

谷子纹枯病发生规律及影响因素

董志平¹, 李青松², 高立起², 董立¹, 马继芳¹, 赵鑫², 梁秋华², 张治泉²

(1. 河北省农林科学院谷子研究所, 河北 石家庄 050031;

2. 河北省承德市农业科学研究所, 河北 承德 067000)

摘要:报道了谷子纹枯病的侵染规律及春、夏谷的田间发生规律。病菌接种后 14 d 就可以侵入茎秆, 其病害扩展速度与温湿度呈显著正相关。当旬平均气温在 24.3 ℃, 降雨量在 80 mm 以上, 相对湿度在 80% 以上时, 纹枯病垂直向上侵染叶片的速度可达 0.56 片/日, 为全生育期侵染高峰期。谷子播种期与发病关系密切, 早播病重迟播病轻。

关键词: 谷子; 纹枯病; 发生规律; 影响因素

中图分类号: S431.11 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)院庆专辑-0103-05

Invasive Rules and Effect Factors of *Rhizoctonia solani* in Foxtail Millet

DONG Zhìping¹, LI Qīngsōng², GAO Lìqǐ², DONG Lì¹, Mǎ Jìfāng¹,
ZHǎO Xīn², LIANG Qiūhuā², ZHANG Zhìquán²

(1. Institute of Millet Crops, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences,
Shijiazhuang 050031, China; 2. Chengde Institute of Agricultural Sciences, Chengde 067000, China)

Abstract: This paper reported the invasive rules of *Rhizoctonia solani* in foxtail millet and the developing rules in field. The pathogen would invade the stem after 14 days of inoculation. It showed some high positive correlation among invasive speed of *Rhizoctonia solani*, the air temperature and humidity on foxtail millet. The daily average invasive speed from the basic part to the top of the stem was 0.56 leaves when the average temperature was 24.3 ℃, the rainfall above 80 mm and the relative humidity over 80%, which was the invasive peak period of *Rhizoctonia solani* during the whole growing season. The incidence of *Rhizoctonia solani* was closely related to the date of planting. Earlier sowing resulted in more serious disease than late sowing.

Key words: Foxtail millet; *Rhizoctonia solani*; Invasive rules; Effect factors

谷子纹枯病一般在谷子拔节后期开始发病, 病菌主要侵害谷子叶鞘形成云纹状病斑, 使叶片输送营养受阻而枯死, 严重时病害可侵染至茎秆, 使茎秆软化腐烂, 特别是灌浆后期, 随着穗头重量的增加, 造成植株折倒, 减产严重。

谷子纹枯病菌寄主范围很广, 除为害谷子外, 还侵染黍稷、水稻、高粱、玉米等多种作物。自 20 世纪末, 随着水肥条件的改善, 中低秆新品种的培育和推广, 谷子种植密度的加大, 增加了田间小气候的湿度, 使一直处于潜在状态的纹枯病急剧上升为谷子

的主要病害。据调查华北平原夏谷区和冀北、东北及西北春谷区普遍发生。有关该病国内外研究很少^[1, 2], 自 1995 年本课题组对纹枯病的侵染规律等开展了一系列研究^[3~8], 现将部分结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 谷子纹枯病侵染规律研究

采用高感纹枯病的谷子品种宽九和强致病性的谷子纹枯病菌株 S-94-7。在 18~38 ℃ 温室播种, 谷子孕穗期接纹枯菌片 (5 mm 直径) 于谷子叶

收稿日期: 2003-07-02

作者简介: 董志平 (1964-,) 女, 河北平乡人, 硕士研究生, 研究员, 主要从事农作物病虫害研究工作。

鞘内侧,每株 1 片,分别做以下 3 种处理。①接菌片不保湿;②接菌片加湿棉球局部保湿(用脱脂棉球沾无菌水覆盖在接种部位的菌片上);③接菌片加湿棉球局部保湿(方法同上),每天早午晚喷水 3 次。每个处理接种 13~ 15 株。观察记载发病症状、发病日期、病株数和病害发展情况。

1.2 谷子纹枯病发生规律研究

以承德市农科所试验场为春谷实验基地,5 月 20 日播种,以河北省谷子研究所实验田为夏谷实验基地,6 月 20 日播种,行距 0.4 m,五叶期定苗,每米留苗 30 株,自然发病。定点定株进行标记叶片和系统调查,结合气象资料分析结果。

