

· 综述 ·

2015 年版《中国药典》一部含挥发油类中药的分类及其质量影响因素分析

焦姣姣¹, 王雅琪^{1,2*}, 熊优², 杨园珍², 伍振峰², 熊耀坤², 杨明^{1,2*}
(1. 成都中医药大学, 成都 611137; 2. 江西中医药大学, 南昌 330004)

【摘要】挥发油广泛分布于中药材中,含有丰富的化学成分,具有抗菌、抗炎、抗氧化、抗肿瘤、促透皮吸收、镇痛等多种药理活性。近年来,有关含挥发油类中药的研究日益增加,现今在临床医疗、保健、日用产品的开发等方面均已显示出广阔的应用前景。中药挥发油溶解性差、易挥发,性质不稳定。品种、采收季节、提取方法、炮制工艺、贮存条件等因素均会影响挥发油的成分与含量,进而直接影响其疗效、安全性和质量稳定性,因此控制挥发油含量显得尤为必要。现行 2015 年版《中国药典》在含挥发油类中药的质量控制方面做了许多规定,但却普遍未对挥发油的含量进行限度要求。鉴于中药挥发油良好的生物活性及质量标准尚不完善,本研究以 2015 年版《中国药典》一部为数据来源,通过文献研究与药典描述确定含挥发油类中药的种类;结合中药学知识,对 196 种含挥发油类中药的功能与主治、来源进行分类统计,辨析易混淆品种;综合分析挥发油的质量影响因素,总结其含量测定方法,为开发利用含挥发油类中药提供参考,为进一步加强和完善含挥发油类中药的质量标准奠定基础。

【关键词】含挥发油类中药;《中国药典》;分类;质量影响因素;含量测定
【中图分类号】R284.1;R289;R22 【文献标识码】A 【文章编号】1005-9903(2019)09-0197-10
【doi】10.13422/j.cnki.syfx.20190322
【网络出版地址】http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20181115.1008.024.html
【网络出版时间】2018-11-16 12:27

Classification of Chinese Medicines Containing Volatile Oil and Analysis of Quality Influencing Factors Based on First Part in *Chinese Pharmacopoeia* 2015 Edition

JIAO Jiao-jiao¹, WANG Ya-qi^{1,2*}, XIONG You², YANG Yuan-zhen², WU Zhen-feng²,
XIONG Yao-kun², YANG Ming^{1,2*}
(1. *Chengdu University of Traditional Chinese Medicine (TCM), Chengdu 611137, China;*
2. *Jiangxi University of TCM, Nanchang 330004, China*)

【Abstract】Volatile oil is widely distributed in Chinese medicinal materials, which contains rich chemical compositions and has a variety of pharmacological activities such as anti-bacterial, anti-inflammatory, anti-oxidant, anti-tumor, transdermal absorption and antalgic activities, etc. In recent years, the research on the Chinese medicines containing volatile oil is increasing, showing a wide prospect of application in clinical medicine, health care, daily products development, etc. Volatile oil of traditional Chinese medicine has poor solubility, volatility and unstable properties. Factors such as species, harvesting seasons, extraction methods, processing technologies and storage conditions would affect the compositions and contents of volatile oil, thus directly affecting its efficacy, safety and quality stability. Hence, it is especially necessary to control the volatile oil content. The current 2015 edition of the *Chinese Pharmacopoeia* has made a lot of regulations on the quality control of Chinese

【收稿日期】20180711(015)
【基金项目】国家自然科学基金项目(81560657);江西省自然科学基金项目(20171BAB205099)
【第一作者】焦姣姣,在读硕士,从事中药新剂型与新技术工作,Tel:0791-87118108,E-mail:jqiao6@163.com
【通信作者】* 杨明,博士,教授,从事中药新剂型与新技术工作,Tel:0791-87118108,E-mail:yangming16@126.com;
* 王雅琪,在读博士,讲师,从事中药物质基础及工艺技术研究工作,Tel:0791-87118108,E-mail:wangyaqi_3@163.com

medicines containing volatile oil, but generally does not provide the lowest and highest concentrations of volatile oil. As the volatile oil of traditional Chinese medicines has good biological activity and the quality standards are not yet perfect, this study would take the First Part of *Chinese Pharmacopoeia* 2015 Edition as the data source to determine the species of Chinese medicines containing volatile oils through literature research and pharmacopoeia description; the functions, indications, and sources of 196 kinds of traditional Chinese medicines containing volatile oil would be classified and the confusable species would be discriminated by using the Chinese pharmacy knowledge. In this study, the quality-influencing factors would be comprehensively analyzed and the content determination methods of volatile oil would be summarized to offer a reference for the development and application of Chinese medicinal materials containing volatile oil, as well as to lay the foundation for further reinforcing and improving their quality standards.

[**Key words**] Chinese medicines containing volatile oil; *Chinese Pharmacopoeia*; classification; quality-influencing factor; content determination

挥发油又称精油,是存在于植物中的一类具有芳香气味、可随水蒸气蒸馏而又与水不相混溶的挥发性油状液体的总称。挥发油化学组分复杂,以萜类、小分子脂肪族和芳香族化合物较为多见^[1]。含挥发油的中草药非常多,尤以唇形科(薄荷、紫苏等),伞形科(当归、茴香等),菊科(艾叶、苍术等),芸香科(桔、花椒等)等科见长。中药挥发油药理活性广泛,在心脑血管系统、中枢神经系统、呼吸系统、胃肠道系统及抗菌、抗炎、抗癌、抗病毒、促进药物吸收等方面均具有良好的生物活性^[2]。近年来大量药理研究表明,中药挥发油抑制微生物活性效果显著,且具有消除耐药菌株 R 质粒作用,降低细菌耐药性的产生^[3]。鉴于中药挥发油良好的药理活性,被广泛开发为药品(康莱特注射液),健康保健品(玫瑰精油),日用产品(空气消毒剂、牙膏等)等,具有较大的市场开发前景。

《中国药典》是我国保证药品质量的法典,具有科学性、先进性、规范性和权威性。《中国药典》中收载疗效确切、毒副作用小、质量稳定的常用药物及其制剂,规定质量标准、制备要求、检验方法等,作为药物生产、检验、供应与使用的依据。对于保证药物质量、提高中药饮片和中成药质量、保障临床用药安全有效、规范中药产业的发展等均起到积极作用,并在一定程度上反映了该国家药物生产、医疗和科技水平。

