

## 前胡及其混伪品的中药鉴定学研究进展

吴沿胜<sup>1</sup>, 吴沿友<sup>1,2\*</sup>, 刘宇婧<sup>1</sup>, 邢德科<sup>1</sup>, 于睿<sup>1</sup>

1. 江苏大学农业装备工程学院 现代农业装备与技术教育部重点实验室, 江苏 镇江 212013

2. 中国科学院地球化学研究所 环境地球化学国家重点实验室环境生物科技研究中心, 贵州 贵阳 550081

**摘要:** 白花前胡 *Peucedanum praeruptorum* 作为前胡药材的基原具有降气化痰、疏风散热等功效, 多用于呼吸道和肺动脉高压治疗, 特别是在防治心血管疾病方面具有很高药用价值。通过收集国内外相关研究资料, 综述了近年来前胡及其混伪品鉴定方面的研究成果。DNA 条形码技术在药用植物和药材鉴定方面表现出较强的应用能力, 为此阐述了现代分子生物学技术和传统鉴定手段应用于前胡及混伪品鉴定的最新进展, 同时对各方法优缺点及实用性进行了总结, 以期对中药的快速、准确鉴定提供新的研究思路和解决方案。

**关键词:** 前胡; 白花前胡; 紫花前胡; 中药鉴定; DNA 条形码; 分子鉴定

**中图分类号:** R282.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2017)11-2335-05

**DOI:** 10.7501/j.issn.0253-2670.2017.11.030

## Advances in *Peucedani Radix* and its adulterants and substitutes in Chinese materia medica identification

WU Yan-sheng<sup>1</sup>, WU Yan-you<sup>1,2</sup>, LIU Yu-jing<sup>1</sup>, XING De-ke<sup>1</sup>, YU Rui<sup>1</sup>

1. Key Laboratory of Modern Agricultural Equipment and Technology, Ministry of Education, School of Agricultural Equipment and Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China

2. Research Center for Environmental Bio-Science and Technology, State Key Laboratory of Environmental Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Science, Guiyang 550081, China

**Abstract:** *Peucedanum praeruptorum* is a traditional Chinese medicine, which has been recorded in Chinese *Pharmacopoeia*. Phytochemical studies have shown that the active ingredients of *P. praeruptorum* can treat anemopyretic cold and cough with abundance of phlegm. Furthermore, the herb is well-known for the treatment of respiratory diseases as well as pulmonary hypertension, and shows great medical values involved in cardiovascular diseases, especially. This paper shows several research achievements involved in plant resources and its adulterants and substitutes identification based on pertinent literatures. DNA barcoding technology shows strong discriminability for medicinal plant and medicinal materials identification of *Peucedani Radix*. In this paper, recent research advances for identifying *Peucedani Radix* adulterants and substitutes were elaborated based on modern molecular biotechnology and traditional identification method, merits and drawbacks and practicability of each method are summarized at the same time. The main purpose is to provide new research ideas and solutions for rapid, reliable, and accurate identification of *Peucedani Radix*.

**Key words:** *Peucedani Radix*; *Peucedanum praeruptorum* Dunn; *Peucedanum decursivum* (Miq.) Maxim.; Chinese materia medica identification; DNA barcoding; molecular identification

前胡 *Radix Peucedani* 为伞形科多年生草本植物, 《中国药典》2000 年版规定的药材前胡为白花前胡 *Peucedanum praeruptorum* Dunn 或紫花前

胡 *Peucedanum decursivum* (Miq.) Maxim. 的根<sup>[1]</sup>; 《中国药典》2005 年版收录的前胡基原植物仅为白花前胡 1 种<sup>[2]</sup>; 《中国药典》2010 年版开始则把紫

收稿日期: 2016-11-09

基金项目: 国家青年自然科学基金 (31600254); 江苏省青年自然科学基金 (BK20150491); 中医药行业专项 (201407003); 江苏省高校优秀学科资助项目 (苏政办 [2014] 37 号)

作者简介: 吴沿胜 (1990—), 男, 硕士研究生, 研究方向为中药材植物组织培养及生理生态研究。E-mail: wuyansheng0114@163.com

