

文章编号:1004-4213(2010)01-0119-5

中药吸收光谱测量系统的设计*

孟庆霞¹, 庞其昌^{1b}, 马骥², 张万祥^{1b}, 赵静^{1b,3}

(1 暨南大学 a. 物理系; b. 光电工程系, 广州 510630)

(2 南方医科大学 中医药学院, 广州 510515)

(3 华南农业大学 应用物理系, 广州 510640)

摘要:本文设计的光谱测量系统是一种在可见光波段对样品进行非接触式快速连续光谱测试的装置. 系统采用可调液晶滤光片和面阵接收器件实现光谱成像, 并对样品的透射光信息进行采集存储处理后, 得出样品的吸收光谱, 为中药材质量及药性检测提供一种方法. 待测样品只需简单的物理方法将其磨成粉末或切成薄片, 可使中药在原生态下重复进行无损检测. 实验结果表明: 在可见光波段, 该系统可以根据药材的吸收光谱曲线区分出西洋参、黄连、黄柏、延胡索、黄皮与小檗碱六种样品的种类.

关键词:光谱成像; 光谱测量; 中药检测; 图像采集; 液晶滤光器

中图分类号: TH74; O433

文献标识码: A

doi: 10.3788/gzxb20103901.0119

0 引言

中药是祖国医药宝库的重要组成部分, 以其资源丰富、疗效独特、毒副作用较小等优点受到了越来越多的关注^[1]. 但是由于绝大部分中药材和中成药缺乏被国际认可的客观和严格的检测标准及规范, 仍难以进入世界市场. 如何采用现代化科学技术对中药材和中成药进行质量标准研究, 增强其质量的可控性, 已成为当代中药领域研究的重要任务之一.

中药产业现代化的瓶颈是质量可控性不强、药材安全检测不方便, 后者是指重金属、农药、微生物、化学物质的污染, 前者虽然有以中国药典的质量标准模式和指标, 与国外的植物药药典一样, 均是模仿化学药品的质量控制模式, 选定一、二个有效成分、活性成分或指标成分进行鉴别和含量测定^[2-3]. 实际上对于中医理论指导下的中药, 尤其是复方制剂, 任何单一或几种活性成分均不能反映中医用药所体现的整体疗效, 这是中药与化学合成药品质量标准的根本区别. 所以宏观地综合分析药品成为必然的发展趋势.

本文将光谱成像技术用于中药检测, 与传统方法相比, 不仅可以对中药进行定性、定量检测, 而且可以了解其主要成分的空间分布信息. 所设计的光谱测量系统采用了液晶滤光器, 其作为分光器件^[4-6]加在图像采集设备之前. 因液晶滤光器在可见光波

段可以电控调节透过波长, 进而可获得连续光谱. 系统结合了光谱分析技术与图像分析技术, 对样品的总体信息进行分析, 得到样品在可见光波段的吸收光谱(透射光谱), 克服了只获取中药中单一或几种活性成分的局限性, 为中药材质量及药性检测提供一种方法.

1 系统设计

1.1 实验系统

测量系统由光源、液晶滤光片、透镜、CMOS 传感器、数据采集卡 and 数据处理软件组成^[7-9], 原理框图见图 1. 样品采用药材薄片或粉末薄层. 当光照射在药材样品上, 会被样品部分吸收. 穿过样品的透射光经过可调液晶滤光片、镜头、照在图像传感器 CMOS 上, 图像信息经视频采集卡被传送到电脑上储存^[10-12]并处理, 得到药材的透射光谱和灰度立体图等, 由显示器显示出结果. 其中可调液晶滤光片透过波长由电脑经控制器进行调节.

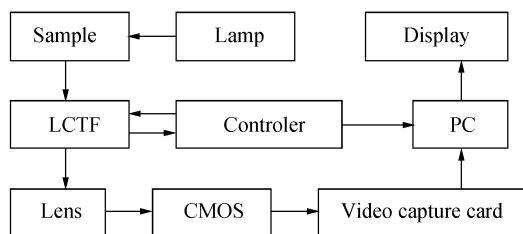


图 1 系统工作原理

Fig. 1 System working principle

系统不需机械推进装置, 有效地提高了系统的空间分辨率, 降低了系统成本, 为后续的仪器改进及

* 广东省科技计划重大专项基金(2004A10507001)资助

Tel: 020-85224389-307

Email: rosy.m@163.com

收稿日期: 2009-01-16

修回日期: 2009-03-23

产品化奠定了基础. 系统获取连续光谱时的光谱分辨率可达 0.5 nm, 为必要时进行光谱的细微比较提供了前提条件. 系统测试时, 实验光源选择的是与液晶滤光片相应的可见光波段. 因成像器件的光谱敏感范围可以从可见光到近红外, 因此更换液晶滤光片和光源后可将系统的光谱测量范围扩展到近红外.

