

文章编号: 1005-0906(2003)04-0021-04

玉米重组群体果穗性状的遗传潜势 与杂种优势研究*

张兴端, 晏庆九, 霍仕平, 张 健, 许明陆, 向振凡

(重庆三峡农业科学研究所, 重庆 万州 404001)

摘 要: 选用含有 Reid、Lancaster 及国内地方种血缘的自交系和地方品种作为基础材料, 按血缘关系分别合成 3 个群体, 再进行群体间杂交, 以 3 个群体和 6 个群体间杂交组合为试验材料, 探讨群体内遗传潜力和群体间杂种优势。结果表明, 穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重和子粒产量 6 个果穗性状在群体内遗传差异极显著, 且群体间杂交后这 6 个性状的杂种优势均为正值, 依次为子粒产量>行粒数>百粒重>穗长>穗粗>穗行数。综合这 6 个果穗性状表现, 以 D×R、R×L、R×D 和 L×R 的总优势较强。

关键词: 玉米; 基础群体; 果穗性状; 杂种优势

中图分类号: S513.032

文献标识码: A

Hybrid Heterosis and Genetic Potential of Ear Characters of Recombined Population on Maize

ZHANG Xing-duan, YAN Qing-jiu, HUO Shi-ping, et al.

(Three-gorge Agricultural Institute of Chongqing, Chongqing 404001, China)

Abstract: Using inbred lines and local variety of Reid (R.), Lancaster (L.) and domestic germplasm (D.) as basic materials, 3 populations were combined according to their pedigree relationship. With 3 populations and 6 inter-population crosses as study materials, the genetic potential and hybrid heterosis were studied. The result showed that it was significant of the hereditary variation of ear length, ear diameter, rows of ear, grains per row, 100-grain weight and grain yield 6 characters in populations, and the heterosis values were positive of these 6 characters of inter-population crosses. The order of the heterosis values from big to small was grain yield, grain per row, 100-grain weight, ear length, ear diameter and rows per ear. Comprehensive analysed the performance of the 6 characters, the crosses of strong total heterosis were D×R, R×L, R×D and L×R.

Key words: Maize; Foundation population; Ear characters; Heterosis

我国西南玉米区常年玉米栽培面积约在 400 万 hm^2 , 占全国玉米面积的 22%^[1], 是我国第三大玉米产区。单一型杂交模式和少数杂交种的长期利用, 使玉米的遗传基础日益狭窄, 成为玉米育种发展的瓶颈, 已引起遗传育种工作者的普遍关注^[2]。近些年来, 育种家们在玉米种质基础的改良和创新方面进

行了大量的研究工作, 其中以综合种为基础材料并结合群体改良培育新自交系的方法应用最广, 通过组成群内杂交种或综合种, 结合群体改良进行基因的分离与重组, 增大杂种优势群内的遗传变异, 已被证明是玉米杂交育种中解决遗传基础狭窄和培育优良自交系最有效和最快捷的途径^[3~6]。为此, 选用我国西南玉米区应用的主要骨干自交系和优良地方资源, 分别合成含 Reid 血缘、Lancaster 血缘和地方种血缘的 3 个基础群体, 对这 3 个群体内遗传潜势和群体间杂交优势进行研究, 为重组群体的进一步利用提供理论依据。

收稿日期: 2002-11-11

作者简介: 张兴端(1966-), 重庆巫山人, 硕士, 副研究员, 从事玉米遗传育种研究。Tel: 023-58800549 E-mail: Zhangxd965@sina.com

* 本文为重庆市“十五”种子创新工程项目部分内容。

1 材料和方法

1.1 基础材料的选择

Reid 群体的合成用自交系 478、7922 和 32, Lancaster 群体的合成用自交系 Mo17、BCSM11、287-1 和 286-4, 地方种群体的合成用自交系 75-1、E28 和 6 个地方种质(表 1)。

