

· 研究进展 ·

中药材掺伪染色鉴别技术研究进展

余坤子, 陆以云, 张南平, 麻思宇, 程显隆, 马双成*, 魏锋* (中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

摘要 目的: 对近年来中药材掺伪染色的形式及鉴别技术进行总结, 为中药材掺伪、染色的鉴别提供参考。方法: 通过收集近年来发表的中药材掺伪染色相关的文献报道, 归纳相应的鉴别技术, 总结鉴别技术的研究进展。结果: 中药材的掺伪染色多样, 形式不同, 适用的鉴别方法亦不同。结论: 性状、显微鉴定、理化鉴定或分子生物学方法均有其特长, 在实际工作中应根据品种情况有针对性地选择合适的方法, 或者使用多种方法相结合以达到鉴别中药材的目的。

关键词: 中药材; 染色; 检测技术; 显微鉴定; 理化鉴定; 分子生物学方法

中图分类号: R282 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2017)11-1311-06
doi:10.16153/j.1002-7777.2017.11.016

Research Progress of Techniques to Identify Adulteration and Dyeing of Chinese Herbal Medicines

Yu Kunzi, Lu Yiyun, Zhang Nanping, Ma Siyu, Cheng Xianlong, Ma Shuangcheng*, Wei Feng* (National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

Abstract Objective: To summarize the adulteration and dyeing condition and identification techniques of Chinese herbal medicines in recent years, with the hope to provide references for identifying the adulteration and dyeing of Chinese herbal medicines. **Methods:** Based on the review of relevant literatures on adulteration and dyeing in Chinese herbal medicines, the research progress of techniques to identify adulteration and dyeing of Chinese herbal medicines was concluded and summarized. **Results:** The suitable identification method varied according to the different adulteration and dyeing conditions. **Conclusion:** Different identification techniques, such as macroscopic and microscopic identification, physical and chemical identification, molecular biological methods, have different advantages. Suitable identification techniques should be chosen properly according to varieties in the work and many techniques should be combined to identify Chinese herbal medicines quickly and accurately.

Keywords: Chinese herbal medicines; dyeing; identification technique; microscopic identification; physical and chemical identification; molecular biology method

中药材是中药饮片、中药提取物和中成药的原料。中药材的准确使用是中医药事业运行和发展的基本保证。国家药品标准要求中药材的基

原必须准确无误, 然而由于历史、地域、产业发展, 及中药材生产、经营、使用规范性不够等原因, 中药材长期以来存在着以伪充真、掺伪等现

基金项目: 国家十二五“重大新药创制”专项(编号 2014ZX09304307-002)

作者简介: 余坤子, 助理研究员; 研究方向: 中药鉴定及质量标准研究; Tel: (010) 67095451; E-mail: yukunzi@nifdc.org.cn

通信作者: 马双成, 博士, 研究员; 研究方向: 中药质量控制和评价研究; Tel: (010) 67095272; E-mail: masc@nifdc.org.cn

魏锋, 博士, 研究员; 研究方向: 中药质量控制和评价研究; Tel: (010) 67095432; E-mail: weifeng@nifdc.org.cn

象,近些年更出现了中药材染色、增重等问题,严重影响了公众的用药安全。本研究对中药材掺伪染色的形式分别进行分析和总结,并对鉴别中药材掺伪染色的技术和方法进行综述,方便检验和判别,以利于加强对中药材掺伪染色行为的监管。

1 中药材掺伪

中药掺伪掺假的现象一直存在,但其表现形式却在不断改变。通过文献检索及实际调查发现,近些年来,大宗的中药材伪品逐渐减少,但掺伪品逐渐增多,掺伪方法也不断变化,加之掺伪部分极似正品,给鉴别增加了难度。根据掺伪品和正品亲缘关系的远近,可将掺伪分为形似掺伪和同源掺伪。

