

# 玉米粗缩病改良新抗源 T877的抗性评价

薛林, 陆虎华, 彭长俊, 孙传星, 陈小晖, 李波

(江苏沿江地区农科所, 南通 226541)

**摘要:**玉米粗缩病是我国玉米产区的一种重要病害。本研究利用自然接虫法初步鉴定了 41 份玉米自交系对粗缩病的抗性, 并对其中有代表性的 10 份材料进行了 3 个播期的试验。筛选出 3 份高抗、4 份抗、3 份中抗材料, 大部分材料 (占 75.6%) 表现为感和高感, 抗性较好的材料属于 PB 亚群。高抗粗缩病自交系 T877 在不同年份、不同播期间抗性稳定, 以此为亲本育成苏玉 19 等新品种。

**关键词:**玉米; 粗缩病; 自交系; 抗性

## Evaluation of New Germplasm T877 Resistance to Maize Rough Dwarf Disease

XUE Lin, LU Hu-hua, PENG Chang-jun, SUN Chuan-xing, CHEN Xiao-hui, LI Bo

(Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Sciences, Nantong 226541)

**Abstract:**Maize rough dwarf virus (MRDV) is one of the most important diseases in maize production in China. With the method of natural inoculation, the experiments were carried out to inoculate MRDV to the maize seedlings of 41 maize inbred lines with viruliferous planthoppers (*Laodelphax striatellus*). The primary results indicated 3, 4 and 3 inbred lines have high resistance, resistance and moderate resistance to MRDV, respectively, while 31 inbred lines exhibited susceptibility or high-susceptibility. With pedigree analysis, inbred lines belong to PB subgroup showed better resistance. High resistant germplasm T877 bred by Jiangsu Yanjiang Institute of Agricultural Sciences performed stable resistance across years and planting dates, and taking it as one parent, Suyu 19 new variety etc.

**Key words:**Maize; Maize rough dwarf virus; Inbred line; Resistance

玉米粗缩病是一种经灰飞虱传播的病害,在我国是由水稻黑条矮缩病毒 (Rice black-streaked dwarf virus, RBSDV) 所引致,对玉米生产影响极大。在世界许多地区,玉米粗缩病的病原是玉米粗缩病毒 (Maize rough dwarf virus, MRDV)。1945 年,MRDV 首次在以色列被发现,此后在阿根廷、法国、西班牙、前南斯拉夫、伊朗等国家都有不同程度的发生。1954 年,首次在我国新疆南部、甘肃西部发现玉米粗缩病。自 20 世纪 70 年代以来,粗缩病在华北、西北、东北部分地区引发大面积毁种或绝产,成为影响玉米生产的重要病害<sup>[1]</sup>。1996 年,玉米粗缩病在江苏北部地区突发成灾,射阳、大丰、盐都、东台、阜宁、

响水、灌云等县 (市、区) 均有发生,田间发病率为 20% ~ 70%,有些甚至高达 90% 以上,许多农户因此而毁田改种其他作物。2004 年,粗缩病再次在江苏暴发,盱眙、盐城、淮安、连云港等市 (县) 因该病的发生导致玉米大幅减产,造成了极大的损失<sup>[2]</sup>。2007 年,粗缩病病区进一步扩大,在南通以及上海、苏南的部分地区突发,病情严重,出现了连片发病的状况,有的田块近乎绝收,给玉米生产造成严重影响<sup>[3]</sup>。

玉米粗缩病流行的主要原因是由于目前国内生产上大面积种植品种多对粗缩病表现中感或高感,缺乏抗病品种。生产上主要运用调整播期等农业措

收稿日期: 2010-03-22 修回日期: 2010-07-16

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD01A03); 江苏省农业科技自主创新资金项目 (cx(08)139)

