

文章编号: 1005-0906(2007)05-0041-05

玉米亚热带改良系杂种优势表现的研究

李继竹¹, 王远路², 杨大燕¹, 王梅英¹, 杨伟光¹

(1. 吉林农业大学农学院, 长春 130118; 2. 北京金色农华种业科技有限公司, 北京 100080)

摘要: 采用 3 套增广 NC II 设计, 对玉米亚热带材料的改良系与吉林省骨干自交系的杂种优势表现及配合力进行了研究。结果表明: 亚热带改良系与塘四平头、旅大红骨系统杂交单株产量表现出较高的杂种优势, 在 18 个高的优势组合中, 有 2/3 是亚热带改良材料与塘四平头、旅大红骨系统组配的组合。

关键词: 玉米; 改良系; 杂种优势

中图分类号: S513

文献标识码: A

Study on Heterotic Performances of Subtropical Improved Inbred Lines of Maize

LI Ji-zhu¹, WANG Yuan-lu², YANG Da-yan¹, WANG Mei-ying¹, YANG Wei-guang¹

(1. Agronomy College, Jilin Agricultural University, Changchun 130118;

2. Bei Jing Jin Se Nong Hua Seed Sgt Co., Ltd., Beijing 100080, China)

Abstract: Three augmented NC II designs were adopted in this experiment and studied on the heterotic performances and genetic characteristics of subtropical improved lines and key inbred lines of Jilin province. The results showed that the ear-kernel weight had high heterosis when subtropical improved lines crossing with Tang and Lv group. Two-thirds of combinations were crossed by subtropical improved lines and Tang group, Lv group in eighteen high heterotic combinations.

Key words: Maize; Improved line; Heterosis

种质资源是选育优良玉米自交系和选配高产杂交种的基础。Mo17、黄早四、掖 107、掖 478 等自交系引进及育成并以此组配高产杂交种是我国 20 世纪 80、90 年代玉米单产稳步增长的主要原因。2000 年以来, 我国玉米单产平均年递增率降低, 产量一直未有大的突破, 主要原因是生产上大面积应用的杂交种亲本多集中在 Lancaster、Reid、旅大红骨、塘四平头 4 大系统。外来种质特别是 P78599 的引入及改良使 4 大系统种质在杂交种中所占的比

例有所下降, 但种质基础狭窄仍是我国玉米育种研究和可持续发展的首要限制因素。

玉米热带、亚热带材料具有气生根发达、抗倒伏、抗病性强、持绿性好等温带种质所不具备的优良特性, 是拓宽温带玉米种质的优良素材。但热带、亚热带玉米种质对光温反应敏感, 在北方不能直接利用; 而含亚热带血缘的改良材料对光温反应不敏感, 玉米育种上更具有实际利用价值。在我国已有学者对热带、亚热带种质遗传特性进行了研究, 但对亚热带改良材料的研究报道较少, 并且由于所选试验材料及研究方法不同, 结果也存在较大差异。因此, 对亚热带改良系进行遗传研究, 为拓宽温带玉米种质基础, 构建新的杂种优势模式, 实现玉米高产、超高产育种计划提供实用的借鉴。

1 材料与方法

1.1 材料

试验材料由吉林农业大学农学院玉米育种研

收稿日期: 2006-11-02; 修回日期: 2007-05-11

基金项目: 吉林省财政厅科研育种项目、吉林省农业委员会农业新品种研发项目

作者简介: 李继竹(1977-), 男, 吉林长春人, 硕士, 助教, 主要从事作物育种教学和玉米育种科研工作。

E-mail: Lijizhu1116@126.com

杨伟光为本文通讯作者。

E-mail: yangweiguang60919@126.com

究室提供，材料名称及其所属优势类群如下：① Lancaster 系统：Mo17；② Reid 系统：铁 7922、铁 C8605-2、B73、8902、H100；③塘四平头系统：吉 853；④旅大红骨系统：丹 8415；⑤亚热带改良系：H31、H35、H39、H42、H72、H76、H78、H80、H85、H96、

H97 为 P78599 × Mo17 杂交后自交 5 代选育而成。2003 年按 Griffing 的不完全双列杂交试验设计方法配制 3 组(4 × 5)共计 60 个测交组合,并自交保留亲本(表 1)。

