

蕲艾根的挥发性成分、总黄酮和总多糖的测定研究



龚 敏¹, 卢金清²

1. 湖北省中医院/中医肝肾研究及应用湖北省重点实验室, 湖北中医药大学附属医院/湖北时珍实验室 (武汉 430061)

2. 湖北中医药大学药学院 (武汉 430072)

【摘要】目的 分析测定蕲艾根中的挥发性成分、总黄酮和总多糖含量, 为蕲艾根的综合开发和利用提供科学依据。**方法** 选用顶空固相微萃取技术 (HS-SPME) 从蕲艾的根部提取挥发性成分, 应用气相色谱-质谱联用法 (GC-MS) 分析测定根挥发性物成分; 提取蕲艾根中的总黄酮和总多糖成分, 运用紫外-分光光度法测定根中总黄酮和总多糖含量。**结果** 从蕲艾根中分离出 44 个峰, 鉴定出了 30 个成分, 占挥发性成分总量的 80.9%; 总黄酮含量为 9.42%; 总多糖含量为 11.05%。**结论** 经综合考察, 蕲艾根挥发性成分中含有丰富的萜烯类化合物, 且总黄酮和总多糖含量均较高, 具有广阔的开发前景。

【关键词】 蕲艾根; 挥发性成分; 总黄酮; 总多糖; 顶空固相微萃取; 气相色谱-质谱联用; 紫外-可见分光光度法; 天然药物开发

【中图分类号】 R284.1

【文献标识码】 A

Research on volatile constituents, total flavonoids and total polysaccharides in the roots of *Artemisia argyi*

GONG Min¹, LU Jinqing²

1. Hubei Provincial Hospital of TCM/Hubei Key Laboratory of Theory and Application Research of Liver and Kidney in Traditional Chinese Medicine, Affiliated Hospital of Hubei University of Chinese Medicine/Hubei Shizhen Laboratory, Wuhan 430061, China

2. School of Pharmacy, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430072, China

Corresponding author: LU Jinqing, Email: ljq59169@sohu.com

【Abstract】Objective To determine the volatile constituents, total flavonoids and total polysaccharides in the roots of *Artemisia argyi*, and to provide a scientific basis for the comprehensive development and utilization of the resources. **Methods** Volatile constituents were extracted by headspace solid-phase microextraction (HS-SPME) from the roots of *Artemisia argyi*, and analyzed by gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS). Total flavonoids and total polysaccharides were extracted and their contents determined by UV spectrophotometry. **Results** A total of 44 peaks were isolated from the roots, and 30 constituents were identified, accounting for 80.9% of the total volatile content. The total flavonoid content was 9.42% and the total polysaccharide content was 11.05%. **Conclusion** In conclusion, the volatile constituents of the roots of *Artemisia argyi* were rich in terpene compounds, with relatively high contents of total flavonoids and total polysaccharides, indicating broad

DOI: 10.12173/j.issn.2097-4922.202512016

通信作者: 卢金清, 教授, 硕士研究生导师, Email: ljq59169@sohu.com

prospects for the development of *Artemisia argyi*.

【Keywords】 Roots of *Artemisia argyi*; Volatile constituents; Total flavonoids; Total polysaccharides; Headspace-solid phase microextraction; Gas chromatography-mass spectrometry; UV-spectrophotometry; Development of natural medicine

艾 (*Artemisia argyi* Lévl. et Vant.) 又名医草、灸草、辟邪草, 为常见的多年生菊科蒿属草本植物。艾在《全国中草药汇编》^[1] 和《本草经集注》^[2] 等著作中均有提及, 其叶、籽、花、茎均可入药。李时珍在《本草纲目》^[3] 中指出: “自成化以来, 则以蕲州者为胜, 用充方物, 天下重之, 谓之蕲艾。” 从此蕲艾作为道地药材的地位正式确定, 且经高温处理后食用无毒^[4]。罗月中^[5] 临床应用中采用野艾根与岗稔果组成的药对, 发现其具有良好的止血功效。吴富望^[6] 采用艾根、积雪草根茎及六月雪根, 配伍陈年蚕豆汤治疗水湿型水肿患者, 取得良好疗效。徐碧林等^[7] 研究表明, 蕲艾根部内生菌具有良好的抑菌功效; 以艾根加清水煎煮, 去渣取汁后与煎鸡蛋同服, 可用于治疗乳腺炎。据报道, 湖北蕲春县蕲艾的种植面积已达 20 万亩, 全产业链年产值超百亿元, 品牌价值攀升^[8]。艾草全身皆可入药, 但目前公众及产业关注点多集中于艾叶, 对艾根的重视程度相对不足。现有可搜集的文献资料显示, 关于艾根在临床应用方面的直接研究证据仍较为匮乏, 其化学成分研究亦不充分。为此, 本试验首次采用顶空固相微萃取-气相色谱-质谱联用 (headspace solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry, HS-SPME-GC-MS) 技术分析蕲艾根的挥发性成分, 并对其总黄酮和总多糖含量进行测定。

