

# 5个玉米人工合成群体选系的配合力分析

苟才明, 杨克诚

(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:** 选用8个自交系为测验种, 采用不完全双列杂交设计, 对5个玉米人工合成群体新选的15个自交系的配合力、杂种优势以及主要性状遗传参数进行了分析。结果表明, 单株产量 GCA 表现突出, 且构成产量因子性状 GCA 表现也较好的新选自交系有 GP2-1, GP5-2 和 GP5-5; SCA 值高、杂种优势强的组合是  $48-2 \times GP3-3$  和  $ES40 \times GP1-2$ ; 在穗长、秃尖长、穗粗等12个性状中, 亲本的基因加性效应对  $F_1$  性状形成起主导作用, 而穗重和单株产量的遗传变异主要来自于基因非加性效应。因此, 对于高产组合的选配, 至少要选择1个GCA高的材料作亲本, 并在此基础上兼顾SCA的选择, 而利用群体自交选系则应根据性状遗传特性决定其选择时期和选择强度。

**关键词:** 玉米; 群体; 自交系; 配合力; 杂种优势

中图分类号: S513.03 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2008)02-0062-06

## Analysis on Combining Ability of Inbred Lines from 5 Synthetic Maize Populations

GOU Cai-ming, YANG Ke-cheng

(Maize Research Institute, Sichuan Agricultural University, Key Laboratory of Crop Genetic Resources and Improvement, Ministry of Education, Ya'an 625014, China)

**Abstract:** The primary objective of this study was to estimate combining ability and its genetic parameters of a set of 15 newly inbred lines. The materials included 8 testers, which used commonly in southwest regions, 15 newly inbreds obtained from 5 synthetic corn populations named GP1, GP2, GP3, GP4, GP5, and 120 ( $15 \times 8$ ) combinations which were crossed with 15 new maize inbred lines and the 8 testers by NC II mating design. The combining ability of 15 inbred lines from five groups was analyzed based on the data for the experiment. The genetic parameters were done basing on combining ability. The results showed that GP2-1, GP5-2 and GP5-5 with the better comprehensive characters could be directly used in maize breeding program. The SCA of  $48-2 \times GP3-3$ ,  $ES40 \times GP1-2$  was high in most traits, they brought out strong heterosis. GCA variance was bigger than SCA variance in ear length, sterile length, ear diameter etc twelve characters, yet SCA variance of ear weight and plant weight was bigger than GCA variance. So, these characters were selected would be based on their heritability. For example, ear length, sterile length, ear diameter etc can be selected in early stage, ear weight and plant weight ought to be selected in lately stage. We should pay attention to GCA, SCA when cross elite hybrid combinations.

**Key words:** Maize; Groups; Inbred lines; Combining ability; Heterosis

目前, 由于育种压力和商业竞争, 许多育种者为尽快选育出具有较多优良农艺性状的自交系, 通常采用二环系选择、回交改良等方法。这样虽加快了育成新品种的速度, 但也造成了自交系间的遗传基础日益狭窄并限制了育种水平的进一步提高, 因此玉米种质基础狭窄问题已成为我国玉米育种中的瓶颈<sup>[1]</sup>。随着我国加入 WTO, 国内种子市场对外逐步开放, 如何解决国内种子行业在竞争激烈的市场中占

有一席之地的问题, 对玉米育种来说, 就是要以丰富的种质资源为基础, 充分发挥杂种优势的作用, 而杂种优势利用的关键是合理选择亲本, 亲本的应用潜力关键是配合力<sup>[2]</sup>。由此可见, 通过不断创造、更新和引进新的种质资源材料, 构建玉米人工合成群体, 并以此为基础进行合成群体选系的农艺经济性状鉴定和配合力分析对拓宽玉米种质基础, 实现玉米自交系的改良和创新, 选育出强优势组合, 缩短育种进程, 提

收稿日期: 2007-12-02

基金项目: 国家科技攻关计划(2004BA525B04); 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资助

作者简介: 苟才明(1978-), 男, 四川巴中人, 硕士, 主要从事玉米遗传育种研究工作。

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工作。

高育种效率具有十分重要的意义。为此,四川农业大学玉米研究所针对西南地区生态条件复杂的特点,先后合成了一批新的玉米种质群体,并系统研究了这批人工合成群体的遗传多样性,主要农艺、经济性状及其配合力表现,但尚未研究群体选系的表现<sup>[3]</sup>。为提高育种效率,在对合成群体育种潜能研究的基础上,本研究以 5 个玉米人工合成群体的部分选系为供试材料,通过配合力分析,研究它们的主要农艺、经济性状的配合力表现,旨在探明 5 个群体选系的应用价值,进而反推验证群体的利用潜力,为新选系的应用及群体的合成与改良提供理论依据。

