

# 高粱炭疽病重要流行环节的初步研究

## II. 分生孢子盘产孢、孢子飞散传播

滕立平<sup>1,2</sup>, 于林<sup>2</sup>, 高洁<sup>2\*</sup>

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118)

**摘要:** 通过室内和田间观察试验, 对高粱炭疽病的重要流行环节——分生孢子盘产孢、孢子飞散传播进行了研究, 以为该病害的防治提供理论依据。结果表明: 保湿时间、温度和光照条件与高粱炭疽病分生孢子盘产孢量的多少有直接关系, 即保湿时间越长, 产孢量越多, 其关系符合回归方程  $y = 165 \times \text{EXP}\{-3.326764 \times \text{EXP}[-0.3024(x-3)]\}$  ( $r=0.99$ ); 温度与产孢量间的关系符合回归方程  $y = 226 \times \text{Sin}^2(-0.619048x + 0.1577380x^2 - 0.0007440x^3)$  ( $r=0.91$ ); 在散射光条件下的产孢能力与在黑暗条件下没有显著性差异。昼夜孢子的释放量没有明显差异; 植株上孢子的垂直分布情况有显著规律性, 从顶叶至底叶孢子的分布呈递增趋势, 病斑的田间分布呈随机分布。

**关键词:** 高粱炭疽病; 产孢; 孢子飞散; 空间分布型

中图分类号: S435.14 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2012)07-0080-04

## Primary Study on Important Epidemic Links of Sorghum Anthracnose II. The Sporulation of Acervulus and Spores Flying

TENG Li-ping<sup>1,2</sup>, YU Lin<sup>2</sup>, GAO Jie<sup>2\*</sup>

(1. College of Plant Science, Tarim University, Alar 843300, China;  
2. College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** The sporulation of acervulus and spores flying of sorghum anthracnose were investigated by lab observation and field observation. The results indicated that humidity time, temperature and light condition were directly related to the sporulation capacity of acervulus. There was positive correlation between humidity time and the sporulation capacity, the longer the humidity time, the more the spores, according with the regression equation  $y = 165 \times \text{EXP}\{-3.326764 \times \text{EXP}[-0.3024(x-3)]\}$  ( $r=0.99$ ). The regression equation of temperature and the sporulation capacity was  $y = 226 \times \text{Sin}^2(-0.619048x + 0.1577380x^2 - 0.0007440x^3)$  ( $r=0.91$ ). There was no significant difference of the sporulation capacity in the scattering light condition or in dark condition. And there was also no obvious difference of the spores release during day or night. The vertical distribution of spores on plants had significant regularity, and manifested an increasing trend from the parietal lobe to the bottom leaves. The distribution of disease spots in the field was random.

**Key words:** sorghum anthracnose; sporulation; spores flying; spatial distribution

收稿日期: 2011-12-07

基金项目: 吉林省科技发展计划项目(20050812)

作者简介: 滕立平(1977-), 女, 吉林扶余人, 讲师, 硕士, 主要从事植物病害流行病学研究。E-mail: tengliping2005@126.com

\* 通讯作者: 高洁(1964-), 女, 吉林梨树人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事农作物病害的鉴定和诊断、综合治理技术和植物的抗性基因工程研究。E-mail: jiegao115@126.com

高粱炭疽病在国内外高粱产区均有发生,是高粱生产中的重要病害,苗期可危害叶片,导致叶枯、死苗,成株期主要危害叶片、叶鞘和穗。病原菌无性态为禾生炭疽菌 [*Colletotrichum graminicola* (Ces.) Wils],属半知菌亚门腔孢纲黑盘孢目炭疽菌属;有性态为禾生小丛壳菌 (*Glomerella graminicola* Polltis),属于囊菌亚门核菌纲球壳菌目小丛壳属,自然界少见。20 世纪 80 年代以来,此病在一些感病品种上发生较重,产量损失在 30% 以上<sup>[1-2]</sup>。国外对该病害的研究报道时间主要集中在 20 世纪 80 年代,国内的报道则较少<sup>[3-14]</sup>,多为病情分级标准及抗性方面的研究,对其流行环节的研究鲜有报道。鉴于此,笔者对该病的重要流行环节进行了初步定量分析,以期为该病害的防治提供理论依据。之前已将病菌孢子萌发侵染、潜育显症、病斑扩展及杀菌剂筛选若干问题的研究结果进行了报道<sup>[15]</sup>,在此再将炭疽病的田间产孢、孢子飞散传播等问题的研究结果予以报道。

