

- eration by inhibiting IGFBP5 in papillary thyroid carcinoma [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2015, 457(4):621-626.
- [25] WANG XJ, LI FJ, ZHOU XL. MiR-204-5p regulates cell proliferation and metastasis through inhibiting CXCR4 expression in OSCC [J]. Biomed Pharmacother, 2016, 82:202-207.
- [26] ZHANG B, YIN Y, HU Y, et al. MicroRNA-204-5p inhibits gastric cancer cell proliferation by downregulating USP47 and RAB22A [J]. Med Oncol, 2015, 32(1):331-339.
- [27] 徐灵博, 郝银菊, 丁宁, 等. 衰老心肌细胞缺氧后处理中 miR-204 的作用 [J]. 广东医学, 2017, 38(18):2764-2767.
- [28] 苏兆亮. HMGB1 在心肌炎中的致病机制及调控作用研究 [D]. 镇江: 江苏大学, 2011.
- [29] 章海燕. 高迁移率族蛋白 1 在阿霉素致大鼠心肌损伤中的变化及瑞舒伐他汀的保护作用 [D]. 南京: 南京医科大学, 2015.
- [30] 黄晓锋, 王志维, 胡锐, 等. 一氧化碳释放分子 2 通过影响 HMGB1 分布及表达减轻心肌细胞缺氧损伤 [J]. 武汉大学学报 (医学版), 2017, 38(5):728-731.
- [31] 邓秋菊, 李慧颖, 向琳. HMGB1 对缺氧复氧心肌细胞氧化损伤的影响研究 [J]. 中国循证心血管医学杂志, 2018, 10(8):89-92.
- [32] CAI Y, HU X, YI B, et al. Glucagon-like peptide-1 receptor agonist protects against hyperglycemia-induced cardiocytes injury by inhibiting high mobility group box 1 expression [J]. Mol Biol Rep, 2012, 39(12):10705-10711.
- [33] 冯宣云, 艾山木, 刘琼. HMGB1 在脓毒症心肌损害小鼠中的表达及炎症促进作用研究 [J]. 重庆医科大学学报, 2017, 42(5):509-514.
- [34] 姚恒臣. HMGB1 对大鼠心肌缺血再灌注损伤的作用及信号传导通路 [D]. 济南: 山东大学, 2015.
- [35] 胡笑容, 谢菁, 马瑞松, 等. miR-451 对心肌细胞缺氧再复氧损伤的保护作用及其机制 [J]. 山东医药, 2017, 57(17):1-3.
- (收稿日期: 2019-10-29, 修回日期: 2019-12-23)

引用本文: 胡青, 黄莉, 唐林, 等. 温阳生肌凝胶中挥发油提取与包合工艺研究 [J]. 安徽医药, 2022, 26(12): 2374-2378. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6469.2022.12.009.

◇ 药学研究 ◇



温阳生肌凝胶中挥发油提取与包合工艺研究

胡青¹, 黄莉¹, 唐林¹, 陈丽², 戴冰¹, 肖望重¹

作者单位: ¹湖南中医药大学第一附属医院药学部, 湖南 长沙 410007;

²湖南中医药大学医学院, 湖南 长沙 410001

通信作者: 肖望重, 男, 副主任药师, 研究方向为中药临床合理应用研究, Email: 364418657@qq.com

基金项目: 湖南省自然科学基金(2020JJ4462); 湖南省教育厅科学研究项目(19C1410); 湖南省中医药管理局项目(2020005);

第四批湖南省老中医药专家学术经验继承项目(湘中医药函[2020]37号); 湖南省自然科学基金药科联合

基金(2021JJ80068)