现行 2015 年版一部中共收录 618 味中药(药材和饮片),1 933 种成方制剂和单味制剂及 47 种植物油脂和提取物。经统计,一部中,共有 38 味中药以挥发油含量作为质量评价的指标,体积分数从 0.12% ~ 10.0% (mL·g⁻¹) 不等;在植物油脂和提取物部分,明确收载了 10 种由含挥发性成分的新鲜植物或干燥药材提取所得的挥发油,并有相应标准

控制挥发油的质量;1 933 种成方制剂和单味制剂中,仅有 3 个成方制剂(云香祛风止痛酊、正骨水和红色正金软膏)规定测定挥发油含量,其质量分数分别为 9.0% ,9.5% 和 45%^[4]。此外,《中国药典》中尚有许多中药和中药制剂均含挥发油,但未规定挥发油含量,而挥发油含量多少直接影响其药效、安全性和质量稳定性,挥发油因自身性质不稳定与成分的复杂性使其质量控制困难。近年来,有关挥发油中药质量标准方面的研究较多,但都集中在提高某一具体含挥发油类中药的质量标准上,提高《中国药典》上整体含挥发油类中药的质量标准尚无研究。鉴于挥发油广泛的药理活性和质量标准尚不完善,本研究主要针对 2015 年版《中国药典》一部中含挥发油类中药进行全面分析和统计,并简要介绍影响含挥发油类中药质量的因素及挥发油的含量测定方法,为完善含挥发油类中药的质量标准提供思路,为进一步开发利用含挥发油类中药提供参考。

1 含挥发油类中药统计分析

1.1 筛选方法 打开 2015 年版《中国药典》一部和中国知网,逐一翻阅《中国药典》中所有药材和饮片,在中国知网上输入主题词“XX 挥发油”,如“一枝黄花挥发油”,文献检索该药材是否含有挥发油及挥发油的含量范围,再结合《中国药典》中对该药材和饮片的性状和鉴别描述,以确定该药材是否含挥发油。在此过程中,对易混淆药材进行区别,如红花与西红花、肉豆蔻与草豆蔻、紫苏叶和紫苏子等,经反复验证,最终筛选出 196 种含挥发油类中药。

将筛选出的 196 种药材和饮片的信息录入并建立 Excel 表,包括中药名称、来源、药用部位、味、药性、功能与主治、挥发油含量等项目,对 196 种药材和饮片按功能与主治、来源进行统计分析。见表 1。

表 1 2015 年版《中国药典》收录的 196 种含挥发油类药材和饮片
Table 1 196 kinds of raw herbs and decoction pieces containing volatile oil in *Chinese Pharmacopoeia* 2015 Edition

编号	中药名称	编号	中药名称	编号	中药名称	编号	中药名称
1	一枝黄花	50	肉豆蔻 ¹⁾	99	明党参	148	党参
2	丁香	51	肉桂 ¹⁾	100	侧柏叶	149	积雪草
3	八角茴香 ¹⁾	52	竹节参	101	佩兰 ¹⁾	150	臭灵丹草
4	人参	53	延胡索	102	金银花	151	徐长卿
5	人参叶	54	华山参	103	乳香 ¹⁾	152	狼毒
6	九里香	55	冰片(合成龙脑)	104	肿节风	153	高良姜
7	三七	56	关黄柏	105	鱼腥草	154	益母草
8	三白草	57	安息香	106	京大戟	155	益智 ¹⁾
9	三棱	58	防己	107	油松节 ¹⁾	156	海风藤
10	干姜 ¹⁾	59	防风	108	泽兰	157	桑叶
11	土木香	60	红花	109	降香 ¹⁾	158	黄柏
12	大黄	61	红豆蔻 ¹⁾	110	细辛 ¹⁾	159	菊花
13	大蒜	62	红景天	111	荆芥 ¹⁾	160	梅花
14	山柰 ¹⁾	63	麦冬	112	荆芥穗 ¹⁾	161	野马追
15	千年健	64	赤芍	113	葶苈	162	野菊花
16	千里光	65	芫花	114	葶澄茄	163	蛇床子
17	川木香	66	花椒 ¹⁾	115	草豆蔻 ¹⁾	164	银杏叶
18	川芎	67	芥子	116	草果 ¹⁾	165	麻黄
19	广藿香	68	苍术	117	茵陈	166	淫羊藿
20	小茴香 ¹⁾	69	苏合香	118	菴蔚子	167	续断
21	天山雪莲	70	豆蔻 ¹⁾	119	胡芦巴	168	密蒙花
22	天然冰片(右旋龙脑)	71	两面针	120	胡椒	169	款冬花
23	木香	72	连翘	121	荔枝核	170	葶苈子
24	木贼	73	连钱草	122	五味子	171	紫花前胡
25	五加皮	74	吴茱萸	123	南鹤虱	172	紫苏子
26	五味子	75	牡丹皮	124	枳壳	173	紫苏叶 ¹⁾
27	片姜黄 ¹⁾	76	牡荆叶	125	枳实	174	紫苏梗
28	化橘红	77	佛手	126	柏子仁	175	紫菀
29	月季花	78	余甘子	127	梔子	176	黑种草子
30	乌药	79	辛夷 ¹⁾	128	威灵仙	177	鹅不食草
31	甘松 ¹⁾	80	羌活 ¹⁾	129	厚朴	178	蒲公英
32	艾片(左旋龙脑)	81	沉香	130	厚朴花	179	蒲黄
33	艾叶	82	没药 ¹⁾	131	砂仁 ¹⁾	180	蜂胶
34	石菖蒲 ¹⁾	83	补骨脂	132	鸦胆子	181	蜂蜜
35	北沙参	84	灵芝	133	韭菜子	182	蜂蜡
36	生姜 ¹⁾	85	阿魏 ¹⁾	134	香附 ¹⁾	183	满山红
37	仙鹤草	86	陈皮	135	香加皮	184	蔓荆子
38	白术	87	忍冬藤	136	香橼	185	酸枣仁
39	白芍	88	青皮	137	香薷 ¹⁾	186	蜘蛛香
40	白芷	89	青果	138	重楼	187	漏芦
41	白鲜皮	90	青蒿	139	禹州漏芦	188	辣椒
42	冬凌草	91	玫瑰花	140	独活	189	鹤虱
43	玄参	92	苦杏仁	141	姜黄 ¹⁾	190	薤白
44	半夏	93	苦楝皮	142	前胡	191	薏苡仁
45	母丁香	94	枇杷叶	143	穿山甲	192	薄荷 ¹⁾
46	地枫皮	95	刺五加	144	莪术 ¹⁾	193	橘红
47	西红花	96	枫香脂 ¹⁾	145	桂枝	194	藏菖蒲 ¹⁾
48	西洋参	97	郁金	146	夏枯草	195	藁本
49	当归 ¹⁾	98	昆布	147	柴胡	196	檀香 ¹⁾

