文章编号：1005-0906(2013)06-0001-04

玉米辽综群体创建、改良及应用研究

王延波，王国宏，石清琢
(辽宁省农业科学院玉米研究所，沈阳 110161)

摘 要：以引自美国和选自美国血缘的自交系为基础材料，组建玉米辽综群体。采用 S_1 表型选择法、S_1 家系密植鉴定选择法、配合力选择法对玉米辽综群体进行 3 轮改良，系统评价 8 个改良群体的育种潜势。结果表明，S_1 家系密植鉴定选择法改良群体效果显著，且方便、实用。以密植鉴定选择法改良的群体辽综 C_{3-3} 穗行数增加明显、产量性状 GCA 水平较高、育种潜力较大。以其为基础群体，运用 S_1 密植选择法结合新种质导入进行后续两轮改良。从不同轮次的改良群体中陆续选育出了 6 个优良玉米自交系，组配出 6 个相应的玉米杂交种通过国家或省级审定，新品种累计推广面积 122.5 万 hm^2。

关键词：玉米；辽综群体；品种改良
中图分类号：S513.033 文献标识码：A

Creation, Improvement and Utilization of Liaozong Maize Population

WANG Yan-bo, WANG Guo-hong, SHI Qing-zhuo
(*Maize Research Institute, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Shenyang* 110161, China)

Abstract: Liaozong maize population was created from American germplasm as basic materials. Three circles of the improvement on Liaozong maize population were made by the methods of S_1 phenotypic selection, S_1 high-density selection, and combining ability selection. Breeding potential on the 8 populations had been evaluated systematically. The results showed that the S_1 high-density selection method has gained a better result, which is characterized by its simple, convenient and functional method on pratical operation. Synthetic groups of Liaozong C_{3-3} were better on rows of ears, higher yield level(GCA) and great potential of breeding material. The method of S_1 density selection was used for further two cycles improvements with new germplasm introduced into Liaozong C_{3-3}. Six good hybrids from different cycle populations were approved by national or provincial maize cultivar registration board, which had been released with an acreage of 1.225 million hectares.

Key words: Maize; Liaozong population; Variety improvement

玉米群体遗传变异广泛，从群体中选育自交系具有适应性广、一般配合力高等优点[1~3]。国内外学者对群体改良方法进行研究与评价，不同方法改良效果不同[4~6]。

上世纪 70 年代辽宁省农业科学院开始创建“玉米辽综群体”，历时 30 年进行了 5 个轮次改良[7]。在群体改良过程中，提出 S_1 家系密植选择法用于改良群体，首次把新种质导入与轮回选择相结合改良群体，实现群体产量与配合力的双提高，更好地发挥群体的利用价值。

1 鉴定选择方法

1.1 S_1 表型选择法

根据群体自交后代(S_1)的表现型性状进行目测选择(简称为 S_1 目测选择)，然后把优良的 S_1 家系进行重组，获得新一轮群体。

1.2 S_1 家系密植鉴定选择法

根据群体自交后代(S_1)在高密度压力下的种植表现进行选择，然后把优良的 S_1 家系进行重组，获得新一轮群体。

收稿日期：2013-06-10
基金项目：国家“863”项目(2011AA10A103-5)、辽宁省科技攻关计划项目(91201001，96201037，2001201001，2006201001，2011201018)
作者简介：王延波(1966-)，男，博士，研究员，主要从事玉米遗传育种研究。E-mail：Lnwangyanbo@163.com

1.3 配合力选择法

群体中选株自交(S_1),同时自交的花粉给测验种杂交，根据杂交种的表现选择相对应的 S_1 家系,然后把 S_1 家系进行重组,获得新一轮群体。

1.4 新种质导入与轮回选择结合法

依据杂种优势理论，把血缘相近的新种质导入到经轮回选择改良的群体中。

2 玉米辽综群体创建

依据杂种优势理论和数量遗传原理，创建了玉米辽综群体。以引自美国 4 份自交系(Oh43、C103、H84、门 14)和选自美国血缘 9 份自交系(自 330、替 423、铁 84、吉 63、辽金 107、辽金 834、辽金 231、金 03、辽由 351)为基础材料,从 1973 年开始通过互配单交、双交、四交、八交再经混合授粉,于 1980 年组建广基因型“玉米综合群体”(辽综 C_0)。

