

# 安徽烟草赤星病菌生物学特性及致病力分化研究

杜 雷<sup>1</sup>, 张 乐<sup>1</sup>, 高智谋<sup>1</sup>, 王 革<sup>2</sup>, 张家侠<sup>1</sup>

1 安徽农业大学, 合肥市长江西路 130 号 230036; 2 云南玉溪红塔集团, 玉溪 653100

**摘 要:** 研究了安徽地区烟草赤星病菌的生物学特性和致病力分化, 结果表明, 该菌在 10~35 ℃ 条件下均能生长, 最适生长温度为 25~30 ℃, 温度低于 7 ℃ 或高于 40 ℃ 菌丝不能生长; 分生孢子致死温度是 53 ℃ 5 min 和 50 ℃ 10 min, 幼菌丝致死温度是 52 ℃ 5 min 和 49 ℃ 10 min。病菌在 pH 4.0~11.0 的范围内均能生长, 呈现双峰曲线, 即在 pH 6.0~pH 8.0 生长较快, 尤以 pH 6.0 和 pH 8.0 的条件下菌丝生长更快; 分生孢子在 pH 4.0~11.0 之间均可以萌发; 在 pH 6.0 时, 产孢量最高。在光照和黑暗交替的条件下, 有利于菌丝的生长和孢子产生。致病力测定结果表明, 不同菌株之间致病力存在显著差异, 根据接种 K326 烟草后所致病情指数的大小可供试菌株致病力划分为致病力强、中等、弱和不致病 4 种类型, 说明安徽烟草赤星病菌存在明显的致病力分化; 在不同烟区间和同一烟区内均存在不同致病力类型的菌株, 致病力类型的分布与菌株地区来源有一定的相关。

**关键词:** 烟草; 赤星病菌; 生物学特性; 致病力分化

中图分类号: S435.72 文献标识码: A 文章编号: 1004-5708(2009)01-0039-05

## Studies on biological characteristics and pathogenicity differentiation in *Alternaria alternata* in Anhui

DU Lei<sup>1</sup>, ZHANG Le<sup>1</sup>, GAO Zhi-mou<sup>1</sup>, WANG Ge<sup>2</sup>, ZHANG Jia-xia<sup>1</sup>

1 Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China;

2 Yuxi Hongta Group in Yunnan, Yuxi 653100, China

**Abstract:** The biological characteristics and pathogenicity differentiation of *Alternaria alternata* in Anhui were systematically investigated. Results showed that hyphae can grow from 10 ℃ to 35 ℃ and the optimum temperature was from 25 ℃ to 30 ℃. Temperatures of lower than 7 ℃ or higher than 40 ℃ were not fit for mycelial growth. The lethal temperature of conidia was 53 ℃ for 5 min or 50 ℃ for 10 min, while that of hyphae was 52 ℃ for 5 min or 49 ℃ for 10 min. Pathogenic fungus can grow under condition of pH 4.0~6.0, showing double peak curve, with optimum at pH 6 and pH 8.0. The optimum pH for conidial production and mycelium growth were 6.0 and 8.0, respectively. It was beneficial for mycelial growth and conidial production under the condition of alternating between illumination and darkness. Results of pathogenicity study showed that there was significant differentiation in pathogenicity of *A. alternata* strains to tobacco leaves among isolates. According to average disease indices of lesions on tobacco leaves, the pathogenicity of all isolates was classified into four categories: strong, intermediate, weak, and nonpathogenic. There were different pathogenic types of *A. alternata* isolates among different growing areas and in the same area, suggesting that the distribution of the pathogenic types of *A. alternata* isolates was related to their localities.

**Key words:** tobacco; *Alternaria alternata*; biological characteristics; pathogenicity differentiation

作者简介: 杜雷, 男, 硕士研究生, 从事真菌学研究。

高智谋(通讯作者), 男, 博士, 教授, 博导, 从事植物病原真菌学研究, E-mail: gzm@ahau.edu.cn

基金项目: 安徽省高校学科拔尖人才基金项目“烟草病害综合治理研究(200322)”和安徽农业大学与云南玉溪红塔集团合作科研项目“烟草真菌病害综合治理研究(200203)”

