基于实时景深扩展-大图影像拼接与偏振光显微鉴别技术的柴胡及其 4 种混淆品的生药学研究

汪 璐[1]，杨纯国[2#]，韩文凯[1]，崔亚君[1*]，高 峰[3]，马海光[3]，隗立国[4]

1. 上海中医药大学中药学院，上海 201203
2. 山东一方制药有限公司，山东 临沂 276067
3. 河北百草康神药业有限公司，河北 衡水 053800
4. 北京市房山区中医医院 药剂科，北京 102400

摘 要：目的 基于实时景深扩展-大图影像拼接与偏振光显微鉴别技术，对柴胡 2 个基原品种柴胡 *Bupleurum chinense* 或狭叶柴胡 *B. scorzonerifolium* 及 4 种市场常见混淆品（竹叶柴胡 *B. marginatum*、藏柴胡 *B. marginatum* var. *stenophyllum* 、锥叶柴胡 *B. bicaule*、大叶柴胡 *B. longiradiatum*）的性状、微性状及显微鉴别特征进行系统的对比研究，为柴胡的鉴别及质量控制提供科学依据。**方法** 性状鉴别研究采用性状及微性状鉴别法，显微鉴别研究采用普通光明场与偏振光暗场对比观察法，结合实时景深扩展成像、大图影像拼接技术，拍摄获取药材组织横切面全息彩色影像图。**结果** 获取了柴胡及其混淆品的性状及微性状影像数据，首次获取了该类药材横切面显微鉴别普通光及偏振光全息彩色影像数据。对柴胡 2 个基原品种及其 4 种混淆品进行了系统的生药学研究。与《中国药典》2020 年版相比，性状鉴别补充研究了精细微性状鉴别特征，对柴胡药材根或根茎的上、中、下部位横切面进行对比观察，确定了柴胡药材根或根茎上部横切面组织构造最具特征性，为最佳的横切面显微研究部位。**结论** 可以综合应用性状、微性状、横切面及粉末显微鉴别特征鉴定柴胡及其 4 种混淆品，特别是药材横切面组织偏振光全息彩色影像显微特征具有显著鉴别意义。

关键词：柴胡；混淆品；北柴胡；南柴胡；竹叶柴胡；藏柴胡；锥叶柴胡；大叶柴胡；性状鉴别；显微鉴别；偏振光

中图分类号：R286.2 **文献标志码：**A **文章编号：**0253 - 2670(2023)12 - 3999 - 13

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2023.12.026

Identification of *Bupleuri Radix* and its four adulterants based on extended depth of field imaging, image stitching and polarized microscopy techniques

WANG Lu[1], YANG Chun-guo[2], HAN Wen-kai[1], CUI Ya-jun[1], GAO Feng[3], MA Hai-guang[3], WEI Li-guo[4]

1. Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China
2. Shandong Yifang Pharmaceutical Co., Ltd., Linyi 276067, China
3. Hebei Baicao-Kangshen Pharmaceutical Co., Ltd., Hengshui 053800, China
4. Department of Pharmacy, Fangshan District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Beijing 102400, China

Abstract: Objective To systematically study on the traits, micro-characters and microscopic identification characteristics of the two authentic varieties of Chaihu (*Bupleuri Radix*) and its four adulterants (*B. marginatum*, *B. marginatum* var. *stenophyllum*, *B. bicaule*, *B. longiradiatum*) in the market, based on extended depth of field imaging, image stitching and polarized microscopy techniques, which would provide a reference basis for identification and quality control. **Methods** Morphological and micro-character identification methods were used in the character identification, and the normal bright field and polarized dark field contrast observation methods were used in the microscopic identification, combined with extended depth of field imaging and large image stitching techniques, to obtain holographic color images of cross-sections. **Results** The image data of the characters and micro-characters of *Bupleuri Radix* and its adulterants were obtained, and the normal light and polarized light holographic color image data of cross-section of *Bupleuri Radix* were obtained for the first time. Systematic biopharmacological studies were conducted on the two basal species of *Bupleuri Radix* and its four adulterants. Compared

收稿日期：2022-12-06

基金项目：国家重点研发计划“中医药现代化研究”重点专项中药国际标准示范研究项目（2018YFC1707900）

作者简介：汪 璐（1998—），女，在读硕士，研究方向为中药及生药的质量评价研究。Tel: 18721073720 E-mail: 183484939@qq.com

***通信作者：**崔亚君，女，教授，硕士生导师。E-mail: janney808@sina.com

马海光，男，执业中药师。E-mail: 603843996@qq.com

#共同第一作者：杨纯国，男，执业中药师，研究方向为中药质量评价。

with the 2020 edition of the *Chinese Pharmacopoeia*, the character identification was supplemented with a study of the fine microscopic trait identification features. A comparative observation of the upper, middle and lower cross-sections of the roots or rhizomes of the herb identified the upper cross-section of the roots or rhizomes of the herb as the most characteristic tissue structure and the best site for cross-sectional microscopic study. **Conclusion** *Bupleuri Radix* and its four adulterants can be identified by using characters, micro-characters and microscopic identification comprehensively, especially the microscopic character under polarized light of the cross-section, which has obvious identification significance.

Key words: *Bupleurum Radix*; chaotic varieties; *B. chinense* DC.; *B. scorzonerifolium* Willd.; *B. marginatum* Wall. ex DC.; *B. marginatum* Wall. ex DC. var. *stenophyllum* (Wolff) Shan et Y. Li; *B. bicaule* Helm.; *B. longiradiatum* Turcz.; morphological identification; microscopic identification; polarized light

柴胡始载于《神农本草经》，名茈胡，列为上品[1]，为伞形科植物柴胡 *Bupleurum chinense* DC. 或狭叶柴胡 *B. scorzonerifolium* Willd.的干燥根，前者习称“北柴胡”，又名硬柴胡、铁脚柴胡、黑柴胡，后者习称“南柴胡”，又名狭叶柴胡、红柴胡、软柴胡、香柴胡、软苗柴胡[2-5]。柴胡药材同物异名现象严重，本研究为避免名称混乱，皆使用“北柴胡”、“南柴胡”。柴胡具有疏散退热、疏肝解郁、升举阳气的作用，现代药理研究表明柴胡具有抗炎、解热、镇痛、抗肿瘤、抗病毒等作用[6-10]。

柴胡属植物全球约 120 种，我国现有 42 个种、17 变种及 7 个变型，其中作为民间用药的约 20 种，全国大部分地区均有分布，北柴胡主产于河北、甘肃、陕西、山西、东北等地区，南柴胡主要种植区为陕西、河北、内蒙古、东北等地，安徽、江苏等地区亦有分布[11-12]。目前商品市场除药典收载品种外，尚有多种混淆品流通或作为地方用药。常见的混淆品有竹叶柴胡 *B. marginatum* Wall. ex DC.，又名膜缘柴胡、竹叶防风，在西南等地区广泛种植，多全草入药，其根制成饮片后，性状与北柴胡相似，鉴别难度高，是最常见的混淆品[13]；大叶柴胡 *B. longiradiatum* Turcz.又名长白山野生柴胡，主产于东北地区，有毒，曾被掺入商品柴胡饮片中使用，引起药物中毒事故[14-15]；锥叶柴胡 *B. bicaule* Helm.又名海拉尔柴胡、黑柴胡；藏柴胡 *B. marginatum* Wall. ex DC. var. *stenophyllum* (Wolff) Shan et Y.Li 又名窄竹叶柴胡，成分与药典品种差异较大[14, 16-17]。由此可见药材市场上柴胡品种混乱现象严重。近 20 年来，对柴胡的研究主要集中在化学成分及含有柴胡组方的药理作用等方面[18]，真伪鉴别研究文献较少，研究方法及结果呈现大多停留在文字和墨线图阶段，而柴胡药材横切面多以墨线图简图的形式展示，即便最新研究资料也仅停留在低像素的显微影像图阶段，缺少日新月异的现代数码显微鉴定新技术的研究，故亟需对柴胡及其混淆品鉴别进行系统的现代生药学研究。

本研究针对《中国药典》2020 年版柴胡项下收载的 2 个基原品种及市场常见的混淆品竹叶柴胡、藏柴胡、大叶柴胡及锥叶柴胡的性状、微性状及显微鉴别进行系统的生药学研究，其中性状鉴别研究采用性状及微性状鉴别法，显微鉴别研究采用普通光明场与偏振光暗场对比观察法，拍摄方法采用大图影像拼接法结合实时景深扩展成像技术，获取药材横切面全息彩色影像图[18-19]，总结主要鉴别特征，以期为柴胡的真伪鉴别提供科学依据。