## 1 材料和方法

5 个群体由四川农业大学玉米研究所和四川农科院作物所提供,每个群体为 10 个以上单交组合经 2 次重组合成的遗传平衡群体,其中 GP5 为四川省农科院作物所合成。采用半同胞轮回选择法进行了 4 轮改良,并从中选育出 15 个自交系。以 5 个玉米人工合成群体的 15 个新选系(被测系)为父本,西南地区目前常用的 8 个骨干系(测验种)为母本(表 1),2005 年秋季,在云南元江按不完全双列杂交设计配制 120 个杂交组合。2006 年春季,将 120 个杂交组合播于四川农业大学玉米研究所多营试验基地,田间试验采用随机区组设计,3 次重复,双行区,行距 0.85 m,窝距 0.4 m,双株种植,每行 14 株,密度 48 000 株/hm<sup>2</sup>,每 10 个小区设 1 个对照,对照品种为川单 13,田间管理同大田生产。每小区取中间 20 株调查穗长、秃尖长、穗行数、行粒数、穗重、穗粒重、单株产量、百粒重、出

籽率、容重等性状获取资料。

表 1 组配组合的自交系

Tab. 1 Inbreds of combining groups				
序号 No.	群体选系编号(♂) New inbred lines	所属群体 Groups	序号 No.	测验种名称(♀) Name
01	GP1- 1	GP1	16	ES40
02	GP1- 2	GP1	17	RP125
03	GP2- 1	GP2	18	R08
04	GP3- 1	GP3	19	18- 599
05	GP3- 2	GP3	20	48- 2
06	GP3- 3	GP3	21	975- 12
07	GP4- 1	GP4	22	RP128
08	GP4- 2	GP4	23	9- 636
09	GP4- 3	GP4		
10	GP4- 4	GP4		
11	GP5- 1	GP5		
12	GP5- 2	GP5		
13	GP5- 3	GP5		
14	GP5- 4	GP5		
15	GP5- 5	GP5		

配合力分析按不完全双列杂交设计分析程序进行<sup>[4]</sup>。对照优势(%) = (F<sub>1</sub>- CK)/CK × 100%,其中 F<sub>1</sub> 为杂种一代单株产量平均值,CK 为对照川单 13 单株产量平均值。数据统计分析由 DPS 和 Excel 软件完成。

## 2 结果与分析

### 2.1 基因型差异显著性检验

对 120 个杂交组合 15 个农艺、经济性状进行方差分析(表 2),可以看出,株高、穗位高、穗长、秃尖长、穗粗、轴径、粒深、穗行数、行粒数、穗重、轴重、单株产量、出籽率、百粒重、容重均达极显著水平。表明 15 个性状在各杂交组合间遗传差异真实存在。

表 2 杂交组合主要农艺、经济性状的差异显著性检验结果

Tab. 2 Significance test of hybrid combination primary agriculture practical characters									
变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	穗长 Ear length	秃尖长 Sterile length	穗粗 Ear diameter	轴径 Axis diameter	粒深 Kernel length	穗行数 Rows per ear	行粒数 Kernels per row	穗重 Ear weight
区组 Blocks	2	3.97**	0.05	0.07*	0.01	0.02*	1.15	19.48*	1977.13**
处理 Crosses	119	5.17**	1.28**	0.1**	0.1**	0.01**	4.53**	31.71**	650.35**
误差 Error	238	0.65	0.16	0.02	0.01	0.01	0.39	4.52	252.94

变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	轴重 Axis weight	单株产量 Plant weight	出籽率 Shelling percentage	百粒重 100- kernel weight	容重 Unit weight	株高 Plant height	穗位高 Ear height
区组 Blocks	2	63.54**	1399.32**	0.72	8.12	306.68	488.4*	425.14**
处理 Crosses	119	53.7**	530.05**	18.59**	18.41**	1817.05**	643.28**	185.61**
误差 Error	238	4.63	209.85	1.69	3.69	266.35	148.64	31.74

