

DOI: 10.13652/j.spjx.1003.5788.2023.80617

布渣叶不同极性溶剂萃取物抗菌及抗氧化活性研究

林月乔¹ 李楠¹ 赵永铃¹ 陈科灿¹ 孙文博¹
杨焯健² 刘辉¹ 陈鑫¹

(1. 佛山大学医学部, 广东 佛山 528000; 2. 佛山市中医院检验科, 广东 佛山 528000)

摘要: [目的] 进一步开发布渣叶的抗氧化活性功能。[方法] 采用溶剂萃取法得到布渣叶石油醚萃取物、二氯甲烷萃取物、乙酸乙酯萃取物和水萃取物, 测定其对院内感染常见细菌的抗菌活性, 并通过测定不同极性萃取物对 DPPH 自由基、羟自由基及 ABTS 自由基的清除能力来评价其抗氧化活性。[结果] 各萃取物对金黄色葡萄球菌和鲍曼不动杆菌有明显抗菌作用, 其中乙酸乙酯萃取物和水萃取物活性最佳, 但对肺炎克雷伯菌、大肠杆菌、铜绿假单胞菌没有抑菌作用。水萃取物对 DPPH 自由基的清除效果最好, 其 IC_{50} 值为 $(0.093\ 2 \pm 0.015\ 0)$ mg/mL; 乙酸乙酯萃取物清除羟自由基和 ABTS 自由基的效果最好, 清除羟自由基的 IC_{50} 值为 $(0.451\ 7 \pm 0.051\ 0)$ mg/mL。[结论] 布渣叶不同溶剂萃取物尤其是乙酸乙酯萃取物和水萃取物具有作为天然抗菌剂和天然抗氧化剂研究与开发的潜力。

关键词: 布渣叶; 萃取物; 抗菌; 抗氧化

Research on antibacterial and antioxidant activity of different polar solvent extracts of *Microctis folium*

LIN Yueqiao¹ LI Nan¹ ZHAO Yongling¹ CHEN Kewan¹ SUN Wenbo¹
YANG Yejian² LIU Hui¹ CHEN Xin¹

(1. School of Medical, Foshan University, Foshan, Guangdong 528000, China; 2. Department of Clinical Laboratory, Foshan Hospital of TCM, Foshan, Guangdong 528000, China)

Abstract: [Objective] This study aimed to further develop the antioxidant activity function of *Microctis folium* leaves. [Methods] *M. folium* leaves extracts of petroleum ether, dichloromethane, ethyl acetate and water were obtained by solvent extraction to determine their antimicrobial activities against common bacteria in nosocomial infections, and the antioxidant activities were evaluated by determining the scavenging capacities of the extracts of different polarities against DPPH radicals, hydroxyl radicals and ABTS radicals. [Results] The extracts showed significant antibacterial effects against *Staphylococcus aureus* and *Acinetobacter baumannii*, with the best activity of ethyl acetate extract and water extract, but no inhibitory effect against *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. The aqueous extract had the best scavenging effect on DPPH radicals with an IC_{50} value of $(0.093\ 2 \pm 0.015\ 0)$ mg/mL, while the ethyl acetate extract had the best scavenging effect on hydroxyl and ABTS radicals, with an IC_{50} value of $(0.451\ 7 \pm 0.051\ 0)$ mg/mL for scavenging hydroxyl radicals. [Conclusion] The different solvent extracts of *M. folium*, especially ethyl acetate extract and water extract, have the potential to be researched and developed as natural antimicrobial agents and natural antioxidants.

Keywords: *Microctis folium*; different polar extracts; antibacterial; antioxidant

布渣叶 (*Microctis folium*) 为椴树科破布叶属植物破布树的干燥叶, 别名又称破布叶、麻布叶^[1], 主产于中国南方, 尤其是两广地区^[2]。布渣叶无毒, 其作为食品可用于补充营养和提供多种维生素等^[3]。民间常采其叶晒干后

基金项目: 广东省基础与应用基础研究基金联合基金青年基金(编号: 2019A1515110092)

通信作者: 陈鑫(1988—), 男, 佛山大学讲师, 博士。E-mail: chenxin1210@163.com

收稿日期: 2023-07-04 改回日期: 2024-05-27

泡水当茶饮,具有解渴开胃、消食导滞、清热解毒的功效^[1-2]。布渣叶化学成分复杂,目前研究发现其含有黄酮类^[4]、生物碱类^[5]、酚类^[2]、有机酸^[6]、挥发油类^[3]等多种成分。其药理作用多样,在降血脂^[7]、解热^[8]、镇痛^[9]、抗炎^[10]、杀虫^[11]、抗氧化^{[12][13]}⁵⁸⁻⁶¹、抗肿瘤、保护心脑血管^[9]等方面均具有较好的药理活性。

