

陈建烟. 浙江蜡梅叶片的活性成分及其抗氧化能力[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(15): 159–163.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.030

浙江蜡梅叶片的活性成分及其抗氧化能力

陈建烟^{1,2}

(1. 宁德师范学院生命科学学院, 福建宁德 352100; 2. 福建省特色药用植物工程技术研究中心, 福建宁德 352100)

摘要:为了明晰浙江蜡梅叶片的活性成分,进一步挖掘其生物活性,以其叶片为材料,采用不同溶剂提取其活性成分,并进行成分的系统定性、定量(多糖、多酚、黄酮)和抗氧化活性研究。结果表明,浙江蜡梅叶片活性成分类别丰富,含有酚类、多糖、黄酮、生物碱等多种成分。定量结果表明,不同提取物间多糖、多酚、黄酮含量差异显著,其中甲醇提取物中多糖、多酚、黄酮含量均最高,分别为 41.82、23.25、18.40 mg/g。抗氧化活性结果表明,不同提取物均具有良好的抗氧化活性,其中甲醇提取物在清除 DPPH 自由基、还原力方面的能力均最强,其 IC_{50} 值分别为 25.02 $\mu\text{g/mL}$ 、0.24 mg/mL。综合分析可知,浙江蜡梅叶片含有多种活性成分并具有抗氧化活性,是良好的药用植物。

关键词:浙江蜡梅;活性成分;定性;定量;抗氧化活性

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)15-0159-04

浙江蜡梅(*Chimonanthus zhejiangensis* M. C. Liu)为蜡梅科(Calycanthaceae)蜡梅属(*Chimonanthus* Lindl.)植物,主要分布于浙江南部及福建北部等地,具有优良的药用价值,是重要畚药食凉茶的来源植物之一^[1-3]。畚药食凉茶采用浙江蜡梅、柳叶蜡梅(*C. salicifolius* S. Y. Hu)的叶片及嫩芽制作而成,常用于治疗感冒、消化不良、小儿疳积、腹泻、醒酒、解暑、伤食所致的痞满证和慢性胃炎及十二指肠溃疡引起的胃胀、胃痛、泛酸等,其用药历史悠久、疗效确切、副作用少,是应用最广的畚药之一^[4-6],畚民也常作茶水饮用。近些年的研究发现,畚药食凉茶还具有解热镇痛、抗菌、抗病毒、抗炎、镇咳、增强免疫、减肥及降血压等功效^[7-8]。食凉茶的药效与其所含成分密切相关,但目前关于其活性成分及药效的研究多集中在柳叶蜡梅上,而少见关于浙江蜡梅的研究。已有研究发现,柳叶蜡梅含有挥发油、酚类、黄酮类、香豆素类、蛋白质及氨基酸、脂肪、纤维、可溶性糖、维生素等成分^[9-12],而目前对浙江蜡梅活性成分的研究多集中于挥发油和黄酮类化合物上^[1-2,13],缺乏对其他成分的系统定性分析及其多酚、多糖、黄酮等活性成分的定量分析。

目前针对浙江蜡梅生物活性的研究极少,只有少量研究发现,其叶片挥发油及水提取物具有抗菌活性,其花提取物具有抗氧化活性^[13-15],但目前关于其叶片抗氧化活性的研究还未见报道。浙江蜡梅以叶片入药,叶片是其重要的药用部位。因此,本研究采用不同极性溶剂对浙江蜡梅叶片成分进行提取,并对不同提取物进行成分系统定性、定量和抗氧化活性分析,旨在探明浙江蜡梅叶片的活性成分,进一步挖掘其生物活性,从而为浙江蜡梅的功效拓展及深度开发奠定基础。

1 材料与方法

1.1 材料、试剂与仪器

本试验于 2017 年 1—3 月在宁德师范学院生物实验中心进行。试验材料为浙江蜡梅叶片,于 2017 年 1 月采自福建省宁德市寿宁县,经宁德师范学院陈勇教授、刘凯良讲师共同鉴定为浙江蜡梅。挑选无病新鲜叶片,洗净后冻干粉碎,置于 -20 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱中保存备用。

