

## 枯萎病对不同抗性棉花光谱特性的影响

乔红波, 简桂良, 邹亚飞, 程登发\*

(中国农业科学院植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100094)

**摘要:**在温室条件下,利用便携式高光谱仪研究不同抗病性品种在接菌后棉苗的冠层光谱特性。结果表明,冠层光谱反射率对棉花品种间的差异敏感,病情指数与光谱反射率呈负相关。对枯萎病抗性越强,则其在近红外区的反射率越大,而感病品种光谱反射率则很小;病情越轻,光谱反射率越高,而品种间两次测定的值也存在这种负相关性。病情指数和光谱反射率线性回归分析,近红外波段决定系数较高,表明该波段对病情指数比较敏感,可用来监测棉花枯萎病害。该研究对于遥感大面积监测棉花枯萎病的发生提供理论依据。

**关键词:**棉花;光谱特性;枯萎病;品种

**中图分类号:**S435.621 **文献标识码:**A

**文章编号:**1002-7807(2007)02-0155-04

## Influence of *Fusarium* wilt to Different Resistance Cultivars on Spectrum of Cotton

QIAO Hong-bo, JIAN Gui-liang, ZOU Ya-fei, CHENG Deng-fa\*

(Institute of Plant Protection, State Key Laboratory for Biology of Plant Disease and Insect Pests, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China)

**Abstract:** This article evaluated the canopy spectral characteristics of cotton cultivars with different resistance inoculated by *Fusarium oxysporum* in the greenhouse. The results showed the canopy spectrum of different resistance cotton cultivars were significantly different and there was negative correlation between DI(disease index) and the reflectance. The stronger the cultivars resistance to *Fusarium* wilt, the higher the value of reflectance, but the susceptible cultivars are contrary. The negative correlation between DI and reflectance also lied in the different cultivars. The linearity regression of DI and reflectance showed the near infrared band sensitive to DI, so we can use this band monitoring the occurrence of cotton *Fusarium* wilt. The study provide an experimental reference for the monitoring cotton *Fusarium* wilt with remote sensing.

**Key words:** cotton; spectral characteristic; *Fusarium* wilt; cultivars

棉花枯萎病(*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* Synder et Hausen)是由尖镰孢菌萎蔫专化型侵染引起的真菌性维管束病害,是棉花上重要的土传和种传病害。该病可在棉花整个生育期危害,棉花出苗后即可被侵染发病,对棉花生产危害极大。若能及时预测测报,在发病初期就进行防治,则可以降低其大面积发生的机率。遥感技术可以快速、无损、大面积地获取作物的各种

信息,从而在农业上广泛应用。国内外学者对松毛虫、稻瘟病、小麦条锈病危害、养分胁迫的光谱变化以及遥感-棉花反演模型做了探讨<sup>[1-6]</sup>。本试验利用高光谱遥感技术,对棉花枯萎病病情指数与光谱特征进行定性与定量分析。

### 1 材料和方法

#### 1.1 供试材料

本试验在中国农业科学院植保所温室进行(温度 25℃,相对湿度 70%),采用 8 个棉花品种 86-1(陆地棉)、中棉所 12 号(简称中 12,陆地棉)、C-6022-21(海岛棉)、阿什 91(海岛棉)、费尔干(陆地棉)、新库 K4102(海岛棉)、美 G-88(陆地棉)、美 B-54(陆地棉),其中 86-1 和中 12 为本研究组提供,其余 6 个品种都由中国农业科学院棉花所提供。试验采用棉花枯萎病菌 7 号小种  $Ag_{164}$  菌系。将菌系接种于 PDA 平板上活化,再转移至麦粒二级培养基上,置于 25℃ 下恒温培养 7 d,经镜检无杂菌污染备用。

### 1.2 接种方法与病情调查

将灭菌处理的土壤按土重 2% 接种枯萎菌,充分拌匀,盛放在 6 cm×9 cm 纸钵内,再将纸钵置于塑料盆中,每盆 12 钵。将棉子播在纸钵内,每钵 10 粒,每盆为 1 个重复,每个品种 3 个重复。2003 年 11 月 25 播种,12 月 22 日和 12 月 29 日两次进行病情调查,调查分级标准参照沈其益方法<sup>[7]</sup>。