摘要: **目的** 以温阳生肌凝胶中君药肉桂挥发油成分桂皮醛为指标成分, 建立桂皮醛含量测定方法, 优选挥发油提取与包合工艺。**方法** 2021年3—6月, 采用高效液相色谱法测定桂皮醛含量; 采用正交试验对挥发油的提取与包合工艺进行优化; 采用薄层色谱法与显微鉴别法对包合物进行鉴别。**结果** 在色谱柱为 Agilent C₁₈、流动相为乙腈-水(40:60)、流速 1 mL/min、检测波长 290 nm、柱温 30 ℃、进样量 10 μL 的色谱条件下, 桂皮醛进样量线性范围为 1.136~11.36 μg, 系统适用性试验良好, 精密度、重复性、稳定性及加样回收率试验 RSD 均 < 0.2%; 最优提取工艺为加 8 倍量水, 浸泡 30 min, 提取 8 h; 最优包合工艺为挥发油与 β-环糊精比例为 1:10(mL:g), 加水量为 5 倍, 研磨 3 h; 薄层色谱法提示包合物包合良好。**结论** 桂皮醛含量测定方法操作简便, 优化后的挥发油提取与包合工艺稳定可行, 实验结果为温阳生肌凝胶的研究开发提供了技术参数与理论依据。

关键词: 锡南肉桂; 油类, 挥发; 工艺学, 制药; 醛类; 温阳生肌凝胶; 提取工艺; 包合工艺; β-环糊精

Research on extraction and inclusion technology of volatile oil from *Wenyang Shengji* gel

HU Qing¹, HUANG Li¹, TANG Lin¹, CHEN Li², DAI Bing¹, XIAO Wangzhong¹

Author Affiliations: ¹Department of Pharmacy, The First Affiliated Hospital of Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410007, China; ²Department of Medicine, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha, Hunan 410001, China

Abstract: **Objective** A method for the determination of cinnamaldehyde was established by using cinnamaldehyde as the index component of volatile oil from *Cinnamomum cassia* in *Wenyang Shengji* gel, and optimize the extraction and inclusion process of volatile oil. **Methods** March to June 2021, high performance liquid chromatography (HPLC) was used to determine the content of cinnamaldehyde.

aldehyde. The extraction and inclusion process of volatile oil was optimized by orthogonal design test. The inclusion complexes were identified by thin-layer chromatography (TLC) and microscopic identification method. **Results** Under chromatographic conditions such as chromatographic column: Agilent C₁₈, mobile phase: acetonitrile-water (40 : 60), flow rate: 1 mL/min, detection wavelength: 290 nm, column temperature: 30 °C and injection volume: 10 μL, the linear range of cinnamaldehyde injection volume was 1.136~11.36 μg. The applicability test of the system was good, and the RSD of precision, repeatability, stability and sample recovery test were all <0.2%. The optimum extraction process is as follows: 8 fold water, dipping for 0.5 h, extracting for 3 h. The optimum inclusion process is as follows: the ratio of volatile oil to β-cyclodextrin for 1 : 10 (mL : g), 5 fold water, and grinding for 3 h. The TLC showed that the inclusion complex was well included. **Conclusions** The method for determination of cinnamaldehyde is simple, and the optimized extraction and inclusion process of volatile oil is stable and feasible. The experimental results provide technical parameters and theoretical basis for the research and development of *Wenyang Shengji* gel.

Key words: Cinnamomum zeylanicum; Oils, volatile; Technology, pharmaceutical; Aldehydes; *Wenyang Shengji* gel; Extraction process; Inclusion process; β- Cyclodextrin

温阳生肌凝胶为湖南中医药大学第一附属医院烧伤疮疡整形科的临床经验方,由肉桂、丁香、乳香、没药组成,具有温阳行气,去腐生肌功效,临床上常用于治疗各种慢性皮肤溃疡^[1-2]。现代药理研究表明该四味药中的挥发油具有抗菌消炎、抗溃疡与促进创面修复等作用^[3-6],故挥发油为该制剂的主要有效成分之一。然而,挥发油物理性质不稳定,容易挥发,给生产与储存带来诸多不便,因此,为提高挥发油在凝胶中的稳定性,确保温阳生肌凝胶临床疗效,2021年3—6月,本研究以君药肉桂中挥发性成分桂皮醛为指标成分,建立了桂皮醛的含量测定方法,并采用正交试验法对该制剂的挥发油提取与β-环糊精包合工艺进行了优化。

1 材料与方法

1.1 仪器与试药 1260 Infinity II型HPLC仪,包括二极管阵列检测器、LC1260色谱工作站(美国Agilent公司);DZF-6020型真空干燥箱(上海精宏实验设备有限公司);AUW220D型万分之一电子分析天平(上海海鸿仪器有限公司);SK5200H型超声波清洗器(上海科导超声仪器有限公司)。