### 2.2 配合力分析

2.2.1 配合力方差分析 对组合间差异显著性状进行配合力方差分析(表 3),结果表明,除粒深 SCA、测验种单株产量 GCA 不显著外,其余各性状的 GCA 和 SCA 在自交系和组合间的差异均达显著或极显著水平。

2.2.2 被测系一般配合力分析 被测系各性状 GCA 相对效应值列于表 4。可见同一亲本各性状间及同一性状各亲本间存在明显的差异,表明不同亲本在同一性状上以及同一亲本在不同性状上的加性效应大小不同。

表 3 各性状一般配合力(GAC)和特殊配合力(SCA)方差分析

Tab.3 Variance analysis of GCA and SCA for traits

变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	穗长 Ear length	秃尖长 Sterile length	穗粗 Ear diameter	轴径 Axis diameter	粒深 Kernel length	穗行数 Rows per ear	行粒数 Kemels per row	穗重 Ear weight
GCA P	14	8.08**	7.36**	7.97**	9.44**	4.73**	16.03**	9.72**	2.78**
T	7	9.68**	11.01**	18.83**	40.01**	9.79**	33.34**	11.25**	2.18*
SCA P×T	98	3.39**	3.44**	2.08**	1.97**	1.24	2.49**	2.67**	2.01**

变异来源 Source of variation	自由度 Degree of freedom	轴重 Axis weight	单株产量 Plant weight	出籽率 Shelling percentage	百粒重 100- kemel weight	容重 Unit weight	株高 Plant height	穗位高 Ear height	
GCA P	14	8.17**	3.65**	14.66**	6.68**	12.37**	6.60**	8.59**	
T	7	24.79**	1.11	23.71**	4.48**	11.13**	19.56**	15.24**	
SCA P×T	98	3.58**	1.92**	2.78**	2.66**	2.33**	1.57**	2.14**	

注: P 为 5 个群体新选自交系,T 为测验种,P×T 为杂交组合; \*\* 表示 a 在 0.01 水平上显著; \* 表示 a 在 0.05 水平上显著。  
Note: P indicates five newly inbreds lines,T indicates testers,P×T indicates hybrid combination; \*\* indicates significance at 0.01 level; \* indicates significance at 0.05 level.

表 4 15 个新选自交系主要农艺、经济性状的 GCA 相对效应值

Tab.4 GCA effect of primary agriculture practical characters in 15 newly inbred lines

序号 Code	自交系 Inbred line	穗长 Ear length	秃尖长 Sterile length	穗粗 Ear diameter	轴径 Axis diameter	粒深 Kernel length	穗行数 Rows per ear	行粒数 Kemels per row	穗重 Ear weight
1	GP1- 1	- 0.97**	- 11.49**	- 2.76**	- 4.29**	- 0.88**	- 4.86**	- 7.27**	- 5.34
2	GP2- 1	5.83**	- 9.54**	- 0.64**	- 8.01**	8.48**	0.44*	7.34**	5.60
3	GP3- 1	- 0.50*	30.65**	1.32**	2.61**	- 0.28**	- 0.26	- 6.43**	- 3.67
4	GP3- 2	- 2.97**	34.58**	2.63**	6.48**	- 2.13**	0.95**	- 4.95**	2.29
5	GP3- 3	- 4.70**	- 52.78**	0.13**	0.31**	- 0.10**	- 8.67**	3.79**	- 2.50
6	GP4- 1	8.08**	- 15.29**	- 0.49**	0.41**	- 1.61**	- 0.06	7.09**	6.50
7	GP4- 2	- 0.61**	- 22.88**	1.78**	2.79**	0.54**	- 2.57**	2.08**	0.92
8	GP4- 3	- 1.95**	19.35**	1.76**	1.74**	1.79**	0.42*	- 3.13**	- 0.40
9	GP4- 4	- 10.15**	69.50**	1.80**	4.43**	- 1.46**	2.85**	- 19.58**	- 13.34**
10	GP5- 1	6.94**	- 12.05**	- 3.28**	- 2.98**	- 3.64**	0.66**	8.24**	3.23
11	GP5- 2	- 8.66**	- 50.87**	4.02**	3.12**	5.13**	11.31**	3.03**	3.63
12	GP5- 3	6.73**	17.09**	- 1.62**	- 1.08**	- 2.27**	4.78**	5.21**	- 2.82
13	GP1- 2	7.61**	65.34**	- 2.78**	- 2.13**	- 3.58**	- 9.37**	5.35**	2.93
14	GP5- 4	- 0.86**	- 29.96**	- 2.66**	- 2.44**	- 2.93**	2.53**	5.46**	- 0.18
15	GP5- 5	- 3.82**	- 31.64**	0.79**	- 0.95**	2.95**	1.85**	- 6.22**	3.17
	LSD <sub>0.05</sub>	0.457	0.226	0.073	0.062	0.041	0.353	1.202	8.999
	LSD <sub>0.01</sub>	0.600	0.297	0.095	0.082	0.054	0.464	1.580	11.827

