

· 研究进展 ·

中药显微鉴别研究与应用进展

王珺¹, 张南平² (1. 青海省药品检验检测院, 青海省中藏药现代研究重点实验室, 西宁 810000; 2. 中国食品药品检定研究院, 北京 100050)

摘要 目的: 通过对近年显微鉴别技术在中药领域的研究与应用的介绍, 为现代显微技术更加广泛地应用于中药鉴定提供参考。方法: 分别对中药材组织鉴别、中药材和中成药粉末鉴别、显微化学鉴别、显微定量研究和现代显微技术发展5个方面展开介绍。结果: 显微鉴别是传统、有效、快速的鉴别方法, 尤其在中药有效成分不明确的情况下作用突出, 在定性、定量、定位等方面有一定作用, 但仍存在一些问题。结论: 深入研究显微鉴别在中药领域的应用, 并结合最新显微技术, 将有力推动中药研究的发展。

关键词: 中药; 组织鉴别; 粉末鉴别; 显微化学鉴别; 显微定量; 存在问题

中图分类号: R282.5 文献标识码: A 文章编号: 1002-7777(2018)08-0000-07
doi:10.16153/j.1002-7777.2018.08.007

Progress of Research and Application of Microscopic Identification of Traditional Chinese Medicine

Wang Jun¹, Zhang Nanping² (1. Qinghai Provincial Drug Inspection and Testing Institute, Key Laboratory of Modern Research of Chinese and Tibetan Medicine of Qinghai Province, Xining 810000, China; 2. National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

Abstract Objective: To introduce the research and application of microscopic identification technology in the field of traditional Chinese medicine (TCM) in recent years and to provide references for promoting the extensive application of the technology in the identification of TCM. **Methods:** Five aspects, including microstructure identification of Chinese medicinal materials, identification of Chinese medicinal materials and Chinese patent medicine powder, microchemical identification, microscopic quantitative analysis and the development of modern microscopic technology were introduced. **Results:** Microscopic identification is a traditional, effective and rapid identification method, which is significantly helpful when the effective component of TCM is not clear. Microscopic identification plays a certain role in qualitative, quantitative and localization analysis, but there still exist some problems. **Conclusion:** The extensive study of the application of microscopic identification in the field of TCM combined with the latest microscopic technology will promote the development of TCM research to a great extent.

Keywords: traditional Chinese medicine; microstructure identification; powder identification; microchemical identification; microscopic quantitative analysis; problems

中药显微鉴别是指利用显微镜对药材(饮片)切片、粉末、表面、解离组织或磨片制片, 以及含有饮片粉末的制剂观察, 并根据组织、细胞或内含

物等特征进行相应药材鉴别的一种方法^[1]。显微鉴别方法是中药鉴别四大手段之一, 通常应用于:

①性状不易鉴别的药材; ②性状相似不易区分的

多来源药材；③破碎中药材及粉末中药材；④用饮片粉末制成的制剂，如丸、散、片、胶囊中药材的鉴别；⑤纯度检查等。具有简便、快速、准确的优点。在质量标准中主要有组织鉴别、粉末鉴别、显微化学鉴别和显微限量检查等。

1 组织鉴别研究与应用

德国学者Schleiden^[2]在1838年首次阐明了细胞是植物体的基本单位，根据组织构造的不同各种药材可以在显微镜下准确区别，并于1857年发表了植物性生药学基础著作《Grundniss der Pharmakognosie des Pflanzenreiches》^[3]。此后，许多学者开始对药材的显微鉴别进行研究，通过对药材微观特征观察比较，以鉴别药材的真伪、优劣。《中国药典》1977年版^[4-5]依据中药材组织鉴别研究的一些成果，首次收录了中药材与中成药的显微鉴别项目，填补了我国中药显微鉴别项目的空白。

