

# 玉米抗茎腐病育种研究进展\*

龚士琛<sup>1</sup>, 闫淑琴<sup>1</sup>, 张瑞英<sup>1</sup>, 王明泉<sup>1</sup>, 张志杰<sup>2</sup>, 关少林<sup>3</sup>

(1. 黑龙江省农科院玉米研究中心, 哈尔滨 150086; 2. 鸡东县农技推广站, 鸡东 158200; 3. 哈尔滨市种子管理处, 哈尔滨 150040)

**摘要:** 较系统地综述了玉米茎腐病的发生、危害、症状、分级标准、侵染规律、抗病鉴定和抗性遗传规律的研究进展, 列举了各单位抗玉米茎腐病骨干自交系的鉴定结果, 为抗病育种及种质改良提供依据。

**关键词:** 玉米; 茎腐病; 侵染规律; 抗性遗传

**中图分类号:** S 513.034      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-2767(2004)04-0028-03

## Research Progress on Maize Breeding for Resistance to Stalk Rot

GONG Shi-chen, YAN Shu-qin, ZHANG Rui-ying, WANG Ming-quan

(Maize Research Center, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

**Abstract:** Research progress of damage, causal organism, measuring criterion, disease resistance evaluation and resistance genetics have been summarized systematically. The evaluation results of elite resistant inbred lines selected by different institutes were listed. They can be used in the disease resistance breeding and germplasm improvement.

**Key words:** maize; stalk rot resistance; infection regulation; resistance genetics

### 1 茎腐病的发生与危害

玉米茎腐病是世界性的玉米主要病害之一, 发病率一般为 15%~20%, 严重的达 50%以上, 产量损失因发病时期的不同而不同, 一般在 20%左右<sup>[1]</sup>。在我国 20 年代就有玉米茎腐病的发生, 60 年代后由于骨干自交系和杂交种对该病抗性不强, 因此, 该病很快成为玉米生产中主要病害之一。我国玉米产区均有发生, 主推品种大部分都感染此病, 发病率在 5%~70%, 一般减产 10%~20%, 严重者可高达 50%以上, 并严重影响玉米品质, 成为亟待研究和解决的问题<sup>[2]</sup>。据调查, 黑龙江省约 60%~70%的玉米生产田有茎腐病发生, 病株率一般为 10%~20%, 严重地块达 50%~60%以上, 每年可使玉米减产 1~2 成<sup>[3]</sup>。

### 2 症状与分级标准

#### 2.1 症状

玉米进入乳熟后期, 根部和茎基部变褐, 松软呈水浸状, 茎基部纵剖面可清晰地看出感病植株, 尤其

地上第一节变褐色且开始腐烂, 叶片突然褪色, 无光泽, 似乎被水烫, 很快发展为整个植株青灰色干枯, 似霜害状, 果穗倒挂, 植株易倒伏早死。

叶片症状有黄枯和青枯两种。一般在发病期遇到雨后高温, 蒸腾作用较大, 因根系及茎基受害, 使水分吸收运输功能减弱, 从而导致植株叶片迅速枯死, 全株呈青枯症状。如发病期没有明显雨后高温, 蒸腾作用缓慢, 在水份供应不足情况下叶片由下而上缓慢失水, 逐步枯死, 呈黄枯症状。

#### 2.2 病情分级和抗性评价标准

2.2.1 病情分级 乳熟后期分 5 个级别调查病情。分级标准为 0 级: 植株正常生长; 1 级: 病株由下而上青枯, 占全株叶片的 1/4 以下, 茎基 1~2 节无症状; 2 级: 青枯叶片占 1/2 左右, 茎基 1~2 节稍有水渍状; 3 级: 青枯叶片占 2/3 以上, 茎基部变软, 果穗开始下垂; 4 级: 全株叶片青枯或枯死, 茎基部松软变褐, 果穗下垂、倒伏。

