

9个不同玉米人工合成群体育种潜势的比较

江 舟, 杨克诚, 高世斌, 潘光堂, 荣廷昭

(四川农业大学 玉米研究所, 教育部作物基因资源与遗传改良重点实验室, 四川 雅安 625014)

摘要: 借助不完全双列杂交遗传交配设计, 采用群体性状表型鉴定结合配合力分析的方法, 对 9 个供试群体的育种潜势进行综合评价, 并对群体合成的方式做初步探讨。结果表明, 供试群体内均存在较丰富的遗传变异, 且经济性状变异程度普遍高于农艺性状, 群体间主要性状及其配合力差异更为明显。群体 06P7 和 06P8 主要产量性状及其 GCA 表现较好, 较对照高产组合出现次数多, 且平均对照优势大, 具有较大的改良利用潜力; 对照群体 GP5 虽主要产量性状均值较高, 变异程度较大, 且株高、穗位相对较矮, GCA 负向效应较大, 但主要产量性状 GCA 表现较差, 需导入高配基因重组后, 方可进一步改良利用; 群体 06P2 和 06P6 主要产量性状及其 GCA 表现较差, 育种潜力不大。小群体 06P1~06P8 与大群体 GP5 的比较结果表明, 在一定亲本数量的基础上, 合成群体水平的高低与其参与合成亲本的优劣以及重组次数的多少关系更为密切。

关键词: 玉米群体; 遗传变异; 配合力

中图分类号: S13 01 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2009)增刊-0062-07

Breeding Potential Comparison of Nine Synthetic Maize Populations

JIANG Zhou, YANG Ke-cheng, GAO Shi-bin, PAN Guang-tang, RONG Ting-zhao

(Maize Research Institute, Sichuan Agricultural University, Key Laboratory of Crop Genetic

Resources and Improvement, Ministry of Education, Ya'an 625014, China)

Abstract: Incomplete diallel cross design, together with the method of combining the characterization of population phenotypes with the identification of combining ability were employed to investigate the breeding potential of nine synthetic populations of maize and explore the method of population synthesis. Rich genetic variation was observed within populations, and the mutation degree of economic traits was higher than that of agronomic traits, and also obvious differences in the main population traits and the general combining ability (GCA) was observed. With better major yield traits and the GCA performance than the control, together with the average advantage of the control, 06P7 and 06P8 seemed to have great potential for improvement. GP5 of the control group, although with the higher mean of major yield traits and larger variation degree, the output of the main traits and the performance of the GCA were poor. It needed high import genetic recombination before further utilization improving 06P2 and 06P6 with the main yield traits poor performance of GCA, were not the potential for breeding. Comparison with the results of 06P1-06P8 small populations and large populations of GP5 showed that a certain number of parents on the basis of the synthesis of high and low levels of populations involved in its synthesis of the pro-restructuring, as well as its pros and cons of how much more closely related.

Key words: Maize population; Genetic variation; Combining ability

玉米是杂种优势利用最为成功的作物之一, 对促进玉米生产发展发挥了重要的作用。有关研究表明, 在玉米增产的诸因素中, 品种改良的贡献大约占 40%^[1], 说明优良杂交种在玉米生产中占有重要位

置。优良杂交种的出现依赖于丰富的种质资源, 种质资源的开发利用是玉米育种的基础。20 世纪 80 年代以来, 国内外学者对玉米种质进行了大量的研究^[2-5], 普遍认为生产上利用的玉米杂交种的种质

收稿日期: 2009-10-17

基金项目: 国家“十一五”科技攻关计划子课题 (2006BAD13B03); 教育部长江学者和创新团队发展计划 (IRT0453); 四川省玉米育种攻关项目

作者简介: 江 舟 (1982-) 男, 贵州遵义人, 硕士, 主要从事玉米遗传育种研究。

通讯作者: 杨克诚 (1940-) 男, 四川郫县人, 教授, 博士生导师, 主要从事玉米遗传育种研究。

基础过于狭窄,存在着遗传脆弱性,我国玉米育种当前存在的瓶颈现象就是由于种质基础比较狭窄所致。李竞雄等^[6]指出占我国种植面积 60%以上的玉米杂交种中都含有自 330、Mo17 和黄早四 3 个自交系。王懿波等^[7]的研究结果也认为我国生产用玉米杂交种的亲本系主要集中在改良 Reid 旅大红骨、塘四平头、改良 Lancaster 四大种质类群。鉴于此,我国玉米育种家于 1996 年提出并施行了玉米种质资源的扩增、改良与创新计划^[8]。