3 辽综群体改良与效果评价

3.1 辽综群体 C_1–C_3 的改良

玉米综合群体辽综 C_0,经穗行选择、混合授粉完成第 1 轮改良,组成群体辽综 C_1。在群体 C_1 基础上，采用 3 种选择方法完成群体的第 2 轮和第 3 轮改良,其中,采用表型选择法获得了群体辽综 C_{2-1} 和辽综 C_{3-1}，配合力法获得群体辽综 C_{2-2} 和辽综 C_{3-2}，S_1 家系密植鉴定法获得了群体辽综 C_{2-3} 和辽综 C_{3-3} (表 1)。

表 1 辽综群体的改良方法

Table 1 Improvement methods of Liaozong population

轮 次 Cycle	群 体 Population	改良方法 Improvement method
原始群体	辽综 C_0	经选择确定的 13 份自交系通过互配单交、互交、双交、四交、八交再经过混粉组成的群体
第 1 轮	辽综 C_1	原始群体在大小斑病和丝黑穗病菌接种的情况下,经 4 代选择自交,选出其中表现优良的系行,进行混合授粉组成的群体
第 2 轮	辽综 C_{2-1}	由 C_1 群体的自交后代(S_1)的表现型性状进行目测选择(S_1 目测选择),经混合授粉组成的群体
	辽综 C_{2-2}	由 C_1 群体以非亲缘系辽 A131 为测验种,按配合力的表现进行选择(S_1 半姊妹选择),经混合授粉组成的群体
	辽综 C_{2-3}	由 C_1 群体的自交后代(S_1)在高密度压力下的表现进行选择(S_1 密植鉴定选择),经混合授粉组成的群体
第 3 轮	辽综 C_{3-1}	由辽综 C_{2-1} 与旅综 C_2 进行相互轮回选择,经混合授粉组成的群体
	辽综 C_{3-2}	由 C_{2-2} 群体以非亲缘系辽 A131 为测验种,按配合力的表现进行选择,经混合授粉组成的群体
	辽综 C_{3-3}	由 C_{2-3} 群体的自交后代(S_1)在高密度压力下的表现进行选择,经混合授粉组成的群体

3.2 辽综群体改良效果评价

为了验证运用不同方法改良辽综群体的效果,对辽综 C_0、C_1、C_{2-1}、C_{2-2}、C_{2-3}、C_{3-1}、C_{3-2}、C_{3-3} 共 8 个群体进行了评价试验。评价内容包括群体产量、农艺性状、穗部性状、配合力等。结果表明,通过 S_1 密植法得到的 C_{3-3} 群体和配合力法改良得到的 C_{3-2} 产量差异不显著,分别较 C_0 群体增产 32.98%和 36.37%;S_1 密植法得到的 C_{3-3} 群体穗行数明显增加，与另两种方法比较达极显著水平，较 C_0 群体增加 18.81%,3 种改良方法对行粒数的改良差异不显著;S_1 密植法改良的群体 C_{2-3}、C_{3-3} 的测交产量较高；此外,S_1 密植法在提高群体自身产量、穗行数、一般配合力方面明显好于其他方法(表 2、表 3)。

研究表明,运用 S_1 密植选择法对辽综群体进行轮回改良,在提高自身产量、穗行数、一般配合力以及遗传多样性方面明显好于另外两种方法；通过 S_1 密植选择法得到的 C_{3-3} 群体在植株主要性状、自身产量及配合力方面明显优于其他各轮群体，且该方法简单、易操作。鉴于此,利用辽综 C_{3-3} 群体选育自交系的同时,确立辽综群体后续的改良方案,即以 S_1 密植选择法为主，并结合新种质导入对辽综 C_{3-3} 群体进行后续轮回改良。

3.3 辽综群体 C_4–C_5 的改良

以辽综 C_{3-3} 为基础群体,运用 S_1 密植选择法结合新种质导入进行后续的两轮改良。在第 4 轮改良中导入高配合力自交系铁 7922，获得辽综 C_4 群体(图 1)。在辽综 C_4 群体基础上,运用 S_1 密植选择法结合导入高配合力多抗自交系沈 137,获得辽综 C_5 群体(改良过程同 C_4)。

表 2 不同轮次的辽综群体穗部性状与测交产量比较

Table 2 The comparison of ear traits and crossing yield in different improved populations of Liaozong by different methods

