·综述·

加工技术对中药挥发油成分差异性分析

李　聪,刘红宁,陈丽华,管咏梅,高　玲,杨　明
(江西中医药大学现代中药制剂教育部重点实验室,南昌 330004)

[摘要]　中药挥发油发挥临床疗效和确保安全性的前提之一是要保证挥发油质量稳定均一。一方面,药用植物入药部位、产地、采收期等药材自身品质会造成中药挥发油的质量差异;另一方面,加工技术如提取工艺、炮制方法等也可能影响中药挥发油的质量,容易造成挥发油出油率、所含化学成分等方面的差异,进而影响挥发油的疗效。因此,控制挥发油质量稳定均一是中药挥发油发挥疗效的关键之一。本文从挥发油出油率、外观性状、成分种类及主要成分含量方面分析了药材经不同加工技术对中药挥发油质量造成的差异,以期为中药挥发油的开发及中药挥发油质量标准的建立提供参考。

[关键词]　中药挥发油;成分差异;提取工艺;炮制方法
[中图分类号]　R943.1　　[文献标志码]　A　　[文章编号]　1003－3734(2021)06－0520－08

Analysis of the difference in the composition of volatile oils of traditional Chinese medicine caused by processing technology

LI Cong, LIU Hong-ning, CHEN Li-hua, GUAN Yong-mei, GAO Ling, YANG Ming
(*Key Laboratory of Modern Preparation of Traditional Chinese Medicine*, *Ministry of Education*, *Jiangxi University of Traditional Chinese Medicine*, *Nanchang* 330004, *China*)

[**Abstract**]　One of the prerequisites to ensure the clinical efficacy and safety of volatile oils is to ensure the quality stability and uniformity. On the one hand, the quality of the essential oils of traditional Chinese medicine will be different because of the position, place of origin and harvest period of medicinal plants, on the other hand, the processing technology such as extraction technology and processing method, which is easy to cause the difference in the oil yield and chemical composition of the volatile oil, may also affects the quality, and then affects the curative effect. Therefore, controlling the quality stability and uniformity of volatile oils is one of the key points to ensure the efficacy of volatile oils. In this paper, the quality difference of volatile oils caused by different processing techniques was analyzed from the aspects of oil yield, appearance character, composition type and main component content, in order to provide reference for the development of volatile oil products and establishment of quality standard.

[**Key words**]　volatile oil of traditional Chinese medicine; composition difference; extraction method; processing mode

中药挥发油(又称中药精油)主要来源于自然界的芳香类中药,挥发油因其成分高、药效快、渗透强、毒副作用较低[1],受到了人们的广泛关注,在抗菌、抗炎、抗癌、抗病毒、促进透皮吸收等方面的研究具有很大的优势和开发潜力[2-5]。中药挥发油种类繁多、来源广泛、成分较为复杂的特性使得挥发油在治疗上不容易产生耐药性,但在质量控制上很难保证挥发油成分的稳定均一,也因此阻碍了中药挥发油的产业化。中药挥发油的品质不仅受其药材产地、入药部位、采收期、药材品种等自身因素影响,且提取、炮制等加工技术也对中药挥发油成分造成不

[基金项目]　江西省重大科技研发专项资助项目(S2019ZDYFB0027);江西省自然科学基金资助项目(20181BAB205078)
[作者简介]　李聪,男,硕士研究生,主要从事药物新制剂与新技术研究。E-mail:936964618@qq.com。
[通讯作者]　刘红宁,男,教授,主要从事中医药研究。E-mail:lhn0791@139.com。陈丽华,女,博士,教授,主要从事中药新剂型与新技术研究。E-mail:Chlly98@163.com。

同程度的差异,本文重点探讨提取工艺和炮制方法对中药挥发油差异性的影响。

1 提取工艺对中药挥发油的影响

中药挥发油的提取方法有很多种,如水蒸气蒸馏法、溶剂提取法、压榨法、超声提取法、微波提取法、超临界流体萃取法、亚临界水提取法、酶解提取法等。利用不同方法提取同种中药所得的挥发油会有所差异[6],甚至采用相同提取方法提取同种中药,因操作条件(提取时间、提取温度、提取功率等)不同也可能很大程度影响到挥发油的质量。本文通过查阅文献,对不同方法提取中药所得挥发油的差异做了整理,见表1。