表 1 基础群体合成的材料

群体类别	材料名称	材料来源
Reid 群体(R)	478	8112 × 5003
	7922	美 3382
	32	美 3382
Lancaster 群体(L)	Mo17	187-2 × C103
	BCSM11	Mo17 × 南 21-3
	287-1	中单 2 号 × ST
	286-4	南 21-3 × 81565
地方种群体(D)	75-1	恩单 2 号(77 × 五 151)
	E28	(A691 × 旅 9 宽)旅 9 宽 BC
	九十早	湖北建始; 西南山区种质
	得荣旱地早熟	川西高原早熟耐旱耐寒种质
	白鹤玉米	辽宁海城; 北方地方种质
	文二泡早	重庆巫溪; 西南山区种质
	简阳狗牙齿	四川简阳; 川中夏旱区耐旱种质
	矮脚二黄	重庆奉节; 西南山区种质

1.2 群体的合成过程

①Reid 群体(以下简称 R)。选用 478、7922 和 32 于 1997 年按 478 × 7922、7922 × 32、478 × 32 各杂交 30 穗; 1998 年分别以 478 × 7922、478 × 32 为母本, 以 7922 × 32 的 50 株混粉为父本, 杂交 100 穗, 收获时每穗取等量种子混合; 1999 年以 (478 × 7922) × (7922 × 32) 为母本, 以 (478 × 32) × (7922 × 32) 100 株混粉为父本杂交 150 穗, 收获时每穗取等量种子混合; 2000 年隔离种植混合种子 333.5 m² 充分自由授粉, 收获时选取 200 穗, 每穗取等量种子混合即为合成 R 群体。②Lancaster 群体(以下简称 L)。于 1997 年按 Mo17 × 286-4、BCSM11 × 287-1 和 286-4 × 287-1, 各杂交 30 穗; 1998 年分别以 BCSM11 × 287-1、Mo17 × 286-4 为母本, 以 286-4 × 287-1 的 50 株混粉为父本杂交 100 穗, 收获时每穗取等量种子混合; 1999 年以 (Mo17 × 286-4) × (286-4 × 287-1) 为母本, 以 (BCSM11 × 287-1) × (286-4 × 287-1) 100 株混粉为父本杂交 150 穗, 收获时每穗取等量种子混合; 2000 年隔离种植混合种子 333.5 m² 充分自由授粉, 收获时选取 200 穗, 每穗取等量种子混合即为合成 L 群体。③地方种群体(以下简称 D)。1997 年以 75-1 为母本, 以 6 个地方种 150 株混粉为父本杂交 150 穗, 同时按 75-1 × E28 杂交 30 穗, 收获时每穗取等量种

子混合; 1998 年以 75-1 × E28 为母本, 以 75-1 与 6 个地方种杂交的群体 200 株混粉为父本杂交 200 穗, 收获时每穗取等量种子混合; 1999 年隔离种植混合种子 333.5 m² 充分自由授粉, 收获时选取 200 穗, 每穗取等量种子混合即为合成 D 群体。

1.3 试验设计

2000 年夏分别合成 3 个群体, 同年冬在海南将 3 个群体相互杂交, 得到 6 个群体间杂交组合。2001 年春将 6 个群体杂交组合和 3 个群体本身采用随机区组设计, 3 次重复, 小区面积 6.67 m × 4.17 m, 5 行区, 密度 46 800 株/hm², 每穴 2 株。4 月 5 日播种, 田间管理同一般大田生产。生育期间单株逐一挂牌编号, 记载抽雄期、散粉期和抽丝期, 测量株高、穗位高、顶 3 叶叶夹角和叶向值^[3], 收获后室内逐穗考查穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重和子粒产量。

1.4 统计分析方法

首先根据试验小区 90 株样本平均数进行群体及群体杂交组合间的方差分析, 如果区组间方差不显著, 则将区组合并进行单株间方差分析。果穗性状统计分析按每小区 90 株样本计算, 杂种优势以双亲平均值(MP)为基数计算平均优势, 平均优势(MP%) = $(F_1 - MP) / MP \times 100^{[4,5]}$ 。

