

秦艽的鉴定方法概述

熊波¹, 郭树鹏¹, 胡林^{2*}

(1. 上海中医药大学, 上海 201203;

2. 恩瑞生物医药科技(上海)有限公司, 上海 201203)

[摘要] 我国中药材品种繁多,药材多基原现象较普遍,给药材准确鉴定带来了困难,易导致临床用药品种发生混淆。秦艽作为传统中药材,在治疗风湿关节病方面具有良好功效。秦艽为多来源植物,变异幅度较大,与秦艽组内物种间差异不明显,容易导致市场用药品种混乱。本文重点对中药材秦艽的鉴定方法进行整理研究,综述各类鉴定方法在中药材秦艽中的研究进展;通过比较传统的生药学4大鉴定方法(基原鉴定、性状鉴定、显微鉴定和理化鉴定)与各种现代鉴定方法(DNA条形码分子鉴定、色谱技术、近红外光谱技术、紫外-可见分光光度法和X衍射图谱),阐述各鉴定方法的特点及其优缺点,为传统中药材的鉴定研究提供思路与参考。提示客观评价中药材质量时,需将传统与现代鉴定方法相结合。

[关键词] 中药材; 秦艽; 鉴定方法; 环烯醚萜类; 内源转录间隔区

[中图分类号] R282.5; R931.5; R284.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2015)17-0230-05

[doi] 10.13422/j.cnki.syfjx.2015170230

[网络出版地址] <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20150713.1511.022.html>

[网络出版时间] 2015-07-13 15:11

Summarization of Identification Methods for Gentianae Macrophyllae Radix XIONG Bo¹, GUO Shu-peng¹, HU Lin^{2*} (1. Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China; 2. Ancureall Biomedical Technology (Shanghai) Co. Ltd., Shanghai 201203, China)

[Abstract] China is a country with varieties herbal medicines, majority of them have many originals. These medicinal plant always come from a part of the same group belong to the same family, and the other plants of the group is not generally of the 2010 edition of *Chinese Pharmacopoeia*, which easily cause confusion on clinical application of Chinese medicine. As a traditional Chinese medicine, Gentianae Macrophyllae Radix is known as its significant effect in therapy of rheumatic or rheumatoid arthritis with muscular contracture and severe joint pain. Gentianae Macrophyllae Radix is a multisource Chinese drug comes from the root of four species. Gentianae Macrophyllae Radix has a larger range of morphological variation, its interspecific characteristics is not obvious, so it's easily lead to market confusion of medicine varieties. This paper focuses on identification methods of Gentianae Macrophyllae Radix and a comprehensive overview of various identification methods researches progress in this herb were displayed. Four traditional identification methods of pharmacognosy and various modern identification methods are compared, their advantages and disadvantages are discussed. It showed that traditional and modern methods should be combined when objective assessment of Chinese herbal medicines.

[Key words] Chinese herbal medicines; Gentianae Macrophyllae Radix; identification methods; iridoids; internally transcribed spacer

秦艽为龙胆科植物秦艽 *Gentiana macrophylla*, 麻花秦艽 *G. straminea*, 粗茎秦艽 *G. crassicaulis* 或小秦艽 *G. dahurica* 的干燥根^[1]。秦艽基原植物均为多年生草本,生长于海拔 400~4 950 m 的山区或高原地带^[2]。秦艽组内植物变异幅度较

大,物种的遗传多样性较为丰富^[3],导致 2010 年版《中国药典》品种与秦艽组内其他品种之间的边界不明显,特别是一些近缘物种的鉴定较难把握,例如粗茎秦艽与西藏秦艽之间种的形态鉴定问题^[4]。

[收稿日期] 20141231(003)

