

文章编号: 1005-0906(2011)04-0043-06

紧凑型玉米自交系 D34 的选育与评价

陈 刚, 景希强, 陈 丽, 岳 辉, 佟圣辉, 时俊光,
陈晓旭, 杨海龙, 付 俊, 孙玉军, 龙玉辉

(丹东农业科学院, 辽宁 凤城 118109)

摘 要: 紧凑型玉米自交系 D34 是以丹 340 自交系的变异株选育而成的旅系。与 P 群杂交, 所配组合大多属晚熟稀植大穗型品种; 与 Reid、Lan. 杂交, 所配组合大多属晚熟、中晚熟杂交种。D34 自交系用途多样、配合力高、适应性广, 是广为应用的优良自交系之一。

关键词: 玉米; 自交系; D34

中图分类号: S513.035

文献标识码: A

Breeding and Evaluation of Compact Corn Inbred line D34

CHEN Gang, JING Xi-qiang, CHEN Li, YUE Hui, et al.

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

Abstract: Compact corn D34 is the type of inbred lines on the mutant Dan 340 inbred line breeding and into the brigade of red bone. The varieties of D34 crossing with P group mostly are type of late-maturing, sparse and big ear, and that with Lancaster or Reid, mostly are the type of late maturing and mid-late maturing. So, D34 is one of the widely used excellent inbred lines with diversity, high combining ability and extensive adaptability.

Key words: Corn; Inbred lines; D34

20 世纪 70 年代初, 我国学者就已提出玉米理想株型育种的问题, 进而提出紧凑型育种的概念。育出如掖 478、黄早四等自交系, 并组配掖单 13 等紧凑型玉米品种。由于 90 年代灰斑病、弯孢菌叶斑病等大面积流行, 使这些品种退出了市场。国内育种者从国外含热带、亚热带种质的 PN78599 杂交种中选育出一批抗病自交系, 如 178、齐 319、丹 599 和丹 598 等, 与国内 Reid 群、黄改群、旅群组配出如农大 108、沈单 16、丹玉 24 和丹玉 39 等大量品种, 在我国东华北等主要玉米产区主导种植达 10 余年, 这一时期重点突出的是玉米的持续高产和抗叶斑病问题。近年来在我国大面积推广的郑单 958 和先玉 335 等品种, 虽然单株生产力不大, 但靠密植增加穗数, 提高出籽率, 利用群体效应来进一步提高产量, 是我国玉米育种研究、生产及耕作制度的重大变革。但在我国

单一大面积种植 1~2 个品种, 一旦某一病虫害生理小种发生变化或成为优势致病类群, 将会有全国性大面积减产的风险。美国 20 世纪 70 年代由于普遍应用 T 型细胞质雄性不育系配制的杂交种, 使对该细胞质玉米高度致病的小斑病菌 T 小种成为优势类群, 造成小斑病的大流行。因此, 通过种质资源的改良和创新, 培育出多个遗传基础不同、适合不同种植区域的高产、耐密、优质、抗病的玉米新品种是玉米育种工作者急需解决的研究课题。

丹 340 是我国重要骨干自交系之一, 也是旅大红骨群的典型代表系, 配合力高、遗传基础丰富。参与组配的丹玉 15、掖单 13 等几十个玉米杂交种在全国各地广泛种植。但在长期应用中, 混杂与分离现象严重, 导致配合力和抗性有所下降。因此, 对该系的进一步改良与创新、拓宽其应用范围、延长其使用寿命尤为重要。

1 品种来源及选育经过

1.1 品种来源

紧凑型玉米自交系 D34(曾用名丹黄 34、DH34), 是在继承和遗传丹 340 的种质基础上, 经过多年逆

收稿日期: 2010-01-23

作者简介: 陈 刚(1952-), 男, 辽宁凤城人, 研究员, 主要从事玉米抗病育种工作。Tel: 13841502698

E-mail: dnchg@163.com

境筛选和鉴定选育而成。

1.2 选育经过

1996 年在辽宁省铁岭地区丹 340 亲本繁殖田中发现一变异株(自然混粉),其叶片较窄、雄穗分枝较少,收获时将其果穗脱粒,得到 S₁ 代种子。叶部形态是构成紧凑型玉米的主要特征,也是耐密自交系及杂交种选育研究的重点。所确立的选育目标首先注重表型选择,保留植株清秀、茎叶夹角小、叶片窄而挺直的植株;其次,关注根系、果穗和抗性等。

