

文章编号: 1005-0906(2004)02-0097-05

玉米弯孢叶斑病的研究进展

李富华¹, 叶华智², 王玉涛³, 熊绵平⁴

(1. 中国科学院成都生物研究所, 四川 成都 610041; 2. 四川农业大学, 四川 雅安 625014;

3. 四川省雅安市农科所玉米中心, 四川 雅安 625001; 4. 新疆建设兵团农四师 65 团, 新疆 霍城 835205)

摘要: 玉米弯孢叶斑病[*Curvularia lunata*(Wakker) Boed] 是我国近几年玉米上发生的重要病害。其危害在一些地区已经超过大小斑病, 成为玉米主要病害。从目前国内外的研究现状、症状、病原、发生规律、危害损失、抗病性以及综合防治等方面对该病进行了综述, 同时讨论了今后玉米弯孢叶斑病的研究方向。

关键词: 玉米; 弯孢叶斑菌; 生物学特性; 综合防治

中国分类号: S435.131.49

文献标识码: A

The Research Progress of Maize *Curvularia* Leaf Spot Disease

LI Fu-hua¹, YE Hua-zhi², WANG Yu-tao³, XIONG Mian-ping⁴

(1. Chengdu Institute of Biology, the Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041; 2. Sichuan Agricultural

University, Yaan 625014; 3. Maize Center, Yaan Institute of Agricultural Sciences, Yaan 625001;

4. Prefecture 65, Agri. Division 4, Xinjiang Production and Construction Group, Huocheng 835205, China)

Abstract: *Curvularia* leaf spot of maize caused by *Curvularia lunata* has been an important disease happened in maize in recent years. Its damage was more serious than that of leaf spot or leaf blight of corn. This paper reviewed the disease by symptom, pathogen, occurring rule, injury loss, resistance and integrated control, and discuss the disease future research orientations.

Key words: Maize; *Curvularia lunata*(Wakker)Boed; Bionomics; Integrated control

玉米弯孢叶斑病 [*Curvularia lunata*(Wakker) Boed] 是近年来我国玉米生产上新发生的一种危害性很大的病害。早在 1956 年国外就有报道。我国有关该病的记载始于 19 世纪 70 年代末 80 年代初, 只因当时未能确定其病原, 故称为“无名斑”。80 年代中期, 在河南省新乡地区种植的玉米骨干自交系黄早四上发生了该病。近 10 几年来, 随着栽培制度改进, 作物品种更换, 气候条件的变化, 玉米弯孢叶斑病已成为继玉米大、小斑病和黑穗病之后, 在我国北方发生的又一灾害性病害。该病害发展蔓延快, 已在辽宁、北京、河北、河南、山东、吉林和天津等地普遍发生, 并对玉米生产造成极为严重的影响。如 1996 年该病在辽宁省大面积爆发流行, 发病面积达 $1.92 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 其中绝收 $1.66 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 减产 2.5×10^8

kg, 仅绥中县该病病级达 4 级以上, 损失玉米 800 万 kg。为了解决玉米弯孢叶斑病对玉米生产所造成的严重影响, 国内外学者已对该病害做了较多的研究, 本文就目前国内外的研究现状做一综述。

1 症状

玉米弯孢叶斑病又称拟眼斑病、黑霉病。它主要危害玉米叶片, 有时也危害叶鞘和苞叶, 在不同品种上其症状变化极大。其典型症状初为褪绿小斑点, 逐渐扩展为圆形或椭圆形褪绿透明的病斑, 中心枯白色或黄褐色, 边缘暗褐色, 周围有淡黄色晕圈。病斑大小一般为 $(0.5 \sim 4 \text{ mm}) \times (0.5 \sim 2 \text{ mm})$, 大的可达 $7 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 。在田间空气潮湿的条件下, 病斑正反两面均可产生分生孢子梗或分生孢子, 以背面为多, 呈灰色霉状物。严重时叶片上的病斑可出现联合现象, 导致全叶干枯。赵来顺依据病斑的大小、形状、颜色及产孢情况等特征, 将该病的症状类型分为抗病型(R)、中间型(M)和感病型(S)。