人工合成玉米群体具有丰富的基因资源,通过一定的方法改良可聚集其优良基因,提高优良基因和优良基因型频率。国内、外大量的理论与育种实践已经证明,合成各种类型的基础群体,发掘新的杂种优势类群和杂种优势配对模式,是拓宽玉米种质资源,克服种质遗传脆弱性的重要途径^[9]。早在 20 世纪 80 年代,我国许多学者就选用不同来源的材料,组建了具有不同特色的种质群体,并对人工合成群体的育种潜势及改良利用途径进行了研究。张建辉和马燕斌等^[10-11]采用 SSR 标记结合田间试验的方法对玉米人工合成群体的遗传及育种潜势做了较为系统的研究,并对供试群体进行了综合评价。曹士亮等^[12]采用 NCI 设计,以 6 个代表我国主要玉米种质的自交系为测验种与来自 CMMYT 并经过初步改良的 4 个群体杂交,通过配合力和杂种优势分析明确了其进一步改良与利用的方向。李新海等^[13]也采用 NCI 遗传交配设计,对 10 个热带、亚热带玉米群体的配合力效应及利用潜力进行了评价。以上研究结果表明,优异的玉米种质群体应该是具备产量配合力高、农艺性状优良、抗病抗逆性强等特性的材料。因此,为进一步完善群体合成方法,提高玉米育种水平,有必要继续开展对新合成群体的研究。本研究选用 9 个不同玉米人工合成群体作为供试材料,按照合成群体时使用亲本数量的多少,将 9 个群体分为大小群体两类,06P1~06P8 为小群体,使用亲本较少,GP5 为大群体,使用亲本较多,且据前人研究有较好的表现^[10]。通过对这些群体自身性状及配合力表现的比较,为其进一步改良和利用提供一定依据,并以 GP5 群体作为对照群体,对玉米人工合成群体的方式作初步探讨。

1 材料和方法

1.1 材料与试验设计

供试群体分为两部分,第一部分由四川农业大学玉米研究所提供,编号分别为 06P1、06P2、06P3、06P4、06P5、06P6、06P7 和 06P8 每个群体为各使用 1

个不同优良单交组合作母本分别与 2~3 个不同优良单交组合混粉杂交并经 2 次重组合成,简称小群体。第二部分为四川农科院作物所提供的 GP5 该群体以 9 个亲本自交系按 Griffing 方法 4 组配的组合经 2 次重组合成,简称大群体,并以此作为对照。

2006 年夏季,以上述 9 个群体为父本,分别与自交系 R08.48-2.975-12、RP125.478 及黄早四借助不完全双列杂交组配 54 个组合。其中,自交系 R08.48-2.478 和黄早四分别代表我国主要的四大种质类群。组合配制方法是,授粉期每个群体随机抽取 30 个套袋单株的花粉混合,与测验种杂交,每个组合做 3~5 个果穗。果穗收获风干后,脱粒并等量混合同一组合的种子。

2007 年春季,将 9 个群体和 54 个杂交组合种于四川农业大学玉米研究所多营试验基地,进行田间试验。试验采用随机区组设计,3 次重复,双行区,群体每行 24 株,组合每行 14 株,密度约为 48 000 株/hm²。选用川单 13 作组合比较试验对照品种,田间管理同大田生产。群体每小区取中间 40 株获取数据资料,组合每小区取中间 20 株获取数据资料。

1.2 田间调查与室内考种

田间调查株高、穗位高,果穗风干后,室内考查穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、穗重、单株产量、百粒重和出籽率。

1.3 数据统计分析

1.3.1 对群体的统计分析 以小区均数为单位,利用 DPS 软件对数据进行方差分析,揭示群体间的差异;对群体间差异显著的性状做多重比较,并用各性状的变异系数作统计量,揭示群体内的遗传变异。

1.3.2 对测交种的统计分析 以小区均数为单位,利用 DPS 软件,将数据进行方差分析;对组合间差异显著的性状,按明道绪等^[14]、高之仁的不完全双列杂交模型作配合力分析。

