

基于HPLC技术的前胡与硬前胡真伪鉴别和掺假的方法研究

柴国林¹, 宋平顺², 魏玉萍¹, 郑检¹, 孙科^{1*} (1. 兰州佛慈制药股份有限公司, 兰州 730000; 2. 甘肃省药品检验研究院, 甘肃省中藏药检验检测技术工程实验室, 兰州 730000)

摘要 目的: 建立前胡中掺假硬前胡的专属性鉴别方法, 为前胡药材的质量监控和进一步的补充检验方法提供科学依据。方法: 采用Waters C₁₈色谱柱(250 mm×4.60 mm, 5 μm), 以甲醇(A)-水(B)为流动相, 梯度洗脱, 流速 1.0 mL·min⁻¹, 检测波长 320 nm, 柱温 30 °C, 进样体积 10 μL, 建立HPLC技术的特征峰面积比值法和指纹图谱法, 对于前胡与硬前胡两种药材或饮片的真伪性进行鉴别。结果: 指纹图谱相似度分析, 前胡相似度为0.981~0.998, 硬前胡相似度为0.103~0.169, 实现了二者的完全鉴别; 通过44批次前胡中掺假硬前胡的样品分析, 特征峰比1和峰比2分别实现了95.6%和97.8%的鉴别, 特征峰比适用于掺假判断。结论: 该方法精密度良好, 重复性较好, 试验分离度高, 为前胡药材质量控制、真伪鉴别及掺假检验提供专属性强的方法, 能有效提高前胡相关产品用药安全。

关键词: 前胡; 硬前胡; 高效液相色谱; 峰面积比值法; 指纹图谱; 鉴别

中图分类号: R917 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2022)09-1040-09

doi:10.16153/j.1002-7777.2022.09.010

Research on Adulteration Methods and Identification of Peucedani Radix and Peucedani Subglabri Radix Based on HPLC Technology

Chai Guolin¹, Song Pingshun², Wei Yuping¹, Zheng Jian¹, Sun Ke^{1*} (1. Lanzhou Foci Pharmaceutical Co., Ltd., Lanzhou 730000, China; 2. Gansu Inspection and Testing Technical Engineering Laboratory for Chinese and Tibetan Medicine, Gansu Institute for Drug Control, Medicine, Lanzhou 730000, China)

Abstract Objective: To establish a specific identification method of adulterating Peucedani Subglabri Radix in Peucedani Radix and lay a scientific basis for the quality control and further supplementary inspection methods of Peucedani Radix medicinal materials. **Methods:** Waters C₁₈ column (250 mm×4.60 mm, 5 μm) was used with methanol (A)-water(B) as mobile phase by gradient elution. The flow rate was 1.0 mL·min⁻¹, the detection wavelength was 320 nm, the column temperature was 30 °C, and the injection volume was 10 μL. The characteristic peak area ratio method and fingerprint method of HPLC technology were established to identify the authenticity of two kinds of medicinal materials or decoction pieces of Peucedani Radix and Peucedani Subglabri Radix. **Results:** Fingerprint similarity analysis showed that the similarities of Peucedani Radix and Peucedani Subglabri Radix were 0.981-0.998 and 0.103-0.169, respectively, which realized the identification of the two.

基金项目: 中医药现代化研究(编号 2019YFC1711505); 甘肃省重点研发(编号 2021GSMMPA-KL01、2021GSMMPA-KL02)

作者简介: 柴国林 Tel: (0931) 8258009; E-mail: 3136174195@qq.com

通信作者: 孙科 Tel: (0931) 8257985; E-mail: skwind@163.com

Through the analysis of 44 batches of samples adulterated with *Peucedani Subglabri Radix*, the identification of characteristic peak ratio 1 and peak ratio 2 achieved 95.6% and 97.8%, respectively, and the characteristic peak ratio was suitable for adulteration judgment. **Conclusion:** This method has good precision, good repeatability and high separation. It provides a specific method for the quality control, authenticity identification and adulteration test of *Peucedani Radix* medicinal materials and can effectively improve the medication safety of *Peucedani Radix* related products.

