

# 12份玉米自交系主要农艺性状配合力及杂种优势分析

高若禹, 刘鑫, 邓昆鹏, 王野, 赵仁贵\*  
(吉林农业大学, 长春 130118)

**摘要:**分析玉米地方种质自交系的配合力, 可以了解自交系的应用价值, 为新品种选育提供技术支撑。本文利用12份玉米自交系, 采用NCII设计, 对主要农艺性状遗传参数及配合力分析和杂种优势分析。结果表明自交系354、355及C1、C2自交系具有较大育种潜力, 352×C4是产量性状SCA表现良好的组合。与对照比较, 杂种优势大于8%的组合多为354、355与C1、C2、C5所配组合。

**关键词:**玉米; 自交系; 配合力; 杂种优势; 遗传参数

中图分类号: 文献标识码: 文章编号: 1003-8701(2016)03-

## Analysis on Combining Ability and Heterosis of Main Agronomic Characters of 12 Maize Inbred Lines

GAO Ruo-yu, LIU Xin, DENG Kun-peng, WANG Ye, ZHAO Ren-gui\*  
(College of Agronomy, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

**Abstract:** This study was carried out to analyze the combining ability of inbred lines from local maize germplasm in order to provide the theoretical basis for assessing potential value of inbred lines. The materials included 12 inbred lines, which were test-cross with CK inbred lines in a NCII design. Main agronomic characteristics of 12 inbred lines, their combining ability and heterosis were analyzed. The results showed that the inbred lines 345, 358, C1 and C3 had a good performance in GCA of yield and related traits. The crosses of 354×C4 and 355×C1 had higher SCA effects. Compared with the control, hybrids with heterosis >8% for yield were the crosses between 354, 355 and C1, C2.

**Key words:** Maize; Inbred lines; Combining ability; Heterosis; Genetic parameters

玉米高产是育种者一直追逐的目标。玉米产量受多个农艺性状的不同程度的影响。并且各个性状之间存在不同的相关性。育种要有大突破, 首先要有新的优异种质和以新种质为基础的核心骨干自交系<sup>[1]</sup>。因此研究玉米农艺性状的变化, 分析其对产量因素构成的影响对新品种的选育有着重要的意义。

目前, 国内许多学者对农艺性状的演变进行研究。沈强云<sup>[2]</sup>的研究表明自交系性状选择应以穗行数为主, 行粒数、千粒重次之, 对产量直接选

择效果较小。石海春<sup>[3]</sup>的研究结果表明: 产量及产量组成性状加性效应远比非加性效应重要。而杨引福<sup>[4]</sup>的研究结果表明在自交系选育中应以穗较粗且长, 穗行数、行粒数较多, 百粒重较大, 各因素协调为主要选择指标。因此, 本文选用12个国内外代表自交系及自选二环系组配35个杂交组合为试材, 以研究亲本及杂种F<sub>1</sub>各农艺性状的遗传规律和配合力表现, 期望为玉米高产育种提供参考。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料

本实验材料由吉林农业大学选育的遗传差异较大的12份自交系, 其中C1, C2, C3, C4, C5为母本。352, 353, 354, 355, 356, 357, 358为父本。优势类群见表1。

### 1.2 田间设计

2014年按增广NC II不完全双列杂交方法配

收稿日期:

基金项目: 国家星火计划项目(2015GA660007); 吉林省农业委员会科研项目(2015032)

作者简介: 高若禹(1991-), 男, 吉林省高若禹人, 硕士研究生, 主要从事作物重要性状的遗传和育种。

通讯作者: 赵仁贵, 教授, 博士研究生导师, 主要从事特用玉米遗传育种研究。

置  $M=p \times q$  共计 35 个杂交组合,并保留亲本。2015 年在吉林农业大学试验田对 35 份杂交组合及 12 份亲本共计 47 份材料进行播种。两行区,3 次重