1 材料与仪器

1.1 材料

实验药材为野外采收、市场购买及部分院校科研院所赠送，由上海中医药大学崔亚君教授鉴定为北柴胡 *B. chinense* DC.、南柴胡 *B. scorzonerifolium* Willd.、竹叶柴胡 *B. marginatum* Wall. ex DC.、藏柴胡 *B. marginatum* Wall. ex DC. var. *stenophyllum* (Wolff) Shan et Y.Li，锥叶柴胡 *B. bicaule* Helm.、大叶柴胡 *B. longiradiatum* Turcz.。样品信息见表 1。

本实验选择具有代表性特征的药材进行性状、显微图像拍摄作为影像研究数据，所选药材批号为北柴胡（批号 CH20191003）、南柴胡（批号 XY20200626）、竹叶柴胡（批号 MY20210720）、藏柴胡（批号 Z20200910）、大叶柴胡（批号 DY201906124）、锥叶柴胡（批号 ZY20201008）。

1.2 试剂

蒸馏水、水合氯醛（分析纯）、甘油（分析纯）、冰醋酸（分析纯）、乙醇（分析纯）、氢氧化钾、石蜡、番红染色剂、固绿染色剂，均购自国药集团化学试剂有限公司。

1.3 仪器

Leica DM6 B 显微镜、Leica DMC6200 数码成像系统，德国徕卡公司；Nikon 80I 显微镜、DS-Ri1 数码成像系统、尼康相机，日本 Nikon 公司；

表 1 柴胡及其混淆品药材信息

Table 1 List of medicinal materials

编号	药材名	批号	采收地	采集人	编号	药材名	批号	采收地	采集人
1	北柴胡	1-201509	对照药材	崔亚君	25	竹叶柴胡	MY20200530	陕西渭南	崔亚君
2	北柴胡	CH20200808	河北阜平	马海光	26	竹叶柴胡	MY20201013	甘肃陇西	崔亚君
3	北柴胡	CH20190809	山西运城	张希凯	27	竹叶柴胡	MY20201108	辽宁辽阳	于佳山
4	北柴胡	CH20191003	北京百草畔	隗立国	28	竹叶柴胡	MY20210720	四川荥县	陈勇
5	北柴胡	CH20201017	河北涞源	马海光	29	竹叶柴胡	MY20210925	山西太原	任建萍
6	北柴胡	CH20201112	河北赤城	马海光	30	藏柴胡	Z20180107	甘肃陇西	高峰
7	北柴胡	CH20191115	北京百草畔	隗立国	31	藏柴胡	Z20191122	甘肃陇西	崔亚君
8	北柴胡	CH20191122	山西长治	吴云山	32	藏柴胡	Z20191118	亳州药材市场	崔亚君
9	北柴胡	CH20191219	甘肃陇西	李金福	33	藏柴胡	Z20200910	甘肃定西	何永红
10	北柴胡	CH20191219	甘肃陇南	杜红霞	34	藏柴胡	Z20201020	甘肃定西	何永红
11	北柴胡	CH20200101	甘肃定西	柳喆	35	藏柴胡	Z20210714	亳州药材市场	崔亚君
12	南柴胡	XY20200101	内蒙古右翼前旗大石寨镇永丰村	高裕广	36	藏柴胡	Z20210915	甘肃陇西	崔亚君
					37	藏柴胡	Z-20191120	安国药材市场	崔亚君
13	南柴胡	XY20200101	湖北黄冈	周重建	38	锥叶柴胡	ZY20180107	安国药材市场	高峰
14	南柴胡	XY20190730	黑龙江大庆林甸县花园镇齐心村	刘伟	39	锥叶柴胡	ZY20181211	亳州药材市场	崔亚君
					40	锥叶柴胡	ZY20181108	亳州药材市场	崔亚君
15	南柴胡	XY20191219	山东济南	杨纯国	41	锥叶柴胡	ZY20201008	内蒙古海拉尔	崔亚君
16	南柴胡	XY20191219	北京	隗立国	42	锥叶柴胡	ZY20201125	内蒙古海拉尔	崔亚君
17	南柴胡	XY20200626	黑龙江大庆林甸县	刘伟	43	大叶柴胡	DY201906121	吉林大安	齐耀东
18	南柴胡	XY20180107	山西运城	高峰	44	大叶柴胡	DY201906122	吉林通化	齐耀东
19	南柴胡	XY20210620	四川荥县	陈勇	45	大叶柴胡	DY201906123	吉林大安	齐耀东
20	南柴胡	XY20210715	山西运城	赵鹏	46	大叶柴胡	DY201906124	中国医学科学院药用植物研究所	齐耀东
21	南柴胡	XY20210730	山东济南	杨纯国					
22	竹叶柴胡	MY20200127	湖北恩施	李泳锋	47	大叶柴胡	DY201906125	中国医学科学院药用植物研究所	齐耀东
23	竹叶柴胡	MY20180107	甘肃陇西	高峰					
24	竹叶柴胡	MY20200522	甘肃陇南	柳喆	48	大叶柴胡	DY20210806	吉林长春	贡济宇

XTL-850 高清体视显微镜、Image View 成像系统，上海光密仪器有限公司；M50 无反相机、EF 50 mmF/1.8 stm 镜头，日本 Canon 公司；BJ-150 多功能粉碎机，德清拜杰电器有限公司。

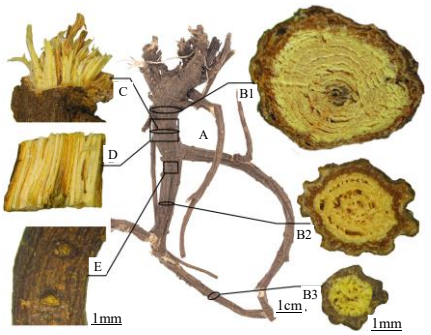
2 方法与结果

2.1 性状-微性状鉴别研究

从完整药材的形状、大小、颜色、表面、质地、折断面、横切面、纵切面、气、味等方面进行系统的性状、微性状特征观察研究；利用数码相机和体视显微镜，结合大图影像拼接技术及实时景深扩展成像技术采集影像数据。

2.1.1 北柴胡 呈长圆锥形，根头膨大，多残留 2～15 个茎基，常有少数短纤维状叶基，下部多分枝，长多为 5～15 cm，直径多为 0.3～1 cm。表面黑褐色至淡棕色，具纵皱纹及皮孔。质硬而韧，不易折断，折断面不平坦，具长条状纤维，呈强纤维性。根中上部及中部横切面多具 3～8 轮同心环，向下环纹渐少，至下部无明显同心环；纵切面木质部呈片状纤维性。韧皮部淡棕色，木质部黄白色。气微香，味微苦。家种北柴胡根头膨大不明显，分支较少，表面颜色较浅，横切面环纹不明显（图 1）。

2.1.2 南柴胡 呈长圆锥形，根头多残留 1 茎基，少见 2～3 个茎基，具毛刷状叶柄残基，俗称“扫帚头”，主根发达，下部多不分枝或少分枝，长多为 4～12 cm，直径多为 0.2～0.6 cm。表面红棕色至棕褐色，近根头处多具横环纹，下部具有纵皱纹，可见支根痕。质脆，易折断，折断面较平坦，纤维性不明显。体视显微镜下，根中上部横切面中心有裂隙，木质部呈放射状；根纵切面中上部具有弯曲纹理，下部较平坦。具败油气，味淡（图 2）。

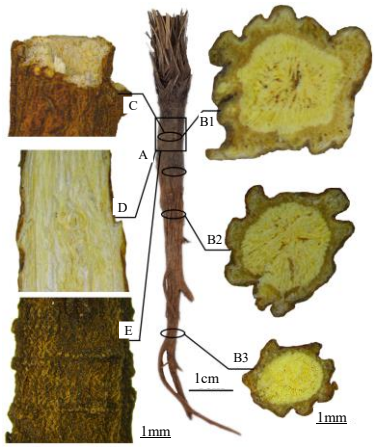


A-药材 B-横切面（B1-中上部 B2-中部 B3-下部） C-折断面 D-纵切面 E-表面特征

A-crude drugs B-transection (B1-above average part B2-middle B3-lower part) C-fracture surface D-longitudinal section E-surface characteristics

图 1 北柴胡药材性状-微性状特征图

Fig. 1 Morphological and micro-morphological characteristics of *B. chinense*



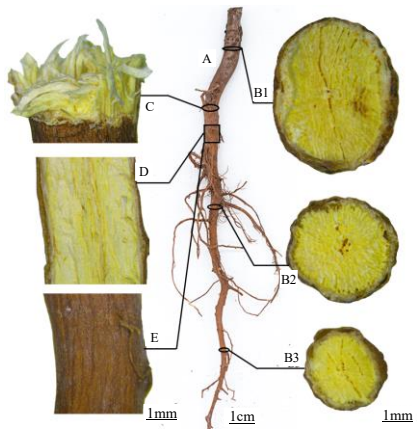
A-药材 B-横切面（B1-中上部 B2-中部 B3-下部） C-折断面 D-纵切面 E-横环纹

