

# 几种花粉的傅里叶变换红外光谱研究

周继国<sup>①</sup> 刘刚 时有明 刘剑虹<sup>a</sup> 常志文<sup>b</sup>

(云南师范大学物理系 昆明市一二一大街 298 号 650092)

<sup>a</sup>(云南师范大学分析测试中心 昆明市一二一大街 298 号 650092)

<sup>b</sup>(昆明冶金高等专科学校环境与化工学院 昆明市 650033)

**摘要** 本文利用傅里叶变换红外光谱技术 (FTIR) 对 7 种植物 [ 玉兰、香水百合、天竺葵 ( 粉红, 红色)、兰花、菊花、马蹄莲 ] 花粉进行了研究。结果显示, 花粉样品的红外光谱主要由蛋白质、多糖、脂类物质的特征吸收峰组成。不同种花粉的红外光谱的差异表现为脂类物质的特征吸收峰强度的变化, 多糖特征吸收峰峰形的区别, 以及蛋白质和多糖的特征峰强度比的不同。不同颜色的天竺葵光谱差异较小, 仅脂类特征吸收峰略有差异。研究表明, 利用红外光谱建立数据库, 有可能依据花粉的傅里叶变换红外光谱鉴别植物。

**关键词** 花粉, 傅里叶变换红外光谱。

**中图分类号:** O657.33

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-8138(2008)02-0132-04

## 1 引言

花粉已在世界各国获得广泛的开发与应用, 近年来我国亦有较快的发展。很多花粉中富含蛋白质、脂肪、碳水化合物、维生素以及矿物质, 被誉为“完全营养素”、“微型营养库”, 具有提高人体免疫能力、抗衰老和抗肿瘤的功能<sup>[1,2]</sup>。花粉与细菌的大小处于同一数量级, 如何鉴别区分它们, 对防止生物恐怖主义有着重要的意义<sup>[3]</sup>。另外, 花粉的鉴别研究, 对植物分类学<sup>[4,5]</sup>、蜂蜜研究<sup>[6]</sup>、遗传进化<sup>[7]</sup>、过敏研究<sup>[8]</sup>、追踪植物历史和古生物学<sup>[9,10]</sup> 也具有重要意义。

目前对花粉的识别多采用光学显微镜、扫描电镜的方法<sup>[11,12]</sup>, 对营养价值、药理活性成分的研究则采用化学提取方法<sup>[13]</sup>。然而采用光学显微镜、扫描电镜的方法, 缺少化学信息, 不能准确反映营养价值<sup>[14,15]</sup>。常规的化学提取方法则会改变物质的化学成分, 并且操作复杂。因此, 建立一种快速有效的检测、鉴别的分析手段就显得十分必要。振动光谱技术正是满足这一需要的有力手段。

Loucks<sup>[16]</sup> 和 Ivleva<sup>[17]</sup> 等人都曾用 Raman 光谱的方法研究鉴别花粉, 由于存在很强的荧光效应, 致使某些谱带难以指认。Pappas<sup>[15]</sup> 等人用傅里叶变换红外光谱技术对 17 个属 20 种花粉样品进行了测试, 并成功研究鉴别了属于同一属的 4 种柑桔属样品, 证实 FTIR 光谱技术可以用于对花粉样品进行快速直接的定性无损分析。本文用 FTIR 方法研究了玉兰 (*Magnolia denudate*, 木兰科、木兰属)、香水百合 (*Lilium spp*, 百合科、百合属)、天竺葵 (*Pelargonium hortorum*, 牻牛儿苗科、天竺葵属)、兰花 (*Cymbidium spp*, 兰科、兰属)、菊花 (*Dendranthema morifolium*, 菊科、菊属) 马蹄莲 (*Zantedeschia aetioipica*, 天南星科、马蹄莲属), 尚未见报道。

