

中药挥发油质量控制的现状、问题与对策

刘媛¹, 臧振中^{2*}, 伍振峰¹, 管咏梅¹, 张小飞³, 杨明^{1*}

1. 江西中医药大学, 江西 南昌 330004

2. 江西赫柏康华制药设备有限公司, 江西 南昌 330004

3. 陕西中医药大学, 陕西 咸阳 712000

摘要: 中药挥发油的质量稳定是保证其发挥临床疗效及安全性的前提。目前, 中药挥发油的质量参差不齐, 同种药材不同产地、同种药材不同厂家、同种药材不同批次的中药挥发油都存在较大质量差异。对中药挥发油质量控制的现状及问题进行了分析, 并提出了中药材种植与品种规范化、加工过程规范化、投料部位标准化、提取工艺标准化、提取设备标准化等对策, 同时简要分析了挥发油在中成药中的应用现状及质量控制, 以期有效控制中药挥发油及其中成药的质量提供参考。

关键词: 中药挥发油; 质量控制; 规范化; 对策; 中成药

中图分类号: R284 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2018)24-5946-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2018.24.031

Current status, problems and countermeasures of quality control of volatile oils from Chinese materia medica

LIU Yuan¹, ZANG Zhen-zhong², WU Zhen-feng¹, GUAN Yong-mei¹, ZHANG Xiao-fei³, YANG Ming¹

1. Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine, Nanchang 330004, China

2. Jiangxi He Bo Kang Hua Pharmaceutical Equipment Co., Ltd., Nanchang 330004, China

3. Shaanxi University of Traditional Chinese Medicine, Xianyang 712000, China

Abstract: The quality stability of volatile oils in Chinese materia medica (CMM) is a prerequisite to ensure its clinical efficacy and safety. At present, the quality of volatile oils from CMM is uneven. There are great differences in the quality of volatile oils of same medicinal materials from different producing areas, different manufacturers, and different batches of herbs. This review analyzes the current situation and problems of the quality control of volatile oils from CMM, and proposes countermeasures for the standardization of cultivation and variety of Chinese herbal medicines, processing process, feeding parts, extraction process, and extraction equipment, etc. At the same time, the application status and quality control of volatile oils in Chinese patent medicines were briefly analyzed, aiming to provide reference for the effective control of the quality of volatile oils from CMM and Chinese patent medicines.

Key words: volatile oils from Chinese materia medica; quality control; standardization; countermeasures; Chinese patent medicines

如何控制中药挥发油的质量是一直以来未能解决的大难题, 充分发挥中药挥发油临床疗效、保证用户安全与适应性, 保证其质量稳定则是前提。中药挥发油质量难控的原因有许多, 如中药材产地与品种的多样性、药材前处理的多样化、提取工艺与设备的差异性及《中国药典》中有关挥发油质量评价体系的不完善性等。本文通过查阅近期文献与实

际生产相结合, 就中药挥发油的质量控制现状及问题进行了分析, 并提出了相应的对策, 同时对挥发油在中成药中的应用现状及质量控制进行了简要分析, 以期对中药挥发油及其中成药的质量能得到有效控制提供参考。

1 中药挥发油质量控制现状分析

随着中药挥发油日益受到人们的重视, 其在医

收稿日期: 2018-07-13

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(81703720); 江西中医药大学双一流学科建设项目(JXSYLXK-ZHYA0084)

作者简介: 刘媛(1995—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为中药新剂型与新技术。Tel: 15270876796 E-mail: 1434913541@qq.com

*通信作者 杨明(1962—), 男, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事中药新剂型与新技术/中药制药装备研究。

Tel: (0791)87118108 E-mail: yangming16@126.com

臧振中(1979—), 男, 硕士, 高级工程师, 主要从事中药制剂工艺/中药制药装备研究。

Tel: (0791)87119032 E-mail: zangzhenzhongvip@163.com

药、食品、日化用品、农业等领域都已得到广泛应用。然而,由于中药自身具有成分复杂、有效成分多、含量差异大等特点,加之中药挥发油前处理过程、提取工艺、提取设备等无统一标准,均使得中药挥发油的质量难以控制。同种药材不同产地、同种药材不同厂家、同种药材不同批次均存在质量差异。中药挥发油质量不稳定的问题直接关系到其临床疗效与消费者的安全性、适应性。