桂皮醛对照品(中国食品药品检定研究院,批号110710~201821);β-环糊精(上海源叶生物科技有限公司,批号Z30M10Y89545),乙腈为色谱纯,其余试剂均为分析纯,水为纯净水。肉桂(批号20061331D)由江苏龙凤堂中药有限公司提供;丁香与乳香由湖南新汇制药股份有限公司提供;没药由湖南衡岳中药饮片有限公司提供,经湖南中医药大学第一附属医院张志国教授鉴定,肉桂为樟科植物肉桂的干燥树皮、丁香为桃金娘科植物丁香的干燥花蕾、乳香为橄榄科植物乳香树及同属植物树皮渗出的树脂、没药为橄榄科植物地丁树、或哈地丁树的干燥树脂。

1.2 方法

1.2.1 桂皮醛含量测定

1.2.1.1 色谱条件 色谱柱:Agilent ZORBAX Eclipse XDB-C18(250 mm×4.6 mm, 5 μm);流动相:乙腈-水(40:60, V/V);流速:1 mL/min;检测波长:290 nm;柱温:30 °C;进样量:10 μL。

1.2.1.2 对照品溶液制备 采用减量称重法,精密称取桂皮醛对照品28.4 mg,置于25 mL量瓶中,加甲醇制成质量浓度为1.136 0 g/L的对照品溶液

1.2.1.3 供试品溶液制备 根据处方要求,称取肉桂、丁香、乳香、没药适量,按《中国药典》2020版四部挥发油测定法(甲法)提取5 h,收集挥发油。量取挥发油3 mL置10 mL量瓶中,加甲醇稀释定容至刻度,滤过,取续滤液,既得。

1.2.1.4 阴性样品溶液制备 根据处方要求,称取缺肉桂的其他样品各适量,按“1.2.1.3”项方法制备阴性样品溶液。

1.2.1.5 空白对照溶液 以甲醇为空白对照溶液。

1.2.2 系统适用性试验 取上述空白对照溶液、对照品溶液、供试品溶液以及阴性样品溶液各适量,按“1.2.1.1”项下色谱条件进样测定,记录色谱图,可见桂皮醛色谱峰分离度为3.64,理论塔板数为7 296,且与其他成分峰基线分离,空白对照溶液与阴性样品溶液对测定无干扰,色谱图结果见图1。

1.3 统计学方法 数据分析使用SPSS 25.0进行处理,实验数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用多因素方差分析和独立样本 t 检验进行差异比较,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 线性关系考察 取“1.2.1.2”项下对照品溶液1 μL、2 μL、4 μL、8 μL、10 μL,按照“1.2.1.1”项下的色谱条件进行测定,记录峰面积。以对照品进样质量(X , μg)为横坐标、峰面积(Y)为纵坐标,进行线性回归,结果回归方程为 $Y = 392.57X - 376.67$ ($r =$