\*通信作者 吴沿友, 男, 博士, 研究员, 研究方向为环境地球化学。E-mail: wuyanyou@mail.gyig.ac.cn

花前胡作为一个新增的药材单列出来<sup>[3]</sup>, 不再是前胡药材的基原植物<sup>[4-5]</sup>。前胡以干燥根入药<sup>[6]</sup>, 主产区主要集中在安徽、浙江、江苏、江西等省。前胡始载于南北朝陶弘景所著《名医别录》, 此后历代本草和《中国药典》中均有收录, 至今已有 1 500 多年的悠久用药历史。本品具有降气化痰、解痉、抗炎、抗过敏、抗溃疡、抗癌、抗心律失常等药理作用<sup>[7]</sup>。自 20 世纪 70 年代末至今, 国内外研究人员对前胡的药用资源、化学成分、药理作用和临床应用进行了广泛深入的研究, 仅香豆素类化合物就分离鉴定出 40 多种, 并发现其中的吡喃香豆素类化合物在心血管疾病治疗方面具有较大医疗价值。

随着前胡研究与应用的发展, 因物种分布、传统认识、地理位置和民族特点的影响, 药用前胡经历了品种变异、药效、植物来源等一系列变化。饶高雄等报道<sup>[8-9]</sup>, 当前中国各地及日本、朝鲜、韩国等东南亚国家和地区, 有伞形科 16 属的 40 多种植物被充当前胡使用。加之其植物来源丰富, 正品前胡又以地下干燥根部分入药, 在去除花、果实、叶等器官和组织后, 仅从外观形态上难以进行物种鉴定, 很容易造成用药混乱, 在很大程度上加剧了前胡用药安全和产品质量问题, 因此迫切需要一种在缺乏植物形态特征情况下的中药材鉴定技术和方法。传统的前胡鉴定靠形态特征、显微镜观察等, 一旦药品物理性状发生改变, 则给鉴定工作带来困难。目前, 中药主要鉴定技术包括感官评价、显微鉴定、理化鉴定和分子鉴定<sup>[10]</sup>, 而分子鉴定技术已迅速发展成为中药鉴定的主要手段。本文就近 30 年来科研工作者对前胡及其混伪品的鉴定学开展的相关研究进行综述, 特别是对现代分子生物学和 DNA 条形码技术<sup>[11-12]</sup>被广泛运用到前胡物种及混伪品的鉴定研究进行归纳总结, 同时对中药鉴定学的未来发展方向进行展望, 以期对中药的快速、准确鉴定提供新的研究思路和解决方案。

## 1 前胡及其混伪品传统鉴定方法

### 1.1 化学鉴定

陈永林等<sup>[13]</sup>对前胡的混伪品防风、石防风、泰山前胡、滨海前胡等进行了薄层色谱分析, 结果表明所有样品可以通过薄层荧光斑点数、颜色和 Rf 值加以区分, 防风和石防风荧光斑点数目不同, 泰山前胡和前胡都有 3 个荧光斑点, 但各斑点 Rf 值及颜色区别明显, 而滨海前胡仅有 2 个斑点, 取得了一定的鉴别效果。曹镭沛等<sup>[14]</sup>仅利用薄层色谱法同

样能将紫花前胡和白花前胡成功地进行真伪鉴别。戴有昌等<sup>[15]</sup>从性状、显微和理化 3 个方面对前胡伪品石防风进行生药学鉴定。樊冰冰<sup>[16]</sup>和张翠元等<sup>[17]</sup>通过实验对前胡及其混淆品进行了性状、理化和薄层色谱的对比鉴别, 发现正品前胡及混淆品在性状、理化和薄层色谱 3 方面结果都明显不同, 能够为鉴别前胡提供参考依据。李水福等<sup>[18]</sup>从原植物形态、性状, 显微特征并结合紫外和 TLC 法对前胡及其伪品碎叶山芹进行产地调查和鉴别, 结果表明碎叶山芹不能作前胡药用<sup>[19]</sup>。周燕<sup>[20]</sup>采用性状、显微、薄层色谱及高效液相色谱的方法能将白花前胡及其混伪品石防风客观准确区分, 薄层色谱鉴定结果表明白花前胡与石防风所显斑点的数量与位置有差异; 高效液相色谱鉴定结果显示石防风在白花前胡甲素特征峰处无对应峰, 表明石防风不含白花前胡甲素, 前胡及其混伪品石防风在上述鉴别方法中均有显著差异, 可为其真伪鉴别提供依据。

