

艾叶提取物的功效性能

Study on efficacy and performance of *Artemisia argyi* extracts

张婉萍^{1,2}张志远^{1,2}张冬梅^{1,2}ZHANG Wan-ping^{1,2} ZHANG Zhi-yuan^{1,2} ZHANG Dong-mei^{1,2}张倩洁^{1,2} 蒋 汶^{1,2}ZHANG Qian-jie^{1,2} JIANG Wen^{1,2}

(1. 上海应用技术大学香料香精技术与工程学院, 上海 201418;

2. 香料香精及化妆品教育部工程研究中心, 上海 201418)

(1. School of Perfume and Aroma Technology, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China;

2. Engineering Research Center of Perfume & Aroma and Cosmetics,
Ministry of Education, Shanghai 201418, China)

摘要:目的:明确艾叶提取物作为植物提取物防腐剂的可能性,为开发天然无刺激的植物提取物防腐剂提供参考。

方法:通过制备艾叶水及乙醇提取物,测定其主要活性成分含量,分析其对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑制效果及稳定性,并探讨其抗氧化活性、紫外吸收性和使用安全性。**结果:**艾叶乙醇提取物对两种细菌的抑制效果显著,与活性成分的含量存在一定程度的关联性。温度和紫外照射对抑菌活性无明显影响,pH 对抑菌活性影响较大。艾叶乙醇提取物在质量浓度为 0.96 mg/mL 时,对 DPPH 自由基和 ABTS 自由基清除率达 98%,对超氧阴离子自由基、羟自由基清除率超过 50%。质量浓度为 0.50 mg/mL 时,两种提取物均具有较好的紫外吸收性。鸡胚尿囊膜刺激性试验表明,艾叶提取物在质量浓度为 62.50 mg/mL 以下时具有较高的安全性。**结论:**艾叶乙醇提取物具有较好且较为稳定的抑菌效果,以及一定的抗氧化活性、紫外吸收性能和安全性。

关键词:艾叶;水提取物;乙醇提取物;抑菌;抗氧化;紫外吸收性;安全性

Abstract: Objective: By analyzing bacteriostasis and efficacy, the possibility of *Artemisia argyi* extract to be a plant extract preservative is clarified. It provides a message for the development of natural non-irritating plant extract preservative.

Methods: Water and ethanol extracts of *A. argyi* were prepared. The content of its main active components was determined. Its inhibitory effect and stability on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* were analyzed. Antioxidant activity, ultraviolet absorption capacity and security were also discussed. **Results:** The ethanol extract of *A. argyi* had a significant inhibitory effect on the two kinds of bacteria, which was related to the content of active components to some extent. Temperature and UV irradiation had no significant effect on antibacterial activity, while pH had a greater effect on antibacterial activity. At the concentration of 0.96 mg/mL, ethanol extract of *A. argyi* leaves could eliminate 98% of DPPH and ABTS free radicals, and more than 50% of superoxide anion and hydroxyl free radicals. When the concentration was 0.5 mg/mL, the two extracts had good ultraviolet absorption capacity. The HET-CAM test showed that the extract of *A. argyi* had high security at the concentration of 62.5 mg/mL. **Conclusion:** The ethanol extract of *A. argyi* has good and stable bacteriostatic effect, certain antioxidant activity, ultraviolet absorption performance and security.

Keywords: *Artemisia argyi*; water extract; ethanol extract; bacteriostasis; oxidation resistance; ultraviolet absorption; security

基金项目:上海应用技术大学引进人才科研启动项目(编号: YJ2021-89)

作者简介:张婉萍,女,上海应用技术大学教授,博士。

通信作者:蒋汶(1991—),男,上海应用技术大学讲师,博士。

E-mail: jw@sit.edu.cn

收稿日期:2022-07-15 **改回日期:**2022-11-21

食品和化妆品工业广泛使用的合成防腐剂虽具有较好的防腐效果,但也可能对人体健康产生负面影响,如敏感个体的过敏反应和毒性,在高剂量使用时具有致癌性。因此,开发天然的抑菌剂或防腐剂成为当前的研究热点之一。而植物提取物除具有一定的抑菌作用外,在保证

安全性较高的前提下,由于其成分多以有机酸、多酚和黄酮为主,还具有广泛的生物活性。

艾叶作为传统中药材,药用历史悠久,其提取物中含有大量的挥发性油、黄酮类、萜类、苯丙素类、有机酸类、鞣质、甾体类、多糖苷和微量元素等活性成分^[1],具有抑菌^[2]、抗炎^[3]、抗氧化^[4]等诸多功效活性。目前关于艾叶提取物抑菌活性的相关研究相对较少,且集中在抑菌效果方面,未分析其他功效。王华等^[5]发现艾叶水提液对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和乙型伤寒沙门氏菌 3 种菌均有抑制和杀灭作用。李小姐等^[6]研究了艾叶提取物对大肠杆菌的抑菌活性,发现艾叶水提物和醇提物对大肠杆菌受试菌株均有一定的抑制作用。何柳等^[7]分析了艾叶水提物和酸提物的抗氧化及抗菌活性,发现艾叶酸提物更具有食品防腐剂和抗氧化剂的潜力。

