

# 栽培措施防治烤烟赤星病研究初报<sup>\*</sup>

郭兆奎 刘 伟 万秀清 李丽杰

(黑龙江省烟草研究所)

**摘要** 采用五元二次通用旋转回归组合设计,研究烤烟大田移栽期、密度、施氮量、施磷量和施钾量对烟草赤星病的影响,结果表明:栽培措施显著影响烟草赤星病的发生,各项栽培措施与烟草赤星病的关系可用模型  $Y=10.386-2.271X_1+2.525X_2+2.75X_3-1.146X_4-3.396X_5-1.4375X_3X_5+0.899X_1^2+1.180X_3^2+1.243X_2^2+1.118X_5^2$ 表示,通过模拟选优提出了黑龙江烟区烟草赤星病综合防治系统中各项栽培措施的最佳组合

**关键词** 烟草赤星病 栽培措施 防治

**中图分类号** S572

烟草赤星病 ( *Alternaria alternata* )是黑龙江省烟区主要病害,每年都有不同程度的发生,特别是近年来发生更为普遍,造成了严重经济损失。有关该病的研究起步较晚,董汉松等报道了病菌弱毒株可诱导烟草的系统抗性<sup>[1]</sup>,郭永峰等研究了烟草赤星病的抗性遗传<sup>[2]</sup>,吴中心等利用毒素组培方法进行了抗病突变体筛选的研究<sup>[3]</sup>,陈惠明等研究了赤星病菌的致病生理<sup>[4]</sup>,王新民等对烟草赤星病药剂防治做了大量工作<sup>[5]</sup>,但从综合防治的角度,通过调整农业栽培措施,改善烟田生态环境,提高烟株生理抗性来进行烟草赤星病防治方面的研究还很不深入,为了解移栽期、密度和氮、磷、钾施肥水平对烟草赤星病的影响,确定对烟草赤星病栽培防治措施的最佳组合,本文报道了 1994~ 1997年的部分试验结果。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试品种

易感赤星病烤烟品种 NC89,由本所育种室提供

### 1.2 烟田管理

试验田前作为烤烟,土壤类型为河淤土,有机质含量 2.25% ,速效磷 31.49mg /kg,速效

表 1 决策变量及编码值

试验因素	间距	设计水平				
		- 2	- 1	0	1	2
移栽期 (X <sub>1</sub> ) (月、日)	6	4. 24	4. 30	5. 6	5. 12	5. 18
密度 (X <sub>2</sub> ) (株 /h m <sup>2</sup> )	2090	12900	14500	16667	18760	20850
施氮量 (X <sub>3</sub> ) (纯氮 kg /hm <sup>2</sup> )	15	15	30	45	60	75
施磷量 (X <sub>4</sub> ) (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg /h m <sup>2</sup> )	33. 75	0	33. 75	67. 5	101. 25	135
施钾量 (X <sub>5</sub> ) (K <sub>2</sub> Okg /h m <sup>2</sup> )	37. 5	0	37. 5	75	112. 5	150

注:氮肥为硝铵,磷肥为三料,钾肥为硫酸钾。

<sup>\*</sup> 收稿日期 1999- 08- 04  
21994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

钾为 270mg /kg,覆膜移栽,移栽前按试验设计,单株称取硝铵、三料、硫酸钾,移栽时一次性穴施,烟株达到一朵中心花开放占 60%时按小区平顶,拖后采收

1.3 试验设计

试验采用五元二次通用旋转回归设计,五个决策变量为移栽期 ( $X_1$ ),密度 ( $X_2$ ),施氮量 ( $X_3$ ),施磷量 ( $X_4$ )和施钾量 ( $X_5$ ),各因素的水平及编码值见表 1 试验共设 32个小区,每小区三行,行长 7.2m,分别在 7月 25日、8月 5日晚喷施接种赤星病菌,拖后采收,8月 25日调查中间行 10株的病情指数。赤星病病级分级标准同董汉松<sup>[1]</sup>。

