

# 不同基原枳实的多组分含量测定及差异性成分分析<sup>Δ</sup>

吴倩颖<sup>1,2\*</sup>, 刘德鸿<sup>2</sup>, 陈伟康<sup>1,2#</sup>, 陈希<sup>2</sup>, 朱艳艳<sup>1,2</sup>, 王杰<sup>2</sup>(1. 江西中医药大学药学院, 南昌 330004; 2. 江西省药品检验检测研究院/国家药品监督管理局中成药质量评价重点实验室/江西省药品与医疗器械质量工程技术研究中心, 南昌 330029)

中图分类号 R917 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2025)09-1071-05  
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2025.09.09



**摘要** 目的 测定不同基原(酸橙、香橙、臭橙、脐橙、甜橙)枳实中15种成分的含量, 筛选差异性成分, 为枳实的质量评价提供参考。方法 采用高效液相色谱法对46批不同基原枳实中辛弗林、*N*-甲基酪胺、5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、新北美圣草苷、柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、柚皮素、橙皮素、甜橙黄酮、川陈皮素、橘皮素、5-去甲川陈皮素、橙皮油素的含量进行测定。色谱条件采用 Waters Symmetry C<sub>18</sub> 色谱柱, 以乙腈-0.1% 甲酸溶液为流动相进行梯度洗脱; 流速为 1.0 mL/min; 柱温为 40 °C; 检测波长为 284 nm; 进样量为 5 μL。采用聚类分析、主成分分析(PCA)、正交偏最小二乘-判别分析(OPLS-DA)法分析不同基原枳实样品间的差异, 并筛选差异性成分。结果 上述15种成分在其检测质量浓度范围内线性关系均良好( $r$ 均大于0.999 0), 精密性、稳定性(24 h)及重复性试验的RSD均小于2.00%, 平均加样回收率为91.1%~103.9%(RSD均小于3.10%)。聚类分析、PCA、OPLS-DA结果显示, 甜橙、脐橙基原枳实聚为一类, 酸橙、香橙、臭橙基原枳实聚为另一类; 新橙皮苷、橙皮油素、柚皮苷、新北美圣草苷、橘皮素、橙皮苷、甜橙黄酮、5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷的变量重要性投影值大于1。结论 本研究测定了不同基原枳实中15种成分的含量, 并筛选出了包括新橙皮苷、橙皮油素、柚皮苷、新北美圣草苷等在内的8种差异性成分。

**关键词** 枳实; 基原; 多元统计分析; 含量测定; 差异性成分

## Determination of multi-component content and analysis of differential components in *Aurantii Fructus Immaturus* from different origins

WU Qianying<sup>1,2</sup>, LIU Dehong<sup>2</sup>, CHEN Weikang<sup>1,2</sup>, CHEN Xi<sup>2</sup>, ZHU Yanyan<sup>1,2</sup>, WANG Jie<sup>2</sup> (1. School of Pharmacy, Jiangxi University of Chinese Medicine, Nanchang 330004, China; 2. Jiangxi Institute for Drug Control/NMPA Key Laboratory of Quality Evaluation of Chinese Patent Medicine/Jiangxi Province Engineering Research Center of Drug and Medical Device Quality, Nanchang 330029, China)

**ABSTRACT** **OBJECTIVE** To determine the contents of 15 components in *Aurantii Fructus Immaturus* from different origins (*Citrus aurantium*, *C. junos*, *C. aurantium* Linn., *C. sinensis* Osb., *C. sinensis*), screen differential components, and provide references for the quality evaluation of *Aurantii Fructus Immaturus*. **METHODS** HPLC method was adopted to determine the contents of synephrine, *N*-methyltyramine, 5, 7-dihydroxychromone-7-neohesperidoside, neoponcirin, narirutin, naringin, hesperidin, neohesperidin, naringenin, hesperetin, sinensetin, nobiletin, tangeretin, 5-demethylnobiletin, and auraptene in 46 batches of *Aurantii Fructus Immaturus* from different origins. The determination was performed on Waters Symmetry C<sub>18</sub> column with mobile phase consisted of acetonitrile-0.1% formic acid (gradient elution) at the flow rate of 1.0 mL/min; column temperature was set at 40 °C, detection wavelength was 284 nm, and sample injection volume was 5 μL. The differences between different origins of *Aurantii Fructus Immaturus* were analyzed by cluster analysis, principal component analysis (PCA) and orthogonal partial least squares-discriminant analysis (OPLS-DA), and differential components were screened. **RESULTS** The linear relationships of the aforementioned 15 components were all good within the tested mass concentration ranges (all  $r > 0.999 0$ ). The

