

抗 4、抗 7 高粱品种选育及 对丝黑穗病抗性的遗传

徐瑞洋 赵随堂 冯未娥 李占录 徐劲松

(山西省农业科学院玉米研究所, 忻州 034000) (山西省农业科学院高粱研究所, 榆次 030600)

摘 要 抗 4、抗 7 高粱杂交种是由 Tx622A 不育系和晋梁 5 号、忻梁 7 号恢复系杂交选育而成, 具有高产、高抗至免疫丝黑穗病和适应性广等特点, 增产 15% ~ 18%, 在人工接菌条件下发病率为 0, 对照种为 82.4%, 是目前山西、河北、陕西、甘肃和天津等省市生产上推广的骨干品种。与此同时, 结合高粱育种对丝黑穗病的抗性遗传作了进一步的探讨, 结果表明, 现有高粱品种间抗病性存在着显著差异。Tx622A 等不育系抗性最强, 具有质量性状的遗传特点; Tx3197A 等不育系抗性较差, 则有数量性状的遗传特点。

关键词 高粱 选育 丝黑穗病 遗传

高粱丝黑穗病 [*Spharcelotheca reiliana*(K hn) Clinr]是影响高粱产量的主要病害, 以华北、东北最为严重, 一般减产 15% ~ 20%, 重病年达 50% 左右, 最高地块可达 90% 以上^[1~3]。50 年代以来, 此病用化学药剂拌种防治难以奏效^[4], 引起国内外学者对筛选抗病材料, 研究其抗性遗传表现, 以及培育抗病品种的极大关注。我们从 80 年代开始, 共鉴定 963 份国内外品种(系)、不育系、保持系、恢复系和杂交种等的抗性表现, 始终把高产、抗病列为主要育种目标, 经过近 10 年努力, 终于育成有上述目标的抗 4、抗 7 等品种。1987 年以来, 通过山西、陕西和天津等省市的审定, 推广面积在 100 万 hm² 以上, 创造社会效益在 7.5 亿元。同时, 我们通过抗病鉴定研究与筛选的育种实践, 对高粱的抗丝黑穗病的遗传做了进一步的探索研究。现将结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 选育程序

1983 年我们用筛选出的高抗丝黑穗不育系 Tx622A、Tx623A 以及高感病系 Tx378A、Tx3197A 为母本, 国内骨干恢复系晋梁 5 号、忻梁 7 号、忻梁 52 号和三尺三为父本, 按照不完全双列杂交设计, 获得 16 个杂交组合。1984 年对 16 个杂交组合及其亲本进行产量比较及抗性遗传试验。3 次重复, 随机区组, 5 月 5 日播种, 4 行区, 其中 3 行每行 15 株, 株行距 33cm ×

40cm, 在所内多年连作的重病地中种植, 进行自然发病观察鉴定。另 1 行穴播, 每穴双株, 进行人工接菌鉴定, 供试菌种采自忻梁 52 号病穗, 每穴用 0.6% 的菌土 100g 覆盖种子。待高粱抽穗后症状充分显现, 调查主茎发病率, 并按下列标准划分抗病类型: 病株百分率 0~5 为高抗病型; 5.1~10.0 为抗病型; 10.1~30.0 为感病型; 30.1 以上为高感病型。

1985~1987 年抗 4、抗 7 参加全省区域试验, 1987~1989 年抗 4 参加全国高粱区试, 1987 年山西省品种审定委员会审定抗 7 定名为晋杂 11 号。1987~1988 年参加天津市区试, 1990~1992 年参加陕西省区试, 1993~1996 年参加甘肃、新疆、贵州、山东等省区多点试验和生产示范。

1.2 抗性遗传试验

1984~1988 年以不育系为母本配成杂交子一代; 选用 T_x622A 和 T_x3197A 不育系的杂交子二代; 用不育单交或人工去雄与感病品种回交以及(高抗×高抗)F₁×高抗的回交一代。抗性遗传分析利用高抗材料与感病材料的测交一代、二代、回交个体反应型数据进行, 对各组合各世代的观察值和期望值进行适合性测验^[8,9]。由于丝黑穗病的表现型在发病条件较差时(特别是自然发病), 部分植株可能受不发病的表型影响, 为此采用多组合资料综合分析, 以提高试验研究的准确性。