2.2.2 抗性评价标准 依据病情指数评价品种的

\* 收稿日期: 2004-01-02

第一作者简介: 龚士琛(1963-), 男, 哈尔滨人, 副研, 从事玉米育种研究。

抗病程度: 0~5% 高抗 (HR), 5.1%~15% 中抗 (mR), 15.1%~30% 中感 (mS), 30% 以上高感 (HS)。许明学<sup>[4]</sup>在研究中发现, 注射接种病情指数很少低于 20%, 大部分在 40%~60%, 而外部表现病株率一般在 0~30.0%, 少数高于 70.0% 以上。病情指数的高低对整株感病症状表现不明显, 如自交系丹 340 病情指数达 62.2%, 而 1987~1990 年土壤接种和自然感病株率均为 0。但外部表现感病的均属高病情指数。因此, 利用外部表现感病株率指标, 对试材进行选择更有效。确立一个切实反应实际的综合抗性标准, 还有待于进一步探讨。

### 3 病原菌及侵染规律

#### 3.1 病原菌

玉米青枯病病原菌比较复杂, 病原菌的种类及优势种问题, 国内外报道很不一致, 已见报道的病原菌种类有 20 余种。其中真菌 19 种, 细菌 3 种。它们可以单独浸染或几种菌复合浸染。茎腐病病原菌的优势种因受地理条件及年度间气候条件影响比较复杂, 不同国家、不同地区甚至同一地区的不同年份病原菌的种类存在较大差异。晋齐鸣研究表明, 吉林公主岭地区 1990 年禾谷镰刀菌是 18.93%, 腐霉菌是 37.69%。而 1992 年禾谷镰刀菌是 11.90%, 串珠镰刀菌是 35.71%, 腐霉菌是 25.0%<sup>[5]</sup>。美国普遍认为, 主要致病菌是串珠镰刀菌、禾谷镰刀菌和干腐霉菌。腐霉菌主要危害苗期和散粉前的玉米植株。而东北地区的主要病菌是禾谷镰刀菌、串珠镰刀菌和腐霉菌。国内主要有以下几种观点: ① 肿囊腐霉菌和禾生腐霉菌等腐霉菌引起的; ② 禾谷镰刀菌或串珠镰刀菌为主的多种病菌引起; ③ 瓜果腐霉为主, 禾谷镰刀菌为辅的复合侵染; ④ 腐霉菌和镰刀菌都是主要致病菌<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 侵染规律

晋齐鸣<sup>[6]</sup>研究表明, 在大田自然条件下, 禾谷镰刀菌、禾生腐霉菌、链状腐霉菌 3 种病原菌对玉米植株均有致病性。其中以禾谷镰刀菌最强, 其次是禾生腐霉菌和链状腐霉菌。禾谷镰刀菌和腐霉菌在植株散粉盛期以前的侵染规律符合苗期致病性试验的结果。二者侵染部位不同, 禾谷镰刀菌主要侵染胚根, 腐霉菌主要是次生根和须根。感病品种中病原菌侵染高峰期从散粉盛期开始, 而在抗病品种上则是从灌浆期开始。灌浆期以前病原菌只能侵染植株的根系, 以后则侵入植株的茎部组织, 到乳熟期侵入到第三茎节。

茎腐病为土传病害, 病原菌在土壤中和种子上

越冬。带菌种子和病残体以及根茬是主要侵染来源, 以根部伤口侵入为主。连作造成病原菌积累发病严重。相同条件下, 早播和早熟品种发病重, 而适期晚播或种植中晚熟品种, 可以延缓和减轻发病。年度间和地区间发病差异主要受气象条件的影响。玉米散粉期至乳熟初期遇大雨, 雨后暴晴即高温高湿发病严重。