<sup>Δ</sup> 基金项目 江西省重点研发计划项目(No.20212BBG73025); 江西省药品监督管理局科研项目(No.2021KY44)

\* 第一作者 硕士研究生。研究方向: 药物分析。E-mail: 2547912536@qq.com

# 通信作者 主任中药师, 硕士生导师。研究方向: 药物分析。E-mail: 13474608@qq.com

RSDs for precision, stability (24 h), and repeatability tests were all less than 2.00%. The average recovery rate ranged from 91.1% to 103.9% (all RSDs < 3.10%). Cluster analysis, PCA, and OPLS-DA revealed that *C. sinensis* Osb. and *C. sinensis* were clustered into one category, while *C. aurantium*,

*C. junos* and *C. aurantium* Linn. were clustered into another category. The variable importance projection values for neohesperidin, auraptene, naringin, neoponcirin, tangeretin, hesperidin, sinensetin, and 5, 7-dihydroxymone-7-neohesperidoside were all greater than 1. **CONCLUSIONS** In this study, the contents of 15 components in *Aurantii Fructus Immaturus* from different origins are determined, and 8 differential components, including neohesperidin, auraptene, naringin, and neoponcirin, are screened out.

**KEYWORDS** *Aurantii Fructus Immaturus*; origins; multivariable statistics; content determination; differential components

枳实为芸香科植物酸橙 *Citrus aurantium* L. 及其栽培变种或甜橙 *C. sinensis* Osbeck 的干燥幼果, 主产于江西、湖南、湖北、重庆等地, 其中江西为枳实的道地产区。枳实味苦、辛、酸, 微寒, 归脾、胃经, 具有破气消积、化痰散痞的功效, 多用于治疗积滞内停、痞满胀痛、大便秘结、泻痢后重、胃下垂、子宫脱垂、脱肛等, 其主要含有黄酮类、生物碱类等活性成分<sup>[1-4]</sup>。枳实中黄酮类成分主要以柚皮苷、新橙皮苷为主, 生物碱类成分以辛弗林为主<sup>[2-3]</sup>; 黄酮类成分具有抗氧化、抗炎、抗肿瘤、助消化等作用<sup>[5]</sup>, 生物碱类成分具有收缩外周血管、升压等作用<sup>[6-7]</sup>。枳实变种基原(如香橙、臭橙、脐橙)较多, 相关研究发现, 不同基原枳实之间的化学成分含量也截然不同<sup>[8-10]</sup>。因此, 分析不同基原枳实与化学成分之间的内在关系、明确差异性成分, 具有重要意义。基于此, 本研究采用高效液相色谱法建立枳实中13种黄酮类成分(5, 7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、新北美圣草苷、柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、柚皮素、橙皮素、甜橙黄酮、川陈皮素、橘皮素、5-去甲川陈皮素、橙皮油素)和2种生物碱类成分(辛弗林、*N*-甲基酪胺)<sup>[11]</sup>的含量测定方法, 并对46批不同基原枳实进行含量测定, 同时进行多元统计分析, 筛选差异性成分, 以期对枳实的质量评价及基原鉴定提供参考。

## 1 材料

### 1.1 主要仪器

DIONEX UltiMate 3000型高效液相色谱仪购自美国 Thermo Fisher Scientific 公司; BT25S型电子天平购自赛多利斯科学仪器(北京)有限公司; ML204T型电子天平购自梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司; Milli-Q Direct 16型纯水系统购自美国 Millipore 公司。

### 1.2 主要药品与试剂

辛弗林(批号 110727-202110, 纯度 100%)、柚皮芸香苷(批号 112080-202201, 纯度 100%)、柚皮苷(批号 110722-202116, 纯度 93.5%)、橙皮苷(批号 110721-202019, 纯度 95.3%)、新橙皮苷(批号 111857-201804, 纯度 99.4%)、川陈皮素(批号 112055-202102, 纯度 99.7%)、橘皮素(批号 112054-202102, 纯度 99.7%)对照