Keywords: *Peucedani Radix*; *Peucedani Subglabri Radix*; HPLC; peak area ratio method; fingerprint; identification

前胡为常用中药材,《中华人民共和国药典》(以下简称《中国药典》)2020年版^[1]收载为伞形科植物白花前胡*Peucedanum praeruptorum* Dunn的干燥根。据报道,我国有40余种伞形科植物称为“前胡”,约10种在市场流通使用,品种非常复杂^[2]。2017年全国中药饮片评价性检验结果显示,前胡不合格率高达60%^[3],主要来自华北前胡*Peucedanum harry-smithii* Fedde ex Wolff 和少毛北前胡*Peucedanum harry-smithii* Fedde ex Wolff var. *subglabrum* (Shan et Sheb) 的混淆和误用,这2种药材为甘肃、陕西地方习用药材,习称硬前胡^[4],市场上常以前胡销售或在前胡饮片中掺假销售^[5]。

中药材的性状和显微鉴别在真伪鉴别方面具有独特优势^[6],同时,中药材一直存在掺假掺伪现象,新技术新方法也在不断实践和应用^[7]。由于前胡与硬前胡是同科属植物,药材性状、显微组织和薄层色谱相近,受制于检验人员的技术水平和认知经验,常规检验的主观因素较大,给检验的准确性带来一定的影响。已报道的前胡质量分析技术有HPLC技术^[8-9]、红外光谱技术^[10],而关于前胡中掺假硬前胡以及专属性的检验方法鲜见研究。我国针对中药材中掺伪掺假、染色增重等引起的质量问题,提出了制定补充检验方法加以解决,不仅完善了中药材中药饮片的标准体系^[11],也是实现中药产业高质量发展强有力的法律保障^[12],HPLC是补充检验方法中最常用的分析技术。

为了实现前胡与硬前胡真伪鉴别,以及对前胡中是否掺假硬前胡的判别,本文采用HPLC方法对前胡与硬前胡进行指纹图谱和特征峰分析。在检测中发现前胡和硬前胡的化学成分含量存在明显差异,受制于化学对照品的影响,考察了二者在同一

HPLC色谱条件下不同色谱峰的峰面积比值和指纹图谱相似度,结果发现色谱峰1/白花前胡甲素、色谱峰2/白花前胡乙素的峰面积比值存在显著差异,具有统计学意义,具备品种的鉴别价值。通过前胡中掺入不同比例的硬前胡作为模拟样品,进行了方法学试验和盲样验证,研究和制定了一种有效、快速的前胡药材真伪性及其掺伪掺假的专属性鉴别方法,旨在为前胡药材的质量监控和进一步的补充检验方法制定提供科学依据。

1 仪器与试剂

1.1 仪器

Waters高效液相色谱仪(ACQUITY Arc四元溶剂系统); Waters C₁₈色谱柱(250 mm×4.60 mm, 5 μm); KQ-300DB型超声波清洗仪(昆山舒美仪器有限公司); SECURA125-1CN型、QNINTIX224-1CN电子天平(Sartorius公司); ELIX-essential-5水纯化系统(Millipore公司)。

1.2 试药

对照品白花前胡甲素(批号111711-201904)、白花前胡乙素(批号111904-201804)购自中国食品药品检定研究院;乙腈、甲醇为色谱纯(新蓝景),无水甲醇、无水乙醇为分析纯(国药集团化学试剂有限公司),水(屈臣氏)。

1.3 样品

收集11批前胡样品,经鉴定为伞形科植物白花前胡*Peucedanum praeruptorum* Dunn的干燥根;收集6批硬前胡样品,经鉴定为伞形科植物华北前胡*Peucedanum harry-smithii* Fedde ex Wolff和少毛北前胡*Peucedanum harry-smithii* Fedde ex Wolff var. *subglabrum* (Shan et Sheb) 的干燥根;另外收集9批市售样品(进行盲样验证),信息见表1。

表1 前胡及硬前胡样品信息

编号	品名	产地	规格	编号	品名	产地	规格	编号	品名	产地	规格
1	前胡	浙江	药材	10	前胡	湖南	饮片	19	前胡	市售	药材
2	前胡	浙江	药材	11	前胡	湖南	饮片	20	蜜前胡	市售	药材
3	前胡	贵州	药材	12	硬前胡	甘肃	药材	21	蜜前胡	市售	药材
4	前胡	贵州	药材	13	硬前胡	甘肃	药材	22	硬前胡	市售	饮片
5	前胡	四川	药材	14	硬前胡	甘肃	药材	23	蜜前胡	市售	饮片
6	前胡	湖南	饮片	15	硬前胡	甘肃	饮片	24	蜜前胡	市售	饮片
7	前胡	安徽	饮片	16	硬前胡	甘肃	饮片	25	硬前胡	市售	饮片
8	前胡	安徽	饮片	17	硬前胡	甘肃	饮片	26	蜜硬前胡	市售	饮片
9	前胡	浙江	饮片	18	前胡	市售	饮片				

