

关于玉米抗大斑病育种几个性状的遗传研究初报[※]

张 坪

(黑龙江省农科院作物育种所)

玉米大斑病 (*Helmin Thosporium Turcium*) 是玉米主要叶部病害之一。世界各国玉米种植区均有发生和危害。1942 年美国由于推广了感病玉米杂交种造成大斑病流行。近些年来我国许多省区, 玉米大斑病也广泛流行, 成为玉米重要病害之一。国内外研究和实践证明, 改良玉米遗传结构, 实行抗病育种是防治玉米大斑病的经济有效措施。六十年代初 Hooker 等发现在自交系 “GE440” 和爆裂玉米 “妇人指” 中具有对大斑病 7 号小种特殊抗性以来, 相继许多研究证明, 这种抗性是由于玉米第二染色体上的 Ht_1 显性基因所控制。 Ht_1 基因在欧美各国广泛利用于玉米杂交种中, 有效的控制了世界各地玉米大斑病的流行与扩展。后来又相继发现了能抗 2、3、4 号的 Ht_2 、 Ht_3 及 Ht_4 基因, 这些基因都具有较高的单基因抗病能力。它们都是受一个显性主效基因所控制, 一般只产生 R 和 mR 型病斑, 它们可用回交转育法将抗病基因移植到不抗病的玉米中去。

玉米对大斑病还具有多基因抗病性, 这是 1939~1943 年由美国农业部作物研究所最先发现并应用于育种中。这种抗性是受微效多基因所控制具有累加效果, 表现植株产生 “MS” 和 “S” 型病斑, 斑块较小数量少。不少学者认为, 多基因抗病性较稳定持久, 是玉米抗大斑病育种不可忽视的一环。许多研究报导表明, 国内外在抗大斑病育种中已取得可喜成果, 许多高抗玉米大斑病新杂种已用于生产。我省育种单位自七十年代初开展

抗病育种以来已经选出一批优良单多基因抗病亲本自交系, 已育成和推广了一批单多基因抗病新杂交种正在各地推广利用。为了进一步搞好玉米抗大斑病育种, 摸清不同抗性在杂种后代中的遗传规律, 进而探索利用单基因和多基因综合抗病的效果为综合抗病育种提供理论依据, 近几年在结合抗病育种的实践中, 对玉米大斑病的几个有关抗病性的遗传进行了研究, 并得到初步规律报导如下。

材料和方法

本试验主要是 1979 和 1980 年在作物育种所玉米综抗圃进行。试验小区顺序排列, 无重复, 小区株数为 21~24 株, 行株距 60 × 30 厘米, 每行一端播种一株感病株做侵染源。接种病菌办法是, 在上年秋收前采集大量玉米病叶束成小捆放挂干室内阴干越冬, 翌年于接菌前 3~5 天, 将病叶取回用清水洗去灰尘, 然后浸于桶内 (以水层淹没病叶为宜) 放 20~25℃ 室温下使病叶生长大量菌孢子, 在低倍显微镜下每视野可见 3~5 个孢子即可, 而后选阴雨潮湿的傍晚, 捞出病叶将菌液进行灌心接菌, 每株接菌 15~20 毫升, 每区接十株, 从五叶后到拔节前共接菌二次。抽丝二周后调查病级和病斑型, 分小区和单株调查二到三次。记载标准按全国大小斑病协作组统一标准进行。

※ 本文曾蒙栗振镛付研究员指导表示感谢。栗振镛、高宪章、姜明玉、邢宝辉、沈凤友等同志曾参加部份工作特此致谢。

结果及分析

一、Ht₁ 单基因的抗病遗传表现

1. 抗病基因 Ht₁ 在单交种 F₁ 代中表现显性遗传。一般情况含有 Ht₁ 亲本抗病性强者其杂种 F₁ 代的抗病性亦强。如用 8 个优良自交系分别以 A619^{HT} 和 oh43^{HT} 做父本所组配的杂种 F₁ 代平均病级为 0.83, 双亲平均病级为 1.5。杂种 F₁ 代的病级比双亲平均病级低 0.66 级, 个别组合可比双亲病级低 1.45 级。

2. 通过对 3 个含有 Ht₁ 基因组合的 F₂ 代

共 84 个单株的抗病性调查, 平均高抗株为 14 个, 抗病株为 51 个, 感病株为 19 个, 其遗传分离比例为 1:2:1, 抗感病株比例为 3:1。经适合性测定卡平方 $\chi^2 = 4.449$, 在 $P > 0.05$ 时理论值与实际观察值差异不显著 (见表 1)。