1 材料

1.1 主要仪器

HP6890GC/5973MSD 型气相色谱-质谱联用仪 (美国 Hewlett-Packard 公司); 手动固相微萃取装置和顶空瓶 (规格: 15 mL) 购自德国 IKA 公司; PDMS/DVB 固相微萃取头 (美国 Supelco 公司, 规格: 65 μm); ALC-210.2 型电子天平 (赛多利斯科学仪器北京有限公司); SHZ-D (III) 型循环水真空泵 (上海予华仪器设备有限公司); UV-3200 型 UV-Vis Analyst 紫外可见分光光度计 (上海美谱达仪器有限公司)。

1.2 主要药品与试剂

本试验所用蕲艾根药材由卢金清教授采自湖北省蕲春县蕲艾基地, 并经湖北中医药大学药学院杨红兵教授鉴定为菊科植物艾 (*Artemisia argyi* Lévl. et Vant.) 的干燥根, 批号: 230616; 对照品芦丁 (批号: B20771-20 mg, 纯度 $\geq 98\%$) 和无水葡萄糖 (批号: B21882-100 mg, 纯度 $\geq 98\%$) 购自上海源叶生物科技有限公司; 亚硝酸钠、九水硝酸铝、氢氧化钠、苯酚、浓硫酸等试剂均为分析纯; 水为纯化水。

2 方法与结果

2.1 挥发性成分测定方法

2.1.1 顶空固相微萃取方法

取蕲艾根粗粉 0.3 g, 置 15 mL 顶空瓶中, 手动插入固相微萃取进样器; 在 120 $^{\circ}\text{C}$ 下预平衡 15 min, 伸出萃取头进行顶空萃取 15 min; 完成萃取步骤后立即将萃取头插入气相色谱仪进样口, 于 120 $^{\circ}\text{C}$ 解吸 3 min, 完成进样。

2.1.2 GC-MS 条件

① 色谱条件。色谱柱为 HP-5MS (50 m \times 0.2 mm, 0.33 μm); 载气为高纯氦气 (纯度 99.999%), 流速 1.0 mL/min; 不分流进样; 进样口温度 230 $^{\circ}\text{C}$; 程序升温: 初始温度 50 $^{\circ}\text{C}$, 以 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至 80 $^{\circ}\text{C}$, 再以 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升至 180 $^{\circ}\text{C}$ 。

② 质谱条件。离子源为电子轰击源, 离子源温度 230 $^{\circ}\text{C}$, 接口温度 280 $^{\circ}\text{C}$, 四极杆温度 150 $^{\circ}\text{C}$, 电子能量 70 eV, 质量扫描范围 35~550 m/z 。

2.1.3 测定方法

采用 GC-MS 法对蕲艾根中的挥发性成分进行分析, 经化学工作站进行数据处理和计算, 并利用计算机质谱数据库 NIST14 进行检索, 从蕲艾根中共分离出 44 个色谱峰, 鉴定出其中 30 种成分, 占挥发性成分总含量的 80.9%。具体结果见图 1 和表 1。

2.2 总黄酮的含量测定

2.2.1 测定波长的选择

根据预扫描吸收光谱曲线, 总黄酮对照品溶

液与蕪艾原药中提取的总黄酮供试品溶液的吸收峰对应波长均为 510 nm, 故选定 510 nm 为测定波长, 紫外吸收扫描图谱见图 2。

2.2.2 对照品溶液的制备

取芦丁对照品适量, 精密称定, 置 50 mL 量瓶中, 加 60% 乙醇溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制成每 1 mL 含 0.25 mg 芦丁的对照品溶液。

