

忍冬不同部位 UPLC 指纹图谱及化学模式识别研究

甄亚钦^{1,2,3}, 冯玉¹, 田伟^{1,2,3}, 范帅帅¹, 麻景梅^{1,2,3}, 王鑫国^{1,2,3}, 牛丽颖^{1,2,3*}

1. 河北中医学院, 河北 石家庄 050091

2. 河北省中药配方颗粒工程技术研究中心, 河北 石家庄 050091

3. 河北省高校中药配方颗粒应用技术研发中心, 河北 石家庄 050091

摘要: 目的 采用 UPLC 法建立金银花、忍冬叶和忍冬藤指纹图谱, 对忍冬不同部位采用指纹图谱相似度评价及聚类分析和主成分分析等化学模式识别技术进行研究, 以期对忍冬药材的综合利用提供科学依据。方法 采用 ACQUITY UPLC BEH C₁₈ (100 mm×2.1 mm, 1.7 μm) 色谱柱, 以乙腈-0.1%磷酸溶液为流动相梯度洗脱, 体积流量 0.3 mL/min, 柱温 30 °C, 样品室温度 8 °C, 检测波长 326、238、350 nm, 进样量 1 μL。结果 28 批样品有 14 个共有峰, 与对照品色谱峰比对, 指认了 10 个色谱峰, 分别为新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、马钱苷、芦丁、木犀草苷、异绿原酸 B、异绿原酸 A 和异绿原酸 C, 金银花 (10 批)、忍冬叶 (9 批) 和忍冬藤 (9 批) 化学成分组成及量均存在一定差异。采用聚类分析及主成分分析从化学成分上揭示了忍冬不同部位 28 批样品的相似性及差异性。结论 金银花与忍冬叶化学成分较为相似, 而与忍冬藤间存在差异, 所建立的指纹图谱方法可为金银花、忍冬叶、忍冬藤的质量控制提供参考。

关键词: 金银花; 忍冬叶; 忍冬藤; 指纹图谱; 聚类分析; 主成分分析; 新绿原酸; 绿原酸; 隐绿原酸; 咖啡酸; 马钱苷; 芦丁; 木犀草苷; 异绿原酸 B; 异绿原酸 A; 异绿原酸 C

中图分类号: R286.2 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2019)18-4449-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.18.026

Wavelength switching of UPLC fingerprint and chemical pattern recognition of different medical parts of *Lonicera japonica*

ZHEN Ya-qin^{1,2,3}, FENG Yu¹, TIAN Wei^{1,2,3}, FAN Shuai-shuai¹, MA Jing-mei^{1,2,3}, WANG Xin-guo^{1,2,3}, NIU Li-ying^{1,2,3}

1. Hebei University of Chinese Medicine, Shijiazhuang 050091, China

2. Hebei TCM Formula Granule Engineering & Technology Research Center, Shijiazhuang 050091, China

3. TCM Formula Granule Research Center of Hebei Province University, Shijiazhuang 050091, China

Abstract: Objective To study *Lonicerae Japonicae Flos*, *Lonicerae Japonicae Caulis*, and *Lonicerae Japonicae Leaves* by UPLC method, and study the different parts of *Lonicera japonica* by the fingerprint similarity evaluation, cluster analysis, principal component analysis, and other chemical pattern recognition technologies, in order to provide scientific basis for the comprehensive utilization of *L. japonica*. **Methods** The method was carried out on an ACQUITY UPLC BEH C₁₈ column (100 mm × 2.1 mm, 1.7 μm) by a gradient elution using acetonitrile and 0.1% phosphoric acid. The flow rate was 0.3 mL/min, The column temperature was 30 °C. The sample room temperature was 8 °C. The detection wavelengths were 326, 238, and 250 nm, and the injection volume was 1 μL. **Results** The UPLC fingerprint of 28 batches of samples from different parts of *Lonicerae Japonicae* were set up and 14 common peaks were obtained. They were new chlorogenic acid, chlorogenic acid, cryptochlorogenic acid, caffeic acid, loganin, rutin, luteoloside, isochlorogenic acid B, isochlorogenic acid A and isochlorogenic acid C. There were some differences in chemical composition and quantity of *Lonicerae Japonicae Flos*, *Lonicerae Japonicae leaves*, and *Lonicerae Japonicae Caulis*. PCA and cluster analysis revealed the similarity and difference of 28 batches of samples from different parts of *L. japonica*. **Conclusion** The combination of clustering analysis and principle component analysis could be used to confirm that the chemical constituents of *Lonicerae Japonicae Flos* and *Lonicerae Japonicae leaves* were similar, but there was a difference between *Lonicerae Japonicae Flos* and *Lonicerae Japonicae Caulis*. The established fingerprint method can provide a reference for the quality control of *Lonicerae Japonicae Flos*,