研究拟以艾叶为研究对象,探究艾叶水提取物和乙醇提取物对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌的抑制活性、抑菌稳定性,分析其抗氧化性、紫外吸收性与刺激性,以期以艾叶提取物作为天然功效型防腐剂提供数据支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

艾叶:产地安徽,上海德华国药制品有限公司;

Hacat 细胞:实验室保存;

大肠杆菌、金黄色葡萄球菌:上海鲁微科技股份有限公司;

没食子酸、牛血清蛋白、无水葡萄糖:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

福林酚:分析纯,上海源叶生物科技有限公司;

1,1-二苯-2-三硝基苯肼(DPPH)、2,2'-联氮-双-3-乙基苯并噻唑啉-6-磺酸(ABTS)、吩嗪硫酸甲酯(PMS)、氯化硝基四氮唑啉(NBT)、还原型辅酶 I 二钠(β -NADH):分析纯,阿拉丁试剂(上海)有限公司;

肉桂酸乙基己酯(OMC)、二乙氨基羟苯甲酰基苯甲酸己酯(A-PLUS):化妆品级,巴斯夫护理化学品(上海)有限公司;

奥克利林:化妆品级,帝斯曼(江苏)生物技术有限公司;

显微镜:SZX7 型,奥林巴斯株式会社;

恒温培养箱:LRH-150 型,国华电器有限公司;

紫外可见分光光度计:UV-1800 型,岛津(中国)有限公司;

多功能酶标仪:TECAN-M200PRO 型,奥地利帝肯有限公司。

1.2 方法

1.2.1 艾叶提取物的制备 以文献[7]中的方法为基础,通过单因素和正交试验获得最佳的提取条件:以水作为

溶剂,温度 70 ℃,液料比($m_{\text{艾叶}} : V_{\text{水}}$)1 : 25 (mL/g),回流浸提 2 h;以体积分数 70%的乙醇为溶剂,温度 70 ℃,液料比($m_{\text{艾叶}} : V_{70\% \text{乙醇}}$)1 : 25 (mL/g),回流浸提 2 h。提取液经过滤除渣后,在 50 ℃旋转蒸发至 10 mL, -60 ℃冷冻 3 h,经真空冷冻干燥机处理 12 h (-60 ℃,真空度设置为 50 Pa),得到提取物冻干粉,置于干燥器中密封保存。

1.2.2 主要活性物质测定

(1) 蛋白质含量:采用考马斯亮蓝法^[8]。

(2) 总糖和还原糖含量:采用 DNS 法^[9]。

(3) 总黄酮和总鞣酸含量:采用比色法^[10]。

1.2.3 抑菌活性浓度测定 将艾叶提取物依次配制成质量浓度分别为 62.50, 31.25, 15.63, 7.81, 3.91 mg/mL 的水溶液,向提取物水溶液中添加适当体积的原始菌悬液,使其细菌总数为 1×10^6 CFU/mL,同样使用 PBS 溶液将原始菌悬液稀释为 1×10^6 CFU/mL 作为空白对照组,于 37 ℃培养 3 h。随后移取 100 μ L 上述样品和空白菌悬液于平板涂布,在 37 ℃培养 24 h,记录菌落数^[11-12],分别记为 A 和 A_0 ,按式(1)计算抑菌率。

$$Y = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

Y——抑菌率, %;

A_0 ——空白样品菌落数, CFU/mL;

A——试验样品对应菌落数, CFU/mL。

1.2.4 艾叶提取物抑菌稳定性测定 以文献[13]中的方法为基础,修改如下:

(1) 温度对乙醇提取物抑菌性的影响:将 31.25 mg/mL 的艾叶乙醇提取物溶液分别在室温(空白组, 20 ℃), 40, 60, 80, 100, 120 ℃经高压灭菌锅加热处理 30 min,按 1.2.3 的方法测试其抑菌效果,平行测定 3 次取平均值。

(2) 紫外照射时间对乙醇提取物抑菌性的影响:将 31.25 mg/mL 的艾叶乙醇提取物溶液置于紫外灯下进行紫外线照射,时间分别设定为 10, 20, 30, 40, 50 min,按 1.2.3 的方法测试其抑菌效果,平行测定 3 次取平均值。

(3) pH 对乙醇提取物抑菌性的影响:采用磷酸盐溶液分别将提取物配制成 pH 为 4, 5, 6, 7, 8, 9, 质量浓度为 31.25 mg/mL 的溶液,将磷酸盐缓冲溶液同样配置成 pH 为 4, 5, 6, 7, 8, 9 的溶液作为空白对照,按 1.2.3 的方法测试其抑菌效果,平行测定 3 次取平均值。

1.2.5 抗氧化性测定 根据文献[14]中的方法,分别测定艾叶提取物 DPPH 自由基、羟自由基、超氧阴离子自由基、ABTS 自由基的清除活性。

1.2.6 鸡胚尿囊膜刺激性评价 按 SN/T 2329—2009《化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜试验》执行。采用终点评价法,先将未加样品的鸡胚绒毛尿囊膜