2 结果与分析

2.1 果穗性状表现

从表 2 结果看, 子粒产量以 R × L 最高, 平均单穗子粒产量为 99.87 g, 以 R 群体平均子粒产量最低(为 70.36 g), 变异系数在 30.08% ~ 39.00%; 穗长以 L × R 最高(为 16.62 cm), 以 D 群体最低(为 13.33 cm), 变异系数在 3.45% ~ 17.32%; 穗粗以 R × D 最大(为 4.68 cm), 以 R 群体最低(为 4.07 cm), 变异系数为 8.32% ~ 10.45%; 穗行数以 D 群体最高(为 14.24 行), 以 L 群体最低(平均为 12.26 行), 变异系数在 11.38% ~ 14.08%; 行粒数以 R × L 最高(为 33.0 粒), 以 D 群体最低(只有 24.1 粒), 变异系数在 8.96% ~ 24.26%; 百粒重以 R × D 最大(为 25.37 g), 以 R 群体最低(为 20.83 g), 变异系数为 18.79% ~ 23.81%; 秃尖以 L × R 最长(为 2.07 cm), 以 D 群体最短(为 1.39 cm), 变异系数为 64.68% ~ 95.03%。综上所述, 以秃尖的平均变异系数最高, 平均为 78.81%, 子粒产量的平均变异系数次之, 平均为 35.37%, 其它依次为百粒重、行粒数、穗行数和穗粗, 分别为 21.04%、20.84%、12.09% 和 9.51%。

表 2 3 个基础群体和 6 个群体间杂交组合果穗性状表现

性 状	变量指标	L	R	D	D×L	L×D	L×R	R×L	D×R	R×D
子粒产量	变 幅	27 ~ 157	20 ~ 156	17 ~ 161	15 ~ 151	23 ~ 173	27 ~ 206	34 ~ 201	29 ~ 206	25 ~ 200
	平 均 数	75.31	70.36	67.15	79.91	82.50	96.35	99.87	75.25	91.43
	标 准 差	24.41	27.43	25.86	28.82	30.18	33.57	33.42	30.08	34.21
	变异系数	32.41	39.00	38.52	36.06	36.58	34.84	33.47	30.09	37.41
穗 长	变 幅	7 ~ 23	8.5 ~ 21	6.8 ~21.5	8.0 ~21.5	8.5 ~ 23	10 ~ 23	10 ~ 23.5	9 ~ 20	8 ~ 22.5
	平 均 数	16.05	14.56	13.33	15.28	16.15	16.62	16.52	15.53	15.32
	标 准 差	2.58	2.30	2.31	2.50	2.51	2.56	2.49	2.09	2.54
	变异系数	16.08	15.77	17.32	16.33	15.56	15.39	15.07	13.45	16.60
穗 粗	变 幅	3.2 ~ 5.5	3.0 ~ 5.3	3.2 ~ 5.5	3.3 ~ 5.5	3.3 ~ 5.5	3.5 ~ 6.0	3.5 ~ 5.6	3.4 ~ 6.0	3.0 ~ 5.7
	平 均 数	4.29	4.07	4.32	4.39	4.29	4.64	4.67	4.61	4.68
	标 准 差	0.41	0.44	0.45	0.36	0.42	0.46	0.39	0.43	0.45
	变异系数	9.65	10.76	10.45	8.32	9.73	9.96	8.49	9.22	9.60
穗行数	变 幅	8 ~ 18	8 ~ 18	10 ~20	8 ~ 18	8 ~ 18	10 ~ 18	10 ~ 18	8 ~ 20	8 ~ 20
	平 均 数	12.26	12.84	14.24	13.50	13.37	13.45	13.38	14.07	13.90
	标 准 差	1.73	1.48	1.73	1.56	1.60	1.53	1.58	1.71	1.83
	变异系数	14.08	11.54	12.12	11.58	11.97	11.38	11.81	12.12	13.19
行粒数	变 幅	12 ~ 45	16 ~ 44	9 ~ 45	13 ~ 46	11 ~ 48	14 ~ 50	16 ~ 50	14 ~ 45	14 ~ 48
	平 均 数	28.40	30.40	24.10	28.50	31.50	32.50	33.00	30.70	30.20
	标 准 差	5.92	6.12	5.85	6.05	6.48	6.42	6.26	6.07	6.68
	变异系数	20.81	20.11	24.26	21.26	20.54	19.77	18.96	19.74	22.14
百粒重	变 幅	10 ~ 36	10 ~ 35	11 ~ 36	10 ~ 37	10 ~ 34	9 ~ 36	10 ~ 41	12 ~ 37	12 ~ 38
	平 均 数	23.85	20.83	22.23	23.69	22.52	24.86	25.36	24.35	25.37
	标 准 差	4.66	4.18	5.29	5.32	5.16	5.12	5.20	5.05	4.77
	变异系数	19.54	20.06	23.81	22.44	22.93	20.59	20.50	20.73	18.79
秃 尖	变 幅	0 ~ 4.7	0 ~ 6	0 ~ 6	0 ~ 6.5	0 ~ 6	0 ~ 7.5	0 ~ 5.2	0 ~ 6.5	0 ~ 5.5
	平 均 数	1.55	1.63	1.39	1.64	1.51	2.07	1.64	1.42	1.83
	标 准 差	1.13	1.30	1.24	1.72	1.62	1.80	1.20	1.83	1.98
	变异系数	73.03	79.79	88.79	80.10	84.14	64.68	66.77	95.03	76.95