2 结果与分析

2.1 高产、抗病品种的选育效果

抗 4、抗 7 的母本 T_x622A, B 是由美国引入, 来源于 T_x319B×SCD-176-6; 父本晋梁 5 号来源于忻梁 7 号×鹿邑歪头; 忻梁 7 号来源于九头鸟×盘陀高粱, 均是国内外著名的不育系和恢复系。他们的产量性状好, 一般配合力高, 1994~1995 年不完全双列杂交试验中, T_x622A 一般配合力效应值为 4.12, 占第一位, 显著高于 T_x3197A 的 2.41 和 T_x623A 的-0.53; 恢复系忻梁 7 号的一般配合力效应值最高, 达 7.35, 优于其他恢复系。

1983~1984 年山西省 8 个点产量品比试验中, 抗 4 比对照增产 10.4%~16.1%; 抗 7 增产 8%~21%。综合 6 年(1986~1992 年)5 个省 32 个不同生态点的试验结果, 抗 4 平均产量为 7247.5kg/hm²(幅度为 5707.5~12900.0kg/hm²), 全部比对照增产, 平均增产 15.4%。抗 7 在中低产条件下比其他品种明显增产, 一般在 6750.0kg/hm², 增产 10% 左右。

抗 4 属中晚熟种, 抗 7 属中熟种, 主要农艺性状较对照有较大突破(表 1)。

表 1 抗 4、抗 7 主要性状比较

品 种	穗长 (cm)	穗粒重 (g)	千粒重 (g)	穗分枝数(个)			
				一级	二级	三级	总分枝数
抗 4	30.5	120.7	31.2	176	882	2646	3704
晋杂 4 号(ck)	27.1	109.0	31.0	161	805	2413	3379
抗 7	31.2	118.1	31.6	157	785	2455	3397
晋杂 7 号(ck)	26.3	110.0	30.5	144	711	2061	2916

1984 年在山西省清徐、忻州和定襄等县大田丝黑穗病调查结果, 抗 4 的 45 个点中, 发病率为 0~0.7%, 对照晋杂 4 号为 8.2%~41.5%, 抗 7 的 50 个点中, 平均发病率为 0, 而对照晋杂 7 号为 12%~34.7%。1982 和 1985 年人工接菌鉴定结果列于表 2。抗 4、抗 7 同样具有极强的抗高粱丝黑穗病的能力。

表 2 抗 4 抗 7 接菌后的发病率(%)				
年份	抗4	晋杂4号(ck)	抗7	晋杂7号
1982	—	—	0	74.3
1985	0	82.5	0	69.7

2.2 高粱对丝黑穗病的遗传表现

2.2.1 F₁ 的抗病性遗传 鉴定结果如

表3所示,两个高抗病不育系 T_x622A 和 T_x623A 与高感恢复系晋梁 5 号、忻梁 52 号、三尺三和中感忻梁 7 号分别组配的 8 个 F₁ 杂交种,均表现免疫,抗性呈完全显性,具有质量性状的遗传特点。而高感病 T_x3197A 不育系和中感 T_x378A 不育系配制其他 8 个杂交种, F₁ 抗性介于双亲之间,偏向感病品种。

2.2.2 F₂ 抗病性分离表现 为了明确 F₂ 抗丝黑穗病的分离状况,对以 3 个感病恢复系与高抗病系 T_x622A、T_x623A 以及感病系 T_x3197A、T_x378A 杂交所组成的 12 个组合子二代进行了抗病性分离分析(表 4)。所分析的 12 个组合的子二代,各组合数据合并后进行适合性测验,抗、感植株数符合 3∶1 和 9∶7 的期望比例。按组合抗病类型分别进行适合性测验,结果是高抗×高感的 6 个组合,除 1 个测验值较高外,其余 5 个组合的抗、感病植株数都符合 3∶1 的期望比例;综合性测验结果, P 值在 0.25~0.50 范围内,表明 6 个组合是一致的,都符合 3∶1 的期望比例。高感×高感和中感×高感的 6 个组合, F₂ 分离比例 χ^2 测验结果都符合 9∶7 的期望比例,无论是各组合数据合并值或是按组合分别进行适应性测验,其结果是一致的。

