

# 向日葵黑斑病的发生发展 与气象条件的关系

吴承杰

(吉林省白城地区气象站)

据文献记载,发生于向日葵的病害有90种以上,有褐斑病、黑斑病、锈病、菌核病和霜霉病等。其中黑斑病是主要病害之一。这些病害以真菌侵染为害占80%以上,因此,病害的发生与外界环境条件关系非常密切。其中分生孢子对向日葵的侵染和反复侵染主要与植株上水滴、空气湿度和温度有关。为揭示黑斑病的发生、发展与气象条件间的关系,在1982年试验调查的基础上,1983年在白城地区农业气象试验站的试验地上专门进行了田间试验,1984年又验证了一年,现总结如下:

## 一、试验设计和调查

(一)为了获得不同发育阶段和不同气象条件下黑斑病发生发展情况的资料。试验区分4·20、4·30、5·10、5·20、5·30、6·10共六个期次播种。1984年少4·20播期处理。小区面积1983年度399米<sup>2</sup>(长38米、宽10.5米),1984年度262.5米<sup>2</sup>(长为25米,宽10.5米)。垄距70厘米,株距55厘米。播种时每株施磷酸二铵5克,现蕾期每株追施硝酸铵5克。全生育期酌情灌水2—3次,基本上保证不受旱。其它管理同于一般生产田。

(二)1983年度在每个区内设置了大小百叶箱,进行株间小气候(1.05米高度)要素的观测。有空气温度、空气湿度、最高、最低温度和温湿度自记观测。每天08、14、20时观测三次,02时以自记代替。大气候观测资料用白城地区气象台观测站的地面气象观测资料(与试验地距离约1,500米)。

(三)供试品种:我国第一个一季作杂交种,白葵杂1号。

(四)病情调查是每个小区选择6株,1983年度自7月26日,1984年度自7月13日起每七天定株调查一次,并以整株为单位,自下而上的记载病斑占整株叶面积的百分率,然后按下列标准分级。

- 0级:全株无病;
- 1级:叶斑占总叶面积1%;
- 2级:叶斑占总叶面积5%;
- 3级:叶斑占总叶面积10%;
- 4级:叶斑占总叶面积20%;
- 5级:叶斑占总叶面积30%;
- 6级:叶斑占总叶面积50%;
- 7级:叶斑占总叶面积70%;
- 8级:叶斑占总叶面积80—100%;

病情程度以病情指数表示。

$$\text{病情指数} = \frac{\text{各级病株数} \times \text{相应级数之和}}{\text{调查总株数} \times \text{最高级数}} \times 100$$

1982年度的病情指数按五级调查，且病源充沛、相对病情指数较高，调查于7月23日和8月17日只调查了两次。

## 二、结果与分析

### (一) 向日葵黑斑病发生发展的生物学阶段

病情调查资料表明从生物学阶段上向日葵开花以后，在同时具备发病气象条件下(参考

表1 病情指数增长10%以上各期次时段的小气候温、湿度和降水条件 1983年

时段 播期	20/4	时段 播期	10/5		
9/8 16/8	≥70% 7天, ≥20℃ 6天, 18℃ 7天; ≥75% 4天, ≥20℃ 3天, 18℃ 4天; ≥80% 3天, ≥20℃ 2天, 18℃ 3天; 1天1次。	29/8	≥70% 8天, ≥20℃ 6天, 19℃ 8天; ≥75% 8天, ≥20℃ 5天, 19℃ 8天; ≥80% 4天, ≥20℃ 2天, 19℃ 4天; 2天2次。		
23/8 29/8	≥70% 6天, ≥20℃ 6天; ≥75% 4天, ≥20℃ 4天; ≥80% 2天, ≥20℃ 2天; 2天1次。	7/9	≥70% 6天, ≥20℃ 2天, 19℃ 5天; ≥75% 5天, ≥20℃ 1天, 19℃ 5天; ≥80% 4天, ≥19℃ 3天, 18℃ 4天; 3天1次, 1天1次。		
29/8 7/9	≥70% 7天, ≥20℃ 6天, 19℃ 7天; ≥75% 8天, ≥20℃ 7天, 19℃ 8天; ≥80% 5天, ≥20℃ 4天, 19℃ 5天; 2天2次。	16/9			
时段 播期	20/5	时段 播期	30/5	时段 播期	10/6
29/8 7/9	≥70% 8天, ≥20℃ 7天, 19℃ 8天; ≥75% 8天, ≥20℃ 7天, 19℃ 8天; ≥80% 5天, ≥20℃ 5天; 2天2次。	29/8 7/9	≥70% 9天, ≥20℃ 7天, 19℃ 9天; ≥75% 8天, ≥20℃ 6天, 19℃ 8天; ≥80% 7天, ≥20℃ 5天, 19℃ 7天; 2天2次。	29/8 7/9	≥70% 9天, ≥20℃ 7天, 19℃ 9天; ≥75% 9天, ≥20℃ 5天, 19℃ 9天; ≥80% 9天, ≥20℃ 5天, 19℃ 9天; 2天2次。
7/9 16/9	≥70% 6天, ≥20℃ 2天, 19℃ 5天, 18℃ 6天; ≥75% 5天, ≥19℃ 4天, 18℃ 5天; ≥80% 4天, ≥19℃ 3天, 18℃ 4天; 3天1次, 1天1次。			7/9 16/9	≥70% 10天, ≥20℃ 2天, 19℃ 3天; ≥75% 7天, ≥20℃ 2天, 19℃ 3天; 3天1次, 1天1次。