2.2 果穗性状方差分析

2.2.1 果穗性状区组间方差分析 从表 3 可以看出,6 个群体杂交组合和 3 个群体间的差异,除秃尖外其余性状都达极显著水平,表明群体间的遗传组成存在显著差异,而 7 个果穗性状区组间差异不显著。因此,将 3 次重复的样本合并进行单株间方差分析。

2.2.2 果穗性状单株间方差分析 从表 4 的方差分析结果看,7 个果穗性状群体间和单株间的差异均达极显著水平,表明这些性状群体间和单株间的基因型存在显著的遗传差异。说明这 3 个群体的合成对群体遗传改良、丰富我国西南玉米区种质基础具有一定的现实意义,并有望从中培育出优良新自交系,组配出强优势杂交组合。

表 3 7 个果穗性状区组间方差分析

变异来源	自由度	子粒产量	穗 长	穗 粗	秃 尖	穗行数	行粒数	百粒重
区 组	2	147.6	0.98	0.03	0.13	0.03	3.10	1.29
群 体	8	430.9**	3.28**	0.15**	0.13	1.13**	21.59**	7.16**
误 差	16	59.5	0.41	0.01	0.08	0.04	3.39	0.62

注:** 表示差异达极显著水平,下表同。

表 4 果穗性状单株间方差分析

变异来源	自由度	子粒产量	穗行数	行粒数	穗 长	穗 粗	百粒重	秃 尖
群体间	8	38 811.6**	101.42**	1 943.77**	292.70**	12.89**	646.38**	10.36**
单株间	269	7 934.7**	21.41**	343.49**	52.76**	1.57**	220.27**	14.26**
误 差	2 152	17.9	0.31	0.45	0.08	0.01	0.42	0.04

2.3 群体间杂种优势表现

从表 5 可以看出,6 个果穗性状的平均杂种优势均为正值,从大到小依次为子粒产量>行粒数>百粒重>穗长>穗粗>穗行数。从子粒产量上看,以 R×L

和 D×R 杂种优势较强,分别为 37.11%和 38.53%,L×R 和 R×D 次之,分别为 32.28%和 32.97%;从穗行数上看,以 L×R 的杂种优势最高,为 7.71%,R×L 次之,为 6.61%;从行粒数上看,以 L×D 的杂种优势