## 1 材料和方法

田间试验安排在吉林农业大学实验站植保专业教学基地进行,菌源由吉林农业大学农学院植物病理教研室提供。室内试验在吉林农业大学农学院植物病理实验室进行。高粱品种为吉杂 96,试验方法主要参照杨信东等研究玉米大斑病的方法<sup>[16-18]</sup>。

### 1.1 高粱炭疽病病斑产孢研究

1.1.1 保湿时间对产孢的影响试验 采集高粱病叶,剪取大小相近的分生孢子盘,清水洗去孢子及孢子梗后保湿培养,保湿时间分别为 1 h、2 h…13 h、24 h。观察时洗下孢子,在同样大小的培养皿中各观察 50 个视野(相同倍数),计算单个分生孢子盘的产孢量,采用回归分析方法拟合数据,建立保湿时间与分生孢子盘产孢的关系曲线。

1.1.2 温度对产孢的影响试验 采用保湿培养法,将病叶同上处理,之后分别置于 7、15、20、23、25、28、30、35、40 °C 环境中,保湿 24 h 后洗下孢子观察,在同样大小的培养皿中各观察 50 个视野(相同倍数),计算单个分生孢子盘的产孢量,采用回归分析方法拟合数据,建立温度与分生孢子盘产孢的关系曲线。

1.1.3 光照对产孢的影响试验 采用保湿培养法,将病叶同上处理,之后分别置于散射光和黑暗条件下,24 h 后洗下孢子,在同样大小的培养皿中各观察 50 个视野(相同倍数),计算出单个分生孢子盘的

产孢量,采用 *t* 测验对单个分生孢子盘产孢的光照差异性进行分析。

### 1.2 高粱炭疽病菌田间释放孢子数量的昼夜差异分析

在高粱田内,随机水平放置 8 个捕捉孢子的培养皿,保持培养皿位置固定,每天早晚各更换一次,然后带回实验室在同样大小的培养皿中各观察 50 个视野(相同倍数),计算孢子数量,采用回归分析方法拟合数据,建立昼夜田间释放孢子数量曲线。

### 1.3 高粱炭疽病菌孢子在植株上的垂直分布研究

在田间随机砍取一棵健康植株,选取每片叶上面积相等但未发病的部位剪下,分别放入同样大小的培养皿中用清水洗下落到上面的孢子,各观察 50 个视野(相同倍数),计算比较不同叶位上的孢子数量,采用回归分析方法拟合数据,建立孢子在植株上的垂直分布情况曲线。

### 1.4 高粱炭疽病空间分布型调查及推断

在自然发病的高粱田里,连续调查 300 株高粱上的病斑,依据以上数据,采用分布型指数法,推算其空间分布型及理论抽样数。

Lloyd(1967)<sup>[19]</sup>、Iwao(1971)<sup>[20]</sup> 提出将聚块性指标,即平均拥挤度( $\bar{X}$ )与平均数( $\bar{X}$ )的比值作为确定空间分布型的指标,当  $\bar{X}/\bar{X} < 1$  为均匀分布,  $\bar{X}/\bar{X} = 1$  为随机分布,  $\bar{X}/\bar{X} > 1$  为聚集分布。不考虑病害的空间分布型,根据  $\bar{X} - \bar{X}$  回归分析结果,也可确定理论抽样数。公式如下:  $n = t^2 / D^2 [(\alpha + 1) / x + \beta - 1]$ <sup>[20]</sup>,其中,  $n$  为理论抽样数,  $D$  为允许误差(在此为标准差对平均数的比值,表示相对精确度),经回归分析,可导出公式  $\bar{X} = \alpha + \beta \bar{X}$  ( $r = 0.92$ )。当  $D$  为 0.1 时,可计算出该病在不同密度下的理论样本数。

