

凌霄花醇提取物制备工艺优化及其抗氧化、美白活性评价

王珍娜¹, 庞道然², 吴丽丹², 高燕², 才太吉², 周吉卓玛¹, 吉先才让³, 尕藏措¹, 赵瀚年^{2*}, 更藏加^{1*}

(1. 西南民族大学药学与食品学院, 四川 成都 610041; 2. 山东中医药大学药物研究院, 山东 济南 250355; 3. 藏药新药开发国家重点实验室, 青海 西宁 810016)

摘要: 目的 优化凌霄花醇提取物制备工艺, 并对其抗氧化、美白活性进行评价。方法 在单因素试验基础上, 以提取溶剂(乙醇)体积分数、料液比、提取时间为影响因素, 指标成分(毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷)含量为评价指标, Box-Behnken 响应面法优化制备工艺。测定提取物对 DPPH、ABTS⁺ 自由基的清除能力及铁还原能力, 以及对酪氨酸酶单酚酶、二酚酶的抑制活性。**结果** 最佳条件为提取溶剂体积分数 70% 乙醇, 料液比 1 : 13, 提取时间 70 min, 指标成分含量为 1.89 mg/g。提取物对 DPPH、ABTS⁺ 自由基的 IC₅₀ 分别为 0.022、0.063 mg/mL, 其质量浓度在 0.125~2.000 mg/mL 时表现出较强的铁还原能力, 对酪氨酸酶单酚酶、二酚酶的 IC₅₀ 值分别为 2.06、2.89 mg/mL。**结论** 该方法稳定可行, 可用于提取抗氧化、美白活性较强的凌霄花醇提取物。

关键词: 凌霄花醇提取物; 制备工艺; 抗氧化活性; 美白活性; Box-Behnken 响应面法

中图分类号: R284.2

文献标志码: B

文章编号: 1001-1528(2025)08-2710-06

doi: 10.3969/j.issn.1001-1528.2025.08.037

凌霄花为紫葳科植物凌霄 *Campsis grandiflora* (Thunb.) K. Schum. 或美洲凌霄 *Campsis radicans* (L.) Seem. 的干燥花, 原名紫葳, 始载于《神农本草经》, 具有活血通经、凉血祛风功效, 主治月经不调、经闭癥瘕、产后乳肿、风疹发红、皮肤瘙痒、痤疮等^[1]。凌霄花含有苯乙醇苷类、三萜类、黄酮类、花色素、环烯醚萜苷、挥发油等成分^[2]。现代药理学研究表明, 凌霄花具有抗凝血^[3]、抗炎镇痛^[4]、脑缺血保护^[5]、抗氧化^[6]等作用, 临床上主要用于治疗皮肤炎症^[7-8]、心脑血管疾病^[9]、妇科疾病^[10]等疾病。

凌霄花化学成分主要为苯乙醇苷、黄酮^[11]、多酚^[12]类, 其中苯乙醇苷类化合物在凌霄花中含量最丰富, 为其功效相关的主要活性成分, 如毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷具有抗凝血、抗炎、抗氧化、抗肿瘤等活性^[13-16], 是凌霄花活血通经、凉血祛风功效的潜在药效物质基础。因此, 本研究以毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷含量为指标, 采用 Box-Behnken 响应面法优化凌霄花醇提取物的制备工艺, 并通过测定 DPPH、ABTS⁺ 自由基清除能力及铁还原能力评价抗氧化活性, 测定酪氨酸酶抑制率评价美白活性, 以期为毛蕊花糖苷及异毛蕊花糖苷的高效制备提供参考, 为拓展凌霄花在功效型化妆品原料领域的应用奠定基础。

1 材料

1.1 药物与试剂 凌霄花药材购自亳州淇顺堂药业有限公

司, 经山东中医药大学药物研究院赵瀚年教授鉴定为紫葳科植物凌霄 *Campsis grandiflora* (Thunb.) K. Schum. 的干燥花。毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷对照品(批号 PS012711、PS010317, 纯度 ≥ 98%, 成都普思生物科技股份有限公司); 2, 2'-联苯基-1-苦基胍基、2, 2'-联氨-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐(批号 507F025、A0010-W, 北京索莱宝科技有限公司); 酪氨酸酶[货号 T3824, 西格玛奥德里奇(上海)贸易有限公司]; 维生素 C(批号 S13001, 上海源叶生物科技有限公司); L-酪氨酸、L-多巴(货号 T103976、D111048, 上海阿拉丁生化科技股份有限公司); 甲酸、甲醇、乙腈(色谱纯, 美国 Thermo 公司); 水为超纯水。

