

维药小新塔花和芳香新塔花的 HPLC 指纹图谱研究

孟庆艳¹, 丁玲², 刘圆^{2*}

1. 新疆生产建设兵团 塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300

2. 西南民族大学 民族医药研究院, 四川 成都 610041

摘要: **目的** 建立小新塔花和芳香新塔花的 HPLC 指纹图谱分析方法, 并同时测定 8 批小新塔花和 22 批芳香新塔花中金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮的量。**方法** 采用 Kromasil C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 以甲醇-0.08%甲酸水溶液进行梯度洗脱, 同时测定了小新塔花和芳香新塔花中金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮的量, 建立了不同产地 8 批小新塔花和 22 批芳香新塔花的指纹图谱。**结果** 根据主成分分析、聚类分析, 将 30 批药材分为 2 类, 建立了 2 种新塔花的 HPLC 指纹图谱。不同产地的 2 种新塔花中金丝桃苷、槲皮素和胡薄荷酮等成分的量存在较大差异; 芳香新塔花不含槲皮素, 而小新塔花中含有; 芳香新塔花中的金丝桃苷和胡薄荷酮量高于小新塔花; 小新塔花中金丝桃苷量为 49.72~204.33 μg/g, 槲皮素量为 161.06~213.22 μg/g, 胡薄荷酮量为 36.19~93.29 μg/g; 芳香新塔花中金丝桃苷量为 174.15~802.24 μg/g, 胡薄荷酮量为 77.43~353.45 μg/g。**结论** 不同品种的新塔花指纹图谱存在一定的差异, 可为新塔花药材的质量控制、品种鉴定及划分提供一定的参考依据。

关键词: 小新塔花; 芳香新塔花; 指纹图谱; 金丝桃苷; 槲皮素; 胡薄荷酮; 主成分分析; 聚类分析

中图分类号: R286.02 文献标志码: A 文章编号: 0253-2670(2013)12-1673-06

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2013.12.029

HPLC fingerprint analysis on *Wei* Medicine *Ziziphora tenuior* and *Ziziphora clinopodioides*

MENG Qing-yan¹, DING Ling², LIU Yuan²

1. Key Laboratory of Biological Resource Protection and Utilization of Tarim Basin, Production and Construction Corps of Xinjiang, Alaer 843300, China

2. Ethnic Medicine Institute of South west University for Nationalities, Chengdu 610041, China

Abstract: Objective To establish HPLC fingerprint for the analysis on *Ziziphora tenuior* and *Z. clinopodioides* and the determination of hyperin, rutin, and pulegone in eight batches of *Z. tenuior* and 22 batches of *Z. clinopodioides* synchronously.

Methods The HPLC method was used with Kromasil C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), and a mixture of methanol-0.08 % HCOOH was used as mobile phase with gradient elution. The HPLC fingerprint for eight batches of *Z. tenuior* and 22 batches of *Z. clinopodioides* was established. **Results** The HPLC fingerprints of the two species were obviously different, so two modes were established for two species, respectively. The eight batches of *Z. tenuior* and 22 batches of *Z. clinopodioides* were classified into two groups based on the result of principal component, hierarchical cluster, and similarity analyses. Hyperin and pulegone were the common compositions; quercetin (161.06—213.22 μg/g) was founded in *Z. tenuior*, but not in *Z. clinopodioides*; the contents of hyperin (174.15—802.24 μg/g), pulegone (77.43—353.45 μg/g) of *Z. clinopodioides* were higher than those of *Z. tenuior* (49.72—204.33 and 36.19—93.29 μg/g). **Conclusion** *Z. tenuior* and *Z. clinopodioides* have the different fingerprint, which could provide the evidence for their quality control, species identification, and classification.

Key words: *Ziziphora tenuior* Linn.; *Ziziphora clinopodioides* Lam.; fingerprint; hyperin; quercetin; pulegone; principal component analysis; hierarchical cluster analysis

收稿日期: 2012-09-15

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2012BAI27B07); 国家科技部“重大新药创制”科技重大专项 (2011ZX09307-002-01); 塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室开放课题项目 (BRYB1005); 四川省科技支撑计划 (2011SZ0233); 中央高校基本科研业务费专项资金项目优秀科研团队及重大孵化项目 (11NZYTH02); 四川省杰出青年学术技术带头人后续计划 (2011JQ0051)

作者简介: 孟庆艳 (1982—), 女, 吉林磐石人, 现为新疆生产建设兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室助理研究员。