A-crude drugs B-transection (B1-above average part B2-middle B3-lower part) C-fracture surface D-longitudinal section E-circular striation

图 2 狭叶柴胡药材性状-微性状特征图

Fig. 2 Morphological and micro-morphological characteristics of *B. scorzonerifolium*

2.1.3 竹叶柴胡 呈长圆锥形，根头多残留 1 个茎基，少见 2～3 个茎基，部分稍弯曲，主根发达，支根较多而细长，长多为 5～15 cm，直径多为 0.3～0.8 cm。表面红棕色至黄棕色，具细密纵皱纹及少数细小横向突起皮孔。质坚韧，不易折断，折断面不平坦，具细长条状纤维，纤维性较强。体视显微镜下，根中上、中、下部横切面均致密，木质部放射状排列；纵切面较平坦。气微香，味淡（图 3）。



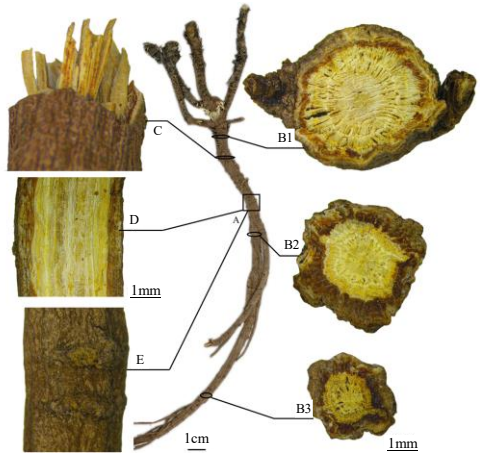
A-药材 B-横切面（B1-中上部 B2-中部 B3-下部） C-折断面 D-纵切面 E-表面特征

A-crude drugs B-transection (B1-above average part B2-middle B3-lower part) C-fracture surface D-longitudinal section E-surface characteristics

图 3 竹叶柴胡药材性状-微性状特征图

Fig. 3 Morphological and micro-morphological characteristics of *B. marginatum*

2.1.4 藏柴胡 呈长圆锥形，根头多残留 2 个茎基，最多可至 8 个茎基，主根明显，细长，下部多分枝，长多为 20～30 cm，直径多为 0.5～1.2 cm。表面黄棕色，具纵皱纹，横长突起皮孔较多。质地较柔韧，不易折断，折断面不平坦，具片状纤维，纤维性较强。体视显微镜下，根横切面韧皮部可见明显断续的黄棕色或黑棕色环纹；中上部至中部形成层明显；木质部大多呈 2 轮同心环排列；纵切面可见黄白色与棕黄色交错排列的纵纹。气浓郁，味微辛辣（图 4）。



A-药材 B-横切面（B1-中上部 B2-中部 B3-下部） C-折断面 D-纵切面 E-表面特征

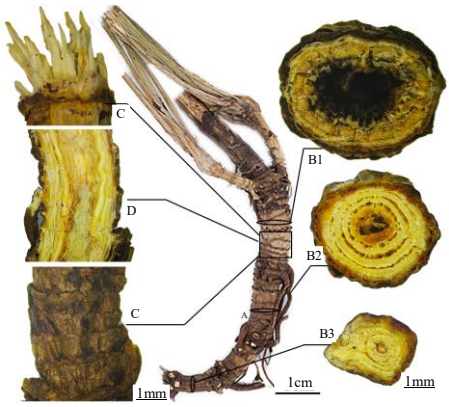
A-crude drugs B-transection (B1-above average part B2-middle B3-lower part) C-fracture surface D-longitudinal section E-surface characteristics

图 4 藏柴胡药材性状-微性状特征图

Fig. 4 Morphological and micro-morphological characteristics of *B. marginatum* var. *stenophyllum*

2.1.5 大叶柴胡 入药多为根茎部位，顶端多残留 1～3 个茎基，呈不规则圆柱形，稍弯曲，长为 5～8 cm，直径多为 0.3～0.8 cm。表面黄棕色至深棕色，具密生横环纹，根茎环节上多须根。质较轻，易折断，折断面不平坦，具长条状纤维，纤维性较强。体视显微镜下，根茎中上部横切面髓多中空，木质部 1～3 轮同心环排列，中下部横切面木质部呈 3～5 轮同心环状排列；纵切面中上部多中空。具芹菜香气，味微苦涩，有麻舌感（图 5）。

2.1.6 锥叶柴胡 呈长圆锥形，根头部膨大，多残留 1 个茎基，最多可达 4 个，具棕黑色至棕褐色毛刷状叶柄残基，主根较发达，不分支或少分支，长多为 5～10 cm，直径多为 0.4～0.8 cm。表面黑褐色至黑棕色，上部常见“疙瘩状”突起。木栓层



A-药材 B-横切面（B1-中上部 B2-中部 B3-下部） C-折断面 D-纵切面 E-表面特征

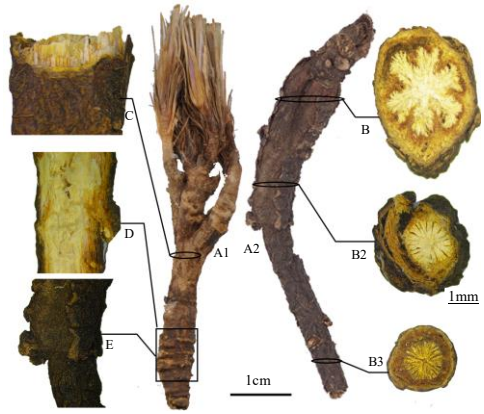
A-crude drugs B-transection (B1-above average part B2-middle B3-lower part) C-fracture surface D-longitudinal section E-surface characteristics

图 5 大叶柴胡药材性状-微性状特征图

Fig. 5 Morphological and micro-morphological characteristics of *B. longiradiatum*

较厚，易脱落。质较硬，易折断，折断面较平坦，无明显纤维性。体视显微镜下，根中上部横切面木质部放射状，形成“羽毛状花瓣”样，根中下部呈“菊花心”样；纵切面中上部木质部微弯曲、质地疏松，下部平直、紧密。略具败油气，味微甜（图 6）。

柴胡及常见混淆品的性状-微性状主要鉴别特征为入药部位是否带有根茎、根茎是否密生环节、残存茎基的数量、根头部特征、表面颜色、折断面纤维性及横切面中上部特征。北柴胡残留茎基 2～15 个，表面黑褐色至淡棕色，根中上部横切面木质部呈 3～8 轮同心环状；南柴胡根皮红棕色至棕褐色，根头部具“扫帚头”状叶柄残基；竹叶柴胡与家种北柴胡相似，表皮红棕色至黄棕色，残留茎基多为 1 个，2～3 个少见，但根中上部横切面不呈同心环状；藏柴胡横切面韧皮部具黄棕色或黑棕色环纹，木质部多呈 2 轮同心环状；锥叶柴胡中上部横切面木质部呈“羽毛状花瓣”样；大叶柴胡入药部位多为根茎，表面密生环节。性状-微性状鉴别特征具体见表 2。



A1-药材（带纤维状毛刷） A2-药材（纤维状毛刷脱落） B-根横切面（B1-中上部 B2-中部 B3-下部） C-折断面 D-纵切面 E-表面特征

A-crude drugs B-transection (B1-above average part B2-middle B3-lower part) C-fracture surface D-longitudinal section E-surface characteristics

图 6 锥叶柴胡性状-微性状特征图

Fig.6 Morphological and micro-morphological characteristics of *B. bicaule*

2.2 横切面显微鉴别

选取药材根中上部或根茎（大叶柴胡），番红固绿染色，制备永久石蜡切片，油管及油室的确认研究采用横切面结合纵切面徒手切片法。观察方法采用普通光明场与偏振光暗场对比观察法，拍摄方法采用大图影像拼接技术结合实时景深扩展成像技术，获取药材横切面显微全息彩色影像图。显微标注使用手性对标法标注（同一部位普通光、偏振光分别拍摄，偏振光图像做横向 180 度翻转，与普通光图像形成手性对称图），普通光（normal）明场下采集的图像标注为“N”，偏振光（polarization）暗场下拍摄的图像标注为“P”。