1.1 外观性状差异

中药挥发油的外观性状主要包括颜色、气味等。《中国药典》2015 年版中规定了中药挥发油的性状检查,如丁香罗勒油为淡黄色的澄清液体,气芳香,味辛辣、有麻舌感;桉油为无色或微黄色的澄清液体,有特异香气,微似樟脑,味辛、凉;松节油为无色至微黄色的澄清液体,臭特异,馏程在 154~165 °C 时馏出物不得少于 90% (mL/mL)。仅不到 10 种中药挥发油规定了需做比旋度、馏程检查。不同产地、不同厂家的中药挥发油都存在较大性状差异。有学者研究同一产地 3 个不同厂家的野菊花挥发油含量及色泽,结果显示,不同厂家的野菊花挥发油色泽与含量均有显著差异,北京一厂家的野菊花挥发油呈墨绿色,而其余厂家的挥发油皆呈黄色;另外,其中有一家中药饮片厂的野菊花得油率比另 2 个厂家高 40%^[1]。

1.2 挥发油含量差异

不同产地、不同厂家、不同批次中药挥发油的提取率存在较大差异。戴卫波等^[2]采用水蒸气蒸馏法提取 12 个不同产地的艾叶挥发油,并运用气相色谱-质谱联用仪 (GC-MS) 对其化学成分进行定性、定量分析,结果发现,不同产地的艾叶挥发油得率有较大差异,其中由湖北蕲春移至山西交城栽种的艾叶所含挥发油最多,提取率可达 1.25%;广东南雄的艾叶所含挥发油最低,提取率仅为 0.20%,前者与后者相差 6 倍之多。迟玉广等^[3]比较分析了江苏、安徽、湖南、广西、广东 5 个产地的薄荷挥发油含量,发现安徽产薄荷挥发油含量最高,为 2.42%;广西产挥发油含量最低,仅为 0.52%,两者相差 5 倍左右。

1.3 化学成分差异

不同产地、不同厂家、不同批次的中药挥发油所含的化学成分也存在较大差异。有学者采用超临界 CO₂ 流体萃取法提取贵州遵义、四川绵阳、河南信阳 3 个产地杜仲叶挥发油,并通过 GC-MS 法分

析各产地挥发油所含的化学成分,结果发现,贵州遵义、四川绵阳、河南信阳产杜仲叶挥发油的化学成分分别有 38 种、59 种、30 种,占挥发油总量 80.62%、83.77%、72.76%^[4]。卢燕等^[5]比较了 5 个不同产地的香椿子所含挥发油的化学成分,河南产香椿子挥发油成分最多,共 45 种;山东产香椿子挥发油成分最少,仅 35 种;其余 3 个产地的香椿子挥发油成分相差不大。

1.4 活性成分含量差异

活性成分含量差异是中药挥发油质量难控制、疗效不一致的主要因素。《中国药典》2015 年版中只规定了部分挥发油需要进行活性成分含量检测,如薄荷油中应含 28.0%~40.0% 的薄荷脑,桉油中应含不少于 70.0% 的桉油精,松节油中含不得少于 80.0% 的 α -蒎烯等,但对紫苏叶油、辛夷油、樟叶油等都未作有效成分含量的要求。而不同产地、不同厂家、不同批次的中药挥发油活性成分含量存在较大差异。张宇思等^[6]采用水蒸气蒸馏法提取 4 个不同产地的龙脑樟叶挥发油,并运用 GC-MS 技术对其化学成分进行分析,结果发现,福建厦门产龙脑樟叶挥发油所含的活性成分右旋龙脑是湖南新晃产的 2 倍左右;而福建厦门产龙脑樟叶挥发油化学成分最少,仅 25 种,江西吉安产龙脑樟叶挥发油成分最多,共 44 种。梁臣艳等^[7]分析了 10 个不同产地来源防风挥发油的主要化学成分含量,实验结果发现,以黑龙江产防风挥发油中的特征成分人参炔醇的相对含量最高 (60.87%),内蒙古产防风相对含量最低 (6.69%),两者相差 10 倍之多。