2.2.3 供试品溶液的制备

精密称定蕪艾根粗粉 1.0 g, 置 50 mL 锥形瓶中, 精密加入 60% 乙醇 50 mL, 称定重量, 超声 (功率: 250 W, 频率: 40 KHZ) 处理 30 min, 取出, 放冷后再次称重, 用 60% 乙醇补足减失的重量, 摇匀, 滤过, 精密量取续滤液

3 mL, 置 10 mL 量瓶中, 加 60% 乙醇稀释至刻度, 摇匀, 即得蕪艾根供试品溶液。

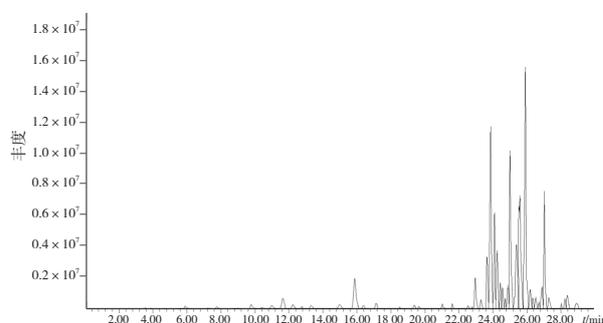


图1 蕪艾根挥发性成分总离子色谱图

Figure 1. Total ion chromatogram of volatile constituents in the roots of *Artemisia argyi*