1.1 掺伪形式

1.1.1 形似掺伪

将外形、色泽相似的药材冒充正品药材,而掺伪品和正品之间的亲缘关系相差甚远。如近些年发现以藜科植物菠菜的干燥果实冒充蒺藜^[1];使用外形、味道相似的蔷薇科植物山荆子*Malus baccata* (L.) Barkh的成熟果肉伪充山茱萸^[2];用茉莉花冒充罗汉果花使用^[3];以垂序商陆*Phytolacca americana* L.种子掺入蓼科植物水红花子的情况,仿品与正品外形均极为相似^[4]。

1.1.2 同源掺伪

将来源于同科属近似种的药材混入正品药材中。同源掺伪产生的原因有二:一是由于近似种外形相近,采集者辨别能力不够而产生的误采误收;二是由于正品资源紧缺,不法分子为了谋取经济利益,使用近缘的物种替代正品。近些年来,易被掺伪对象及常见的掺伪品种均没有太大变化。如砂仁的商品来源复杂,近几年常见的伪品主要是同属植物红壳砂仁*Amomum aurantiacum* H. T. Tsai et S. W. Zhao、海南假砂仁*A. chinense* Chun ex T. L. Wu的果实^[5];根据张翠英等人^[6]研究发现,市场上近一半酸枣仁掺有或者完全是同属植物滇枣仁*Ziziphus mauritiana*的种子;白花蛇舌草常混有同属植物伞房花耳草*Hedyotis corymbosa* (L.) Lam. (俗称水线草)及纤花耳草*H. tenelliflora* (BL.) Kuntze.^[7];市场上常见百合科贝母属植物一轮贝母*Fritillaria maximowiczii* Freyn和东小贝母*F. thunbergii* var. *chekiangensis* Hsiao et K. C. Hsiao的干燥鳞茎伪充川贝母^[8],近来发现伊贝母伪充川贝母;柴胡的同属植物大叶柴胡*Bupleurum logiradiatum* Turcz.曾

经冒充柴胡使用,造成了不同程度的中毒反应^[9]。笔者在工作中收集鸭跖草药材时,发现大部分都混入了同属植物饭包草*Commelinabengalensis* L.的全草,甚至有些全部为饭包草;河南等地实地调查发现,二者的生境、分布和植物形态都很接近,并且鸭跖草生长较为分散,而饭包草紧密成片生长,利于采收。

1.2 鉴别技术

不同类型的掺伪均会对中药材质量的稳定性、一致性产生影响,从而影响治疗效果甚至产生副作用。所以对于不同类型的掺伪,传统鉴别方法和新兴技术都在发挥着各自的作用。

1.2.1 传统的生药学方法

传统的生药学方法具有方便快捷的特点,对于形似掺伪是非常有效的手段,并且在很多情况下也能够快速鉴别出同缘掺伪。如皂角刺的掺伪品有来源于同科同属植物野皂荚、日本皂荚的棘刺,也有来源于鼠李科植物马甲子、蔷薇科植物插田泡的带刺枝条。李永杰等^[10]利用性状、显微及TLC方法对正品及不同来源的掺伪品进行研究,发现通过性状、显微方法能够很好地区分正伪品,而TLC方法对于同科同属的掺伪品区分度不大;刘宏明等^[11]通过性状、显微及TLC方法对延胡索及薯蓣零余子和黄独零余子进行鉴别,发现正伪品在性状、显微及化学方面均有明显区别;针对乌梅常见的掺伪品杏*P. armeniaca* L.、山杏*P. armeniaca* L. var. *ausu* Maxim.、李*P. salicina* Lindl.、桃*P. persica* (L.) Batsch的干燥近成熟果实,李德秀等^[12]通过果核的纹理及果肉的质地就能将其区分开;对于山药的伪品参薯*Dioscorea alata* L.及山薯*D. fordii* Prain et Burkill的干燥根茎,吴皎玉^[13]通过观察外皮显微特征来区分。虽然传统的生药学方法是最基础的手段,具有不可替代的地位,但是对于很多近缘种来说,其性状及显微特征没有明显的鉴别特征可供区分;并且鉴别特征常常难以量化,容易带有一定的主观性,对于初学者来说很难抓住鉴别点,影响了这种方法的实用性。