2 方法与结果

2.1 药材性状鉴定

2.1.1 前胡性状特征

野生品呈圆柱形、圆锥形或纺锤形。根头有毛状叶鞘纤维残基，少数具环纹，上部常有分枝，长3~15 cm，直径1~2 cm。表面棕褐色、黄褐色或灰黄色。质稍硬，易折断，略显肉质状，断面呈黄白色；皮部散在棕黄色油点，形成层环浅棕色，木部略显放射状纹理。气芳香，味微苦、辛。见图1-1。

栽培品呈不规则的圆柱形、圆锥形，多见分枝。表面灰黄色或浅棕黄色。根上端有稀疏的环纹或无。见图1-2。

2.1.2 硬前胡性状特征

呈圆锥形，根头可见稀疏的环纹；顶端残留坚硬茎基及纤维状叶鞘，中部常有1~4条支根。长3~16 cm，直径0.4~1.3 cm。表面棕褐色、黄褐色或深灰色，质坚硬，难折断，断面皮部较薄，木部宽广，强烈木质化或略显肉质，呈黄白色或浅黄色。气微香，味淡，久嚼微苦、辛。见图1-3。



1. 野生前胡；2. 栽培前胡；3. 硬前胡。

图1 3种前胡药材图

2.2 HPLC峰面积比值法

2.2.1 溶液的制备

2.2.1.1 混合对照品溶液

分别取白花前胡甲素、白花前胡乙素的对照

品适量，精密称定，置同一棕色量瓶中，用甲醇定容，即得每1 mL含50 μg的混合对照品溶液。对照品色谱见图2。

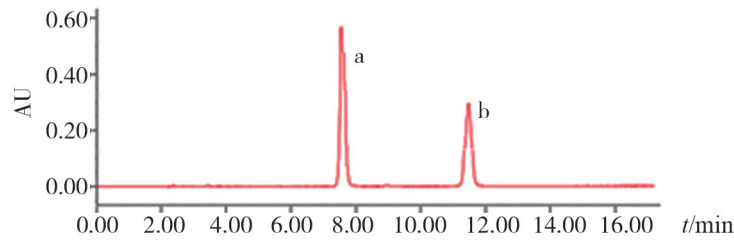
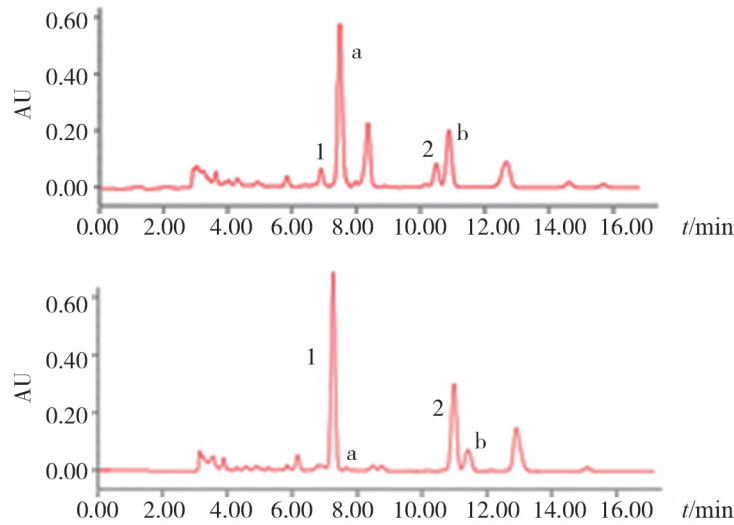


图2 白花前胡甲素(a)、白花前胡乙素(b)混合对照品 HPLC 色谱图

2.2.1.2 供试品溶液的制备

分别取前胡或硬前胡样品粉末(过3号筛)约0.5 g,精密称定,置具塞锥形瓶中,精密加入甲醇25 mL,密塞,称量,超声处理(功率250 W,频率33 kHz)10 min,放冷,再称量,用甲醇补足减

