

中图分类号: R943 文献标志码: A 文章编号: 1006-4931(2026)04-0069-05
doi:10.3969/j.issn.1006-4931.2026.04.012



连翘苷芦荟乳膏制备工艺优化及质量研究*

李世玺^{1,2}, 闫宁¹, 罗长兰¹, 程敏^{1,2Δ}

(1. 商洛学院生物医药与食品工程学院, 陕西 商洛 726000; 2. 陕西秦岭特色生物资源产业技术研究院, 陕西 商洛 726000)

摘要:目的 优化连翘苷芦荟乳膏的制备工艺, 并对其质量、抑菌活性和透皮特性进行初步考察。方法 采用乳化法制备连翘苷芦荟乳膏, 并在单因素试验基础上, 以乳膏的光滑细腻度、耐寒耐热试验和离心试验的综合得分为评价指标, 以乳化温度、乳化时间、连翘苷脂质体添加量、单硬脂酸甘油酯添加量为考察因素, 采用 $L_9(3^4)$ 正交试验法优选制备工艺, 并验证。通过考察外观、pH 和稳定性对制剂进行初步质量评价; 采用滤纸片法考察制剂抑菌活性; 采用 Franz 扩散池法考察制剂经皮渗透性能。结果 连翘苷芦荟乳膏的最佳工艺为添加 12.5% 的连翘苷脂质体、2.0% 的单硬脂酸甘油酯、1.0% 的芦荟汁、0.5% 的硬脂酸, 在 70 °C 下乳化 30 min。所制备的连翘苷芦荟乳膏表面光滑、有光泽, 黏稠度适中, 质地均匀; pH 为 7.03 ± 0.05 ; 离心稳定性、耐热稳定性和耐寒稳定性均良好, 具有一定的抑菌活性(且对大肠杆菌的抑制作用最强)和良好的透皮效果。结论 优化后的制备工艺既操作简便、切实可行, 所得样品质量稳定。

关键词: 乳膏; 连翘苷; 芦荟; 抑菌活性; 经皮渗透

Optimization of Preparation Process and Quality Study of Forsythin - Aloe Cream

LI Shixi^{1,2}, YAN Ning¹, LUO Changlan¹, CHENG Min^{1,2Δ}

(1. College of Biomedicine and Food Engineering, Shangluo University, Shangluo, Shaanxi 726000, China; 2. Shaanxi Qinling Research Institute for Industrial Technology of Characteristic Biological Resources, Shangluo, Shaanxi 726000, China)

Abstract: Objective To optimize the preparation process of Forsythin - Aloe Cream and to preliminarily investigate its quality, antibacterial activity, and transdermal characteristics. **Methods** The Forsythin - Aloe Cream was prepared using the emulsification method. Based on single - factor tests, with the comprehensive score of cream smoothness / fineness, cold / heat resistance tests, and centrifugal tests as the evaluation index, and emulsification temperature, emulsification time, the amount of forsythin liposomes addition, and the amount of glyceryl monostearate addition as investigation factors an orthogonal test $L_9(3^4)$ was employed to optimize and verify the preparation process. A preliminary quality evaluation of the preparation was conducted by examining its appearance, pH, and stability. Antibacterial activity was evaluated using the filter paper method, and transdermal permeation performance was examined using the Franz diffusion cell method. **Results** The optimal process for the Forsythin - Aloe Cream as follows: adding 12.5% forsythin liposomes, 2.0% glyceryl monostearate, 1.0% aloe juice, and 0.5% stearic acid, with emulsification at 70 °C for 30 min. The prepared Forsythin - Aloe Cream exhibited a smooth and glossy surface, appropriate viscosity, and uniform texture; its pH was 7.03 ± 0.05 ; the centrifugal stability, heat resistance stability, and cold resistance stability of this preparation were all good, and demonstrated certain antibacterial activity (with the strongest inhibitory effect against *Escherichia coli*) and favorable transdermal permeation effects. **Conclusion** The optimized preparation process is simple, practical, and feasible, yielding samples of stable quality.