### 1.2 光谱鉴定技术

张英华和魏永巨等<sup>[21-22]</sup>运用三维荧光指纹图谱对白花前胡的混伪品进行了相关研究, 白花前胡和防风固体粉末三维荧光指纹图谱测量结果显示前胡和防风各有 2 个荧光峰, 前胡强峰位于  $\lambda_{ex}/\lambda_{em}=340$  nm/400 nm, 弱峰位于  $\lambda_{ex}/\lambda_{em}=250$  nm/400 nm; 防风强峰位于  $\lambda_{ex}/\lambda_{em}=335$  nm/400 nm, 弱峰位于  $\lambda_{ex}/\lambda_{em}=440$  nm/480 nm; 从荧光强度看, 白花前胡和防风强峰相对荧光强度分别为 3 500、1 000, 2 种药材的三维指纹图谱除出峰位置和峰形有所不同外, 相对荧光强度差异达 3.5 倍, 由此能将前胡的混伪品区分开来。白花前胡和紫花前胡的三维指纹图谱分析中也得出类似的结果, 与中药传统理化鉴别技术相比, 三维指纹图谱技术操作简便, 结果重复性好, 鉴定结果可靠。

黄冬兰等<sup>[23]</sup>采用了一维红外光谱 (FTIR) 并结合红外二阶导数谱技术对前胡及其伪品防风进行了快速无损鉴定研究, 结果表明前胡和防风在一维图谱上差异并不明显, 通过对二阶导数谱的高分辨率分析, 二者之间差异显著, 不仅可以针对前胡及其伪品进行快速鉴别, 甚至可以根据图谱信息推测二者所含有机酯类化合物、芳香类化合物和糖苷类化合物组成和成分存在差异。一维光谱集合二阶导数谱技术实现了中药无损和快速鉴定, 鉴定结果可靠, 是一种新的中药鉴别技术, 在中药质量控制领域具有广阔应用前景。

## 2 前胡及其混伪品现代分子鉴定方法

### 2.1 蛋白质标记技术

刘启新和惠红等<sup>[24-25]</sup>采用植物血清分类学方法对前胡属植物种间的亲缘关系开展了分类研究, 聚类分析结果显示, 基于琼脂免疫双扩散反应的植物血清分类法能够将白花前胡、石防风、宽叶石防风、长前胡等 18 种前胡属植物进行鉴别。谢贤明等<sup>[26]</sup>对分离和筛选出的 3 种变异类型白花前胡进行了过氧化物酶和酯酶同工酶测定, 电泳结果分析表明 3 种变异类型白花前胡的酶带和酶活性之间均有明显差异, 表现出明显的遗传差异。乞超等<sup>[27]</sup>采用 SDS-PAGE 法成功地将白花前胡、紫花前胡及其伪品鉴别出来, 由电泳图谱发现 4 种样品(白花前胡、紫花前胡、华中前胡、石防风)显示出相同谱带, 符合该 4 种植物同属于伞形科的亲缘关系, 同时他们之间也有明显差异: 白花前胡在暗谱区有谱带, 而紫花前胡和华中前胡没有, 这样可以将白花前胡与二者区分出来; 石防风在暗谱区也有谱带, 但是 4 条谱带数目上都存在明显差异, 可以进行品种和真伪鉴定。

### 2.2 DNA 分子鉴定

刘塔斯等<sup>[28]</sup>对不同产地商品药材前胡采用 RAPD 技术对其多态性进行分析并构建了聚类树图, 在筛选的 40 多个随机引物中有 22 个在供试材料上获得较好的基因多态性指纹图谱, 从所构建的聚类树上可准确将白花前胡和紫花前胡完全分开, 湖南产和江西产药材样品聚为一类, 浙江和安徽产药材样品聚为一类, 表明它们之间亲缘关系较近; 扩增条带方面, 白花前胡和紫花前胡也存在明显的差异, 说明 RAPD 技术可从分子水平上进行种间差异检测和植物学分类。