E-mail: hongyan_meng@sina.com

*通信作者 刘圆 E-mail: 499769896@qq.com

小新塔花 *Ziziphora tenuior* Linn. 和芳香新塔花 *Z. clinopodioides* Lam. 均为唇形科 (Labiatae) 新塔花属 *Ziziphora* Linn. 植物, 分布于中亚及蒙古, 在我国仅分布于新疆^[1]。此 2 种新塔花皆为新疆民间中草药, 也是新疆地区民族常用药物, 维医用于治疗虚劳咳嗽、水肿、肋下疼痛及慢性气管炎等疾病^[2]。小新塔花为一年生草本, 其精油中含有大量的胡薄荷酮, 具有抗炎作用^[3], 在伊朗常作为调料使用或用于观赏^[4]。芳香新塔花为多年生半灌木, 具有薄荷香味, 是提炼芳香油很有前景的香料作物^[5]。现代药理研究表明芳香新塔花的挥发油具有抗菌和抗氧化的作用^[6]。小新塔花和芳香新塔花为同属的 2 种植物, 具有类似的功效和药效, 原植物和药材性状特征均有差异。本实验首次采用 HPLC 指纹图谱方法对来自不同产地的小新塔花和芳香新塔花进行鉴定, 以 8 批小新塔花和 22 批芳香新塔花分别生成

对照指纹图谱, 并测定各批药材中金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮的量。方法重现性和精密度良好, 为新塔花药材种属的鉴别和质量控制提供了科学依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Waters 2695 高效液相色谱仪; Waters 2996 检测器; Empower Pro 色谱工作站; KQ5200E 型超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司); Mettler AE240 型电子分析天平 [梅特勒-托利仪器 (上海) 有限公司]。

1.2 试剂

小新塔花药材由塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室孟庆艳于 2010 年 7 月采集并鉴定, 为了样品更具有代表性, 每个产地相隔 1 公里采 2 批样品, 来源见表 1。金丝桃苷对照品 (批号 111521-200303)、槲皮素对照品 (批号 100081-200907)、

表 1 小新塔花和芳香新塔花样品来源

Table 1 Sources of *Z. tenuior* and *Z. clinopodioides* samples

编号	名称	产地	编号	名称	产地
S1	小新塔花	伊犁州昭苏格登山	S16	芳香新塔花	阿尔泰
S2	小新塔花	伊犁州昭苏格登山	S17	芳香新塔花	伊犁州新源南山
S3	小新塔花	博乐塞里木湖畔	S18	芳香新塔花	伊犁州新源南山
S4	小新塔花	博乐塞里木湖畔	S19	芳香新塔花	伊犁州昭苏牧马场
S5	小新塔花	伊犁州牧马场	S20	芳香新塔花	伊犁州昭苏牧马场
S6	小新塔花	伊犁州牧马场	S21	芳香新塔花	昌吉州木垒县博斯坦
S7	小新塔花	伊犁州巩留野核桃沟	S22	芳香新塔花	昌吉州木垒县博斯坦
S8	小新塔花	伊犁州巩留野核桃沟	S23	芳香新塔花	伊犁州霍城果子沟
S9	芳香新塔花	塔城 166 团	S24	芳香新塔花	伊犁州霍城果子沟
S10	芳香新塔花	塔城 166 团	S25	芳香新塔花	昌吉州木垒县龙王庙水库
S11	芳香新塔花	伊犁州巩留野核桃沟	S26	芳香新塔花	昌吉州木垒县龙王庙水库
S12	芳香新塔花	伊犁州巩留野核桃沟	S27	芳香新塔花	昌吉州木垒县水磨沟
S13	芳香新塔花	博乐塞里木湖畔	S28	芳香新塔花	昌吉州木垒县水磨沟
S14	芳香新塔花	博乐塞里木湖畔	S29	芳香新塔花	伊犁州昭苏格登山
S15	芳香新塔花	阿尔泰	S30	芳香新塔花	伊犁州昭苏格登山

