

# 高粱三系抗丝黑穗病鉴定与评价

姜 钰<sup>1,2</sup>, 徐 婧<sup>2</sup>, 徐秀德<sup>2</sup>, 胡 兰<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> 沈阳农业大学植物保护学院, 沈阳 110161; <sup>2</sup> 辽宁省农业科学院植物保护研究所, 沈阳 110161)

**摘要:** 采用土壤接种技术, 对目前我国高粱育种上广泛应用的 150 份高粱种质资源(包括高粱不育系、保持系和恢复系)进行抗高粱丝黑穗病鉴定评价。经两年重复鉴定, 在 150 份高粱种质中, 筛选出对高粱丝黑穗病菌优势小种表现免疫(IM)的 47 份, 占总数的 31.3%; 高抗(HR)和中抗(MR)的各 6 份, 分别占鉴定材料总数 4.0%; 抗病(R)的 4 份, 占 2.7%; 感病(S)的 13 份, 占 8.7%; 高感(HS)的 74 份, 占 49.3%。上述结果表明, 目前高粱育种中广泛应用的育种种质中抗丝黑穗病材料较为丰富。

**关键词:** 高粱; 丝黑穗病; 抗病性评价

## Identification and Evaluation of Sorghum Male-sterile, Maintainer and Restorer Lines Resistance to Head Smut

JIANG Yu<sup>1,2</sup>, XU Jing<sup>2</sup>, XU Xiu-de<sup>2</sup>, HU Lan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> College of Plant Protection, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161;

<sup>2</sup> Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang 110161)

**Abstract:** Using the soil inoculation technique, 150 sorghum germplasm resources (including male-sterile, maintainer and restorer lines) which used widely in sorghum breeding at present in China, were evaluated for resistance to sorghum head smut. Under two year identification, among 150 sorghum germplasm resources, there were 47 accessions of immune resources accounted for 31.3% of the total. The highly resistant and moderately resistant of resources were each for 6 accessions with the tested germplasm resources proportion of 4.0% respectively. The resistance resources were 4 accessions accounted for 2.7% of the total. The 13 accessions with susceptible and 74 accessions with highly susceptible resources were identified and it accounted for 8.7% and 49.3% of the total respectively. Based on the above data, there were relatively abundant resources with resistances to sorghum head smut in sorghum breeding.

**Key words:** sorghum; head smut; resistance evaluation

在我国, 高粱[*Sorghum bicolor* (L.) Moench]既可以用于人们食用, 也可以作为畜牧业饲料用, 还是酿造业重要原料。由孢堆黑粉菌[*Sporisorium reilianum* (Kühn) Langdon et Full.]引起的高粱丝黑穗病是高粱生产中普遍发生、严重影响产量的重要病害, 在我国东北、华北和四川等高海拔、气候冷凉地区发生严重<sup>[1]</sup>。近年来, 高粱丝黑穗病在高粱主产区有

逐年加重的趋势, 在局部地区已造成严重的产量损失, 成为制约高粱产业发展的主要因素之一<sup>[2]</sup>。多年的育种和生产实践证明<sup>[3-7]</sup>, 选育和应用抗病品种是防治丝黑穗病最为经济有效措施。由于高粱丝黑穗病菌易发生致病性变异, 产生新的生理小种, 常导致抗病品种丧失抗性, 因而需要不断筛选新的抗病资源和培育新的抗病

收稿日期: 2015-12-05 修回日期: 2015-01-13 网络出版日期: 2015-03-10

URL: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.4996.S.20150310.1524.004.html>

基金项目: 现代农业产业技术体系建设专项(CARS-06-02-01); 特色杂粮育种及综合配套技术创新团队(201401651-6)

第一作者研究方向为作物病虫害。E-mail: jiangyumi@163.com

通信作者: 徐秀德, 主要从事作物病虫害研究。E-mail: xiudex@163.com

品种<sup>[8-9]</sup>。筛选抗病性高粱种质资源是抗病品种选育常规和基础工作,也是病害防控的前提条件。鉴于此,2012-2014年,针对我国高粱丝黑穗病菌优势小种(3号生理小种),采用土壤接种方法,对我国目前高粱育种中广泛应用的国内外高粱品种资源进行抗病鉴定与评价,旨在系统明确高粱种质资源对病菌优势小种抗性,为高粱育种者提供抗源。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