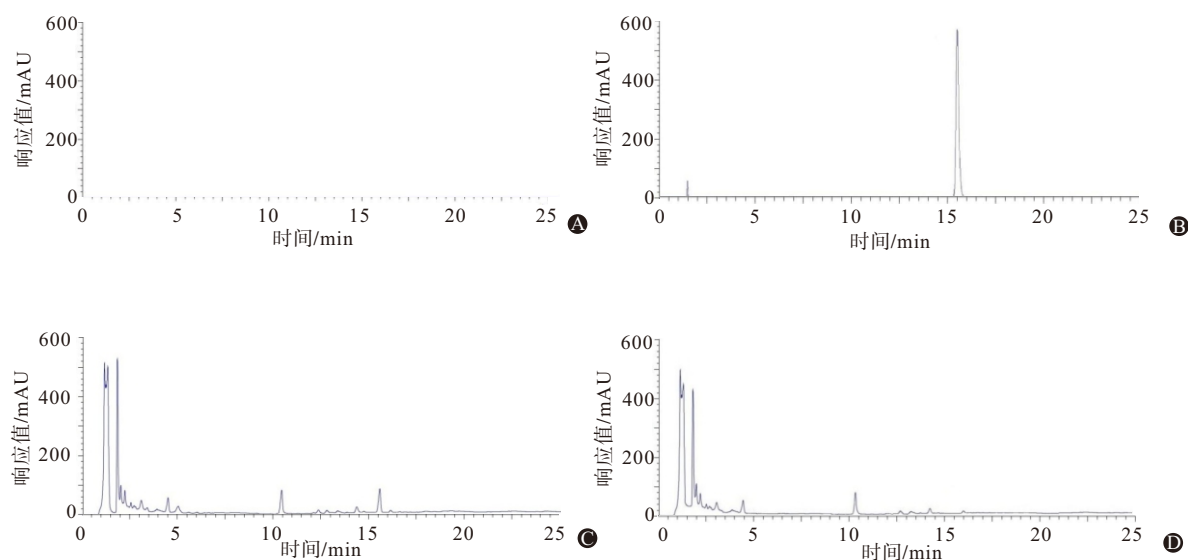


图1 桂皮醛含量测定系统适用性试验高效液相色谱图:A为空白溶剂;B为对照品;C为样品;D为阴性样品

0.999 5),桂皮醛检测进样量线性范围为 1.136~11.36 μg。

2.2 试验及含量测定

2.2.1 精密度试验 取“1.2.1.2”项下对照品溶液适量^[7-8],按“1.2.1.1”项下色谱条件连续进样测定 6 次,记录峰面积。结果桂皮醛峰面积 RSD 为 1.36%(n=6),表明仪器精密度良好。

2.2.2 重复性试验 取上述四味药材适量,共 6 份,分别按“1.2.1.1”项与“1.2.1.3”项下方法试验,结果桂皮醛平均含量为 6.67 mg/g,RSD 为 1.17%。

2.2.3 稳定性试验 取“1.2.1.3”项下的同一份供试品溶液,分别于室温下放置 0、2、4、8、12、24 h,按“1.2.1.1”项下色谱条件进样测定,记录峰面积。结果桂皮醛峰面积 RSD 为 1.46%(n=6),表明供试品溶液置于室温中 24 h 内稳定。

2.2.4 加样回收试验 精密称取上述四味药材,分别精密加入桂皮醛对照品 6.816 0 mg,按“1.2.1.3”项制备供试品溶液,按“1.2.1.1”项下色谱条件进样测定,平均回收率为 99.58%,RSD 值为 1.31%,表明该法准确性良好,结果见表 1。

2.2.5 含量测定 取上述四味药材各适量,共 9 份,

表1 桂皮醛加样回收率试验结果(n=6)				
取样量/g	桂皮醛含量/mg	加入对照品量/mg	测得量/mg	回收率%
1.037 2	6.914 7	6.816 0	13.855 7	101.83
1.036 1	6.907 3	6.816 0	13.604 9	98.26
1.022 3	6.815 3	6.816 0	13.532 6	98.55
1.003 6	6.690 7	6.816 0	13.475 3	99.54
1.043 8	6.958 7	6.816 0	13.716 2	99.14
1.031 2	6.874 7	6.816 0	13.706 8	100.24

注:平均回收率为 99.58%,相对标准偏差为 1.31。

分别按“1.2.1.1”项与“1.2.1.3”项下方法试验,结果,桂皮醛含量范围为 3.251 7~7.175 6 mg/g。

2.3 挥发油提取工艺研究

2.3.1 正交实验设计 结合相关文献报道与预试验结果^[9-11],选择药材浸泡时间、加水量、提取时间为考察因素,每个因素设置 3 个水平,以桂皮醛含量与挥发油得率为考察指标(综合评分中桂皮醛含量与挥发油得率的权重系数分别为 0.7、0.3,即综合评分=桂皮醛含量/最大桂皮醛含量×70%×100+挥发油得率/最大挥发油得率×30%×100),选用 L₉(3⁴)正交表进行试验。其中因素水平见表 2,试验设计与结果见表 3,方差分析见表 4。

表2 肉桂挥发油提取工艺研究因素水平			
水平	A	B	C
	浸泡时间/min	加水量/倍	提取时间/h
1	30	8	4
2	60	10	6
3	90	12	8