群 体 Population	单株产量(g) Yield per plant	百粒重(g) 100-kernel weight	行粒数(粒) Kernels per row	穗行数(行) Rows of ear	测交产量(kg/hm²) Crossing yield
C_{3-3}	162.70 A a	23.19 CDE de	37.55 A ab	19.90 A a	8 440.5 A a
C_{3-2}	166.85 A a	28.03 A a	40.18 A a	16.15 BC cd	8 226.0 AB a
C_{3-1}	146.85 B b	24.62 BCD cd	37.50 A ab	17.35 B b	8 000.3 AB a
C_{2-3}	148.73 B b	22.71 DE de	37.13 A ab	19.40 A a	8 607.0 A a
C_{2-2}	129.15 C cd	24.31 BCD cd	35.85 A b	16.90 BC bc	7 512.0 AB ab
C_{2-1}	146.30 B b	25.88 ABC bc	38.45 A ab	16.90 BC bc	8 023.5 AB a
C_1	133.75 C c	23.96 CDE cd	36.40 A b	16.25 BC cd	8 059.5 AB a
C_0	122.35 C d	21.44 E e	39.03 A ab	16.75 BC bcd	6 762.0 B b

表 3 辽综 C_0、C_{3-1}、C_{3-2} 和 C_{3-3} 主要产量性状一般配合力效应

Table 3 Combining ability effect of major yield traits in the Liaozong C_0, C_{3-1}, C_{3-2} and C_{3-3}

群 体 Population	单株产量 Yield per plant	株 高 Height of plant	穗 位 Height of ear	穗 长 Length of ear	穗 粗 Ear diameter	行粒数 Kernels per row	穗行数 Rows of ear	百粒重 100-kernel weight
C_0	0.00	−3.07	−8.05	2.17	−1.44	0.25	−0.38	−3.94
C_{3-1}	−2.87	−1.71	0.26	−0.72	−2.01	0.33	−5.31	2.97
C_{3-2}	0.00	2.05	6.50	−1.48	0.69	−1.07	−1.57	3.05
C_{3-3}	2.87	2.73	1.30	0.03	2.83	0.49	7.25	−2.09

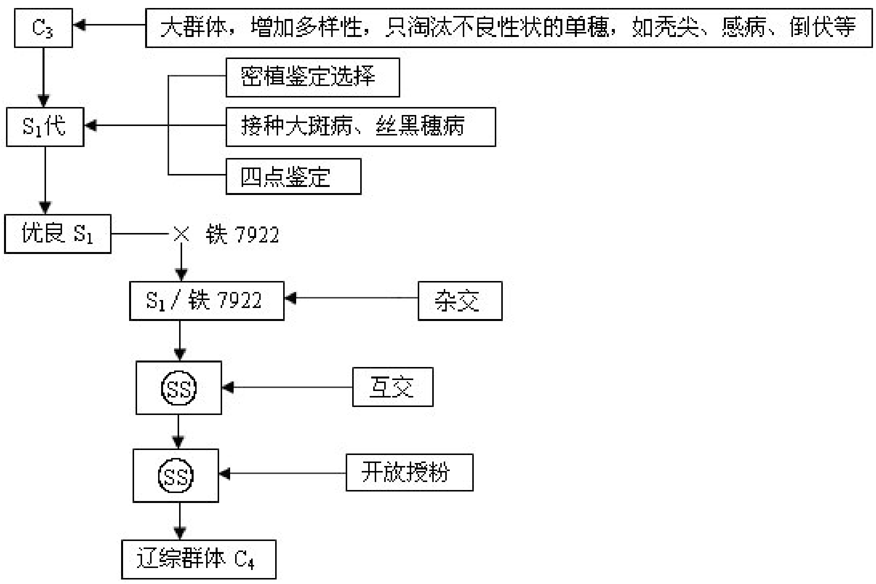

图 1 辽综群体 C_4 改良过程

Fig.1 The improved process of Liaozong C_4

4 辽综群体应用

评价结果表明,S_1 家系密植选择法改良群体效果明显。在自交系选育过程中采用大群体、高密度、低代系接种鉴定、中高代系测配的技术路线,1991 年起从辽综群体不同轮次陆续选出了优良自交系辽轮 10732、辽 1401、辽 1412、辽 1708、辽 7980、辽 6160、辽 3088 等,组配出辽单 28、辽单 30、辽单 31、辽单 34、辽单 527、辽单 529、辽 588 等杂交种。

4.1 自交系选育

辽轮 10732 选自辽综 C_{2-3} 群体，该系幼苗生长势强,高抗倒伏,活秆成熟,株型紧凑、耐密植。在沈阳地区春播生育期 120 d,花粉量中等,半马齿型,白轴,千粒重 289 g,出籽率 86.0%。

辽1401选自辽综C_{3-3}群体,该自交系幼苗生长势强,抗丝黑穗病、灰斑病及各种叶部病害,抗倒伏,抗旱耐瘠薄能力强,一般配合力高。在沈阳地区春播生育期115 d,花粉量较大,半硬粒型,红轴,千粒重310 g,出籽率84.0%。