3. 进而对 7 个 Ht₁ 单交种回交一代单株抗病型的分离调查结果表明: Ht₁ 单基因在不同抗性亲本自交系回交的 BC₁ 代中, 病斑型的分离比率, 除个别组合表现偏低或偏高外, 其余组合基本符合独立分配定律 (见表 1)。经卡方测定差异不显著。

表 1 Ht₁ 基因在单交种 F₂ 及 BC₁ 代的抗性分离

F ₂ 代表现型 ▲	植 株 总 数		x ²	
	观 察 株 数	理 论 株 数		
高 抗	14	21	4.449	
抗 病	51	42		
感 病	19	21		
总 合	84	84	N=2	P>0.05

BC ₁ 代	植株病斑型	实 际	理 论	x ²	P
组 合 名	R—MR—MS S	R—MS;S	R:S	0.4	P>0.05
Ht ₁ × m14 ²	2 2 0 6	4 6	1:1.5	0.4	P>0.05
// × 60614B ³	2 4 0 4	6 4	1:0.7	0.4	P>0.05
// × 甸 11 ³	0 0 4 6	4 6	1:1.5	0.4	P>0.05
// × 石泗 21 ³	0 0 2 8	2 8	1:4.0	3.6	P>0.05*
// × 210A32 ³	2 0 8 0	10 0	1:0	10.0	P>0.05**
// × 铁 13 ³	0 0 6 4	6 4	1:0.7	0.4	P>0.05
// × 210 ³	2 0 2 6	4 6	1:1.5	0.4	P>0.05
总 合		36 34	1:0.9	0.0134	P>0.05

▲ 高抗—0.5 级以下, R 型病斑;
抗病—0.5 到 1.0 级, R 或 MR 型病斑;
感病—1.0 级以上, MS 或 S 型病斑。

综合上述三个调查分析结果不难看出我们所利用的 Ht₁ 抗病基因是属于单基因完全显性遗传。

二、多基因水平抗性在杂交种中的遗传表现

1. 通过对 9 个多基因抗病杂交种的病级分析表明: 杂种 F₁ 的平均病级都低于双亲的平均病级, 一般低 0.1~1.21 级, 平均低 0.7 级。

如黄牙 × R343 F₁ 平均病级 2.1, 双亲

平均病级 2.2, 杂种与双亲平均病级差 0.1。红玉米×R343 F_1 平均病级 1.5, 双亲平均病级 2.0, 杂种与双亲平均病级差 0.5。R343×大风 72 F_1 平均病级 1.2, 双亲平均病级 2.4, 杂种与双亲平均病级差 1.2。永三×大风72, 杂种 F_1 平均病级 1.2, 双亲平均病级 1.7, 杂种与双亲平均病级差 0.5。大风72×OH43 杂种 F_1 代平均病级为 1.2, 双亲平均病级 1.6, 杂种与双亲平均病级差 0.4。大风9×60614B, 杂种 F_1 平均病级 0.8, 双亲平均病级 1.8, 杂种与双亲平均病级差 1.0。金蹲黄×罗 32, F_1 代平均病级 0.5, 双亲平均病级 1.2, 杂种

与双亲平均病级差 0.7。火球×罗 31 F_1 代平均病级 1.4, 双亲平均病级 2.3, 杂种与双亲平均病级差 1.1。牛 11×新 115B, 杂种 F_1 平均病级 1.7, 双亲平均病级 2.0, 杂种与双亲平均病级差 0.6。经相关性测定杂种 F_1 代的平均病级与双亲平均病级成正相关 $r=0.667$, 与父本病级呈显著正相关 $r=0.892$ 。

2. 从利用多基因为抗源的正反交组合 F_1 的平均病级分析看出: 凡以抗病性强的多基因抗病系作父本者其杂种 F_1 的抗病性都明显的优于其反交组合, 平均抗病性可提高 0.5 级, 经相关性测定 $r=0.9605$ (详见

