

# Photoshop 在微球直径测量与药材显微结构绘图上的运用探索

陈汝玲, 吴静澜\*, 张永萍, 徐剑, 温迪  
(贵州中医药大学, 贵阳 550025)

**[摘要]** **目的:** 探究 Photoshop 图像处理软件在药剂学的微球直径测量和鉴定学的药材组织结构绘图的可行性, 为中药学的微观结构测量和绘图提供一种新方法。**方法:** 应用 Photoshop(CS3 版本以上) 软件对同批次的 200 个三七总皂苷白蛋白微球直径进行测量; 应用数码显微摄影和 Photoshop 图像处理软件绘制三七(*Notoginseng Radix et Rhizoma*) 药材粉末及其 4 种常见伪品白及(*Bletillae Radix*), 高良姜(*Alpiniae Officinarum Rhizoma*), 姜黄(*Curcumae Longae Rhizoma*), 木薯(*Manihot esculenta*) 粉末的显微结构示意图并制作鉴别检索表对其进行分类鉴别。**结果:** 该批次微球直径均值为  $(30.62 \pm 4.21) \mu\text{m}$ , 直径主要分布在  $20 \sim 40 \mu\text{m}$ , 经激光粒度分析仪验证微球直径均值为  $(30.18 \pm 4.67) \mu\text{m}$ , 2 种方法比较差异无统计学意义; 三七粉末中淀粉粒众多, 无草酸钙针晶、油细胞、棕色素、石细胞, 可以通过显微鉴别三七粉末与 4 种常见伪品。**结论:** Photoshop 图像处理软件测量微球直径速度快、准确度高、简便、对测量仪器要求不高, 为快速测量微球直径提供了一条新途径。Photoshop 图像处理软件绘制显微结构示意图方便快捷、更好地反映显微组织结构的原始形态, 为显微结构的绘制提供了一种新方法。

**[关键词]** 微球; photoshop CS3 软件; 显微结构图; 三七; 白及; 高良姜; 姜黄; 木薯

**[中图分类号]** R284.2; R289; R22; R2-031 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2020)01-0163-06

**[doi]** 10.13422/j.cnki.syfx.20192412

**[网络出版地址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3495.R.20190903.1602.007.html>

**[网络出版时间]** 2019-09-03 17:09

## Application of Photoshop in Measurement of Microsphere Diameter and Microstructure Drawing of Medicinal Materials

CHEN Ru-ling, WU Jing-lan\*, ZHANG Yong-ping, XU Jian, WEN Di  
(Guizhou University of Traditional Chinese Medicine, Guiyang 550025, China)

**[Abstract]** **Objective:** To explore the feasibility of Photoshop image processing software in the microspherical diameter measurement and identification of medicinal materials, in order to provide a new method for the measurement and mapping of traditional Chinese medicine. **Method:** Photoshop (CS3 version and above) software was used to measure the diameter of 200 Notoginseng Radix et Rhizoma albumin microspheres in the same batch, digital microscopy and Photoshop image processing software was used to draw schematic diagrams of microstructures of Notoginseng Radix et Rhizoma medicinal powders and its four common pseudo-products and powders, namely *Bletillae Radix*, *Alpiniae Officinarum Rhizoma*, *Curcumae Longae Rhizoma* and *Manihot esculenta*, and make the identification table for classification and identification. **Result:** The average diameter of the microspheres was  $(30.62 \pm 4.21) \mu\text{m}$ , and the diameter was mainly distributed in  $20 \sim 40 \mu\text{m}$ . The average diameter of the

**[收稿日期]** 20190225(024)

**[基金项目]** 贵州省科技合作计划项目(黔科合 LH[2015]7280 号); 贵州省普通高等学校中药民族药(苗药)新剂型新制剂工程研究中心项目(黔教合 KY 字[2014]22 号); 贵州省中药(民族药)药剂学专业学位研究生工作站项目(黔教研合 YJSZ 字[2013]05 号); 贵州省现代民族药(苗药)协同创新中心项目(黔教合协同创新字[2013]02 号); 贵阳中医学院大学生创新创业训练计划项目(贵中医大创合字[2017]38 号); 贵州省一流专业(中药学)建设项目(黔高教发[2017]158 号)