收稿日期: 2019-03-06

基金项目: 河北省中医药管理局科研计划项目 (2017016); 河北省高等学校科学技术研究项目 (ZD2015001); 河北中医学院青年科研基金资助项目 (QNZ2016002)

作者简介: 甄亚钦 (1987—), 女, 硕士, 研究方向为中药质量控制。Tel: 15832143768 E-mail: zhenyaqin@126.com

*通信作者 牛丽颖 (1968—), 女, 教授, 硕士生导师, 研究方向为中药分析与质量控制研究。Tel: (0311)89926548 E-mail: niuliyinggy@163.com

Lonicerae Japonicae leaves, and *Lonicerae Japonicae* Caulis.

Key words: *Lonicerae Japonicae* Flos; *Lonicerae Japonicae* leaves; *Lonicerae Japonicae* Caulis; fingerprint; cluster analysis; principal component analysis; new chlorogenic acid; chlorogenic acid; cryptochlorogenic acid; caffeic acid; loganin; rutinum; luteoloside; isochlorogenic acid B; isochlorogenic acid A; isochlorogenic acid C

忍冬 *Lonicera japonica* Thunb. 为忍冬科 (Caprifoliaceae) 忍冬属 *Lonicera* L. 常绿藤木植物, 是我国传统药用植物, 其干燥花蕾或初开的花为常用中药金银花, 秋、冬二季采割晒干的干燥茎枝为另一味中药忍冬藤。在忍冬生长过程中, 大量忍冬叶会被修剪下来, 弃之不用, 然而据史书记载“花叶同效”, 明朝李时珍本草纲目也记录“忍冬茎叶及花功用皆同”^[1]。现代研究发现, 忍冬叶与金银花所含化学成分相似, 主要为有机酸、黄酮类、环烯醚萜苷类等化合物^[2-6], 具有抗菌、抗氧化、调节机体免疫力等多种药理作用^[7-8]。长期以来忍冬叶被视为非药用部位, 未被有效利用而废弃, 造成了资源的极大浪费及环境污染。中药指纹图谱技术具有整体性和模糊性, 能够相对全面地反映中药中所含化学成分的类别与数量, 目前, 已成为国际上公认的控制中药或天然药物质量的评价模式。近年来, 化学模式识别已广泛应用于中药材的质量控制与品质评价。本实验建立了忍冬不同部位的 UPLC 指纹图谱, 并基于指纹图谱信息采用聚类分析、主成分分析 (PCA) 等化学模式识别方法进行研究, 为全面充分开发利用忍冬这一优质药用资源提供数据支持和方法参考。

1 仪器与材料

1.1 仪器

超高效液相色谱 ACQUITY H-Class 系统, 包括四元溶剂管理器 (QSM)、自动进样样本管理器 (SM-FTN)、二极管阵列检测器 (PDA)、高温柱温箱 (CH-A)、Empower 3 色谱工作站 (美国 Waters 公司); Waters ACQUITY UPLC BEH C₁₈ 色谱柱 (100 mm×2.1 mm, 1.7 μm); TB-215D、BSA224S-CW 型电子分析天平 (塞多利斯公司); KQ-250 型超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司)。

1.2 材料

对照品新绿原酸 (批号 PY20170220)、绿原酸 (批号 PY20170216)、隐绿原酸 (批号 PY20170224)、异绿原酸 B (批号 PY20170227)、异绿原酸 C (批号 PY20170303)、洋蓟素 (批号 PY20170308)、马钱苷 (批号 PY20170108) 购自南京普怡生物科技