表1 蕪艾根挥发性成分

Table 1. Volatile constituents in the roots of *Artemisia argyi*

| 峰号 | 保留时间 (min) | 名称 | CAS号 | 化学式 | 相对含量 (%) | 匹配度 (%) |
|----|---------------|--|-------------|--|-------------|------------|
| 1 | 7.75 | α -蒎烯 (alpha-fenchene) | 471-84-1 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.24 | 98 |
| 2 | 9.78 | β -蒎烯 (beta-pinene) | 127-91-3 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.37 | 94 |
| 3 | 10.99 | (+)-4-蒎烯 [(+)-4-carene] | 29050-33-7 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.44 | 97 |
| 4 | 11.64 | (R)-银松烯 [(R)-sylvestrene] | 1461-27-4 | C ₁₀ H ₁₆ | 1.52 | 76 |
| 5 | 12.23 | 反式- β -罗勒烯 (trans-beta-ocimene) | 3779-61-1 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.46 | 96 |
| 6 | 12.78 | 顺式- β -罗勒烯 (cis-beta-ocimene) | 3338-55-4 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.27 | 96 |
| 7 | 13.31 | γ -萜品烯 (gamma-terpinene) | 99-85-4 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.40 | 95 |
| 8 | 14.96 | 萜品油烯 (terpinolene) | 586-62-9 | C ₁₀ H ₁₆ | 0.70 | 97 |
| 9 | 15.87 | 崖柏酮[4-methyl-1-(1-methylethyl) bicyclo [3.1.0] hexan-3-one] | 1125-12-8 | C ₁₀ H ₁₆ O | 3.53 | 97 |
| 10 | 16.39 | 侧柏酮 [(1S-(1alpha,4alpha,5alpha))-4-methyl-1-(1-methylethyl) bicyclo [3.1.0] hexan-3-one] | 546-80-5 | C ₁₀ H ₁₆ O | 0.40 | 98 |
| 11 | 17.13 | 波斯菊萜 (cosmene) | 460-01-5 | C ₁₀ H ₁₄ | 0.78 | 96 |
| 12 | 19.38 | α -松油醇 (alpha-terpineol) | 98-55-5 | C ₁₀ H ₁₈ O | 0.36 | 90 |
| 13 | 19.65 | 癸醛 (decanal) | 112-31-2 | C ₁₀ H ₂₀ O | 0.15 | 83 |
| 14 | 21.61 | 1,7,7-三甲基-双环[2.2.1]庚-2-基乙酸酯 (1,7,7-trimethyl-bicyclo [2.2.1] hept-2-acetate) | 92618-89-8 | C ₁₂ H ₂₀ O ₂ | 0.22 | 99 |
| 15 | 22.96 | γ -蛇床烯 (gamma-selinene) | 515-17-3 | C ₁₅ H ₂₄ | 2.08 | 70 |
| 16 | 24.10 | (-)-莎草烯 [(-)-cyperrene] | 2387-78-2 | C ₁₅ H ₂₄ | 5.80 | 77 |
| 17 | 24.25 | 长叶烯 (longifolene) | 475-20-7 | C ₁₅ H ₂₄ | 5.62 | 97 |
| 18 | 24.73 | δ -杜松烯 (delta-cadinene) | 483-76-1 | C ₁₅ H ₂₄ | 0.62 | 70 |
| 19 | 24.86 | 喜马拉雅-2,4-二烯 (himachala-2,4-diene) | 60909-27-5 | C ₁₅ H ₂₄ | 2.90 | 93 |
| 20 | 25.01 | 1-石竹烯 (caryophyllene) | 87-44-5 | C ₁₅ H ₂₄ | 10.63 | 91 |
| 21 | 25.44 | 2-异丙烯基-4 α ,8-二甲基-1,2,3,4,4 α ,5,6,7-八氢萘 (2-isopropenyl-4alpha,8-dimethyl-1,2,3,4,4alpha,5,6,7-octahydronaphthalene) | 103827-22-1 | C ₁₅ H ₂₄ | 3.79 | 94 |
| 22 | 25.59 | (+)- α -柏木萜烯 [(+)-alpha-funebrene] | 50894-66-1 | C ₁₅ H ₂₄ | 12.30 | 92 |
| 23 | 25.92 | (+)- β -雪松烯 [(+)-beta-himachalene] | 1461-03-6 | C ₁₅ H ₂₄ | 16.12 | 99 |
| 24 | 26.20 | 新异长叶烯 (neoisolongifolene) | 79982-57-3 | C ₁₅ H ₂₄ | 1.18 | 86 |
| 25 | 26.48 | 8-异丙基-2,5-二甲基-1,2,3,4-四氢萘 (8-isopropyl-2,5-dimethyl-1,2,3,4-tetrahydronaphthalene) | 1460-96-4 | C ₁₅ H ₂₂ | 0.97 | 93 |
| 26 | 26.89 | 反式- β -金合欢烯 (trans-beta-farnesene) | 18794-84-8 | C ₁₅ H ₂₄ | 1.38 | 70 |
| 27 | 27.03 | 异丁酸香叶酯 (geranyl isobutyrate) | 2345-26-8 | C ₁₄ H ₂₄ O ₂ | 5.81 | 80 |
| 28 | 27.29 | 十六烷 (hexadecane) | 544-76-3 | C ₁₆ H ₃₄ | 0.61 | 98 |
| 29 | 28.38 | 顺,顺,顺-7,10,13-十六碳三烯醛 (cis,cis,cis-7,10,13-hexadecatrienal) | 56797-43-4 | C ₁₆ H ₂₆ O | 0.88 | 78 |
| 30 | 28.92 | 十七烷 (heptadecane) | 629-78-7 | C ₁₇ H ₃₆ | 0.37 | 96 |

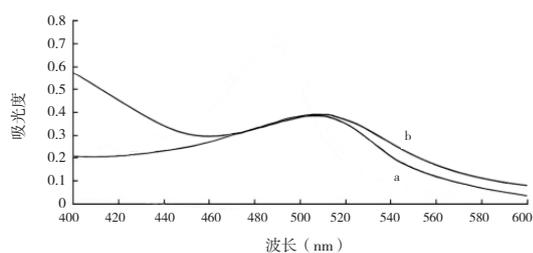


图2 芦丁对照品溶液 (a) 和蕪艾根总黄酮供试品溶液 (b) 紫外吸收扫描图谱

Figure 2. UV absorption spectra scanning of rutin reference standard solution (a) and test solution of total flavonoids in the roots of *Artemisia argyi* (b)

2.2.4 线性关系考察

分别取 5 支 20 mL 具塞试管, 依次精密吸取对照品溶液 (0.25 mg/mL) 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0 mL, 各管加水至 6 mL; 依次加入 5% 亚硝酸钠溶液 1 mL, 混匀, 放置 6 min; 再加入 10% 硝酸铝溶液 1 mL, 摇匀, 放置 6 min; 然后加入氢氧化钠试液 10 mL, 最后加水定容至刻度, 摇匀, 放置 15 min。以水为空白溶剂, 照《中国药典 (2025 年版)》(以下简称“药典”) 四部紫外-可见分光光度法 (通则 0401)^[9], 在选定波长处测定吸光度 (A) 值。以芦丁浓度 (C , mg/mL) 为横坐标、 A 为纵坐标, 绘制标准曲线, 得线性回归方程为 $A=11.845\ 7C-0.002\ 0$, $r=0.993\ 1$ 。结果表明芦丁在 0.013 9~0.069 4 mg/mL 范围内线性关系良好。