1.2 液晶滤光片

液晶滤光片 (Liquid Crystal Tunable Filter, LCTF) 是根据液晶电控双折射效应制成的新型分光器件, 它具有光调制、偏转和滤光等功能, 是传统光谱分析技术中所用的分光器件如光栅、棱镜等所不能相比的.

LCTF 无移动部件, 孔径大, 视场角大, 并具有良好的光学特性. LCTF 空间分辨率为 $4\ 000 \times 4\ 000$, 透光光谱带宽 10 nm, 光谱分辨率可达到 0.5 nm, 光谱覆盖范围从 400~1 100 nm, 接收半角宽度为 7.5° . 滤光器经控制器连接到电脑的 USB 接口, 利用电脑供电. 它采用电控部件来选择输出波段, 具有控制简单、调制电压小、在光谱覆盖范围内连续可调等特点.

图 2 为实验设计系统中所选用液晶滤光器的响应曲线 (由厂家提供). 波长覆盖范围从 400~750 nm. 从 400~530 nm 的透过率从 0%~37% 呈线性增加, 530~670 nm 的透过率基本保持在 37%~43% 之间.

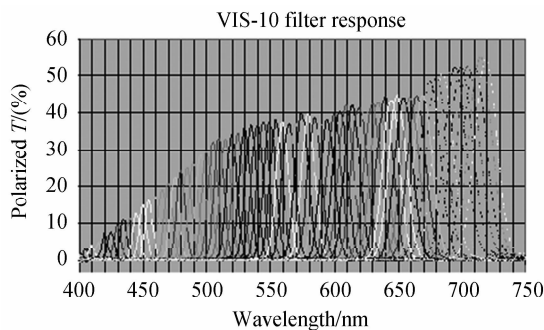


图 2 液晶滤光片响应曲线
Fig. 2 LCTF response

1.3 系统光谱性能校准

为了测试系统的光谱稳定性, 选用单色性较好、已知光谱分布的氦氖激光器和钠光灯作为测试光源. 采用前述已知响应曲线的液晶滤光器, 液晶滤光器的波长变化步长为 1 nm. 在其透光较均匀的区域对光源进行测试. 激光经扩束后照在标准版上, 钠光直接照在标准板上, 经系统图像采集处理后, 发光光谱曲线见图 3. 氦氖激光的峰值波长为 633 nm, 光谱宽度为 14 nm; 钠光的峰值波长为 590 nm, 光谱宽度为 12 nm. 这与光源标称的峰值和谱宽相符, 说明

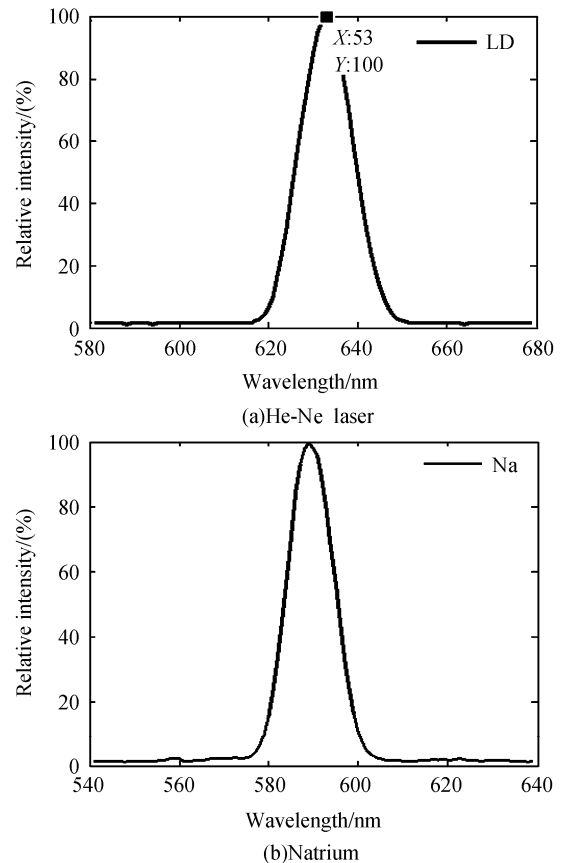


图 3 标准光源光谱

Fig. 3 The spectrum of the standard lamps

实验系统对信号为线性输出.