表4 肉桂挥发油提取工艺方差分析					
方差来源	离均差平方和	自由度	方差	F 值	P 值
A	149.12	2	74.56	5.16	0.162
B	339.37	2	169.69	11.75	0.078
C	1 386.87	2	693.44	48.00	0.020
D	28.89	2	14.45	1	

注:F_{0.05(2,2)}=19.0,F_{0.01(2,2)}=99.0。

2.3.2 结果分析 由正交试验与方差分析结果可知,所选因素中对挥发油提取的影响程度大小分别是 C>B>A,即提取时间>加水量>浸泡时间,其中因素 C 对提取工艺有显著性影响(P<0.05),因素 A、B 无显著性影响,结合实际生产情况与成本控制,认

表3 肉桂挥发油提取工艺试验设计与结果

试验号	A	B	C	D	桂皮醛含量/(mg/g)	挥发油得率/%	综合评分/分
1	1	1	1	1	3.251 7	0.463 5	50.95
2	1	2	2	2	5.618 6	0.531 1	76.85
3	1	3	3	3	7.175 6	0.674 7	97.99
4	2	1	2	3	5.346 1	0.601 3	77.10
5	2	2	3	1	6.957 1	0.661 2	95.30
6	2	3	1	2	4.632 7	0.564 6	68.62
7	3	1	3	2	6.013 9	0.723 1	88.67
8	3	2	1	3	5.134 2	0.533 3	72.21
9	3	3	2	1	6.756 7	0.696 8	94.82
k ₁	225.79	216.72	191.78	241.07			
k ₂	241.02	244.36	248.77	234.14			
k ₃	255.70	261.43	281.96	247.30			
R	9.97	14.90	30.06	4.39			

注:k_i表示任意列上水平号为*i*时所对应的试验结果之和,R为极差。

定最优挥发油提取工艺为A₁B₁C₃,即加8倍量水,浸泡30 min,提取8 h。

2.4 挥发油包合工艺研究

2.4.1 包合物制备方法选择 目前挥发油包合常用方法为饱和水溶液法与研磨法^[12-14],因此以挥发油包合率与收得率为考察指标,分别对饱和水溶液法与研磨法进行考察,其中空白包合率(%)=回收挥发油量(mL)/加入挥发油量(mL)×100%,包合率(%)=包合物含油量(mL)/[包合物加油量(mL)×空白回收率(%)]×100%;收得率(%)=包合物重量(g)/[β-环糊精重量(g)+挥发油重量(g)]×100%。结果研磨法与饱和水溶液法包合率分别为(67.61±0.95)%、(51.63±1.35)% ,*t*=13.68,*P*<0.001;研磨法与饱和水溶液法收得率分别为(79.40±0.73)%、(63.25±2.61)% ,*t*=8.42,*P*=0.001,表明研磨法的包合率与收得率均高于饱和水溶液法,且均*P*<0.05,故选择研磨法包合挥发油。

2.4.2 正交实验设计 结合相关文献报道与预试验结果^[15-16],选择β-环糊精投料比、加水量、研磨时间为考察因素,每个因素设置3个水平,以包合率与收得率为考察指标(综合评分中包合率与收得率的权重系数均为0.5,即综合评分=包合率/最大包合率×50%×100+收得率/最大收得率×50%×100),选用L₉(3⁴)正交表进行试验。其中因素水平见表5,试验设计与结果见表6,方差分析见表7。

表5 肉桂挥发油包合工艺因素水平

水平	A	B	C
	挥发油:β-环糊精/(mL:g)	加水量/倍	研磨时间/h
1	1:6	4	1
2	1:8	5	2
3	1:10	6	3

表6 肉桂挥发油包合工艺试验设计与结果

试验号	A	B	C	D	包合率/%	收得率/%	综合评分/分
1	1	1	1	1	60.49	69.58	80.96
2	1	2	2	2	69.51	78.76	92.31
3	1	3	3	3	70.62	82.7	95.39
4	2	1	2	3	61.15	73.17	83.53
5	2	2	3	1	68.15	83.69	94.37
6	2	3	1	2	63.17	76.39	86.77
7	3	1	3	2	76.79	74.66	94.61
8	3	2	1	3	67.33	79.71	91.46
9	3	3	2	1	71.05	82.69	95.67
k ₁	268.66	259.10	259.19	271.00			
k ₂	264.67	278.14	271.51	273.69			
k ₃	281.74	277.83	284.37	270.38			
R	5.69	6.35	8.39	1.10			