Key words: cream; forsythin; aloe; antibacterial activity; transdermal permeation

天然植物提取物由于具有绿色、环保和安全等优势, 常被添加至护肤品中以增加功效^[1-3], 然而传统的基于植物提取物的护肤品通常存在颜色深、气味大、皮肤刺激性强、活性成分不稳定及生物利用度低等问题^[4]。近年来, 不断发展的纳米载体技术为这些问题的解决提供了更多可能, 也为皮肤护理领域带来新突破^[5-9]。脂质体具有双分子层结构, 与皮肤细胞膜结构类似, 被广泛应用于皮肤护理领域^[10-12]。连翘苷是从连翘中提取的一种天然木脂

素糖苷类成分, 具有抑菌^[13]、抗氧化^[14]和抗病毒^[15]等作用。芦荟具有出色的补水保湿性能, 在医疗、美容、食品等领域应用广泛^[16]。鉴于目前部分护肤类产品^[17-18]中均含有连翘苷和芦荟, 本研究中以连翘苷作为主要的抑菌活性物质, 以芦荟汁作为天然的保湿剂和抗氧化剂, 结合纳米脂质体技术制备连翘苷芦荟乳膏, 考察其制备工艺、抑菌活性和透皮特性, 并进行初步质量评价, 为天然植物护肤品的发展提供一定参考。现报道如下。

* 基金项目: 陕西省科技计划项目[2023-JC-QN-0174]; 商洛学院自然科学研究项目[21SKY120]; 陕西省商洛市科技计划项目[2022-Y-0023]; 商洛学院横向项目[23HKY034]。

第一作者: 李世玺, 男, 博士, 讲师, 研究方向为中药纳米制剂及药物合成, (电子信箱)lishixi1987@126.com。

Δ通信作者: 程敏, 女, 博士, 教授, 研究方向为中药制剂及其药效与作用机制, (电子信箱)exitxiaobai@163.com。

1 材料

1.1 仪器

BeNano180型Zeta纳米粒度及Zeta电位分析仪(丹东百特仪器有限公司);PB-10型pH计(北京赛多利斯科学仪器有限公司);X-8型紫外-可见分光光度计(上海元析仪器有限公司);TP-6型透皮扩散仪(天津盛达三合光学仪器公司);S-114型分析电子天平(丹佛仪器<北京>有限公司,精度为0.1 mg),LRH-150型生化培养箱(上海一恒科学仪器有限公司);TGL-16G型高速离心机(上海安亭科学仪器厂);KQ-400DE型超声波清洗仪(昆山市超声仪器有限公司);Franz扩散池(泰兴市沪可玻璃制品有限公司)。

1.2 试药

连翘苷(批号为N05GB166572,含量 $\geq 98\%$),磷脂酰胆碱(批号为S09HS194425,含量 $\geq 90\%$),均购于上海源叶生物科技有限公司;胆固醇(批号为C13056991,含量 $> 95\%$),卡波姆940(批号为C14569191,含量98%),均购于上海麦克林生化科技有限公司;硬脂酸(批号为0000358479,含量95%),单硬脂酸甘油酯(批号为0000420153,含量 $\geq 99\%$),均购于美国Sigma-Aldrich公司;羟苯乙酯(天津市大茂化学试剂厂,批号为20181113,含量 $\geq 99.0\%$);其余试剂均为分析纯,水为纯化水。芦荟(网购),经商洛学院李筱玲副教授鉴定为正品。

1.3 动物

SPF级KM小鼠,雄性,体质量17~24 g,购自西安交通大学医学院,实验动物生产许可证号:SCXK(陕)2018-001。

1.4 细菌

金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*,批号为20240706)、大肠杆菌(*Escherichia coli*,批号为20240618)、铜绿假单胞菌(*Pseudomonas aeruginosa*,批号为20240706)、枯草芽孢杆菌(*Bacillus subtilis*,批号为20240618),源于上海保藏微生物中心,均由西北大学提供。

2 方法与结果

2.1 连翘苷脂质体制备及表征

制备:采用乙醇注入-超声法^[19]。称取卵磷脂0.4 g、胆固醇0.1 g、连翘苷0.1 g,加入到20 mL乙醇中,于 $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下超声(功率200 W、频率40 kHz,下同)至溶解,作为有机相。将25 mL纯化水加热至 50°C ,作为水相。搅拌,将有机相逐滴滴入水相,滴毕于 $(60 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下水化1 h,减压蒸馏除去乙醇,超声1 h,即得。

表征:采用纳米粒度仪和电位分析仪测定连翘苷脂质体的粒径、多分散系数(PDI)和电势,平行测定3次,取平均值。结果显示,连翘苷脂质体均一性较好,且粒径在合理范围内(见图1 A)。该脂质体的Zeta电位

