

# 关于玉米大斑病发生流行 与气象关系的研究\*

程 广 生

(吉林省农业学校)

## 摘 要

经过多年系统调查,分析了玉米大斑病发生、流行规律及影响病害流行的气象因素。在15℃以上呈现病斑,最适合发病的温度范围是20~24℃。相对湿度在80%以上有利于发病,在70%以下抑制发病。雨量、雨日是通过改变相对湿度而影响发病的。在大陆性气候地区,雨量大、雨日多、发病重。在某些特殊地区如海洋性气候地区,雨量、雨日不是决定性因素。一次较大降雨或连续数日降雨后15~20天,病情明显增长。玉米田小气候比大气的相对湿度高,温度变化小,有利于病害发生。根据多年观察结果,计算出测报方程式:  $\hat{y} = 5.0224\phi - 18.7250$

据文献报导<sup>[1]</sup>:玉米大斑病田间初侵染的菌源来自越冬病叶中的菌丝体形成的分生孢子,侵染幼苗,形成发病中心,重复侵染蔓延。当湿度接近100%,温度在15℃以上时,经7个小时,产生新的分生孢子<sup>[8]</sup>。分生孢子在20~28℃都可产生,发病温度在22℃以下<sup>[7]</sup>。在气候冷凉、多露、高湿的地方易于发病,高温干旱不利于发病<sup>[9]</sup>。国内多数调查认为:玉米生育期,雨量大、雨日多、发病重<sup>[1][4][5]</sup>。但也有相反的报导,认为8月上、中旬过分干旱、发病亦重<sup>[2]</sup>。还有的将病害流行分为两种类型:(1)干旱少雨多露型;(2)阴雨寡照类型<sup>[3]</sup>。看法尚不一致。为什么某些雨量少的地方发病也重?应如何运用气象资料进行预测预报,尚待研究。我们自1973~1980年采用定点定株系统观察的方法,结合分析气象资料,研究玉米大斑病发生规律及影响病害流行的因素,在1977年于保定召开的全国玉米病害科研协作会上初步提出了玉米大斑病流行与气象因素关系的探讨,并提出了预测预报方法<sup>[6]</sup>。经近几年继续调查验证,证明符合实际,并有了发展、补充。现将八年调查结果,报告如下:

\*参加试验调查工作的有尉景媛、李小维同志,还有王志君、孙亚杰、刘通生、孙英华等学生。

本文承吉林省农科院白金铠同志、潘顺法同志审阅并提供宝贵意见,特致谢意。

# 材料与 方法

在吉林市郊九站，吉林省农校的试验地里设小区种植，小区面积60平方米，在小区内定点调查20株，三天调查一次，逐株逐叶调查病叶数，病斑数。计算病叶率、平均每株病斑数。发病前期病斑较少易于调查，后期病斑连片或叶片枯黄，则按原病斑数计算。用病叶率、病斑数表示病害的发生程度是考虑调查时误差小，也较真实地反映病害发生流行情况。调查品种：1973年是稗<sub>1.6</sub> × 铁<sub>1.5</sub>（中抗），1974、1975年是曲<sub>4.5</sub>（中感），1978年是英<sub>5.5</sub>（感），1976、1977、1979、1980年是英<sub>5.5</sub>、曲<sub>4.5</sub>两个自交系。栽培管理方法与一般相同，每年5月1日前后播种，自然发病，从6月下旬开始调查。病情轻重的划分是根据八月底的调查情况结合当年生产田发病情况评定。划分的标准是：重病年，感病品种病叶率70%以上，平均每株病斑数50个以上；中等抗性品种病叶率50%以上，平均每株病斑数30个以上。轻发生年，感病品种病叶率40%以下，平均每株病斑数20个以下；中等抗性品种病叶率30%以下，平均每株病斑数10个以下。中发病年，介于二者之间。1971、1972年未进行系统调查，是根据生产田发病情况而定的。气象资料抄自吉林市九站气象站。田间小气候由我校气象教研组协助用自记温湿度计测定