刘义梅等<sup>[29]</sup>对采自不同产地的 31 份野生白花前胡种质进行了 ISSR 遗传多样性分析并构建了白花前胡聚类图, 31 份野生白花前胡的聚类分析结果显示, 浙江省的 6 份样本单独聚在第 I 支, 河南省 3 份样本全部聚在第 III 支, 湖北省的 9 份样本全部聚在第 IV 支, 安徽、贵州与河南的样本交织聚类在第 II、III 支, 少数同一产地样本能聚为 1 个亚类, 其他样本交织聚类在一起; ISSR 分子标记对 31 份标本的遗传多样性研究结果表明不同产地野生白花前胡多态性条带百分率为 95.1%, 遗传相似系数在 0.201~0.822, 这就从分子水平上证明了野生白花前胡种质资源存在丰富遗传变异, 同时, ISSR 分子标

记技术能有效检测出野生白花前胡的种质遗传变异。Choo 等<sup>[30]</sup>采用遗传学分析工具, ITS 序列分析、RAPD 技术建立白花前胡、紫花前胡、峨参的可靠鉴别方法。通过 rDNA-ITS 序列之间的比较, 发现可鉴别 3 种中药中针对峨参的一段 273 bp 的 DNA 链, 是峨参的特异引物识别区, ITS 序列分析不能区分白花前胡和紫花前胡。RAPD 分析结果找到 1 个峨参和白花前胡的序列特征性扩增区域标记(SCAR marker), 针对白花前胡和紫花前胡扩增出的 363 bp 的 DNA 片段, 为白花前胡开发出 2 个 SCAR markers, 扩增了针对白花前胡的 145 bp 和 305 bp 的 DNA 片段。此外, 建立了通过使用组合引物的多重 PCR 同时鉴定 3 个物种的 SCAR markers。这种方法可以有效鉴别出中药前胡及其混伪品, 同时也为中药分子鉴定提供新的思路和方法, 具有广阔的应用前景。

Zhou 等<sup>[31]</sup>利用基于 ITS 序列的 DNA 条形码技术对白花前胡的 13 种混淆品和 23 种伪品进行分子水平鉴定, 测试序列信息位点和变异位点分布范围广, 适合用于白花前胡及其混伪品鉴别的序列比对, 对 K2P 遗传距离计算和 NJ 聚类树构建结果表明, 50 个登记物种被分成 8 个分支, 除了长花前胡被掺杂进白花前胡一个分支外, 其余混伪品均被成功鉴别出来。基于 ITS 序列分析的 DNA 条形码技术可以准确、方便地鉴别出白花前胡及其混伪品。另外, 通过利用 ITS2 序列对白花前胡、紫花前胡及其混伪品的 DNA 条形码鉴定研究也得出相似的结论, ITS2 序列能有效鉴别出白花前胡、紫花前胡及其混伪品<sup>[4,32]</sup>。DNA 条形码的出现为药用植物的快速、准确鉴定开辟了新的道路。

## 3 结语

近年来前胡和紫花前胡备受关注 and 争议, 许多专家学者就白花前胡和紫花前胡的正品地位互有争论。饶高雄等<sup>[8]</sup>认为白花前胡和紫花前胡为药材前胡的 2 个品种, 均为正品。薛华杰等<sup>[33]</sup>从核 DNA ITS 序列角度阐明了紫花前胡分类地位并认为紫花前胡和白花前胡应该分别入药。韩邦兴等<sup>[36]</sup>综合白花前胡和紫花前胡二者在亲缘关系、特征性化学成分和生物学特性方面存在的较大差异, 认为紫花前胡不应作为药材前胡基原。单锋等<sup>[35]</sup>通过对本草文献及现代研究的梳理发现, 促使紫花前胡成为正品前胡<sup>[4]</sup>来源的主要受到日本文献观点的影响, 加之近现代以来紫花前胡的用药史中出现其被作为中药前胡的

