

胡椒薄荷叶挥发油化学成分及活性分析

李余先^{1,2,3}, 李敏¹, 武晓林¹, 杨敏¹, 刘清玮¹, 张影^{1*}, 刘俊霞¹

(1. 吉林农业科技学院 中药学院, 吉林 吉林 132101; 2. 吉林农业大学 教育部生物反应器与药物开发工程研究中心, 长春 130118; 3. 吉林农业大学 中药材学院, 长春 130118)

[摘要] 目的:研究胡椒薄荷 *Mentha piperita* 叶挥发油的化学成分及其生物活性,为胡椒薄荷资源的开发利用奠定基础。方法:采用超临界 CO₂ 萃取法提取叶片挥发油,通过气相色谱-质谱联用技术(GC-MS)分析其化学成分,分别采用 DPPH 法和卤虫幼体研究其抗氧化活性及生物毒性,纸片扩散法及埃及伊蚊幼虫毒杀法评价其抗菌活性和杀虫活性。结果:用超临界 CO₂ 萃取法提取得到的挥发油得率为 0.089%,从中鉴定了 11 个化学成分,已鉴定出的组分占挥发油总量的 93.0%,其中芳樟醇占总挥发油的 49.9%,可以认为是其主要成分;挥发油对 DPPH 的半数抑制浓度(IC₅₀) 0.45 g·L⁻¹,对卤虫幼体的半数致死浓度(LC₅₀) 526.0 mg·L⁻¹;在挥发油质量浓度为 10 g·L⁻¹时,对大肠埃希菌抑菌圈直径为(9±1)mm,对金黄色葡萄球菌效果不明显;对埃及伊蚊的 LC₅₀ 339.6 mg·L⁻¹。结论:胡椒薄荷叶挥发油对大肠埃希菌有一定的抑制作用,在抗氧化及杀虫方面具有一定活性,但是相对较弱,不宜用于杀虫剂产品开发;此外,胡椒薄荷叶挥发油具有弱的生物毒性。本研究为胡椒薄荷的开发利用提供了科学依据。

[关键词] 胡椒薄荷叶;挥发油;抗氧化;生物毒性;抗菌;杀虫

[中图分类号] R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2017)15-0092-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfx.2017150092

[网络出版地址] <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20170511.0949.066.html>

[网络出版时间] 2017-05-11 9:49

Chemical Compositions Analysis and Biological Activity of Essential Oil from Leaves of *Mentha piperita*

LI Yu-xian^{1,2,3}, LI Min¹, WU Xiao-lin¹, YANG Min¹, LIU Qing-wei¹,
ZHANG Ying^{1*}, LIU Jun-xia¹

(1. College of Traditional Chinese Medicine (TCM), Jilin Agricultural Science and Technology College, Jilin 132101, China; 2. Engineering Research Center of Bioreactor and Pharmaceutical Development, Ministry of Education, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China; 3. College of TCM, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

[Abstract] **Objective:** Objective: To study the chemical compositions and biological activity of the essential oil from the leaves of *Mentha piperita*, and lay foundation for further development and utilization of *M. piperita*. **Method:** The essential oil was obtained by supercritical carbon dioxide extraction assay; its chemical compositions were analyzed with gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method; then their antioxidant activity and biological toxicity were evaluated by DPPH method and artemia respectively. In addition, disk-diffusion method and *Artemia aegypti* larval poisoning method were used to evaluate their antimicrobial activity and insecticidal activity. **Result:** the essential oil yield was 0.089% in the supercritical carbon dioxide extraction

[收稿日期] 20170217(009)

[基金项目] 吉林省教育厅基金项目(吉教科合子[2015]第382号)

[第一作者] 李余先,在读博士,从事天然产物化学研究,Tel:15943294380,E-mail:769831847@qq.com

[通讯作者] *张影,博士,教授,从事天然产物化学研究,Tel:15943294380,E-mail:769831847@qq.com

assay, and 11 chemical compositions were identified, accounting for 93.0% of the total essential oil amount. Linalool content accounted for 49.9% of the total essential oil amount, so it was considered as the main composition. The IC_{50} was $0.45 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ for DPPH, $526.0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ for Artemia. When the concentration of essential oil was $10 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, its inhibition zone was $(9 \pm 1) \text{ mm}$ against *E. Coli*, but had no significant effect on *Staphylococcus aureus*; its LC_{50} was $339.6 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ for *A. aegypti*. **Conclusion:** Essential oil from leaves of *M. piperita* showed certain inhibition effect on *Escherichia coli*, with weak antioxidant and insecticidal activities, so it was not suitable for development as insecticides; in addition, the essential oil from the leaves of *M. piperita* showed weak biotoxicity, providing scientific basis for development and utilization of *M. piperita* in this study.