注: ¹⁾2015 年版《中国药典》上以挥发油含量作为质量评价指标的药材和饮片。

1.2 含挥发油类中药功能与主治分析 为了解 2015 年版《中国药典》中 196 种含挥发油类中药的功能与主治特点,对其进行统计分析。药材和饮片的功能与主治用语比较复杂,参照王建等编写的《临床中药学》^[5]对功能主治特点进行分类。经统计,2015 年版《中国药典》中含挥发油类中药主要为清热药、活血化瘀药、理气药、解表药、补虚药和温里药,其次是祛风湿药、化湿药、止咳平喘药、止血药、化痰药和开窍药等。见表 2。

表 2 196 种含挥发油类药材和饮片的功能与主治统计
Table 2 Statistics of function of 196 kind of raw herbs and decoction pieces containing volatile oil

分类	数量 /个	所占比例 (n/196 × 100%) /%	分类	数量 /个	所占比例 (n/196 × 100%) /%
清热药	26	13.27	止血药	7	3.57
活血化瘀药	23	11.73	化痰药	7	3.57
理气药	22	11.22	开窍药	6	3.06
解表药	21	10.71	利水渗湿药	4	2.04
补虚药	20	10.20	驱虫药	4	2.04
温里药	16	8.16	泻下药	3	1.53
祛风湿药	10	5.10	收涩药	3	1.53
化湿药	10	5.10	安神药	3	1.53
止咳平喘药	8	4.08	其他	3	1.53

清热药以清泻里热为主,主治里热证,如青蒿、鱼腥草等。青蒿挥发油主要成分为蒿酮、异蒿酮、桉油精、左旋樟脑、丁香烯、茨烯、龙脑等,具有良好的抑菌、抗氧化、抗肿瘤等药理活性,临床用于治疗神经皮炎、真菌等多种疾病,亦可用于制造香水等,且青蒿挥发油由于含有桉油精、蒎烯等成分具有一定的解热作用^[6-7]。鱼腥草挥发油具有抗菌、抗病毒、抗炎、抗衰老、抗肿瘤^[8]等药理活性,主含萜类化合物、酯类化合物、烯烃、醇类化合物,其所含的癸酰乙醛(即鱼腥草素)与传统清热药中的清热解毒功效有关,如主含此成分的鱼腥草注射液可清热解毒、利尿、抗菌、抗病毒、提高机体免疫力等^[9]。

活血化瘀药以畅利血行、消散瘀血为主,主治瘀血证,如莪术。孙涛等^[10]研究发现醋炙蓬莪术挥发油能够明显降低纤维蛋白原、红细胞聚集指数、全血黏度、全血低切相对指数、全血还原黏度、红细胞变形指数,提示醋炙蓬莪术挥发油具有良好的活血化瘀作用。莪术油主含莪术醇、莪术烯醇、莪术酮、莪术二酮等,具有抗肿瘤、抗炎、抗菌、抗病毒、抗血栓

等广泛的药理作用,但莪术油的毒性还有待更深入地研究,以便更好地指导临床合理安全用药^[11]。

理气药以调理气机为主,主治气滞或气逆证,如陈皮。陈皮挥发油含有右旋柠檬烯、柠檬醛、川皮酮、橙皮苷、肌醇等化学成分,具有抗氧化、抗菌、祛痰、平喘、促进消化液分泌、排除肠内积气、扩张冠状动脉和利胆等功效^[12]。王坚^[13]通过研究发现,挥发油是陈皮发挥理气作用的重要部位。

解表药以发散表邪为主,主治表证,如细辛和薄荷。2015 年版《中国药典》规定细辛含挥发油不得少于 2.0% (mL·g⁻¹),其具有解热镇痛、抗炎、抗真菌、解痉平喘、祛痰镇咳、抗惊厥^[14]、促渗透^[15]等药理作用,其解热作用与传统解表药中的解表散寒功效相关,甲基丁香酚,黄樟脑,2-β-蒎烯,δ-3-萘烯,龙脑等成分可能是细辛挥发油发挥药效的重要成分^[16]。薄荷挥发油含量不得少于 0.80% (mL·g⁻¹)^[4],其含有薄荷醇、乙酸薄荷酯、柠檬烯、薄荷酮等活性成分,具有促渗透、抗病毒、抗炎镇痛、抗肿瘤^[17]、抗氧化^[18]、解热等生物活性。杨敏^[19]通过文献考证和实验研究发现,薄荷解表的主要药效学基础是挥发油,薄荷挥发油具有的抗炎、镇痛、解热药理活性与解表药中的主治风热感冒、风温初起等相关。

补虚药以补虚扶弱为主,主治虚证,如白术、当归等。白术挥发油含有苍术醇、苍术酮、萜烯类、白术内酯类等成分,其中,白术内酯 I 具有健脾运脾作用,主治脾虚食少、腹胀泄泻。此外,白术挥发油还具有明显的抑菌、抗肿瘤、抗炎、抗老年痴呆症、提高机体免疫力等药理作用^[20]。当归挥发油主要含有 α-蒎烯、藁本内酯和丁烯基苯酞等多种成分,具有降血脂、降血压^[21]、促渗透^[22]、抗炎镇痛、抗血小板聚集、增强免疫、缓解痛经、解痉平喘等作用^[23]。王雨薇^[24]从微观上证实了当归挥发油为“血中气药”和中医的气血理论,这与当归补血活血功效紧密相关。