使用情况,但其作为正品前胡基原植物缺乏历史依据。《中国药典》2000 年版以后前胡来源仅收录白花前胡一种<sup>[6]</sup>,紫花前胡以药材名“紫花前胡”单列出来,但是《中国药典》对二者的功效与主治描述又完全一致,这导致紫花前胡被充作前胡一直沿用。因此,正品前胡基原植物的认定需要专家学者的共同努力,扩大相关的中药现代学鉴定研究,明确白花前胡和紫花前胡的功效与主治功能及其药用归属的划分,为前胡这一传统中药的实际临床应用提供科学依据和安全保障。

传统的中药前胡鉴别手段主要靠性状鉴定、显微鉴定和理化鉴定,必要时需多种方法联合使用。《中国药典》2015 年版规定的中药前胡以其基原植物的干燥根入药,前胡用药部位的限定给鉴定工作带来一定困难。对紫花前胡及其混伪品的鉴定研究中,通过性状鉴定、显微鉴定和理化鉴定等多方面比较鉴定研究发现,紫花前胡与其混伪品在性状、显微和理化方面均有明显不同<sup>[14,36-37]</sup>。前胡的性状鉴定包括对其形状、大小、色泽、表面、质地、断截面、气味等特征的观察和识别,需要鉴定工作者具有长期的丰富经验,具有简单、快速、直观等优点,节约鉴定成本和时间。性状鉴别主要观察前胡完整药材及其饮片,受鉴定工作者主观能动性影响,鉴定结果往往受人为因素干扰,且对药材性状要求高。显微鉴定能对前胡性状不易识别的正品及其混伪品生药进行补充鉴别,曹玉等<sup>[38]</sup>利用体视显微镜和透射镜对紫花前胡与华北前胡的性状和横截面显微观察结果发现,其在性状及显微特征上均具有明显的区别,通过两者的比较鉴别研究,为准确鉴别紫花前胡和华北前胡提供参考。在实际研究中,显微鉴定成本较高,仪器价格高昂且需要鉴定工作者有植物解剖、植物显微切片制作技术和相关显微仪器熟练操作技能。显微鉴定也是鉴定前胡真伪品及品质标准制定的科学方法之一,对保证前胡质量具有一定科学意义和应用价值。前胡的理化鉴定是对其真伪品所含化学成分的特定物理性质或化学反应进行定性或定量分析,主要是对其所含不同化学成分、性状相似而无明显显微特征的混伪品进行鉴别。采用性状、显微、薄层色谱和液相色谱等鉴定方法<sup>[20]</sup>,能够给前胡及其混伪品石防风带来客观准确的鉴定结果。理化鉴定能够精细、准确展现前胡中化学组分并将其量化,可作为中药前胡药材鉴定和质量控制的有效方法。前胡中含有多种复杂化学成分,通

过对少数理化特征作为鉴定依据有时不能达到鉴定效果,且理化鉴定通常需要对药材进行复杂预处理,耗时耗力。近年来,中红外光谱鉴定技术被广泛应用于前胡的鉴定和质量研究中,黄冬兰等<sup>[23]</sup>利用二阶导数红外光谱信息成功地鉴别出前胡及伪品防风。利用三维荧光光谱信息可以获知前胡更多化学成分信息<sup>[22]</sup>,便于从大量的指纹图谱信息中寻找出不同药材之间的差异。光谱鉴定技术对样品形态要求低,无论饮片、粉末、丸剂等均能实现快速、无损检测,操作简便、重复性好。光谱鉴定技术在前胡鉴定研究中的成功应用,促进了光谱鉴定应用于中药复杂混合物鉴定和质量研究,成为中药材鉴定研究的重要领域。

