

文章编号: 1005-0906(2004)04-0012-04

玉米穗部性状配合力的研究

姜 敏¹, 刘 静²

(1.辽宁省农业科学院玉米所, 沈阳 110161; 2.沈阳农业大学, 沈阳 110161)

摘 要: 以分属四大杂种优势群的 8 个典型玉米自交系及其组配的 28 个双列杂交组合(不含反交)为试材,对玉米植株穗部性状配合力进行了研究。结果表明:①穗粗、穗行数、百粒重等性状主要受基因加性效应影响;穗粒重主要受非加性效应影响;穗长、行粒数、秃尖等各性状受基因加性效应和非加性效应共同影响。对于主要受非加性效应影响的性状,亲本一般配合力与其在杂种中的特殊配合力间无必然联系;对于主要受加性效应影响的性状表现一般配合力高,则特殊配合力也高的趋势。对于既受加性效应影响又受一定非加性效应影响的性状,一般配合力影响特殊配合力,实际杂交组合的表现受二者共同影响。②要组配强优势杂交组合,对于穗部性状,大多数性状是与产量密切相关的,而且将带来较大的正效应,在自交系选育中,应以穗较粗且长,穗行数、行粒数较多,百粒重较大为主要选择指标。

关键词: 玉米;配合力;穗部性状

中图分类号: S513.03

文献标识码: A

玉米一直是我国的重要粮食及饲料作物。60 年代以来杂种优势的利用,更发挥了它在农业生产上的优势地位。根据杂种优势产生的机理,在亲本选配时,遗传差异大、亲缘关系远或不同类型间杂交,其杂交种的增产效果显著。几十年来,经过育种家潜心研究,高产品种不断涌现,单产逐年提高。再简单地利用子粒类型的差异或国内外差异组配的杂种优势已不能满足生产发展的需要。根据杂优理论、亲缘关系的差异以及亲本间的性状互补是杂种优势大小的关键。这就为育种工作者提出了如何划分自交系优势群,建立自交系间优势模式的新课题。本研究以目前我国玉米育种中应用最广泛的四大杂种优势群的 8 个典型自交系为材料,按完全双列杂交组配 28 个杂交组合,通过对其植株穗部性状配合力比较分析,进一步探讨了影响穗部性状的因素及各影响因素之间的关系,为玉米自交系的改良及杂交种选育提供理论依据和参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

2000 年春有针对性地选用分属四大杂种优势群的 8 个典型玉米自交系,根据不同来源、性状互补(长穗、粗穗)按完全双列杂交组配 28 个杂交组合(不

包括反交),并将 8 个自交系自交留种备来年种植(表 1)。

表 1 试验材料及其来源

材料名称	来 源	类 群
7922	美 3382 选系	瑞德黄马牙(Reid)
掖 478	8112/5003 二环系	瑞德黄马牙(Reid)
Mo17	C103/181-2 二环系	兰卡斯特(Lancaster)
自 330	oh43/可利 67 二环系	兰卡斯特(Lancaster)
⑦-61	黄早四改良系	塘四平头
黄早四	塘四平头选系	塘四平头
E28	旅 9/A619HT1	旅大红骨
丹 340	旅 9/有稃玉米(辐射)	旅大红骨

1.2 试验方法

2001 年将选用的 8 个自交系及 28 个杂交组合按随机区组设计,3 次重复,在田间种植。行长 6 m,3 行区,行距 60 cm,株距 33 cm,密度为 49 995 株/hm²。田间管理同一般生产田。

1.3 性状测定方法

取材:在小区中间行去掉前后各 3 株后,选取有代表性的连续 5 株定点观察测定。

测定项目:穗长、穗粗、穗行数、行粒数、轴粗、穗重、粒重、轴重、秃尖度、百粒重和单株粒重。单株粒重和百粒重为折算成 14%标准水分下的重量。

1.4 统计分析方法

(1)配合力分析。按格列芬法(Griffing,1956)估算一般配合力、特殊配合力及遗传力等参数。

广义遗传力($h^2_B\%$)=基因型方差/总方差×100

狭义遗传力($h^2_N\%$)=加性方差/总方差×100

收稿日期: 2004-03-14

作者简介: 姜 敏(1969-),女,助理研究员,在读硕士,从事玉米育种研究。Tel:024-88419900 E-mail: lndylxj@sohu.com

(2)相关分析。用各性状的配合力效应值与产量配合力效应值计算简单相关系数与偏相关系数。

2 结果与分析

2.1 玉米自交系穗部性状的配合力方差分析

2.1.1 配合力方差分析

将 8 个亲本及其 28 个双列杂交组合共 36 个基因型的方差分析及配合力方差分析结果列于表 2。表 2 结果表明, 所测植株的穗部性状基因型方差差异均达极显著水平, 说明不同处理间在这些性状上存在着真实的遗传差异, 可以进一步进行配合力方差分析。