## 2 结果与分析

### 2.1 高粱炭疽病病斑产孢情况

2.1.1 保湿时间对产孢的影响 由表 1 可以看出:不同保湿时间对高粱炭疽病菌产孢有较大影响。保湿 1~3 h 内,产孢量为 0,说明病斑几乎不产孢,保湿 4 h 后分生孢子盘开始大量产孢,且随着保湿时间的延长,产孢量不断增加。对表 1 数据进行回归分析,得到单个分生孢子盘产孢( $y$ )与保湿时间( $x$ )关系的回归方程为:  $y = 165 \times \text{EXP}\{-3.326764 \times \text{EXP}[-0.3024(x-3)]\}$  ( $r = 0.99$ )。

表 1 保湿时间对高粱炭疽病菌分生孢子盘产孢的影响

项目	保湿时间/h													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	24
单个分生孢子盘产孢量/个	0	0	0	24	24	33	42	95	104	123	129	130	141	153

2.1.2 温度对产孢的影响 由表 2 可见,高粱炭疽病菌在 4℃ 和 40℃ 时,基本不产孢;在 7~35℃ 下均可产孢,其中 28℃ 时产孢量最大,达 226 个,说明 28℃ 是高粱炭疽病菌产孢的最适温度。对表 2 数据进行回归分析,得到温度( $x$ )与产孢量( $y$ )关系的回归方程为: $y = 226 \times \text{Sin}^2(-0.619048x +$

$0.1577380x^2 - 0.0007440x^3)$  ( $r=0.91$ )。

2.1.3 光照对产孢的影响 散射光条件下单个分生孢子盘产孢量为 115 个,黑暗条件下为 69 个。散射光和黑暗条件下单个分生孢子盘产孢量经  $t$  测验得到  $t=1.35 < t_{0.05} = 4.303$ 。因此,分生孢子盘在散射光条件下的产孢能力与黑暗条件下没有显著性差异。

表 2 温度对高粱炭疽病菌分生孢子盘产孢的影响

项目	温度/℃									
	4	7	15	20	23	25	28	30	35	40
单个分生孢子盘产孢量/个	0	29	38	98	155	179	226	203	103	0

## 2.2 分生孢子盘昼夜释放孢子数量的差异

对昼夜捕捉的高粱炭疽病菌孢子数量(表 3)进行统计分析,经  $F$  测验得出  $F = 2.27 < F_{0.05} = 10.13$ ,因此,白天飞散的孢子数与夜间飞散孢子数没有显著性差异。

表 3 昼夜捕捉高粱炭疽病菌孢子数量比较

测定日期/(月-日)	白天捕捉孢子数/个	夜间捕捉孢子数/个
08-02	864	367
08-03	358	141
08-04	380	639
08-07	200	—

## 2.3 高粱炭疽病菌孢子在植株上的垂直分布

由表 4 可知,孢子在植株上不同叶位的垂直分布规律为:随叶片高度的增加,叶面上的孢子数减少。对表 4 中数据进行回归分析,可得出回归方程为: $y = 5.2462e^{0.6829x}$  ( $r=0.99$ )。其中, $y$  为叶面孢子数, $x$  为叶位值。