感病型病斑(S): 病斑较大, 宽 $1 \sim 2 \text{ mm}$, 长 $1 \sim$

收稿日期: 2003-06-20

作者简介: 李富华(1974-), 女, 助研, 植物病理学硕士, 现在中国科学院成都生物所工作, 从事恢复生态学的研究。

Tel: 028-85248450 0835-2615417

Email: lifh@cib.ac.cn

4 mm, 圆形、椭圆形、长条形或不规则形, 中央苍白色或黄褐色, 边缘有较宽的褐色环带, 最外围有较宽的半透明草黄色晕圈, 数个病斑相连可形成叶片坏死区。

中间型(M): 病斑小, 1~2 mm 圆形、椭圆形或不规则形, 中央苍白色或淡褐色, 边缘有较窄或较细的褐色环带, 最外围有明显的褪绿晕圈。

抗病型(R): 病斑小, 1~2 mm 圆形、椭圆形或不规则形, 中央苍白色或淡褐色, 边缘无褐色环带或有较细的褐色环带, 最外围有狭细的半透明晕圈。

2 病原

2.1 病原菌种类

引起玉米弯孢叶斑病的病原为半知菌亚门、丝孢纲、丝孢目、暗色菌科、弯孢霉属的真菌。国外学者认为, 玉米上有多种弯孢霉菌引起的叶斑病, 包括: 新月弯孢菌 [*Curvularia lunata* (Wakker) Boed]、苍白弯孢菌(*C. Pallescens* Boed)、斑点弯孢菌[*C. maculans* (Bancroft) Boed]和棒弯孢菌(*C. clavata* Jain.)、*C. tested*、*C. tetramera*、*C. eragrostidis*、*C. trifolii*、*C. inaequalis* 等。其中以新月弯孢菌气生变种 [*Curvularia lunata* (Wakker) Boed]为优势种, 造成的损失也最严重。我国到目前为止报道的有 6 种弯孢霉菌引起的玉米叶斑病, 包括: 新月弯孢气生变种(*C. lunata* Boed)、苍白弯孢菌(*C. Pallescens* Boed)、不等弯孢菌(*C. inaequalis* Boed)、画眉草弯孢[*C. eragrostidis* (P. Henn.) J. A. Meyer]、棒状弯孢(*C. clavata* Jain.)和中隔弯孢(*C. intermedia* Boed), 其中, *C. lunata* 是主要的致病菌, 也是研究和防治的重点。

2.2 病原菌的生物学特性

2.2.1 影响病菌菌丝生长的因素 据张定法等报道, 该病菌的菌丝生长的温度范围为 9~38℃, 最适温度为 28~32℃。戴法超等人认为病菌的菌丝在 40℃生长缓慢。笔者于 2002 年测得病菌的菌丝生长的温度范围为 6~40℃。该病菌对 pH 的适应范围比较广, 戴法超、张定法等报道, 当 pH 为 1~12 时病菌均能生长, 形成正常菌落。而白元俊则报道, 病菌在 pH 为 2~8 的范围内才可以生长。笔者的研究结果表明, 病菌生长的 pH 范围为 4~12, 最适为 6~9。白元俊还报道, 该病菌的菌丝生长的碳源以六碳糖为好, 氮源以 NH_4^+ 形态时较好; 光照对菌丝生长无显著影响, 但黑暗交替有利于孢子形成。笔者的研究结果却表明, 病菌菌丝生长的最适碳源为可溶性淀粉, 氮源以 NO_3^- 形态最好, 以 NH_4^+ 形态最差。