[第一作者] 熊波, 硕士, 从事中药资源与品质评价研究, Tel: 15921846091, E-mail: xb08tcm@126.com

[通讯作者] * 胡林, 研究员, 从事药物制剂工艺研究, E-mail: hl08tcm@126.com

近年来,秦艽原植物人工采挖现象较严重,野生资源日益匮乏。研究表明秦艽 2010 年版《中国药典》品种均已处于濒危状态^[5],特别是野生粗茎秦艽,在部分地区已绝迹^[6]。加之一些药材商贩为利益驱使,以诸多混伪品充斥于药材市场。这些均影响了秦艽药材的质量和临床疗效。为保证秦艽药材质量、临床用药的准确可靠,科研人员做了大量相关鉴定研究。本文就近年来秦艽药材的鉴定工作进行全面概述,为医药工作者的药材鉴定提供参考。

1 传统生药学鉴定方法

1.1 基原鉴定 基原鉴定^[7]即中药的原植(动)物鉴定,是应用生物分类学的知识和方法,鉴定每一种中药的生物学来源,并确定其正确的学名。这是中药鉴定工作最基本的方法。秦艽始载于《神农本草经》,被列为中品,主寒热,治疗邪气寒淫风痹肢节疼痛,下水利小便^[8]。《本草纲目》以产地及形态特征对秦艽的药名做了解释:“秦艽出秦中(今陕西、甘肃等地),以根作罗纹交缠者佳,故名秦艽、秦纆^[9]。”说明该药材的道地产区为甘肃、陕西等地。

表 1 秦艽药材的性状鉴别

Table 1 Morphological identification of Gentianae Macrophyllae Radix

学名	性状鉴别
秦艽	呈圆锥形,扭曲不直,表面黄棕色至黄色,残存的茎基上有短纤维状叶基维管束。质坚韧,易折断,断面皮部黄色或黄棕色,木部黄色,气特异,味苦涩 ^[11]
麻花苳	类圆柱形,表面深褐色,具网状、麻花状、瓣状纹理。主根下部多分枝或多数相互分离后连合呈网状、麻花状或瓣状。质松脆,易折断,断面呈腐朽状,气弱,味苦涩 ^[12]
粗茎秦艽	呈圆柱形,表面黄棕色至暗棕色,根头部残留淡棕色叶柄残基或纤维状叶基维管束。质硬,断面内部黄白色或棕色,木质部黄白色,气特异,味苦涩 ^[11]
小秦艽	呈长纺锤形或长圆柱形,表面黄棕色或棕褐色,除去表皮者黄色。主根一个或分成数根,顶端残存茎基及短纤维状叶鞘。质松脆,易折断,表面呈黄白色,气较弱,味苦涩 ^[12]

1.3 显微鉴定 显微鉴定是将药材捣碎或磨成细粉之后,利用显微镜观察粉末药材,根据其细胞组织的形态学特征,各种内含物或其他微细特征加以鉴别中药材的方法。我国的粉末药材鉴定工作最初由徐国钧教授开展,并完成了中药材及中成药丸散锭丹的研究^[13]。实践已经证明显微分析确是鉴定中成药丸散锭丹的快速、简便、

表 2 秦艽药材的显微鉴别

Table 2 Microscopic identification of Gentianae Macrophyllae Radix

学名	显微鉴别
秦艽	粉末黄棕色,栓化细胞多成片,草酸钙针晶散在于薄壁细胞中,晶体微小,呈颗粒状、杆状。主要为螺旋纹及网纹导管 ^[14]
麻花苳	根横切面皮部外侧细胞多颓废或破碎,厚壁网纹细胞较多,内皮层明显,韧皮部宽广,多有裂隙,木质部位于中央,放射状排列 ^[15]
粗茎秦艽	粉末棕黄色,木栓细胞表面观呈类多角形、类长方形,胞腔内含油滴状物。草酸钙针晶细小,导管多具螺旋纹,网纹加厚 ^[16]
小秦艽	厚壁网纹细胞较多,栓化细胞成片,偶见内皮层细胞,草酸钙针晶细小,散在于薄壁细胞中,导管为网纹或螺旋纹加厚 ^[13,17]