胡薄荷酮对照品 (批号 111706-201004) 均由中国药品生物制品检定所提供。甲醇、乙腈为色谱醇, 水为二次蒸馏水; 其他试剂均为分析纯。

2 方法与结果

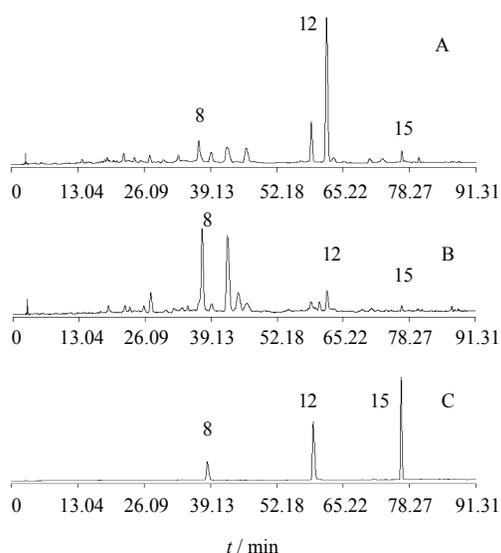
2.1 色谱条件

色谱柱为 Kromasil C₁₈ 柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 检测波长 254 nm, 柱温 35 °C, 体积流量 1 mL/min, 进样量 15 μL, 流动相为甲醇 (A) -0.08%

甲酸水溶液 (B), 洗脱程序: 0~20 min, 10% A; 20~28 min, 32% A; 28~30 min, 33% A; 30~50 min, 41% A; 50~55 min, 52% A; 55~65 min, 53% A; 60~90 min, 100% A。所有组分在 90 min 内检测完成, 色谱图见图 1。

2.2 溶液制备

2.2.1 对照品溶液的制备 精密称取金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮对照品适量, 置 10 mL 量瓶中, 用



8-金丝桃苷 12-槲皮素 15-胡薄荷酮
8-hyperin 12-querctetin 15-pulegone

图 1 芳香新塔花(A)、小新塔花 (B) 和混合对照品 (C) HPLC 图谱对比

Fig. 1 Comparison on HPLC chromatograms of *Z. clinopodioides* (A), *Z. tenuior* (B), and mixed reference substances (C)

甲醇稀释至刻度，摇匀，制成含金丝桃苷 150 $\mu\text{g/mL}$ 、槲皮素 150 $\mu\text{g/mL}$ 、胡薄荷酮 214 $\mu\text{g/mL}$ 的混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液的制备 取新塔花药材粉末（过 3 号筛）约 0.8 g，精密称定，置 50 mL 锥形瓶中，精密加入甲醇 25 mL 称定质量，超声 45 min，冷却至室温，补足减失的质量，滤过，至于 25 mL 量瓶中，过 0.45 μm 微孔滤膜，即得。

2.3 指纹图谱的方法学考察

2.3.1 精密度试验 取 S25 药材粉末 0.8 g，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1”项下色谱条件，重复进样 6 次，记录色谱图。利用中药色谱指纹图谱相似度评价系统 A 版软件计算相似度，结果均大于 0.9；以胡薄荷酮为参照峰，计算各主要色谱峰相对保留时间 RSD 小于 0.15%，相对峰面积的 RSD 小于 2.71%，符合指纹图谱的要求。

2.3.2 重复性试验 取 S25 药材粉末 6 份，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1”项下色谱条件，进样分析，记录色谱图，相似度计算结果均大于 0.9；各主要色谱峰相对保留时间 RSD 均小于 0.37%，相对峰面积 RSD 小于 2.89%，表明该方法重复性良好，符合指纹图谱要求。

2.3.3 稳定性试验 取 S25 供试品溶液，按照“2.1”

项下色谱条件，分别在 0、4、8、12、24 h 进样，检测指纹图谱，相似度计算结果均大于 0.9；各主要色谱峰相对保留时间 RSD 小于 0.26%，相对峰面积 RSD 小于 2.43%，表明供试品溶液在 24 h 内稳定。

2.4 化学模式识别

2.4.1 主成分分析^[7-8] 30 批样品的色谱数据，各色谱峰面积百分比作为数据的信息，每一个数据为一个数据向量生成样本数据，30 个样本数据组成新塔花样本指纹信息数据矩阵。以 SPSS 17.0 数据统计系统，对数据矩阵进行主成分分析（PCA）后，进行投影得到所有样品的 PCA 平面图，见图 2，样品间内在的相互关系通过投影图表现出来，进而实现样品间的分类。从图中可以看出新塔花色谱数据可以将新塔花分为 2 大类。