2.2.2 影响分生孢子萌发的因素 多数的研究者均

认为, 分生孢子萌发的温度范围为 7~41℃。孔令晓等报道, 分生孢子在 10~45℃范围内均可萌发, 最适温度范围在 20~40℃。笔者认为, 分生孢子萌发的温度范围在 8~40℃, 最适在 25~35℃。多数的研究者均认为, 分生孢子萌发时要求高湿度, 但在湿度范围上的报道并不一致。笔者和甘贤友认为, 在 25℃条件下, 孢子在水滴中的萌发率为 70%~90%, 在饱和湿度下萌发率仅 50%, 相对湿度低于 90%时孢子很少萌发或不萌发。张定法报道, 25℃饱和湿度下孢子萌发率只有 7%, 而孢子在水滴中的萌发率为 91%, 同时他认为分生孢子萌发的 pH 值范围为 3~10。白元俊认为, 分生孢子在 pH 为 4~11 之间均可萌发。郑鈇爽等报道, 花粉粒(不论是新鲜花粉粒还是放置一年的花粉粒)及叶面物质都可以促进孢子的萌发, 且随着浓度的增加, 促进作用更明显。

2.2.3 影响病残体产孢的因素 有关影响病残体产孢的因素研究报道不是很多。张定法报道, 病残体产孢的温度范围为 15~38℃, 适宜温度为 25~35℃, 病斑上分生孢子形成要求 98%以上的空气相对湿度。笔者认为, 病残体产孢的温度范围为 8~38℃, 且随着温度的升高, 病残体产孢时间缩短, 当温度高于 20℃时, 处理 24 h 后即可产生大量的孢子, 病残体产孢的最低空气相对湿度为 96.1%。

2.3 病原菌的致病性及生理分化

弯孢霉菌的寄主范围较广, 据报道弯孢霉菌除危害玉米外, 还可以侵染水稻、高粱子粒和叶片, 引起黑霉粒和变色米病害, 还可以引起一种新的水稻叶鞘腐败病。Fakir 和 Kulkarni 报道, 该病菌可以侵染小麦, 具有一定的致病性。WU 报道, 它还可危害一些禾本科杂草。此外还有研究者发现它可以寄生于番茄、辣椒的果实以及中药材山奈上。戴法超等对来自不同地区的 10 个菌株进行致病性测定, 结果表明, 不同菌株之间致病性存在显著差异, 这种差异一方面表现在地区不同差异显著, 如来自北京周边的菌株要强于山东济南的菌株。另一方面在不同寄主上分离获得的菌株致病性差异也表现显著, 如玉米上分离获得的菌株致病性强于分离自水稻和小红豆上的菌株。吕国忠也报道该病菌的致病性存在差异。

鄢洪海在做博士论文时采用同工酶电泳技术、鉴别寄主鉴定技术、基因组随机多态性扩增技术(RAPD)及人工诱变, 从寄主-病原互作角度研究了玉米弯孢叶斑病的遗传、变异与致病性分化, 明确了该病菌存在致病性分化和生理分化, 并从遗传物质 DNA 水平证实病菌致病性分化并非是表现型差异, 而是一种基因的分化, 具有较稳定的遗传基础。他经

过筛选大量玉米品种和自交系后,确定自交系沈135、78599-1、Mo17、477、C8605、E28、7922 和黄早四为较理想的鉴别寄主,建立起我国玉米弯孢叶斑病菌致病性分化的鉴别寄主体系,并采用这 8 个鉴别寄主将我国玉米弯孢叶斑病菌大致划分为 A~F 6 个致病性分化型。用鉴别寄主鉴定结果和 DNA 遗传多态性辅助鉴定结果关系密切,特别是在强致病性菌株分组 3 种方法鉴定结果上基本一致。这一研究首次在国内外建立起以鉴别寄主鉴定为主,DNA 遗传多态性和同工酶分析鉴定为辅的病菌致病性分化鉴定技术,为玉米弯孢叶斑病菌生理分化的进一步研究奠定了基础。陈捷等还研究了影响病菌生理分化鉴定的主要环境因子,其中湿度、温度和植株营养状况对病菌生理分化鉴定结果有明显影响。