目前,对布渣叶的研究多见于其化学成分和基础的药理研究。胡婷等^[1]采用多种方法对布渣叶化学成分进行分离纯化,并结合光谱学方法鉴定所得化合物,如单萜类化合物黑麦草内酯与去氢吐叶醇以及甾体类化合物甾甾醇与 β -谷甾醇。曾聪彦等^[14]研究表明,布渣叶水提物具有一定的解热作用,并有良好的退黄与改善肝功能的作用。萧栋等^[15]使用 70% 的乙醇溶液提取布渣叶中的抑菌活性物质,发现其对金黄色葡萄球菌有较强的抑制作用,最低抑菌质量浓度(MIC)为 0.625 g/mL,说明布渣叶具有抗菌活性。Aziz 等^[16]研究表明,布渣叶甲醇提取物具有广谱抗菌活性,特别是对革兰氏阴性菌、大肠杆菌和沙雷氏菌最显著,其抑菌圈为 32 mm。

研究拟用不同的极性溶剂萃取物,通过抗菌药物敏感性试验对院内感染的主要细菌种类进行抑菌活性评价,并评价不同极性萃取物的抗氧化活性,旨在为天然抗氧化剂的开发提供新资源。

1 材料与方 法

1.1 材料与仪器

1.1.1 材料与试剂

布渣叶:广州南北行中药饮片有限公司;

无水乙醇、石油醚(60~90℃)、二氯甲烷、乙酸乙酯:分析纯,西陇科学股份有限公司;

维生素 C(V_c)、1,1-二苯基-2-三硝基苯胂、硫酸亚铁、水杨酸、过氧化氢、2,2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐、过硫酸钾:上海麦克林生化科技有限公司;

PBS 稀释储备液:美国 Gibco 公司;

菌种:大肠埃希菌(*E. coli*)、金黄色葡萄球菌(*S. aureus*)、肺炎克雷伯菌(*K. pneumoniae*)、铜绿假单胞菌(*P. aeruginosa*)的多重耐药菌株、鲍曼不动杆菌(*A. baumannii*),佛山市中医院检验科。

1.1.2 主要仪器设备

恒温水浴锅:RE-2000A 型,郑州特仪设备有限公司;

旋转蒸发器:RE52 CS-1 型,上海亚荣生化仪器厂;

酶标仪:EPOCH 型,美国 Bio Tek 公司;

万分之一分析天平:JJ224BC 型,中国科学院南海生物医药科技产业中心仁汇公司;

分析天平:HH-4 型,常州澳华仪器有限公司;

超声波清洗器:060ST 型,深圳市华策科技有限公司。

1.2 试验方法

1.2.1 试剂制备

(1) 布渣叶不同极性萃取物:布渣叶药材于 60℃干燥至恒重后用粉碎机粉碎并过 40 目筛备用。称取约 100 g 的布渣叶,按料液比为 1:8 (g/mL)加入 95% 乙醇溶液,在 80℃下加热回流提取 2 次,每次 1 h,合并两次提取液的滤液,在 50℃下减压回收乙醇至滤液呈浸膏状^[17]。所得浸膏物用蒸馏水搅散混悬,然后依次用有机溶剂石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯按体积 1:2 进行萃取得到对应的萃取分部,分别减压旋转回收溶剂得到石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯及剩余的水部位萃取物,各萃取物置于 4℃下冷藏备用^[18-19]。

(2) 布渣叶萃取物药液:分别准确称取布渣叶的 4 种提取物 0.01 g,置于 1.5 mL 规格的 EP 管中,用移液枪加入 1 000 μ L 二甲亚砜(DMSO),溶解后得到 10 mg/mL 提取物母液,再用营养肉汤(NB)液体培养基稀释至 1 mg/mL 备用。

(3) 药敏纸片:用打孔器将普通滤纸打成若干个直径为 6 mm 的圆形纸片,将圆形纸片放入高压蒸汽灭菌锅中 121℃高压蒸汽灭菌 15 min,70℃干燥 1 h,得到空白纸片。在超净工作台上,取适量空白纸片分别放入质量浓度为 1 mg/mL 的 4 种萃取物提取液中充分浸泡 5 min,同时取空白纸片于不加提取物的空白试剂中作为空白对照。