① 联系人, 电话: (0871) 5518793(刘刚); 手机: (0) 13698791350(周继国); E-mail: g.liu66@163.com

作者简介: 周继国 (1982—), 男, 山东省聊城市人, 研究生, 主要从事生物光谱研究。

收稿日期: 2007-10-25; 接受日期: 2007-11-09

## 2 实验部分

红外光谱仪为美国 Bio-Rad 公司的 FTS-40 傅里叶变换红外光谱仪, 硅碳棒光源, MCT 探测器, 测量范围为  $400\text{--}4000\text{cm}^{-1}$ , 光谱分辨率为  $4\text{cm}^{-1}$ , 信号扫描累加 16 次。

花粉样品采自云南昆明, 将晾干的花粉放入玛瑙研钵磨细, 再加入溴化钾并碾磨均匀, 然后压片测定光谱。

## 3 结果与讨论

### 3.1 花粉的光谱特征

图 1 为 7 种花粉样品的傅里叶变换红外光谱。在  $3400\text{cm}^{-1}$  附近有一个极强且宽的吸收峰, 主要是羟基的伸缩振动吸收<sup>[18, 19]</sup>;  $2925\text{cm}^{-1}$  附近为一中等强度的尖峰, 并伴随有  $2855\text{cm}^{-1}$  的肩峰, 归属为  $\text{CH}_2$  不对称伸缩振动<sup>[18, 20]</sup>; 在羰基  $\text{C}=\text{O}$  和  $\text{C}=\text{C}$  双键振动区  $1800\text{--}1500\text{cm}^{-1}$  主要表现为: 蛋白质酰胺峰 I、酰胺峰 II 分别出现在  $1646$ 、 $1550\text{cm}^{-1}$  附近<sup>[18, 21]</sup>;  $1734\text{cm}^{-1}$  归属为脂类羰基振动吸收<sup>[20, 21]</sup>; 在  $1500\text{--}1200\text{cm}^{-1}$  主要表现出以下几个峰:  $1460$ 、 $1447$ 、 $1408$ 、 $1377$ 、 $1315$ 、 $1270$ 、 $1251\text{cm}^{-1}$ ; 在  $1200\text{--}700\text{cm}^{-1}$  的波数范围内, 出现  $1104$ 、 $1076$ 、 $1052$  和  $1021\text{cm}^{-1}$  附近的强峰, 其中  $1076$ 、 $1052\text{cm}^{-1}$  附近的双峰指认为糖苷类物质的一OH 伸缩振动和碳氧键伸缩振动<sup>[21]</sup>,  $1150$ 、 $927$ 、 $850\text{cm}^{-1}$  附近也表现出明显的吸收峰。表明了  $\alpha$  型多糖的存在<sup>[18, 22]</sup>。

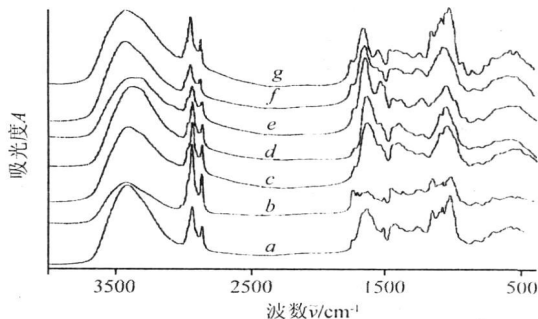


图 1 花粉的傅里叶变换红外光谱图  
a——玉兰; b——香水百合; c——天竺葵(粉红色);  
d——天竺葵(红色); e——兰花; f——菊花; g——马蹄莲。