2.2.5 精密度试验

精密吸取蕪艾根供试品溶液 2 mL, 共 6 份, 置 20 mL 具塞试管中, 按“2.2.4”项下自“各管加水至 6 mL”起操作, 测得 A 值的 RSD 为 0.14% ($n=6$), 结果表明紫外-可见分光光度计精密度良好。

2.2.6 重复性试验

精密称取蕪艾根粗粉 1.0 g 6 份, 按“2.2.3”项下方法制备供试品溶液, 并精密吸取 2 mL, 置 20 mL 具塞试管中, 再按“2.2.4”项下自“各管加水至 6 mL”起操作, 测定 A 值。计算得总黄酮的平均含量为 9.34%, RSD 为 1.21% ($n=6$), 结果表明该方法重复性良好。

2.2.7 稳定性试验

精密吸取蕪艾根供试品溶液 2 mL, 置 20 mL 具塞试管中, 按“2.2.4”项下自“各管加水至 6 mL”起操作, 从 0 h 开始, 每隔 2 h 测定 1 次 A

值, 共 7 次。测得 A 值的 RSD 为 2.07% ($n=7$), 结果表明供试品溶液在室温条件下放置 12 h 稳定性良好。

2.2.8 加样回收率试验

精密称取已知含量 9.42% 的蕪艾根粗粉 0.5 g, 共 6 份, 分别加入对照品 0.047 5 g, 按“2.2.3”项下方法制备, 精密吸取供试品溶液 2 mL, 置 20 mL 具塞试管中, 再按“2.2.4”项下自“各管加水至 6 mL”起操作, 分别测定 A 值。计算得总黄酮的平均回收率为 99.11%, RSD 为 2.24% ($n=6$), 结果表明该方法准确度良好。

2.2.9 样品的含量测定

精密吸取供试品溶液 2 mL, 按“2.2.4”项下方法, 自“加水至 6 mL”起, 同法操作, 测定 A 值。同时, 取 60% 乙醇 2 mL 同法平行操作, 作为空白对照。根据标准曲线方程计算供试品溶液中总黄酮 (以芦丁计) 的含量。结果显示, 3 批蕪艾根样品中总黄酮含量分别为 9.88%、8.97%、9.41% ($n=3$)。

2.3 总多糖的含量测定

2.3.1 测定波长的选择

根据预扫描吸收光谱曲线, 葡萄糖对照品溶液与蕪艾原药中提取的总多糖供试品溶液的吸收峰对应波长均为 487 nm, 故选定 487 nm 为测定波长, 紫外吸收扫描图谱见图 3。

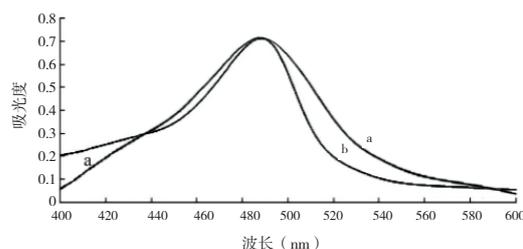


图3 葡萄糖对照品溶液 (a) 和蕪艾根总多糖供试品溶液 (b) 紫外吸收扫描图谱

Figure 3. UV absorption scanning spectra of glucose reference standard solution (a) and test solution of total polysaccharides in the roots of *Artemisia argyi* (b)

2.3.2 对照品溶液的制备

取无水葡萄糖对照品适量, 精密称定, 置 10 mL 量瓶中, 加水溶解并稀释至刻度, 摇匀, 制成每 1 mL 含 0.10 mg 葡萄糖的对照品溶液。

2.3.3 供试品溶液的制备

精密称定蕪艾根粗粉 0.5 g, 置于 50 mL 圆底烧瓶中, 加入 25 mL 水, 回流提取 2 h, 滤过; 滤

渣再加 25 mL 水, 继续回流提取 1 h, 滤过, 合并两次滤液; 将合并后的滤液浓缩至约 20 mL, 加入 100 mL 95% 乙醇, 使溶液中乙醇含量不低于 80%, 静置 12 h; 之后减压抽滤, 所得沉淀用热水溶解, 将溶液转移至 50 mL 量瓶中, 加水定容至刻度, 摇匀, 滤过; 精密量取续滤液 0.5 mL, 置 10 mL 量瓶中, 加水稀释至刻度, 摇匀, 即得蕲艾根供试品溶液。