1.2.2 新兴的生药学方法

近年来,生药学鉴别的技术也在不断更新,扫描电镜、荧光显微镜、微性状、显微组织化学法、电子鼻等技术被不断引入到生药学鉴别领域。如康廷国等^[14]利用扫描电镜对4种洋金花的花粉粒

进行仔细观察,发现正伪品在网状纹理、网状雕纹上有显著区别;Zhi-Tao Liang等^[15]使用荧光显微镜观察白花蛇舌草及其伪品伞房花耳草和纤花耳草的茎,通过观察内皮层细胞被激发的荧光来区别白花蛇舌草及伪品;王雪利等^[16]使用微性状的方法对细小的药材紫苏子及伪品白苏子、茵茵苏表面的性状特征等进行观察并找到区分点;桑科植物五指毛桃常见的混伪品有同属的黄毛榕和薄毛粗叶榕,Dawn Tung Au等^[17]通过显微化学反应,将组织中的乳汁管染色,通过韧皮部中乳汁管的数量分析来区分正品和伪品。不仅如此,传统中药鉴定的鼻闻、口尝等方法也被更客观的方法取代。如近些年来,电子鼻和电子舌相继问世,对中药质量控制起到很大的作用。人参、西洋参来源于同属植物,田程等^[18]利用电子鼻技术对人参与西洋参饮片的气味进行分析,采用PCA模式识别方法,达到准确、快速鉴别人参、西洋参饮片的目的。新兴的生药化学技术通过量化、可视化鉴别特征来鉴别各种类型的掺伪,使得鉴别特征更加客观,弥补了传统生药化学鉴别方法的不足。

1.2.3 理化鉴定

理化鉴定是利用物理或化学的分析方法,对生药中所含有效成分或主要成分进行定性和定量分析,以鉴定中药材真伪的方法。近些年,色谱分离技术不断发展,能够准确反映中药材化学成分的特征,从而成为中药材鉴定的有效方法。如丁平等^[19]通过气相色谱法测定阳春砂及其近缘种药材中醋酸龙脑酯、樟脑、龙脑3种成分含量,发现其近缘常见混伪品华山姜、牛牯砂仁、草果、印度砂仁、福建土砂仁、益智、小豆蔻等药材的醋酸龙脑酯含量明显低于阳春砂,能够与阳春砂区别;咎珂等^[20]通过高效液相色谱法测量绿原酸和木犀草苷的含量,用来区分独一味及其伪品唇形科糙苏属植物的根。光谱技术以分析中药材混合组分的整体特征见长,对于中药材的鉴定也有独特的优势。如杨复森等^[21]应用便携式AOTF近红外光谱仪采集贝母类药材的光谱,通过主成分分析法(PCA)分别对贝母类药材中的川贝母及商品松贝与伪品进行快速鉴别;王宜祥等^[22]采用傅里叶变换红外光谱法,能够快速准确地对贵重中药材冬虫夏草和伪品古尼虫草进行区分;陈佳等^[23]采用差式扫描热量法,通过测定珍珠粉与贝壳粉的理化性质与温度关系,能够准确地鉴

别出珍珠粉中掺伪贝壳粉的情况。理化鉴定技术发展迅速,新的分析手段和方法不断出现,近些年,色谱和光谱联用技术凭借其高效的分离性能和灵敏度被越来越多地运用到中药材及其伪品的鉴别中来。胶类药材是我国特有的一类中药,在高价胶中加入低价胶已成为某些胶类药材生产公开的秘密,但通过传统的生药化学方法鉴别胶类药材是非常困难的。Cheng X. L.等^[24-25]利用DCSI-MS/MS以及UPLC/Q-TOF-MS技术结合主成分分析,找到5种胶类药材的特征性肽段,从而对驴皮胶、牛皮胶、猪皮胶、龟甲胶、鹿角胶等进行鉴别;胡岩等^[26]通过LC-MS法研究八角科植物果皮的化学成分及部分倍半萜内酯类成分在八角科植物中的分布情况,发现八角茴香药材和其他八角科植物果实的LC-MS图谱有较大的差别,可以用于真伪品的鉴别;L. F. Hu等^[27]采用GC-MS结合指纹图谱以及化学计量学方法分别鉴定了广藿香的10种成分,利用色谱相似度及主成分分析可准确地鉴定广藿香及易混品藿香,并能区分广藿香的3个主产地。基于化学成分的理化鉴定方法具有高效、精细和准确等优势,可以表征中药材化学成分的数量特征,但中药材的化学成分常常具有种内的多变性,可能会受到产地、生长年限、取样部位等因素的影响。并且实验结果在一定程度上受到实验仪器的影响,使得鉴别方法的通用性降低。

