

水稻细菌性条斑病发病程度与发病因子关系探讨

李仲惺¹ 楼珏² 卢华金²

(¹温州市植物保护站, 浙江 温州 325000; ²温州市农业科学研究院/浙南作物育种重点实验室, 浙江 温州 325006)

摘 要:根据温州市 1990-2014 年细菌性条斑病发生的历史资料, 应用通径分析方法, 分析了温州市晚稻细菌性条斑病发生程度与发病时间、雨日、雨量、相对湿度、平均气温之间的关系。结果显示, 影响晚稻细菌性条斑病发病程度最大的因子是发病时间, 雨日、雨量、平均气温、相对湿度对发病程度直接作用较小, 但在始发病时间早的情况下, 明显促进了细菌性条斑病的发生。

关键词:水稻; 细菌性条斑病; 发病程度; 气象因子; 通径分析

中图分类号: S511; S435.111.4⁺9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8082(2016)04-0062-03

细菌性条斑病(*Xanthomonas campestris* pv. *oryzicola*)是一种由病原菌引起的水稻细菌性病害。据报道, 浙江省于 1960 年首次在宁波发现此病^[1], 之后该病在 20 世纪 60 年代前中期曾一度流行, 但 20 世纪 60 年代中期到 80 年代前期此病几近绝迹。1985 年 8 月在温州市瑞安县陶山区泮袋乡前岸村又发现此病, 发病面积 8 hm², 发病品种为汕优 6 号。此次发病后的 30 多年来, 细菌性条斑病在温州市基本上每年都有发生(表 1)。细菌性条斑病发生严重时, 对水稻产量影响较大, 据范仰东等^[2]报道, 病情指数为 78.4 的重病田, 产量损失率达 20.99%。

为明确晚稻细菌性条斑病发病因子与发病程度间的关系, 以及各个因子间的相互关系, 笔者对温州市 1990-2014 年晚稻细菌性条斑病发生的历史资料进行通径分析, 以确定影响其发病流行的主因子, 为发病流行趋势的预测预报及防控措施提供及早的科学决策信息, 确保水稻细菌性条斑病得到及时有效的防治, 保障农业安全生产, 确保农民种田效益。

1 数据来源与调查方法

1.1 始病期

温州稻区的连作晚稻播种期一般在 6 月底至 7 月上旬, 单季晚稻比连作晚稻早 7~10 d 播种。细菌性条斑病发病始见期早迟不一, 据 1990-2014 年调查结果, 早发年份在 7 月底、8 月上旬前期, 迟发年份在 8 月下旬后期, 甚至到 9 月上旬。始发病期早、迟前后相差 1 个多月时间, 始发病后 15~20 d 进入盛发期, 后逐渐进入稳定期。

对温州市植物保站 1990-2014 年调查的历史数据分析, 始病期早、迟是影响晚稻中、后期发病程度(发病

面积、发病轻重)的主要因素之一。为了更准确分析始病期早、迟对晚稻中、后期发病结果的影响程度, 本文把始发病时间作为变异因子(x_1)与中、后期发病(流行)程度进行相关(通径)分析。因始发病时间早、迟长达 1 个多月时间, 因此本文对始发病时间进行分段量化(表 2), 便于进行分析。

1.2 稳定期发病程度

每年在晚稻细菌性条斑病发生稳定后, 对全市各县(市、区)的发病情况进行调查, 统计全市当年发病面积, 同时抽取有代表性的发病田块进行严重度调查, 计算病情指数, 结合发病面积来确定当年发病程度(表 2), 按照农作物病虫害发病程度分级标准, 将发病程度(y)分为 1 级(轻发生)、2 级(偏轻发生)、3 级(中等发生)、4 级(偏重发生)和 5 级(大发生)。

1.3 气象资料

1990-2014 年温州市气象资料(表 3)均由温州市气象台提供。

1.4 变幅因子

根据温州市植物保护站 25 年(1990-2014 年)晚稻细菌性条斑病发病的历史资料, 该病的始病期(x_1)变幅级别 1~5 级(表 3); 发病程度(y)的变幅为 1~5 级(表 1)。每年 8 月上旬至 9 月上旬影响细菌性条斑病发病程度轻重变幅较大的气象因子有 4 个, 年度间 4 旬的雨日(x_2)变幅为 9~31 d, 雨量(x_3)变幅为 27.2~711.6 mm, 平均相对湿度(x_4)变幅为 64.8%~87.8%, 平均气温(x_5)变幅为 26.7℃~29.3℃(表 3)。

