

文章编号: 1005-0906(2003)02-0037-04

玉米果穗性状的配合力分析

王有芳,李少勇,王凌汉

(山东省潍坊市农业科学院,潍坊 261041)

摘要: 本文按 Griffing 提出的配合力分析方法 4,模式 1(固定模型)的程序,对玉米果穗主要性状进行配合力估算分析。结果表明一般配合力是很重要的,凡一般配合力高的自交系相互组配,其特殊配合力亦高,它的高低对产量有显著影响。在研究育种工作中,除根据田间自交系的性状表现外,更应通过对 $\hat{\Lambda}_{gi}$ 效应的分析确定一个亲本的优劣。对指导亲本选配、自交系选育及制定杂交组合计划,提高玉米育种效率有着重要意义。

关键词: 玉米自交系; F_1 代杂交种;配合力分析

中图分类号: S513.035

文献标识码: A

要选出显著增产的 F_1 代玉米杂交种,主要取决于某一自交系的配合力,而且果穗性状是构成产量的主要性状。在育种实践中,难以取得优良组合的原因之一,就是有些自交系虽然性状很好,但它所产生的杂交种产量并不高,相反,有些自交系表现一般,而它所产生的 F_1 代杂交种产量显著增产。可见,配合力是确定自交系优劣的主要依据。为此,为了有效的提高育种效率,我们结合育种实际进行了配合力测定,探讨 F_1 代遗传信息,对指导选配玉米杂交亲本及自交系选育提供依据。

1 材料与方法

利用自选系为主,设 7 个自交系,按双列杂交配

成 21 个正交组合 [$C=\frac{1}{2}P(P-1)$],采用随机区组排列,重复 3 次,共有 63 个小区,行长 7 m,行距 60 cm,株距 27 cm,每行种植 25 株,小区全部收获进行室内考种,按 Griffing 提出的配合力分析方法 4,模式 1(固定模型)的程序,对果穗的穗长、穗粗、穗行数、行粒数、穗粒重及千粒重主要性状的一般配合力、特殊配合力及遗传力进行了估算。

2 结果与分析

将测定数据进行方差分析,除穗粒重达显著差异水准外,其它各性状在组合间达到极显著水准,皆存在着真实的差异。区组间不显著(见表 1)。

表 1 组合间各性状方差分析

变异原因	自由度	方差					
		穗长	穗粗	穗行数	行粒数	穗粒重	千粒重
区组	2	17.25	0.58	2.68	242.88	3 536.63	89.36
组合	20	93.66**	2.43**	43.84**	581.83**	7 706.03*	479.33**
组合×区组	40	7.54**	0.22**	2.22**	69.37**	2 051.84**	24.72**
机误	441	10.27	0.23	4.20	65.86	114.77	24.38
总变异	503						

2.1 配合力方差分析

配合力是由微效多基因控制而产生的杂种优势能力。一般配合力为基因加性效应,特殊配合力表现为非加性效应。从表 2 看出,6 个性状的一般配合力和特殊配合力均达到极显著水准,说明本试验各性状的加性遗传和非加性遗传都存在,而 $M \cdot s \cdot g/M \cdot s \cdot s$

比值表明,6 个性状的加性遗传都大于非加性遗传,只是性状差别较大,穗行数的 $M \cdot s \cdot g/M \cdot s \cdot s$ 比值最大,加性遗传为非加性遗传的 21 倍,其次为穗长,行粒数、千粒重、穗粗、穗粒重。

这些性状主要受加性基因控制,受环境条件的影响较小,所以自交系配合力的高低,在很大程度上决定于基本材料和基本株,并不依自交代数的多少而发生重大变化,能在自交世代中较稳定的遗传下来。因此,在育种程序中早代就应该选择果穗粗大的单株,而且结合室内考种轴细、粒深内在潜力性状。