表1 中药不同提取方法对挥发油的影响

中药名称	提取方法	挥发油出油率、色泽、成分种类、主要成分含量的差异
大蒜[7]	超临界 CO_2 萃取法	鉴定出23种化学成分,含硫有机物含量:97.20%
	水蒸气减压蒸馏法	鉴定出21种化学成分,含硫有机物含量:85.74%
丁香[8]	水蒸气蒸馏法	丁香酚含量:11.19%
	微波浸提法	丁香酚含量:12.71%
	超声提取法	丁香酚含量:11.43%
	正己烷提取法	丁香酚含量:11.29%
	乙醇提取法	丁香酚含量:9.74%
	超临界 CO_2 萃取法	丁香酚含量:15.59%
广玉兰[9]	同时蒸馏萃取法	β-蒎烯含量:10.50%
	顶空固相微萃取法	β-蒎烯含量:3.30%
川芎[10]	水蒸气蒸馏法	鉴定出26种化学成分
	超临界流体萃取法	鉴定出24种化学成分
	中性乙醇提取法	鉴定出21种化学成分
木香[11]	水蒸气蒸馏法	出油率0.29%
	超声提取法	出油率2.63%
	微波提取法	出油率0.48%
五味子[12]	索氏提取法	出油率28.00%,金黄色,五味子素含量:20.38%
	微波辅助提取法	出油率25.50%,金黄色,五味子素含量:19.14%
	同时蒸馏萃取法	出油率1.22%,乳白色,未检测出五味子素
艾叶[13-14]	水蒸气蒸馏法	出油率0.57%、1.02%,鉴定出80种化学成分
	超临界 CO_2 萃取法	出油率2.54%、2.46%,鉴定出56种化学成分
	石油醚超声提取法	出油率3.17%,鉴定出45种化学成分
	石油醚微波提取法	出油率3.32%,鉴定出78种化学成分
白术[15-16]	水蒸气蒸馏法	出油率0.79%、1.01%,鉴定出11、15种化学成分,苍术酮含量:61.49%
	超声波溶剂提取法	出油率1.60%,鉴定出20种化学成分,苍术酮含量:57.48%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率2.32%、2.39%,鉴定出22、37种化学成分,苍术酮含量:32.72%
石菖蒲[17]	水蒸气蒸馏法	出油率0.66%,鉴定出23种化学成分,β-细辛醚含量:49.72%
	石油醚提取法	出油率0.83%,鉴定出39种化学成分,β-细辛醚含量:57.38%
	挥发油提取器提取	出油率0.72%,鉴定出33种化学成分,β-细辛醚含量:61.25%
花椒[18]	水蒸气蒸馏法	鉴定出49种化学成分,柠檬烯含量:24.46%
	无溶剂微波蒸馏法	鉴定出48种化学成分,柠檬烯含量:17.02%
	超声溶剂辅助萃取法	鉴定出50种化学成分,柠檬烯含量:20.84%
苍术[19]	水蒸气蒸馏法	出油率1.19%,鉴定出19种化学成分
	直接蒸馏法	出油率1.05%,鉴定出18种化学成分
	超声辅助离子液体提取法	出油率1.90%,鉴定出18种化学成分
吴茱萸[20]	水蒸气蒸馏法	鉴定出57种化学成分,β-月桂烯含量:10.59%
	索氏提取法	鉴定出51种化学成分,β-月桂烯含量:10.76%
	超声提取法	鉴定出38种化学成分,β-月桂烯含量:7.48%

续表 1

中药名称	提取方法	挥发油出油率、色泽、成分种类、主要成分含量的差异
佛手[21-23]	水蒸气蒸馏法	出油率 3.81%，浅黄色，鉴定出 26 种化学成分，D-柠檬烯含量：57.87%
	超临界流体萃取法	鉴定出 16 种化学成分，D-柠檬烯含量：81.18%
	低温连续相变萃取	出油率 9.25%，黄色至深棕色半固体膏状物，鉴定出 25 种化学成分，D-柠檬烯含量：12.97%
辛夷[24]	水蒸气蒸馏法	出油率 1.31%，鉴定出 49 种化学成分，桉叶油醇含量：16.60%
	同时蒸馏法	出油率 1.49%，鉴定出 43 种化学成分，桉叶油醇含量：17.13%
	超声提取法	出油率 1.52%，鉴定出 45 种化学成分，桉叶油醇含量：9.38%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 1.82%，鉴定出 46 种化学成分，桉叶油醇含量：8.10%
阿魏[25]	水蒸气蒸馏法	出油率 1.60%，鉴定出 41 种化学成分，愈创木醇含量：8.88%
	溶剂回流提取法	出油率 17.91%，鉴定出 30 种化学成分，愈创木醇含量：11.56%
	超声提取法	出油率 17.29%，鉴定出 28 种化学成分，愈创木醇含量：8.55%
	微波萃取法	出油率 11.70%，鉴定出 30 种化学成分，愈创木醇含量：16.90%
	渗漉法	出油率 21.60%，鉴定出 31 种化学成分，愈创木醇含量：14.10%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 12.69%，鉴定出 31 种化学成分，愈创木醇含量：42.11%
杜鹃[26]	水蒸气蒸馏法	鉴定出 31 种化学成分，β-石竹烯含量：5.96%
	超临界 CO_2 萃取法	鉴定出 27 种化学成分，β-石竹烯含量：11.62%
郁金[27]	水蒸气蒸馏法	出油率 3.05%，鉴定出 21 种化学成分，10-(1-甲基乙基)-3,7-环癸二烯-1-酮含量：29.70%
	同时蒸馏法	出油率 3.22%，鉴定出 28 种化学成分，10-(1-甲基乙基)-3,7-环癸二烯-1-酮含量：24.97%
侧柏叶[28]	酶提取法	出油率 6.00%，鉴定出 32 种化学成分，雪松醇含量：8.68%
	同时蒸馏-萃取法	出油率 3.00%，鉴定出 29 种化学成分，雪松醇含量：39.06%
	水蒸气蒸馏-萃取法	出油率 4.00%，鉴定出 32 种化学成分，雪松醇含量：31.43%
佩兰[29]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.76%，鉴定出 30 种化学成分
	微波萃取法	出油率 3.76%，鉴定出 32 种化学成分
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 2.71%，鉴定出 38 种化学成分
金银花[30]	共水蒸馏法	出油率 0.17%，鉴定出 79 种化学成分，正十六酸含量：46.42%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 2.07%，鉴定出 56 种化学成分，正十六酸含量：26.30%
青蒿[31]	水蒸气蒸馏法	出油率 1.00%，篙属酮含量：30.20%
	石油醚萃取法	出油率 2.30%，篙属酮含量：16.50%
鱼腥草[32]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.12%，鉴定出 24 种化学成分，癸酸含量：33.90%
	溶剂萃取法	出油率 0.88%，鉴定出 34 种化学成分，癸酸含量：34.70%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 1.73%，鉴定出 36 种化学成分，癸酸含量：7.42%
北细辛[33]	水蒸气蒸馏法	出油率 1.90%，淡黄色，鉴定出 29 种化学成分，黄樟脑含量：21.92%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 3.47%，黄褐色，鉴定出 23 种化学成分，黄樟脑含量：14.46%
荜茇[34]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.60%，墨绿色，鉴定出 33 种化学成分
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 4.36%，桔黄色，鉴定出 23 种化学成分
草果[35]	水蒸气蒸馏法	出油率 2.75%，鉴定出 30 种化学成分
	微波萃取法	出油率 4.50%，鉴定出 36 种化学成分
	超声辅助萃取法	出油率 3.28%，鉴定出 25 种化学成分
鸦胆子[36]	水蒸气蒸馏法	鉴定出 42 种化学成分，黄樟脑含量：11.46%
	微波辅助水蒸气蒸馏法	鉴定出 37 种化学成分，黄樟脑含量：14.73%
香薷[37]	水蒸气蒸馏法	出油率 2.00%，淡黄色透明
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 7.30%，橘红色油状
白根独活[38]	水蒸气蒸馏法	出油率 2.29%，鉴定出 21 种化学成分，蒿本内酯含量：5.65%
	乙醚萃取法	出油率 3.27%，鉴定出 24 种化学成分，蒿本内酯含量：10.90%
	超声波萃取法	出油率 4.13%，鉴定出 38 种化学成分，蒿本内酯含量：13.66%
	微波萃取法	出油率 3.78%，鉴定出 23 种化学成分，蒿本内酯含量：5.48%
桂枝[39]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.23%，桂皮醛含量：0.16%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 2.65%，桂皮醛含量：1.37%

