

基于挥发油GC特征图谱的黄连上清片 (丸、胶囊)质量评价

毕武^{1,2}, 彭玲娜^{1,2}, 孙辉^{1,2}, 丁野^{1,2}, 李文莉^{1,2}

1. 湖南省药品检验检测研究院(长沙 410001)
2. 湖南省药品质量评价工程技术研究中心(长沙 410001)

【摘要】目的 建立黄连上清片(丸、胶囊)的GC特征图谱,重点考察黄连上清片(丸、胶囊)中含挥发油组方药材连翘、薄荷、荆芥穗的质量状况。**方法** 采用Agilent HP-5毛细管柱(30 m×0.32 mm, 0.25 μm),程序升温,分流比:5:1,分流流量:5 mL·min⁻¹,进样量:1 μL,进样口温度:250℃,采用氢火焰离子化检测器,检测器温度:260℃,柱流量:1 mL·min⁻¹。采用挥发油GC色谱特征图谱及特征峰指认结合相似度分析、主成分分析对不同生产企业的样品进行质量评价。**结果** 建立了56家生产企业192批样品的挥发油GC色谱特征图谱,指认连翘特征色谱峰α-蒎烯、β-蒎烯,薄荷特征色谱峰薄荷脑、薄荷酮,荆芥穗特征色谱峰胡薄荷酮,发现不同生产企业黄连上清片(丸)中挥发油成分GC色谱图差异较大,部分企业产品存在指标成分色谱峰缺失的情况。**结论** 建立的GC色谱特征图谱能反映产品质量状况,可用于黄连上清片(丸、胶囊)的质量评价和产品质量控制;部分生产企业生产的黄连上清片(丸、胶囊)中挥发油类有效成分不足,产品质量有待提升。

【关键词】 黄连上清片(丸、胶囊);挥发油;气相色谱法;特征图谱;质量评价

Quality evaluation of Huanglian Shangqing tablets (pills and granules) based on GC characteristic chromatogram of volatile oil

Wu BI^{1,2}, Ling-Na PENG^{1,2}, Hui SUN^{1,2}, Ye DING^{1,2}, Wen-Li LI^{1,2}

1. Hunan Institute for Drug Control, Changsha 410001, China

2. Hunan Engineering Technology Research Center for Pharmaceutical Quality Evaluation, Changsha 410001, China

Corresponding author: Hui SUN, Email: 13973194677@163.com

【Abstract】Objective To establish the GC characteristic chromatogram of Huanglian Shangqing tablets (pills and granules), and to investigate the quality of the medicinal materials (Weeping Forsythia, Mentha Hyplocalyx and Herba Schizonepetae) containing volatile oil in Huanglian Shangqing tablets (pills and granules). **Methods** Agilent HP-5 capillary column (30 m×0.32 mm, 0.25 μm) was used with temperature programming, the split ratio was 5:1, the split flow was 5 mL·min⁻¹, the injection volume was 1 μL, and the inlet temperature was 250℃. A hydrogen flame ionization detector was used, with the detector

DOI: 10.12173/j.issn.1008-049X.202306013

基金项目: 湖南省自然科学基金科药联合基金(2022JJ80051)

通信作者: 孙辉, 博士, 副主任药师, Email: 13973194677@163.com

<https://zgys.whuzhmedj.com>

temperature of 260°C, and the column flow was 1 mL·min⁻¹. The quality of samples from different manufacturers was evaluated by using the GC characteristic chromatogram of volatile oil and the identification of characteristic peaks, combined with similarity analysis and principal component analysis. **Results** The characteristic chromatograms of 192 batches of samples from 56 manufacturers were established. The peaks of Weeping Forsythia, Mentha Hyplocalyx and Herba Schizonepetae were identified as α -pinene and β -pinene, menthol and menthone, and pulegone respectively. The GC chromatogram of volatile oil components in Huanglian Shangqing tablets (pills) from different manufacturers were quite different, and some peaks of indicator components in the products from a few manufacturers have missing. **Conclusion** The established GC characteristic chromatograms can reflect the product quality status and can be used for the quality evaluation and product quality control of Huanglian Shangqing tablets (pills and capsules). Huanglian Shangqing tablets (pills and capsules) from some manufacturers are insufficient in the active ingredients of volatile oil, therefore, the product quality needs to be improved.

【Keywords】 Huanglian Shangqing tablets (pills and capsules); Volatile oil; Gas chromatography; Characteristic chromatogram; Quality evaluation

黄连上清系列制剂为国家基本药物目录品种,包括片剂、丸剂、胶囊剂和颗粒剂4种剂型,具有散风清热、泻火止痛的功效。其药品标准收载于中国药典2020年版一部^[1],处方均由黄连、大黄、栀子、黄芩、菊花、连翘、薄荷、黄柏、荆芥穗等17味中药组成。

黄连上清系列制剂虽然处方组成相同,但各剂型的制法不同,其中黄连上清丸(水丸、水蜜丸、大蜜丸、小蜜丸)由全生药粉入药;在黄连上清丸(浓缩丸)、黄连上清片和黄连上清胶囊的制法中,连翘、荆芥穗、薄荷3味饮片均采用挥发油提取后再加入的工艺。挥发油是这3味中药的主要功效成分之一^[2-5],也是评价其品质优劣的重要指标之一。中国药典2020年版一部薄荷、荆芥穗药材质量标准中,对挥发油总量及其单个成分(薄荷中的薄荷脑、荆芥穗中的胡薄荷酮)含量均有要求;连翘药材质量标准中,仅对青翘挥发油总量有含量要求,对老翘挥发油未进行控制,但连翘挥发油具有解热抗炎等药理活性, α -蒎烯、 β -蒎烯、 α -水芹烯等挥发油类成分为连翘的重要质量标志物^[2-3]。而黄连上清系列制剂的现行质量标准对这3味组方药味均未进行质量控制。为考察黄连上清系列制剂中连翘、薄荷、荆芥穗的投料状况,同时对挥发油提取等关键工艺进行质量控制,本试验采用GC法对黄连上清系列制剂[片、丸(水丸、水蜜丸、大蜜丸)和

胶囊]中的挥发油进行研究,建立连翘、薄荷、荆芥穗GC色谱特征图谱,为黄连上清片(丸、胶囊)质量评价提供依据和检测手段。

1 仪器与试剂

Agilent 8890 气相色谱仪,包括FID检测器(美国安捷伦科技有限公司);AE240型电子天平(瑞士梅特勒-托利多公司);XS205型电子天平(瑞士梅特勒-托利多公司);ChemPattern化学计量学软件(科迈恩北京科技有限公司)。

薄荷脑(中国食品药品检定研究院,批号:110728-201707,纯度99.8%)、薄荷酮(中国食品药品检定研究院,批号:111705-201004,纯度99.8%)、胡薄荷酮(中国食品药品检定研究院,批号:111706-201907,纯度99.8%)、 α -蒎烯(中国食品药品检定研究院,批号:110897-201803,纯度99.9%); β -蒎烯(Cato Research Chemicals公司,批号:0810-RB-0057,纯度98.0%);乙酸乙酯为分析纯,水为纯化水。

192批样品为国家药品抽检样品(均在有效期内),涉及56家不同生产企业,其中片剂来自24家生产企业(P1~P24)105批次样品,丸剂(包括水丸、水蜜丸、大蜜丸)来自30家生产企业(W1~W30)77批次样品,胶囊剂来自2家生产企业(J1和J2)10批次样品;组方药材样品为药品生产企业提供。