2 结果与分析

2.1 试验结果与数学模型建立

表 2 试验结果

结构矩阵						病情指数		结构矩阵						病情指数	
区号	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	(%)		区号	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	(%)	
1	1	1	1	1	1	12.5		17	2	0	0	0	0	7.5	
2	1	1	1	-1	-1	25.0		18	-2	0	0	0	0	18.75	
3	1	1	-1	1	-1	15.25		19	0	2	0	0	0	18.75	
4	1	1	-1	-1	1	14.25		20	0	-2	0	0	0	6.2	
5	1	-1	1	1	-1	13.75		21	0	0	2	0	0	20.0	
6	1	-1	1	-1	1	12.00		22	0	0	-2	0	0	8.5	
7	1	-1	-1	1	1	6.25		23	0	0	0	2	0	10.25	
8	1	-1	-1	-1	-1	8.25		24	0	0	0	-2	0	18.75	
9	-1	1	1	1	-1	28.75		25	0	0	0	0	2	5.5	
10	-1	1	1	-1	1	16.75		26	0	0	0	0	-2	22.5	
11	-1	1	-1	1	1	12.0		27	0	0	0	0	0	8.5	
12	-1	1	-1	-1	-1	17.0		28	0	0	0	0	0	8.75	
13	-1	-1	1	1	1	13.75		29	0	0	0	0	0	12.5	
14	-1	-1	1	-1	-1	22.72		30	0	0	0	0	0	16.5	
15	-1	-1	-1	1	-1	16.25		31	0	0	0	0	0	11.5	
16	-1	-1	-1	-1	1	12.5		32	0	0	0	0	0	9.25	

将表 2数据应用 DPS数据处理系统五元二次通用旋转回归组合设计程序建立各因子与病情指数的五元二次回归方程:

$$Y= 10.0386- 2.2708X_1+ 2.525X_2+ 2.75X_3- 1.146X_4- 3.3958X_5+ 1.0625X_1X_2+ 0.75X_1X_3- 0.34375X_2X_5- 0.84375X_2X_5- 0.315X_3X_4- 1.4375X_3X_5- 0.7187X_4X_5+ 0.8988X_1^2+ 0.7363625X_2^2+ 1.180113X_3^2+ 1.243X_4^2+ 1.118X_5^2$$

该回归方程复相关系数  $R= 0.9775256$ ,对上述回归方程进行 F测检。失拟检验  $F_1= 0.966527 < F_{0.05}(20, 11)= 2.65$ ,拟合检验  $F_2= 11.82517 < F_{0.01}(20, 11)= 4.11$ ,拟合测验达极显著,失拟测验不显著,故该回归方程可靠。

对各对回归系数进行 F测验,结果表明:  $X_1$ (移栽期)、 $X_2$ (密度)、 $X_3$ (施氮量)、 $X_5$ (施钾量)的 F值分别为: 21.625 36.628 43.447 66.252,均大于  $F_{0.01}(1, 11)= 9.64999$ 达极显著水平,  $X_4$ (施磷量) F值= 7.542866>  $F_{0.05}(1, 11)= 4.84$ 达显著水平。

交互项中仅  $X_3X_5$ 的参数  $b_{35}= 7.914399> F_{0.05}(1, 11)$ ,达显著水平,其余均不显著。二次项中,  $b_{11}$ 、 $b_{33}$ 、 $b_{44}$ 、 $b_{55}$ 的 F值分别为 5.673 9.779 10.842 8.771均大于  $F_{0.05}(1, 11)= 4.84$ 达显著水平,其余不显著,剔除不显著项得简化回归方程:

$$Y= 10.0386- 2.2708X_1+ 2.525X_2+ 2.75X_3- 1.146X_4- 3.396X_5- 1.438X_3X_5+ 0.899X_1^2$$

+ 1. 180X<sub>3</sub><sup>2</sup>+ 1. 243X<sub>3</sub><sup>3</sup>+ 1. 118X<sub>3</sub><sup>4</sup>