### 3.2 7 种花粉的光谱区别

香水百合花粉的光谱(图 1, b)与其他几种样品光谱的差异是最为明显的。 $2925\text{cm}^{-1}$  为全谱最强峰, 其他花粉的  $2925\text{cm}^{-1}$  峰为中等强度峰。另外, 香水百合花粉的光谱  $2854$ 、 $1737\text{cm}^{-1}$  的脂类物质的特征吸收峰强度相对增强, 吸收峰  $1646$ 、 $1076$ 、 $1052\text{cm}^{-1}$  均表现为弱峰。玉兰(图 1, a)和马蹄莲(图 1, g)花粉的光谱强峰相似, 在  $1200\text{--}950\text{cm}^{-1}$  的光谱范围出现了由  $1150$ 、 $1076$ 、 $1021\text{cm}^{-1}$  组成的峰,  $1021\text{cm}^{-1}$  为此波段的最强峰,  $1737\text{cm}^{-1}$ 、 $1517\text{cm}^{-1}$  存在较明显的尖峰,  $927\text{cm}^{-1}$  和  $850\text{cm}^{-1}$  处表现出明显的吸收峰。玉兰和马蹄莲样品在  $1500\text{--}1200\text{cm}^{-1}$  的光谱差异较大, 玉兰的吸收峰出现在  $1516$ 、 $1429$ 、 $1278\text{cm}^{-1}$  等, 马蹄莲则表现为  $1545$ 、 $1468$ 、 $1414$ 、 $1243\text{cm}^{-1}$  等位置的吸收峰。兰花(图 1, e)、菊花(图 1, f)花粉的光谱在  $1200\text{--}950\text{cm}^{-1}$  的光谱范围表现为  $1052\text{cm}^{-1}$  的单峰, 吸收强度比  $A_{1646}/A_{1052}$  分别为  $1.255$ 、 $1.001$ , 与其他样品差异明显。不同颜色的天竺葵花粉(图 1, c. 粉色, d. 红色)光谱非常相似, 两种天竺葵花粉光谱在  $1200\text{--}950\text{cm}^{-1}$  的光谱范围则表现为  $1104\text{cm}^{-1}$  和  $1052\text{cm}^{-1}$  的双峰与其他样品明显不同; 另外, 在  $2925\text{cm}^{-1}$  处峰的相对强度不同, 吸收强度比  $A_{2925}/A_{3374}$ ,  $A_{2925}/A_{1646}$ , 粉色天竺葵花粉为  $1.041$ ,  $1.003$ , 红色天竺葵花粉为  $0.837$ ,  $0.907$ 。

## 4 结论

本研究表明, 应用 FTIR 光谱对 7 种花粉样品进行测试发现, 在以多糖峰为主的光谱区域 ( $1200\text{--}950\text{cm}^{-1}$ ) 样品光谱存在明显差异, 不同颜色的天竺葵花粉光谱均表现为  $1104\text{cm}^{-1}$  和  $1052\text{cm}^{-1}$  的双峰; 玉兰和马蹄莲花粉的光谱出现了由  $1150$ 、 $1076$ 、 $1021\text{cm}^{-1}$  组成的峰; 兰花、菊花花粉的光谱则表现为  $1052\text{cm}^{-1}$  的单峰。玉兰和马蹄莲的花粉光谱在  $1500\text{--}1200\text{cm}^{-1}$  的光谱存在差

异; 香水百合花粉光谱多糖和蛋白质的峰减弱, 脂类物质的特征吸收增强; 菊花与兰花的蛋白质和多糖的特征峰强度比有较大差别; 不同颜色的天竺葵花粉光谱差异较小。研究表明, 不同种花粉的红外光谱存在较大的差异, 而不同颜色的天竺葵光谱差异较小。表明 FTIR 光谱技术可以用于对花粉样品进行快速直接的定性无损分析, 可以利用花粉的红外光谱建立数据库, 有可能依据花粉的傅里叶变换红外光谱鉴别植物。

