

文章编号: 1005-0906(2003)04-0034-05

多抗、高配合力玉米自交系丹 598 的选育技术研究

陈 刚,王孝杰,孙 义,王作英,刘 波,佟圣辉,陈 丽,张 强

(辽宁省丹东农业科学院,辽宁 凤城 118109)

摘 要: 多抗、高配合力玉米自交系丹 598 是以外引具有抗大斑病单基因的玉米自交系 OH43^{ht3},与具有抗大斑病多基因抗性的丹 340、丹黄 02 和配合力较高、农艺性状较好的丹黄 11 及抗尾孢菌、弯孢菌叶斑病很强的外引杂交种后代选系丹黄 18,经单交、复合杂交、回交及多代自交选育而成。鉴定与应用结果表明:丹 598 具有抗病、抗虫、抗倒伏、耐旱、配合力高、自身产量较高和适应性强等特点。以丹 598 为亲本,与 Reid 和 Lancaster 种群选系杂交具有很强的杂交优势,如丹玉 26、丹玉 39、丹科 2123 和东单 60 等已在全国大面积推广应用。丹 598 是我院近年来育出的应用较广的新的优良玉米自交系。

关键词: 玉米自交系;丹 598;选育技术**中图分类号:** S513.03**文献标识码:** B

Breeding and Application on the Multiple Resistances, High Combining Ability Inbred Line of Maize Dan 598

CHEN Gang, WANG Xiao-jie, SUN Yi, WANG Zuo-ying,

LIU Bo, TONG Sheng-hui, CHEN Li, ZHANG Qiang

(Dandong Academy of Agricultural Sciences, Fengcheng 118109, China)

Abstract: The multiple resistance, high combining ability inbred line of maize Dan598 comes from the parents OH43^{ht3}, Dan340, Danhuang02, Danhuang11 and Danhuang18. The parent OH43^{ht3} has a single gene ht3 resistance to disease leaf blight of corn. (*Helminthosporium turcicum* pass.) And another two parents Dan340 and Danhuang02 have multiple genes resistance to *Helminthosporium turcicum* pass. And the parent Danhuang11 has high combining ability and fine economic characteristics. The last parent Danhuang 18 resists to diseases to *Cercospora zeae-maydis* and *Curvularia lunata*. We used these breeding materials by the methods of single cross, multiple cross, back cross, and several times of self crossbred the new inbred line Dan598. The identification of Dan598 showed that it has the characteristics of multiple resistance to many diseases, resistance to corn borer, lodging and drought. And has high combining ability, wide adaptation and high yield. Especially Dan598 crosses with Reid and Lancaster groups has very strong combining ability. For example the hybrid Danyu26, Danyu39, Danke2123 and Dongdan60 have been commercial grown in spring maize zone of North China. Inbred line Dan598 is a superior line which developed by Dandong Academy of Agricultural Sciences and commercial using in recent years.

Key words: Inbred line of maize; Dan598; Breeding

80 年代中后期,在丹东地区首先发现的玉米大斑病菌生理小种 2 号逐渐扩散,蔓延全省。严重危害丹玉 13、铁单 8 号等具有单基因抗性的自交系和杂交种。进入 90 年代,玉米尾孢菌叶斑病两种病害又

逐渐发生流行起来,主要骨干自交系 E28、丹 340、掖 478 和 5003 等及掖单 13、沈单 7 号、铁单 10 等杂交种严重感染,危害程度甚于玉米大、小斑病。对此必须及早认识抗病育种的重要性,并尽快提出研究对策,防微杜渐,用新选抗病自交系和杂交种来抵御各种病虫害对玉米的危害。经过 11 个年头 16 个世代的研究实践,于 1995 年育成了抗大斑病、抗尾孢菌和弯孢菌叶斑病、抗丝黑穗病、较抗玉米螟虫、抗倒、耐旱、配合力高的优良自交系丹 598。现将选育