序号 Code	自交系 Inbred line	轴重 Axis weight	单株产量 Plant weight	出籽率 Shelling percentage	百粒重 100- kemel weight	容重 Unit weight	株高 Plant height	穗位高 Ear height	
1	GP1- 1	- 12.15**	- 4.17	1.55**	9.81**	3.12	- 3.16	- 1.26	
2	GP2- 1	- 11.11**	9.12*	3.34**	- 0.06	- 2.19	5.92	10.24**	
3	GP3- 1	8.03**	- 5.75	- 2.50**	0.95	- 3.02	4.62	- 1.42	
4	GP3- 2	7.42**	1.15	- 0.95*	3.41**	3.59	0.00	3.36*	
5	GP3- 3	1.37*	- 3.43	- 0.96*	1.10*	- 0.22	- 1.63	- 2.71	
6	GP4- 1	11.03**	5.67	- 0.68	0.56	- 0.11	1.46	- 4.11*	
7	GP4- 2	9.56**	- 0.71	- 1.73**	3.23**	- 3.53	5.60	8.47**	
8	GP4- 3	- 3.70**	0.23	0.85*	1.05	- 0.08	1.02	- 3.36*	
9	GP4- 4	- 0.05	- 16.22**	- 3.13**	1.67**	1.75	- 1.34	- 6.03**	
10	GP5- 1	- 1.22*	4.17	0.92*	- 3.39**	- 0.69	1.34	3.33*	
11	GP5- 2	- 5.75**	5.82	1.96**	- 8.76**	- 3.99	- 3.69	- 5.14**	
12	GP5- 3	- 3.80**	- 2.62	0.14	- 8.92**	- 1.58	- 6.05	- 8.04**	
13	GP1- 2	18.29**	- 0.47	- 3.06**	1.43**	3.36	- 0.55	0.72	
14	GP5- 4	- 10.82**	1.97	2.07**	- 9.00**	1.89	- 5.22	1.34	
15	GP5- 5	- 7.12**	5.24	2.19**	6.93**	1.71	1.67	4.60**	
	LSD <sub>0.05</sub>	1.217	8.196	0.737	1.087	9.234	6.898	3.188	
	LSD <sub>0.01</sub>	1.600	10.772	0.968	1.429	12.136	9.066	4.190	

单株产量 GCA 效应值较高的有 GP2- 1、GP5- 2、GP4- 1、GP5- 5, 表明利用它们可能组配出高产组合。分析它们的其余性状可知, GP2- 1 的穗长、粒深、穗行数、行粒数、出籽率和穗位高均为极显著正值, 秃尖长、轴径、轴重为极显著负值, 表明由 GP2- 1 所配的组合产量因子综合性状好, 缺点是穗位偏高; GP5- 2 的穗粗、粒深、穗行数、行粒数和出籽率均为极显著正值, 穗长、秃尖长、百粒重、穗位高为极显著负值, 表明由它所配的组合穗行数多, 结实性好, 穗位偏低, 抗倒力强, 缺点是穗短; GP4- 1 的穗长、轴径、行粒数、轴重均为极显著正值, 秃尖长、穗粗、粒深、穗位高为显著或极显著负值, 表明由它所配的组合穗长, 结实性好, 穗位偏低, 但粒浅、穗轴粗、出籽率低; GP5- 5 的穗粗、粒深、穗行数、出籽率、百粒重、穗位高均为极显著正值, 穗长、秃尖长、行粒数、轴重为极显著负值, 表明由它所配组合穗行数多, 结实性好, 出籽率高, 缺点是穗位偏高, 果穗较短。因此, 从综合农艺、经济性状看, 自交系 GP2- 1、GP5- 2 和 GP5- 5 具有较大的利用潜势。

2.2.3 测验种一般配合力分析 通过对 8 个测验

表 5 各性状 SCA 效应值为正向、负向杂交组合个数和效应值变幅及正向、负向效应值最大的杂交组合

Tab.5 Hybrids number of SCA effect with positive or negative and range of SCA effect and hybrid name with positive or negative maximum