表 4 高粱炭疽病菌孢子在植株上的垂直分布情况

项目	叶位							
	1	2	3	4	5	6	7	8
单位面积叶面上的孢子数/个	9	16	50	122	168	247	726	1209

注:以顶位为第 1 叶。

## 2.4 高粱炭疽病菌空间分布型调查及推断结果

高粱炭疽病的聚集强度及分布型测定结果见表 5。由表 5 可见,聚块性指标分别为 1.12、1.15、1.15 和 1.14,虽然不等于 1,但仍在  $C=1$  的 95% 置信区间内,因而认为高粱炭疽病的空间分布型为随机分布。不同密度下的理论抽样数见表 6,由表 6 可知,在同一相对精确度下,高粱炭疽病抽样数随密度的增大而减小。预先估算病斑密度,查该表即可获知田间病害调查时必要的抽样数量。

表 5 高粱炭疽病的聚集强度及分布型测定结果

取样顺序	样本容量	$\bar{X}$	$\hat{X}$	$\hat{X}/\bar{X}$	分布型
I	94	113.01	129.95	1.15	随机分布
II	94	129.84	145.51	1.12	随机分布
III	43	107.33	123.93	1.15	随机分布
IV	69	88.94	101.46	1.14	随机分布

表 6 高粱炭疽病不同密度下的理论抽样数

项目	$\bar{X}$								
	1	5	10	15	20	30	50	80	
理论抽样数( $D_{0.1}$ )	3	142	652	342	239	187	135	94	71

## 3 结论与讨论

试验结果表明,散射光条件下与黑暗条件下高粱炭疽病分生孢子盘的产孢能力没有显著性差异,不同保湿时间对产孢有较大影响,据报道<sup>[21]</sup>,高粱炭疽病病斑在保湿时间达到 24 h 时的产孢量远远大于 10 h 之内的产孢量,与本研究的结果基本吻合。

关于炭疽菌叶斑病空间分布的研究报道较少,迄今为止未见国内的正式报告。本研究结果表明,高粱炭疽菌叶斑病属于随机分布,与多数叶斑病的空间分布属于聚集分布不一致。分析原因如下:炭疽菌孢子小,产孢量大,飞散距离远,分散较均匀,当产生子代、孙代病斑时,导致亲代与后代病斑距离较近,有形成聚集分布的倾向;但因亲代病斑间距离较近,必然导致相互间子代、孙代病斑的相互重叠,使聚集分布的倾向得到化解,结果表现为随机分布。

参考文献:

- [1] Alim E K, Warren H L. An thracnose of sorghum [C]//de Milliano W A J, Frederiksen R A, Bengston G D. Sorghum and millet disease: A second world review. Patancheru, India: ICRIST, 1992:203-208.