表 4 F₂ 高粱丝黑穗病分离表现

杂交组合	抗病类型	总株数	抗病个体数	感病个体数	期望值	χ^2	P
T _x 622A × 晋梁 5 号	高抗 × 高感	59	42	17	3∶1	1.3729	0.25~0.50
T _x 622A × 忻梁 52 号	高抗 × 高感	60	51	9	3∶1	2.4000	0.10~0.25
T _x 622A × 三尺三	高抗 × 高感	58	40	18	3∶1	3.3793	0.05~0.10
T _x 623A × 晋梁 5 号	高抗 × 高感	60	47	13	3∶1	1.5667	0.05~0.30
T _x 623A × 忻梁 52 号	高抗 × 高感	58	39	19	3∶1	0.6207	0.25~0.50
T _x 623A × 三尺三	高抗 × 高感	57	37	20	3∶1	2.1228	0.10~0.25
		352	256	96	3∶1	0.9697	0.25~0.50
T _x 3197A × 晋梁 5 号	高感 × 高感	60	35	25	9∶7	0.1058	0.50~0.75
T _x 3197A × 忻梁 52 号	高感 × 高感	61	33	28	9∶7	0.1148	0.50~0.75
T _x 3197A × 三尺三	高感 × 高感	57	39	18	9∶7	3.7922	0.025~0.05
T _x 378A × 晋梁 5 号	中感 × 高感	65	40	25	9∶7	0.7155	0.25~0.50
T _x 378A × 忻梁 52 号	中感 × 高感	31	18	13	9∶7	0.0415	0.75~0.90
T _x 378A × 三尺三	中感 × 高感	56	30	26	9∶7	0.1632	0.50~0.75
		330	195	135	9∶7	0.1435	0.25~0.50

注: K 的 0.05 理论卡方值= 3.84 di= 1

2.2.3 抗病性回交表现 由表 5 可见,所分析的 6 个回交一代组合中,其中 4 个组合为(高抗 × 高感) F₁ × 高感回交一代,无论是按各组合数据合并值还是按组合分别进行适合性测验,抗、感植株数都符合 1∶1 的期望比例。另外的两个组合为(高抗 × 高抗) × 高抗,无论 B₁F₁ 还是 B₂F₁,其抗性基因相似,均表现为抗病类型。

表 5 回交一代抗病性表现

回 交 组 合	抗病类型	总株数	抗病 个体数	感病 个体数	期望值	χ^2	P
(622A × 3197B) × 3197B	(高抗 × 高感) × 高感	153	83	70	1 1	0.1046	0.25 ~ 0.50
(623A × 3197B) × 3197B	(高抗 × 高感) × 高感	167	82	85	1 1	0.3121	0.50 ~ 0.75
(624A × 3197B) × 3197B	(高抗 × 高感) × 高感	171	87	84	1 1	1.0497	0.25 ~ 0.50
(625A × 3197B) × 3197B	(高抗 × 高感) × 高感	142	73	69	1 1	0.1127	0.50 ~ 0.75
		633	325	308	1 1	2.2333	0.10 ~ 0.25
(622B × 625B) × 622B	(高抗 × 高抗) × 高抗	155	155	0			
(622B × 625B) × 625B	(高抗 × 高抗) × 高抗	129	129	0			

注: K 的 0.05 理论卡方值= 3.84 di= 1

3 结 论 与 讨 论

抗 4、抗 7 不仅综合了双亲穗长、穗大、粒多的优点,而且把抗高粱丝黑穗病、抗旱等优良性状融合在其中,与目前推广的品种比较是一个重大突破,打破了高产不抗病等一般规律,协调了高产与稳定的负相关性,是第一个不用药剂拌种,在生产上应用的高产抗丝黑穗病的品种。