**[第一作者]** 陈汝玲, 在读硕士, 从事药物新制剂、新技术与新剂型研究, E-mail: 1582563191@qq.com

**[通信作者]** \* 吴静澜, 硕士, 教授, 硕士生导师, 从事药物新制剂、新技术与新剂型研究, Tel: 0851-88308060, E-mail: lanawu1073@163.com

microspheres was verified by laser particle size analyzer ( $30.18 \pm 4.67$ )  $\mu\text{m}$ . The differences between the two methods were not statistically significant. There were many starch granules in *Notoginseng Radix et Rhizoma* powder, with no calcium oxalate needle, oil cell, brown pigment and stone cell. Microscopic identification could be made for *Notoginseng Radix et Rhizoma* powder and 4 common counterfeits. **Conclusion:** Photoshop image processing software measures the diameter of the microspheres with a high speed, high accuracy, simplicity, and low requirements for measuring instruments. It provides a new way to quickly measure the diameter of microspheres. Photoshop image processing software draws a schematic diagram of the microstructure, which is convenient and faster. The original morphology of the ground-reactive microstructure provides a new method for the microstructural drawing.

[**Key words**] microspheres; Photoshop CS3 software; microstructure diagram; *Notoginseng Radix et Rhizoma*; *Bletillae Radix*; *Alpiniae Officinarum Rhizoma*; *Curcumae Longae Rhizoma*; *Manihot esculenta*

微球是指药物溶解或分散在辅料中形成的微小球状实体。其粒径通常在  $0.01 \sim 300 \mu\text{m}$ 。微球的粒径大小是否均匀,直接影响着其对不同靶器官血管口径的适应性。不仅如此,微球作为一种缓控释制剂,其粒径的大小是影响药物制剂质量的重要因素。笔者在药剂学实验中需要对一种微球的直径进行测量,以检验微球粒径的大小、均匀度是否符合注射剂的要求。传统的微球直径测量方法有正切机构的微测力比较装置、显微计数法、电镜扫描法、激光粒度分析仪等<sup>[1-4]</sup>,前两种方法的操作较为复杂且精密度不高,而电镜扫描法、激光粒度分析仪成本较高,保养困难,不能满足基础实验室的需求。因此,找到一种简便、快捷的测量微球直径的方法尤其重要。故本研究选择三七总皂苷白蛋白作为研究对象,探究应用 Photoshop 软件测量微球直径的方法的可行性。

笔者在鉴定学实验中还发现 Photoshop 图像处理软件不仅可以应用于显微测量,还可以用于显微结构示意图的绘制。本研究选择三七药材粉末为研究对象,探究 Photoshop 在中药材显微鉴定中显微结构示意图的绘制方法的可行性。三七为五加科植物三七的干燥根和根茎<sup>[5]</sup>。由于三七价格较高,市场上流通和民间使用三七制成的三七粉时而有掺假销售的现象。三七粉末的伪品甚多,如白及、高良姜、姜黄、木薯等<sup>[6-9]</sup>均有人当作三七销售,这种掺假用药现象,不但影响了临床疗效,更为临床和民间用药安全埋下了巨大隐患。显微鉴定是常规的鉴定三七粉末真伪的方法之一,而显微结构图作为粉末显微鉴定的重要参考,其绘制的准确性十分重要。目前显微形态图的绘制多用手绘,绘制耗时长,难以真实准确地表现显微结构的形态。在现代科技发达的今天,将计算机辅助绘图技术融入单纯手工绘图中,不

仅可以降低构图的难度和缩短绘图时间,形态更贴近原图。

总的来说,利用 Photoshop 软件不仅可以在显微镜观察时辅助微球直径测量,还有助于药材显微结构图的绘制,对中药学各学科今后的科研工作有所裨益。

### 1 Photoshop CS3 测量微球直径

**1.1 材料** C2 型显微镜测微尺(网形目镜尺,上海宇隆仪器有限公司); UB102i 型光学显微镜(Biological microscope); CS3 以上版本 Photoshop 图形处理软件(Adobe 公司);数码相机(佳能株式会社,1 210 万像素)。CTL-472 型数位板(Wacom)。