[Key words] leaves of *Mentha piperita*; essential oil; antioxidant activity; biotoxicity; antimicrobial activity; larvicide

胡椒薄荷为多年生宿根性草本植物,别名欧洲薄荷、胡薄荷、辣薄荷。原产于欧洲,现在美国、保加利亚、意大利、摩洛哥、印度和我国都有出产。德国“年度药用植物”评选委员会于 2004 年将胡椒薄荷评为“年度药用植物”,在民间广泛用于治疗蚊虫叮咬、感冒、头痛、气喘、支气管炎、肺结核、消化不良、肠泻、胃肠痉挛、胀气等^[1-2],胡椒薄荷油主要用于牙膏、果、酒的加香,也用于嗽口剂、止咳糖、驱风药物中。胡椒薄荷在世界各地产量丰富^[3],而对于胡椒薄荷的化学成分和药理活性的研究涉及很少。本研究采用超临界 CO_2 流体萃取法提取胡椒薄荷叶中挥发油类物质,GC-MS 分析其化学成分,并对挥发油的生物活性进行研究。以期进一步拓展胡椒薄荷的药用价值。

1 材料

Spe-ed SFE-2 型超临界 CO_2 流体萃取仪(美国 ASI 公司),5975B/6890N 型气相色谱质谱联用仪(美国 Agilent 公司), CO_2 培养箱(日本 Sanyo 公司),1,1-二苯基-2-二硝基苯肼(DPPH,美国 Sigma 公司),Mueller-Hinton (MH) 琼脂培养基(美国 Gibico 公司)。美国大盐湖卤虫 *Artemia salina* (卤虫卵购自天津佳音生物饵料有限公司),埃及伊蚊 *A. aegypti* (吉林农业科技学院中心实验室),金黄色葡萄球菌(*Staphylococcus aureus*,批号 ATCC25923,北京中科质检生物技术有限公司),大肠埃希菌(*Escherichia coli*,批号 ATCC0169,北京中科质检生物技术有限公司)。胡椒薄荷叶采自江苏宿迁,由吉林农业科技学院中药学院药用植物与生药学张忠宝教授鉴定为唇形科植物胡椒薄荷 *Mentha piperita* 的叶。

2 方法与结果

2.1 挥发油的制备 取胡椒薄荷干燥叶、粉碎过 60 目筛后,称定 250 g。采用超临界 CO_2 流体萃取

的方法提取其挥发性成分,萃取条件:萃取压力 35 MPa,温度 $40 \text{ }^\circ\text{C}$,萃取时间 90 min,流量 $30 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ 。结果显示,通过超临界 CO_2 萃取方法,胡椒薄荷挥发油得率为 0.089%。得淡黄色浓郁气味薄荷挥发油液体,少量无水 Na_2SO_4 充分干燥后,加无水乙醚 2 mL 于磨口量瓶中 $4 \text{ }^\circ\text{C}$ 冷藏保存待测。

2.2 GC-MS 分析条件 HP-FFAP 石英毛细管柱($0.25 \text{ mm}\times 30 \text{ m}, 0.25 \mu\text{m}$),进样口温度 $250 \text{ }^\circ\text{C}$,分流比 1:20,进样 $1 \mu\text{L}$,载气为 He(99.99%),柱流量 $1.0 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$,起始温度 $60 \text{ }^\circ\text{C}$,以 $2 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 升温速率升温到 $220 \text{ }^\circ\text{C}$ 维持 5 min,再以 $5 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ 升温速率升温到 $280 \text{ }^\circ\text{C}$ 维持至完成分析。EI 电离源,70 eV,离子源温度 $230 \text{ }^\circ\text{C}$,接口温度 $280 \text{ }^\circ\text{C}$,溶剂延迟 2.5 min,扫描质量范围 m/z 50.00 ~ 550.00。总离子流图见图 1,经色谱峰面积归一化法测得挥发油中各组分的相对百分含量,根据 GC-MS 联用所得的质谱信息,经用标准质谱检索库 NIST05 计算机检索,共鉴定出胡椒薄荷挥发油中 11 种化学成分,占挥发油总量的 93.0%,分析结果见表 1。