收稿日期: 2003-05-09**作者简介:** 陈 刚(1952-),男,辽宁省凤城市人,研究员,长期从事玉米抗病育种和玉米病虫害防治研究工作。

Tel:13904952598

研究过程及应用情况报告如下。

1 材料来源与选育方法

1.1 确定育种目标及基础材料的选择

针对 80 年代中期大班病发生流行趋势,首先确定了以单基因与多基因抗性相结合,选育以抗大班病多个生理小种的自交系和杂交种为主,同时兼顾其它病虫害抗性及高配合力,综合性状优异的选育目标。根据抗性鉴定与筛选,确定以抗大班病菌生理小种 1~3 号的具有 $Ht3$ 单基因抗性的 $OH43^{Ht3}$ 自交系为抗源,而以当时主要骨干系丹 340 自交系为多基因抗性抗源,目的是把两种抗性有机结合起来。在兼顾其它病虫害抗性的基础上,还重点考虑高配合力和优良的综合性状,以拓宽遗传基础。为此又选择了丹黄 02(旅系统血缘为主的综合种选系)及丹黄 11 为基础材料。而丹黄 11 自交系是由长 1a、哈 24、PEA(热带血缘)和黄早四组成综合种后自交育成,中熟,配合力高,株型好,但重感玉米大班病。此为第一阶段以聚合多个自交系的优良基因和抗玉米大班病为主的抗病育种目标。

90 年代初,玉米尾孢菌及弯孢菌叶斑病开始发

生流行,选育的材料较感此病,所以又选择了抗性很强的 PN78599 杂交后代丹黄 18 为抗源进行改良,此为第二阶段所确定的抗病育种目标。

1.2 选育研究方法与过程

为使玉米大班病单基因和多基因抗性有机的结合起来,1984 年首先把 $OH43^{Ht3}$ 与丹 340 自交系进行杂交,1986 年自交一代,使基因交换重组。然后于 1987 年选择具有 $Ht3$ 基因的优良单株与丹黄 02 杂交,1988 年又与丹黄 11 进行杂交,以扩大累积多个优良自交系中的有利基因,实现基因互补。1988 年开始自交纯合,自交三次时发现该材料不抗新发生的玉米尾孢菌叶斑病,于 1991 年海南又与抗性很强的丹黄 18 进行杂交,1992 年回交一次以增加所选材料优良性状的基因频率。1992 年海南之后进行连续自交,每代都要选择抗性强、综合性状好的植株进行自交纯合,在自交 4 代基本稳定,1994 年海南进行测配。1995 年进行了产量和抗性鉴定。最后选育出抗大班病、玉米尾孢菌、弯孢菌叶斑病、丝黑穗病和瘤黑粉病,较抗玉米螟,配合力高、耐旱、综合农艺性状较好的优良玉米自交系,并于自交 6 代时定名丹 598(详见图 1 选育系谱)。

年份	地点	区号	世代	选育说明
1984	凤城	繁 424 × 340	F_0 ($OH43^{Ht3} \times$ 丹 340)	组配基础材料
1986	凤城	繁 300	F_1 ($OH43^{Ht3} \times$ 340)	选株自交
1987	凤城	繁 272 × C5	$F_2 \times$ 丹黄 02	复合杂交一次
1988	凤城	F389 × C25	$F_3 \times$ 丹黄 11	复合杂交二次
1989	凤城	F279	S_0 ($OH43^{Ht3}/$ 丹 340/丹黄 02/丹黄 11)	选株自交
1990	凤城	F435	S_1 (简称 340211)	选株自交
1991	凤城	F223	S_2 (简称 340211)	选株自交
1991	海南	121 × 79	F_0 (丹黄 18 × S_3)	选株杂交
1992	凤城	F622 × F85	$F_1 \times S_4$ (丹黄 18/340211 × 340211)	选株回交
1992	海南	177	S_0 (BC_1)	选株自交
1993	凤城	F453	S_1	选株自交
1993	海南	71	S_2	选株自交
1994	凤城	F119	S_3	选株自交
1994	海南	250	S_4	选株自交同时测配
1995	喀左	PC24	S_5	选株自交
1995	海南	127	S_6 (定名丹 598)	选株自交扩繁复配