## 参考文献

- [1] 王开发. 花粉营养成分与花粉资源利用[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1993.
- [2] 孙蕾, 顾春丽, 房用等. 赤松和黑松花粉的营养成分测定及功能分析[J]. 山东大学学报, 2006, 41(2): 130.
- [3] Sengupta A, Brar N, Davis E J. Bioaerosol Detection and Characterization by Surface-Enhanced Raman Spectroscopy[J]. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2007, 309: 36—43.
- [4] 王玉国, 李光照, 漆小雪, 欧祖兰. 杜鹃花属植物花粉形态及其分类学意义[J]. 广西植物, 2004, 24(9): 1702.
- [5] 张元明. 中国桤柳科植物花粉形态特征聚类分析[J]. 西北植物学报, 2004, 24(9): 1702—1707.
- [6] 刘建涛, 赵利, 苏伟等. 蜂花粉生物活性物质的研究进展[J]. 食品科学, 2006, 27(12): 909—912.
- [7] 胡新生. 种子与花粉的随机迁移对植物群体遗传结构分化的影响[J]. 遗传学报, 2000, 27(4): 351—360.
- [8] 殷少军, 朱惠如, 巫善美. 季节性哮喘患者花粉过敏的临床研究[J]. 同济大学学报(医学版), 2007, 28(2): 51—53.
- [9] 王瑜, 宋长青, 孙湘君. 内蒙古中部表土花粉研究[J]. 植物学报, 1996, 38(11): 902—909.
- [10] 陈因硕, 吴玉书, 肖家仪. 昆明地区林下表土花粉研究[J]. 植物学报, 1991, 33(11): 855—862.
- [11] 李国平, 黄群策, 秦广踊. 用激光扫描共聚焦显微镜观察雪松花粉和花粉管[J]. 激光生物学报, 2006, 15(1): 1—8.
- [12] 王亚敏, 汪洪捷, 张卓勇. 松花粉的红外光谱、扫描电镜和 X 射线能谱仪分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2005, 25(11): 1797—1800.
- [13] 何余堂, 于洋, 王婷, 王玉平. 玉米花粉多糖的分离与初步纯化[J]. 食品研究与开发, 2007, 28(1): 91—93.
- [14] 韦仲新. 种子植物花粉电镜图志[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2003.
- [15] Pappas C S, Tarantilis P A, Harizanis P C, Polissiou M G. New Method for Pollen Identification by FT-IR Spectroscopy[J]. *Applied Spectroscopy*, 2003, 57(1): 23.
- [16] Laucks M L, Roll G, Schweiger G, Davis E J. Physical and Chemical (Raman) Characterization of Bioaerosols-Pollen[J]. *Journal of Aerosol Science*, 2000, 31(3): 307.
- [17] Ivleva N P, Niessner R, Panné U. Characterization and Discrimination of Pollen by Raman Microscopy[J]. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2005, 381: 261.
- [18] 吴瑾光主编. 近代傅立叶变换红外光谱技术及应用[M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1994. 1.
- [19] Schulz H, Baranska M. Identification and Quantification of Valuable Plant Substances by IR and Raman Spectroscopy[J]. *Vibrational Spectroscopy*, 2007, 43: 13—25.
- [20] Vlachos N, Skopelitis Y, Psaroudaki M, Konstantinidou V, Chatzilazarou A, Tegou E. Applications of Fourier Transform-Infrared Spectroscopy to Edible Oils[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2006, 573—574: 459—465.
- [21] 谢晶曦, 常俊标, 王绪明. 红外光谱在有机化学和药物化学中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2001.
- [22] 刘刚, 刘剑虹, 杨爱明等. 食用菌的傅里叶变换红外光谱鉴别[J]. 光谱学与光谱分析, 2004, 24(8): 941—945.

## Fourier Transform Infrared Spectroscopic Study of Pollen

ZHOU Ji-Guo LIU Gang SHI Yong-Ming LIU Jian-Hong<sup>a</sup> CHANG Zhi-Wen<sup>b</sup>

(Department of Physics, Yunnan Normal University, Kunming 650092, P. R. China)

<sup>a</sup>(Center of Analysis and Testing, Yunnan Normal University, Kunming 650092, P. R. China)

<sup>b</sup>(Kunming Metallurgy College, Faculty of Environment and Chemistry, Kunming 650033, P. R. China)

**Abstract** Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy was used to study the pollen samples of seven different plant species belonging to six different genus. The infrared spectra of pollen are mainly composed of the absorption bands of protein, polysaccharide and lipids. Remarkable differences are observed in the spectra of different genus, comparatively small differences are observed in the spectra of different color geranium. The results offer a useful information for a further study of pollen. The FTIR method, using spectra as a data bank, might classify and identify pollen and plant species belonging to the different genus.