2.2.1 北柴胡根横切面 木栓细胞 6～10 列，类方形或类多角形，长约 25～75 μm，宽约 7～14 μm。皮层窄，少数油管散在。韧皮部狭窄，约占横切面 1/5，常见裂隙，油管 3～7 轮，稀疏环状排列。形成层成环。木质部宽广，约占横切面的 2/3；导管较少，单个散在或径向排列；木纤维发达，与木薄壁细胞排成断续的 3～8 轮同心环；木射线明显。木纤维和导管在偏振光下有明显偏光现象（图 7、8）。

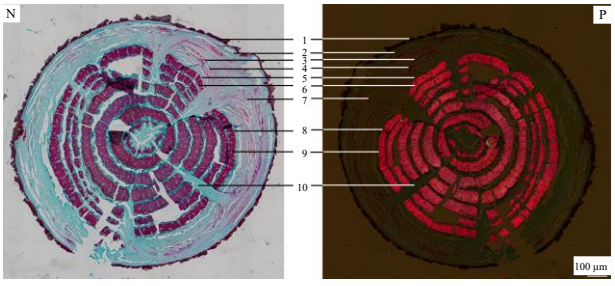
2.2.2 南柴胡根横切面 木栓细胞 8～16 列，类方形或类多角形，长 15～49 μm，宽 7～18 μm；皮层狭窄，少数油管散在。韧皮部较宽，约占横切面的 1/3，具较大油管 1～3 轮，稀疏环状排列。形成层环状。木质部约占横切面 1/2；导管众多，径向排列，次生木质部呈 2 到多歧状分支，与木薄壁细胞排列成单环状；木纤维较少，木射线宽广。导管及木纤维在偏振光下有明亮的彩色光泽（图 9～10）。

2.2.3 竹叶柴胡根横切面 木栓细胞 4～7 列，扁长方形，长 30～55 μm，宽 7～16 μm。皮层窄，少数油管散在。韧皮部较窄，约占横切面的 1/5，油管

表 2　柴胡及其混淆品性状-微性状鉴别主要特征

Table 2　Main morphological and micro-morphological characteristics of *Bupleuri Radix* and its four adulterants

药材名	形状	大小	表面特征	横切面（中上部）	折断面	气味
北柴胡	长圆锥形，根头膨大，多残留 2～15 个茎基，常见少数短纤维状叶基	长为 5～15 cm，直径多 0.3～1 cm	黑褐色至淡棕色，具纵皱纹及皮孔	木质部多呈 3～8 轮同心环	不平坦，纤维长条状	气微香，味微苦
南柴胡	长圆锥形，多残留茎基 1 个，2～3 个少见，具毛刷状叶柄残基，主根发达，少分支	长为 4～12 cm，直径约 0.2～0.6 cm	红棕色至棕褐色，近根头部多具横环纹，下部具纵皱纹	木质部呈放射状排列	较平坦，不显纤维性	败油气，味淡
竹叶柴胡	长圆锥形，多残留茎基 1 个，2～3 个少见，部分稍弯曲，主根发达	长为 5～15 cm，直径为 0.3～0.8 cm	红棕色至黄棕色，具细密纵皱纹	木质部呈放射状排列	不平坦，纤维细长条状	气微香，味淡
藏柴胡	呈长圆锥形，多残留茎基 2 个，最多可至 8 个，主根明显，下部多分枝	长为 20～30 cm，直径为 0.5～1.2 cm	黄棕色，具横长突起皮孔及纵皱纹	韧皮部具黄棕色或黑棕色环纹，木质部多呈 2 轮同心环排列	不平坦，纤维片状	气浓郁，味微辛辣
大叶柴胡	多为根茎，弯曲，多残留茎基 1～3 个，呈不规则圆柱形	长为 5～8 cm，直径为 0.3～0.8 cm	黄棕色至深棕色，具密生环节及须根	根茎髓部多中空，木质部 3～5 轮同心环排列	不平坦，纤维呈长条状	芹菜香气，味微苦涩，有麻舌感
锥叶柴胡	长圆锥形，多残留茎基 1 个，最多可至 4 个，具毛刷状叶柄残基，主根发达	长为 5～10 cm，直径为 0.4～0.8 cm	黑褐色至黑棕色，具疙瘩状凸起	木质部呈“羽毛状花瓣”样	较平坦，不显纤维性	略具败油气，味微甜

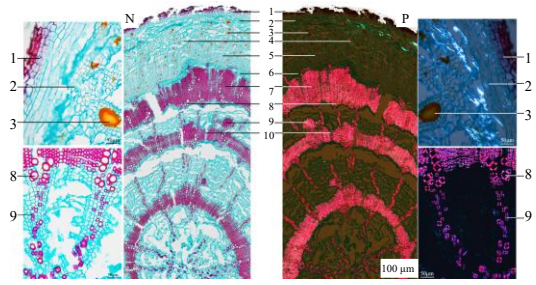


1-木栓层　2-皮层　3-油管　4-韧皮部　5-形成层　6-木质部　7-裂隙　8-木纤维　9-导管　10-木射线

1-cork　2-cortex　3-oil tube　4-phloem　5-cambium　6-xylem　7-crack　8-xylon　9-catheter　10-wood ray

图 7　北柴胡根横切面普通光与偏振光对比全息彩色显微特征影像图（×50）

Fig. 7　Microscopic characteristics of cross-section of root of *B. chinense* under normal light and polarized light (×50)



1-木栓层　2-皮层　3-油管　4-裂隙　5-韧皮部　6-形成层　7-木质部　8-导管　9-木纤维　10-木射线

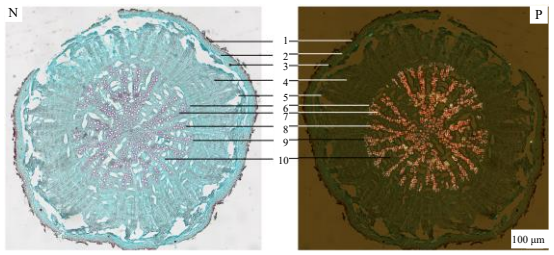
1-cork　2-cortex　3-oil tube　4-crack　5-phloem　6-cambium　7-xylem　8-catheter　9-xylon　10-wood ray

图 8　北柴胡根横切面显微局部特征普通光与偏振光对比放大彩色影像图（×100）

Fig. 8　Detailed microscopic-characteristics of the cross-section of root of *B. chinense* under normal light and polarized light (×100)

3～5 轮，稀疏环状排列。形成层环状。木质部约占横切面的 2/3；木质部内侧呈多歧状分支，导管单个散在或径向排列，径向排列，内侧木纤维不发达，外侧近形成层处木纤维发达，排列紧密，呈窄单环状，约占横切面 1/5，内侧木射线宽广。木纤维与导管高度木质化，具有强烈偏振光现象（图 11、12）。

2.2.4　藏柴胡根横切面　木栓细胞 4～8 列，类方形，长为 25～60 μm，宽为 14～20 μm。皮层较窄，少数油管散在。韧皮部较宽，约占横切面的 1/3，油管较多，5～8 轮，密集环状排列。木质部较发达，约占横切面的 1/2；导管较少，单个散在或径向排列；外侧近形成层处木纤维发达，排列紧密，呈单环状，约占横切面 2/5，内侧木射线宽

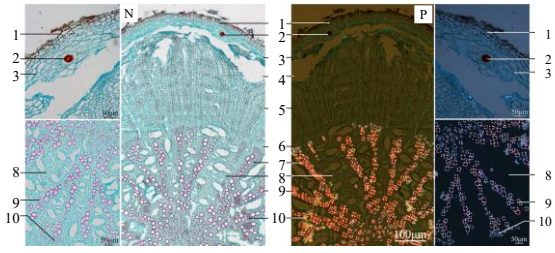


1-木栓层 2-皮层 3-油管 4-韧皮部 5-裂隙 6-形成层 7-木质部 8-导管 9-木纤维 10-木射线

1-cork 2-cortex 3-oil tube 4-crack 5-phloem 6-cambium 7-xylem 8-catheter 9-xylon 10-wood ray

图 9 南柴胡根横切面普通光与偏振光对比全息彩色显微特征影像图（×50）

Fig. 9 Microscopic characteristics of the cross-section of root of *B. scorzonerifolium* under normal light and polarized light (×50)

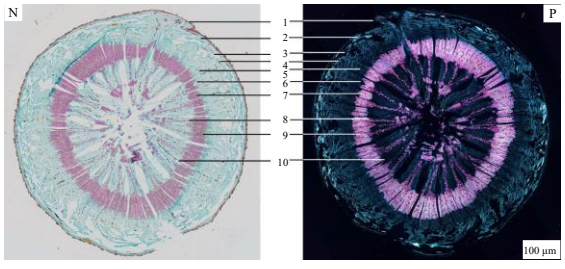


1-木栓层 2-油管 3-皮层 4-裂隙 5-韧皮部 6-形成层 7-木质部 8-木射线 9-导管 10-木纤维

1-cork 2-oil tube 3-cortex 4-crack 5-phloem 6-cambium 7-xylem 8-wood ray 9-catheter 10-xylon