有限公司; 咖啡酸 (批号 110885-200102)、异绿原酸 A (批号 111782-201405)、木犀草苷 (批号 11720-201106) 购自中国食品药品检定研究院; 芦丁 (批号 MUST-16031813) 购自成都普菲德生物技术有限公司; 所有对照品质量分数均大于 98%。甲醇、乙腈均为色谱纯 (Fisher 公司), 水为超纯水, 其他试剂均为分析纯。

10 批金银花 (S1~S10)、9 批忍冬叶 (S11~S19) 和 9 批忍冬藤 (S20~S28) 药材均由神威药业集团有限公司提供, 经河北省药品检验院主任中药师孙宝惠鉴定为忍冬科植物忍冬 *Lonicera japonica* Thunb. 的干燥花、藤、叶, 具体信息见表 1。药材标本保存于河北中医学院中药配方颗粒工程技术研究中心。

表 1 金银花、忍冬叶、忍冬藤样品来源

Table 1 Sources of *Lonicerae Japonicae* Flos, *Lonicerae Japonicae* leaves and *Lonicerae Japonicae* Caulis

编号	样品	采集地	采集时间
S1	金银花	山东郑城镇郑城村	2017-05
S2	金银花	河北巨鹿安家庄	2017-05
S3	金银花	河北正定小吴村	2017-05
S4	金银花	河北正定小吴村	2017-05
S5	金银花	山东流峪镇蚕场村	2016-05
S6	金银花	山东流峪镇孟家庄	2016-05
S7	金银花	山东郑城镇城东村	2016-05
S8	金银花	山东流峪镇蒲楼村	2016-05
S9	金银花	山东郑城镇双龙村	2016-05
S10	金银花	河北巨鹿小吕寨	2016-05
S11	忍冬叶	河北巨鹿安家庄	2017-05
S12	忍冬叶	河北正定小吴村	2017-05
S13	忍冬叶	河北正定小吴村	2017-05
S14	忍冬叶	山东流峪镇蚕场村	2016-05
S15	忍冬叶	山东流峪镇孟家庄	2016-05
S16	忍冬叶	山东郑城镇城东村	2016-05
S17	忍冬叶	山东流峪镇蒲楼村	2016-05
S18	忍冬叶	山东郑城镇双龙村	2016-05
S19	忍冬叶	河北巨鹿安家庄	2017-05
S20	忍冬藤	山东郑城镇郑城村	2017-05
S21	忍冬藤	河北巨鹿安家庄	2017-05
S22	忍冬藤	河北正定小吴村	2017-05
S23	忍冬藤	河北正定小吴村	2017-05
S24	忍冬藤	山东平邑流峪镇	秋冬采收
S25	忍冬藤	山东平邑流峪镇	秋冬采收
S26	忍冬藤	山东平邑流峪镇	秋冬采收
S27	忍冬藤	山东平邑流峪镇	秋冬采收
S28	忍冬藤	山东平邑流峪镇	秋冬采收

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱: Waters ACQUITY UPLC BEH C_{18} 色谱柱 (100 mm×2.1 mm, 1.7 μ m); 流动相: 乙腈 (A)-0.1% 磷酸溶液 (B); 梯度洗脱: 0~6 min, 5%~10% A; 6~8 min, 10%~14% A; 8~12 min, 14% A; 12~18 min, 14%~35% A; 18~21 min, 35%~70% A; 21~21.1 min, 70%~5% A; 21.1~28 min, 5% A; 体积流量 0.3 mL/min; 柱温 30 $^{\circ}$ C; 样品室温度 8 $^{\circ}$ C; 检测波长: 0~8 min 为 326 nm (酚酸类), 8~14 min 为 238 nm (环烯醚萜苷类), 14~16 min 为 350 nm (黄酮类), 16~28 min 为 326 nm (酚酸类); 进样量 1 μ L。

2.2 对照品溶液制备

分别精密称取新绿原酸、绿原酸、咖啡酸、隐绿原酸、异绿原酸 A、异绿原酸 B、异绿原酸 C、芦丁、木犀草苷和马钱苷对照品适量, 用 70% 甲醇配制成质量浓度分别为 0.051、1.808、0.052、0.050、0.972、0.054、0.237、0.119、0.050、0.380 mg/mL 的混合对照品溶液。