续表 1

中药名称	提取方法	挥发油出油率、色泽、成分种类、主要成分含量的差异
柴胡[40]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.13%，茴香脑含量：89.44%
	溶剂萃取法	出油率 0.25%，茴香脑含量：75.85%
桉树[41]	水蒸气蒸馏法	出油率 3.10%，1-8 桉叶素含量：85.1%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 1.10%，1-8 桉叶素含量：70.4%
麻黄[42]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.10%，鉴定出 48 种化学成分
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 2.10%，鉴定出 31 种化学成分
黄兰[43]	同时蒸馏萃取法	鉴定出 67 种化学成分，1-8 桉叶素含量：22.8%
	顶空固相微萃取法	鉴定出 34 种化学成分，1-8 桉叶素含量：5.30%
紫苏叶[44]	石油醚萃取法	出油率 0.50%，鉴定出 72 种化学成分，紫苏醛含量：42.46%
	正己烷萃取法	出油率 0.40%，鉴定出 63 种化学成分，紫苏醛含量：47.75%
	纤维素酶辅助同时蒸馏萃取法	出油率 0.63%，鉴定出 52 种化学成分，紫苏醛含量：52.16%
	乙醚萃取法	出油率 0.47%，鉴定出 55 种化学成分，紫苏醛含量：50.21%
	同时蒸馏萃取法	出油率 0.54%，鉴定出 39 种化学成分，紫苏醛含量：51.65%
紫草[45]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.62%
	超声辅助溶剂萃取法	出油率 1.93%
	超声强化亚临界水萃取法	出油率 2.39%
紫穗槐[46]	水蒸气蒸馏法	鉴定出 35 种化学成分，紫苏烯含量：26.70%
	超临界流体萃取法	鉴定出 35 种化学成分，紫苏烯含量：21.50%
蜂胶[47]	水蒸气蒸馏法	出油率 1.14%，鉴定出 34 种化学成分
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 1.57%，鉴定出 37 种化学成分
蜘蛛香[48]	水蒸气蒸馏法	出油率 0.50%，鉴定出 96 种化学成分，酸类化合物含量：41.80%
	超临界 CO_2 萃取法	出油率 3.47%，鉴定出 67 种化学成分，酸类化合物含量：37.07%
	索氏提取法	出油率 2.71%，鉴定出 66 种化学成分，酸类化合物含量：35.45%
檀香[49]	水蒸气蒸馏法	出油率 2.34%，无色，总檀香醇含量：70.69%
	石油醚回流法	出油率 2.13%，金黄色，总檀香醇含量：70.60%
	乙醇回流法	出油率 1.22%，棕红色，总檀香醇含量：61.34%