2 方法与结果

2.1 色谱条件

采用 Agilent HP-5 毛细管柱 (30 m × 0.32 mm, 0.25 μm), 按以下程序升温: 初始温度 40 °C, 保持 2 min, 以 5 °C · min⁻¹ 升至 280 °C, 保持 10 min; 分流比: 5 : 1, 分流流量: 5 mL · min⁻¹; 进样量: 1 μL; 进样口温度: 250 °C; 采用氢火焰离子化检测器; 检测器温度: 260 °C; 柱流量: 1 mL · min⁻¹。

2.2 溶液的制备

2.2.1 对照品溶液

分别精密称取薄荷脑、薄荷酮、胡薄荷酮、 α -蒎烯、 β -蒎烯对照品适量, 加甲醇制成每 1 mL 含 1 mg 的溶液, 即得对照品储备液; 分别取上述对照品储备液适量, 加甲醇稀释成每 1 mL 含 10 μg 的溶液, 即得对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液

取样品适量 (胶囊剂 30 粒、片剂 48 片、丸剂 18 g), 胶囊剂取内容物, 水丸和片剂粉碎, 蜜丸剪碎, 置 500 mL 圆底烧瓶中, 加水 150 mL, 连接挥发油提取器, 自上端加入适量水后, 再加入 2 mL 乙酸乙酯, 连接冷凝管, 加热, 待沸腾后保持 2 h, 分取乙酸乙酯层, 加乙酸乙酯定容至 5 mL, 摇匀, 滤过, 即得^[6]。

2.2.3 对照药材溶液

分别称取连翘、薄荷和荆芥穗对照药材 1 g, 粉碎 (过三号筛), 按照“2.2.2”项下方法制成对照药材溶液。

2.2.4 阴性样品溶液

按黄连上清丸处方十分之一的比例分别称取除连翘、薄荷和荆芥穗外的其余各药材粉末, 按以全生药粉入药的丸剂 (水丸) 的制法分别制成缺连翘、薄荷和荆芥穗的阴性样品, 按照“2.2.2”项下方法制成缺连翘、薄荷和荆芥穗的阴性样品溶液。

2.2.5 模拟处方样品溶液

按黄连上清丸处方十分之一的比例分别称取处方中各组方药材粉末, 按以全生药粉入药的丸剂 (水丸) 的制法制成模拟处方样品, 并按照“2.2.2”项下方法制成模拟处方样品溶液。

2.3 方法学考察

2.3.1 空白溶剂的影响

精密吸取溶剂乙酸乙酯 1 μL, 注入气相色谱

仪, 按“2.1”项下色谱条件进行测定, 结果表明空白溶剂对测定的样品无干扰。

2.3.2 精密度试验

精密吸取同一份黄连上清丸供试品 (批号: 21012821) 溶液 1 μL, 连续进样 6 次, 以 β -蒎烯为参照峰, 测得各主要色谱峰相对峰面积和相对保留时间的 *RSD* 分别小于 1.05% 和 0.11% ($n=6$), 表明仪器精密度良好。

2.3.3 重复性试验

取同一批次 (批号: 21012821) 黄连上清丸 6 份, 按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液。分别进样 1 μL, 测得供试品溶液各主要色谱峰相对峰面积和相对保留时间的 *RSD* 分别小于 2.52% 和 0.13% ($n=6$), 表明本法重复性良好。

2.3.4 稳定性试验

精密吸取同一份 (批号: 21012821) 黄连上清丸供试品溶液, 分别在 0, 2, 4, 8, 12, 24 h 进样 1 μL, 测得供试品溶液各主要色谱峰相对峰面积和相对保留时间的 *RSD* 分别小于 2.05% 和 0.14% ($n=6$), 表明样品溶液在 24 h 内稳定性良好。

2.4 基于特征图谱的片剂质量评价

采用色谱相似度和主成分分析对不同企业、不同批次片剂样品进行比较, 结果见图 1~ 图 3。不同企业生产的片剂样品色谱图差异较大, 主要表现为相同色谱峰峰面积大小差异和峰的数量差异。对同一企业检测批次较多的样品 (≥ 5 批次) 进行共有峰比对, 结果不同企业间存在明显差异, 如企业 P2 不同批次样品的相似度高, 且共有峰达到 27 个, 说明一致性较好; 企业 P5 不同批次样品的相似度较高, 但只有 16 个共有峰; 企业 P3 不同批次样品的相似度也较高, 但仅有 5 个共有峰。

2.5 基于特征图谱的丸剂质量评价

对不同企业不同批次丸剂样品进行比较 (图 4~ 图 6)。不同企业生产的丸剂样品色谱图差异较大, 主要表现为相同色谱峰峰面积大小差异和峰的数量差异。对同一企业检测批次较多的样品 (≥ 5 批次) 进行共有峰比对, 结果不同企业间差异较大, 如企业 W1 不同批次样品的相似度高且共有峰达到 50 个, 说明一致性较好; 企业 W13 不同批次样品间相似度高但只有 25 个共有峰; 企业 W20 不同批次样品间相似度也较高但仅有 12 个共有峰。

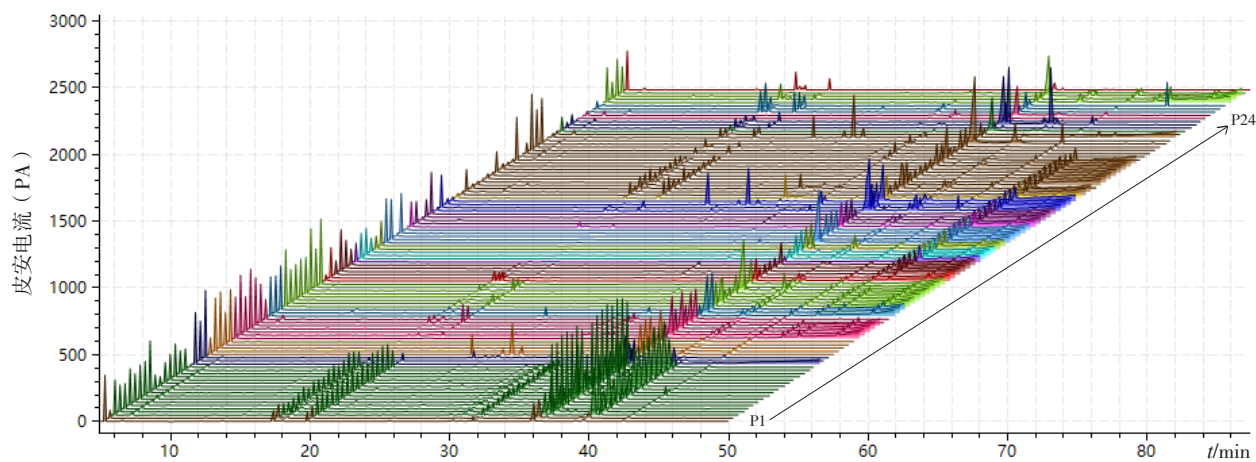


图1 不同企业片剂样品挥发油GC色谱图比较

Figure 1. Comparison of GC chromatograms of volatile oils in tablet samples from different manufacturers