收稿日期: 2002-12-10

作者简介: 王有芳(1950-),女,大学本科,山东省潍坊市农科院副研究员,玉米育种室主任,从事玉米育种研究。

表 2 6 个性状的配合力方差分析

性 状	一般配合力 $M \cdot s \cdot g$		特殊配合力 $M \cdot s \cdot s$		$M \cdot s \cdot g / M \cdot s \cdot s$
	均方	F 值	均方	F 值	
穗长	6 381.70	14 910.51**	475.99	1 112.13**	13.41
穗粗	148.54	15 802.13**	19.46	2 070.21**	7.63
穗行数	3 159.05	18 051.71**	149.33	853.31**	21.16
行粒数	36 656.90	13 358.93**	4 238.28	1 544.57**	8.65
穗粒重	308 673.43	6 460.31**	131 924.40	2 761.08**	2.34
千粒重	29 792.62	29 208.45**	3 666.03	3 559.25**	8.13

2.2 一般配合力效应

自交系果穗性状的一般配合力效应,在不同自交系之间差异很大,同一个自交系各性状也有明显的正负二向增势。从表 3 看出,亲本第一系:除穗长、行粒数外,其余四个性状为正向效应,其中穗粒重、千粒重是参试材料中的最高值。亲本第 5 和第 7 系:除穗粗和穗行数为负向效应外,其它四个性状均为正向效应值,均达极显著水平,其中穗长在参试材料中出现了最高值。第 2 系的穗粗、穗行数、行粒数为正向效应值,均达极显著水平,其中穗行数是参试材

料中的最高值。第 4 系的穗长、穗行数、千粒重 3 个性状为正向效应值,达极显著水平。亲本第 3 和第 6 系个别性状为正向效应值,多数性状为负向效应值。

从表 3 还看出,同一性状的一般配合力效应,在不同自交系间有正负高低的现象,如穗长:第 7、第 5、第 4 系为正向效应,第 1、第 2、第 3 系为负向效应,这说明在穗长上其加性基因效应间有本质上的差异,为选用某性状一般配合力高的亲本自交系提供了可能性。

表 3 一般配合力效应值

亲本顺号	性 状					
	穗长	穗粗	穗行数	行粒数	穗粒重	千粒重
	$\wedge$ g_i	$\wedge$ g_i	$\wedge$ g_i	$\wedge$ g_i	$\wedge$ g_i	$\wedge$ g_i
1	-48.05	8.49**	4.86**	-77.83	308.17**	111.59**
2	-31.39	4.05**	26.46**	25.17**	-98.47	-83.81
3	-1.07	1.81**	10.06**	-55.23	-166.17	-14.01
4	19.47**	-1.00	22.46**	-115.43	-186.57	10.49**
5	22.83**	-1.03	-25.54**	48.57**	241.81**	58.19**
6	-17.87	-3.61	4.06**	46.77**	-313.93	-108.91
7	56.1**	-8.41	-42.34	127.97**	215.13**	26.19**
$\wedge \wedge$ $S \cdot E (g_i - g_i)$	0.41	0.06	0.27	1.10	4.37	0.61
$L \cdot S \cdot D_{005}$	0.81	0.12	0.52	2.05	8.57	1.25
$L \cdot S \cdot D_{001}$	1.06	0.16	0.68	2.70	11.26	1.65

2.3 特殊配合力效应

特殊配合力指特定组合内,杂种一代的性状数值与亲本的一般配合力平均数值的偏差,是指两亲本自交系各自贡献给杂种的基因,通过互作而表现的非加性基因效应。从表 4 看出,在参试的 21 个杂交组合间,同一性状的特殊配合力效应,有较大差异。在同一组合中,各性状的特殊配合力效应差异也很大。特殊配合力高的组合,大都是一般配合力高的亲本参与杂交,或两个一般配合力都高的亲本组成的特殊配合力高的性状。例如组合 1×7 、 1×5 穗长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重、穗粒重构成产量的主要因素均表现了高的特殊配合力效应 ($\wedge_{sij}$),6 个性状均为正向效应值,产量最高,居第 1 位、第 2 位,组

合 1×2 、 6×3 只有个性状正向效应值,产量较低,居第 12 位、18 位。就性状来说,穗行数以组合 2×6 为正向效应最高值。将两种配合力结合起来看,亲本性状的互补作用是很明显的,如 2×3 和 4×3 在产量构成性状上表现有较高的特殊配合力效应,为今后选系和用系提供了理论依据。其余组合各性状的特殊配合力效应有大小和正负值之分,如穗长:第 7、第 5、第 4 系为正向效应,而第 1、第 2、第 3 系为负向效应值,这表明其加性效应存在着真实的差异,因此,在育种工作中,除了根据田间自交系的性状表现外,可以通过对 $\wedge_{g_i}$ 效应的分析来鉴定一个亲本的优劣。这样就可根据育种目标,选择性状突出且 $\wedge_{g_i}$ 好的亲本配制组合、提高育种效率。