图 1 丹 598 玉米自交系选育系谱

目标明确以后, 始终遵循以增强所选自交系的抗病能力及扩大其遗传基础为主的技术路线, 并根据遗传改进的原理, 采用单交、复合杂交、回交及自交定向选择相结合的灵活的抗病育种研究方法。

2 丹 598 玉米自交系特征特性

2.1 生育性状与形态特征

丹 598 自交系在辽宁地区出苗至成熟 130 d 左右, 比丹 340 早 2~3 d。出苗至抽雄 65~70 d, 抽雄到散粉 2~3 d, 散粉至抽花丝 2 d, 抽花丝至成熟 55~60 d。雌雄协调, 喜光喜肥水, 一般配合力和特殊配合力均较高。在丹 598 姊妹系中, 有略晚的一个穗系(一般抽雄、散粉晚 2 d), 株高比原丹 598 高 10 cm 左右, 叶角度小, 抗性强, 配合力等其它性状差异不大。

幼苗叶鞘绿色, 叶片窄长平整, 叶色浓绿, 健壮。成株穗下叶片较长, 较平展, 穗上叶上冲紧凑, 叶尖下垂, 顶叶 1~2 叶直立, 植株较繁茂。茎秆柔软, 韧性较好。成株高 185 cm, 穗位 77.6 cm, 茎粗 2.7 cm, 全株 22 片叶。雄穗分枝 20 个左右, 护颖绿色, 花药黄绿色, 花粉量大, 单株散粉时间为 7 d 左右。花丝白绿色、较粗。穗柄较长, 成熟时果穗着生与茎秆呈 90°角, 与地面平行。果穗圆锥形, 穗长 16 cm, 穗粗 5 cm(直径)。18~20 行, 行粒数 25 粒左右, 穗轴白色, 子粒马齿型, 桔黄色, 千粒重 270 g。

2.2 抗病性

经过两个阶段的抗性改进, 选育出丹 598 玉米自交系, 经接种鉴定表现出高抗玉米大班病、灰斑病、丝黑穗病, 中抗玉米茎腐病、纹枯病, 较抗玉米螟虫(表 1)。

表 1 自交系抗病性比较

名 称	大班病 (级)	丝黑穗 (%)	茎腐病 (级)	纹枯病 (级)	灰斑病 (级)
丹 598	0.00	4.5	3.0	5.4	1
丹 340	0.00	0.0	4.6	7.0	4
E28	0.25	9.1	2.0	6.2	4
郑 22	2.00	4.5	2.6	4.6	2
丹黄 02	0.00	0.0	1.6	6.2	3
138	0.00	0.0	4.6	4.6	3

注: 1999 年人工接种鉴定结果。

3 配合力表现

3.1 测交种的产量表现

1994 年海南以自交 4 代的丹 598 为母本或父本分别与丹 9046、掖 478、C8605、丹 7913 自交系进

行测交。1995 年产量结果分别为丹 598×9046 公顷产量为 11 052.0 kg, 比对照种沈单 7 号增产 23.5%; 丹 598×C8605 公顷产量为 10 792.5 kg, 比对照种增产 20.5%; 7913×丹 598 公顷产量为 10 672.5 kg, 比对照种增产 19.2%; 掖 478×丹 598 公顷产量为 9 262.5 kg, 比对照种增产 3.4%, 且均表现为抗病性强, 保绿性好。从测配组合的结果看, 丹 598 自交系与 Reid 系统组配有很强的杂交优势(表 2)。依据测配结果于 1995 年海南进行了扩大复配与轮配, 并于 1996 年分别参加所、室产比试验及多点鉴定试验。