作者简介: 薛林, 研究员, 主要从事玉米种质改良及新品种选育研究。E-mail: 417803648@qq.com

施及药剂处理等手段来防治玉米粗缩病,后者不仅成本较高、环境污染严重,而且防治效果较差。由于苏北等地区生产的特殊性,部分农田在4月下旬至5月下旬播种玉米,适宜的抗粗缩病品种就成为生产上的重要需求。因此,充分挖掘抗粗缩病基因资源和开展抗病育种工作,是解决这一地区玉米粗缩病危害的最经济有效的途径<sup>[4]</sup>。沿江地区农科所在美国玉米杂交种78599选系和我国地方种质自交系E28回交后代中选育出一份高配合力、高抗粗缩病新种质T877,以其作父本育成的玉米杂交种苏玉19于2003年通过江苏省审定,该品种在区试和生产应用中均表现粗缩病发生率低的特点。多年的观察表明,苏玉19的抗性主要来源于亲本T877。为精确评价T877对玉米粗缩病的抗性,本研究通过对包括T877在内的多份玉米自交系进行不同年份、不同播期的抗性鉴定,以期为强优势杂交玉米新品种的选育提供抗病种质资源。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

2008年选取6个遗传亚群的41份自交系(包括自育的T877),其中BSSS亚群2份(掖107、U8112)、Lancaster亚群1份(Mo17)、PB亚群8份(T877、齐319、P138、178、沈137、T75、43.7.7、43.7)、Reid亚群13份(249、T458、郑58、K22、综3、HC、苏951、F2、H991、803、C8605、478、7922)、旅大红骨亚群8份(丹598、丹340、鲁原92、330、综31、S195、长城M、丹黄02)、塘四平头亚群9份(4S、武314、昌7-2、4AHC、Y85、鲁9801、K12、黄早四、吉853)。2009年选取其中有代表性(不同抗级、不同类群)的自交系10份(T877、齐319、P138、178、沈137、T75、郑58、苏951、478、4S)进行不同播期试验,其中大部分为本省及国内生产中推广品种的亲本自交系。

### 1.2 方法

试验在江苏沿江地区农科所试验场进行,2008年为晚春播(4月15日),试验采用随机区组设计,重复2次,双行小区,行长5m,大行距0.90m,小行距0.30m,株距0.25m,每小区40株。2009年试验按裂区试验进行,主区为播期:4月15日(晚春播)、5月5日(半春半夏播)和5月25日(早夏播),副区为10个玉米自交系,随机排列,重复2次。灰飞虱发生高峰期调查玉米叶龄和虫量,2008年灰飞虱发生高峰期苗龄7~9叶,平均虫量56头/株;2009年

4月15日、5月5日、5月25日3个播期灰飞虱发生高峰期苗龄分别为8~10、6~8和2~3叶,平均虫量分别为48、48和12头/株。在2年鉴定中田间灰飞虱虫量较大,玉米敏感生育期与灰飞虱发生高峰期相吻合,从而可以通过自然接虫法进行粗缩病抗性鉴定。玉米全部抽雄后,参照苗洪芹等<sup>[5]</sup>提出的抗性鉴定标准,先调查小区病株率及每株的病级,再按以下公式计算每份自交系的病情指数:平均病级 = (各级病株数 × 相应级别) / 总株数,病情指数 = [(植株各级病株数 × 相应级别) / (总株数 × 最高级别)] × 100,以小区平均病情指数划分抗病反应型,高抗(HR):0~10.0;抗(R)10.1~30.0;中抗(MR)30.1~50.0;感(S)50.1~70.0;高感(HS) > 70.0。

按照单因素(品种)完全随机设计的方差分析模型,对41个自交系间病情指数进行统计分析。按照二因素(年份和品种、播期和品种)有重复的完全随机试验设计的方差分析模型,对年份及播期间有重复的10个自交系间的病株率和病情指数差异进行统计分析。统计分析采用Excel程序进行,利用新复极差法进行多重比较。