下部分), 黑斑病才普遍发生, 大量蔓延。开花以前虽然也早有病斑出现, 罹病的气象条件也具备, 但发展不起来。分期播种各期次在开花50%以后, 病情指数才达到10%以上。

从各期次病情指数增长值来看, 开花80%以后病情指数七天的增长值才出现4%以上。普遍开花半月以后才出现七天增长值10%左右。所以可以说向日葵开花约半月后的乳熟期至成熟前在同时具备罹病的气象条件时, 才是黑斑病最易发生和发展, 对产量影响最大的生物学阶段。

1982年5·10播种的各试验区, 由于开花后(开花盛期约在7·26)约半月左右的8·5—8·12连续八天, 量对湿度 $\geq 75\%$ 且平均气温 $\geq 25^\circ\text{C}$ 的高温高湿天气, 并配有 $\geq$

表2 病情指数增长10%以上各期次时段的田间大气温、湿度和降水条件 1983年

时段 播期	20/4	时段 播期	10/5		
9/8	$\geq 70\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 75\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天;	29/8	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 7天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天; 2天 2次。		
16/8	1天 1次。	7/9	$\geq 70\%$ 4天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 75\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。		
23/8	$\geq 70\%$ 2天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天; $\geq 75\%$ 2天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天; $\geq 80\%$ 2天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天;	7/9	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 7天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天, $19^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天, $19^\circ\text{C}$ 3天; 2天 2次。		
29/8	2天 1次。	16/9	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。		
29/8	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 7天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天, $19^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 2天, $19^\circ\text{C}$ 3天; 2天 2次。	7/9	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 7天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天; 2天 2次。		
7/9	2天 2次。	7/9	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 6天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 5天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天, 2天 2次。		
时段 播期	20/5	时段 播期	30/5	时段 播期	10/6
29/8	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 7天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天; 2天 2次。	29/8	$\geq 70\%$ 8天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 7天, $19^\circ\text{C}$ 8天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 3天; 2天 2次。	29/8	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。
7/9	2天 2次。	7/9	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。	7/9	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天, $18^\circ\text{C}$ 5天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。
7/9	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。	16/9	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天, $18^\circ\text{C}$ 5天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。	16/9	$\geq 70\%$ 5天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 4天, $18^\circ\text{C}$ 5天; $\geq 75\%$ 4天, $\geq 20^\circ\text{C}$ 1天, $19^\circ\text{C}$ 3天, $18^\circ\text{C}$ 4天; $\geq 80\%$ 3天, $\geq 19^\circ\text{C}$ 2天, $18^\circ\text{C}$ 3天; 3天 1次, 1天 1次。

0.1毫米三次降水天气，结果黑斑病情指数猛增至80%左右；而处于开花之前的一些试验区病情指数只在30%以下（1982年的试验地的病源充沛，相对病情指数较高）。也说明向日葵开花约半个月后至成熟前是易感病的生物学时段。

(二) 黑斑病发生、发展的气象条件

1983年的8·9—8·16和8·23—8·29期间4·20播期向日葵的生育时段皆处于开花半月之后有利黑斑病发生和蔓延生物学时段，加之配合出现了罹病的气象条件（分析图略），所以病情指数七天增长值超过了10%以上10.4%和12.5%。其它播期主要是生物学时段尚未进入罹病阶段，或不具备罹病气象条件，或病源不足等其它原因，因此8·30日前其它播期均未出现七天病情指数增长值超过10%的情况，如4·30、5·10、5·20、5·30、6·10各播期病情指数增长值分别为4.4、1.3、3.7、0.0、0.5和5.7、5.9、6.4、7.3、4.4，而8·29—9·7时段的4·20—6·10各播期和9·7—9·16时段5·10—6·10各播期均属生物学阶段和气象条件同时处于罹病条件下，因此除5·30播期的9·7—9·16时段外，病情指数增长值均在10%以上甚至有的达24.3%。将1983年度各期次病情指数增长值达10%以上，各时段的空气相对湿度和温度及降水情况按田间小气候值和大气候值分别列于表1、表2。将1984年的病情指数增长大的四个时段的大气候值列于表3。再分析表1、表2，参照表3归纳出有利于黑斑病发生、发展的气象指标列于表4。

