

文章编号: 1005-0906(2004)04-0041-04

# 通过改良种质提高我国玉米杂交种的生产水平

张 磊,王 玺,吕香玲,王昌涛,李春红,张宝石

(沈阳农业大学农学院,沈阳 110161)

**摘要:** 论述了改良种质对提高我国玉米杂交种生产水平的重要性,探讨了群体改良、杂优群与杂优模式、地方种质与热带亚热带种质资源的利用等进行种质改良的方法与途径。

**关键词:** 玉米;杂种优势;种质改良

**中图分类号:** S513.038

**文献标识码:** A

## Improve Maize Hybrid Production in China Through Enhancement of Germplasm

ZHANG Lei, WANG Xi, LU Xiang-ling, WANG Chang-tao, LI Chun-hong, ZHANG Bao-shi  
(Agronomy College, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

**Abstract:** In this paper the consequence of germplasm enhancement to maize hybrid production in China was discussed. Some effective methods and paths in germplasm enhancement were explored. These included population improvement, the theory of heterotic groups and patterns, the utilization of local germplasm, the introducing and utilization of tropical and subtropical germplasm.

**Key words:** Maize; Heterosis; Germplasm enhancement

自 1908 年 Shull 揭示了玉米自交导致衰退、杂交产生优势的现象,奠定了近代玉米杂交种选育方法的基础以来,我国从上世纪 50 年代开始应用品种间杂交种,60 年代应用双交种,70 年代应用单交种,今天,单交种面积已占玉米面积的 80%以上。玉米杂交种的应用使我国玉米生产得到大幅度的提高。有关专家认为,我国玉米产量的提高 30%~40%应归功于杂交种的遗传增益。随着我国人口的增加和经济的发展以及国外竞争的加剧,我国玉米产业将面临前所未有的挑战。因此,有必要从作为育种基础材料的种质资源入手,探讨进一步提高我国玉米杂交种生产水平的有效途径。

## 1 我国玉米种质状况分析

### 1.1 我国玉米单产分析

表 1 列出了从 1961~2000 年 40 年我国玉米单产的总体变化情况,从表中数据可以得到以下结论:①我国玉米单产一直在稳步提高,40 年来年均

增长量达到 87.5 kg/hm<sup>2</sup>,单产从上世纪 60 年代的 1 612 kg/hm<sup>2</sup> 上升到 90 年代的 4 809 kg/hm<sup>2</sup>,提高了近 2 倍;②我国玉米 10 年间平均增产率呈下降趋势,尤其 90 年代仅为 0.61%,杂种优势利用水平有待进一步提高。

表 1 中国玉米单产变化(1961~2000 年)

年 度	平均单产(kg/hm <sup>2</sup> )	平均增产率(%)
1961~1970	1 612.0	6.76
1971~1980	2 530.6	4.24
1981~1990	3 748.5	4.16
1991~2000	4 809.9	0.61

注:根据 FAO 统计资料计算。

### 1.2 我国玉米主要杂交种及自交系分析

1995 年我国种植面积超过 13.33 万 hm<sup>2</sup> 的单交种共有 24 个,占玉米种植面积的 59.4%,其中被广泛使用的自交系有 9 个,包括 Mo17、478、黄早四、丹 340、E28、自 330、掖 107、5003 和吉 63。由它们所组成的种植面积超过 13.33 万 hm<sup>2</sup> 的单交种就有 21 个,占玉米种植面积的 47.5%。现阶段在我国广泛种植的种质主要有 4 种,全国“八五”期间审认定杂交种中 25.6%含有 Lan 种质为基础的自交系,25.6%含有改良 Reid 种质为基础的自交系,17.9%含有塘

收稿日期: 2004-01-05

作者简介: 张 磊(1978-),男,沈阳农业大学硕士研究生,作物遗传育种专业。Tel: 024-88493143

E-mail: lnzhanglei2003@yahoo.com.cn

四平头种质为基础的自交系,10.8%含有旅大红骨种质为基础的自交系,四类种质共占79.9%。以上数据充分说明中国玉米杂交种的骨干自交系使用过于集中,并且这些骨干自交系仅来自少数几个基本种质,这种玉米育种的“种质瓶颈”现象值得育种者高度重视。

