

# 应用 AMM 模型分析春小麦品种区域试验

安颖蔚<sup>1,2</sup>, 高西宁<sup>1</sup>, 葛维德<sup>2</sup> (1. 沈阳农业大学, 辽宁沈阳110161; 2. 辽宁省农业科学院作物研究所, 辽宁沈阳110161)

**摘要** 利用 AMM 模型对 2005 年国家东北春小麦旱地组区域试验的产量数据进行稳定性分析。结果表明: 航麦 96、铁 90113 属于高产稳产型品种; 辽春 18 号、辽 99 鉴 162、赤 99-45 虽然产量较高, 但稳定性较差; K 繁 49 稳产性好, 但平均产量较低; 沈免 2147、K 繁 9 产量低而不稳。在参试地点中, 公主岭、铁岭、通辽、朝阳对品种的分辨力较弱; 锦州、天津、宣化、白城、赤峰对品种的分辨力较强。

**关键词** AMM 模型; 春小麦; 区域试验

中图分类号 S512.1 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2006)17-4199-02

## Application of AMM Model in the Analysis of Spring Wheat Regional Trial Data

AN Ying-wei et al (Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110161)

**Abstract** Through the analysis of the data of dryland wheat regional trial in Dongbei in 2005, three main significant components expressed 85.27% interaction of G × E. Based on the analysis with AMM model, Hanganmai 96 and Tie 90113 had higher and more stable yield; Liaochun 18, Liao 99, Jian 162 and Chi 99-45 had higher but less stable yield; K fan 49 had lower and stable yield. Shennian 2147 and K fan 9 had lower and less stable yield. Gongzhuling, Tieling, Tongliao and Chaoyang had less resolving power; Jinzhou, Tianjin, Xuanhua, Baicheng and Chifeng had strong resolving power.

**Key words** AMM model; Spring wheat; Regional trial

作物品种区域试验旨在鉴定品种的丰产性、稳产性和适应性。品种间丰产性的差异较易度量, 采用通常的方差分析法进行多重比较即可。而品种的稳定性主要决定于基因型与环境互作(G × E)效应的大小。G × E 是一个复杂的生物学现象, 要揭示其规律有很多困难。采用有效的 G × E 分析方法对正确评价品种的稳定性有至关重要的作用。以往对 G × E 的分析大多数采用线性回归模型, 但线性回归一般仅能解释很少一部分交互作用的变化, 没有充分利用试验所获得的信息。AMM(additive main effects and multiplicative interaction)模型(即加性主效应和乘积交互作用模型)是目前分析作物品种区域试验数据非常有效的模型, 利用双标图直观地描述品种、地点的产量及互作效应的大小, 应用稳定性参数 D 定量地描述各品种稳定性的差异以及各试点对品种鉴别力的大小。笔者采用 AMM 模型对 2005 年东北旱地组春小麦品种区域试验数据进行了分析, 以期对参试品种的稳定性和参试地点对品种的鉴别力给出一个合理的评价。

## 1 材料与试验方法

**1.1 材料来源** 以 2005 年度国家东北春小麦早熟旱地组品种区域试验的各承试点的产量为资料进行 AMM 模型分析。汇总参试品种为 9 个, 承试点为 9 个, 分布在辽宁、吉林、内蒙、河北、天津等地。各品种、试点的代码和平均产量见表 1。试验统一方案, 3 次重复, 完全随机区组设计, 小区面积 12 m<sup>2</sup>, 田间记载和室内考种按国家统一标准执行。

表 1 2005 年东北旱地春小麦区试品种和试点代码及平均产量

品种	品种	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>	区试点	试点	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>
辽春 18 号	G1	3 903.60	铁岭	E1	3 687.00
辽 99 鉴 162	G2	4 011.00	锦州	E2	2 342.25
沈免 2147	G3	3 523.35	朝阳	E3	4 979.70
航麦 96	G4	4 186.65	公主岭	E4	3 854.70
铁 90113	G5	3 873.60	白城	E5	3 208.95
K 繁 9	G6	3 611.70	赤峰	E6	3 789.60
K 繁 49	G7	3 611.40	通辽	E7	3 505.50
赤 99-45	G8	3 730.95	宣化	E8	4 356.45
辽春 9 号	G9	3 900.95	天津	E9	4 428.45