表 4 特殊配合力效应值

组 合	穗长 $\hat{\Delta}_{sij}$	穗粗 $\hat{\Delta}_{sij}$	穗行数 $\hat{\Delta}_{sij}$	行粒数 $\hat{\Delta}_{sij}$	穗粒重 $\hat{\Delta}_{sij}$	千粒重 $\hat{\Delta}_{sij}$	单株产量 (g)	位次
1×2	-5.63	-1.82	3.70**	-6.53	-333.45	-87.20	136.17	12
1×5	-6.53	6.37**	9.20**	-63.93	155.87**	69.00**	170.73	2
1×6	-1.67	4.95**	0.10	-10.13	309.21**	61.40**	153.97	5
1×4	-8.59	-4.37	-10.30	-24.93	-423.55	-34.00	128.75	17
1×7	11.91**	4.45**	14.50**	75.67**	654.55	35.80**	190.41	1
1×3	10.35**	-9.58	-17.90	29.87**	-362.65	-51.00	132.13	15
2×5	-18.51	-1.99	2.10**	-26.93	-252.29	-44.60	136.79	10
2×6	20.87**	0.58**	16.50**	67.07**	369.25**	13.80**	139.53	9
2×4	-35.65	3.17**	-7.90	-119.93	5.49	106.90**	127.68	16
2×7	13.05**	-2.19	-13.10	33.67**	-270.41	-49.30	134.92	14
2×3	25.89**	2.97**	-1.50	51.87**	481.39**	54.39**	150.36	6
5×6	-0.55	-2.23	-13.50	-0.53	-244.13	-23.00	128.15	19
5×4	40.53**	-2.75	4.10**	64.47**	298.31**	-10.40	156.06	4
5×9	4.73**	-1.83	-13.10	52.27**	61.31**	21.90**	162.92	3
5×3	-19.83	2.45**	10.50**	-25.53	-19.09	-16.90	143.72	7
6×4	1.81**	-0.67	0.50**	37.47**	53.95**	-26.00	122.72	20
6×7	1.21	-2.45	-8.70	-64.93	-207.15	24.30**	128.58	18
6×3	-21.65	-0.17	4.90**	-29.73	-281.15	-50.50	109.61	21
4×7	-17.10	1.53	14.90**	-13.73	-177.01	-68.60	135.14	13
4×3	19.00**	13.33**	-1.50	56.47**	242.79**	32.10**	136.74	11
7×3	-13.77	1.23**	5.30**	-82.93	-61.31	31.90**	140.81	8
S·E	0.83	0.12	0.53	2.10	8.74	1.28		
L·S·D _{0.05}	1.62	0.24	1.04	4.11	17.14	2.50		
L·S·D _{0.01}	2.14	0.31	1.36	5.41	22.51	3.29		
S·E	0.72	0.11	0.46	1.82	7.57	1.11		
L·S·D _{0.05}	1.41	0.21	0.90	3.56	14.84	2.17		
L·S·D _{0.01}	1.86	0.28	1.19	4.69	19.50	2.86		

2.4 配合力效应方差

将亲本的 $\hat{\Delta}_{gi}$ 与 $\hat{\Delta}_{si}$ 联系起来看,则更有利于对一个亲本作出正确的评价。 $\hat{\Delta}_{si}^2$ 的大小,反映了一系列杂交组合中,该亲本各性状遗传整齐的程度,其方差大的,对此性状的不平衡程度就大,选择的机率也高。现结合估算结果、对各亲本表现的遗传性状作如下评价。

(1) 穗长。穗长的 $M \cdot s \cdot g / M \cdot s \cdot s$ 比值 13.41,加性遗传效应占主要,根据 $g \cdot c \cdot a$ 信息对后代有可靠的预测性,亲本第 7 系的 $\hat{\Delta}_{gi}$ 达极显著,1×7 组合穗长、穗粗、穗行数、行粒数、穗粒重、千粒重 6 个性状 $\hat{\Delta}_{sij}$ 达极显著, $\hat{\Delta}_{gi}^2$ 最高而 $\hat{\Delta}_{si}^2$ 较低,说明遗传传递力强而均匀。可作基本材料的传递继续充实育种基因库,也是当前选配组合利用的好系。

