

艾叶精油的应用进展及开发前景

吴雨泉¹, 陈虹秀², 张磊磊³, 陈腾⁴ (1. 河南中医药大学, 河南郑州 450046; 2. 河南中医药大学第一附属医院, 河南郑州 450099; 3. 河南中一医药经营有限公司, 河南郑州 450099; 4. 国药集团一致药业股份有限公司, 广东深圳 518000)

摘要 艾蒿在我国有着悠久的药用历史, 分布于我国各个地区, 具有环境适应性好、繁殖能力强、成本低廉等优势。现如今, 随着科学技术及其健康产业的发展, 艾制品的发展由传统的饮片形式转型至精油, 面向医药、农业种养殖、日化及家纺等多个领域。基于此, 系统综述了艾叶精油的提取、化学成分以及药理作用, 整合了目前艾叶精油的应用进展。对艾叶精油的原药材质控、稳定性、安全性问题进行展望, 以期艾叶的进一步开发研究提供参考。

关键词 艾叶; 精油; 挥发油; 化学成分; 药理作用; 应用进展; 前景

中图分类号 R 282 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2022)22-0006-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.22.002



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application Progress and Development Prospect of *Artemisia argyi* Essential Oil

WU Yu-quan¹, CHEN Hong-xiu², ZHANG Lei-lei³ et al (1. Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou, Henan 450046; 2. The First Affiliated Hospital of Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou, Henan 450099; 3. Henan Zhongyi Pharmaceutical Management Co., Ltd., Zhengzhou, Henan 450099)

Abstract *Artemisia argyi* has a long history of medicinal use in my country, and is distributed in various regions of China. It has the advantages of good environmental adaptability, strong reproductive ability, and low cost. Nowadays, with the development of science and technology and its health industry, the development of Ai products has transformed from the traditional form of decoction pieces to essential oils, and it is oriented to many fields such as medicine, agricultural planting and breeding, daily chemicals and home textiles. Based on this, this paper systematically reviews the extraction, chemical composition and pharmacological effects of argyi leaf essential oil, and integrates the current application progress of argyi leaf essential oil. The control, stability and safety of the original medicinal material of mugwort essential oil were prospected, in order to provide a reference for the further development and research of mugwort leaves.

Key words *Artemisia argyi* leaves; Essential oil; Volatile oil; Chemical constituents; Pharmacological action; Application progress; Prospect

艾叶为菊科植物艾(*Artemisia argyi* Levl. et Vant.)的干燥叶, 多年生草本植物, 主产于湖北蕲春、河北安国、河南汤阴、河南南阳、浙江四明山等。本品始载于魏晋时期的《名医别录》, 素有“主灸百病”之说^[1]。其具有温经止血, 散寒止痛的功效。临床上用于吐血, 衄血, 崩漏, 少腹冷痛, 经寒不调, 宫冷不孕等, 外用可祛湿止痒^[2]。

随着生活水平的日益提高, 人们更崇尚绿色、天然、健康, 对植物精油的认可度也逐渐攀升。目前, 植物芳香性精油的应用品种丰富, 如玫瑰花^[3]、杉木^[4]、浮游花^[5]、广藿香^[6]等。然而, 艾叶精油是发挥其作用的主要成分^[7], 应用领域十分广泛。基于此, 该研究综述艾叶精油的提取工艺、化学成分、生物活性以及在制药、农业、家纺、日化等领域的应用, 以期中药艾叶的二次开发提供参考。

1 艾叶精油的提取、化学及药理研究

1.1 艾叶精油的提取 艾叶的提取方法最早可追溯到唐代《千金翼方》^[8]: “取干艾水浸搗取汁用亦得”。当时由于生产力水平低下, 往往得到的是粗提物。随着科学技术的发展, 目前艾叶精油已有水蒸气蒸馏法、提取-共沸精馏耦合技术、微波萃取法、超声萃取法、半仿生提取等方法。