综合数据表明，药材经水蒸气蒸馏法提取所得挥发油产率普遍较低。《中华人民共和国药典》2015 版对部分药材挥发油含量有明确规定，例如药典规定阿魏中所含挥发油不得少于 10.0%（$mL\cdot g^{-1}$），而阿魏经水蒸气蒸馏法提取所得挥发油含量仅有 1.6%，远低于药典标准；细辛经水蒸气蒸馏法提取所得挥发油同样未达到药典标准；此外，石菖蒲和檀香经文献中记载的 3 种提取方法提取所得挥发油含量均未符合药典要求。造成挥发油出油率差异的原因，一方面是提取方法的差异，一些含有不耐高温有效成分的药材经高温提取后可能导致其挥发油出油率或有效成分含量降低，有些药材中也含有油脂、叶绿素、树脂等其他脂溶性成分，采用溶剂提取法提取时，这些成分可能也随之溶出而造成挥发油的损失[50]；另一方面可能是提取时的操作方法的选择，在挥发油的提取操作过程中，提取溶剂的选择、溶剂的用量、提取时间、提取功率、药材浸泡时间、药材颗粒大小等没有统一的操作标准，很难保证挥发油质量的稳定均一。从外观性状方面看，水蒸气蒸馏法提取所得挥发油色泽较淡，一般为无色或淡黄色清亮透明液体且香味浓郁；而其他方法提取所得挥发油则色泽较深，香味较淡。在成分上，大多药材采用水蒸气蒸馏法提取所得挥发油中化学成分种类较其他方法更全，可能与水蒸气蒸馏法更能收集到含量少、挥发性强的小分子物质有关。药材经不同提取方法提取所得挥发油中的成分种类相差较大，如盛萍等[24]分别采用了水蒸气蒸馏法、溶剂回流提取法、超声波提取法、微波萃取法、微波-超声协同萃取法、渗漉法、超临界 CO_2 萃取法这 7 种不同方法提取阿魏挥发油，各方法所得挥发油中成分种类分别为 41，30，28，30，36，31 和 31 种，但共有成分仅有 2 个。提取工艺对中药挥发油质量差异性的影响甚大，在挥发油提取工艺选择上，还应考虑挥发油中有效成分的性质，若有效成分多为极性较大的醇类，则可选择水蒸气蒸馏法提取，因为水蒸气蒸馏法提取所得挥发油成分大多集中在极性较大的醇类；而超

临界流体萃取法则更容易收集到极性较小的成分，更适合有效成分主要为较小极性成分的挥发油提取。

2 炮制方法对中药挥发油的影响

中药材的不同炮制方法对其挥发油的品质也有不同程度的影响。由于中药材在提取挥发油前炮制方法的多样性，可能导致中药药性、成分种类及成分含量的改变，因此很容易造成挥发油质量上的差异。通过查阅文献，将不同炮制方法对中药挥发油的影响做了整理，见表 2。

表 2 炮制方法对中药挥发油的影响

中药名称	炮制方法	挥发油出油率、色泽、成分种类、主要成分含量的差异
木香[51]	生品	出油率 4.12%，鉴定出 29 种化学成分，去氢木香内酯含量：41.10%
	清炒品	出油率 4.19%，鉴定出 33 种化学成分，去氢木香内酯含量：41.69%
	麸炒品	出油率 3.09%，鉴定出 32 种化学成分，去氢木香内酯含量：32.93%
	麸煨品	出油率 3.70%，鉴定出 34 种化学成分，去氢木香内酯含量：31.16%
	纸煨品	出油率 2.96%，鉴定出 33 种化学成分，去氢木香内酯含量：30.84%
白术[52-53]	生品	出油率 1.35%、3.34%，苍术酮含量：1.01%
	焦白术	出油率 0.49%、2.01%，苍术酮含量：0.15%
	麸炒白术	出油率 1.20%，苍术酮含量：0.93%
	清炒白术	出油率 3.08%
	炒白术	出油率 2.98%
	土炒白术	出油率 2.45%
生姜[54]	鲜姜	鉴定出 27，姜烯含量：22.59%
	干姜	鉴定出 27，姜烯含量：7.81%
	炮姜	鉴定出 24，姜烯含量：8.23%
	姜炭	鉴定出 27，姜烯含量：29.13%
橘皮[52]	生品	出油率 3.60%
	橘皮（微波干燥）	出油率 1.70%
	橘皮（热风干燥）	出油率 2.10%
	橘皮（晾干）	出油率 2.70%
五味子[55]	生品	出油率 1.66%，鉴定出 46 种化学成分
	醋五味子	出油率 1.50%，鉴定出 49 种化学成分
	酒五味子	出油率 1.40%，鉴定出 48 种化学成分
	蜜炒五味子	出油率 1.34%，鉴定出 50 种化学成分
片姜黄[56]	片姜黄（晒干）	出油率 3.16%，鉴定出 26 种化学成分，莪术二酮：36.79%
	片姜黄（鼓风干燥）	出油率 3.80%，鉴定出 29 种化学成分，莪术二酮：36.79%
	片姜黄（微波干燥）	出油率 3.52%，鉴定出 28 种化学成分，莪术二酮：36.79%
乌药[57]	鲜切乌药	鉴定出 65 种化学成分
	蒸切乌药	鉴定出 67 种化学成分
艾叶[58]	生品	出油率 0.80%，鉴定出 42 种化学成分，桉油精含量：11.25%
	醋炒品	出油率 0.50%，鉴定出 42 种化学成分，桉油精含量：6.48%
	清炒品	出油率 0.50%，鉴定出 44 种化学成分，桉油精含量：8.76%
	清炒拌醋品	出油率 0.50%，鉴定出 37 种化学成分，桉油精含量：4.94%
	生拌醋品	出油率 0.80%，鉴定出 36 种化学成分，桉油精含量：9.29%
当归[59-60]	生品	出油率 0.62%，E-藁本内酯含量：8.20%
	酒当归	出油率 0.55%，E-藁本内酯含量：16.10%
	土当归	出油率 0.51%，E-藁本内酯含量：7.80%
	当归炭	出油率 0.23%，E-藁本内酯含量：13.60%
肉豆蔻[61]	蒸制	出油率 4.67%，鉴定出 67 种化学成分
	面煨	出油率 5.05%，鉴定出 60 种化学成分
	面炒	出油率 4.53%，鉴定出 76 种化学成分
	滑石粉炒	出油率 0.31%，鉴定出 51 种化学成分
	土煨	出油率 1.72%，鉴定出 70 种化学成分
	麸煨	出油率 1.17%，鉴定出 43 种化学成分