表 1 供试材料
Table 1 Tested materials

组 1 Group1		组 2 Group2		组 3 Group3	
母 本 Female parents	父 本 Male Parents	母 本 Female parents	父 本 Male Parents	母 本 Female parents	父 本 Male Parents
H72	Mo17	H85	Mo17	H31	Mo17
H76	铁 7922	H96	吉 853	H35	铁 7922
H78	吉 853	H97	丹 8415	H39	吉 853
H80	丹 8415	H100	C8605-2	H42	78599
	B73		8902		丹 8415

1.2 增广 NC II 设计

2004 在吉林农业大学教学基地对组 1、组 2、组 3 各 20 个组合及对应的 9 个亲本共 29 份材料,进行随机区组设计,即增广 NC II 设计。试验为 3 次重复,3 行区,行长 5 m,行株距 65 cm × 30 cm。田间管理同大田。收获时在小区中间行中部连续取 10 株,取其果穗室内考种测量穗粒重。

2 统计分析

杂种优势分析按平均优势法进行。配合力分析和遗传参数分析根据 Griffing 提出的不完全双列杂

交配合力统计原理,按照刘来福等提供的公式计算。

3 结果与分析

3.1 杂种优势分析

单株产量即穗粒重的杂种 F₁ 优势结果(表 2)表明:3 组穗粒重的杂种 F₁ 优势平均值分别为 106.8%、95.99%、114.44%，各组优势值变幅分别为 54.04% ~ 162.8%、32.55% ~ 133.84%、60.71% ~ 193.99%。表明亚热带改良系与 Lancaster、Reid、塘四平头、旅大红骨系统自交系杂交,单株产量杂种优势普遍存在,而不同组合的杂种优势值存在较大差异。

表 2 各组试验穗粒重的杂种优势值、优势的平均值及变异系数

Table 2 Heterosis values, average heterosis and coefficient of Leu variation of ear-kernel weight for three trials %

组 1 Group1		组 2 Group2		组 3 Group3	
组 合 Crosses	优 势 Heterosis	组 合 Crosses	优 势 Heterosis	组 合 Crosses	优 势 Heterosis
H72 × 铁 7922	68.11	H85 × Mo17	112.64	H31 × Mo17	85.67
H72 × Mo17	86.48	H85 × 吉 853	144.10	H31 × 铁 7922	87.49
H72 × 吉 853	152.67	H85 × 丹 8415	130.38	H31 × 吉 853	123.48
H72 × 丹 8415	109.17	H85 × 铁 C8605-2	118.40	H31 × 78599	96.46
H72 × B73	54.04	H85 × 8902	115.16	H31 × 丹 8415	120.36
H76 × 铁 7922	107.89	H96 × Mo17	77.73	H35 × Mo17	70.91
H76 × Mo17	137.09	H96 × 吉 853	87.86	H35 × 铁 7922	85.71
H76 × 吉 853	162.80	H96 × 丹 8415	89.05	H35 × 吉 853	116.39
H76 × 丹 8415	160.76	H96 × 铁 C8605-2	32.55	H35 × 78599	60.71
H76 × B73	99.02	H96 × 8902	64.62	H35 × 丹 8415	124.05
H78 × 铁 7922	77.48	H97 × Mo17	83.58	H39 × Mo17	141.22
H78 × Mo17	103.47	H97 × 吉 853	103.37	H39 × 铁 7922	107.32
H78 × 吉 853	120.26	H97 × 丹 8415	80.73	H39 × 吉 853	150.46
H78 × 丹 8415	119.53	H97 × 铁 C8605-2	67.73	H39 × 78599	123.02

续表 2 Continued 2

组 1 Group1		组 2 Group2		组 3 Group3	
组 合 Crosses	优 势 Heterosis	组 合 Crosses	优 势 Heterosis	组 合 Crosses	优 势 Heterosis
H78 × B73	72.01	H97 × 8902	71.01	H39 × 丹 8415	127.84
H80 × 铁 7922	84.56	H100 × Mo17	133.84	H42 × Mo17	115.33
H80 × Mo17	111.18	H100 × 吉 853	126.34	H42 × 铁 7922	126.05
H80 × 吉 853	123.80	H100 × 丹 8415	122.91	H42 × 吉 853	193.99
H80 × 丹 8415	94.18	H100 × 铁 C8605-2	74.62	H42 × 78599	124.42
H80 × B73	92.46	H100 × 8902	83.25	H42 × 丹 8415	185.23
平均值 Mean	106.80		95.99		114.44

