

文章编号: 1003-8701(2015)04-0005-04

42份玉米杂交组合主要数量性状的杂种优势分析

仲 义¹, 郑 伟², 代秀云¹, 徐艳荣¹, 刘兴二^{1*}, 焦仁海^{1*}

(1. 吉林省农业科学院玉米所, 吉林 公主岭 136100; 2. 梨树县农业技术推广站, 吉林 梨树 136500)

摘 要: 本文利用 13 份数量性状差异较大的玉米自交系为试验材料, 按增广 NC II 不完全双列杂交方法配制 42 份杂交组合, 由 42 份杂交组合的超亲优势分析可知, 正向优势多数高于负向优势, 这充分说明了本试验采用的 13 个亲本组配的 42 个杂交组合中, 存在着有一部分优势组合, 组合 A1×A18、A1×A19、A2×A3、A2×A9、A2×A18、A2×A19、A4×A9、A6×A8、A10×A19、A14×A8 等具有较强的杂种优势, 这些组合的农艺性状的超亲优势正向的较多, 且小区产量的超亲优势值也比较大。

关键词: 玉米; 数量性状; 杂种优势

中图分类号: S513

文献标识码: A

Analysis of Heterosis in Major Quantitative Characters of 42 Crossing Combination of Maize

ZHONG Yi¹, ZHENG Wei², DAI Xiu-yun¹, XU Yan-rong¹, LIU Xing-er^{1*}, JIAO Ren-hai^{1*}

(1. Maize Research Institute, Jilin Academy of Agricultural Sciences, Gongzhuling 136100; 2. Agricultural Technology Extension Station of Lishu County, Jilin Province, Lishu 136500, China)

Abstract: A total of 13 varieties and lines of maize with great diversity was used selectively as parents to make incomplete diallel crossing in accordance with the NCII method in order to make 42 combinations. Analysis of heterosis indicated that there was higher positive heterosis than negative heterosis in these combinations. This showed that among these forty-two combinations there must be some superior combinations. A1×A18, A1×A19, A2×A3, A2×A9, A2×A18, A2×A19, A4×A9, A6×A8, A10×A19 and A14×A8 have higher heterosis. There was positive heterobeltiosis of main agronomical characters in these combination, so value of heterobeltiosis of plot yield was bigger.

Keywords: Maize; Quantitative traits; Heterosis

玉米是世界上种植最广泛的谷类作物, 在我国粮食生产中也具有重要的地位。提高单位面积的产量, 必须充分利用杂种优势。杂种优势是生物界的一种普遍现象, 指两个具有不同性状的亲本杂交而产生的杂种, 在生活力、生长势、繁殖力、适应性以及产量、品质、对不良环境因素的抗逆性等方面超过其双亲的现象。玉米杂种优势的利用促进了玉米生产的大幅度增长, 杂种优势利用是作物育种研究的重要内容。

1 试验材料与方法

1.1 试验材料

本试验材料由吉林省农科院玉米所提供 13 份普通玉米自交系, 其遗传背景不同, 农艺性状和品质性状、子粒差异均较大, 代号分别为 A01、A02、A03、A04、A05、A06、A07、A08、A09、A10、A14、A18、A19。并以 A01、A02、A04、A06、A07、A10、A14 为母本, 以 A03、A05、A08、A09、A18、A19 为父本。这 13 份自交系的农艺性状和品种特性的差异见表 1。

1.2 田间设计

2013 年按增广 NC II 不完全双列杂交试验设计方法配制 42 个杂交组合, 即 $M=p \times q=42$ 份供试材料, 并自交保留亲本。2014 年在吉林省农科院玉米所试验地, 对试验设计的 42 份组合及其对应

收稿日期: 2015-03-27

基金项目: 科技部成果转化资金项目(2013GB2B100105)