试验试剂:三氯化铁、盐酸、硅钨酸、氢氧化钠、Tollen's 试剂、冰醋酸、浓硫酸、茛三酮、溴酚蓝、甲醇、乙酸乙酯、石油醚(60~90 $^{\circ}\text{C}$)、葡萄糖、福林酚、没食子酸、芸香苷、抗坏血酸(维生素 C)、铁氰化钾、1,1-二苯基-2-三硝基苯肼(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl,简称 DPPH, Simga-Aldrich 公司),除 DPPH 外其他试剂均为国产分析纯,试验用水均为超纯水。

试验仪器:旋转蒸发仪(日本 EYELA 公司, N-

收稿日期:2021-03-17

基金项目:福建省自然科学基金(编号:2016J05041);福建省教育厅中青年教育专项科研项目(编号:JAT160526/JA15544)。

作者简介:陈建烟(1986—),女,福建仙游人,博士,讲师,主要从事天然产物研究与开发利用方面的工作。Tel: (0593) 2955055; E-mail: jieandyanheart@126.com。

1100D - W)、超声波细胞破碎仪(宁波新芝生物科技股份有限公司,scientz - II D)、电子天平(赛多利斯公司,SQP)、恒温水浴锅(上海江星仪器有限公司,HH - 2)、分光光度计(日本岛津公司,UV2550)、冷冻干燥机(日本 EYELA 公司,FDU - 2011)、中草药粉碎机(天津泰斯特仪器有限公司,FW177)等。

1.2 试验方法

1.2.1 不同提取物的制备 精确称取处理好的浙江蜡梅叶片干粉各 50 g 于样品瓶中,分别加入 500 mL 超纯水、95% 甲醇、乙酸乙酯、石油醚,于摇床振荡提取 24 h(30 ℃、120 r/min),再超声提取 2 h(300 W、30 ℃),过滤除去滤渣,即得不同提取液。将提取液干燥后磨成粉,即得不同提取物,按下式计算提取物得率:

提取物得率 = $\frac{\text{提取物质量(g)}}{\text{浙江蜡梅叶片干粉质量(g)}} \times 100\%$ 。

1.2.2 浙江蜡梅叶片成分的系统定性分析 参考展锐的方法^[16],采用化学预试法对不同提取物进行成分的系统定性分析。

1.2.3 浙江蜡梅叶片成分的定量分析 根据定性分析结果,对不同提取物进行多糖、多酚及黄酮化合物的定量分析,其中多糖含量采用苯酚 - 硫酸法^[17]测定,多酚含量参照 GB/T 8313—2008《茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法》^[18]测定,黄酮含量采用 Al(NO₃)₃ - NaNO₂ 比色法^[19]测定。

1.2.4 浙江蜡梅叶片抗氧化活性的测定 采用清除 DPPH 自由基和还原力的方法^[20]测定不同提取物的抗氧化活性并计算 IC₅₀ 值(清除率/吸光度 = 50%/0.5 时的样品浓度),以抗坏血酸为阳性对照。

1.2.5 数据分析 每组试验重复 3 次,结果表示为“均值 ± 标准差”,试验数据采用 SPSS 18.0 软件进行处理分析。

2 结果与分析

2.1 不同提取物的提取得率

由表 1 可以看出,采用不同溶剂对浙江蜡梅叶片进行成分提取,各提取物得率间差异显著,其中甲醇的得率最高,为 27.20%,提取得率最低的为石油醚,为 2.95%。这可能是由于浙江蜡梅中不同成分的含量不同,而不同极性的溶剂能够提取的成分类别及含量不同,因此提取得率间差异显著。