续表 2

中药名称	炮制方法	挥发油出油率、色泽、成分种类、主要成分含量的差异
芥子[62]	生品	鉴定出 25 种化学成分,4-异硫氰基-1-丁烯含量:57.66%
	烤芥子	鉴定出 18 种化学成分,4-异硫氰基-1-丁烯含量:53.04%
吴茱萸[63]	生品	出油率 0.71%,鉴定出 57 种化学成分,月桂烯含量:30.89%
	清水炙品	出油率 0.63%,鉴定出 56 种化学成分,月桂烯含量:39.88%
	甘草炙品	出油率 0.51%,鉴定出 52 种化学成分,月桂烯含量:21.95%
	盐炙品	出油率 0.59%,鉴定出 49 种化学成分,月桂烯含量:39.53%
	醋炙品	出油率 0.59%,鉴定出 52 种化学成分,月桂烯含量:38.47%
	黄酒炙品	出油率 0.63%,鉴定出 53 种化学成分,月桂烯含量:40.26%
	姜炙品	出油率 0.69%,鉴定出 53 种化学成分,月桂烯含量:40.76%
	黄连炙品	出油率 0.65%,鉴定出 54 种化学成分,月桂烯含量:29.58%
广西莪术[64]	生品	出油率 2.22%,吉马酮含量:0.27%
	醋炙	出油率 1.83%,吉马酮含量:0.11%
	醋炒	出油率 1.76%,吉马酮含量:0.15%
	醋浸	出油率 1.46%,吉马酮含量:0.11%
	麸炒	出油率 2.24%,吉马酮含量:0.20%
	煨制	出油率 2.24%,吉马酮含量:0.13%
	醋磨	出油率 2.00%,吉马酮含量:0.15%
	醋煮	出油率 2.07%,吉马酮含量:0.15%
	酒炒	出油率 1.65%,吉马酮含量:0.15%
乳香[65]	清炒	出油率 0.26%
	醋炙	出油率 0.33%
	灯心炒	出油率 0.25%
	麸炒	出油率 0.28%
	烘法	出油率 0.19%
枳实[66]	生品	淡黄色,鉴定出 79 种化学成分,柠檬烯含量:45.14%
	麸炒品	深黄色,鉴定出 99 种化学成分,柠檬烯含量:46.33%
	蜜麸炒品	深黄色,鉴定出 87 种化学成分,柠檬烯含量:44.68%
	蜜糠炒品	深黄色,鉴定出 81 种化学成分,柠檬烯含量:40.89%
栀子[67]	生品	鉴定出 53 种化学成分
	炒栀子	鉴定出 54 种化学成分
	焦栀子	鉴定出 32 种化学成分
	栀子炭	鉴定出 43 种化学成分

药材经炮制后,挥发油含量有不同程度的改变,加热是导致挥发油含量降低的直接因素,且挥发油含量降低的程度与加热的程度有直接的关系。炙法用文火,加热温度相对较低,因此药材挥发油损失较低;炒法及辅料炒多用中火,加热温度较高,药材挥发油损失相对也就较大;炒炭及炮法多用武火,加热温度高且加热时间较长,药材挥发油的损失也最大[68]。相比于生品药材而言,经炮制后的药材挥发性成分含量在一定程度上有所改变,容易导致挥发油功效的改变,如艾叶经醋炒、清炒、清炒拌醋和生拌醋炮制后提取所得挥发油中具有平喘作用及抗菌活性的石竹烯及其氧化物含量均显著增加,而桉油精(解热、抗炎、抗菌)、α-松油醇(止咳、解热、抑菌)和 4-萜品烯醇(镇咳祛痰)的含量均有不同程度的减少[58]。挥发油成分种类也因炮制方法的不同而产生差异,药材经炮制后可能破坏生品中原有的挥发性成分,也可能裂解、重组合产生新的挥发性成分。刘慧等[67]采用炒黄、炒焦和炒炭 3 种手法对栀子进行了炮制,并分别提取了生品和炮制品挥发油,结果发现,相比于生品而言,3 种炮制品共损失了 19 种挥发性成分,且炒栀子中检测出了 28 种生品中未检测出的新成分,焦栀子中检测出了 14 种生品中未检测出的新成分,栀子炭中检测出了 32 种生品中未检测出的新成分。随着新挥发性成分的产生和挥发性成分含量的改变,更值得注意的是挥发油中有毒成分的含量,药材经炮制处理后挥发油中是否会产生毒性成分或者不当的炮制方法是否会增加挥发油中毒性成分的含量,例如肉豆蔻经滑石粉煨、土煨、