失的量,摇匀,滤过;精密量取续滤液5 mL,蒸干,残渣加甲醇溶解并转移至25 mL量瓶中,加甲醇至刻度,摇匀,即得。前胡、硬前胡样品色谱见图3。



a. 白花前胡甲素; b. 白花前胡乙素; 1. 色谱峰1; 2. 色谱峰2。

图3 前胡、硬前胡样品 HPLC 色谱图

2.2.2 色谱条件

采用Waters C₁₈色谱柱(250 mm×4.60 mm, 5 μm),以十八烷基硅烷键合硅胶为填充剂;以甲醇为流动相A,水为流动相B,梯度洗脱(见表2),流速 1.0 mL·min⁻¹;采用二极管阵列检测器,检测波长 320 nm,柱温 30 ℃,进样体积 10 μL。理论板数按白花前胡甲素峰计算不低于3000。

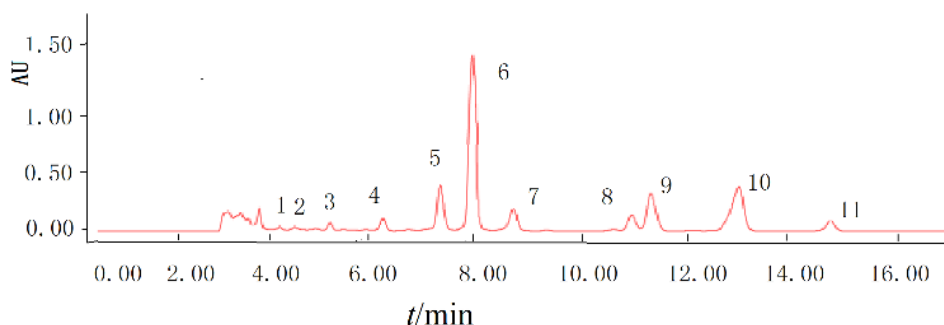
表2 流动相梯度洗脱程序

时间 /min	流动相比例 /%	
	流动相 A	流动相 B
1 ~ 15	75 → 85	25 → 15
15 ~ 18	85 → 75	15 → 25
18 ~ 22	75	25

2.2.3 方法学验证

2.2.3.1 参比峰选择

对11批前胡(1批劣质删除)和6批硬前胡的供试品溶液分别按“2.2.2”项下色谱条件进样,进行指纹图谱分析,共发现11个共有峰(见图4),



6. 白花前胡甲素; 9. 白花前胡乙素。

图4 指纹图谱共有模式

结合分离度和峰面积,以白花前胡甲素之前的峰设定为峰1,白花前胡乙素之前的峰设定为峰2,进行色谱峰1与白花前胡甲素的峰面积比值1(简称峰比1)、色谱峰2与白花前胡乙素的峰面积比值2(简称峰比2)的方法学研究,见图4。

2.2.3.2 精密度考察

取模拟样品(样品1中掺入40%样品12),按“2.2.1.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.2”项下色谱条件连续进样6次,计算峰比1、峰比2,RSD分别为0.24%、0.13%,表明该方法精密度良好。

2.2.3.3 重复性考察

取模拟样品(样品1中掺入40%样品12),分别按“2.2.1.2”项下方法制备供试溶液6份,按“2.2.2”项下色谱条件进样,计算峰比1、峰比2,RSD分别为1.45%、1.38%,表明该方法重复性良好。

2.2.3.4 稳定性考察

取模拟样品(样品1中掺入40%样品12),按“2.2.1.2”项下方法制备供试品溶液,按“2.2.2”项下色谱条件分别于0、6、16、24、32、48 h进样,计算峰比1、峰比2,RSD分别为1.86%、1.61%,表明供试溶液48 h稳定性良好。

2.2.3.5 线性关系考察

取模拟样品(样品1中分别掺入5%、10%、

20%、40%、60%、80%、95%的比例样品12),按“2.2.1.2”项下方法制备供试溶液,按“2.2.2”项下色谱条件进样,以加入的硬前胡量(x)为横坐标,峰比1或峰比2(y)为纵坐标,进行线性回归。

峰比1线性回归方程: $y=0.186x+1.2791$, $R^2=0.9542$;

峰比2线性回归方程: $y=0.1781x+1.2292$, $R^2=0.9756$

结果显示,掺假模拟样品的峰比1、峰比2随着硬前胡掺假比例的增加而增加,线性范围分别为0.009~28.71和0.092~1.761, R^2 分别为0.9542和0.9756,线性关系良好。