2 影响中药挥发油质量控制问题的分析

2.1 中药材产地与品种影响

中药挥发油的质量与其产地、品种密切相关。不同产地栽种的中药材受地方天气、温度、土壤湿度等自然条件影响,则其挥发油的含量、化学成分及有效成分含量也会有所不同。罗凯等^[8]应用 GC-MS 法分析了不同产地 32 个批次的青、红花椒挥发油含量与组成,实验结果显示,青花椒挥发油含量与红花椒挥发油含量之间存在极显著性差异,且不同产地、不同品种的花椒其挥发油的组分不同,即使是相同组分其含量也各有不同;青花椒挥发油的 GC-MS 图谱中,萜烯类平均峰面积为 34.71%、醇类 52.13%、酮类 1.76%;在红花椒挥发油的 GC-MS 图谱中,萜烯类平均峰面积为 52.59%、醇类 34.50%、酯类 12.91%。刘亚等^[9]研究了同一产地

菰腺忍冬、灰毡毛忍冬、黄褐毛忍冬挥发油的成分, 结果发现, 菰腺忍冬挥发油主要含有烃类、醇类化合物, 其中醇类化合物比重最大, 占 86.3%; 灰毡毛忍冬挥发油主含醇类、酯类、烃类化合物, 其中醇类化合物比重最大, 占 71.17%; 黄褐毛忍冬挥发油主含酯类、酮类、醇类、醛类化合物, 其中酯类化合物比重最大, 占 57.92%。

2.2 中药材前处理工序影响

中药材前处理工序不同也会影响中药挥发油的质量。前处理工序主要包括洗净、切制、干燥、粉碎、炮制方法等。由于目前还未有与中药材前处理相关的统一操作规范, 所以在实际生产中不同厂家对中药材前处理的方法不尽相同。刘培等^[10]探索了 24 个不同干燥方法对杭白芷挥发油类化学成分的影响, 结果表明, 不同干燥方法对杭白芷中的挥发油类化学成分有一定影响, 其中带皮石灰掩埋干燥方法处理的杭白芷挥发油类成分含量综合评分最高。郭长达等^[11]比较分析了过不同号筛的檀香粉末及其刨花薄片的挥发油含量, 结果表明, 不同粉碎粒度及刨花薄片提取的檀香挥发油得率有显著差异, 其中刨花薄片 > 过 3 号筛 > 过 4 号筛 > 过 2 号筛 > 过 1 号筛。涂兴明等^[12]探讨了不捣碎、捣碎及完全捣碎 3 种不同粉碎程度的砂仁、白豆蔻的提油率与化学成分的差异, 发现完全捣碎的砂仁的提油率是不捣碎砂仁提油率的 2 倍之多, 完全捣碎的白豆蔻的提油率较不捣碎的白豆蔻的提油率高 36.8%, 且 2 种中药的有效成分含量均有显著差异。

2.3 投料部位影响

《中国药典》2015 年版一部中只规定了少部分的中药挥发油药用部位, 如广藿香油用其地上干燥部分, 茶油用其成熟种子, 肉桂油用其干燥枝、叶, 满山红油用兴安杜鹃叶等; 而对大部分中药挥发油还未规定相应的投料部位。因此, 在提取中药挥发油时不同制药企业投料部位各异, 这也是致使中药挥发油质量不稳定的原因之一。唐怡等^[13]比较石菖蒲鲜、干药材及其根茎、叶中的挥发油含量, 采用水蒸气蒸馏法提取, 结果表明鲜品根茎及其叶中的挥发油质量分数分别为 2.36%、1.42%, 干品根茎及其叶中的挥发油质量分数分别为 1.40%、1.00%, 说明石菖蒲根茎中的挥发油含量高于其叶中的含量, 其中鲜品根茎所含挥发油比其叶中高 68.57%。向丽等^[14]采用傅里叶变换红外光谱法考察了肉桂不同部位的挥发油中桂皮醛的含量, 结果表明, 肉桂树