(2) 穗粗。穗粗的 $M \cdot s \cdot g / M \cdot s \cdot s$ 比值为 7.36,以加性效应为主,根据 $g \cdot c \cdot a$ 信息对后代预测性可靠,亲本第 1 系 $\hat{\Delta}_{gi}$ 达最高值,所参与的杂交组合:如 1×6、1×7、1×6 的 $\hat{\Delta}_{sij}$ 达极显著,获得了最佳的 $\hat{\Delta}_{sij}$ 值。该系不但穗粗 $\hat{\Delta}_{gi}$ 达最高值,而且穗行数、千粒重、穗粒

重四个性状的 $\hat{\Delta}_{gi}$ 均达极显著,同时 $\hat{\Delta}_{gi}^2$ 最高,而 $\hat{\Delta}_{si}^2$ 一般,说明遗传传递力强而整齐,在育种工作中可作重点系利用来充分发挥它的内在增产潜力。

(3) 穗行数。穗行数 $M \cdot s \cdot g$ 与 $M \cdot s \cdot s$ 的比值占主导地位,表明加性效应为非加性效应的 21 倍,根据 $g \cdot c \cdot a$ 信息预测后代表现最可靠,亲本第 2 系的 $\hat{\Delta}_{gi}$ 为最高、且 $\hat{\Delta}_{si}^2$ 较低,说明遗传传递强而稳。在育种工作中已知穗行数性状是遗传传递力强的性状,应该在基本材料的起点就参入设施。注重早代选育,争取穗行数多,千粒重高,要避免往往穗行数多、穗粒数多,千粒重降低现象。同时组配组合争取基因互补效应。达到行多穗粗又长。

(4) 行粒数。其 $M \cdot s \cdot g$ 与 $M \cdot s \cdot s$ 比值为 8.65,以加性遗传效应为主导,根据 $g \cdot c \cdot a$ 信息对后代预测性状可靠性较大,亲本第 5 系 $\hat{\Delta}_{gi}$ 最高值,在穗长、穗粒重及千粒重四个性状均达极显著,而 $\hat{\Delta}_{si}^2$ 较大,表明遗传传递力强而波动性大,用以 1×5 组合是一个 $\hat{\Delta}_{gi}$ 最高负值与亲本第 5 系 $\hat{\Delta}_{gi}$ 最高值杂交产生了最佳的基因互补效应,获得了最佳 $\hat{\Delta}_{sij}$ 值,亲本第 5 系杂交组配有广泛的利用价值。

(5) 穗粒重。M·s·g 与 M·s·s 比值性状当中最低,虽然加性遗传效应成倍的大于非加性遗传效应,根据 g·c·a 信息预测后代性状表现可靠性较差,受环境条件因素多基因控制。所有亲本除第 2、第 5、第 7 系达极显著,其余都是较高负值出现。 σ^2_{si} 较大,说明有遗传传递力且又波动性大。在自交系选育程序当中,应注意粒深轴细,半马齿粒形。

(6) 千粒重。M·s·g 与 M·s·s 比值 8.13,以加性遗传为主,根据 g·c·a 信息预测后代有可靠性。第 1、第 4、第 5、第 7 系 Δ_{gi} 达极显著,而且有两个 Δ_{gi} 最高的亲本杂交,获得了最佳 Δ_{sij} 值。理论与实践证明,无论是自交系选育还是选配亲本杂交,要选子粒长、半硬和半马齿型,争取粒大和千粒重高的自交系。