## 试 验 结 果

### 一、玉米大斑病田间发生规律

（一）发病时期。调查表明，一般生产田最早见到病斑的日期是6月6日（1980年），定点观察20株内最早见到病斑的日期是6月29日（1980年）。整个玉米生育期都可侵染发病，后期发病较重，直到9月上、中旬植株枯黄而停止。历时70~90天。据1979年9月11日在高感自交系获白上调查，病株率100%，病叶率97.2%，平均每株病斑数89.2个，单株最高病斑数达到103个。

（二）田间病斑数量增长规律。病斑在田间的数量增长呈S形曲线，即前期增长缓慢，盛期增长很快，最后又缓慢增长，见图1。

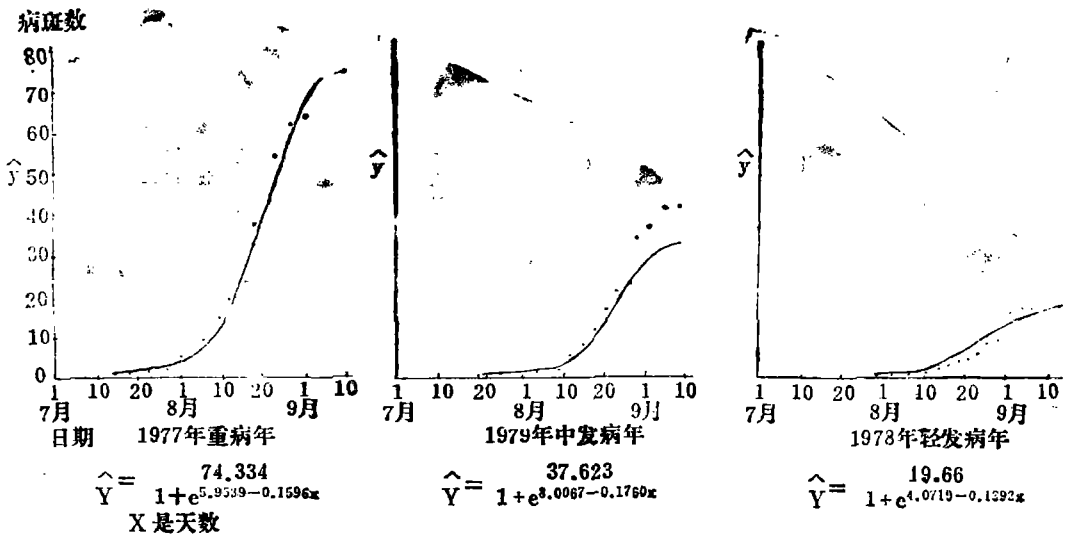


图1 田间病斑增长曲线

病害的发展大致可分为三个时期：1、发病前期：在7月20日以前，平均每株1~2个病斑。轻病年，每株病斑数在1个以下，病叶率5%以下，病株率20~30%。重病年，株病斑数在1.5个以上，病叶率在10%以上，病株率达60~70%。这段时期实质上是病害在田间逐渐扩展，菌量积累的时期，是病害当年能否流行的基础。2、发病盛期：7月20日~8月20日，此时病情，轻病年，株病斑数在5个以下，病叶率在20%以下，病株率在90%左右。重病年，株病斑数15个以上，病叶率50%以上，病株率100%。这段时期病情迅速增长。3、发病后期：8月20日~9月上、中旬，这段时期病情发展渐趋平缓，病斑增加的绝对值可能较高，但增长速率渐慢，直至停止。此时病情轻重，已成定局，气候条件已不是重要的影响因素。