从表 2 中每组选出 5~7 个高杂种优势组合,并按亲本的血缘标明组合所属优势模式(表 3)。在表 3 的 18 个高杂种优势组合中,有 7 个是由亚改系与塘四平头系统吉 853 组配的,占 1/3 以上;有 5 个组合是亚改系与旅大红骨系统丹 8415 组配的,约占 1/3;有 2 个是亚改系与 Lancaster 系统 Mo17 组配

的;1 个是与 Reid 系统铁 7922 组配的。如将亚热带改良系与塘、旅系统自交系组配的高杂种优势组合合计约占 2/3,说明亚热带改良材料与国内的塘四平头、旅大红骨两大优势群的杂种优势强。亚改系与 Lan.系统、Reid 系统自交系杂交,存在极少数高杂种优势组合,多数组合的优势不明显。

表 3 穗粒重的高杂种优势组合及其优势模式

Table 3 The crosses with high heterosis of ear-kernel weight and their heterotic patterns

组 1 Group1		组 2 Group2		组 3 Group3	
组 合 Crosses	优势模式 Heterotic pattern	组 合 Crosses	优势模式 Heterotic pattern	组 合 Crosses	优势模式 Heterotic pattern
H76 × 吉 853	亚改系 × 塘系统	H85 × 吉 853	亚改系 × 塘系统	H42 × 吉 853	亚改系 × 塘系统
H76 × 丹 8415	亚改系 × 旅系统	H100 × Mo17	Reid × Lan.系统	H42 × 丹 8415	亚改系 × 旅系统
H72 × 吉 853	亚改系 × 塘系统	H85 × 丹 8415	亚改系 × 旅系统	H39 × 吉 853	亚改系 × 塘系统
H76 × Mo17	亚改系 × Lan.系统	H100 × 吉 853	Reid × 塘系统	H39 × Mo17	亚改系 × Lan.系统
H80 × 吉 853	亚改系 × 塘系统	H100 × 丹 8415	Reid × 旅系统	H39 × 丹 8415	亚改系 × 旅系统
H78 × 吉 853	亚改系 × 塘系统			H42 × 铁 7922	亚改系 × Reid 系统
H78 × 丹 8415	亚改系 × 旅系统				

3.2 配合力分析

表 4 穗粒重方差分析的 F 值

Table 4 F values of ANOVA for ear-kernel weight

变异来源	组 1	组 2	组 3
Source of variation	Group 1	Group 2	Group 3
基因型	60.61**	286.72**	773.68**
亲 本	3.87**	25.03**	58.25**
杂 种	12.18**	64.35**	90.50**
由于母	9.35**	107.72**	53.52**
由于父	36.73**	181.57**	240.98**
母 × 父	4.71**	14.44**	49.58**

注:* 为 5%水平上显著,** 为 1%水平上显著。
Notes: * and ** significant at the 5% and 1% levels, respectively.

3 组试验穗粒重方差分析结果(表 4)表明:各组合间差异均达到极显著水平,说明组合间遗传差异

真实存在,一般配合力、特殊配合力方差也均达极显著水平。可进行配合力效应分析。

3.2.1 一般配合力效应分析

单株产量一般配合力分析结果(表 5)表明:组 1 亚改系以 H76(13.68)的 GCA 效应值最高,H72 为较小的正值,H78、H80 为负值;骨干系 GCA 以丹 8415 最高,吉 853 较高,Mo17 较低,B73、铁 7922 为较低负值。组 2 亚改系以 H85(23.95)的 GCA 效应值最高,H96 和 H97 则为较低负值。骨干系中以丹 8415 最高,吉 853 较高,Mo17 为较小的正值,铁 C8605-2 和 8902 为较低的负值。组 3 亚改系中,GCA 效应值以 H42(10.64)最高,H31、H35、H39 的 GCA 效应值均为负值。骨干系中吉 853 最高,丹 8415 为较小的正值,Mo17、铁 7922 为负。

从单株产量的 GCA 分析可知,H42、H76、H85

这 3 个亚热带改良系的 GCA 效应值较高,一般配合力好,用其做亲本较容易组配高产组合;H31、H35、H39、H72、H78、H80、H96、H97、78599 自交系的 GCA 效应值低或表现为负值,需对其进一步改良后方可利用。表明不同亚改系的 GCA 不同,具有较高