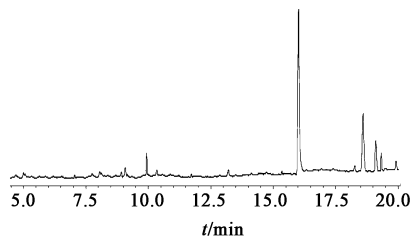


图 1 胡椒薄荷叶挥发成分总离子流

Fig. 1 Total ion current of essential oils components extracted from leaves of *Mentha piperita*

2.3 抗氧化活性分析 采用 DPPH 法^[4],精密称取 DPPH 适量,甲醇溶解并定容,制备成 $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液。精密量取不同质量浓度的挥发油样品溶液 0.3 mL ($5, 1.25, 1, 0.75, 0.25 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$),分别加入 DPPH 溶液 2.7 mL,充分混合,静置 30 min,在

表 1 胡椒薄荷叶挥发油化学成分 GC-MS 分析

Table 1 GC-MS analyse chemical components of essential oils extracted from leaves of *Mentha piperita*

No.	t_R /min	KI	成分	分子式	相对峰面积/%
1	8.90	959	金钟柏 2,4(10)-二烯 thuja-2,4(10)-diene	$C_{10}H_{14}$	0.3
2	9.10	970	马鞭草烯 verbenene	$C_{14}H_{14}$	2.6
3	9.98	980	β -蒎烯 β -pinene	$C_{10}H_{16}$	3.8
4	10.32	985	薄荷-2,8-二烯 mentha-2,8-diene	$C_{10}H_{16}$	0.4
5	13.22	1 179	β -罗勒烯 β -ocimene	$C_{10}H_{16}$	0.4
6	16.14	1 095	芳樟醇 linalool	$C_{10}H_{18}O$	49.9
7	18.33	1 499	表圆线藻烯 epizonarene	$C_{15}H_{24}$	0.6
8	18.52	1 145	环氧-罗勒烯 epoxyocimene	$C_{10}H_{16}O$	19.3
9	19.09	1 520	倍半水芹烯 sesquiphellandrene	$C_{15}H_{24}$	9.4
10	19.32	1 540	萜澄茄烯 cadinene	$C_{15}H_{24}$	4.0
11	19.87	1 599	大根香叶烯 bgermacrene B	$C_{15}H_{24}$	2.3

517 nm 处测定吸光度 A_i , 取 DPPH 溶液 2.7 mL 与甲醇 0.3 mL 混合后测得吸光度 A_0 , 甲醇溶液 2.7 mL 与样品液 0.3 mL 混合后测得的吸光度 A_j 。抗坏血酸作为对照, 每个样品平行测定 3 次, 按下式计算清除率。清除率 = $[A_0 - (A_i - A_j)] / A_0 \times 100\%$ 。结果不同质量浓度胡椒薄荷叶挥发油 (5, 1.25, 1, 0.75, 0.25 $g \cdot L^{-1}$) 清除 DPPH 的能力分别为 $(79.1 \pm 1.5)\%$ ^a, $(54.6 \pm 1.6)\%$ ^{bf}, $(54.1 \pm 0.5)\%$ ^{cf}, $(47.9 \pm 0.4)\%$ ^{ds}, $(48.0 \pm 1.0)\%$ ^{es} [数据肩标小写字母均不同表示差异显著 ($P < 0.05$), 小写字母部分相同表示差异不显著]。由此可知, 挥发油对 DPPH 有一定的清除能力, 在 5 $g \cdot L^{-1}$ 时对 DPPH 清除能力达 $(79.1 \pm 1.5)\%$, 且清除能力呈浓度依赖性。通过自由基清除率-样品浓度的曲线的回归方程计算 IC_{50} 0.45 $g \cdot L^{-1}$, 相关系数 0.981; 抗坏血酸组 IC_{50} 0.13 $g \cdot L^{-1}$, 说明胡椒薄荷叶挥发油抗氧化能力与对照组比较相对较弱, 但仍具有一定的抗氧化能力。