(三) 前期病情与当年病害流行的关系。多年调查表明，重病年前期病情重，后期病情亦重。轻病年前期病情轻，后期病情亦轻。见表1。

表1 前期病情与后期病情的关系

发病程度	年	品种抗性	七月二十日前后病情			八月二十日前后病情			病情前后关系	
			病株率%	病叶率%	病斑数(株)	病株率%	病叶率%	病斑数(株)	前期	后期
重	1975	中	70	11.4	1.9	100	46.4	16.4	重	重
	1977	感	70	12.9	1.8	100	73.8	37.1	重	重
	1980	感	70	14.1	4.3	100	67.2	49.5	重	重
中	1974	中	65	7.7	1.0	85	26.5	6.85	中	中
	1979	感	20	2.0	0.2	100	42.4	17.6	轻	重
轻	1973	中	25	2.7	0.5	80	15.9	2.8	轻	轻
	1976	感	50	5.7	0.75	90	17.1	2.5	轻	轻
	1978	感	10	1.0	0.1	95	16.8	4.8	轻	轻

## 二、病害流行与气象因素的关系

### (一) 发病与温度关系

表2 历年发病期间、气温情况

发病程度	年	八月底病情		6月下旬—8月下旬 平均气温	日气温在20—24℃ 之间的天数
		病叶率%	株病斑数		
重	1971			21.3	34
	1975	58.8	28.6	22.2	44
	1977	95.5	69.4	21.9	39
	1980	81.5	66.9	22.1	44
中	1974	47.3	12.6	22.4	25
	1979	77	58.8	21.9	39
轻	1972			21.6	23
	1973	21.8	4.4	23.0	22
	1976	26.8	5.15	21.8	31
	1978	46.4	1.6	22.3	33

调查表明，轻、重病年之间气温差异不大，气温在吉林不是影响病害流行的重要因素。从重病年的旬平均气温来看，适合玉米大斑病发生的旬平均气温在22℃左右，各旬变动范围在20~24℃之间。分析日平均气温也表明，日平均气温在20~24℃范围内的天数，重病年较多，轻病年较少，见表2。

1977年8月10~13日为发病盛期，病斑却没有增加，病叶率51.9%→51.9%，株病斑数14.45→14.45，这几天气温特别低，平均14.4℃，最低气温平均14.4℃。说明平均气温在15℃以下，最低气温在10℃以下，停止形成新病斑。据此可以推知，田间最早病斑的出现应在上述温度之上。1980年的调查与上述推论相符。6月4日以后，日气温稳定在18.5℃以上，6月6日出现第一个病斑。

## (二) 发病与湿度关系

1、高湿有利于病菌孢子形成、萌发、侵染。1978年6月26日到7月8日定点观察三个病斑，每天进行调查，病斑长度平均由1.2厘米增长到7.5厘米，但始终不见形成孢子霉层。此期间相对湿度在70%以下，平均63.8%。直到7月8日降雨52.7毫米，7月9日、10日的相对湿度为83%、93%，7月9日在病斑的正反面即见到孢子霉层。同时，其他刚出现2~3天的新病斑也长出孢子，可见孢子形成要求湿度在80%以上，而70%以下则抑制孢子形成。1978年进行两次田间接种试验，保湿接种比不保湿接种出现病斑多，也说明高湿有利于孢子萌发侵染，见表3。

表3 田间接种试验结果

时 间	处 理	套塑料袋保湿24小时		
		不 保 湿	不 接 种 (对 照)	
6月22日下午5时接种、7月6日调查病斑数		13	6	0
6月29日下午5时接种、7月13日调查病斑数		12	8	0

2、6、7月的相对湿度对发病影响大、湿度高、病情重。分析历年旬平均相对湿度，轻重病年差异较大，重病年(除80年外)6、7两个月的6旬中有4个旬的相对湿度在80%以上；轻病年6、7两个月中都有2旬或3旬在70%以下，见表4。从6月20日到7月30日这段时期重病年相对湿度在80%以上的天数都在19天以上，平均22.5天70%以下的天数在3天以下，平均1.75天；轻病年相对湿度在80%以上的天数都在20天以下，平均15天，在70%以下的天数在11天以上，平均15天；中发病年介于二者之间，见表4。另外，6月的相对湿度与7月15日病情成正相关。1974年6月相对湿度是79%，为历年中最高，7月15日病情也是最高，病叶率5.0%，株病斑数为0.75。1978年6月相对湿度是67%，为历年最低，病情也是最低，7月15日尚未发现病斑，见表5。