1996 年在海南,为增加选择压力,以 60 000 株 /hm² 的密度种植 60 株;花期全部套袋自交,以加速有利基因分离与重组;在生育期进行大斑病、尾孢菌叶斑病、弯孢菌叶斑病、茎腐病及抗倒性的人工鉴定;生育后期筛选出叶角小、叶片窄而上冲、雄穗分枝少的 10 个株系;收获时将其果穗单穗脱粒,得 S₂ 代种子。

1997 年春在北方将精选出的 10 个株系,以 52 500 株 /hm² 的密度播种 200 株;花期选择叶片

窄、短和雄穗分枝少的植株套袋自交,同时对优良株系进行大斑病、尾孢菌叶斑病、弯孢菌叶斑病、茎腐病及抗倒性人工鉴定;收获时保留抗病、抗倒、株型紧凑清秀的优良单株 20 个,得到 S₃ 代种子。

1997 年在海南,选择 20 个穗行,每个穗行按小区种植 20 株,按育种目标继续进行选择自交,收获时每区精选 5 穗,得到 S₄ 代种子。经连续自交和选择,此时性状已基本稳定,用丹 9046、C8605-2、丹黄 25 等自交系为测验种进行测配。

1998 年春在北方,精选 20 个穗行,继续自交纯合,得到 S₅ 代种子。此时的植株形态等多种性状已经稳定和整齐一致。同时对测交种分别在铁岭、丹东两地进行鉴定试验,结果显示 98F57 区的配合力高,其测验杂交种表现高产、抗病、株型较清秀。

1998 年在海南对 98F57 区进行扩大繁殖和应用,并定名为丹黄 34,后改为 D34。

D34 的选育系谱见图 1。

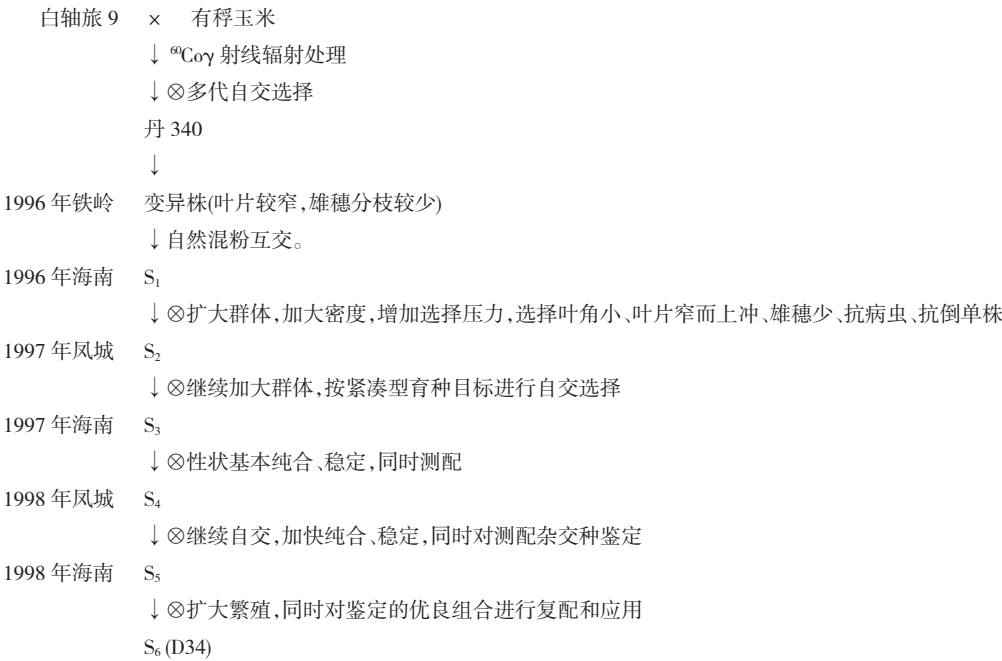


图 1 D34 的选育系谱
Fig.1 Breeding genealogy of D34

2 D34 生长发育性状

2.1 植物学特性

D34 苗期叶色淡绿,幼苗叶鞘绿色,第 1 叶尖端形状尖到圆形,叶片边缘绿色。成株上位穗上叶与茎秆角度 20°,姿态直,株型紧凑,抗倒伏性(根倒)强。茎“之”字形程度弱,茎支持根绿色,雄穗颖片绿色,花