注：不同颜色代表不同企业，按箭头方向依次与编号P1~P24对应

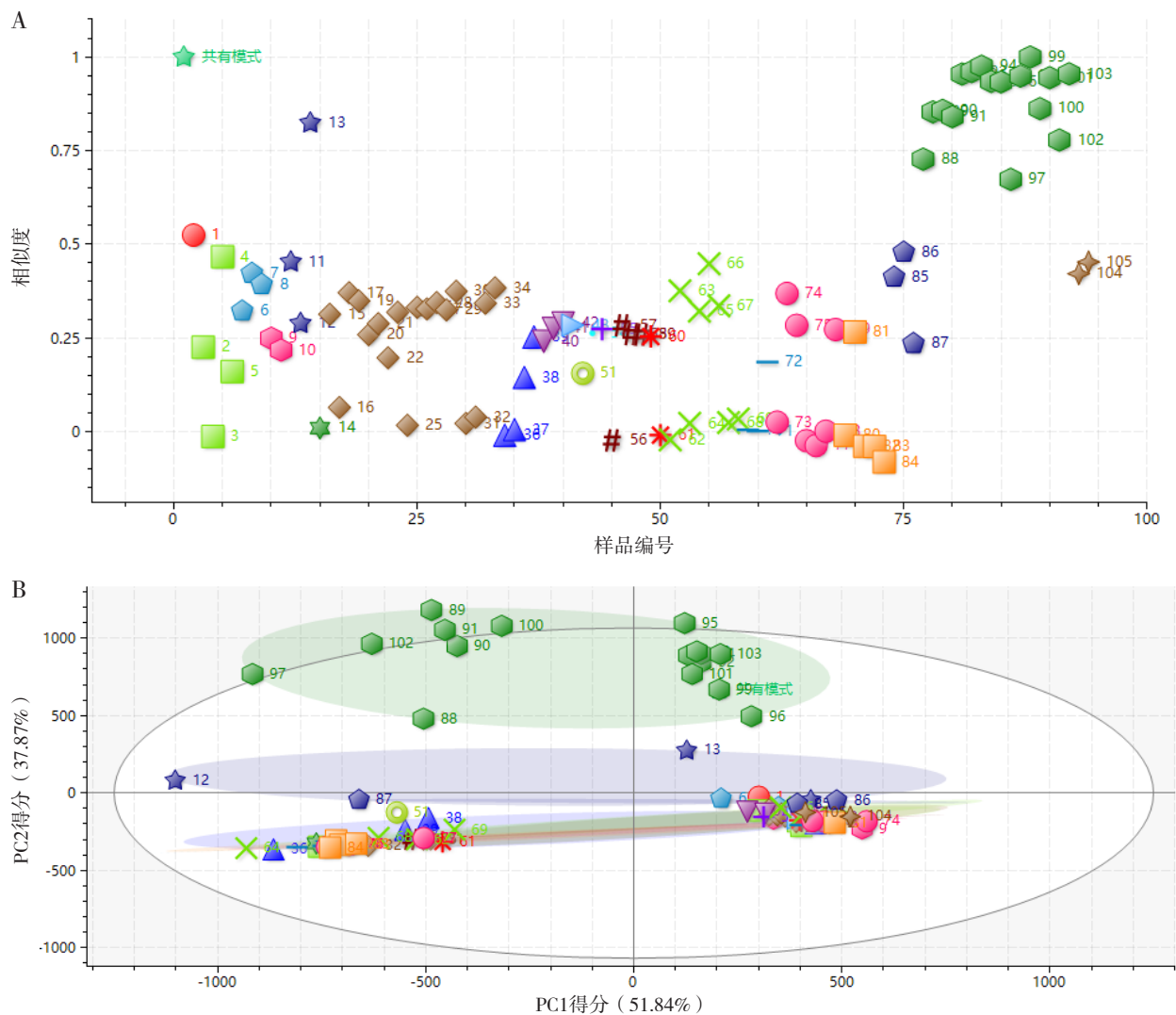


图2 不同企业片剂样品挥发油GC色谱相似度 (A) 和主成分分析 (B)

Figure 2. Similarity (A) and principal component analysis (B) of GC chromatograms of volatile oils in tablet samples from different manufacturers