收稿日期: 2008-03-19

烟草赤星病是世界各烟草产区烟草生产上威胁最大的病害之一<sup>[1]</sup>, 在我国各烟区均有发生, 以黑龙江、山东、河南、安徽、湖南、广西、贵州等省区发生为害较重。一般烟田发病率为 5%~10%, 重病田可达 20% 甚至 50% 以上<sup>[2-3]</sup>。随着烟草生产技术的改进, 特别是施肥量的增加、严格规范掌握烟草采收成熟度, 相应地延长了烟株大田生长期, 因而病害的发生及其危害

程度呈上升趋势,已成为优质烟生产的重要障碍因素之一。发病烟叶品质下降,香气质差、量少,刺激性杂气增加,给生产造成严重经济损失。目前,关于烟草赤星病的发生与控制已有大量研究<sup>[4-7]</sup>,有关山东、吉林、云南、重庆等省区的烟草赤星病菌生物学特性的有一些报道<sup>[8-13]</sup>,但有关安徽烟区赤星病菌致病力分化研究至今尚未见报道。本研究对从安徽烟区采集的烟草赤星病菌菌株的生物学特性和致病力进行了研究,旨在为烟草抗赤星病育种以及烟草赤星病的综合治理提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试菌株

供试的 16 株烟草赤星病菌[*Alternaria alternata* (Fr.) Keissler] 菌株系作者 2004 ~ 2005 年从安徽省凤阳、涡阳、固镇等烟区采集表现典型赤星病症状的烟叶,采用组织分离法分离,经纯化鉴定后获得<sup>[14]</sup>。

### 1.2 供试烟草品种

供试烟草品种 K326 由安徽农业大学植物保护学院植物病理教研室提供。

### 1.3 温度对病菌生长的影响

#### 1.3.1 温度对病菌菌丝生长的影响

将直径为 7 mm 的菌碟在无菌条件下移入 PSA 培养基平板上,置于 3 °C、7 °C、10 °C、15 °C、20 °C、25 °C、30 °C、35 °C、40 °C 的恒温条件下培养,以后逐日测量菌落直径并观察菌落形态,每个处理重复 5 次。

#### 1.3.2 温度对病菌产孢量的影响

将病原菌接种到 PSA 培养基上,每个处理重复 3 次,培养 13 d 后分别用 10.0 mL 无菌水洗涤平板,制成孢子悬浮液,然后在显微镜下用血球计数板计量孢子浓度。

#### 1.3.3 分生孢子致死温度的测定

将 PDA 平板上培养 10 d 的幼菌丝和孢子分别制成幼菌丝和孢子悬浮液(浓度控制在  $1.0 \times 10^5$  cfu/mL 左右),然后取 2.0 mL 移入 7.0 mL 的离心管内,分别置于 47 °C、48 °C、49 °C、50 °C、51 °C、52 °C、53 °C 的恒温水浴锅内处理 5 min 和 10 min(处理过程中用温度计测量离心管内的温度,待其温度升至处理温度时开始计时),处理过程中要不断摇动离心管,使其受热均匀,处理完毕后移入 25 °C 的恒温培养箱内培养,处理后将菌液接种在平面培养基上,3 d 后观察孢子萌发或菌丝生长情况。以上试验均设 3 次重复。

### 1.4 pH 对病菌的影响

#### 1.4.1 pH 对病菌菌丝生长的影响

将 PSA 培养基高压灭菌后,用 0.1 mol/L HCl 和

0.1 mol/L NaOH 溶液在无菌条件下将 pH 值调节到 4、5、6、7、8、9、10、11 等 8 个酸碱度,然后再将直径为 7 mm 菌碟接种于不同 pH 值的平板中央培养,以后逐日观察并记录菌落直径。

#### 1.4.2 pH 值对病原菌产孢量的影响

在无菌条件下用灭菌 1 mol/L 的 HCl 和 NaOH 滴定灭菌 PSA 培养基,配制成不同 pH 值:4、5、6、7、8、9、10、11 的培养基,并将菌碟接种于不同 pH 值的 PSA 培养基上,置于 25 °C 恒温箱中培养,培养 13 d 后分别用 10 mL 无菌水洗涤平板,制成孢子悬浮液,然后在显微镜下用血球计数板计量孢子浓度。