1.2 仪器 Waters 2998 高效液相色谱仪(美国 Waters 公司); DFY-500DDZTW 摇摆式高速粉碎机(温岭市林大机械有限公司); 电子调温电热套(北京市永光明医疗仪器有限公司); 多功能酶标仪(美国 Thermo 公司); DZKW-C 恒温水浴锅(上海树立仪器仪表有限公司)。

2 方法与结果

2.1 色谱条件 Thermo Fisher C₁₈ 色谱柱(4.6 mm×250 mm, 5 μm); 流动相乙腈(A)-0.1%甲酸(B), 梯度洗脱(0~5 min, 95%B; 5~10 min, 95%~90%B; 10~20 min, 90%~85%B; 20~30 min, 85%~80%B; 30~40 min,

收稿日期: 2024-10-30

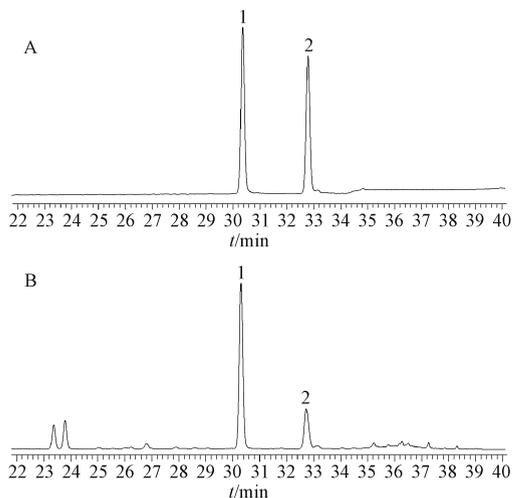
基金项目: 青海省十大国家级科技创新平台培育建设项目-现代藏药创制全国重点实验室建设(2023-ZJ-J05)

作者简介: 王珍娜(1999—), 女, 硕士生, 研究方向为民族药学及中药化学。Tel: 17781072291, E-mail: 2807282556@qq.com

* 通信作者: 赵瀚年(1965—), 男, 硕士, 教授, 从事中药质量综合评价、新药研发及中药有效成分分离研究。Tel: 13805400769, E-mail: bonianzh@163.com

更藏加(1978—), 男, 博士, 副教授, 从事民族药物开发与临床研究。Tel: 13519703552, E-mail: 871339674@qq.com

80%~40% B; 40~45 min, 40%~5% B); 体积流量 1.0 mL/min; 柱温 30 ℃; 检测波长 330 nm; 进样量 10 μL。凌霄花样品与对照品色谱图见图 1。



注: A 为对照品, B 为供试品。
1. 毛蕊花糖苷 2. 异毛蕊花糖苷

图 1 各成分 HPLC 色谱图

2.2 供试品溶液制备 凌霄花药材粉碎, 过 80 目筛。取药材粉末 5.0 g, 置于 250 mL 圆底烧瓶中, 加 50 mL 提取溶剂, 加热回流提取 60 min, 抽滤, 浓缩, 用甲醇定容至 25 mL 量瓶中, 即得。

2.3 对照品溶液制备 取毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷对照品各 5.0 mg, 置于 5 mL 量瓶中, 甲醇溶解并定容至刻度, 得到 1.0 mg/mL 的对照品母液。

2.4 方法学考察

2.4.1 线性关系考察 精密量取“2.3”项下的对照品母液, 依次稀释得到 6 个不同浓度的对照品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定。以对照品质量浓度为横坐标 (X), 峰面积为纵坐标 (Y) 进行回归。结果显示, 毛蕊花糖苷的回归方程为 $Y = 17\ 047\ 269.9X - 255\ 701$ ($R^2 = 0.999\ 54$), 线性范围 0.015 6~1.000 mg/mL; 异毛蕊花糖苷的回归方程为 $Y = 12\ 606\ 345.8X - 12\ 810.5$ ($R^2 = 0.999\ 37$), 线性范围为 0.001 6~0.100 0 mg/mL, 可知各成分在各自范围内线性关系良好。

2.4.2 精密度试验 精密吸取 0.1 mg/mL 对照品溶液, 在“2.1”项色谱条件下连续进样测定 6 次, 测得毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷峰面积 RSD 分别为 0.31%、0.61%, 表明仪器精密度良好。