作者简介: 仲 义(1979-), 男, 助理研究员, 硕士, 主要从事玉米遗传育种研究。

通讯作者: 刘兴二, 男, 研究员, E-mail: ymliuxe@163.com

焦仁海, 男, 研究员, E-mail: 13944466160@163.com

的13个亲本,共计55份材料分别播种于吉林省农科院玉米所试验田,3次重复,2行区,行长8 m,行距0.67 m,株距0.24 m,田间管理与大田相同。

1.3 农艺性状的测定

田间调查项目有:株高、穗位高、茎粗。室内

考种项目有:穗长、穗粗、秃尖长、穗行数、行粒数、百粒重、出子率、小区产量。其中果穗性状(取20个有代表性的果穗进行考种,其他各项均以小区为单位)。

表1 亲本名称及特性特征

序号	株高 (cm)	穗位 (cm)	茎粗 (cm)	穗长 (cm)	穗粗 (cm)	秃尖长 (cm)	穗行数 (行)	行粒数 (粒)	百粒重 (g)	出子率 (%)	小区产量 (g)
A1	160.23	45.30	2.31	18.23	3.92	1.72	12.01	25.21	34.52	75.02	3010.35
A2	191.82	66.58	2.32	17.15	4.12	1.05	12.83	33.72	25.82	84.31	3524.22
A3	236.04	115.82	2.61	15.06	4.51	0.82	14.91	32.02	18.14	69.66	2682.85
A4	152.45	45.31	2.15	18.01	3.92	1.54	12.15	25.12	34.25	73.15	2857.14
A5	208.91	96.71	2.41	13.43	4.42	0.85	14.91	30.06	22.42	85.48	3218.23
A6	163.27	50.02	2.23	17.70	4.12	2.31	12.51	23.12	35.26	74.17	2776.22
A7	147.82	47.31	2.24	17.41	4.23	2.04	12.42	25.14	33.46	74.16	2931.47
A8	191.56	84.35	2.51	11.52	4.40	0.32	16.90	27.92	16.63	82.35	2714.78
A9	194.41	83.82	2.53	11.81	4.22	0.53	15.62	25.01	20.92	87.24	2701.85
A10	161.62	54.31	2.46	18.42	4.10	1.92	12.25	26.53	36.58	76.23	3325.22
A14	161.64	50.85	2.22	17.91	4.05	1.52	12.81	26.21	34.07	77.97	3278.71
A18	157.42	51.58	2.32	16.40	4.12	1.74	12.41	23.82	34.71	76.42	3052.50
A19	181.23	74.01	2.52	12.36	4.43	0.42	17.46	32.84	18.60	81.76	3198.48

2 结果与分析

2.1 主要数量性状的超亲优势分析

杂种优势是两个遗传类型不同的亲本杂交,杂种一代各性状优于双亲或单一亲本的现象。本

试验对父母本不同的42份杂交组合的株高、穗位、产量等主要数量性状进行了杂种优势分析,统计了 F_1 代各性状超亲优势(即: F_1 代各性状超过较好亲本的平均值)。各组合的超亲优势分析结果列于表2。具体表现如下。

表2 42个杂种组合主要数量性状的超亲优势

杂交组合	株高	穗位	茎粗	穗长	穗粗	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	出子率	小区产量
A1×A3	8.72	-0.75	0.71	24.93	9.61	4.31	-6.25	44.58	-5.10	4.30	130.31
A1×A5	26.23	16.88	6.70	11.86	13.82	-60.78	-5.36	43.24	9.45	-0.31	134.49
A1×A8	28.82	18.42	-1.51	12.85	16.96	-9.02	-3.94	50.36	-1.95	-0.73	152.84
A1×A9	33.95	29.59	11.61	16.86	15.68	-65.88	-8.55	78.05	5.72	-3.26	150.73
A1×A18	56.76	99.08	30.17	15.80	20.31	-76.60	18.27	73.28	7.07	10.65	149.45
A1×A19	32.13	28.65	16.18	23.72	19.18	28.63	-9.16	42.07	5.22	-0.03	172.34
A2×A3	18.16	7.77	10.53	41.19	13.29	39.63	-4.46	48.81	22.64	-4.72	126.43
A2×A5	34.24	23.98	7.80	26.60	15.15	-66.23	-8.04	41.11	40.18	0.40	125.55
A2×A8	43.34	40.63	1.43	23.30	15.67	-64.29	-15.75	52.77	21.16	-3.92	121.17
A2×A9	45.62	48.45	11.09	24.47	18.67	-70.78	-14.53	42.09	41.75	-1.42	122.94
A2×A18	30.18	44.09	8.23	43.32	13.74	-18.87	-1.04	40.51	20.10	-1.34	135.50
A2×A19	45.32	61.44	2.61	31.86	14.79	-52.60	-19.09	43.28	38.35	-4.41	128.83
A4×A3	9.35	0.40	-2.81	28.33	9.61	13.45	-6.25	38.33	-3.62	7.18	146.93
A4×A5	25.72	17.02	10.66	12.98	10.13	-45.80	-7.14	44.12	6.30	0.37	122.75
A4×A8	25.52	12.25	6.65	14.64	15.98	-4.62	-8.66	55.37	-3.30	-0.58	162.86
A4×A9	34.44	31.66	7.14	16.31	16.51	-57.98	-11.11	67.37	18.56	-2.16	166.77