水蒸气蒸馏法环保、经济, 是适合工业生产的一种提取形式。有学者通过正交试验研究发现^[9-10], 艾叶精油的提取

率与提取时间的关系最为密切。张秀芳等^[11]在传统的水蒸气蒸馏装置基础上增设特制的蒸馏塔, 采用提取-共沸精馏耦合技术, 以艾叶精油提取率和有效成分含量为指标, 择选出最佳提取工艺为提取时间 6.0 h、浸泡时间 2.0 h、料液比 12:1。

微波萃取的原理是在微波场中, 利用不同结构、不同种类的物质吸收微波能的能力的差异, 有选择性地加热体系中的某些成分。此方法穿透力强、节省溶剂、适用范围广。武露等^[12]采用单因素试验, 确定出最佳提取工艺为微波功率 300 W, 料液比 1:8, 回流时间 45 min, 此条件下的挥发油产率能达到 0.45%。

超声萃取法的原理是声波产生高速、强烈的空化效应和搅拌作用, 加快细胞内有效成分的释放, 该方法在中药学有效成分的提取应用十分普遍。近年来也有超声提取与其他提取法复合的研究。李成贤等^[13]使用原油精油提取器配合超声波提取, 谢志美^[14]采用超声波与半仿生提取技术。此方法提取效率高、温度低、时间短, 可避免蒸馏提取时艾叶挥发油中的热敏性组分的分解。但目前缺少对工艺参数的优化, 提取参数对挥发油的品质及得率是否有影响尚待确定。

1.2 艾叶精油的化学成分 艾叶精油的成分较为复杂, 目前已被检测出 200 余种化合物^[15-21]。主要包括萜类化合物, 此外还有酮(醛)类、醇(酚)类、酸(酯)类、烷(烯)烃类等成分。艾叶精油中主要成分信息见表 1。

1.3 艾叶精油的药理作用

1.3.1 抗炎作用。在炎症反应中, 巨噬细胞能够通过分泌细胞因子及抗原提呈等作用, 对炎症反应的进程起到影响和

基金项目 国家中医药管理局公益性行业专项(00104296); 国家重点研发计划中医药现代化研究重点专项(2018YFC1707202)。

作者简介 吴雨泉(1995—), 男, 河南平顶山人, 硕士研究生, 研究方向: 中药临床药学。

收稿日期 2022-01-19

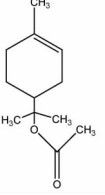
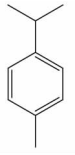
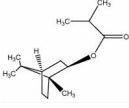
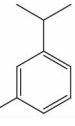


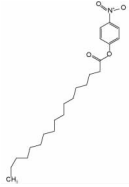
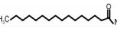
表 1 艾叶精油中主要化学成分的基本信息

Table 1 Basic information of main chemical constituents in argyi essential oil

类别 Category	名称 Name	相对分子 质量 Relative molecular mass	结构式 Structural formula	CAS 号 CAS number	类别 Category	名称 Name	相对分子 质量 Relative molecular mass	结构式 Structural formula	CAS 号 CAS number
萜类 Terpenes	桉油精	154		470-82-6	酮(醛)类 Ketones (Aldehydes)	苧烯	136		5794-04-7
	樟脑	152		464-48-2		青叶醛	98		6728-26-3
龙脑	154		6627-72-1	苯乙醛		120		122-78-1	
β -蒎烯	136		127-91-3	紫苏醛		150		2111-75-3	
薄荷醇	154		2216-51-5	3-辛酮		120		106-68-3	
侧柏酮	152		1125-12-8	伞形酮		162		93-35-6	
	蒿酮	152		546-49-6		2-苧醇	154		464-45-9
β -石竹烯	203		87-44-5	醇(酚)类 Alcohols (Phenols)		马鞭烯醇	152		473-67-6
氧化石竹烯	220		1139-30-6			蘑菇醇	128		3391-86-4
母菊萹	184		529-05-5	3-辛醇		130		20296-29-1	
反式辣薄荷醇	154		25437-28-9	丁香酚	164		97-53-0		
顺式香芹醇	152		2102-59-2	叶绿醇	296		7541-49-3		
				酸(酯)类 Acids (Esters)	异戊酸龙脑酯	238		76-50-6	
				乙酸冰片酯	196		5655-61-8		