前胡传统的鉴定方法主要依据性状特征的差异性进行鉴定,中药分子鉴定技术特别是 DNA 分子标记鉴定技术以依据生物个体、居群或物种基因组中具有明显差异特征的 DNA 片段进行鉴定,且不受环境饰变因素和人为主观能动性限制,实现中药不同来源、真伪品、不同生长环境以及加工处理药材等鉴定,具有一定优越性。ELISA<sup>[24]</sup>、SDS-PAGE<sup>[27]</sup>、同工酶鉴别技术<sup>[26]</sup>、RAPD<sup>[28]</sup>、SCAR 特定引物 PCR 标记技术<sup>[30]</sup>、ISSR<sup>[29]</sup>和 DNA 条形码<sup>[19,38-39]</sup>技术等现代分子鉴定技术成功地运用到前胡及其混伪品的真伪鉴定中。分子鉴定技术在中药基原植物和药材鉴定方面具有独特的优势,其中 DNA 条形码技术以其鉴定快速准确、可重复性良好、技术方法通用性强、可实现中药鉴定的标准化和数字化等优势成为分子鉴定技术的新方向,在中药鉴定工作中发挥出巨大的应用潜力。

#### 参考文献

- [1] 中国药典 [S]. 一部. 2000.
- [2] 中国药典 [S]. 一部. 2005.
- [3] 中国药典 [S]. 一部. 2010.
- [4] 侯典云,宋经元,杨培,等. 基于 ITS2 序列鉴别前胡和紫花前胡药材及其混伪品 [J]. 中国中药杂志, 2014, 39(21): 4186-4190.
- [5] 孔令义. 中药前胡物质基础的系统研究 [J]. 中国药科大学学报, 2010, 41(3): 203-207.
- [6] 中国药典 [S]. 一部. 2015.
- [7] 孟德玉,毛子成,何兴金,等. 药用前胡研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(3): 10-14.
- [8] 饶高雄,刘启新,戴振杰,等. 中药前胡的本草考证和现代品种论述 [J]. 云南中医学院学报, 1995, 18(1): 1-6.
- [9] 饶高雄,孙汉董,林中文,等. 中药前胡的化学基础研