2.3 供试品溶液制备

取金银花、忍冬藤、忍冬叶粉末 (过 3 号筛) 各约 0.5 g, 精密称定, 分别置具塞锥形瓶中, 精密加入 70% 甲醇 25 mL, 称定质量, 超声处理 (功率 250 W, 频率 40 kHz) 30 min, 放冷, 再称定质量, 用 70% 甲醇补足减失的质量, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得。

2.4 UPLC 指纹图谱方法学考察

2.4.1 精密度试验 取金银花 (S1) 药材粉末, 按照“2.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下建立的色谱条件进行测定, 连续进样 6 次, 记录色谱图, 以绿原酸 (2 号峰) 为参照峰, 考察各共有峰相对保留时间和相对峰面积的一致性。结果显示, 各主要色谱峰相对保留时间的 $RSD < 1\%$, 相对峰面积的 $RSD < 3\%$, 表明仪器精密度良好。

2.4.2 重复性试验 取金银花 (S1) 药材粉末, 按照“2.3”项下方法平行制备 6 份供试品溶液, 依照“2.1”项下建立的色谱条件进行分析, 记录色谱图。以绿原酸 (2 号峰) 为参照峰, 考察各共有峰相对保留时间和相对峰面积的一致性。结果显示, 各主要色谱峰相对保留时间的 $RSD < 1\%$, 相对峰面积的 $RSD < 3\%$, 表明方法重复性良好。

2.4.3 稳定性试验 取金银花 (S1) 药材粉末, 按

照“2.3”项下方法制备供试品溶液, 分别于制备后 0、2、4、6、8、12 h, 依照“2.1”项下建立的色谱条件进行分析, 记录色谱图。以绿原酸 (2 号峰) 为参照峰, 考察各共有峰相对保留时间和相对峰面积的一致性。结果显示, 各主要色谱峰相对保留时间的 $RSD < 1\%$, 相对峰面积的 $RSD < 3\%$, 表明供试品溶液在 12 h 内稳定性良好。

2.5 指纹图谱的建立

2.5.1 忍冬不同部位 UPLC 指纹图谱的考察 分别取 10 批金银花、9 批忍冬叶和 9 批忍冬藤药材各 0.5 g, 按“2.3”项下方法制备供试品溶液, 按“2.1”项下色谱条件进行测定, 记录色谱图。将所得的金银花、忍冬叶和忍冬藤药材 UPLC 图谱分别导入国家药典委员会研制的“中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2012 年版)”软件, 金银花与忍冬叶指纹图谱均确定了 14 个相同的共有峰, 忍冬藤指纹图谱也确定了 14 个共有峰, 但与金银花、忍冬叶的共有峰并不完全相同, 结果见图 1。经与对照品溶