## 2 结果与分析

### 2.1 41份自交系对粗缩病的抗性表现

方差分析表明,41份自交系间粗缩病抗性(病株率和病指)存在极显著差异( $F_{病株率} = 134.95$ ,  $F_{病指} = 41.97$ ,  $F_{0.01} = 2.11$ )。初步鉴定结果表明,3份材料(T877、齐319和P138)达到高抗,占7.3%;4份材料(沈137、丹598、178、4S)达到抗的水平,占9.8%;3份材料(T75、43.7.7、249)达到中抗的水平,占7.3%;而感和高感的材料为31份,占所鉴定材料的75.6%。结果表明,在目前育种应用的种质中抗病材料仍较为缺乏,而T877对玉米粗缩病抗性较强,达到高抗水平(表1)。

### 2.2 T877在不同环境条件下对粗缩病抗性评价

为了验证T877的抗性水平及其真实性,在2008年初鉴基础上于2009年对T877及齐319、P138、沈137、178、4S、T75、郑58、478、苏951共10个自交系进行有重复的自然接种鉴定,结果如下。

**2.2.1 T877在不同年份间的抗性表现** 对上述10份自交系在2008-2009年2年晚春播条件下的病株率和病指的联合方差分析表明,年际间未达显著水平,而品种间方差以及年份与品种间的互作方差均达显著或极显著水平(表2),T877的抗性水平

与齐 319 同样,极显著地高于其他参试自交系,平均 病情指数 0.8,达高抗水平(表 3)。

表 1 2008 年供试的 41 份玉米自交系的粗缩病病株率和病情指数

Table 1 The ratio of infected plant and disease index of M RD V for forty - one maize inbred lines tested in 2008

自交系 Inbred line	病株率 (%) Ratio of infected plant	病情指数 Disease index	抗病性 Resistance	病级幅度 Range of disease rating	自交系 Inbred line	病株率 (%) Ratio of infected plant	病情指数 Disease index	抗病性 Resistance	病级幅度 Range of disease rating
T877	6.3	1.6	HR	0~1	吉 853	86.5	81.0	HS	0~4
齐 319	6.3	1.6	HR	0~1	综 31	97.2	83.3	HS	0~4
P138	10.1	6.3	HR	0~1	黄早四	88.9	84.5	HS	0~4
沈 137	22.2	12.9	R	0~3	长城 M	94.6	86.8	HS	0~4
丹 598	38.5	13.0	R	0~2	7922	94.4	90.3	HS	0~4
178	33.3	16.6	R	0~2	鲁原 92	97.6	90.5	HS	0~4
4S	55.0	17.9	R	0~2	掖 107	92.1	90.8	HS	0~4
T75	66.7	38.5	MR	0~3	综 3	97.2	91.0	HS	0~4
43.7.7	80.9	43.3	MR	0~3	鲁 9801	91.7	91.7	HS	0~4
249	51.3	48.6	MR	0~3	H991	100	92.2	HS	1~4
郑 58	78.6	53.8	S	0~4	H C	97.2	92.4	HS	0~4
T458	58.8	58.3	S	0~3	S51F	100	93.8	HS	1~4
K22	100	62.9	S	1~4	苏 951	100	97.3	HS	1~4
丹 340	83.3	69.2	S	0~4	803	100	94.5	HS	1~4
武 314	82.9	69.7	S	0~4	K12	97.3	94.6	HS	0~4
Y85	79.5	70.7	HS	0~4	昌 7-2	92.3	95.1	HS	0~4
F2	83.3	72.3	HS	0~4	丹黄 02	97.2	95.8	HS	0~4
43.7	76.5	73.5	HS	0~4	Mo17	100	96.1	HS	1~4
4AHC	81.2	79.3	HS	0~4	330	97.2	97.2	HS	0~4
U8112	84.6	80.7	HS	0~4	C8605	97.1	97.2	HS	0~4
478	100	100	HS	1~4					

表 2 2 年病株率和病情指数的联合方差分析

Table 2 The joint variance analysis of infected plant rate and disease index in two years

变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	病株率 Ratio of infected plant		病情指数 Disease index	
		MS	P > F	MS	P > F
年份	1	8.01	0.0978	2.07	0.3672
自交系	9	5940.96	<0.0001	5234.65	<0.0001
年份 × 自交系	9	44.48	<0.0001	15.33	0.0299
误差	20	2.66		5.64	