2.4 病菌毒素

Macri 报道,*C.lunata* 在 Fries 改良培养基上至少能产生两种毒素,且活性强,在稀释倍数较大时仍能引起玉米叶片枯死。这两种毒素具有溶于水和乙醇,还溶于氯仿和二乙基醚、可透析等特点,在 pH 较低时活性大,进一步研究表明,该毒素属非寄主专化性毒素。我国吕国忠等、赵来顺等也报道,玉米弯孢菌叶斑病菌可以产生毒素,且毒素对寄主种子的萌发及胚根和胚芽生长都有抑制作用,可使幼苗枯死;毒素还可使寄主叶片组织的叶绿体、线粒体及细胞壁等超微结构发生明显的伤害作用,病菌毒素的紫外光谱分析显示,这种毒素是非蛋白质类物质,具有热稳定性。玉米弯孢叶斑病菌毒素不仅是病原菌的致病因子之一,在适当浓度下也可作为玉米抗性的诱导因子,但弯孢菌毒素中的有效诱导成份有待于进一步研究。

3 发生规律和影响发病因素

3.1 发生规律

许多研究表明,玉米弯孢叶斑病菌以菌丝体潜伏于病残体组织中或以分生孢子状态越冬。遗留在田间的病叶、秸秆或施入田间的由带病玉米秸秆沤制而未腐熟的农家肥是该病重要的初侵染源。一般田间发病始于 7 月底至 8 月初,由于此病害潜育期短(2~3 d),7~10 d 后即可完成一次侵染循环,病菌可随风雨传播,短期内侵染源急剧增加,如遇高温高湿,则在田间形成病害流行(高峰期)。但由于受生态因子的影响,各地在病害发生的始发期、进入高峰期的时间以及发病严重程度上都有一定的差异。

3.2 影响发病因素

影响玉米弯孢菌叶斑病流行的因素主要包括田

间菌源积累量、气候因素、耕作制度和栽培技术等。

玉米弯孢菌菌源量是病害发生的内因,是发病的基础条件。多年来玉米秸秆一直作为当地农民的烧柴,有的群众家在第二年春播时还堆存有玉米秸秆没有烧掉。加之秋翻地不及时,地里还残留带病菌的植株、残叶,这是第二年发病的初发菌源。随着发病面积的扩大,病菌量逐年增加。

气候因素影响发病的严重程度。玉米弯孢菌叶斑的发生程度与 7、8 月份的不良气候条件密切相关,主要是湿度和温度。高温高湿是该病发生的有利因素,特别是 7~8 月份的湿度和温度是决定当年病害流行程度的关键因子。

耕作制度和栽培技术对该病的发病程度有严重影响。各地大面积的种植感病品种是该病大发生的主导因素,现在主栽的玉米品种绝大多数都是感病和高感病的,高抗品种很少,不存在抗病品种,这就对该病的大发生创造了条件。玉米大面积连作,造成田间病残体多,增加了菌源数量。栽培管理粗放也是造成玉米弯孢菌叶斑病发生流行的主要原因,有机肥施用量少,偏施无机肥,氮、磷、钾及微量元素失调;播种量大,植株密度大,田间郁闭,通风透光条件差,湿度增加,光照不足,既降低了玉米植株的抗病性,又有利于病害的发生流行。