### 1.3 我国玉米种质抗性分析

随着生产上种植的玉米基因型的单一化和种质资源的日趋狭窄,由品种群体的基因型多样性引起的对病虫害的缓冲作用日渐消失,加之栽培条件的改变和种植密度的增加,更加有利于病虫害的流行。近年来,大斑病、丝黑穗病、茎腐病已成为我国春玉米区的主要病害,小斑病、茎腐病和矮花叶病已成为我国夏玉米区的主要病害,此外纹枯病、褐斑病均有所发展。玉米螟一直是影响我国玉米生产的主要害虫之一,20世纪70年代以来,我国几乎每两年就大发生一次,年损失玉米380万~640万t,相当于一个中等玉米生产省的产量。干旱问题严重影响我国玉米的稳产性,1997年全国干旱造成玉米严重减产,比1996年减产15.6%。我国常年受旱面积约40%,一般减产幅度约30%。

综合上面的分析,改良玉米种质将会在以下几个方面对我国玉米杂交种生产做出贡献:①有利于产生突破性的高产品种,改变我国目前玉米产量增加速度减缓的趋势,提高杂种优势的利用水平;②有利于丰富育种素材,从基因型上拓宽育种家的选择范围,增加玉米育种工程的持久性和系统性;③有利于筛选各种有益的抗病虫基因和抗逆基因,克服品种的遗传脆弱性,提高稳产性。

## 2 我国玉米种质改良途径

玉米种质改良是一项长期的系统工程,应根据当地育种实际,在正确的理论和方法指导下,有效地利用各种优异种质资源和各种先进技术与常规育种方法相结合,以达到事半功倍的效果。

### 2.1 加强基础性研究工作

#### 2.1.1 加强群体改良与轮回选择基础研究

群体改良是通过对基础群体进行轮回选择,集中有利基因频率以达到创新和改良玉米育种基础材料的目的。美国著名的垦秆综合种BSSS至今已经历了10轮以上的改良,从不同轮次中选出了B14、B37、B73、B84等一批优良自交系。近年来,与选育杂交种结合更为紧密的相互轮回选择技术得到了广泛发展。我国自1983年把群体改良列入“六五”玉米

改良攻关计划以来,曾培育出一批优良的玉米改良群体,但多数群体存在血缘关系混乱,不易形成杂优模式的问题,极大地降低了育种效率和组配效果。因此,今后解决的主要问题应该是如何正确利用杂优群与杂优模式理论组建基础群体。

#### 2.1.2 加强杂优群与杂优模式理论研究

正确地划分杂优群和建立杂优模式对于我国目前玉米种质遗传多样性研究、有效组建基础群体进行群体改良、提高优异杂交种的组配几率都具有重要意义。当前划分杂优群主要依据是以系谱来源、配合力、杂种优势为主,结合形态标记、分子标记、遗传距离等综合分析,同时参考育种实践。

王懿波将我国自交系划分为五大杂优群,分别为Reid群、Lan.群、塘四平头群、旅大红骨群和其他群,将杂优模式总结出10种主模式和16种子模式。张世煌根据双列杂交和分子标记的研究结果认为,中国玉米自交系分为三大群:①国内群(Dom),包括旅大红骨、塘四平头两个亚群;②Reid群,包括BSSS和PA两个亚群;③Lan.群。由于在长期的玉米育种过程中,各类种群间不断进行基因重组,造成了目前广泛的种质互渗现象,尤其是二环系的普遍使用使新自交系含有不同的种质来源;另外,当前我国缺少一套能够特别有效进行种质类群分析的标准测验种,以上两点客观上增加了我国玉米杂优群和杂优模式研究的难度,同时也是今后应重点研究的领域。

对现有杂优群和杂优模式的利用应该灵活掌握,不可教条使用,这是因为杂优群与杂优模式是随着育种的发展、新种质的渗入而不断发展变化的。明显的例子是,美国最主要的杂优模式Reid×Lan.从20世纪30年代起一直到现在仍被广泛使用,这除了它们本身具有丰富的遗传多样性外,还因为它们被育种家在各自的自然条件下用不同的方法作为选系的种质资源,不断发生基因重组和其他种质的渐渗,不断丰富了它们的遗传基础。由此可见,丰富现有杂优群遗传基础也是改良玉米种质的重要方面。另外,杂优模式与地区适应性有关,各地应根据自身环境气候特点、耕作栽培制度建立相适应的杂优模式。广西的玉米育种实践证明,我国高纬度温带地区常用的Reid群×塘四平头群、Reid群×旅大红骨群、Lan.×塘四平头群、Lan.×旅大红骨群等杂优模式在广西基本不适用,根据自身特点他们从CIMMYT引入玉米群体改良种墨黄9号,从中选出M9、双M9、墨9B、辐墨9等自交系,形成了Lan.×墨黄9号群、Reid群×墨黄9号群、其他群×墨黄9号群的杂优