最高为 20.0%, D×R 和 R×L 次之, 分别为 12.66%和 12.24%; 从穗长上看, 以 D×R 杂种优势最高为 11.33%, 其次是 L×D 为 9.94; 从穗粗上看, 以 R×L 最高为 11.72%, 其次是 R×D 和 L×R 次之, 分别为 11.56%和 11.0%。上述 6 个性状的杂种优势总和以

D×R 居第 1(为 89.42%), R×L 居第 2(为 89.10%), R×D 居第 3(为 85.68%), L×R 第 4(为 81.37%), L×D 和 D×L 较低(分别为 43.30%和 31.12%), 表明 D×R、R×L、R×D 和 L×R 的综合杂交优势较强。

表 5 群体间杂种优势表现 %

群体	子粒产量	穗行数	行粒数	穗长	穗粗	百粒重	优势和	位次
D × L	12.19	1.89	8.57	4.02	1.86	2.59	31.12	6
L × D	15.82	0.01	20.00	9.94	-0.01	-2.47	43.30	5
L × R	32.28	7.71	10.54	8.56	11.00	11.28	81.37	4
R × L	37.11	6.61	12.24	7.90	11.72	13.52	89.10	2
D × R	38.53	3.91	12.66	11.33	9.89	13.10	89.42	1
R × D	32.97	2.66	10.83	9.82	11.56	17.84	85.68	3
平 均	28.50	3.79	12.47	8.60	7.67	9.31		

3 讨 论

采用我国西南玉米区生产上应用较广的骨干自交系和优良地方资源分别含有 Reid、Lancaster 和西南地方血缘的 3 个基础群体, 通过群体间相互杂交, 结果显示各群体间和单株间的遗传差异显著。表明 3 个基础群体的合成对于进一步选系、组配强优势杂交组合具有重要意义。

通过对 6 个群体间杂交组合的杂种优势分析, 表明 6 个果穗性状穗长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重和子粒产量的杂种优势均为正值, 依次为子粒产量>行粒数>百粒重>穗长>穗粗>穗行数。综合这 6 个果穗性状表现, 以 D×R、R×L、R×D 和 L×R 的总优势较强。

综合 3 个群体和 6 个群体间组合的果穗性状表现和杂种优势分析结果可以看出, R 群体与 L 群体杂交, 在子粒产量、穗行数、穗粗和百粒重方面有较强的优势; D 群体与 R 群体杂交, 在子粒产量、穗长、行粒数方面有较强的优势表现; L 群体与 D 群体

杂交, 在行粒数和穗长上有较高的优势。

参考文献:

[1] 霍仕平, 等. 我国西南区近 20 年玉米杂交种子粒产量及相关性状的遗传增益[J]. 杂粮作物, 2001, 21(1).

[2] 周洪生. 21 世纪初我国玉米遗传育种及玉米生产的发展战略[J]. 玉米科学, 1996, 5(4): 1-5.

[3] 王懿波, 等. 中国玉米主要种质的改良与杂交模式的利用[J]. 玉米科学, 1999, 7(1): 1-8.

[4] 王懿波, 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).

[5] 刘勋甲, 等. 4 个玉米合成群体及其系本群体的遗传变异比较与利用[J]. 作物学报, 1999, 25(2).

[6] 彭泽斌, 等. 玉米自交系杂种优势类群与杂优模式构建的初步研究[J]. 作物学报, 1998, 24(6).

[7] 尹燕枰, 等. 玉米株型、果穗性状的遗传和相关分析[J]. 玉米科学, 1995, 3(4): 8-11.

[8] 西北农学院. 作物育种学[M]. 北京: 农业出版社, 1979. 74-80.

[9] 冯朝章, 等. 小麦 F₁ 杂种优势分析[J]. 湖北农学院学报, 1994, 14(3): 14-18.