**1.1.1 种质资源** 国内外高粱优异种质资源 150 份,其中高粱雄性不育系及其相应保持系共 90 份,高粱恢复系 60 份,由辽宁省农业科学院植物保护研究所旱粮作物病虫害研究室选育及国内高粱育种者提供。上述高粱种质资源均经严格套袋自交、性状观察,获得纯种子备用。

**1.1.2 高粱丝黑穗病菌** 高粱丝黑穗病菌是近年来病菌生理分化研究中经寄主测定为我国广泛分布的优势小种(3号生理小种)。于2012年采用感病品种(Tx622B)人工接种、扩繁病菌,收集高粱丝黑穗病菌冬孢子粉,备用。

### 1.2 试验方法

**1.2.1 菌土制备** 2013年和2014年分别于春季播种前5d,将接种用高粱丝黑穗病菌冬孢子粉与过筛无菌田园土充分混合,配制成浓度为0.6%的菌土,喷洒适量无菌水保持菌土湿润,堆积菌土并覆盖塑料布,保湿备用。

**1.2.2 种质资源抗病鉴定** 鉴定在辽宁省农业科学院试验田进行,连续2年对供试高粱种质资源进行集中鉴定,播种日期分别为2013年4月27日和2014年4月28日。接种方法按《高粱抗丝黑穗病鉴定技术规范 DB21/T2219.4—2014》<sup>[10]</sup>进行。田间鉴定的高粱种质资源按顺序排列,每50份鉴定材料设1组高度抗病(LR625)和高度感病(L407A)品种作对照,设年度间重复,栽培管理与大田生产相同。于田间高粱丝黑穗病的症状完全显现后调查发病情况,按照高粱抗丝黑穗病的评价标准描述(表1)划分抗性等级,确定供试高粱种质资源对丝黑穗病的抗性水平。

## 2 结果与分析

连续2年的接种鉴定结果表明,不同高粱试材间对丝黑穗病的抗感性差异明显,且各份材料在2

年间的鉴定结果表现稳定一致,高度抗病(LR625)和高度感病(L407A)的对照品种均达到相应的抗性等级,因此试验结果可靠。

表1 高粱抗丝黑穗病鉴定病情级别及抗性评价标准

Table 1 The evaluation of resistance to sorghum head smut

病情级别 Rating scale	评价标准描述 Evaluation criterion	抗性评价 Resistance evaluation
0	发病株率 0	免疫 Immunity (IM)
1	发病株率 0.1% ~ 5.0%	高抗 Highly resistant (HR)
3	发病株率 5.1% ~ 10.0%	抗 Resistant (R)
5	发病株率 10.1% ~ 20.0%	中抗 Moderately resistant (MR)
7	发病株率 20.1% ~ 40.0%	感 Susceptible (S)
9	发病株率 40.1% ~ 100%	高感 Highly susceptible (HS)

### 2.1 高粱雄性不育系和保持系对丝黑穗病的抗性

2年共对90份高粱不育系及其保持系抗丝黑穗病性进行鉴定,结果见表2。

从表2的结果可见,在90份高粱不育系和其相应的保持系中,筛选出0级免疫(IM)的高粱种质资源有24份,占供试高粱不育系和其相应的保持系总数的26.7%;1级高抗(HR)的资源有4份,占总数的4.4%;3级抗(R)病资源有2份,占总数的2.2%;5级中抗(MR)的资源有4份,占总数的4.4%;7级、感病(S)的资源有8份,占总数的8.9%;9级、高度感病(HS)资源有48份,占总数的53.3%。

高粱不育系(A)和保持系(B)之间的发病率存在差异,但差异大小并未改变两者之间的抗性等级。在抗病等级为高抗(HR)的高粱不育系和保持系中,L422A和L422B的平均发病率基本相同,而Tx2751A和Tx2751B的平均发病率相差1.9%;在抗病等级为中抗(MR)的不育系和保持系中,8396A和8396B的平均发病率相差最多(1.9%);LA-15和LB-15之间发病率差异较大(6.6%),但不育系(A)和保持系(B)的抗性级别相同,均为感病(S)等级。本研究筛选出抗病(R)以上等级的高粱不育系和保持系较多,占总数的33.33%,这与供鉴定材料上注重选择高抗、高配合力、农艺性状优良材料有关。