从表 2 的配合力方差分析结果可见, 各性状的一般配合力(GCA)方差和特殊配合力(SCA)方差均达极显著水平, 说明这些性状受基因的加性效应和非

加性效应共同影响。为了说明 GCA 和 SCA 的相对重要性, 即在控制各性状的基因效应中加性效应与非加性效应的主次关系,进一步进行了 GCA 方差与 SCA 方差的比值分析。由表 2 的 GCA 方差与 SCA 方差的比值可见,除穗粒重以外的所有性状的 GCA 方差和 SCA 方差的比值都大于 1, 说明这些性状在基因型变异中 GCA 更为重要。其中,穗粗、穗行数、百粒重和轴粗的 GCA 方差/SCA 方差达显著或极显著水平,表明这些性状主要受基因加性效应控制,根据亲本的 GCA 表现对杂种的可预测性较高。而穗长、行粒数、秃尖各性状的 GCA 方差/SCA 方差均未达显著水平, 说明这些性状受基因加性效应和非加性效应共同影响,在对杂种性状选择中,既要考虑亲本的一般配合力表现, 也不能忽视组合的特殊配合力表现。

表 2 基因型方差分析和配合力方差分析

性 状	重复	基因型	误差	GCA	SCA	误差	GCA/SCA
穗 长	1.154	24.066**	0.844	14.229**	6.471**	0.281	2.198 8
穗 粗	0.013	0.564**	0.021	0.482**	0.114**	0.006	4.228 1**
穗行数	0.292	11.927**	0.574	14.869**	1.252**	0.191	11.876 2**
行粒数	1.875	151.176**	3.354	71.974**	44.997**	1.118	1.599 5
百粒重	2.214	35.499**	1.710	22.431**	9.184**	0.570	2.442 4*
轴 粗	0.231**	0.303**	0.009	0.425**	0.020**	0.003	21.250 0**
秃 尖	0.098	1.347**	0.043	0.778**	0.366**	0.014	2.125 7
穗粒重	3.625	5 233.414**	9.139	1 174.629**	1 886.935**	3.046	0.622 5

2.1.2 一般配合力效应值(gi)和特殊配合力效应值(sij)分析

(1)一般配合力效应值分析。由表 3 的一般配合力效应值分析可见,各供试玉米自交系的植株穗部

性状的一般配合力效应值(gi)均表现为正、负向两类,表明这些性状在群体效应均值的基础上,各自发挥其独特的作用,有的起正向作用,有的起负向作用。

表 3 一般配合力效应值(gi)

性 状	7922	478	Mol7	自 330	⑦-61	黄早四	丹 340	E28
穗 长	0.803	0.418 0	1.486	0.659	-0.149	-2.413	-0.809	0.004 0
穗 粗	0.084	-0.059 0	-0.331	-0.169	-0.100	0.067	0.405	0.103 3
穗行数	0.197	1.030 0	-2.070	0.290	-0.283	-0.137	1.863	1.170 0
行粒数	4.525	-0.102 5	2.912	-1.322	0.538	-3.402	-2.768	-0.382 0
百粒重	1.031	2.922 0	-0.423	0.295	-1.958	0.129	-0.920	-1.087 0
轴 粗	-0.063	-0.113 0	-0.262	-0.123	-0.004	0.083	0.433	0.049 0
秃 尖	-0.152	-0.219 0	-0.119	0.150	0.055	-0.334	0.053	0.565 0
穗粒重	25.666	-3.812 0	-7.551	-2.892	-7.764	-4.206	-1.362	1.922 0

对表 3 进一步分析发现, 同一性状不同自交系间的一般配合力效应值有较大差异。例如,在穗长性状上, 以正向效应优先, 依次为 Mol7(1.486), 7922(0.803), 自 330(0.659), 478(0.418), E28(0.004), ⑦-61(-0.149), 丹 340(-0.809), 黄早四(-2.413); 穗粒重以正向效应优先,依次为 7922(25.666), E28(1.922), 丹 340(-1.362), 自 330(-2.892), 478(-3.812)黄早四(-4.206), Mol7(-7.551), ⑦-61(-7.764)。表明同一性

