

应用方差分析法测定 玉米自交系的配合力

高宪章 姜明玉

(省农科院作物育种所)

玉米自交系的配合力是一种可以遗传的性状,自从确认玉米杂种优势效应取决于亲本自交系配合力以来,关于玉米自交系配合力方面曾进行了不少研究,提出了一般配合力和特殊配合力的概念,从而分别进行了深入研究。许多研究者认为一般配合力选择与特殊配合力选择之间的相对独立性,并且证明,一般配合力乃是基因加性作用的效应决定,而特殊配合力则为基因显性,上位互作以及基因与周围环境因素互作的综合结果^[1]。

实践证明,玉米自交系配合力的高低决定组成杂种的产量高低。据研究确定,两个高配合力的杂交组合,其产量也高;两个低配合力的杂交组合,其产量也低;而一个高配合力和一个低配合力的杂交组合,其产量多介于两者之间,有时偏高或偏低^[1]。为了估算自交系配合力的遗传效应,史密德(Schmid, 1919)对双列杂交的交配系统,首先加以讨论和应用,他估计了在杂交中产量变异的遗传成份和在杂交组合的实际生产力。以后,金克士(Jinks, 1954)用双列杂交法就一个世代杂交组合的表现,估算出数量性状有关的遗传因素效应;格里芬(Griffing, 1956)进而估算出数量性状的一般配合力,特殊配合力及遗传力等^[4]。这对正确的选择亲本自交系,配制优良杂交组合提供了依据,减少了盲目性,提高了育种效果。

材料与方 法

本研究选用自己培育的 10 个玉米自交

系做供试材料,其中:早熟系有四个,牛₁₁、早大黃、新 100 和甸₁₁;中熟系有两个,大_{33B} 和 557_{11D};晚熟系有四个,铁₁₃, 大凤₇₁, 大凤₇₂ 和大凤₉, 大凤为三个姊妹系。试验于 1977 年和 1978 年按双列杂交法的要求,组配了 45 个玉米杂交组合。1979 年进行鉴定,田间采取随机区组排列,单行区,每行 13 株,田间调查记载及考种中间五株,重复四次,调查记载:出苗期、抽雄期、抽丝期、株高穗位高度等;室内考种:果穗长、百粒重、籽实产量等性状,按格里芬法估算数量性状的一般配合力、特殊配合力及遗传力等。

结果与分析

1. 测验杂交组合间产量方差分析:我们采用了常规方法进行分析,各变异因素的方差计算结果是:区组间自由度为 3, 方差 4706.5, 品种间自由度为 44, 方差为 5961.15, F 值为 44.92, 经 F 值测验,品种间差异高度显著,所以,应进一步做配合力的分析。

2. 配合力方差分析:1977 年和 1978 年

表 1 杂交组合间产量方差分析表

变异因素	自由度	方差和 SS	方差 MS	F 值
总 变 异	899	550574.9		
区 组	3	14119.5	4706.5	
品 种	44	262290.7	5961.15	44.92**
品种 × 区组	132	178631.4	1353.27	
试验误差	720	95533.3	132.7	

按格里芬研究玉米自交系配合力的方法, 10 个自交系亲本, 只取正交组合, 获得到 10(10-1)/2 = 45 个组合。其 F_1 代平均产量数字为:

表 2 10 个玉米自交系间 45 个杂交组合平均产量 (克/单株)

	早 大 黄	牛 ₁₁	新 ₁₀₀	大 _{33B}	大风 ₇₂	大风 ₉	大风 ₇₁	557 _{11D}	铁 ₃
甸 ₁₁	115.5	142.5	140.2	139.8	164.3	167.4	177.1	156.4	160.2
早 大 黄		113.3	112.6	118.3	136.8	162.9	163.8	136.7	153.2
牛 ₁₁			121.6	104.8	151.9	150.5	169.6	136.4	150.0
新 ₁₀₀				94.2	161.7	141.9	139.7	118.4	169.8
大 _{33B}					151.8	140.5	158.6	154.5	148.9
大风 ₇₂						106.5	105.0	176.3	119.8
大风 ₉							83.3	174.3	148.9
大风 ₇₁								153.7	169.1
557 _{11D}									159.2