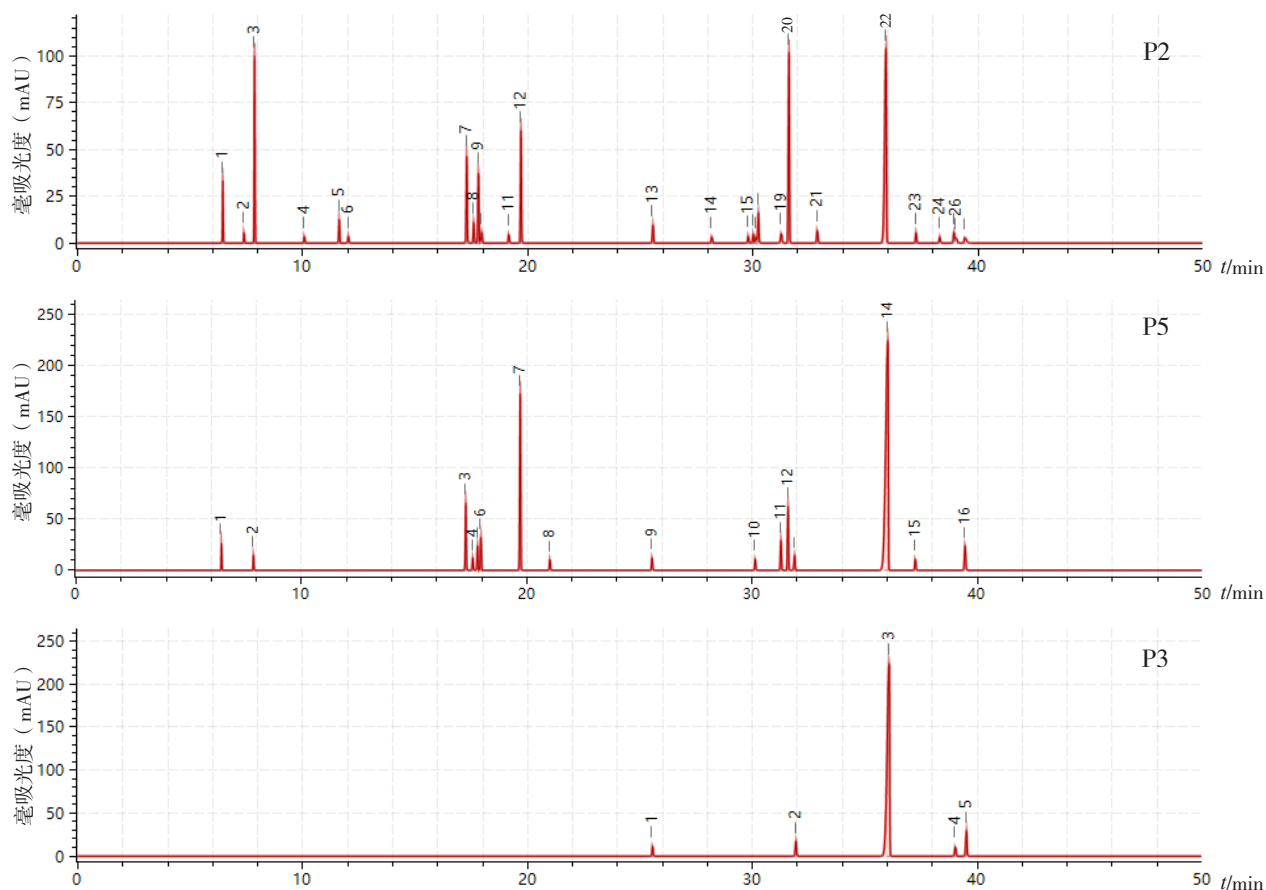


图3 片剂代表性企业样品的GC色谱图

Figure 3. GC chromatogram of tablet samples from representative manufacturers

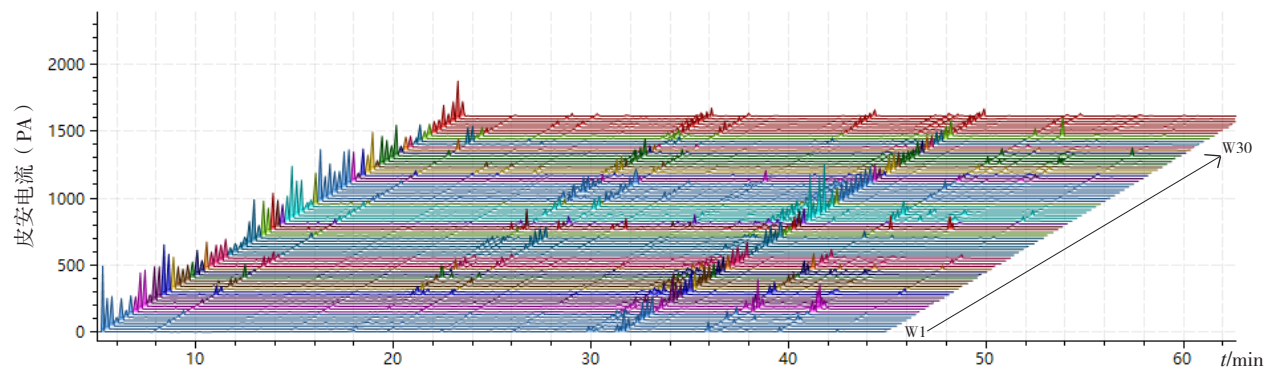


图4 不同企业丸剂样品挥发油GC色谱图比较

Figure 4. Comparison of GC chromatograms of volatile oils in pill samples from different manufacturers

注：不同颜色代表不同企业，按箭头方向依次与编号W1~W30对应

2.6 基于特征图谱的胶囊质量评价

由于胶囊剂仅有两家企业的样品，且其中1家仅有2批次样品，因此本次仅做初步比较，结果（图7、图8）。两家企业的胶囊剂样品色谱图差异较小，色谱峰的数量差异也较小，相似度高，仅有部分共有峰峰面积大小存在差异，同一企业的少数样品与其他样品相似度相差较大。主

成分分析结果初步表明，两家生产企业的样品有较好的区分度，样品各自聚在一起。

2.7 基于挥发油特征图谱考察制剂中连翘、薄荷和荆芥穗原料的质量状况

通过与自制样品以及相应对照药材指认，经与对照品色谱图（图9~图11）进行比对，在连翘对照药材溶液的GC色谱中，主要特征峰为 α -

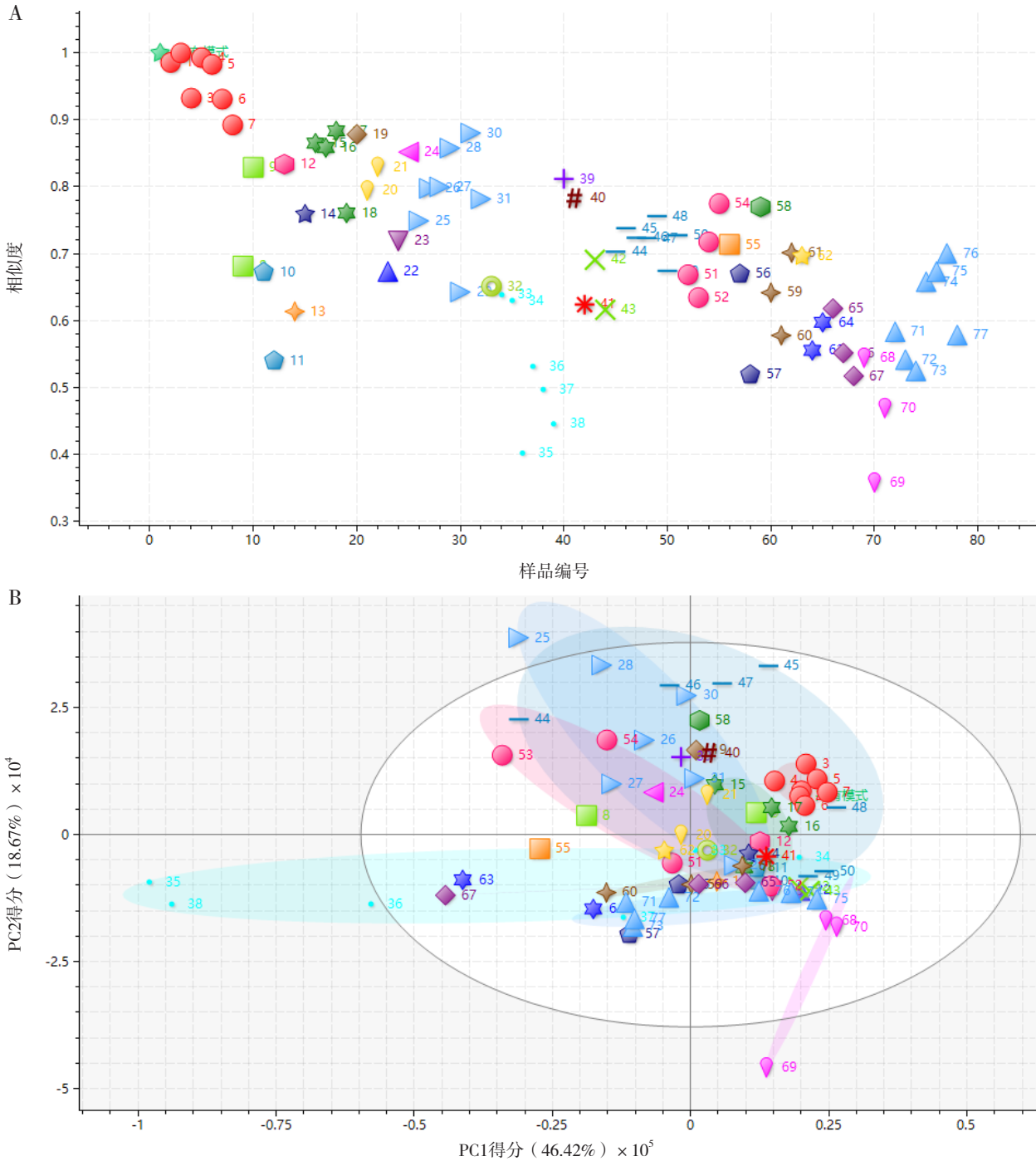


图5 不同企业丸剂样品挥发油GC色谱相似度 (A) 和主成分分析 (B)

Figure 5. Similarity (A) and principal component analysis (B) of GC chromatograms of volatile oils in pill samples from different manufacturers

蒎烯和β-蒎烯；在薄荷对照药材溶液的GC色谱中，主要特征峰为薄荷脑和薄荷酮；在荆芥穗对照药材溶液的GC色谱中，主要特征峰为胡薄荷酮^[3-5]。分别选择含量较高的β-蒎烯、薄荷脑和胡薄荷酮作为连翘、薄荷和荆芥穗的指标性成分，对测定的样品进行指认，结果在相同的样品处理

和检测条件下，105批次片剂样品中，1批次样品连翘、薄荷和荆芥穗3味药材的特征峰均缺失，7批次样品缺失其中2味药材的特征峰，7批次样品缺失其中1味药材的特征峰。77批次丸剂和10批次胶囊剂样品中，均可检测到连翘、薄荷和荆芥穗这3味药材。