(CAM)拍照,然后分别取 0.3 mL 阴性样品(0.9%氯化钠溶液)、阳性样品(0.2% NaOH 溶液)和一定浓度的艾叶提取物,直接作用于 CAM,记录 5 min 以内各种刺激性效应的时间并拍照。

1.3 数据处理与统计分析

采用 Origin 8.0 统计软件进行数据分析,所有试验均重复 3 次取平均值,并进行统计分析($P < 0.05$ 表示差异显著)。

2 结果与讨论

2.1 艾叶提取物中活性成分含量

如表 1 所示,艾叶提取物中含有多酚、鞣酸、黄酮、蛋

白质、总糖和还原糖等活性成分,且艾叶乙醇提取物中的多酚、鞣酸、黄酮含量均稍高于水提取物。艾叶提取物中的鞣酸可与生物大分子发生络合反应,并与金属离子产生螯合作用,从而产生抑菌效果^[15]。多糖可附着在细胞膜上,结合卵磷脂,使细胞膜脂肪酸游离,从而改变细胞膜的渗透性并伴随内容物外溢^[16]。黄酮类化合物通过影响菌体细胞膜通透性而发挥其抑菌作用^[17]。由于在艾叶提取物冻干粉中已明确检测出鞣酸、多糖和黄酮物质且含量尚佳,因此可推测艾叶提取物具有一定的抑菌活性。

由于水提取物与乙醇提取物中活性成分含量具有较为明显的区别,因此需要对其抑菌性分别进行研究。

表 1 水提取物、乙醇提取物活性成分的含量

提物	多酚	鞣酸	黄酮	蛋白质	总糖	还原糖
水提取物	21.36±1.35	5.34±0.46	18.76±0.95	79.60±4.67	222.30±10.23	64.50±2.36
乙醇提取物	25.34±2.41	7.89±0.77	19.70±1.02	67.30±3.75	199.25±8.67	86.00±3.33

2.2 艾叶提取物的抑菌活性浓度

根据 QB/T 2738—2012《日化产品抗菌抑菌效果的评价方法》中的标准:抑菌率 $\geq 90\%$ 时,产品有较强抑菌作用;抑菌率为 $50\% \sim 90\%$ 时,产品有抑菌作用。由图 1 可知,乙醇提取物在质量浓度为 $15.63 \sim 62.50$ mg/mL 时,抑菌率为 $50\% \sim 90\%$,具有抑菌作用;在质量浓度 ≥ 62.50 mg/mL 时,抑菌率超过 90% ,具有较强的抑菌功效。水提取物质量浓度为 $3.91 \sim 31.25$ mg/mL 时抑菌率均小于 50% ,质量浓度 ≥ 62.50 mg/mL 时,抑菌率超过 77.8% 。说明艾叶乙醇提取物对大肠杆菌的抑制效果更显著。

由图 2 可知,乙醇提取物质量浓度为 $15.63 \sim 62.50$ mg/mL 时抑菌率为 $50\% \sim 90\%$,具有抑菌作用;质量浓度为 62.50 mg/mL 时抑菌率大于 90% ,具有较强的

抑菌作用。水提取物在 $3.91 \sim 62.50$ mg/mL 的质量浓度范围内对金黄色葡萄球菌抑菌率均小于 50% 。说明艾叶乙醇提取物对金黄色葡萄球菌的抑制效果更显著。

不同植物提取物因为来源、提取方式及成分不同^[18],其抑菌效应会有所不同。王瑞等^[19]分析了解毒宣透汤水提物与乙醇提取物抑菌功效,发现其水提物的抑菌活性略强于乙醇提取物。吴璐璐等^[20]比较了拳参乙醇提取物和水提取物的体外抗菌活性,发现对于大肠杆菌乙醇提取物的抗菌活性更强,而金黄色葡萄球菌的则相反。

结合图 1、图 2 和表 1 推测,艾叶乙醇提取物的抑菌活性高于水提物的,与其乙醇提取物中的多酚、黄酮、鞣酸含量较高有关。

2.3 艾叶乙醇提取物的抑菌稳定性

2.3.1 温度对艾叶乙醇提取物抑菌活性的影响 由图 3

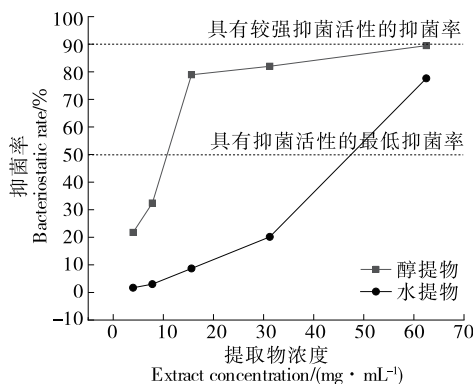


图 1 不同浓度提取物对大肠杆菌的抑菌率

Figure 1 Antibacterial rate of extracts of different concentrations against *E. coli*