2.2.4 峰面积比值法判定

2.2.4.1 前胡与硬前胡的两组比值考察

在10批前胡样品中,峰比1在0.009~0.156,峰比2在0.085~0.307。6批硬前胡样品中,峰比1在11.508~96.276,峰比2在0.966~2.229。 t 检验发现,前胡和硬前胡的2个比值具有显著性差异,比值具有识别2种药材的意义。见表3。

表3 前胡与硬前胡样品中2个比值

样品编号	前胡峰面积比值		样品编号	硬前胡峰面积比值	
	峰比1	峰比2		峰比1	峰比2
1	0.009	0.092	12	81.320	1.870
2	0.005	0.095	13	19.867	1.396
3	0.031	0.108	14	21.788	1.378
4	0.081	0.085	15	96.276	1.433
5	0.052	0.112	16	119.17	2.229
6	0.038	0.103	17	11.508	1.091
7	0.012	0.124			
8	0.035	0.307			
9	0.015	0.151			
10	0.156	0.095			

2.2.4.2 模拟样品的两组比值考察

以样品1与样品12（组合1）、样品3与样品13

（组合2）不同比例的14个组合，计算两组样品中2个比值，见表4、图5。

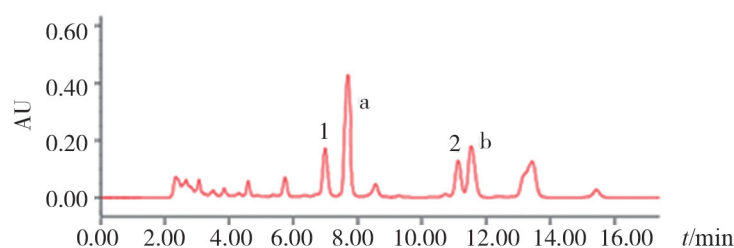
表4 两组模拟样品中比值考察

组合1（样品1+样品12）			组合2（样品3+样品13）		
比例	峰比1	峰比2	比例	峰比1	峰比2
样品1	0.009	0.092	样品3	0.031	0.108
95%	0.132	0.328	95%	0.143	0.283
80%	0.143	0.419	80%	0.167	0.320
60%	0.294	0.760	60%	0.322	0.588
40%	0.604	1.151	40%	0.584	0.843
20%	1.497	1.534	20%	1.409	1.107
10%	3.046	1.758	10%	2.839	1.255
5%	28.712	1.761	5%	3.670	1.278
样品12	81.320	1.870	样品13	19.867	1.396

注：比例是指前胡的比例，如80%指模拟样品中前胡占比80%。

结果显示，掺假后峰比1在0.132~28.712，与前胡中峰比1在0.009~0.156相比，10组中有2组在范围之外，实现了80%的准确判别。峰比2在

0.283~1.761，与前胡中峰比2在0.085~0.307相比，10组中1组在范围之外，实现了90%的准确判别，也说明峰比2的专属性更好。



a. 白花前胡甲素; b. 白花前胡乙素; 1. 色谱峰 1; 2. 色谱峰 2。

图5 前胡中掺入 40% 硬前胡 HPLC 色谱图

2.2.5 专属性考察

分别取前胡样品(编号1~11)随机掺入不同比例(分别设6组,按5%、10%、20%、30%、50%和70%掺入硬前胡,每组内随机组合)的硬前胡(编号12~17)共计30组(表略),计算两组样品

的2个比值。结果显示,峰比1在0.268~10.940,峰比2在0.429~2.483,两组均实现100%的准确判别。

2.2.6 样品验证

分别根据峰比1和峰比2,对9批市售前胡类样品进行验证,结果见表5。

表5 样品验证

序号	品名	验证结果	序号	品名	验证结果
18	前胡	掺假	23	蜜前胡	掺假
19	前胡	掺假	24	蜜前胡	掺假
20	蜜前胡	掺假	25	硬前胡	硬前胡
21	蜜前胡	蜜前胡	26	蜜硬前胡	蜜硬前胡
22	硬前胡	硬前胡			

从表5可知,有4批实物与标示名称相符,5批标示前胡(蜜前胡)的名实不符,掺入了一定的硬前胡。对25号硬前胡样品分析,应该含有前胡,但峰面积比值显示是硬前胡,可能是因为硬前胡本身的比值较大,表明该方法对于硬前胡中是否混有前胡的判别不理想。