三七总皂苷(PNS,西安源森生物科技有限公司,纯度 80%);牛血清白蛋白(BSA,上海鼓臣生物试剂有限公司,批号 20170712002,纯度  $\geq 98\%$ );蓖麻油(西陇化工股份有限公司,批号 20171202);乙醚(国药集团化学试剂有限公司,批号 20160224)。

所有实验中药材均由作者购买于药店(同济堂药业、德昌祥药业、一品药业),并由贵阳中医学院药学院的丁宁老师鉴定,凭证标本存放于贵阳中医学院制剂实验室。材料来源信息见表 1。

表 1 实验样品来源信息

Table 1 Source information for experimental samples

编号	名称	拉丁名	产地	购买厂家
1	三七	<i>Panax notoginseng</i>	云南	贵州同济堂药业
2	三七	<i>P. notoginseng</i>	云南	贵州德昌祥药业
3	三七	<i>P. notoginseng</i>	云南	贵州一品药业
4	白芨	<i>Bletilla rchb</i>	贵州	贵州同济堂药业
5	高良姜	<i>Alpinia officinarum</i>	广西	贵州同济堂药业
6	姜黄	<i>Curcuma longa</i>	广西	贵州同济堂药业
7	木薯	<i>Manihot esculenta</i>	贵州	贵州同济堂药业

## 1.2 方法

**1.2.1 三七总皂苷白蛋白微球的制备** 取三七总皂苷(PNS)适量(约 25 mg),溶于 1 mL 蒸馏水中,加入牛血清白蛋白使解,然后逐滴加入到 50 mL 强力搅拌的蓖麻油中,加 Span-80 2 mL,继续搅拌 5 min,超声均化,得初乳。另取蓖麻油 50 mL,加热至固化温度,搅拌下将初乳加入,恒温固化 20 min,冷却,离心,倾去上层油液,再用适量乙醚洗涤 3 次,挥去乙醚,即得三七总皂苷白蛋白微球(PNS-BSA-MS)<sup>[10]</sup>。

**1.2.2 拍摄微球图片** 先用药匙取适量制备好的三七总皂苷白蛋白微球置于载玻片上,再用少量蒸馏水用解剖针将其分散均匀,盖上盖玻片,制备好装片后将其置于目镜中装有 C2 型网形目镜尺的光学显微镜中,放大 100 倍数下观察,用数码相机对准目镜聚焦拍摄多张照片。

**1.2.3 对微球计数** 用 Photoshop CS3 软件打开预先在光学显微镜下拍摄好的微球照片,选择“分析栏”项下“记数工具”选项并打钩,放大图片,在计数模式下点击鼠标标记出 200 个微球。见图 1。

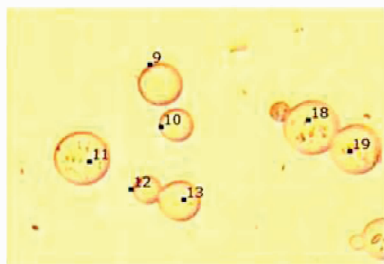


图 1 计数模式下标记出 200 个微球

Fig.1 Counting 200 microspheres in counting mode

**1.2.4 设置测量比例** 选择“分析栏”项下“标尺工具”,见图 2,在标尺工具状态下,测量 C2 型网形目镜尺 1 000 μm 的图像长度(鼠标点击目镜尺 1 000 μm 的“0”刻度的一端,再点击目镜尺 1 000 μm 的一端,通过分析栏的测量记录选项可以获取其长度值),然后在选择分析栏“设置测量比例”项下“自定”项下“像素长度对应空格”中填入测得的像素长度,(本例中像素长度为 295)下方的“逻辑长度对应空格”中填入 1 000(所测目镜尺的实际长度)确定即可。见图 3。

**1.2.5 测量** 最后对之前已计数的微球按顺序依次拖动鼠标进行测量(每个微球测量 3 次取平均值),并选择“分析栏”——“测量记录”选项并打钩,每测一个微球就点一下“记录测量”,直到统计完

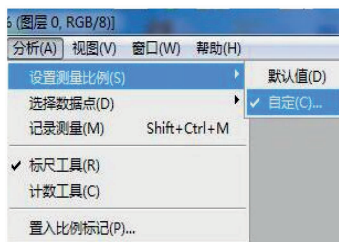


图 2 选择标尺工具

Fig.2 Select the ruler tool



图 3 输入测量比例

Fig.3 Enter the measurement scale

200 个微球的直径,见图 4。测量完成后可将数据全部选中导出为 TXT 工作簿,然后把 TXT 工作簿里的内容复制到 Excel 文档中,选取“长度”数据列,复制到新的 Excel 文档中,再通过 Excel 软件自带的函数计算出 200 个微球的平均直径和标准偏差,并绘出直径分布图,见图 5。PNS-BSA-MS 微球直径均值为  $(30.62 \pm 4.21) \mu\text{m}$ ,直径主要分布在 20 ~ 40 μm。见表 2。