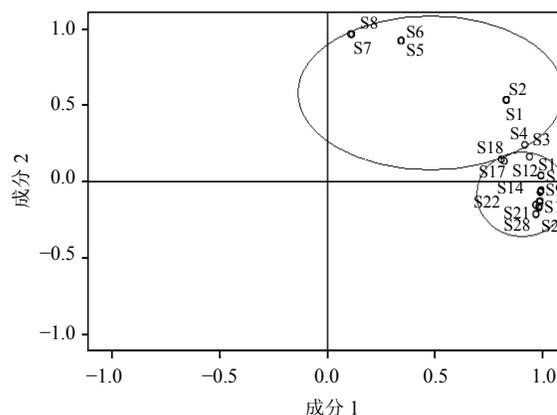


图 2 样品主成分得分图

Fig. 2 Principal component analysis on samples

2.4.2 聚类分析^[9-12] 采用 DPS 2000 数据统计软件，将 30 个样品的主成分数据，选用欧式距离法，以最短距离作为测度进行聚类，聚类结果见图 3。从树状图中可以看到，30 个样品大体聚为 2 类，样品 S1~S8 为一类，共 8 批；样品 S9~S30 为第二类，一共 22 批。与主成分分析结果基本一致。

2.5 指纹图谱的建立^[13-15]

聚类分析将 30 批药材分为 2 类，第 1 类为小新塔花药材，第 2 类为芳香新塔花药材，分别建立指纹图谱。

2.5.1 小新塔花药材 HPLC 指纹图谱的建立 取 S1~S8 药材粉末 0.8 g，按“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1”项下色谱条件，分别进样，进行 HPLC 分析，得到 8 批小新塔花药材的指纹图谱及 16 个共有峰，见图 4，并生成对照图谱 (R)，见图 5；计算其与对照指纹图谱比较的相似度，结果见表 2。

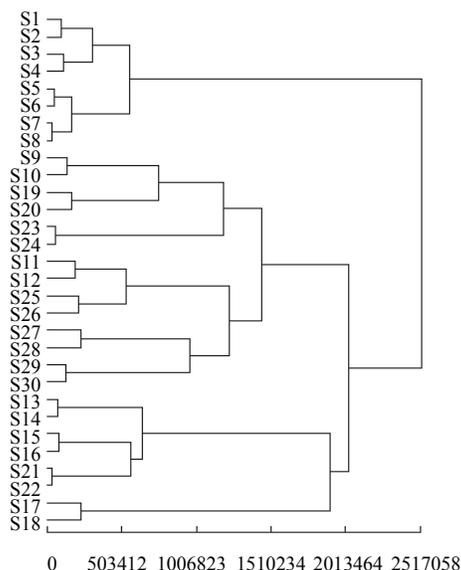


图 3 小新塔花和芳香新塔花样品主成分系统聚类分析图
Fig. 3 Hierarchical cluster analysis on principal components in *Z. tenuior* and *Z. clinopodioides*

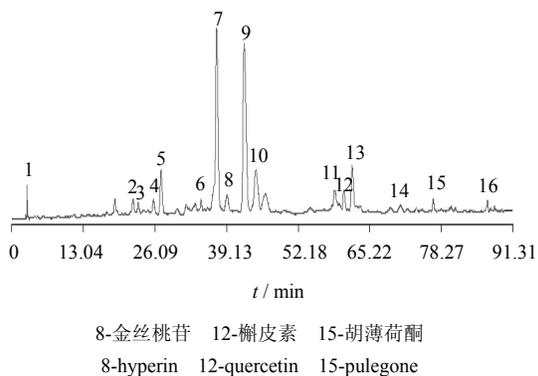


图 4 小新塔花指纹图谱及共有峰标识
Fig. 4 Fingerprint of *Z. tenuior* and assignment of common peaks

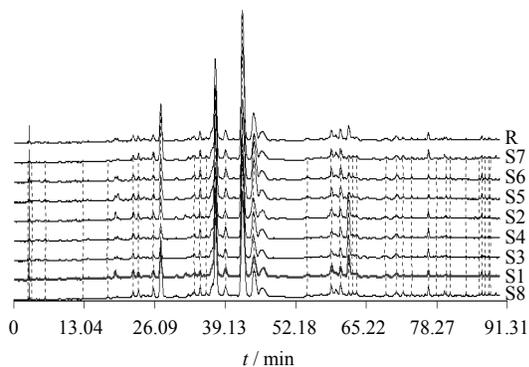


图 5 8 批小新塔花指纹图谱及生成的共有模式
Fig. 5 Fingerprint of eight batches of *Z. tenuior* and common mode