品均购自中国食品药品检定研究院; 柚皮素(批号 AF20110451, 纯度 98%)、橙皮素(批号 AF20092151, 纯度 98%)、甜橙黄酮(批号 AFBL0902, 纯度 98%)、橙皮油素(批号 AFB2091, 纯度 98%)对照品均购自成都埃法生物科技有限公司; *N*-甲基酪胺(批号 wkq22102703, 纯度 98%)、5-去甲川陈皮素(批号 wkq21052610, 纯度 98%)对照品均购自四川省维克奇生物科技有限公司; 新北美圣草苷(纯度 99.9%)、5, 7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷(纯度 100%)对照品均为本实验室自制; 乙腈、甲酸为色谱纯, 其余试剂均为分析纯, 水为超纯水。

不同基原枳实样品共46批, 其中样品 S1~S15 的基原为酸橙、S16~S25 的基原为香橙、S26~S37 的基原为臭橙、S38~S43 的基原为脐橙、S44~S46 的基原为甜橙; 样品 S1~S2、S5~S9、S11~S13、S16~S19、S23~24、S26~S27、S32、S34~S35、S43~S46 为本课题组于2022年5月下旬至6月中旬采集, 样品 S3~S4、S10、S20~S22、S28~S31、S36~S42 购自江西青峰药业有限公司, 样品 S14~S15、S25、S33 购自江西宏益药业有限公司。

## 2 方法与结果

### 2.1 混合对照品溶液的制备

取辛弗林、*N*-甲基酪胺、5, 7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、新北美圣草苷、柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、柚皮素、橙皮素、甜橙黄酮、川陈皮素、橘皮素、5-去甲川陈皮素、橙皮油素对照品适量, 加甲醇配制成质量浓度分别为 33.150 0、25.715 2、10.200 0、54.345 6、111.750 0、291.720 0、86.532 4、198.163 8、18.502 4、4.508 0、12.544 0、40.000 0、26.121 4、4.268 8、18.894 4  $\mu\text{g}/\text{mL}$  的混合对照品母液。精密量取混合对照品母液 5 mL, 置于 20 mL 容量瓶中, 加甲醇稀释至刻度, 即得混合对照品溶液。

### 2.2 供试品溶液的制备

取枳实样品粉末(过三号筛)1 g, 精密称定, 加甲醇 25 mL, 称定质量; 加热回流 30 min, 放冷, 再次称定质量; 用甲醇补足缺失的质量, 摇匀, 滤过, 取续滤液, 即得。

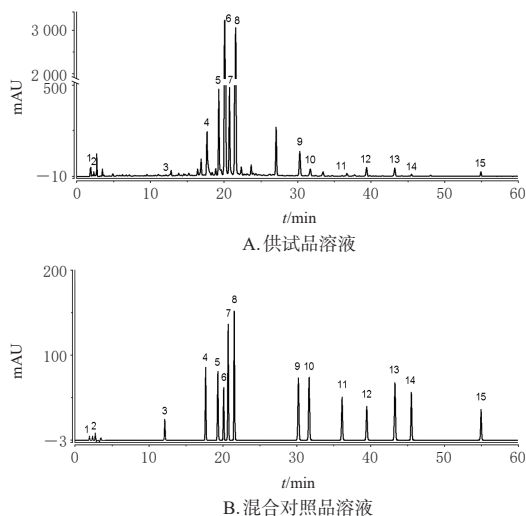
## 2.3 色谱条件

采用 Waters Symmetry C<sub>18</sub> 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 以乙腈(A)-0.1% 甲酸溶液(B)为流动相进行梯度洗脱 (0~40 min, 6%A→50%A; 40~50 min, 50%A→80%A; 50~60 min, 80%A); 流速为 1.0 mL/min; 柱温为 40 °C; 进样量为 5 μL; 检测波长为 284 nm。

## 2.4 方法学考察

### 2.4.1 专属性试验

取“2.1”“2.2”项下混合对照品溶液和供试品溶液 (样品编号 S16) 适量, 按“2.3”项下色谱条件进样分析, 记录色谱图 (图 1)。结果显示, 待测各成分与其相邻峰间的分离度均大于 1.5, 理论板数以新橙皮苷计不低于 8 000, 且空白溶液 (甲醇) 在相应位置无干扰, 表明该方法的专属性较好。