2.2 浙江蜡梅叶片成分定性定量结果分析

2.2.1 成分系统定性分析 对不同提取物进行成

表 1 不同提取物的提取得率

提取物	得率 (%)
甲醇	27.20 ± 0.25a
水	13.43 ± 0.33b
乙酸乙酯	8.02 ± 0.25c
石油醚	2.95 ± 0.13d

注:同列数据后标有不同小写字母表示在 0.05 水平上差异显著。下同。

分的系统定性分析,结果(表 2)表明,在鉴识的 13 种成分类别中,浙江蜡梅叶片含有 12 种,其中甲醇、水、乙酸乙酯和石油醚提取物分别检出 8、8、7、7 种成分,且甲醇与水提取物、乙酸乙酯与石油醚提取物两两所含成分较为相似。这可能是因为其两两溶剂极性较为相近,因此能够溶解提取的物质较为相似。在试验浓度下,4 种提取物中均检出了酚类、糖/多糖及其苷类、挥发油及油脂类和有机酸 4 类成分,而均未检出氨基酸、多肽和蛋白质类。同类别成分可能因为含有多种化合物而具有不同溶解性,因此可以溶解于不同溶剂中而被检出。由于本试验采用化学预试法,检测结果可能由于灵敏度不够高及提取物本身的颜色干扰而导致一些含量较低的成分未能被精确检出^[19]。成分定性结果表明,浙江蜡梅叶片活性成分类别丰富,值得深入研究。

表 2 不同提取物成分系统的定性分析结果

成分	甲醇 提取物	水提 取物	乙酸乙酯 提取物	石油醚 提取物
酚类	+	+	+	+
鞣质	+	+	-	-
生物碱	+	-	-	-
黄酮及其苷类	+	+	+	-
糖、多糖及其苷类	+	+	+	+
皂苷	-	+	-	-
甾体(植物甾醇)及萜类	-	-	+	+
蒽醌及其苷类	+	+	-	-
内酯、香豆素及其苷类	-	-	-	+
强心苷	-	-	+	+
氨基酸、多肽和蛋白质	-	-	-	-
挥发油及油脂类	+	+	+	+
有机酸	+	+	+	+

注:“+”表示检出该类成分,“-”表示未检出该类成分。

2.2.2 成分定量分析 对不同提取物中多糖、多酚、黄酮类化合物总含量进行测定,结果(表 3)表明,不同提取物中同类成分的含量差异显著,甲醇

提取物中多糖、多酚、黄酮 3 种成分含量均最高,分别为 41.82、23.25、18.40 mg/g,而石油醚提取物中多糖、多酚、黄酮 3 种成分含量均最低,分别为 5.59、3.06、9.62 mg/g。在甲醇提取物中,这 3 类成分的含量最高,可能由于浙江蜡梅叶片中这几类化合物的极性较大,因此更易在甲醇中溶解浸出。多糖、多酚和黄酮是重要的植物活性成分,在浙江蜡梅叶片中,这几类活性成分的含量较高,揭示其可能具有丰富的生物活性,值得深入挖掘。

表 3 不同提取物成分的定量分析结果

提取物	含量 (mg/g)		
	多糖	多酚	黄酮
甲醇提取物	41.82 ± 0.59a	23.25 ± 0.30a	18.40 ± 0.30a
水提取物	27.52 ± 0.20b	13.39 ± 0.12b	10.45 ± 0.10c
乙酸乙酯提取物	7.99 ± 0.08c	10.66 ± 0.08c	12.00 ± 0.06b
石油醚提取物	5.59 ± 0.09d	3.06 ± 0.03d	9.62 ± 0.11d

2.3 浙江蜡梅不同提取物性能分析

2.3.1 不同提取物对 DPPH 自由基的清除率 由图 1 可以看出,不同提取物对 DPPH 自由基都具有很强的清除能力,且清除率随着浓度升高而升高,在本试验中的最高浓度条件下,甲醇提取物(0.1 mg/mL)、水提取物(0.2 mg/mL)、乙酸乙酯提取物(0.2 mg/mL)、石油醚提取物(4.0 mg/mL)的清除率分别为 85.67%、91.19%、90.67%、90.77%。总体上看,石油醚提取物清除 DPPH 自由基的效果弱于其他三者,而所有提取物的效果都稍弱于阳性对照抗坏血酸。植物多糖、多酚及黄酮类成分通常具有很强的抗氧化活性,在石油醚提取物中这 3 种成分含量较低,可能是由于其对 DPPH 自由基的清除能力弱于其他提取物。