1.1 中药材横切面的组织构造研究与应用

根、根茎、藤茎、皮、叶、果实、种子类中药材等，一般需要制作横切片进行显微观察，必要时制作纵切片；木类药材制作横切片、径向纵切片及切向纵切片3个面进行观察。

中药材横切面在判断药材真伪方面有突出的作用，例如人参为五加科植物人参的干燥根与根茎，常见的伪品有豆科的野豇豆、商陆科的商陆、茄科的华山参、菊科的山萸苣等植物的根。人参内部构造可见木栓层，韧皮部中有树脂道，栓内层、薄壁及射线细胞中含有草酸钙簇晶。而伪品有的虽有树脂道，但无草酸钙晶体；有的虽有草酸钙晶体却为砂晶或针晶，不是簇晶，且无树脂道；有的伪品还有异型维管束构造等。不同的人参伪品组织特征或细胞内含物不同，显微观察可将人参与伪品准确地进行鉴别。

中药材的显微鉴别，不但可以鉴别中药材的伪品与正品，还可以区分正品多基原植物药材的不同物种。《中国药典》2015年版一部^[1]收录的百部来源于百部科百部属3个物种的块根，即直立百部、蔓生百部和对叶百部。3种百部的块根外形极为相似，较难区分，显微鉴别法却可以将这3种百部区分开^[6]。何松春等^[7]对5种植物茎的横切面观察，发现维管束排列和韧皮部纤维的有无，区分了药典品肉苁蓉、管花肉苁蓉和非药典品草苁蓉、沙

苁蓉及盐生苁蓉。

1.2 中药材表面特征的研究与应用

植物性中药材表面特征的研究与应用多是对植物的叶片、果实或植物茎的表皮组织的观察。可观察表皮细胞形态、气孔类型、毛茸特征和着生情况等。主要有以下两种方法：

整体封藏法：适用于很薄的叶片、萼片和花瓣等样品。方法：剪取所需部位2小片，约4 mm²，一反一正放载玻片上，加水合氯醛试液加热透化完全，盖上盖玻片即可；也可放试管中加水合氯醛试液加热至样品透明，再取样装片。孢子、花粉粒、雄蕊或雌蕊等，可直接装片观察。有文献^[8]报道，以水合氯醛试液整体封藏卷柏属植物的叶片边缘部位，成功地鉴别11种卷柏属植物及其药材。

表面撕离法：较厚的叶片、萼片、花瓣及浆果、茎等，可用镊子将软化好的材料表皮轻轻撕下，将面朝上，放载玻片上，加水合氯醛透化至透明，盖上盖玻片即可进行显微观察。

2 粉末鉴别研究与应用

中药粉末鉴定主要是通过观察中药材的细胞、内含物和颗粒物质的显微特征来达到鉴定药材真伪的目的。通常用于药材粉末、外形较大或组织构造无鉴别特征的药材、破碎药材、含饮片粉末的中成药等。

2.1 中药材粉末鉴别研究与应用

美国Schneider于1921年著粉末植物生药显微分析《The Microanalysis of Powdered Vegetable Drugs》^[9]，较全面、详细地叙述了研究粉末植物生药的通则、操作方法、显微描述及检索表的编制等，并收录了210种粉末生药的显微特征图，这本书是早期最著名的粉末生药学专著。时至今日，各国药典标准中多有生药的粉末鉴别。

我国中药材显微鉴定前辈徐国钧院士，在1951年发表了101种《粉末生药鉴定检索表》^[10]，其中包括国产生药40余种；随后1986年出版了《中药材粉末显微鉴定》^[11]的研究专著，收录了380种中药材粉末鉴定的全文和显微特征图。胡浩彬老师也在2012年出版了《名贵中药显微图鉴》^[12]。

中药伪品及误用现象在粉末药材及破碎的药材中容易发生，例如川贝母常打成粉末吞服，其粉末颜色为白色，在临床应用中发现川贝粉末中混入粮食类淀粉，有时发现有用半夏粉末伪充，但从粉

末的显微特征上,川贝母与伪品则较易鉴别。高敏等^[13]以粉末显微鉴别方法对淫羊藿药典品种进行鉴别,发现叶背面非腺毛形态、上表面细胞薄状深度及栅表比,可作为5种药材的鉴定依据。

