

广东省几个玉米自交系 主要数量性状配合力及其遗传参数分析*

王晓明 刘建华 李余良 方志伟

(广东省农科院作物研究所, 广州 510640)

Analysis of Combining Ability and Genetic Parameters in Several Maize Inbred Lines of Guangdong Province

Wang Xiaoming Liu Jianhua Li Yuliang Fang Zhiwei

(Guangdong Academy of Agricultural Sciences, The Crop Research Institute, Guangzhou, 510640)

Abstract: Synthetic analysis was conducted on combining ability and genetic parameters using 7 maize inbred lines of Guangdong province in the paper. The results indicated that GCA of TAISUHUANG and YUE 20-3-1 were higher than others, SCA of TAISUHUANG $\times$ YUE 20-3-1 was higher. So it is possible to obtain high combining ability crosses. Additive effects were shown in single plant yield in Guangdong province maize heterosis. Therefore, second cycle lines bred must be strengthen to obtain high yield and quality crosses adapted to local weather condition in crossing and breeding procedure. This is an effective way in improving corn production.

Key words: Maize; Combining ability; Heterosis; Genetic parameters; Second cycle line

摘 要 本文对广东省7个主要玉米自交系的配合力和遗传参数进行了综合分析,结果表明:泰苏黄、粤20-3-1等亲本有关数量性状具有较高的GCA,而泰苏黄 $\times$ 粤20-3-1等组合表现较高的SCA,有希望出现高配合力的组合。同时表明,广东省玉米杂种优势主要表现为单株产量的加性基因效应,因而在该省选育强优组合,应加强二环系的选育,组配出适应于本省气候条件的高产优质组合,是促进玉米生产的快速而有效途径。

关键词 玉米 配合力 杂种优势 遗传参数 二环系

玉米选育实践表明:要较快选育出适应性强、抗病、抗倒、株型紧凑、高产优质的玉米新组合,首先是要有相应的种质资源;其次要熟悉其主要数量遗传性状的GCA、SCA和相应的遗传参数,这对于正确指导玉米强优自交系和杂交组合的选配,充分利用杂种优势,促进玉米生产具有十分重要的意义。我们根据广东省加快玉米选育步伐,大力发展玉米生产的有利形势,于1996年通过综合评价、系统选优,初步确定了广东省7个比较优良的自交系,运用格列芬方

* 本文经本所黄宏斌研究员修改,深表感谢。

收稿日期 1997-10-24

法,组配了21个杂交组合,对与产量有关的主要数量遗传性状进行较为详细的分析研究,现将结果报道如下。

1 供试材料和研究方法

1996年秋季选用性状稳定的89F6-1、泰苏黄、89FA12-1、粤20-3-1、粤14-3-2、Mo17和E28七个自交系作为参试亲本,并严格套袋、授粉,按照B·Griffing(1956年)不完全双列杂交设计,组成21个测试组合。然后将所获得的 F_1 代杂交种经精选后于1997年春季在本所玉米试验基地种植。

试验设计为随机区组排列、3次重复,共63个小区,小区面积 3.51 m^2 为双行区,共种16株,株距30 cm;生育期分小区观察记载各生育时期,在完全成熟后每小区选择区中间8株分别测定株高、穗位高、穗长、行粒数、穗行数、单穗重,单株子粒产量以及百粒重等有关经济指标。研究方法按照B·Griffing方法4测定参试性状的一般配合力(GCA)和特殊配合力(SCA)以及狭义遗传力($\hat{h}^2_N$)和广义遗传力($\hat{h}^2_B$)等遗传性状。

2 结果分析

2.1 各参试性状配合力变量分析

经处理间各性状变量分析表明:测试性状组合间和区组 $\times$ 组合间变异均达到极显著(12项)和显著(4项)水平。配合力方差分析(表1)表明:7个亲本8个参试性状的GCA均达到极显著或显著水平,相应的SCA除百粒重不显著、株高达到显著水平外,其余6个参试性状均达到极显著水平。说明参试性状的GCA主要受基因型中加性基因效应影响,而相应的SCA除百粒重和株高受加性基因型效应影响外,其它各参试性状主要受加性和非加性基因(显性和上位性基因)效应的共同作用。

表1 参试性状配合力变量分析

变异来源	自由度	株高	穗位高	穗长	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
GCA	6	422.72**	173.45**	3.61**	5.29**	18.34**	299.80**	966.49**	24.56*
SCA	14	124.51*	64.62**	1.42**	15.62**	6.84**	679.03**	168.52**	4.32
误差	24	19.46	4.39	0.17	0.11	1.20	29.03	21.35	1.06