2 实验

实验系统中光源选用白光二极管 (LED 灯杯), 用本实验系统测得的 LED 发光光谱曲线见图 4. 液晶滤光片透光波长的调节范围是 400~720 nm, 变化间隔是 5 nm, 曝光时间 100 ms, 曝光间隔为 3 s. 以下实验样品中的中药材由南方医科大学药学专家提供. 粉末是中药材经中药打粉机打成粉状. 饮片为药材的横截面切片. 实验样品中小檗碱、黄柏、黄皮、延胡索和黄连选用粉末; 西洋参选用饮片.

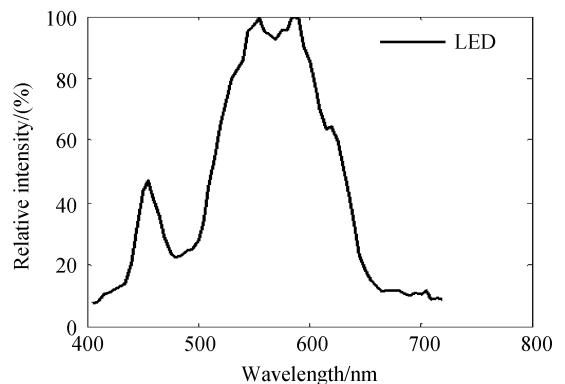


图 4 白光 LED 的发光光谱曲线

Fig. 4 The spectrum of LED

2.1 西洋参的检测

在西洋参实验中共选取了6种质量规格不同的样品(以性状鉴别、显微及理化鉴定的结果为依据),将西洋参饮片置于玻璃片上,光源置于玻璃片下方,让透过西洋参的光线经液晶滤光片和镜头后正面照射在CMOS上(暗室操作),为了方便比较,6种质量规格不同的西洋参的吸收光谱曲线都为归一化曲线(图5),由图5可看出,尽管六种西洋参的曲线不完全重合,但它们的曲线走势和特征峰都相同.主峰都在590 nm,在460 nm、555 nm、575 nm、625 nm、660 nm和700 nm处有次级峰.特别是在460 nm和590 nm比较明显,可考虑作为西洋参的参考判别依据.

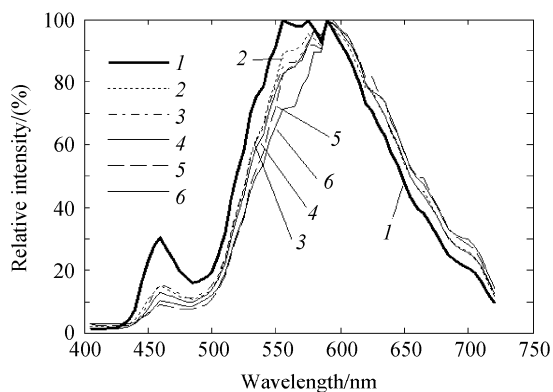


图5 六种西洋参归一化光谱曲线

Fig. 5 Six samples spectrum curves of Panax quinquefolium

2.2 西洋参、黄连、黄柏、延胡索、黄皮与小檗碱的检测

为了检验系统对不同药材的检测情况,选取中国药品生物制品检定所提供的盐酸小檗碱标准品作为参照品,与另外五种样品进行了对比实验,归一化光谱曲线见图6.图中序号7-12的样品依次是:西洋参、黄皮、延胡索、黄柏、黄连和小檗碱.可见六种样品均有明显的特征.