根据格里芬方法 (4) 模式 I, 对于配合力分析的数学模式是^[3]:

$$X_{ij} = u + gi + gj + S_{ij} + \frac{1}{bc} \sum_k \sum_l e_{ijkl}$$

这里 X_{ij} 为亲本品系 i 与 j 杂交的子一代的平均数, u 为群体平均数, gi 与 gj 分

别为亲本 i 与亲本 j 的一般配合力, S_{ij} 为两亲本 i 与 j 的特殊配合力, b 为区组数, c 为观察数, e_{ijkl} 为某一观察值的特有误差 (环境效应)。假定的限制: $\sum_i gi = 0$ 及 $\sum_i S_{ij} = 0$ 。方差分析如下。

表 3 双列杂交试验的配合力分析

变异来源	自 由 度	平 方 和	方 差
一般配合力	$P-1=9$	$Sg = \frac{1}{2(P-2)} \sum X_i^2 - \frac{4}{P(P-2)} N^2 = 8307.4$	$Mg = \frac{Sg}{P-1} = 923.0$
特殊配合力	$P(P-3)/2 = 45$	$Ss = \sum \sum X_{ij}^2 - \frac{1}{P-2} \sum X_i^2 + \frac{2}{(P-1)(P-2)} N^2 = 18643.2$	$Ms = \frac{Ss}{P(P-3)/2} = 532.7$
误 差	$n = 20$	$Me = 132.7$	$M'e = \frac{Me}{bc} = 6.64$

3. 估算各别自交系产量一般配合力的效应^[4]:

$$\text{公式: } \hat{g}_i = \frac{1}{p(p-2)} (px_i - 2x_{..})$$

$$\hat{g}_{\text{甸}_{11}} = \frac{1}{10 \times 8} (10 \times 1363.4 - 2 \times 6501.9) = 7.88$$

其余自交系的估算如此类推, 各自交系产量配合力效应如表。

在比较自交系一般配合力效应时, 需计算标准误差。

$$\text{公式: } SE \hat{g}_i - \hat{g}_j = \sqrt{\frac{2}{p-2}} \delta^2 = \pm 1.29$$

相差数值大于差数标准误差两倍以上为显著, 在三倍以上为极显著。

4. 估算玉米自交系间杂交组合产量的特殊配合力效应^[4]:

$$\text{公式: } \hat{S}_{ij} = x_{ij} - \frac{1}{p-2} (x_i + x_j) + \frac{2}{(p-1)(p-2)} x_{..}$$

$$\hat{S}_{\text{甸}_{11} \times \text{早大}} = 115.5 -$$

$$\begin{aligned} & \frac{(1363.4 + 1213.1)}{8} \\ & + \frac{2(6501.9)}{9 \times 8} \\ & = 115.5 - 322.1 + 180.6 \\ & = -26 \end{aligned}$$

表4 玉米自交系配合力效应计算结果

自 交 系	一 般 配 合 力 效 应
甸11	7.88**
早 大 黄	-10.91
牛11	-7.47
新100	-12.54
大33B	-11.12
大风72	6.72**
大风9	-3.02
大风71	2.44
55711D	8.19**
铁13	19.84**

其余类推。各杂交组合计算的全部结果如下表。

5. 估算一般配合力和特殊配合力方差：
一般配合力方差估算公式：

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{gi}^2 &= \hat{g}_i^2 - \frac{P-1}{P(P-2)} \hat{\sigma}^2 \\ \hat{\sigma}_{gi}^2 \text{ 甸}_{11} &= (7.88)^2 - \frac{10-1}{10(10-2)} (6.64) \\ &= 60.4 \end{aligned}$$

其余类推。

特殊配合力方差估算公式：

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_{si}^2 &= \frac{1}{P-2} \sum \hat{S}_{ii}^2 - \frac{P-3}{P-2} \hat{\sigma}^2 \\ \hat{\sigma}_{si}^2 \text{ 甸}_{11} &= \frac{1}{8} [(-26)^2 + (-2.4)^2 + (0.4)^2 \\ &+ (7.5)^2 + (5.2)^2 + (18.1)^2 \\ &+ (22.3)^2 + (-4.2)^2 \\ &+ (-12)^2] - \frac{7}{8} (6.64) \\ &= 213.16 \end{aligned}$$