2.2 中成药粉末鉴别研究与应用

中成药的显微鉴别始于1948年,当时管光地^[14]为了论证云南白药包装中附有一粒“保险子”是否由茄科曼陀罗属植物的种子所制成,曾作了保险子的粉末鉴定。1956年徐国钧等^[15]将粉末生药学方法应用于“南京灵应痧药”的鉴定,并检出了麝香、天麻、麻黄、大黄、朱砂等组分,开创了中成药显微鉴别的先例。1975年,南京药学院受国家药典委员会的委托,举办了中成药显微鉴别经验交流学习班,共同对全国各地起草的近百种中成药显微鉴别项标准进行复核。随后《中国药典》1977年版^[4]首次收录了179种中成药的显微鉴别项目,占收录的全部中成药品种的66.3%。以上这些研究成果被收入了该版药典。

随着中成药检验水平的不断发展,各版药典收录有显微鉴别项的中药成方制剂不断增加。在各成方制剂显微鉴别中,显微特征描述的顺序和格式并不统一;在不同品种的制剂中,对同味药材显微特征的描述,在文字上存在混乱。为使药典更为规范化、标准化,专家对此提出了许多建议,无论在某一制剂中看到中药材的文字描述,即知道指的是制剂中哪味药的特征^[16-17]。

除了植物类药材以外,一些矿物或动物类药材也具有稳定的粉末特征,在中成药中也可以用于显微鉴别,以判别这些中药材是否被投料。例如在中成药的质量标准中经常利用埋有细小方形结晶的淡黄棕色无定形团块鉴别麝香;利用淡灰黄色的表面有裂隙或细纹理的不规则骨碎块鉴别鳖甲、龟板等;利用表面有极细的菌丝体的无色体壁碎片鉴别僵蚕等。矿物类中药材例如朱砂、金礞石、石膏等的粉末特征,在中成药标准中也经常被进行显微鉴别。

3 显微化学鉴别的研究与应用

显微化学鉴别法是有针对性地进行与目标成分产生沉淀、结晶、颜色或特殊变化的反应,检查中药材细胞壁或细胞内含物的化学物质的性质,从而达到鉴定的一种方法,包括显微化学反应和显微定位。

3.1 显微化学反应

显微化学反应是将生药的干粉、徒手切片、升华物或浸出液少量,置于载玻片上,滴加某些化学试剂使产生沉淀、结晶或特殊的颜色,在显微镜下观察反应结果,从而进行鉴定。显微化学反应主要用于细胞壁、糖类如淀粉、菊糖、可溶性糖类、黏液质和果胶质类、蛋白质(糊粉粒)、草酸盐、碳酸盐和各类化学成分的鉴别。

例如依据细胞壁的性质,可用于区别不同类型细胞壁构成:木质化细胞壁加间苯三酚试液1~2滴,稍放置,加盐酸1滴,因木化程度不同,显红色或紫红色。木栓化或角质化细胞壁遇苏丹Ⅲ试液,稍放置或微热,呈橘红色至红色。纤维素细胞壁遇氯化锌碘试液,或先加碘试液湿润后,再加硫酸溶液显蓝色或紫色。硅质化细胞壁遇硫酸无变化。黏液细胞壁遇钨红试液显红色。

刘丽^[18]等就草酸钙结晶的有无鉴别三七真伪:五加科植物三七根的薄壁细胞中含有草酸钙簇晶,而其伪品菊科植物菊三七根茎中无草酸草晶体;另一种伪品姜科植物莪术的根茎中也没有草酸钙晶体。