温里药以温里驱寒为主,主治里寒证,如小茴香、肉桂等。秦华珍等^[25]研究发现,小茴香所含挥发油与其散寒止痛、理气和胃功效相关。小茴香挥发油主要为萜烯、醚、酮类和少量酚醛类,具有抗肿瘤、抑菌、促透皮吸收^[26]、抗炎镇痛、抗氧化、保肝、抗肝纤维化^[27]等功效。肉桂所含挥发油与其补火助阳、引火归元、散寒止痛、温经通脉等功效有关^[28],且具有抑菌^[29]、抗氧化、抗炎、抗癌、降血糖等药理活性,主含肉桂醛、肉桂酸、肉桂醇乙酸酯等化学成分^[30]。

此外,2015 年版《中国药典》中还有很多其他类含挥发油中药,如祛风湿的独活、化湿的广藿香、止咳平喘的紫苏子、温经止血的艾叶、燥湿化痰的半夏等。

综上所述,现行富含挥发油的中药成分复杂,大都具有抑菌、抗炎、抗氧化、镇痛、促透皮吸收、抗肿瘤等多种药理活性。其中,关于挥发油中药的抗肿瘤活性的研究日益增多,在医药方面已显示出广阔的应用前景,其抗肿瘤作用的充分发挥主要与抗肿瘤作用机制如诱导凋亡、抑制增殖、抗氧化、酶诱导、抑制突变、增强机体免疫和调控、调节多药耐药性和各种成分的协同作用等有关^[31]。

《中国药典》中的 196 种含挥发油类中药,有 38 种以挥发油含量作为质量评价指标,如八角茴香含挥发油不得少于 4.0% ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$);还有部分规定了挥发油中某类成分的含量,如丁香含丁香酚不得少于 11.0%;此外,绝大部分未规定挥发油含量,如一枝黄花、大黄、五加皮、鱼腥草、高良姜等。鉴于挥发油良好的药理活性,完善其质量标准非常必要。

1.3 含挥发油类中药来源统计 2015 年版《中国药典》一部中 196 种含挥发油类中药分别来源于 63 个科。其中,来源于菊科的挥发油中药最多(25),占统计总数的 12.76%,其次分别是伞形科(17),芸香科(15),姜科(14),唇形科(14),木兰科(7),五加科(7),蔷薇科(6),百合科(5),樟科(5),毛茛科(5),天南星科(4),大戟科(3),橄榄科(3),豆科(3),胡椒科(3)和蜜蜂科(3)等。可根据种属特征发现更多新的含挥发油品种,并充分挖掘其功效,从而扩大中药挥发油的临床使用范围。

1.4 含挥发油类中药易混淆品辨析 含挥发油类中药种类繁多,名称复杂。有的挥发油中药名称相似,但来源不同,功效不同,挥发油含量也不尽相同,容易混淆。肉豆蔻与豆蔻、草豆蔻和红豆蔻区分开,四者来源与挥发油含量均不同。肉豆蔻为肉豆蔻科植物肉豆蔻的干燥种仁,挥发油含量很高,2015 年版《中国药典》规定其挥发油含量不得少于 6.0% ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$);豆蔻为姜科植物白豆蔻或瓜哇白豆蔻的干燥成熟果实,挥发油含量较高,2015 年版《中国药典》规定原豆蔻仁含挥发油 $\geq 5.0\%$ ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$),印尼白蔻仁不得少于 4.0% ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$);草豆蔻来源于姜科植物草豆蔻的干燥近成熟种子,挥发油含量稍低,2015 年版《中国药典》规定含挥发油不得少于 1.0% ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$);红豆蔻来源于姜科植物大高良姜的干燥成熟果实,挥发油含量较低,2015 年版《中国

药典》规定其种子含挥发油不得少于 0.40% ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$)。有的挥发油中药植物来源相同,但药用部位不同,挥发油含量及成分不同,功能主治也不全相同。紫苏子、紫苏叶和紫苏梗均来源于唇形科植物紫苏,药用部位分别是干燥近成熟果实,干燥叶(或带嫩枝),干燥茎,三者挥发油所含化学组分种类有比较大的差异,而且各组分对应的含量也大相径庭,三者中含量最高的化学成分都仅在各自的挥发油中体现,因而药理上也有较大的差异^[32],紫苏子降气化痰、止咳平喘、润肠通便,紫苏叶解表散寒、行气和胃,紫苏梗理气宽中、理气、安胎,三者分别为止咳平喘药、解表药和理气药。临床上应根据疾病类型及患者情况选用合理的含挥发油类中药。

1.5 其他含挥发油品种 2015 年版《中国药典》一部中,除药材和饮片部分有含挥发油品种外,其他两部分也有含挥发油品种。

在植物油脂和提取物部分,明确收载了 10 种由含挥发性成分的新鲜植物或干燥药材提取所得的挥发油,即丁香罗勒油、八角茴香油、广藿香油、肉桂油、牡荆油、松节油、莪术油、桉油、满山红油和薄荷素油,并有相应质量控制标准,其挥发油含量分别不得少于 65.0%, 80.0%, 26.0%, 75.0%, 20.0%, 80.0%, 17.5%, 70.0%, 20.0% 和 28.0%^[4]。

在成方制剂和单味制剂部分,仅有云香祛风止痛酊、正骨水和红色正金软膏以挥发油含量作为质量评价指标,其挥发油含量分别不得少于 9.0% ($\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$), 9.5%, 45% ($\text{mL}\cdot\text{g}^{-1}$)。此外,还有很多成方制剂富含挥发油,如十滴水、十滴水软胶囊、良附丸、骨痛灵酊、复方川芎片、感冒清热颗粒等,但其成方制剂质量标准项下并无挥发油含量限度要求,大量富含挥发油的成方制剂质量标准有待进一步完善。

2 影响含挥发油类中药中挥发油质量的因素

富含挥发油的药材非常丰富,且挥发油疗效确切,但 2015 年版《中国药典》收载的以挥发油含量作为质量标准的含挥发油类中药品种相对较少,这可能与挥发油在采收及制剂过程中易损失有关。当含挥发油类中药所含挥发油成分的种类及其量改变时,可能直接影响到中药的安全性、有效性及质量可控性。经文献统计,中药品种、产地、药用部位、种植季节、采收期、炮制工艺等因素均会影响含挥发油类中药中挥发油的质量。

