

文章编号: 1005-0906(2007)02-0123-04

我国玉米大斑病菌生理小种组成变异研究

王玉萍^{1,2}, 王晓鸣², 马青¹

(1. 西北农林科技大学植保学院、陕西省农业分子生物学重点实验室, 陕西 杨凌 712100;

2. 中国农业科学院作物科学研究所、国家农作物基因资源与基因改良重大科学工程, 北京 100081)

摘要: 采用常规鉴别寄主鉴定技术, 分析采自 2005 年和 2006 年我国 10 省份的 100 份玉米大斑病菌分离物的致病性变异。鉴定结果表明, 共鉴定出 15 个类型的生理小种, 0、1、2、3、N、12、13、1N、23、2N、3N、12N、123N、123、23N; 我国玉米大斑病菌的小种组成在继续变化之中, 在全国范围内已无优势小种的存在; 1、0 号生理小种虽然是主要小种类群, 但所占比例也仅有约 20%, 生理小种组成趋于多元化; 北方地区小种的毒力组成较南方地区复杂, 且毒力更强, 不仅有能够克服单抗性基因的小种, 而且有能够克服 4 个抗性基因几乎所有组合类型的小种。

关键词: 玉米大斑病菌; 生理小种; 变异**中图分类号:** S435.131.4**文献标识码:** A

Races of *Exserohium turcicum*, Causal Agent of Northern Leaf Blight in China

WANG Yu-ping^{1,2}, WANG Xiao-ming², MA Qing¹

(1. College of Plant Protection and Shaanxi Key Laboratory of Molecular Biology for Agriculture, Northwest Agriculture and Forestry University, Yangling, Shaanxi 712100;

2. The National Key Facility for Crop Gene Resources and Genetic Improvement, NRCRI, Institute of Crop Science, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Using the differential hosts One hundred isolates of *Exserohium turcicum*, collected from 10 provinces in 2005 and 2006, were identified in pathogenic variation to different *Ht* resistance gene. The results showed that 15 physiological races including 0, 1, 2, 3, N, 12, 13, 1N, 23, 2N, 3N, 12N, 123N, 123, 23N were found. In the state and there were not dominant races as well as in main production areas of maize. Race 1 and 0 were also the main races but its frequency was only about 20% respectively, and it means that the race component is in pluralistic. In north of China the virulence of the races is stronger than that in the south of China, those races not only can infect the maize with single *Ht* gene, but also infect that with multi gene of *Ht*.

Key words: *Exserohium turcicum*; Physiological race; Variation

玉米大斑病 (Northern corn leaf blight, *Turcicum* leaf blight) 是由大斑刚毛球腔菌 [*Setosphaeria turcica* (Luttrell) Leonard et Suggs, 无性态为大斑突脐孢 *Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard et Suggs] 所引起的以叶部产生大型病斑症状为主的玉米病害, 其分布较广, 危害较重, 是世界性的病害。20 世纪 70 年

代后, 玉米大斑病在我国东北、华北北部和南方冷凉山区曾几度流行, 一般年份减产 20% 左右, 严重流行年份减产可达 50% 以上^[1]。2002 年以来, 玉米大斑病呈现明显加重趋势, 特别是在东北春玉米区和西南春玉米区的局部地区已经成灾, 一些品种严重发病^[2]。

自 1983 年潘顺法等首次报道我国玉米大斑病菌生理小种后^[3], 在很长的一个阶段, 流行小种一直以 0 号小种为主, 但也陆续有研究者报道了玉米大斑病菌生理小种在我国的变异。如在 20 世纪 80、90 年代相继报道了辽宁出现 1 号小种、在云南贵州存在 23 号小种^[4~7], 四川、贵州又鉴定出 1、23、23N 小

收稿日期: 2006-12-10**基金项目:** 国家科技支撑计划课题(2006BAD08A06)和农业部粮食丰产工程项目**作者简介:** 王玉萍(1980-), 女, 硕士研究生。

E-mail: yupwww@163.com

王晓鸣为本文通讯作者。E-mail: wangxm57@sina.com

种^[8]。近年的研究表明,我国玉米大斑病菌的变异进一步复杂化,在河北、辽宁、黑龙江等省已出现 1、12、13、3、1N、3N、N、23N、12N、123N 等小种^[9],这些小种所携带的致病基因可以克服当前已知的所有抗大斑病显性基因。由于病原菌小种的演变将对玉米生产带来新的威胁,新的优势小种的出现往往是生产上主栽玉米品种丧失抗病性的前奏,因此针对我国玉米大斑病菌生理小种组成变异的动态进行持续的鉴定和分析研究,其结果对分析当前生产品种的病害风险、品种的生产布局调整、抗病品种选育方向选择等具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试分离物