(4) 供试液:精密称取布渣叶石油醚、二氯甲烷、乙酸乙酯和水部位萃取物各 25 mg,用无水乙醇将各样品溶解并分别定容于 25 mL 容量瓶中,配制成 1.0 mg/mL 的样品溶液,再用二倍稀释法各配成质量浓度为 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 mg/mL 的供试液备用^[20]。

(5) V_c 溶液:精密称取 V_c 25 mg,用无水乙醇定容于 25 mL 容量瓶中,配制成 1.0 mg/mL 的 V_c 溶液,再用二倍稀释法配制成质量浓度为 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 mg/mL 的 V_c 溶液^[18]。

1.2.2 布渣叶不同极性萃取物抗菌活性研究

(1) 药敏试验:采用纸片扩散法。镊子灼烧灭菌后,取浸泡过 4 种萃取物提取液的药敏纸片以及对照纸片各一个平放在涂布有菌液的培养基表面上,用镊子轻压使纸片固定,加盖,标记后置于恒温培养箱中 37℃下培养 24 h。培养 24 h 后用游标卡尺测量抑菌圈大小并记录比较。

(2) 最小抑菌质量浓度(MIC)测定:采用微量肉汤稀释法。在超净工作台上,将校正后的 0.5 个麦氏浊度(1.5×10^8 CFU/mL)的菌液用 LB 液体培养基稀释至 1.5×10^5 CFU/mL,采用微量肉汤稀释结合 96 孔板培养法分别测定大肠埃希菌、金黄色葡萄球菌、肺炎克雷伯菌、铜绿假单胞菌、鲍曼不动杆菌对布渣叶 4 种不同极性萃取物药液的抗菌作用。结果判定:在阳性对照(液体培养基+菌)的

孔有细菌生长且阴性对照(液体培养基)的孔澄清的前提下,最后一个澄清、没有细菌生长的孔的药物浓度即MIC。

1.2.3 布渣叶不同极性萃取物体外抗氧化活性研究

(1) DPPH 自由基清除能力:参照 Wang 等^[21]的方法稍作改动。精密称取 DPPH 3.94 mg, 无水乙醇溶解, 配制成浓度为 0.1 mmol/L 的 DPPH 溶液。取 96 孔板, 加入 50 μ L 上述不同浓度供试液, 再分别加入 150 μ L DPPH 溶液; 阴性对照组同上, 等量无水乙醇替换 DPPH 溶液; 空白对照组同第一组, 等量无水乙醇替换供试液加入其中; 各组别均于室温下避光静置处理 30 min, 用酶标仪于 517 nm 下测定吸光值分别记为 A_i 、 A_j 、 A_0 。试验重复 3 次取平均值, 按式(1)计算 DPPH 自由基清除率, 并计算其 IC_{50} 值(达到 50% 清除效果时的浓度)。

$$I = [1 - (A_i - A_j) / A_0] \times 100\%, \quad (1)$$

式中:

I ——自由基清除率, %;

A_i ——试验组吸光值;

A_j ——阴性对照组吸光值;

A_0 ——空白对照组吸光值。

(2) 羟自由基清除能力:参照张鹏等^[22]的方法稍作改动, 配制浓度为 9 mmol/L 的 $FeSO_4$ 溶液和水杨酸-乙醇溶液, 浓度为 8.8 mmol/L 的 H_2O_2 溶液。在 96 孔板中依次加入 50 μ L 上述不同浓度的供试液或 V_c 溶液, 配制好的水杨酸-乙醇溶液、 $FeSO_4$ 溶液各 50 μ L, 振荡 10 min, 再加入 50 μ L H_2O_2 溶液; 阴性对照组同上, 等量蒸馏水替换水杨酸-乙醇溶液加入其中; 空白对照组同第一组, 等量蒸馏水替换供试液加入其中; 各组都需在室温下避光静置处理 30 min, 用酶标仪于 510 nm 下测定吸光值分别记为 A_i 、 A_j 、 A_0 。试验重复 3 次取平均值, 按式(1)计算羟自由基清除率, 并计算其 IC_{50} 值。