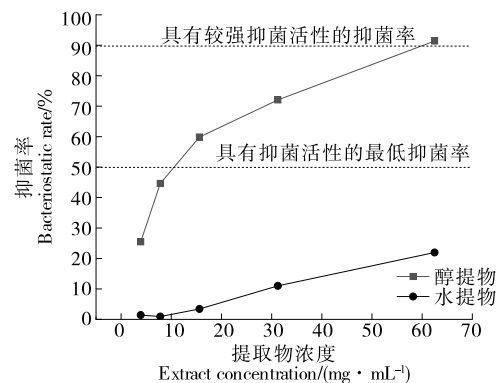


图 2 不同浓度提取物对金黄色葡萄球菌抑菌率

Figure 2 Antibacterial rate of extracts of different concentrations against *S. aureus*

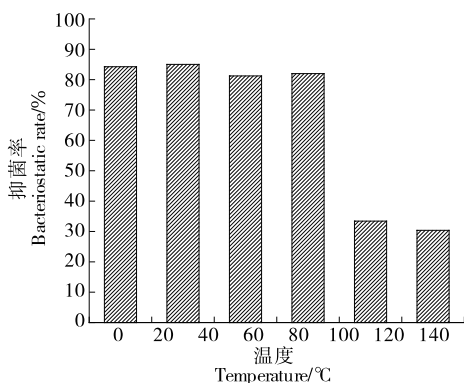


图 3 不同温度下艾叶乙醇提取物的抑菌活性
Figure 3 Antibacterial activity of ethanol extract from *A. argyi* leaves at different temperatures

可知,艾叶乙醇提取物经 20~80 °C 温度处理 30 min 后,抑菌率相差不大。但经 100~120 °C 处理后抑菌活性明显降低,推测在较高温度加热的过程中,艾叶乙醇提取物中的主要抑菌活性成分遭到了破坏。

2.3.2 紫外照射时间对艾叶乙醇提取物抑菌活性的影响

由图 4 可知,与不作处理的对照比较,紫外线辐照持续时间为 10,20 min 时,艾叶乙醇提取物的抑菌活性比较稳定。但随着处理时间的逐步延长(30,40,50 min),其抑菌活性有所减弱。有研究^[21-22]表明,一些功能性植物提取物如原花青素、黄酮、多酚等物质在长时间紫外辐射的环境中其含量会持续降低。因此,推测艾叶乙醇提取物中的有效抑菌活性成分经紫外线照射处理后受到了一定的破坏。

2.3.3 pH 对艾叶乙醇提取物抑菌活性的影响 由图 5 可知,艾叶乙醇提取物在 pH 为 5~7 时(接近乙醇提取物本身 pH 5.4)抑菌率基本无变化;在酸性和碱性条件下,其抑菌活性较空白组均有明显降低,始终存在抗菌活性。这可能是在碱性条件下,酚羟基被破坏,水解生成酚类物

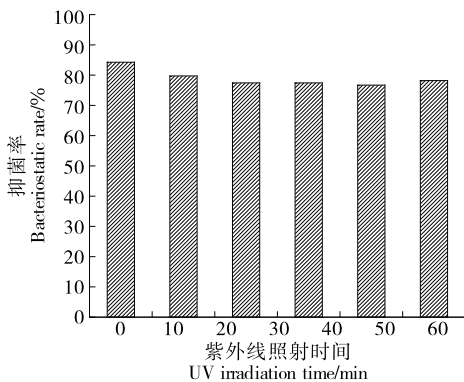


图 4 不同紫外照射时间下乙醇提取物的抑菌活性
Figure 4 Antibacterial activity of ethanol extract under different UV irradiation time

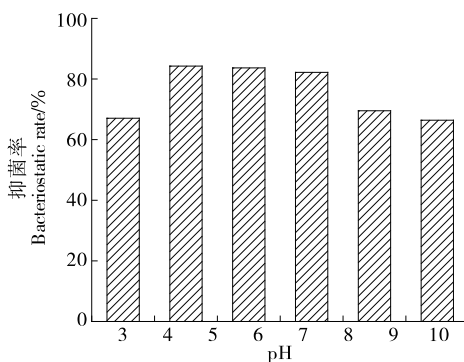


图 5 不同 pH 下乙醇提取物的抑菌活性
Figure 5 Antibacterial activity of ethanol extract at different pH

质,导致其抑菌活性降低;在酸性条件下,生物碱类物质结构被破坏,从而造成提取物的抑菌活性降低。

化妆品的 pH 一般在 5~7,在此范围内艾叶乙醇提取物能够保持较好的抑菌活性。

2.4 艾叶提取物的体外抗氧化能力

由图 6 可知,艾叶乙醇提取物在质量浓度为 0.96 mg/mL 时对 DPPH 自由基和 ABTS 自由基的清除率均达到 98% 以上,与同等质量浓度 V_C 的清除效果相当,而且对于超氧阴离子自由基以及羟自由基同样超过了 50%。在质量浓度为 0.96 mg/mL 时,艾叶水提取物仅对 ABTS 自由基清除率达到同等质量浓度 V_C 的清除效果,对 DPPH 自由基清除率超过 50%,对于超氧阴离子自由基以及羟自由基清除率均低于 50%。