2005~2006 年从吉林、黑龙江、河北、北京、辽宁、天津、海南、广西、广东、四川等省 23 个市县玉米产区采集和分离 100 份大斑病病菌分离物。

1.1.2 供试的鉴别寄主

本试验选择具有 *Ht* 单基因的鉴别寄主 OH43*Ht1*、黄早四 *Ht2*、黄早四 *Ht3*、黄早四 *HtN*。

1.2 方法

1.2.1 幼苗的准备

种子经 2% 的次氯酸钠表面消毒处理后,在 25℃ 下催芽 3~4 d。待萌动后,分别播于 10 cm × 10 cm 的花盆内,每盆播种 4 粒,出苗后每盆保苗 3 株。

1.2.2 病菌分离和接种液制备

采用显微单孢分离法从叶片病斑上分离病菌,经纯化后,在 PDA 培养基上培养,然后将菌种接种到高粱粒培养基上扩繁,待产生分生孢子后用纯净水冲洗,制成孢子悬浮液,孢子浓度 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6$ 个/mL,滴加 0.1% 吐温振荡摇匀即可用于接种。

1.2.3 接种

待幼苗长至 8~10 叶期时,进行喷雾接种。接种后保湿 24 h,然后温室进行正常管理,室内温度控制在 25℃ 左右。接种两周后进行发病调查。

1.2.4 病害调查标准

主要记载病斑反应型。标准如下:R 型:条状萎蔫褪绿斑或褐色窄条形的坏死斑,有时有黄色晕圈,不产生或很少产生孢子;S 型:梭状大型斑,中间明显坏死,病斑周围有明显的萎蔫中毒区,条件适宜时产生大量褐色霉层。

1.2.5 生理小种命名

生理小种的命名根据 1989 年 Leonard 提出方

法^[10,11]。文中对以往鉴定结果的分析也采用该方法中的小种名称。

2 结果与分析

本试验用 4 个鉴别寄主对 2005 和 2006 年分别采自于吉林、黑龙江、河北、北京、辽宁、天津、海南、广西、广东、四川等省的玉米大斑病分离物进行了生理小种鉴定,共鉴别出 15 个生理小种。表 1 列出了各地分离物的数量和不同生理小种在各地所占的比例。

2.1 小种组成特点

鉴定结果表明,我国的玉米大斑病病菌生理小种已由以往的对 4 个抗性基因均无毒力的 0 号小种,衍生出了许多具有不同毒力或毒力组合的小种。在采自 10 个省市的 100 个分离物中,鉴定出 0、1、2、3、N、12、13、1N、23、2N、3N、12N、123N、123、23N 等 15 个小种类型,1 号生理小种 21 份,占 21%,0 号生理小种 18 份,占 18%,N 号生理小种 13 份,占 13%;13 号生理小种 8 份,占 8%;1N 号生理小种 7 份,占 7%;2 号生理小种 6 份,占 6%;123、3N、2N 号生理小种各 4 份,各占 4%;3、23、123N 号生理小种各 3 份,各占 3%;12、12N、23N 号生理小种各 2 份,各占 2%。从全国范围看,虽然 1、0 号小种较其它小种出现比例高,但也仅分别占 20% 左右,没有明显的群体优势。0、1、N、13、1N 生理小种的地理分布较广泛,在北方和南方都有发现,其它 8 个小种仅分别在 1~3 个地区分布。东北三省的生理小种类型最丰富,15 种类型均有发现,其中吉林有 14 种,黑龙江和辽宁分别有 8 种和 6 种。在总体上,北方地区玉米大斑病菌生理小种的变异明显较南方地区丰富。

在黑龙江省,0 号小种仍占有较高的比例,表现为优势小种;在吉林省,1 号和 2 号小种的相对比例略高,但不构成明显的优势小种类群;辽宁省则是 1 号和 N 号小种所占比例较高,但也同样不具备优势小种的特征。在春玉米主产区的东北三省,玉米大斑病病菌的优势小种已不突出,病菌呈现小种变异复杂、小种类型多样的群体格局。

2.2 小种的毒力特征

田间的病菌生理小种同 5 年前相比在毒力结构上已发生了明显的改变。尽管 1 号和 0 号小种仍占较高比例,但仅占不足 40%,而另 13 种小种类型却占到 60% 以上。从小种的毒力特征分析,在北方地区,42.2% (东北三省 42.6%) 的小种可以克服 *Ht1* 基因,37.3% (东北三省 38.9%) 的小种可以克服 *HtN* 基