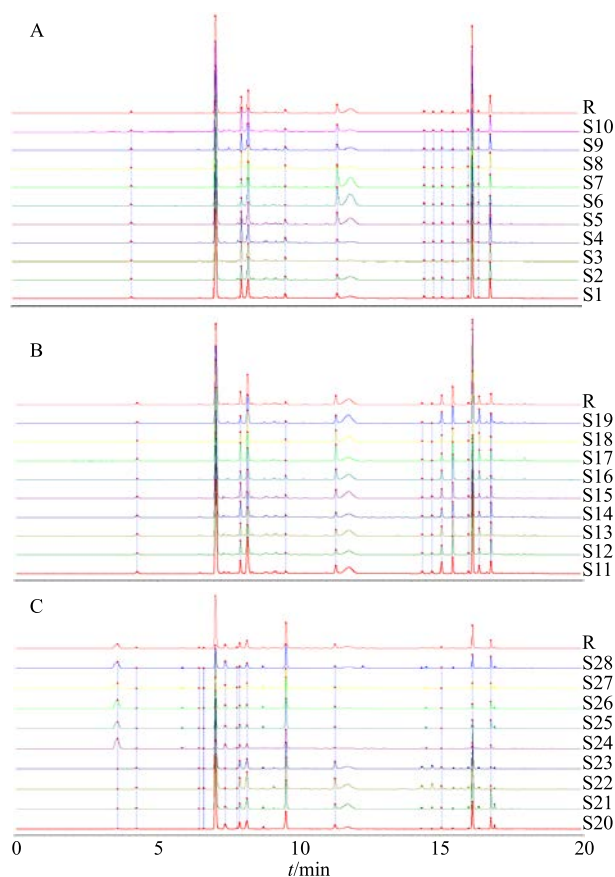
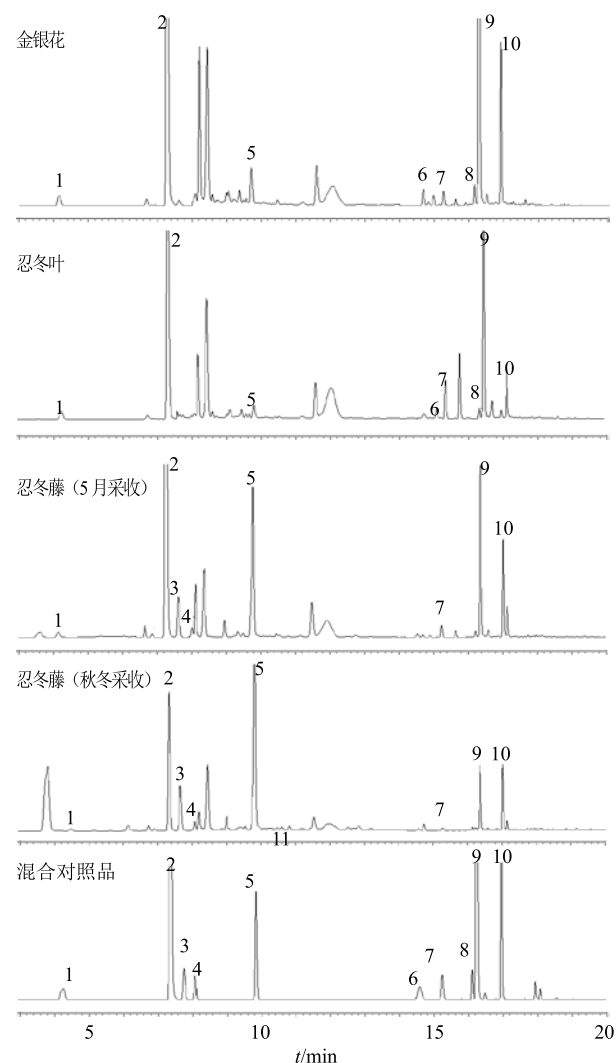


图 1 金银花 (A)、忍冬叶 (B)、忍冬藤 (C) 的指纹图谱
Fig. 1 UPLC-fingerprint of *Lonicerae Japonicae* Flos (A), *Lonicerae Japonicae* leaves (B), and *Lonicerae Japonicae* Caulis (C)

液相色谱图比对后, 指认了样品图谱中 10 个色谱峰, 分别为新绿原酸、绿原酸、隐绿原酸、咖啡酸、马钱苷、芦丁、木犀草苷、异绿原酸 B、异绿原酸 A 和异绿原酸 C, 金银花、忍冬叶、忍冬藤和对照品色谱图见图 2。

2.5.2 相似度评价 将所得的金银花、忍冬叶和忍冬藤药材 UPLC 图谱分别导入国家药典委员会研制的中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2012 年版)



1-新绿原酸 2-绿原酸 3-咖啡酸 4-隐绿原酸 5-马钱苷 6-芦丁
7-木犀草苷 8-异绿原酸 B 9-异绿原酸 A 10-异绿原酸 C
1-new chlorogenic acid 2-chlorogenic acid 3-cryptochlorogenic
acid 4-caffeic acid 5-loganin 6-rutin 7-luteoloside
8-isochlorogenic acid B 9-isochlorogenic acid A
10-isochlorogenic acid C

图 2 金银花、忍冬叶、忍冬藤样品和混合对照品 UPLC 图
Fig. 2 UPLC of sample of *Lonicerae Japonicae Flos*, *Lonicerae Japonicae leaves*, *Lonicerae Japonicae Caulis*, and mixed standards