2.1 品种 同一挥发油中药品种不同,其挥发油含量及组成不同。陈虹霞等^[33]通过 GC-MS 分析测定

江西地区不同品种桂花挥发油后发现,金桂、银桂和四季桂挥发油的含量及组成均不同,其挥发油得率分别为 0.025%、0.015% 和 0.030%,分别鉴定出 19、13、26 种化合物。郭耀杰等^[34]通过比较 8 种川白芷挥发油含量及其各组成成分与含量后,发现它们均主要含醇类和碳烯类化合物,但其挥发油中分别鉴定出不同数量的组分,且具体组分含量存在一定差异。

2.2 产地 不同产地种植的含挥发油类中药质量有一定差异,挥发油化学成分迥异。戴卫波等^[35]通过测定 12 个不同产地艾叶的挥发油含量及成分后发现,其挥发油含量、成分种类和毒性成分含量相差较大。翁金月等^[36]采用气相色谱-质谱联用仪分析比较 10 个不同产地温郁金挥发油的化学组分,结果显示不同产地温郁金挥发油含量各不相同,挥发油成分在含量和化学组成上也有较大差异。

2.3 药用部位 很多含挥发油类中药包含多个药用部位,药用部位不同,挥发油各成分组成与含量不同,药理作用不同。当归药材包括当归头、当归身和当归尾三部分。吴海燕等^[37]研究发现,在相同提取测定条件下,3 个部位提取的挥发油中均含有较多内酯化合物,且 *Z*-藁本内酯含量都比较高,其余成分也基本上是内酯类化合物,但其主要成分和含量不尽相同,药理作用不同,当归头和当归尾偏化痰活血、破血,当归身偏化痰补血、养血,全当归既可补血又可活血。冼寒梅等^[38]研究发现在白子菜的根、茎和叶的挥发油中分别鉴定出 31、25、27 种化学成分,共有成分 14 种,各成分含量有异。

2.4 种植季节 种植季节不同,中药的挥发油含量可能也不同。张雅莉等^[39]通过比较春、冬两季种植青蒿的挥发油成分后发现,不同季节种植的青蒿挥发油收率区别较大,春蒿挥发油收率为冬蒿的 4 倍,主要成分也有差异,春蒿挥发油主含樟脑、石竹烯氧化物、表蓝桉醇和 α -蛇床烯等,冬蒿挥发油则为蒿酮、樟脑、石竹烯氧化物和 α -蛇床烯、桉树脑等。

2.5 采收期 采收期不同,对中药挥发油也有一定影响。吕乔璐等^[40]研究结果显示 8 批薄荷药材的主要有效成分薄荷酮在 6、7 月份含量最高,左旋柠檬烯在 6 月份含量最高,左旋薄荷醇在 9、10 月份最高,兼顾 3 种主要成分,初步确定该种薄荷的最佳采收期为 9 月。

2.6 炮制工艺 含挥发油类中药的炮制工艺应根据药材的临床用途及毒性作用进行选择。文加旭等^[41]采用清炒、麸炒、麸煨、纸煨等方法炮制木香,

比较各炮制品与生品的挥发油含量及成分组成,结果发现除清炒外,麸炒、麸煨、纸煨都显著降低木香挥发油含量。木香经不同方法炮制后,挥发油含量及组成差异较大,功效也有所不同。苍术经不同方法炮制后,挥发油含量均有所下降,挥发油中许多成分转变为苍术素,部分挥发油受热挥发,从而达到不同程度“减燥、减毒”的目的^[42]。

2.7 提取工艺 在天然香料、食品、日用化妆品、人类保健品等的研制和生产中,提取和保留挥发油成分对保障其效用至关重要。挥发油的传统提取方法主要有水蒸气蒸馏法、溶剂提取法、压榨法和吸附法等,这些提取方法技术成熟,便于规模化生产,但存在使用大量有机溶剂,提取时间长,杂质多,萃取成分不足,热敏性成分易破坏,选择性差,香气不持久等缺点。故出现了很多现代提取方法,如酶解辅助提取法、同时蒸馏萃取法、超临界 CO₂ 流体萃取法、亚临界水萃取、微波辅助提取法、超声波辅助提取法、固相微萃取法和联合萃取法等^[43],这些方法大多具有选择性好、污染少、能耗低、条件温和、提取挥发油成分足、品质高等优点,但也存在仪器设备昂贵、成本相对较高、技术操作要求高、难以规模化生产等缺点。应根据植物的含油部位、油中成分的性质以及经济价值和用途等方面进行综合考虑,选择合适的提取方法。

2.8 成型技术 中药挥发油是由多种化学成分组成的混合物,其溶解性差、易挥发、性质不稳定,存储困难,不宜直接使用,可采用包合物、脂质体、微囊化、乳化等技术提高其稳定性^[44]。李曦等^[45]对降香挥发油采用羟丙基- β -环糊精(HP- β -CD)包合后,较好地增加了其溶解度,提高了其在水中的稳定性,且稳定作用与 HP- β -CD 的质量浓度成正相关。张壮丽等^[46]采用熔融乳化-超声分散法制备的鱼腥草挥发油纳米结构脂质载体,粒径小、包封率高、物理稳定性较好。王飞霞^[47]采用乳化-溶剂扩散法制备莪术、荆芥挥发油微囊,最终制得的挥发油微囊具有流动性好、载药量较高的特性,同时较好的提高了挥发油的稳定性。赵一等^[48]采用经典硅胶柱快速分离纯化当归挥发油得到 *Z*-藁本内酯,并将挥发油制备为自乳化微乳制剂,可减少其挥发性,增加其理化稳定性,可用作当归挥发油 *Z*-藁本内酯的口服制剂,该自乳化制剂无水相存在,可提高药物的稳定性。

2.9 贮存条件 中药所含挥发性成分,在储存过程中会随着储存季节不同、储存时间延长及温湿度

变化有一定损耗。冯文字等^[49]通过检测不同贮存期青蒿挥发油含量后发现,秋季和冬季对青蒿挥发油收率影响不大,从 9 月贮存 6 个月到次年 3 月,收率仅损失 1/3,而进入春季后收率迅速减少,从 3 月贮存到 5 月收率就减少了 1/3。严寒静^[50]通过对不同贮存时间广陈皮挥发油的成分分析后发现,不同贮存时间的广陈皮虽主要成分均是柠檬烯,但其含量有所不同,样品挥发油中其他成分组成和含量也均有差异,总体上呈现随着贮存时间的延长,相对分子质量较大的成分增加、相对分子质量较小成分减少的趋势。苗丽坤等^[51]通过比较不同储存条件对红景天挥发油成分的影响后发现,储存温度和湿度对红景天挥发油成分影响较大,储存温度 30℃,储存湿度小于 70% RH 为其适宜储存环境。