的 GCA 的亚改系可为利用。本研究中,吉 853、丹 8415 表现出较高的一般配合力,是与亚热带改良材料组配高产组合的好亲本;Mo17、铁 7922、铁 C8605-2、8902、B73 与亚热带改良系杂交配合力表现较低。

表 5 穗粒重的一般配合力效应
Table 5 Effects of general combining ability of ear-kernel weight

组 1 Group 1				组 2 Group 2				组 3 Group 3			
亲 本	GCA	亲 本	GCA	亲本	GCA	亲 本	GCA	亲 本	GCA	亲 本	GCA
H72	0.104	铁 7922	-16.13	H85	23.949	Mo17	2.638	H31	-1.54	Mo17	-8.42
H76	13.680	Mo17	-7.40	H86	-10.940	吉 853	19.870	H35	-2.94	铁 7922	-1.55
H78	-3.700	吉 853	11.55	H96	-13.190	丹 8415	25.120	H39	-6.16	吉 853	27.97
H80	-10.080	丹 8415	33.02	H100	0.173	铁 C8605-2	-35.420	H42	10.64	78599	-19.00
		B73	-21.04			8902	-12.200			丹 8415	1.00

3.2.2 特殊配合力效应分析

由表 6 中特殊配合力分析结果可知:穗粒重的 SCA 在组 1 中以 H72×吉 853 (30.02) 最高,H80×B73、H76×丹 8415 较高;组 2 中 H100×Mo17 (17.53) 最高,H85×铁 C8605-2、H97×铁 C8605-2、H96×丹 8415 较高;组 3 中 H39×Mo17(23.48),H35×丹 8415、H42×吉 853 较高。

具有高特殊配合力的组合,其双亲或亲本之一的一般配合力并不高。如在 H39×Mo17 中,H39、Mo17 的一般配合力效应均为负值;H100×Mo17 中,H100、Mo17 的一般配合力效应均为较小的正值;H72×吉 853 中,H72 的一般配合力效应为负。说明特殊配合力不能对组合做出很好的评价。

表 6 穗粒重的特殊配合力效应
Table 6 Effects of specific combining ability of ear-kernel weight

组 1 Group 1		组 2 Group 2		组 3 Group 3	
Crosses	SCA	Crosses	SCA	Crosses	SCA
H72×铁 7922	-5.73	H85×Mo17	-10.23	H31×Mo17	-7.87
H72×Mo17	-9.56	H85×吉 853	-7.05	H31×铁 7922	1.66
H72×吉 853	30.02	H85×丹 8415	-9.09	H31×吉 853	-5.16
H72×丹 8415	1.81	H85×铁 C8605-2	14.59	H31×78599	12.15
H72×B73	-16.54	H85×8902	11.78	H31×丹 8415	-0.78
H76×铁 7922	-1.08	H96×Mo17	-0.21	H35×Mo17	-13.39
H76×Mo17	-0.71	H96×吉 853	1.76	H35×铁 7922	12.09
H76×吉 853	-9.05	H96×丹 8415	13.53	H35×吉 853	1.22
H76×丹 8415	15.18	H96×铁 C8605-2	-19.67	H35×78599	-18.02
H76×B73	-4.34	H96×8902	4.59	H35×丹 8415	18.10
H78×铁 7922	0.35	H97×Mo17	-7.09	H39×Mo17	23.48
H78×Mo17	2.67	H97×吉 853	6.18	H39×铁 7922	-1.87
H78×吉 853	-10.42	H97×丹 8415	-12.55	H39×吉 853	-9.30
H78×丹 8415	7.41	H97×C8605-2	13.62	H39×78599	12.04
H78×B73	-0.01	H97×8902	-0.16	H39×丹 8415	-24.35
H80×铁 7922	6.46	H100×Mo17	17.53	H42×Mo17	-2.22
H80×Mo17	7.61	H100×吉 853	-0.89	H42×铁 7922	-11.88
H80×吉 853	-10.55	H100×丹 8415	8.12	H42×吉 853	13.23
H80×丹 8415	-24.40	H100×铁 C8605-2	-8.53	H42×78599	-6.17
H80×B73	20.88	H100×8902	-16.22	H42×丹 8415	7.04