注:k_i表示任意列上水平号为*i*时所对应的试验结果之和,R为极差。

表7 肉桂挥发油包合工艺方差分析

方差来源	离均差平方和	自由度	方差	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值
A	53.15	2	26.58	25.75	0.037
B	79.27	2	39.64	38.41	0.025
C	105.69	2	52.84	51.20	0.022
D	2.06	2	1.03	1	

注:*F*_{0.05(2,2)}=19.0,*F*_{0.01(2,2)}=99.0。

2.4.3 结果分析 由正交试验与方差分析结果可知,所选因素中挥发油投料比(A)、加水量(B)、研磨时间(C)对包合效果均有显著性影响,且影响程度大小分别是C>B>A,因此确定最优挥发油包合工艺为A₃B₂C₃,即挥发油与β-环糊精比例为1:10(mL:g),加水量为5倍,研磨3 h。

2.4.4 验证试验 依照挥发油最优提取条件(A₁B₁C₃)与最优包合条件(A₃B₂C₃)进行平行试验3

次,结果见表8。

表8 肉桂挥发油提取与包合验证试验

试验号	桂皮醛含量/ (mg/g)	挥发油得率/%	包合率/%	收得率/%
1	6.923 1	0.649 0	71.49	82.61
2	6.756 1	0.657 3	70.13	82.40
3	6.866 7	0.648 9	70.66	80.69
平均值	6.848 6	0.651 7	70.76	81.90
RSD/%	1.01	0.60	0.79	1.05

注:RSD为相对标准偏差。

2.5 挥发油包合物 TLC 鉴别 取混合挥发油 0.2 mL,加乙醇定容至 1 mL 量瓶中,为供试品溶液 1;取包合物粉末 1 g,共 2 份,一份加乙醇 10 mL 超声提取 30 min,静置,滤过,取续滤液为供试品溶液 2,另一份加乙醇 10 mL 振摇 30 min,滤过,取续滤液为供试品溶液 3;取 β -环糊精粉末 1 g,加乙醇 10 mL 振摇 10 min,静置,滤过,取续滤液为供试品溶液 4;吸取上述供试品溶液各 2 μ L,分别点样于硅胶 G 薄层板上,以石油醚(60~90 $^{\circ}$ C):乙酸乙酯(9:1)饱和 15 min 后展开,取出,晾干,喷以 5% 香草醛硫酸溶液,置 105 $^{\circ}$ C 烘烤箱中加热至斑点清晰,结果样品 1、2 在相同位置显示相同颜色的斑点,而样品 3、4 未见任何斑点,表明包合物表面未残留挥发油,且混合挥发油经 β -环糊精包前后化学性质未发生明显变化。

3 讨论

温阳生肌凝胶是在该院烧伤疮疡整形科主任周忠志教授所创的温阳生肌方基础上进行剂型改进而成,处方中各类药物挥发油为该方的主要药效部位之一,在药物制备中应予以保留。目前部分挥发油的提取工艺优化考察指标为挥发油得率或挥发油含量^[17-18],该法存在考察指标单一,挥发性主要成分含量不可控等缺点,而本实验采用双指标综合加权评价开展正交试验研究,以君药肉桂中挥发性成分桂皮醛为指标成分,建立了桂皮醛的含量测定方法,并结合挥发油得率对挥发油提取工艺进行优化,这样既保障了挥发油得率,又对挥发性成分含量指标进行有效控制,比单一考察挥发油得率更加科学合理。

经文献查询,制剂过程中部分挥发油直接喷洒在药材颗粒或粉末上,这样既容易导致挥发油挥发,降低疗效,也容易增加制剂的油性异味,且质量不可控^[19-20],因此本研究采用具有环状中空圆筒结构且可被人体吸收的 β -环糊精对挥发油进行包合,即可增加挥发油的稳定性和溶解度,又能提高药物生物利用度,且该工艺操作简便,稳定可行,适用于工业生产。 β -环糊精包合挥发油的鉴别方法较多,本试验采用常用的薄层色谱法进行验证,结果提示