1.3 播期与谷子纹枯病发生之间的关系

在承德市农科所从 5 月 5 日开始至 7 月 25 日每 10 d 播种 1 次,共计 9 个播期,每期播种 6 行,行长 6 m,行距 0.4 m。五叶期定苗,每米留苗 25 株,自然发病。每个小区固定 2 行作定期调查,标记每株的 5, 10, 15, 20 片展开叶,并用标签标明株号,同时记载出现叶片数的日期。于 7 月开始每 5 d 调查

一次各播期单株发病叶片数,计算发病速度(片/日)。9 月 10 日按纹枯病(0, 1, 3, 5, 7, 9)六级标准调查每个播期发病株率和病情指数。成熟时测定各播种期产量。

2 结果与分析

2.1 谷子纹枯病侵染规律

接种观察结果表明,只要温、湿度适宜接种后 3 d 病菌即可侵入寄主发病,首先在接种的叶鞘上出现典型的云纹状病斑,14 d 后发病叶鞘的病斑逐渐扩大,直接侵染植株上部叶鞘,并有 10% 的发病株的茎部受病害侵染,形成暗褐色斑块。接种 20 d 有 26.7% 的发病株地上部 2~ 3 节的茎部全部变为暗褐色,开始腐烂而倒伏。由此可见,该病害一旦发生,产量损失相当严重。表 1 结果可看出,在 18~ 32 ℃变温条件下接种,只要湿度适宜,病菌侵染快,蔓延迅速。如果湿度不足,即使温度适宜,接种株也不会发病。可见在温度适宜的情况下,湿度是谷子纹枯病致病的关键因素。

表 1 谷子纹枯病温室人工接种发病结果

接种处理	重复 1		重复 2		重复 3		发病率(%)	侵茎率(%)
	接种株	发病株	接种株	发病株	接种株	发病株		
菌片不保湿	15	0	15	0	15	0	0	0
菌片+ 湿棉球	13	3	15	5	15	2	23	4.7
菌片+ 湿棉球+ 3 次水/日	15	15	15	15	15	15	100	26.7

2.2 谷子纹枯病田间发生规律

谷子纹枯病受气候因素影响较大,年度间发生程度不尽相同,但流行规律大同小异,通过 8 年调查、记载,总结如下。

春谷区:春谷一般在 5 月中旬播种,谷子纹枯病始发于 7 月 10~ 18 日,如 1995 年始发于 7 月 18 日、1996 年始发于 7 月 12 日、1998 年始发于 7 月 10 日,7 月下旬病株率可达 80% 以上,8 月上旬病株率可达 90% ~ 100%,称为纹枯病普遍率扩展期;纹枯病一般始发于茎基部 1~ 2 叶位,然后逐渐向上扩展,7 月下旬至 8 月中旬的 30 d 之间可向上扩展 9.34 个叶位,称为纹枯病垂直扩展期;8 月上旬纹枯病开始侵茎,至 8 月下旬是对谷子造成危害的关键时期,称为严重度增长期;8 月下旬至 9 月上中旬是谷子籽粒灌浆的关键时期,随着谷子灌浆,穗头重量逐渐增加,特别是遇到风雨天,已侵茎的谷子极易倒伏,直接造成生产损失,称为病害倒伏期(表 2)。

表 2 承德春谷区谷子纹枯病田间调查 1996 年

日期 (月-日)	宽九			
	病株率 (%)	发病 叶位	侵茎率 (%)	倒伏率 (%)
07- 15	4.7	1.24	0	0
07- 25	80.1	4.98	0	0
08- 05	98.0	10.64	5.6	0
08- 15	100	14.33	37.8	0.1
08- 25	100	15.88	59.4	8.7
09- 05	100	17.33	65.2	31.3

夏谷区:夏谷区纹枯病发生程度年度间差异较大,如 1998 年谷子纹枯病大发生,多数地块成片倒伏,而 2002 年尽管早期发生较重,7 月中下旬田间普遍发病,但后期空气湿度较低,随着下部病叶枯干,植株逐步恢复健康,病害未扩展开来。根据田间系统调查,纹枯病普遍率扩展期一般为 7 月中下旬雨后 2~ 3 d,特别是遇到空气湿度较大的连阴天,普遍率迅速提高,如 1998 年可达到 50% 以上(表 3);