### 1.3 光谱测定

光谱测定采用 ASD FieldSpec HandHeld 手持便携式高光谱分析仪,波长范围 325~1050 nm,光谱分辨率为 1.41 nm,视场角 3.5°。在枯萎病开始发生的 12 月 22 日和发病高峰的 12 月 29 日,选择晴朗无风天气在 11:00 进行光谱测定,测定时距冠层高为 1 m,每个处理重复测定 10 次。光谱数据由光谱仪传入计算机后,转换为反射率数据,采用光谱仪自带的光谱反射曲线分析软件进行数据分析处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同病情棉花冠层光谱特性分析

图 1,2 为两次测定的光谱反射率曲线。8 个供试品种两次测定结果大都在可见光波绿光区(中心波长约 560 nm)有 1 个小的峰值,但美 G-88 的 12 月 22 日和美 B-54 的 12 月 29 日调查结果在 560 nm 处没有明显的波峰,究其原因可能与美棉品种有关系。8 个供试品种中除 C-6022-21 和新库 K4102 外,各品种 12 月 22 日测定的反射率要比 12 月 29 日大,这与调查的病情指数呈负相关,即病情越轻,光谱反射率越大。

从图 1,2 中可以看出,波长范围 760~900 nm 近红外光区光谱反射率有显著的增加。680 nm 处到 760 nm 处光谱反射率增长幅度最大,12 月 22 日测定结果,86-1 的 680 nm 和 760 nm 处光谱反射率分别为 13.9% 和 89.9%,增长了 76%,美 B-54 的 680 nm 和 760 nm 处光谱反射率分别为 5.3% 和 21.8%,增长了 16.5%,可见抗病性好的品种增长的幅度更大。与病情指数对比发现,8 个供试品种两次测定的近红外光区光谱反射率,随病情加重而降低。同时,8 个供试品种从 86-1 到美 B-54 光谱反射率是依次降低,而两次调查结果都是 86-1 到美 B-54 病情指数依次升高,证实品种间光谱反射率与病情是呈负相关性。