为 $(-23.64 \pm 0.52)\text{mV}$,其绝对值较大,表明该连翘苷脂质体具有较高的稳定性。该连翘苷脂质体呈浅棕色,体系中未见絮状物或沉淀,说明该脂质体分散性良好,能满足后续连翘苷芦荟乳膏制备工艺需求(见图1 B)。

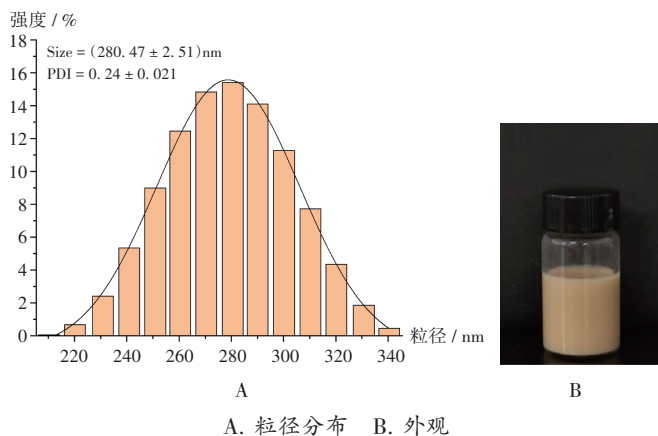


图1 连翘苷脂质体的粒径分布及外观
A. Particle size distribution B. Appearance

Fig. 1 Particle size distribution and appearance of forsythine liposomes

2.2 连翘苷芦荟乳膏制备

芦荟汁制备:取洗净的新鲜芦荟叶片,去掉叶片两边刺和叶片上下表皮,用水冲洗凝胶,放入榨汁机内压榨,随后用纱布过滤,即得。

乳膏制备:采用乳化法。按配方(见表1)量取卡波姆940,用水充分溶胀,加入芦荟汁和甘油,混合均匀,升温至 70°C ,作为水相。取处方量的硬脂酸和单硬脂酸甘油酯,混匀,加热至 70°C ,完全溶解后保温30 min,作为油相。搅拌,将油相滴入水相,滴毕于 $50 \sim 90^\circ\text{C}$ 条件下均质乳化 $10 \sim 50\text{min}$ 。待该体系温度降为 $50 \sim 55^\circ\text{C}$ 时,加入处方量的连翘苷脂质体和羟苯乙酯,混匀。室温陈化24 h,即得。

2.3 乳膏制备工艺优化

单因素考察:以乳膏的光滑细腻度、耐寒耐热试验和离心试验的综合得分为评价指标(细则见表2)^[22],对乳化温度、乳化时间、连翘苷脂质体添加量、芦荟汁添

表1 连翘苷芦荟乳膏配方

Tab. 1 Formula of Phillyrin - Aloe Cream

相别	编号	原料名称	用量(%)
水相	1	卡波姆940	1.0
	2	甘油	5.0
	3	芦荟汁	0.5~3.0
	4	纯化水	余量
油相	5	硬脂酸	0.5~1.0
	6	单硬脂酸甘油酯	0.5~5.0
其他	7	连翘苷脂质体	7.5~17.5
	8	羟苯乙酯	0.05

表2 乳膏综合评分细则

Tab. 2 Comprehensive scoring criteria of the cream

项目	评分细则			
光滑细腻度	色泽、光滑度和膏体细腻度均较差,有气泡(1~2分)	色泽、光滑度和膏体细腻度有两项较差,无气泡(3~5分)	色泽、光滑度和膏体细腻度有1项较差,无气泡(6~8分)	色泽、光滑度和膏体细腻度均较好,无气泡(9~10分)
耐寒耐热试验	分层、硬化、颜色均明显变化(1~2分)	分层、硬化、颜色有2项变化(3~5分)	分层、硬化、颜色有1项变化(6~8分)	分层、硬化、颜色均无变化(9~10分)
离心试验	油水分离,完全分离(1~2分)	油水较多分离,较多分离(3~5分)	油水较少分离,较少分(6~8分)	无油水分离,完全不分(9~10分)

