

转 Bt 抗虫棉和土壤营养与红叶茎枯病严重度的关系*

张战备 张慧杰 段国琪 王晓民

(山西省农业科学院棉花研究所 运城 044000)

摘要 在棉田土壤营养丰富的条件下,观察了转 Bt 基因抗虫棉和非抗虫棉对红叶茎枯病的感病性。结果表明,转 Bt 抗虫棉的发病程度均高于非抗虫棉,前者的发病率、病情指数依次为 47.95%~79.45%和 12.95~28.25;后者的发病率、病情指数依次为 32.12%~55.06%和 9.09~15.75;两类品种间的发病率差异显著($P<0.05$)。N、P、K 不同用量配方施肥试验结果表明,各处理间红叶茎枯病的严重度和皮棉产量均无显著差异($P>0.05$),表明增施 K 肥或 N、P、K 肥配施,对减轻抗虫棉红叶茎枯病的严重度无明显作用。据此提出了红叶茎枯病减灾的新理论和新方法。

关键词 转 Bt 抗虫棉 土壤营养 红叶茎枯病

Relationships of transgenic Bt cotton variety and soil nutrients with the severity of red leaf blight. ZHANG Zhan-Bei, ZHANG Hui-Jie, DUAN Guo-Qi, WANG Xiao-Min (Cotton Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Sciences, Yuncheng 044000, China), *CJEA*, 2007, 15 (2): 130~132

Abstract The experiment was conducted in 2003 and 2004 to observe the effects of transgenic Bt cotton and soil nutrients on red leaf blight of cotton. The systemic investigations reveal that the severity of red leaf blight of transgenic Bt cotton variety is higher than that of non-Bt cotton variety, the disease incidence and index of transgenic Bt cotton variety are 47.95%~79.45% and 12.95~28.25, respectively and those of non-Bt cotton variety are 32.12%~55.06% and 9.09~15.75, respectively. Incidence reveals that a significant difference between Bt cotton and non-Bt cotton varieties ($P<0.05$). The ginned cotton yield and the severity of red leaf blight present no significant difference ($P>0.05$) among six treatments of N, P, K fertilizer combination. This result shows no significant effects of N, P, K fertilizer on reducing the severity of disease. On the basis of the results, a new theory and some new methods are discussed for the disease control.

Key words Transgenic Bt cotton, Soil nutrient, Red leaf blight

(Received July 4, 2005; revised Sept. 21, 2005)

红叶茎枯病(又称红叶早衰)是棉花的一种生理性病害,一般在 7 月中下旬发病,在棉花结铃盛期进入发病高峰,严重影响棉花的产量和纤维品质。半个多世纪以来,该病历年在鲁、晋、豫、陕、湘、鄂、赣、皖等棉区有不同程度的发生^[1]。但从 1999 年我国推广转 Bt 基因抗虫棉以后,红叶茎枯病由过去的偶发性转变为常发性流行。据调查,此病在山西发病面积占总栽培面积 90%左右,发病株率逾 95%。另据全国多地报道,因转 Bt 抗虫棉的推广,该病在山东、新疆、湖南、江西等棉区也普遍发生,减产 20%~30%^[2]。目前我国华北地区已经全部种植抗虫棉,长江流域种植面积也达到 50%,红叶茎枯病已成为抗虫棉健康持续发展和影响棉农收益的一大障碍。

红叶茎枯病在我国最早记载于 1938 年^[3]。历史上众多学者认为,引起红叶茎枯病的原因是多方面的,它与土壤、气候、营养及耕作条件有密切关系,尤其与土壤缺 K 有直接关系,这一观点一直占据着统治地位。但目前在生产中发现,棉田大量施 K 和生长期叶面喷 K 及合理灌溉并未减轻病害。因此本文进行了红叶茎枯病与棉花品种和土壤营养关系的研究,旨在为此病的减灾决策提供理论依据。

1 试验材料与方法

供试转 Bt 基因抗虫棉品种为“高抗 6 号”、“98A~466”、“邯郸 284”,非抗虫棉为“2692”、“8408”,均系山西农业科学院棉花研究所品种室提供;试验用 N 肥为尿素,含 N 量 $\geq 46.4\%$,中国石油兰州石化公司生产;

* 山西省农业科学院资助项目

收稿日期:2005-07-04 改回日期:2005-09-21

P 肥为过磷酸钙,有效磷 $P_2O_5 \geq 12\%$,云南省昆明市海口和伟有限责任公司生产;K 肥为硫酸钾, $K_2O \geq 45.0\%$,山西省运城 K 肥有限责任公司生产。采用 5 点取样法,分别于棉花苗期和采收后在供试棉田用土钻取 0~20cm 耕作层土壤,土样在室温条件下自然风干,待用。土壤养分的测定由山西省运城地区土壤肥料测试中心完成。