表 2 1995 年测交种产量结果

组 合	产 量 (kg/hm ²)	比对照增减	
		(kg/hm ²)	(%)
丹 598 × 9046	11 052.0	2 103.0	23.5
丹 598 × C8605	10 792.5	1 843.5	20.6
7913 × 丹 598	10 672.5	1 723.5	19.2
掖 478 × 丹 598	9 262.5	313.5	3.5
沈单 7 号(CK)	8 949.0		

1997 年以 4 个常用的自交系分别与丹 598 和丹 340 杂交, 比较其产量和配合力差异, 平均产量丹 598 比丹 340 高 12.4 个百分点(表 3)。

表 3 1997 年测交种小区产量结果 kg/15.12 m²

亲 本	丹 9046	掖 478	C8605-2	丹 4361	平 均	增幅(%)
丹 598	15.9	13.40	15.2	14.4	14.72	12.40
丹 340	13.0	12.24	14.5	12.6	13.10	-

3.2 配合力测定

1999 年对我院常用的丹 598、丹 340、丹黄 34、LD60、郑 22、铁 9010、C8605-2、丹 9046、掖 478、丹黄 20、丹黄 26、丹 446-1、掖 488、陕 835、丹黄 27 和丹黄 31 这 16 个玉米自交系的株高、穗位、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重和单穗重 8 个数量性状进行了配合力测定。其一般配合力(GCA)效应分析表明: 就产量有关的 6 个主要性状, 丹 598 有 4 项为正向效应值, 其中单穗重和穗粗达正向效应最高值, 说明丹 598 是一个高配合力的玉米自交系(表 4)。

特殊配合力(SCA)效应分析的结果表明, 单穗重特殊配合力表现为正向效应的杂交组合有 C8605-2×丹 598、丹 9046×丹 598、掖 478×丹 598、丹黄 20×丹 598、掖 488×丹 598 和丹黄 27×丹 598。其中丹 9046×丹 598 有 4 项为正向效应值, 单穗重正向效应值最高达 18.5。丹黄 20×丹 598、丹黄 27×丹 598 两个组合的正向效应值都达到 5 项以上, 单穗重正向效应值为 6 和 12.7(表 5)。因此, 说明丹 598 与丹 9046、丹黄 20 和丹黄 27 杂交的特殊配合力也很高。

表 4 16 个玉米自交系一般配合力效应值

亲本名称	株 高	穗 位	穗 长	穗 粗	行 数	行粒数	百粒重	单穗重
C8605-2	10.7	9.4	0.93	0.00	-0.82	-1.49	4.6	-2.15
丹 9046	5.0	6.1	0.13	0.15	0.11	0.89	0.3	-23.00
掖 478	-14.3	-11.6	0.73	-0.14	-1.42	1.72	-1.1	-2.20
丹黄 20	-5.0	-6.6	0.33	-0.40	-2.75	1.91	-2.0	-15.50
丹黄 26	2.2	9.6	0.03	0.15	0.60	-0.24	0.2	15.30
446-1	-1.3	0.6	-0.97	0.10	0.63	-0.66	0.9	4.50
掖 488	-1.2	6.9	-0.27	0.08	-0.02	0.82	0.0	6.20
835	16.8	1.9	0.03	-0.14	2.66	-2.51	-1.4	8.20
丹黄 27	-3.0	-5.1	-0.27	0.05	-0.29	-0.38	-0.3	12.80
丹黄 31	-7.7	-11.4	-0.57	0.16	1.25	-0.09	-0.6	14.50
丹 598	-1.8	0.3	-0.57	0.24	0.28	-1.27	1.4	16.50
丹 340	5.0	3.2	0.43	-0.11	-0.67	1.09	-0.4	-10.00
丹黄 34	1.1	-4.0	0.43	0.03	0.59	-0.01	-1.0	2.50
LD60	8.1	5.9	-0.37	0.02	0.77	0.29	-1.4	2.50
郑 22	5.1	8.9	0.63	-0.11	-1.77	0.18	3.6	-5.00
9010	-16.2	-14.3	-0.37	-0.07	0.77	-0.30	-1.9	-6.50