艾叶乙醇提取物比水提取物具有更显著的自由基清除效果,主要是由于艾叶乙醇提取物中具有抗氧化活性的物质多酚、黄酮、蛋白质、多糖等含量较高,这些活性成分可能会通过直接清除或抑制自由基、作用于与自由基有关的酶、螯合钝化过渡金属离子、互补和协同作用等机制实现抗氧化功效^[23]。

2.5 艾叶提取物的紫外吸收性能

由图 7 可知,两种提取物在质量浓度为 0.5 mg/mL 时,在 UVB 区(280~320 nm)都具有较强的吸收值,并且与紫外吸收剂 OMC、A-PLUS、奥克利林吸收性能相当;然而在 UVA 区(320~400 nm),乙醇提取物与防晒剂的吸收性能关系为 OMC<奥克利林<乙醇提取物<A-PLUS,水提取物为 OMC<奥克利林≈水提取物<A-PLUS。两种植物提取物在蓝光区(400~480 nm)均具有一定的吸收能力,表明艾叶提取物还具有一定的抗蓝光作用,表现出了防晒剂不具备的性能。

2.6 艾叶提取物的鸡胚尿囊膜刺激性

以去离子水配制质量浓度 62.5 mg/mL 水提取物和乙醇提取物的溶液,以生理盐水溶液和 0.2% 的 NaOH 溶液为对照,开展鸡胚尿囊膜刺激性评价试验,结果如图 8 所示。