加量、硬脂酸添加量和单硬脂酸甘油酯添加量进行单因素考察。1)乳化温度:固定连翘苷脂质体用量(12.5%)、芦荟汁用量(1.0%)、硬脂酸用量(0.5%)、单硬脂酸甘油酯用量(2%)与乳化时间(30 min),乳化温度在50~70℃范围内,乳膏综合评分呈逐渐升高的趋势,在70℃时最高。2)乳化时间:固定连翘苷脂质体用量(12.5%)、芦荟汁用量(1.0%)、硬脂酸用量(0.5%)、单硬脂酸甘油酯用量(2%)与乳化温度(70℃),乳化时间在10~30 min范围内,乳膏综合评分呈逐渐升高的趋势,在30 min时最高。3)单硬脂酸甘油酯添加量:固定连翘苷脂质体用量(12.5%)、芦荟汁用量(1.0%)、硬脂酸用量(0.5%)、乳化温度(70℃)和乳化时间(30 min),单硬脂酸甘油酯添加量在1.0%~2.0%范围内,乳膏的综合评分呈逐渐升高趋势,在2.0%时最高。4)连翘苷脂质体添加量:固定芦荟汁用量(1.0%)、硬脂酸用量(0.5%)、单硬脂酸甘油酯用量(2%)、乳化温度(70℃)和乳化时间(30 min),添加量在7.5%~12.5%范围内,乳膏的综合评分呈逐渐升高趋势,在12.5%时最高。5)芦荟汁添加量和硬脂酸添加量:2种物质的添加量对乳膏的综合评分影响均较小。详见图2。综合考量,选择芦荟汁的添加量为1.0%,硬脂酸的添加量为0.5%进行后续试验。

工艺优化:以乳膏的综合得分为评价指标,乳化温度(因素A)、乳化时间(因素B)、连翘苷脂质体添加量(因素C)和单硬脂酸甘油酯添加量(因素D)为考察因素,进行四因素三水平的正交试验。因素与水平见表3,试验设计及结果见表4,方差分析结果见表5。由表4、表5可知,最优制备工艺为A₂B₂C₂D₂,即乳化温度为70℃,乳化时间为30 min,添加12.5%的连翘苷脂质体和2.0%的单硬脂酸甘油酯。影响因素强弱为,R_A>R_B>R_C>R_D,即乳化温度对连翘苷芦荟乳膏的影响最大,其次分别为乳化时间、连翘苷脂质体添加量、单硬脂酸甘油酯添加量。