状在不同自交系间一般配合力存在差异, 在育种中可以利用这种差异有目的地选用性状间的一般配合力互有高低且能互补的双亲进行杂交才可获得综合性状表现优良的杂交种。

同一自交系在不同性状上一般配合力效应值也有较大差异,而且各亲本均具有其优势性状。例如, 7922 的行粒数、百粒重、穗粒重表现高值; 478 的百粒重表现高值; 黄早四的穗粗、百粒重表现优势;

E28 的穗粗、穗行数、穗粒重表现优势;丹 340 的穗粗、穗行数、轴粗表现优势。说明在组配杂交组合时,可以对亲本及性状有所选择,例如利用 7922 产量性状一般配合力效应值高,可组配穗粒重高的杂交组合。

(2)特殊配合力效应值分析。特殊配合力效应值分析结果(表 4)表明,同一组合的不同性状间以及同

一性状的不同组合间特殊配合力均有较大差异。例如,以穗粒重来看,它的特殊配合力效应值的变异范围为-29.328~49.79。其中,黄早四/丹 340(49.79)、7922/E28(48.454)、Mol7/黄早四(43.972)较高;⑦-61/黄早四(-29.328)、7922/478(-19.783)、自 330/丹 340(-4.971)、E28/丹 340(-4.761)、478/丹 340(-2.268)较低。

表 4 特殊配合力效应值(sij)

杂交组合	杂优类群	穗 长	穗 粗	穗行数	行粒数	百粒数	轴 粗	秃 尖	穗粒重
7922/478	R×R 长×粗	-1.310	-0.131	-0.104	-0.470	-3.274	-0.093	-0.347	-19.783
7922/Mol7	R×L 长×长	0.682	0.067	-0.530	2.050	2.458	-0.075	-0.293	13.177
7922/自 330	R×L 长×粗	0.590	0.113	0.043	-1.583	0.596	0.154	1.004	2.171
7922/⑦-61	R×塘 长×长	2.437	0.240	0.216	2.957	1.709	-0.052	1.012	31.033
7922/黄早四	R×塘 长×长	1.008	0.260	1.803	3.430	-2.230	0.054	-0.305	27.975
7922/E28	R×旅 长×长	2.937	-0.045	0.896	5.677	0.488	0.131	0.549	48.454
7922/丹 340	R×旅 长×粗	1.204	0.090	-0.197	3.330	1.211	-0.113	-0.134	21.874
478/Mol7	R×L 粗×长	0.846	-0.078	-0.237	1.744	1.534	-0.081	0.007	13.698
478/自 330	R×L 粗×粗	0.987	0.243	-0.997	1.044	1.696	-0.099	0.118	5.792
478/⑦-61	R×塘 粗×长	1.695	0.296	0.643	4.250	0.005	0.115	0.539	22.001
478/黄早四	R×塘 粗×粗	1.692	0.196	1.163	5.057	2.572	0.122	-0.032	33.456
478/E28	R×旅 粗×长	1.215	-0.018	0.523	3.704	0.507	0.122	0.602	17.082
478/丹 340	R×旅 粗×粗	0.155	0.104	0.230	0.624	-0.766	-0.149	-0.552	-2.268
Mol7/330	L×L 长×粗	1.239		0.576	-1.303	2.927	0.089	0.252	12.538
Mol7/⑦-61	L×塘 长×长	1.713	0.198	0.883	6.037	-1.993	0.183	0.053	15.347
Mol7/黄早四	L×塘 长×粗	1.864	0.438	0.870	5.644	4.754	0.287	-0.084	43.972
Mol7/E28	L×旅 长×长	2.220	0.235	1.430	6.624	-0.198	0.114	-0.324	27.175
Mol7/丹 340	L×旅 长×粗	1.187	0.097	0.203	2.277	2.205	0.066	-0.518	19.098
自 330/⑦-61	L×塘 粗×长	1.588	0.156	0.523	3.804	1.932	0.018	-0.030	23.198
自 330/黄早四	L×塘 粗×粗	0.732	-0.001	-0.557	3.410	2.869	-0.102	-0.240	8.386
自 330/E28	L×旅 粗×长	1.021	0.223	0.937	3.324	1.841	0.082	-0.646	36.525
自 330/丹 340	L×旅 粗×粗	-0.119	-0.058	0.110	-0.156	-1.286	-0.032	-0.154	-4.971
⑦-61/黄早四	塘×塘 长×粗	-1.781	-0.223	-0.650	-2.316	-4.082	-0.168	-0.439	-29.328
⑦-61/E28	塘×旅 长×长	1.675	0.298	0.043	3.130	3.987	0.143	0.828	22.968
⑦-61/丹 340	塘×旅 长×粗	1.455	0.126	0.416	4.650	0.090	0.015	0.174	25.101
黄早四/E28	塘×旅 粗×长	1.353	0.257	0.430	6.604	0.291	-0.081	-0.916	39.276
黄早四/丹 340	塘×旅 粗×粗	2.353	0.333	0.936	5.507	4.760	0.048	0.396	49.790
E28/丹 340	旅×旅 长×粗	-0.598	0.216	1.230	0.437	0.089	0.035	0.950	-4.761