图 10 南柴胡根横切面显微局部特征普通光与偏振光对比放大彩色影像图（×100）

Fig. 10 Detailed microscopic-characteristics of the cross-section of root of *B. scorzonerifolium* under normal light and polarized light (×100)

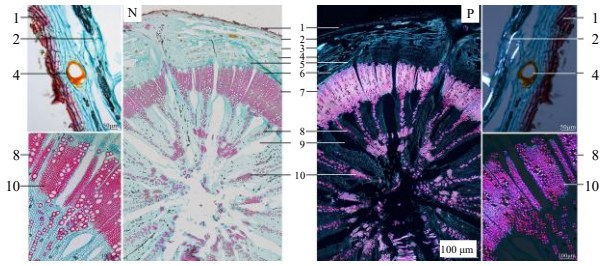


1-木栓层 2-皮层 3-裂隙 4-油管 5-韧皮部 6-形成层 7-木质部 8-导管 9-木纤维 10-木射线

1-cork 2-cortex 3-crack 4-oil tube 5-phloem 6-cambium 7-xylem 8-catheter 9-xylon 10-wood ray

图 11 竹叶柴胡根横切面普通光与偏振光对比全息彩色显微特征影像图（×50）

Fig. 11 Microscopic characteristics of the cross-section of root of *B. marginatum* under normal light and polarized light (×50)



1-木栓层 2-皮层 3-裂隙 4-油管 5-韧皮部 6-形成层 7-木质部 8-导管 9-木射线 10-木纤维

1-cork 2-cortex 3-crack 4-oil tube 5-phloem 6-cambium 7-xylem 8-catheter 9-wood ray 10-xylon

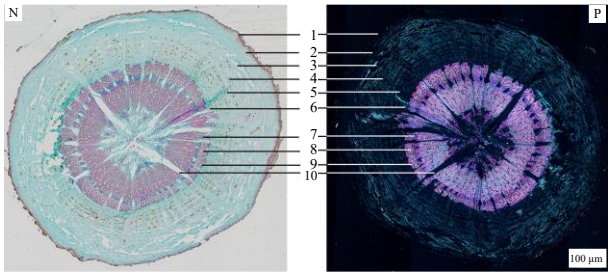
图 12 竹叶柴胡根横切面显微局部特征普通光与偏振光对比放大彩色影像图（×100）

Fig. 12 Detailed microscopic-characteristics of cross-section of root of *B. marginatum* under normal light and polarized light (×100)

广。木纤维与导管强烈木化，偏振光现象明显（图 13～14）。

2.2.5 大叶柴胡根茎横切面 木栓细胞 5～9 列，类长方形，长为 20～40 μm，宽为 10～18 μm。皮层窄，有大型油室断续环列，少数油管散在。韧皮部较宽，约占横切面 1/3，油管偶见。形成层环状。木质部发达，约占横切面 2/3；导管较少，径向排列或断续成环列；木纤维发达，与木薄壁细胞交互排列成 3～5 轮断续的同心环状；初生木射线呈辐射状；髓部外侧可见油管。木纤维和导管强烈木化，具有明显的偏振光现象（图 15、16）。

2.2.6 锥叶柴胡根横切面 木栓细胞 15～22 列，狭长方形，长为 25～67 μm，宽为 5～10 μm。皮层较窄，少数油管散在。韧皮部较窄，约占横切面

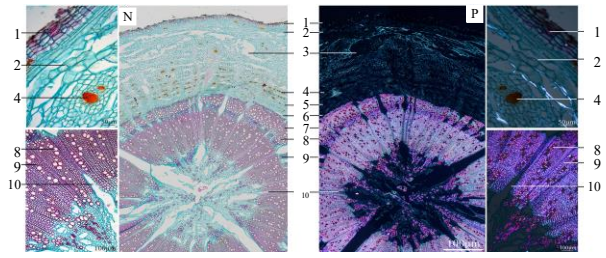


1-木栓层 2-皮层 3-裂隙 4-油管 5-韧皮部 6-形成层 7-木质部 8-导管 9-木纤维 10-木射线

1-cork 2-cortex 3-crack 4-oil tube 5-phloem 6-cambium 7-xylem 8-catheter 9-xylon 10-wood ray

图 13 藏柴胡根横切面普通光与偏振光对比全息彩色显微特征影像图（×50）

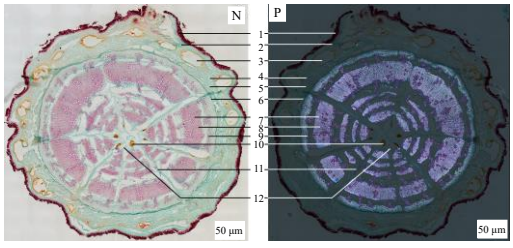
Fig. 13 Microscopic characteristics of cross-section of root of *B. marginatum* var. *stenophyllum* under normal light and polarized light (×50)



1-木栓层　2-皮层　3-裂隙　4-油管　5-韧皮部　6-形成层
7-木质部　8-导管　9-木纤维　10-木射线
1-cork　2-cortex　3-crack　4-oil tube　5-phloem　6-cambium
7-xylem　8-catheter　9-xylon　10-wood ray

图 14　藏柴胡根横切面显微局部特征普通光与偏振光对比放大彩色影像图（×100）

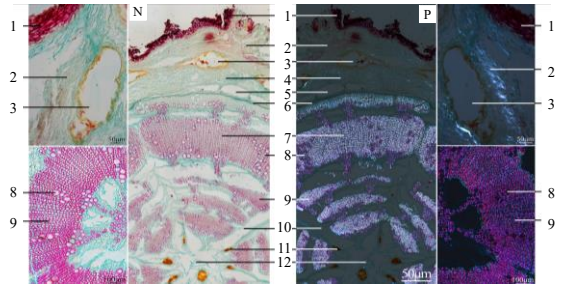
Fig. 14　Detailed microscopic-characteristics of cross-section of root of *B. marginatum* var. *stenophyllum* under normal light and polarized light (×100)



1-木栓层　2-皮层　3-油室　4-裂隙　5-韧皮部　6-形成层　7-木质部　8-木纤维　9-导管　10-油管　11-木射线　12-髓
1-cork　2-cortex　3-oil cavity　4-crack　5-phloem　6-cambium
7-xylem　8-xylon　9-catheter　10-oil tube　11-wood ray　12-pith

图 15　大叶柴胡根茎横切面普通光与偏振光对比全息彩色显微特征影像图（×50）

Fig. 15　Microscopic characteristics of cross-section of root of *B. longiradiatum* under normal light and polarized light (×50)

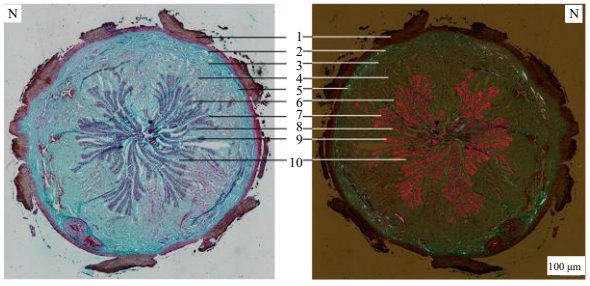


1-木栓层　2-皮层　3-油室　4-韧皮部　5-裂隙　6-形成层
7-木质部　8-导管　9-木纤维　10-木射线　11-油管　12-髓
1-cork　2-cortex　3-oil cavity　4-phloem　5-crack　6-cambium
7-xylem　8-catheter　9-xylon　10-wood ray　11-oil tube　12-pith

图 16　大叶柴胡根茎横切面显微局部特征普通光与偏振光对比放大彩色影像图（×100）

Fig. 16　Detailed microscopic-characteristics of cross-section of rhizome of *B. longiradiatum* under normal light and polarized light (×100)

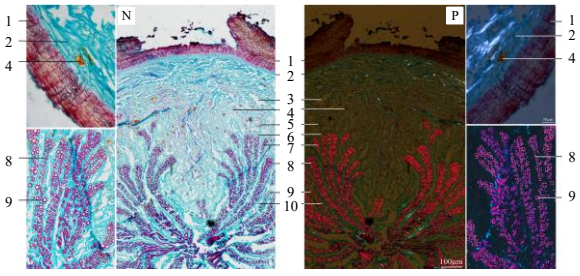
的 1/6，油管较多，散在。射线部位形成层不明显。木质部较宽，约占横切面 2/3；导管较多，多径向排列；木纤维较少；次生木射线呈多歧状分支，微弯曲，使木化的导管及木纤维构成“羽毛状花瓣”。导管及木纤维木化，偏振光现象明显（图 17、18）。