表 2 高粱雄性不育系和保持系抗丝黑穗病鉴定与评价结果

Table 2 The evaluation of resistance to sorghum head smut of male-sterile lines and maintainer lines

不育系名称	平均发病率(%)	病级	抗性	保持系名称	平均发病率(%)	病级	抗性
Male-sterile lines	Average incidence	Rating scale	Resistance	Maintainer lines	Average incidence	Rating scale	Resistance
45A	0	0	IM	45B	0	0	IM
L405A	0	0	IM	L405B	0	0	IM
L422A	0	0	IM	L422B	0	0	IM
871300A	0	0	IM	871300B	0	0	IM
A <sub>2</sub> V <sub>4</sub>	0	0	IM	B <sub>2</sub> V <sub>4</sub>	0	0	IM
L429A	0	0	IM	L429B	0	0	IM
KSP8-9-12A	0	0	IM	KSP8-9-12B	0	0	IM
QL <sub>33</sub> A	0	0	IM	QL <sub>33</sub> B	0	0	IM
Tx378A	0	0	IM	Tx378B	0	0	IM
KSP8-9-16A	0	0	IM	KSP8-9-16B	0	0	IM
吉 2055A	0	0	IM	吉 2055B	0	0	IM
KSP8-9-17A	0	0	IM	KSP8-9-17B	0	0	IM
L422A	7.4	1	HR	L422B	7.9	1	HR
TX2751A	1.5	1	HR	TX2751B	3.4	1	HR
L414A	5.8	3	R	L414B	7.1	3	R
314A	12.6	5	MR	314B	13.3	5	MR
8396A	15.9	5	MR	8396B	17.8	5	MR
L416A	25.5	7	S	L416B	28.6	7	S
Tx3197A	33.5	7	S	Tx3197B	34.2	7	S
L417A	25.2	7	S	L417B	29.3	7	S
LA-15	29.3	7	S	LB-15	22.7	7	S
1053A	69.0	9	HS	1053B	89.1	9	HS
L401A	80.5	9	HS	L401B	89.5	9	HS
1057A	52.5	9	HS	1057B	61.2	9	HS
L402A	87.5	9	HS	L402B	92.6	9	HS
1058A	72.8	9	HS	1058B	72.5	9	HS
L406A	82.1	9	HS	L406B	87.5	9	HS
1432A	56.9	9	HS	1432B	53.2	9	HS
L407A	76.0	9	HS	L407B	71.2	9	HS
1438A	60.9	9	HS	1438B	73.6	9	HS
L25A	53.3	9	HS	L25B	58.7	9	HS
1445A	59.8	9	HS	1445B	82.3	9	HS
L2243A	68.7	9	HS	L2243B	84.3	9	HS
L6A	48.1	9	HS	L6B	42.6	9	HS
Sh802A	67.2	9	HS	Sh802B	75.2	9	HS
8399A	49.6	9	HS	8399B	52.7	9	HS
TX2750A	50.0	9	HS	TX2750B	73.1	9	HS
KSP335A	49.3	9	HS	KSP335B	57.0	9	HS
TX2758A	73.3	9	HS	TX2758B	84.1	9	HS
KSP512A	65.9	9	HS	KSP512B	77.6	9	HS
TX2790A	65.7	9	HS	TX2790B	81.6	9	HS
KSP7-7-4A	57.8	9	HS	KSP7-7-4B	81.1	9	HS
Tx622A	78.4	9	HS	Tx622B	87.1	9	HS
吉 352A	49.5	9	HS	吉 352B	55.2	9	HS
Tx623A	72.7	9	HS	Tx623B	84.6	9	HS

### 2.2 高粱恢复系抗丝黑穗病特性鉴定结果

表 3 为国内外 60 份高粱种质资源的抗病鉴定结果。从表中可见,在 60 份高粱恢复系中,鉴定出 0 级免疫(IM)的材料有 23 份,占供测材料总数的 38.3%;1 级的高度抗病(HR)的材料有 2 份,占总