棉花品种对红叶茎枯病影响的试验在山西省农业科学院棉花研究所农场进行。4 月 8 日播种,试验设 4 个处理,种植品种为“高抗 6 号”、“98A~466”、“2692”和“8408”;采用随机区组排列,3 次重复,小区面积 $26.68m^2$,4 行区,地膜覆盖栽培,基肥每 hm^2 施纯 N 90kg、 P_2O_5 135kg、 K_2O 112.5kg,追肥每 hm^2 施纯 N 57kg;常规管理,浇水分初花期、盛花期、盛铃期并视土壤墒情酌情补水,保持土壤湿润。自发病初期开始分 3 次调查不同处理红叶茎枯病病情。调查样点为每小区中间 2 行棉花。病情分级标准:0 级,健株;1 级,棉株叶片仅有 25% 以下显示红色;2 级,棉株叶片有 25%~50% 显红色;3 级,棉株叶片有 50% 以上显红色;4 级,全株叶片发病,干枯脱落成光秆。

营养肥料对比对红叶茎枯病影响的试验共设 6 个处理,即:(1) $N_{150}-P_{240}-K_{150}$;(2) $N_{150}-P_{180}-K_{150}$;(3) $N_{150}-P_{120}-K_{150}$ (对照);(4) $N_{150}-P_0-K_0$;(5) $N_0-P_{180}-K_0$;(6) $N_0-P_0-K_{150}$ (N、P、K 右下脚的数字表示每 hm^2 棉田施纯 N、 P_2O_5 和 K_2O 的 kg 数)。种植品种为“邯鄹 284”,4 月 10 日播种。试验采用随机区组排列,3 次重复,每小区面积为 $26.68m^2$,4 行区,地膜覆盖栽培,P、K 肥作底肥,一次性施入,N 肥量的 1/3 作为底肥,蕾期、花期各追施 1/3。

2 结果与分析

2.1 棉花不同生育期的土壤养分状况

供试棉田土壤养分分期测试结果表明,棉花苗期有机质、全 N、有效磷和速效钾的含量依次为 13.4 g/kg、0.87g/kg、24.7mg/kg 和 372.5mg/kg。采收后其含量依次为 14.4g/kg、0.95g/kg、16.9mg/kg 和 175.0mg/kg。供试棉田除有机质含量偏低外,全 N、有效磷、速效钾含量均正常。据湖北省孝感市农业科学研究所研究报告,无红叶茎枯病棉田的速效钾含量在 120mg/kg 以上,轻病田速效钾含量在 100~120 mg/kg 之间,重病田速效钾含量在 60mg/kg 以下^[3]。可见供试田土壤中速效钾含量丰富,不会因缺 K 诱发红叶茎枯病。

2.2 不同棉花品种红叶茎枯病发生情况

发病盛期在棉田速效钾含量符合无病田的情况下调查结果(表 1)显示,供试 4 个品种的发病株率在 47.23%~80.03% 之间。表明棉花红叶茎枯病发生与土壤中速效钾含量无明显关系。另外,于发病初期、中期、盛期 3 次调查结果表明,Bt 抗虫棉发病程度一致重于非抗虫棉,且二者发病率经统计分析存在显著差异($P < 0.05$)(表 1),这可能与外源 Bt 基因导入棉花后引起其生理变化有直接的关系。

2.3 土壤营养对比对棉花红叶茎枯病的影响

从表 2 可以看出,在供试棉田中采用不同的 N、P、K 营养配比并没有明显减轻红叶茎枯病的发病程度,统计分析结果显示,不同处理的发病率和皮棉产量差异均不显著,说明土壤营养与红叶茎枯病发生并无密切相关性。

3 小结与讨论

Bt 基因是一种植物的外源基因,导入棉花后对受体的种子活力、农艺性状、抗枯萎病、黄萎病性的影响,国内曾开展过系列研究^[4~6],但其对红叶茎枯病的影响缺乏深入地了解。本研究结果为建立红叶茎枯病关键防治技术奠定了理论基础。