因,27.7%(东北三省 37.0%) 的小种可以克服 *Ht2* 基因,26.5%(东北三省 29.6%) 的小种可以克服 *Ht3* 基因,仅有 17.3%(东北三省 13.0%)的小种对无抗病基因品种具有致病性。由此可见,目前在玉米品种中的单一抗大斑病基因已在总体上失去了抗性作用。

对东北三省的 54 个分离物的毒力分析表明,13.0%的分离物能够致病无抗性基因品种,42.6%能够克服携带 1 个抗性基因(*Ht1*、*Ht2*、*Ht3*、*HtN*)的品种,29.6%能够克服携带 2 个抗性基因(*Ht1Ht2*、

Ht1Ht3、*Ht1HtN*、*Ht2Ht3*、*Ht2HtN*、*Ht3HtN*) 的品种,13.0%能够克服携带 3 个抗性基因(*Ht1Ht2Ht3*、*Ht1Ht2HtN*、*Ht2Ht3HtN*)的品种,1.9%能够克服携带 4 个抗性基因(*Ht1Ht2Ht3HtN*)的品种。在南方 17 个菌株中,能克服 1 个抗性基因(*Ht1*、*Ht2*、*Ht3*、*HtN*)的占 47.2%,能克服 2 个抗性基因(*Ht1Ht3*、*Ht1HtN*)的占 17.6%,能克服 3 个抗性基因 (*Ht1Ht2Ht3*) 的占 5.9%。因此,多抗基因组合品种的应用将是未来利用品种控制玉米大斑病应采取的策略。

表 1 不同省份中玉米大斑病菌生理小种总数及所占比例

Table 1 Distribution of races of *Exserohilum turcicum* and its percent in different provinces %

小种 Race	黑龙江 Heilongjian (12)	吉林 Jilin (31)	辽宁 Liaoning (11)	北京 Beijing (15)	河北 Hebei (8)	天津 Tianjin (6)	四川 Sichuan (6)	广西 Guangxi (4)	广东 Guangdong (1)	海南 Hainan (6)
0	41.7	6.5		13.3	37.5	33.3	33.3			33.3
1	8.3	16.1	27.3	13.3	25.0	33.3	16.7	25.0		66.7
2		16.1			12.5					
3	8.3	6.5								
N	8.3	6.5	27.3	33.3		16.7	16.7			
12	8.3	3.2								
13	8.3	3.2		20.0		16.7		50.0		
1N	8.3	6.5	9.1	13.3					100	
23			18.2	6.7						
2N		6.5	9.1		12.5					
3N	8.3	6.5			12.5					
12N		6.5								
123N		3.2					33.3			
123		6.5	9.1					25.0		
23N		6.5								

3 讨 论

根据对来自 10 个省市 100 份玉米大斑病菌分离物生理小种的鉴定结果,可以清晰地看出我国玉米大斑病菌生理小种组成已十分复杂,同一省份内存在着不同生理小种,不同省份之间生理分化并不一致,且不同省份主要小种类群也不一致。病原菌遗传变异的主要原因是基因突变、生殖方式、选择作用(不同抗性背景寄主品种的更新换代,地理条件和环境条件,病原物、寄主和环境条件相互作用)。我国玉米生产带从东北至西南,大斑病是春玉米区的最重要病害之一。在 20 世纪 80 年代后,由于在育种中广泛利用来自美国的含有 *Ht1* 抗大斑病基因的自交系,因此在此后的一段时间内有效地控制了由 0 号小种引起的大斑病。但也正是 *Ht1* 基因的过度利用,小种的选择性变异不可避免。在 70 年代末期,我国

玉米大斑病菌的生理小种均为 0 号小种;在 80 年代虽然仍以 0 号为绝对优势小种 (占鉴定比率约 80%以上),0 号小种的分离比例逐渐下降,1 号小种比例普遍上升,局部地区成为主要小种,并且在此时期出现了其它的小种类型;近年来的鉴定结果进一步证明了 0 号生理小种所占比例继续下降的趋势,仅占鉴定分离物的 50%以下,并且 1 号小种的比例也未见明显上升,多为约 17%,甚至低于 90 年代的鉴定结果(约 28% ~ 72%),但新的小种却大量出现。近年来,玉米育种规模迅速扩大,新品种推出的速度在加快。在育种中,一些新的抗大斑病亲本被利用,而对于新品种中所携带的抗大斑病基因的性质(何种 *Ht* 基因或基因组合)几乎没有任何了解。在东北三省,生产中种植的玉米品种非常多,抗性表现也十分不同,这些品种因素可能是当前玉米大斑病菌快速变异的最直接原因。