2.10 其他 此外,种栽和种植密度^[52]、施肥水平^[53]、包装方式^[54]等因素也会影响含挥发油类中药中挥发油的质量。

3 含挥发油类中药中挥发油的含量测定方法

鉴于中药品种、产地、药用部位、种植季节、采收期、炮制工艺等因素对中药挥发油含量影响极大,而挥发油含量多少直接与其疗效和安全性相关,为确保含挥发油中药的质量和疗效,势必考虑这些影响因素,控制挥发油含量。目前测定挥发油含量的方法主要有水蒸气蒸馏法、气相色谱法、高效液相色谱法、紫外分光光度法等。

3.1 水蒸气蒸馏法 水蒸气蒸馏法为 2015 年版《中国药典》中的挥发油测定法,在提取的同时进行含量测定,根据挥发油的相对密度大小分为甲法和乙法,主要用来测定药材中挥发油的总含量。其原理为药材中的挥发油随水蒸气蒸馏而带出,经冷凝后聚集在挥发油测定器中,读取挥发油量,并通过计算得药材中挥发油含量^[55]。此法应用最为广泛,张宇霞等^[56]测定不同产地甘松挥发油含量、蔡定多等^[57]测定温郁金主根茎与侧根茎挥发油含量、黄青等^[58]测定 6 种不同产地的肉桂中总挥发油含量等时均采用水蒸气蒸馏法。该法提取设备简单、容易操作、成本小、产量大,但提取时间长、温度高,挥发油在此过程中易损失,提取效率低。张小飞等^[59]通过对传统的挥发油提取器进行改进,提高了效率。

3.2 气相色谱法(GC) GC 常用于测试某一特定化合物的纯度与对混合物中的各组分进行分离,同时还可以测定各组分的相对含量,在挥发油含量测定上应用广泛,多用来测定挥发油各成分种类与含量。王春民等^[60]测定颈复康颗粒原药材所含

挥发油中 Z-蒿本内酯及洋川芎内酯 A 的含量、鲁艺等^[61]测定砂仁挥发油中 7 种活性成分含量、刘玉红等^[62]测定鱼腥草挥发油中 α -蒎烯、 β -蒎烯等 7 种成分含量等时均采用 GC。该法检测灵敏度高、测定结果精确,但设备复杂、昂贵,使用成本高。

3.3 高效液相色谱法(HPLC) HPLC 在挥发油的含量测定中应用广泛,主要用来测定药材挥发油中某种或某几种成分的含量,进而建立质量标准。顾娟娟等^[63]采用 HPLC 测定莪术不同炮制品提取的挥发油中莪术二酮、莪术醇、吉马酮和 β -榄香烯的量,结果显示所建立的 HPLC 准确、灵敏,可作为莪术不同炮制品挥发油质量控制的方法;何兵等^[64]采用 HPLC 测定 11 种中药挥发油中桉油精的含量,结果显示可作为中药挥发油中桉油精的定量分析方法。该法分离效率高、选择性好、检测灵敏度高、操作自动化,但分析成本较高、时间较长。

3.4 紫外分光光度法 紫外分光光度法是基于物质对光的选择性吸收而建立起来的方法,常用于测定在紫外区有吸收的挥发油中个别成分含量或挥发油总量。李岗等^[65]用紫外分光光度法对得到的缬草挥发油中总缬草三酯进行了测定;李曦等^[45]采用紫外分光光度法测定降香挥发油的含量。此法操作简便、快速,仪器设备简单,但只适用于检测在紫外光区有吸收的物质。

3.5 近红外光谱法 近红外光谱定量技术是在获得化学参考值的基础上,采用化学计量学方法建立数学模型来预测中药或中药制剂中的一种或几种化学成分含量^[66],该技术在中药挥发油的含量测定方面已有应用,适用于含量大于 0.1% 的挥发油成分的测定。LI 等^[67]测定红花挥发油中的新绿原酸,绿原酸,咖啡酸,3,4-二咖啡酰奎宁酸,3,5-二咖啡酰奎宁酸及 4,5-咖啡酰奎宁酸含量时采用近红外光谱技术,并成功通过验证。采用近红外光谱检测花椒挥发油含量,可达到对花椒挥发油含量进行无损检测的目的^[68]。由于近红外光谱技术可以反映挥发油成分的综合信息,因此该技术具有较好的可移植性,有助于含挥发油中药的质量控制。此法分析速度快、效率高、成本低、无污染,且可实现无损检测;但其分析测试的灵敏度相对较低,且前期建模投入较多,不适合作为样品和所测项目经常变化的分散性样品的检测。

3.6 其他 除以上常见挥发油含量测定方法外,还有干燥失重法、热重分析法^[69]、挥发重量法^[70]及多种定量测定方法联合使用^[71-72]等。这些方法各有

利弊,在实际应用中应根据中药挥发油的性质和定量分析目的选择合适的含量测定方法。

4 小结

鉴于挥发油良好的药效活性,但目前针对富含挥发油类中药的质量标准尚不完善。以挥发油含量作为质量评价指标的中药仅 38 种,占本文统计总量的 19.39%。以挥发油含量作为质量评价指标的成方制剂仅有 3 个,其中挥发油所占比重分别达 9.0%、9.5% 和 45%。此外,还有大量富含挥发油的中药制剂尚无挥发油含量限量,如十滴水、藿香正气水、逍遥丸、十香止痛丸等,难以保证中药制剂质量的稳定有效。因此,完善含挥发油类中药及制剂的质量标准非常必要。

2015 年版《中国药典》中以挥发油含量作为质量评价指标的 38 种药材的单位虽一致,但有效数字的位数保留不统一,如 2015 年版《中国药典》规定干姜挥发油含量不得少于 0.8% (mL·g⁻¹),佩兰含挥发油不得少于 0.30% (mL·g⁻¹);挥发油含量有效数字的统一,对制剂工艺与用法用量等都有指导意义。此外,《中国药典》中植物油脂和提取物部分,虽已有性状、鉴别、检查、含量测定等项,却无功能与主治、用法与用量项;功能主治与用法用量内容的增加有助于明确其使用范围及区分来源相同但组成及功能均不同的植物油脂和提取物。