**Key words** Pollen, Fourier Transform Infrared Spectroscopy.

## 致本期及以往各期每篇论文的联系 人 拟赠 2004 年 1-6 期《光谱实验室》1 套的通知

各有关同志:

谢谢你对本刊的支持。

《光谱实验室》2004 年 1-6 期已出版完毕,共发表论文 349 篇,涉及谱学分析各个分支学科的最新研究成果。如果你认为对你有参考价值的话,可以赠送你一套,净重~2.2kg,邮资自付(14 元,含挂号费,请用邮票支付),有意者来信告知收件人和详细地址,同时将邮票放在信中挂号寄来。

《光谱实验室》编辑部

电话:(010) 62452937, 电邮:gpsys@263.net; gpsys81@citiz.net; gpsysh@public.sti.ac.cn。

联系地址:北京市 81 信箱 66 分箱《光谱实验室》编辑部联络处 刘建林,邮编:100095。

## 致本期及以往各期每篇论文的联系 人 拟赠《光电光谱分析》1 套的通知

各有关同志:

《光电光谱分析》是我们编辑出版的 1 套丛书,共分 4 册(净重~1.7kg),主要内容如下文所述。如果你认为对你有参考价值的话,可以赠送你一套(邮资 11 元自付,含挂号费,请用邮票支付),有意者来信告知收件人和详细地址,同时将邮票放在信中挂号寄来。

《光谱实验室》编辑部

**《光电光谱分析》主要内容如下:**

本书(增刊)由周开亿主编,韦雅文、谢荣厚等为技术顾问。由《光谱实验室》编辑部编辑,已出版。1 套 4 册,16 开,共 1236 页,185 万字。

第 1 册:光电光谱分析原理,30 万字。论述了光电光谱分析的特点和应用范围、激发光源、分光系统、接收系统、计算机、定量分析方法、数据处理等。主要执笔者为南开大学翁永和教授。

第 2 册:光电光谱仪,70 万字。介绍了国产的和进口的(美、英、日、德、瑞士等国)光电光谱仪的仪器结构、特点、功能、软件、日常操作等。由各个公司提供材料,主要执笔者有长城铝业公司金海泉高级工程师、贵阳钢厂李锦光高级工程师、华山机械厂郝庚民高级工程师、天津师范大学高宝岩副教授、本溪钢铁公司张宝森、周玉臣高级工程师、大连耐酸泵厂王春德高级工程师、钢铁研究总院谢荣厚教授等。

第 3 册:光电光谱分析方法和应用,65 万字。其中有钢铁分析、有色金属分析、地质物料分析、化工环保试样分析、同位素分析等。主要执笔者由钢铁研究总院韦雅文高级工程师、本溪钢铁公司张宝森、周玉臣高级工程师、沈阳有色金属加工厂梁墨铃高级工程师、河南岩石矿物测试中心陈方伦高级工程师、北京铀矿地质研究所谭世源高级工程师、复旦大学杨之昌教授等。

第 4 册:附录. 光电光谱分析简明手册,20 万字。介绍了从事光电光谱分析常用的物理-化学常数,常用分析线波长,谱线和背景干扰状况,试样化学处理方法,计量单位的换算等。由沈阳有色金属加工厂梁墨铃高级工程师编写,中国科学院物理研究所赵玉珍研究员等审校。

本书(增刊)比较全面地总结了三十年来我国光电光谱分析工作的经验,比较集中地反映了各种高新技术和电子计算机在光谱分析中的应用,是理论与实际密切结合并兼有手册性的著作。

《光电光谱分析》1 套 4 册,价值 110 元。