续表 2

杂交组合	株高	穗位	茎粗	穗长	穗粗	秃尖长	穗行数	行粒数	百粒重	出子率	小区产量
A4×A18	-3.51	-11.38	2.51	8.73	0.73	-15.09	-4.30	5.04	4.92	-5.41	6.59
A4×A19	34.02	35.77	6.62	16.90	14.91	-18.49	-7.63	34.35	0.60	-1.04	150.33
A6×A3	11.24	3.11	2.51	30.40	11.52	-30.31	0.00	43.75	-4.18	6.46	172.71
A6×A5	27.35	18.40	6.45	15.50	12.67	-59.21	-3.57	41.24	3.88	0.36	133.53
A6×A8	29.22	23.24	-2.72	15.95	15.12	-52.41	-7.09	59.43	-6.20	-1.88	175.07
A6×A9	33.64	31.26	10.96	17.38	13.35	-65.16	-7.69	60.00	6.94	-3.25	150.17
A6×A18	-4.53	-13.97	8.37	8.47	2.19	-17.85	1.06	16.20	0.40	-1.45	14.780
A6×A19	36.15	35.86	6.13	14.79	16.49	-17.85	-12.21	22.76	4.40	-2.26	122.49
A7×A3	9.18	-3.45	5.67	32.35	10.44	-18.48	-1.79	41.46	1.47	6.63	150.43
A7×A5	28.56	24.47	13.44	21.22	13.41	-61.39	-6.25	43.46	10.53	-1.28	11.840
A7×A8	28.51	18.26	-2.54	10.52	14.10	-11.55	-7.09	39.14	-1.85	0.29	129.88
A7×A9	32.30	30.87	13.72	17.59	14.01	-76.80	-11.11	70.56	7.59	-2.06	102.66
A7×A18	-1.95	-0.65	-0.12	4.58	0.41	-34.65	8.60	6.10	0.04	-2.05	135.10
A7×A19	34.13	29.64	-3.81	7.95	13.09	-2.64	-11.45	11.99	2.39	-0.11	148.70
A10×A3	13.31	-1.90	-1.74	23.50	13.48	-19.52	-2.68	40.00	-1.68	3.20	136.30
A10×A5	24.92	16.13	10.69	19.31	12.06	-70.89	-8.93	46.78	5.54	-0.09	132.76
A10×A8	31.22	26.40	-1.75	17.87	11.77	-24.66	-12.60	53.94	-1.79	1.70	125.84
A10×A9	37.00	42.08	14.41	8.70	11.26	-52.05	-14.53	37.19	13.67	-5.98	84.740
A10×A18	-8.16	-15.73	-2.48	3.32	-2.53	-34.93	3.23	1.77	-8.54	-4.27	-4.25
A10×A19	38.18	34.86	10.62	22.20	20.77	-20.21	-4.58	36.59	0.66	-3.38	162.36
A14×A3	10.78	2.01	1.81	26.35	11.70	-2.14	-2.68	45.00	0.65	2.29	127.83
A14×A5	24.41	13.92	8.23	15.77	12.37	-49.57	-7.14	43.68	13.11	-0.15	130.00
A14×A8	26.27	13.91	0.89	20.19	17.06	-15.81	-9.45	60.14	2.52	0.76	149.69
A14×A9	30.56	26.17	7.67	15.18	13.97	-64.96	-13.68	66.67	10.09	-1.62	119.97
A14×A18	-2.35	-11.00	5.25	10.20	2.76	-11.32	-1.04	13.99	2.80	-2.80	14.460
A14×A19	30.56	24.59	7.48	17.44	16.73	-14.53	-6.11	33.94	-6.34	0.02	139.42