数的 3.3%;3 级抗(R)的有 2 份,占总数的 3.3%;5 级中抗(MR)的有 2 份,占总数的 3.3%;7 级感病(S)的有 5 份,占总数的 8.3%;9 级高度感病(HS)的有 26 份,占总数的 43.3%。

表 3 高粱恢复系抗丝黑穗病鉴定结果

Table 3 The evaluation of resistance to sorghum head smut of sorghum restorer lines

恢复系名称 Restorer lines	平均发病率(%) Average incidence	病级 Rating scale	抗性 Resistance	恢复系名称 Restorer lines	平均发病率(%) Average incidence	病级 Rating scale	抗性 Resistance
L029R	0	0	IM	K147	0	0	IM
L030R	0	0	IM	K148	0	0	IM
L034R	0	0	IM	K185	0	0	IM
L036R	0	0	IM	K6	0	0	IM
L027R	0	0	IM	LR622	0	0	IM
2381	0	0	IM	LR625	0	0	IM
961541	0	0	IM	10625-1	0	0	IM
7037-1	0	0	IM	SA281	0	0	IM
90CW8147	0	0	IM	MB1088	0	0	IM
91BE7414-1	0	0	IM	TNS30	0	0	IM
K106	0	0	IM	莲塘矮	0	0	IM
K131	0	0	IM	14607	0	1	HR
91CC515	0.5	1	HR	91BE7414	11.8	5	R
R19112	9.1	3	R	R19204	13.9	5	MR
R8112	12.9	5	MR	SC109	38.9	7	S
92MLT113	23.2	7	S	TAM428	29.0	7	S
1045RS	38.5	7	S	Tx414	37.7	7	S
L028R	69.7	9	HS	88B1016	73.7	9	HS
L031R	87.7	9	HS	earlysumarc	73.6	9	HS
L032R	73.2	9	HS	Gansudel	61.8	9	HS
L035R	79.2	9	HS	LR213	62.6	9	HS
L037R	78.3	9	HS	LR218	75.1	9	HS
1006	47.8	9	HS	LR238	90.3	9	HS
1009	68.0	9	HS	MB110-1	55.8	9	HS
1018	49.8	9	HS	PI(550607)	79.2	9	HS
828DM499	48.1	9	HS	R8115	54.0	9	HS
87BH8606-6	70.0	9	HS	R8182	61.3	9	HS
SC170-6-17	62.6	9	HS	S92350	72.2	9	HS
SC56-14E	62.5	9	HS	TL-Wer2R	48.2	9	HS
TX2817	94.6	9	HS	TL-WerR	94.8	9	HS

## 3 结论与讨论

采用土壤接种技术,连续 2 年对我国目前高粱育种上广泛应用的 150 份国内外高粱种质资源抗高粱丝黑穗病优势小种(3 号生理小种)进行鉴定评价。在鉴定的高粱种质资源中,表现免疫(IM)的

(47 份)占总数的 31.33%;表现高抗(6 份)和中抗(6 份)的均占 4.0%;表现抗的(4 份)占 2.7%;表现感的(13 份)占总数的 8.7%;表现为高感的(74 份)占总数的 49.3%。筛选出抗病的高粱三系占鉴定总数的 42%,多数为引进的国外高粱品种或含有国外血缘的品种资源,由此可见,引进国外高粱品种

丰富了我国高粱基因资源,也是选育抗病品种和防治高粱丝黑穗病的途径。

研究发现,高粱不育系(A)和保持系(B)间发病率虽有差异,多数不育系发病率低于其相应保持系的发病率,有的不育系发病率则高于其保持系,并没有规律性,但其差异的大小没有改变不育系应有的抗性等级。由此可见,高粱不育系(A)和保持系(B)的抗病性由其本身的遗传背景所决定,与育性无关。高粱不育系和相应保持系之间的发病率差异可能与种子的成熟度及其他原因有关,有待于进一步研究探讨。