1.4 理化鉴定 药用植物的质量差异与其产地有直接关

系,根据其生长环境及环境气候的不同,不同地区药材的化

根据植物的外在形态,把握鉴别要点,可以将该类植物与其他科属植物区分。秦艽属于龙胆科龙胆属秦艽组植物,该组内植物均为多年生草本,全株光滑无毛,花大型或中型,褶整齐或偏斜,植株基部被枯存的大纤维状叶鞘包围^[2]。基原鉴定方法经过了历史的考验,具有生物分类学的系统性及完整性,在实际应用过程中非常的快捷便利。但是其快速简便的鉴定是建立在良好的分类学知识基础上,这对鉴定工作者的要求较高,不利于全面推广。

1.2 性状鉴定 性状鉴定是按药用部位的形态鉴定每种药材,要应用摸、闻、尝、水试及火试等直观方法,对中药的性状,包括形状、大小、色泽、表面、质地、断面、气味等特征进行观察作为鉴别的依据,具有简单、快速、直观的优点,是我国中医药工作者长期积累的丰富经验的总结^[10]。各秦艽样品的性状鉴别要点见表 1。结果显示该方法对药材工作者的经验要求较高,而且个人影响因素较大,例如药材的颜色,其深浅不同,各研究者判定的结果也不同,这将直接干扰对药材质量的准确辨别。

准确的科学方法。中药显微鉴定不但可以鉴别中药的混伪品,同时还可区分正品多基原的不同品种。各秦艽样品的显微鉴别要点见表 2。各个样品的粉末特征不尽相同,综合各结构可有效鉴别秦艽类药材。但显微鉴别对工作者专业知识要求非常高,须经过专门的学习培训才能达到良好的鉴别效果。

学成分差别较大^[18],因此化学成分差异可引入药材的鉴别领域。在化学成分方面,秦艽与其伪品存在较大差异,可用于秦艽类药材的准确鉴别。秦艽中含有裂环烯醚萜类、黄酮类、挥发油、无机元素及多糖等化学成分^[19-20]。不同产地秦艽的化学成分差异较大,以道地产区甘肃、陕西的质量最佳^[21]。其中龙胆苦苷、马钱子酸、獐牙菜苦苷和獐牙菜苷这 4 个环烯醚萜苷为 2010 年版《中国药典》记载的秦艽的主要成分^[1]。傅永丰等^[22]首次从秦艽中分离出 3 种生物碱类成分,分别为秦艽生物碱甲、秦艽生物碱乙和秦艽生物碱丙。后来的研究表明秦艽中本身并不含有生物碱类成分,而主要存在以龙胆苦苷为主的裂环烯醚萜苷类成分。郭亚健等^[23]研究表明生物碱是由于在提取过程中使用了氨水,由裂环烯醚萜苷类转化而来。

通过硅胶柱色谱及薄层色谱法对甘肃产麻花秦艽根醇提物进行研究,可分离得到龙胆苦苷、熊果酸、胡萝卜苷等化合物,其中以龙胆苦苷含量最高^[24]。对粗茎秦艽化学成分研究,可分离出马钱子酸、龙胆苦苷、獐牙菜苦苷和秦艽苷 B、秦艽苷 C、粗茎秦艽苷 A 等化合物,其中后三者为新化合物^[25]。另外,从小秦艽的三氯甲烷提取物中分离到了 6 个化合物,分别为秦艽碱甲素(Ⅰ),秦艽碱乙素(Ⅱ),秦艽碱丙素(Ⅲ),3,4-二氢-8-甲基-1H-吡喃[3,4-c]吡啶-1-醇(Ⅳ),苯甲酰胺(Ⅴ)和谷甾醇(Ⅵ),其中化合物Ⅳ~Ⅵ为首次从该植物中分离得到^[26]。说明不同种类秦艽的化学成分存在一定的差异,化学成分的有无并不能完全评判其质量的优劣。

