

基于 AMM I 模型的 NC° 交配设计试验的配合力分析^X

蒋开锋 郑家奎 赵甘霖 朱永川 万先齐

(四川省农业科学院水稻高粱研究所, 四川泸州, 646100)

提 要 AMM I 模型是基因型与环境互作效应分析的有效工具, 而特殊配合力实际上也是父母本间的互作效应。本文用该模型对 NC° 交配设计试验的配合力进行分析, 结果表明可提高特殊配合力估值的准确性。实例分析结果表明, AMM I 模型估计的特殊配合力效应值与传统分析方法的结果在大小上有程度的差异, 但方向相同; 特殊配合力方差 D^2 与 K^2 大小在不育系中的排序一致, 而在恢复系中的排序有差异。讨论了 IPCA 值在特殊配合力育种中运用的可能性。

关键词 AMM I 模型; NC° 交配设计; 配合力

Analysis of Combining Ability Based on AMM I Model

JIANG KaiFeng ZHENG JiaKui ZHAO GanLing ZHU YongChuan WAN XianQi
(Rice and Sorghum Inst, Sichuan Academy of Agric Sci, Luzhou, 646100)

Abstract AMM I model is a very effective tool for analyzing the interaction between genotype and environment. In fact, the special combining ability (Sca) for hybrid combination is a kind of interaction, too. The data from NC° mating design were analysed by AMM I model in this paper. The results showed that this method could provide more accurate estimates of Sca effects. The results of an applied example showed that between the estimates of Sca effects using AMM I model and classic way had only smaller difference. According to estimates of Sca variance D^2 and K^2 (coming from AMM I model and classic way, respectively), there was same order for CMS lines, but the order for restorer lines had larger difference. The possibility was also discussed for application of the scores of significant IPCA axes in breeding for Sca.

Key words AMM I model; NC° mating design; Combining ability

杂交育种和杂种优势利用是许多重要作物育种的主要方法和途径, 其实质是配合力育种^[1]。亲本材料的选育可称为一般配合力育种, 杂交组合的选配可称为特殊配合力育种。高产强优势组合的选育不仅要求亲本要有高的一般配合力水平, 而且要求两亲本之间要有较高的特殊配合力。由于一般配合力主要是由基因加性效应控制, 可由亲本传递给子代, 所以无论用杂交育种途径选择制恢或制保的亲本材料, 还是用不育系和恢复系测配组合, 育种者都非常重视一般配合力的评价; 而特殊配合力是由基因显性、上位性效应的综合结果, 遗传机制复杂, 且不能固定遗传, 但这也是产生杂种优势的内在遗传机制。因此, 一般配合力和特

X 该研究是四川省水稻育种攻关和四川省农业科学院资助项目的部分内容。

谢辞: 承蒙中国水稻研究所计算机系王磊博士惠赠 BSTAT 软件; 在本文修改过程中得到王磊博士和四川农业大学职教院明道绪教授的帮助; 本文引用了 1998 年省攻关南充点的 NC° 交配设计试验资料, 对参加试验和提供材料的有关单位和人员在此一并致谢!

收稿日期: 1998 年 12 月 22 日, 接受日期: 1999 年 2 月 21 日

殊配合力方差是评价杂交亲本的两个重要的参数^[2]。

AMM I模型是主效可加、交互可乘模型的简称,是目前分析品种与环境交互效应和遗传稳定性的一种有效方法^[3-8]。它是将方差分析与主成分分析综合运用的一个模型,即首先用方差分析法检验主效应及交互效应的显著性;当交互效应显著时,把交互效应剖分为各基因型和各环境的多个可乘的主成分分量;最后根据基因型的主成分分量计算稳定性参数^[3]。而特殊配合力的实质是父母本间的交互效应。基于此,本文拟应用AMM I模型对NC° 交配设计试验的配合力(主要是特殊配合力)进行分析。

1 数学模型

在NC° 交配设计试验(不涉及反交效应)中,某一组合平均产量用AMM I数学模型可表示为:

$$Y_{ij} = L + g_i + g_j + K U_{i1} V_{j1} + K U_{i2} V_{j2} + \dots + K U_{im} V_{jm} + D_j + E_j \quad (1)$$

模型中 Y_{ij} 为某一试验组合的平均产量; L 为试验总平均数, g_i 和 g_j 分别为第 i 不育系和第 j 恢复系的一般配合力效应; K, K, \dots, K 是观测值矩阵的顺序奇异值,即 K, K, \dots, K ; $K^s U_{im}$ 和 $K^s V_{jm}$ 分别称为不育系和恢复系在交互作用主成分轴(IPCA)的得分; D_j 为残差; E_j 为试验误差。