注:此表摘录王孝杰等关于《常用玉米自交系数量性状配合力分析》一文,下表同。

表 5 丹 598 的特殊配合力效应值

组 合	株 高	穗 位	穗 长	穗 粗	行粒数	行 数	百粒重	单穗重
C8605-2 × 丹 598	-7.9	11.7	-0.03	-0.26	4.87	-1.53	0.10	1.8
丹 9046 × 丹 598	10.8	3.2	0.47	0.01	-0.03	1.04	-2.70	18.5
掖 478 × 丹 598	-16.9	10.9	-0.23	-0.02	1.44	-0.13	-0.60	2.7
丹黄 20 × 丹 598	-3.2	5.9	1.67	0.04	1.95	-0.60	3.30	6.0
丹黄 26 × 丹 598	-11.4	-7.3	-1.53	0.09	0.70	0.95	-2.80	-4.8
446-1 × 丹 598	5.0	5.7	-1.73	-0.06	-4.18	0.02	1.90	-19.0
掖 488 × 丹 598	-3.0	-4.6	-0.03	0.26	-3.36	-0.43	1.00	4.3
835 × 丹 598	12.0	-7.6	-0.13	-0.02	-0.33	0.89	-0.30	-12.7
丹黄 27 × 丹 598	3.8	-10.6	0.77	-0.01	4.24	0.94	0.20	12.7
丹黄 31 × 丹 598	8.5	-0.3	0.27	0.08	-1.05	-1.01	-0.90	-9.0

4 繁种技术

丹 598 属晚熟玉米自交系,生育期 130 d,需≥10℃活动积温 3 040℃·d 左右,适宜在吉林南部、辽宁大部及华北以南地区种植,积温不够也可采取地膜覆盖种植。自交系繁殖时应选择土质肥沃、排水良好、在 500 m 以上隔离区的田块种植。辽宁地区一般在 4 月中、下旬播种为宜,种植密度为 52 500~60 000 株/hm²。施足底肥、口肥,追施尿素 375 kg/hm²。苗期、拔节期、抽雄期按丹 598 特征特性严格去杂去劣,保证纯度。产量一般可达 3 750 kg/hm² 左右。秋季及时收获、晾晒、脱粒和精选,以保证种子质量。及时更换原种,不能超代繁殖。

丹 598 玉米自交系株高适中,雄穗分枝较多,花粉量大,适宜作杂交制种的父本,一般父母本行比为 1:5 或 1:6。制种时花期要尽力避开高温季节,以避免连续 32℃以上的高温对花粉生命力造成损害而减产。丹 598 芽势和拱土能力较强,出苗快,幼苗生长健壮,也可作母本使用。

5 丹 598 玉米自交系的应用

丹 598 玉米自交系在育成应用的短短几年中,就以其抗病、配合力高、耐旱和适应性强等特点得到广泛的应用,组配出一批优良的玉米杂交种和苗头组合。据不完全统计,在 1999 年辽宁省区试晚熟 A、B 两组 28 个新组合中,有 4 个是由丹 598 自交系所组配,占 14.3%。省预试 110 个组合中,丹 598 组配的新组合有 15 个,占 13.6%。2000 年辽宁省区试晚熟 A、B 两组 28 个参试新组合中有 6 个是由丹 598 自交系所组配,占 21.4%。而且在丰产性、稳产性、抗病性、耐旱性和适应性等方面表现都很突出。截止 2002 年通过国家和省级审定的新品种有 12 个,正在参加区试和示范的品种有 6 个。如:丹东农科院选育的丹玉 26(原代号丹 2100)、丹玉 31(原代号丹科 2107)、丹玉 39(原代号为丹科 2109 和富友 1 号)、丹科 2123(D26×丹 598)、丹玉 36(原代号为丹科 2147)和丹科 2118(CH36×丹 598);吉林省吉东种业有限公司和辽宁省丹东农科院合作选育的双东 2 号