2 现代鉴定方法研究

2.1 DNA 条形码分子鉴定

随着分子生物学的快速发展,从分子水平来鉴定中药材已成为一种准确可靠的手段,其中 DNA 条形码技术就是目前应用非常普遍的方法。DNA 条形码的概念首次由加拿大科学家 Hebert 提出,作者选用线粒体细胞色素 C 氧化酶 1(CO1)作为标准片段应用于动物的鉴定研究^[27]。该技术通过比较 DNA 分子中 4 种碱基排列变化的 DNA 序列,利用生物体的遗传差异达到对物种的鉴别,利用一段或几段标准 DNA 序列实现了动物、植物和真菌物种的快速鉴定^[28]。

通过对核糖体 DNA(rDNA)内源转录间隔区(internally transcribed spacer,ITS)进行聚合酶链式反应(PCR)扩增、测序,比较甘肃不同地区 4 种野生秦艽 rDNA ITS 碱基序列的差异及其规律,证明 ITS 序列可有效鉴定野生秦艽^[29]。采用 PCR 直接测序法对青海地区秦艽基原植物的核糖体 ITS 区,叶绿体 *psbA-trnH* 基因间隔序列进行测定,通过对其序列比较分析可知,核 rDNA(nrDNA)ITS 序列较适合作秦艽基原植物的 DNA 分子鉴定,而秦艽的 *psbA-trnH* 片段在种内有较高的遗传多样性,适合进行种内的遗传多样性分析^[30]。同时研究也发现,无论是从生药学研究还是遗传本质方面,黄管秦艽 *G. officinalis* 有可能作为秦艽的基原植物入药,且其栽培品种遗传多样性较高^[31]。

上述研究均选用秦艽基原植物的新鲜叶片进行鉴定,而

采用 DNA 条形码鉴定中药材的稳定性和准确性等研究报道的较少。选取多基原中药材秦艽作为研究对象,广泛收集其主产区不同基原和常见混伪品及其近缘种,采用改良的传统 DNA 试剂盒提取方法可成功提取各秦艽药材的 DNA 并且得到其 ITS2 序列,分析表明该序列可 100% 成功鉴定秦艽药材及其混伪品^[32]。

2.2 色谱技术

指纹图谱信息量大,特征性强,能有效地表征中药产品的质量。中药指纹图谱是指中药材经过适当的处理后,采用某种分析手段,得到能够代表该药材特征的色谱图或者光谱图,具有整体性和模糊性的特点^[33]。目前色谱指纹图谱中最常用的为薄层色谱、高效液相色谱等。中药材秦艽的指标性成分为龙胆苦苷,应用薄层色谱法(TLC)可鉴定秦艽中所含的龙胆苦苷。通过甲醇提取物,利用不同极性的展开剂在硅胶薄层板上展开,紫外灯下观察,硫酸显色,结果表明不同秦艽中龙胆苦苷含量有差别,通过该成分可有效鉴别秦艽并比较秦艽的质量^[34]。研究发现青海秦艽样品有 13 个主要共有峰,并且对 12 批秦艽药材进行相似度计算和聚类分析,结果表明该共有峰可作为鉴别秦艽药材的主要依据,其利用高效液相色谱法(HPLC)建立的秦艽的色谱指纹图谱可用于秦艽药材的真伪鉴别和质量评价^[35]。

环烯醚萜类成分是秦艽的主要活性成分,通过 HPLC 技术对其含量进行测定,可建立秦艽中 5 种环烯醚萜的含量测定方法^[36]。秦艽化学成分复杂,可视为灰色系统,通过建立灰色关联度模型,将指纹图谱结合多指标成分的灰色关联度分析,能够全面评价秦艽药材质量^[37]。