吉林市的气象是4~6月干旱少雨，7~8月雨量集中，湿度大，8月相对湿度很高，常年平均在80%以上，历年差异不大，田间露水很多，上午九时下地调查时玉米叶上仍有露水，因而相对湿度不是影响发病的重要因素。

表 4 历年相对湿度

发病程度	年份	六 月			七 月			八 月	6月20日~7月30日的相对湿度		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		80%以上 天 数	70%以下 天 数	平均
重	1971	78	80	74	83	85	84	84	25	3	80%以上
	1975	80	70	77	85	83	84	82	27	1	22.5天
	1977	59	77	80	81	81	80	80	19	0	70%以下
	1980	61	73	74	77	79	79	78	19	3	1.75天
中	1974	76	77	84	73	81	81	84	20	11	80%以上 19 天 70%以下 8.5 天
	1979	68	65	74	72	84	83	77	18	6	
轻	1972	53	73	81	67	64	83	77	15	15	80%以上
	1973	66	77	67	71	84	85	85	20	11	15 天
	1978	83	78	71	59	69	80	80	10	20	70%以下
	1978	63	73	63	71	79	82	83	15	14	15 天

表 5 六月相对湿度与七月十五日病情关系

年 份	1974	1975	1977	1976	1980	1973	1979	1978
六月相对湿度(%)	79	75	72	71	70	70	69	67
病 叶 率	5.0	5.0	3.3	3.2	1.8	0.45	0.5	0
株 病 斑 数	0.75	0.6	0.55	0.35	0.2	0.05	0.05	0

(三) 发病与雨量、雨日的关系

1、雨量大、雨日多、病害重。由表 6 可知，重病年 6、7 月的降雨量都在 100 毫米以上，雨日都在 30 天以上。轻病年 6、7 两个月都有一个月降雨量在 100 毫米以下，除 1978 年外，都在 60 毫米以下。1972、1976 年的雨日在 30 天以下说明

雨量大、雨日多，有利于病害流行。但降雨量与病情不是完全呈正相关，如 1973 年 7 月降雨量达 253.7 毫米，病害发生却较轻。其原因在于雨量集中于 7 月中、下旬（合计 221 毫米），而 7 月上旬以前一直很干旱，不利于病害的发生，可见，问题不在于降雨量大小，而在于降雨时间是否在关键时期。吉林市郊影响病害流行的关键时期是发病前期即 6 月下旬到 7 月中旬，至于八月份的雨量、雨日对病害流行有一定的影响，但不是主要的。

表 6 历年六、七两月的雨量、雨日与病情的关系

发病程度	重				中		轻			
	1971	1975	1977	1980	1974	1979	1972	1973	1976	1978
六月降雨量(毫米)	119.2	108.2	116.3	146.4	175.1	84.9	106.8	56.7	55.2	83.4
七月降雨量(毫米)	238.5	245.0	156.5	198.8	86.1	120.1	57.2	253.7	114.2	134.4
合 计	357.7	353.2	271.8	345.2	261.2	208	164	310.4	169.4	217.8
两月合计雨日数	34	46	31	55	31	31	24	30	27	32

2、长期不降雨抑制病害的流行。发病期间长期干旱不降雨，对病害流行有严重抑制作用，尤其是6月20日~7月20日期间影响更大。四个轻病年都有连续多日不降雨的记录（0.2毫米以下的小雨未计算），如1972年7月11日到20日连续10天未降雨，1973年6月22日到7月6日连续13天未降雨，1976年6月24日到7月20日连续26天未降雨，1978年6月25日到7月7日连续13天未降雨。

3、一次较大的降雨或连续数日降雨之后，大约15~20天田间病斑数迅速增加，较大的降雨（雨量在5毫米以上）可以使相对湿度上升，在降雨的1~2日内使相对湿度保持在80%以上，此即可以满足病菌孢子萌发侵染的需要，见表7。