接下表

续表 1

类别 Category	名称 Name	相对分子质量 Relative molecular mass	结构式 Structural formula	CAS号 CAS number	类别 Category	名称 Name	相对分子质量 Relative molecular mass	结构式 Structural formula	CAS号 CAS number
	乙酸松油酯	196		80-26-2	烷(烯)烃类 Alkane (Alkene) hydrocarbons	对异丙基甲苯	134		329371-25-7
	异丁酸异龙脑酯	224		85586-67-0		间异丙基甲苯	134		535-77-3
	亚油酸	280		60-33-3		戊烷	72		8031-35-4
	十六碳酸	377		1492-30-4		棕榈酰胺	255		629-54-9

调控作用^[22-23]。曹谨玲等^[24]通过艾草精油干预脂多糖诱导的巨噬细胞炎症,发现艾草精油可以通过调节细胞炎症因子的 mRNA 表达以及调控细胞因子和炎症介质的分泌,缓解巨噬细胞炎症的作用,且存在一定剂量效应关系。

1.3.2 抗菌作用。艾叶精油对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、浆黄色葡萄球菌、白色葡萄球菌、铜绿假单胞菌^[25-28]等有一定的抑制作用,其中对炭疽杆菌的抑制作用最强^[29]。然而,不同产地、储藏年份不同,其艾叶精油的抗菌活性也不同。蒋志惠等^[30]研究发现,随着贮藏年份的增加,蕲艾和北艾桉油精、冰片和龙脑等成分的含量降低,抗菌活性也降低,以当年采收的艾叶抗菌效果最佳。

1.3.3 抗病毒作用。病毒是形态最微小、结构最简单的微生物。近年来艾叶精油的抗病毒作用也在逐渐被关注。研究发现,艾叶精油对乙型肝炎病毒、带状疱疹病毒、呼吸道合胞病毒、流感病毒均有抑制作用^[31-33]。艾叶精油中以桉油精含量最高,可能是抗病毒的主要活性成分,其次还有龙脑、樟脑、石竹烯、氧化石竹烯等^[34-35]。

1.3.4 抗过敏作用。艾草精油中的葛缕醇、反式-葛缕醇、2-萜品烯醇等成分具有抗过敏的作用^[36]。Ryu 等^[37]发现艾叶精油抑制了小鼠组胺处理的皮肤组织中过敏性细胞因子、IL-4 和 TNF- α 的水平,以及转录因子、NF- κ B 和 c-jun (AP-1) 的激活,从而抑制过敏性细胞因子的表达,减少小鼠过敏抓挠的行为。

1.3.5 镇痛作用。研究发现,艾叶精油具有镇痛作用^[38]。艾叶精油的镇痛作用主要与降低血中前列腺素 E2 (PGE2) 含量、调节体内超氧化物歧化酶 (SOD)、检测血内丙二醛 (MDA)、一氧化氮 (NO) 水平有关^[37]。