验证试验:按最佳制备工艺制备3批样品。结果见表6。

2.4 乳膏质量评价

2.4.1 理化性质

感官指标:将连翘苷芦荟乳膏于黑色背景下观察,可见,乳膏为淡黄色、表面光滑、有光泽的膏状固体,黏

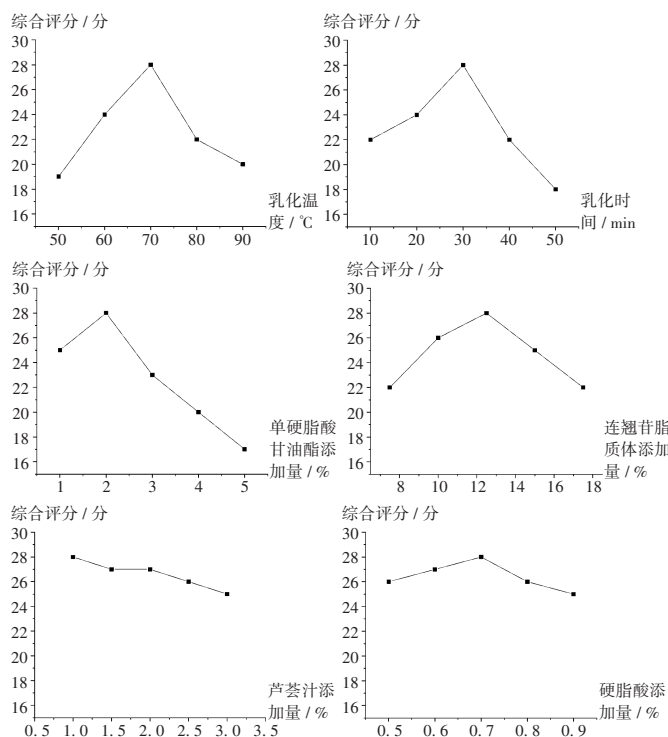


图2 单因素考察结果

Fig. 2 Results of the single - factor investigation

表3 因素与水平

Tab. 3 Factors and levels

水平	因素A(℃)	因素B(min)	因素C(%)	因素D(%)
1	65	25	11	1.5
2	70	30	12.5	2.0
3	75	35	14	2.5

稠适中,质地均匀,有淡淡的芦荟清香。详见图3。

pH:取3批样品各1 g,加入10 mL水,搅拌使完全溶解,测定其平均pH为7.03±0.05,与人体皮肤的pH接近,不会产生刺激性。

2.4.2 稳定性考察

离心稳定性:取3批样品各2 g,置离心管中,2000 r/min离心10 min,观察性状。结果显示3批样品均未出现分层现象,颜色也未发生变化,离心稳定性较好。

耐热稳定性:取3批样品各2 g,于(40±1)℃条件下放置24 h,观察性状。结果显示3批样品均未出现变稀、变色、分层现象,硬度也未发生变化,耐热稳定性较好。

耐寒稳定性:取3批样品各2 g,于(-10±1)℃条件下放置24 h,观察性状。结果显示3批样品均未出现变稀、

表4 正交试验设计及结果

Tab. 4 Design and results of orthogonal test

序号	因素A	因素B	因素C	因素D	综合评分
1	1	1	1	1	24
2	1	2	2	2	27
3	1	3	3	3	22
4	2	1	2	3	27
5	2	2	3	1	28
6	2	3	1	2	25
7	3	1	3	2	24
8	3	2	1	3	22
9	3	3	2	1	23
K_1	24.33	25.00	23.67	25.00	
K_2	26.67	25.67	25.67	25.33	
K_3	23.00	23.33	24.67	23.67	
R	3.67	2.33	2.00	1.67	

表5 方差分析结果

Tab. 5 Results of orthogonal test variance analysis

因素	偏差平方和	自由度	F值
A	20.67	2	4.43
B	8.67	2	1.86
C	6.00	2	1.29
D	4.67	2	1.00
误差	4.67	2	

注: $F_{0.05}(2, 2) = 19.00$ 。

Note: $F_{0.05}(2, 2) = 19.00$ 。

表6 验证试验结果

Tab. 6 Results of the verification test

编号	光滑细腻度	耐寒耐热性	离心试验	综合评分
1	10	8	10	28
2	10	8	9	27
3	10	9	10	29
\bar{X}	10	8.33	9.67	28



图3 连翘苷芦荟乳膏外观

Fig. 3 Appearance of Phillyrin - Aloe Cream

变色、分层现象,硬度也未发生变化,耐寒稳定性较好。

2.5 抑菌试验

采用滤纸片法^[21]。于培养皿中加入10 mL琼脂培养基,冷却至约45 °C,4种供试菌分别均匀接种。将滤纸

片(直径6 mm)置培养基上,取供试品溶液(以含0.1%吐温80的无菌水稀释样品质量浓度至0.5 g/mL),连翘苷芦荟乳膏混悬液(以含0.1%吐温80的无菌水混悬)10 μ L,滴加到滤纸片上,培养皿于37 °C的恒温培养箱中培养24 h,观察并测量每个滤纸片周围抑菌圈直径。以无菌水作为对照,每个菌种设置3组平行试验。结果显示,连翘苷芦荟乳膏对大肠杆菌的抑制作用最强,其次为铜绿假单胞菌和枯草芽孢杆菌,对金黄色葡萄球菌的抑制作用最弱。详见表7。

表7 抑菌试验结果(mm, n = 3)

Tab. 7 Results of antibacterial activity test (mm, n = 3)

菌种	供试品溶液($\bar{X} \pm s$)	对照
大肠杆菌	9.83 \pm 0.11	6
铜绿假单胞菌	8.86 \pm 0.14	6
枯草芽孢杆菌	8.80 \pm 0.13	6
金黄色葡萄球菌	8.31 \pm 0.12	6