收稿日期: 2016-03-06

基金项目:浙江省农业科研重大专项(2012C12901-17); 温州市种子种苗科技创新专项(N20120019)

表 1 温州市 1985-2014 年细菌性条斑病发生面积

| 年份 | 发生面积 (hm ²) | 发病程度 (y) | 年份 | 发生面积 (hm ²) | 发病程度 (y) | 年份 | 发生面积 (hm ²) | 发病程度 (y) |
|------|----------------------------|-------------|------|----------------------------|-------------|------|----------------------------|-------------|
| 1985 | 13.33 | 1 | 1995 | 7 353.33 | 3 | 2005 | 2 273.33 | 3 |
| 1986 | 117.33 | 1 | 1996 | 18 313.33 | 4 | 2006 | 9 913.33 | 4 |
| 1987 | 5.13 | 1 | 1997 | 35 066.67 | 4 | 2007 | 5 367.33 | 3 |
| 1988 | 0 | 0 | 1998 | 2 000.00 | 3 | 2008 | 7 140.00 | 3 |
| 1989 | 0 | 0 | 1999 | 20.00 | 4 | 2009 | 1 533.33 | 2 |
| 1990 | 8 000.00 | 4 | 2000 | 25 333.33 | 5 | 2010 | 1 826.67 | 2 |
| 1991 | 4 453.33 | 3 | 2001 | 20 806.67 | 4 | 2011 | 5 433.33 | 3 |
| 1992 | 1 340.00 | 2 | 2002 | 20 346.67 | 4 | 2012 | 2 360.00 | 2 |
| 1993 | 66.67 | 1 | 2003 | 1 066.67 | 1 | 2013 | 5 220.00 | 3 |
| 1994 | 12 166.67 | 4 | 2004 | 1 660.00 | 2 | 2014 | 9 933.33 | 4 |

表 2 1990-2014 年细菌性条斑病始发病时间分级

| 始发病时间 | 08-05 前 | 08-06~08-12 | 08-13~08-19 | 08-20~08-26 | 08-27 后 |
|-------|---------|-------------|-------------|-------------|---------|
| 时间级别 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

1.5 数据分析

根据 1990-2014 年温州市气象资料及晚稻细菌性条斑病的发病程度数据,采用 SPSS22.0 软件进行多元回归和通径分析。

2 结果与分析

2.1 始病期是影响晚稻细菌性条斑病发病程度的主因子

通过线性回归分析,晚稻细菌性条斑病发病程度(y)与 5 个因子(始发病期+4 个气象因子)的线性回归方程为 $y=-11.223+1.065x_1+0.015x_2-0.0002x_3+0.039x_4+0.286x_5$,式中 x_1 系数为 1.065,大于 x_2 (雨日)、 x_3 (雨量)、 x_4 (相对湿度)、 x_5 (平均气温)的系数。从表 4 可以看到,在通径分析中,以始发病时间(x_1)直接效应最大(通径系数 0.8618),且通过其他相关因子的间接效应甚微,因此,始发病时间是影响温州市晚稻细菌性条斑病发病程度的主要因子。平均气温(通径系数 0.1671)、相对湿度(通径系数 0.1605)的直接效应次之。雨日对发病程度的直接效应作用只有 0.0685,但如果始发病时间早,雨日作用就变大,间接通径系数达 0.4342,说明在始发病时间早,又遇到连阴雨的情况下,当年发病程度就重,这与实际发病情况相符合。

用决定系数(R^2)来度量各因子(x_i)对发病程度(y)影响程度。在各因子对发病程度的通径分析中,计算各通径节的决定系数之和为 0.8259,根据决定系数等于 1 的原理^[9],则误差项的决定系数为 $1-0.8259=0.1741$ 。表明影响发病程度的 82.59%是由上述这 5 个因素所引起,还有 17.41%是由品种抗病性、调查误差等其他