皮挥发油中桂皮醛的含量最高, 嫩枝次之, 叶最少。

2.4 提取工艺影响

提取工艺对中药挥发油的质量至关重要。现今已有多种挥发油提取方法, 传统提取方法有压榨法、水蒸气蒸馏法、溶剂萃取法等; 新提取方法有酶解法、超临界流体萃取法、亚临界水提法等^[15]。提取同种药材挥发油可采用多种提取技术, 不同提取技术对挥发油提取率、有效成分含量均有影响。

刘红杰等^[16]分别采用水蒸气蒸馏法、超临界 CO₂ 萃取法、石油醚超声提取法及石油醚微波提取法制备广东艾叶挥发油, 并比较了各种提取方法的得油率及化学成分种类, 结果显示, 石油醚微波提取的得油率最高, 是水蒸气蒸馏法的 3 倍之多; 但水蒸气蒸馏提取的艾叶挥发油中所含化学成分最多, 石油醚超声提取的挥发油化学成分最少。全燕等^[17]比较了水蒸气蒸馏法与超临界 CO₂ 萃取法对香薷挥发油提取的影响, 实验结果表明, 虽超临界 CO₂ 萃取提取的挥发油总量较高, 但水蒸气蒸馏提取的香薷挥发油中活性成分百里香酚、香芹酚的含量是超临界 CO₂ 萃取法的 3 倍。

2.5 提取设备影响

目前, 制药、香料、食品工业等企业在实际生产中仍以传统落后的提取设备为主, 因此常出现中药挥发油质量不稳定、提取效率低、能耗高等一系列问题^[18]。提取过程中使用同一工艺参数不同提取设备, 挥发油的得率、活性成分含量亦不同。秦娇等^[19]应用改良后的挥发油提取装置提取毛竹叶挥发油, 结果显示, 在最优工艺条件下使用改良后的提取装置提取的挥发油得率明显高于改良前的得油率。方茹等^[20]多次改装实验室挥发油提取装置, 优化仪器设备, 最终采用连续提取装置提取荆芥挥发油, 结果得油率较轮回提取法提高了 1.13 倍。挥发油提取小试中采用不同提取装置提取, 得油率相差较大, 那么中试、大生产过程中的得油率差异就更显著。

3 保证中药挥发油质量可控的策略

3.1 中药材种植、品种规范化

全国有 200 多种常用药材已开展人工种植^[21]。规范中药材的种植, 建立健全的中药材种植质量控制标准可确保从源头控制质量。尽可能固定药材基原、产地、种植条件、采收期等影响药材质量的各种因素, 可在一定程度上保证中药材质量均一稳定^[22]。

中药材品种繁多, 目前北柴胡、荆芥、桔梗等含挥发油的药材共选育出了 225 个优良新品种, 其

中已有 164 个新品种得到了推广。中药材品种审定、鉴定、认定或登记工作正逐步走向管理科学、严谨、可靠的规范化轨道,但也存在对于新品种的种类界定不明确,驯化自野生、引种自其他地区、农家品种、育成品种兼顾不足等问题^[23]。所以,有必要制定具有指导性意义的相关政策法规,确保药用中药材品种一致,从而有效减少中药挥发油的质量差异。

3.2 中药材加工过程规范化

目前,中药材加工过程缺乏相关的规范化管理,无论是药材的干燥方法、炮制方法还是药材的粉碎粒度,都没有相应的标准体系,致使市售的中药挥发油质量不均一。中药材加工过程规范化研究应从洗净规范化、切制规范化、干燥过程规范化、粉碎粒度规范化、炮制方法规范化入手。制定统一的中药材前处理标准,建立适合中药挥发油的质量标准管理体系,实现中药材前处理工序全过程的规范化,进而保证中药挥发油的质量稳定均一。