比例单位	比例因子	计数	长度
0016 1... μm	0.296000	1	35.824675
0017 1... μm	0.296000	1	30.398098
0018 1... μm	0.296000	1	30.398098
0019 1... μm	0.296000	1	29.543521
0020 1... μm	0.296000	1	29.546863
0021 1... μm	0.296000	1	32.043179
0022 1... μm	0.296000	1	18.193124

图 4 依次统计 200 个微球的直径

Fig.4 Count diameter of 200 microspheres in turn

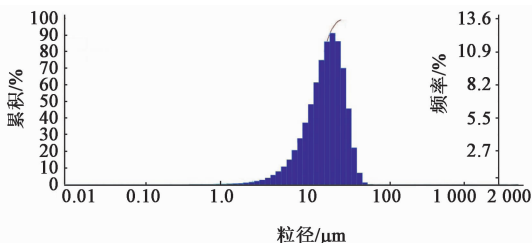


图 5 激光直径分析仪直径分布

Fig.5 Laser diameter distribution meter diameter distribution map

**1.3 验证试验** 为验证该方法的科学性,采用 OLYMPUS BX41 显微镜及激光粒度分析仪测量

表 2 PS 法测定 PNS-BSA-MS 微球直径分布

Table 2 Determination of PNS-BSA-MS Microsphere diameter distribution table by PS method

直径范围/ $\mu\text{m}$	数量/个	占比/%	直径( $\bar{x} \pm s$ )/ $\mu\text{m}$
10 ~ 20	12	6.00	14.51 $\pm$ 4.56
20 ~ 30	87	43.50	23.15 $\pm$ 4.65
30 ~ 40	82	41.00	34.34 $\pm$ 4.77
40 ~ 50	18	9.00	45.01 $\pm$ 4.68
50 ~ 60	1	0.50	50.47 $\pm$ 4.35

同一批微球粒径。

**1.3.1 OLYMPUS BX41 显微镜验证** 应用 OLYMPUS BX41 显微镜, OLYMPUS DP72 显像系统通过 DP2-BSW 软件对 200 个微球的数值进行测量, 同时对选定的 10 个微球的直径进行测量, 并与 PS 法进行对比。见表 3, 4。结果发现 2 种方法所测量的相同 10 个微球的直径数值分别为 34.80  $\pm$  6.97, 34.96  $\pm$  7.97, 非常接近, 平均标准偏差为 1.36%, 表明 2 种方法测量的结果误差在一定范围内, 没有显著性差异, 说明 Photoshop 法测量微球直径的方法有效可行。

表 3 DP2-BSW 法测定 PNS-BSA-MS 微球直径分布

Table 3 Determination of diameter distribution of PNS-BSA-MS microspheres by DP2-BSW method

直径范围/ $\mu\text{m}$	数量/个	占比/%	直径( $\bar{x} \pm s$ )/ $\mu\text{m}$
10 ~ 20	13	6.5	14.52 $\pm$ 3.26
20 ~ 30	85	42.5	14.67 $\pm$ 4.41
30 ~ 40	80	40.0	15.01 $\pm$ 4.57
40 ~ 50	20	10.0	15.24 $\pm$ 4.32
50 ~ 60	2	1.0	15.30 $\pm$ 4.15