性状 Traits	P 类杂交 组合个数 P type of hybrid number	N 类杂交 组合个数 N type of hybrid number	效应值变幅 Range of SCA effect	正向效应值最 大的杂交组合 Hybrid with max positive effect	负向效应值最 大的杂交组合 Hybrid with max negative effect
穗长 Ear length	60	60	- 21.55~ 11.28	ES40× GP1- 2	48- 2× GP1- 1
秃尖长 Sterile length	59	61	- 100.76~ 94.49	975- 12× GP4- 4	975- 12× GP3- 2
穗粗 Ear diameter	60	60	- 7.59~ 5.45	ES40× GP1- 2	R08× GP3- 1
轴径 Axis diameter	62	58	- 7.79~ 9.71	9636× GP5- 2	R08× GP3- 1
穗行数 Rows per ear	61	59	- 8.48~ 7.95	48- 2× GP5- 3	RP125× GP2- 1
行粒数 Kernels per row	63	57	- 20.03~ 17.52	975- 12× GP3- 3	48- 2× GP1- 1
穗重 Ear weight	62	58	- 21.86~ 19.33	48- 2× GP3- 3	18- 599× GP5- 4
轴重 Axis weight	58	62	- 20.23~ 22.24	R08× GP5- 4	975- 12× GP4- 1
单株产量 Plant weight	61	59	- 24.29~ 20.77	48- 2× GP3- 3	18- 599× GP5- 4
出籽率 Shelling percentage	63	57	- 4.00~ 2.96	R08× GP4- 4	9636× GP4- 2
百粒重 100- kernel weight	59	61	- 13.79~ 12.46	18- 599× GP5- 3	975- 12× GP5- 3
容重 Unit weight	65	55	- 4.99~ 4.76	18- 599× GP5- 3	RP128× GP2- 1
株高 Plant height	66	54	- 8.03~ 10.92	48- 2× GP3- 3	18- 599× GP5- 4
穗位高 Ear height	62	58	- 10.68~ 9.89	48- 2× GP3- 1	R08× GP4- 3

注: P 类指 SCA 效应值为正向杂交组合, N 类指 SCA 效应值为负向杂交组合。  
Note: P type of hybrid indicates the hybrid with SCA effect of positive, N type of hybrid indicates the hybrid with SCA effect of negative.

2.3 性状遗传参数分析

根据不完全双列杂交模型, 计算主要性状的遗传参数<sup>[6]</sup>(表 6), 由表 6 可知, 株高、穗位高、穗长、秃尖长、穗粗、轴径、穗行数、行粒数、轴重、出籽率、百粒重及容重等 12 个性状的加性方差明显大于显性方差, 表明这些性状主要受加性基因效应控制, 而非加性基因的作用较小, 因此, 在选配组合时, 要选择这些性状表现优良的亲本才能充分发挥基因

种的 GCA 分析可知, 在穗长、穗粗、粒深、穗行数、行粒数、穗重、出籽率、百粒重和容重 9 个性状中, ES40 和 48- 2 均有 6 个性状具有较高的正向配合力效应值, 表明 ES40 和 48- 2 与被测系组配具有较大的利用潜势。

2.2.4 特殊配合力分析 120 个杂交组合的 SCA 效应值按正向、负向进行组合归类<sup>[5]</sup>(表 5)。可见各性状 SCA 效应值为正向和负向的杂交组合个数相当, 正向、负向效应值变幅很大, ES40× GP1- 2 和 48- 2× GP3- 3 是产量性状 SCA 表现较好的组合, 18- 599× GP5- 4 是产量性状 SCA 表现较差的组合。结合前面的一般配合力分析结果可以看出, 大多数 SCA 高的组合, 其双亲或者 1 个亲本的 GCA 也较高, SCA 低的组合, 其双亲的 GCA 也较低, 但也有个别组合的双亲 GCA 较高, 而 SCA 表现却很低。因此, 在玉米育种中, GCA 和 SCA 对杂交组合的高产都具有重要作用, 要组配优良的杂交组合, 至少要选择 1 个 GCA 高的材料作亲本, 并在此基础上, 选择 SCA 高的组合。