因素所致,有待进一步研究。

2.2 高温是细菌性条斑病流行的主要因子之一

稻细菌性条斑病菌除经轻微伤口侵入外,主要从气孔侵入,而且都要有自由水的存在^[1],在没有降雨的“干风”状态下则不能实现有效传播^[4]。童贤明等^[9]研究发现,水稻细菌性条斑病菌可以从气孔侵入,湿度愈高,稻叶气孔开启就愈多,时间也愈长,就越有利于水稻细菌性条斑病菌的侵入,同样越有利于发病。2014 年该病发病面积近 10 000 hm²(表 1),其主要原因是当年发病时间早,阴雨天气多,相对湿度高所致。在 8 月 6 日始发病后,从 8 月 8 日起一直到 9 月 25 日止,全是阴雨天气,8 月份降雨量达 346.0 mm,9 月上旬降雨量 170.7 mm,9 月中旬降雨量 126.7 mm(9 月下旬仍是阴雨天气),其间湿度又高,8 月中旬平均相对湿度 89.9%(90.0%以上达 6 d),8 月下旬平均相对湿度 84.0%,9 月上旬的平均相对湿度 80.5%。这样的气象条件导致了当年细菌性条斑病的大发生,这在通径分析中得以证明,在始病期早,相对湿度的间接效应达到 0.3326。

3 结论与讨论

3.1 品种抗性与发病流行

通径分析结果显示,始发病早、迟是响温州市晚稻细菌性条斑病后期发病程度轻重的主要因素;而多雨日、多雨量、高湿度、高温等 4 个气象因子在始发病早的情况下,是导致后期细菌性条斑病大发生、大流行的主要因素。但当上述两因素都具备的条件下,笔者在调查时也看到,一些县、乡(村)发病面积很少,发病程度也很轻,这种现象是受区域内品种抗性所致,还是田里

表 3 8 月上旬-9 月上旬气象因子对菌性条斑病发病程度的影响

| 年份 | 发病时间 | 雨日 | 雨量 | 相对湿度 | 平均气温 | 年份 | 发病时间 | 雨日 | 雨量 | 相对湿度 | 平均气温 |
|------|-------|-----------|------------|-----------|------------|------|-------|-----------|------------|-----------|------------|
| | x_1 | x_2 (d) | x_3 (mm) | x_4 (%) | x_5 (°C) | | x_1 | x_2 (d) | x_3 (mm) | x_4 (%) | x_5 (°C) |
| 1990 | 4 | 30 | 916.3 | 87.3 | 26.7 | 2003 | 1 | 18 | 306.1 | 80.0 | 29.1 |
| 1991 | 3 | 20 | 107.2 | 82.3 | 28.0 | 2004 | 2 | 20 | 471.3 | 75.4 | 27.8 |
| 1992 | 2 | 25 | 362.9 | 84.5 | 27.8 | 2005 | 3 | 20 | 310.5 | 74.0 | 27.6 |
| 1993 | 1 | 10 | 149.1 | 75.1 | 27.0 | 2006 | 4 | 21 | 338.2 | 78.7 | 27.8 |
| 1994 | 4 | 18 | 401.8 | 82.2 | 28.0 | 2007 | 3 | 23 | 427.5 | 76.5 | 27.0 |
| 1995 | 3 | 9 | 27.2 | 78.2 | 29.3 | 2008 | 3 | 20 | 168.4 | 76.0 | 27.6 |
| 1996 | 4 | 25 | 234.4 | 80.0 | 28.3 | 2009 | 2 | 21 | 343.2 | 73.0 | 28.5 |
| 1997 | 4 | 31 | 523.9 | 87.8 | 26.5 | 2010 | 2 | 16 | 285.8 | 78.8 | 29.0 |
| 1998 | 3 | 17 | 121.5 | 81.0 | 26.9 | 2011 | 3 | 19 | 267.4 | 71.4 | 28.6 |
| 1999 | 4 | 29 | 770.6 | 86.0 | 27.7 | 2012 | 2 | 23 | 367.7 | 78.9 | 27.7 |
| 2000 | 5 | 21 | 275.7 | 80.0 | 27.4 | 2013 | 3 | 13 | 181.6 | 64.8 | 28.3 |
| 2001 | 4 | 25 | 246.6 | 80.0 | 26.8 | 2014 | 4 | 31 | 516.6 | 82.3 | 27.8 |
| 2002 | 4 | 24 | 711.6 | 86.0 | 27.4 | | | | | | |