1-木栓层　2-皮层　3-裂隙　4-油管　5-韧皮部　6-形成层　7-木质部　8-木纤维　9-导管　10-木射线
1-cork　2-cortex　3-crack　4-oil tube　5-phloem　6-cambium
7-xylem　8-xylon　9-catheter　10-wood ray

图 17　锥叶柴胡根横切面普通光与偏振光对比全息彩色显微特征影像图（×50）

Fig. 17　Microscopic characteristics of cross-section of root of *B. bicaule* under normal light and polarized light (×50)



1-木栓层　2-皮层　3-裂隙　4-油管　5-韧皮部　6-形成层　7-木质部　8-木纤维　9-导管　10-木射线
1-cork　2-cortex　3-crack　4-oil tube　5-phloem　6-cambium
7-xylem　8-xylon　9-catheter　10-wood ray

图 18　锥叶柴胡根横切面显微局部特征普通光与偏振光对比放大彩色影像图（×100）

Fig. 18　Detailed microscopic-characteristics of cross-section of root of *B. bicaule* under normal light and polarized light (×100)

柴胡及常见混淆品的横切面显微主要鉴别特征为木纤维、导管、油管的数量与分布规律及是否存在大型油室。北柴胡木纤维发达，与木薄壁细胞成 3～8 轮同心环；南柴胡导管较多，径向排列，次生木质部呈 2 到多歧状分支，与木薄壁细胞排列成单环状；竹叶柴胡根横切面木纤维发达，排列紧密，呈窄单环状，约占横切面 1/5。藏柴胡木纤维束环较宽，约占木质部约 2/3；大叶柴胡根茎横切

面皮层有大型油室环列，韧皮部油管少见，髓部具数个油管；锥叶柴胡根横切面导管众多，径向排列，外侧多歧状分支，稍弯曲，呈“羽毛状花瓣”样。横切面显微鉴别特征具体见表 3。

表 3 柴胡及其混淆品横切面显微主要鉴别特征

Table 3 Main microscopic characteristics of cross-section of *Bupleurum Radix* and its four adulterants

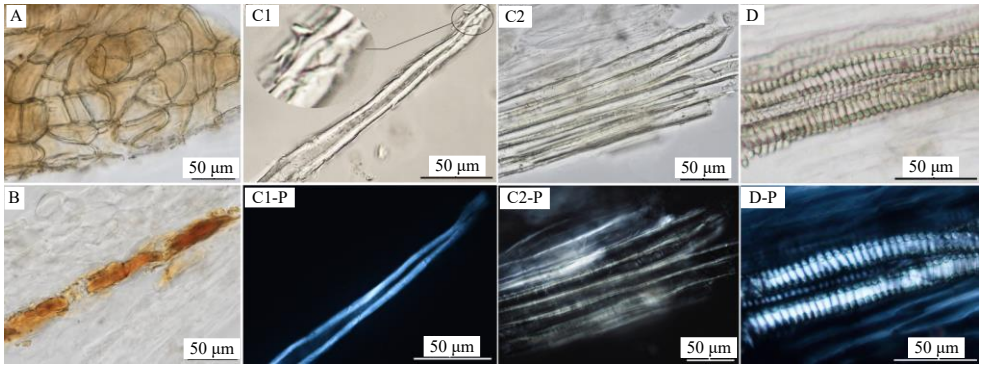
中药	木栓细胞/列	皮层	韧皮部油管	导管	纤维
北柴胡	6～10	少数油管散在	3～7 轮，稀疏环状排列	导管较少，单个散在或径向排列	发达，与木薄壁细胞成 3～8 轮同心环
南柴胡	8～16	少数油管散在	1～3 轮，稀疏环状排列	数量众多，径向排列，次生木质部呈 2 到多歧状分支，与木薄壁细胞排列成单环状	木纤维较少
竹叶柴胡	4～7	少数油管散在	3～5 轮，稀疏环状排列	导管较少，单个散在或径向排列	较发达，排列成单环
藏柴胡	4～8	少数油管散在	5～8 轮，密集环状排列	导管较少，单个散在或径向排列	极发达，排列成单环
大叶柴胡	5～9	大型油室环列，稀少，散在少数油管散在		导管较少，径向排列或断续成环列	发达，与木薄壁细胞成多 3～5 轮断续同心环
锥叶柴胡	15～22	少数油管散在	较多，散在	导管多，径向排列，外侧多歧状分支，呈“羽毛状花瓣”样	木纤维较少

2.3 粉末显微鉴别

按照《中国药典》2020 年版四部通则 2001 显微鉴别法项下粉末制片法制片。其特定部位粉末显微鉴别特征的归属采用定位徒手刮取药材粉末取材法取样；油管及油室的确认研究采用横切面结合纵切面徒手定位取材法取样；木质部纤维及导管特征研究利用 5%氢氧化钾溶液进行组织解离后制片观察。取适量粉末置于载玻片上，水合氯醛加热透化，滴加稀甘油，盖上盖玻片，置于偏振光显微镜下，在普通光明场和偏振光暗场下对比观察，采用大图影像拼接法结合实时景深扩展成像技术获取药材粉末全息彩色影像数据。

2.3.1 北柴胡 粉末黄棕色。木栓细胞无色或红褐色，类长方形或多角形，长为 30～60 μm，宽为 10～20 μm。木纤维较多，长梭形，末端渐尖，直径为 8～20 μm，壁厚为 2～8 μm，成束或散在，木化，初生壁破碎成短须状，纹孔稀疏，层纹不明显。导管较少，多为网纹及螺纹导管。油管碎片长条形，较多，内含黄褐色分泌物（图 19）。

2.3.2 南柴胡 粉末红棕色。木栓细胞无色或红褐色，类长方形，长为 30～50 μm，宽为 8～30 μm。木纤维长梭形，末端渐尖或钝圆，直径为 8～20 μm，壁厚为 2～8 μm，成束或散在，微木化，具孔沟，表面有稀疏螺状或双螺状裂缝。叶基



A-木栓细胞 B-油管 C-木纤维 D-导管

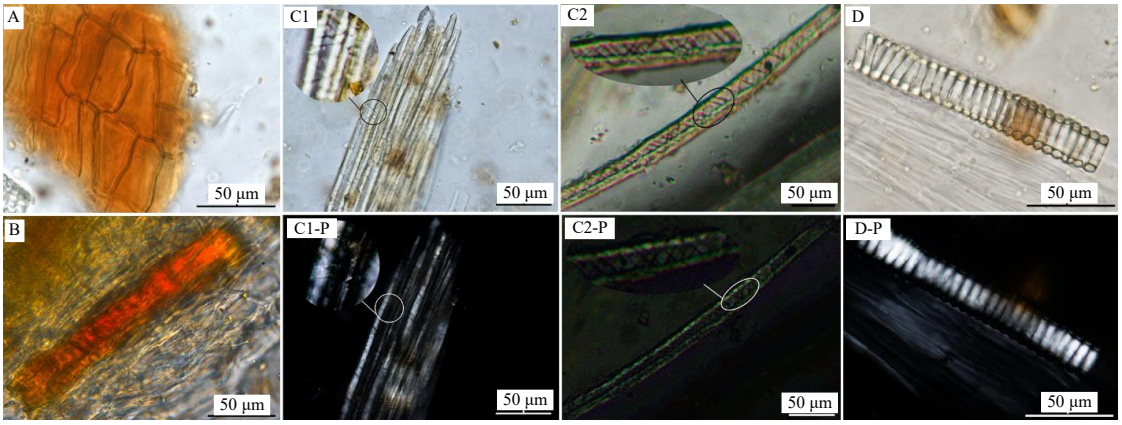
A-cork cell B-oil tube C-xylon D-catheter

图 19 北柴胡粉末显微特征图（×400；P-偏振光）

Fig. 19 Main powder characteristics of *B. chinense* (×400; P-polarized light)

部纤维长梭形，末端渐尖或钝圆，较宽，直径为 15～50 μm，壁厚为 3～10 μm，淡黄色，表面具紧密的螺状交错裂缝。导管碎片多见，为螺纹及网纹导管。油管碎片长条形，较少，内含红褐色或淡黄色分泌物（图 20）。