2 结果与分析

2.1 群体主要性状的分析

2.1.1 群体间差异显著性检验 从群体方差分析结果(表 1)可以看出,被考查的 11 个性状中,除穗长、秃尖长和穗粗 3 个性状群体间差异不显著外,其余 8 个性状群体间差异达到显著或极显著水平,由此表明这些性状群体间存在真实的遗传差异。

2.1.2 群体间主要性状多重比较及变异系数分析

采用新复极差法(SSR)对群体 8 个差异显著的性状进行多重比较(表 2),结果表明,株高,群体 06P4 和 GP5 间不存在显著差异,但显著低于除 06P2 和

06 P6外的其余群体;穗位高, 06 P4群体的穗位高显著低于其他群体;穗行数, 多数群体之间存在显著差异, 9个群体的均值排列顺序为 06 P4、06 P2、06 P3、06 P8、06 P7、06 P1、06 P6、GP-5、06 P5;行粒数, 06 P2和06 P6群体显著低于其他 7个群体, 而其他群体彼此间差异不显著;穗重和单株产量, 群体 06 P1、06 P2、06 P3、06 P4、06 P5、06 P7、06 P8和 GP-5之间差异不显著, 06 P6群体显著低于除 06 P2的其他群体;百粒重, 多数群体间差异不显著, 仅群体 06 P4显著低于群体 06 P1、06 P5、06 P7和 06 P8;出籽率, 群体 06 P5、06 P7、06 P8和 GP-5显著高于群体 06 P1、06 P2、06 P3和 06 P4。从各性状均值来看, 株高和穗位高均值最

高的群体是群体 06 P7;百粒重和出籽率均值最高的是群体 06 P5。群体 06 P4在穗行数、穗重和单株产量性状上均值最高, 对照群体 GP-5行粒数最高。

从变异系数分析可以看出, 供试群体穗位高变异程度大于株高, 经济性状变异程度大小排列为单株产量、穗重、行粒数、穗行数、百粒重、出籽率。同一群体内主要经济性状单株产量、穗重、行粒数和穗行数变异程度较高, 且高于农艺性状的变异。从同一性状不同群体间的比较来看, 群体 06 P1、06 P2、06 P4和 06 P6主要经济性状变异程度较高, 对照群体 GP-5农艺性状株高、穗位高变异程度大于其他群体, 主要经济性状的变异程度也相对较高。

表 1 群体方差分析结果

Tab 1 Analysis of variance for different population

变异来源 Source of variation	自由度 DF	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	秃尖长 Barren ear tips length	穗行数 Rows/ear	穗粗 Ear diameter
区组间 Block	2	9.62**	1.57	4.74*	3.00	2.49	0.58
群体间 Among population	8	8.44**	10.70**	1.69	2.46	33.04**	1.98
误差 Error	16	22.05	15.88	0.71	0.19	0.14	0.01

变异来源 Source of variation	自由度 DF	行粒数 Kernels/row	穗重 Ear weight	单株产量 Yield/plant	百粒重 100-kernel height	出籽率 Percentage of kernel to cob
区组间 Block	2	3.60	3.84*	3.91*	1.17	1.44
群体间 Among population	8	8.15**	3.29*	3.10*	3.14*	9.98**
误差 Error	16	1.32	83.85	66.15	2.47	0.45

注: *, ** 在 0.05 和 0.01 水平上差异显著, 下同。
Note: * and **, Significant difference at 0.05 and 0.01 Probability levels respectively. The same below.

表 2 9个群体主要性状均值及变异系数

Tab 2 Comparison of means and coefficients of variability (CV) for major traits of different populations

性状 Trait	群体 Population	均值 Mean	变异系数 /% CV
株高 / cm Plant height	06 P7	247.68 a	8.14
	06 P1	242.25 ab	7.45
	06 P3	235.52 bc	7.05
	06 P5	235.40 bc	7.45
	06 P8	235.13 bc	8.14
	06 P6	228.63 cd	6.91
	06 P2	228.07 cd	7.82
	06 P4	225.82 d	8.25
	GP-5	223.71 d	10.72
穗位高 / cm Ear height	06 P7	104.65 a	14.91
	06 P6	103.30 a	12.94
	06 P8	103.03 a	12.77
	06 P2	97.59 ab	15.93
	06 P5	95.26 b	14.51
	06 P1	94.95 b	13.61
	06 P3	94.59 b	15.86
	GP-5	90.08 b	14.95
	06 P4	80.69 c	16.03
穗行数 Rows/ear	06 P4	18.37 a	12.29
	06 P2	17.24 b	14.26
	06 P3	17.02 b	16.17
	06 P8	16.33 c	17.39
	06 P7	16.04 cd	14.76