复。行长 5 m,行距 0.67 m,株距 0.27 m,种植密度 57 000 株/hm<sup>2</sup>。田间管理同大田。

表 1 试验材料

编号	自交系	优势类群	编号	自交系	优势类群
C1	PH6WC	Reid	352	昌 7-2 改	塘四平头
C2	郑 58	Reid	353	黄早 4 改	塘四平头
C3	P138	PN	354	4J659	塘四平头类
C4	PH4CV	Lancaster	355	丹 340	旅大红骨
C5	Mo17	Lancaster	356	3J254	335 二环系
			357	4J126	335 二环系
			358	4J249	良玉 99 二环系

### 1.3 性状考察

田间调查于开花期在两行中选取 10 株长势均匀且有代表性的植株,测量株高、穗位高;室内考察在收获后选取均匀的有代表性的 20 穗果穗,测量穗长、秃尖长、穗粗、穗行数、行粒数、百粒重、出子率和单穗重等。按 NC II 设计的原理进行配合力及杂种优势分析。

### 1.4 统计分析

通常根据刘来福<sup>[5]</sup>、孔繁玲<sup>[6]</sup>研究得出的计算方法级理论模型进行运算。首先对所得到的数据进行方差分析,如果得到的结果达到显著水平,再对数据计算一般配合力、特殊配合力、特殊配

合力均方(又称特殊配合力方差)等。而杂种优势值则采取平均优势法进行计算。本试验所有数据分析均用 Excel 和 DPS 软件进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 主要性状的方差分析

对 35 份杂交组合的 10 个主要性状进行方差分析,分析结果列于表 2。从表 2 可以得出,所有性状差异均呈极显著水平,表明这 10 个性状在杂交组合间的遗传差异是真实存在的,并且可以做进一步的配合力方差分析。

表 2 杂交组合主要性状的方差分析

变异来源	株高	穗位	单穗重	穗长	秃尖长	穗粗	百粒重	行粒数	穗行数	出子率
重复间	0.78	2.82	1.19	3.17*	1.24	10.45**	0.40	0.13	3.73 **	0.93
组合间	3.27**	12.95**	12.77 **	165.65**	6.45**	16.45**	58.62 **	15.27**	106.55 **	12.01**

\*表示在 5% 概率水平上差异显著,\*\*表示在 1% 概率水平上差异显著,下同

### 2.2 配合力方差分析

对新选的 12 个玉米自交系和组配的 35 个组合 10 个显著性状进行配合力分析结果列于表 3。

表 3 可以看出除个别性状之外其他性状均已达到显著水平,因此可进行 GCA(一般配合力)和 SCA(特殊配合力)效应值分析。

表 3 主要性状 GCA 和 SCA 的方差分析

变异来源	株高	穗位	单穗重	穗长	秃尖长	穗粗	百粒重	穗行数	行粒数	出子率
P <sub>1</sub>	2.37 **	5.61 **	1.27	4.40 **	2.83 **	7.64 **	1.33	8.14 **	0.73	2.37 **
P <sub>2</sub>	1.68 *	2.44 **	2.27 **	0.47	1.52	6.46 **	2.50 **	5.80 **	0.47	3.68 **
P <sub>12</sub>	12.40 **	7.41**	13.29**	107.74 **	4.66 **	5.84 **	47.46 **	37.73 **	17.17 **	12.40 **

### 2.3 一般配合力相对效应分析

一般配合力越高表示自交系所含的有效遗传位点越多,是育种选择的重要指标之一。因此,通过自交系一般配合力的测定可以预测后代杂种的表现。表 4 列出了 12 个供试自交系的 GCA

(一般配合力)相对效应值。

从表 4 可以看出同一亲本各性状间及同一性状各本间存在明显的差异,这说明不同亲本在同一性状和同一亲本在不同性状上的加性效应大小不同。百粒重 GCA 效应值较高的有 354、358、C1,

而它们的穗行数 GCA 效应值也均为正值,这说明可以利用其组配出产量较高的品种。而对于株高、穗位的 GCA 效应值来看 354、355 以及 C3 号亲本的相对效应值为负值,这说明可以利用这些亲本组配出矮秆抗倒伏的组合品种。自交系 357、356、C3 在秃尖长性状上 GCA 效应值为负,在选取