面煨后提取所得挥发油中有毒成分黄樟醚的相对含量升高,而蒸制、面炒、麸煨的炮制手段能有效降低肉豆蔻挥发油中黄樟醚成分的含量,达到降低毒性的效果[61]。

3 结论

中药挥发油受提取工艺、炮制方法等多个加工技术的影响,导致挥发油品质的不稳定。从提取工艺上看,提取方法的多样性使所得挥发油在成分和得率上显示出较大差异,且提取时的操作条件如提取时间、提取功率、溶剂选择、溶剂用量、药材浸泡时间、药材粉碎粒度等任一环节的操作也可能造成挥发油的质量差异。中药挥发油的疗效往往取决于挥发油中有效成分的含量,而有效成分的含量受提取工艺的直接影响,因此在提取工艺的选择上应根据挥发油的用途确定发挥作用的活性成分,选择合适的提取工艺。此外,在目前的实际生产中还未实现整个提取过程的统一,且没有建立权威的挥发油质量评判标准,没有相对统一的标准就使得市场上挥发油产品的质量参差不齐。从炮制方法上看,高温的炮制手段容易造成挥发油含量的损失,药材经炮制后挥发性成分在含量和种类上都发生明显变化,可能破坏挥发油中发挥药理作用的活性成分,造成挥发油疗效的降低。尤其值得关注的是药材经炮制后挥发油中毒性成分(如黄樟醚、甲基丁香酚、α-细辛醚等)含量的变化,药材经合适的炮制方法处理后再进行挥发油提取,才能使中药挥发油达到增效减毒的效果。

总的来说,中药的提取工艺与炮制方法会对挥发油的质量造成不同程度的差异,在提取工艺与炮制方法的选择上不能只追求挥发油的得率,挥发油有效成分的稳定均一以及控制毒性成分的含量同样是挥发油产品开发的关键。为促进挥发油产业的发展,须充分考虑造成挥发油质量差异性的影响因素,建立统一的药材加工规范和质量评判标准;强化新型提取技术如超声提取法、微波提取法、超临界流体萃取法、亚临界水提取法、酶解提取法等发挥优势作用,在保证疗效与经济效益的同时,促进挥发油大规模的产业化生产,为实验研究成果与产业化的转型搭建桥梁。综上所述,中药挥发油的加工技术应权衡出油率、毒-效成分含量、提取效率等多方面因素,根据不同药材以及挥发油的性质与用途,筛选合适的加工技术,优化提取条件,归纳总结合适的药材前处理炮制方法,建立统一的质量标准和技术规范,将中药挥发油的医疗效益与经济效益最大化。

[参 考 文 献]

[1] LAN Y, WU Q, MAO YQ, *et al*. Cytotoxicity and enhancement activity of essential oil from *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. as a natural transdermal penetration enhancer[J]. *J Zhejiang Univ Sci B*, 2014, 15(2): 153 - 164.

[2] FOX LT, GERBER M, PLESSIS JD, *et al*. Transdermal drug delivery enhancement by compounds of natural origin[J]. *Molecules*, 2011, 16(12): 10507 - 10540.

[3] 张建林, 陶玲, 管咏梅, 等. 中药挥发油的促透皮吸收作用及在外用制剂研究中的问题分析[J]. 中草药, 2017, 48(24): 5263 - 5269.

[4] 黄罗生, 顾燕飞, 李红. 中药挥发油及芳香性药物的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(12): 1605 - 1611.

[5] VALDIVIESO-UGARTE M, GOMEZ-LLORENTE C, PLAZADI-AZ J, *et al*. Antimicrobial, antioxidant, and immunomodulatory properties of essential oils: a systematic review[J]. *Nutrients*, 2019, 11(11): 2786.

[6] LEMBERKOVICS E, KÉRY A, SIMÁNDI B, *et al*. Influence of extraction methods on the composition of essential oils[J]. *Acta Pharm Hung*, 2004, 74(3): 166 - 170.

[7] 罗兰, 刘佳佳, 何舒澜. 不同提取方法的大蒜挥发油 GC-MS 比较分析[J]. 中成药, 2008, 30(1): 139 - 141.

[8] 李鹏, 张琼光, 丁英平, 等. 不同方法提取丁香中挥发油的比较[J]. 中国医院药学杂志, 2006, 26(8): 945 - 947.

[9] BÁEZ D, PINO JA, MORALES D. Volatiles from *Magnolia grandiflora* flowers: comparative analysis by simultaneous distillation-extraction and solid phase microextraction[J]. *Nat Prod Commun*, 2012, 7(2): 237 - 238.

[10] 汪洋, 房存金, 毕玉霞. 不同提取方法对川芎挥发油化学成分的影响[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(14): 6425 - 6426.

[11] 张羽男. 不同方法提取木香挥发油的化学成分分析和生理活性研究[A]. 中国植物学会药用植物及植物药专业委员会、中国科学院昆明植物研究所. 第十届全国药用植物及植物药学术研讨会论文摘要集[C]. 中国植物学会药用植物及植物药专业委员会、中国科学院昆明植物研究所、中国植物学会, 2011:1.