株高:有37个组合表现为正向超亲优势,占所有组合数的88.09%,优势幅度为8.72%~56.76%,有5个组合表现为负向超亲优势,占所有组合数的11.91%,优势幅度为-8.16%~-1.95%;其中A1×A18是株高中杂种优势最强的组合,超亲优势为56.76%,A2×A8、A2×A9、A2×A19等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-8.16%。

穗位高:有34个组合表现为正向超亲优势,占所有组合数的80.95%,优势幅度为0.40%~99.08%,有8个组合表现为负向超亲优势,占所有组合数的19.05%,优势幅度为-15.73%~-0.65%;其中A1×A18是穗位高中杂种优势最强的组合,超亲优势为99.08%,A2×A18、A1×A19、A10×A9等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-15.73%。

茎粗:有33个组合表现为正向超亲优势,占

所有组合数的78.57%,优势幅度为0.71%~30.17%,有9个组合表现为负向超亲优势,占所有组合数的21.43%,优势幅度为-3.81%~-0.12%;其中A1×A18是茎粗中杂种优势最强的组合,超亲优势为30.17%,A1×A19、A10×A9等组合也有较强杂种优势,而A7×A19是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-3.81%。

穗长:所有组合均表现为正向超亲优势,优势幅度为3.32%~43.32%;其中A2×A18是穗长中杂种优势最强的组合,超亲优势为43.32%,A2×A3、A7×A3等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有3.32%。

穗粗:有41个组合表现为正向超亲优势,占所有组合数的97.62%,优势幅度为0.41%~20.77%,有1个组合表现为负向超亲优势,占所有组合数的2.38%,杂种优势值为-2.53%;其中A10×A19是穗粗中杂种优势最强的组合,超亲优势为

20.77%, A1×A18、A1×A19、A14×A8等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-2.53%。

秃尖长:有4个组合表现为正向超亲优势,占有组合数的9.52%,优势幅度为4.31%~39.63%,有38个组合表现为负向超亲优势,占有组合数的90.48%,优势幅度为-76.8%~-2.14%;其中A2×A3是秃尖长中杂种优势最强的组合,超亲优势为39.63%,A1×A19、A4×A3等组合也有较强杂种优势,而A7×A9是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-76.8%。

穗行数:有4个组合表现为正向超亲优势,占有组合数的9.52%,优势幅度为1.06%~18.27%,有37个组合表现为负向超亲优势,占有组合数的88.1%,优势幅度为-19.09%~-1.04%,A6×A3是无杂种优势组合;其中A1×A18是穗行数杂种优势最强的组合,超亲优势为18.27%,A10×A18、A7×A18等组合也有较强杂种优势,而A2×A19是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-19.09%。

行粒数:所有组合都表现正向超亲优势,优势幅度为1.77%~78.05%;其中A1×A9是行粒数杂种优势最强的组合,超亲优势为78.05%,A1×A18、A4×A9、A7×A9等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有1.77%。

百粒重:有31个组合表现为正向超亲优势,占有组合数的73.81%,优势幅度为0.04%~41.75%,有11个组合表现为负向超亲优势,占有组合数的26.19%,优势幅度为-8.54%~-1.68%;其中A2×A9是百粒重杂种优势最强的组合,超亲优势为41.75%,A2×A5、A2×A9、A2×A19等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-8.54%。