表7 降雨与病情迅速增长的关系

降雨时间	降雨量 (毫米)	相对湿度 (%)	相距 天数	病情迅速增长时间	病叶率 (%)	病情日增长率 (r)
1975年7月1~3日	65	90.88, 89	18	7月18日~21日	7.3~11.4	0.3764
1977年6月29日~7月1日	52.4	91.86, 95	17	7月16日~19日	3.3~12.9	1.1254
1977年7月8日	85	89	18	7月26日~8月7日	14.8~51.9	0.3501
1979年7月26日	46.8	96	17	8月12日~18日	14.3~36.7	0.4774
1980年7月5日	39.7	80	13	7月17日~26日	2.3~26.8	0.7013
1980年7月19日	27.8	82	16	8月4日~8月10日	35.9~54.1	0.2852

从1980年病情日增长率(r)的变化曲线也可以看出，与18天前的降雨量变化曲线很相似，r变化曲线有四个高峰降雨量变化曲线也有四个高峰，见图2。1975、1977年也有上述类似的情况。

病情日增长率（即流行速率）的计算采用普朗克（Vander Plank）公式：

$$r = \frac{1}{t_2 - t_1} \left[ \log_{e1} \frac{x_2}{1 - x_2} - \log_{e1} \frac{x_1}{1 - x_1} \right]$$

### 三、田间小气候与发病的关系

玉米是高秆作物，田间小气候与一般大气候有差异。在1979年用自记温湿度计测定田间小气候情况，调查结果表明，玉米田小气候随大气候变化而变化，但玉米地相对湿度总是高于空地，平均高5%，湿度在80%以上的时间多1.7小时。温度夜间玉米地高于空地，白天玉米地低于空地，这些差异都对发病

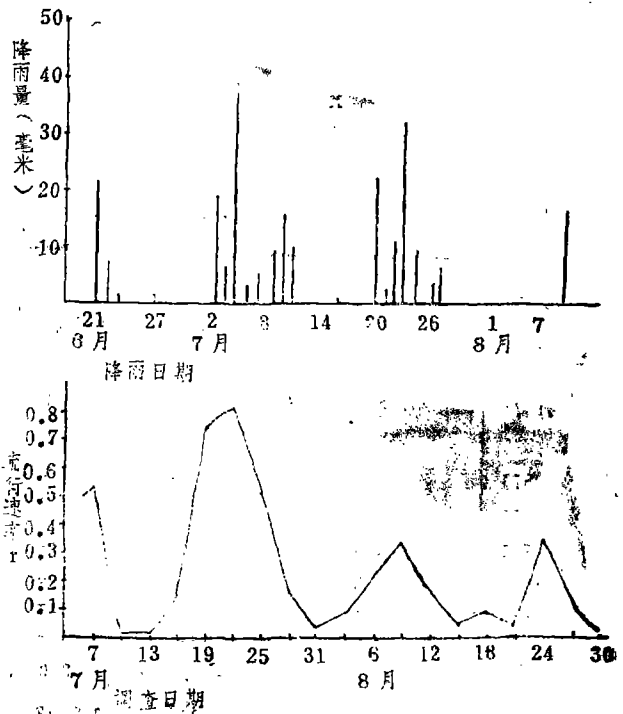


图2 降雨与流行迅速(r)的关系(1980年)

有利。湿度高有利于孢子形成、萌发、侵染。温度白天低、夜间高、变化小，保持在发病适温20~24℃的时间长，也有利于发病。见表8。

表8 玉米地与空地小气候差异 (0.5米高)  
(7月23日~7月26日五天调查平均数)

地 块	相 对 湿 度 (%)				温 度 ℃		
	平均	夜间最高	白天最低	在80%以上的时间(小时)	平均	夜间最低	白天最高
玉米地	81.4	89.2	56	12.4	22.9	20.5	28.6
空地	76.4	84	45	10.7	23.8	19.2	32.8
相 差	+5	+5.2	+11	+1.7	-0.9	+1.3	-4.2