1.3.6 其他作用。艾叶精油中 α -萜品醇、松油烯-4、樟脑、香芹醇、冰片、松油醇、蒿醇和石竹烯醇等成分具有显著的平

喘作用^[39-40],可有效缓解支气管痉挛^[41]。此外还有抗氧化^[25]、抗疲劳^[42-43]、促进血乳酸消除和减少肝糖原消耗^[44]等药理作用。

2 艾叶精油的应用领域研究

2.1 医药领域 透皮给药系统具有无肝脏“首过效应”,副作用小、长效、方便等优势^[45]。艾叶挥发油中桉油精的相对含量较高,因此艾叶挥发油具有与桉叶油类似的透皮吸收促进作用^[46],可作为辅料配合其他抗炎抗菌药起协同治疗作用。赵茜等^[47]通过对比桉叶油、艾叶油、当归油、连翘油对黄藤素透皮给药的影响发现,艾叶油浓度 1.5% 时,其促渗能力最强,可作为黄藤素透皮给药的理想促渗剂。另有研究表明^[48-49],采用艾叶挥发油的 β -环糊精包合物对盐酸环丙沙星、左氧氟沙星进行透皮作用的研究,发现 0.8% 浓度的艾叶挥发油的 β -环糊精包合物具有显著的透皮促进作用。

2.2 农业领域

2.2.1 艾叶精油在农副产品虫害防治与抑菌保鲜中的应用。艾叶精油是天然的抑菌驱虫剂和抗氧化剂,被誉为“无公害的农药”。研究发现^[50-52],艾叶精油熏蒸和触杀处理对玉米螟赤眼蜂、玉米象、杂拟谷盗、烟草甲虫等均具有驱避作用;艾叶精油混合苦楝果乙醇提取物配比为 7:3 时,对卫矛尺蠖 3 龄幼虫共毒系数 (CTC) 值为 250.53;当配比为 5:5 时,对斜纹夜蛾 4 龄幼虫的 CTC 可达 374.04,表明艾叶精油对苦楝果乙醇提取物有明显的增效作用^[53];艾叶精油对黄豆芽中微生物有很强的抑制作用,可有效防止黄豆芽腐败,其中对肠杆菌和酵母菌的 MIC 值均为 1.25 μ L/mL,对假单胞菌的 MIC 值为 2.5 μ L/mL,表现出广谱抑菌性^[54]。墙梦捷等^[55]采用微包埋技术,以艾叶精油为油相制备出具有抗菌性能的微乳保鲜剂,可有效降低樱桃腐烂率,维持樱桃果实的颜色、可溶性固形物含量及含水量。

2.2.2 艾叶精油在饲料养殖中的应用。在畜禽生产阶段日粮中适量添加植物精油,具有促进畜禽生长、调节畜禽肠道菌群和提高动物免疫力的作用^[56],目前艾叶及其提取物作为可食用饲料已被应用于鸡、猪等畜禽的饲养^[57-58]。艾叶精油对鲤鱼、青鱼和草鱼源嗜水气单胞菌具有较好的抑菌性^[59],同时作为日粮具有增重作用^[60],这可能是艾叶中促进动物生长的有效部分。

2.3 家纺及日化领域 艾叶精油中的萜类成分具有特殊的香气特征,清凉的香气加上抗菌驱虫、防止氧化的作用被广泛应用到日化行业。艾叶精油可开发为空气清新抑菌剂^[61]、祛痘膏霜配方^[62]、抑菌洗手液^[63]、驱蚊水^[64]等。此外,烟草经艾叶精油包埋后,使得烟丝在一定程度上起到了缓释加香的作用^[65],可实现为低等烟叶进行补香。

通过适当的方法将艾叶精油整理到棉织物上,可发挥其保健价值。王辉^[66]采用复凝法制备艾草精油微胶囊,整理后的棉织物对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑菌率可达到97.42%和95.70%;辛斌杰等^[67]采用微囊技术,发明一款桉油精保健聚酰胺纤维的制备方法,此法为低温湿法纺丝技术,能够有效防止成分破坏,提高了纤维的医用价值。