药淡绿色,花粉量中等。雄穗一级侧枝 7~10 个,雄穗侧枝较直,雌穗花丝白色。全株叶片数 20 片,叶色绿色,叶鞘绿色。株高 201 cm 左右,穗位高 84 cm 左右。果穗着生姿态向上,穗柄较短,果穗长 16 cm 左右,穗粗 4.9 cm 左右,穗行数 20~24 行,果穗圆筒形,略有扁头。子粒马齿型,子粒顶端淡黄色,穗轴白色,千粒重 280 g。经检测,子粒粗蛋白含量 8.84%,

粗脂肪含量 4.08%,总淀粉含量 72.91%,赖氨酸含量 0.28%,容重 695.8 g/L。

2.2 生物学特性

D34 在生育期从出苗至成熟 120 d,播种至出苗 13 d,出苗至抽雄 65 d,出苗至散粉 70~72 d,ASI 为 2~3 d,散粉至成熟需 50 d。

3 D34 配合力及杂种优势群划分

3.1 配合力测定

王孝杰对旅系丹 340、D34、LD60、郑 22、铁

9010 等作测验种与 Reid 自交系 C8605-2、掖 478 等自交系的株高、穗位高、穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重和单穗重 8 个数量性状进行配合力测定,其一般配合力(GCA)效应分析表明,与产量有关的 6 个主要性状,D34 有 4 项为正向效应值,其中穗长、穗粗和单穗重达正向效应最高值;株高为正值,但比丹 340 等其他旅系低;穗位高为负值,说明 D34 有降低株高和穗位高的作用,抗倒性增强,遗传和继承了原丹 340 的高配合力。分析比较证明,配合力等综合农艺性状比丹 340 有很大提高(表 1)。

表 1 D34 一般配合力效应值比较
Table 1 Effect value of general combining ability of D34

亲 本	株 高	穗位高	穗 长	穗 粗	穗行数	行粒数	百粒重	单穗重
Parent	Plant height	Ear height	Ear length	Ear diameter	Rows of ear	Grains per row	100- grain weight	Single ear weight
丹 340	5.0	3.2	0.43	-0.11	-0.67	1.09	-0.40	-10.00
D34	1.1	-4.0	0.43	0.03	0.59	-0.01	-1.00	2.50
LD60	8.1	5.9	-0.37	0.02	0.77	0.29	-1.40	2.50
郑 22	5.1	8.9	0.63	-0.11	-1.77	0.18	3.60	-5.00
9010	-16.2	-14.3	-0.37	-0.07	0.77	-0.30	-1.90	-6.50

王亮以 Reid 血缘系 C8645、丹 787、丹 11-2、郑 58、lancaster 血缘系 W935、D158、PN78599 血缘系丹 859、D9824 作母本、以包括 D34 在内的 3 个旅大红骨类群系和 2 个黄改血缘系作父本,进行配合力研究。研究表明(表 2),D34 产量一般配合力效应值为 6.590,显著高于其他 2 个旅大红骨和黄改血缘系,也高于 Reid、lancaster 及 PN78599 系,说明 D34 的

一般配合力较高。D34 在雄穗主轴长度、雄穗分枝数、穗上叶数、叶夹角等表现出负向效应值。在杂交优势上表现出雄穗主轴长度及分枝数减少、穗上叶数减少、叶夹角也变小等效应。这些效应对耐密杂交种的应用、合理利用光能和有效节养均具有正向效应,易于获得较高的产量和经济效益。研究还表明,D34 与 PN78599 血缘选系的特殊配合力最高(表 3)。