1.2.4 分子生物学技术

近年来,分子生物学技术也被不断引入到掺伪鉴别的研究中来,由于其具有不受环境修饰影响及经验的限制,在中药材品种鉴定上具有一定的优越性,弥补了性状、显微、理化鉴别等技术的不足。川贝母、乌梢蛇、蕲蛇的分子鉴别标准已被收入《中国药典》2015年版一部^[28];中药材DNA条形码分子鉴定指导原则已被收入《中国药典》2015年版四部^[29]。不仅如此,分子生物学技术在中药材的鉴定研究中依然起到积极的作用。如沈洁等^[30]通过PCR产物直接测序和克隆测序法研究不同居群的花椒及其混淆品的rDNA ITS区碱基序列的特征及其差异,发现花椒ITS区的序列特征可准确鉴别各居群的花椒及其混淆品;夏至等^[31]利用DNA条形码技术,对黄芩及其同属近缘种的DNA的ITS及psbA-trnH序列进行扩增和测序,构建NJ系统聚类树,可以有效准确地鉴别黄芩及其近缘种;Yao Hui等^[32]

通过对石斛属17个近似种的 $psbA-trnH$ 序列进行扩增和测序,为石斛属植物的鉴定及混伪品的区分提供依据;程小丽等^[33]通过利用NCBI核酸数据库中ITS序列鉴定紫荆皮商品药材,发现市场上流通的紫荆皮主流商品来源于木兰科五味子属植物华中五味子,而不是多个地方标准规定使用的木兰科南五味子属植物长梗南五味子;王润玲等^[34]使用分子标记技术(简称RAPD),对所选引物进行PCR扩增,获得特异性谱带,可以对玉竹及其伪品进行鉴定。但中药的分子鉴别是以小样本鉴别大样本,并且中药学领域的物种概念是基于分类学种(凭外形特征进行物种辨认)的,可能存在形态表现型和基因型上不同质的情况,这是分子鉴别的固有缺陷^[35]。

2 染色掺假

2.1 染色情况

目前存在对于部分中药材及饮片非法添加染料的情况,主要集中在蒲黄、延胡索、黄柏、石斛、黄芩、黄连、五味子、红花、乌梅、血竭、朱砂、青黛、冬虫夏草、西红花、姜黄等品种。染色类药材往往存在两方面的问题:一是药材或饮片的问题。一般情况下,只有劣药、伪药才会通过染色来冒充正品获取经济利益,不管是模型压制的冬虫夏草还是劣质的黄连、红花,其药材所具备的治疗作用很差甚至没有任何作用。二是染色剂多为工业染料,往往对人体有害,如苏丹红可能会诱发癌症或引起过敏,金胺O为接触性致癌物,使本来治病的良药变成了致病的毒药。染色掺假的表现形式有3类:1)为造假染色,如使用面粉、玉米粉、石膏经压膜染色制成冬虫夏草^[36];又如将化学纸浆做成丝状,经染色成为西红花的伪品^[37]。2)为劣质药材染色,如一些中药材生产商将质量差的蒲黄和黄连经黄色和橙色类着色剂染色美化后,冒充优质饮片,或将其掺入质量好的饮片中,以高价出售;或是用生何首乌片或其他植物的切片加铁黑染色后冒充制何首乌;或是将尚未成熟、提前采收的五味子,用赤藓红、酸性红73染成成熟果实颜色。3)为药材被提取成分后色泽变浅,经重新染色后可使色泽恢复。