软件, 利用中位数法, 采用标记峰峰匹配, 分别生成金银花、忍冬叶和忍冬藤的对照图谱, 进行相似度评价, 各批次金银花、忍冬叶的相似度在 0.978~0.999, 表明各批次金银花药材、忍冬叶药材质量稳定; 忍冬藤相似度较低, 主要是因为不同采收期药材化学成分和含量差异较大。

表 2 28 批忍冬不同部位药材相似度分析结果

Table 2 Similarity analysis of samples from different parts of 28 batches of *L. japonica*

金银花		忍冬叶		忍冬藤	
编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度
S1	0.999	S11	0.996	S20	0.972
S2	0.994	S12	0.997	S21	0.948
S3	0.995	S13	0.998	S22	0.952
S4	0.992	S14	0.996	S23	0.973
S5	0.998	S15	0.987	S24	0.629
S6	0.992	S16	0.978	S25	0.838
S7	0.993	S17	0.958	S26	0.783
S8	0.989	S18	0.996	S27	0.792
S9	0.996	S19	0.987	S28	0.865
S10	0.997				

2.5.3 金银花、忍冬叶、忍冬藤的比较 由于 5 月份与金银花同时采收的忍冬藤与春秋采收的忍冬藤差异较大, 因此分别生成 5 月采收的忍冬藤和秋冬采收的忍冬藤的对照图谱。将所得的金银花、忍冬叶和忍冬藤对照图谱分别导入国家药典委员会研制的中药色谱指纹图谱相似度评价系统 (2012 年版) 软件, 利用中位数法, 以金银花对照图谱为参照图谱, 金银花、忍冬叶和忍冬藤 (5 月采收)、忍冬藤 (秋冬采收) 的相似度分别为 1.000、0.985、0.925、0.649, 比较图谱见图 3。

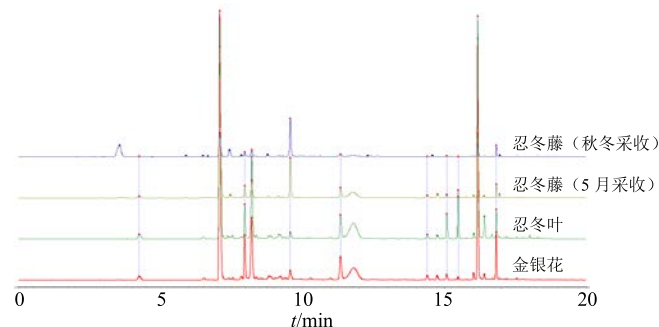


图 3 金银花、忍冬藤、忍冬叶样品对照图谱比较
Fig. 3 Comparison of reference-fingerprint of *Lonicerae Japonicae Flos*, *Lonicerae Japonicae Caulis* and *Lonicerae Japonicae leaves*

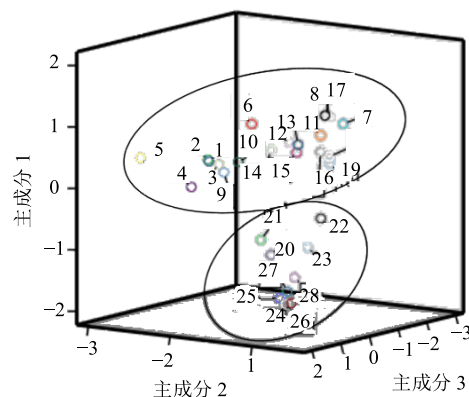
2.6 基于化学计量学方法的金银花、忍冬藤和忍冬叶药材比较

仅从相似度差别上很难全面反映忍冬不同部位药材间的异同,为了更好的分析比较忍冬不同部位之间化学成分的差异,采用聚类分析和 PCA 等化学计量学方法,以测定的不同部位的峰面积为变量,对 28 批药材进行了分析。