[12] TENG H, LEE WY. Antibacterial and antioxidant activities and chemical compositions of volatile oils extracted from *Schisandra chinensis* Baill. seeds using simultaneous distillation extraction method, and comparison with Soxhlet and microwave-assisted extraction[J]. *Biosci Biotechnol Biochem*, 2014, 78(1): 79 - 85.

[13] 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.

[14] 李静, 熊维政, 李磊, 等. 2 种不同方法提取艾叶挥发油的效果比较[J]. 中国药房, 2016, 27(28): 3982 - 3984.

[15] 刘胜姿, 魏万之, 邱细敏, 等. 不同提取方法对白术油气相-质谱指纹图谱的影响[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2004, 1(1): 53 - 55.

[16] 周日宝, 吴佳, 童巧珍, 等. 不同提取方法中白术挥发油成分的比较研究[J]. 中药材, 2008, 31(2): 229 - 232.

[17] 张莉, 纪娟, 刘艺, 等. 不同方法提取石菖蒲挥发油气质联用成分分析[J]. 辽宁中医药大学学报, 2016, 18(1): 53 - 55.

[18] 杨潇, 芮光伟, 蒋珍菊. 三种不同方法提取花椒挥发油中化学成分的 GCMS/AMDIS 比较分析[J]. 中国调味品, 2014, 39(5): 118 - 121, 133.

[19] 张翼, 张硕, 谭永红, 等. 4 种不同方法提取苍术挥发油的比较研究[J]. 西南国防医药, 2018, 28(3): 201 - 204.

[20] 刘应蛟, 徐贝, 喻亚飞, 等. 三种不同方法提取吴茱萸果实挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 湖南中医药大学学报, 2015, 35(2): 27 - 30.

