热带生物学报,2014,5(2):188-193.
- [16] ANAND DAVID A V, ARULMOLI R, PARASURAMAN S. Overviews of biological importance of quercetin: A bioactive flavonoid[J]. Pharmacogn Rev, 2016, 10(20):84-89.
- [17] 吕玮,蒋伶活.高良姜的化学成分及药理作用[J].中国药业,2006,15(3):19-21.
- [18] BATIHA G E, BESHBISHY A M, IKRAM M, et al. The pharmacological activity, biochemical properties, and pharmacokinetics of the major natural polyphenolic flavonoid: Quercetin[J]. Foods, 2020, 9(3):374.
- [19] AGUILAR-HERNÁNDEZ G, GARCÍA-MAGAÑA M L, VIVAR-VERA M L Á, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of phenolic compounds from Annona muricata by-products and pulp[J]. Molecules, 2019, 24(5):904.
- [20] LESJAK M, BEARA I, SIMIN N, et al. Antioxidant and anti-inflammatory activities of quercetin and its derivatives[J]. J Funct Foods, 2018, 40:68-75.
- [21] LI Y, YAO J Y, HAN C Y, et al. Quercetin, inflammation and immunity[J]. Nutrients, 2016, 8(3):167.
- [22] PHAM T N D, STEMPLE S, SHIELDS M A, et al. Quercetin enhances the anti-tumor effects of BET inhibitors by suppressing hnRNPA1[J]. Int J Mol Sci, 2019, 20(17):4293.
- [23] HU K L, MIAO L, GOODWIN T J, et al. Quercetin remodels the tumor microenvironment to improve the permeation, retention, and antitumor effects of nanoparticles[J]. ACS Nano, 2017, 11(5):4916-4925.
- [24] PATEL R V, MISTRY B M, SHINDE S K, et al. Therapeutic potential of quercetin as a cardiovascular agent[J]. Eur J Med Chem, 2018, 155:889-904.
- [25] PAPAKYRIAKOPOULOU P, VELIDAKIS N, KHATTAB E, et al. Potential pharmaceutical applications of quercetin in cardiovascular diseases [J]. Pharmaceuticals (Basel), 2022, 15(8):1019.

(下转第120页)

定有以下不足之处:(1)中医康复疗法、非药物疗法缺乏高质量原始研究;(2)推荐意见/共识建议形成过程患者参与度不足。针对不足,本指南采取以下措施:(1)筛选包含康复、导引等其他类型的研究作为临时支持,或既往发布的相关指南作为支撑证据,证据质量为低;(2)未来开展康复、中医非药物疗法相关的随机对照试验以完善证据体系,丰富支撑诊疗方案;(3)在今后开展研究或研制指南时注重患者的参与,适度听取患者意见与建议。

《支气管扩张症中西医结合诊疗指南》需文本简洁明了,方便阅读使用。受篇幅限制,为了更加翔实地呈现本指南专家共识形成过程,本指南项目组撰写了本编制说明。

参考文献

- [1] Institute of Medicine (US) Committee on Standards for Developing Trustworthy Clinical Practice Guidelines. Clinical Practice Guidelines We Can Trust[M]. Washington, D.C.: National Academies Press, 2011.
- [2] 廖星,于丹丹,谢雁鸣,等.如何撰写一份清晰透明的临床实践指南编制说明:实例分析[J].中国中药杂志,2017,42(23):4520-4528.
- [3] 支气管扩张症专家共识撰写协作组,中华医学会呼吸病学分会感染学组.中国成人支气管扩张症诊断与治疗专家共识[J].中华结核和呼吸杂志,2021,44(4):311-321.
- [4] 刘剑,王玥琦,陈欣,等.支气管扩张症中西医结合诊疗专家共识[J].中医杂志,2022,63(22):2196-2200.
- [5] 张欣怡,张洪春.论中医药治疗支气管扩张症[J].中华中医药杂志,2023,38(4):1518-1521.
- [6] 苗青,杨子,徐波,等.中西医结合治疗支气管扩张症的研究与展望[J].中国中药杂志,2025,50(13):3692-3698.
- [7] 王雅琪,高一城,苏澄元,等.临床实践指南中临床问题结构化分级及评价[J].中国循证医学杂志,2024,24(7):827-831.
- [8] CUMPSTON M, LI T J, PAGE M J, et al. Updated guidance for trusted systematic reviews: A new edition of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2019, 10(10): ED000142.
- [9] HIGGINS J P T, THOMAS J, CHANDLER J, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions[M]. 2nd Edition. New Jersey, United States: Wiley-Blackwell, 2019.
- [10] GUYATT G H, OXMAN A D, VIST G E, et al. GRADE: An emerging consensus on rating quality of evidence and strength of recommendations[J]. BMJ, 2008, 336(7650):924-926.
- [11] ZENG L N, BRIGNARDELLO-PETERSEN R, GUYATT G. When applying GRADE, how do we decide the target of certainty of evidence rating? [J]. Evid Based Ment Health, 2021, 24(3):121-123.
- [12] 廖星,谢雁鸣,张俊华,等.中医临床实践指南制订中专家共识技术规范[J].中国中药杂志,2019,44(20):4354-4359.
- [13] CHEN Y L, MARUŠIĆ A, QASEEM A, et al. A reporting tool for practice guidelines in health care: The RIGHT statement[J]. Kazan Med J, 2023, 104(6):944-954.
- [14] VERNOOIJ R W M, ALONSO-COELLO P, BROUWERS M, et al. Reporting items for updated clinical guidelines: Checklist for the reporting of updated guidelines (CheckUp)[J]. PLoS Med, 2017, 14(1):e1002207.
- [15] 陈耀龙,王健健,詹思延,等.如何应对指南制订中的利益冲突[J].协和医学杂志,2019,10(6):685-691.
- [16] 吴兰成.中国中医药学主题词表[M].北京:中医古籍出版社,1996.
- [17] BAUMANN N. How to use the medical subject headings (MeSH)[J]. Int J Clin Pract, 2016, 70(2):171-174.
- [18] 黄笛,黄瑞秀,郭晨煜,等.临床实践指南制定方法:证据分级与推荐强度[J].中国循证心血管医学杂志,2018,10(7):769-776.
- [19] XU J F, ZHENG H Z, LU H W, et al. Baseline characteristics of patients in the Chinese Bronchiectasis Registry (BE-China): A multicentre prospective cohort study[J]. Lancet Respir Med, 2025, 13(2):166-176.
- [20] 谢文,黄青松.中医药治疗支气管扩张症的药理机制研究进展[J].中医药导报,2021,27(8):123-127.
- [21] 袁沙沙,樊长征,樊茂蓉,等.支气管扩张症中西医结合诊疗指南[J/OL].中国实验方剂学杂志,2025:1-14[2025-08-18].<https://link.cnki.net/doi/10.13422/j.cnki.syfjx.20251830>.

(收稿日期:2025-05-12 编辑:刘国华)

(上接第109页)

- [26] REMOK F, SAIDI S, GOURICH A A, et al. Phenolic content, antioxidant, antibacterial, antihyperglycemic, and α -amylase inhibitory activities of aqueous extract of *Salvia lavandulifolia* [J]. Pharmaceuticals (Basel),

2023, 16(3):395.

- [27] 翟红莉.海南产高良姜品质评价的研究[D].海口:海南大学,2013.

(收稿日期:2025-03-10 编辑:蒋凯彪)