2.4.3 重复性实验 取本品适量, 按“2.2”项下方法制备 6 份供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 测得毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷峰面积 RSD 分别为 0.53%、0.77%, 表明该方法重复性良好。

2.4.4 稳定性试验 取本品适量, 按“2.2”项下方法制备供试品溶液, 于 0、2、4、8、12、24 h 在“2.1”项色谱条件下进样测定, 测得毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷峰面

积 RSD 分别为 0.59%、1.28%, 表明溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.4.5 加样回收率试验 准确称取 6 份各成分含量已知的本品, 每份分别定量加入毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷对照品, 按“2.2”项下方法制备供试品溶液, 在“2.1”项色谱条件下进样测定。结果, 毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷的平均加样回收率分别为 98.89%、101.01%, RSD 分别为 1.41%、2.31%。

2.5 单因素试验

2.5.1 提取溶剂体积分数 称取凌霄花粉 5.0 g, 分别加入 10 倍量纯水、30% 乙醇、50% 乙醇、70% 乙醇、100% 乙醇, 浸泡 30 min, 加热回流提取 60 min, 在“2.1”项色谱条件下测定指标成分毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷的含量, 结果见图 2。由此可知, 醇提取物指标成分含量随着提取溶剂体积分数的增高呈先升后降趋势, 在体积分数为 70% 时达到最大值, 因此选择最佳提取溶剂为 70% 乙醇。

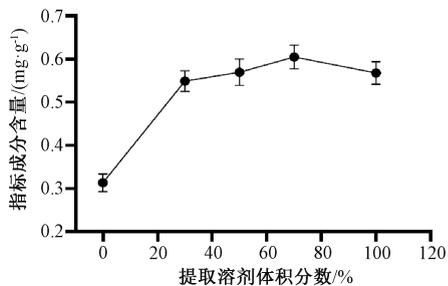


图 2 提取溶剂体积分数对指标成分含量的影响 (n=3)

2.5.2 料液比 称取凌霄花粉 5.0 g, 分别按料液比 1:5、1:10、1:15、1:20、1:25 加入 70% 乙醇, 浸泡 30 min, 加热回流提取 60 min, 在“2.1”项色谱条件下测定指标成分含量, 结果见图 3。由此可知, 随着料液比增大, 指标成分含量先上升后下降, 当料液比为 1:10 时到达峰值, 当料液比为 1:10~1:20 时, 指标成分含量缓慢降低, 因此选择料液比为 1:10。

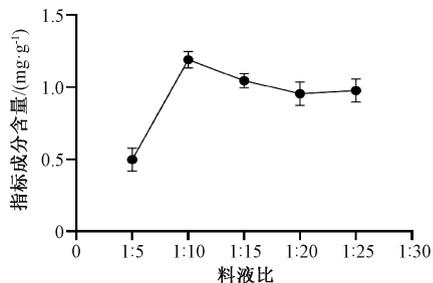


图 3 料液比对指标成分含量的影响 (n=3)

2.5.3 提取时间 称取凌霄花粉 5.0 g, 按料液比 1:10 加入 70% 乙醇, 浸泡 30 min, 分别加热回流提取 30、60、90、120 min, 在“2.1”项色谱条件下测定指标成分含量, 结果见图 4。由此可知, 随着提取时间的延长, 指标成分含量呈先升高后降低的趋势, 并在 60 min 时达到峰值, 因此选择最优提取时间为 60 min。

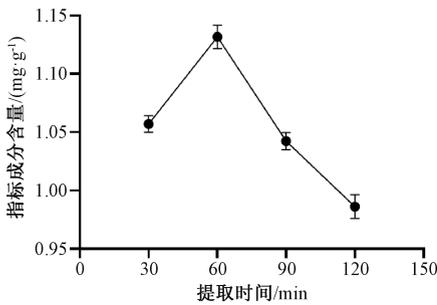


图4 提取时间对指标成分含量的影响 (n=3)

2.5.4 提取次数 称取凌霄花粉末 5.0 g, 按料液比 1:10 加入 70% 乙醇, 浸泡 30 min, 加热回流 60 min, 分别提取 1、2、3、4 次, 在“2.1”项色谱条件下测定指标成分含量, 结果见图 5。由此可知, 随着提取次数增加, 指标成分含量呈先升高后降低的趋势, 但差别较小。考虑到时间及提取溶剂成本, 因此选择最佳提取次数为 1 次。