4 危害损失及其估计模型

傅俊范研究了玉米弯孢菌叶斑病引起的产量损失,认为该病对玉米百粒重、单穗重和产量都有显著影响,产量损失率与病情指数呈正相关,产量损失率最高为 38.24%,而病情指数对穗数没有直接影响。他还利用统计分析软件构建了两个玉米弯孢菌叶斑产量损失估计模型:①关键期病情模型(CPM): $L=2.8219+0.7402X_1$ ($R=0.8799$, $SD=5.2149$, $N=18$)。②多期病情模型(MPM): $L=1.073+0.426X_1+0.170X_2$ ($R=0.892$, $SD=5.2898$, $N=18$)。式中:L 为玉米产量损失率, X_1 为授粉期病情指数, X_2 为灌浆后期病情指数。张定法认为,产量损失与病级、病情指数之间均存在着极显著的直线相关。病级每提高 1 级,产量损失平均增加 8.25%;病情指数每增加 10%,产量损失平均增加 4.14%。在产量损失构成中,千粒重下降处于主导地位,约占 66.6%;穗粒数减少次之,约占 33.4%。

5 玉米对弯孢叶斑病的抗性及其抗性机制

玉米品种和自交系对弯孢叶斑病的抗性存在即存抗性和诱导抗性。Oyekan 做了播期与玉米抗病性

关系的研究,结果表明,播期对玉米的抗性影响很大,播期早,发病轻,抗性强;播期晚,感病重,抗性弱。赵来顺等就播期与抗病性关系的研究也得出同样结果。戴法超不同生育期抗性试验结果表明,玉米苗期抗性较强,随着生育期进程的发展玉米对弯孢叶斑病的抗性也在逐渐减弱,在 13 叶期最感病,由此看来玉米对弯孢叶斑病的抗性具有阶段性,可能受生理机能调控,是一种即存抗性。Olufolaji 和赵来顺等报道,在玉米生育期增施 N 肥,促进玉米健壮,叶片浓绿,可提高抗性;相反,缺乏营养特别是 N 肥不足,抗性明显下降。因此,玉米的生理状况也影响其抗性。Mandokhot 报道,玉米弯孢叶斑菌分生孢子接触叶片后,利用雨水,2 h 就可萌发侵入,芽管生长特快,并不断形成分枝和附着胞直接侵入寄主组织,角质层、蜡质层根本对它侵入不构成障碍,因此,玉米对弯孢叶斑病几乎不存在结构抗性。Mandokhot 的结论说明,在弯孢菌的强侵染力面前,玉米对弯孢叶斑病的即存抗性比诱导抗性弱。

目前,对玉米弯孢菌叶斑病的研究多集中在品种抗性鉴定上。据报道,不同玉米品种对弯孢菌叶斑病的抗性有明显差异,但是针对特定品种,不同的研究年份和不同生态条件下,其抗性鉴定的结果并不完全相同,甚至有时会出现完全相反的结论。总体说来,目前我国玉米主栽品种抗性单一,主要是抗玉米大小斑病和丝黑穗病,一旦新的病害出现,条件适宜,品种往往很快失去抗性,由抗病品种变为感病品种,这也是近几年玉米弯孢菌叶斑病从轻到重猖獗危害的主要原因之一。

由于玉米弯孢叶斑病是一种新病害,目前有关该病的抗性机制研究较少,黄娅琳对玉米抗弯孢叶斑病的生化机制进行了初步研究。结果表明,①病原菌侵染可以刺激寄主玉米产生酚类物质,且酚类物质的含量与玉米抗弯孢叶斑病性能之间存在明显的正相关;②受病原菌侵染后,抗、感品种的 PAL 酶活性均呈上升趋势,但抗病品种 PAL 酶活性在接种前的基础水平和接种后的上升速度以及峰值均高于感病品种,故认为 PAL 酶在玉米抗弯孢叶斑病中发挥积极作用;③受病原菌侵染后,抗、感品种的 POD 酶活性均呈上升趋势,但抗病品种的 POD 酶活峰值的出现早于并高于感病品种;此外,受病后抗、感品种的 POD 同工酶变化趋势相同,都是在发病前、中期酶活性上升,后期稍下降,其中抗病品种的各酶带活性明显高于感病品种,这说明过氧化物酶在病菌侵染早、中期对抗病起着作用。④在玉米与病原菌互作的过程中,感病品种的酯酶活性稍有下降,抗病品种