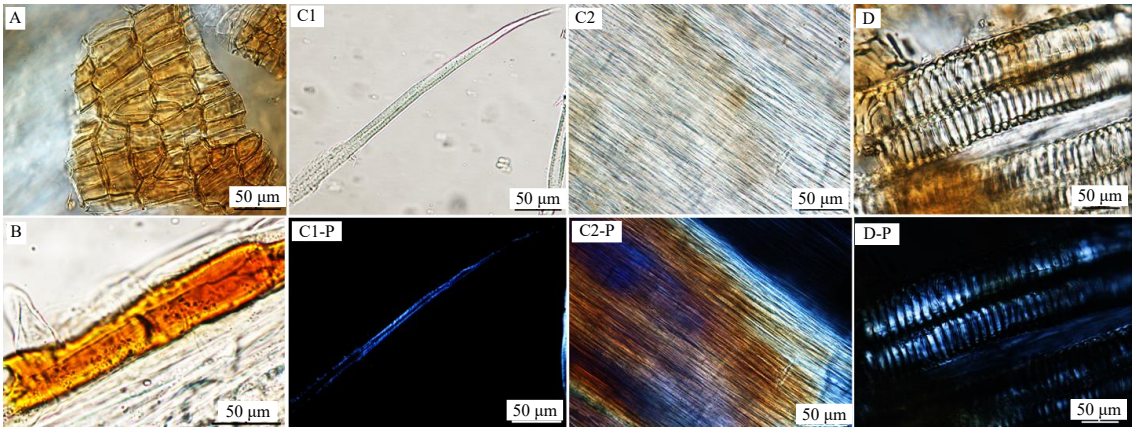
2.3.3　竹叶柴胡　粉末黄白色。木栓细胞黄褐色，类长方形或多角形，壁稍厚，长为 30～60 μm，宽为 20～30 μm。木纤维较多，长梭形，末端尖细，边缘光滑，直径为 7～20 μm，壁厚为 3～10 μm，成束或散在，木化，可见孔沟，层纹不明显。导管较少，多为螺纹型，偶见网纹。油管碎片长条形，较多，内含黄褐色分泌物（图 21）。



A-木栓细胞　B-油管　C1-木纤维　C2-叶基部纤维　D-导管
A-cork cell　B-oil tube　C-xylon　C2-leaf base fiber　D-catheter

图 20　南柴胡粉末显微特征图（×400；P-偏振光）

Fig. 20　Main powder characteristics of *B. scorzonerifolium* (×400; P- polarized light)



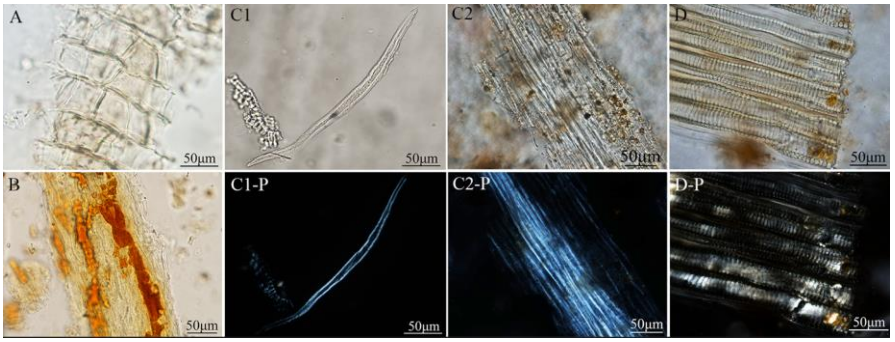
A-木栓细胞　B-油管　C-木纤维　D-导管
A-cork cell　B-oil tube　C-xylon　D-catheter

图 21　竹叶柴胡粉末显微特征图（×400；P-偏振光）

Fig. 21　Main powder characteristics of *B. marginatum* (×400; P-polarized light)

2.3.4　藏柴胡　粉末黄褐色。木栓细胞黄褐色，类长方形或多角形，壁稍厚，长为 30～60 μm，宽为 20～30 μm。木纤维较多，长梭形，边缘光滑，末端渐尖，直径为 7～20 μm，壁厚为 3～10 μm，成束或散在，木化，可见孔沟。导管较少，多为螺纹和网纹导管。油管碎片呈断续长条形，较多，内含黄褐色分泌物（图 22）。

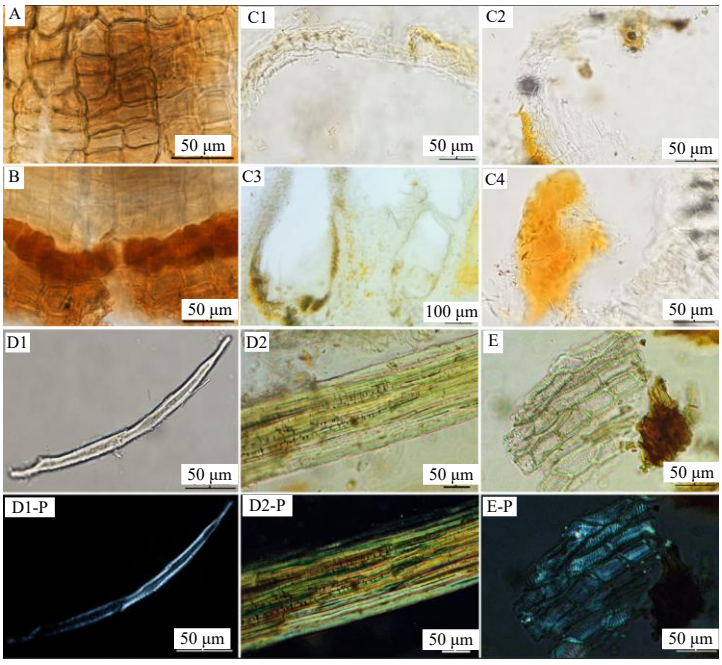
2.3.5　大叶柴胡　粉末黄褐色。木栓细胞黄褐色，类方形，长为 25～40 μm，宽为 15～30 μm。木纤维较多，长梭形，两端急尖或斜尖状，直径为 7～18 μm，壁厚为 3～6 μm，成束或散在，木化，可见孔沟。导管较少，多为网纹及螺纹导管。可见大型油室碎片及长条形油管碎片，内含黄褐色分泌物（图 23）。



A-木栓细胞 B-油管 C-木纤维 D-导管
A-cork cell B-oil tube C-xylon D-catheter

图 22 藏柴胡粉末显微特征图（×400；P-偏振光）

Fig. 22 Main powder characteristics of *B. marginatum* var. *stenophyllum* (×400; P-polarized light)



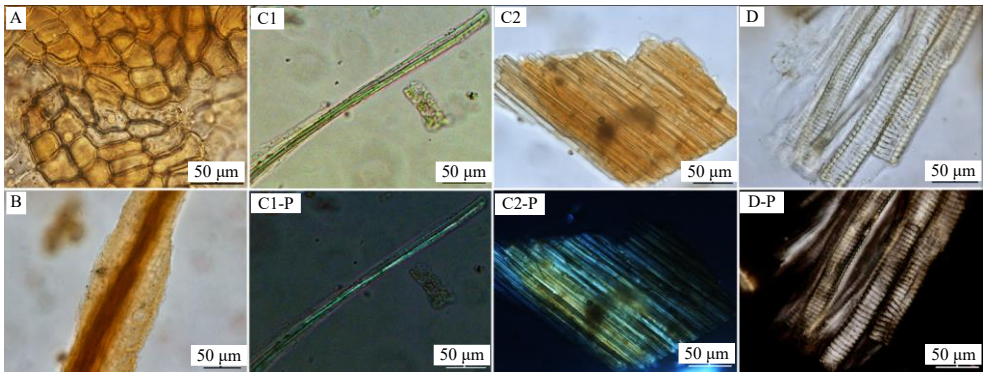
A-木栓细胞 B-油管 C-油室碎片 D-木纤维 E-导管
A-cork cell B-oil tube C-oil chamber D-xylon E-catheter

图 23 大叶柴胡粉末显微特征图（×400；P-偏振光）

Fig. 23 Main powder characteristics of *B. longiradiatum* (×400; P-polarized light)

2.3.6 锥叶柴胡 粉末黑棕色。木栓细胞黄褐色，类方形或多角形，壁稍厚，长为 30～45 μm，宽为 15～25 μm。木纤维较少，较细长条形，末端多平截，成束或散在，直径为 10～15 μm，壁厚为 3～5 μm，木化，壁稍厚，有孔沟。导管较多，多为螺纹导管，偶见网纹导管。油管碎片长条形，较多，内含深褐色至黄褐色分泌物（图 24）。