** $F(0.01) = 3.67$ * $F(0.05) = 2.93$

2.2 一般配合力效应分析

GCA是由亲本基因型的加性效应基因所决定的,其效应值一般与相应性状的遗传可能性成正比,GCA高的相应性状,其遗传力也较高,同时受外界环境条件的影响较小。表2说明:泰苏黄在株高、穗位高、穗行数、行粒数、单穗重、单株产量等6个参试性状方面都表现较高GCA,同时其效应值均达到显著或极显著水平。表明由它组成的杂交种表现穗行数、行粒数较多、单穗重和单株产量较高,是高产优质组合的良好亲本,但植株高度和穗位高度也高,所组成的杂交组合在广东省气候环境条件下,分别为203~255 cm和62.9~92.0 cm之间。粤20-3-1在株高、穗长、单穗重、单株产量和百粒重等5个参试性状表现显著的GCA,由它组成的杂交种表现果穗较长、单穗重和单株产量较高,同时子粒较大,其植株高度一般在210~255 cm左右;而亲本E28在穗长、穗行数、单株产量方面表现较高的GCA。同时在8个参试性状的加性效应效

果方面的排序是:泰苏黄>粤 20-3-1>E28>89A12-1>粤 14-3-2>89F6-1>Mo17。

表 2 参试亲本 GCA 显著性测定结果

编 号	自交系	株 高	穗位高	穗 长	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
1	89F6-1	-16.50	-11.308	-0.262	0.730**	-1.50	-2.602	-6.733	-0.498
2	泰苏黄	9.67**	6.910**	0.340	1.032**	2.20*	8.506*	10.107**	-1.421
3	89A12-1	-4.40	3.760*	-1.676	0.480*	-2.80	-9.056	-5.733	2.305**
4	粤 20-3-1	7.40*	1.282	0.838**	-0.386	-1.40	7.188*	13.799**	3.839**
5	粤 14-3-2	4.80	3.054*	-0.010	-2.004	0.60	7.028*	-2.017	-1.227
6	Mo17	-5.17	-2.344	-0.026	-0.388	2.00*	-9.796	-23.953	-0.761
7	E28	4.17	-1.386	0.796**	0.514*	0.90	-1.268	14.535**	-2.235

** t(0.01)=2.797、 * t(0.05)=2.064

2.3 特殊配合力效应分析

SCA 的高低决定于亲本基因型的非加性基因效应,即显性和上位性基因效应的高低,是杂交组合与其双亲平均表现基础上的预期结果的偏差,受外界环境条件的影响较大,但它可以指导杂种优势的利用和杂交种的选育。表 3 说明:8 个参试性状的 SCA 效应达到显著水平以上的性状因组合不同而不同。从 21 个组合、8 个参试性状、168 个 SCA 效应值的总体来看,SCA 达到显著水平以上的参试性状约占试验组合性状总数比例的 19.05%,说明 8 个参试性状只在少数组合中以非加性基因效应起显著作用,其余大多数则主要受加性基因效应的作用。在参

表 3 各参试组合的 SCA 与显著性测定结果

组合号	株 高	穗位高	穗 长	穗行数	行粒数	单穗重	单株产量	百粒重
1×2	-12.33	-6.004	-0.61	-0.695	-0.77	-12.73	-6.36	0.17
1×3	-11.00	-3.274	-2.45	-1.785	-5.32	-18.15	-15.49	5.83*
1×4	-6.16	-8.344	0.67	-1.365	-1.94	3.02	-3.05	1.83
1×5	0.17	-3.874	-0.23	-0.695	-2.11	-11.69	-18.22	-1.50
1×6	-3.16	-1.344	0.12	-2.535	0.18	-28.36	-25.59	0.50
1×7	-9.00	-7.344	0.73	0.135	-1.61	19.48**	14.81**	2.50
2×3	-11.10	-5.542	-1.01	-1.195	-1.74	-10.78	-8.52	0.03
2×4	23.90**	-1.672	1.66**	-0.365	3.76*	29.32**	27.91**	0.70
2×5	23.90**	5.928	1.25*	0.715	2.80	20.13**	12.68*	-4.63
2×6	9.74	-3.872	3.47**	-1.945	4.88**	-1.80	0.61	-2.63
2×7	-5.26	-3.272	3.53**	-0.695	3.10*	14.80*	-1.02	-2.97
3×4	-5.50	0.156	-0.27	0.053	0.19	14.71*	3.56	1.11
3×5	-0.50	3.016	-0.12	1.053*	2.69	7.71	-2.81	-3.56
3×6	-8.84	-5.444	-1.21	-0.947	1.53	-39.29	-39.88	-5.56
3×7	4.50	3.416	1.31*	1.553**	5.36**	2.69	-5.51	-9.89
4×5	-4.73	-4.208	2.08**	0.457	0.31	-28.71	-15.06	1.65
4×6	-19.73	-6.338	-0.04	2.867**	4.14**	32.58**	-26.56	2.31
4×7	11.10*	2.462	-0.29	0.207	-6.61	-61.04	31.05**	-1.35
5×6	-15.50	-1.312	-1.42	3.539**	-2.23	2.61	-12.01	-0.43
5×7	-1.84	-1.382	-0.25	4.289**	1.28	32.95**	49.69**	-1.43
6×7	-0.67	-6.072	-0.50	-1.649	1.28	-19.05	-8.53	-0.75