2.3.4 线性关系考察

分别取 5 支 20 mL 具塞试管, 依次精密吸取对照品溶液 (0.10 mg/mL) 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 mL, 各管加水至 2 mL; 依次加入 5% 苯酚溶液 1 mL, 混匀后迅速精密加入浓硫酸 5 mL, 摇匀, 静置 10 min; 随后置于 40 °C 水浴中保温 15 min; 取出后迅速冷却至室温。以去离子水作为空白对照, 按药典中紫外-可见分光光度法, 在选定波长处测定 A 值。以葡萄糖浓度 (C , mg/mL) 为横坐标、 A 为纵坐标, 绘制标准曲线, 得线性回归方程 $A=58.958C-0.0411$, $r=0.9993$ 。结果表明葡萄糖在 0.0025~0.0125 mg/mL 范围内线性关系良好。

2.3.5 精密密度试验

精密吸取蕲艾根供试品溶液 1 mL, 共 6 份, 置 20 mL 具塞试管中, 按“2.3.4”项下自“各管加水至 2 mL”起操作, 测得 A 值的 RSD 为 0.39% ($n=6$), 结果表明紫外-可见分光光度计精密密度良好。

2.3.6 重复性试验

精密称取蕲艾根粗粉 0.5 g 6 份, 按“2.3.3”项下方法制备供试品溶液, 并精密吸取 1 mL, 置 20 mL 具塞试管中, 再按“2.3.4”项下自“各管加水至 2 mL”起操作, 分别测定 A 值。计算得总多糖的平均含量为 10.97%, RSD 为 1.79% ($n=6$), 结果表明该方法重复性良好。

2.3.7 稳定性试验

精密吸取蕲艾根供试品溶液 1 mL, 置 20 mL 具塞试管中, 按“2.3.4”项下自“各管加水至 2 mL”起操作, 从 0 h 开始, 每隔 2 h 测定 1 次 A 值, 共 7 次。测得 A 值的 RSD 为 1.87% ($n=7$), 结果表明供试品溶液在室温条件下放置 12 h 稳定性良好。

2.3.8 加样回收率试验

精密称取已知含量的 11.05% 蕲艾根粗粉 0.25 g, 共 6 份, 分别加入对照品 0.028 g, 按“2.3.3”项下方法制备, 精密吸取供试品溶液 1 mL, 置

20 mL 具塞试管中, 再按“2.3.4”项下自“各管加水至 2 mL”起操作, 分别测定 A 值。计算得总多糖的平均回收率为 100.87%, RSD 为 1.85% ($n=6$), 结果表明该方法准确度良好。

2.3.9 样品的含量测定

精密吸取根供试品溶液 1 mL, 按“2.3.4”项下方法, 自“各管加水至 2 mL”起, 同法操作, 测定 A 值。同时, 取水 2 mL 同法平行操作, 作为空白对照。根据标准曲线方程计算供试品溶液中总多糖 (以葡萄糖计) 的含量。结果显示, 3 批蕲艾根样品中总多糖含量分别为 10.05%、12.06%、11.04% ($n=3$)。

3 讨论

本研究采用 HS-SPME-GC-MS 技术从蕲艾根中共分离出 44 个色谱峰, 鉴定出 30 种成分, 占挥发性成分总含量的 80.9%。其主要成分为烯类 (67.6%) 和酮类 (3.93%), 其中相对含量较高的组分包括 (+)- β -雪松烯 (16.12%)、(+)- α -柏木萜烯 (12.3%)、1-石竹烯 (10.63%)、异丁酸香叶酯 (5.81%)、(-)-莎草烯 (5.8%) 以及长叶烯 (5.62%)。蕲艾根所散发的独特香气主要来源于倍半萜类物质, 共检出 11 种, 占挥发性成分总量的 62.42%; 其次为单萜类, 共检出 9 种, 占比 5.18%。此外, 单萜氧化衍生物也参与香气构成, 共检出 2 种, 占比 3.93%。