2.6 离体透皮实验

剥离被处死小鼠的背部皮肤,剪净背部的毛,刮掉皮肤表面的角质层和浅表层的脂肪,用生理盐水冲洗干净^[22]。将皮肤置于Franz扩散池的供给池与接收池交界处,角质层朝向供给池,真皮层朝向接收池,用夹子固定。以PBS缓冲液(pH 7.4)为接收液,水浴恒温37 °C,恒速(300 r/min)搅拌,取连翘苷芦荟乳膏(实验组)连翘苷芦荟混悬液(对照组),连翘苷3.5 mg/mL均匀涂抹于小鼠背部皮肤,皮肤接触面积为1.54 cm²。在第2,4,6,8,12,24 h时分别取接收液2 mL(补加2 mL等温PBS缓冲液)。采用紫外-可见分光光度法检测接收液中连翘苷含量,检测波长为277 nm^[23]。按公式计算单位面积的累积渗透量(Q_n),公式为, $Q_n(\mu\text{g}/\text{cm}^2) = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} C_i V_i}{A}$ 。式中, C_i 为第*i*个时间点的连翘苷质量浓度($\mu\text{g}/\text{mL}$), V_i 表示为第*i*个时间点的取样体积(mL), A 为接受池面积(cm²)。并绘制累积渗透曲线(见图4)。

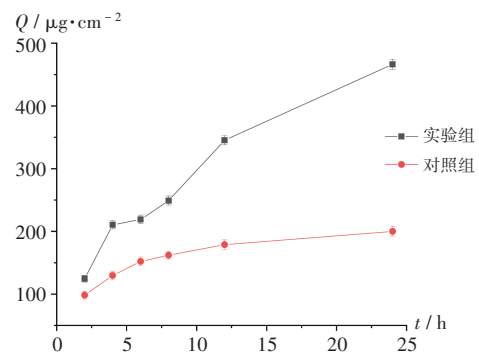


图4 累积渗透曲线

Fig. 4 Cumulative penetration curve

由图4可知,实验组和对照组的单位面积的累积渗透量均随时间延长而逐渐增加。实验组累积渗透量始终高于对照组,且在24 h时实验组的累积渗透量为 $466 \mu\text{g}/\text{cm}^2$,是对照组($200 \mu\text{g}/\text{cm}^2$)的2.33倍。结果表明,连翘苷芦荟乳膏透皮性能良好。

3 讨论

连翘苷为连翘的重要活性成分,存在难溶于水、不耐高温、不耐酸碱等问题^[24],纳米脂质体技术有助于解决这些问题。连翘苷脂质体是制备连翘苷芦荟乳膏的前提,本课题组通过乙醇注入-超声法成功地制备出了均一稳定、粒径适宜、包封率较高的连翘苷脂质体。连翘苷的添加量对乳膏的质量至关重要。文献^[25]配方中连翘苷的添加量为3%~4%,但本品中添加的是液态脂质体,综合考量脂质体中连翘苷的包封率和浓度,最终选择在7.5%~17.5%范围内考察连翘苷脂质体的添加量。后续还需进一步考察连翘苷脂质体的冻干工艺。芦荟含有丰富的维生素、多种氨基酸等活性成分,具有清肝泻火、泻下通便、杀虫疗疖之功效^[26]。为了确定本乳膏中芦荟汁的添加量,文献^[27-28]中芦荟汁的添加量为0.5%~2.0%,故在0.5%~3.0%范围内考察芦荟汁的具体用量。

抑菌试验结果显示,该乳膏对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等常见皮肤致病菌有一定抑制作用,尤其对大肠杆菌抑菌效果最强。这可能是因为连翘苷被脂质体包载后更易与菌体接触,并有助于其透过细胞膜,进而增强其抑菌活性。透皮试验进一步表明,该乳膏的累积渗透量明显高于由传统混悬液制备的乳膏,说明脂质体结构能有效促进活性成分经皮吸收,提升生物利用度。

综上所述,本研究中通过工艺优化,成功开发出具有良好稳定性、抑菌活性和透皮性能的连翘苷芦荟乳膏,为天然活性成分在经皮给药与功能性护肤品中的应用提供了理论依据,具备进一步开发的潜力。

参考文献

[1] 宋娟,于绪东,张嵩,等. 复方川芎美白淡斑乳膏的制备工艺研究及质量评价[J]. 中国药业,2024,33(19):71-75.
[2] 姚琳,余丽丽,刘少静. 天然提取物在保湿性化妆品中的应用研究[J]. 日用化学品科学,2024,47(10):66-70.
[3] 王蕊,牛玲晓,贺韵雅,等. 牡丹类植物原料在化妆品中的研究现状[J]. 当代化工研究,2024(7):37-39.
[4] 翟丹,吴娟,刘强. 纳米技术在植物化妆品中的应用[J]. 中国化妆品,2022(7):90-93.
[5] MONDÉJAR - LÓPEZ M, LÓPEZ - JIMÉNEZ AJ, ABAD - JORDÁ M, et al. Biogenic Silver Nanoparticles from *Iris tuberosa* as Potential Preservative in Cosmetic Products [J]. *Molecules*, 2021, 26(15): 4696 - 4707.
[6] 甘亮,邓建军,胡流云,等. 纳米乳液制备技术及其在化妆品中的应用[J]. 日用化学品科学,2020,43(11):46-52.