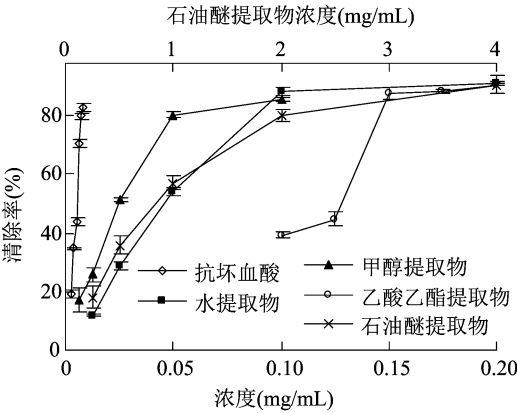


图1 不同提取物的 DPPH 自由基清除率

2.3.2 不同提取物的还原力 由图 2 可以看出,甲醇提取物、水提取物和乙酸乙酯提取物具有较强的

还原力,其还原力随着浓度的上升而急剧升高,石油醚提取物的还原力相对较弱,随着浓度升高,还原力上升较慢;但几种提取物的还原力都稍弱于阳性对照抗坏血酸。不同提取物的还原力与其所含成分及成分间的相互作用密切相关,不同提取物的还原力强弱与其中多糖、多酚和黄酮含量高低结果相符,说明这几种成分可能是其还原力的重要组成成分。

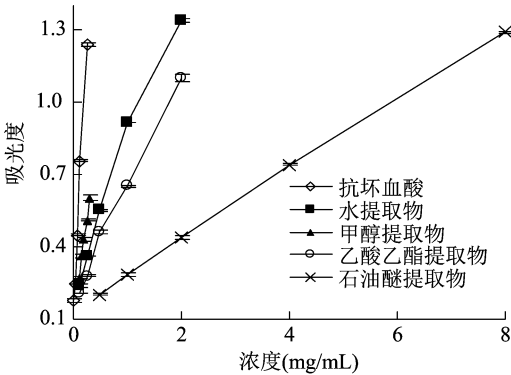


图2 不同提取物的还原力

2.3.3 不同提取物的 IC₅₀ 值 由表 4 可以看出,在清除 DPPH 自由基方面,甲醇提取物(25.02 μg/mL)和水提取物(45.20 μg/mL)效果优越,其 IC₅₀ 值虽然高于抗坏血酸,但三者之间的差异不显著;而石油醚提取物的 IC₅₀ 值最高,其清除 DPPH 自由基的能力最弱。在还原力方面,不同提取物的效果差异显著,甲醇(0.24 mg/mL)的效果最优,石油醚(2.36 mg/mL)的效果最差,但它们的 IC₅₀ 值均显著高于阳性对照抗坏血酸,说明不同提取物虽然还原力较强但仍然低于抗坏血酸。综合比较发现,浙江蜡梅叶片提取物具有较好的抗氧化能力,但其清除 DPPH 自由基的能力优于还原力。

表 4 不同提取物的 IC₅₀ 值

提取物	DPPH 自由基清除率 IC ₅₀ 值(μg/mL)	还原力 IC ₅₀ 值 (mg/mL)
甲醇提取物	25.02 ± 0.84c	0.24 ± 0.003d
水提取物	45.20 ± 1.78c	0.43 ± 0.004c
乙酸乙酯提取物	115.72 ± 0.97b	0.60 ± 0.009b
石油醚提取物	835.69 ± 47.64a	2.36 ± 0.056a
抗坏血酸	5.06 ± 0.03c	0.08 ± 0.000e