2.2.7 耐用性考察

2.2.7.1 不同色谱柱考察

考察了Agilent ZORBAX SB-C₁₈、SHISEIBO MG-C₁₈和Waters SunFire C₁₈型号的色谱柱对两组比值的影响,结果显示,峰比1在0.36~0.40,峰比2在0.69~0.71,RSD分别为1.66%、0.78%,显示耐用性良好。

2.2.7.2 不同品牌液相色谱仪考察

考察了Chromaster和Waters Acq高效液相色谱仪对两组比值影响,结果显示,峰比1在0.31~0.37,峰比2在0.70~0.73,RSD分别为1.85%、0.64%,显示耐用性良好。

2.3 相似度比较

按“2.2.2”项下色谱条件检测到的26批前胡样品数据结果以AIA的格式导入《中药色谱指纹图谱相似度评价系统》(2012版),选定S1号样品图谱为参照色谱图,采用中位数法,时间窗选为0.1,经多点校正法,全谱峰自动匹配,校正保留时间,使相同色谱峰对齐,生成对照图谱,共有11个共有峰,见图4。26批样品色谱图见图6。

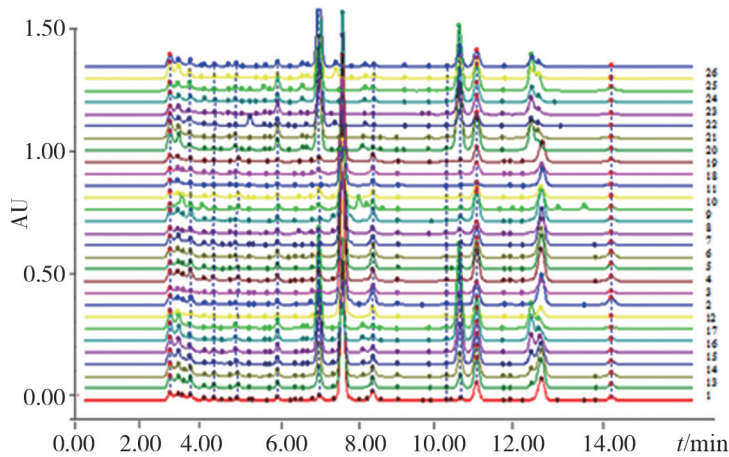


图6 26批样品指纹图谱

结果显示, 10份前胡样品图谱与对照图谱的相似度为0.981~0.998, 6份硬前胡样品图谱与对照图谱的相似度为0.103~0.169, 硬前胡与前胡的图谱相似度差异性很大, 相似度能够将前胡与硬前胡二者很好地区分。

为了掌握前胡商品中掺有硬前胡后图谱的相似度变化情况, 以样品1与样品12(组合1)、样品3与样品13(组合2)不同比例组合进行模拟试验考察, 计算两组样品的图谱相似度, 见表6。

表6 两组模拟样品相似度考察

组合1(样品1+样品12)		组合2(样品3+样品13)	
比例	相似度	比例	相似度
样品1	0.998	样品3	0.994
20%	0.990	20%	0.980
40%	0.956	40%	0.929
60%	0.838	60%	0.762
80%	0.510	80%	0.486
90%	0.336	90%	0.332
100%(样品12)	0.119	100%(样品13)	0.147

注: 比例是指前胡的比例, 如80%指模拟样品中前胡占比80%。

可见, 当前胡中掺入20%的硬前胡后图谱的相似度还是很高, 掺入40%时相似度有所降低, 掺入60%时相似度显著降低, 初步认为相似度对于前胡中假掺硬前胡的判别结果不理想。

3 讨论与结果

3.1 药材性状

野生前胡与硬前胡药材形状、颜色和气味非常相近, 前胡的质地略呈肉质状, 而硬前胡质地有

两种情况, 一种质坚硬, 木部强烈木质化; 另一种略显肉质。经调查, 前者是在秋季采收, 后者是春季采收。人工栽培前胡与野生品在形状和质地方面变化较大。商品市场多以饮片销售, 硬前胡掺入前胡中很难准确鉴定。