### 4 接种方法

人工接菌分两类: 一是地上部茎基节间髓组织注射, 有芽签法和注射法; 二是地下根部土壤接种。接种时期为抽雄到散粉期。注射在接种部位地上第二节间, 在接种后 3~4 周鉴定。李春霞<sup>[1]</sup>用黑龙江省两种主要致病菌腐霉菌和镰刀菌, 分别用土壤埋伤根法和茎基注射法进行接种。研究表明, 两种方法差异不显著。许明学<sup>[4]</sup>研究表明, 芽签法和注射法效果一致, 且受环境影响较小。土壤接种主要预测根系抗性, 与自然感病基本相符, 其致病性易受环境影响。注射接种具有菌量一致、发病均匀、接种速度快的优点, 适于大量育种材料的抗性鉴定和筛选。而土壤接种较费工费时, 适用于少量的重要育种试材和主要杂交种投产前的抗性评价。晋齐鸣研究认为, 注射、芽签接种法虽然简便, 但它们不能使植株重现田间自然发病症状。所以, 仅根据第二节髓部的变褐, 不能真实反映品种的抗性。播种时接种和散粉期根埋法, 均能产生典型症状, 播种接种法较散粉期根埋法省时省力<sup>[5]</sup>。

### 5 玉米抗茎腐病的遗传规律

在关于玉米茎腐病抗性遗传规律和抗性基因的研究报道中, 普遍认为其病原菌复杂, 由多种病原菌复合侵染所致, 多数研究结果认为, 玉米对茎腐病的抗性是数量性状受多个基因控制。

Toman(1993)通过对单病原菌接种实验, 首次提出玉米对青枯病的抗性可能是由显性单基因控制<sup>[7]</sup>。S. LaL 对细菌性茎腐病抗性遗传研究表明, 决定抗性的基因为 1~2 个; Schata 等利用 2 个感病和 2 个抗病自交系产生的 6 个杂交后代研究后发现, 有 2 个杂交种为加性基因效应, 1 个杂交种为显性基因效应, 基因的上位效应在各杂交种之间表现不明显, 也不同。Russel 报道串珠镰刀菌茎腐病的抗性遗传, 加性比非加性基因效应更为重要。Younis 发现使用抗、感明显的自交系及其子一代、子二代和回交后代的病害反应由两对基因控制。在子一代抗病性对感病为完全显性。然而, Widakas 等报

道,子一代的抗性为不完全显性<sup>[8]</sup>。

许明学<sup>[4]</sup>(1987~1991)对1549份试材进行接种试验,结果表明,玉米对茎腐病的抗性具有广泛的遗传变异,说明选择是有效的;对142份双列杂交试材分析,结果表明,玉米对茎腐病的抗性主要由基因加性效应控制,基因加性方差占遗传总方差的66.3%~71.3%。自交S<sub>1</sub>~S<sub>3</sub>世代抗性分离较大,到S<sub>4</sub>代后基本稳定,同一世代分离的自交系平均病株率差异分别为88.3%、50.6%、20.4%和3.3%。

杨典洱报道,陈绍江(1999)以禾谷镰刀菌和禾生腐霉菌混合接种,两种病菌的抗性基因是同一基因,而且是显性单基因<sup>[7]</sup>。曹如槐对玉米肿囊腐霉菌青枯病的抗性遗传研究表明,其遗传方式因自交系而异,有的自交系具有数量性状遗传特点,其抗性主要是受加性基因控制,有的则具有质量性状遗传特点<sup>[2]</sup>。

宋佐衡报道,宋玉墀(1984)对178个组合进行抗病性测定,发现F<sub>1</sub>代的抗病性与亲本有密切联系,F<sub>1</sub>代随双亲平均发病率的增长而上升,呈显著正相关,具有数量性状遗传特点,加性效应是重要的组成部分。抗病性在正反交组合中差异不显著,属核基因控制的遗传性状。在抗性遗传中,除加性效应外,尚有显性或部分显性效应存在<sup>[8]</sup>。

苏俊<sup>[3]</sup>(1989~1993)利用当地主要致病菌—禾生腐霉菌和禾谷镰刀菌新鲜菌剂,采用伤根法对436份自交系53份杂交种接种。研究表明,同亲缘的姊妹系对茎腐病的抗性表现基本相同,利用含有一个高抗亲本的二环系材料,不一定能选出高抗的新品系来,而两个高抗亲本的材料易育成高抗系;自交系对茎腐病的抗性及其它病害的抗性无“拮抗”作用,杂交种后代对茎腐病的抗病指数一般表现优于双亲值;杂交种F<sub>1</sub>代对茎腐病的抗感性多趋向于母本的抗感性,同一自交系在不同地区对茎腐病的抗感有一致的趋势。