在发病中期各酶带活性均稍有升高,但抗、感品种的酶谱变化没有差异。此外,抗、感品种的过氧化氢同工酶谱的变化趋势相同,仅程度上有一定差异。

6 综合防治

6.1 选育和种植抗病品种

抗病育种是防治弯孢叶斑病经济有效的措施之一。引进新的抗病种质资源,通过杂交、生物技术等手段导入抗病基因,拓宽品种的遗传基础是遏制玉米弯孢叶斑病危害的关键。目前抗性较好的自交系及品种有 Mo17^{1H}、沈 137、799、沈试 29 和农大 108 等。

6.2 轮作换茬和清除田间病茬,减少菌源

玉米收获后,及时清除病残体,集中烧毁或深埋。也可以在秋天时深耕、深翻,把病叶残株翻入底层或在玉米收获后进行浇水,而后深耕,造成湿润的土壤条件,消灭病菌。严禁利用玉米秸秆作架材。

6.3 加强栽培管理,培育壮苗,增强植株抗病能力

适当早播,可以减轻病害的发生;增施有机肥,培肥地力,优化氮、磷、钾及微量元素配方,合理密植,一般大穗型品种 60 000 株/hm² 左右为宜;雨后及时排除田间积水,创造有利于玉米生长发育的田间生态环境,提高植株抗病力,减轻发病程度。

6.4 药剂防治

喷洒药剂是防治的最后一道防线,也是应急措施。当病情指数达到防治指标时(田间病斑株率达到 10%),应立即喷药防治,一般用 40% 多菌灵乳液 6 kg/hm²(500 倍液)喷雾,7 天 1 次,连喷 3 次,防效较好;用 50% 的退菌特、80% 的炭疽福美或 50% 的福美双,防治效果也可达 70.0%~82.5%。此外,效果较好的还有 70% 的代森锰锌可湿性粉剂、75% 的百菌清可湿性粉剂等。

6.5 搞好病情测报工作

由于玉米弯孢叶斑病的发病规律有待进一步研究,故尚无一整套预测预报的方法。从上述的研究结果看,可根据头年发病危害程度和种源地玉米弯孢叶斑病的发病情况,结合当地的气象预报,做出病害发生危害估计。玉米弯孢叶斑病一般田间发病始于 7 月底至 8 月初,潜育期短,短期内即可完成一次侵染循环,因此,应注意预报和及时防治。

7 讨 论

在以后一段时间内玉米弯孢叶斑病流行偏重的可能性较大,原因概括起来主要有以下几方面:①目前生产上主栽玉米品种的遗传基础窄,品种抗性单

一,易使病菌的生理小种发生变异;同时这些玉米品种的抗病性较差,绝大多数品种是高感和中感的,在短期内不会有很大变化。②由于该病害是一种新病害,未能引起人们的重视,从而使得田间菌源积累量大,这为以后玉米弯孢叶斑病的大流行创造了条件。③气候条件有利于病害的流行,7~8月份高温、高湿、寡照的气候条件将会引起玉米弯孢叶斑病的大流行,给生产上造成巨大损失。④随着种植结构朝着高产方向发展,氮肥施用量增加,缺少磷、钾肥和农家肥现象严重,田间生态条件适合玉米弯孢叶斑病的流行。