表 1 抗虫棉与非抗虫棉红叶茎枯病发生情况

Tab.1 Response of transgenic Bt cotton and non-Bt cotton to red leaf blight

品 种 Varieties	8 月 20 日 20 August		8 月 28 日 28 August		9 月 8 日 8 September	
	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence
2692	9.80	37.87	15.16	52.30	18.30	62.90
8408	7.38	26.37	12.83	45.63	13.20	47.23
平均数	8.59	32.12a*	13.49	48.97a	15.75	55.07a
高抗-6	10.78	42.00	16.54	56.03	29.60	78.87
98A~466	15.11	53.90	23.54	76.20	26.90	80.03
平均数	12.95	47.95b	20.04	66.12b	28.25	79.45b

* 同一列标有不同字母的平均数表示其差异显著($P < 0.05$)。

表 2 不同营养对比对棉花红叶茎枯病的影响

Tab.2 Effects of nutrient combination on red leaf blight of cotton

处 理 Treatments	8 月 19 日(吐絮初期)		9 月 8 日(吐絮盛期)		皮棉产 量/kg·hm ⁻² Ginned cotton yield
	19 August (ISBO [*])		8 September (SFBO)		
	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	病情指数 Disease index	发病率/% Incidence	
N ₁₅₀ -P ₂₄₀ -K ₁₅₀	34.60	82.90a**	66.00	100a	1072.50a
N ₁₅₀ -P ₁₈₀ -K ₁₅₀	42.90	84.70a	66.50	100a	986.25a
N ₁₅₀ -P ₁₂₀ -K ₁₅₀	43.60	84.57a	72.50	100a	1035.00a
N ₁₅₀ -P ₀ -K ₀	43.00	98.27a	70.30	100a	918.75a
N ₀ -P ₁₈₀ -K ₀	43.10	96.67a	72.00	100a	918.75a
N ₀ -P ₀ -K ₁₅₀	39.30	98.63a	69.40	100a	1008.75a

* ISBO 为“Initial stage of boll opening”, SFBO 为“Stage of full boll opening”;

** 根据新复极差测验,同一列相同字母的平均数表示其差异不显著($P=0.05$)。

早衰作为棉株体衰老的类型之一,可能在有棉花种植的时期就已存在,但迄今为止有关早衰的专门研究比较鲜见。目前有学者提出了棉花早衰的 4 种假说,即:矿质营养失调假说、库源失调假说、激素失衡假说、外源基因耗能假说^[7]。本研究结果显示,矿质营养失调与红叶茎枯病关系不密切,而库源失调、激素失衡可能是导致抗虫棉红叶茎枯病严重发生的主要原因。陈冠文等(2004 年)发现,棉花打顶后体内的激素平衡关系向不利于营养生长方向转化,导致棉株根系生长停滞,并逐渐衰老;叶片营养加速向生殖器官输送,使对水分、养分需求量最大的花铃期的库源关系只能维持基本平衡状态。当遇到连续降雨,土壤水分较长时间处于饱和状态时,根系功能急剧下降,叶片中 N 素和叶绿素含量锐减,棉株的库源平衡关系被打破,而发生红叶早衰。据此,促进棉花单株水平上源器官的发育、扩大群体水平上源器官的数量或通过外源激素调节棉花的库源平衡有望成为控制抗虫棉红叶茎枯病的重要措施。

参 考 文 献

- 1 陈其 . 棉花病害防治新技术.北京:金盾出版社,1992.128~133
- 2 马冬菊,董慎成,朱秀荣,等.山东邹平棉花红叶茎枯病发生规律.中国棉花,2003,30(1):40~42
- 3 沈其益.棉花病害基础研究与防治.北京:科学出版社,1992.242~244
- 4 吕淑平,郭小平,赵元明,等.转基因抗虫棉基因导入对受体材料农艺性状的影响.中国农学通报,2004,20(3):36~37
- 5 郭香墨.抗虫棉栽培管理技术.北京:金盾出版社,1998.60~62
- 6 胡国祥,涂松林,贺玉贵,等.转 Bt 基因棉花品系对红铃虫、黄萎病的抗性及其纤维品质测定结果初报.中国棉花,2000,27(11):23
- 7 董合忠,李维江,唐 薇,等.棉花生理性早衰研究进展.棉花学报,2005,17(1):56~60

根据本研究结果和作者近年的实际考察,发现抗虫棉红叶茎枯病大面积发生的主要原因是由于该种棉花具有较强的抗杀棉铃虫的能力,蕾铃被害轻,脱落少,成铃早且成铃多,大量消耗棉株体的养分,导致红叶早衰。另外本研究试验田二代棉铃虫发生很轻,非抗虫棉前期蕾铃脱落少,成铃多,植株也出现早衰,这可能是本试验中非抗虫棉红叶茎枯病同样较重的原因。