表 4 两种方法测量相同 10 个微球直径比较

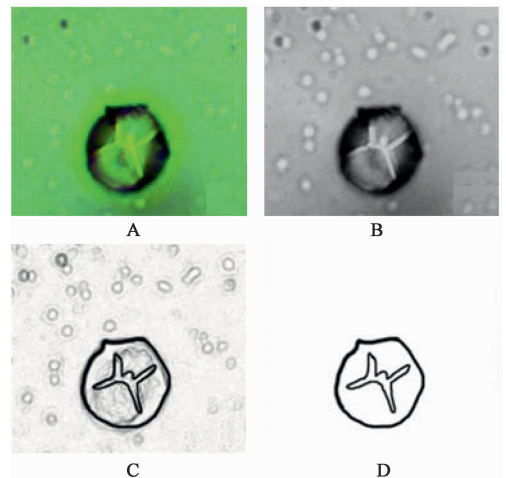
Table 4 Comparison of diameters of same 10 microspheres measured by two methods  $\mu\text{m}$

编号	Photoshop 法	DP2-BSW 法
1	36.02	38.31
2	44.23	45.99
3	22.01	22.70
4	32.85	31.78
5	34.42	32.03
6	35.35	32.07
7	42.52	45.98
8	41.54	41.12
9	26.52	24.87
10	32.54	34.75

**1.3.2 激光粒度分析仪验证** 将样品配制成一定浓度的水溶液, 加入到激光粒度分析仪样品池中, 当光学浓度达到仪器最低浓度要求时, 开始检测, 得出聚合物微球直径及分布。激光粒度分析仪测出的微球平均直径为 (30.18  $\pm$  4.67)  $\mu\text{m}$ , 与 Photoshop 法所测量的数值非常接近, 两组计量数据 *t* 检验结果表明两组微球粒径差异无统计学意义, 说明 Photoshop 法测量微球直径的方法有效可行。

## 2 基于 Photoshop 图像处理软件对三七粉末显微特征图的绘制与鉴别

**2.1 方法** 粉末鉴别按照 2015 年版《中国药典》的取样方法<sup>[11]</sup>, 将采集的 7 份样品分别打粉过 6 号筛。取少量粉末, 稀甘油装片, 中性树胶封片。将制作的装片置装有测微尺的光学显微镜下进行观察、拍照和描述。将显微图片用 Photoshop 软件打开, 选取要绘制的显微结构, 见图 6A, “图像  $\rightarrow$  调整  $\rightarrow$  去色”, 见图 6B, “滤镜  $\rightarrow$  风格化  $\rightarrow$  查找边缘” 功能对图片进行调整, 新建图层用 Wacom CTL-472 数位板手绘, 见图 6C, 最后新建白色背景图层即可。将所有绘好的显微特征图复制在新建的空白图层并制版, 见图 6D。



A. 原图; B. 去色图; C. 描摹图; D. 成图

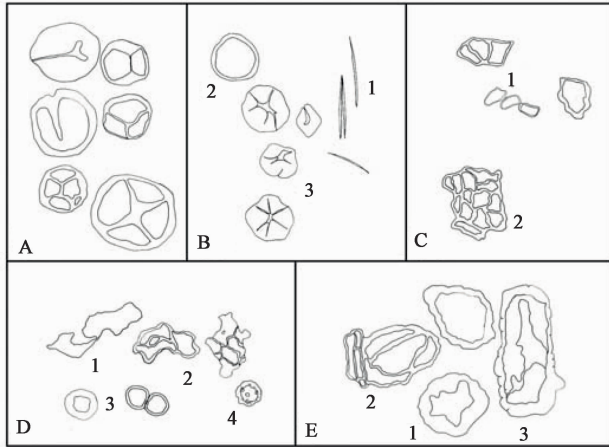
图 6 Photoshop 绘图步骤

Fig. 6 Photoshop drawing steps

## 2.2 三七与其他 4 种伪品粉末显微特征描述

**2.2.1 三七** 本品粉末成灰黄色。淀粉粒多呈圆形、类圆形、半圆形、圆多角形单粒, 脐点短缝状或三叉状、十字状, 偏于一端或位于中部, 层纹明显或隐约可见。见图 7, 8。

**2.2.2 白及** 本品粉末成淡黄白色。含糊化淀粉粒的薄壁细胞多呈不规则碎块, 偶见未糊化淀粉粒。黏液细胞甚大, 类圆形或椭圆形, 草酸钙针晶散在。



A. 三七(淀粉粒);B. 白及(1. 草酸钙针晶,2. 黏液细胞,3. 淀粉粒);  
C. 高良姜(1. 淀粉粒,2. 薄壁组织);D. 姜黄(1. 淀粉粒,2. 棕色色素,  
3. 油细胞,4. 薄壁组织);E. 木薯(1. 淀粉粒,2. 薄壁组织,3. 石细胞);图 8 同