在全国范围内 1、0 号小种仍然是主要小种类群,但优势小种的地位已明显削弱。又出现了 13、1N、2N、3N、12N 新的小种,小种类型明显增多,组成趋于多元化。从全国的结果分析,当前的玉米大斑病菌中,缺乏明显的优势小种,小种呈现多元化,1、0、N 号发生频率较高,13、1N 小种发生普遍。

单一抗大斑病品种在同一地区的大面积推广,将使病菌发生定向选择,形成新的毒力小种。多个不同遗传背景的抗病品种布局,能够缓解新小种产生的压力,也能够控制小种的群体数量,对于病害的控制能够起到积极的作用。东北地区的玉米大斑病生理小种构成已经非常复杂,因此在选育超级春玉米品种时,必须考虑新品种应该携带抗多个抗大斑病基因/基因组合,或充分利用显性质量抗性基因和多位点的数量抗性基因的组。

参考文献:

- [1] 孙淑琴,温雷蕾,董金皋.玉米大斑病菌的生理小种及交配型测定[J].玉米科学,2005,13(4):112-113,123.
- [2] 王晓鸣,晋齐鸣,石洁,等.玉米病害发生下现状与推广品种抗性对未来病害发展的影响[J].植物病理学报,2006,36(1):1-11.
- [3] 潘顺法,白金铠,李勇,等.玉米大斑病菌生理小种鉴定结果初报[J].植物病理学报,1982,12(1):61-64.
- [4] 吴纪昌,陈刚,邹桂珍,等.玉米大斑病生理小种研究初报[J].植物病理学报,1983,13(2):15-20.
- [5] 吴安国,雪玲,牟莉芸.云南玉米大斑病菌生理小种变异研究 I.[J].云南农业科技,1986(3):15-17.
- [6] 吴安国,牟莉芸.云南玉米大斑病菌生理小种变异研究 II.[J].云南农业科技,1989(3):18-21.
- [7] 兰光燮,王宗明,陆宁,等.黔西北地区玉米大斑病菌

(*Helmithosporium turcicum*)生理小种研究[J].西南农业学报,1993,6(4):89-93.

- [8] 李晓,杨晓蓉,何文凤,等.玉米大斑病生理小种组成变异研究[J].西南农业大学学报,1999,21(1):37-39.
- [9] 桂秀梅,董金皋,侯晓强.中国 2001 年玉米大斑病菌生理小种鉴定[J].河北农业大学学报,2003,26(4):11-17.
- [10] Thakur P, Leonard K J, Jonksr K. Characterization of a new race of *Exserohilum turcicum* virulent on corn with resistance gene HtN[J]. Plant Disease, 1989, 73: 151-155.
- [11] 白金铠.杂粮作物病害[M].中国农业出版社.
- [12] 刘爱国,张成和.河北省玉米大斑病病菌小种生理分化研究[J].玉米科学,1995,3(增刊):12-15.
- [13] 陈刚.玉米大斑病菌 [*Exserohilum turcicum* (Pass) Leonard et Suggs]生理小种 2 号的分布与防治[J].玉米科学,1993,1(3):65-66.
- [14] 高卫东,戴法超.玉米大斑病研究的新进展[J].植物病理学报,1993,23(3):193-195.
- [15] 高卫东,戴法超,朱小阳,等.玉米大斑病菌生理分化研究[J].中国农业科学,1994,27(2):90-91.
- [16] 刘国胜,董金皋,邓福友.中国玉米大斑病菌生理分化及新命名法的初步研究[J].植物病理学报,1996,26(4):305-310.
- [17] 姜品春,潘顺法,晋齐鸣.“八五”期间玉米大斑病病菌生理小种研究结果[J].玉米科学,1995,3(增刊):19-20,31.
- [18] 李林.玉米大斑病菌生理小种鉴定初报[J].山东农业科学,1995(2):25-28.
- [19] 李春霞,苏俊,龚士琛,等.黑龙江省玉米大斑病菌生理小种的研究[J].玉米科学,2000,8(2):89-91.
- [20] 安鑫龙.玉米大斑病菌生理小种的鉴定和有性态的诱导[D].河北农业大学硕士论文,2001.
- [21] 李春霞,苏俊,龚士琛,等.黑龙江省玉米大斑病菌生理小种组成变异研究[J].黑龙江农业科学,2004(1):16-18.

(责任编辑:李万良)