3 讨论与展望

3.1 艾叶精油的源头质量问题 艾草质量是保证艾叶精油质量的先决条件。由于生长环境、生长时期、产地加工方式的不同,艾草品质也各异。有学者研究发现^[16,19],湖北蕲艾与河北祁艾在端午节前后(6月)的总挥发油含量最高,且桉油精、 α -松油烯、 γ -松油烯、 α -copaene 和氧化石竹烯等活性成分的相对含量较高。但笔者所在团队前期对南阳宛艾的研究发现,采用水蒸气蒸馏法测得总挥发油含量是以5月最高、6月最低,采用GC-MS对各组分进行分析,其相对含量却是6月最高,总挥发油含量与成分之间不存在正相关。此外,挥发油及其挥发性成分受高温影响而降低,阴干相对传统的晒干更有利于有效物质的保持^[68-69]。因此,关于艾叶的加工生产应当因地制宜,对全国各大艾草输出基地制定合理采收加工规范,进一步权衡总挥发油与指标成分之间的关系,以保证艾叶精油的源头质量。

3.2 艾叶精油的稳定性问题 植物精油对空气、日光及温度较敏感,易分解变质,强日光晒易导致瓶内精油变质^[5]。对于改善植物精油的稳定性问题,现存的方法有微胶囊、微乳液、纳米乳、脂质体^[70]等。这些方法能够有效克服植物精油的高挥发性、光热敏感性等弊端,最大程度保留植物精油在应用和保存过程中的生物活性。目前艾叶精油的保存方法有微胶囊技术^[66-67];另有学者构建艾叶精油微乳体系^[71],微乳液对1,1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基清除率随着水分含量增加而提高,且能够常温储存、低速离心稳定性好,操作简单,价格低廉,天然无污染,为艾叶精油开发的功能性产品开发奠定基础。

3.3 艾叶精油的安全性问题 关于艾叶的安全性,《名医别录》^[72]载为“无毒”,至明代《本草纲目》^[73]有云:“若生艾灸火则伤人肌脉”,才揭示了艾叶具小毒,事实上古代对于“毒

性”的认识更多是强调药物的“偏性”。现代毒理学研究表明^[74-75],艾叶中的挥发油成分对人体刺激性较强,具有一定的肝毒性,且挥发油>水提组分>醇提组分>全组分。但另有学者认为,艾叶精油的毒性与其提取方法密切相关,采用超临界CO₂萃取和水蒸气蒸馏提取的精油具有一定的毒性,而石油醚超声提取法和石油醚微波提取法制备的艾叶精油不具毒性^[76],且雾化吸入^[77]以及对皮肤黏膜^[78]均无明显的毒性及刺激性。艾叶精油应用领域广泛,为保证艾叶精油应用的安全性和有效性,应当根据不同的应用领域选择适当的提取方法、使用形式、配方或配比。