2.3 近红外光谱技术

近红外光谱(near-infrared spectroscopy)分析技术是利用化学计量学等手段对近红外光谱包含的物质信息进行数学分析,对有机物质进行定性和定量的一种分析技术。该方法快速、高效、环保,在药物分析方面发挥了重要作用,但难以满足低含量成分分析的要求,一般认为检测限 0.1%^[38]。秦艽及其产品常以龙胆苦苷作为定量指标,用于评价药材、成药的质量,制定稳定性的优劣和药品质量等。但中药材因种类、产地、采收时间、干燥方式及生长年龄等不同,其有效成分的含量存在显著差异,进而造成产品的质量难以控制。以陕西产地秦艽原药材为研究对象,利用近红外漫反射光纤技术,运用偏小二乘算法建立数学模型,并对预测集样本进行预测,为秦艽有效成分的测定提供了一种可行的途径,利用体积小和便于携带的光纤近红外光谱仪可实现对中药材生长过程的实时监测,为实施中药的生产规范提供思路^[39]。

2.4 X 衍射图谱

X 衍射分析是研究物相组成及晶体结构的方法。不同植物类药材的代谢产物、分泌物、后含物各不相同,这就决定了各种生药的衍射图谱特征。通过对 300 多个中药样品进行 X 衍射分析,发现其具有快速、简便、指纹性强、测试用样少、样品不损耗、测试结果和样品可长期保存等优点^[40]。应用粉末 X 射线技术测定 8 个秦艽样品的 X 衍射图谱,得到秦艽类药材鉴别的特征标记峰与衍射模糊图形,并且有较好的重复性^[41],可有效鉴别各种秦艽类药材。

2.5 紫外-可见分光光度法 由于色谱仪器造价高,对操作人员要求高等缺点,有学者采用紫外-可见分光光度法(UV)对药材进行鉴别。UV 是根据不同物质特有的、固定的吸收光谱,研究物质的成分、结构和物质间相互作用的方法^[42]。该方法简单、重复性好、灵敏度高,常被用于中药材及其制剂的质量控制^[43-44]。采用 UV 在 221 ~ 340 nm 测定秦艽样品的吸光度,将每一个波长作为 1 个变量,将数据转换,用信息理论作变量压缩,最后抽取 11 个最能反映药材特性的特征变量作为药材的特性,根据这些特征变量可确定药材的信息吸光度指纹图谱,由此可判断中药材秦艽的质量^[45]。

3 讨论

各类鉴定方法各有优缺点,不能以某一种鉴定方法代替其他方法,而需要根据药材的特点做相应选择。在形态上差异较大的药材,只需通过传统的外部形态鉴定即可;对于化学成分尚不清楚的药材,显微鉴定技术能够发挥重要的作用^[46];而对于具有特殊化学成分的药材,选择理化或色谱法鉴定不失为快速简便的方法;近红外光谱分析技术具有不破坏样品、不用溶剂、无环境污染等优点。

现代兴起的分子鉴定手段不失为有效的鉴定方法,但也需有选择地应用。秦艽组中共有 16 种秦艽类植物,对于亲缘关系非常近而 2010 年版《中国药典》未收录的品种,其根茎部分和 2010 年版《中国药典》秦艽药材外形非常相似,借助 DNA 条形码技术加以鉴定是比较恰当的。特别是秦艽的混伪品,如牛扁、高乌头等混作秦艽入药的植物,其本身就具有毒性,且传统的性状鉴别难以识别,而 DNA 条形码在科属分类鉴别上鉴别效率非常高,有必要采用快速的方法加以准确辨别。但对于中药材饮片,由于经过了加工炮制等处理过程,不同于生药材,使得其药材组织遭受到了一定程度的损坏,这就直接增加了 DNA 组织提取的难度,尽管有学者成功提取出中药材饮片(粗加工中药材饮片为主)中 DNA,达到了鉴定目的,但通过 DNA 条形码来鉴定中药饮片恐非首选。