组合时也可以加以利用。而自交系 354、C2、C4 在提高杂交组合出子率方面一般配合力效应较强。由于 356、357、C1 穗粗 GCA 相对效应值较大所以对增加组合穗粗有很大作用。对于单穗重 GCA 相对效应值来看,亲本 354、C2 的效应值较高,在单穗产量方面具有较大应用价值。

表 4 12 份自交系主要性状的 GCA 相对效应值

代号	株高	穗位	单穗重	穗长	秃尖长	穗粗	百粒重	穗行数	行粒数	出子率
352	-1.66	-0.25	-5.50	-8.15	114.99	-4.52	-8.98	-8.58	5.53	0.28
353	3.16	-0.09	-7.40	8.91	-19.42	-7.32	1.94	-7.70	3.03	-1.51
354	-1.00	-2.19	11.81	1.23	-34.65	-1.63	8.15	3.85	1.43	0.90
355	-3.13	-4.71	-4.89	2.03	6.05	-2.96	-3.19	4.85	-3.59	0.33
356	2.47	6.94	2.17	-0.77	-58.50	6.43	-0.28	8.41	-1.77	-0.50
357	2.15	3.69	1.21	-6.85	-24.76	6.70	-1.94	-1.97	-2.08	0.29
358	3.01	-3.40	2.61	3.59	16.29	3.29	4.29	1.13	-2.55	0.21
C1	1.68	-0.34	2.19	-0.80	53.56	5.46	8.28	2.72	-0.15	-1.48
C2	2.68	0.45	4.91	-1.73	7.51	4.95	-4.56	-3.17	-3.45	1.64
C3	-1.27	-0.71	0.50	-0.41	-25.95	1.77	5.40	-6.22	-0.43	-1.36
C4	-1.16	1.46	-4.42	0.31	-35.99	-5.85	-5.83	4.99	4.42	1.14
C5	3.06	-0.86	-0.82	2.62	0.87	-2.33	-3.28	1.67	2.61	0.06

#### 2.4 特殊配合力的相对效应分析

表 5 列出了各个组合各测试性状的 SCA (特殊配合力) 相对效应值。从表 5 可以看出 SCA 相对效应值变化范围株高: -8.17 ~ 4.93; 穗位: -6.53 ~ 8.35; 单穗重: -25.26 ~ 27.36; 穗长: -8.41 ~ 15.42; 秃尖长: -114.79 ~ 167.42; 穗粗: -10.12 ~ 7.08; 百粒重: -18.44 ~ 13.40; 穗行数: -8.55 ~

9.07; 行粒数: -19.60 ~ 14.54; 出子率: -4.83 ~ 3.62。对于产量性状而言,单穗重是最直接的因素。在组配的 35 个组合中,SCA 相对效应值最高的组合 352×C4,而在 GCA 效应值中亲本 352 效应值为负值,由此可见 SCA 高的组合,其亲本 GCA 效应值未必高,反之 GCA 效应值高的亲本组配的组合 SCA 效应值未必一定高。

表 5 各性状 SCA 相对效应值

	株高	穗位	单穗重	穗长	秃尖长	穗粗	百粒重	穗行数	行粒数	出子率
最高组合	358×C5	356×C4	352×C4	356×C5	354×C1	358×C2	356×C3	357×C1	358×C4	354×C1
最低组合	4.93	8.35	27.36	15.42	167.42	7.08	13.4	9.07	14.54	3.62
效应值变幅	358×C3	356×C3	356×C4	356×C3	352×C5	356×C1	358×C1	357×C3	357×C1	357×C1
	-8.17	-6.53	-25.26	-8.41	-114.79	-10.12	-18.44	-8.55	-19.6	-4.83
	-8.17 ~	-6.53 ~	-25.26 ~	-8.41 ~	-114.79 ~	-10.12 ~	-18.44 ~	-8.55 ~	-19.60 ~	-4.83 ~
	4.93	8.35	27.36	15.42	167.42	7.08	13.40	9.07	14.54	3.62