3.2 提取条件考察

3.2.1 检测波长选择

在全波谱扫描下, 对比了前胡、硬前胡、硬

前胡掺假样品在不同波长下的色谱图发现, 320 nm 时色谱峰信息最全, 基线最好, 故选择320 nm的波长为该方法检测波长。

3.2.2 提取方法考察

选择甲醇、乙醇(不同的浓度系列)溶剂进行试验, 结果发现, 纯甲醇进行提取时, 色谱峰信号较多, 多数组分的峰面积较其他条件时多, 故选择纯甲醇作为溶剂进行提取。

3.2.3 提取时间考察

采用超声法提取, 考察20、30、40 min的提取效果, 发现30 min提取的色谱峰信号多, 峰面积大, 故选择30 min为提取时间。

3.2.4 流动相的考察

考察了甲醇和水、乙腈和水作为流动相的多种梯度洗脱, 发现以前者的色谱峰信息较多, 峰形较好, 故选取甲醇和水作为流动相。

3.3 峰面积比值判断

文献^[13]报道, 《日本药局方》中郁金采用峰面积比值控制质量的优劣性, 而国内有关峰面积鉴别和方法控制质量的研究很少。本研究选择了峰比1和峰比2两组比值判断, 通过模拟试验发现, 当峰比1大于0.15, 或峰比2大于0.30时, 表明该前胡样品中掺杂硬前胡, 由于峰比2的分离情况良好, 受样品中其他干扰少, 选择峰比2进行判别为好。

3.4 相似度判断

硬前胡图谱与前胡对照图谱的相似度很低(0.103~0.169), 采用相似度鉴别前胡与硬前胡方法可行。对于前胡中掺假硬前胡后, 相似度很难准确反映掺假比例的变化, 如掺假20%时的相似度高(0.827~0.993), 相似度的适用性受到限制。

4 结论

目前市售前胡中假掺硬前胡是主流商品, 本研究所建立的HPLC技术的特征峰面积比值法和指纹图谱法, 对前胡与硬前胡两种药材或饮片的真伪性均实现了100%的鉴别, 特征峰面积比值法(尤其是峰比2)能够准确判断是否掺假, 具有良好的专属性鉴别。今后可进一步扩大批次, 考察比值的设定问题; 同时, 分离鉴定两种未知色谱峰的化学结构, 通过两种已知的对照品进行峰面积比值, 将

更有力于该方法的推广应用。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国药典: 一部[S]. 2022: 277.
- [2] 谢宗万. 中药材品种论述(上册)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990: 331-335.
- [3] 张萍, 李明华, 石岩, 等. 2017年全国中药材及饮片质量概况[J]. 中国中药杂志, 2018, 43(21): 4198-4202.
- [4] 甘肃省药品监督管理局. 甘肃省中药材标准[S]. 2021: 185.
- [5] 邱国玉, 李运, 李晓春, 等. 前胡类药材的化学成分及质量控制方法研究[J]. 中国药事, 2019, 33(4): 446-449.
- [6] 余坤子, 陆以云, 张南平, 等. 中药材掺伪染色鉴别技术研究进展[J]. 中国药事, 2017, 31(11): 1311-1316.
- [7] 张南平, 余坤子, 魏锋, 等. 中药材质量的本质与评价方法探讨[J]. 中国药事, 2017, 32(1): 48-53.
- [8] 李运, 邱国玉, 李晓春, 等. 基于主成分分析的前胡类药材HPLC特征图谱研究[J]. 药物分析杂志, 2019, 39(7): 1323-1327.
- [9] 肖琦, 史行幸, 方翠芬, 等. 前胡水溶性成分HPLC指纹图谱和化学模式识别研究[J]. 中药材, 2021, 44(12): 2900-2904.
- [10] 楼柯浪, 梁卫青, 张宏建, 等. 近红外光谱法快速鉴别不同产地的前胡药材[J]. 中国现代应用药学, 2020, 37(8): 958-960.
- [11] 黄宝斌, 马玲云, 许明哲, 等. 掺杂掺假药品补充检验方法所需对照品可获得性分析[J]. 中国新药杂志, 2014, 23(16): 1858-1862.
- [12] 杜晓娟, 魏锋, 王冰. 中药产业法律体系构建对中药高质量发展作用研究[J]. 科学监管, 2021(10): 99-105.
- [13] 张丽, 丁安伟. 对2010年版《中华人民共和国药典》一部后续修订的思考[J]. 南京中医药大学学报, 2012, 28(4): 301-308.

(收稿日期 2022年2月15日 编辑 郑丽娥)