[21] 杜志炉,王建英,吴绵斌. 不同方法提取的佛手挥发油气相色

谱-质谱分析结果比较[J]. 中国药业,2006,15(3):21-22.
[22] 林敏浩, 周爱梅, 杨慧, 等. 水蒸汽蒸馏法提取广佛手挥发精油及其组成分析[J]. 食品安全质量检测学报, 2015, 6(2):619-625.
[23] 杨慧, 周爱梅, 夏旭, 等. 低温连续相变萃取广佛手精油及其组成分析[J]. 食品工业科技, 2015, 36(16):289-293.
[24] 刘鹏飞, 魏跃伟, 魏鹏程, 等. 不同方法提取辛夷挥发油化学成分与热失重分析的比较[J]. 现代食品科技, 2014, 30(2):170-176, 164.
[25] 盛萍, 王飒, 苗莉娟, 等. 不同方法提取的多伞阿魏挥发油化学成分及其体外抗胃癌活性比较[J]. 中成药, 2013, 35(11):2442-2448.
[26] GULERIA S, JAITAK V, SAINI R, *et al*. Comparative studies of volatile oil composition of *Rhododendron anthopogon* by hydrodistillation, supercritical carbon dioxide extraction and head space analysis[J]. *Nat Prod Res*, 2011, 25(13):1271-1277.
[27] 罗维巍, 吕琳琳, 孙丽阳, 等. 不同方法提取郁金挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 特产研究, 2016, 38(3):58-62.
[28] 回瑞华, 侯冬岩, 刘晓媛, 等. 不同方法提取侧柏叶中挥发性成分的气相色谱-质谱分析[J]. 质谱学报, 2006, 27(4):226-231.
[29] 曾虹燕. 不同方法提取的佩兰挥发油指纹图谱分析[J]. 食品科学, 2004, 25(1):123-126.
[30] 李建军, 连笑雅, 任美玲, 等. 金银花挥发油不同提取工艺比较与成分分析[J]. 河南农业大学学报, 2017, 51(5):711-716.
[31] VIDIC D, ČOPRA-JANIĆIJEVIĆ A, MILOŠ M, *et al*. Effects of different methods of isolation on volatile composition of *Artemisia annua* L[J]. *Int J Anal Chem*, 2018, 2018:1-6.
[32] 文震, 刘波, 郑宗坤, 等. 不同方法制备的鱼腥草挥发油化学成分的研究[J]. 中华中医药杂志, 2009, 24(10):1280-1283.
[33] 陈燕銮, 刘秋琼, 王建壮, 等. 三种不同方法提取北细辛挥发油的成分分析[J]. 中药材, 2013, 36(9):1447-1451.
[34] 张裕强, 郭立玮, 刘史佳, 等. 不同方法提取荜茇挥发油的 GC/MS 分析[J]. 质谱学报, 2008, 29(4):231-236.
[35] 丁艳霞, 谢欣梅, 崔秀明. 不同方法提取草果挥发油的化学成分[J]. 河南大学学报(医学版), 2009, 28(4):284-287.
[36] 汪洪武, 刘艳清, 严子军, 等. 不同方法提取鸦胆子挥发油化学成分的 GC-MS 分析[J]. 精细化工, 2011, 28(7):668-670, 697.
[37] 仝燕, 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.
[38] 但飞君, 蔡正军, 林世龙, 等. 不同方法提取白根独活挥发油的对比分析[J]. 精细化工, 2009, 26(5):468-471.
[39] 岳红坤, 韩明会. 桂枝挥发油不同萃取方法的比较研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(15):7848-7850.
[40] 施铮, 陈仁寿, 陈勇. 不同方法提取的柴胡挥发油化学成分比较[J]. 南京中医药大学学报, 2015, 31(6):576-578.
[41] MANN TS, BABU GDK, GULERIA S, *et al*. Comparison of *Eucalyptus cinerea* essential oils produced by hydrodistillation and supercritical carbon dioxide extraction[J]. *Nat Prod Commun*, 2011, 6(1):107-110.
[42] 劳燕霞, 陈康, 林文津, 等. 不同提取方法的麻黄挥发油 GC-MS 比较分析[J]. 现代中药研究与实践, 2005, 19(2):53-56.
[43] BÁEZ D, MORALES D, PINO JA. Volatiles from *Michelia champaca* flower: comparative analysis by simultaneous distillation-extraction and solid phase microextraction[J]. *Nat Prod Commun*, 2012, 7(5):659-660.
[44] 张辰露, 梁宗锁, 吴三桥, 等. 不同方法提取紫苏叶挥发油成分 GC-MS 分析[J]. 中药材, 2016, 39(2):337-341.
[45] 杨日福, 黄萍萍, 丘泰球, 等. 不同方法萃取紫草中挥发油的比较[J]. 中药材, 2011, 34(2):289-293.
[46] SAINI R, GULERIA S, KAUL VK, *et al*. Comparison of the volatile constituents of *Elsholtzia* fruiticosa extracted by hydrodistillation, supercritical fluid extraction and head space analysis[J]. *Nat Prod Commun*, 2010, 5(4):641-644.
[47] 徐响, 董捷, 丁小宇, 等. 不同方法萃取蜂胶挥发油组成及抑菌作用的研究[J]. 食品科学, 2010, 31(3):60-63.
[48] 张敏, 赵梅, 印酬, 等. 3 种不同提取方法对蜘蛛香挥发油化学成分的气相色谱-飞行时间质谱分析[J]. 中华中医药杂志, 2016, 31(8):3312-3317.
[49] 陈志霞, 林励. 不同提取方法对檀香挥发油含量及成分的影响[J]. 广州中医药大学学报, 2001, 18(2):174-177.
[50] 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.
[51] 文加旭, 赵德, 邓君. 炮制方法对木香挥发油成分的影响[J]. 中药材, 2012, 35(9):1397-1401.
[52] 俞建芬. 炮制对含挥发油类中药质量影响的探讨[J]. 内蒙古中医药, 2008, 27(24):28.
[53] 杨有林, 齐武强, 艾亮, 等. 基于化学计量学的 GC-FID 指纹图谱用于不同炮制品白术的研究[J]. 现代中药研究与实践, 2016, 30(5):65-68.
[54] 赵宏冰, 王志辉, 何芳, 等. 姜不同炮制品的挥发油成分 GC-MS 分析[J]. 中药材, 2015, 38(4):723-726.
[55] 韩红祥, 郑培和, 鲍成胜, 等. 炮制对五味子挥发油成分的影响[J]. 特产研究, 2011, 33(4):33-36.
[56] 康显杰, 杜伟锋, 凌珏, 等. 3 种干燥方法对片姜黄挥发油的影响[J]. 中成药, 2017, 39(9):1900-1903.
[57] 江康丽, 康显杰, 吴瑶, 等. 通过 GC-MS 比较不同产地加工方法对乌药中挥发油的影响[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(8):3760-3763.
[58] 张甜甜, 孙立立, 周倩, 等. 艾叶及其炮制品挥发油成分 GC-MS 研究[J]. 中成药, 2011, 33(1):87-92.
[59] 丁毅. 炮制对当归挥发油及多糖的影响[J]. 时珍国医国药, 2004, 15(8):496-497.
[60] 徐志英. 不同炮制工艺对当归挥发油组分的影响[J]. 临床合理用药杂志, 2016, 9(35):94-95.
[61] 黄鑫, 杨秀伟. 不同炮制品肉豆蔻挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(16):1669-1675.
[62] 陈密玉, 林燕妮, 吴国欣, 等. 生、烤芥子挥发油化学成分比较研究[J]. 中国中药杂志, 2006, 31(14):1157-1159.
[63] 陈炯, 高悦, 谭鹏, 等. 吴茱萸不同炮制品中挥发油成分气相色谱-质谱分析[J]. 中国中医药信息杂志, 2016, 23(12):91-95.
[64] 胡晓玲, 李健, 赖国校, 等. 不同炮制方法对广西莪术挥发油的影响[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(9):2139-2142.
[65] 蒋孟良, 蒋晓煌, 周孟辉. 不同炮制方法对乳香挥发油等影响的研究[C]//2010 中药炮制技术、学术交流暨产业发展高峰论坛论文集. 成都, 2010:285-288.
[66] 于欢, 钟凌云, 宁希鲜, 等. 枳实不同炮制品挥发油 GC-MS 分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(15):12-18.
[67] 刘慧, 姚蓝, 陈建红, 等. 栀子不同炮制品中挥发油类成分的 GC-MS 分析[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(9):1732-1737.
[68] 冯敬群, 范秦鹤. 含挥发油类中药的炮制研究[J]. 中成药, 1995, 17(3):14-16.

编辑:刘卓越/接受日期:2020-08-18