辽1412选自辽综C_{3-3}群体,该自交系幼苗生长势强,株型较披散,高抗丝黑穗病及各种叶部病害,中抗倒伏,抗旱耐瘠薄能力强,一般配合力高。在沈阳地区春播生育期117 d,花粉量较大,粒黄色、半马齿型,红轴,千粒重300 g,出籽率83.8%。

辽1708选自辽综C_{3-3}群体,该自交系一般配合力高,植株紧凑,抗倒抗病性强。在沈阳地区春播生育期116 d,花粉量中等,粒黄色、半马齿型,红轴,千粒重292 g,出籽率84.2%。

辽7980选自辽综C_4群体,该自交系芽势极强,保苗率高,全生育期长势旺,抗倒伏,活秆成熟,株型紧凑,耐密植,抗大小斑病、丝黑穗病、弯孢菌叶斑病及青枯病等。成株株高213 cm,穗位85 cm,雄穗分枝6~8个,花粉量中,穗轴白色,千粒重295 g,单穗粒重平均145 g左右,生育期126 d。

辽6160选自辽综C_5群体,该系高抗大、小斑病、弯孢菌叶斑病及青枯病,抗倒伏,活秆成熟,株型半紧凑。成株株高231 cm,穗位112 cm,雄穗分枝7~9个,花粉量中,穗轴白色,千粒重285 g,单穗粒重平均161 g左右,生育期128 d。

4.2　杂交种选育

表4　系列品种选育情况

Table 4　Basic condition of a series of crosses

组合名称 Name of cross combination	育成时间 Time	审定名称 Approved name	审定情况 Approved condition
8112×辽轮10732	1991	辽单28	辽审玉[1999]75
8112×辽1412	1994	辽单30	国审玉20000004
			蒙审玉2007015
中106×辽1401	1993	辽单31	辽审玉[2000]83
辽1708×多黄29	1995	辽单34	辽审玉[2001]91
辽7980×丹598	2001	辽单527	国审玉2007010
			国审玉2008008
辽6160×340T	2002	辽单青贮529	国审玉2006052

以辽轮10732、辽1412、辽1401等自交系为亲本,相继选育出辽单28、辽单30、辽单31等多个玉米杂交种,分别通过国家或省级审定。

从2002开始,“辽单”系列品种以其耐密、优质、含水份低等特点优势日益明显,并迅速占领市场。同时结合辽单系列品种特点,研制了与品种相适应的高产栽培技术,实现良种良法配套,使得该系列品种在辽宁、吉林、黑龙江南部、内蒙大部、西南等省区种植面积逐渐扩大,已累计推广122.5万hm^2,比当地主栽品种平均增产600~750 kg/hm^2以上,增产粮食8.872亿kg。

辽综群体从群体合成开始到优良种质的导入始终利用了美国种质与国内种质的杂优模式,创造性地运用了S_1密植法,结合多点种植与接种主要病害鉴定方法,对辽综群体进行轮回改良与育种应用,致使从中选育的自交系组配的杂交种具有耐密植、抗倒、抗多种病害、高配合力及广适性等特点。

辽综群体改良成功地利用了国外种质与旅大红骨种质的杂优模式,并开创了国外种质×含有热带也门种质中106的杂优模式,这一模式正在被国内育种家大量应用,在很大程度上解决了种质资源狭窄和遗传多样性匮乏的问题。利用辽综群体选育的自交系所组配的耐密、耐瘠薄、多抗、中熟系列玉米杂交种,缓解了多年来我国部分地区玉米生产上存在的稀植大穗、缺少早熟耐密品种的问题。

参考文献:

[1] 李竟雄. 玉米群体改良[J]. 安徽农业科学,1980(1):8-16.

[2] 杜鸣銮. 玉米群体改良的理论与应用[J]. 四平农业科技,1984(5):1-4.

[3] 赖仲铭,杨克诚. 全姊妹轮回选捧对玉米群体改良效果的初步研究[J]. 作物学报,1983,9(1):7-16.

[4] 汪茂华. 改良玉米群提高育种效果的途径分析[J]. 河南农学院学报,1980(1):67-74.

[5] 秦泰辰,李增禄. 两种轮回选择方案对玉米群体改良的效应[J]. 作物学报,1989,22(4):25-32.

[6] 王延波. 玉米辽综群体改良方法及效果的研究[J]. 辽宁农业科学,1992(6):39-41.

[7] 王延波,张喜华,刘志新. 玉米优异抗源的引进与创新利用研究[J]. 玉米科学,2011,19(3):39-42.

(责任编辑:姜媛媛)