2.4 毒性测试 取卤虫卵在培养箱中孵化, 温度控制在 $(25 \pm 1)^\circ C$, 1 000 Lux 光照条件下充气孵化。采用人工海水 ($35.5 g \cdot L^{-1}$), pH (8.0 ± 0.5)。挑取 18 ~ 24 h 内孵出的卤虫, 在相同的条件下继续培养 24 h, 得到 II ~ III 龄的卤虫无节幼体 (卵刚孵出幼虫为 I 龄, 20 h 后开始蜕皮进入 II 龄, II 龄再经过 20 h 蜕皮后进入 III 龄), 称取挥发油样品 62.5 mg, 加人工海水至 28 mL, 另加 DMSO 助溶剂后定容至 30 mL。将配成的母液用人工海水稀释成一系列质量浓度 (1 250, 1 000, 500, 250, 100, 10, 1 $mg \cdot L^{-1}$)。参照 ARC-test 方法^[5], 根据样本浓度不同分成 7 组,

以 60 mm \times 12 mm 的培养皿为试验容器, 试验体积 10 mL, 挑取较活跃的 II ~ III 龄卤虫无节幼体, 每个培养皿放入 10 头, 并设置盐水对照和助溶剂对照, 每个浓度设 3 个平行。将培养皿放在温度为 $(25 \pm 1)^\circ C$, 光暗周期为 8 h:16 h 的培养箱中培养。整个实验过程不对卤虫进行饲喂。24 h 后, 观察卤虫的死亡情况, 如果在 10 s 内, 没有观察到卤虫有任何运动, 则记为卤虫死亡。采用 SPSS 16.0 统计软件计算样品对卤虫半致死浓度 (LC_{50})。在 24 h 之内观察卤虫无节幼体的平均死亡情况, 计算卤虫无节幼体死亡率。结果不同质量浓度胡椒薄荷叶挥发油 (1 250, 1 000, 500, 250, 100, 10, 1 $mg \cdot L^{-1}$) 对卤虫的致死率分别为 96.1%^a, 81.0%^b, 59.0%^c, 44.1%^d, 18.1%^e, 14.6%^e, 0%^f [数据肩标小写字母均不同表示差异显著 ($P < 0.05$), 小写字母部分相同表示差异不显著]。通过回归曲线计算 LC_{50} 526.0 $mg \cdot L^{-1}$, 相关系数 0.935。参考文献 [6], 当 LC_{50} 在 500 ~ 1 000 $mg \cdot L^{-1}$, 被认为具有弱的生物毒性, 因此可以认为胡椒薄荷挥发油具有弱的生物毒性。

2.5 抗菌活性测试 挥发油样品溶于一定量的乙醚中, 配制成 250 $g \cdot L^{-1}$ 的母液, 取母液配制成 3 个质量浓度 (100, 50, 10 $g \cdot L^{-1}$)。置冰箱 ($4^\circ C$) 冷存备用。灭菌的 Mueller-Hinton (MH) 琼脂培养基, 倒入无菌的培养皿中, 每板约 15 mL 左右, 水平放置, 凝固。将转接后生长良好的金黄色葡萄球菌、大肠埃希菌, 用接种环从斜面上划取一环菌苔, 将其溶于 0.85% 生理盐水 10 mL 中, 混匀。移取菌悬液 0.2 mL 注入平板, 涂布器均匀涂好。不同质量浓度