表 2 D34 各性状的 GCA 效应分析比较
Table 2 GCA effective analysis on the characters of D34

自交系	产 量	株 高	穗位高	茎 粗	雄穗主轴长度	雄穗分枝数	穗上叶数	穗上叶距	第 1 叶叶长	叶夹角
Inbred line	Yield	Plant height	Ear height	Stem diameter	Tassel length of major axis	Tassel branch number	Number of leaves on the ear	Distance of leaves on the ear	First leaf length	Leaf angle
郑 58	-1.216	-8.562	-10.614	-0.614	-7.980	9.368	-4.450	-3.647	-0.097	-20.846
丹 787	9.847	3.534	-1.390	2.757	2.386	16.936	10.539	-1.341	-2.063	6.798
丹 859	-3.867	3.600	16.469	4.394	-0.782	1.556	-3.825	-4.291	3.241	-0.906
丹 11-2	-11.125	0.893	-0.924	-2.733	2.180	-21.147	1.795	1.693	-6.361	-3.927
W935	-2.961	0.233	-4.496	0.156	6.376	15.960	7.416	-4.297	1.823	-8.006
D158	1.254	0.035	-2.477	-4.948	-2.674	-25.298	-0.078	3.092	-1.469	31.269
C8645	10.409	0.563	-0.613	1.986	1.275	5.218	-2.576	3.354	-1.697	-5.589
D9824	-2.340	-0.295	4.045	-0.999	-0.782	-2.594	-8.821	5.437	6.624	1.208
吉 853	-6.753	0.695	-8.863	-3.274	3.815	-5.554	2.654	8.316	1.017	2.153
D34	6.590	2.593	2.492	0.488	-3.949	-12.725	-0.078	6.081	-2.983	-5.306
D99 长	1.131	0.612	5.792	6.928	-1.275	-21.575	-3.591	-1.774	2.360	8.384
丹 598	0.876	-0.708	1.328	-8.451	1.142	9.246	6.557	-10.049	0.160	-9.082
昌 7-2	-1.845	-3.193	-0.749	4.310	0.267	30.607	-5.543	-2.573	-0.554	3.852

表 3 D34 各性状的 SCA 效应分析比较
Table 3 SCA effective analysis on the characters of D34

组 合	产 量	株 高	穗位高	茎 粗	雄穗主轴长度	雄穗分枝数	穗上叶数	穗上叶距	第一叶叶长	叶夹角
Combination	Yield	Plant height	Ear height	Stem diameter	Tassel length of major axis	Tassel branch number	Number of leaves on the ear	Distance of leaves on the ear	First leaf length	Leaf angle
郑 58/D34	-10.59	-4.23	-5.69	0.28	-12.38	-22.18	1.33	-3.79	-4.56	-17.20
丹 787/D34	-5.79	-5.10	-0.94	-7.18	-2.59	3.20	1.95	-4.06	-4.20	13.31
丹 859/D34	26.33	4.08	3.72	0.33	3.46	3.94	-2.42	5.89	8.33	-2.40
丹 11-2/D34	-6.91	1.50	-1.41	-0.01	2.55	7.11	1.33	0.58	1.25	2.89
W935/D34	3.70	5.13	9.15	2.88	2.47	-4.36	-1.17	2.77	1.29	-6.63
D158/D34	-1.72	-0.94	-0.63	0.76	2.06	8.82	0.08	-3.33	-2.27	-4.36
C8645/D34	-5.22	-0.81	-3.27	0.57	1.40	-5.83	2.58	-0.33	-4.33	7.57
D9824/D34	0.20	0.38	-0.94	2.35	3.04	9.31	-3.67	2.27	4.49	6.82

研究表明,D34 一般配合力高,对产量的一般配合力效应值为正值,控制产量的基因加性效应强,一般配合力广谱性强,与除旅群系以外的自交系杂交组配都可获得较高的产量,存在广泛的高配合力效应。在农艺性状的一般配合力效应上,D34 对产量结构因子穗长、穗粗、行粒数、穗行数匀存在正向效应,这也是 D34 组配杂交种上较易获得高产组合的有利性状之一。

3.2 杂种优势群划分

1998 年冬,在海南三亚试验基地利用黄早四、B73、Mo17、丹 340 和 S37 这 5 个不同类群系为测验种,组配 5 个不同的杂交组合对 D34 进行杂种优势群的划分。以丹科 2143(丹黄 25×D34)作对照,1999 年春于丹东农科院科研基地田间种植。试验采用随机区组设计,4 m 行长,4 行区,3 次重复,收中间两行测产,进行方差分析及差异显著性分析(表 4)。从表 4 可见,自交系 D34 与 P 群 (丹黄 25、S37)、Lancaster 群(Mo17)、Reid 群(B73)产量较高,与塘四平头群(黄早四)产量一般,与旅大红骨群(丹 340)产量最低。表明 D34 与主要种质群 P 群、Lancaster、Reid 有较大的遗传距离,存在较强的杂种优势,与塘四平头群距离较近,与旅大红骨群最近,表明自交系 D34 属旅大红骨类群选系。