图 7 三七及其 4 种常见伪品药材显微典型特征形态

Fig. 7 Typical morphological features of *Panax notoginseng* and 4 common counterfeit medicinal materials

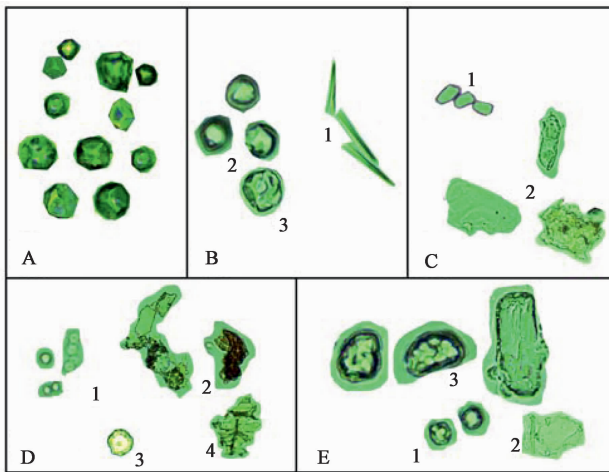


图 8 三七及其 4 种常见伪品药材显微典型特征照片

Fig. 8 Typical microscopic features of *Panax notoginseng* and 4 common counterfeit medicinal materials

见图 7,8。

**2.2.3 高良姜** 本品粉末呈棕色。淀粉粒肾形、长椭圆形、长卵形,脐点点状、短缝状或三叉状,偏于一端或位于中部,层纹不明显或隐约可见。见图 7,8。

**2.2.4 姜黄** 本品粉末呈金色,淀粉粒呈类圆形少见,少见油细胞及红棕色色素。见图 7,8。

**2.2.5 木薯** 本品粉末呈灰黄色,淀粉粒呈类圆形多见,多见石细胞散在。见图 7,8。

### 3 结论与讨论

Photoshop 主要处理以像素所构成的数字图像,可以有效地进行图片编辑工作。随着版本不断地更

新,Photoshop 扩展的功能也越来越强大,不仅在设计、绘图、制图等领域上得到了广泛的运用,在农业、医学、鉴定、刑侦等领域也获得了越来越多的关注<sup>[12-17]</sup>。本实验采用光学显微镜结合数码拍摄,再应用 Photoshop CS3 以上版本的计数工具和标尺工具对三七总皂苷白蛋白微球(PNS-BSA-MS)的直径进行测量。此外,应用 Photoshop CS3 软件绘制三七及其 4 种常见伪品的显微特征结构示意图,有利于还原该组织结构的真实形态。

测微球直径中正切机构式的微测力比较装置测量球径有测量范围大、分辨力高、调校方法简单易掌握的特点,但此方法的测量精度易受周围环境(如震动,温度,尤其是气流抖动)的影响,对操作者的要求较高,目前这种方法,基本已经不再使用。显微计数法操作比较虽然比较简单,但因微球的数目过多,而且人眼疲劳容易造成漏数、错数、数混等情况,不适合一次性测量大批次微球的直径。电镜扫描法相对前两种方法来说快速简便,准确度也高,但因扫描电子显微镜耗材价格较贵,且仪器保养要求较高,不适合做工艺考察多批量测量微球直径,故应用并不广泛。还有一种激光粒度分析法应用较多,但有时检测后会出现多种波峰状态,部分粒度分布图中出现了双峰、多峰、宽峰等现象,检测结果差异大,给微球真实直径的判断造成困扰,且一旦样品池被污染,清洁非常麻烦。本文利用 Photoshop 软件标尺工具结合物镜测微尺测量微球直径的方法快速简便,且对设备要求不高,能满足基础实验室的需要,该方法不仅对微球的直径测量提供了一种行之有效的新方法,还可以举一反三运用到其他显微测量当中。适用于微球制备工艺优选等需要测量多批微球直径的实验,对微球直径测量可以提供一定的参考。