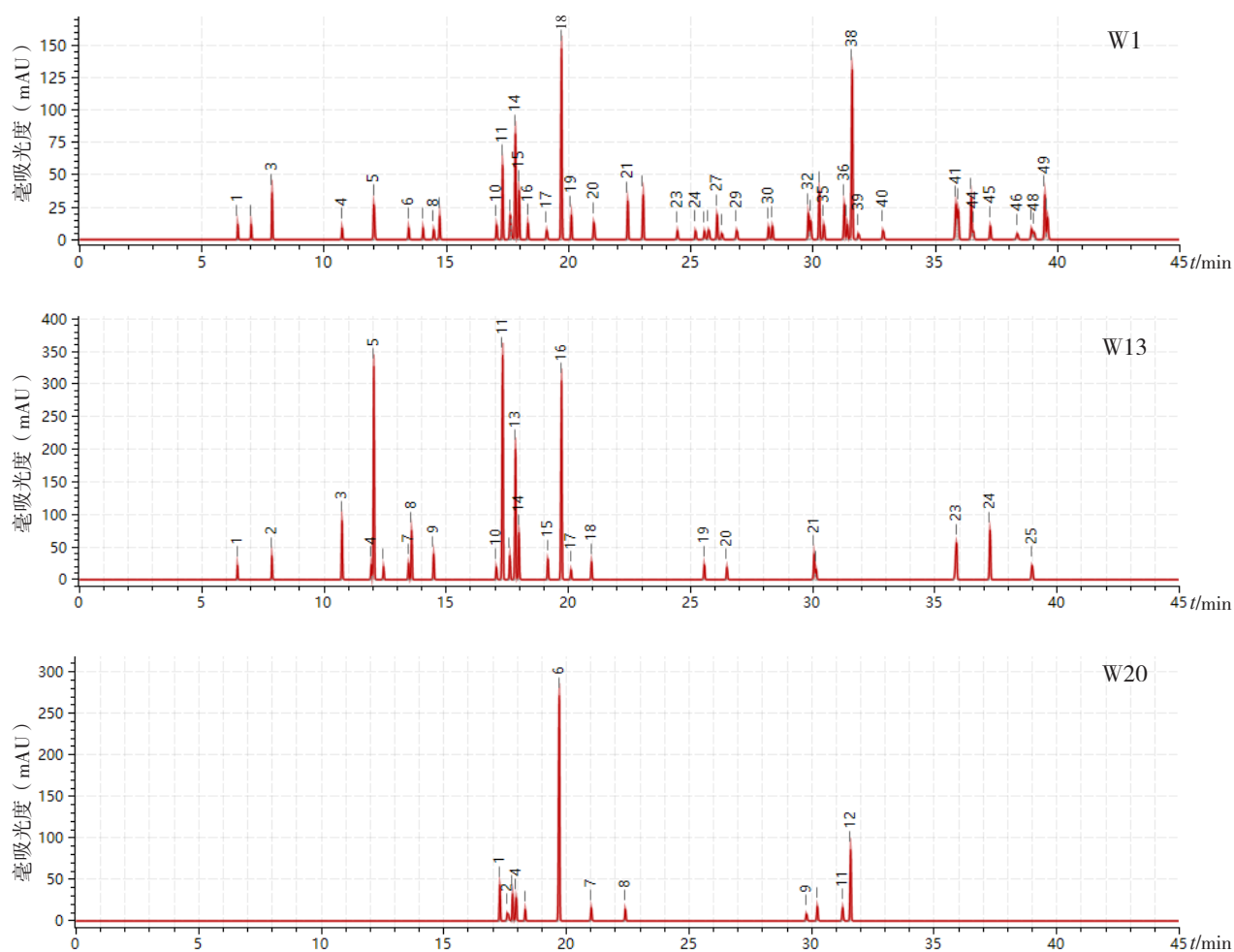


图6 丸剂代表性企业样品的GC色谱图

Figure 6. GC chromatogram of pill samples from representative manufacturers

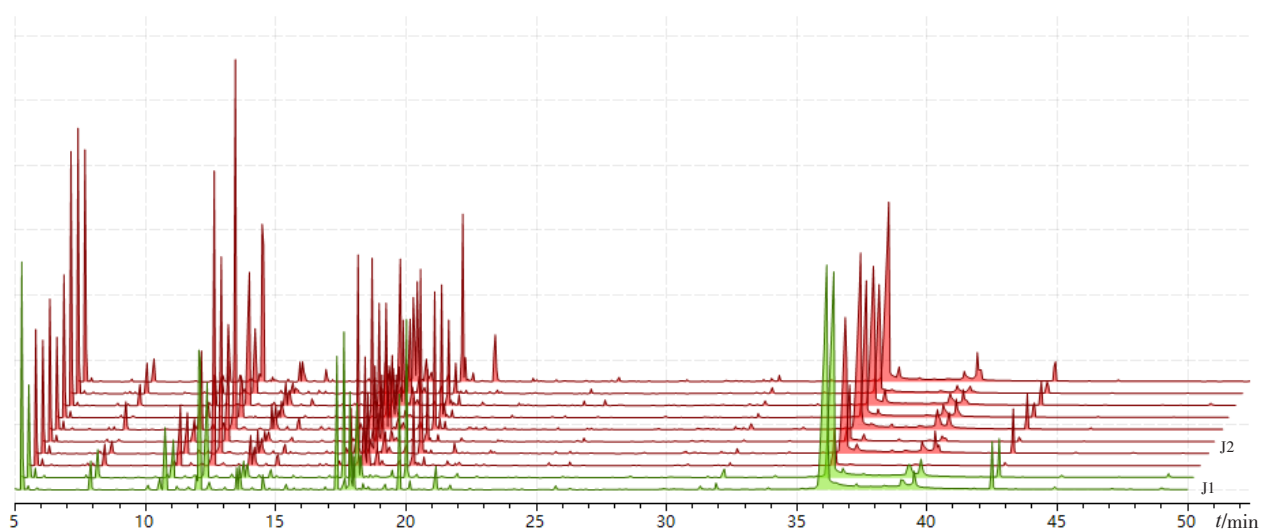


图7 不同企业胶囊剂样品挥发油GC色谱图比较

Figure 7. Comparison of GC chromatograms of volatile oils in capsules samples from different manufacturers