又如,利用中药升华物在显微镜下观察其结晶形状、颜色及化学反应作为鉴别特征。大黄粉末升华物有黄色针状(低温时)、枝状和羽状(高温时)结晶,在结晶上加碱液则呈红色,可进一步确证其为蒽醌类成分。薄荷的升华物为无色针簇状结晶(薄荷脑),加浓硫酸2滴及香草醛结晶少许,显黄色至橙黄色,再加蒸馏水1滴即变紫红色。牡丹皮、徐长卿的升华物为长柱状或针状、羽状结晶(牡丹酚)。刘葆琴等^[19]通过对药材行微量升华后,显微镜下观察升华结晶的形状、颜色,再分别滴加HCl、NaOH、FeCl₃等化学试剂后观察,成功鉴别大黄等50种药材。

3.2 显微化学定位

显微化学定位一般用于中药材有效成分组织中的化学定位研究,确定其具体存在部位或动态转移途径。显微化学定位的应用必须在所鉴定的药材有效成分明确的情况下,然后选择对有效成分具有特殊反应的化学试剂,使之产生颜色或结晶,用显微镜确定有效成分的存在部位。

在中药材方面,如葛楚源等在《草珊瑚植物叶、茎显微结构与黄铜组织化学定位研究》^[20]一文

中用NaOH显色和醋酸镁甲醇液显色的组织化学方法进行黄酮类化合物定位,发现叶中黄酮类化合物高于茎部。例如北柴胡横切片加1滴无水乙醇-浓硫酸(1:1)液,在显微镜下观察可见木栓层、栓内层和皮层显黄绿色~蓝绿色,示北柴胡的有效成分柴胡皂苷存在于这些部位。

在中成药方面,利用天麻药材的组织块对碘试液的染色反应,把天麻与其他中药材饮片的组织进行鉴别,天麻的不规则组织块片滴加碘试液后显棕色或淡棕紫色;利用肉豆蔻以碘液染色,淀粉粒被染成蓝黑色,其中夹杂的糊粉粒能被检出。这些鉴别也都收载到中成药质量标准当中。

4 显微定量研究与应用

显微定量法是利用药材某种组织具有相对稳定数量的特点,采用质量分析法或容量分析法测定成分含量的一种方法。显微定量法适用于本身含有显微特征且显微特征具有固定常数,该法脱离了用化学方法对中药进行含量测定的传统研究路线,开辟了中药含量测定的新途径,尤其为有效成分不清楚的药材的含量测定提供了一种可能的解决方法。近年来被应用到多种中药及中成药的含量测定研究中,具有简便、结果可靠的特点。但目前在质量标准中未见应用。

4.1 参比物显微定量研究

1916年,英国生物学家Wallis创立了石松孢子法(Lycopodium spore method)^[21-22]。该法是以石松孢子作为参考标准,测定混合粉末生药的比例量或粉末生药掺杂物的含量。石松孢子法创立以来,被用于多种生药、香料和食物的粉末纯度鉴别。

以海金沙孢子及蒲黄花粉粒代替石松孢子作参比物^[23],对中药贝羚散中的羚羊角、疏风活络丸中马钱子、蛇胆川贝散中的川贝母等药进行了显微定量研究,均取得了满意的结果。其中海金沙孢子较大,适用于低倍镜下测定物体的显微特征,如纤维、非腺毛等;蒲黄花粉粒较适用于高倍镜下测定体积较小的显微特征,如淀粉粒等。参比物显微定量法虽然也具有操作简便、快速等优点,但在实际应用中存在误差较大等缺点,目前已经被非参比物显微定量法所取代^[24]。

4.2 非参比物显微定量研究

药材的显微特征是药材自身的固有常数,利用这一性质,有学者采用自身的显微特征代替参比

物的方法,并利用容量分析法或质量分析法,对药材某一专属特征进行计量分析,创立了非参比物显微定量法。该法改进了参比物显微定量法的缺点,同时加入了现代统计法,使得到的结果更加准确、可靠。目前主要用于含量测定、质量判别、易混淆中药鉴别等领域,并且在中药显微特征常数与其活性指标成分的相关研究方面也取得一定进展。