艾叶分布于全国各地,生长性强,并且艾叶精油的研究及发展日趋成熟,具备开发的可行性。未来,艾叶精油一定能够开辟出传统艾叶的新形式,面向更多的应用领域。

参考文献

- [1] 江苏新医学院. 中药大辞典(上册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 559.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2020年版一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2020: 91.
- [3] 滕祥金, 郝再彬, 孟滕. 玫瑰精油的开发利用[J]. 北方园艺, 2011(7): 172-173.
- [4] 傅星星, 郑德勇. 浅谈杉木精油的开发前景[J]. 福建林业科技, 2008, 35(4): 267-269.
- [5] 梁静盈, 潘林思, 余梓婷, 等. 芳香精油浮游花制作及应用前景分析[J]. 韶关学院学报, 2019, 40(12): 67-72.
- [6] 王玥, 郭苗苗, 施雁陶, 等. 广藿香精油抗炎祛痘功效研究[J]. 日用化学工业, 2017, 47(5): 272-276.
- [7] 张雪琳, 陈翊旺, 吴毅明. 近10年来艾叶挥发油的化学成分及药理活性研究进展[J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(5): 111-118.
- [8] 孙思邈. 千金翼方[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2010: 449.
- [9] 赵志鸿, 耿楠, 黄勇男, 等. 艾叶挥发油提取工艺的优化[J]. 中国医药导报, 2014, 11(35): 66-69.
- [10] 鲁争, 鲁玉, 左杰, 等. 艾叶挥发油提取工艺研究[J]. 时珍国医国药, 2011, 22(2): 389-390.
- [11] 张秀芳, 忻晓东, 程媛, 等. 优选提取-共沸精馏耦合技术提取艾叶挥发油工艺[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(14): 1708-1713.
- [12] 武露, 刘红霞, 董璐元, 等. 微波辅助提取艾叶挥发油的工艺优化[J]. 齐齐哈尔大学学报(自然科学版), 2019, 35(6): 67-68, 72.
- [13] 李成贤, 曹洪志, 易宗容, 等. 艾叶挥发油提取实验[J]. 四川畜牧兽医, 2019, 46(12): 26-27.
- [14] 谢志美. 超声波与半仿生提取艾叶挥发油及成分分析[D]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [15] 郑婷婷, 田瑞昌, 刘国辉, 等. 艾叶及其燃烧产物有效成分的研究进展[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(1): 241-244.
- [16] 常雅晴, 薛紫鲸, 杨贵雅, 等. 基于GC-MS和化学计量学的不同采收期祁艾挥发油成分动态变化研究[J]. 中国中药杂志, 2020, 45(10): 2417-2424.
- [17] 肖宇硕, 卢金清, 孟佳敏, 等. 气质联用法对蕲艾及不同产地艾叶中挥发油成分分析比较[J]. 中国药师, 2018, 21(3): 404-410, 425.
- [18] 李利红, 李强, 邢金超, 等. 河南不同产地艾叶挥发油成分的GC-MS分析[J]. 现代牧业, 2017, 1(3): 1-6.
- [19] 许俊洁, 卢金清, 郭胜男, 等. 不同部位与不同采收期蕲艾精油化学成分分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(21): 51-57.
- [20] 宋叶, 张鹏云, 戴卫波, 等. 不同产地艾叶挥发油成分的比较研究[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(4): 845-851.
- [21] 郝鹏飞, 张璩方, 张超云, 等. 固相微萃取与超临界流体萃取艾叶挥发油的GC-MS对比分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(23): 68-71.
- [22] 陈广勇, 韩乾杰, 张玲玲, 等. 黄芪多糖对脂多糖刺激小鼠巨噬细胞形态及免疫功能的影响[J]. 动物营养学报, 2020, 32(9): 4358-4365.
- [23] KINDT N, JOURNE F, LAURENT G, et al. Involvement of macrophage migration inhibitory factor in cancer and novel therapeutic targets[J]. Oncology letters, 2016, 12(4): 2247-2253.
- [24] 曹瑾玲, 陈剑杰, 李丽娟, 等. 艾叶挥发油对脂多糖诱导的巨噬细胞的抗炎作用[J]. 动物营养学报, 2021, 33(6): 3479-3486.
- [25] 郑静静, 尹玲, 王庆. 艾叶纯露和挥发油的抗氧化和抗菌作用研究[J].