玉米弯孢叶斑病菌的寄主范围广,适应能力较强。大面积种植感病品种是玉米弯孢菌叶斑病普遍发生的一个重要因素。迄今为止尚未发现免疫品种,目前作为我国玉米骨干自交系主要来源的4大系统(改良 Reid 杂交群、Laneaster 杂交群、塘四平头和旅大红骨群)基本都是感病的,近期内应在利用目前已有的具有一定抗性品种的同时,加快寻找新的抗源,拓宽原有品种的遗传基础,尽快拿出后继品种,更好的控制弯孢菌叶斑病对玉米的危害。由于该病在我国是一种新病害,目前对该病的研究主要集中在病菌生物学特性和品种抗病性方面。因此,玉米弯孢叶斑病的发生规律和流行动态、预测预报、病菌的致病机理、玉米抗弯孢叶斑病的遗传背景、抗性机制以及抗性评价的标准等一系列问题都有待于进一步研究,这些问题的解决,为更好地控制和防治玉米弯孢叶斑病提供科学依据,为保证玉米高产、稳产服务。

参考文献:

- [1] 戴法超,王晓鸣,朱振东.玉米弯孢菌叶斑病研究[J].植物病理学报,1998,28(2):123-129.
- [2] 戴法超,高卫东,吴仁杰,等.一种值得注意的玉米病害——弯孢菌叶斑病[J].植物病理学报,1995,25(4):330.
- [3] 蒋志良.浅谈玉米弯孢菌叶斑病的发生与防治[J].国外农学——杂粮作物,1998,18(5):53-55.
- [4] 傅俊范,白元俊,薛敏菊,等.玉米弯孢菌叶斑病流行动态及产量损失测定[J].沈阳农业大学学报,1999,30(3):204-207.
- [5] 张定法,刘鸣韬,徐瑞富.玉米弯孢菌叶斑病综合治理研究[J].河南农业科学,2001,(4):17-18.
- [6] 李济宸,苑风端.玉米弯孢菌叶斑病的识别与防治[J].北京农业科学,1997,15(4):30-33.
- [7] 赵来顺,田学军,孔宪军.玉米黄斑病研究Ⅱ.症状类型[J].河北农业大学学报,1995,18(4):36-38.
- [8] 李贺年,奇巧丽,赵来顺.玉米黄斑病研究Ⅳ.品种抗病性鉴定[J].河北农业大学学报,1998,21(4):64-67.
- [9] 赵来顺,田学军,李玉琴.玉米黄斑病研究Ⅰ.病原菌鉴定[J].河北农业大学学报,1995,18(2):43-45.
- [10] McGee. D. C. Maize Diseases, APS, 1988.
- [11] Ellis M. B. Dematiaceous Hyphomycetes, VII. *Curvularia*, *Brachysporium* etc. Mycological Paper, 1966, 106: 1-27.
- [12] 赵来顺,田学军,李玉琴,等.玉米黄斑病在河北的发生[J].植物病理学报,1995,25(4):360.
- [13] 吕国忠,刘志恒,何富刚,等.辽宁省爆发一种新病害——玉米弯孢菌叶斑病[J].沈阳农业大学学报,1997,28(1):75-76.
- [14] 石洁,刘玉瑛,魏利民.玉米弯孢菌叶斑病原菌的研究[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):479-481.
- [15] 张定法,徐瑞富,张希福,等.玉米弯孢菌叶斑病学特性的研究[J].植物病理学报,1997,27(4):308.
- [16] 戴法超,高卫东,王晓鸣,等.玉米弯孢菌叶斑病的初步研究简报[J].植物保护,1996,22(4):36-37.
- [17] 李富华.玉米弯孢叶斑病的初侵染源、病菌生物学特性及种质资源抗性评价的研究[D].1999级四川农业大学硕士学位论文,1999.
- [18] 白元俊,陈彦,李柏宏,等.玉米弯孢菌叶斑病的生物学特性研究[J].辽宁农业科学,1998,(5):9-13.
- [19] 甘贤友,周国顺,袁桂荣,等.玉米弯孢菌叶斑病初步研究[J].植物保护,1995,21(15):24-25.
- [20] 孔令晓,罗畔池,王连生,等.玉米弯孢菌叶斑病菌的存活和致病力[J].沈阳农业大学学报,2000,31(5):527-528.
- [21] 郑鈇爽,翟风艳,郭小勤,等.玉米弯孢菌叶斑病重要流行环节的初步研究——孢子萌发、侵染、潜育、显症[J].玉米科学,2002,10(3):87-89.
- [22] 戴芳澜.中国真菌总汇[M].北京:科学出版社,1974.
- [23] 金敏忠.弯孢菌引起的变色米初步研究[J].植物病理学报,1989,19(1):21-25.
- [24] Saifulla M. A new sheath rot disease of rice identified in Karnataka. Agricultural Science Digest, Sept Dec., 1996, 16(3-4): 149-150.
- [25] Fakir G. A., et al. Survey on the prevalence of black point fungi of wheat in Bangladesh. Bangladesh Journal of Plant Pathology, 1989, 5: 1-2, 19-29.
- [26] Kulkarni S., et al. Black point diseases of wheat in Karnataka. Current Research, 1980, 9(2): 33.
- [27] Wu W. S. Disease of lawn grass, *Zoysiatenuifolia*. NTU Phytopathologist and Entomologist, 1979, 6: 53-57.
- [28] 威景超.真菌鉴定手册[M].上海:上海科学技术出版社,1979. 560-561.
- [29] 威佩坤.广东省栽培药用植物真菌病害志[M].广州:广东科技出版社,1992.
- [30] 鄢洪海.玉米弯孢叶斑病菌生理分化和分子生物学研究(博士学位论文摘要)[J].植物病理学报,2002,32(3):288.
- [31] 陈捷,鄢洪海,高增贵,等.玉米弯孢叶斑病菌生理分化及鉴定技术[J].植物病理学报,2003,33(2):121-125.
- [32] Macri. Isolation and partial characterization of phytotoxins from *Curvularia lunata*(Wakker) Boed. Physiological Plant Pathology, 1976, 8(3): 325-331.
- [33] 吕国忠,薛玉梅.玉米弯孢菌叶斑病菌毒素的生物活性测定及对玉米叶片超微结构的影响[J].沈阳农业大学学报,1999,30(3):212-214.
- [34] 赵来顺,臧少先,杨军玉,等.玉米黄斑病研究Ⅲ.病原菌 *Curvularia lunata* 致病毒素初探[J].河北农业大学学报,1997,2(2): 18-20.