#### 1.4.3 pH 值对病原菌菌丝干重的影响

将 PSA 培养基中的琼脂去除,配制成不同 pH 值的液体培养基,然后分别装入 250 mL 的烧瓶内,每瓶 100 mL,每个处理重复 3 次。灭菌后将 PSA 平板上培养 6 d 后的病菌菌碟接入到液体培养基中,于 7 d 后测其菌丝干重<sup>[14]</sup>。

### 1.5 光照对病菌生长的影响

#### 1.5.1 光照对病菌菌丝生长的影响

采用 3 种光照处理,即每日 24 h 光照;每日 12 h 光照 12 h 黑暗处理,以及 24 h 黑暗处理。培养温度是 25 °C。在无菌条件下把 7 mm 的菌碟移入 PDA 培养基中,培养 7 d 测菌落生长直径。试验重复 3 次。

#### 1.5.2 光照对病菌产孢量的影响

采用 3 种光照处理,即每日 24 h 光照;每日 12 h 光照间以 12 h 黑暗处理,以及 24 h 黑暗处理。培养温度是 25 °C。在无菌条件下把 7 mm 的菌碟移入 PDA 培养基中,培养 10 d,第 10 d 用血球计数板测其产孢量。重复 3 次。

### 1.6 致病力测定

#### 1.6.1 接种和病情调查

将供试各菌株分别在 PDA 培养基上,25 °C、光照条件下培养 5 d 后,沿菌落边缘打成直径为 6 mm 的菌饼。感病烟草品种 K326 于温室中育苗移栽,常规管理至 15 真叶展开后,用针束刺伤供试烟草的叶片,然后将菌饼挑贴于伤口处,并保湿。每菌株接种 3 株,以空白培养基块接种为对照。接种选第 3 ~ 9 真叶,每叶接种 10 ~ 12 处。接种 5 d 后检查发病情况,分别以叶片为单位统计病叶率,并按董汉松等<sup>[15]</sup>分级标准,调查发病情况,计算病情指数。

#### 1.6.2 数据分析

采用 SAS 统计软件对病情指数数据进行方差分析,多重比较采用 Duncan's 新复极差检验(LSR test),根据统计分析结果评价各菌株致病力的强弱。

## 2 结果与分析

### 2.1 温度对烟草赤星病菌生长的影响

#### 2.1.1 温度对病菌菌丝生长速率的影响

试验结果(图1)表明,不同温度对赤星病原菌菌丝生长速率的影响较大,25~30℃均适合菌丝生长,10℃以下和30℃以上菌丝生长速率明显减弱,7℃和40℃菌丝均不能正常生长。

#### 2.1.2 温度对病菌产孢量形成的影响

试验结果(图2)表明,赤星病原菌在不同的温度下的产孢量差异较大,其中20℃至30℃之间适合病菌产孢,30℃最适,15℃以下和35℃以上产孢子量明显减少,7℃和40℃病菌均不产生孢子。

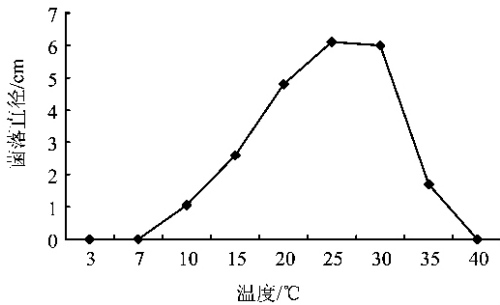


图1 温度对烟草赤星病菌菌丝生长的影响

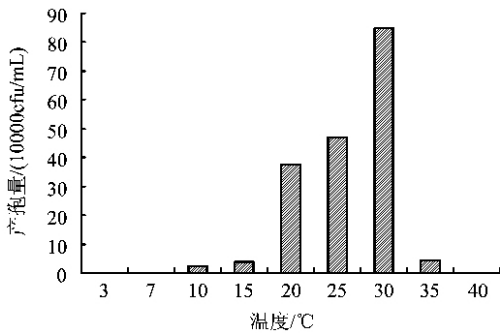


图2 温度对烟草赤星病原菌产孢量的影响

#### 2.1.3 分生孢子致死温度的测定

测定结果(表1)表明,烟草赤星病菌的分生孢子在53℃处理5min和50℃处理10min均不能在培养基上生长,可见分生孢子致死温度是53℃/5min和50℃/10min。幼菌丝在52℃处理5min和49℃处理10min均不能在培养基上生长,可见幼菌丝致死温度是52℃/5min和49℃/10min。