表 4 始发病时间、气象因子对晚稻细菌性条斑病发病程度影响分析

| 自变量 | 与 y 的简单 相关系数 | 通径系数 (直接作用) | 间接通径系数(间接作用) | | | | | 合计 |
|-------|-----------------|----------------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | x_5 | |
| x_1 | 0.8884 | 0.8618 | | 0.0345 | -0.0093 | 0.0620 | -0.0606 | 0.0266 |
| x_2 | 0.5034 | 0.0685 | 0.4342 | | -0.0203 | 0.1014 | -0.0804 | 0.4349 |
| x_3 | 0.3385 | -0.0278 | 0.2888 | 0.0501 | | 0.0900 | -0.0626 | 0.3663 |
| x_4 | 0.4576 | 0.1605 | 0.3326 | 0.0433 | -0.0156 | | -0.0632 | 0.2971 |
| x_5 | -0.2285 | 0.1671 | -0.3123 | -0.0330 | 0.0104 | -0.0607 | | -0.3956 |

缺少菌源所致,有待进一步研究、探讨。

3.2 主要防治措施

目前对细菌性条斑病的防治基本上都是在已发病后用药防治。在防治措施上主要有 2 项:一是农业防治,开沟排水,减少病健株间的相互传染机率;二是药剂防治,每 667 m² 选用 20%噻菌铜悬浮剂或 20%噻森铜悬浮剂或 20%噻唑锌悬浮剂 100~120 mL 加水 40 kg 喷雾,在第 1 次防治后,隔 5~7 d 再用药,连续防治 2~3 次。这种防治措施确实有效果,能很好抑制细菌性条斑病再传染、再发病流行。但由于是在发病后进行防治,发病叶片已受伤害,特别是在发病后遇连阴雨天气不能及时防治的情况下,叶片受伤害更重,将影响植株的光合作用,最终导致减产。能否如本文所述,在始发病早

发年份,且预测有大面积流行可能的情况下,及早进行大面积预防,使未发病田块不发病,从而获得丰收。但在经济上是否可行,还有待进一步研究探讨。

参考文献

[1] 王汉荣,谢关林. 水稻细菌性条斑病及其防治[M]. 上海:上海科学技术出版社,1995:11.

[2] 范仰东, 周崇和. 细菌性条斑病和白叶枯病对水稻产量的影响[J]. 植物保护学报,1992,19(3):158.

[3] 翁邦佐,吴明河,卢东,等. 气象因子对晚稻细菌性条斑病发病程度的影响[J]. 中国植保导刊,2010(2):31-32.

[4] 许志刚,刘凤权,沈秀萍,等. 水稻白叶枯病和条斑病的流行与预测(综述)[J]. 西南农业大学学报. 1998,20(5):567-572.

[5] 童贤明,徐鸿润,朱灿星,等. 水稻细菌性条斑病发生及流行因子分析[J]. 植物保护学报,1995,22(2):97-101.

Relationship between Incidence and Disease Factors of Bacterial Leaf Streak in Rice

LI Zhongxing¹, LOU Jue², LU Huajin²

(¹ Wenzhou Plant Protection Station, Wenzhou, Zhejiang 325000, China; ² Southern Zhejiang Key Laboratory of Crop Breeding/Wenzhou Academy of Agricultural Sciences, Wenzhou, Zhejiang 325006, China)

Abstract: Basis on historical information in Wenzhou during 1990-2014, the relationship between the incidence of bacterial leaf streak and occurrence time, wet days, rainfall amount, relative humidity, average temperature were conducted by approach of path analysis. The results showed that occurrence time was the greatest factor influencing the incidence of bacterial leaf streak, and other factors would promoted the bacterial leaf streak incidence when the disease broken out early.

Key words: rice; bacterial leaf streak; incidence; meteorological factors; path analysis