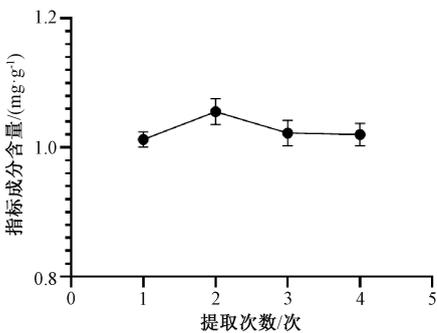


图5 提取次数对指标成分含量的影响 (n=3)

2.6 Box-Behnken 响应面法 在单因素试验的基础上, 以提取溶剂体积分数 (A)、料液比 (B)、提取时间 (C) 为影响因素, 指标成分含量 (Y) 为评价指标, 进行 3 因素 3 水平试验, 因素水平见表 1, 试验设计及结果见表 2。采用 Design Expert 13.0 软件对表 2 中的结果进行多元二次回归分析, 得回归方程为 $Y = 1.74 + 0.196 6A + 0.300 3B +$

$$0.098 6C + 0.010 8AB + 0.056 8AC + 0.040 2BC - 0.459 8A^2 - 0.233 2B^2 - 0.242 0C^2。$$

表 1 Box-Behnken 响应面法因素水平

因素	水平		
	-1	0	1
A 提取溶剂体积分数/%	60	70	80
B 料液比	1:5	1:10	1:15
C 提取时间/min	30	60	90

表 2 Box-Behnken 响应面法设计与结果

试验号	A	B	C	指标成分含量/(mg·g ⁻¹)
1	-1	-1	0	0.577 7
2	1	-1	0	0.939 6
3	-1	1	0	1.134 0
4	1	1	0	1.527 2
5	-1	0	-1	0.787 6
6	1	0	-1	1.077 0
7	-1	0	1	0.887 1
8	1	0	1	1.403 6
9	0	-1	-1	0.903 2
10	0	1	-1	1.446 2
11	0	-1	1	1.004 3
12	0	1	1	1.708 2
13	0	0	0	1.744 8
14	0	0	0	1.778 3
15	0	0	0	1.733 9
16	0	0	0	1.741 5
17	0	0	0	1.704 8

方差分析见表 3, 可知模型 $P < 0.01$, 且失拟项不显著 $P = 0.544 1 > 0.05$, 说明模型拟合良好, 方法可靠, 二次模型选择合适。模型相关系数 $R^2 = 0.998 3$, 失拟项系数 $R^2_{adj} = 0.996 1$, 表明实测值与理论值具有较强相关性, 该模型适用于醇提取物指标成分含量的分析与预测。在各单因素水平范围内, 根据 F 值判断各因素对结果的影响程度大小为 $B > A > C$ 。