模式。

## 2.2 加强优异玉米种质资源的利用

### 2.2.1 加强地方玉米种质资源的利用

我国地域辽阔,玉米产区分布广泛,各地具有不同的自然条件和生产条件,玉米地方品种在各种复杂的生态条件下,经过漫长的生存竞争和人工选择,在适应性、抗逆性、品质等方面形成了广泛的遗传变异。国内从地方品种中曾选育出黄早四、旅九、获白等优良自交系。近年来,育种上过多地使用了外来种质而忽视了地方品种的利用与开发,尤其对我国西部中低产区,利用地方品种的耐阴湿、耐旱等特性具有重要价值。我国目前对地方品种的筛选鉴定、与主要优势群的杂优关系等方面还缺乏系统的研究。在利用上主要是以杂优群与杂优模式理论为指导,用地方种质与外来种质杂交,从中选育自交系或组成基础群体开展群体改良。实践证明,这种方法可以有效地将地方种质的适应性与外来种质的丰产性互补,合成的基础群体可供育种长期利用。华中农业大学以“兰花早”和“巫溪 14”两个地方玉米品种为基础,分别输入 BSSS、Lan. 种质后,再输入热带亚热带种质组成 4 个新的群体,作为选系和群体改良的基础材料,取得了较好效果。吉林省农科院以两个地方品种“英粒子”和“铁岭黄马牙”为基础,经过配合力鉴定,分别与 20 份自交系合成吉综 A、B 两个群体,进行相互轮回选择, C<sub>0</sub> 群体育成吉 824、826、827 等自交系, C<sub>3</sub> 群体育成吉 925、928,二者与丹 340 杂交组合的产量都在 12 000 kg/hm<sup>2</sup> 以上,超过对照掖单 13(478×340)15% 以上。

### 2.2.2 加强热带、亚热带玉米种质资源的研究与利用

分布于中南美洲、非洲低纬度和东南亚地区的热带、亚热带玉米种质,具有丰富的遗传变异和许多特殊的优良性状基因,与温带玉米地理远缘,它们之间可能蕴藏着巨大的杂种优势。所以,合理利用热带、亚热带玉米种质资源,是改良、创新我国玉米种质最为直接和有效的途径之一。目前,利用热带、亚热带玉米种质的主要障碍一是克服光周期敏感性问题的,二是缺乏对温热带种质间杂优关系的研究。热带、亚热带玉米种质的利用方式主要有以下几种:

(1) 采用轮回选择进行适应性改良。对于含有 100% 热带种质的不适应群体经过适应性改良和轮回选择,可以适应温带长日照气候条件,克服光敏反应。这种群体不含有其他种质成分,与温带种质间有较大的遗传差异,有可能形成新的杂优模式。Hallauer 在 1963 年开始对哥伦比亚复合种 ETO 进行 6

轮早熟性混合选择,获得改良群体 BS16。吴景锋采用异地驯化结合轮回选择的方法,对也门 Tihama 白粒玉米综合种进行适应性改良,从中选出适于温带利用的自交系也铁 19 和也铁 21。张世煌采用控制双亲早抽花丝的混合选择,改良了引自 IMMYT 的两个优质蛋白玉米基因库 Pool33 和 Pool34。目前,中国农科院作物所正在通过异地驯化轮回选择的方法将 ETO、Tuxpeno、Tuson、Antigua、Suwan 等一批有希望的热带、亚热带玉米群体逐步向温带引进,使其最终成为北方育种方案可直接利用的基础材料。

(2) 温热种质互导选系。对于近期的育种目标,可以采用从温热杂交或回交材料中直接选系的方法。比如中国农业大学利用含有 50% 热带种质群体(黄小 162×自 330/o2×Tuxpeno),育成黄 C 自交系,利用黄 C 育成抗性好、适应广的杂交种农大 108。沈阳市农科院利用热导材料选出自交系沈 118、沈 216,育成沈试 17、18 单交种。采用热导材料选系需克服以下障碍:①由于热导材料的不适应性,在热导后代中有利基因在不适应的环境中往往不易表达;②有利基因与不利基因发生紧密连锁;③由于远缘杂交 F<sub>1</sub> 后代分离趋向于两个极端,不易选出优点互补型个体。所以,在热导材料后代没有出现较好的适应性之前,必须放宽选择强度,尽量保证较大的遗传变异,采用多代随机交配,充分打破基因连锁。吉林省农科院采用将导入群体分离的同缘(S<sub>2</sub>~S<sub>3</sub>)优良穗行互交合成近缘小群体的方法,经随机交配选择加工,克服了自交衰退和选优频率低的缺点,同时增加了结实率。