传统中药材要实现可持续发展不能仅依靠野生资源,而应当做好地道药材的规范化种植。把控中药材质量应从源头着手,规范化管理中药产业链中的各个环节,最终达到商品药材信息的透明化,而不能依赖各种鉴定方法对于中药材市场的管理。国内药材市场多以师带徒形式传承传统形态鉴定法,因其快速简便而成为实际工作中首选方法。类似于秦艽这样的多基原中药材较多,药材来源多为属内的近缘物种,加上中药材多以植株地下部分入药,这就给传统日常鉴定工作增加了难度。客观评价中药材质量,建立其质量标准还需将传统与现代鉴定方法结合。

[参考文献]

[1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京:中国医药科技出版社,2010:253-254.
[2] 中国科学院《中国植物志》编辑委员会. 中国植物志. 第 62 卷[M]. 北京:科学出版社,1999:14-75.
[3] 倪梁红,赵志礼,孟千万,等. 西藏麻花苳种质资源的

遗传多样性分析[J]. 中草药,2013,44(22):3212-3215.
[4] 张小兰,葛学军,刘建全,等. 粗茎秦艽与西藏秦艽(龙胆科)种间的形态学、染色体与分子界定[J]. 植物分类学报,2006,44(6):627-640.
[5] 周秀佳,徐宏发,顺庆生. 中药资源学[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,2007:368.
[6] 张美,方清茂,周先建. 资源与环境[J]. 资源开发与市场,2014,30(4):448-450.
[7] 张汉明,许铁峰,秦路平,等. 中药鉴别研究的发展和现代鉴别技术介绍[J]. 中成药,2000,22(1):101-110.
[8] 黄夷. 神农本草经[M]. 北京:中医古籍出版社,1982:177.
[9] 李时珍. 本草纲目(校点本). 上册[M]. 北京:人民卫生出版社,1982:783-785.
[10] 胡妮娜,田淑琴,于景伟. 传统中药鉴定方法的研究发展概况[J]. 中医药信息,2008,25(3):15-18.
[11] 张雪荣. 秦艽及其伪品的比较鉴别[J]. 中草药,2000,31(8):632-633.
[12] 戴善光. 秦艽与常见伪品的鉴别[J]. 广西中医学院学报,2005,8(3):97-98.
[13] 徐国钧. 中药材粉末显微鉴定[M]. 北京:人民卫生出版社,1986:130-135.
[14] 熊英,马逾英. 一种伪品秦艽的鉴别[J]. 成都中医药大学学报,2002,25(3):49-50.
[15] 吴志成,杨锡仓. 麻花秦艽与其伪充品——甘肃丹参的鉴别[J]. 甘肃中医学院学报,2006,23(5):50-52.
[16] 韦欣. 粗茎秦艽及其生物碱类成分研究[D]. 成都:四川大学,2005.
[17] 郭伟娜. 小秦艽和秦艽根的结构与有效成分含量及 HPLC 指纹图谱研究[D]. 西安:西北大学,2009.
[18] 徐蕾,梁宗锁,王琬,等. 不同产地秦艽药材的质量差异性研究[J]. 北方园艺,2014,19(15):173-176.
[19] 王琳,聂艳琼,孙娜,等. 秦艽的化学成分、分子生物学和药理学研究进展[J]. 安徽农业科技,2012,40(18):9629-9630.
[20] 陈千良,石张燕,涂光忠,等. 陕西产秦艽的化学成分研究[J]. 中国中药杂志,2005,30(19):1519-1522.
[21] 权宜淑. 中药秦艽的本草学研究[J]. 西北药学杂志,1997,12(3):113-114.
[22] 傅永丰,孙南君. 秦艽化学成分的研究[J]. 药学学报,1958,6(4):198-203.
[23] 郭亚健,陆蕴如. 龙胆苦甙转化为秦艽丙素等生物碱的研究[J]. 药物分析杂志,1983,3(5):268-271.
[24] 武云霞,陈光,喻长远. 麻花秦艽化学成分的研究[J]. 北京化工大学学报,2008,35(2):64-67.
[25] 吕涛. 粗茎秦艽的化学成分及抗炎活性研究[D]. 昆