表 2 不同批次小新塔花药材与共有模式比较的相似度

Table 2 Similarities between various batches of *Z. tenuior* and common mode

批号	相似度	批号	相似度
S1	0.960	S5	0.986
S2	0.984	S6	0.976
S3	0.957	S7	0.978
S4	0.982	S8	0.971

由表 2 可以看出，不同产地的小新塔花相似度均在 0.9 以上，批间差异较小，说明不同产地的小新塔花之间化学成分及分量差别较小。

2.5.2 芳香新塔花药材 HPLC 指纹图谱的建立 取不同来源的芳香新塔花药材 (S9~S30 号样品)，按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1”项下色谱条件，分别进样，进行 HPLC 分析，得到 22 批芳香新塔花药材的指纹图谱及 15 个共有峰，见图 6，并生成对照图谱 (R)，见图 7；计算其与对照指纹图谱比较的相似度，结果见表 3。

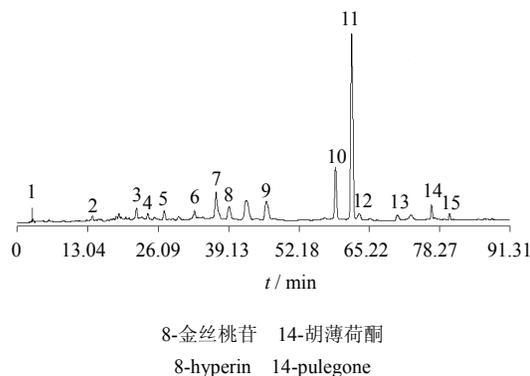


图 6 芳香新塔花指纹图谱及共有峰标识
Fig. 6 Fingerprint of *Z. clinopodioides* and assignment of common peaks

由表 3 可知，除 S13、S14、S17 和 S18 外，各不同产地的芳香新塔花相似度均在 0.9 以上，说明芳香新塔花药材存在物种的特性，由于产地、光照、水分、土壤等因素不同，芳香新塔花中的化学成分及分量的量发生了变化。

2.6 新塔花药材中金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮的测定^[16-19]

2.6.1 线性关系考察 分别精密量取金丝桃苷对照品溶液 (0.026 mg/mL) 0.4、2.0、4.0、6.0、8.0 mL 定容到 10 mL 量瓶中；分别取槲皮素 (0.02 mg/mL) 对照品溶液 2.0、3.0 mL 定容至 10 mL 量瓶中，分别取 5.0、6.0、7.0 mL 定容于 20 mL 量瓶中；分别精密量取胡薄荷酮对照品溶液 (0.171 mg/mL) 25、100、150、

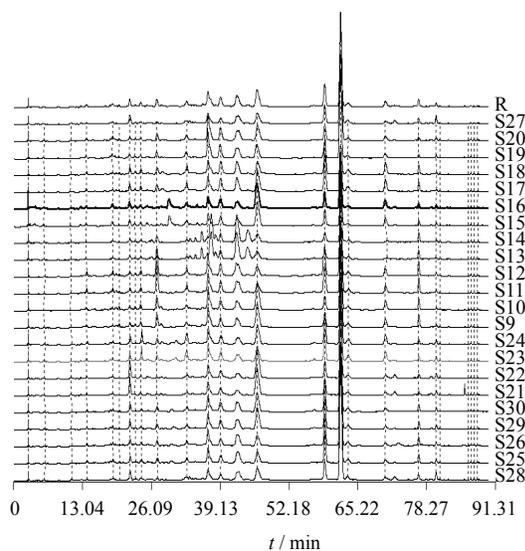


图 7 22 批芳香新塔花指纹图谱及生成的共有模式
Fig. 7 Fingerprint of 22 batches of *Z. clinopodioides* and common mode

表 3 不同批次芳香新塔花与共有模式比较的相似度
Table 3 Similarities between various batches of *Z. clinopodioides* and common mode

批号	相似度	批号	相似度
S9	0.985	S20	0.980
S10	0.978	S21	0.914
S11	0.971	S22	0.908
S12	0.972	S23	0.983
S13	0.731	S24	0.986
S14	0.734	S25	0.984
S15	0.946	S26	0.983
S16	0.943	S27	0.960
S17	0.835	S28	0.949
S18	0.831	S29	0.988
S19	0.979	S30	0.988