2.6.1 聚类分析 聚类分析是一种常见的无监督模式识别方法,通过将观察对象依据某些特征加以归类,从而建立样本与样本之间的相似关系或亲疏关系的一种探索性数据分析手段,目前已广泛应用于中药鉴别、质量评价和品种分类等方面^[10]。将 28 批忍冬不同部位药材色谱峰峰面积导入 SPSS 22.0 软件进行分析,采用组间连接法,选用欧氏距离进行聚类分析,结果见图 4。结果表明,依据聚类分析可将 28 批药材主要分为 2 类,其中金银花与忍冬叶可归为一类,而忍冬藤则单独归为一类,表明金银花与忍冬叶较为相似。此外,忍冬藤又可以分为 2 类,5 月份采收的忍冬藤与秋冬采收的忍冬藤可以区分出来,说明不同采收期忍冬藤中化学成分积累变化明显。

2.6.2 PCA PCA 是一种重要的多元统计分析方法,其在尽可能保留原有信息的情况下,将高维空间中的样本映射到较低维的主成分空间中,使数据

矩阵简化,降低维数,寻找少数几个由原始变量线性组合的主成分(也称潜变量),以揭示数据结构特征,提取化学信息,PCA 能很好地通过少数的潜在因素解释大量变量间的相关性,已经广泛应用于中药材的品质综合评价与分类^[11]。因此,在聚类分析的基础上,进一步采用 PCA 对 28 批忍冬不同部位药材进行比较。由 PCA 结果可知,前 3 个主成分累积贡献率为 88.594%,其中第 1 主成分贡献率为 64.018%,第 2 主成分贡献率为 16.339%,第 3 主成分贡献率为 8.237%。PCA 分析结果见图 5,28 批忍冬不同部位可被分为 2 类,其中金银花与忍冬叶被归为一类。由图 5 可知,5 月份采收的忍冬藤与秋冬采收的忍冬藤投影点相聚较远,表明不同采收期的忍冬藤差异明显。PCA 结果与聚类分析结果一致。



1~10-S1~S10 11~19-S11~S19 20~28-S20~S28

图 5 金银花、忍冬藤、忍冬叶药材 PCA

Fig. 5 PCA scores plot of analysis of *Lonicerae Japonicae* Flos, *Lonicerae Japonicae* Caulis, and *Lonicerae Japonicae* leaves

3 讨论

本研究考察了提取溶剂的种类和提取时间对提取效果的影响,比较了以甲醇、70%甲醇、50%甲醇、乙醇、70%乙醇、50%乙醇为提取溶剂和超声时间为 30、45、60 min 时的提取效果,通过比较色谱峰峰形、峰面积、出峰数及各峰的分度,最终选择以 70%甲醇超声 30 min 作为供试品溶液的提取方法。由于中药成分复杂,采取单一检测波长会出现色谱峰组成单一、峰面积普遍偏小以及特征峰数量少等情况,后续的指纹图谱相似度的计算也无法客观地反映药材的成分体系,也就无法客观地对药材品质进行评价^[10]。金银花、忍冬叶、忍冬藤

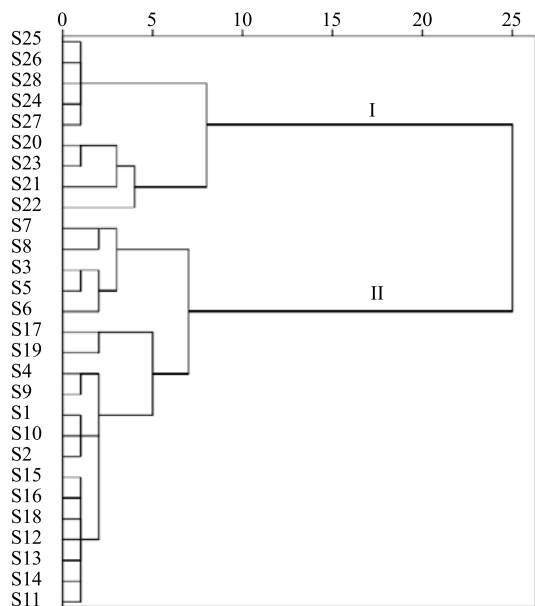


图 4 金银花、忍冬藤、忍冬叶药材聚类分析

Fig. 4 Hierarchical cluster analysis of *Lonicerae Japonicae* Flos, *Lonicerae Japonicae* Caulis, and *Lonicerae Japonicae* leaves