3.3 投料部位标准化

中药的药用部分有多种,有些中药的根、茎、叶、花、果实均可入药,但不同部位所含的有效成分含量不同,其疗效、临床应用也不同。有学者开展了广藿香不同药用部位挥发油物质基础差异与抗白色念珠菌的相关性研究,结果发现,全株提取的挥发油中广藿香酮的含量最高,其次是地上部分,而叶几乎不含广藿香酮;抗白色念珠菌活性大小顺序为全株>地上部分>叶^[24],说明药用部位与中药挥发油的质量密切相关。因此,规范每种中药的药用部位,不仅可大大减少中药挥发油的质量差异,还可提高其药理活性。

3.4 提取工艺标准化

中药的提取过程是中药质量传递的关键环节,在设计提取工艺时,应考虑到药材所含成分的理化性质及其之间的差异,如分子大小、熔点、沸点、极性、溶解性等^[25]。目前,最常用的提取方法是水蒸气蒸馏法,《中国药典》2015 年版中规定的中药挥发油提取方法几乎是水蒸气蒸馏法,但水蒸气蒸馏法不适于热敏性、难溶性成分的提取。因此,需加强各种中药挥发油的最佳工艺基础性研究,完善中药挥发油提取技术。提取方法标准化的同时,具体的工艺参数也需明确,如采用有机溶剂萃取法,则需明确说明所用的有机溶剂名称、用量及萃取时间等。中药挥发油的提取过程若能得到有效控制,则其质量的稳定均一性将随之大大提升。

3.5 挥发油提取设备自动化、智能化及标准化

加强中药挥发油提取设备的研发,使其逐步转型升级,实现中药挥发油提取过程中可在线监控。自动化与智能化提取设备不仅可取代传统依赖人力制造的生产方式,降低工人劳动程度和人工操作比例,还可减少提取过程中的污染及人为的不确定因素,使中药挥发油质量得以提升,同时提高生产效率、节约成本^[26]。

目前市场上的中药挥发油提取设备型号多样、功能各异,其质量关系到中药挥发油的质量。相关部门应尽快加强提取设备标准化管理,完善《药品生产质量管理规范》(GMP)或建立相关政策法规。由于在提取挥发油的过程中普遍存在提取工艺与提取设备不适宜的问题,因此在研发自动化、智能化挥发油提取设备的同时,必须加强提取工艺与设备的适宜性研究,从而使传统的低效、高耗能挥发油提取设备升级成高效、低耗、绿色的现代中药挥发油提取设备。

4 中药挥发油在中成药中的质量控制

4.1 挥发油在中成药中的应用现状

在《中药成方制剂标准》数据库中的“全字段”中以“油”为检索词进行检索,结果显示有 366 条处方,除去麻油、鸡蛋黄油、蛤蟆油等不符合要求的选项外,经反复验证,最后整理得到以挥发油直接组方入药的中成药共 114 种。而在《中国中药新药》数据库中,检索到有 15 种中成药以挥发油直接入药。载入《中国药典》2015 年版以挥发油直接组方入药的中成药有 42 种。这些中成药处方中大多数含有一种或多种挥发油。

42 种以挥发油直接组方入药的中成药中挥发油的应用情况见表 1。处方剂型丰富多样,有片剂、丸剂、胶囊剂、栓剂、软膏剂、气雾剂、口服液等。其中片剂 15 种、软膏剂 10 种、膏药 8 种、胶囊剂 5 种、合剂 5 种、气雾剂 4 种、丸剂 3 种、酊剂 2 种,搽剂、栓剂、鼻用滴剂、糖浆剂各 1 种。由数据可知,薄荷油使用次数最多,在全部挥发油类中药制剂中所占比例高达 38.98%,而松节油、牡荆油、辛夷油、莪术油等所占比例较低,亟待开发。总体而言,含有挥发油的中成药剂型多为传统的口服制剂及外用制剂,新型制剂技术具有巨大的发展空间,如 β -环糊精包合技术、纳米乳技术等。

4.2 挥发油在中成药中的质量控制

对于含有挥发油尤其是挥发油起功效作用的中成药制剂的质量控制是一大难点,特别是含多种挥发

表 1 43 种以挥发油直接组方入药的中成药中挥发油的应用情况

Table 1 Application of volatile oils in 43 kinds of Chinese patent medicines formulated with volatile oil