性效应。对于穗重和单株产量, 其加性方差小于显性方差, 说明这 2 个性状受非加性基因作用较大, 它们的特殊配合力更为重要。从表 6 还可看出, 穗粗、轴径、穗行数、行粒数、轴重、出籽率、容重的广义遗传力和狭义遗传力都较高, 且加性效应明显大于显性效应, 受环境影响较小, 利用群体选系时, 可在早代进行选择。穗重、单株产量的广义遗传力和狭义遗传力均较低, 且显性效应明显大于加性效应, 受环

境影响较大,宜晚代进行选择。穗长、秃尖长、百粒重、株高、穗位高的广义遗传力较高,但狭义遗传力较低,也易受环境的影响,不宜过早进行选择。

表 6 自交系主要农艺性状的遗传参数

Tab. 6 Genetic parameter of main traits in 23 inbred lines							
性状 Traits	加性方差 Additive variance	显性方差 Dominance variance	遗传方差 Genetic variance	环境方差 Environmental variance	表型方差 Phenotypic variance	广义遗传力 Heritability in broad sense	狭义遗传力 Heritability in narrow sense
穗长 Ear length	1.076 8	0.518 3	1.595 1	0.651 8	2.246 9	70.99	47.92
秃尖长 Sterile length	0.267 8	0.129 9	0.397 7	0.160 0	0.557 7	71.31	48.02
穗粗 Ear diameter	0.023 4	0.005 9	0.029 3	0.016 5	0.045 8	63.97	51.09
轴径 Axis diameter	0.029 1	0.003 9	0.033 0	0.012 1	0.045 1	73.17	64.52
粒深 Kernel length	0.002 3	0.000 4	0.002 7	0.005 2	0.007 9	34.18	29.11
穗行数 Rows per ear	1.303 7	0.193 3	1.497 0	0.389 7	1.886 7	79.34	69.10
行粒数 Kernels per row	7.130 1	2.515 1	9.645 2	4.516 1	14.161 3	68.11	50.35
穗重 Ear weight	51.021 9	85.232 0	136.253 9	252.936 9	389.190 8	35.01	13.11
轴重 Axis weight	13.701 5	3.977 8	17.679 3	4.628 6	22.307 9	79.25	61.42
单株产量 Plant weight	45.310 6	64.141 8	109.452 4	209.846 7	319.299 1	34.28	14.19
出籽率 Shelling percentage	5.061 9	1.006 3	6.068 2	1.694 7	7.762 9	78.17	65.21
百粒重 100- kernel weight	3.086 4	2.044 7	5.131 1	3.690 9	8.822 0	58.16	34.99
容重 Unit weight	432.906 6	117.660 8	550.567 4	266.352 8	816.920 2	67.40	52.99
株高 Plant height	151.021 2	28.417 9	179.439 1	148.641 8	328.080 9	54.69	46.03
穗位高 Ear height	43.013 5	12.071 8	55.085 3	31.742 0	86.827 3	63.44	49.54

2.4 杂种优势分析

为分析本试验中高产组合的杂种优势,将对照优势大于 12% 的 20 个组合列于表 7。从表 7 可以看出对照优势大于 20% 的杂交组合有 3 个,对照优势大于 15% 而小于 20% 的杂交组合有 7 个,对照优势小于 15% 而大于 12% 的杂交组合有 10 个。在这些组合中,被测系从 GP1 中选育的 GP1- 2 出现 2 次,从 GP2 中选育的 GP2- 1 出现 2 次,从 GP3 中选育的 GP3- 3 出现 1 次,从 GP4 中选育的 GP4- 1,

GP4- 2 分别出现 2, 1 次,从 GP5 中选育的 GP5- 1, GP5- 2, GP5- 3, GP5- 4 和 GP5- 5 分别出现 1, 3, 1, 3 和 3 次,测验种 ES40, R08 和 48- 2 分别出现 3, 3, 5 次,结合前面配合力分析,进一步表明 GP2- 1, GP5- 2 和 GP5- 5 具有较大的育种潜力,与测验种 ES40 和 48- 2 组配获得高产组合的可能性较大。此外,从 GP5 群体中选育的 5 个自交系均出现在前 20 个组合中,且共达 11 次(占 55%),进一步验证了 GP5 群体具有较大育种势<sup>[7]</sup>。