2.2 单因子效应分析

由于试验设计为旋转组合设计,可采用降维法将 5个因素中其它变量取零,得出该变量的单因子效应方程,计算单因子效应值。

$Y_1=10.03863-2.270833X_1+0.8988628X_1^2$ ;  $Y_2=10.03863+2.525X_2+0.736325X_2^2$ ;  
 $Y_3=10.03863+2.75X_3+1.180113X_3^2$ ;  $Y_4=10.03863-1.1458333X_4+1.242613X_4^2$ ;  
 $Y_5=10.03863-3.395833X_5+1.117613X_5^2$

表 3 单因子效应分析

因子	水平					极值
	- 2	- 1	0	1	2	
Y <sub>1</sub>	18. 176	13. 203	10. 039	8. 667	9. 092	MIN(X <sub>1</sub> = 1. 263)= 8. 604
Y <sub>2</sub>	7. 934	6. 250	10. 039	13. 300	18. 034	MIN(X <sub>2</sub> = - 1. 715)= 7. 874
Y <sub>3</sub>	9. 259	8. 469	10. 039	13. 969	20. 259	MIN(X <sub>3</sub> = - 1. 165)= 8. 436
Y <sub>4</sub>	17. 301	12. 429	10. 39	10. 135	12. 717	MIN(X <sub>4</sub> = 0. 461)= 9. 774
Y <sub>5</sub>	21. 301	14. 552	10. 039	7. 760	7. 717	MIN(X <sub>5</sub> = 1. 519)= 7. 459

根据单因子效应分析表,在不同的取值范围内,各项栽培措施对病情指数所起的作用程度不同,移栽期在(− 2, 0. 5)区间取值时,移栽越早,赤星病病情指数越重,在(0. 5, 2)区间取值时,移栽期对赤星病病情指数影响不大,方程 Y<sub>2</sub>表明病情指数随密度的增大而增加,密度在(− 2, − 0. 5)区间取值时,病情指数增加较少,而在(0, 2)区间取值时增加较快,方程 Y<sub>3</sub>表明氮肥施用量在(− 2, − 0. 5)区间,赤星病病情指数与氮肥施用量关系不大,施氮 − 2水平的赤星病病情指数还高于 − 1. 5和 − 1水平,在区间(− 0. 5, 2)随氮肥用量的增加病情指数有所增加,施氮量在(0, 2)区间取值时赤星病病情指数显著增加,可见氮肥过高,赤星病病情加重,分析 Y<sub>4</sub>曲线可看出,施磷量在(− 2, 0)区间取值时,施磷越少,赤星病越重,增施磷肥可减轻病害发生程度,但施磷量达到一定程度后,再增施磷肥,其对赤星病的抑制作用不再增加,方程 Y<sub>4</sub>在(0, 2)区间增加较小,方程 Y<sub>5</sub>表明,增施钾肥可增强烟株对赤星病的抗病能力,随施钾量的增多,到施钾水平为 1以后,继续增施钾肥,对赤星病的抑制作用不再增强。

从方程还可以看出,各因子一次项回归系数分别为施钾量(− 3. 395833),施氮量(2. 75),密度(2. 525),移栽期(− 2. 2708)和施磷量(− 1. 1458),由于处理水平进行了标准化,系数大小表明关系强度,因此五因素对烟草赤星病的作用程度依次为施钾量> 施氮量> 密度> 移栽期> 施磷量。

表 4 X<sub>3</sub>和 X<sub>5</sub>对病情指数的互作效应

X <sub>3</sub>	X <sub>5</sub>					平均值	标准差	CV.
	- 2	- 1	0	1	2			
- 2	14. 771	10. 898	9. 259	9. 856	12. 688	11. 494	2. 247	0. 196
- 1	16. 856	11. 545	8. 469	7. 628	9. 023	10. 704	3. 736	0. 349
0	21. 301	14. 552	10. 039	7. 760	7. 717	12. 274	5. 762	0. 469
1	28. 106	19. 920	13. 969	10. 253	6. 773	16. 204	7. 923	0. 469
2	37. 271	27. 648	20. 259	15. 106	12. 88	22. 494	10. 133	0. 450
平均值	23. 661	16. 912	12. 399	10. 121	10. 076			
标准差	9. 164	6. 979	4. 877	3. 030	2. 217			
CV.	0. 389	0. 413	0. 393	0. 299	0. 220			