1: 辛弗林; 2: *N*-甲基酪胺; 3: 5, 7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷; 4: 新北美圣草苷; 5: 柚皮芸香苷; 6: 柚皮苷; 7: 橙皮苷; 8: 新橙皮苷; 9: 柚皮素; 10: 橙皮素; 11: 甜橙黄酮; 12: 川陈皮素; 13: 橘皮素; 14: 5-去甲川陈皮素; 15: 橙皮油素。

图 1 专属性试验结果

### 2.4.2 线性关系考察

精密量取“2.1”项下混合对照品母液 1、1、5、5 mL, 分别置于 20、10、20、10 mL 容量瓶中, 加甲醇稀释至刻度, 即得 4 个质量浓度点的系列混合对照品溶液。吸取上述系列混合对照品溶液和混合对照品母液适量, 按“2.3”项下色谱条件进样分析, 记录色谱图。以待测成分质量浓度为横坐标 ( $X, \mu\text{g/mL}$ )、峰面积为纵坐标 ( $Y$ ) 绘制标准曲线, 结果见表 1。

### 2.4.3 精密度试验

取供试品溶液 (样品编号 S16) 适量, 按“2.3”项下色谱条件连续进样 6 次, 记录色谱图。结果显示, 15 个待

表 1 线性关系考察结果

成分	回归方程	$r$	线性范围 ( $\mu\text{g/mL}$ )
辛弗林	$Y=0.020\ 0X-0.131\ 4$	0.999 8	1.657 5~33.150 0
<i>N</i> -甲基酪胺	$Y=0.025\ 6X-0.037\ 7$	0.999 9	1.285 8~25.716 0
5, 7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷	$Y=0.067\ 9X-0.093\ 3$	0.999 9	0.510 0~10.200 0
新北美圣草苷	$Y=0.142\ 3X+0.121\ 2$	1.000 0	2.717 2~54.344 0
柚皮芸香苷	$Y=0.140\ 7X-0.353\ 6$	0.999 9	5.587 5~111.750 0
柚皮苷	$Y=0.073\ 9X-0.007\ 1$	1.000 0	14.586 0~291.720 0
橙皮苷	$Y=0.170\ 9X-0.742\ 4$	1.000 0	4.326 8~86.536 0
新橙皮苷	$Y=0.219\ 5X-4.060\ 0$	1.000 0	9.908 0~198.160 0
柚皮素	$Y=0.328\ 8X-0.682\ 1$	0.999 9	0.925 1~18.502 0
橙皮素	$Y=0.302\ 8X-0.105\ 0$	0.999 9	0.225 4~4.508 0
甜橙黄酮	$Y=0.124\ 4X-0.010\ 2$	0.999 9	0.627 2~12.544 0
川陈皮素	$Y=0.127\ 0X+0.069\ 4$	1.000 0	2.000 0~40.000 0
橘皮素	$Y=0.214\ 2X-0.537\ 1$	0.999 9	1.306 1~26.122 0
5-去甲川陈皮素	$Y=0.234\ 8X-0.109\ 2$	1.000 0	0.213 4~4.269 0
橙皮油素	$Y=0.097\ 8X+0.026\ 9$	1.000 0	0.944 7~18.894 0

测成分峰面积的 RSD 均小于 1.52% ( $n=6$ ), 表明仪器的精密度良好。

### 2.4.4 稳定性试验

取供试品溶液 (样品编号 S16) 适量, 在室温下放置 0、2、4、8、12、18、24 h 时, 按“2.3”项下色谱条件进样分析, 记录色谱图。结果显示, 15 个待测成分峰面积的 RSD 均小于 1.98% ( $n=7$ ), 表明供试品溶液在室温下放置 24 h 内稳定性良好。

### 2.4.5 重复性试验

取枳实样品 (编号 S16) 6 份, 按“2.2”项下方法制备供试品溶液, 再按“2.3”项下色谱条件进样分析, 记录色谱图, 并采用外标法计算样品中 15 个待测成分的含量。结果显示, 15 个待测成分含量的 RSD 均小于 1.79% ( $n=6$ ), 表明该方法重复性良好。