通过文献^[10-11]对比发现, 蕲艾叶与蕲艾根中拥有 6 种共有挥发性成分, 分别为萜品烯、崖柏酮、侧柏酮、 α -松油醇、 δ -杜松烯和 1-石竹烯。但药典中标定艾叶的指标成分按油精和龙脑并未在蕲艾根中检出, 表明二者挥发性成分存在显著差异。

蕲艾根中的部分挥发性成分具有独特的生物活性: β -蒎烯对微生物具有直接抑菌活性^[12]; 蛇床烯具有良好的抗氧化^[13]和抑菌作用^[14]; 金合欢烯可用于害虫防治^[15]; 长叶烯对微生物繁殖有明显的抑制作用, 且抑菌率与单体浓度呈正相关^[16]。此外, 蕲艾根中含有丰富的萜烯类, 研究表明部分烯类具有抗菌杀虫作用, 而杜松烯、石竹烯等成分能加快皮肤血流, 促进中药挥发油经皮渗透^[17]。这些成分研究基础为艾根作为天然抗菌药物和天然药物渗透促进剂的开发提供了理论依据。

植物黄酮与多糖是重要的天然功效成分。已有研究表明艾根多糖具有免疫增强及抗氧化活

性^[18]。本试验前期对蕪艾叶中总黄酮和总多糖含量进行了研究^[19]，结合本次测定结果发现，艾根中的总黄酮含量低于艾叶，而总多糖含量则高于艾叶，显示出良好的开发潜力。有关艾根中黄酮和多糖的药理作用及临床应用尚待进一步探究。

随着人们对天然药物及保健品需求的日益增长，新植物资源的发掘成为研究热点。目前国内对于蕪艾根的化学成分研究尚不系统。本研究首次采用 HS-SPME-GC-MS 技术体系分析了蕪艾根的挥发性成分，明确了 30 种主要成分，并对根中的总黄酮和总多糖含量进行了测定，以期为蕪艾根的进一步研究和资源综合利用率的提升提供科学依据。

参考文献

- 1 谢综万, 主编. 全国中草药汇编 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1996: 276.
- 2 梁·陶弘景, 著. 本草经集注 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1994: 316.
- 3 明·李时珍, 著. 本草纲目 [M]. 北京: 华夏出版社, 1998: 648-652.
- 4 杨芳, 李苏, 火彤辉, 等. 蕪艾食用历史追溯调查与安全性评价 [J]. 安徽农业科学, 2024, 52(21): 144-148. [Yang F, Li S, Huo TH, et al. Historical tracing investigation and safety evaluation of *Artemisia argyi* Lévl et Vant. cv. qiai[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2024, 52(21): 144-148.] DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2024.21.031.
- 5 罗月中. 野艾根、岗稔果“药对”治疗崩漏 100 例报告 [J]. 广州医药, 1993, (1): 41-42. [Luo YZ. Report on the treatment of 100 cases of metrorrhagia and metrostaxis with the drug pair of the roots of *Artemisia argyi* and the fruits of *Rhodomyrtus tomentosa*[J]. Guangzhou Medical Journal, 1993, (1): 41-42.] <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotat-GZYY199301026.htm>.
- 6 吴富望. 全国民族医药专科专病学术研讨会论文选编 [C]. 广西北海: 中国民族医药学会、民族医药报社, 2001: 187-188.
- 7 徐碧林, 罗周瑜, 彭陈万里, 等. 蕪艾内生细菌的分离鉴定及抑菌活性分析 [J]. 广西植物, 2023, 43(1): 68-78. [Xu BL, Luo ZY, Peng CWL, et al. Isolation, identification, and analysis on antibacterial activities of endophytic bacteria from *Artemisia argyi* var. *argyi* 'Qiai'[J]. Guihaia, 2023, 43(1): 68-78.] DOI: 10.11931/guihaia.gxzw202112001.
- 8 张聪, 朱思颖. 蕪春推动蕪艾全产业链融合发展, 全县种植面积超过 20 万亩 [EB/OL]. (2023-11-27) [2025-09-15] <http://news.cnhubei.com/huanggang/p/17009441.html>.
- 9 中国药典 2025 年版. 四部 [S]. 2025: 39.
- 10 刘梦菲, 江汉美, 肖宇硕, 等. HS-SPME-GC-MS 联用技术分析不同产地艾叶挥发性成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2018, 24(10): 79-89. [Liu MF, Jiang HM, Xiao YS, et al. Comparative analysis of volatile components of *Artemisiae Argyi* folium from different origins using HS-SPME-GC-MS[J]. Chinese Journal of

Experimental Traditional Medical Formulae, 2018, 24(10): 79-89.] DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.20180917.