表1 烟草赤星病菌分生孢子和菌丝致死温度测定

温度/℃	处理时间/min	孢子萌发	菌丝生长
47	5	+	+
	10	+	+
48	5	+	+
	10	+	+
49	5	+	+
	10	+	-
50	5	+	+
	10	-	-
51	5	+	+
	10	-	-
52	5	+	-
	10	-	-
53	5	-	-
	10	-	-

注: + 表示孢子萌发或菌丝生长; - 表示孢子不萌发或菌丝不生长。

### 2.2 pH对烟草赤星病菌生长的影响

#### 2.2.1 pH对病菌菌丝生长的影响

如图3所示,赤星病原菌在pH 4.0~11.0之间均能够生长,并呈现双峰曲线,即在中性偏酸或中性偏碱的环境条件下均有利病菌菌丝生长,但在中性偏碱的条件下要比中性偏酸的条件下菌丝生长的更好。

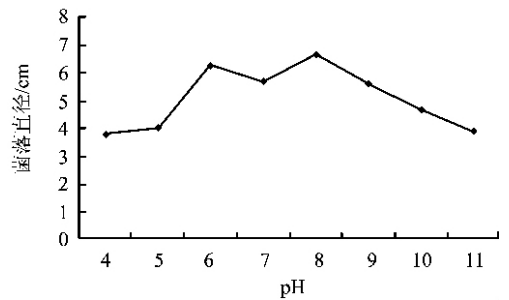


图3 pH对赤星病菌生长的影响

#### 2.2.2 pH对病原菌菌丝干重的影响

从图4可以看出:赤星病原菌在液体培养基中培养7d后,菌丝生长量在pH值6至8之间生长旺盛,其中pH值在8的时候生长量最大,pH值在5以下和10以上菌丝生长量显著减少。

### 2.2.3 pH 值对病菌产孢量的影响

试验结果(图5)表明:赤星病原菌在不同的 pH 值下的产孢量差异较大,其中 pH 值在 6 至 7 之间适合病菌产孢,pH 值在 5 以下和 10 以上产孢量显著减少。说明中性偏酸的条件会刺激病菌的产孢量,说明强酸和强碱会抑制孢子的生成。