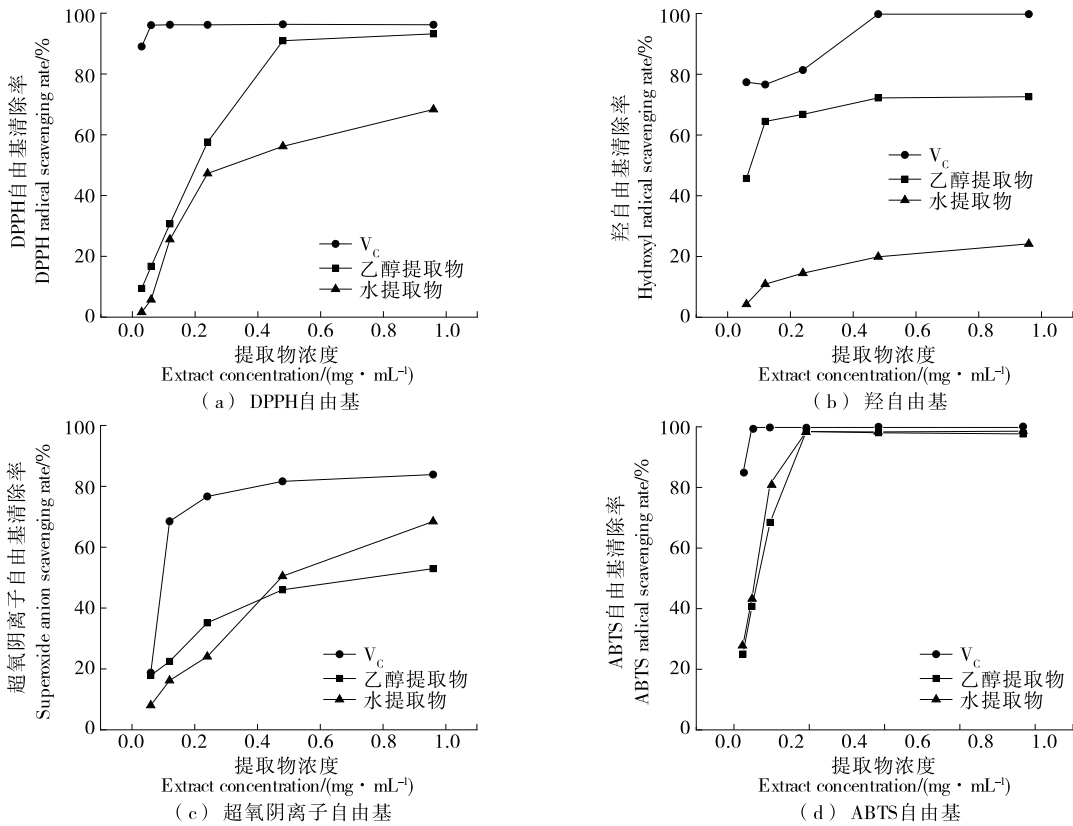


图6 提取物清除自由基活性

Figure 6 Free radical scavenging activity of extract

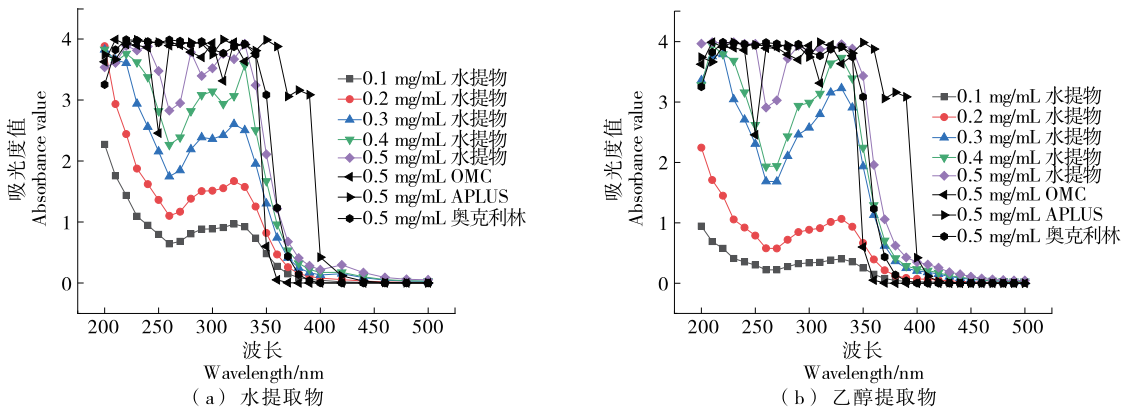


图7 提取物与防晒剂的紫外吸收性能对比

Figure 7 Comparison of UV absorption properties between extract and sunscreen

由图8可知,添加0.2% NaOH CAM膜出现了明显的出血和血管融解;添加0.9% NaCl、乙醇提取物和水提取物的CAM膜均未出现出血、凝血、血管溶解等现象。

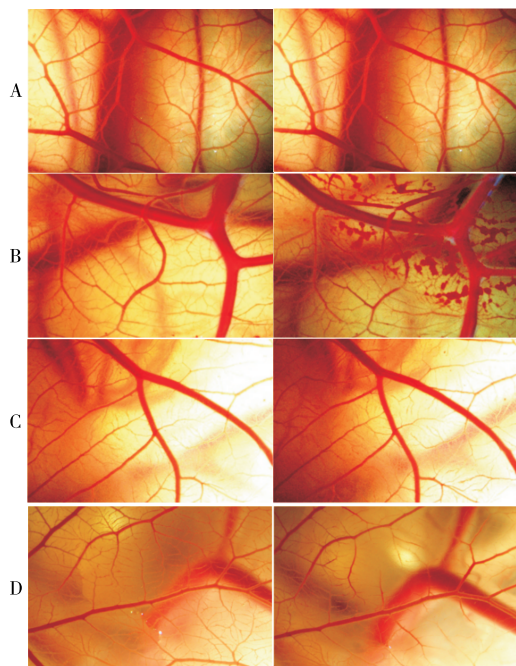
采用终点评价法进行计算评分(ES);每只鸡胚记分等于每只鸡胚观察到的出血、凝血和血管融解程度的和;ES为6只鸡胚得分的数学总和的平均值。乙醇提取物和水提取物的终点评分均≤12,属无/轻刺激性类^[24]。说明62.50 mg/mL的艾叶两种提取物均不存在生物膜刺激

性,安全性较高。

3 结论

与水提取物相比,艾叶乙醇提取物抑菌活性、抗氧化活性、紫外吸收性能更强,仅pH就对其抑菌活性影响较大,两者安全性均较高。

研究证实艾叶乙醇提取物具有一定的功效性能,后续需要研究艾叶乙醇提取物中具体的功效成分,并进一步分离纯化,从原理上分析艾叶乙醇提取物具有抑菌性



左图为添加提取物前,右图为添加提取物 5 min 后
 图 8 0.9% NaCl(A)、0.2% NaOH(B)、乙醇提取物(C)和水提取物(D)接触 CAM 后的血管反应性变化
 Figure 8 Changes in vascular reactivity after exposure to cam with 0.9% NaCl (A), 0.2% NaOH (B), ethanol extract (C) and water extract (D)

和其他功效性能的原因,探讨乙醇提取物与水提取物功效性能存在区别的缘由。

参考文献

[1] ZHANG L B, LU J L, CHEN H L, et al. Chemical constituents from *Artemisia argyi* and their chemotaxonomic significance [J]. *Biochemical Systematics and Ecology*, 2013, 50(10): 455-458.

[2] 曹琰, 游思湘, 谭楹新, 等. 艾叶提取液体外抑菌及耐药抑制作用研究[J]. *中国兽医药学杂志*, 2011, 30(1): 8-10.
 CAO Y, YOU S X, TAN P X, et al. Study on the bacteriostasis and drug-resistant inhibition effects of extracts from *Artemisia argyi* Levl. in vitro [J]. *Journal of Traditional Chinese Veterinary Medicine*, 2011, 30(1): 8-10.

[3] 刘涛, 廖晓风, 吴燕婷, 等. 艾叶有效成分抗炎作用及其机制的研究进展[J]. *中药新药与临床药理*, 2021, 32(3): 449-454.
 LIU T, LIAO X F, WU Y T, et al. Research progress on anti-inflammatory effective components and mechanism of *Artemisiae argyi* folium[J]. *Traditional Chinese Drug Research and Clinical Pharmacology*, 2021, 32(3): 449-454.