表 2 多基因抗、感病亲本正反组合 F_1 代的抗病性遗传表现

组 合 名 称	亲 本 抗 性	平均病级* (三次调查)	正 反 组 合 平 均 病 级	t 值 P>0.05
大 33B×MO17 MO17×大 33B	高感×抗 抗×高感	0.5 1.25	0.88	1.34
大 33B×大化 A ₁ 大化 A ₁ ×大 33B	高感×抗 抗×高感	0.5 1.25	0.88	1.34
115B×H69 H69×115B	高感×中 中×高感	1.75 2.25	2.0	0
60614B×罗 32 罗 32×60614B	感×抗 抗×感	0.5 1.0	0.75	0
60614B×大风 9 大风 9×60614B	感×抗 抗×感	0.5 0.75	0.63	3.0
铁 13×BC4321 BC4321×铁 13	感×中抗 中抗×感	1.0 1.5	1.25	0
新 115B×NY160 NY160×新 115B	感×中 中×感	2.0 2.25	2.13	6.45

* 相关性测定 $r=0.9605$

表 2)。

三、单多基因抗源与不同自交系组配 F_1 代的抗病遗传反应

1. 同一抗源对不同自交系遗传背景的杂种 F_1 代的抗病性有很大差异。如以 A619^{tt} 和莱 1032 为抗源的 16 个杂种 F_1 代, 同期接种菌液而发病期分别与组合均数差 -2~+3.5 天; 感病株率差 -32%~+8%, 平均病级差 -0.29~+0.87 级 (见表 3)。

2. 单、多基因型组合 F_1 代的病斑量和

病斑型的调查比较得知: 凡含有多基因抗源的组合 F_1 代均表现病斑量小, 平均病级低 0.5~0.9 级, 然而病斑型绝大多数为“S”型。含有二个显性单基因抗源的 F_1 代表现出抗病性稳定, 病斑量小, 病级低于含一个 Ht₁ 组合的平均值 (见表 4)。含有一个单基因加一个多基因, 或同时含有两个多基因组合 F_1 的平均病级, 都较只含有一个单基因抗病的杂交种病级低, 一般低 0.2~0.5 级; 病斑量少一般减少 9.3~16.7 块 (见表 4)。

抗流基因与不同自交系间组配单交种F₁的病情差异

表3

项目 组合名	发病期 日/月	感病株 %	平均 病级	较组合总平均差		
				发病期	感病株	平均病级
大风72×莱1032	14/7	80	0.5	-1.5	-16.6	-0.11
大33B×莱1032	14/7	100	0.67	-1.5	+3.4	+0.06
115B×莱1032	12/7	100	0.83	+0.5	+3.4	+0.02
210A32×莱1032	14/7	100	0.50	+1.5	+3.4	-0.01
意二×莱1032	9/7	100	0.67	+3.5	+3.4	+0.06
火球×莱1032	13/7	100	0.50	-0.5	+3.4	-0.11
平均	12.5/7	96.6	0.61			
黄牙×A619 ^{Ht}	11/7	100	0.80	-2.0	+0.8	-0.16
意二×A619 ^{Ht}	11/7	100	1.00	-2.0	+0.8	+0.04
牛11×A619 ^{Ht}	15/7	80	0.83	+2.0	-12.0	-0.12
嫩154×A619 ^{Ht}	14/7	80	0.83	+1.0	-12.0	-0.12
维44×A619 ^{Ht}	14/7	60	0.50	+1.0	-32.0	-0.46
意14意3×A619 ^{Ht}	11/7	100	1.83	-2.0	+8.0	+0.87
罗32×A619 ^{Ht}	13/7	100	0.67	0	+8.0	-0.29
115B×A619 ^{Ht}	14/7	100	1.50	+1.0	+8.0	+0.54
南京×A619 ^{Ht}	11/7	100	1.00	-2.0	+8.0	+0.04
大风72×A619 ^{Ht}	14/7	92	0.67	+1.0	+8.0	-0.29
平均	13/7	92	0.96			

表4

单、多基因组配杂交种F₁的抗病效果

项 目 基 因 组 合	组 合 数	病 斑 量		平 均 病 级	各 病 斑 型 植 株 占 %			
		果穗上部叶片病斑平均			R	MR	MS	S
		<3cm 斑块数	<3cm 斑块数					
ht ₁ ×Ht ₁	7	27.5	11.5	1.01	0	31.42	52.28	17.14
ht ₁ ×ht多	3	5.0	1.3	0.95	0	0	20.00	80.00
ht多×Ht ₁	6	4.8	3.3	0.42	0	20.00	40.00	40.00
ht多×ht多	4	1.5	2.5	0.50	0	30.00	20.00	25.00
ht ₁ ×Ht ₁ ×Ht ₁	3	25.3	12.0	1.20	20.0	53.33	0	26.66
Ht ₁ ×Ht ₁	6	4.1	2.7	0.85	10.0	10.00	16.66	63.33