- 明:云南中医学院,2012.
- [26] 杨婕,马骥,周东星,等. 达乌里秦艽化学成分的研究[J]. 中草药,2006,37(2):187-189.
- [27] Hebert P D N, Ratnasingham S, deWaard J R. Barcoding animal life: cytochrome *c* oxidase subunit I divergences among closely related species[J]. Proc Biol Sci, 2003, 270(1):S96-S99.
- [28] 陈世林,姚辉,宋经元,等. 基于 DNA barcoding(条形码)技术的中药材鉴定[J]. 世界科学技术——中医药现代化,2009,11(1):7-12.
- [29] 刘丽莎,王香梅,王昕,等. 甘肃野生秦艽 rDNA ITS 区序列分析[J]. 中国中药杂志,2010,35(5):565-568.
- [30] 张得钧,高庆波,李福安,等. 中药秦艽基原植物的 DNA 分子鉴定[J]. 安徽农业科技,2011,39(24):14609-14612.
- [31] 张得钧,高庆波,李福安,等. 青海栽培黄管秦艽的叶绿体 DNA *psbA-trnH* 核苷酸变异和遗传分析[J]. 安徽农业科技,2011,39(25):15215-15217.
- [32] 罗焜,马培,姚辉,等. 多基原药材秦艽 ITS2 条形码鉴定研究[J]. 药学报,2012,47(12):1710-1717.
- [33] 杨颂,刘文,王群,等. 中药指纹图谱的研究进展[J]. 贵阳中医学院学报,2012,34(4):21-24.
- [34] 曹雯. 秦艽的薄层色谱分析[J]. 时珍国医国药,2003,14(12):746-747.
- [35] 吴启勋,安燕,张明锦,等. 青海秦艽高效液相色谱指纹图谱的研究[J]. 西北植物学报,2006,26(1):174-178.
- [36] 吴靳荣,吴立宏,赵志礼,等. 中药秦艽和习用品中 5 种环烯醚萜类成分的 HPLC 含量测定[J]. 中国中药杂志,2014,39(4):715-720.
- [37] 宋九华,杨文钰,陈兴福,等. HPLC 指纹图谱结合灰色关联度分析综合评价云南丽江秦艽资源[J]. 化学研究与应用,2014,26(8):1249-1254.
- [38] 徐广通,袁洪福,陆婉珍. 现代近红外光谱技术及应用进展[J]. 光谱学与光谱分析,2000,20(2):134-142.
- [39] 王娜. 近红外光谱分析技术在几个药品及食品质量分析中的应用[D]. 西安:西北大学,2007.
- [40] 唐长馥,张汉明,乔传卓. 用 X 射线衍射研究中药初探[J]. 中国医药学报,1988,3(5):27-29.
- [41] 贾敏鸽,孙文基,郭振琪. 中药材秦艽的 X 衍射图谱分析[J]. 中药材,2003,26(3):168-170.
- [42] 吴文铭. 紫外-可见分光光度计及其应用[J]. 生命科学仪器,2009,7(4):61-63.
- [43] 罗忠圣,黄秀萍,周镁,等. 贵阳市商品太子参多糖的提取及含量测定[J]. 安徽农业科学,2013,41(14):6251-6253.
- [44] 杨连菊,冯学锋,徐子芳,等. 紫外-可见分光光度法测定马应龙痔疮膏中氧化锌的含量[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(21):60-62.
- [45] 张世芝,张明锦,吴启勋. 基于信息理论的分光光度法用于药材秦艽的指纹识别[J]. 计算机与应用化学,2008,25(2):151-154.
- [46] 王峥涛. 中药质量标准研究进展与展望[J]. 中国天然药物,2006,4(6):403-410.

[责任编辑 刘德文]