的挥发油溶液浸透滤纸片(滤纸片直径 6 mm),使其充分饱和,略干后,接于上述含菌培养皿中,每组重复 3 次,乙醚作为空白对照。细菌培养皿在 37 ℃ 恒温培养 24 h 后,观察培养皿中有无抑菌圈,根据抑菌圈大小判断抑菌活性。采用 SPSS 17.0 软件对试验数据进行分析,样本 t 检验,试验结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示。结果不同质量浓度胡椒薄荷叶挥发油(100, 50, 10 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)对金黄色葡萄球菌仅在 100 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时表现出抑制作用,抑菌圈直径(7.4 ± 0.49) mm,其他浓度未见抑菌圈出现;对大肠埃希菌抑制作用的测定结果分别为(7.3 ± 0.51), (6.9 ± 0.52), (9.6 ± 0.55), (7.2 ± 0.47) mm,空白对照组无抑菌圈产生。说明胡椒薄荷叶挥发油提取物对大肠杆菌有很好的抑菌效果,且质量浓度为 10 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 时效果最佳。

2.6 杀虫活性测定 供试样品对埃及伊蚊(*A. aegypti*)幼虫的毒杀活性采用 WHO 推荐的药液浸养法。操作如下:将供试样品聚山梨酯-80 预溶后,用水稀释成 1 500 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的母液,取适量母液,用水稀释成 500, 400, 300, 200, 130 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ 系列浓度进行试验,先在烧杯中加入不同浓度稀释液 100 mL,然后引入 10 头埃及伊蚊 4 日龄幼虫,加入后轻微摇动烧杯使药剂在水中分散,以加入相同浓度聚山梨酯-80 溶液作为对照。处理后将烧杯置于 25 ℃,相对湿度 65% 环境中,在此过程中不喂食。24 h 后检查试验结果,刺激幼虫,幼虫不游动或不能游到水面(没有显著的潜水反应),即视为个体已经死亡。记录幼虫死亡个数,计算致死率,半数致死浓度 LC_{50} 。结果显示,毒杀活性实验中,将幼虫放入胡椒薄荷叶挥发油稀释液后,幼虫开始运动加快后渐渐沉入瓶底死亡,聚山梨酯-80 组无个体死亡。不同质量浓度胡椒薄荷叶挥发油(500, 400, 300, 200, 130 $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)对埃及伊蚊致死率分别为 85.6%^a, 64.9%^b, 40.6%^c, 18%^d, 3.3%^e(不同小写字母代表差异显著)。通过毒杀死亡率-样品浓度的曲线的回归方程计算 LC_{50} 339.6 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,相关系数 0.999。参考文献[7-9],植物挥发油提取物杀虫活性在 $\text{LC}_{50} < 100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可以考虑作为杀虫剂,由此说明胡椒薄荷挥发油杀虫活性相对较弱。

3 讨论

本研究采用超临界 CO_2 流体萃取的方法从胡椒薄荷叶中提取挥发油成分,经 GC-MS 分析并鉴定了其中的 11 个成分,对所分离得到的化合物进行归类分析发现,挥发油中含氧单萜类成分含量较高,其

中芳樟醇含量占总挥发油的 49.9%,因此芳樟醇是此试验中胡椒薄荷叶挥发油的主要成分,然而有不同的研究表明,薄荷醇是其主要成分^[10],造成差别的原因,可以推测是由于土壤及气候等因素造成。采用 GC-MS 分析植物中的挥发性成分是一种通用的做法,但近期研究表明,GC-MS 用于蒸发样品的热量可改变多达 40% 的所关注分子的结构^[11],因此,GC-MS 分析结果是否能够真正反应样品的原始组成,课题组将在今后的研究中还需进一步研究。DPPH 法常用于评价植物提取物抗氧化性能,本实验研究表明,胡椒薄荷具有一定的抗氧化及抗菌能力,这可能与其含氧单萜类成分为主有关^[12]。天然植物药在应用过程中常见毒副作用的报道,特别是薄荷属植物的挥发油,经常和其他药物联合应用治疗心绞痛、恶心呕吐、过敏反应以及头痛等疾病,因此明确其生物毒性显得尤为重要;以卤虫作为试验生物进行毒性监测的相关试验已经得到认可,故试验采用卤虫作为胡椒薄荷叶挥发油生物毒性的评价材料。通过此项研究,说明胡椒薄荷叶挥发油具有潜在的应用价值,为其资源的开发利用提供了基础数据。

[参考文献]