[7] 程小曼. 姜黄素脂质体凝胶的制备及其经皮给药治疗皮肤老化作用的研究[D]. 合肥:安徽中医药大学,2024.
[8] 王雨. 丹皮酚脂质体温敏型凝胶的设计与治疗特应性皮炎的应用评价[D]. 合肥:安徽中医药大学,2024.
[9] 吕哲. 包载控油脂质体水凝胶的制备及其抑制皮脂分泌的研究[D]. 长春:吉林大学,2023.
[10] 王晗宁,蒋丽刚,毕永贤,等. 化妆品载体技术及其最新研究进展[J]. 香料香精化妆品,2018(50):79-84.
[11] AHUJA A, BAJPAI M. Novel arena of nanocosmetics: applications and their remarkable contribution in the management of dermal disorders, topical delivery, future trends and challenges [J]. *Current Pharmaceutical Design*, 2023, 30(2): 115 - 139.
[12] MITALIS,RAFQUATR,SHARDAS,et al. Nanocosmeceuticals: Trends and Recent Advancements in Self Care [J]. *AAPS PharmSciTech*, 2024, 25(3): 512.
[13] 王婷婷,张蕙,杨志敏,等. 连翘及连翘叶抑菌抗炎活性及其主要化学成分研究[J]. 中国药物与临床,2019,19(14): 2380 - 2381.
[14] 史正文,郝晶晶,甄会贤,等. 连翘活性成分及其抗氧化和抑菌性比较分析[J]. 分子植物育种,2023,21(9):3057-3064.
[15] 郭健敏,富力,秦丽莉,等. 连翘苷体内外抗病毒及解热作用机制[J]. 中国药理学通报,2022,38(8):1170-1175.
[16] 吴华清,杨宏旺,孙美玲. 浅谈芦荟的药用价值及市场开发前景[J]. 食品工程,2023(2):10-12.
[17] 陆红. 一种多功能中药膏方面膜配方及其制备方法:中国, CN202010562306. 1[P]. 2020-11-27.
[18] 李靖宇. 一种纯植物祛痘祛斑洗面奶:中国, CN201110435779. 6[P]. 2012-05-09.
[19] 陈程,闫梦茹,薛守宇,等. 共载葛根素/黄连素包合物脂质体的制备与质量评价[J]. 化工科技,2023(6):25-31.
[20] 刘金凤,王亚如,孙志双,等. 人参丝瓜美白润肤霜的制备[J]. 山东化工,2019,48(2):13-15.
[21] 梁进京. 加味三黄泻心汤微乳凝胶的制备及对痤疮的作用研究[D]. 长春:吉林农业大学,2024.
[22] 王晓焯. 外用矿物药朱红膏含汞成分透皮吸收的毒性研究[D]. 北京:北京中医药大学,2018.
[23] 刘雅秀. 连翘苷提取工艺及其纳米制剂特性研究[D]. 太原:山西师范大学,2020.
[24] 燕文胜,张亮亮,李焕洋,等. 化学改性对连翘不溶性膳食纤维理化性质、结构及乳化稳定性的影响[J]. 食品工业科技, 2022, 43(19): 61 - 68.
[25] 鲁增辉,石萍,游华建,等. 一种祛痘美白制剂及其制备方法与应用:中国, CN202111541550. 0[P]. 2024-03-26.
[26] 杨天梅,杨美权,左应梅,等. 不同来源芦荟药材品质评价研究[J]. 中医药导报,2024,30(3):70-74.
[27] 张若冰,张茜玥,谢惠民,等. 一种含干细胞的美白补水护肤品及其制备方法:中国, CN202211640668. 3[P]. 2023-03-07.
[28] 齐艳红. 一种维生素E抑菌膏及其制备方法:中国, CN202210201057. 2[P]. 2023-03-31.

(收稿日期:2025-02-13;修回日期:2025-07-25)