短期测报回归方程式

调查分析表明,6月下旬、7月上旬的湿度、雨量、雨日对发病前期的病情有决定性影响,而前期病情轻重对后期发病轻重亦有决定性影响。因此,可以根据6月下旬、7月上旬的气候情况,进行短期预测预报。用统计学方法分析6月下旬、7月上旬的雨量、雨日、相对湿度与7月20日前后的病叶率的相关性,并参照斯切龔诺夫采用的方法将各有关的气象因素综合成

$$\text{天气积分指数 } \Phi = \left( \frac{x}{\delta_x} + \frac{y}{\delta_y} + \dots \right) \div n$$

并进一步用回归分析方法,建立短期测报方程式。

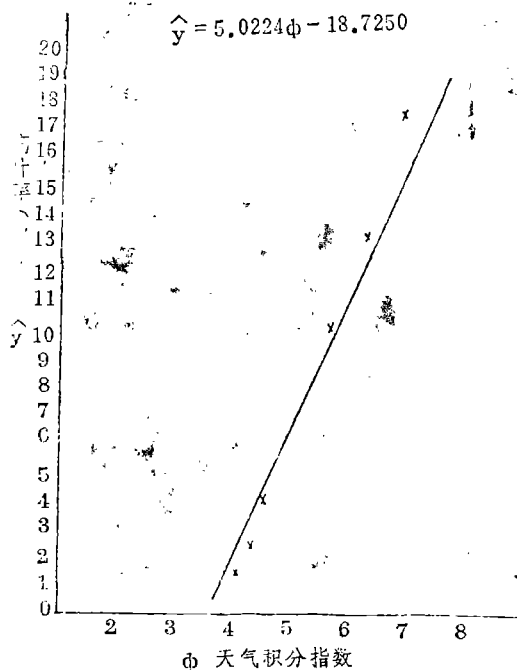


图3 六月二十日~七月十日气候与七月二十日病叶率关系

表9 预测回归方程计算数据

年	七月二十日前后病叶率实测值 y	六月二十日~七月十日				预测值 $\hat{y}$	当年病情
		雨 量 (毫米)	雨 日 (5毫米以上)	相对湿度 (%)	天气积分指数 $\Phi$		
1973	3.3	56.2	3	70.5	4.407215	3.41	轻
1974	9.5	76.1	8	79	5.571285	9.26	中
1975	17.1	72.3	10	81	6.657224	14.71	重
1976	5.7	22.9	2	65	3.879724	0.76	轻
1977	12.9	163.4	8	80.5	6.106631	11.95	重
1978	1.0	80.3	2	67	4.286978	2.81	轻
1979	2.0	77.2	5	73	4.833920	5.55	中
1980	5.9	122.3	7	75.5	5.511861	8.96	重
标准差		$\delta_x = 64.1572$	$\delta_y = 3.0679$	$\delta_z = 6.1146$			
相关系数		$r = 0.7999^*$	$r = 0.8459^{**}$	$r = 0.7979$			

$$\hat{y} = b\phi + a = 5.0224\phi - 18.7250$$

$$b = 5.0224$$

$$a = -18.7250$$

$\phi$  = 天气积分指数

依据上述方程式，预测值与实测值，除1976年差异较大外，其他各年基本接近（见图三）。如预测值 $\hat{Y}$ 在10以上，可预报为重发病年；预测值 $\hat{y}$ 在4以下，可预报为轻发病年见表9。我们以此方程式测定了1971年、1972年的发病情况（因这两年未做系统调查），测定结果1971年 $\hat{y} = 9.0404$ ，发病应重或中等偏重，1972年 $\hat{y} = 2.5434$ ，发病应轻。测定结果与实际发生情况相符。