- 11 曹利, 卢金清, 叶欣. HS-SPME-GC-MS 联用分析不同栽培品种与蕪艾不同部位的挥发性成分 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(2): 62-68. [Cao L, Lu JQ, Ye X. HS-SPME-GC-MS analysis on volatile components of different varieties and different parts of *Artemisia argyi*[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2017, 23(2): 62-68.] DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.2017020062.
- 12 叶子怡, 范晓静, 卓涛, 等. 柑橘次级代谢产物 β -蒎烯对柑橘溃疡病菌的生长抑制作用与机理初探 [J]. 武夷科学, 2022, 38(1): 25-30. [Ye ZY, Fan XJ, Zhuo T, et al. Citrus metabolite β -pinene exerts a dual function on citrus canker pathogen *Xanthomonas citri* subsp. *citri*[J]. Wuyi Science Journal, 2022, 38(1): 25-30.] DOI: 10.15914/j.cnki.wyxx.2022.01.04.
- 13 许俊洁, 卢金清, 李肖爽, 等. 神农香菊挥发油体外抗氧化活性的谱效关系研究 [J]. 药物分析杂志, 2016, 36(10): 1823-1830. [Xu JJ, Lu JQ, Li XS, et al. Study on spectrum-effect relationship between fingerprints of essential oil from Shennong Xiangju and the in vitro antioxidant activities[J]. Chinese Journal of Pharmaceutical Analysis, 2016, 36(10): 1823-1830.] DOI: 10.16155/j.0254-1793.2016.10.17.
- 14 向平, 娄桂群, 王仕艳, 等. 香薷、野草香挥发油分析及其生物活性评价 [J]. 中成药, 2017, 39(9): 1880-1884. [Xiang P, Lou GQ, Wang SY, et al. Analysis of volatile oils in *Elsholtzia ciliata* and *Elsholtzia cypriani* and evaluation of their biological activities[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2017, 39(9): 1880-1884.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2017.09.025.
- 15 黄奕文, 张国栋, 张以涵, 等. 几种单萜类化合物对蚜虫的生物活性研究进展 [J]. 农药学学报, 2025, 27(5): 763-780. [Huang YW, Zhang GD, Zhang YH, et al. Research progress on the bioactivity of monoterpenoids against aphids[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2025, 27(5): 763-780.] DOI: 10.16801/j.issn.1008-7303.2025.0061.
- 16 郭阿君. 4 种园林树木挥发性有机物释放动态及其抑菌作用的研究 [D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2007. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10225-2007187557.htm>.
- 17 方蕾. 含乳香没药挥发油九分散方经皮吸收行为研究 [D]. 南昌: 江西中医药大学, 2020. <https://cdmd.cnki.com.cn/Article/CDMD-10412-1021543458.htm>.
- 18 马盖凡, 姜雪莲, 孟燕, 等. 艾根多糖的结构特征及免疫活性研究 [J]. 中国医院药学杂志, 2023, 43(8): 848-854. [Ma GF, Jiang XL, Meng Y, et al. Structural characteristics and immunomodulatory activity of polysaccharides from the root of *Artemisia argyi*[J]. Chinese Journal of Hospital Pharmacy, 2023, 43(8): 848-854.] DOI: 10.13286/j.1001-5213.2023.08.04.
- 19 龚敏, 卢金清. 不同年份陈艾的总黄酮、总多糖研究 [J]. 湖北农业科学, 2019, 58(13): 114-116, 121. [Gong M, Lu JQ. Studies on total flavonoids and total polysaccharides of reserved folium *Artemisia Argyi* in different years[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2019, 58(13): 114-116, 121.] DOI: 10.14088/j.cnki.issn0439-8114.2019.13.024.

收稿日期: 2025 年 12 月 05 日 修回日期: 2026 年 02 月 01 日
 本文编辑: 马琳璐 钟巧妮