含量测定方面,在单味药材的显微特征常数与指标成分的相关性研究中,历姐等^[25]试验表明,红花花粉粒的显微特征常数与羟基红花黄色素A具有显著的正相关性。苑冬敏^[26]在《黄柏等五味中药显微特征常数与化学成分相关性及中成药显微定量研究》中表明,黄柏中石细胞显微特征常数与盐酸小檗碱含量有较好的线性关系,呈高相关;三七中草酸钙簇晶显微特征常数与3种皂苷成分含量总和呈低相关(与人参皂苷Rg1呈中相关);朱砂中不规则块状物显微特征常数与HgS含量有较好的线性关系;枸杞中种皮石细胞显微特征常数与枸杞子多糖含量呈高相关,且为负相关;五味子中种皮内层是细胞显微特征常数与五味子醇甲含量相关。并且对分别含有这五味药材的复方中成药进行研究,表明已知原药材的显微特征常数时,通过显微定量法可以测定出复方中成药的用药(原粉入药)比例量。此外历姐等也在《橘红丸中款冬花的显微定量研究》^[27]一文中建立中成药橘红丸中款冬花的显微定量方法,快速、便捷地判断成药中是否含有款冬花,投料是否足量的研究。

在易混淆中药鉴别方面,张洪春等^[28]采用非参比物显微定量法,对东北地区收集到的9种老鹳草类药材进行试验,以草酸钙簇晶为显微特征物,对每毫克显微特征常数进行测定。结果表明,老鹳草9个品种的显微特征常数差别较大,因此以草酸钙簇晶作为该类药材的显微特征物,采用显微定量法来鉴别品种及确保药材的质量是可行的。

显微定量方法也存在一些缺点,例如有的同种药材结果出入很大,统计每片中固定几个视野所见,并不能代表整片所含的特征数量,其数据的推算公式尚待商讨。另外对于不同物种、不同产地、不同采收期的药材,其显微特征常数是否一致也有待于系统研究。目前,显微定量法的应用研究尚属探索阶段,还没有系统地应用于中药鉴别研究中。曾经在麝香补充质量标准的纯度检查中使用过显微

定量法,但由于误差较大,最后被淘汰。

5 显微技术的发展

5.1 偏光显微镜的应用

偏光显微镜又名偏振光显微镜、极化显微镜,主要用于地质学上观察和分析矿石薄片的光学性质,故又称为矿物显微镜。在偏光显微镜下,非均质性(各向异性)的物体或某些分子排列没有次序的有机物则会呈现出颜色不同、强弱不一的光彩,而其他不起偏光作用的均质性(各向同性)物质在这种暗视野中不发出任何光彩,仍保持黑暗状态^[29]。

在中药材中有许多组织,例如植物的木质化细胞壁、淀粉粒、各种结晶体、动物的骨骼、横纹肌、矿物类中药等具有偏光性^[30]。赵中振等^[31-33]利用偏光镜观察药材粉末的各偏光特征鉴别了含34种药材的至宝三鞭丸。汪映宇^[34]首次对30种蓼属植物茎、叶的组织学特征及其横切面和表面观的偏光特性进行研究,并在偏光发现气孔具有明显的马耳他十字效应,为蓼属药用植物的鉴别提供了依据。曹莉嘉等^[35]用偏光显微镜对珍珠表面进行观察,获得了珍珠的主要评价依据。草酸钙结晶不易被发现,尤其是一些细小的砂晶、杆晶等存在于薄壁细胞中则更难发现。但在偏光显微镜黑暗的背景中,这些结晶则呈现出明亮的光斑,较大的结晶会显现出红、黄、绿、蓝等层次明显的平行色带,极易察觉。

偏光显微镜用于中药鉴别正逐渐受到重视,但仍需不断积累研究资料。《中国药典》2015年版一部^[1]并未明确规定使用偏光显微镜的项目,只是检验员在工作中按需要自行决定是否应用偏光显微镜。例如在观察当归中具有斜向交错纹理的韧皮薄壁细胞时,在偏光镜下更容易找到。