2.2 鉴别技术

近年来,中药材添加的染色物种类增加。2003年原国家食品药品监督管理局下发了《关于报

请批准用补充检验方法和项目进行药品检验有关问题的通知》,至此,针对中药材染色添加的补充检验方法不断地被通过。从近些年获得国家食品药品监督管理局批准的补充检验方法可以看到,2007年红花药材中的染色物为金橙Ⅱ 1种,到2013年染色物包括酸性红73、金橙Ⅱ、柠檬黄、胭脂红4种;2008年血竭中的染色物为苏丹红Ⅳ、808猩红和松香,到2013年染色物增至4种:苏丹红Ⅰ、苏丹红Ⅳ、808猩红和松香^[38]。与此同时,不断发展的理化鉴别技术对中药材染色的鉴定也起到积极的作用。李运等^[39]采用TLC、HPLC-DAD与HPLC-MS/MS相结合的方法,能够快速、准确、灵敏地检测出关黄柏中的金胺O;张国庆等^[40]采用纸基-表面增强拉曼光谱法(SERS)能够快速鉴别低浓度酸性红、赤藓红染色的南五味子药材;胡青等^[41]通过超高效液相色谱-三重串联四级杆质谱法建立乌梅中蓝色、绿色、黑色等多种色素的检测方法,并将此方法应用于实际样品分析,检出部分乌梅存在非法染色情况;郑娟等^[42]利用HPLC-PDA法检测蒲黄和黄连中的金橙G、日落黄、金橙Ⅰ、亮黄、甲基橙等10种常见的非法添加色素;饶伟文等^[43]结合TLC、HPLC-DAD和HPLC-MS法,从染色蒲黄、黄芩中检出金胺O,染色红花中检出金橙Ⅱ,染色制何首乌和丹参中分别检出铁黑和铁红。除了色谱法,近红外光谱技术也在中药材非法染色鉴别上发挥着积极的作用。如钟建理、饶伟文等^[44-46]利用近红外光谱建立对染色的蒲黄、黄芩、朱砂粉、沉香、青黛、大黄、防己的鉴别方法,快检准确率达到75%~100%。基于化学成分研究的色谱法及光谱法是检测中药材和中药饮片中染色掺伪的最常用技术,特别是高效液相色谱法灵敏度高,分离效果好,在认定中药材非法添加中运用最为广泛。除此之外,传统的理化鉴别和TLC鉴别在染色筛查的定性方面,以及液质联用技术对于染色物的最终确认方面均起到不可忽视的作用。

3 总结

针对中药材不同类型的掺伪染色问题,各类检验检测技术方法在不断地更新、完善。对于形似掺伪,由于掺伪品与正品的亲缘关系较远,性状及显微特征区别明显,往往能通过传统的生药学方法区分开来;对于同源掺伪,由于掺伪品与正品形态相近,化学成分相似,鉴别难度增大,常用生药学

方法、理化或分子生物学方法进行鉴定, 这些方法均有其特长, 亦有不足之处, 在实际工作中, 可以根据品种情况来选择有针对性的方法, 或者使用多种方法相结合以达到鉴别伪品的目的; 对于中药材染色问题, 最常用的鉴别方法是高效液相色谱法, 传统的理化方法及液质联用技术对于中药材染色定性初筛及最终确认也起到不可忽视的作用, 应该建立多种色素检测的LC-MS快速筛查系统, 以提高检测的效率。由此可见, 各类鉴别技术均对中药材品质把关、质量控制起到各自的作用, 对于中药工作者来说, 应针对不同的情况选择合适的鉴别技术, 才能够有针对性地鉴别中药材的真伪和质量情况, 从而保障人民群众用药安全和有效。

参考文献:

- [1] 张继, 周溢, 李冰岚, 等. 蒺藜与菠菜子的形态组织学比较研究[J]. 药物分析杂志, 2007, 27(1): 48-51.
- [2] 叶玉华, 张继. 山茱萸与山荆子的比较研究[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(6): 910-912.
- [3] 张继, 叶玉华. 罗汉果花和茉莉花的性状与显微鉴别[J]. 中国药事, 2007, 21(8): 604-605.
- [4] 张继, 任婧昱, 何轶. 水红花子与商陆种子的比较研究[J]. 药物分析杂志, 2007, 27(5): 661-664.
- [5] 程存归, 阮永明, 李冰岚. 傅里叶变换红外光谱法应用于中药砂仁真伪鉴别的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2004, 24(11): 1355-1357.
- [6] 张翠英, 王阶, 郭丽丽, 等. 酸枣仁及伪品滇枣仁的质量分析[J]. 中药材, 2012, 35(11): 1758-1762.
- [7] 王臣芳. 白花蛇舌草及其常见伪品的鉴别[J]. 药物分析杂志, 2007, 27(11): 1785-1789.
- [8] 刘红延. 川贝母及常见伪品性状鉴别[J]. 时珍国医国药, 2004, 15(9): 639-642.
- [9] 赵吉福, 郭允珍, 孟宪纾. 大叶柴胡的毒性成分[J]. 药学学报, 1987, 22(7): 507-511.
- [10] 李永杰, 冷爱晶, 陈代贤, 等. 商品皂角刺真伪鉴别[J]. 中药材, 2012, 35(9): 1418-1420.
- [11] 刘宏明, 张继. 延胡索与其伪品薯蓣零余子和黄独零余子的鉴别[J]. 药物分析杂志, 2009, 29(5): 841-844.
- [12] 李德秀, 罗岚. 乌梅与其混伪品的鉴别[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(2): 103-106.
- [13] 吴皎玉. 山药及其常见伪品的显微鉴别[J]. 时珍国医国药, 2003, 14(2): 90-92.
- [14] 康廷国, 纪俊元, 王金萍, 等. 四种洋金花的显微鉴定[J]. 中药通报, 1987, 12(12): 14-17.
- [15] Zhi-Tao Liang, Zhi-Hong Jiang, Kelvin-Sze-Yin leung, et al. Distinguishing the Medicinal Herb *Oldenlandia diffusa* from Similar Species of the Same Genus Using Fluorescence Microscopy[J]. *Microscopy Research and Technique*, 2006, 69(4): 277-282.
- [16] 王雪利, 周建理, 杨青山. 紫苏子及其混伪品的微性状对比鉴别[J]. 上海中医药大学学报, 2013, 27(1): 78-80.
- [17] DAWN TUNG AU, HUBIAO CHEN, ZHIHONG JIANG, et al. A Novel Method to Identify the Chinese Herbal Medicine *Wuzhimaotao* by Quantification of Lacticifers[J]. *Microscopy Research and Technique*, 2009, 72: 293-298.
- [18] 田程, 刘春生, 吴浩忠, 等. 中药人参与西洋参饮片的电子鼻检测方法及其识别模式[J]. 中国中药杂志, 2012, (8): 1165-1168.
- [19] 丁平, 黄海波, 仰铁锤, 等. 气相色谱法测定阳春砂及其近缘种3种成分的含量[J]. 药物分析杂志, 2010, (2): 230-232.
- [20] 管珂, 焦兴苹, 过立农, 等. 藏药独一味及其伪品HPLC特征图谱和4种成分含量测定[J]. 中国中药杂志, 2016, 41(12): 2284-2290.
- [21] 杨复森, 武卫红, 王宁, 等. 基于AOTF-近红外光谱技术的川贝母药材即时快速鉴别研究[J]. 中成药, 2013, 15(1): 135-140.
- [22] 王宜祥, 楼金淦, 程存归. FTIR直接鉴定冬虫夏草及其伪品古尼虫草[J]. 中草药, 2003, 34(8): 附4-5.
- [23] 陈佳, 李明华, 余坤子, 等. 差示扫描量热法用于真伪鉴别的研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(8): 1459-1462.
- [24] Xian-Long Cheng, Feng Wei, Xin-Yue Xiao, et al. Identification of Five Gelatins by Ultra Performance Liquid Chromatography/Time-of-flight Mass Spectrometry(UPLC/Q-TOF-MS) Using Principal Component Analysis[J]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2012, 62(1): 191-195.
- [25] Xian-Long Cheng, Feng Wei, Jia Chen, et al. Using the Doubly Charged Selected Ion Coupled with MS/MS Fragments Monitoring(DCSI-MS/MS) Mode for the