### 2.4.6 加样回收率试验

取枳实样品 (编号 S16) 约 0.5 g, 共 6 份, 精密称定, 每份以 1:1 ( $m/m$ ) 的比例加入相应待测成分的对照品; 按“2.2”项下方法制备供试品溶液, 再按“2.3”项下色谱条件进样分析, 记录色谱图, 并计算各成分的加样回收率和 RSD 值。结果显示, 辛弗林、*N*-甲基酪胺、5, 7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、新北美圣草苷、柚皮芸香苷、柚皮苷、橙皮苷、新橙皮苷、柚皮素、橙皮素、甜橙黄酮、川陈皮素、橘皮素、5-去甲川陈皮素、橙皮油素的平均加样回收率分别为 94.5%、91.1%、92.8%、95.3%、96.1%、98.2%、95.5%、101.6%、102.2%、96.7%、93.9%、103.9%、99.9%、98.6%、97.1%, RSD 分别为 1.98%、2.07%、2.12%、1.77%、1.32%、1.19%、2.03%、1.39%、3.03%、2.48%、2.00%、1.85%、1.93%、2.22%、1.23% ( $n=6$ ), 表明该方法的准确度较好。

### 2.4.7 样品含量测定

取46批枳实样品粉末(过三号筛)各1g,精密称定,按“2.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.3”项下色谱条件进样分析,记录峰面积,再采用外标法计算各待测成分的含量。平行测定3次,取平均值。结果见表2。

表2 46批不同基原样品中15种成分的含量测定结果(mg/g)

成分	S1~S15	S16~S25	S26~S37	S38~S43	S44~S46
辛弗林	0~7.511	0.203~4.559	0.067~4.419	1.874~4.608	1.774~8.233
N-甲基酪胺	0~1.171	0~1.277	0~2.005	0.187~1.736	0.138~3.132
5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷	0~3.316	0.270~4.341	0.160~3.764	0.053~0.216	0.062~0.285
新北美圣草苷	0.001~11.278	1.938~14.249	0.717~12.966	0.020~0.131	0.056~0.188
柚皮芸香苷	0~12.390	4.240~12.361	1.737~13.069	8.253~16.455	1.199~12.985
柚皮苷	0~187.332	0~172.880	0~191.850	0.064~0.499	0.200~1.193
橙皮苷	0.001~46.160	3.070~21.172	4.193~11.673	18.556~51.632	49.987~65.611
新橙皮苷	0.008~87.586	44.319~69.826	39.911~78.737	0.064~0.201	0.289~1.074
柚皮素	0~2.199	0.109~1.531	0.333~3.007	0.041~1.363	0.040~0.127
橙皮素	0~1.330	0.081~0.841	0.157~0.919	0.006~2.287	0~0.288
甜橙黄酮	0~1.102	0.012~0.065	0.037~0.094	0.300~0.566	0.435~0.655
川陈皮素	0~3.554	0.308~1.118	0.508~1.688	0.648~0.774	0.575~1.036
橘皮素	0~1.333	0.269~0.887	0.253~1.164	0.120~0.162	0.120~0.160
5-去甲川陈皮素	0~0.277	0.034~0.154	0.037~0.253	0.035~0.069	0.044~0.050
橙皮油素	0~1.354	0.040~0.959	0.128~1.335	0~0.002	0.003~0.012

注:表中“0”表示未检出。

## 2.5 枳实的多元统计分析

### 2.5.1 聚类分析

以46批枳实样品中15种成分的含量测定结果为变量,将其导入迈维在线工具(<https://cloud.metware.cn/#/home>),采用组间连接方式,以Ward.D2法作为合并规则进行聚类分析。结果(图2)显示,当平方欧氏距离为20时,46批枳实被聚为2类:样品S38~S46(即甜橙、脐橙基原枳实)聚为一类,S1~S37(即酸橙、香橙、臭橙基原枳实)聚为另一类。

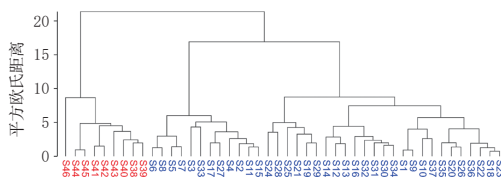


图2 46批枳实的聚类分析结果

### 2.5.2 主成分分析

将46批枳实样品中15种成分的含量测定结果导入迈维在线工具(<https://cloud.metware.cn/#/home>),进行主成分分析(principal component analysis, PCA)。结果(图3)显示,46批枳实样品可聚为2类,即样品S38~S46(即甜橙、脐橙基原枳实)聚为一类,S1~S37(即酸橙、香橙、臭橙基原枳实)聚为另一类,与聚类分析结果一致。