- [2] Thomas M D. Preliminary studies on total DNA RFLP of west African isolates of *Colletotrichum graminicola* from sorghum[J]. ISMN, 1995, 36: 90-93.
- [3] Ferreira A S, Warren H L, 郑培绩, 等. 高粱对禾谷炭疽病菌的抗性[J]. 国外农学(杂粮作物), 1984(2): 8-11.
- [4] 陈捷, 朱有釭. 高粱苗期病害分布型研究初报[J]. 沈阳农业大学学报, 1987, 18(4): 45-48.
- [5] 张长伟, 潘学贤, 汪远宏, 等. 高粱炭疽病叶疽病情分级标准和品种抗叶疽性分级标准的研究[J]. 水稻高粱科技, 1997(1): 32-35.
- [6] 张长伟, 潘学贤, 汪远宏, 等. 高粱炭疽病的严重度和品种抗性分级标准[J]. 云南农业大学学报, 1998, 13(1): 37-42.
- [7] 李宗友, 傅以谦, 熊尚玖. 高粱炭疽病的发生与防治研究[J]. 四川农业学报, 1987, 2(4): 29-34.
- [8] Gaudet P A, Kokko E G. Seedling disease of sorghum grown in southern Alberta caused by seedborne *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*[J]. Canadian Journal of Plant Pathology, 1986, 8(2): 208-217.
- [9] Akhtar M A. Effect of temperature and relative humidity on bacterial stripe and bacterial leaf blight of sorghum[J]. Pakistan Journal of Agricultural Research, 1985, 6(3): 216-217.
- [10] Neya A, Kabore K B. Mesure de l'incidence de l'antracnose et de la pourriture rouge des tiges causes par le *Colletotrichum graminicola* chez le sorgho[J]. Phytoprotection, 1987, 68: 121-126.
- [11] Mughogho L K. Strategies for sorghum disease control[C]// Sorghum in the eighties: Proceedings of the international symposium on sorghum. Patancheru, Andhra Pradesh, India; ICRISAT Center, 1982: 273-282.
- [12] Sharma H C. A technique for identifying and rating resistance to foliar diseases of sorghum under field conditions[J]. Plant Sciences, 1983, 92(3): 271-278.
- [13] Naidu R G, Sinha P K. Sorghum bibliography 1982 [M]. Patancheru, Andhra Pradesh, India: ICRISAT, 1964.
- [14] Tarumoto I. Effects of the glossy gene on leaf structures, leaf digestion and leaf blight resistance in sorghum[J]. SABRAO Journal, 1986, 18: 25-29.
- [15] 滕立平, 于林, 高洁. 高粱炭疽病重要流行环节研究 I. 孢子萌发侵染、潜育显症和病斑扩展[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(3): 128-131.
- [16] 杨信东, 田志诚, 田守杰, 等. 玉米大斑病流行重要环节定量研究 I. 病斑产孢和叶面附着孢子的动态[J]. 吉林农业大学学报, 1987, 9(2): 5-9.
- [17] 杨信东, 田志诚, 田守杰, 等. 玉米大斑病流行过程重要环节的初步定量研究 II. 孢子萌发侵入、潜育显症和病斑扩展[J]. 吉林农业大学学报, 1988, 10(2): 6-10.
- [18] 杨信东, 戴常金, 金喜双, 等. 玉米大斑病流行过程重要环节的初步定量研究 IV. 玉米生育期、肥力和品种对大斑病抗性组分的影响[J]. 吉林农业大学学报, 1989, 11(2): 17-22.
- [19] Lloyd M. Mean crowding[J]. J Anim Ecol, 1967, 36: 1-30.
- [20] Iwao S. An approach to the analysis of aggeration pattern in biological population[J]. Statistical Ecology, 1971, 1: 461-511.
- [21] Wall G C, Mughogho L K, Frederiksen R A, et al. Foliar disease of sorghum species caused by *Cercospora fusimaculans* [J]. Plant Disease, 1987, 71(8): 759-760.

(上接第 57 页)

- [8] 何文婕, 刘晋, 崔健, 等. 降低气流干燥后叶丝结团率的试验研究[C]//中国烟草学会工业专业委员会烟草工艺学术研讨会论文集. 北京: 中国烟草学会, 2009: 82-85.
- [9] 姚光明, 乔学义, 申玉军, 等. 烤烟叶片在不同叶丝干燥工序中叶丝填充值和整丝率的变化[J]. 河南农业科学, 2011, 40(2): 69-73.
- [10] 廖旭东, 周显升, 郝廷亮, 等. HXD 制丝过程中香味化学成分与感官质量关系研究[C]//中国烟草学会工业专业委员会烟草化学学术研讨会论文集. 北京: 中国烟草学会, 2005: 231-236.
- [11] 席年生, 张大波, 李跃峰, 等. HXD 蒸汽喷射量对叶丝膨胀效果及卷烟内在质量的影响[J]. 烟草科技, 2005(3): 3-6.
- [12] 席年生, 胡建新, 陈建军, 等. HXD 叶丝进料状态对其综合质量影响的分析[J]. 烟草科技, 2006(8): 5-8.
- [13] 郝继忠, 孟广宇, 郝廷亮, 等. HXD 制丝过程对在制品感官质量的影响[C]//中国烟草学会工业专业委员会烟草化学学术研讨会论文集. 北京: 中国烟草学会, 2005: 237-241.
- [14] 戴翔, 刘政, 刘炳军, 等. 气流式干燥机参数与卷烟内在质量的关系研究[J]. 广西烟草, 2005(1): 38-40.