2 统计分析

2.1 按照一般的配合力方差分析,检验父、母本一般配合力和二者的特殊配合力是否显著。

2.2 特殊配合力效应显著时,用父母本双向表进行AMM I方差分析。

2.3 失拟性检验。用Gollob(1968)提出的近似F测验^[9]:

$$F_i = M S_{IPCA_i} / M S_e \quad (2)$$

不显著的IPCA的均方即作为失拟均方,其估计的特殊配合力效应为残差 D_j 。用显著的IPCA轴估算特殊配合力。

2.4 计算出不包括残差的特殊配合力的效应值。

$$Sca = \sum_{m=1}^P K U_{im} V_{jm} \quad (3)$$

其中 P 为显著的IPCA个数。

2.5 特殊配合力方差计算。由于稳定性参数 D 值^[3]的大小实际上表示了某一亲本与其它亲本配组后的特殊配合力间变异程度的大小,所以可用各亲本材料在显著的IPCA上得分的平方和(即 D^2)来代表特殊配合力方差。

本文用BSTAT 汉化软件进行计算。

3 应用举例

采用1998年四川省水稻育种攻关NC° 交配设计试验南充点的结果。试验由8个恢复系和5个不育系配成的40个组合作试材,随机区组排列,三次重复,以小区产量为单位进行分析。

表1方差分析结果表明:组合间差异达极显著水平;不育系、恢复系的一般配合力及二者的特殊配合力效应均达极显著水平。AMM I方差分析表明,IPCA 4不显著,而IPCA 1~3

均达显著或极显著水平, 因此可把 IPCA 4 估算的特殊配合力作为残差, 各亲本在 IPCA 1~3 的得分(见表 2)来计算特殊配合力和特殊配合力方差。

表 3 可以看出: 各亲本一般配合力, 恢复系中以明恢 63 最高, 847、蜀恢 160、R 40 和 94219 与明恢 63 属同一水平, 725、H 411 和 94109255 显著低于明恢 63; 不育系中, K18A 最高, 1021A 亦高于汕 A, 但与汕 A 差异不显著, D18A 比汕 A 低但不显著, 117A 显著低于其它不育系。

表 2 亲本在显著交互效应主成分轴上的得分

Table 2 The scores of significant IPCA axes for parents

基因型 Genotype	IPCA		
	IPCA 1	IPCA 2	IPCA 3
R 40	- 0.0367	0.3366	- 0.1179
蜀恢 160 Shuhui 160	0.4763	0.0749	0.0897
847	0.2635	- 0.5565	- 0.0939
94109255	- 0.5710	- 0.5086	- 0.1961
H 411	0.3339	- 0.1784	0.4417
725	- 0.3484	0.3370	0.1293
94219	- 0.5397	0.2070	0.1352
明恢 63 M inghui 63	0.4220	0.2880	- 0.3881
117A	- 0.2840	0.2444	0.0386
1021A	- 0.0239	- 0.3105	- 0.5572
D18A	0.8980	- 0.2823	0.2180
K18A	0.0585	0.7495	- 0.0003
汕 A Shan A	- 0.6585	- 0.4011	0.3008

却有较大差异(见表 4), 其顺序为 94109255> 94219> 847> 明恢 63> 725> 蜀恢 160> H 411> R 40。

4 结论与讨论

4.1 AMM I 模型估算特殊配合力效应时, 由于不包括残差, 排除了未考虑的因素对试验结果的影响, 因此特殊配合力及其方差估值具有更高的准确性。

4.2 AMM I 模型将特殊配合力剖分成分别来自于母本和父本的两组可乘分量, 能更清楚地理解特殊配合力产生的实质。由于所分析的目标性状(如产量)往往是多个有关性状(如有效穗、穗粒数、结实率和千粒重等)综合作用的最终结果, 因此可用各材料的相关性状值与抽提出的显著 IPCA 上的得分进行相关分析, 以赋予 IPCA 值的生物学意义, 揭示其中的隐蔽信息; 同时, 可根据父、母本的 IPCA 值进行目标性状的预测和筛选, 寻求具有最大目标性状的

表 1 基于 AMM I 模型的特殊配合力方差分析

Table 1 ANOVA of combining ability based on AMM I model for 40 combinations coming from 5 CMS lines and 8 restorer lines

变异来源 Source of variance	自由度 DF	SS	MS	F
组合 Combination	39	28 8632	0 7401	24 5066 ³
不育系一般配合力 Gca of CMS lines	4	10 1266	2 5316	83 8278 ³
恢复系一般配合力 Gca of restorer lines	7	9 8822	1 4117	46 7450 ³
特殊配合力 Sca of CMS and restorer lines	28	8 8544	0 3162	10 4702 ³
IPCA 1	10	5 2731	0 5273	17 4603 ³
IPCA 2	8	2 7627	0 3453	11 4338 ³
IPCA 3	6	0 6153	0 1025	3 3940 ³
IPCA 4	4	0 2033	0 0508	1 6821
误差 Error	78	2 3575	0 0302	