性状 Trait	群体 Population	均值 Mean	变异系数 /% CV
穗重 / g Ear weight	06 P4	115.45 a	36.72
	06 P3	114.09 a	25.66
	06 P1	110.84 a	33.32
	06 P7	110.78 a	30.90
	06 P8	110.14 a	30.53
	06 P5	108.82 a	31.77
	GP-5	107.63 a	30.08
	06 P2	98.96 ab	33.46
	06 P6	84.49 b	35.50
单株产量 / g Yield/plant	06 P4	95.23 a	38.89
	06 P7	93.74 a	31.89
	06 P5	93.37 a	33.09
	06 P3	92.87 a	28.02
	06 P8	92.33 a	31.91
	GP-5	91.09 a	30.73
	06 P1	90.74 a	34.41
	06 P2	81.31 ab	34.98
	06 P6	69.65 b	37.64
百粒重 / g 100-kernel weight	06 P5	25.25 a	3.42
	06 P7	25.08 a	7.97
	06 P1	23.80 ab	5.01
	06 P8	23.48 ab	12.01
	GP-5	23.10 abc	3.51

续表 2

性状 Trait	群体 Population	均值 Mean	变异系数 /% CV	性状 Trait	群体 Population	均值 Mean	变异系数 /% CV
行粒数 Kemel/row	06P1	16 01 cd	14 98	出籽率 /% Percentage of Kemel of cob	06P2	22 83 abc	1 79
	06P6	15 53 de	12 06		06P3	22 30 abc	2 46
	GP-5	14 98 e	14 59		06P6	21 38 bc	6 55
	06P5	14 28 f	13 49		06P4	20 30 c	5 09
	GP-5	28 22 a	23 58		06P5	67 57 a	3 12
	06P5	27 94 a	23 97		GP-5	66 77 ab	3 25
	06P8	27 82 a	21 13		06P7	66 73 ab	3 15
	06P3	27 81 a	21 60		06P8	66 10 bc	3 76
	06P4	27 77 a	22 56		06P6	64 95 cd	5 49
	06P7	26 28 a	29 15		06P4	64 77 d	3 94
	06P1	26 24 a	22 39		06P2	64 72 d	3 97
	06P6	23 69 b	19 76		06P1	64 56 d	4 41
	06P2	23 25 b	22 10		06P3	64 08 d	4 56

注: 均值后小写字母表示邓肯氏新复极差法 0.05水平检验差异显著, 下同。
Note: Means followed by a different letter are significantly different as indicated by Duncan's multiple range test at P=0.05. The same below.

2.2 群体配合力效应分析

可以看出, 所有性状组合间差异均达到极显著水平,

2.2.1 组合间差异显著性检验 以小区均数为单位, 对 54个组合的 11个性状进行方差分析 (表 3)。

表明这些性状组合间存在真实的遗传差异。

表 3 组合方差分析结果

Tab 3 Analysis of variance for different combinations

变异来源 Source of variation	自由度 DF	株高 Plant height	穗位高 Ear height	秃尖长 Barren ear tips length	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter
区组间 Block	2	1 53	9 67**	4 07*	9 10**	1 73
组合间 Among combinations	53	10 14**	8 20**	3 85**	6 21**	8 79**
误差 Error	106	78 92	27 80	0 21	0 71	0 01

变异来源 Source of variation	穗行数 Rows/ear	行粒数 Kemel/row	穗重 Ear weight	单株产量 Yield/Plant	百粒重 100-kemel weight	出籽率 Percentage of kemel to cob
区组间 Block	1 21	10 43**	11 98**	12 03**	0 69	4 41**
组合间 Among combinations	21 34**	5 23**	4 04**	3 87**	2 52**	10 41**
误差 Error	0 24	4 29	159 31	127 35	4 29	0 51