表5 玉米自交系间杂交组合产量的特殊配合力

	早 大 黄	牛11	新100	大33B	大风72	大风9	大风71	55711D	铁13
甸11	-26	-2.4	0.4	7.5	5.2	18.1	22.3	-4.2	-12
早 大 黄		-12.8	-8.5	-4.2	-3.5	32.3	27.8	-5.1	-0.2
牛11			-2.9	-21.1	8.2	16.5	30.1	-8.8	-6.9
新100				-26.6	23.0	13.0	5.3	-21.8	18.0
大33B					11.7	10.2	22.8	12.9	-4.3
大风72						-41.7	-48.7	16.9	28.7
大风9							-60.6	24.6	-12.4
大风71								-1.4	2.3
55711D									-13.3

$$\text{标准误差: } S \cdot E(Sij - SRe) = \sqrt{\frac{2(P-4)}{P-2} \hat{\sigma}^2} = \pm 3.16$$

$$S \cdot E(Sij - SiR) = \sqrt{\frac{2(P-3)}{P-2} \hat{\sigma}^2} = \pm 3.41$$

其余类推。

现将一般配合力方差和特殊配合力方差计算的全部结果列入表6。

表 6 各亲本自交系的一般配合力与特殊配合力方差

自 交 系	一般配合力的方差	特殊配合力的方差
甸 ₁₁	60.4	213.16
早 大 黄	118.28	284.44
牛 ₁₁	55.05	243.41
新 ₁₀₀	156.50	283.40
大 _{33B}	122.91	252.73
大风 ₇₂	44.41	743.23
大风 ₉	2.27	550.53
大风 ₇₁	5.21	1091.11
557 _{11D}	66.33	223.23
铁 ₁₃	392.88	205.91

6. 产量遗传力 (h^2) 的估算^[2]:

根据格里芬提出的第二模式, 估算加性和非加性方差, 从而估算遗传力。

$$M''_e = \frac{M \cdot sbc}{b \cdot c} = \frac{885.23}{4 \times 5} = 44.26$$

$$\hat{\delta}_a^2 = M - M''_e = 532.7 - 44.26 = 488.44$$

$$\hat{\delta}_g^2 = \frac{1}{p-2} (Mg - Ms)$$

$$= \frac{1}{8} (923 - 532.7)$$

$$= 48.79$$

$$\hat{\delta}_G^2 = 2\hat{\delta}_g^2 + \hat{\delta}_a^2 = 2 \times 48.79 + 488.44$$

$$= 586.02$$

$$\hat{\delta}_p^2 = \hat{\delta}_G^2 + \hat{\delta}_e^2 = 586.02 + 810.67 = 1396.69$$

$$h^2 = \frac{2\hat{\delta}_g^2}{\hat{\delta}_p^2} = \frac{2 \times 48.79}{1396.69} = 6.99(\%)$$

7. 结论:

根据上述结果可以看出, 自交系的一般配合力以甸₁₁、大风₇₂、557_{11D}、铁₁₃为极显著; 由“大风”参加组配的组合, 其特殊配合力均较高, 但极为突出的有: 甸₁₁ × 大风₉、甸₁₁ × 大风₇₁、早大黄 × 大风₉、早大黄 × 大风₇₁、牛₁₁ × 大风₇₁、新₁₀₀ × 大风₇₂、大_{33B} × 大风₇₁、大风₇₂ × 铁₁₃、大风₉ × 557_{11D}以及新₁₀₀ × 铁₁₃等, 都是有希望的高产组合。根据自交系配合力的方差分析, “大风”姊妹系大风₉ (2.27) 和大风₇₁ (5.21) 一般配合力方差最低, 说明它的产量配合力能比较均匀的传给 F₁ 代。而大风₇₁ (1091.11) 和大风₇₂ (743.23) 的特殊配合力方差最大, 说明某些组合的高产水平要比预期的高, 而另一些组合相反地要低, 总括来看, 利用“大风”系统自交系时, 大风₇₂ 较 大风₇₁ 优越。但要特别注意大风₇₁ 特殊高产组合的选择。

参 考 文 献

- [1] 刘仲元: 1963, 玉米育种理论及实践, 上海科学技术出版社, 第 353 页。
- [2] 《玉米遗传育种学》编写组, 1979, 玉米遗传育种学, 科学出版社, 第 96~102 页。
- [3] Турбин Н.В.: 1961. Гетерозис, Минск, 111~114.
- [4] 四川农学院数量遗传实验室: 1973, 玉米自交系数性状遗传研究初步报告。全国玉米杂种优势利用研究协作会议资料选编, 78~88 页。