

玉米抗茎腐病育种的研究

许明学 冯芬芬 柳迎春

(吉林省农科院玉米研究所,公主岭 136100)

在玉米高产栽培中影响产量的重要因素是品种的根茎品质。而根茎品质中除了本身的形态特征外最重要的是对茎腐病的抗性。玉米茎腐病是一种致病菌种众多,土壤传染的病害。发病组织表现在茎秆,主要侵染途径则经由根部,故亦有通称为根茎腐病或茎基腐病。国内黄河流域玉米产区乳熟期发病时往往伴随整株突发性失水枯死症状,故又称为青枯病。世界玉米产区茎腐病均有发生,产量损失一般 10% 左右,最高可达 30~50%。我省中部平原玉米主产区,1987 年因发生茎腐病,据植保部门调查估测减产 0.375 亿公斤。选育和种植抗病品种是最有效的防治措施。我们自 1985 年起即开始对玉米抗茎腐病育种进行研究,现对若干问题提出看法,以供参考。

1 病原菌

关于病原菌国外有许多报道,可分为真菌和细菌两大类,可以单独侵染和几种菌复合侵染。在国内大致有以下几种不同观点:①吴安全等(1990 年)报道,主要由腐霉菌引起;②徐作廷等(1985 年)认为,山东省玉米茎腐病,是以瓜果腐霉为主与禾谷镰刀菌复合侵染的结果;③高鸿生等(1984 年)报道,由多种镰刀菌引起;④白金铠等(1988 年)报道,东北地区的主要病原菌是禾谷镰刀、串珠镰刀和腐皮镰刀菌。

1987~1990 年选用禾谷镰刀、串珠镰刀和禾谷腐霉菌,对 372 份试材进行牙签单一和混合注射接种试验。其结果:

1.1 不同病原菌对寄生具有不同的致病性,禾谷腐霉和禾谷镰刀菌比串珠镰刀菌致病性

强(表 1),但 3 种病原菌致病性间有密切相关,其相关系数为 $0.67^{**} \sim 0.74^{**}$,达极显著。

表 1 3 种菌致病情况

项 目	菌 种		
	禾谷腐霉	禾谷镰刀	串珠镰刀
病 情 指 数	46.7	47.0	38.9
最高病情指数频率(%)	54.4	40.4	5.2

1.2 三菌混合与单一接种致病性趋势一致,相关系数为 $0.69 \sim 0.74$,均达极显著。

致于在进行玉米抗茎腐病育种时,选用致病性较强的单一菌接种,能否得到与几种菌混合接种同样效果,需进一步探讨和实践。

2 接种方法

目前对玉米茎腐病的人工接种方法可分为两类。首先是地上部茎基节间髓组织注射、牙签和米粒接种,其次是地下根部土壤接种。

为了摸索简便易行的接种方法,1987~1991 年分别采用牙签、注射、土壤接种和自然感病等方法,先后鉴定试材 1462(自交系 1010、杂交种 315、品种群体 137)份次。其结果:

2.1 牙签和注射接种均属感染茎基节间髓组织,并效果一致,其相关系数为 0.58^{**} 。

2.2 牙签和注射接种的致病性受环境影响较小,其抗性反应基本上属基因型表现。1989 与 1990 年病情指数间相关系数为 0.75^{**} ,平均相差小于 10%。

2.3 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。1987~1989 年间平均感病株率相差 10% 以上,有的高达 50% 以上。如 B37 在 1988 年为 50.8%,

而 1989 年为 0.0%；Mo17 在 1987 年为 42.1%，而 1989 年为 5.0%，其变幅十分悬殊。但年度间相对抗性趋势基本一致，1989 与 1990 年病株率间相关系数为 0.78^{**}。

2.4 注射接种具有菌量一致、发病均匀、接种速度快等优点。因此，注射接种适用于大量育种试材的抗性鉴定和筛选，而土壤接种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。

3 抗性评价标准

我们在试验过程中发现，注射接种剖茎病情指数很少低于 20，大部分在 40~60，而外部表现病株率一般在 0.0~30.0%，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 340 的病情指数达 62.2，而 1987~1990 年土壤接种和自然感病株率均为 0.0%。但外部表现感病重的均属高病情指数。因此，利用外部表现感病株率指

标来对试材进行选择，更为有效。关于能否切合实际反映出综合抗性标准，有待进一步探讨和研究。

4 遗传机制

1987~1991 年对 1549 份次试材进行接种试验结果：玉米对茎腐病的抗性有其广泛的遗传变异表明选择的有效性。1987 和 1991 年共利用 142 份双列杂交试材分析结果：玉米对茎腐病的抗性主要由基因加性效应控制，基因加性方差占总遗传方差的 66.3~71.3%。对 S₁~S₄ 分离世代培育的 10 对姊妹系间茎腐的分离研究结果表明：自交 S₁~S₃ 世代茎腐病抗性分离较大，到 S₄ 以后基本稳定，其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%，见表 2。所以，组配单交种时至少要有一个亲本为抗病系和自交系选育过程中要注重在 S₀~S₃ 世代的抗性选择。