3 结论与讨论

采用甲醇、水、乙酸乙酯、石油醚 4 种溶剂提取浙江蜡梅叶片的活性成分,并进行系统定性、定量分析。结果显示,浙江蜡梅叶片所含成分类别丰

富,在所检测的 13 种成分中,除氨基酸、多肽和蛋白质类外,浙江蜡梅叶片含有包括酚类、糖类、黄酮类、香豆素类、生物碱、皂苷、挥发油及油脂类等在内的 12 种成分,其在成分类别上与同药源植物柳叶蜡梅相似^[21]。本研究未检测浙江蜡梅叶片中的脂肪、维生素及矿质元素等成分,留待后续研究。柳叶蜡梅叶片含有氨基酸及蛋白质类,这与本研究结果有差异,可能是由于检测溶液浓度过低或提取、检测手段差异导致的。在成分定量分析方面,甲醇提取物在多糖、多酚和黄酮类成分含量上均最高,且其提取得率也最高,揭示其可能是提取浙江蜡梅叶片活性成分的优良溶剂。本研究仅对多糖、多酚和黄酮总含量进行测定,后续可对每种类别中的具体化合物进行分离测定,明确每种类别的构成及含量,以进一步比较不同溶剂提取效果的优劣。与柳叶蜡梅相比,浙江蜡梅叶片中的黄酮含量更高,但多酚含量更低^[12,22-23],这种差异除了由于植物特性上的差异外,还可能与提取溶剂、方法等不同有关。

本研究结果表明,浙江蜡梅叶片具有良好的抗氧化活性,其甲醇提取物在清除 DPPH 自由基和还原力方面均较其他提取物优越,其 IC₅₀ 值分别为 25.02 μg/mL、0.24 mg/mL。除了石油醚提取物外,浙江蜡梅叶片其他 3 种提取物在清除 DPPH 自由基方面优于柳叶蜡梅;但在还原力方面,除了甲醇提取物外,浙江蜡梅叶片其他 3 种提取物均弱于柳叶蜡梅^[12,23]。由此可见,在抗氧化活性方面柳叶蜡梅与浙江蜡梅各有优劣,这可能与两者所含抗氧化成分(如多酚、黄酮等)类别、含量不同有关。浙江蜡梅叶片提取物具有良好的抗氧化活性,但具体是哪些成分类别、同一类别中的哪些化合物及其结构、含量等发挥作用还未可知,其机制有待进一步研究明确。除了抗氧化活性外,已有研究发现,柳叶蜡梅还具有抗癌、抑菌、肝损伤保护作用^[11-12,24-25],但关于浙江蜡梅生物活性方面的研究还较少。综合比较两者成分类别相似,浙江蜡梅可能也具有上述生物活性,今后可进行相关方面的研究。

综上所述,浙江蜡梅叶片含有多种活性成分,具有良好的抗氧化活性,是一种极具开发潜能的植物材料,并可能具有其他多种重要的生物活性,具体有待深入研究,具有广阔的研究应用空间。

参考文献:

[1] 欧阳婷,麦 曦. 浙江蜡梅叶挥发油化学成分 GC-MS 分析

[J]. 中药材,2010,33(3):385-387.

[2] 吴 敏,陈红梅,干红女,等. HPLC 同时测定浙江蜡梅中 3 种黄酮类成分的含量[J]. 中国现代应用药学,2015,32(7):863-866.

[3] Ma S J, Lv Q D, Zhou H, et al. Identification of traditional She medicine Shi-Liang tea species and closely related species using the ITS2 barcode[J]. Applied Sciences,2017,7(3):1-12.

[4] 胡剑影,李水福. 畲药食凉茶[J]. 中国药业,2009,18(10):78.

[5] 王 丽,鄢连和,杨婷婷,等. HPLC 同时测定畲药食凉茶中芦丁、槲皮素的含量[J]. 中华中医药学刊,2014,32(12):2916-2918.

[6] 杨成梓,李烈辉,何帮剑,等. 闽东畲药芝兰青的 GC/MS 研究[J]. 中国医药导报,2013,10(7):126-128.

[7] 朱文佩,刘丽华. 浅谈畲药食凉茶[J]. 中国民族民间医药杂志,2011,20(7):40.

[8] 潘 铨,刘忠达,陈礼平,等. 畲药食凉茶组方结合西药治疗痰湿壅盛型原发性高血压 30 例[J]. 上海中医药杂志,2012,46(3):49-50,64.