## 6 茎基腐病发病的一些相关因素

许明学研究表明:①植株茎秆硬度与病情指数呈极显著负相关,其相关系数杂交种为-0.68,自交系为-0.32,与病株率相关很小。不同基因型间茎秆硬度存在较大差异;②根系垂直抗拉性与病株率呈极显著负相关,其相关系数为-0.61~-0.70,与病情指数和茎秆硬度相关很小;③茎秆含糖量与病株率呈极显著负相关,相关系数-0.62,而与病情指数相关不大,相关系数-0.13;④N、P化肥对茎腐病发生影响极大,施肥区和无肥区平均发病率分别

为12.1%和1.0%。鉴定茎腐病在高肥区是有效的;⑤抽丝期打掉整株叶片和穗上部叶片发病轻,只打掉穗位下部叶片明显增加发病程度。灌浆期打掉整株叶片对发病程度影响极大,打掉全株叶片、穗位上叶片、穗位下叶片病株率分别为75.8%、48.6%、34.5%<sup>[4]</sup>。

## 7 玉米抗茎腐病鉴定结果

苏俊<sup>[9]</sup>(1989~1991)抗性鉴定结果表明,未发病:龙抗18、龙抗23B、龙抗23D、龙抗31B、龙抗38、龙抗38A;高抗:龙抗37、Mo17(ck)、罗吉、龙抗297、龙抗13A;中抗:吉837、吉873、吉874、RL3、413、330;中感:龙抗40A、龙抗5、单891、龙抗78、E28、B73;高感:73-1(ck)、红玉米、安441B、春05、抗甸11、44、F72、长3。

石秀琴<sup>[10]</sup>采用自然发病与土壤接种法,鉴定1550份材料,高抗的379份,中抗的304份,中感的364份,高感的485份。

吴健宇报道,“九五”期间鉴定588份,苗期抗病66份。我国几个主要自交系自330为高抗;黄早4、E28、丹340、8112、掖107、5003为抗病,Mo17为中抗<sup>[11]</sup>。

许明学(1987~1990)对18份自交系鉴定结果表明,628、340、吉873、吉843和330抗性明显高于Mo17,大部分中抗,极少数为感病<sup>[4]</sup>。

## 参考文献:

- [1] 李春露,苏俊,龚士琛,等.玉米茎腐病接种方法的研究[J].玉米科学,2001,9(2):72-74.
- [2] 曹如槐,王富荣,王晓玲,等.玉米对青枯病抗性遗传规律的研究[J].遗传,1996,18(2):4-6.
- [3] 苏俊,张瑞英,张坪,等.玉米自交系和杂交种抗茎腐病鉴定及其抗性遗传关系的研究[J].玉米科学,1994,2(4):59-63.
- [4] 许明学,冯芬芬,柳迎春,等.玉米抗茎腐病育种的研究[J].玉米科学,1993,1(3):67-70.
- [5] 晋齐鸣,潘顺法,姜晶春,等.玉米茎腐病研究若干问题建议[J].玉米科学,1993,1(1):67-70.
- [6] 晋齐鸣,潘顺法,姜晶春,等.玉米茎腐病原菌致病性及侵染规律的研究[J].玉米科学,1995,3(2):74-78.
- [7] 杨典洱,王岳光,王斌,等.玉米茎腐病研究进展[J].玉米科学,2002,10(1):88-90.
- [8] 宋佐衡,白金铠,孙秀华,等.玉米茎腐病研究进展和问题[J].世界农业,1991,(5):35-37.
- [9] 苏俊,张瑞英.玉米自交系抗茎腐病的鉴定研究[J].玉米科学,1993,1(1):71-73.
- [10] 石秀琴,王富荣.玉米品种对茎腐病抗性鉴定[J].山西农业科学,1998,26(4):60-63.
- [11] 吴健宇,章席营,盖钧镒,等.玉米抗病遗传育种的研究进展[J].玉米科学,1999,7(2):6-11.