350、500、700 μL 定容到 10 mL 量瓶中。按照“2.1”项下色谱条件测定峰面积，以进样质量浓度为横坐标 (X)，峰面积为纵坐标 (Y)，进行线性回归，得金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮的标准曲线方程分别为金丝桃苷 $Y=43\ 002 X+172\ 568$, $r=0.999\ 9$, 在 1.04~26.00 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 线性关系良好；槲皮素 $Y=58\ 822 X-49\ 768$, $r=0.999\ 7$, 在 4.0~7.0 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 线性关系良好；胡薄荷酮 $Y=67\ 277 X-5\ 258.2$, $r=0.999\ 7$, 在 0.427 5~11.97 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 线性关系良好。

2.6.2 样品的测定 取不同产地的小新塔花 (S1~S8) 与芳香新塔花 (S9~S30)，按照“2.2.2”项下方法制备供试品溶液，按照“2.1”项下色谱

条件，分别进样，记录峰面积并计算质量分数。结果见图 8。由于品种和产地的不同，新塔花中金丝桃苷、槲皮素和胡薄荷酮的有无和量的高低存在较大差异；小新塔花中含有槲皮素，而芳香新塔花中无；金丝桃苷、胡薄荷酮为芳香新塔花和小新塔花的共有成分，芳香新塔花中的金丝桃苷和胡薄荷酮量高于小新塔花；本实验结果为小新塔花和芳香新塔花的药材定性鉴别、新药开发和临床应用提供有价值的参考。

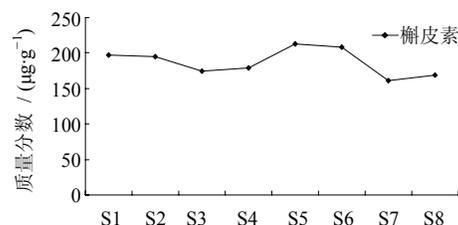
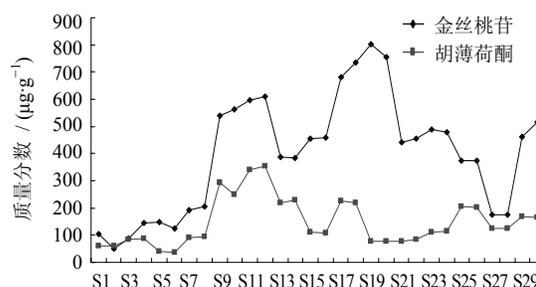


图 8 小新塔花和芳香新塔花中金丝桃苷、槲皮素、胡薄荷酮的测定结果

Fig. 8 Determination of hyperin, quercetin, and pulegone in *Z. tenuior* and *Z. clinopodioides*

3 讨论

3.1 药材提取方法的选择

分别对提取溶剂 (醋酸乙酯、氯仿、水、50% 甲醇、甲醇) 进行考察，发现用甲醇所得到的色谱峰总数较多，且峰面积较大；对提取方式 (超声、加热回流) 进行考察，2 种提取方式效率相当，故选择操作简便的超声提取法；对提取时间 (30、45、60 min) 进行考察，发现超声提取 45 min 已将药材中主要成分提取完全。

3.2 流动相系统的选择

考察了甲醇-水、乙腈-水、甲醇-0.08% 甲酸水溶液 3 种流动相系统，结果表明用甲醇-0.08% 甲酸水溶液作为流动相进行梯度洗脱时，出峰较多，各色谱峰分离较好，且基线平稳。样品 120 min 图谱显示 90 min 后无特征峰出现，故确定分析时间为 90 min。

3.3 检测波长的选择

使用二极管阵列检测器对样品进行 210~400 nm 的全波长扫描, 并对各波长下的色谱图进行分析比较。结果表明在 254 nm 下, 各峰分离效果较好, 且出峰较多, 特征峰明显, 峰型较好, 故确定指纹图谱的测定波长为 254 nm。

3.4 检测有效成分的选择

金丝桃苷、胡薄荷酮、槲皮素为新塔花药材的主要有效成分。实验结果表明, 小新塔花中含有槲皮素, 而芳香新塔花中不含有; 金丝桃苷、胡薄荷酮为芳香新塔花和小新塔花的共有成分, 芳香新塔花中的金丝桃苷和胡薄荷酮量高于小新塔花; 本实验结果为小新塔花和芳香新塔花的药材定性鉴别、新药开发和临床应用提供有价值的参考。本研究首次测定新塔花中金丝桃苷的量, 为新塔花属植物种属的鉴别提供一定的实验依据。