[9] 韦梦鑫,刘智慧,查钱慧,等. 柳叶蜡梅叶挥发油的提取工艺及对脂自由基的清除作用[J]. 安徽农业科学,2013,41(4):1724,1747.

[10] Wang X X, Zhang H J, Li D, et al. Coumarin and flavone constituents of *Chimonanthus salicifolius* with antioxidant activities[J]. Chemistry of Natural Compounds,2019,55(3):534-537.

[11] Wang N, Chen H, Xiong L, et al. Phytochemical profile of ethanolic extracts of *Chimonanthus salicifolius* S. Y. Hu. leaves and its antimicrobial and antibiotic-mediating activity[J]. Industrial Crops & Products,2018,125(15):328-334.

[12] 吴永祥,王 祥,江海涛,等. 不同极性柳叶蜡梅叶萃取物总酚含量及其抗氧化、抑菌能力研究[J]. 食品与机械,2017,33(8):150-154.

[13] Yu C L, Kuang Y, Yang S X, et al. Chemical composition, antifungal activity and toxicity of essential oils from leaves of *Chimonanthus praecox* and *Chimonanthus zhejiangensis* [J]. Asian Journal of Chemistry,2014,26(1):254-256.

[14] Zhang X F, Xu M, Zhang J W, et al. Identification and evaluation of antioxidant components in the flowers of five *Chimonanthus* species [J]. Industrial Crops & Products,2017,102:164-172.

[15] 程东庆,方 浩,潘佩蕾,等. 浙江蜡梅叶提取物抑菌试验[J]. 实用中医药杂志,2005,21(5):314.

[16] 展 锐. 火绒草有效成分和抗氧化作用的研究[D]. 乌鲁木齐:新疆大学,2010.

[17] 李永裕. 余甘多糖分离纯化、结构及抗氧化活性研究[D]. 福州:福建农林大学,2010.

[18] 中国国家标准化管理委员会. 茶叶中茶多酚和儿茶素类含量的检测方法:GB/T 8313—2008[S]. 北京:中国标准出版,2008.

[19] 余雪芳. 千层金叶片抗氧化活性物质分离纯化及结构分析[D]. 福州:福建农林大学,2015.

[20] 陈建烟. 花叶艳山姜叶片精油提纯、结构鉴定及生物活性研究[D]. 福州:福建农林大学,2014.

[21] 胡长玉,唐欣昀. 野生柳叶蜡梅叶营养成分分析[J]. 黄山学院学报,2007,9(3):91-93.

景炳年,王 伟,刘雨晴,等.牛心朴子草总生物碱超声提取工艺及抑菌活性研究[J].江苏农业科学,2021,49(15):163-170.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.15.031

牛心朴子草总生物碱超声提取工艺及抑菌活性研究

景炳年,王 伟,刘雨晴,谢晓阳,周 雍,宁二娟,张华南,陈 飞,魏 磊

(河南省纳普生物技术有限公司/河南省植物天然产物开发工程技术研究中心,河南郑州 450002)

摘要:采用响应面法优化牛心朴子草总生物碱(TACKI)超声提取工艺,并研究其抑菌活性。以 TACKI 得率为研究指标,在单因素试验的基础上,选取乙醇浓度、料液比、提取温度、提取时间 4 个因素进行 Box-Behnken 中心组合设计和响应面法分析,研究 TACKI 的最佳提取工艺条件;并分别采用倍比稀释和生长速率法研究 TACKI 对 10 种常见致病细菌和 9 种植物病原真菌菌丝生长的抑制活性。结果表明,TACKI 最佳提取工艺条件为 26 倍量 72% 乙醇,53 ℃ 超声提取 57 min,TACKI 平均得率为 0.492 8%,与模型预测值(0.493 1%)一致性好。TACKI 可强烈抑制化脓性链球菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和铜绿假单胞菌的生长,其最小抑菌浓度(MIC)和最小杀菌浓度(MBC)均在 12.5 mg/mL 以下;在供试质量浓度 100 mg/L 时,TACKI 对玉米弯孢病菌、苹果轮纹病菌、水稻稻瘟病菌和烟草赤星病菌菌丝生长均表现出较强的抑制作用,抑制率均在 85% 以上。优化得到的提取工艺稳定、简单、TACKI 得率高,且 TACKI 具有较强的广谱抗菌作用。