(3) ABTS 自由基清除能力:参照孙宁云等^[20]的方法稍作改动, 配制浓度为 7 mmol/L 的 ABTS 母液和 4.95 mmol/L 的 $K_2S_2O_8$ 溶液。将两溶液等体积(1:1)混合, 得到 ABTS 自由基储备液。用 PBS(0.01 mol/L, pH 7.4)按 1:20 稀释储备液, 得到 734 nm 处吸光度为 0.70 ± 0.02 的工作液。96 孔板中分别加入 50 μ L 上述不同浓度的供试液或 V_c 溶液, 加入 150 μ L ABTS 溶液; 阴性对照组同上, 等量蒸馏水替换 ABTS 母液; 空白对照组依次加入 50 μ L 蒸馏水及 150 μ L ABTS 溶液; 各组都需在室温下避光静置处理 30 min, 用酶标仪于 734 nm 下测定吸光值分别记为 A_i 、 A_j 、 A_0 。试验重复 3 次取平均值, 按式(1)计算 ABTS 自由基清除率, 并计算其 IC_{50} 值。

1.3 数据处理

试验重复 3 次, 所测数据均以 Mean(平均值) \pm SD(标准差)表示。试验结果所得数据借助 Microsoft Office Excel 2020 进行整理, 利用 GraphPad Prism8 软件对其进

行处理、分析及作图。

2 结果与分析

2.1 布渣叶不同极性溶剂萃取物体外抗菌作用

2.1.1 药敏试验 如表 1 所示, 所有布渣叶萃取物对金黄色葡萄球菌和鲍曼不动杆菌有较好的抑菌效果, 其对金黄色葡萄球菌的抑菌圈直径均大于 15 mm, 表现为高度敏感, 其中水萃取物活性最佳, 抑菌圈直径可达 (20.0 ± 0.5) mm, 表现为极度敏感。除二氯甲烷外, 其余萃取物对鲍曼不动杆菌抑菌圈直径均大于 15 mm, 表现为高度敏感, 二氯甲烷抑菌圈直径为 (9.6 ± 0.4) mm, 表现为中度敏感。所有萃取物对铜绿假单胞菌、肺炎克雷伯菌和大肠杆菌均没有抑菌作用。综上所述, 布渣叶不同极性萃取物对 5 种院内感染主要细菌抑菌效果有较大差异, 其中对金黄色葡萄球菌总体抗菌效果最佳, 金黄色葡萄球菌作为革兰阳性菌与另外 4 种革兰阴性菌在细胞壁结构上有很大的差异, 推测布渣叶中的活性成分可以破坏其特异的细胞壁结构。4 种革兰阴性菌中, 布渣叶仅对鲍曼不动杆菌表现出较好的抗菌活性, 鲍曼不动杆菌是目前院内感染中耐药情况最为严重的细菌, 其基因组相比于其他细菌容易变异, 推测其对布渣叶提取物的高度敏感性源于特异的细胞成分。

表 1 布渣叶不同溶剂萃取物对试验菌的抑菌圈直径[†]

Table 1 Inhibition zoom of different solvent extracts of *M. paniculata* leaves against common test bacteria mm

菌株	萃取溶剂			
	石油醚	乙酸乙酯	二氯甲烷	水
<i>E. coli</i>	—	—	—	—
<i>P. aeruginosa</i>	—	—	—	—
<i>K. pneumoniae</i>	—	—	—	—
<i>A. baumannii</i>	17.8 \pm 0.4	18.2 \pm 0.4	9.6 \pm 0.3	18.7 \pm 0.4
<i>S. aureus</i>	16.0 \pm 0.3	18.2 \pm 0.5	18.6 \pm 0.4	20.0 \pm 0.5

[†] “—”表示为无抑菌圈; 抑菌圈直径 ≤ 6 mm 为不敏感, 6~9 mm 为低敏, 9~14 mm 为中敏, 14~19 mm 为高敏, >19 mm 为极敏。

2.1.2 最小抑菌质量浓度(MIC) 由表 2 可知, 布渣叶不同极性萃取物对 5 种不同试验菌的 MIC 值与药敏试验结果基本一致, 其对大肠杆菌、铜绿假单胞菌和肺炎克雷伯菌的抑菌作用较小, 最小抑菌质量浓度 ≥ 8 mg/mL, 而对金黄色葡萄球菌和鲍曼不动杆菌都有较强的抑菌效果。石油醚、乙酸乙酯、二氯甲烷、水对金黄色葡萄球菌的 MIC 分别为 0.500, 0.250, 0.500, 0.125 mg/mL, 对鲍曼不动杆菌的 MIC 分别为 1.000, 0.500, 0.250 mg/mL。上述结果可以看出, 水萃取物和乙酸乙酯萃取物抑菌效果最佳, 由

于 4 种萃取剂的极性为水 > 乙酸乙酯 > 二氯甲烷 > 石油醚,提示布渣叶中抑菌活性成分的极性较大。

表 2 布渣叶不同溶剂萃取物的最小抑菌质量浓度
Table 2 MIC of different solvent extracts of *M. paniculata* leaves against common test bacteria mg/mL