挥发油	使用次数	使用情况	所占比例/%
薄荷油	23	片剂 11、软膏剂 3、膏药 3、 胶囊剂 2、丸剂 1、合剂 3	38.98
桉油	5	软膏剂 2、膏药 1、酊剂 1、 胶囊剂 1	8.47
紫苏叶油	5	糖浆剂 1、丸剂 1、胶囊剂 1、合剂 1、酊剂 1	8.47
肉桂油	4	片剂 1、膏药 2、软膏剂 1	6.78
丁香罗勒油	4	膏药 2、软膏剂 2	6.78
樟油	2	软膏剂 2	3.39
松节油	1	搽剂 1	1.69
满山红油	1	丸剂 1	1.69
荆芥油	1	片剂 1	1.69
莪术油	1	栓剂 1	1.69
辛夷油	1	鼻用滴剂 1	1.69
广藿香油	4	丸剂 1、胶囊剂 1、合剂 1、 酊剂 1	6.78
八角茴香油	1	片剂 1	1.69
降香油	2	片剂 1、胶囊剂 1	3.39
细辛油	1	气雾剂 1	1.69
檀香油	1	气雾剂 1	1.69
高良姜油	1	气雾剂 1	1.69
荜茇油	1	气雾剂 1	1.69

油的制剂,应尽量采取体现挥发油质量的指标^[27]。同时在了解挥发油的作用、组成成分、配伍规律的基础上^[28],采用多指标、多手段的质量控制模式。另外,亟需加大力度制订并完善挥发油在中成药中的质量评价体系。《中国药典》2015 年版一部中只有 7 种中成药制订了其挥发油成分的含量要求,而对大部分含有挥发油的中成药来说,其挥发油成分的含量未作要求。制药企业还应严格把控含有挥发油中成药的储存条件。由于挥发油具有易氧化、易挥发、不稳定等性质,药品应密封、遮光,置阴凉处保存,否则对其质量有一定影响。

5 结语与展望

由于中药挥发油具有吸收快、不滞留、疗效多

等优点,越来越受到人们的重视,其质量优劣会直接影响患者的安全与健康。中药挥发油的质量稳定、可控,不仅可确保临床疗效与安全性,还与人们的生活及中药产业的发展息息相关。要使中药挥发油的质量稳定均一,从中药材的产地与品种、前处理过程、投料部位、提取工艺、提取设备等每个环节都得规范化、标准化,严把各个可能引起中药挥发油质量问题的环节,才能有效地保证不同厂家、不同批次间挥发油质量的稳定均一。应充分利用现代技术,使中药材种植规范化、前处理工序规范化、药用部位及提取工艺标准化,同时加大力度研发出自动化、智能化的中药挥发油提取设备并使其标准化,完善中药挥发油及其中成药的质量评价标准。相信在不久的将来中药挥发油及其中成药的质量将能得到有效控制、改善,从而使人们可以更加安全地使用中药挥发油。

参考文献

- [1] 鞠海. 不同厂家野菊花挥发油化学成分比较研究 [A] // 全国中医药研究暨中医药科室管理学术研讨会论文汇编 [C]. 成都: 中华中医药学会/北京中医药学会, 2011.
- [2] 戴卫波, 李拥军, 梅全喜, 等. 12 个不同产地艾叶挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 中药材, 2015, 38(12): 2502-2506.
- [3] 迟玉广, 李中阳, 黄爱华, 等. 不同产地薄荷饮片中挥发性成分的比较分析 [J]. 安徽医药, 2016, 20(9): 1661-1664.
- [4] 贾智若, 朱小勇, 李兵, 等. 不同产地杜仲叶挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(19): 118-122.
- [5] 卢燕, 孟超, 张守军, 等. GC-MS 测定不同产地香椿子挥发油成分 [J]. 中药材, 2016, 39(11): 2539-2543.
- [6] 张宇思, 王成章, 周昊, 等. 不同产地龙脑樟叶挥发油成分的 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(10): 57-61.
- [7] 梁臣艳, 覃洁萍, 陈玉萍, 等. 不同产地防风挥发油的 GC-MS 分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2012, 18(8): 80-83.
- [8] 罗凯, 朱琳, 阚建全, 等. 不同产地青花椒和红花花椒挥发油的比较研究 [J]. 食品工业科技, 2012, 33(18): 103-106.
- [9] 刘亚, 吕兆林, 邹小琳, 等. 不同品种金银花精油组分对比研究 [J]. 北京林业大学学报, 2017, 39(2): 72-81.
- [10] 刘培, 陈京, 周冰, 等. 不同干燥加工方法及其条件对抗白芷中香豆素及挥发油类化学成分的影响