(3) 合成温热种质复合群体。对于中长期的育种目标,可以在不淡化现有杂优模式的前提下,经过鉴定筛选,将有利用价值的热带种质与温带种质重组,建成一般配合力高、血缘清晰、充分重组的基础群体或种质库,结合适宜的轮回选择技术,以供中长期的育种工作运用。也可根据玉米生产需要,构建不同特色的改良群体,如抗虫、抗病、抗旱、高赖氨酸、高油群体等。吉林省农科院利用抗旱热带种质 Tuxpeno 与温带抗旱自交系 Mo17、杂 C545 组建了含有 50% 热带种质的抗旱群体“吉综 F”,采用 S<sub>1</sub> 轮回选择法,已完成了两轮选择,在干旱条件下抗旱性表现突出。

## 3 展 望

近年来,随着生物学、物理学、化学等基础学科的飞速发展,各种先进的育种技术如花药培养、孤雌生殖、诱变育种等正逐步完善并越来越多地被应用

于育种实践,它们与常规育种相结合,极大地提高了人们利用和创造变异的能力,为种质的改良与创新提供了广阔的前景。尤其是20世纪70年代蓬勃兴起的转基因技术,使得作物育种的基因资源范围极大拓宽,将是新世纪玉米改良的研究热点。总之,充分利用优异的种质资源与正确的理论指导,明确的主攻方向,合理的技术路线和科学的方法相结合是种质改良创新取得成功的关键。在新的世纪,我国的玉米种质改良将充满机遇与挑战。

#### 参考文献:

- [1] 吴景锋,等. 试论2020年我国玉米种质改良的战略目标[J]. 作物杂志,1998,(2):6-10.
- [2] 将基建,等. 中国玉米杂交种种质选配模式的演变及展望[J]. 延边大学学报,1998,24(2):138-145.
- [3] 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.
- [4] 王懿波,等. 中国玉米主要种质的改良与杂优模式的利用[J]. 玉米科学,1999,7(1):1-8.
- [5] 李明顺,等. 根据产量特殊配合力分析玉米自交系杂种优势群[J]. 中国农业科学,2002,35(6):600-605.
- [6] 刘新芝,等. RAPD在玉米类群划分研究中的应用[J]. 中国农业科学,1997,30(3):44-51.
- [7] 彭泽斌,等. 玉米自交系杂种优势类群与杂优模式的初步研究[J]. 作物学报,1998,24(6):711-717.
- [8] 黄开健. 广西玉米杂交种种质基础和杂优模式分析[J]. 西南农业学报,2000,13(3):104-108.
- [9] 檀国庆. 玉米外来种质研究和利用及其进展[J]. 吉林农业科学,2002,27(25):8-13.
- [10] 张世煌,等. 对两个亚热带优质蛋白玉米群体的适应性混合选择研究[J]. 作物学报,1995,21(3):271-280.
- [11] 董海河,等. 吉林省利用热带亚热带玉米种质的概况[J]. 作物杂志,1998,(增刊):60-62.
- [12] 刘显华,等. 玉米热带资源的改良[J]. 玉米科学,1996,4(2):15-17.
- [13] 刘兴武,等. 玉米优良种质的筛选和利用[J]. 玉米科学,1998,6(3):1-6,28.
- [14] 刘志增,等. 玉米杂交诱导孤雌生殖单倍体研究进展[J]. 玉米科学,1999,7(2):16-19.
- [15] 周柱华,等. 玉米体细胞愈伤组织植株后代的产量配合力分析[J]. 玉米科学,1995,3(2):7-9.
- [16] 黎裕,等. 转基因玉米的研究现状与未来[J]. 玉米科学,2000,8(4):20-22.
- [17] 李晚忱,荣廷昭. 我国21世纪玉米遗传育种工程技术展望[J]. 玉米科学,2000,8(2):10-14.
- [18] 杭玲,等. 玉米花培杂交种桂花1号和桂三1号的选育及其利用[J]. 广西农业科学,1991,(4):149-151.
- [19] 铁双贵,等. 玉米人工合成群体配合力效应及遗传势研究[J]. 作物学报,2000,26(1):28-34.
- [20] 袁力行,等. 利用RLFP和SSR划分玉米自交系杂种优势群的研究[J]. 作物学报,2001,27(2):149-156.
- [21] 张世煌,等. 玉米杂种优势与种质扩增、改良和创新[J]. 中国农业科学,2000,33(增刊):34-39.
- [22] 彭泽斌,等. 玉米群体改良的问题与对策[J]. 中国农业科学,2000,33(增刊):27-33.