注：不同颜色代表不同企业，分别与编号J1和J2对应

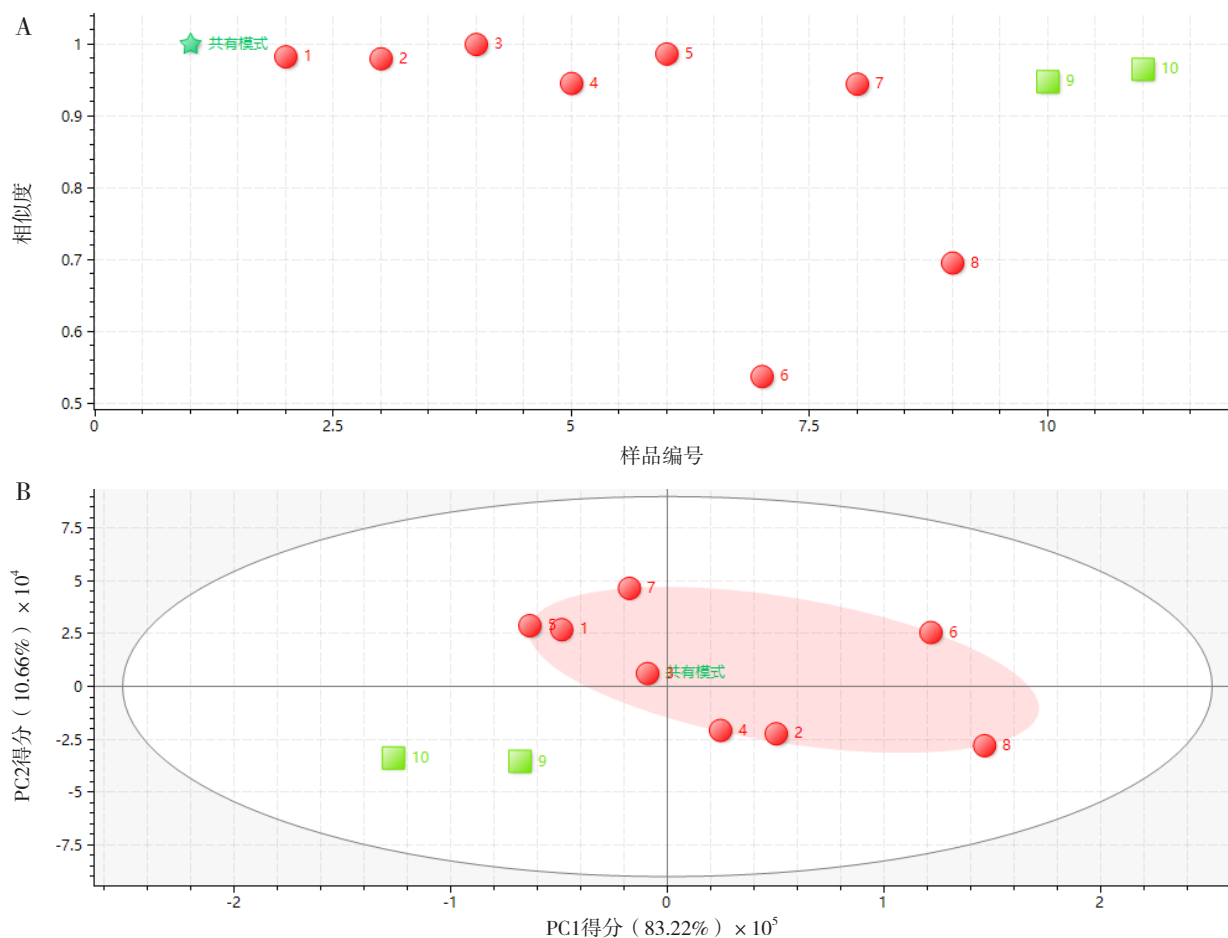


图8 不同企业胶囊剂样品挥发油GC色谱相似度 (A) 和主成分分析 (B)

Figure 8. Similarity (A) and principal component analysis (B) of GC chromatograms of volatile oils in capsules samples from different manufacturers