5.2 扫描电镜的应用

扫描电子显微镜是1964年以后迅速发展的一种新型电子光学仪器,成像原理类似于电视摄影成像方式,可获得清晰的三维图像。扫描电镜具有直接观察样品表面结构、景深大、放大范围广、分辨率高、样品制备过程简单等优点。这些特点使其在观察药材表面微特征方面更为适用,主要应用于药材花粉粒、叶表面、种皮表面的鉴别研究^[36-37]。例如刘向东^[38]利用激光扫描共聚焦显微镜研究植物细胞发育的形态学,结果细胞发育的形态学变化过程能

被清楚地观察到。蔡中齐等^[39]采用体视镜和扫描电镜对蔓荆子、菟丝子及其混伪品等6种果实种子类中药进行观察,发现其在果皮(或种皮)表面超微结构上有明显差异。

5.3 显微摄影与图像分析的应用

传统的显微鉴别多是在显微镜下观察特征后,手工描绘特征,这种方法难免使研究结果有人为主观误差,后来使用普通相机与显微镜相连的显微摄影弥补了这一不足,现在将数码相机(或CCD)代替普通相机,且可以用计算机对图像进行进一步的处理等优点,正在被逐步推广使用。利用显微摄影进行显微鉴别研究的报道较多,不再赘述。

随着计算机技术的发展,图像分析在生药学中得到了应用^[40],中药组织形态学研究逐渐由二维向三维和定量方向发展。计算图像分析技术是运用体视学原理和计算机图像测定技术,测试组织特征的大小、密度和形状因子三大类参数,并结合数值分类手段,定性定量地刻画组织细胞的形态特征及评判标准的一种显微鉴别手段。郑汉臣等^[41]采用计算机图像分析技术对榧属植物花粉进行了分析测定,得到了花粉最大面积、长轴短轴、轴比、体积等三维形态学参数,提示计算机像分析技术可用于建立生药鉴别学方面的系统数据库。图像分析技术有助于中药显微鉴别向人工智能化方向发展,并为近缘品种和混淆品种中药鉴别提供了比较可靠的分析手段。但因其只是部分组织特征的定性定量描述,并且其本身技术规范性有待进一步完善,现在只作为中药显微鉴别的辅助手段。

随着计算机技术的快速发展,图像检索技术在中药显微鉴别研究中也逐渐应用^[42]。基于文本或文本与图像结合的中药材鉴别检索系统报道较多,这种图像检索的基本方法是通过建立图文数据库,选择中药组织特征建立代码库。鉴别时,输入显微组织的特征代码,通过计算机检索中药物种及其图文信息。其方法要求操作者要有较高的显微鉴别技术水平,并且难以避免人为的主观误差,因此该系统的应用有很多局限性。近10年来,基于内容的图像检索系统的建设已有所进展,其基本原理是利用图像显示的形状、轮廓、纹理和颜色等自身内容,采用计算机图像分析自动计算定量,形成图像特征的量,计算机针对这些量与数据库进行自动比

较识别。这种方法可以弥补基于文本的图像检索系统的缺点,能更有效地实现中药显微鉴别的自动化和智能化,更有利于普及显微鉴别这一技术。

6 显微鉴别法存在的问题

显微鉴别一直是鉴别药材真伪的手段之一,有着其他鉴别手段不可替代的作用。但在显微鉴别时,由于中药材(饮片)或中成药的质量情况多种多样,当观察到中药材(饮片)样品为伪品或中成药存在按处方或制法规定不应该出现的显微特征时,如何下结论就值得探讨。为了质量标准法规的严肃性以及药检系统执法的统一性,这个问题必须得到解决。由于显微鉴别的专业性、技术性较强,统一结论需要执行一些基本原则。以下检验时出现的一些情况值得研究与探讨。

(1) 检验中药材(饮片)时,当观察到一些标准规定以外的显微特征时,参考文献、对照药材都确认此种药材(饮片)不具有此种特征。例如:山药的地区习惯用药参薯除可检出石细胞外,其他特征符合规定,结论如何下达。