3.5 指纹图谱的建立

原计划建立一个共有模式作为新塔花药材的质量评价控制的依据, 但实验过程中发现, 小新塔花和芳香新塔花药材内在成分上差别大, 所以建立了 2 组指纹图谱, 以便更好更全面地控制新塔花药材的质量。

新塔花中含有多种化学成分, 建立 HPLC 指纹图谱的分析方法可以更全面地反映药材的整体特征。本实验对芳香新塔花和小新塔花药材分别建立指纹图谱可以更好地反应 2 个种的整体信息, 通过测定金丝桃苷、槲皮素和胡薄荷酮的量可以进一步比较 2 种药材, 以便对新塔花药材质量进行控制。从整体上看, 芳香新塔花中的金丝桃苷和胡薄荷酮的量高于小新塔花, 不同产地的新塔花药材中, 化学成分量存在较大差别。实验结果表明, 同属不同种药材和不同产地的同种药材之间存在差异, 有必要建立合理的研究方法对其进行鉴别和质量控制。

参考文献

[1] 米吉提·胡达尔拜地, 潘晓玲. 新疆植物志·第四卷 [M]. 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 2004.
[2] 敬松, 李翰章, 玉然别克. 伊犁地产常用民族药资源及开发前景 [J]. 中药材, 1995, 18(2): 65-68.
[3] Mahmoudi H, Rahnama K, Arabkhani M A.

Characterisation of essential oil plants from Turkey by IR and Raman spectroscopy [J]. *J Med Plants*, 2010, 9(36): 34-42.

- [4] Farzaneh N, Mahmoud M, Saeed M M, *et al.* Labiatae family in folk medicine in Iran: from ethnobotany to pharmacology [J]. *Iranian J Pharm Res*, 2005, 2: 63-79.
[5] 张丕鸿, 艾力·沙吾尔, 计巧灵, 等. 芳香新塔花挥发油化学成分的 GC/MS 分析 [J]. 质谱学报, 2008, 29(3): 162-166.
[6] 刘中垒, 刘金荣, 王恒, 等. 芳香新塔花挥发油化学成分的分析研究 [J]. 石河子大学学报: 自然科学版, 2008, 26(4): 483-486.
[7] 黎阳, 刘素香, 张铁军, 等. 枳实的高效液相色谱指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2009, 40(9): 1469-1474.
[8] 黎阳, 刘素香, 张铁军, 等. 麻仁软胶囊的指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2011, 42(6): 1097-1100.
[9] 张艺轩, 李开通, 李秋月, 等. 不同产地和品种石韦药材的高效液相色谱指纹图谱研究 [J]. 中药材, 2011, 34(1): 20-26.
[10] 邵林, 郭庆梅, 冉蓉, 等. 山东不同栽培品种金银花 HPLC 指纹图谱的比较 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(19): 117-121.
[11] 陈根顺, 徐丽芳, 李鹏. 草珊瑚的 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2011, 42(2): 293-296.
[12] 王云龙, 李延雪, 邵礼梅, 等. 元胡止痛片 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2011, 42(3): 495-497.
[13] 逢楠楠, 毕开顺, 闫宝庆, 等. 芫花高效液相色谱指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2010, 41(5): 818-821.
[14] 王文燕, 赵强, 张铁军, 等. 牛黄降压丸高效液相色谱指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2010, 41(1): 56-57.
[15] 刘珂弟, 乔雪, 梁永红, 等. 骨碎补的 HPLC 指纹图谱研究 [J]. 中草药, 2011, 42(3): 510-514.
[16] 王光函, 张振秋, 张颖, 等. HPLC 法测定刺玫果中芦丁和金丝桃苷的含量 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2010, 12(6): 248-249.
[17] 熊爱珍, 杨莉, 杨雪晶, 等. RP-HPLC 法测定千里光药材中金丝桃苷的含量 [J]. 药物分析杂志, 2010, 30(5): 936-939.
[18] 叶菊, 马敏, 林鹏程, 等. 大叶白麻中芦丁、金丝桃苷和槲皮素含量的测定 [J]. 湖北农业科学, 2010, 49(6): 1454-1470.
[19] 杨建平, 包贝华, 张丽, 等. 荆芥饮片中胡薄荷酮的含量测定 [J]. 中国中药杂志, 2005, 30(9): 669-670.