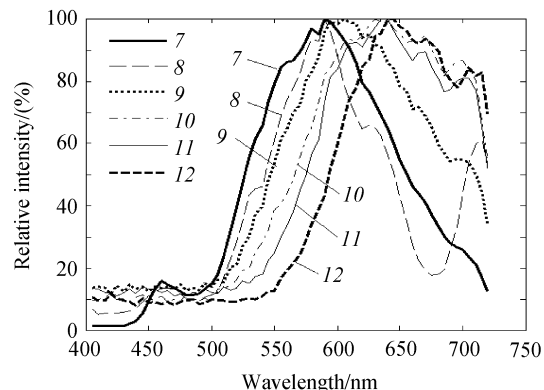


图6 六种样品的光谱曲线比较

Fig. 6 The compared spectrum curves of six kinds of traditional Chinese medicine

黄皮的主峰在590 nm,次级峰在460 nm.黄皮的显著特点是在700 nm处有一个明显透射峰,在

680 nm处有着很强的吸收峰.

延胡索的主峰在610 nm,次级峰在590 nm、625 nm、660 nm和700 nm.延胡索在460 nm处没有次级峰,证明这一波段的光源光谱完全被样品吸收.

黄连和黄柏的主要成分都是小檗碱,由图上可看出三者的主峰都在640 nm处,在675 nm和700 nm处都有次级峰.黄连与小檗碱有更多的相同之处,而黄柏的曲线上比小檗碱要多出一些次级峰,说明黄柏的成分中除了小檗碱之外,还有一些其他的主要成分.

由以上数据可以看出六种样品都有明显的特征峰,说明在400~720 nm波段实验系统可以将这六种样品区分出来.

3 结论

实验中共选择了6个品种11个样品.由图5可看出:西洋参的6个样品具有相同的主峰和次级峰,特征明显.图6中六个不同品种的样品,都具有本身独特的特征峰.实验数据说明了本文设计的光谱测量系统具有实际应用价值.

本文设计的光谱测量系统是一种在可见光波段可以对样品进行连续光谱测试的装置.系统采用可调液晶滤光片和面阵接收器件实现光谱成像,对样品的透射光信息进行采集存储处理后,得出样品的吸收光谱.吸收光谱包含了样品的总体信息,克服了只获取中药中单一或几种活性成分的局限性,为中药材质量及药性检测提供一种方法.实验中待测样品只需简单的物理方法将其磨成粉末或切成薄片,无需化学方法处理,可使中药在原生态下进行检测,测试可重复进行.系统采用非接触式测量,不仅可以进行定性、定量检测,而且可以同时给其主要成分的空间分布信息,检测过程快速、无损.

参考文献

- [1] SUN Qin, XIAO Xiao-he, JIN Cheng, *et al.* Quality control of traditional chinese medicine and appraising the mode will be pluralism[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2008, **1**: 1-4.
孙琴,肖小河,金城,等. 中药质量控制和评价模式应多元化[J]. *中药材*, 2008, **1**: 1-4.
- [2] YAO Mei-cun, YUAN Yue-mei, AI Lu, *et al.* Preliminary researching the method that the fingerprint of traditional chinese medicinal[J]. *Chinese Traditional and Herbal Drugs*, 2002, **9**: 674-676.
姚美村,袁月梅,艾路,等. 中药材指纹图谱研究的方法学初探[J]. *中药材*, 2002, **9**: 674-676.
- [3] JIANG Da-cheng, WANG Yong-sheng, WENG Li-li. Spectral indentification of traditional chinese medicine [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2006: 168-169.