表 7 单株产量对照优势大于 12% 的杂交组合

Tab. 7 Hybrid combinations with superiority over CK 12% in yield/plant							
编号 Code	杂交组合 Hybrid combination	单株产量/g Yield plant	对照优势/% Superiority over	编号 Code	杂交组合 Hybrid combination	单株产量/g Yield plant	对照优势/% Superiority over
1	ES40× GP2- 1	154.17±2.54	23.336	11	18- 599× GP4- 2	142.98±2.89	14.38
2	48- 2× GP3- 3	153.74±2.62	22.992	12	48- 2× GP2- 1	142.76±4.13	14.21
3	ES40× GP1- 2	152.61±2.48	22.088	13	ES40× GP5- 2	142.10±3.77	13.68
4	9636× GP2- 1	148.81±2.37	19.048	14	48- 2× GP5- 1	141.56±3.16	13.25
5	R08× GP5- 5	148.66±2.91	18.928	15	48- 2× GP5- 3	141.00±2.78	12.80
6	RP128× GP5- 2	148.12±2.99	18.496	16	RP128× GP5- 5	140.58±2.34	12.46
7	R08× GP5- 4	146.09±3.03	16.872	17	975- 12× GP5- 4	140.41±2.07	12.33
8	R08× GP4- 1	144.88±2.78	15.904	18	48- 2× GP5- 4	140.33±2.61	12.26
9	18- 599× GP5- 1	144.09±3.42	15.272	19	9636× GP5- 2	140.28±3.00	12.22
10	18- 599× GP4- 1	144.00±3.21	15.200	20	975- 12× GP1- 2	140.01±2.56	12.01
CK	(川单 13)	125.00±2.69					

3 讨论

3.1 供试新选系的育种势评价

育种实践表明,配合力是评价玉米基础材料利用价值的重要指标,一般配合力表现的是基因的加性效应,是能够稳定遗传的部分;特殊配合力表现的是基因的非加性效应,不能稳定遗传给后代,但特殊配合力是针对某一亲本材料而言,它比一般配合力更接近于杂交组合本身的表现<sup>[8,9]</sup>。因此,在对自

交系作综合评价时,应对二者进行综合考虑。从本试验的研究结果可以看出,被测系单株产量 GCA 表现最突出的是 GP2- 1,其次是 GP5- 2 和 GP5- 5,且构成产量因子性状的 GCA 表现均较好,遗传整齐度强,由它们所配组合结实性好、出籽率高、粒深、穗行数多,缺点是 GP2- 1 和 GP5- 5 穗位偏高,GP5- 2 穗较短,从综合角度看,它们是具有较大利用势的自交系;所组配的 120 个组合中,构成产量性状 SCA 值高、杂种优势强的是 48- 2× GP3- 3 和 ES40×

GP1-2。由此可见, GCA 高的自交系并非所配组合 SCA 都高, SCA 高的组合也并非一定最高产, 因此, 一个杂交组合杂种优势的高低是亲本 GCA 效应和 SCA 效应共同作用的结果, 同时用 GCA、SCA 效应来评估自交系的应用潜力, 更能反映出自交系的利用价值。

### 3.2 群体合成与改良探讨

为拓宽玉米种质基础, 创造新的种质, 育种者常针对不同生态特点, 合成新的种质群体, 并对不同特性群体, 采用不同改良方法, 进而通过测配, 选育出优良自交系<sup>[10, 11]</sup>。从本试验的研究结果可以看出, 对照优势大于 12% 的 20 个组合中, 从 GP5 中选育的 5 个自交系 GP5-1, GP5-2, GP5-3, GP5-4, GP5-5 分别出现 1, 3, 1, 3, 3 次, 共达 11 次(占 55%), 且 GP5-2, GP5-5 的大多数产量性状 GCA 高, 从而进一步验证了 GP5 群体具有较大的育种潜力。因此, 一个理想的优良人工合成群体必须具备两个特点: 第一, 保持组成亲本较高的 GCA; 第二, 通过遗传重组和选择既保持广泛的遗传变异又提高了优良基因频率, 成为一个包含有丰富基因型个体的基因库<sup>[12]</sup>, 这就需要加强对人工合成群体遗传变异及配合力的研究。人工合成群体经充分重组后, 应根据群体的不足之处, 采取合适的改良方案。本试验中 GP5 群体新选系虽然产量性状 SCA 表现优于其他群体选系, 但主要农艺、经济性状及其 GCA 和优良个体出现频率还有待进一步提高, 因此在用作选系基础材料的同时, 还应采用多个不同类群的测验系或轮换测验系进行半同胞轮回选择, 把对群体 GCA 改良和 SCA 选择紧密结合起来, 提高群体主要产量性状的整体水平及其 GCA, 从而达到提高改良效率, 加快育种进程的目的。