柴胡及其 4 种混淆品粉末显微鉴别主要鉴别特征异同点见表 4。粉末显微特征差异较小，主要鉴别点为为木纤维特征、油管多少及是否存在油室大型油室碎片。北柴胡，木纤维众多，长梭形，末端渐尖，初生壁破碎成短须状，油管较多。南柴胡木纤维长梭形，末端渐尖或钝圆，表面具稀疏螺状或双螺状裂缝，油管较少。竹叶柴胡木纤维末端尖细，边缘光滑，油管较多。藏柴胡木纤维长梭形，边缘光滑，末端渐尖，油管较多。大叶柴胡木纤维长梭形，末端急尖或斜尖状。锥叶柴胡木纤维细长，末端多平截，油管较多。大叶柴胡木纤维长梭形，末端渐尖或斜尖状，可见油管及大型油室碎片。粉末显微特征具体见表 4。



A-木栓细胞　B-油管　C-木纤维　D-导管

A-cork cell　B-oil tube　C-xylon　D-catheter

图 24　锥叶柴胡粉末显微特征图（×400；P-偏振光）

Fig. 24　Main powder characteristics of *B. bicaule* (×400; P-polarized light)

表 4　柴胡及其混淆品粉末显微主要鉴别特征

Table 4　Main powder characteristics of *Bupleurum Radix* and its four adulterants

名称	粉末	木栓细胞	木纤维	导管	分泌物
北柴胡	黄棕色	无色或红褐色，类长方形或多角形	长梭形，末端渐尖，初生壁破碎成短须状	多网纹型、螺纹型	油管长条形，分泌物黄褐色
南柴胡	红棕色	无色或红褐色，类长方形	长梭形，末端渐尖或钝圆，表面具稀疏螺状或双螺状裂缝	多螺纹型	油管长条形，分泌物多红褐色
竹叶柴胡	黄白色	黄褐色，类长方形或多角形	长梭形，末端尖细，边缘光滑	多螺纹型，偶见网纹型	油管长条形，分泌物多黄褐色
藏柴胡	黄褐色	黄褐色，类长方形或多角形	长梭形，边缘光滑，末端渐尖	多螺纹型、网纹型	油管长条形或不规则形，分泌物黄褐色
大叶柴胡	黄褐色	黄褐色，类方形	长梭形，末端渐尖或斜尖状	多网纹型、螺纹型	油管长条形及大型油室碎片，分泌物黄褐色
锥叶柴胡	黑棕色	黄褐色，类方形或多角形	细长条形，末端多平截	多螺纹型，偶见网纹型	油管多长条形，分泌物深褐色至黄褐色

3　讨论

本实验基于实时景深扩展-大图影像拼接技术，结合偏振光显微鉴别技术，对柴胡 2 个基原品种及其 4 种混淆品进行了系统的生药学研究。与《中国药典》2020 年版相比，性状鉴别补充研究了精细微性状鉴别特征，对柴胡药材根或根茎的上、中、下部位横切面进行对比观察，确定了柴胡药材根或根茎上部横切面组织构造最具特征性，为最佳的横切面显微研究部位。《中国药典》2020 年版等文献均未获取柴胡药材精细微性状及完整横切面显微图，存在组织切片影像碎片化问题，难以呈现完整的组织构造全貌；并且传统拍摄多单次拍摄，对于显微组织切片不平及大型组织聚焦点不同等情况，无法同时兼顾多个焦点，存在虚化、不清晰、不能聚焦整个平面的问题，从而无法良好地呈现横切面组织构造的真实状态，部分信息特征缺失。本实验微性状及横切面显微鉴别利用实时景深扩展-大图影像拼接技术首次获取了普通光下柴胡及其混淆品的完整植物组织横切面高清数码影像图及植物组织横切面显微全息彩色数码影像数据，解决了传统显微影像碎片化及无法兼顾影像清晰度和完整性的问题，完整清晰地展示了组织显微特征。其中，横切面显微鉴别还采用了普通光明场与偏振光暗场对比观察法。具有双折射性的组织，如木纤维、导管等，偏振光下，犹如黑夜里的景观灯，色彩明亮、清晰易见；不具有双折射性的组织，即单折射性的组织，如未木化的薄壁细胞，则呈现为黑色，融入黑色背景中，无法被观察到。该方法可以快速定位导管、纤维等，并快速发现其分布规律，提高了柴胡组织显微鉴定的效率并降低了鉴定难度。另外，本实验粉末显微鉴别利用定位取材法确定各部位显微鉴别特征，对于成束的纤维采用解离法制

片，更加清晰完整地观察到其细胞显微特征。本实验总结了柴胡 2 个基原品种及其 4 种混淆品性状微性状、植物组织显微横切面及粉末的主要鉴别特征。本研究结果可为中药柴胡及其常见混淆品的鉴别及《中国药典》2020 年版质量标准显微鉴别项的提升提供科学依据，为柴胡及其混淆品的研究方法提供借鉴。

目前，药材市场柴胡品种混乱现象严重。除本研究的 4 种常见混淆品外，部分地区还使用柴胡属其他植物作为地方用药或掺杂，甚至非柴胡属植物，如花生根、瞿麦根、蝇子草根等掺入柴胡饮片中[14, 20]；经调研，药材市场上北柴胡栽培品杂交现象严重，杂交种的父本及母本不清，使用传统生药学研究方法进行鉴别存在一定局限性，需要利用分子生物学技术对传统鉴别法进行有效补充研究。为保障种植柴胡基原的准确，亟需从国家层面规范柴胡的种原供应，做好种植中药的种子资源保障工作。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

[1] 顾观光辑, 杨鹏举校注. 神农本草经 [M]. 第 3 版. 北京: 学苑出版社, 2007: 144.

[2] 中国药典 [S]. 一部. 2020: 293.

[3] 徐国钧. 中药材粉末显微鉴定 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1986: 263.

[4] 孟祥才, 马礴, 杨兴旺, 等. 柴胡基源及栽培柴胡种质问题的探讨 [J]. 现代中药研究与实践, 2011, 25(2): 29-31.

[5] 黄涵签, 王潇晗, 付航, 等. 柴胡属药用植物资源研究进展 [J]. 中草药, 2017, 48(14): 2989-2996.

[6] 孙晓卉, 杨志航, 孙大宇, 等. 柴胡皂苷 A 对发热大鼠的降温作用及与 cAMP、PKA 的相关性 [J]. 中华中医药学刊, 2016, 34(10): 2534-2536.

[7] 谢炜, 陈伟军, 孟春想, 等. 柴胡皂苷 a 对难治性癫痫大鼠多药耐药蛋白 P-糖蛋白表达的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(9): 229-232.

[8] 刘云海, 陈永顺, 谢委, 等. 柴胡总皂苷抗内毒素活性研究 [J]. 中药材, 2003, 26(6): 423-425.

[9] 蒋茂明. 小柴胡汤加味治疗急性病毒性心肌炎的疗效观察 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2015, 15(35): 1.

[10] Chiang L C, Ng L T, Liu L T, *et al*. Cytotoxicity and anti-hepatitis B virus activities of saikosaponins from *Bupleurum* species [J]. *Planta Med*, 2003, 69(8): 705-709.

[11] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志（第 27 卷）[M]. 北京: 科学出版社, 1979: 215.

[12] 潘胜利. 中国药用柴胡原色图志 [M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2002: 15-18.

[13] 赵凌云. 北柴胡与竹叶柴胡的粉末显微鉴定比较 [J]. 中国处方药, 2019, 17(8): 118-119.

[14] 张朝民. 柴胡常见伪品的鉴别检验方法探析 [J]. 光明中医, 2016, 31(9): 1339-1340.

[15] 李晓军, 郭月秋, 石亚囡, 等. 商品柴胡真伪鉴别 [J]. 中药材, 2012, 35(10): 1594-1596.

[16] 杨林林, 赵钰, 韩梅, 等. 北柴胡和狭叶柴胡中黄酮类成分及其关键酶基因表达的组织差异分析 [J]. 中草药, 2019, 50(1): 188-194.

[17] 丁锤, 徐莹, 马孝熙, 等. 柴胡属 5 种易混药材的鉴别研究 [J]. 中药材, 2016, 39(9): 1975-1981.

[18] Ma Y X, Sutcharitchan C, Li X D, *et al*. Combined application of extended depth of field imaging, image stitching and polarized microscopy techniques in identification of *Spatholobus suberectus* [J]. *Chin Herb Med*, 2020, 12(4): 367-374.

[19] 汪滢, 郑希望, 田文帅, 等. 偏光显微镜在中药显微鉴定中的应用 [J]. 上海中医药大学学报, 2016, 30(1): 73-77.

[20] 吴秀玲, 赵锦卉, 王丹丹, 等. 柴胡的真伪鉴别 [J]. 中国医药指南, 2009, 7(11): 192-193.

[责任编辑 时圣明]