表 5 各亲本不同性状的配合力方差

亲本 代号	性 状											
	穗长		穗粗		穗行数		行粒数		穗粒重		千粒重	
	Δ_{gi}	σ^2_{si}	Δ_{gi}	σ^2_{si}	Δ_{gi}	σ^2_{si}	Δ_{gi}	σ^2_{si}	Δ_{gi}	σ^2_{si}	Δ_{gi}	σ^2_{si}
1	2 308.73	79.17	72.08	39.77	23.56	146.87	6 057.04	2 292.20	94 960.56	194 049.88	12 452.15	4 031.79
2	985.26	583.94	16.40	6.98	699.94	105.18	633.06	4 714.12	9 688.15	123 176.33	7 023.94	5 117.07
3	1.07	437.65	3.80	57.11	101.11	97.31	6 049.88	3 034.73	27 604.28	101 035.18	196.11	2 087.81
4	379.01	728.47	1.00	43.42	503.97	81.82	13 326.62	5 130.78	34 800.18	67 202.12	109.87	3 820.01
5	521.14	487.96	1.06	13.28	652.36	113.85	2 358.58	2 468.38	58 463.89	48 093.25	3 420.91	1 667.93
6	319.27	182.08	13.03	7.25	16.43	110.75	2 168.96	2 240.41	98 543.86	83 246.35	11 861.21	1 660.41
7	3 147.14	163.26	70.73	8.29	1 792.81	175.71	16 375.85	3 434.82	46 272.72	116 625.53	685.74	2 138.58

综上各性状分析,亲本 7、5、1 系在产量中表现了较高的一般配合力;杂交组合 1×7 六个性状的特殊配合力均达极显著水平,产量居首位;杂交组合 1×5 和 5×7 四个性状的特殊配合力达极显著水平,产量居第二、三位。这说明选择一般配合力高的双亲进行组配易获得优良组合。亲本的一般配合力效应和特殊配合力效应又是一致的。特殊配合力是在一般配合力的基础上发挥作用,所以选系从一开始就应以较高的起点提高一般配合力的水平,然后通过恰当组配,故性状互补,就能较快地选育出高产的优良组合。

2.5 果穗性状的遗传力

根据 Griffing 方法 4 模式 2 的配合力方差分析法,估算了各性状的狭义遗传力,其值大小的顺序是:

穗行数 (88.9%)>穗长 (83.0%)>行粒数 (75.0%)>千粒重 (73.9%)>穗粗 (72.4%)>穗粒重 (8.4%)。前 5 个性状的狭义遗传力均在 70% 以上,遗传起主导作用,早代选择有效。而穗粒重的遗传很低,受环境条件的影响较大,早代选择效果不佳。

3 讨论

结合两种配合力效应值及方差分析和单株产量综合分析,6 个性状的加性遗传效应皆大于非加性遗传效应,其 M·s·g/M·s·s 为 2~21 倍,说明一般配合力是很重要的,它的高低对产量有显著影响,如组合 1×7、1×5 穗长、穗粗、穗行数、行粒数、千粒重

构成产量的主要因素表现了特殊配合力正向效应值,产量最高,属第 1 位、第 2 位。特殊配合力高的组合,大都是一般配合力高的亲本参与杂交,或两个亲本一般配合力都高的亲本组成的特殊配合力亦高。

不同亲本间同一性状的 Δ_{gi} 效应差异比较显著,各性状的 Δ_{gi} 和 σ^2_{si} 的最高值出现于不同亲本。同一亲本不同性状间 Δ_{gi} 和 σ^2_{si} 也各不相同。 Δ_{gi} 效应与某一亲本特点有密切关系,说明组配组合选用亲本尽可能综合农艺性状突出的系杂交,相应性状值在组合间变幅较大,易出现高产组合。同一性状因组合不同 Δ_{sij} 差异较大,同一组合中各性状的 Δ_{sij} 也有差异。从各性状获得最佳 Δ_{sij} 的组合来看,亲本性状的 Δ_{gi} 负值和一个 Δ_{gi} 正值的亲本杂交,如 7×3、1×4 表现产量位次靠前,较高 Δ_{sij} 值,说明基因互补效应是很明显的。因此,在配制组合时,要选一个 Δ_{gi} 最高性状的亲本,另一个亲本某些性状的 Δ_{gi} 也高,并在产量性状的 σ^2_{si} 较大,且能弥补前者不足,两者杂交,在综合性状上产生最佳的互补效应。

本试验未发现 6 个性状的一般配合力皆显著的自交系,可见一个优良的自交系也不是十全十美的,所谓优良是相对的,是在目标或某性状上表现了较高的配合力。

果穗 6 个性状的一般配合力明显分为正、负向两类,为选用优良亲本提供了可能性, (下转第 65 页)