表 3 石家庄夏谷区谷子纹枯病田间调查结果

日期 (月- 日)	103			
	病株率 (%)	发病 叶位	侵茎率 (%)	倒伏率 (%)
07- 15	3. 4	1. 8	0	0
07- 25	50. 1	3. 4	0	0
08- 05	62. 1	5. 4	0. 7	0
08- 15	62. 8	6. 0	18. 1	0
08- 25	70. 2	7. 2	21. 4	2. 1
09- 05	80. 6	12. 7	48. 2	18. 7
09- 15	80. 6	13. 1	49. 7	28. 8

夏谷区垂直扩展期和严重度增长期界限不明显, 由于 8 月份往往气温太高, 空气干燥, 不易看到像春谷区谷子纹枯病发生的连续性水平和垂直扩展, 但遇到阴雨天, 气温较低且湿度大时, 表现暴发性, 若空气湿度小, 病斑向上扩展较慢, 主要向内扩展侵入茎秆; 9 月上中旬气温已下降, 湿度适宜时, 病害水平、

垂直和侵茎扩展进度加快, 随着籽粒灌浆, 谷穗重量增加, 极易引起大片倒伏。因为夏谷区纹枯病扩展受环境影响较大, 侵染茎秆时间相对比较集中, 使倒伏高度大体一致, 表现典型的折倒。

2. 3 谷子纹枯病的流行与气象因子的关系

在试验地随机取 3 点, 每点定株 50~ 60 株, 病害发生后, 定期定株调查纹枯病发病情况, 结果表明, 随着温度的增加和降雨时的湿度加大, 纹枯病侵染蔓延的速度加快。根据 1995 年谷子纹枯病普遍率调查结果(表 4), 7 月中旬平均病株率为 4. 7%, 7 月下旬病株率增加到 80. 1%, 8 月上旬增加到 98%, 调查期间温度变化幅度不大, 在 23. 1~ 23. 7℃之间, 而旬降雨量分别为 59. 5, 94. 9 和 106 mm, 旬平均相对湿度分别为 74%, 79% 和 81%, 经相关分析可知, 在温度适宜时, 谷子纹枯病普遍率增长速度与降雨量和相对湿度之间均呈显著的正相关, 其相关系数分别为 0. 998 8 和 0. 995 1, 达到极显著水平。证实了谷子纹枯病的侵染发病与湿度密切相关。

表 4 纹枯病普遍率增长与降雨量和相对湿度之间的关系 承德 1995

日期 (月- 日)	发病普遍率(%)				旬气温 (℃)	旬降雨 (mm)	旬相对 湿度(%)
	重复 1	重复 2	重复 3	平均			
07- 18	1. 9	4. 0	8. 3	4. 7	23. 3	59. 5	74
07- 21	36. 5	18. 0	53. 4	36. 0	23. 1	94. 9	79
07- 24	61. 5	38. 0	65. 0	54. 8			
07- 27	67. 3	52. 0	81. 7	67. 0			
07- 30	84. 6	64. 0	91. 8	80. 1			
08- 01	90. 4	82. 0	93. 5	88. 6	23. 7	106	81
08- 05	94. 2	88. 0	96. 8	93. 0			
08- 10	100	94. 0	100	98. 0			

根据 1996 年调查结果(表 5), 7 月中旬的平均气温 22. 9℃, 降雨量 24. 1 mm, 相对湿度 76%, 纹枯病日平均侵染速度达 0. 29 片叶; 7 月下旬平均气温 24. 3℃, 降雨量 84. 4 mm, 相对湿度 81%, 纹枯病侵染速度平均达 0. 56 片叶/ 日, 为全生育期侵染高峰。8 月上旬平均气温 23. 3℃, 降雨量达 109. 7 mm, 相对湿度 85%, 纹枯病侵染速度平均 0. 38 片叶/ 日。此间谷田病株普遍产生暗褐色纹枯病菌核, 表明此时的生态环境最适宜纹枯病菌的繁殖增长。统计分析结果看出纹枯病垂直侵染速度与温度、降雨量呈显著的正相关关系, 其相关系数分别为 $r=0. 884\ 6$ 和 $0. 814\ 5$, 也达到极显著水平。8 月中旬以后由于气温下降和降雨量减少, 病害垂直侵染蔓延的速度缓慢。由此可见, 在湿度能够满足病害发生的情况下, 温度决定着纹枯病的垂直扩展速度。