试的 21 个组合中,单株产量和单穗重以 1×7 、 2×4 、 2×5 、 4×7 和 5×7 为最高,而相应的 SCA 也达到显著或极显著水平;行粒数以 2×4 、 2×6 、 2×7 、 3×7 和 4×6 为最多;穗长以 2×4 、 2×5 、 2×6 、 2×7 、 3×7 和 4×5 为最长;同时在被测试的 8 个性状中, 2×4 杂交组合有 5 项达到显著水平以上; 2×5 为 4 项; 2×7 、 3×7 、 4×6 和 5×7 达到 3 项,说明它们的杂种优势比较明显,而以 2×4 处理为最明显,其相应组合是泰苏黄 $\times$ 粤 20-3-1。在参试范围内,该组合是强优杂交组合性状在 SCA 上的具体表现。

2.4 参试亲本一般配合力和特殊配合力变量分析

亲本自交系的 GCA 变量大约等于基因加性变量,其大小表示了将有关性状的配合力是否比较均匀地遗传给子代的属性。一般来说,GCA 变量较小表示可将有关性状的属性比较均匀稳定地遗传给子代;而较大时,说明子代具有一定的杂种优势。表 4 说明由泰苏黄和 89F6-1 组成的组合在株高和穗位高上具有杂种优势,表现植株高大;而 E28 组成的组合则表现矮秆低穗位。由 Mo17 组成的组合可能表现单穗和单株产量较高;89A12-1 和泰苏黄组成的组合则表现较多的行粒数。

表 4 GCA 和 SCA 变量分析

自交系	株 高		穗位高		穗 长		穗行数		行粒数		单穗重		单株产量	
	GCA	SCA	GCA	SCA	GCA	SCA	GCA	SCA	GCA	SCA	GCA	SCA	GCA	SCA
89F6-1	268.91	54.45	127.12	33.92	0.04	1.36	0.52	2.41	2.04	38.78	1.79	340.97	46.68	282.14
泰苏黄	90.17	282.09	46.99	22.57	0.09	5.91	1.05	1.28	4.63	58.06	67.37	329.85	98.48	193.71
89A12-1	16.02	48.67	13.38	14.86	2.78	1.93	0.21	1.72	7.63	68.71	77.03	431.23	29.22	373.78
粤 20-3-1	51.42	208.90	0.89	23.76	0.67	1.41	0.13	2.01	1.75	77.91	46.69	316.12	186.69	522.21
粤 14-3-2	19.99	153.17	8.57	12.60	0.07	1.48	3.99	6.56	0.15	25.78	44.41	480.39	0.41	651.09
Mo17	23.39	75.61	4.74	21.53	0.03	3.03	0.13	6.83	3.79	49.98	90.98	733.25	570.10	616.60
E28	14.05	60.39	1.17	20.72	0.61	2.89	0.25	4.73	0.61	86.94	3.37	132.80	207.59	776.41

就 SCA 变量而论,它表示亲本自交系在众多杂交组合中性状遗传能力的整齐度,SCA 变量大,表明遗传性状的整齐度差,但有希望出现高配合力的组合。在表 4 中,E28 的单穗重和单株产量的 SCA 变量大,说明由其组成的组合有希望出现高配合力的高产组合,而粤 20-3-1 组成的组合有希望出现高配合力的高产组合,泰苏黄组成的组合有希望出现高配合力的大穗组合。