菌种	萃取溶剂			
	石油醚	乙酸乙酯	二氯甲烷	水
<i>E. coli</i>	16.000	16.000	8.000	8.000
<i>P. aeruginosa</i>	16.000	8.000	8.000	8.000
<i>S. aureus</i>	0.500	0.250	0.500	0.125
<i>K. pneumoniae</i>	16.000	16.000	16.000	8.000
<i>A. baumannii</i>	1.000	0.500	4.000	0.250

2.2 布渣叶不同极性溶剂萃取物抗氧化活性

2.2.1 DPPH 自由基清除能力 由图 1 可知,布渣叶不同极性萃取物对 DPPH 自由基均具有较好的清除活性,当萃取物质量浓度为 1.0 mg/mL 时,其对 DPPH 自由基的清除活性均与 Vc 相当。布渣叶不同极性萃取物在试验设置的质量浓度范围内呈较为良好的量效关系,且各萃取物在 0.015 6~0.500 0 mg/mL 的质量浓度范围内随浓度的升高,对 DPPH 自由基的清除率显著增大,当质量浓度 > 0.500 0 mg/mL 时,萃取物的浓度对其自由基清除活性的影响相对较小。其中水萃取物对 DPPH 自由基的清除活性最强,当质量浓度为 1.000 mg/mL 时,对 DPPH 自由基的清除率可达 (95.49±0.09)%,此浓度下 Vc 对 DPPH 自由基的清除率为 (97.58±0.54)%,水萃取物对 DPPH 自由基的清除率与 Vc 的较为接近。从总体上来说,布渣叶不同极性萃取物对 DPPH 自由基的清除活性大小依次为水萃取物 > 乙酸乙酯萃取物 > 二氯甲烷萃取物 > 石油醚萃取物。范华^{[13]58-61} 研究发现,在乙酸乙酯、正丁醇、石油醚粗提物作用下,乙酸乙酯粗提物清除 DPPH 自由基能力强于水粗提物。DPPH 自由基是由 3 个苯环的共轭性和多硝基组成,独特的化学结构让处于氮原子中心的不成对电子可以接受一个电子或者氢离子。水和乙酸乙酯作为极性较大溶剂,可萃取含羟基较多的化学成分,可以提供较多氢离子,这可能是其对 DPPH 自由基清除率较高的原因。

2.2.2 羟自由基清除能力 由图 2 可知,布渣叶不同极性萃取物对羟自由基具有一定的自由基清除活性,但对其清除效果低于对 DPPH 自由基的。布渣叶不同极性萃取物在试验设置浓度范围内呈一定的量效关系,且随着萃取物浓度的增大,其对羟自由基的清除活性也逐渐升高。其中乙酸乙酯萃取物对羟自由基的清除活性最强,当质量浓度为 1.0 mg/mL 时,对羟自由基的清除率可达 (61.46±1.29)%。从总体上来说,布渣叶不同极性萃取物对羟自由基的清除活性大小依次为乙酸乙酯萃取

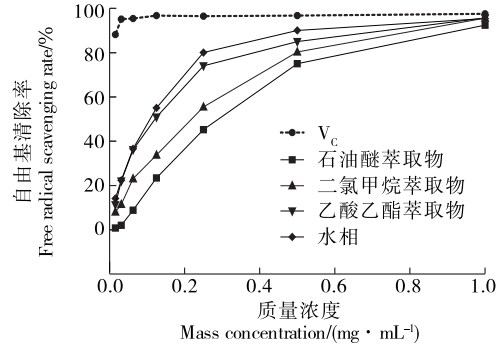


图 1 布渣叶不同极性萃取物对 DPPH 自由基的清除作用
Figure 1 The scavenging effect of different solvent extracts of *M. paniculata* leaves on DPPH free radicals

物 > 二氯甲烷萃取物 > 水萃取物 > 石油醚萃取物。羟自由基作为一种重要的活性氧,具有极强的得电子能力。布渣叶不同极性萃取物对羟自由基的清除活性较弱,可能与其中化学成分给电子能力差有关系。