表 3 方差分析结果

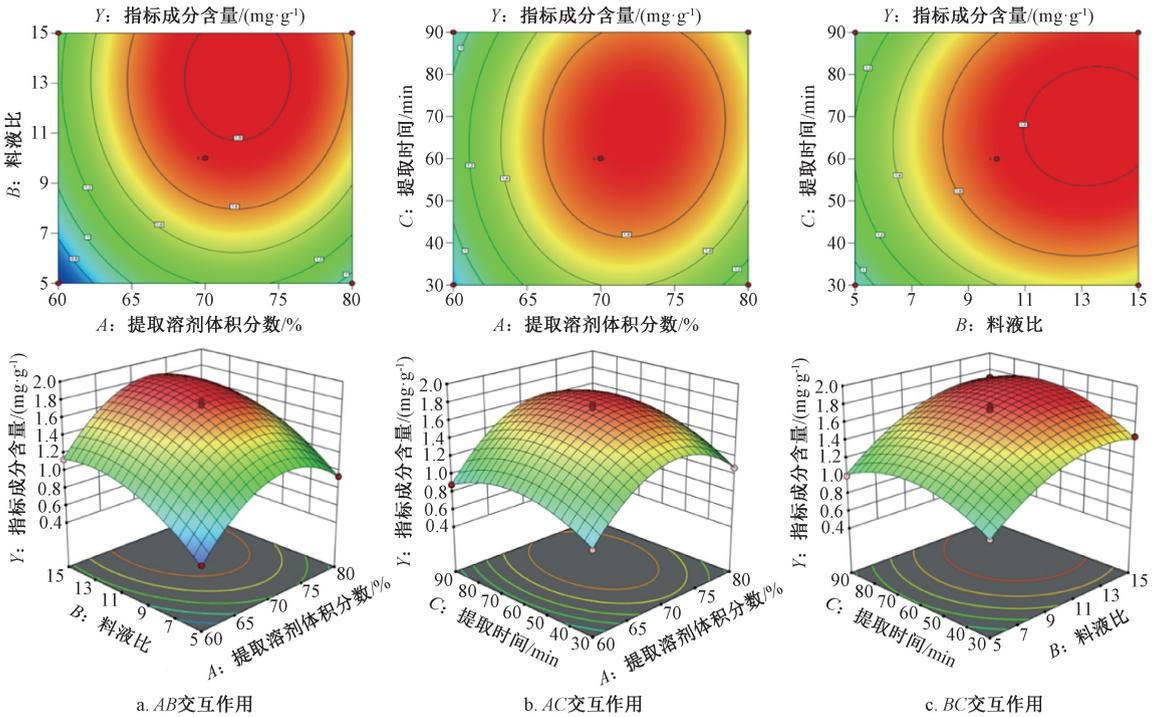
来源	离均差平方和	自由度	均方	F 值	P 值
模型	2.63	9	0.292 4	456.81	<0.000 1
A	0.309 3	1	0.309 3	483.17	<0.000 1
B	0.721 7	1	0.721 7	1 127.40	<0.000 1
C	0.077 9	1	0.077 9	121.62	<0.000 1
AB	0.000 5	1	0.000 5	0.733 9	0.420 0
AC	0.012 9	1	0.012 9	20.15	0.002 8
BC	0.006 5	1	0.006 5	10.10	0.015 5
A ²	0.890 2	1	0.890 2	1 390.64	<0.000 1
B ²	0.228 9	1	0.228 9	357.58	<0.000 1
C ²	0.246 6	1	0.246 6	385.20	<0.000 1
残差	0.004 5	7	0.000 6	-	-
失拟项	0.001 7	3	0.0006	0.8265	0.544 1
误差	0.002 8	4	0.000 7	-	-
总和	2.64	16	-	-	-

根据回归方程, 采用 Design Expert 13.0 软件绘制响应面图和等高线图, 见图 6。由图 6a 可知, 当提取溶剂体积

分数恒定时, 指标成分含量随着料液比增加呈升高趋势, 但达到一定数值后开始下降, 而当料液比恒定时, 指标成

分含量随着提取溶剂体积分数的增加先升后降，但下降趋势相对较弱；由图 6b 可知，当提取溶剂体积分数恒定，提取时间延长，指标成分含量明显升高，达到最大值后缓慢降低，而当提取时间恒定，提取溶剂体积分数增加，指标

成分含量先升后降；由图 6c 可知，提取时间与料液比相互之间的趋势相对平缓。结合三维曲面图坡度、等高线、方差分析结果，可知各交互因素影响程度依次为 $AC > BC > AB$ 。



注：上图为等高线图，下图为三维曲面图。

图 6 各因素响应面图

通过响应面模型拟合方程分析得到最佳工艺参数为提取溶剂体积分数 72.393%、料液比 1 : 13.374、提取时间 68.647 min，指标成分含量的预测值为 1.880 mg/g，结合实际情况将其修正为提取溶剂体积分数 70%、料液比 1 : 13、提取时间 70 min。按照上述工艺条件进行 3 批验证试验，测得指标成分含量分别为 1.86、1.82、1.93 mg/g，平均值为 1.89 mg/g，与预测值接近（相对误差为 0.032%）。

2.7 抗氧化活性研究

2.7.1 DPPH 自由基清除率测定 称取 DPPH 粉末 0.4 mg，100 mL 加无水乙醇，配制成质量浓度为 0.04 mg/mL 的溶液，备用。分别配制不同质量浓度（2.0、1.0、0.5、0.25、0.125 mg/mL）的样品溶液，加入 0.1 mL DPPH 溶液，充分混匀后，37 °C 避光静置 30 min，在 517 nm 波长处测定吸光度 A_1 ，以蒸馏水代替样品溶液作为空白对照，测定吸光度 A_0 ，无水乙醇代替 DPPH 溶液，测定吸光度 A_2 ，以维生素 C 为阳性对照，平行测定 3 次，计算 DPPH 自由基清除率，公式为 $\text{DPPH 自由基清除率} = [1 - (A_1 - A_2) / A_0] \times 100\%$ 。