4 结论与讨论

赵久然、吴敏生的研究中 P78599 的遗传改良系与温带 4 大系统间存在着较强的杂种优势,并将其单独划分为一群(称之为 P 群)。王元东等总结出 P 群与旅大红骨群、塘四平头群构成两个杂种优势模式。国审玉米品种农大 108(黄 C $\times$ 178)、豫玉 22(综 3 $\times$ 87-1)、三北 6 号(S0073 $\times$ B0049)等都是由 P 群改良系组配的,在黄淮海夏玉米区、东华北区春玉米区均有很大面积种植,并且农大 108 是我国年种植面积曾超过 200 万 hm² 的玉米杂交种之一。吉玉 4 号(J5918 $\times$ 8415)、吉单 29(四 273 $\times$ 599-20-1)、原单 29(丹 988 $\times$ JL1)、吉农大 201(673 $\times$ F349)等品种也是由 P 群改良系组配并通过吉林省审定的,这些品种在吉林省玉米生产中已有较大种植面积,仍具有推广潜力。从吉林省乃至全国玉米生产来看,由 P 群种质构建的杂种优势模式已成为我国玉米育种的主导模式之一。试验结果表明,亚改系与吉林省 4 大系统骨干系杂交,穗粒重的杂种优势普遍存在,亚改系与塘、旅系统自交系组配的组合在高杂种优势组合中占 2/3。说明亚改系统与国内的塘四平头、旅大红骨两大系统构成新的优势模式。这两个模式与王元东的研究结果一致,从育种实际考虑,把亚热带改良材料划归入 P 群在育种中更实用。

亚改系 H42、H76、H85 单株产量的 GCA 效应值较高,是改良成功的材料,可在育种中直接利用。骨干系吉 853、丹 8415 单株产量 GCA 效应较高,与亚改系杂交单株产量的杂种优势强。Mo17、铁 C8605-2、铁 7922、8902 与亚改系杂交的杂种优势较低,这些自交系均是北方玉米育种中的骨干系,有很

大利用价值。可用亚热带改良系去改良 Reid 和 Lan. 群自交系,选育出的材料再与旅大红骨、塘四平头群自交系测配。

参考文献:

- [1] 王懿波,王振华,王永普,等. 中国玉米主要种质杂交优势利用模式研究[J]. 中国农业科学,1997,30(4):16-24.
- [2] 张世煌,彭泽斌,李新海. 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.
- [3] 番兴明,谭 静,杨峻芸. 21 世纪玉米遗传育种展望—玉米遗传育种国际学术讨论会文集[C]. 北京:中国农业科技出版社,2000.
- [4] 王河成,段运平,石红卫. 热带亚热带种质不同导入量对玉米自交系配合力的影响[J]. 玉米科学,1995,3(3):9-11.
- [5] 陈彦惠,吴连成,吴建宇. 热带、亚热带玉米群体的鉴定研究[J]. 河南农业大学学报,1999,33(4):321-325.
- [6] Holland J B,Goodman M M. Combining ability of tropical maize accessions with U.S. germplasm[J]. Crop Sci., 1995, 35: 767-776.
- [7] 陈彦惠,王利明,戴景瑞. 中国温带玉米种质与热带、亚热带种质杂优组合模式研究[J]. 作物学报,2000,26(5):557-564.
- [8] 番兴明,谭 静,杨峻芸,等. 外来热带、亚热带玉米自交系与温带玉米自交系产量配合力分析及其遗传关系的研究[J]. 中国农业科学,2002,35(7):743-749.
- [9] 西北农学院. 作物育种学[M]. 北京:农业出版社,1981.
- [10] 郭景伦,赵久然,王元东,等. 利用 DNA 指纹技术进行玉米自交系类群划分新方法——遗传背景分析法[J]. 华北农学报,2003,18(4):61-65.
- [11] 吴敏生,王守才,戴景瑞. AFLP 标记在玉米优良自交系优势群划分中的应用[J]. 作物学报,2000,26(1):9-13.
- [12] 王元东,段民孝,荆锦丰,等. P 群种质在玉米杂种优势利用和种质创新中的作用及展望[J]. 玉米科学,2004,12(2):10-12,15.

(责任编辑:朴红梅)