2.2.2 配合力方差分析 对组合间差异显著的 11个性状做配合力方差分析 (表 4), 结果表明, 各性状一般配合力 (GCA)群体间的差异均达显著或极显

著水平; 株高、穗粗、穗行数、穗重、单株产量及出籽率的特殊配合力 (SCA)组合间的差异达显著或极显著水平。

表 4 配合力方差分析结果

Tab 4 Analysis of variance for combining ability

变异来源 Source of variation	自由度 DF	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	穗粗 Ear diameter	秃尖长 Barren ear tips length
测验种 GCA	5	53 93**	57 59**	32 16**	16 49**	19 86**
群体 GCA	8	5 72**	6 86**	4 41**	2 83*	5 37**
测验种×群体 SCA	40	1 51*	1 14	1 39	3 21**	1 12
误差 Error	106	78 92	27 80	0 71	0 01	0 21

变异来源 Source of variation	穗行数 Rows/ear	行粒数 Kemel/row	穗重 Ear weight	百粒重 100-kemel height	单株产量 Yield/plant	出籽率 Percentage of kemel to cob
测验种 GCA	59 51**	28 88**	7 66**	9 28**	6 22**	5 38**
群体 GCA	14 90**	4 58**	2 36*	6 45**	2 19*	3 02**
测验种×群体 SCA	2 48**	1 25	2 20**	0 97	2 31*	6 17**
误差 Error	0 24	4 29	159 31	4 29	127 35	0 51

2.2.3 一般配合力分析 一般配合力效应是由亲本基因型的加性效应所决定的, 是可以稳定遗传并可通过亲本预测子代表现的部分^[15]。通过最小显

著差数法 (LSD法) 对供试群体 11个性状的 GCA效应值进行显著性检验 (表 5)。可知, 株高, 只有群体 06P7和 GP5的 GCA效应值达极显著水平, 且两

者作用方向相反。穗位高,群体 06 P₁、06 P₄和 GP-5 的 GCA负向效应值达到极显著水平,负向效应值最大的是 06 P₁;群体 06 P₂、06 P₇和 06 P₈的 GCA正向效应值达显著或极显著水平,正向效应值最大的是 06 P₇。穗长、穗粗、穗行数、百粒重和秃尖长,供试群体的 GCA效应值均达极显著水平。其中,穗长 GCA正向效应值最大的是 06 P₁,负向效应值最大的是 06 P₂;穗粗 GCA效应值正向效应值最大的是 06 P₅,负向效应值最大的是 GP-5;穗行数 GCA正向效应值的群体有 4 个,最大的是 06 P₂,负向效应值的群体有 5 个,最大的是 06 P₅;百粒重 GCA正向效应值最大的是 06 P₅,负向效应值最大的是 06 P₄;秃尖长 GCA正向效应值最大的是 06 P₁,负向效应值最大的是 06 P₅。行粒数,除群体 06 P₇外的其余 8

个群体的 GCA效应值均达到极显著水平,正向效应值最大的是 06 P₃,负向效应值最大的是 06 P₂。穗重,群体 06 P₂、06 P₆、06 P₇和 GP-5 的 GCA效应值达到显著或极显著水平,正向效应值最大的是 06 P₇,负向效应值最大的是 06 P₆。单株产量,群体 06 P₂、06 P₆、06 P₇、06 P₈和 GP-5 的 GCA效应值达到显著或极显著水平,正向效应值最大的是 06 P₇,负向效应值最大的是 06 P₆。出籽率,除群体 06 P₁和 06 P₂外的其余群体 GCA效应值均达到极显著水平,正向效应值最大的是 06 P₇,负向效应值最大的是 GP-5。综上所述,群体 06 P₁、06 P₄和 GP-5 农艺性状 GCA表现较好,群体 06 P₇和 06 P₈的主要经济性状 GCA表现较优。

表 5 11 个性状一般配合力相对效应值
Tab 5 GCA effect of 11 traits

群体 Population	株高 Plant height	穗位高 Ear height	穗长 Ear length	行粒数 Kernels/row	穗粗 Ear diameter	穗行数 Rows/ear
06 P ₁	-0.224	-4.887**	5.827**	2.034**	-0.797**	-3.100**
06 P ₂	-0.297	2.596*	-4.723**	-8.586**	0.746**	6.645**
06 P ₃	1.089	1.413	2.945**	4.105**	0.928**	4.686**
06 P ₄	-0.407	-3.673**	-2.113**	-0.803*	1.325**	4.542**
06 P ₅	2.188	1.070	-3.199**	-1.077**	1.525**	-4.640**
06 P ₆	-2.050	-0.807	-1.843**	-2.610**	-1.464**	-4.419**
06 P ₇	4.598**	5.454**	2.054**	-0.121	0.296**	0.785**
06 P ₈	-0.006	3.126**	-0.849**	3.265**	1.044**	-0.079**
GP-5	-4.891**	-4.292**	1.902**	3.792**	-3.602**	-4.420**
LSD _{0.05}	3.389	2.011	0.321	0.790	0.041	0.189
LSD _{0.01}	4.481	2.660	0.424	1.044	0.055	0.249