- [35] 陈捷, 蔺瑞明, 高增贵, 等. 玉米弯孢叶斑病菌毒素对寄主防御酶系活性的影响及诱导抗性效应[J]. 植物病理学报, 2002, 32(1): 43-48.
- [36] 陈梅英, 夏瑛光, 陈万先. 玉米弯孢菌叶斑病的发生与防治[J]. 河南农业科学, 2000, (7): 19-20.
- [37] 张定法. 玉米弯孢菌叶斑病初侵染源的研究[J]. 河南农业科技, 1998, (8): 24-25.
- [38] 傅俊范, 白元俊, 薛敏菊, 等. 玉米弯孢菌叶斑病流行动态及产量损失测定[J]. 沈阳农业大学学报, 1999, 30(3): 204-207.
- [39] 张定法, 何培新, 卫秀英, 等. 玉米弯孢菌叶斑病危害损失和防治指标研究[J]. 植物保护, 1999, 25(4): 12-15.
- [40] Oyakan. Effect of planting date on the incidence and severity of common fungal diseases of maize in western stata. Nigerian Journal of Plant Protection, 1977, 3: 11-15.
- [41] Olufolaji. Comparative studies of the effect of *Helminthosporium maydis* and *Curvularia lunata* infection on total Nitrogen of maize leaves. Cryptogamie Mycologie, 1985, 6(3): 197-200.
- [42] Mandokhot. Chemical changes in maize leaves in response to leaf spot pathogens. India Phytopathology, 1979, 32(4): 685-690.
- [43] 黄娅琳. 玉米抗弯孢叶斑病的生化机制研究[D]. 1999 级四川农业大学硕士学位论文, 1999.