D34 自交系在杂种优势类群上同属于旅大红骨群,是我国独立创新和应用的主要杂种优势群,与我国应用的其他骨干种质群 P 群、Reid 和 Lancaster 群具有较强的杂种优势,可以组成 P 群×D34、Reid×D34、Lancaster×D34 等新的杂种优势模式。P 群×D34 审定了 12 个杂交种,如丹科 2143、2181 和丹玉 402 等,属晚熟、稀植大穗型品种,至今仍在广泛种植;近年来组配的 Reid×D34 组合有 11 个,如丹玉

603、吉东 26、吉东 4 号等,株型紧凑、生育期适中、适宜密植,符合目前新的玉米生产种植方式,实现了 D34 自交系的多元化应用。

表 4 D34 与不同类群骨干系杂交产量

Table 4 Results of D34 crossing with different backbone groups

测交组合 Test crosses	小区产量(kg) Cell yield			差异显著性 Significant difference	
	I	II	III	5%	
				5%	1%
丹科 2143(CK)	12.21	11.51	10.25	a	A
S37/ D34	9.82	10.11	10.80	ab	AB
M ₀ 17/ D34	9.77	9.85	8.96	abc	AB
B73/ D34	8.55	9.03	8.97	bc	AB
黄早四 /D34	8.77	7.83	7.85	c	B
丹 340/ D34	3.24	4.78	4.11	d	C

4 D34 抗病虫害性鉴定

D34 经人工接种鉴定,抗玉米丝黑穗病,发病率 1.2%;高抗大斑病,病级 1 级;中抗灰斑病,病级 5 级;抗弯孢菌叶斑病,病级 3 级;抗茎腐病,病级 3 级;无典型粗缩病植株;高抗玉米螟虫,虫级为 1 级。

以 D34 为亲本组配的杂交种在不同年份省区域试验人工抗病接种鉴定表明(表 5),以 D34 所组配的杂交种在不同的生产时期对主要的病害大斑病、丝黑穗病表现出高抗,对灰斑病、弯孢菌叶斑病等均具有较好的抗性。

综合 D34 及其组配的杂交种的人工接种鉴定结果,自交系 D34 对叶斑病有较强的抗性,抗玉米大斑病、丝黑穗病和茎腐病及玉米螟等多种病虫害,用其组配的杂交种对多种病害也表现出较好的抗性,而且随时间、地点和生态环境的改变其抗性变化

较小,表明 D34 的抗病性是多个基因位点的水平抗性,可以稳定遗传,不易随病害生理小种的变化而抗性消褪,是较难得的抗病材料,可作为抗源进行抗病群体创建和抗病育种。

表 5 D34 所组配的部分杂交种的抗病鉴定结果

Table 5 Results of the hybrid identification of matched stack parts by D34

品 种	鉴定年限	大斑病	丝黑穗病	茎腐病	灰斑病	弯孢菌叶斑病
Variety	Identification period	Turcicum	Head smut	Stem rot	Gray leaf spot disease	Curvularia leaf spot
丹科 2143	2000	HR	HR	HR	HR	HR
丹科 2158	2001	HR	R	HR	HR	R
丹科 2181	2003	HR	HR	R	R	R
丹玉 67	2004	S	R	MR	MR	S
丹玉 97	2004	MR	R	R	R	MR
丹玉 402	2005	R	R	HR	R	R
丹玉 403	2005	R	MR	S	MR	S
丹科 2187	2006	R	MR	HR	R	R
丹玉 301	2006	R	MR	MR	HR	MR
丹玉 603	2007	R	HR	S	R	MR
丹玉 83	2006	R	MR	R	R	R

5 D34 抗倒性鉴定

2008 年国家玉米技术体系在丹东地区对包括 D34 的国内外 20 份玉米自交系及回交导入群体材料进行抗倒伏鉴定筛选试验(表 6)。结果表明,D34 在所有试验材料中表现出很高的抗倒伏性,且比其同宗系丹 340 抗倒伏性强。

6 D34 的应用

D34 从 2000 ~ 2010 年在国内各科研单位广泛应用。截止 2010 年,直接利用 D34 组配的杂交种有 23 个(表 7),累计推广面积达 303.75 万 hm²,共增产玉米 22.78 亿 kg。获品种权转让费 219 万元,经营 D34 组合的单位共获纯利 11 390.5 万元。2006 年吉东 4 号获吉林省科技进步二等奖,丹科 2143 于 2008 年获丹东市科技进步二等奖。