2. 4 谷子播期与纹枯病发生趋势分析

2. 4. 1 不同播期与谷子纹枯病发病率之间的关系

从 5 月 24 日到 7 月 14 日, 每 10 d 为一播期, 共设 6 个播期。前三期定期调查的发病率结果见表 6。可见前三个播期的发病率有明显不同。不同播期在同一时间的发病情况有很大差别, 晚播发病轻而且发病晚, 但始发病时的位置都在第 8 或第 9 片叶的叶鞘上, 即为植株近地面的叶鞘上。后三个播期(06- 24, 07- 04, 07- 14) 8 月中旬间苗期间, 阴雨连绵出现了枯苗现象, 而且苗龄不齐, 有的缺苗断垄甚至连片枯死, 在小幼苗上的叶鞘和叶片上有类似纹枯病的病斑, 经室内病原分离、鉴定并回接, 结果从叶鞘上分离的菌丝回接后出现典型的纹枯病病斑, 从叶片上分离的菌丝回接后没有得到典型的病斑。为此, 由枯苗引发纹枯病, 还是发生纹枯病后引发枯苗

还有待于进一步研究。

表 5 纹枯病垂直扩展与温度、降雨量之间的关系
承德 1996

时间	病害侵染速度 (片叶/日)	旬平均气温 (℃)	旬降雨量 (mm)	旬均相 对湿度(%)
7月中旬	0.29	22.9	24.1	76
7月下旬	0.56	24.3	84.8	81
8月上旬	0.38	23.3	109.7	85
8月中旬	0.17	22.6	28.1	81
8月下旬	0.09	18.2	12.9	78
9月上旬	0.06	18.3	14.9	62
9月中旬	0.04	16.8	24.0	59
9月下旬	0.00	16.3	16.3	64

2.4.2 不同播期与发病叶位之间的关系 系统调查结果看出(表 7),第 1 播种期(5 月 5 日)于 7 月 12

日发病,其发病叶位达 4.03 片,7 月 30 日发病叶位上升到 12.35 片,8 月 10 日发病叶位达 16.66 片,8 月 20 日其发病叶位上升到 19.96 片,8 月 30 日发病叶位达 21.38 片,9 月 10 日发病叶位达 22.08 片叶。第 2,3,4 播种期(5 月 15 日、25 日和 6 月 5 日播种),9 月 15 日的发病叶位分别为 18.22 片叶、16.31 片叶和 13.05 片叶。第 5,6 播期(6 月 15 日、25 日播种),在 7 月下旬至 8 月上旬病害侵染高峰期的发病叶位,仅在 5.98 片叶和 6.92 片叶,到 9 月 20 日纹枯病侵染尚不足 10 片叶。可见迟播可以减轻纹枯病在侵染高峰期的危害。第 7,8,9 播期(7 月 5 日、15 日和 25 日播种),9 月 20 日的发病叶位分别为 4.64 片叶、3.32 片叶和 0.82 片叶。表明特晚播其发病更轻。

表 6 不同播期谷子纹枯病发病率调查结果 %

播期 (月-日)	调查期(月-日)								
	07-19	07-21	07-23	07-26	07-31	08-03	08-07	08-11	08-16
05-24	38	40	44	52	64	68	94	98	100
06-04	0	0	0	2	28	48	62	70	74
06-14	0	0	0	0	0	0	8	16	20

表 7 谷子纹枯病不同播期病情发展进度 平均发病叶位

调查日期 (月-日)	播种日期(月-日)								
	05-05	05-15	05-25	06-05	05-15	06-25	07-05	07-15	07-25
07-12	4.03	1.24	0	0					
07-21	9.26	2.37	1.47	0.42	0				
07-26	11.02	4.98	6.2	2.28	0.58	0			
07-30	12.35	7.92	8.31	6.52	1.13	2.37	0		
08-06	15.70	10.64	10.22	8.25	4.67	5.18	3.15		
08-10	16.66	13.86	12.21	9.08	5.98	6.92	3.65		
08-15	18.92	14.33	12.95	10.55	7.29	7.23	3.72		
08-20	19.96	15.52	13.95	11.37	7.88	7.81	3.73	2.19	
08-25	20.42	15.88	14.45	12.09	8.56	8.24	4.12	2.61	
08-30	21.38	16.53	14.85	12.61	8.74	8.55	4.28	2.67	
09-05	21.85	17.33	15.52	12.79	8.96	8.71	4.29	2.85	0.67
09-10	22.08	18.04	16.06	13.02	9.16	8.86	4.40	2.87	0.75
09-15		18.22	16.31	13.05	9.4	9.34	4.45	2.98	0.75
09-20					9.65	9.37	4.64	3.32	0.82
09-25									0.83