- 广东化工,2020,47(5):47-49.
- [26] 施高翔,汪天明,吴生兵,等.艾叶挥发油诱导白念珠菌凋亡[J].中国中药杂志,2017,42(18):3572-3577.
- [27] 李成贤,曹洪志.艾叶挥发油体外抗菌试验[J].养殖与饲料,2020(5):28-31.
- [28] 吴克刚,赵三娥,柴向华,等.植物精油对铜绿假单胞菌抗菌作用的研究[J].现代食品科技,2013,29(12):2830-2833,2815.
- [29] 游思湘,何湘蓉,隆雪明,等.艾叶挥发油体外抗菌作用研究[J].中兽医医药杂志,2011,30(3):18-20.
- [30] 蒋志惠,郑婧龙,谷令彪,等.贮存年份对北艾和蕪艾精油成分与抑菌活性的影响研究[J].天然产物研究与开发,2021,33(2):227-235,207.
- [31] 韩轶,戴璨,汤璐琪.艾叶挥发油抗病毒作用的初步研究[J].氨基酸和生物资源,2005,27(2):14-16.
- [32] 吴生兵,曹健,汪天明,等.艾叶挥发油抗真菌及抗带状疱疹病毒的实验研究[J].安徽中医药大学学报,2015,34(6):70-71.
- [33] 赵志鸿,王丽阳,郑立运,等.艾叶挥发油对HBV的抑制作用[J].郑州大学学报(医学版),2015,50(2):301-304.
- [34] SOKOLOVA A S, KOVALEVA K S, YAROVAYA O I, et al. (+)-Camphor and (-)-borneol derivatives as potential anti-orthopoxvirus agents[J]. Archiv der pharmazie, 2021, 354(6):1-8.
- [35] DUNKI Ć V, BEZI Ć N, VUKO E. Antiphytoviral activity of essential oil from endemic species *Teucrium arduini* [J]. Natural product communications, 2011, 6(9):1385-1388.
- [36] 骆和生,王建华.中药方剂的药理与临床研究进展[M].广州:华南理工大学出版社,1991.
- [37] RYU K R, CHOI J Y, CHUNG S, et al. Anti-scratching behavioral effect of the essential oil and phytol isolated from *Artemisia princeps* Pamp. in mice [J]. Planta medica, 2011, 77(1):22-26.
- [38] 迟雪洁,王会,黄伟,等.艾叶不同组分发挥镇痛作用的安全范围研究[J].中国药物警戒,2012,9(6):330-332.
- [39] 孙蓉,冯群,黄伟,等.基于镇痛作用的艾叶不同组分药效与毒副作用机制研究[J].中药药理与临床,2013,29(6):76-80.
- [40] 郑汉臣,魏道智,黄宝康,等.艾叶的民俗应用与现代研究[J].中国医学生物技术应用杂志,2003(2):35-39.
- [41] 何正有,张艳红,魏冬,等.三种不同提取方法制备的艾叶挥发油化学成分分析[J].中国医药生物技术,2008,3(4):284-288.
- [42] 孙奎奎,孙娜,孙秀云,等.艾叶油吸入缓解哮喘的观察[J].实用中医内科杂志,1989,3(4):22.
- [43] 戚曙光.不同年份蕪艾的理化效应差异研究[D].广州:广州中医药大学,2011.
- [44] 蒋涵.蕪艾挥发油的药效学实验研究[D].武汉:武汉大学,2005.
- [45] 张士洋.透皮给药系统(TDDS)中促透剂技术的发展[J].淮海医药,2009,27(3):281-283.
- [46] 冯鑫.挥发油促透作用适用性研究进展[J].中成药,2013,35(1):157-161,164.
- [47] 赵茜,李伟泽,程玉钊,等.几种挥发油对黄藤素透皮给药的促渗作用研究[J].应用化工,2016,45(1):186-189.
- [48] 高金波,侯巍,沈德凤,等.艾叶挥发油 β -环糊精包合物对盐酸环丙沙星透皮吸收的影响研究[J].中国现代应用药学,2008,25(S1):631-632.