表 6 D34 抗倒性筛选试验结果

Table 6 Test results of lodging resistance screening %

自交系名称	来 源	倒折率	倒伏率
Name of inbred line	Source	Pour of rate	Lodging rate
BS23	BP9	20.0	41.7
BS26	BP10	28.0	84.0
BS27	BP11	25.0	45.8
PH4CV	07WHL29	0.0	19.2
E28	07WHL32	0.0	0.0
D34	07WHL33	0.0	0.0
丹 340	07WHL34	0.0	12.5
沈 5003	07WHL36	6.7	0.0
冀 53	07WHL38	0.0	6.7
海 9-21	07WHL39	0.0	0.0
P138	07WHL40	0.0	0.0
四 F1	07WHL44	5.6	0.0
中黄 68	07WHL49	8.0	0.0
501	07WHL50	0.0	7.0
齐 319	07WHL54	0.0	30.0

表 7 D34 组配杂交种审定情况

Table 7 Validation situation of D34 group with hybrid

自交系名称	组 合	审定年限	审定省份及组别	应用面积(万 hm ²)
Name of inbred line	Combination	Validation period	Provinces and groups of validation	Application area
丹玉 42	CH28 × D34	2001	辽宁中晚熟组	15.83
丹科 2143	丹黄 25 × D34	2001	辽宁晚熟组	56.43
丹科 2158	丹 799 × D34	2002、2006	辽宁中晚熟组、吉林晚熟组	19.51
吉东 4 号	D06 × D34	2004	吉林晚熟组	31.40
丹科 2181	C39 × D34	2004	辽宁晚熟组	16.19
丹玉 67	丹 1079-2 × D34	2005	辽宁中熟组	6.27
丹玉 97	丹 637 × D34	2005	辽宁晚熟组	8.47

续表 7 Continued 7

自交系名称	组 合	审定年限	审定省份及组别	应用面积(万 hm ²)
Name of inbred line	Combination	Validation period	Provinces and groups of validation	Application area
唐友 57	FK-7 × D34	2005	辽宁中晚熟组	7.30
丹玉 98	丹 962 × D34	2006	辽宁晚熟组	8.87
丹玉 89	丹 663 × D34	2006	辽宁晚熟组	8.93
丹科 2187	T96 × D34	2006	辽宁晚熟组	7.87
丹玉 83	丹 T137 × D34	2006	辽宁晚熟组	5.40
丹玉 402	丹 299 × D34	2006	辽宁晚熟组	52.09
丹玉 403	D95 × D34	2006	辽宁晚熟组	8.47
连禾 16	R93 × D34	2006	辽宁晚熟组	9.20
吉东 23	D353 × D34	2006	吉林晚熟组	9.67
丹玉 301	丹 T139 × D34	2007	辽宁晚熟组	6.20
长宏 413	W457 × D34	2007	吉林晚熟组	5.93
润农 88	CR03 × D34	2007	重庆平坝区	-
吉东 26	D35 × D34	2008	吉林晚熟组	8.87
丹玉 603	丹 1133 × D34	2008	辽宁中熟组	5.00
沈禾 201	Sh002 × D34	2008	辽宁中晚熟组	4.60
丹玉 605	丹 1133-1 × D34	2009	辽宁中熟组	1.27

7 结 论

D34 自交系继承了丹 340 高配合力的遗传基础,生育期比丹 340 短 2~3 d,雄穗分枝和叶数少,叶片窄、短,叶夹角小、直立,株型紧凑,是旅大红骨类群形态改良的一次飞跃。形态改良可加大品种的种植密度,增加光能利用率。结合配合力选育,可使玉米单产得到进一步提高。

D34 与 P 群杂交,表现出高产、抗病、抗倒、株型较清秀的特点,是辽宁、内蒙古、河北、山东、河南及西南等春播区的主要模式;与 Reid 和 Lancaster 群杂交,表现出早熟、耐密、抗病、抗倒等特点,适合吉林、辽北、黄淮海等早熟区种植,符合当今玉米育种

的发展方向。

D34 的育成,进一步丰富了旅大红骨类群的种质基础,扩大了使用范围,是旅大红骨类群改良的又一突破,也是今后玉米自交系改良及杂交育种的重要基础材料。

参考文献:

[1] 王懿波,等.中国玉米种质基础、杂种优势群划分与杂优模式研究[J].玉米科学,1998,6(1):9-13,28.

[2] 王孝杰,等.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.

[3] 王 亮,等.13 个玉米自交系植株形态配合力分析及遗传参数分析[J].玉米科学,2009,17(3):15-18.

(责任编辑:朴红梅)