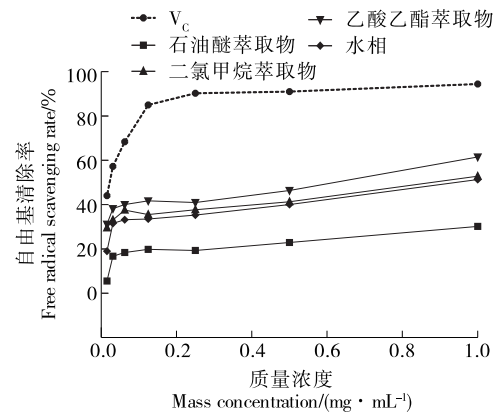


图 2 布渣叶不同极性萃取物对羟自由基的清除作用
Figure 2 The scavenging effect of different solvent extracts of *M. paniculata* leaves on OH free radicals

2.2.3 ABTS 自由基清除能力 范华^{[13]58-61}对布渣叶甲醇提取物的不同极性萃取物进行抗氧化研究,发现 ABTS 自由基清除率随提取物质量浓度的增大而增加,抗氧化能力表现出明显的浓度依赖性。由图 3 可知,布渣叶不同极性萃取物对 ABTS 自由基具有较强的自由基清除活性,当萃取物质量浓度为 1.0 mg/mL 时,其对 ABTS 自由基的清除能力与 Vc 相当。其在试验设置浓度范围内所呈现的量效关系较为明显。其中乙酸乙酯萃取物对 ABTS 自由基的清除活性最强,当质量浓度为 1.0 mg/mL 时,对 ABTS 自由基的清除率可达 (96.82±0.70)%,此浓度下 Vc 对 ABTS 自由基的清除率为 (99.81±0.08)%,二者较为接

近。总体来说,布渣叶不同极性萃取物对 ABTS 自由基的清除活性大小依次为乙酸乙酯萃取物>水萃取物>二氯甲烷萃取物>石油醚萃取物。

2.2.4 布渣叶不同极性萃取物对 3 种自由基的 IC₅₀ 值

由表 3 可知,在 DPPH 自由基清除试验中,水萃取物

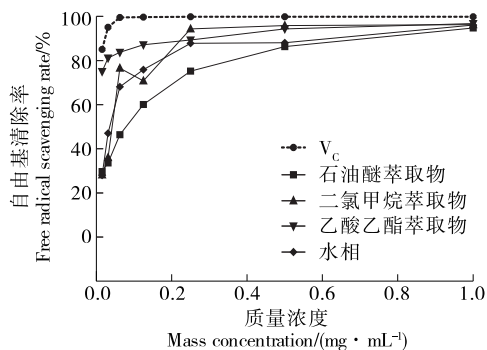


图 3 布渣叶不同极性萃取物对 ABTS 自由基的清除作用

Figure 3 The scavenging effect of different solvent extracts of *M. paniculata* leaves on ABTS free radicals

表 3 布渣叶不同极性萃取物对 3 种自由基的 IC₅₀ 值[†]

自由基	V _c	石油醚	乙酸乙酯	二氯甲烷	水
DPPH 自由基	0.000 194 2±0.000 027 0	0.265 0±0.016 0	0.106 5±0.026 0	0.186 4±0.027 0	0.093 2±0.015 0
羟自由基	0.021 450 0±0.004 200 0	—	0.451 7±0.051 0	0.514 0±0.100 0	0.651 0±0.079 0
ABTS 自由基	0.006 290 0±0.000 730 0	0.066 1±0.016 0	—	0.037 5±0.010 0	0.035 6±0.005 8

[†] “—”表示在测定浓度范围内的清除率始终高于或低于 50%。

3 结论

通过纸片扩散法及微量肉汤稀释法对布渣叶的 4 种极性萃取物进行体外抑菌活性研究,并通过测定各萃取物对 DPPH 自由基、羟自由基及 ABTS 自由基的清除能力来评价不同极性萃取物的抗氧化活性。结果表明,针对院内感染中排名前 5 的细菌,布渣叶的不同极性溶剂萃取物对金黄色葡萄球菌和鲍曼不动杆菌均表现出较好的抗菌活性,其中水萃取物和乙酸乙酯萃取物效果最佳,对于另外 3 种细菌,抑菌效果均不明显。由此可见,布渣叶不同极性的萃取物抗菌活性差异较大,且有效抑菌成分主要存在于水萃取物和乙酸乙酯萃取物中。试验结果还表明,布渣叶各极性萃取物中以乙酸乙酯萃取物及水萃取物的抗氧化活性最强。其中,布渣叶不同极性萃取物对 DPPH 自由基及 ABTS 自由基均具有良好的抗氧化活性,在质量浓度为 1.0 mg/mL 时,各萃取物对以上两种自由基的清除率可达 90% 以上,接近维生素 C 的效果;各萃取物对羟自由基的清除效果虽比对以上两种自由基的清除效果稍弱,但仍具有一定的清除作用,故布渣叶的各萃取物可作为一种潜在的天然抗氧化剂进行开发应用。综上所