由于影响挥发油质量的因素众多,完善含挥发油类中药及制剂的质量标准目前仍是一关键难点,但仍需探索出保证其质量稳定性的适宜方法。通过统计 2015 年版《中国药典》中含挥发油的中药及中药所含挥发油的质量影响因素和含量测定方法,可全面了解挥发油在 2015 年版《中国药典》中的应用情况,为进一步加强和完善含挥发油类中药质量标准奠定基础,并为含挥发油类中药制剂及日用保健产品的开发提供思路和依据。本研究仅以知网上有无文献记载及 2015 年版《中国药典》上的性状描述来判断 2015 年版《中国药典》上的中药是否含挥发油可能还不太全面,有待进一步深入研究。

[参考文献]

[1] 赵鸿峥,骆骄阳,刘秋桃,等. 药用植物挥发油驱蚊作用的研究进展[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(1): 28-34.

[2] 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.

[3] 滑艳,邓雁如,汪汉卿. 各种挥发油的药理活性及在

医学方面的应用[J]. 天然产物研究与开发, 2003, 15(5): 467-470.

[4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[M]. 北京:中国医药科技出版社, 2015: 3-1749.

[5] 王建,张冰. 临床中医学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2012: 40-292.

[6] 李燕,胡浩斌,郑旭东,等. 青蒿挥发油研究进展[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(7): 3960-3961, 3964.

[7] 刘亚梅. 中药青蒿解热有效部位青蒿挥发油及其制剂青蒿油软胶囊的药学研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2007.

[8] 郑亚娟,彭秋实,马义虔,等. 鱼腥草化学成分的研究进展[J]. 广东化工, 2017, 44(17): 85-86.

[9] 张薇,卢芳国,潘双银,等. 鱼腥草中挥发油的提取分析及其抗菌抗病毒作用的研究[J]. 实用预防医学, 2008, 15(2): 312-316.

[10] 孙涛,余成浩,彭腾,等. 醋炙蓬莪术活血化瘀作用研究[J]. 中药药理与临床, 2012, 28(2): 105-107.

[11] 李瑶,吴建华,谢艳华. 莪术油的研究进展[J]. 陕西中医药大学学报, 2017, 40(3): 118-121.

[12] 赵秀玲. 陈皮生理活性成分研究进展[J]. 食品工业科技, 2013, 34(12): 376-381.

[13] 王坚. 柑橘属常用中药材陈皮、青皮次生代谢产物之挥发油成分研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2013.

[14] 梁学清,李丹丹. 细辛药理作用研究进展[J]. 河南科技大学学报:医学版, 2011, 29(4): 318-320.

[15] 阮文懿,覃梦瑶,万涛,等. 细辛挥发油促进芥子碱经皮渗透及其促透机制研究[J]. 中草药, 2017, 48(11): 2197-2201.

[16] 唐锋,梁少瑜,田元新,等. 细辛挥发油抗过敏性鼻炎有效成分及靶点预测的研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015, 21(24): 126-131.

[17] 温亚娟,项丽玲,苗明三. 薄荷的现代应用研究[J]. 中医学报, 2016, 31(12): 1963-1965.

[18] 李岗,余德顺,杨军,等. 超临界 CO₂ 萃取薄荷挥发油及其抗氧化能力的研究[J]. 食品科技, 2013, 38(1): 276-279.

[19] 杨敏. 川薄荷的部分药效学及机理研究[D]. 成都:成都中医药大学, 2006.

[20] 陈晓萍,张长林. 白术不同化学成分的药理作用研究概况[J]. 中医药信息, 2011, 28(2): 124-126.

[21] 吴国泰,杜丽东,高云娟,等. 当归挥发油对小鼠的降压作用及血管活性的观察[J]. 中国医院药学杂志, 2014, 34(13): 1045-1049.

[22] 王公校,张华,耿智隆,等. 当归挥发油增强白藜芦醇经皮渗透作用的研究[J]. 中华中医药杂志, 2012, 27(1): 120-123.

[23] 倪竹南,吕圭源,楼招欢,等. 当归挥发油化学成分和

药理作用研究进展[J]. 中国中医药信息杂志, 2007, 14(7): 93-95.

[24] 王雨薇. 当归挥发油对血管紧张素Ⅱ所致心肌细胞肥大 Ca²⁺ 通路及 T 通道的影响[D]. 兰州: 甘肃中医药大学, 2014.

[25] 秦华珍, 柳俊辉, 李世阳, 等. 三种温里药不同提取物对寒证大鼠交感神经-肾上腺机能的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2009, 36(8): 1416-1418.

[26] 付起凤, 张艳丽, 许树军, 等. 小茴香化学成分及药理作用的研究进展[J]. 中医药信息, 2008, 25(5): 24-26.

[27] 贺伟平. 中药小茴香的化学成分和生物活性研究[D]. 福州: 福建中医药大学, 2012.

[28] 秦华珍, 柳俊辉, 李世阳, 等. 三种温里药不同提取物对寒证大鼠交感神经-肾上腺机能的影响[J]. 辽宁中医杂志, 2009, 36(8): 1416-1418.

[29] 蒲忠慧, 王雄清. 肉桂挥发油抗菌活性研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2013, 32(8): 39-43.

[30] 吴修富. 肉桂提取物的主要化学成分及药理活性研究进展[J]. 中国药房, 2015, 26(24): 3454-3456.

[31] 杨超, 唐洁, 熊苏慧, 等. 中药材挥发油类抗肿瘤活性研究进展[J]. 中南药学, 2017, 15(9): 1190-1194.

[32] 张斌, 李晓如, 梁逸曾. 联用色谱数据结合化学计量学分析紫苏化学成分[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2016, 47(6): 1860-1866.

[33] 陈虹霞, 王成章, 孙燕. 不同品种桂花挥发油成分的 GC-MS 分析[J]. 生物质化学工程, 2012, 46(4): 37-41.

[34] 郭耀杰, 吴卫, 李静夜, 等. 川白芷不同品种(系)挥发油成分 GC-MS 分析[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(8): 110-116.

[35] 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.