挥发油包合后性质较稳定。

综上所述,本研究优化所得的挥发油提取与包合工艺操作简便,稳定可行,且重现性良好,该结果可为温阳生肌凝胶后续研究开发与实际生产提供技术参考与理论依据。

参考文献

- [1] 王婷婷,陈丽,兰宏伟,等.温阳生肌膏治疗慢性皮肤溃疡 50 例临床观察[J].甘肃中医药大学学报,2021,38(2):46-50.
- [2] 周莎,朱芙蓉,谭甘露,等.温阳生肌膏联合艾灸治疗慢性溃疡的临床观察[J].当代护士(下旬刊),2021,28(6):1-4.
- [3] 陈旭刚,屈树兰,陈龙.基于 LC-MS 研究肉桂醛对急性溃疡性结肠炎小鼠代谢组学的影响[J].中药药理与临床,2021,37(1):88-96.
- [4] MINASARI.Effect of essential oils of clove and cumin against the growth of Staphylococcus Aureus isolated from Denture Stomatitis [J]. Padjadjaran Journal of Dentistry, 2016, 28(1): 7-12.
- [5] 杨玲,林龙飞,刘宇灵,等.熏香与乳香研究进展[J].中草药,2021,53(4):1193-1205.
- [6] 周宜,邓蓝冰,周游宇,等.基于网络药理学的乳香-没药药对药效机制研究[J].世界科学技术-中医药现代化,2020,22(7):2338-2347.
- [7] 杨海军,张宁,秦昆明,等.正交试验法优选酒常山炮制工艺[J].中医药学报,2021,49(6):51-55.
- [8] 吴静鸣,黄晓青,曹阳,等.正交试验优化参白散结颗粒的水提工艺[J].安徽医药,2020,24(11):2139-2142.
- [9] 丁美林,宗阳,徐玲玲,等.消毒洗剂提取工艺研究[J].中国民族民间医药,2021,30(18):42-46.
- [10] 牛向伟,姜莉莉,周国忠,等.活血润肠胶囊挥发油的提取工艺优化及气相色谱质谱分析[J].中国药业,2020,29(19):30-32.
- [11] 杨净尧,邱智东,王畅,等.柴桂解郁颗粒提取及喷雾干燥工艺研究[J].时珍国医国药,2020,31(1):78-81.
- [12] WANG YH, YIN CX, CHENG XM, et al. β -Cyclodextrin inclusion complex containing litsea cubeba essential oil: preparation, optimization, physicochemical, and antifungal characterization [J].Coatings, 2020, 10:850. DOI:10.3390/COATINGS10090850.
- [13] 吴萍,郑广品,赵源慧,等.风寒感冒颗粒挥发油的提取及包合工艺研究[J].吉林中医药,2020,40(12):1647-1650.
- [14] 李娜,刘德旺,赵红梅,等.四味土木香散挥发油的 β -环糊精包合工艺[J].中成药,2020,42(3):558-563.
- [15] 王艳艳,刘长河,葛文静,等.感冒清热颗粒挥发油的 β -环糊精包合工艺比较及稳定性研究[J].上海医药,2020,41(17):65-70.
- [16] 邹龙,陈叶童,张依人,等.疡必愈止痛片中木香挥发油的提取及包合工艺优化[J].湖南中医药大学学报,2017,37(4):378-381.
- [17] 马春娟,刘卫.小儿退热颗粒组挥发油提取及 β -环糊精包合工艺研究[J].长春师范大学学报(自然科学版),2020,39(1):78-80.
- [18] 郭冬,王洪波,杜霞,等.祛瘀生新胶囊挥发性部位研究[J].西北药学杂志,2016,31(6):568-571.
- [19] 张壮丽,王亚飞,荣晓哲,等.鱼腥草挥发油羟丙基- β 环糊精包合物的制备[J].中成药,2017,39(5):926-933.
- [20] 王奕博,杜梓萱,黄特辉,等.中药凝胶贴膏基质选择及挥发油加入方式研究进展[J].中草药,2018,49(11):2715-2721.

(收稿日期:2021-10-17,修回日期:2021-11-17)