表 2 不同世代分离培育的姊妹系间茎腐病的分离情况*

系 名	选 自	分 离 世 代	试 验 年 份	病 株 率 (%)	抗 感 差 值 (%)			
J 833 J 834	吉 综 BC ₁	S ₁	1987	70.5 5.9	70.6			
J 844 J 846	(J63×Mo17)			0.0 100.0				
J 851 J 852	(330×黄早四)			0.0 94.4				
平均差值				88.3				
J853 J854	(330×黄早四)			S ₂		1987	11.8 86.7	74.9
J90—8 J90—9	(J846×Mo17)	1991	50.0 18.9		31.1			
J90—16 J90—17	(J846×Mo17*)		62.5 16.7				45.8	
平均差值			50.6					
J90—2 J90—3	(J842×Mo17)	S ₃	1988		26.7 6.3		20.4	
J861 J862	哲 B77A	S ₄		11.8 16.7	4.9			
J871 J872	(9146×B73)			12.5 11.8		0.7		
J923 J924	安 综 32			1991				37.2 41.5
平均差值		3.3						

* 1987~1988 年土壤接种，1991 年注射接种。

5 根茎理化特性以及营养状态与茎腐病的关系

关于玉米根茎理化特性与茎腐病的关系,国外有很多报道,但国内则刚引起重视。我们于1986~1989年与本院综合所农机室合作研制了YJ-1型玉米茎秆硬度计和3YC-1型玉米拔根测力仪。1990~1991年先后测定60份自交系和20份杂交种共5900株的茎秆硬度;拔根23份自交系和13份杂交种,共测1750株根系垂直抗拉力;同时用普通旋光镜测定茎基节间可溶性含糖量;1988年对17份杂交种进行施肥(N、P)试验;1991年进行分期打叶试验。其结果如下:

5.1 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。如吉874为 $4.3\text{kg}/\text{mm}^2$,而3081只有 $2.6\text{kg}/\text{mm}^2$,相差悬殊。杂交种的茎秆硬度比自交系平均高14.0%。乳熟末期与成熟期间差异不显著。

5.2 根系垂直抗拉性与病株率呈极显著负相关,其相关系数为 $-0.61^{**} \sim -0.70^{**}$,与病情指数和茎秆硬度相关很小,见表3。不同基因型间拔根所需的拉力差异较大,如洛抗03、340和吉874每株分别需要152.5kg、140.5kg和119.3kg,而78—84—7^{III}只需29.5kg,差异极显著。成熟期所用拉力明显低于蜡熟期,平均差每株30.6kg,并试材间下降幅度不同。

表3 根系抗垂直拉力与病株率、病情指数和茎秆硬度的相关系数

项 目	1990年		1991年
	9月5日	9月28日	9月27日
病 株 率 (%)	-0.605^{**}	-0.691^{**}	-0.702^{**}
病 情 指 数	-0.025	-0.103	-0.227
茎秆硬度(kg/mm^2)	-0.053	-0.272	—

5.3 茎秆含糖量与病株率呈极显著负相关,而与病情指数相关不大,其相关系数分别为

-0.62^{**} 和 -0.13 。

5.4 N、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%,但两者间呈极显著正相关,其相关系数为 0.98^{**} 。这一结果说明,鉴定茎腐病在高肥区进行是有效的。

5.5 不同生育时期打掉不同部位叶片对发病程度影响不同。抽丝期打掉整株叶片和穗上位全部叶片发病轻;只打掉穗下位全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,见表4。

表4 不同时期打掉叶片与病株率的关系

(单位:%)

打叶时期	打 叶 形 式			
	整株叶片	穗上位叶片	穗下位叶片	不打叶
抽丝(7月20日)	24.2	17.1	88.0	0.0
灌浆(7月30日)	75.8	48.6	34.5	—

因此,根据茎节间含糖量、根系抗垂直拉力和茎秆硬度指标,间接对茎腐病进行选择均有效。增施N、P化肥,适当打叶,增加发病强度是提高选择效果的有效措施。

6 选择效果

6.1 我省主要杂交种的抗性表现

1987~1990年对19份(9份为已推广组合,10份为将要推广的苗头组合)杂交种进行接种鉴定结果表明,苗头组合抗性比已推广组合有明显提高,苗头组合中60.0%表现为抗病,而已推广组合中只有62.5%表现为中抗。

6.2 我省主要自交系的抗性表现

1987~1990年对18份自交系进行抗茎腐病鉴定结果表明,E28、340、吉873、吉846和330等自交系抗性明显高于Mo17,其余大部分只接近中抗水平,但极少数为感病,如系14病株率高达55.3%。

6.3 基础育种试材

1985~1991年,我们在抗茎腐病育种工

作中,主要采取对早代系放在不同生态区中高密度种植和高肥下进行抗性选择;对高世代自交系和主要杂交种设病圃接种鉴定,对含有感茎腐病血缘的基础群体和早代自交系进行人工接种鉴定和选择。结果表明,明显提高了育种材料的抗性,先后培育出 100 多份抗病自交系及其杂交种和选系基础群体。但

选择过程中应把握抗性程度和区域抗性与产量的关系,抗性并非越强越好,关键是如何使抗性不影响或少影响产量。

国外对玉米抗茎腐病进行选择和研究已有几十年的历史,并取得了显著进展。但目前国内这方面工作仍处于起步阶段,今后应进一步加强研究和探讨。