由于高粱丝黑穗病菌存在明显的生理分化现象<sup>[11-13]</sup>,抗病资源筛选是高粱抗病育种中的重要环节,需要不断引进和选育抗病品种以克服病菌小种的致病力分化。本研究用的病菌为目前我国高粱产区分布广泛的优势小种3号生理小种。鉴定出的免疫不育系和保持系材料中,45A(B)、L405A(B)、A<sub>2</sub>V<sub>4</sub>(B)、QL<sub>33</sub>A(B)、吉2055A(B)等均为我国高粱生产用种的母本,在生产中发挥着防病增产作用。然而,由于病菌的致病力易变性,品种抗病并非一劳永逸,在高粱生产上要避免单一抗病资源或单一品种在同一地区连续多年大面积应用,以控制或减缓病菌新小种的产生,减小病害流行。利用筛选出的抗病品系,采用有性杂交进行多基因聚合创新资源<sup>[14-16]</sup>,选育多抗性或水平抗性的品种,是有效控制高粱丝黑穗病的重要途径。

随着我国酿造业的不断发展和生物能源的广泛应用,高粱作为主要的工业原料的作用突显,这给高粱生产带来了新的希望。高粱面积的扩大和品种的广泛交流以及高粱连作等会加重高粱病害的发生,需要对于严重影响产量的高粱丝黑穗病更应密切关

注,密切监测病菌小种变化,不断筛选抗源和选育抗病品种是防治丝黑穗病的根本措施。

#### 参考文献

- [1] 白金铠. 杂粮作物病害[M]. 北京:中国农业出版社,1997:11-15
- [2] 姜钰,徐秀德,王丽娟,等. 高粱土种传病害的发生与防治[J]. 农业科技通讯,2010(3):141-143
- [3] 董怀玉,姜钰,徐秀德. 高粱优异种质资源对多种病虫的抗性鉴定[J]. 杂粮作物,2004,24(4):198-199
- [4] 徐秀德,董怀玉,卢桂英. 高粱抗丝黑穗病抗病性评价技术及抗源鉴定研究[J]. 辽宁农业科学,2000(2):14-16
- [5] 徐秀德,刘志恒. 高粱病虫害原色图谱[M]. 北京:中国农业科技出版社,2012:51-57
- [6] Bhuiyan S A, Croft B J, James R S, et al. Laboratory and field evaluation of fungicides for the management of sugarcane smut caused by *Sporisorium scitamineum* in seedcane[J]. Aus Plant Pathol, 2012, 41(6):591-599
- [7] Feldbrügge M, Kellner R, Schipper K. The biotechnological use and potential of plant pathogenic smut fungi[J]. Appl Mic Biotechnol, 2013, 97(8):3253-3265
- [8] Ghareeb H, Becker A, Iven T, et al. *Sporisorium reilianum* infection changes inflorescence and branching architectures of maize[J]. Plant Physiol, 2011, 156(4):2037-2052
- [9] Zuther K, Kahnt J, Utermark J, et al. Host Specificity of *Sporisorium reilianum* is tightly linked to generation of the phytoalexin luteolinidin by sorghum bicolor[J]. Mol Plant Microbe Interact, 2012, 25(9):1230-1237
- [10] 姜钰,刘可杰,徐秀德,等. DB21/T2219.4 高粱抗丝黑穗病鉴定技术规范[S]. 辽宁:质量技术监督局,2014
- [11] 徐秀德,卢庆善,赵廷昌,等. 高粱丝黑穗病菌生理分化研究[J]. 植物病理学报,1994,24(1):58-61
- [12] 徐秀德,潘景芳. 我国北方高粱丝黑穗病发生因素分析[J]. 病虫测报,1992(3):12-13
- [13] 徐秀德,董怀玉,姜钰,等. 高粱抗病虫新资源创造及其利用研究[J]. 植物资源遗传学报,2004,5(4):360-363
- [14] 王立新,马尚耀,成慧娟,等. 高粱不育系314A选育及衍生杂交种分析[J]. 内蒙古农业科技,2012(5):21-22
- [15] Sanchez A C, Subudhi P K, Rosenow D T, et al. Mapping QTLs associated with drought resistance in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)[J]. Plant Mol Biol, 2002, 48:713-726
- [16] 董怀玉,徐秀德,姜钰,等. 高粱糯质资源创新及其利用研究[J]. 植物遗传资源学报,2007,8(3):321-324