2.5 参试性状的群体遗传参数分析

表 5 说明:加性基因方差占遗传基因方差的比例大小是单株产量>株高>穗长>行粒数>穗位高,而非加性基因方差占遗传基因方差的比例大小正好相反;在单株子粒产量的遗传方差中,加性基因方差约占 74.4%,而非加性基因方差仅占 27.6%,说明参试自交系中,杂种优势主要表现为加性基因方差为主,而这种优势归根于自交系配子的加性效应所生产的 GCA;穗位高、穗长和行粒数的杂种优势一般表现为非加性基因方差为主,而这种优势归根于自交系配子的非加性效应所生产的 SCA。对于株高的杂种优势,仍然是加性基因效应起作用。从基因型方差占环境方差的比例上来说,单株产量(13.17),株高(1.93)和穗位高(1.53)的基因型方差大于环境方差,说明它们受环境影响较小,而穗长(0.47)和行粒数(0.33)则受环境影响较大。从 SCA 方差和环境方差的比例上来看,株高(0.91)、穗位高(0.81)、穗长(0.25)和行粒数(0.17)的 SCA 方差小于环境方差,而单株产量(3.63)则大于环境方差,说明前 4 者在杂交种上

受环境影响较大,而单株产量则小。从广义遗传力上分析,5个性状中,株高>穗位高>单株产量>穗长>行粒数;而狭义遗传力是株高>单株产量>穗位高>穗长>行粒数,同时其值都小于50%,说明该性状不易在早代进行选择;该资料 and 全国60~80年代50个常用玉米自交系遗传分析资料相比,前4者遗传参数基本接近,而单株产量高出2倍以上,说明广东省玉米单株产量加性方差较大,遗传基础在单株产量构成方面较为丰富,自交系间杂交种的产量优势仍然表现为亲本配子的加性效应,这间接告诉我们在强优新组合选育方面应该是加强二环系的选育,充分利用我国当前大量使用的抗病、高产、优质、高配合力自交系,有可能选育出目前适应于广东省高产优质强优组合。当然,从长远目标来看,引进新型的种质资源,提高优良基因频率,扩大遗传变异性仍然是很重要的。

表5 参试性状群体遗传参数估计值

性 状		株 高	穗位高	穗 长	行粒数	单株产量
GCA 方差	δ^2_g	59.40	21.77	0.438	2.310	159.69
加性方差	$2\delta^2_g$	105.73	57.30	1.022	4.640	121.67
非加性方差	δ^2_s	119.28	43.54	0.876	4.015	319.39
基因型方差	$2\delta^2_g + \delta^2_s$	225.01	100.84	1.898	9.255	441.06
环境方差	δ^2_e	116.77	65.84	4.020	27.750	33.50
表现型方差	δ^2_p	341.78	166.68	5.918	37.010	953.52
广义遗传力	$\hat{h}^2_B(\%)$	65.83	60.50	32.07	25.93	46.26
狭义遗传力	$\hat{h}^2_N(\%)$	34.90	26.10	14.80	10.84	33.50
加性方差/基因型方差	$V_g(\%)$	0.530	0.432	0.462	0.434	0.724
非加性方差/基因型方差	$V_{ne}(\%)$	0.470	0.568	0.538	0.501	0.276

3 结果和体会

3.1 本试验结果表明:在参试的7个自交系中,泰苏黄、粤20-3-1等亲本,在考察的8个株型与产量构成性状中,有半数以上的GCA达到显著水平以上,是参试亲本中比较理想亲本。在21个杂交组合中,泰苏黄×粤20-3-1等组合表现出较高SCA,具有较高的杂种优势,通过进一步选育,有希望出现高配合力的组合。根据配合力变量分析,E28和粤20-3-1组成的组合有希望出现高产组合,而泰苏黄组成的组合有希望出现大穗组合。

3.2 在遗传参数方面,广东省玉米杂种优势主要表现为单株产量的加性基因效应,而穗长和行粒数主要是非加性基因效应,前者受环境方差影响较大,后者则小;从广义和狭义遗传力上分析,它们在表现型中所占的份额和我国北方研究结果相比,其份额较小,所以对构成产量的因素宜晚代选择。

3.3 通过7个自交系参试遗传性状的综合分析,广东省玉米强优组合的选育,近期目标应当是充分利用现有优良种质资源,加强国内外强优组合二环系选育,筛选出适应于本省气候条件的高产优质组合,是促进玉米生产的快速有效途径;长期目标是扩大种质资源,引进热带、亚热带种质,通过轮回选择进行群体改良,提高优良基因频率、扩大遗传变异,仍然是十分必要的。

参 考 文 献

1 刘来福等.作物数量遗传.北京:农业出版社,1984年
2 敖 君.12个玉米自交系主要数量性状配合力分析.玉米科学,1995,3(2):14-17