#### 2.5 杂种优势分析

为分析本实验中高产组合的杂种优势,将对对照优势大于 8% 的组合列于表 6。从表 6 中可以看出,对照优势大于等于 20% 的杂交组合有 1 个,对照优势大于 15% 小于 20% 的杂交组合有 3 个,对照优势小于 15% 而大于 8% 的杂交组合有 2 个。较对照高产组合的父本群体中,被测系 354 出现 2 次,355 出现 2 次,356、358 各出现 1 次;高产组合的母本测验种中,C1 出现 2 次,C5 出现 2 次,C2、C4 各出现 1 次。355×C2 是杂种优势表现最强的

表 6 单株产量对照优势大于 8% 的杂交组合

杂交组合	单株产量(g)	对照优势(%)
355×C2	329.14±2.16	20
354×C5	328.12±3.02	19
354×C4	320.19±2.68	16
356×C5	319.15±3.09	16
355×C1	312.24±2.88	14
358×C1	300.12±3.94	9
CK(先玉 335)	275.00±2.39	

组合。通过杂种优势分析可知自交系 354、355 具有较大育种潜力且与自交系 C1、C2、C5 组配杂种优势比较明显。

### 3 结论与讨论

配合力是自交系一种内在特性,它不是通过自交系自身的农艺、经济性状表现可以确定的,而是通过亲本所配杂交组合各性状表现来体现。一般配合力结果表明 354、355 以及 C3 号亲本在株高、穗位性状上表现较好,356、357、C1 穗粗一般配合力为较大正向值,354、C2、C4 在提高杂交组合出籽率方面一般配合力效应值较大。通过上述分析可以得出在选择后代和对群体后代自交系的利用上,应首先测定各个自交系的配合力,再根据不同的育种目标选择合适自交系进行合理组配。同时也可根据配合力的测定结果对已有自交系进行性状改良,以提高育种效率。

在该实验所选的 35 个杂交组合中,而 355×C2 是杂种优势表现最强的组合,通过结合配合力分析结果与杂种优势分析结果进一步表明 354、355 及 C1、C2、C5 自交系具有较大育种潜力通过组配获得高产组合的可能性较大,而通过特殊配合力分析:352×C4 组合是产量性状正想效应值最大的组合。由此可见,SCA 相对效应值大的组合也并非就一定高产。因此,一个杂交组合杂种优势

的高低是亲本 GCA 和 SCA 共同作用的结果导致的,在育种过程中,同时重视 GCA、SCA 效应来评估玉米自交系应用潜力是非常必要的。所以在今后的育种工作中应把重心放在 GCA、SCA 的共同作用上,从而提高育种效率,缩短育种进程。同时也要积极搜集、挖掘、引进、改良地方种质,加强核心种质的改良,把改良种质资源作为玉米育种永恒的主题<sup>[7-8]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 赵久然. 优良玉米自交系选育新方法[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 31-32.
- [2] 沈强云, 许志斌, 王永宏, 等. 玉米自交系产量及主要穗部性状的配合力分析[J]. 玉米科学, 2005, 13(2): 22-25.
- [3] 石海春, 李莹, 柯永培, 等. 玉米远缘选系主要性状的遗传及配合力分析[J]. 玉米科学, 2011, 19(1): 14-20.
- [4] 杨引福, 郭强, 钱劲华. 8 个玉米自交系主要穗部性状配合力的遗传分析[J]. 玉米科学, 2008, 16(3): 30-33.
- [5] 刘来福. 作物数量遗传[M]. 北京: 农业出版社, 1984: 206-250.
- [6] 孔繁玲. 植物数量遗传学[M]. 北京: 中国农业大学出版社, 2006: 156-214.
- [7] 王敏, 张洪伟, 岳尧海, 等. 近二十年吉林省玉米种质基础及杂优模式浅析[J]. 吉林农业科学. 2012, 37(1): 27-31.
- [8] 焦仁海, 刘兴二, 徐艳荣, 等. 外来玉米种质在吉林省的应用与创新[J]. 东北农业科学. 2016, 41(1): 1-3, 19.

(责任编辑: 范杰英)