出子率:有14个组合表现为正向超亲优势,占有组合数的33.33%,优势幅度为0.02%~10.65%,有27个组合表现为负向超亲优势,占有组合数的66.67%,优势幅度为-5.98%~-0.03%;其中A1×A18是百粒重杂种优势最强的组合,超亲优势为10.65%,A4×A3、A6×A3、A7×A3等组合也有较强杂种优势,而A10×A9是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-5.98%。

小区产量:有41个组合表现为正向超亲优势,占有组合数的97.62%,优势幅度为6.59%~175.07%,有1个组合A10×A18表现为负向超亲优势,占有组合数的2.38%,其优势值为-4.25%;其中A6×A8是小区产量杂种优势最强的组合,超

亲优势为175.07%,A1×A19、A6×A3等组合也有较强杂种优势,而A10×A18是杂种优势最弱的组合,超亲优势只有-4.25%。

通过上述的分析可知:F₁代的杂种优势是普遍存在的,其正向杂种优势都普遍大于负向杂种优势,这充分证实了本试验组配的42份杂交组合中,存在着有一部分优势组合,具有较强杂种优势的组合作为A1×A18、A1×A19、A2×A3、A2×A9、A2×A18、A2×A19、A4×A9、A6×A8、A10×A19、A14×A8等,这些组合的11个性状的超亲优势值为正的较多,且超亲优势值均较大,可以利用这些组合进一步选择出一些优良的自交系或杂交组合。

2.2 杂种优势指数分析

在图1中各性状的优势指数的平均值大小不一,其顺序为:小区产量(237.28%)>行粒数(153.36%)>穗位高(149.52%)>穗长(136.21%)>株高(134%)>百粒重(130.80%)>穗粗(116.58%)>茎粗(110.82%)>出子率(103.95%)>穗行数(103.42%)>秃尖长(99.48%)。因此,对于这11个性状的选择,以小区产量、行粒数、穗位高、穗长、株高、百粒重的选择余地较大些,其他性状的选择余地较小些。

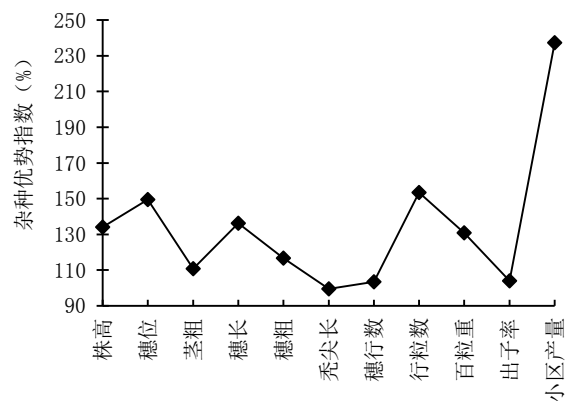


图1 各性状杂种优势指数

3 结论

通过对42份杂交组合的超亲优势分析可知,其正向超亲优势都普遍大于负向部分,这充分表明了本试验选用的13份材料组配的42份杂交组合中,存在着了一批优势组合,组合A1×A18、A1×A19、A2×A3、A2×A9、A2×A18、A2×A19、A4×A9、A6×A8、A10×A19、A14×A8等具有较强的杂种优势,这些组合的农艺性状的超亲优势值为正值的较多,且小区产量的超亲优势值也比较大。

各性状的优势指数的平均值(下转第12页)

5.90、18 075.1 元/hm²,为最优处理。OPT、OPT-P、OPT-K 处理与对照相比纯收益分别增加 2963.3 元/hm²、890.5 元/hm²、3144.7 元/hm²。从经济效益来看,OPT-N 处理较其他处理产量相对较高,增加纯收益值也相应大幅度提高,可以为农户带来较高的收益。