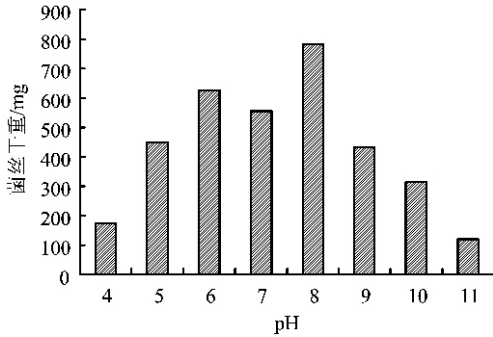


图4 pH 对病原菌菌丝干重的影响

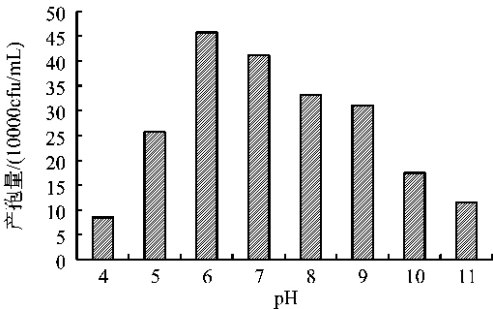


图5 pH 对烟草赤星病菌产孢量的影响

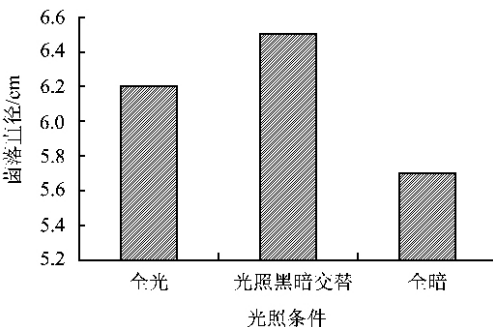


图6 光照对烟草赤星病菌菌丝生长的影响

## 2.3 光照对烟草赤星病菌生长的影响

### 2.3.1 光照对病菌菌丝生长的影响

从图6可以看出光照对菌丝生长的影响不是很明显,黑暗交替培养下的菌落生长直径最大,达到了

6.5 cm 稍大于全光条件和全暗条件培养下的菌落直径。说明黑暗交替的条件更适合菌丝生长。

### 2.3.2 光照对病原菌产孢量的影响

从图7可以看出,在光照和黑暗交替条件下培养的菌株产孢量最大,说明在光照和黑暗交替条件下培养菌株产生的孢子量高于在全光和黑暗条件下培养的菌株产生的孢子量。

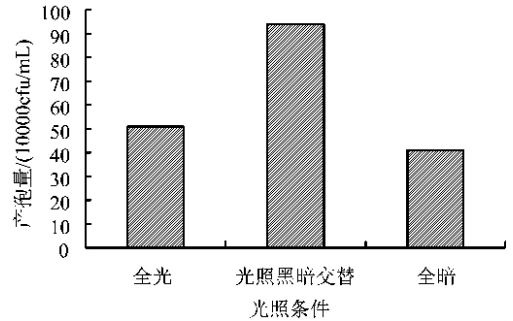


图7 光照对菌株产孢量的影响

## 2.4 烟草赤星病菌的致病力分化

测定结果(表2)表明,安徽凤阳、涡阳、固镇等烟区的16个烟草赤星病菌菌株分别接种烟草品种K326后,各菌株所致病情指数有较大差异,经采用SAS统计软件对病情指数数据进行方差分析,结果显示不同菌株间所致病情指数的差异达到显著水平,说明供试赤星病菌菌株间对烟草的致病力存在明显分化。按照在烟草所致病情指数的大小可将供试菌株致病力划分为强、中等、弱和不致病4种类型。其中致病力强的菌株有2株(GY41、GZ5),病情指数分别为68.5、78.7;致病力中等的菌株有6株,病情指数为10.3~35.2;致病力弱的菌株有6株,病情指数在10.0以下;还有2株不致病。

从表2还可以看出,在不同烟区间和同一烟区内均存在不同致病力类型的菌株,致病力类型的分布与菌株地区来源有一定的相关。自凤阳分离的4个菌株致病力较弱,接种烟草所致病情指数均在10.0以下,其中有1株不致病。涡阳的7个菌株中,GY41所致病情指数为78.7属强致病力类型,GY31、GY32、GY52属中等致病力类型,GY42、GY51属弱致病力类型,GY11不致病。固镇的5个菌株中有1株强致病力类型,病情指数为68.5,3株中等致病力类型和1株弱致病力类型。中等以上致病力类型(强致病力类型和中等致病力类型)菌株均分布于固镇、涡阳。

表2 安徽地区烟草赤星病菌致病力分化

编号	采集地	病情指数				差异显著性 ( $\alpha=0.05$ )	致病力
		1	2	3	平均		
GY41	安徽涡阳	78.2	77.9	80.0	78.7	a	强
GZ5	安徽固镇	67.8	68.6	69.1	68.5	a	强
GY31	安徽涡阳	35.2	35.6	34.8	35.2	b	中等
GY32	安徽涡阳	20.6	22.9	21.3	21.6	c	中等
GY52	安徽涡阳	17.7	17.7	17.8	17.8	c	中等
GZ3	安徽固镇	15.9	16.6	17.0	16.5	cd	中等
GZ4	安徽固镇	14.6	14.4	14.5	14.5	cde	中等
GZ8	安徽固镇	10.1	10.6	10.2	10.3	cdef	中等
FY2	安徽凤阳	7.9	7.8	8.3	8.0	cdef	弱
FY3	安徽凤阳	6.2	6.7	5.4	6.1	cdef	弱
GZ7	安徽固镇	5.1	5.3	5.2	5.2	def	弱
FY1	安徽凤阳	3.3	3.9	2.1	3.1	ef	弱
GY42	安徽涡阳	2.3	2.0	2.6	2.3	ef	弱
GY51	安徽涡阳	1.8	1.4	1.4	1.2	f	弱
GY11	安徽涡阳	0.0	0.0	0.0	0.0	f	不致病
FY4	安徽凤阳	0.0	0.0	0.0	0.0	f	不致病