关键词:牛心朴子草;生物碱;超声提取;抑菌作用;植物病原菌

中图分类号:R284 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)15-0163-08

牛心朴子草(*Cynanchum komarovii* Al. Iljinski),别称老瓜头,为萝藦科鹅绒藤属有毒植物,主要分布于陕西、宁夏、甘肃、青海等我国北部的荒漠草原上,资源较丰富^[1]。民间和藏医用牛心朴子草镇痛、杀虫、退烧、止泻、治疗胆囊炎等^[2-3],现代研究表明,牛心朴子提取物具有杀虫^[4-8]、抗菌^[9-10]、抗植物病毒^[11-13]、抗肿瘤^[14]、抗氧化^[15]、除草^[16]、镇痛抗炎^[17-19]、止咳、祛痰及平喘^[20]、增强免疫力^[21]等多种生物活性,开发潜力巨大。

牛心朴子草所含化学成分种类繁多,主要包括:C₂₁-甾体糖苷、生物碱、萜类、黄酮醇类、多糖等^[22-28]。目前,对牛心朴子草化学成分的研究主要

集中在 C₂₁-甾体糖苷、生物碱。研究表明,牛心朴子草总生物碱(TACKI)与牛心朴子草广泛而显著的生物活性息息相关^[31-52],TACKI 主要为 7-脱甲氧基娃儿藤碱(7-demethoxylophorine,DEM)、(13aR,14R)-14-羟基-7-脱甲氧基娃儿藤碱、(13aR,14R)-14-羟基-7-脱甲基娃儿藤碱氮氧化物、氧化脱氧娃儿藤次碱、去羟娃儿藤宁、娃儿藤宁、N-氧化-7-脱甲氧基娃儿藤碱、娃儿藤碱、6-羟基-2,3-二甲氧基菲骈吡啶里西啶等^[52],这些生物碱结构主要为菲骈吡啶里西啶类生物碱^[53]。

TACKI 在牛心朴子草中的含量较低^[53],因此 TACKI 提取工艺研究就成为牛心朴子草开发利用的关键。万清玉等以正交试验建立了甲醇超声提取牛心朴子草中 7-脱甲氧基娃儿藤碱的最佳提取工艺^[54];郭金玲等研究了不同提取剂及其操作条件对总生物碱提取率的影响^[55];米海莉等考察了提取溶剂浓度和提取方法对 TACKI 提取量影响以及絮凝剂对总生物碱精制条件^[56];李玉美等研究了大孔

收稿日期:2020-11-20

基金项目:河南省科学院基本科研项目(编号:200613027)。

作者简介:景炳年(1980—),男,甘肃武威人,博士,助理研究员,主要从事天然产物功能活性研究及农业绿色防控体系构建等。

E-mail:stop328@163.com。

通信作者:魏 磊,博士,助理研究员,主要从事植物化学及分子生物学。E-mail:yhweilei2@163.com。

[22]温慧萍,肖建中,雷伟敏,等. HPLC 结合响应面法优化柳叶蜡梅总黄酮提取工艺及其抑菌活性研究[J]. 浙江农业学报, 2018,30(2):298-306.

[23]郭孝成,王 伟,戴 毅,等. 柳叶蜡梅不同部位提取物总多酚含量及体外抗氧化、抑菌特性比较研究[J]. 黄山学院学报,

2018,20(5):66-70.

[24]张健健,陆天飞,董 彪,等. 柳叶蜡梅提取物对小鼠急性酒精性肝损伤的保护作用[J]. 肝脏,2014,19(2):112-114.

[25]陈 斐. 柳叶蜡梅提取物抑制 HeLa 细胞生长及诱导细胞凋亡的研究[D]. 杭州:浙江大学,2010.