- [1] Mimica-Dukic N, Bozin B, Sokovic M, et al. Antimicrobial and antioxidant activities of three *Mentha* species essential oil[J]. *Plant Med*, 2003, 63(4): 413-419.
- [2] Costa J, Rodrigues F, Angélico E, et al. Estudo químico-biológico dos óleos essenciais de *Hyptis martiusii*, *Lippiasidoides* e *Syzigium aromaticum* frente às larvas do *Aedes aegypti*[J]. *Rev Bras Farmacogn*, 2005, 15(4): 304-309.
- [3] Ramos R D S, Rodrigues A B, Farias A L, et al. Chemical composition and *in vitro* antioxidant, cytotoxic, antimicrobial, and larvicidal activities of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae)[J]. *Sci World J*, 2017, 10(1): 1155-1163.
- [4] Souza T M, Moreira R R, Pietro R C, et al. Avaliação da atividade anti-séptica de extrato seco de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville e de preparação cosmética contendo este extrato[J]. *Rev Bras Farmacogn*, 2007, 17(1): 71-75.
- [5] Lopes-Lutz D, Alviano D S, Alviano C S, et al. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils[J]. *Phytochemistry*, 2008, 69(8): 1732-1738.
- [6] Rebelo M M, Da Silva J K R, Andrade E H A, et al.

- Antioxidant capacity and biological activity of essential oil and methanol extract of *Hyptis crenata* Pohl ex Benth [J]. Rev Bras Farmacogn, 2009, 19(1): 230-235.
- [7] Furtado R F, Lima M G A, Neto M A, et al. Atividade larvívica de óleos essenciais contra *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) [J]. Neotropical Entomology, 2005, 34(5): 843-847.
- [8] Porto K R A, Roel A R, Silva M M, et al. Atividade larvívica do óleo de *Anacardium humile* Saint Hill sobre *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) (Diptera, Culicidae) [J]. Rev Soc Bras Med Trop, 2008, 41(6): 586-589.
- [9] Skalicka-Woźniak K, Walasek M. Preparative separation of menthol and pulegone from peppermint oil (*Mentha piperita* L.) by high-performance counter-current chromatography [J]. Phytochem Lett, 2014, 10(1): 94-98.
- [10] Singh R, Shushni M A M, Belkheir A. Antibacterial and antioxidant activities of *Mentha piperita* L [J]. Arabian J Chem, 2015, 8(3): 322-328.
- [11] Andrade M A, Das Gracas Cardoso M, Batista L R, et al. Óleos essenciais de *Cymbopogon nardus*, *Cinnamomum zeylanicum* e *Zingiber officinale*: composição, atividades antioxidante e Antibacteriana [J]. Rev Cienc Agron, 2012, 43(2): 399-408.
- [12] Fang M, Ivanisevic J, Benton H P, et al. Thermal degradation of small molecules: a global metabolomic investigation [J]. Anal Chem, 2015, 87(21): 10935-10941.
- [责任编辑 顾雪竹]

欢迎订阅 2018 年《中国实验方剂学杂志》

《中国实验方剂学杂志》由国家中医药管理局主管, 中华中医药学会、中国中医科学院中药研究所主办的学术刊物。本刊创建于 1995 年 10 月, 主要设置栏目包括复方配伍专论、方剂学研究、药剂与炮制、资源与鉴定、化学分析、药物代谢、药理、毒理、临床、数据挖掘、中医传承及相关综述等。目前为 CSCD 来源期刊、中文核心期刊、中国科技核心期刊、RCCSE 中国学术期刊排行榜核心期刊、美国《化学文摘》统计源期刊; 并被评为中国中医药优秀期刊及中国学术期刊优秀期刊。

本刊为半月刊, 16 开本, 234 页, 标准刊号 ISSN1005-9903; CN11-3495/R。每期定价 48 元, 全年 1152 元。国内外公开发行, 国内由北京市报刊发行局办理总发行, 邮发代号 2-417; 国外由中国国际图书贸易集团有限公司办理发行, 代号 SM4655, 欢迎订阅。读者还可通过本刊编辑部办理邮购, Tel: (010)84076882, E-mail: syfjx_2010@188.com, 网址: www.syfjxzz.com。