2.4.3 不同播期与病情指数、产量之间的关系 不同播种期谷子纹枯病的发病株率与病情指数的调查结果表明,播种较早的 1~4 个播种期的发病株率均在 100%,病情指数分别为 81.45,73.09,66.30 和 49.26,但产量并未随病情指数的降低而提高,并在 5 月 15 日播种时产量最高,达 5 970 kg/hm²;播种

较迟的 5~6 个播期的发病株率和病情指数分别为 60.3%,55% 和 22.07,18.33,产量显著减少;播种最晚的 7~9 个播种期的发病株率和病情指数分别在 4.0%~7.5% 和 1.5~2.5 之间。病情极轻,但都未能成熟(表 8)。由此可见,适期晚播可达到防病增产效果。

表 8 谷子播种期与纹枯病发病率和病指之间的关系			
播种期 (月- 日)	病株率 (%)	病情指数	产量 (kg/hm ²)
05- 05	100. 0	81. 45	5 475 b
05- 15	100. 0	73. 09	5 970 a
05- 25	100. 0	66. 30	5 805 ab
06- 05	100. 0	49. 26	4 455 c
06- 15	60. 3	22. 07	3 900 d
06- 25	55. 0	18. 33	2 775 e
07- 05	4. 5	2. 50	—
07- 15	7. 5	2. 00	—
07- 25	4. 0	1. 50	—

3 结论与讨论

谷子是我国特色粮食作物, 占世界谷子总产的80% 以上, 在目前农业结构调整中具有较强的发展优势。谷子纹枯病是伴随高产品种而产生的顽固性土传病害, 感病后 10 d 就可侵染茎秆, 对产量影响较大。近年来推广的免耕技术和秸秆还田技术更有助于该病的发生危害, 应该引起有关部分的高度重视。

谷子纹枯病在昼夜温差较大的春谷区, 特别是沿河沿海地区, 早晚空气湿度大, 病害发生流行速度快, 而在较干旱的华北夏谷区则随天气湿度变化出现暴发现象, 但病害始发期均在 7 月中旬, 而且在能够湿透地皮至少 3~ 5 cm 的雨后, 为此, 监测和防治纹枯病应在 7 月下旬开始。

谷子纹枯病是高温高湿病害, 其侵染发病与降雨量和相对湿度呈显著正相关, 流行扩展与温、湿度

二者共同作用相关, 为此降低田间小气候温湿度的一切措施均有利于控制谷子纹枯病的危害。

播种时期是农业操作的重要一环, 适期晚播发病率和发病程度明显降低, 经多年实验总结, 在春谷区一般 5 月 15~ 25 日播种为宜, 夏谷区 6 月 15~ 25 日为宜, 太晚谷子生育期缩短, 熟相差, 影响产量。关于晚播病轻的原因是由于避病还是由于谷子阶段抗性还有于今后进一步探讨。

参考文献:

[1] 俞大绂著. 粟病害[M]. 北京: 科学出版社, 1978

[2] 刘 维. 粟品种抗纹枯病鉴定[J]. 辽宁农业科学, 1993, (3): 24- 26.

[3] Dong Zhiping, Li Qingsong, Gao Liqi. Epidimiology and Effects on Yield of Rhizoctonia solani in Foxtail Millet Abstracts of International Conference on Environmentally Sustainable Agriculture for Dry Areas for the 3rd Millennium[M]. 2002, 16- 19: P42- 43.

[4] 董志平, 姜京宇, 高立起. 纹枯病正威胁河北省粮食生产加快纹枯病研究迫在眉睫[J]. 河北农业科学, 2001, (1): 17- 21.

[5] 李青松, 董志平, 甘耀进. 粟纹枯病分级标准研究[J]. 河北农业科学, 2000, (3): 43- 46.

[6] 董志平. 纹枯病正威胁我省粮食生产[J]. 内部参考, 2000, (86): 2- 4.

[8] 栾素荣, 董志平, 甘耀进. 谷子纹枯病对产量影响的初步调查[J]. 粟类作物, 1996, (1): 28- 29.

[9] 崔光先, 董志平. 华北夏谷生态区粟新品种抗纹枯病鉴定[J]. 粟类作物, 1995, (1- 2): 29- 30.