表3 病情指数增长10%以上各时段的大气温、湿度和降水条件 (1984)

17/8—24/8	24/8—31/8	31/8—7/9	7/9—14/9
≥70% 7天, ≥20℃ 6天, 19℃ 7天; ≥75% 3天, ≥20℃ 2天, 19℃ 3天; ≥80% 2天, ≥20℃ 1天, 19℃ 2天; 1天 2次。	≥70% 7天, ≥20℃ 3天, 19℃ 6天, 17℃ 7天; ≥75% 7天, ≥20℃ 3天, 19℃ 6天, 17℃ 7天; ≥80% 7天, ≥20℃ 3天, 19℃ 6天; 3天 1次, 1天 1次。	≥70% 7天, ≥20℃ 1天, 18℃ 3天, 17℃ 7天; ≥75% 4天, ≥20℃ 1天, 17℃ 4天; ≥80% 没有; 1天 1次。	≥70% 7天, ≥19℃ 1天, 18℃ 2天, 16℃ 6天; ≥75% 1天, ≥14℃ 1天, 1天 2次。

注：表中3天一次指≥0.1毫米降水连续3天以上一次，其它类推。

表4 向日葵黑斑病发展的气象条件

必要条件	7—10天时段之内至少有≥0.1毫米降水日连续两天以上		
充分条件			
大气象条件	$r \geq 80\%$ $t \geq 19^\circ\text{C}$ } 3天	$r \geq 75\%$ $t \geq 20^\circ\text{C}$ } 3天	$r \geq 70\%$ $t \geq 19^\circ\text{C}$ } 7天
株间气象条件 (10.5米高度)	$r \geq 80\%$ $t \geq 20^\circ\text{C}$ } 3天	$r \geq 75\%$ $t \geq 20^\circ\text{C}$ } 5天	$r \geq 70\%$ $t \geq 20^\circ\text{C}$ } 7天

注：r代表日平均相对湿度，t为日平均气温摄氏值，}表示同时具备。

从分析图（略）和表4的指标，可以知道配有降水天气的持续高温高湿是黑斑病发生和蔓延的罹病气象条件。其中降水和湿度是主要条件。

表5是两年各播期处理开花至9月7日不同级的湿度天数，病情指数及两者间关系

数。可见由于盛夏至秋初温度条件一般满足要求，所以病情指数的增长主要由于降水和大气、田间相对湿度条件所致。

表 5

不同级湿度天数及其与病情指数相关系数

项 目	年 份 播 期	1983						1984					相 关 系 数
		20/4	30/4	10/5	20/5	30/5	10/6	30/4	10/5	20/5	30/5	10/6	
开花之 前	$r \geq 70\%$ 天数	25	22	13	13	8	8	39	39	35	33	25	0.7032 *
	$r \geq 75\%$ 天数	15	14	8	8	5	5	19	19	17	17	12	0.8046 *
	$r \geq 80\%$ 天数	12	11	7	7	4	13	13	13	12	12	9	0.8630 ***
病情指数		67.7	55.8	51.0	38.3	37.3	28.4	58.3	57.7	49.6	60.0	42.1	

\*  $\alpha=0.05$ , \*\*  $\alpha=0.01$ , \*\*\*  $\alpha=0.001$

指标归纳成三个层级，当湿度较高时，持续天数和温度要求稍低，反之湿度较低则要求持续天数延长或温度较高。

从分析图和表中数据还可归纳出，当日平均空气湿度持续在70%以下（这时一般没有连续性降水天气），日平均气温持续在15℃以下时，则黑斑病就不发生和停止蔓延。

### 三、结 论

（一）向日葵开花约半月以后的乳熟至成熟前，在同时具备罹病气象条件时，是黑斑病最易发生和蔓延的生物学阶段。

（二）向日葵黑斑病有利发生和蔓延的气象条件是：7—10天内有连续2日0.1毫米以上降水天气，且大气日平均相对湿度 $r \geq 80\%$ ，同时日平均气温 $t \geq 19^\circ\text{C}$  3天以上；或 $r \geq 75\%$ ，同时 $t \geq 20^\circ\text{C}$  3天以上；或 $r \geq 70\%$ 同时 $t \geq 19^\circ\text{C}$  7天以上。

（三）日平均相对湿度持续 $r < 70\%$ （主要条件），日平均气温持续 $t < 15^\circ\text{C}$ ，黑斑病很少发生和蔓延。