(3)一般配合力与特殊配合力的关系。一般配合力效应反映的是基因的加性效应,它可以通过亲代传递给子代,是可以通过亲本预测子代表现的部分;而特殊配合力效应反映的是杂交组合中非加性基因效应的大小,这种基因效应不能在上下代之间稳定地遗传,不能依靠亲本预测,只能通过杂交组合的表现进行实测。了解亲本的一般配合力效应和特殊配合力效应的关系,可提高自交系改良和杂交种组配的预见性。从表 2 的方差分析结果可见,各性状的 GCA 和 SCA 的比值可分为三种情况:①以非加性基因效应为主的性状,即 GCA/SCA<1。以穗粒重为例,各亲本一般配合力效应值较高的有 7922 和 E28;较低的有 Mol7、黄早四和⑦-61。特殊配合力较高的组合有 7922/E28、黄早四/丹 340 和 Mol7/黄早四,较低的组合有 E28/丹 340 和自 330/丹 340。7922、E28 为一般配合力高的亲本,组配的杂交组合

7922/E28 特殊配合力高;Mol7、黄早四为一般配合力低的亲本,组配的杂交组合 Mol7/黄早四特殊配合力也高;E28 为一般配合力高的亲本,丹 340 一般配合力较高,组配的杂交组合 E28/丹 340 特殊配合力却低。说明在穗粒重这一主要受非加性效应影响的性状,亲本的一般配合力与其特殊配合力间无必然联系。②以加性效应为主的性状,即 GCA/SCA>1 且极显著。以穗粗为例,各亲本一般配合力效应值较高的有丹 340、E28 和 7922,较低的有 Mol7、自 330 和⑦-61。特殊配合力较高的组合有黄早四/丹 340、⑦-61/E28 和 478/黄早四,较低的组合有⑦-61/黄早四、7922/478 和 478/自 330。③以加性效应为主,同时非加性效应也占较大比重的性状,即 GCA/SCA>1,但不显著。

以行粒数为例,各亲本一般配合力效应值较高的有 7922 和 Mo17,较低的有黄早四和丹 340。特殊

配合力较高的组合有 Mo17/E28、黄早四/E28 和 7922/丹 340, 较低的组合有⑦-61/黄早四和 7922/自 330。

以上组合表现出亲本之一具有较高的一般配合力, 另一亲本一般配合力表现中等, 则可组配出高的特殊配合力组合; 一亲本具有较低的一般配合力, 另一亲本中等, 则可组配出低特殊配合力的组合。说明在行粒数这一性状上, 亲本一般配合力也影响其特殊配合力。

上述分析结果表明, 在玉米杂交种选育中, 利用加性性状(g_i 多数大于 s_{ij}) 和非加性性状(g_i 多数小于 s_{ij}) 时, 对加性性状应着重亲本本身的选择, 而非加

性性状则对亲本要求不必过严; 在加性和非加性性状均起作用的性状选择上, 除应利用亲本 g_i 外, 还应重视 s_{ij} 的测定。

2.2 穗部性状与产量一般配合力效应及特殊配合力效应的相关分析

从表 5 穗部性状 g_i 与产量 g_i 简单相关系数可见, 所有性状 g_i 与产量 g_i 均未达到显著相关水平。说明单一穗部性状对产量的影响没有表现十分突出的, 产量是受各性状共同影响的。但对相关系数比较来看, 行粒数 g_i 与产量 g_i 的相关系数相对较高 (0.548 0), 接近显著水平, 说明穗部性状中行粒数的改善更容易引起产量的改善。