• Ht₁...单基因抗病, ht多...多基因抗病, ht₁...感病基因。

结语和讨论

1. 玉米大斑病抗病基因 Ht₁ 在杂种F₁代中抗病性呈完全显性; 在F₂代中抗、感病植株的分离比例为 3:1, 在回交1代中除个别

组合外, 抗、感病株基本按 1:1 分离。这一研究结果与吉林省农科院育种所1976~1977年对Ht₁基因回交分离测定试验结果一致。因而在大量应用 Ht₁ 基因为抗源进行抗病育种时, 在分离选择中除抓住杂种后代正常分

离规律外,也应当注意个别组合的特殊遗传现象的发生,以便更好的提高选育效果。

2. 多基因水平抗性普遍存在于各类植物之中,早已为人们广泛利用。在玉米抗大斑病 Ht_1 基因未被发现之前在生产实践和育种工作中早已应用了多基因抗病性。故此我们在大量研究利用单基因抗性的同时一定要加强多基因水平抗性的研究和应用。多年来我们通过人工接种鉴定已发现一批优良多基因抗病系,同时也组配了不少单多基因不同抗源的综合材料,这给我们今后进一步开展单多基因综合抗病育种奠定下一个良好基础。

3. 在多基因抗病育种中,明确了凡含有多基因抗源的杂交种 F_1 代平均病级都低于双亲平均病级,而且 F_1 的抗病级与双亲抗病级的平均值成正相关 $r=0.667$,与父本抗病级成显著正相关 $r=0.892$ 。在对七个多基因抗、感病正、反组合 F_1 代平均发病株率和平均病级的观察鉴定得知,凡用抗性强的品系作父本的杂种 F_1 的抗病性优于用它作母本的组合,平均抗病力增强 0.5 级。

通过以抗病系做父、母本组合的 F_1 代平均病级遗传相关性测定表明:正反组合 F_1 的抗病性强弱,与抗病亲本的抗病性有密切正相关 $r=0.9605$,故此在转育抗病材料时,要尽可能利用高抗病材料做亲本,最好将抗性最强的材料用做父本利用。

4. 单、多基因结合,实行多种基因综合抗病育种是一个经济有效的途径。

(1) 在同一抗源与不同品系所配制的杂种 F_1 代的组合间,抗性差异很大,而且与抗源相对应的品系抗性越好其后代的抗病性越强,反之亦然。从而说明,单多基因结合抗病转育的后代抗病性强弱不单纯取决于抗源

亲本的抗性强弱,还存在着抗感双亲的基因互动和不同抗源基因的相互影响。(2) 多基因抗病性较稳定持久,表现在感病株率明显降低,病斑数量较少,斑块小,流行期间病级上升缓慢。 Ht_1 单基因虽抗病显著,抗病力较强,然而在不同的自然条件下和在不同自交系的遗传背景中,抗病级和病株率易于波动,病指数和病斑型有时也发生变化,因此认为采用单、多基因相互结合的办法进行抗病育种,将能达到优缺互补,大幅度提高抗病育种效果的目的。研究结果初步证明:凡用二个 Ht_1 基因结合,用一个 Ht_1 再加一个多基因结合的,或用二个以上的单、多基因结合的杂种材料,在鉴选中都表现比单用一个抗性基因材料的病级轻,病株率下降,病斑型好,抗病性稳定。从而可以推断,单基因抗病育种,今后必将很快发展到各种单基因结合和单、多基因结合,进而达到抗多种病害的综合抗病的育种途径。

主要参考文献

- [1] 栗振镛、张坪等,1979年出席全国稻麦棉玉米抗病育种会议论文《玉米大斑病抗病育种及其遗传规律》。
- [2] 曾士迈,华北农大1978年。全国玉米大、小斑病协作会议报告关于植物水平抗性。
- [3] 冯芬芬、谢道宏,吉林省农科院作物所1978年。全国玉米大小斑病协作会议论文《玉米自交系抗大斑病改良初报》。
- [4] 河南农科院情报所,1978年。玉米抗病育种农业科技译丛,1。
- [5] 吉林农科院植保所,玉米品种资源对大斑病的抗性鉴定结果。
- [6] 美伊利诺斯大学农业部合著,玉米病害概要1978年。河南农林科技译丛第3期。