## 讨 论

玉米大斑病能否流行取决于寄主的抗病性，菌量的多少，环境条件是否合适等各方面因素。大量种植感病品种是病害大流行的前提条件，有较多的病原菌是当年能否流行的基础。调查表明玉米大斑病菌量多少，不取决于上一年病情，而取决于当年前期病情，而前期病情轻重又受气候条件的影响，因而发病期间的气候因子是影响病害流行的决定性因素。适合玉米大斑病发生的温度范围在20~24℃，凡玉米生育期间气温经常处于20~24℃范围内的地区，玉米大斑病都可能流行。吉林省玉米生育期间的温度基本上在上述范围内，故成为玉米大斑病流行区。当温度低于15℃时，病害不表现病斑，则与当年发病的迟早有关，因而可作为测报前期病情的依据之一。湿度是影响病害能否流行的主要因素之一，高湿有利于发病，低湿不利于发病。雨量、雨日对发病的影响是通过改变湿度而发生作用。吉林是寒温带大陆性气候，降雨对湿度影响很大，因而雨量大、雨日多、发病重。有的调查认为降雨量少发病也重，或8月份干旱发病也重。我们的调查表明，6、7月雨量、雨日少、湿度低发病皆轻。在某些特殊地区如海南岛崖城冬季雨量少也可能发病重，如1973年我们在崖城调查，1月份平均气温22℃，相对湿度79.5%，降雨量只有33毫米，雨日10天，但2月11日调查病情，病叶率63.8%，平均每株病斑27.2个。表明雨量虽少，但温度、湿度适合发病也重。

基于以上研究，我们认为可以根据当年种植的品种抗性，田间调查的前期病情及气象资料等方面综合考虑进行预测预报。

一、中期预报：以吉林地区为例，如气象预报6月份气温较常年偏高，6、7月雨量大、雨日多，每月降雨量都在100毫米以上，而种植的品种抗性不强，则大斑病可能大发生。反之，如预报6、7月干旱、少雨，每月降雨在60毫米以下，品种又比较抗病，则大斑病可能轻发生。

二、短期预报：可用定点系统调查的方法或普查病叶率、病斑数的办法，结合气象资料进行预报。（1）6月份日平均气温在15℃以上，相对湿度达80%以上表明田间最早病斑已经出现。（2）6月20日~7月20日期间，温度在20~24℃的天数多（20天以上），相对湿度在80%以上的天数多（20天以上），70%以下的天数少（5天以下），标志气候条件适合发病有可能大发生。（3）在此期间长期连续阴雨、雨多、雨勤

则能大发生。如连续多日干旱无雨(10天以上)则可能轻发生。(4)按照测报方程式 $\hat{y} = 5.0224\phi - 18.7250$ , 测得7月20日前后病叶率 $\hat{y}$ 在10以上可能重发生, $\hat{y}$ 在4以下可能轻发生。(5)田间病情调查:以中等抗性品种为例,如7月20日前后,病株率在70%以上,病叶率在10%以上,平均株病斑数在1.5个以上,则可能重发生。反之,如病株率在30%以下、病叶率在5%以下、株病斑数在0.5个以下,则可能轻发生。(6)结合品种抗性及施肥情况综合考虑,如品种感病,施肥不足,有利于发病。

### 参 考 文 献

- (1) 潘顺法 马润芝 姜晶春 1979 玉米大斑病发病与流行因素的研究 吉林农业科学 第4期 46页
- (2) 李莫然 李勇 刘淑芬 1980 玉米大斑病在哈尔滨地区的发生、流行及预测预报方法的探讨(油印本)
- (3) 杨少枝 1980 玉米大斑病发生流行与气象因子的关系(油印本)
- (4) 河北省植保土肥研究所 1976 玉米大小斑病防治研究(油印本)
- (5) 陕西农科院植保所 1976 陕西省玉米大小斑病发生、流行规律初步研究(油印本)
- (6) 吉林省农校植保教研组 1978 玉米大斑病发生规律与气象关系的初步探讨 吉林农校科教通讯第二期8页
- (7) 中国农作物病虫害编辑委员会 1979 中国农作物病虫害(上册) 第406页
- (8) Berger R.P 1970 Forecasting *Helminthosporium turcium* attacks in Florida sweet corn *Phytopath* 60: 1284
- (9) Ullstrup A.T. 1964 *Helmenthosporium* diseases of corn plant *Dis Repter* *supp*1228: 118~119