2.2.2 T877 在不同播期下的抗性表现 对 2009 年 3 种环境下的病情指数联合方差分析显示,品种间、播期间差异及品种与播期间互作均达极显著水平(表 4),这表明玉米自交系间对粗缩病的抗性受播期环境条件的影响,本试验中 3 个播期灰飞虱发

生高峰期所对应的苗龄分别是 9~11、6~8 和 2~3 叶,苗龄越小对 RBSDV 反应越敏感。T877 在 3 种环境下的病情指数均为 0,显著高于其他参试品种,呈高抗反应(表 5),说明 T877 的抗性受环境影响小,抗性稳定。

表 3 2年参试材料平均病株率和病情指数的多重比较

Table 3 The multiple comparison for the mean value of the disease index among the tested materials in two years

自交系 Inbred line	病株率 (%) Ratio of infected plant			病情指数 Disease index		
	2008年	2009年	平均 Mean	2008年	2009年	平均 Mean
478	100.0	100.0	100.0 a	100.0	96.9	98.5 a
苏 951	100.0	100.0	100.0 a	97.3	93.9	95.6 a
郑 58	78.6	79.3	79.0 b	53.8	57.2	55.5 b
T75	66.7	60.9	63.8 c	38.5	35.6	37.1 c
4S	55.0	60.9	58.0 b	17.9	21.1	19.5 d
178	33.3	33.3	33.3 d	16.6	16.9	16.8 d
沈 137	22.2	25.0	23.6 e	12.9	13.2	10.5 e
P138	10.1	20.0	13.8 f	6.3	6.3	6.3 f
齐 319	6.3	0.0	3.2 g	1.6	0.0	0.8 g
T877	6.3	0.0	3.2 g	1.6	0.0	0.8 g

同列中标以相同字母的值在 0.05 水平下未达显著水平。下同。

Values within the same column followed by the same letter are not significantly different at  $P=0.05$ . the same as below

表 4 3种播期病株率和病指的联合方差分析

Table 4 The joint variance analysis of infected plant rate and disease index in three sowing date

变异来源 Source of variation	自由度 df	病株率 Ratio of infected plant		病情指数 Disease index	
		MS	$P > F$	MS	$P > F$
播期	2	1282.60	<0.0001	709.73	<0.0001
自交系	9	7048.95	<0.0001	7268.26	<0.0001
播期 × 自交系	18	295.59	<0.0001	108.96	<0.0001
误差	30	3.62		3.92	

表 5 3种播期下 10个自交系的病株率和病情指数

Table 5 The infected plant rate and disease index of ten inbred lines in three sowing date

自交系 Inbred line	病株率 (%) Ratio of infected plant				病情指数 Disease index			
	4/15	5/5	5/25	平均 Mean	4/15	5/5	5/25	平均 Mean
478	100.0	100.0	100.0	100.0 a	100.0	100.0	95.3	98.4 a
苏 951	100.0	100.0	100.0	100.0 a	97.3	100.0	92.6	96.6 a
郑 58	79.3	82.1	90.9	84.1 b	53.8	66.2	74.3	64.8 b
T75	60.9	77.8	78.8	72.5 c	35.6	34.3	46.6	38.8 c
4S	60.9	62.5	88.9	70.8 c	21.1	21.5	54.7	32.4 d
178	33.3	70.6	68.4	57.4 d	16.9	23.0	34.6	24.8 e
沈 137	25.0	31.8	31.3	29.4 f	13.2	14.7	21.9	16.6 f
齐 319	0.0	66.7	40.9	35.9 e	0.0	22.0	23.3	15.1 f
P138	20.0	21.4	23.5	21.6 g	6.3	8.2	8.8	7.8 g
T877	0.0	0.0	0.0	0.0 h	0.0	0.0	0.0	0.0 h

### 3 讨论

防治 RBSVDV 危害最经济有效的途径是培育和推广抗病品种,筛选和培育抗病种质是开展抗病育种的前提。近年来,国内普遍重视抗粗缩病玉米种质的筛选工作,用带毒灰飞虱人工接种是鉴定抗