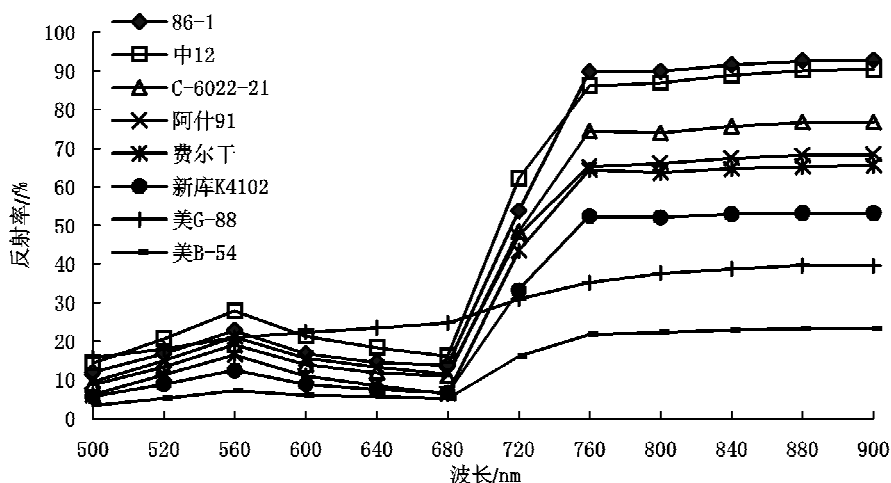


图 1 12 月 22 日不同棉花品种光谱反射率

Fig. 1 Spectra reflectance of different cotton cultivars on Dec. 22

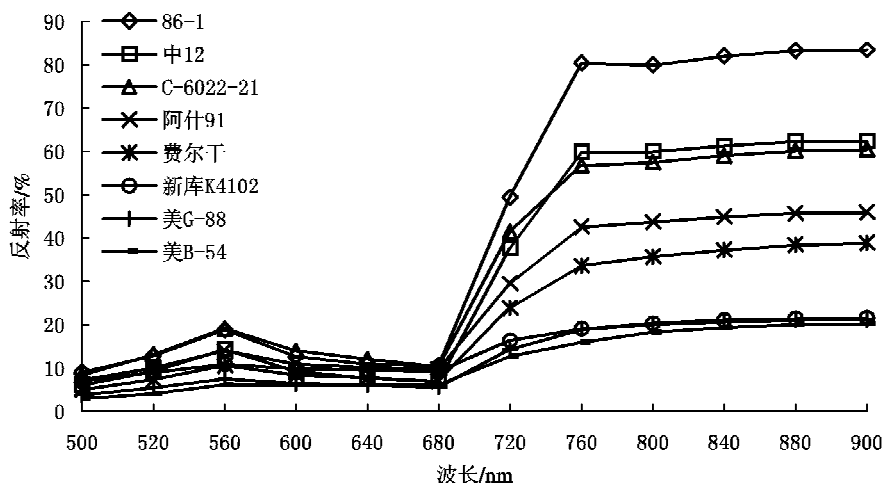


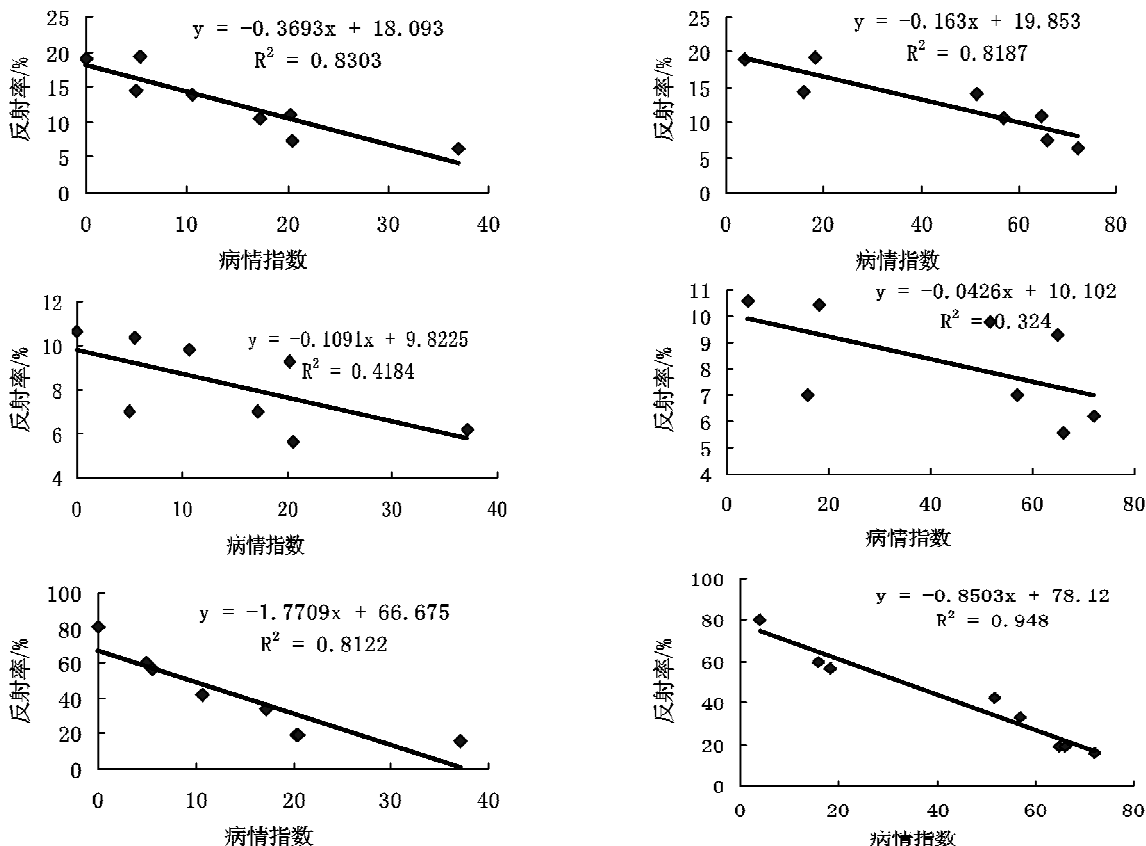
图 2 12月29日不同棉花品种光谱反射率

Fig. 2 Spectra reflectance of different cotton cultivars on Dec. 29

2.2 不同波段反射率和病情指数的模型建立

将枯萎病病情指数和其光谱各反射率进行线性回归,得到绿光、红光和近红外波段的线性回归模型,如图 3 所示。可以看出,12月22日和12月29日在各波段中绿光、近红外波段决定系数高,都达到了 0.8 以上,红光区相对较低,但从图

1,2 可以看出,枯萎病光谱反射率在近红外波段变化随病情指数变化比较一致,而可见光区的变化不如近红外区有规律性。因此从近红外波段的规律性变化可以选择将其作为棉花枯萎病监测的敏感波段。



左为 12月22日,右为 12月29日,自上而下为绿光、红光和近红外波段

图 3 绿光、红光和近红外波段反射率和病情指数回归分析

Fig. 3 Linear regressions model between disease severity and reflectance from cotton inoculated with *Fusarium* wilt at green, red and NIR bands

### 3 结论与讨论

棉花受枯萎病侵染后在光谱反射率曲线上主要表现为绿峰反射率上升,近红外反射率下降的趋势。尤其在近红外波段随着病情指数的增大,反射率逐渐下降,变化规律比较一致。对不同病情指数和各波段反射率线性回归分析结果表明,近红外波段反射率和病情指数有较高的决定系数,可以把近红外作为监测棉花枯萎病的敏感波段。黄春燕等研究结果也表明一阶微分光谱数据与棉花干物质积累量的相关系数的最高值发生在近红外波段(748 nm)<sup>[8]</sup>。