注 表中同列数字右侧标有相同小写字母的相互间无显著差异。

### 3 小结与讨论

本文研究了安徽地区烟草赤星病菌的生物学特性。结果表明,该菌在 10~35℃条件下均可生长,最适生长温度为 25~30℃,温度低于 7℃或高于 40℃菌丝不能生长;分生孢子致死温度是 53℃,5 min 和 50℃,10 min,幼菌丝致死温度是 52℃,5 min 和 49℃,10 min;病菌在 pH 4.0~11.0 之间的范围内均能生长,尤以 pH 6.0 和 pH 8.0 的条件下生长较快,pH 8.0 时菌丝干重最大,说明偏酸或偏碱有利于菌丝生长;产孢量在 pH 6.0 左右最大,说明中性偏酸适合孢子形成;光暗交替条件有利于菌丝的生长和孢子产生。

采用菌丝块创伤接种法,测定了来自安徽不同地区的烟草赤星病菌菌株对烟草的致病力。结果表明,不同菌株的致病力差异明显,可分为致病力强、中等、弱和不致病 4 种类型,说明安徽烟草赤星病菌存在明显的致病力分化。这一结果与王革等<sup>[11]</sup>对云南地区烟草赤星病菌菌株致病力分化的研究结果是一致的。

烟草赤星病菌菌株致病力分化的原因可能是多方面的。方敦煌等<sup>[10]</sup>认为,一般植烟历史较短、气候相对稳定的烟区,致病力普遍较低;植烟历史较长、气候变化较大的烟区,致病力强;随着植烟年限的增加,赤星病菌致病力分化越趋于稳定,且致病力有逐渐增强的趋势。本研究结果指出,安徽烟草赤星病菌在不同

烟区间和同一烟区内均存在不同致病力类型的菌株,致病力类型的分布与菌株地区来源有一定的相关。例如,致病力强的菌株 GY41、GZ5 分别来自涡阳和固镇,二地均是植烟历史较长的老烟区。除了环境因素外,笔者认为,烟草赤星病菌菌株致病力分化的原因可能还与赤星病菌本身特性有关。最近,Tsuge<sup>[16]</sup>报道,*Alternaria alternata* 本身存在多个致病型,不同致病型具有不同的致病力。作者采用平板对峙法观察到烟草赤星病菌不同菌株间菌丝融合现象,而菌丝融合则有可能导致异核现象乃至致病力分化的发生。此外,试验中还发现赤星病菌菌株致病力强弱与胞外酶活性间有一定的相关性,致病力强的菌株胞外酶活性强。有关菌丝融合及胞外酶活性与烟草赤星病菌菌株致病力分化的关系尚需进一步研究证实。

### 参考文献

- [1] Shew H D, Lucas G B. Compendium of tobacco disease[M]. APS, 1990.
- [2] 朱贤朝,王彦亭,王智发. 中国烟草病害[M]. 北京:中国农业出版社, 2001.
- [3] 刘学敏,常稳,李大壮. 烟草赤星病研究现状及存在问题[J]. 东北农业大学学报, 2000, 31(1): 80-85.
- [4] 徐亚中. 烟草赤星病发生流行规律和药剂防治研究[J]. 中国烟草, 1993(1): 18-21.

(下转第 48 页)

### 3 小结与讨论

(1) 利用宁远县 9 年系统调查的赤星病病指数据及当地同期气象记录,用距平符号法从包括上年病指、本年烟草移栽期及不同时期的温度、降水、日照、雨日数、相对湿度等共 31 个因子中筛选出移栽后第 2 个月雨量、日平均气温及移栽后第 1 个月雨日数 3 因子可作为赤星病流行趋势的预报因子。用分档统计法作预报,9 年回检病指档次与实际病指档次全部相符;用于江华、郴州、衡南共 15 年次异地预测(实际上为回测),共报准 12 年次,预报准确率达 80%。

(2) 湖南烟草移栽期一般在 3 月中,栽后第 2 个月约为 4 月中至 5 月中,而湖南赤星病的发生期,以宁远为例,始病期一般在 5 月上、中旬,病情由缓慢增长转为迅速增长的始盛病期(流行始期)一般在 6 月上、中,故本法约可提前 20 d 至一个月预报赤星病流行趋势,便于及早做出防治决策。