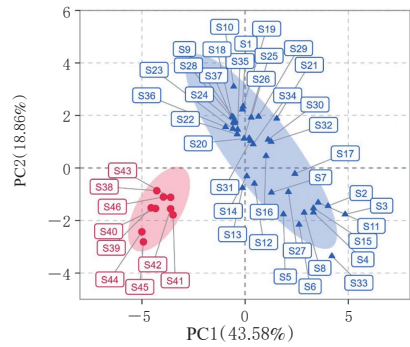


图3 46批枳实样品的PCA得分图

### 2.5.3 正交偏最小二乘-判别分析

将46批枳实中15个成分的含量测定结果导入迈维在线工具(<https://cloud.metware.cn/#/home>),进行正交偏最小二乘-判别分析(orthogonal partial least squares-discriminant analysis, OPLS-DA)。由OPLS-DA得分图(图4)可知,46批枳实样品可聚为2类,即样品S38~S46(即甜橙、脐橙基原枳实)聚为一类,S1~S37(即酸橙、香橙、臭橙基原枳实)聚为另一类,与聚类分析、PCA结果一致。OPLS-DA模型中, $R^2Y=0.966$ 、 $Q^2=0.943$ ,均大于0.5,表明该模型稳定可靠。进一步通过模型拟合分析得到变量重要性投影(variable importance projection, VIP)值,以VIP值>1为标准,筛选不同基原枳实的差异性成分。结果(图5)显示,VIP值>1的成分分别为新橙皮苷、柚皮苷、橙皮油素、新北美圣草苷、橘皮素、甜橙黄酮、橙皮苷、5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、橙皮素、柚皮素、5-去甲川陈皮素、柚皮芸香苷、川陈皮素、辛弗林、N-甲基酪胺。

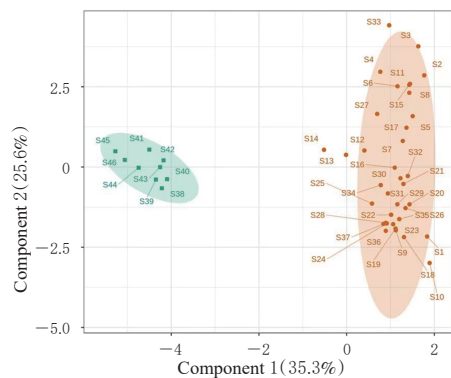


图4 46批枳实的OPLS-DA得分图

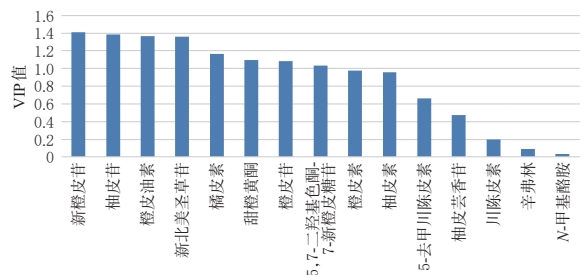
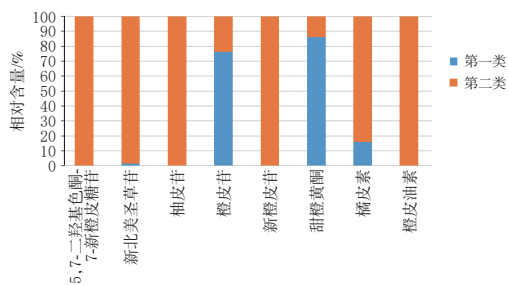


图5 46批枳实的VIP得分图

以2类基原(甜橙、脐橙基原和酸橙、香橙、臭橙基原)枳实中差异性成分的含量平均值为依据,计算枳实中差异性成分的相对含量(以百分比计),并作柱状图。结果(图6)显示,酸橙、香橙、臭橙基原枳实中5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、新北美圣草苷、柚皮苷、新橙皮苷、橘皮素、橙皮油素的相对含量远高于甜橙、脐橙基原枳实,而橙皮苷、甜橙黄酮的相对含量远低于甜橙、脐橙基原枳实。



第一类:甜橙、脐橙基原枳实;第二类:酸橙、香橙、臭橙基原枳实。

图6 46批枳实中差异性成分相对含量的柱状图

### 3 讨论

#### 3.1 样品前处理方法的考察

本研究考察了不同提取溶剂(50% 甲醇、甲醇和乙醇)、提取方式(超声和回流)以及提取时间(10、30、45 min)对样品提取效果的影响。结果发现,以甲醇为提取溶剂得到的供试品溶液的色谱信息较丰富,且响应比较均衡;加热回流的提取效果要优于超声提取,回流提取30 min和45 min无显著区别。因此,本研究采用甲醇回流提取30 min作为样品的提取方法。