- 究 [J]. 天然产物研究与开发, 1993, 5(2): 1-17.
- [10] 时圣明, 潘明佳, 王洁, 等. 分子鉴定技术在中药中的应用 [J]. 中草药, 2016, 47(17): 3121-3126.
- [11] Hebert P D, Cywinska A, Ball S L, et al. Biological identifications through DNA barcodes [J]. *Proc Biol Sci*, 2003, 270(1512): 313-321.
- [12] 刘建全. 植物DNA条形码、物种形成和分类学 [J]. 生物多样性, 2015, 23(3): 283-285.
- [13] 陈永林, 霍德兰, 赵华英, 等. 防风、前胡及其相似品的薄层层析鉴别 [J]. 山东医药工业, 1995, 14(3): 33.
- [14] 曹镭沛, 喻亚飞, 刘宇靖, 等. 紫花前胡和白花前胡的真伪鉴别与质量比较研究 [A] // 世界中医药学会联合会中药鉴定专业委员会第二届学术年会论文集 [C]. 武汉: 世界中医药学会联合会中药鉴定专业委员会第二届学术年会, 2015.
- [15] 戴有昌. 伪品前胡——石防风的生药鉴定 [J]. 时珍国医国药, 2001, 12(9): 808.
- [16] 樊冰冰. 前胡及其混淆品的鉴别 [J]. 南京军医学院学报, 2001, 23(3): 178-179.
- [17] 张翠元, 朱锦华, 陈少龙, 等. 前胡及其一种混淆品的鉴别 [J]. 时珍国医国药, 2001, 12(7): 607.
- [18] 李水福, 朱筱芬, 陈琴鸣. 前胡伪品碎叶山芹的生药学研究 [J]. 中国现代应用药学, 1999, 16(6): 23-25.
- [19] 孙雪妹. 紫花前胡与混伪品华中前胡的鉴别 [J]. 时珍国医研究, 1998, 9(1): 59.
- [20] 周燕. 前胡及其混淆品石防风的鉴别 [J]. 中国药业, 2008, 17(14): 62-63.
- [21] 张英华, 魏永巨. 前胡及其伪品防风的三维荧光指纹图谱 [A] // 太原第八届全国发光分析暨动力学分析学术研讨会论文集 [C]. 太原: 第八届全国发光分析暨动力学分析学术研讨会, 2005.
- [22] 魏永巨, 张英华, 史训立, 等. 白花前胡与紫花前胡水提液的三维荧光光谱 [A] // 长春第十四届全国分子光谱学术会议论文集 [C]. 长春: 第十四届全国分子光谱学术会议, 2006.
- [23] 黄冬兰, 徐永群, 陈小康. 红外二阶导数谱法快速鉴别前胡及伪品防风 [J]. 韶关学院学报, 2009, 30(12): 50-53.
- [24] 刘启新, 惠红, 余孟兰. 前胡属 (*Peucedanum* L.) 血清分类学研究 [J]. 植物资源与环境, 1998, 7(1): 21-27.
- [25] 惠红, 刘启新, 刘梦华. 中国伞形科前胡族阿魏亚族血清分类及亲缘关系的研究 [J]. 植物分类学报, 2003, 41(4): 369-380.
- [26] 谢贤明, 李娟, 韦卡娅. 不同变异类型白花前胡同工酶分析 [J]. 中国现代中药, 2009, 11(1): 7-8.
- [27] 乞超, 陈振江. 聚丙烯酰胺凝胶电泳法鉴别紫花前胡与白花前胡及其伪品 [J]. 湖北中医药大学学报, 2012, 14(2): 30-32.
- [28] 刘塔斯, 林丽美, 肖冰梅, 等. RAPD 技术鉴别商品药材前胡及其亲缘关系 [J]. 中医药学刊, 2006, 24(10): 1838-1840.
- [29] 刘义梅, 朱毅, 熊永兴, 等. 基于 ISSR 标记的白花前胡种质资源遗传多样性分析 [J]. 时珍国医国药, 2014, 25(8): 1982-1984.
- [30] Choo B K, Moon B C, Ji Y, et al. Development of SCAR markers for the discrimination of three species of medicinal plants, *Angelica decursiva* (*Peucedanum decursivum*), *Peucedanum praeruptorum* and *Anthriscus sylvestris*, based on the internal transcribed spacer (ITS) sequence and random amplified Polymorphic DNA (RAPD) [J]. *Biol Pharm Bull*, 2009, 32(1): 24-30.
- [31] Zhou J, Wang W C, Liu M Q. Molecular authentication of the traditional medicinal plant *Peucedanum praeruptorum* and its substitutes and adulterants by DNA-barcoding technique [J]. *Pharmacognosy Magazine*, 2014, 10(40): 385-390.
- [32] 熊永兴, 邬兰, 刘义梅, 等. 前胡及其混伪品的DNA条形码鉴定研究 [J]. 中药材, 2013, 36(11): 1762-1765.
- [33] 薛华杰, 闫茂华, 王年鹤, 等. 基于 ITS 序列研究当归属、前胡属间的关系与紫花前胡的分类地位 [J]. 南京师大学报: 自然科学版, 2007, 30(3): 97-101.
- [34] 韩邦兴, 王德群. 紫花前胡生物学特性研究 [J]. 现代中药研究与实践, 2005, 19(5): 22-23.
- [35] 单锋, 郝近大, 黄璐琦. 2010年版《中国药典》中“紫花前胡”功效描述的商榷 [J]. 中国中药杂志, 2015, 40(12): 2464-2469.
- [36] 曹玉, 金卓, 张继. 紫花前胡与华北前胡的鉴别研究 [J]. 中国现代药物应用, 2015, 9(24): 283-284.
- [37] 姜长玉, 孟庆美. 白花前胡与紫花前胡的鉴别 [J]. 医药产业资讯, 2006, 3(14): 118.
- [38] Sun A C, Ye J K, Lee W K, et al. The complete chloroplast genome of the medicinal plant *Angelica decursiva* (Apiaceae) in *Peucedani Radix* [J]. *Mitochondrial DNA*, 2016, 1(1): 210-211.
- [39] Kim Y H, Ryuk J A, Ko B S, et al. Genetic diversity of *Peucedanum japonicum* using Internal Transcribed Spacer (ITS) sequence [J]. *Planta Med*, 2008, 74(9): 1208.