### 3.3 群体选系策略探讨

大量文献研究证明, 玉米不同性状的遗传效应不同, 其选择时期和选择强度也应不同, 这是利用群体选系时必须考虑的育种策略问题<sup>[13-15]</sup>。本试验中, 穗粗、轴径、穗行数、行粒数、轴重、出籽率、容重的广义遗传力和狭义遗传力都较高, 且加性效应明显大于显性效应, 受环境影响较小, 可在早代进行选择; 穗重、单株产量的广义遗传力和狭义遗传力均较低, 且显性效应明显大于加性效应, 受环境影响较大, 宜晚代进行选择; 穗长、秃尖长、百粒重、株高、穗位高的广义遗传力较高, 但狭义遗传力较低, 易受环境的影响, 不宜过早进行选择。从本试验的研究结果还可看出, 所配组合穗行数多者果穗短, 果穗长者

穗行数较少。因此, 在以后群体选系中应充分利用性状互补原理和基因互作效应, 协调好各农艺、经济性状的关系, 把选育长穗、多穗行且出籽率高的自交系作为主攻方向。此外, 国内外育种实践表明, 配合力是自交系的一种内在特性, 它不是通过自交系自身的农艺、经济性状表现可以确定的, 而是由其所配杂交组合各性状表现来体现, 也就是说农艺、经济性状表现优良的自交系, 其配合力表现并不一定优良, 相反, 农艺、经济性状表现并不突出的自交系, 其配合力表现却较好<sup>[16, 17]</sup>。因此, 利用群体选系, 在进行农艺、经济性状选择的同时, 应注意配合力选择, 并在早代测定配合力, 及时淘汰低配合力的选系, 以提高育种效率, 缩短育种进程。

### 参考文献:

- [1] 荣廷昭, 李晚忱, 潘光堂. 新世纪初发展我国玉米遗传育种科学技术的思考[J]. 玉米科学, 2003, 11(专刊): 42-53.
- [2] 聂永心, 张丽, 潘光堂, 等. 四川省常用玉米自交系 SSR 遗传多样性分析[J]. 分子植物育种, 2005, 3(1): 43-51.
- [3] 秦燕, 任纬, 杨克诚. 2 个玉米人工合成群体 S<sub>2</sub> 主要性状的配合力分析[J]. 华北农学报, 2007, 22(2): 34-38.
- [4] 荣廷昭, 潘光堂, 黄玉碧. 数量遗传学[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2003: 211-243.
- [5] 李远春, 石永刚. 导入热带种质的温带玉米自交系与温带、热带自交系的配合力及杂种优势[J]. 西南农业学报, 1996, 9(4): 23-28.
- [6] 杨伟光. 玉米籽粒性状的遗传研究[J]. 玉米科学, 2001, 9(3): 37-39.
- [7] 张建辉, 荣廷昭, 杨克诚, 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(2): 273-277.
- [8] 荣廷昭, 李晚忱, 杨克诚, 等. 西南生态区玉米育种[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 107-124.
- [9] 白琪林, 陈绍江, 苏书文, 等. 玉米雄穗性状的配合力及遗传参数研究[J]. 华北农学报, 2004, 19(1): 13-16.
- [10] 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.
- [11] 铁双贵, 卢彩霞, 丁勇, 等. 玉米人工合成群体产量相关性状选择潜势及杂种优势模式分析[J]. 华北农学报, 2002, 17(1): 30-34.
- [12] 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潜势研究[J]. 作物学报, 2000, 26(1): 28-34.
- [13] 郭国亮, 李培良, 张乃生, 等. 热带 Suwan 玉米群体遗传变异的研究[J]. 玉米科学, 2001, 9(4): 6-9.
- [14] Pilar, Soengas, Bernard, et al. Heterotic patterns among flint maize population[J]. Crop Science, 2003, 43(3): 844-849.
- [15] 吴渝生. 13 个玉米自交系主要数量性状的配合力分析[J]. 国外农学-杂粮作物, 1996(6): 16-18.
- [16] Sprague G F. General VS specific combining ability in single crosses of corn[J]. AM Soc Agrom, 1942(34): 923-932.
- [17] 敖君. 几个玉米自交系主要数量性状配合力分析[J]. 玉米科学, 1999, 7(1): 41-42.