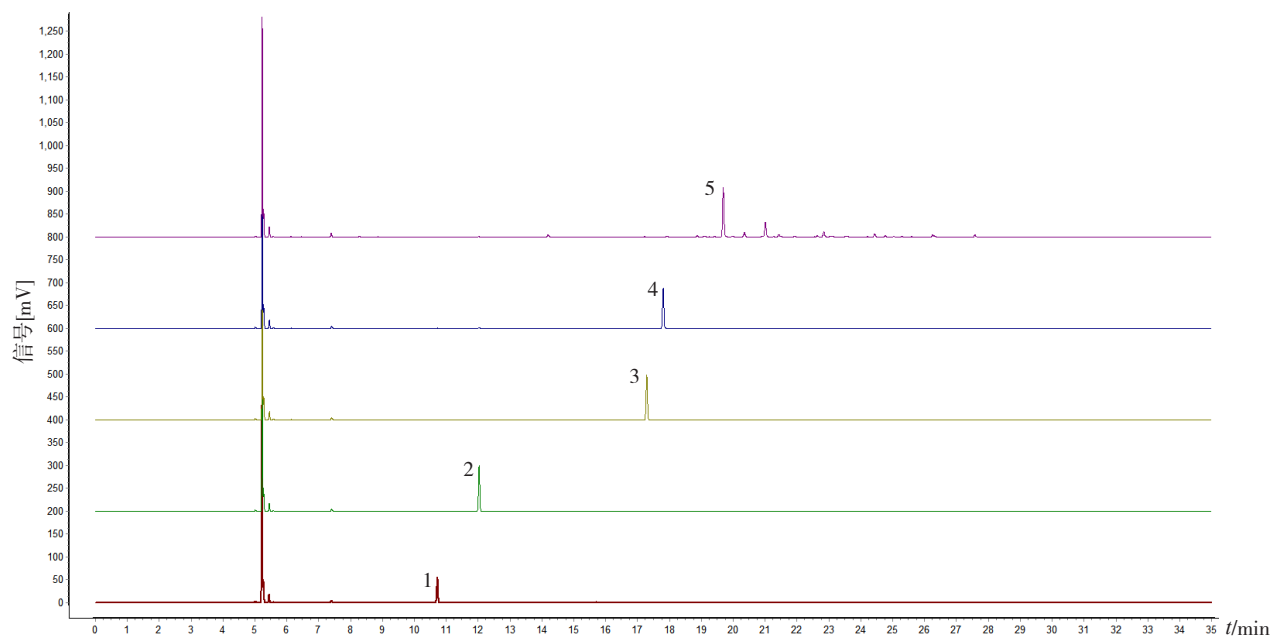


图9 对照品溶液的GC色谱图

Figure 9. GC chromatogram of reference solution

注: 1. α -蒎烯; 2. β -蒎烯; 3. 薄荷酮; 4. 薄荷脑; 5. 胡薄荷酮

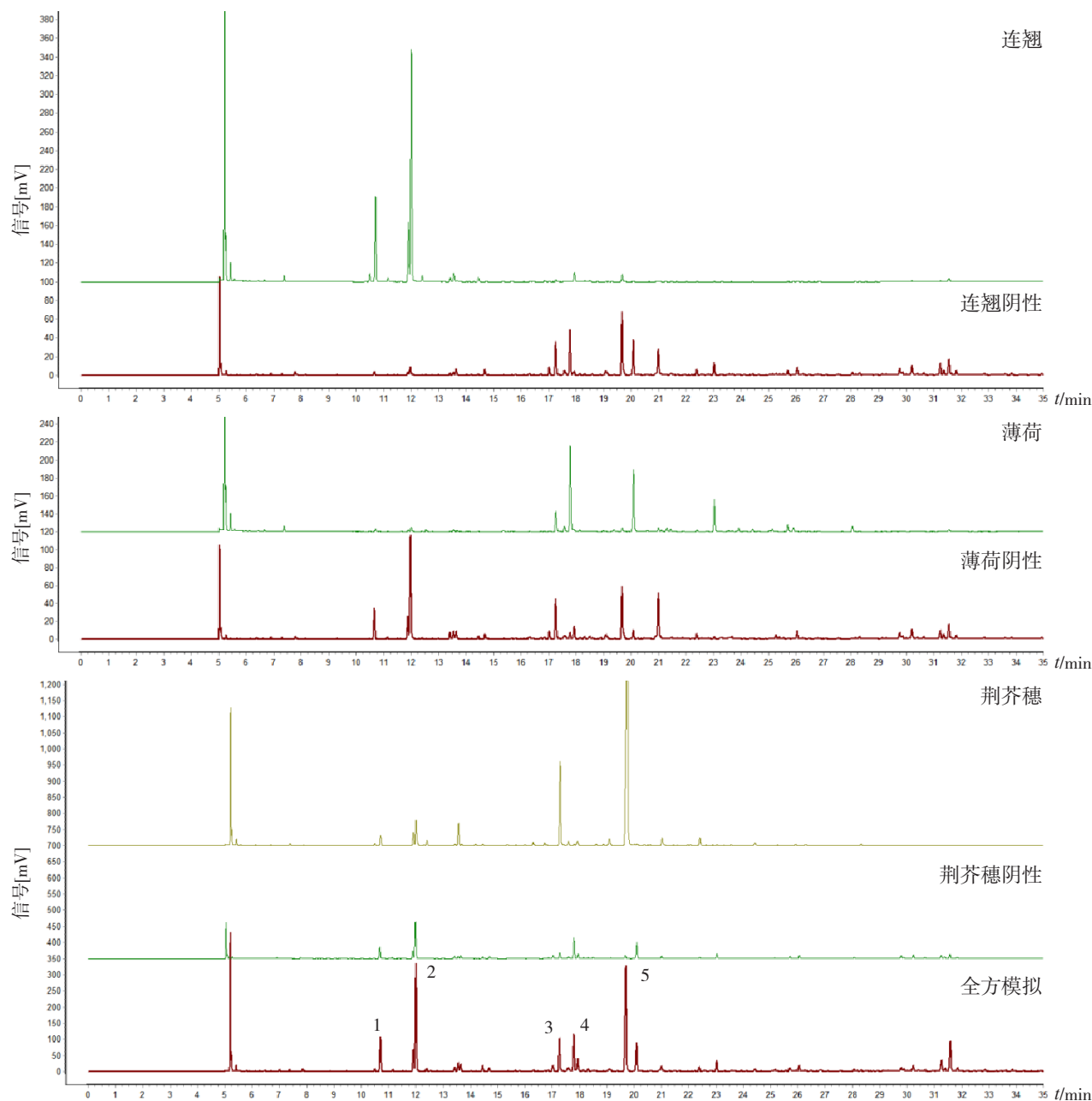


图10 对照药材、阴性样品及模拟处方样品的GC色谱图

Figure 10. GC chromatogram of control medicinal materials, negative samples, and simulated prescription samples

注: 1. α -蒎烯; 2. β -蒎烯; 3. 薄荷酮; 4. 薄荷脑; 5. 胡薄荷酮

3 讨论

通过平行称取 3 份同一批次样品对其挥发油得率进行考察, 发现 2 h 后挥发性成分的含量不再增加, 故将提取时间设定为 2 h; 通过比较不同极性毛细管柱 DB-WAX (30 m × 0.32 mm, 0.25 μ m)、HP-5 (30 m × 0.32 mm, 0.25 μ m) 色谱柱和不同极性提取溶剂 (石油醚和乙酸乙酯),

结果表明 HP-5 柱基线平稳, 分离效果相对较好, 因此选用 HP-5 色谱柱进行测定。对进样口温度为 200℃ 和 250℃ 进行了比较, 结果表明进样口温度为 250℃ 时, 各峰的峰面积均有不同程度的增加, 且基线更平稳, 因此选择样口温度为 250℃。在此基础上对其色谱条件 (如进样量、流速、程序升温) 进一步进行了优化, 建立了样品中挥发性成分的提取和测定方法。

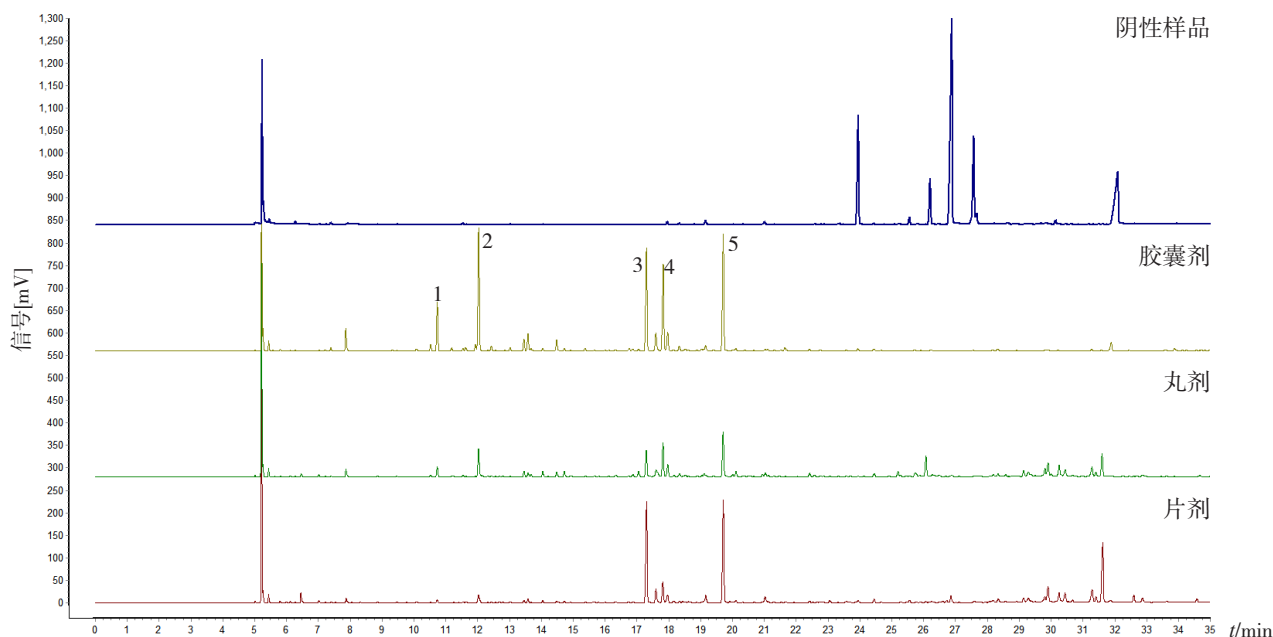


图11 供试品溶液典型GC色谱图

Figure 11. Typical GC chromatogram of test solution

注: 1. α -蒎烯; 2. β -蒎烯; 3. 薄荷酮; 4. 薄荷脑; 5. 胡薄荷酮

药材和饮片的质量是决定中成药质量的第一道关口, 而挥发油是连翘、薄荷、荆芥穗 3 味药的主要功效成分之一, 中国药典 2020 年版对连翘(青翘)、薄荷、荆芥穗药材均有挥发油质量控制指标, 但在黄连上清系列制剂中未对其挥发油质量进行控制, 制剂中挥发油成分不足将直接影响到药品的疗效。本研究结果显示, 各企业连翘、薄荷、荆芥穗挥发油成分 GC 色谱图差异较大, 部分企业样品存在指标成分色谱峰缺失的情况, 可能与原料药材质量、药材投料量、生产工艺和成品包装储藏等多种因素有关。

在连翘、薄荷、荆芥穗挥发油指标成分指认的选择上, 根据中国药典 2020 年版选择了薄荷中的薄荷脑、荆芥穗中的胡薄荷酮作为指标成分。然后依据文献^[7-9]选择了连翘中的 α -蒎烯、 β -蒎烯、柠檬烯、 β -榄香烯作为指标成分, 后经预试验结果确认, α -蒎烯、 β -蒎烯两个成分可作为连翘的指标成分, 并在后续样品检测中得到进一步验证。从试验结果可以看出, 按不同剂型分布来看, 3 味药材挥发油指标成分出现不同程度未检出情况均为片剂; 丸剂和胶囊剂均未发现指标成分色谱峰缺失的情况。总体来看, 丸剂挥发油特征图谱共有峰数量明显多于片剂和胶囊。由于大蜜丸和水蜜丸、水丸均为全生药粉入药, 而