由图 7 可知，凌霄花醇提取物在 0.125 ~ 2.0 mg/mL 范围内，DPPH 自由基清除率随浓度升高而升高；当质量浓度为 2.0 mg/mL 时，凌霄花醇提取物和维生素 C 的 DPPH 自由基清除率分别为 98.74%、99.19%， IC_{50} 值分别为 0.022、0.001 mg/mL，说明凌霄花醇提取物具有较好的

DPPH 自由基清除作用。

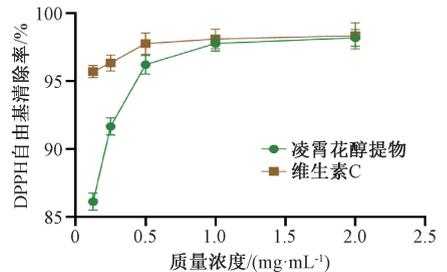


图 7 凌霄花醇提取物对 DPPH 自由基清除率的影响 ($n=3$)

2.7.2 ABTS⁺ 自由基清除率测定 将质量浓度为 3.82 mg/mL ABTS 溶液与 2.45 mmol/L 的过硫酸钾溶液按体积比 1 : 1 混合，用超纯水稀释至合适浓度。取 0.1 mL 不同浓度的待测样品与 3.9 mL 的 ABTS 溶液混合，避光反应 10 min 后，于 734 nm 波长处测定吸光度 A_1 ；以超纯水替代样品作为空白对照，测定吸光度 A_0 ；以纯水替代 ABTS 溶液作为本底对照 A_2 。以维生素 C 为阳性对照，每个样品平行测定 3 次，计算 ABTS⁺ 自由基清除率，公式同“2.7.1”项。

由图 8 可知，样品对 ABTS⁺ 自由基的清除效果与其浓度呈正相关。凌霄花醇提取物与维生素 C 的 IC_{50} 值分别为 0.144、0.063 mg/mL；当凌霄花醇提取物质量浓度达 1.5 mg/mL 时，其 ABTS⁺ 自由基清除能力基本与维生素 C 持平，

说明凌霄花醇提取物具有较好的抗氧化活性。

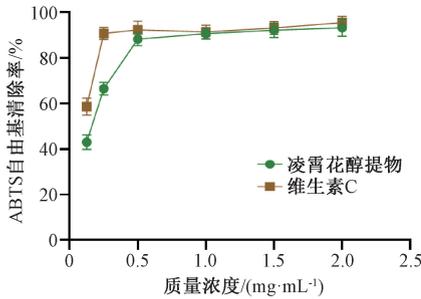


图8 凌霄花醇提取物对 ABTS⁺ 自由基清除率的影响 (n=3)

2.7.3 铁还原能力测定 参考 Memarzadeh 等^[17] 的方法, 用 40 mmol/L 盐酸分别配制 300 mmol/L 醋酸盐缓冲液 (pH 3.6)、20 mmol/L FeCl₃ · 6H₂O 溶液和 10 mmol/L

表4 凌霄花醇提取物铁还原能力测定结果 (n=3)

样品	铁还原能力/(mmol Fe ²⁺ · L ⁻¹ · g ⁻¹)				
	2.00 mg/mL	1.00 mg/mL	0.50 mg/mL	0.25 mg/mL	0.13 mg/mL
凌霄花醇提取物	1.93	1.62	0.88	0.44	0.21
维生素C	1.93	1.92	1.62	0.83	0.44

2.8 酪氨酸酶活性研究

2.8.1 单酚酶 参考文献 [18] 并加以改进。将凌霄花醇提取物配制成不同质量浓度的溶液, 分别配制 1.49 mmol/L 的 L-酪氨酸溶液和 200 U/mL 的酪氨酸酶溶液。设置实验组 (样品溶液+磷酸盐缓冲液+酪氨酸酶, 各 0.2 mL)、实验空白组 (0.2 mL 样品溶液+0.4 mL 磷酸盐缓冲液)、对照组 (0.2 mL 酪氨酸酶+0.4 mL 磷酸盐缓冲液)、对照空白组 (0.6 mL 磷酸盐缓冲液), 以维生素 C 为阳性对照。将上述 4 组溶液在 37 °C 条件下反应 10 min, 随后各加入 0.2 mL L-酪氨酸酶, 继续 37 °C 反应 5 min, 在 475 nm 波长处测定光密度 (OD) 值, 计算单酚酶抑制率, 公式为抑制率 = [1 - (OD_A - OD_B) / (OD_C - OD_D)] × 100%, 式中 OD_A、OD_B、OD_C、OD_D 分别为实验组、实验空白、对照组、对照空白组的光密度。由图 9 可知, 凌霄花醇提取物对酪氨酸酶单酚酶活性的抑制率呈浓度依赖性, 在 1.0 mg/mL 时抑制率为 55.45%, IC₅₀ 值为 2.06 mg/mL。