RBSVDV 种质的有效方法,但人工培养灰飞虱难度较大,且费用较高,因此,在多年重病区自然感病鉴定成为目前筛选抗 RBSVDV 种质的主要手段<sup>[1]</sup>。刘志增等<sup>[6]</sup>对 96 份自交系及 136 份杂交组合进行了抗粗缩病鉴定,发现了 P12、P20、BS110、138、6513 和 E 综 1214 等高抗自交系。王安乐等<sup>[7]</sup>研究发现黄早

四改良系对玉米粗缩病的抗性较好,5003、478、掖107等 Reid 血缘的自交系或改良系对粗缩病的抗性较差,并发现我国地方农家种中存在抗粗缩病基因。路银贵等<sup>[8]</sup>在河北保定对国内外 147 份自交系进行了抗粗缩病自然接种鉴定,由美国 78599 系选育的材料抗粗缩病表现突出,178、P138、沈 137 表现抗,齐 319 表现中抗。陈永坤等<sup>[11]</sup>通过对 64 份自交系在山西临汾玉米粗缩病重发区的 2 年 3 种环境下的抗病性鉴定,确定 PB 和塘四平头亚群为抗玉米粗缩病育种的重要种质类群。其中, PB 类群中齐 319、沈 137、黄早四、多黄 29、丹 3130、P138 等为高抗类型, X178 为抗病类型。陈艳萍等<sup>[4]</sup>采用网栅集团接种的方法,对 29 份国内常用玉米自交系和部分杂交组合进行了抗病性鉴定研究,筛选出高抗自交系 5 份,抗病系 2 份,结合系谱分析,筛选出的 5 份高抗系和 2 份抗病系均属于 PB 亚群。本研究中 PB 亚群同样表现出较好的抗性,所有属于该亚群的自交系抗性均达到中抗以上水平,但不同材料间及部分材料在不同播期间抗性也存在显著差异。本研究结果表明,玉米自交系间对粗缩病的抗性易受播期环境条件的影响,苗龄越小对 RBSDV 反应越敏感,与钱幼亭等<sup>[9]</sup>、高秀美等<sup>[10]</sup>的试验结果相一致。

本所培育的新抗源 T877 属于 PB 亚群,在不同年份、不同环境下均表现为高抗玉米粗缩病,与齐 319、P138 等国内优秀抗性自交系相比,具有抗性强且抗性稳定的优点。T877 自交系株高中等,叶色浓

绿,根系发达,长势清秀,高抗大斑病和小斑病、粗缩病等病害,抗倒性强,与 Reid 亚群、塘四平头亚群等均有良好的配合力,利用其作父本育成的苏玉 19 玉米新品种,具有高产、优质、早熟和粗缩病发生率低的特点<sup>[11]</sup>,已获国家“863 计划资助,同时被列为江苏省玉米主推品种和普通玉米区试对照品种,在近几年粗缩病大发生的年份为江苏省稳定玉米生产发挥了重要作用,由此说明 T877 可作为高配合力、高抗粗缩病的种质资源在玉米育种研究中加入应用。