述,布渣叶乙酸乙酯萃取物及水萃取物表现出最佳的抗菌及抗氧化活性,在后期研究中可将其作为研究重点,对其抗菌及氧化活性成分进行分离、鉴定,确定布渣叶抗菌、抗氧化作用的活性成分基础。

上述结果表明,布渣叶中各极性部位中,乙酸乙酯萃取物及水萃取物的抗氧化活性最佳,与抗菌结果基本一致。另外,不同极性部位对不同自由基的抗氧化活性能力强弱顺序有些许差异,提示抗氧化活性成分对不同自由基的清除能力存在差异。综上所述,可将布渣叶乙酸乙酯萃取物和水萃取物作为研究重点,进一步通过药效物质基础及活性化合物的提取分离、结构鉴定等进行深入研究。

参考文献

- [1] 胡婷,李军,屠鹏飞.布渣叶的化学成分研究[J].中草药,2012,43(5):844-846.
HU K, LI J, TU P F. Study on the chemical composition of *Microctis folium*[J]. Chinese Herbal Medicine, 2012, 43(5): 844-846.
- [2] 曾聪彦,戴卫波.布渣叶化学成分研究新进展[J].海峡药学,2010,22(7):12-14.
ZENG C Y, DAI W B. New advances in the chemical composition of *Microctis folium*[J]. Journal of Strait Pharmacology, 2010, 22(7): 12-14.
- [3] 秦惠珍,邹蓉,唐健民,等.12种清热解毒类药食两用植物研究进展[J].广西科学院学报,2019,35(1):20-25.
QIN H Z, ZOU R, TANG J M, et al. Research progress on 12 heat-purifying and detoxifying medicinal and dual-use plants[J]. Journal of Guangxi Academy of Sciences, 2019, 35(1): 20-25.