- [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(14): 2653-2659.
- [11] 郭长达, 高验杰, 蒿亭凤, 等. 不同粉碎方法对檀香挥发油含量测定的影响 [J]. 中国民族民间医药, 2017, 26(6): 18-19.
- [12] 涂兴明, 熊 颖, 倪美兰, 等. 砂仁和白豆蔻不同粉碎程度对其出油率与成分差异分析 [J]. 中药材, 2010, 33(7): 1064-1066.
- [13] 唐 怡, 李健康, 刘校妃, 等. 石菖蒲鲜、干药材及其不同部位中挥发油 α -细辛醚和 β -细辛醚的含量比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(5): 36-39.
- [14] 向 丽, 张贵君, 赵保胜, 等. 肉桂不同部位及其挥发油的红外光谱宏观表征 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(8): 57-61.
- [15] 高 梅, 潘久香, 贾 茹. 挥发油提取方法的研究进展 [J]. 生命科学仪器, 2012, 10(5): 3-7.
- [16] 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.
- [17] 全 燕, 王锦玉, 吉 力, 等. 不同提取方法对香薷挥发油质量的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2006, 12(11): 24-26.
- [18] 伍振峰, 王赛君, 杨 明, 等. 中药挥发油提取工艺与装备现状及问题分析 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20(14): 224-228.
- [19] 秦 娇, 姚永红, 侯智霞, 等. 响应面分析法优化毛竹叶挥发油提取工艺 [J]. 食品科学, 2010, 31(6): 1-5.
- [20] 方 茹, 陈贵钱, 钱玉山. 荆芥有效成分的提取 [J]. 阜阳师范学院学报: 自然科学版, 2006(1): 48-50.
- [21] 郭兰萍, 张 燕, 朱寿东, 等. 中药材规范化生产 (GAP) 10 年: 成果、问题与建议 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(7): 1143-1151.
- [22] 李震宇, 崔伊凡, 秦雪梅. 中药材质量评价的挑战与代谢组学应用于中药材质量评价的研究进展 [J]. 中草药, 2018, 49(10): 2221-2229.
- [23] 杨成民, 魏建和, 隋 春, 等. 我国中药材新品种选育进展与建议 [J]. 中国现代中药, 2013, 15(9): 727-737.
- [24] 王振强, 赵思蕾, 余佳丽, 等. 广藿香不同药用部位挥发油物质基础差异与抗白色念珠菌的相关性研究 [J]. 天然产物研究与开发, 2017, 29(5): 774-782.
- [25] 刘昌孝, 陈士林, 肖小河, 等. 中药质量标志物 (Q-Marker): 中药产品质量控制的新概念 [J]. 中草药, 2016, 47(9): 1443-1457.
- [26] 杨 明, 伍振峰, 王 芳, 等. 中药制药实现绿色、智能制造的策略与建议 [J]. 中国医药工业杂志, 2016, 47(9): 1205-1210.
- [27] 王 万, 原红果, 陈 博, 等. 中药挥发油研究现状探讨 [J]. 时珍国医国药, 2006, 17(5): 848-850.
- [28] 朱梅芳, 唐 宇, 郑 琴, 等. 不同提取方式对连翘、荆芥、薄荷挥发油成分及抗菌活性的影响 [J]. 中草药, 2018, 49(12): 2845-2854.