(3) 筛选得出的 3 个因子均为移栽后第 1、2 个月,特别是第 2 个月的温湿状况,说明赤星病始病期的温、湿状况与病害流行程度关系密切,这在赤星病的生物学上是可信的,故本法不只是统计学上有一定可信度。

(4) 历年来,湖南烟草赤星病大多数年份发生偏轻( $y$  为 1 档或 2 档),少数年份发生重( $y$  为 4 档),因而呈间歇性大发生的状况,由于预报因子有利于宁远县 3 档出现的类别少,故当异地偶尔出现 3 档病指的年

份(如郴州 2001 年、江华 2005 年),宁远县的预报模式便无法外推,使预报失准,但随着宁远县系统调查数据进一步加多,模式中反映各种发病程度的因子均有,本法将会进一步增大其预报准确率。

### 参考文献

- [1] 谌爱东,严位中,杨家鸾,等. 赤星病为害烤烟产量损失率测定[J]. 植物保护, 2001, 27(6): 11-13.
- [2] 朱贤朝,王彦亭,王智发,等. 中国烟草病害[M]. 北京: 中国农业出版社, 2002: 64-74.
- [3] 谈文. 烟草赤星病的发病规律及综合治理[J]. 烟草科技, 1993(2): 45-48.
- [4] 何可佳,汤光忠,黄声仪,等. 烟草赤星病发生规律与防治研究[J]. 湖南农业大学学报, 1997, 23(5): 445-449.
- [5] 周长河,梅东海,王昌军,等. 烟草赤星病发生规律初探[J]. 湖北植保, 1997(5): 11-12.
- [6] 孙逊,金永存,杨庆民. 烟草赤星病发生与综合农艺措施关系[J]. 烟草科技, 1993(5): 39-42.
- [7] 陈惠明,王明,杨硕媛,等. 烟草赤星病预测预报的数学模型研究[J]. 云南烟草, 2004(1): 29-34.
- [8] 谭冠日. 气象站数理统计预报方法[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 40-88.
- [9] 王厚振,华尧楠,牟吉元,等. 棉铃虫预测预报与综合治理[M]. 北京: 中国农业出版社, 1999: 251-252.
- [10] 南京农学院. 昆虫生态及预测预报[M]. 北京: 农业出版社, 1985: 394-400.
- [11] 王革,方敦煌,马永凯,等. 云南省烟草赤星病菌致病力分化及生物防治研究[J]. 中国烟草学报, 2000, 6(4): 31-37.
- [12] 易龙,肖崇刚. 重庆烟草赤星病菌致病力分化及培养性状研究[J]. 西南农业学报, 2003, 16(3): 34-37.
- [13] 关博元,肖崇刚,陈国康,等. 重庆市烟草赤星病菌致病力测定[J]. 植物保护, 2007, 33(3): 62-64.
- [14] 张乐,王革,高智谋,等. 烟草赤星病菌(Alternaria-alternata)营养生理研究[J]. 中国农学通报, 2007, 23(5): 330-333.
- [15] 董汉松,王智发. 烟草赤星病菌致病力测定方法的研究[J]. 山东农业大学学报, 1989, 20(4): 1-8.
- [16] Tsuge T. Studies on pathogenicity genes of Alternaria alternata[J]. J Gen Plant Pathol, 2003, 69: 418-420.
- [5] Stavelly J R, Main C E. Influence of temperature and other factors on initiation of tobacco brown spot[J]. Phytopathology, 1970, 60: 1591-1596.
- [6] Sempere F, Santamarina M P. In vitro biocontrol analysis of *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler under different environmental conditions[J]. Mycopathologia, 2007, 163: 183-190.
- [7] Kohmoto K. Isolation and biological activities of *Alternaria alternata*[J]. Phytopathology, 1993, 83: 495-502.
- [8] 董汉松,王智发. 烟草赤星病菌致病力分化与弱毒株抗性诱导作用的研究[J]. 植物保护学报, 1992, 19(1): 87-90.
- [9] 于莉,李赤,李文健,等. 烟草赤星病菌生物学特性的研究[J]. 吉林农业大学学报, 1994, 16(2): 31-35.
- [10] 方敦煌,马永凯,孔光辉,等. 云南烟草赤星病菌致病力分化研究[J]. 西南农业大学学报, 2000, 22(1): 42-44.

[上接第 43 页]