[4] XUE G M, ZHU D R, ZHU T Y, et al. Lactone ring-opening seco-guaianolide involved heterodimers linked via an ester bond from *Artemisia argyi* with NO inhibitory act[J]. *Fitoterapia*, 2019, 132: 94-100.

[5] 王华, 周孝琼, 钟雪香, 等. 艾叶水提液对 3 种细菌的体外抑菌

试验[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2016(20): 168-169, 172.

WANG H, ZHOU X Q, ZHONG X X, et al. In vitro antibacterial test of *Artemisia argyi* water extract on three kinds of bacteria[J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2016(20): 168-169, 172.

[6] 李小姐, 陈志坚, 关强强, 等. 艾叶提取物对大肠杆菌抑菌活性的研究[J]. *黑龙江畜牧兽医*, 2019(6): 140-142, 173.
 LI X N, CHEN Z J, GUAN Q Q, et al. Study on antibacterial activity of *Artemisia argyi* extract against *Escherichia coli* [J]. *Heilongjiang Animal Science and Veterinary Medicine*, 2019(6): 140-142, 173.

[7] 何柳, 王云鹏, 谢卫红, 等. 艾叶水提物和酸提物的抗氧化及抗菌活性比较[J]. *现代食品科技*, 2021, 37(10): 205-213.
 HE L, WANG Y P, XIE W H, et al. Comparative of antioxidant and antibacterial activities of aqueous and acidic extracts from *Artemisia argyi*[J]. *Modern Food Science and Technology*, 2021, 37(10): 205-213.

[8] 祝连彩, 唐士金, 周丽. 考马斯亮蓝 G250 法测定蛋白质含量的教学实践及方法学探讨[J]. *教育教学论坛*, 2020(23): 266-269.
 ZHU L C, TANG S J, ZHOU L. Teaching practice and methodological investigation of protein content determination using coomassie brilliant blue G250[J]. *Education and Teaching Forum*, 2020(23): 266-269.

[9] 周春旭, 张欣, 耿晓宇. 王不留行炮制前后多糖含量的测定[J]. *人参研究*, 2021, 33(1): 43-45.
 ZHOU C X, ZHANG X, GENG X Y. Determination of polysaccharide content of *Vaccaria segetalis* before and after processing[J]. *Ginseng Research*, 2021, 33(1): 43-45.

[10] 沙世炎. 中草药有效成分分析法[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1982: 218-219.
 SHA S Y. Analysis of effective components of Chinese herbal medicine[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1982: 218-219.

[11] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 一部[S]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 61.
 Chinese Pharmacopoeia Commission. Pharmacopoeia of the people's republic of China: Edition I[S]. Beijing: Chemical Industry Press, 2005: 61.

[12] 工业和信息化部. 日化产品抗菌抑菌效果的评价方法: QB/T 2738—2012[S]. 北京: 中国标准出版社, 2012: 6-9.
 Ministry of Industry and Information Technology. Test methods for evaluating daily chemical products in antibacterial and bacteriostatic efficacy: QB/T 2738—2012[S]. Beijing: Standards Press of China, 2012: 6-9.

[13] 马欣, 马蓉丽, 成妍, 等. 黄柏枝皮抑菌活性成分提取工艺及其稳定性研究[J]. *山东农业大学学报(自然科学版)*, 2020, 51(4): 587-592.
 MA X, MA R L, CHENG Y, et al. Research on extraction process and stability of antifungal active components from *Phellodendron chinense* branch bark [J]. *Journal of Shandong Agricultural*