表 5 穗部性状与产量性状的 g_i 与 s_{ij} 的相关系数

配合力种类	穗 长	穗 粗	穗行数	行粒数	百粒重	轴 粗	秃 尖
穗部性状 g_i 与产量 g_i	0.202 3	0.330 6	0.283 9	0.548 0	0.276 4	0.021 4	-0.028 8
穗部性状 s_{ij} 与产量 s_{ij}	0.099 7**	0.817 3**	0.529 8**	0.820 9**	0.604 7**	0.516 6**	0.075 2

综上分析, 在育种中如以产量为选择指标时, 植株穗部性状应注重选择果穗较长而粗、穗行数和行粒数偏多、百粒重较大、轴较粗的杂交种类型。

3 结论与讨论

本文通过对来自四大优势群 8 个自交系的植株穗部性状一般配合力、杂交组合的特殊配合力及二者关系分析得出: 穗粗、穗行数、百粒重性状主要受基因加性效应影响; 穗粒重主要受非加性效应影响; 穗长、行粒数、秃尖、穗粒重性状受基因加性效应和非加性效应共同影响。对于主要受非加性效应影响的性状, 亲本一般配合力与其特殊配合力间无必然联系; 对于主要受加性效应影响的性状表现出一般配合力高, 则特殊配合力也高的趋势; 对于既受加性效应影响又受一定非加性效应影响的性状, 一般配合力影响特殊配合力, 实际杂交组合的表现由二者共同影响。在选配杂交组合时, 不仅要注意一般配合力的选择, 还应对其特殊配合力进行筛选。

通过对玉米穗部各性状 g_i 及 s_{ij} 与产量 g_i 和 s_{ij} 的相关分析得出, 穗部各性状 g_i 与产量 g_i 均未达显著相关, 表明在自交系选育中仅通过对某个单一穗部性状 GCA 的选择不易使产量有较大的提高。这与前人的一些试验结论不完全一致, 但各性状 s_{ij} 与产量 s_{ij} 达显著正相关, 这与前人试验一致。说明相关性状 s_{ij} 对于穗部性状, 大多数性状是与产量密切相关的, 而且将带来较大的正效应, 在自交系选育中, 应以果穗较粗且长、穗行数及行粒数较多、百粒重较大的综合穗部性状为主要选择指标。

参考文献:

[1] 徐乐澜. 几个玉米自交系的配合力分析[J]. 辽宁农业科学, 1989, 5.
[2] 陈英胜. 玉米几种数量性状的遗传的初步研究[J]. 山东农业大学学报, 1985, 1-2.
[3] 王 生, 王奎森, 刘忠山, 等. 美国玉米自交系选育动态分析[J]. 国外农学—杂粮作物, 1994, (6): 10-14.
[4] 王富德, 姜明月, 赵廷昌. 辽宁省玉米杂交种的种质基础及性状改良[J]. 辽宁农业科学, 1993, (1): 6-14.
[5] 苏书文, 高台明, 郭新林. 不同叶夹角玉米杂交种产量潜能的研究[J]. 作物学报, 1990, 16(4): 364-371.
[6] 赵九洲, 陈松笔, 孙占祥. 浅谈作物“理想株型”育种进展[J]. 国外农学—杂粮作物, 1994, (4): 13-16.
[7] 吴明泉. 紧凑型玉米的高产潜力分析及研究方向初探[J]. 国外农学—杂粮作物, 1996, (2): 5-7.
[8] G. C. Han, 等. CIMMYT 玉米种质自交系的配合力[J]. 国外农学—杂粮作物, 1992, (1): 125.
[9] 高长健, 张宝石, 李明德. 玉米植株形态和穗部性状的遗传特性及育种的选择方式[J]. 国外农学—杂粮作物, 1996, (6): 6-9.
[10] 王泽立. 玉米自交系的配合力效应分析[J]. 山东农业科学, 1990, (4): 13-17.
[11] 苏书文. 玉米叶夹角性状配合力的研究[J]. 玉米科学, 1993, 1(1): 1-4.
[12] 侯有良, 卢宝红, 等. 玉米穗部产量性状杂种优势分析[J]. 玉米科学, 2003, 11(1): 30-32.
[13] 王玉兰. 甜玉米主要数量性状配合力研究[J]. 玉米科学, 1995, 3(1): 18-21.
[14] 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): 16-19.
[15] 赵延明, 王华山, 等. 玉米穗部性状的遗传相关分析[J]. 国外农学—杂粮作物, 1999, 19(6): 8-11.
[16] 尹燕桦. 玉米株型、果穗性状的遗传和相关性分析[J]. 玉米科学, 1995, 3(4): 8-11.