中所含的主要化学成分相似,均含有有机酸类、环烯醚萜苷类和黄酮类等化合物,本实验使用 PDA 检测器对样品进行 190~400 nm 全波长扫描,并对各波长下的色谱图进行分析比较。结果发现 3 类化合物的最佳检测波长分别是 326、238、350 nm,所以本实验采用波长切换技术,选择 326、238、350 nm 为检测波长,各峰分离良好,特征峰明显且峰形较好,多波长图谱最大可能地获取了色谱组分信息以反映忍冬不同部位药材化学成分组成的全貌,从而克服了单一波长下信息量不足的缺点。本实验首次建立了忍冬不同部位指纹图谱,采用波长切换 UPLC 法,较全面地反映了样品化学信息,且分析时间短,分离效果好。

本研究采用波长切换技术建立了忍冬不同部位 UPLC 指纹图谱,并采用聚类分析和 PCA 对 3 种药材进行了比较金银花与忍冬叶的指纹图谱相似度高达 0.985,聚类分析和 PCA 也将金银花和忍冬叶聚为一类,综合指纹图谱、聚类分析和 PCA 结果,表明金银花与忍冬叶所含化学成分相似度较高,而与忍冬藤的差异较为明显。此外,不同采收时间的忍冬藤差异较大,秋冬采收的忍冬藤所含的酚酸类成分、黄酮类成分均明显低于 5 月采收的忍冬藤,但忍冬藤指纹图谱中 1 号峰的峰面积在秋冬采收的忍冬藤中比 5 月采收的忍冬藤中高了 20 倍左右。《本草纲目》云:“忍冬,茎叶同花,功用皆同。”《本草纲目》“集解”下载:“四月采花,阴干,藤叶不拘时采,阴干。”目前,忍冬藤虽收录于《中国药典》,但规定了采收时间为秋冬季节,忍冬叶则未收录于中国药典。忍冬生长过程中要进行多次修剪,首先是春季忍冬树干及主枝基部除萌,其次是整个生长季节新梢要不断摘心,除萌和摘心获得

大量嫩芽,前两茬花蕾采收后都要修剪下大量的枝叶。忍冬叶与忍冬藤产量较高,抗菌、抗氧化等药理活性较好,但目前开发较少,造成药用资源的极大浪费,因此应对忍冬叶和忍冬藤进行深入系统的研究,以期减少药用资源的浪费。

参考文献

- [1] 华碧春,陈齐光.忍冬藤和金银花的本草研究[J].福建中医学院学报,1996,6(1):27-29.
- [2] 王玲娜,孙希芳,张芳,等.不同发育时期金银花颜色与活性成分的相关性分析[J].中草药,2017,48(15):3182-3188.
- [3] 朱金花,王悠悠,庆伟霞,等.HPLC 法同时测定忍冬叶中 9 种活性成分的研究[J].化学研究,2017,28(1):70-74.
- [4] 刘伟,杨帆,刘峰,等.忍冬叶活性成分周期变化及其代谢关系研究[J].中国中药杂志,2017,42(7):1292-1299.
- [5] 陈玲,张海艳,李晓,等.忍冬的化学成分研究进展[J].现代药物与临床,2015,30(1):108-114.
- [6] 王芳,蒋跃平,王晓良,等.金银花的化学成分研究[J].中国中药杂志,2013,38(9):1378-1385.
- [7] 吴丹丹,王悠悠,鲁义磊,等.不同生长期忍冬叶中活性成分的动态变化及抗菌作用研究[J].化学研究,2018,29(1):30-36.
- [8] 赵媛媛,杨倩茹,郝江波,等.金银花与忍冬藤及叶药理作用差异的研究进展[J].中国中药杂志,2016,41(13):2422-2427.
- [9] 曾慧婷,沙秀秀,宿树兰,等.不同产地丹参茎叶 UPLC 指纹图谱与化学模式识别研究[J].中草药,2017,48(4):767-772.
- [10] 苗琦,罗光明,罗扬婧,等.梔子多波长 HPLC 指纹图谱及化学模式识别研究[J].中草药,2017,48(4):767-772.