用 AMM I 模型估算出的特殊配合力效应值列于表 3, 可以看出, 以汕 A 的 94109255 的 0.5210 最高, D18A 的 0.94219 的 - 0.5136 最低。与莫惠栋的配合力分析方法^[2]的结果(见表 4)相比, 本试验中, 除 117A 和 R 40 的效应值差异较大外, 其余差异极小, 且各组合效应的方向均相同。

用 AMM I 模型估算出的特殊配合力方差(表 3)D² 的相对大小看, 不育系中, D18A > 汕 A > K18A > 1021A > 117A; 恢复系中, 94109255 > 明恢 63 > 847 > 94219 > H 411 > 725 > 蜀恢 160 > R 40。与莫惠栋的配合力分析方法的结果(见表 3)相比, 不育系的排序完全一致; 而恢复系的排序

组合, 并根据相关分析结果进行杂交组合的亲本选择, 有望提高特殊配合力育种的效率。

表3 一般配合力和基于 AMM B 的特殊配合力的效应值和 D² 值

Table 3 Gca effects for parents and Sca effects and D² value for combinations based on AMM B

恢复系 Restorer lines	不育系 CMS lines					D ²	Gca
	117A	1021A	D18A	K18A	汕A Shan A		
R 40	0.0881	- 0.0379	- 0.1537	0.2498	- 0.1463	0.1286	0.1487 ^{ab}
蜀恢 160 Shuhui 160	- 0.1135	- 0.0847	0.4262	0.0888	- 0.3167	0.2406	0.1788 ^{ab}
847	- 0.2145	0.2188	0.3733	- 0.3991	0.0215	0.3879	0.2688 ^{ab}
94109255	0.0303	0.2809	- 0.4119	- 0.4204	0.5210	0.6232	- 0.5846 ^d
H411	- 0.1214	- 0.1987	0.4465	- 0.1108	- 0.0155	0.3384	- 0.2746 ^{cd}
725	0.1863	- 0.1683	- 0.3798	0.2287	0.1331	0.2517	- 0.1446 ^{bc}
94219	0.2091	- 0.1267	- 0.5136	0.1182	0.3130	0.3524	0.1254 ^{abc}
明恢 63 Minghui 63	- 0.0645	0.1167	0.2131	0.2448	- 0.5101	0.4117	0.2821 ^a
D ²	0.1429	0.4074	0.9335	0.5664	0.6849		
Gca	- 0.5533 ^b	0.1904 ^a	- 0.0242 ^a	0.2425 ^a	0.1446 ^a		

注: a, b, c, d 中无相同字母者表示达 0.05 显著水平。

Note: The effects for general combining ability (Gca) not followed by the same letter a, b, c and d were different at 0.05 significant level.

表4 按莫惠栋的方法计算出的特殊配合力效应值及特殊配合力方差(K²)

Table 4 The effects and variance of Sca based on the method introduced by Mo Huidong

恢复系 Restorer lines	不育系 CMS lines					K ²	Gca
	117A	1021A	D18A	K18A	汕A Shan A		
R 40	0.2536	- 0.0562	- 0.1425	0.1578	- 0.2113	0.0307	
蜀恢 160 Shuhui 160	- 0.0935	- 0.0872	0.4274	0.0777	- 0.3244	0.0689	
847	- 0.2495	0.2228	0.3714	- 0.3793	0.0356	0.0901	
94109255	0.0699	0.2762	- 0.4092	- 0.4419	0.5060	0.1664	
H411	- 0.1061	- 0.1998	0.4478	- 0.1189	- 0.0210	0.0579	
725	0.1469	- 0.3298	- 0.3822	0.2511	0.1490	0.0818	
94219	0.1269	- 0.1168	- 0.5192	0.1641	0.3460	0.1029	
明恢 63 Minghui 63	- 0.1468	0.1265	0.2081	0.2911	- 0.4777	0.0898	
K ²	0.0220	0.0369	0.1588	0.0718	0.1031		

参 考 文 献

- 1 马育华 植物育种的量遗传学基础, 南京: 江苏科学技术出版社, 1980, 376~ 380
- 2 莫惠栋 江苏农学院学报, 1982, 3(3): 51~ 57
- 3 张 泽, 鲁 成, 向仲怀 作物学报, 1998, 24(3): 304~ 309
- 4 王 磊, 曾列先, 余汉勇等 中国水稻科学, 1997, 11(4): 198~ 204
- 5 王 磊, C G M claren, 杨仕华 科技通报, 1997, 13(5): 281~ 286
- 6 蒋开锋, 曾德初, 郑家奎等 西南农业学报, 1998, 11(1): 12~ 19
- 7 蒋开锋, 郑家奎, 曾德初等 中国水稻科学, 1998, 12(3): 133~ 138
- 8 蒋开锋, 郑家奎, 张长伟等 生物数学学报, 1999, 14(2): 241~ 246
- 9 Gollb H F. *Psychan etrika*, 1968, 33: 73~ 115