#### 参考文献

- [1] 陈永坤,李新海,肖木辑,等. 64 份玉米自交系抗粗缩病的遗传变异分析 [J]. 作物学报, 2006, 32 (12): 1848-1854
- [2] 陈艳萍,张彦兵,孟庆长,等. 玉米粗缩病抗性遗传和育种研究进展 [J]. 江苏农业科学, 2006, 22 (6): 70-73
- [3] 顾国华,徐莉,葛红,等. 南通地区玉米粗缩病发生成因与防控对策 [J]. 大麦与谷类科学, 2007 (4): 48-50
- [4] 陈艳萍,袁建华,孟庆长,等. 玉米自交系粗缩病抗性鉴定研究 [J]. 金陵科技学院学报, 2007, 23 (3): 57-60
- [5] 苗洪芹,田兰芝,路银贵,等. 简便易行的玉米粗缩病严重程度分级标准 [J]. 植物保护, 2005, 31 (6): 87-89
- [6] 刘志增,池书敏,宋占权,等. 玉米自交系及杂交种粗缩病抗性鉴定与分析 [J]. 玉米科学, 1996, 4 (4): 68-70
- [7] 王安乐,陈朝辉,邵新胜,等. 玉米自交系材料抗粗缩病鉴定筛选初报 [J]. 玉米科学, 1998, 6 (4): 65-66
- [8] 路银贵,鄧垫平,苗洪芹,等. 国外及国内玉米自交系粗缩病抗性鉴定及分析 [J]. 河北农业科学, 2001, 5 (4): 21-25
- [9] 钱幼亭,孙晓平,梁影屏,等. 不同播期对玉米粗缩病发生的影响 [J]. 植物保护, 1999, 25 (3): 23-24
- [10] 高秀美,曹长余,杨胜敏,等. 不同播期对玉米粗缩病发生的影响 [J]. 中国农学通报, 2000, 16 (3): 54-55
- [11] 薛林,蔡志飞. 高产优质早熟大穗型玉米新品种——苏玉 19 [J]. 江苏农业学报, 2003, 19 (3): 132

(上接第 805 页)

#### 参考文献

- [1] 欧阳西荣,唐守伟. 苕麻高产高效栽培与综合利用技术综述 [J]. 中国麻业科学, 2008, 30 (1): 84-88
- [2] 熊和平. 麻类作物育种学 [M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2008: 46-48
- [3] Zietkiewicz E, Rafalake A, Labuda D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR) anchored polymerase chain reaction amplification [J]. Genome, 1994, 20: 178-183
- [4] 沈永宝,施季森,赵洪亮,等. 利用 ISSR DNA 标记鉴定主要银杏栽培品种 [J]. 林业科学, 2005, 41 (1): 202-204
- [5] 赵丽娟,张宗文,黎裕,等. 苦荞种质资源遗传多样性的 ISSR 分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2006, 7 (2): 159-164
- [6] 刘本英,王丽鸳,周健,等. 云南大叶种茶树种质资源 ISSR 指纹图谱构建及遗传多样性分析 [J]. 植物遗传资源学报, 2008, 9 (4): 458-464
- [7] 景建洲,李东亮,张勇,等. 利用 ISSR 标记鉴别玉米品种的初步研究 [J]. 玉米科学, 2007, 15 (6): 16-19
- [8] He X H, Li Y R, Guo Y Z, et al. Identification of closely related mango cultivars by ISSR [J]. 广西植物, 27 (1): 44-47
- [9] 冷言峰,马云芳,何桥,等. 几个槐树植物的 ISSR 鉴定 [J]. 西南师范大学学报 (自然科学版), 2007, 32 (6): 83-86
- [10] 周建林,揭雨成,蒋彦波,等. 用微卫星 DNA 标记分析苕麻品种的亲缘关系 [J]. 作物学报, 2004, 30 (3): 289-292
- [11] 蒙祖庆,刘立军,彭定祥. 利用 RAPD 和 ISSR 标记分析苕麻野生种质资源的遗传多样性 [J]. 分子植物育种, 2009, 7 (2): 365-370
- [12] 丁明忠,潘光堂,张中华,等. 用 ISSR 分析四川苕麻品种 (系) 间的遗传关系及雄性不育分子标记的建立 [J]. 核农学报, 2008, 22 (2): 183-187
- [13] 黄小英,刘瑛,赖小萍,等. 用 CTAB 法提取苕麻总 DNA 试验 [J]. 江西农业学报, 2001, 13 (4): 40-42
- [14] 刘立军,孙珍夏,彭定祥. 苕麻 ISSR-PCR 体系的优化 [J]. 农业生物技术科学, 2006, 7 (22): 64-67
- [15] 高欢欢,杨军,郭光沁,等. DNA 指纹技术新进展 [J]. 细胞生物学杂志, 2001, 23 (4): 196-199
- [16] 张立荣,徐大庆,刘大群. SSR 和 ISSR 分子标记及其在植物遗传育种研究中的应用 [J]. 河北农业大学学报, 2002, 25 (1): 90-94