- [4] 谭志灿. 广东道地药材布渣叶质量评价及调血脂物质基础研究[D]. 广州: 广州中医药大学, 2012: 55.
TAN Z C. Evaluation of the quality and lipid-regulating substance basis of Guangdong's authentic medicinal herb *Microctis folium*[D]. Guangzhou: Guangzhou University of Chinese Medicine, 2012: 55.
- [5] 罗集鹏, 张丽萍, 杨世林, 等. 布渣叶的生物碱类成分研究[J]. 药学学报, 2009, 44(2): 150-153.
LUO J P, ZHANG L P, YANG S L, et al. Study on the alkaloid composition of *Microctis folium*[J]. Journal of Pharmaceutical Sciences, 2009, 44(2): 150-153.
- [6] 张敏, 李世涛, 王婷婷, 等. 布渣叶化学成分及功能活性研究进展[J]. 中国果菜, 2016, 36(12): 20-23.
ZHANG M, LI S T, WANG T T, et al. Advances in chemical composition and functional activity of *Microctis folium*[J]. Chinese Fruit and Vegetable, 2016, 36(12): 20-23.
- [7] 黄志恒, 宋延秋, 闫东升. 布渣叶总黄酮离子液体协同超声辅助提取工艺考察及其调血脂活性研究[J]. 中草药, 2019, 50(24): 5 995-6 001.
HUANG Z H, SONG Y Q, YAN D S. Investigation of the ionic liquid synergistic ultrasound-assisted extraction process of total flavonoids from *Microctis folium* and its lipid-regulating activity [J]. Chinese Herbal Medicine, 2019, 50(24): 5 995-6 001.
- [8] 田素英, 曾聪彦, 梅全喜, 等. 布渣叶的化学成分、药理作用与临床研究进展[J]. 亚太传统医药, 2009, 5(1): 134-136.
TIAN S Y, ZENG C Y, MEI Q X, et al. Advances in chemical composition, pharmacological effects and clinical research of *Microctis folium*[J]. Asian-Pacific Traditional Medicine, 2009, 5(1): 134-136.
- [9] JIANG Y Q, LIU E H. *Microcos paniculata*: a review on its botany, traditional uses, phytochemistry and pharmacology[J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2019, 17(8): 561-574.
- [10] 孙冬梅, 汪梦霞. 布渣叶化学成分和药理作用研究进展[J]. 世界中医药, 2015, 10(1): 143-147.
SUN D M, WANG M X. Research progress on the chemical composition and pharmacological effects of *Microctis folium* [J]. World Traditional Chinese Medicine, 2015, 10(1): 143-147.
- [11] 张丽萍, 罗集鹏. 布渣叶的药学研究与临床应用概述[J]. 中药材, 2008, 31(6): 935-938.
ZHANG L P, LUO J P. Overview of the pharmacological research and clinical application of *Microctis folium*[J]. Chinese Herbal Medicine, 2008, 31(6): 935-938.
- [12] 林启凰, 张娜, 余亚选, 等. 布渣叶多酚的提取工艺初探及其活性研究[J]. 化学与生物工程, 2018, 35(8): 26-31.
LIN Q X, ZHANG N, YU Y X, et al. A preliminary study on the extraction process of polyphenols from *Microctis folium* and its activity[J]. Chemical and Biological Engineering, 2018, 35(8): 26-31.
- [13] 范华. 三种民族药物化学成分抗氧化及抗菌活性的研究[D]. 武汉: 中南民族大学, 2011.
FAN H. Study on the antioxidant and antibacterial activities of three ethnic medicine chemical components[D]. Wuhan: South-Central University for Nationalities, 2011.
- [14] 曾聪彦, 梅全喜, 高玉桥, 等. 布渣叶水提物解热退黄作用的实验研究[J]. 中国药房, 2010, 21(11): 973-974.
ZENG C Y, MEI Q X, GAO Y Q, et al. Experimental study on the antipyretic and hepatoprotective effects of water-extract of Bu Zha Ye[J]. China Pharmacy, 2010, 21(11): 973-974.
- [15] 萧栋, 陈瑜珍, 莫小路. 4种广东常用清热解暑类中草药抑菌作用的研究[J]. 今日药学, 2019(3): 166-169.
XIAO D, CHEN Y Z, MO X L. Study on the antibacterial effects of four commonly used herbal medicines in Guangdong for clearing heat and detoxification[J]. Pharmacology Today, 2019(3): 166-169.
- [16] AZIZ M A, BASHAR K, CHOWDHURY M M H, et al. Antibacterial, toxicity and larvicidal potentiality of *Microcos paniculata* barks[J]. Pharmacologyonline, 2015, 1: 109-120.
- [17] 曾聪彦, 吴惠妃, 郭展荣. 布渣叶化学成分定性鉴别的实验研究[J]. 世界中西医结合杂志, 2009, 4(3): 175-176.
ZENG C Y, WU H F, GUO Z R. Experimental study on the qualitative identification of the chemical composition of *Microctis folium*[J]. World Journal of Integrated Chinese and Western Medicine, 2009, 4(3): 175-176.
- [18] 尹显楼, 詹济华, 谭洋, 等. 铁苋菜不同极性萃取物的抗氧化及抑菌活性研究[J]. 食品与机械, 2019, 35(6): 172-176.
YIN X L, ZHAN J H, TAN Y, et al. Antioxidant and antibacterial activities of different polar extracts of *Amaranthus ironosus*[J]. Food & Machinery, 2019, 35(6): 172-176.
- [19] 黄比翼, 陈石梅, 黄锁义, 等. 不同极性溶剂的草果提取物抗氧化活性研究(1)[J]. 右江民族医学院学报, 2021, 43(1): 37-40.
HUANG B Y, CHEN S M, HUANG S Y, et al. Study on the antioxidant activity of *Cyperus rotundus* extracts with different polar solvents (1) [J]. Journal of Yujiang School of Ethnic Medicine, 2021, 43(1): 37-40.
- [20] 孙宁云, 姚欣, 张英慧, 等. 鸡蛋花多糖提取工艺优化及生物活性研究[J]. 食品工业科技, 2022, 43(3): 180-187.
SUN N Y, YAO X, ZHANG Y H, et al. Optimization of extraction process and bioactivity of egg flower polysaccharides[J]. Food Industry Science and Technology, 2022, 43(3): 180-187.
- [21] WANG Y F, JIA J X, REN J X, et al. Extraction, preliminary characterization and in vitro antioxidant activity of polysaccharides from *oudemansiella radicata* mushroom[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2018, 120: 1 760-1 769.
- [22] 张鹏, 张蝶, 唐森, 等. 羊蹄甲果荚总黄酮提取工艺优化及抗氧化性研究[J]. 当代化工, 2019, 48(12): 2 717-2 722, 2 726.
ZHANG P, ZHANG D, TANG S, et al. Optimization of extraction process and antioxidant properties of total flavonoids from sheep's trotter fruit pods[J]. Contemporary Chemistry, 2019, 48(12): 2 717-2 722, 2 726.