群体 Population	穗重 Ear weight	百粒重 100-kernel weight	单株产量 Yield/plant	出籽率 Percentage of kernel to cob	秃尖长 Barren ear tips length
06 P ₁	2.576	3.287**	2.322	-0.092	17.695**
06 P ₂	-6.809**	-4.677**	-7.002**	-0.113	12.151**
06 P ₃	3.720	-4.383**	2.564	-1.042**	6.232**
06 P ₄	3.749	-5.537**	2.918	-0.954**	-4.177**
06 P ₅	1.363	9.996**	2.409	1.215**	-27.846**
06 P ₆	-8.095**	-1.951**	-7.457**	0.937**	-5.849**
06 P ₇	5.467*	2.687**	6.681**	1.219**	3.561**
06 P ₈	4.120	1.726**	4.779*	0.655**	-3.115**
GP-5	-6.089*	-1.148**	-7.213**	-1.825**	1.348**
LSD _{0.05}	4.814	0.790	4.305	0.272	0.176
LSD _{0.01}	6.367	1.045	5.692	0.360	0.233

2.2.4 特殊配合力 为消除其他 2 个测验种的影响,将与标准测验种组配的 36 个组合单株产量的 SCA 单独计算,结果列于表 6。根据表 6 中 36 个组合单株产量 SCA 表现,将 9 个群体分别归入 4 个标准测验种所代表的国内 4 个玉米主要遗传种质类群,若某群体与某标准测验种单株产量 SCA 高,则不属于这个测验种所代表的种质类群。反之,则归入此测验种所代表的种质类群。结果表明,9 个人

工合成群体可以归为 4 类。其中,群体 06 P₃、06 P₈ 与 R08 归为一类,06 P₁、06 P₄、06 P₇ 与 48-2 归入一类,06 P₂、06 P₆ 与掖 478 归为一类,GP-5 与黄早四归为一类,而 06 P₅ 既可归入 48-2 所属类群,也可归入掖 478 所属类群。上述研究结果中,将 GP-5 与黄早四归为一类与张建辉等人的研究结果差异较大,这是否与基因型和环境互作有关尚值得进一步研究。

表 6 与标准测验种所配组合单株产量特殊配合力
Tab 6 SCa of yield per plant of hybridized combination with model tester

群体	06P1	06P2	06P3	06P4	06P5	06P6	06P7	06P8	GP-5
R08	4.93	-0.74	-6.03	-4.77	5.19	1.43	0.13	-8.01	7.86
48-2	-5.82	8.24	-2.78	-5.06	-5.64	-2.09	-6.93	-2.05	22.14
掖 478	2.51	-11.49	6.70	7.93	-8.47	-5.74	6.31	-0.99	3.25
黄早四	-1.62	3.99	2.11	1.90	8.92	6.41	0.49	11.05	-33.25

2.2.5 组合产量比较 对照优势超过 8%的 37 个组合的单株产量列于表 7。可以看出,对照优势大于 20%的组合数有 16 个,对照优势在 10%~20%之间的组合数有 18 个,而大于 8%小于 10%的组合仅有 3 个。在这 37 个组合中,06P8 群体所配的组合有 6 个,其平均对照优势为 17.30%;06P3、06P4、06P5 和 06P7 群体所组配组合分别为 5 个,它们的

平均对照优势为 17.07%、17.24%、16.70% 和 20.53%;06P1 和 GP5 群体所组配的组合各有 4 个,平均对照优势分别为 19.22%和 16.81%;而 06P2 和 06P6 群体所组配的组合仅有 2 个和 1 个,平均对照优势分别为 17.69%和 20.97%。进一步表明,06P7 和 06P8 群体的产量 GCA 不仅明显优于对照群体 GP-5 而且也明显优于其他群体。

表 7 单株产量较对照优势大于 8%的组合

Tab 7 Hybrid combinations of control advantages that was positive value in yield per plant