- Identification of Gelatin Species[J]. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2014, Article ID 764397, doi: 10.1155/2014/764397.
- [26] 胡岩, 段天璇, 曹枫, 等. 八角科植物果皮化学成分的LC-MS图谱特征及其在分类和药材鉴别上的意义[J]. *中国中药杂志*, 2010, (14): 1836-1839.
- [27] L. F. Hu, S. P. Li, H. Cao, et al. GC-MS Fingerprint of *Pogostemon cabin* in China[J]. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 2006, 42 (2): 200-206.
- [28] 中国药典: 一部 [S]. 2015: 36-38, 78-79, 372.
- [29] 中国药典: 四部 [S]. 2015: 383-385.
- [30] 沈洁, 丁小余, 张卫明, 等. 花椒及其混淆品的rDNA ITS区序列分析与鉴别[J]. *药学学报*, 2005, 40 (1): 80-86.
- [31] 夏至, 冯翠元, 高致明, 等. 黄芩及其同属近缘种的DNA条形码鉴定研究[J]. *中草药*, 2014, 45 (1): 107-112.
- [32] Yao Hui, Song Jing-Yuan, Ma Xin-Ye, et al. Identification of *Dendrobium* Species by a Candidate DNA Barcode Sequence: the Chloroplast psbA-trnH Intergenic Region [J]. *Planta Med*, 2009, 75 (6): 667-669.
- [33] 程小丽, 廖彩丽, 刘春生, 等. 基于NCBI核酸数据库的紫荆皮混淆品种华中五味子的DNA鉴定研究[J]. *中国中药杂志*, 2012, 37 (17): 2534-2537.
- [34] 王润玲, 唐铖, 周晔, 等. 玉竹及其掺伪品的RAPD鉴定[J]. *中草药*, 2006, 37 (11): 1727-1729.
- [35] 张南平, 张文娟, 魏锋, 等. 中药DNA分子鉴别标准研究方法[J]. *药物分析杂志*, 2014, 34 (11): 2066-2070.
- [36] 高明, 王俊升, 曾金玲. 冬虫夏草与几种常见伪品的鉴别[J]. *中药材*, 2011, 34 (2): 213-216.
- [37] 吴晓春. 西红花伪品的鉴别[J]. *中成药*, 2005, 27 (7): 840-842.
- [38] 黄宝斌, 许明哲, 杨青云, 等. 中成药和中药材添加化学物质补充检验方法分析[J]. *药物分析杂志*, 2014, 34 (9): 1701-1708.
- [39] 李运, 邱国玉, 白贺明, 等. 染色关黄柏中金胺O的检测方法研究[J]. *药物分析杂志*, 2016, 36 (11): 2029-2034.
- [40] 张国庆, 李丹, 王科兵. 纸基-表面增强拉曼光谱法快速鉴别染色南五味子药材[J]. *药学实践杂志*, 2015, 33 (3): 213-216.
- [41] 胡青, 林媛, 张甦, 等. 超高效液相色谱-三重串联四级杆质谱法测定乌梅中19种深色染色色素[J]. *食品安全质量检测学报*, 2016, (7): 2663-2670.
- [42] 郑娟, 邹耀华. HPLC-PDA法检测蒲黄和黄连中十种非法添加色素[J]. *中国卫生检验杂志*, 2011, 21 (5): 1078-1082.
- [43] 饶伟文, 蒋玲, 赵纯玉. 几种染色掺假中药的化工染料鉴定[J]. *药物分析杂志*, 2007, 27 (11): 1742-1745.
- [44] 钟建理, 饶伟文, 张治军. 蒲黄近红外光谱法鉴别初探[J]. *中国药业*, 2009, 18 (4): 32-33.
- [45] 钟建理, 饶伟文, 张治军, 等. 染色黄芩片的近红外光谱法鉴别初探[J]. *中国药师*, 2009, 5: 672-674.
- [46] 饶伟文, 钟建理, 张治军. 中药近红外鉴别法的初步研究[J]. *首都医药*, 2009, 16 (10): 55-56.

(收稿日期 2017年3月24日 编辑 王雅雯)