(2) 检验以饮片粉末与浸膏混合投料的中成药制剂时,应以浸膏投料的饮片,却检出此种饮片的粉末特征,如镜检出现概率高于100%的(制片5张,每片都能检出),其他显微特征符合规定,结论如何下达。

(3) 检验含饮片粉末的制剂时,当饮片粉末粒度较细而导致粉末特征被破坏,或几种药材的特征相似难以甄别,是否可以使用另一些具鉴别意义的显微特征作为辅助鉴别特征,帮助判断制剂中是否投入了此种饮片原料,以免出现假阴性,影响结果判断。

目前,在实际的中药显微检验工作中,检验人员除了必须掌握显微鉴别的操作规程以外,对于显微鉴别结果的判定,仍然是以各自的经验为主。为了显微鉴别结果的正确与公正,减少人为因素的影响,有必要在已有的显微鉴别操作规程(SOP)的基础上,增加一些判别方面的内容,以减少人为因素的影响。

参考文献:

[1] 中国药典:一部[S]. 2015.
[2] 潘承湘. 关于施莱登与施旺建立细胞学说的历史地位问题[J]. 自然科学史研究, 1987, (3): 273-280.

[3] 张贵军. 中药鉴定学[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 7.
[4] 中国药典:一部[S]. 1977.
[5] 毛雯雯, 万晓婧, 刘惠娟, 等. 显微检定在只要质量标准的应用及进展[J]. 世界科学技术, 2014, 1(3): 538-542.
[6] 李俊松, 张彤, 浦益琼, 等. 中国药典中3种不同基源百部鉴别方法研究[J]. 中药材, 2011, 34(2): 209-210.
[7] 何春松, 施大文. 肉苁蓉类中药的显微鉴别研究[J]. 内蒙古中医药, 2014, (9): 58-59.
[8] 刘霞, 陈科力, 万定荣, 等. 11种卷柏属药用植物叶缘细胞特征及其分类学中的意义[J]. 中国药师, 2009, 12(10): 1335-1337.
[9] Schneider, Albert. The Microanalysis of Powdered Vegetable Drugs[M]. Cleveland of U.S.A: Rarebooksclub, 2012.
[10] 季燮荣, 徐国钧. 东方中华草药之王[N]. 常数日报, 2009-2-17(3).
[11] 徐国钧. 中药材粉末显微鉴定[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1986.
[12] 胡浩彬. 名贵中药显微图鉴[M]. 江苏: 江苏科学技术出版社, 2012.
[13] 高敏, 冯学锋, 郭宝林, 等. 淫羊藿药典品种显微鉴别研究[J]. 中国中药杂志, 2009, 34(23): 3123-3125.
[14] 徐国钧, 宋惕生. 我国早起生药学加管光地教授[J]. 药学通报, 1983, 18(9): 44-45.
[15] 徐国钧, 陈令闻. 南京灵应痧药的显微鉴定[J]. 中药通报, 1956, 2(4): 134-138.
[16] 赵惠萍, 陶志国. 对《中国药典》2000年版中药成方制剂中显微鉴别项的建议[J]. 中国中药杂志, 2003, 28(1): 94-96.
[17] 张南平, 肖新月, 刘宝玲. 中成药质量标准中显微鉴别项存在问题及讨论[J]. 中国药品标准, 2000, 1(2): 10-13.
[18] 刘丽, 刘克其, 康廷国. 草酸钙结晶及其在中药显微鉴定中的应用[J]. 辽宁中医药大学学报, 2007, 9(5): 70-71.
[19] 刘葆琴, 刘雅伶, 王晓宁. 50种药材微量升华及显微化学反应鉴别[J]. 时珍国药研, 1996, 7(4): 226-228.
[20] 葛楚源, 陈文列, 李钻芳, 等. 草珊瑚植物叶、茎显微结构与黄酮组织化学定位研究[J]. 中国中药杂志, 2012, 37(4): 438-441.
[21] 孙红祥. 中成药显微定量法的讨论[J]. 中国中药杂志,