编号 No.	杂交组合 Hybrid combination	单株产量 Yield/plant	对照优势 /% Advantage of CK	编号 No.	杂交组合 Hybrid combination	单株产量 Yield/plant	对照优势 /% Advantage of CK
1	RP125×06P7	131.96	29.78	20	975-12×06P4	112.27	17.46
2	975-12×06P7	126.98	27.02	21	R08×06P5	111.75	17.08
3	48-2×GP5	123.91	25.21	22	48-2×06P8	110.84	16.39
4	RP125×06P5	121.49	23.72	23	478×06P8	110.74	16.32
5	975-12×06P1	121.23	23.56	24	黄早四×06P8	110.13	15.86
6	RP125×06P8	120.31	22.98	25	R08×06P7	108.78	14.81
7	RP125×06P4	120.29	22.97	26	48-2×06P2	108.00	14.20
8	975-12×06P5	119.02	22.14	27	48-2×06P1	107.45	13.76
9	RP125×06P3	118.89	22.06	28	R08×GP5	106.86	13.28
10	975-12×06P3	118.86	22.04	29	48-2×06P3	106.78	13.22
11	478×06P4	118.50	21.80	30	48-2×06P4	106.30	12.82
12	975-12×06P8	118.44	21.76	31	R08×06P4	104.28	11.13
13	975-12×06P2	117.56	21.18	32	48-2×06P7	103.82	10.74
14	975-12×06P6	117.26	20.97	33	黄早四×06P5	103.69	10.63
15	478×06P7	116.27	20.30	34	478×GP5	103.23	10.23
16	R08×06P1	116.22	20.26	35	48-2×06P5	102.90	9.94
17	478×06P3	115.36	19.67	36	R08×06P8	102.38	9.49
18	478×06P1	114.84	19.31	37	R08×06P3	101.12	8.36
19	975-12×GP5	113.71	18.51				

3 讨论与结论

3.1 供试群体育种潜势比较

人工合成群体是玉米育种的基础材料,为解决玉米种质遗传基础狭窄的问题,就必须拓宽基础材料。大量育种实践表明,群体主要性状表现,除影响其选系所配杂交组合的制种产量外,还对杂交组合性状产生重要影响^[16-17]。因此,对群体作综合评价时,不仅要分析它的配合力,而且还要结合其主要性状进行评价。从本研究结果可以看出,农艺性状株高、穗位高 GCA 较优的群体,产量性状 GCA 并不一定最好,而产量性状 GCA 最好的群体,农艺性状株高、穗位高的 GCA 不一定最优。这就说明,必须有针对性的对人工合成群体进行改良利用方能取得较佳的育种效果。从本研究的实际情况看,群体 06P7

和 06P8 主要产量性状及其 GCA 表现均较优良,仅农艺性状株高、穗位高的 GCA 表现较差,因此,相对而言它们应属于较优基础群体,改良利用潜力较大。对照群体 GP-5 主要产量性状均值较高,变异程度较大,且株高、穗位相对较矮, GCA 负向效应值大,但其主要产量性状 GCA 效应表现较差,可采用开放式群体改良方案,加入相同类群高配材料基因进行遗传重组,增加群体高配基因积累后再进行利用。群体 06P2 和 06P6 虽主要产量性状变异程度较大,但其均值较低,且 GCA 效应值多表现为负,属于较差的基础群体,育种潜力不大。

3.2 群体合成方式初步探讨

基础群体的合成是玉米群体改良的关键环节。在合成群体时,首先应注意的是基础材料的数量及自身性状等。合成理想的群体,将面临群体的遗传

异质性和群体出现优良个体的频率之间的矛盾。一个群体的遗传变异范围虽广,但如果没有优良的分选材料出现,其价值也是不大的。反之,有优良的分选材料出现,但群体的遗传变异范围不广,也是不够理想的。最好是群体的变异范围广,且不断有优良的分选类型出现。怎样培育一个能适当协调这一矛盾的复合群体,是育种工作中一个值得深入研究的问题。一般认为选择 10个左右性状优良的骨干系,采用复合杂交的方法组建群体是较好的方法^[18]。辽综群体是辽宁省农科院用国内外对旅大红骨系有较好配合力的 12份自交系组成的群体,东农群体由东北农业大学用 20世纪 90年代常用的 10个骨干自交系合成^[15]。本研究结果表明,除农艺性状株高、穗位高外,其余性状多数小群体的遗传变异程度均与大群体 GP5相当,或略高于大群体 GP5且部分小群体产量性状的 GCA表现还明显优于大群体 GP5。这就说明在一定亲本数量的基础上,合成群体水平的高低与其参与合成亲本的优劣关系更为密切。