本文在温室条件下对不同品种棉花对枯萎病抗性进行了鉴定,并研究了不同病情指数下光谱反射率的变化,初步建立了光谱反射率和病情指数的回归模型,对于棉花枯萎病的早期监测提供了新的途径。下一步将研究田间条件下光谱变化规律,进一步建立完善棉花枯萎病的监测模型,为棉花枯萎病的大面积遥感监测提供理论依据和反演模型。

#### 参考文献:

- [1] CARTER G A, Dell T R, Cibula W G. Spectral reflectance characteristics and digital imagery of a pine needle blight in the southeastern United States[J]. Canada Journal of Forest Resource, 1996, 26: 402 - 407.
- [2] MALTHUS T J, Maderia A C. High resolution spectroradiometry: Spectral reflectance of field bean leaves infected by *Botrytis fabae*[J]. Remote Sensing of Environment, 1993, 45: 107-116.
- [3] 赵艳霞,秦 军,周秀骥. 遥感信息与棉花模型结合反演模型初始值和参数的方法研究[J]. 棉花学报, 2005, (5): 280-284.
- [4] 吴继友,倪 建. 松毛虫危害的光谱特征与虫害早期探测模式[J]. 遥感学报, 1995, 10(4): 250-258.
- [5] 吴曙雯,王人潮,陈晓斌,等. 稻叶瘟对水稻光谱特性的影响研究[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2001, 20(1): 73-76.
- [6] 黄木易,王纪华,黄文江,等. 冬小麦条锈病的光谱特征及遥感监测[J]. 农业工程学报, 2003, 19(6): 154-158.
- [7] 沈其益. 棉花病害基础研究与防治[M]. 北京:科学出版社, 1992.
- [8] 黄春燕,王登伟,陈冠文,等. 基于高光谱植被指数的棉花干物质积累估算模型研究[J]. 棉花学报, 2006, 18(2): 115-119. ●
- [1] CARTER G A, Dell T R, Cibula W G. Spectral re-