2.3 两因素交互效应分析

回归方程的 F 测验表明  $X_3$   $X_5$  的互作效应显著,将  $X_1$   $X_2$   $X_4$  三个因素取值为零,得  $X_3$   $X_5$  的交互效应方程为  $Y_{3,5}= 10.0386+ 2.75X_3- 3.3958X_5- 1.4375X_3X_5+ 1.180113X_3^2+ 1.1176X_5^2$ ,  $X_3$  和  $X_5$  对赤星病病情指数的交互效应值 (见表 5)。

由上表,当钾肥施用量为 - 2 水平时,施氮水平为 - 2 - 1 0 1 2 的病情指数分别为 14.771 16.856 21.301 28.106 和 37.271,可见随着氮肥施用量的提高,病情指数增加幅度增大,而当钾肥施用量为 2 水平时,施氮水平为 - 2 - 1 0 1 2 的病情指数分别为 12.688 9.023 7.717 8.773 和 12.188,赤星病的病情指数随氮肥施用量提高的增加幅度较小,可见增施钾肥可减轻由于氮肥过高而对诱发赤星病的影响。

2.4 病情指数≤ 10 时各栽培措施的模拟寻优

对病情指数≤ 10 的农艺栽培措施进行最优估计 (见表 5)。

表 5 病情指数≤ 10 各因子最优估计

因子 $X_i$	水平					平均值	标准差	置信区间
	- 2	- 1	0	1	2			
移栽期 $X_1$	0.0000	0.146	0.2209	0.3786	0.3859	1.136	0.805	1.058~ 1.214
密度 $X_2$	0.3981	0.3495	0.2087	0.0437	0.0000	- 1.102	0.879	- 1.187~ - 1.017
施氮量 $X_3$	0.1893	0.2961	0.2718	0.1675	0.0752	- 0.357	1.132	- 0.471~ 0.243
施磷量 $X_4$	0.0000	0.0898	0.3058	0.3447	0.2597	0.777	0.936	0.365~ 0.634
施钾量 $X_5$	0.0583	0.1431	0.2330	0.2398	0.2718	0.568	1.199	0.452~ 0.634

由上表看出,在 1994 年宁安县的气候条件下,保证烟草赤星病病情指数≤ 10 的 95% 置信区间移栽期 (1.058~ 1.214),密度 (1.187~ 1.017),施氮量 (- 0.471~ 0.284),施磷量 (0.684~ 0.865),施钾量 (0.452~ 0.684)。依据编码值和间距,可将其换算出最佳栽培措施防病方案。

2.5 田间示范验证

1995~ 1997 年,在黑龙江省烟草所试验场示范田,采用上述烟草赤星病综合防治措施优化组合均达到了理想的防治效果,赤星病病情指数均在 5% 以下,对烟叶产量和品质基本不造成损失。

3 结论与讨论

3.1 研究结果表明移栽越早,密度越大,施氮越多,赤星病有加重趋势,而增施磷肥、钾肥可减轻赤星病发病程度,各因子对赤星病的作用程度依次为施钾量> 施氮量> 密度> 移栽期> 施磷量。赤星病与各因子的关系模型为:

$$Y= 10.0386- 2.2708X_1+ 2.525X_2+ 2.75X_3+ 1.1458X_4- 3.3958X_5- 1.4375X_3X_5+ 0.8986X_3^2+ 1.180113X_3^3+ 1.242613X_4^2+ 1.1176X_5^2$$

3.2 在不同的取值范围内,各项栽培措施对赤星病病情指数所起的作用程度有所不同:

移栽期在 4 月 24 日至 27 日之间,移栽越早,赤星病发生越重,在 5 月 3 日至 5 月 18 日之间移栽时,移栽期对赤星病病情指数影响不大。

烟草赤星病病情指数随密度的增大而增加,但不同取值区间所增加的幅度不同,密度在 12 900 株 /hm<sup>2</sup> 到 13 455 株 /hm<sup>2</sup> 之间,病情指数增加幅度较少,而在 16 667 株 /hm<sup>2</sup> 至 20 850 株 /hm<sup>2</sup> 之间随密度的增大,病情指数增加幅度较大。

氮肥施用量在 15kg /hm<sup>2</sup> 至 37.5kg /hm<sup>2</sup> 时,病情指数与氮肥施用量关系不大,在

37.5 kg/hm<sup>2</sup>至 45 kg/hm<sup>2</sup>时随氮肥用量的增加病情指数有所增加,施氮量在 45 kg/hm<sup>2</sup>至 75 kg/hm<sup>2</sup>时病情指数增加幅度较大。

施磷量低于 67.5 kg/hm<sup>2</sup>,施磷越少,赤星病越重,增施磷肥可减轻发生程度,但施磷量高于 67.5 kg/hm<sup>2</sup>后,再增施磷肥,其对赤星病的抑制作用增加较少,黑龙江烟区大部分是富磷土壤,且磷素释放缓慢,磷对赤星病的作用程度与其它烟区有所不同。

增施钾肥可增强烟株对赤星病的抗病能力,随施钾量的增多,抗病性随之增加,当施钾水平达到 112.5 kg/hm<sup>2</sup>,继续增施钾肥,对赤星病的抑制作用不再增强;施钾量与施氮量存在显著的互作效应,当钾肥施量较低时,赤星病的病情指数随氮肥的施用量的增加而显著增加,当钾肥施用量较高时,赤星病的病情指数随氮肥施用量提高的增加幅度较小,可见增施钾肥可减轻由于氮肥过高而对诱发赤星病的影响。

3.3 经病情指数 < 10 时各栽培措施的模拟寻优可得出最佳栽培措施防病方案,5月 12日~ 5月 13日移栽,保苗株数 14 105~ 14 469株/hm<sup>2</sup>,施氮量为 37.87~ 41.325纯氮 kg/hm<sup>2</sup>,施磷量在 79.5~ 96.67 kg/hm<sup>2</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,施钾量在 145.9~ 164.35 kg/hm<sup>2</sup> K<sub>2</sub>O,在不用药剂防治情况下,也能保证赤星病病情指数控制在 10% 以下。

### 参考文献

- 1 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.植物保护学报,1992,(1): 87~ 90
- 2 郭永峰、孔凡玉.烟草品种对赤星病的抗性因素分析.中国烟草学报,1996,3(2): 25~ 28
- 3 吴中心、张同庆等.利用花药培养系统选育烟草抗赤星病品系.中国烟草学报,1994,2(2): 1~ 7
- 4 陈惠明、刘敬业等.烟草感染赤星病后有关酶动态的研究.中国烟草学报,1994,2(2): 21~ 27
- 5 王新民等.应用 0.3% 科生霉素防治烟草赤星病的研究.中国烟草,1994,(2): 24~ 26

## Study on Comprehensive Farming Measure to Control Tobacco Brown Spot (*Alerternaria alternata*)

Guo Zhaokui Liu Wei Wan Xiuqing Li Lijie

(Heilongjiang Tobacco Research Institute)

**Abstract** Using the common combination design quadyatic regression, the effects of comprehensive farming measures (planting time, density, nitrogen, phosphorus and potassium) on the occurence of tobacco brown spot were studied. The results proved that the farming measures naved significant effect on brown spot. The mathematic equation of relation between disease level and farming measures in Heilongjiang ecological condition was set up as  $Y = 10.386 - 2.271X_1 + 2.525X_2 + 2.75X_3 - 1.146X_4 - 3.396X_5 - 1.4375X_3X_4 + 0.899X_1^2 + 1.180X_3^2 + 1.243X_4^2 + 1.118X_5^2$ . Depond on the simulation of the model, the best farming measures combination to control tobacco brown sopt in Heilongjiang tobacco field were recommended.

**Key words** Tobacco brown spot, Comprehensive measure, Control