高粱抗丝黑穗病育种中,我国抗病种质资源十分贫乏。抗 4、抗 7 的育成,不仅丰富了我国抗病育种基因库,而且为高粱抗病育种提供了免疫高粱丝黑穗病的抗原,特别是 T_x622A 不育系抗性稳定,配合力高,综合性状好^[6,61],除了直接利用外,应通过杂交、回交向其他优良品种上进行转换。

不同的高粱品种对高粱丝黑穗病的抗性遗传方式不同。有些品种表现为质量性状遗传,由一对基因控制;有些品种为数量性状遗传,与曹如槐等人的研究结果是一致的^[7]。

本试验采用人工接菌和病圃自然感病相结合进行。病圃是本所重茬 15 年以上的高粱地,每年秋耕时将收集的丝黑穗病菌穗均匀撒开翻入土中,增加土壤含菌量。尽管 F₁ 自然发病较低,但 F₂ 和回交一代鉴定结果与 F₁ 是吻合的,说明本研究采用的自然鉴定与人工接菌鉴定方法是可靠的,既看出了品种间抗病性差异的显著性,又找到了抗原。

近年来,由于高粱丝黑穗病菌的变异等原因,生产上推广的 T_x3197A 不育系系列杂交种,由原来的抗病品种变成严重感病品种,因而,谋求抗病基因多样化,即培育多抗性品种,对于减轻由于丝黑穗病菌小种的变化所造成的损失具有重大意义。T_x622A 及抗 4、抗 7 是否会受到新的生理小种的侵染,尚待今后进一步观察与研究。

参 考 文 献

1 徐瑞洋编著. 高粱品质育种. 北京: 农业出版社, 1987, 263 ~ 268

2 山西省忻县地区农业科学研究所. 杂交高粱选育—制种—栽培. 北京: 科学出版社, 1972, 220 ~ 232

3 山西省忻县地区农业科学研究所. 高粱. 北京: 科学出版社, 1976

4 王志广. 中国高粱资源抗丝黑穗病鉴定初报. 辽宁农业科学, 1982(1): 26 ~ 29

- 5 辽宁省农业科学院作物育种所高粱组. 新引高粱 T_x 不育系鉴定初报. 辽宁农业科学, 1982(1) : 30 ~ 31
- 6 王富德, 张世莘. 新引进高粱雄性不育系的配合力分析. 作物学报, 1983, 9(1) : 1 ~ 6
- 7 曹如槐, 王晓玲, 任建华, 等. 高粱对丝黑穗病的抗性及其遗传的研究. 遗传学报, 1988, 15(3) : 170 ~ 173
- 8 王鉴明. 生物统计学. 北京: 农业出版社, 1988, 8 ~ 118
- 9 刘来福. 作物数量遗传. 北京: 农业出版社, 1984, 250 ~ 262

Breeding of Kang 4 and Kang 7 Sorghum Hybrids and Inheritance of the Resistance to Head Smut in Sorghum

Xu Ruiyang Zhao Suitang Feng Weie

(Maize Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Science, Xinzhou 034000)

Li Zhanlu Xu Jinsong

(Sorghum Research Institute, Shanxi Academy of Agricultural Science, Yuci 030600)

Abstract Kang 4 and kang 7 sorghum hybrids were crossed with male-sterile line T_x622A and restorer lines Jinliang5 and Xinliang7. The two hybrids had characters of high yield, high resistance to head smut and extensive adaptiveness. Their yields generally increased 15% ~ 18%. Under artificial inoculation, their disease incidences were zero, however, the control was 82.4%. The two hybrids were major cultivars in Shanxi, Hebei, Shaanxi, Gansu, Tian-jin etc. now.

It was also studied that the resistance to head smut of hybrids and their parents and inheritance of resistance. The results showed that there were significant differences between hybrids and their parents: male-sterile line T_x622A had high resistance to head smut and character of qualitative inheritance, while male-sterile line T_x3197A had low resistance to head smut and character of quantitative inheritance.

Key words: Sorghum; Breeding; Head Smut; Inheritance