#### 3.2 色谱条件的选择

本研究采用二极管阵列检测器对供试品溶液进行190~400 nm范围的全波长扫描,结果发现,大部分成分在284 nm附近有较大的紫外吸收,响应较好,因此本研究选择284 nm作为检测波长。在流动相选择上,本研究考察了甲醇-水、甲醇-0.1%甲酸、乙腈-水、乙腈-0.1%甲酸对各成分分离效果的影响,结果显示,以乙腈-0.1%甲酸作为流动相时,各成分分离效果最佳。

#### 3.3 多组分含量及差异性成分分析

本研究对46批枳实中15种成分的含量进行测定,并采用聚类分析、PCA、OPLS-DA对样品进行多元统计分析。结果显示,甜橙和脐橙基原枳实聚为一类,酸橙、香橙、臭橙基原枳实聚为另一类,这提示甜橙、脐橙基原枳实与酸橙、香橙、臭橙基原枳实存在较大差异。《中国植物志》记载:甜橙分为3大类,即普通脐橙、甜橙和血

橙;臭橙和香橙为酸橙的不同栽培类型<sup>[11-12]</sup>。由此可知,本研究结果将甜橙、脐橙基原枳实归为一类,将酸橙、香橙、臭橙基原枳实归为另一类是合理的。进一步筛选出不同基原枳实的差异性成分为新橙皮苷、橙皮油素、柚皮苷、新北美圣草苷、橘皮素、橙皮苷、甜橙黄酮、5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷,且酸橙、香橙、臭橙基原枳实中5,7-二羟基色酮-7-新橙皮糖苷、新北美圣草苷、柚皮苷、新橙皮苷、橘皮素、橙皮油素的相对含量远高于甜橙、脐橙基原枳实,而橙皮苷、甜橙黄酮的相对含量远低于甜橙、脐橙基原枳实。

综上所述,本研究测定了不同基原枳实中15种成分的含量,并结合多元统计分析筛选出了不同基原枳实的差异性成分,可为枳实药材的质量评价及基原鉴定提供参考。

### 参考文献

- [1] 叶晶莹,袁佳. 枳实概述[J]. 海峡药学, 2015, 27(3): 43-44.
- [2] 彭国平,牛贺明,徐丽华. 枳实活性成分的研究[J]. 南京中医药大学学报(自然科学版), 2001, 17(2): 91-92.
- [3] 何英杰,刘东波,唐其,等. 酸橙类中药材枳实和枳壳化学成分研究进展[J]. 中药材, 2017, 40(6): 1488-1494.
- [4] 邓可众,刘聪,裴美燕,等. 枳实中酚类化合物的分离与鉴定[J]. 中国药房, 2020, 31(9): 1040-1043.
- [5] 杨思雨,史汶龙,路平,等. 枳实化学成分及药理作用研究进展[J]. 中成药, 2023, 45(7): 2292-2299.
- [6] 郑洋滨,杨毅生,朱艳艳,等. 枳实提取物对功能性消化不良大鼠的促消化作用研究[J]. 药品评价, 2024, 21(6): 673-676.
- [7] 胡盛珊,王大元,邱萍,等. 枳实有效成分的药理活性比较[J]. 中草药, 1994(8): 419-421, 447.
- [8] 刘洪宇,薛变霞,李春,等. 不同基原枳实药材及其混淆品质量差异研究[J]. 中国中药杂志, 2024, 49(16): 4477-4487.
- [9] 陆超颖,王佳丽,王洪兰,等. 不同基原枳实药材的质量差异评价研究[J]. 中草药, 2022, 53(14): 4493-4503.
- [10] 胡蓉,李忠贵,肖草茂,等. 枳实、枳壳药材基原及道地产地的变迁[J]. 中药材, 2019, 42(3): 686-689.
- [11] 陈思琦,沈震亚,罗跃华,等. 中药枳实化学成分及药理学研究进展[J]. 药品评价, 2022, 19(14): 887-891.
- [12] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第43卷:第2分册[M]. 北京:科学出版社, 1997: 196.

(收稿日期:2024-12-04 修回日期:2025-02-19)

(编辑:唐晓莲)