[36] 翁金月, 张春椿, 陈茜茜, 等. GC-MS 分析比较不同产地温郁金挥发油的化学组分[J]. 中华中医药学刊, 2015, 33(4): 981-985.

[37] 吴海燕, 华永丽, 郭延生, 等. 甘肃岷县当归不同药用部位挥发油的提取及其成分分析[J]. 天然产物研究与开发, 2012, 24(9): 1225-1229.

[38] 冼寒梅, 周蓉, 刘雯, 等. 白子菜不同药用部位挥发油的含量测定及其气相色谱-质谱联用分析[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(4): 858-859.

[39] 张雅莉, 王伯初, 余正文, 等. 重庆云阳不同季节种植的青蒿精油成分的 GC-MS 分析[J]. 药物分析杂志, 2009, 29(1): 100-103.

[40] 吕乔璐, 武维, 迟森森, 等. HS/SPME-GC-MS 法分析不同采收期薄荷药材挥发油成分动态变化[J]. 北京中医药大学学报, 2017, 40(2): 155-158.

[41] 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.

[42] 孟祥龙, 郭晓慧, 章茜茜, 等. 苍术炮制前后挥发油成分的分析 and 比较[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2014, 16(8): 1760-1767.

[43] 陈丛瑾, 黎跃, 李欣. 植物挥发油的提取技术研究进展[J]. 食品研究与开发, 2011, 32(11): 151-156.

[44] 吴广通, 张夏华, 李凤前. 改善中药挥发油稳定性的制剂学研究进展[J]. 药学服务与研究, 2008, 8(3): 197-200.

[45] 李曦, 杨雅静, 刘路路, 等. 羟丙基- β -环糊精对降香挥发油溶解度及稳定性的影响[J]. 华西药学杂志, 2017, 32(2): 146-149.

[46] 张壮丽, 赵宁, 王亚飞, 等. 鱼腥草挥发油纳米结构脂质载体的制备与评价[J]. 中成药, 2016, 38(3): 546-555.

[47] 王飞霞. 莪术、荆芥挥发油微囊的制备与评价[D]. 上海: 华东理工大学, 2012.

[48] 赵一, 何晓强, 席佳, 等. 当归挥发油中 Z-藁本内酯的分离纯化及其制剂的稳定性[J]. 华西药学杂志, 2008, 23(5): 533-535.

[49] 冯文字, 田吉. 青蒿挥发油含量检测及提取工艺研究[J]. 泸州医学院学报, 2001, 24(5): 455-456.

[50] 严寒静. 不同贮存时间广陈皮挥发油的成分分析[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(3): 218-219.

[51] 苗丽坤, 喻世涛, 熊国玺, 等. 不同储存条件对红景天挥发油成分的影响[J]. 南方农业学报, 2015, 46(4): 669-674.

[52] 陶正明, 吴志刚, 顾雪萍, 等. 种栽和种植密度对温郁金产量与挥发油含量影响[J]. 中药材, 2007, 30(11): 1353-1355.

[53] 潘超美, 李薇, 徐鸿华, 等. 施肥水平对广藿香生长及挥发油积累的影响[J]. 中药材, 2003, 26(8): 542-544.

[54] 杨继宏, 何颖, 邹爱英. 不同包装方式对盐益智挥发油含量的影响[J]. 时珍国医国药, 2017, 28(6): 1486-1487.

[55] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 四部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015: 203-204.

[56] 张宇霞, 马世震, 冯海生. 不同产地甘松挥发油及浸出物的含量测定[J]. 时珍国医国药, 2015, 26(2): 318-319.

[57] 蔡定多, 苏孝共, 郑冰珊. 温郁金主根茎与侧根茎姜黄素及挥发油含量测定[J]. 中药材, 2015, 38(7): 1447-1448.

[58] 黄青, 许军, 苏丽飞, 等. 六种不同产地的肉桂中桂皮醛及总挥发油的含量测定[J]. 中药与临床, 2017, 8

(2);11-14.

[59] 张小飞,万娜,王学成,等. 丁香挥发油理化性质、提取工艺参数与其芳香水稳定性的相关性研究[J]. 中草药,2016,47(22):3975-3981.

[60] 王春民,杨冬丽,郑艳春,等. 颈复康颗粒原药材配伍所含挥发油中 Z-蒿本内酯和洋川芎内酯 A 的测定[J]. 中草药,2012,43(7):1344-1346.

[61] 鲁艺,申丽,王洋,等. 砂仁挥发油中 7 种活性成分的含量测定研究[J]. 药物分析杂志,2016,36(9):1536-1543.

[62] 刘玉红,李青苗,黄志芳,等. GC 法测定鱼腥草挥发油中 α -蒎烯、 β -蒎烯等 7 种成分的含量[J]. 药物分析杂志,2015,35(10):1810-1814.

[63] 顾娟娟,姜国非,陆兔林,等. 莪术不同炮制品挥发油中 4 种倍半萜类成分的比较[J]. 中草药,2012,43(4):702-705.

[64] 何兵,田吉,刘艳,等. HPLC 测定 11 种中药挥发油中桉油精的含量[J]. 药物分析杂志,2012,32(5):769-771.

[65] 李岗,范文垒,余德顺,等. 缬草挥发油的提取及抗氧化能力研究[J]. 时珍国医国药,2015,26(11):2647-2650.

[66] 徐茂玲. 近红外光谱定量技术应用于中药领域的最新研究[J]. 天津药学,2015,27(6):65-67.

[67] LI W L,CHENG Z W,WANG Y F,et al. Quality control of *Lonicerae Japonicae* Flos using near infrared spectroscopy and chemometrics [J]. J Pharm Biomed Anal,2013,72(2):33-39.

[68] 王刚. 花椒挥发油含量近红外光谱无损检测研究[D]. 重庆:西南大学,2008.

[69] 岳淑丽,任小玲,向红,等. 桉叶精油微胶囊包埋油含量测定方法的比较[J]. 包装工程,2016,37(15):67-71.

[70] 王江川. 挥发重量法用于樟脑软膏的测定[J]. 中国医院药学杂志,1992,12(1):44-45.

[71] 张燕,樱井美希,杨光,等. 不同小生境对苍术生长和 4 种挥发油的影响[J]. 中国中药杂志,2015,40(21):4142-4148.

[72] 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.

[责任编辑 顾雪竹]