(Mo17^{H1}×丹 598); 东亚种子科学院选育的东单 16 (C201×丹 598)、东单 60(A801×丹 598); 还有其他单位选育的北玉 1 号和平试 1 号也已完成区试, 通过省级审定或待审。

综上所述, 使用丹 598 玉米自交系组配的杂交种达 10 余个, 有 12 个杂交种通过省级以上审定, 其中已有 2 个通过国家级审定, 充分表明丹 598 玉米自交系是具有多抗、高配合力和适应性广等突出优点, 对我国玉米育种研究和生产具有很大的促进作用, 是丹东农科院玉米自交系选育研究工作的较大突破和进展。

6 丹 598 玉米自交系选育技术研究工作的体会

6.1 抗性改良要有预见性和持久性

丹 598 玉米自交系的选育首先是确立以抗病性改良为主要目标, 而且在选择基础试材时起点要高。如在选择抗源时, 选择了单基因抗性较强的能抗玉米大斑病生理小种 1~3 号的 OH43^{H3} 自交系及多基因抗性较强的丹 340 自交系为基础试材。目的是使单基因抗性和多基因抗性相结合, 提高玉米的抗病能力, 以便应用时更加安全可靠。但在解决玉米大斑病抗性以后, 玉米灰斑病又大发生, 经鉴定发现该材料重感此病, 因此, 又进行了第二阶段的抗性改良, 把该材料又导入了外引杂交种 PN78599 后代丹黄 18 的抗性基因, 取得了明显的效果, 终于选育成功。所以说抗性改良是一项长期的研究工作, 而且要及时监测玉米病虫发生危害的动向, 不断的进行筛选抗源和改进玉米抗性, 才能适应玉米生产发

展的需要。

6.2 拓宽遗传基础, 增强适应使用能力

该系在选育时除注重抗性改进外, 还着重解决种子遗传基础狭窄的问题。相继导入丹黄 02、丹黄 11 及丹黄 18 等有利基因, 经初步分析, 该系具有 8 个自交系的遗传因子。其中 OH43、丹 340、丹黄 11 中的长 la、哈 24、PEA、黄早四等各占 9.375%, 丹黄 02 占 18.75%, 丹黄 18 占 25%, 而且 PEA 和丹黄 18 均含热带血缘, 对玉米叶斑病具有较强的抗性, 同时避开了 Reid 和 Lancaster 血缘参与, 所以与其杂交有很强杂交优势。因此, 丹 598 的育成, 丰富了旅大红骨类群的遗传基础, 扩大了使用范围, 增强了使用能力和适应性。

6.3 采用灵活的育种方法, 达到所需育种目标

该系的选育方法采用了单交、复合杂交、回交及自交多种育种方法。依据选择目标, 灵活运用, 不但改进了抗性, 而且拓宽了试材的遗传基础。同时在选育 4 代时进行了测配, 使其尽快地用于玉米育种和生产。1995 年纯合稳定后, 已组配出通过鉴定和审定的新品种 10 余个, 生产种植很受农民欢迎, 累计种植 100 万 hm^2 以上。该优良玉米自交系的育成, 在当前乃至今后我国玉米育种研究和玉米生产中将发挥重要的作用, 同时也展现出广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 吴纪昌, 陈 刚. 多抗性玉米自交系 E28 的选育与利用[J]. 玉米科学, 1996, 4(2): 1-4.
- [2] 王孝杰, 陈 刚. 常用玉米自交系数量性状配合力分析[J]. 杂粮作物, 2001, 21(5): 7-10.