3 结论与讨论

本试验通过氮磷钾肥配施,并使用根瘤菌剂能显著改善大豆的产量性状,提高大豆产量。4 种改良施肥处理产量均高于常规施肥模式,说明合理的氮磷钾肥比例能够达到增产效果。尤其是 OPT-N 处理产量最高,可以比常规施肥模式产量提高 29.4%,纯收益 18 075.1 元/hm²,比常规施肥模式纯收益提高 5103.4 元/hm²,由此可见 OPT-N 处理可以为农户带来较高的收益。OPT-N 处理产量相对较高,可能是因为本试验中除对照外,4 种改良施肥处理使用了根瘤菌剂,而通常使用根瘤菌剂需要少施或不施氮肥,OPT-N 处理正是未施氮肥处理,施肥比例更加合理,因此获得产量达最高值。这与程鹏等^[9]研究氮和根瘤菌交互作用对大豆产量的影响结果相一致,接入的根瘤菌能有效地增加大豆产量,而施入大量的氮肥则减产。

通过近几年的试验,笔者发现有很多种施肥方案无论在产量还是在收入或者产投比这些指标上都明显高于常规施肥,甚至达到了差异极显著的水平,但很多农民还是习惯于多年养成的习惯

施肥方法(即常规施肥),这在一定程度上妨碍了农民收入的提高和农民种植大豆的积极性,分析其中的原因可能是有一部分高产方案成本偏高,也要求农民有一定的知识和技术储备,不利于广泛地推广。本试验中几个推荐施肥处理虽然产量高,但拌根瘤菌也需要一些基本操作技术和知识,因此广泛推广前还需要解决这些问题。OPT-N 处理可能是一个比较可行的选择,一方面产量高、投入少、产投比高、因地制宜地施肥,另一方面也符合农民长期以来的种植习惯,配套的机械设备也比较普及。

参考文献:

- [1] 林郑和,陈荣冰,郭少平.植物对缺磷的生理适应机制研究进展[J].作物杂志,2010(5):5-9.
- [2] 闫春娟,宋书宏,王文斌,等.大豆钾营养研究进展[J].大豆科学,2009,28(5):926-930.
- [3] 谢佳贵,王立春,代红波,等.高产大豆钾素需求特性的研究[J].吉林农业科学,2008,33(5):21-23.
- [4] 邱任谋.大豆施用钾肥的肥效研究[J].大豆科学,1984,3(2):139-144.
- [5] 王政,高瑞凤,李文香,等.氮磷钾肥配施对大豆干物质积累及产量的影响[J].大豆科学,2008,27(4):588-598.
- [6] 谢佳贵,王立春,尹彩侠,等.平衡施肥对优质大豆产量和品质的影响[J].吉林农业科学,2007,32(2):31-32.
- [7] 自由路,杨俐苹.我国农业中的测土配方施肥[J].土壤肥料,2006(2):3-7.
- [8] 李强.嫩江县大豆测土配方施肥技术研究[D].北京:中国农业科学院,2011.
- [9] 程鹏,王金生,刘丽君,等.氮和根瘤菌交互作用对大豆生长、结瘤及产量的影响[J].大豆科技,2013(1):17-20.

(责任编辑:王昱)

(上接第8页)大小顺序为:小区产量>行粒数>株高>穗长>穗位高>百粒重>穗行数>穗粗>茎粗>出子率>秃尖长。因此,在今后的育种中对这11个性状的选择,应以小区产量、行粒数、株高、穗长、穗位高的选择为主要目标,而其他几个性状的选择余地较小些。

参考文献:

- [1] 戚廷香,梁文科,张文生,等.几个玉米自交系的杂种优势分析[J].玉米科学,2006,14(5):4-8.

- [2] Montgomery. Performance of Exotic×Temperate Single - Cross Maize Hyarid[J]. Crop Sci, 1996(35): 1042-1045.
- [3] 朱军,季道藩,许馥华.作物品种间杂种优势遗传分析的新方法[J].遗传学报,1993,5(3):262-271.
- [4] 王凭青,吴明生,王远亮.作物杂种优势预测与遗传机理的研究进展[J].作物杂志,2003(2):11-14.
- [5] 李明爽,傅洪拓,龚永生,等.杂种优势预测研究进展[J].中国农学通报,2008,24(1):117-122.
- [6] 司洪华,陈志斌,吴敬伟,等.中国玉米杂种优势研究综述[J].安徽农业科学,2006(4):644-645,708.

(责任编辑:范杰英)