片剂、胶囊剂和浓缩丸中, 连翘、薄荷和荆芥穗均为挥发油提取后加入, 存在挥发油提取效率不高和操作过程易挥发造成损失, 以及混合不均匀等因素, 影响制剂中挥发油的含量^[10]。由于挥发油类成分性质不稳定且常温下易挥发, 且在常规的制备工艺过程中也易造成损失^[11], 故部分企业出现指标成分色谱峰缺失的原因可能与生产工艺有关。

中药指纹/特征图谱具有信息量大、特征性强、整体性和模糊性等特点, 可较为全面地反映中药化学成分信息, 已被广泛用于中药材及中药复方的质量控制和评估领域^[12-13]。本研究通过 GC 色谱特征图谱结合多元统计分析等方法对不同生产企业、不同批次的黄连上清系列制剂中含挥发药味连翘、薄荷和荆芥穗的质量状况进行研究, 方法学考察结果表明, 建立的特征图谱检测方法稳定可靠。样品的测定结果表明, 目前黄连上清系列制剂(主要为片剂和丸剂)中含挥发油类药材的挥发油特征图谱差异大, 部分生产企业样品共有峰缺失或峰面积小, 极少数生产企业存在指标性成分色谱峰缺失的情况, 表明部分黄连上清制剂可能存在一定的质量风险。由于制剂中挥发油类成分的含量与原料药材或饮片储存、制剂工艺和成品包装储藏等因素均密切相关, 建

议相关药品生产企业加强生产工艺考察和全过程质量管理,建立指纹图谱等方法控制黄连上清系列制剂等含有挥发油类成分的中成药,以保证这类中成药的质量和疗效。

参考文献

- 1 中国药典 2020 年版·一部[S]. 2020: 1593–1599.
- 2 田丁, 史梦琪, 王赟. 连翘挥发油化学成分及其药理作用研究进展[J]. 天然产物研究与开发, 2018, 30(10): 1834–1842. [Tian D, Shi MQ, Wang Y. Volatile oil from Forsythia suspense: chemical constituents and pharmacological effects[J]. Natural Product Research and Development, 2018, 30(10): 1834–1842.] DOI: 10.16333/j.1001-6880.2018.10.001.
- 3 景奉堂, 冯帅, 王静, 等. 基于指纹图谱和网络药理学的连翘质量标志物预测分析[J]. 中国药房, 2022, 33(3): 293–298, 307. [Jing FT, Feng S, Wang J, et al. Predictive analysis of quality markers of Forsythia suspensa based on fingerprint and network pharmacology[J]. China Pharmacy, 2022, 33(3): 293–298, 307.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2022.03.07.
- 4 陈晓思, 梁洁, 林婧, 等. 薄荷的化学成分、药理作用和质量标志物预测研究概况[J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(3): 213–217. [Chen XS, Liang J, Lin J, et al. Research progress on chemical composition and pharmacological effects of Bohe (*Menthae Haplocalycis* Herba) and predictive analysis on Q-marker[J]. Chinese Archives of Traditional Chinese Medicine, 2021, 39(3): 213–217.] DOI: 10.13193/j.issn.1673-7717.2021.03.051.
- 5 程梦娟, 耿晓桐, 龚海燕, 等. 基于 GC-MS 的荆芥和荆芥穗饮片挥发油中化学成分特征分析[J]. 天然产物研究与开发, 2021, 33(3): 362–372. [Cheng MJ, Geng XT, Gong HY, et al. Analysis of chemical composition characteristics of volatile oil in *Schizonepetae* Herba and *Schizonepetae* Spica based on GC-MS[J]. Natural Product Research and Development, 2021, 33(3): 362–372.] DOI: 10.16333/j.1001-6880.2021.3.002.
- 6 吴芳, 乔蓉霞, 杨瑞瑞, 等. 牛黄上清丸(片、胶囊)挥发油特征图谱研究[J]. 中成药, 2012, 34(7): 1388–1390. [Wu F, Qiao RX, Yang RR, et al. Study on the characteristic chromatogram of essential oil in Niu Huang Shangqing pills (tablets and capsules)[J]. Chinese Traditional Patent Medicine, 2012, 34(7): 1388–1390.] DOI: 10.3969/j.issn.1001-1528.2012.07.049.
- 7 吴婷, 谭丽媛, 王旭文, 等. 一测多评法同时测定连翘挥发油中 4 种有效成分的含量[J]. 中国药房, 2019, 30(14): 1981–1984. [Wu T, Tan LY, Wang XW, et al. Simultaneous determination of 4 kinds of effective components in volatile oil of *Forsythia suspensa* by QAMS[J]. China Pharmacy, 2019, 30(14): 1981–1984.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2019.14.22.
- 8 魏珊, 吴婷, 李敏, 等. 不同产地连翘挥发油主要成分分析及抗菌活性研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2016, 22(4): 69–74. [Wei S, Wu T, Li M, et al. Analysis of major components and antibacterial activity of volatile oil from *Forsythiae Fructus* in different origins[J]. Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae, 2016, 22(4): 69–74.] DOI: 10.13422/j.cnki.syfjx.2016040069.
- 9 封燮, 石欢, 杨贵雅, 等. 基于 GC-MS 与化学计量学的不同采收时期连翘挥发油类成分动态变化研究[J]. 中国中药杂志, 2022, 47(1): 54–61. [Feng X, Shi H, Yang GY, et al. Dynamic changes of volatile components in *Forsythia suspensa* at different harvest periods based on GC-MS and chemometrics analysis[J]. China Journal of Chinese Materia Medica, 2022, 47(1): 54–61.] DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20211025.104.
- 10 王晓禹, 吴国泰, 杜丽东, 等. 中药挥发油新型制剂及其质量控制的研究现状[J]. 中国药房, 2021, 32(20): 2551–2555. [Wang XY, Wu GT, Du LD, et al. Research status of new preparation of volatile oil of traditional chinese medicine and its quality control[J]. China Pharmacy, 2021, 32(20): 2551–2555.] DOI: 10.6039/j.issn.1001-0408.2021.20.19.
- 11 吴意, 万娜, 刘阳, 等. 中药挥发油稳定性影响因素、变化机制及保护策略[J]. 中草药, 2022, 53(21): 6900–6908. [Wu Y, Wan L, Liu Y, et al. Influencing factors, changing mechanisms and protection strategies of volatile oil from traditional Chinese medicine[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 2022, 53(21): 6900–6908.] DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2022.21.029.
- 12 邓桂海, 甘力帆, 施文婷, 等. 广藿香不同部位 UPLC 指纹图谱及化学模式识别研究[J]. 药物流行病学杂志, 2023, 32(5): 528–537. [Deng GM, Gan LF, Shi WT, et al. Study on UPLC fingerprint and chemical pattern recognition of different parts of *Pogostemonis Herba*[J]. Chinese Journal of Pharmacoepidemiology, 2023, 32(5):

- 528–537.] DOI: 10.19960/j.issn.1005–0698.202305007.
- 13 许奇, 张华锋, 顾倩, 等. 香菊感冒颗粒挥发油指纹图谱及其药材归属研究 [J]. 中国药师, 2018, 21(5): 833–839. [Xu Q, Zhang HF, Gu Q, et al. Study on the fingerprint and attribution of original herbs of the volatile oil in

Xiangjuganmao granules[J]. China Pharmacist, 2018, 21(5): 833–839.] DOI: 10.3969/j.issn.1008–049X.2018.05.018.

收稿日期: 2023年06月05日 修回日期: 2023年11月17日
本文编辑: 周璐敏 钟巧妮