- [49] 沈德凤,李冬.艾叶挥发油 β -环糊精包合物的应用研究[J].时珍国医国药,2008,19(4):922-923.
- [50] 杨小蓉,王智楠,江浩林,等.艾叶精油对玉米螟赤眼蜂的影响及两者对米蛾的联合作用[J].环境昆虫学报,2019,41(3):619-625.
- [51] 葛玲艳,李喜宏,王静.艾叶精油型粮食防虫剂研制及应用[J].粮食储藏,2010,39(5):3-6.
- [52] 王秀芳,任广伟,王新伟,等.植物精油对烟草甲触杀、熏蒸和驱避作用研究[J].中国烟草学报,2011,17(2):67-70.
- [53] 王元兰.植物源杀虫剂及其混配增效研究[D].长沙:中南林学院,2004.
- [54] 杨秋月.芽苗菜优势腐败菌生长规律及控制技术研究[D].天津:天津科技大学,2013.
- [55] 墙梦捷,崔钰涵,鲁晓翔.不同浓度艾叶精油微乳对樱桃保鲜效果的研究[J].食品与发酵工业,2020,46(24):132-137.
- [56] 胡红伟,麻啸涛,闫凌鹏,等.植物精油在畜禽生产中的应用[J].畜禽业,2021,32(2):31,33.
- [57] 郭志强.养鸡生产中的中草药应用[J].当代畜禽养殖业,2020(3):49.
- [58] 杨宝琦,关俊秀,冯延科.中草药饲料添加剂系列产物饲喂育肥猪的试验[J].中兽医医药杂志,1996,15(5):8-10.
- [59] 任海,葛慕华,华智杰,等.25种中草药对3种鱼源嗜气气单胞菌的抑杀效果比较[J].黑龙江畜牧兽医,2018(21):176-179.
- [60] 高宏伟,陈维岩,陈金文.日粮中添加艾叶不同提取物对鲤鱼和大鼠增重的影响[J].兽医大学学报,1991,11(4):412-413,330.
- [61] 鲁争.艾叶挥发油空气清新剂抑菌作用的研究[J].时珍国医国药,2011,22(9):2179-2180.
- [62] 胡力川,梅霜,杨通秀,等.天然中草药提取物用于功能化妆品的研究[J].绵阳师范学院学报,2013,32(2):45-50,64.
- [63] 何钟竞,黄茜,雷喆.新型艾叶洗手液抑菌效果研究[J].科技展望,2016,26(17):264-265.
- [64] 吴芳芳,何炎森,卢劲梅,等.艾草驱避蚊虫研究进展[J].农学学报,2015,5(9):96-99.
- [65] 孙伟峰.利用酶法和外加香料法对下部烟叶的增香提质研究[D].无锡:江南大学,2013.
- [66] 王辉.艾草精油微胶囊的制备及对棉织物的抗菌整理[D].武汉:武汉纺织大学,2013.
- [67] 辛斌杰,何姗,靳世鑫,等.一种1,8#桉油精保健聚酯酰胺纤维及其制备方法:CN201710479083.0[P].2017-09-15.
- [68] 张潇予,薛澄,李瑞,等.艾叶干燥、存储、加工过程中挥发性成分的变化规律研究[J].中药材,2020,43(6):1347-1350.
- [69] 蒲锐,王小婷,武娟,等.干燥方式对艾叶品质的影响[J].中国药业,2018,27(14):1-3.
- [70] 汤友军,鲁晓翔.植物精油稳定性的改善及其在食品中应用研究进展[J].食品工业科技,2020,41(7):353-357.
- [71] 墙梦捷,鲁晓翔.艾叶精油微乳的表征及稳定性研究[J].食品与发酵工业,2020,46(23):86-91.
- [72] 陶弘景.名医别录[M].北京:人民卫生出版社,1986:155.
- [73] 李时珍.本草纲目[M].北京:中国中医药出版社,1998:70.
- [74] 刘红杰,李天昊,詹莎,等.艾叶挥发油致小鼠急性肝毒性作用及其机制研究[J].中国临床药理学与治疗学,2017,22(3):248-252.
- [75] 黄伟,张亚因,王会,等.艾叶不同组分单次给药对小鼠肝毒性“量-时-毒”关系研究[J].中国药物警戒,2011,8(7):392-396.
- [76] 刘红杰,白杨,洪燕龙,等.不同提取方法制备的艾叶挥发油化学成分分析与急性肝毒性比较[J].中国中药杂志,2010,35(11):1439-1446.
- [77] 万军梅,郭群,付杰.艾叶油雾化吸入对大鼠的长期毒性研究[J].亚太传统医药,2013,9(5):15-18.
- [78] 蒋涵,侯安继,项志学,等.蕪艾挥发油的毒理学研究[J].中药药理与临床,2004,20(5):43-44.