- 姜大成,王永生,翁丽丽.常用中药光谱鉴定[M].北京:化学工业出版社,2006:168-169.
- [4] ZHAO Jing, ZHONG Jin-gang. Three-dimensioned shape measurement with digital projecting system [J]. *Optical Technique*, 2002, **22**(6):555-558.
赵静,钟金刚.数字投影系统在三维轮廓术中的应用[J].光学技术,2002,**22**(6):555-558.
- [5] DU Pei-sheng, GUO Jing, DONG Qian-min. Application of liquid crystal tunable filter in multispectral imager [J]. *Infrared*, 2007, **11**:4-8.
杜培胜,郭靖,董前民.液晶可调谐滤光片及其在光谱议上的应用[J].红外,2007,**11**:4-8.
- [6] HE Jie, SONG Li-tao, LUO Chong-tai, *et al.* Transmission spectrum analysis of tunable liquid crystal filter[J]. *Science Technology and Engineering*, 2007, **7**(15):3903-3905.
何杰,宋立涛,罗崇泰,等.液晶可调谐滤光片的透射光谱分析[J].科学技术与工程,2007,**7**(15):3903-3905.
- [7] SUN Bo, YANG Wei-ping, HOU De-dong, *et al.* Designing study of multi-spectral imaging system based on two CMOS [J]. *Journal of Yunnan Normal University*, 2008, **28**(2):32-36.
孙波,杨卫平,侯德东,等.基于双CMOS的多光谱成像系统设计研究[J].云南师范大学学报,2008,**28**(2):32-36.
- [8] ZHANG Yu, ZHAO Yuan, WU Xiao-min, *et al.* Advancement on multi-spectrum detecting and laser multi-spectrum detecting technology[J]. *Laser Technology*, 2007, **31**(2):189-191.
张宇,赵远,吴晓敏,等.多光谱探测与激光多光谱探测技术的进展[J].激光技术,2007,**31**(2):189-191.
- [9] FAN Shi-fu, XIAO Song-shan, ZHAO You-quan, *et al.* Spectral imaging technique and its biomedical researching applications [J]. *Modern Scientific Instruments*, 2005, **1**:60-62.
范世福,肖松山,赵友全,等.光谱成像技术及其在生物医学中的应用[J].现代科学仪器,2005,**1**:60-62.
- [10] LI Min-zan. Spectrum analysis technique and its application [M]. Beijing: Science Press, 2006:66-72.
李民赞.光谱分析技术及其应用[M].北京:科学出版社,2006:66-72.
- [11] ZHAO Yong-qiang, PAN Quan, ZHANG Hong-cai. A new spectral and panchromatic images fusion method [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2007, **36**(1):180-183.
赵永强,潘全,张洪才.一种新的全色图像与光谱图像融合方法研究[J].光子学报,2007,**36**(1):180-183.
- [12] ZHAO Jing, PANG Qi-chang, MA Ji. Design of a continuous spectrum imaging apparatus based on LCTFs [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2008, **37**(4):758-762.
赵静,庞其昌,马骥.基于液晶滤光器的连续光谱成像测试装置[J].光子学报,2008,**37**(4):758-762.

Design of the Abstractive Spectrum Measuring System on Chinese Traditional and Herbal Drugs

MENG Qing-xia^{1a,b}, PANG Qi-chang^{1b}, MA Ji², ZHANG Wan-xiang^{1b}, ZHAO Jing^{1b,3}

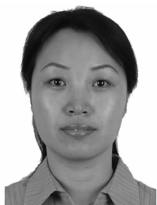
(1 a. Department of Physics; b. Department of Optoelectronic Engineering, Jinan University, Guangzhou 510630, China)

(2 College of Traditional Chinese Medicine, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China)

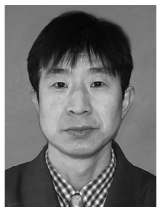
(3 Department of Applied Physics, South China Agricultural University, Guangzhou 510640, China)

Abstract: The designed imaging system is the device that measures the continuous spectrum in visible light. In the system, the liquid crystal tunable filter (LCTF) is used as the spectrum-dividing component. CMOS is used as the receiver component. The spectral resolution is 0.5 nm. We grind material into powder or chip them only. It keeps the basic shape of the crude drugs because it does not need sublimating and solvents. The experimental result shows: In visible light, this device can distinguish five traditional Chinese medicine according to absorption spectrum curve of crude drugs. The system adopts noncontact measurement, the detection procedure is fast and non-destructive.

Key words: Spectrum imaging; Spectrum measurement; Traditional chinese medicine test; Picture gathering; Liquid crystal tunable filter (LCTF)



MENG Qing-xia was born in 1967. She is working for her Ph. D. degree at Department of Optoelectronic Engineering, Jinan University. Her research interests focus on spectral images detecting, images processing, optoelectronic detecting in biology fields.



PANG Qi-chang was born in 1951. He is a professor and Ph. D supervisor at Department of Optoelectronic Engineering, Jinan University. He is engaged in optical imaging technology, nondestructive testing and diagnostic techniques, X-ray image intensifier, ultra-high vacuum to obtain and system design studies.