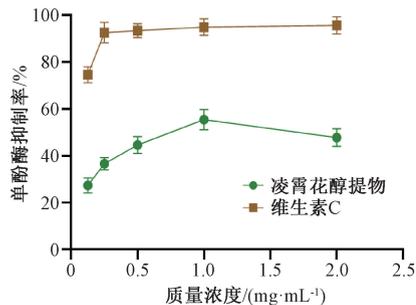


图9 凌霄花醇提取物对酪氨酸酶单酚酶活性的影响 (n=3)

2.8.2 二酚酶 根据“2.8.1”项下方法并加以改进。将凌霄花醇提取物配制成不同质量浓度的溶液, 分别配制 5.08 mmol/L 的 L-多巴溶液、100 U/mL 的酪氨酸酶溶液。

TPTZ 溶液, 将 3 个溶液按照 10 : 1 : 1 的比例混合, 配制成 FRAP 工作液 (现用现配), 混匀后放 37 °C 水浴锅中预热备用。取 0.1 mL 不同浓度的样品溶液, 依次加入 0.3 mL 蒸馏水及 2.6 mL 预热的 FRAP 工作液, 充分混匀后于避光条件下反应 30 min, 随后在 593 nm 波长处测定吸光度 A。以维生素 C 溶液为阳性对照, 蒸馏水为空白对照, 每个浓度设置 3 个平行样本。以 FeSO₄ · 7H₂O 溶液浓度为横坐标 (X), 吸光度为纵坐标 (Y) 进行回归, 得回归方程为 Y = 0.491 38X + 0.018 19 (R² = 0.991)。由表 4 可知, 凌霄花醇提取物表现出显著铁还原活性, 且呈明显的浓度依赖性; 当凌霄花醇提取物的质量浓度为 2.00 mg/mL 时, 铁还原能力为 (1.93 ± 0.04) mmol Fe²⁺ / (L · g), 与同质量浓度的维生素 C 的还原能力几乎相近, 表明凌霄花醇提取物具有良好的铁还原能力。

设置实验组 (样品溶液+磷酸盐缓冲液+酪氨酸酶, 各 0.2 mL)、试验空白组 (0.2 mL 样品溶液+0.4 mL 磷酸盐缓冲液)、对照组 (0.2 mL 酪氨酸酶+0.4 mL 磷酸盐缓冲液)、对照空白组 (0.6 mL 磷酸盐缓冲液), 以维生素 C 为对照品。将上述 4 组溶液在 37 °C 条件下反应 10 min, 随后各加入 0.2 mL 的 L-多巴, 继续 37 °C 反应 5 min, 最后测定 475 nm 波长处的 OD 值, 计算二酚酶抑制率, 公式同“2.8.1”项。由图 10 可知, 凌霄花醇提取物对二酚酶的抑制率呈浓度依赖性, 在 3.0 mg/mL 时, 抑制率为 55.02%, IC₅₀ 值为 2.89 mg/mL。

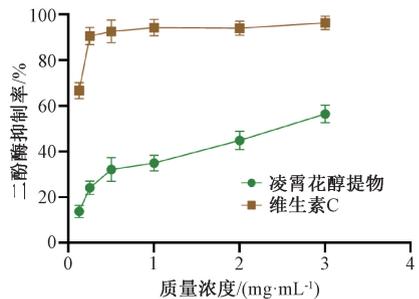


图10 凌霄花醇提取物对酪氨酸酶二酚酶活性的影响 (n=3)

3 讨论

凌霄花作为常用中药, 在临床上对皮肤疾病具有良好的治疗效果。毛蕊花糖苷、异毛蕊花糖苷等苯乙醇苷类成分为凌霄花的主要活性成分, 具有抗氧化、抗炎、抗菌等活性^[16,19], 与其活血化瘀、凉血祛风功效密切相关, 是其潜在的药效物质基础。因此, 本实验以凌霄花醇提取物中毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷含量为评价指标, 采用乙醇加热回流法提取, 最佳提取工艺为提取溶剂体积分数 70%、料液比 1 : 13、提取时间 70 min, 得凌霄花醇提取物中指标