其次,合成群体时要充分重组,以提高优良基因重组体出现的频率。多次重组,有利于打破优良基因与不良基因的连锁,增加优良基因重组的机会。群体内优良基因频率不断提高且更加集中,从中分离优良基因型个体的可能性也会增大^[19]。杨克诚等^[20]研究表明,基础群体重组次数对玉米群体产量和产量组成性状的改良效果有明显影响。本试验使用的供试群体虽然都经过重组,但合成小群体时使用的是优良单交组合,这样在合成小群体前,这些自交系(用于组配单交组合的自交系)的基因就已进行了一次重组。因此,小群体在一定程度上比大群体的重组程度要高一些,这可能也是大部分小群体在经济性状上表现较优的重要原因之一。

所以,笔者认为在合成群体时应根据育种目标,综合考虑所用种质的数量及自身性状等因素,并进行充分的重组,以打破优良基因与不良基因的连锁,提高群体内优良基因型个体的频率。这样才能提高人工合成群体的效率,为育种工作提供优良的基础材料。

参考文献:

- [1] 梁文科,张世煌,戚廷香,等.热带温带玉米群体产量性状遗传力及遗传方差分量的剖析[J].中国农业科学,2006 39(11): 2178—2185
- [2] Vasal S K, Srinivasan G, Crossa J et al. Heterosis and combining ability of CMMYT's subtropical and temperate early maturity maize germplasm[J]. Crop Science 1992

- 32 884—890
- [3] Vasal S K, Srinivasan G, Beck D L, et al. Heterosis and combining ability of CMMYT's tropical late white maize germplasm[J]. Maydica 1992 37: 217—223
- [4] 滕文涛,曹靖生,陈彦惠,等.十年来中国玉米杂种优势群及其模式变化的分析[J].中国农业科学,2004 37: 1804—1811.
- [5] Beck D L, Vasal S K, Crossa J. Heterosis and combining ability among subtropical and temperate intermediate maturity maize germplasm[J]. Crop Science 1991 31: 68—73
- [6] 李竞雄,石蔼权.玉米育种研究进展[M].北京:北京科学出版社,1992 8—14
- [7] 王懿波,王振华,王永普,等.中国玉米主要种质杂种优势利用模式研究[J].中国农业科学,1997 30(4): 16—21
- [8] 彭泽斌,张世煌.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
- [9] 铁双贵,郑用珪,刘丁良,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: 28—34
- [10] 张建辉,荣廷昭,潘光堂,等.5个玉米人工合成群体主要性状育种潜势分析[J].作物学报,2006 32: 273—277.
- [11] 马燕斌,杨克诚.6个玉米人工合成群体的配合力分析[J].玉米科学,2007 15(3): 48—51.
- [12] 曹士亮,金益,董玲,等.部分 CMMYT玉米群体改良与利用的初步研究[J].东北农业大学学报,2008 39(1): 13—18
- [13] 李新海,徐尚忠,李建生.10个热带、亚热带玉米群体配合力效应研究[J].玉米科学,2001 9(1): 1—5
- [14] 明道绪,黄玉碧,王超,等.不完全双列杂交单株资料的配合力分析[J].西南农业学报,1994 7: 102—107.
- [15] 刘志新,姜敏,王金君,等.国内几个主要玉米群体材料配合力分析及利用价值评价[J].杂粮作物,2005 25(3): 125—128
- [16] 刘勋甲,郑用珪,徐尚忠.4个玉米合成群体及其亲本群体的遗传变异比较与利用[J].作物学报,1999 25(2): 208—214
- [17] Peter S G, Lamkey K R. Effective population size and genetic variability in the BSS1 maize population[J]. Crop Science 2000 40: 338—346
- [18] 宁家林,于兵,高洪敏,等.玉米自交系选育的现状与对策[J].杂粮作物,2000 20(5): 4—7
- [19] 荣廷昭,杨克诚,李晚忱,等.西南生态区玉米育种[M].北京:中国农业出版社,2003 249—250
- [20] 杨克诚,赖仲铭.基础群体和子群体重组次数对玉米群体主要经济性状改良效果影响的研究[J].四川农业大学学报,1990 8(1): 11—17.