传统的显微形态绘图方法主要依靠徒手临摹草图及在硫酸纸上描摹,这种方法不仅费时费力,而且要具备较好的美术功底,因而绘制显微形态图对中药鉴定学工作者来说常是一件十分棘手的工作<sup>[18]</sup>。通过 Photoshop 绘制显微照片在一定程度上可以取代手绘显微形态墨线图,具有简便、快捷、形态逼真等特点<sup>[19]</sup>。本实验运用 Photoshop 软件绘制显微特征图能够使绘制的显微特征图形态相比传统手绘更贴近真实形态。

总之,随着 Photoshop 软件的深度开发和数码科技迅猛发展,其应用范围也越来越广泛,笔者将其应用在药学研究领域,既节约了研究成本、又提高了研究效率,为微球、微囊、脂质体等微小球体的粒径

测量、为粉末显微结构示意图的绘制上提供了新的参考。

[参考文献]

[1] 陈祝. 一种微球球径测量的新方法[J]. 计测技术, 2006(4):32-34.

[2] Gallo J M, Hung C T, Perrier D G. Analysis of albumin microsphere preparation[J]. Int J Pharm, 1984, 22(1): 63-74.

[3] 孙瑞雪, 史京京, 郭燕川, 等. 明胶微球粒径影响因素的研究[J]. 明胶科学与技术, 2008, 28(3):119-124.

[4] 万华, 朱趁安, 叶智, 等. 聚合物微球粒径检测方法的研究[J]. 石油化工应用, 2015, 34(10):93-95.

[5] 蔚玲, 袁慕晖, 苗俊萍. 一种三七伪品的鉴定[J]. 山西医科大学学报, 1999(s1):31-32.

[6] 付素珍, 李勉, 黄新华. 三七伪品的鉴别[C]//中国中医药学会建会 20 周年学术年会专辑(下), 北京: 出版社不详, 1999:581-582.

[7] 曹晖, 刘玉萍, 伏见裕利, 等. 三七及其伪品的 DNA 测序鉴别[J]. 中药材, 2001, 24(6):398-402.

[8] 张延莹, 张金巍, 刘岩. 近红外光谱技术鉴别三七及其伪品[J]. 中药材, 2010, 33(3):364-366.

[9] 张治军, 饶伟文. 三七及其伪品的近红外光谱鉴别法[J]. 中国药房, 2009, 20(30):2367-2369.

[10] 吴静澜, 陈红汝, 陈白霜, 等. 三七总皂苷白蛋白微球的制备工艺[J]. 中国实验方剂学杂志, 2011, 17(19):17-20.

[11] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 四部[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015:204.

[12] 杨旭, 杨敏生, 杨艳丽, 等. Photoshop 在体系优化中的应用[J]. 分子植物育种, 2013, 11(2):281-285.

[13] 崔华威, 杨艳丽, 黎敬涛, 等. 一种基于 Photoshop 的叶片相对病斑面积快速测定方法[J]. 安徽农业科学, 2009, 37(22):10760-10762.

[14] 周羽翔, 卢光荣, 蔡振寨, 等. Photoshop 软件联合超声内镜在胃间质瘤不同侵袭危险性分级中的应用[J]. 中国内镜杂志, 2016, 22(8):20-24.

[15] 王飞, 陶惠人, 刘志斌, 等. Photoshop CS 16.0 软件辅助下截骨设计在强直性脊柱炎后凸畸形矫正中的应用[J]. 中国修复重建外科杂志, 2015, 29(2):184-188.

[16] 崔俊芝, 葛斯琴. 图像处理软件 Adobe Photoshop 和 Adobe Illustrator 在昆虫绘图及图像处理中的应用[J]. 应用昆虫学报, 2012, 49(5):1406-1411.

[17] 张大治, 郭勇. 使用 Photoshop 软件快速测量物证特征[J]. 湖南公安高等专科学校学报, 2010, 22(5):121-124.

[18] 曹海燕, 周建理. 计算机辅助绘图在药用植物科学绘画中的应用[J]. 安徽中医学院学报, 2012, 31(2):59-60.

[19] 胡云飞, 鞠康, 荣百玲, 等. 不同品种进口蜈蚣的微生物性状鉴别[J]. 中国实验方剂学杂志, 2017, 23(8):39-44.

[责任编辑 顾雪竹]