成分含量为 1.89 mg/g, 与预测值相差 0.032%, 表明模型拟合度良好。抗氧化活性结果显示, 凌霄花醇提取物对 DPPH、ABTS⁺ 自由基具有较强的清除能力, 在同质量浓度下, 对铁离子的还原能力与阳性药无明显差异, 表明凌霄花醇提取物具有较强的抗氧化性。酪氨酸酶是机体形成黑色素的**关键酶, 通过抑制酪氨酸酶来防止色素沉着, 可达到美白效果^[20]。

综上所述, 本实验优化所得的提取工艺对凌霄花醇提取物中毛蕊花糖苷和异毛蕊花糖苷的富集具有一定借鉴意义, 且凌霄花醇提取物可通过抗氧化和抑制黑色素生成双重途径达到抗氧化和美白效果, 为凌霄花资源在大健康产业领域的应用提供了科学支撑。

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[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 205-206.
[2] 金晓琴, 沈建飞, 盛一梁, 等. 凌霄花化学及临床应用研究进展[J]. 中国处方药, 2021, 19(2): 18-20.
[3] Jin J L, Lee Y Y, Heo J E, et al. Anti-platelet pentacyclic triterpenoids from leaves of *Campsis grandiflora*[J]. *Arch Pharm Res*, 2004, 27(4): 376-380.
[4] 楚 敏, 赵鲁青, 慕红丹. 凌霄花喷雾剂的药效学[J]. 中国医院药学杂志, 2000, 20(12): 726-728.
[5] 方晓艳, 吴宿慧, 王琳琳, 等. 凌霄花总黄酮对脑缺血再灌注损伤大鼠的保护作用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(16): 109-113.
[6] 马玉萍. 凉血五花汤加减联合红蓝光照射治疗中重度痤疮临床观察[J]. 光明中医, 2019, 34(1): 117-120.
[7] 彭红领. 凉血五花汤治疗面部激素依赖性皮炎疗效观察[J]. 中国中西医结合皮肤性病学杂志, 2007, 6(2): 99.
[8] 塔 拉, 王丛妙, 崔秀梅, 等. 神经性皮炎的中医药治

疗[J]. 中外医疗, 2009, 28(12): 114-115.
[9] 于艳秋, 吴颢昕. 清毒活血化痰复方治疗急性血管性痴呆临床疗效观察[J]. 中国基层医药, 2006, 13(9): 1469-1471.
[10] 马 丽, 戴 铭, 余知影. 国医大师班秀文学术思想研究综述[J]. 中医药导报, 2017, 23(7): 23-27.
[11] 代丽萍, 高爱社, 方晓艳, 等. 凌霄花提取物中总黄酮的含量测定[J]. 中医学报, 2015, 30(5): 706-707.
[12] 郑 茜, 杨 俊, 张富贵, 等. 凌霄花多酚微波提取工艺优化及其抗氧化研究[J]. 化学试剂, 2021, 43(9): 1275-1280.
[13] 张 桥, 沈 娟, 柳于介, 等. 高效液相色谱法测定中药凌霄花中麦角甾苷、齐墩果酸和熊果酸含量[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(8): 1043-1045.
[14] 李 洁, 杨玉兰, 任爱农, 等. 凌霄花 HPLC-ELSD 指纹图谱的研究[J]. 药物分析杂志, 2016, 36(4): 632-638.
[15] 高建德, 刘 雄, 范凌云, 等. 肉苁蓉酶解提取工艺及抗氧化活性研究[J]. 中成药, 2014, 36(12): 2621-2624.
[16] 韩海霞, 游 林, 钟志明, 等. 肉苁蓉浸膏制备中温度对苯乙醇苷类成分的影响及其抗氧化活性分析[J]. 新疆农业科学, 2022, 59(8): 1975-1983.
[17] Memarzadeh S M, Gholami A, Pirbalouti A G, et al. Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.) essential oil and its chemical profile, antioxidant activities, and leaf micromorphology under green and conventional extraction techniques[J]. *Ind Crop Prod*, 2020, 154: 112719.
[18] 奚香渝, 夏 禹, 陈静文, 等. 乌饭果醇提取物化学成分分析及其美白功效评价[J]. 中成药, 2024, 46(4): 1402-1407.
[19] 杨国栋, 刘昱甫, 刘永林, 等. 裸花紫珠醋酸乙酯部位化学成分及抗炎活性研究[J]. 中草药, 2023, 54(16): 5146-5153.
[20] 王 磊, 刘 军. 黑色素形成分子机制研究进展[J]. 新疆大学学报(自然科学版), 2019, 36(4): 468-474; 499.