- University (Natural Science Edition), 2020, 51(4): 587-592.
- [14] 张冬梅. 抗皮肤伤口纤维化结疤的仿生智能基质的构建及应用[D]. 无锡: 江南大学, 2020: 41-42.
ZHANG D M. Construction and application of biomimetic smartmatrices for preventing fibrotic scarring of skin wound[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2020: 41-42.
- [15] AHAMEETHUNISA A R, HOPPER W. In vitro antimicrobial activity on clinical microbial strains and antioxidant properties of *Artemisia parviflora* [J]. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, 2012, 11(1): 1-7.
- [16] SURESH J, REDDY V, RAJAN D, et al. Antimicrobial activity of *Artemisia abrotanum* and *Artemisia pallens* [J]. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 2011, 3(2): 18-21.
- [17] ÁLVAREZ-MARTÍNEZ F J, BARRAJÓN-CATALÁN E, Herranz-López M, et al. Antibacterial plant compounds, extracts and essential oils: An updated review on their effects and putative mechanisms of action[J]. *Phytomedicine*, 2021, 90: 153626.
- [18] 黄海英, 李晓娟, 李正英. 诃子水提物抑菌活性成分稳定性[J]. *北方园艺*, 2020(5): 104-108.
HUANG H Y, LI X J, LI Z Y. Study on the stability of antibacterial active components by aqueous extract of *Erminalia*[J]. *Northern Horticulture*, 2020(5): 104-108.
- [19] 王瑞, 李玉娟, 毕开顺. 解毒宣透汤水提物和醇提物化学指标及药效的比较研究[J]. *中药新药与临床药理*, 2002, 13(6): 403-405.
WANG R, LI Y J, BI K S. Comparative study on chemical indexes and efficacy of water extract and alcohol extract of *Jie Du Xuan Tou Tang* [J]. *New Traditional Chinese Medicine and Clinical Pharmacology*, 2002, 13(6): 403-405.
- [20] 吴璐璐, 许剑锋, 赵勇. 拳参乙醇提取物和水提取物体外抗菌和抗氧化活性[J]. *江苏农业科学*, 2013, 41(5): 246-249.
WU L L, XU J F, ZHAO Y. In vitro antibacterial and antioxidant activities of ethanol and water extract from *Panax quinquefolium* [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2013, 41(5): 246-249.
- [21] 冯靖, 彭效明, 李翠清, 等. 银杏叶黄酮的抗氧化性及其稳定性研究[J]. *食品科技*, 2019, 44(4): 244-249.
FENG J, PENG X M, LI C Q, et al. Antioxidant activity and stability of flavonoids from ginkgo leaves[J]. *Food Science and Technology*, 2019, 44(4): 244-249.
- [22] 黄诗琪, 冯卫华, 于立梅, 等. 香椿多酚抑菌特性研究[J]. *食品科技*, 2013, 38(11): 212-216.
HUANG S Q, FENG W H, YU L M, et al. Antimicrobial properties of polyphenol in *Toona Sinensis*[J]. *Food Science and Technology*, 2013, 38(11): 212-216.
- [23] 孙晓晨, 张方, 邵华. 紫外线对人体健康影响[J]. *中国职业医学*, 2016, 43(3): 380-383.
SUN X C, ZHANG F, SHAO H. Effects of ultraviolet radiation on human health [J]. *China Occupational Medicine*, 2016, 43(3): 380-383.
- [24] 国家质量监督检验检疫总局. 化妆品眼刺激性/腐蚀性的鸡胚绒毛尿囊膜试验: SN/T 2329—2009[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009: 3-6.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. *Cosmetics ocular irritant and corrosive HET-CAM test: SN/T 2329—2009* [S]. Beijing: Standards Press of China, 2009: 3-6.
-
- (上接第 36 页)
- [7] 夏娜, 张双霞, 张莉, 等. 香梨酒中甲醇产生的原因及控制方法研究[J]. *中国食物与营养*, 2011, 17(9): 59-62.
XIA N, ZHANG S X, ZHANG L, et al. Study on the causes and control methods of methanol production in pear wine [J]. *China Food and Nutrition*, 2011, 17(9): 59-62.
- [8] 李艳松, 文良娟. 果胶酶对葡萄酒酿制过程中甲醇含量的影响[J]. *食品工业*, 2012, 33(9): 17-20.
LI Y S, WEN L J. Effect of pectinase on methanol content in wine brewing[J]. *Food Industry*, 2012, 33(9): 17-20.
- [9] 张倩茹, 尹蓉, 殷龙龙, 等. 红枣干红甲醇的控制研究[J]. *农产品加工*, 2021(8): 23-25.
ZHANG Q R, YIN R, YIN L L, et al. Study on the control of methanol in dried red jujube[J]. *Agricultural Products Processing*, 2021(8): 23-25.
- [10] GUZEL M, AKPINAR O. Valorisation of fruit by-products: Production characterization of pectins from fruit peels[J]. *Food and Bioproducts Processing*, 2019, 115: 126-133.
- [11] 孙平. 食品添加剂[M]. 2版. 北京: 中国轻工业出版社, 2020: 298-299.
SUN P. *Food additives*[M]. 2nd ed. Beijing: China Light Industry Press, 2020: 298-299.
- [12] 曹建康, 姜微波, 赵玉梅. 果蔬采后生理生化实验指导[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2022: 24-25.
CAO J K, JIANG W B, ZHAO Y M. *Guidance on postharvest physiological and biochemical experiments of fruits and vegetables* [M]. Beijing: China Light Industry Press, 2022: 24-25.
- [13] 杨同香, 吴孔阳, 白云飞, 等. 微生物果胶酶的研究进展[J]. *食品与机械*, 2020, 36(8): 201-209.
YANG T X, WU K Y, BAI Y F, et al. Research progress of microbial pectinase[J]. *Food & Machinery*, 2020, 36(8): 201-209.
- [14] 胡小松, 李积宏, 崔雨林, 等. 现代果蔬汁加工工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1995: 79-82.
HU X S, LI J H, CUI Y L, et al. *Modern fruit and vegetable juice processing technology* [M]. Beijing: China Light Industry Press, 1995: 79-82.
- [15] 崔伟荣, 逢焕明, 杨静, 等. 果胶酶澄清哈密瓜汁工艺研究[J]. *新疆农业科学*, 2010, 47(4): 698-704.
CUI W R, PANG H M, YANG J, et al. Study on the clarification of Hami melon juice with pectinase [J]. *Xinjiang Agricultural Science*, 2010, 47(4): 698-704.