- 1991, 16 (11) : 647-649.
- [22] 王长墉, 石俊英, 于立芳. 二陈丸显微定量研究初报[J]. 山东中医学院学报, 1982, 6 (1) : 61-65.
- [23] 黄素高. 蒲黄花粉粒、海金沙孢子 in 粉末药材显微定量分析中的应用[J]. 中药材, 1987, 10 (6) : 24-26.
- [24] 苑冬敏, 栾晓静, 鞠庆波, 等. 中药显微定量法的应用研究[J]. 辽宁中医杂志, 2006, 33 (4) : 459-460.
- [25] 厉姐, 张静, 张建逵, 等. 红花显微特征常数与化学成分相关性[J]. 中国实验方剂学杂志, 2014, 20 (29) : 57-60.
- [26] 苑冬敏. 黄柏等五种中药显微特征常数与化学成分相关性及中成药显微定量研究[D]. 辽宁: 辽宁中医药大学, 2007: 1.
- [27] 厉姐, 张建逵, 梁鹏, 等. 橘红丸中款冬花的显微定量研究[J]. 现代中药研究与实践, 2016, 30 (6) : 25-30.
- [28] 张洪春, 尹海波, 王婷, 等. 老鹳草类药材的显微定量研究[J]. 辽宁中医药大学学报, 2008, 10 (5) : 155-156.
- [29] 胡浩彬, 雷雾远. 偏光显微镜在中药鉴别中的应用[J]. 南京中医药大学学报, 2007, 23 (4) : 268-270.
- [30] 汪滢, 郑希望, 田文帅, 等. 偏光显微镜在中药鉴定中的应用[J]. 上海中医药大学学报, 2016, 30 (1) : 73-77.
- [31] Zhao ZZ, Shimomura H, Sashida Y, et al. Identification of Traditional Chinese Patent Medicines by a Polariscopes (1) [J]. Natural Medicines, 1996, 50 (6) : 389-392.
- [32] Zhao ZZ, Shimomura H, Sashida Y, et al. Identification of Traditional Chinese Patent Medicines by a Polariscopes (2) [J]. Natural Medicines, 1997, 51 (6) : 169-172.
- [33] Zhao ZZ, Shimomura H, Sashida Y, et al. Identification of Traditional Chinese Patent Medicines by a Polariscopes (3) [J]. Natural Medicines, 1998, 52 (6) : 330-333.
- [34] 汪映宇, 张朝凤, 张勉. 狭义廖属30中药用植物的显微和偏光特征[J]. 药学学报, 2012, 47 (9) : 243-251.
- [35] 曹莉嘉, 郭守国, 史凌云. 珍珠的光泽与其表面结构的关系研究[J]. 宝石和宝石学杂志, 2005, 17 (3) : 23-25.
- [36] 陈体强, 吴锦松. 原木灵芝药材显微形态及其扫描电镜观察[J]. 海峡药学, 2004, 16 (1) : 63-65.
- [37] 杨小平, 屈菊兰, 林劲松. 中药乌梢蛇的光镜及扫描电镜鉴别研究[J]. 中草药, 1999, 30 (8) : 613-615.
- [38] 刘向东. 利用激光扫描共聚焦显微镜研究植物细胞发育的形态学变化[J]. 激光生物学报, 2007, 16 (2) : 173-175.
- [39] 蔡中齐, 屈玫珊, 高世, 等. 蔓荆子、菟丝子及其混伪品的鉴别[J]. 广东化工, 2017, 340 (44) : 49-50.
- [40] 陈家春, 胡衡, 贾敏如. 獐牙菜属药用植物叶片表面细胞的计算机图像分析[J]. 中草药, 2007, 38 (4) : 592-594.
- [41] 郑汉臣, 石世贵. 榧属植物花粉的计算机图像分析[J]. 中草药, 1998, 29 (7) : 475-476.
- [42] 高璐琰. 花类蒙草药显微特征点的不变矩分析[D]. 内蒙古: 内蒙古农业大学, 2008: 6-7.

(收稿日期 2017年7月4日 编辑 郑丽娥)