**1.2 AMM 模型统计分析方法** AMM 模型是指加性主效应和乘积交互作用模型, 其特点是将方差分析和主成分分析结合在一起, 其模型如下:

$$y_{ge} = \mu + g + e + \sum_{n=1}^n g_n e_n + g_e + g_e \quad (1)$$

(1) 式中  $y_{ge}$  是在环境  $e$  中基因型  $g$  的产量,  $\mu$  代表总体平均值,  $g$  是基因型平均偏差(各个基因型平均值减去总的平均值),  $e$  是环境的平均偏差(各个环境的平均值减去总的平均值),  $g_n$  是第  $n$  个主成分分析的特征值,  $e_n$  是第  $n$  个主成分的基因型主成分得分,  $e_n$  是第  $n$  个主成分的环境主成分得分,  $n$  是模型主成分分析中主成分因子轴的总个数,  $g_e$  为残差,  $g_e$  为误差, 它等于  $y_{ge}$  平均值与  $r$  个重复的单个观察值之间的偏差, 并具有可加性。

**1.3 稳定性参数计算** 试点和品种的相对稳定性参数就是 IPCA 的  $k$  维空间中试点或品种离原点距离(即欧式距离), 其计算公式如下:

$$D_e = \sqrt{\sum_{k=1}^n (IPCA_{ek})^2} \quad (2)$$

$$D_g = \sqrt{\sum_{k=1}^n (IPCA_{gk})^2} \quad (3)$$

(2) 式中  $D_e$  是试点的稳定性参数, (3) 式中  $D_g$  是品种的稳定性参数。

**1.4 互作效应值的计算**

$$D_{ge} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (IPCA_{ek} \cdot IPCA_{gk})} \quad (4)$$

数据分析采用唐启义先生的 DPS 数据处理系统。

## 2 结果与分析

**2.1 方差与 AMM** 2005 年度国家东北春小麦早熟旱地组品种区域试验产量的联合方差及 AMM 分析结果(表 2)表明, 环境即试点间变异平方和( $S^2$ )占整个处理平方和的 67.78%, 基因型即品种间的平方和仅占 5.40%, 而品种和试点的交互作用的平方和占 19.21%。说明试点间的变异占了主要部分, 而交互作用的变异又明显大于品种间的变异。对交互主成分的分析 IPCA 的显著性进行 F 测验表明, 有 3 个乘积项表达的 G × E 互作信息达显著水平, 将剩余的不显著的 IPCA 合并为残差。IPCA1、IPCA2、IPCA3 的平方和分别占互作平方和的 43.24%、21.10%、20.93%, 而残差仅占

作者简介 安颖蔚(1974-), 女, 辽宁沈阳人, 在读博士, 助理研究员, 从事作物遗传育种的研究。

收稿日期 2006-05-23

14.73%, 即前3项交互总成分解释了85.27%。由此可见, 主成分分析比较透彻地分析了交互信息。

表2 区试联合方差分析和 AMM 模型分析结果

变异来源	DF	S <sup>2</sup>	MS	F
总的	242	827 351.2	3 418.81	
处理	80	764 343.4	9 554.29	24.57**
基因	8	44 637.4	5 579.68	14.35**
环境	8	560 756.4	70 094.55	180.22**
交互作用 G × E	64	158 949.6	2 483.59	6.39**
IPCA1	15	68 734.49	4 582.30	4.89**
IPCA2	13	33 544.41	2 580.34	2.76**
IPCA3	11	33 262.88	3 023.90	3.23**
残差	25	23 407.77	936.31	
误差	162	63 007.82	388.94	

**2.2 品种的稳定性分析** 将每一个品种 IPCA1 ~ 3 空间内投影点与相应坐标原点的距离( D 值), 即各品种基于 IPCA1 ~ 3 的稳定性 D<sub>g</sub> 进行排列(表3), C2 > C3 > C8 > G1 > C6 > C9 > G4 > G7 > C5。即 C5、G7、G4、C9 在各试点上的综合稳定性较好。结合其产量表现, G4、C5 属于高产稳产型品种; G1、C2、C8 虽然产量较高, 但稳定性较差; G7 稳产性好, 但平均产量较低; C3、C6 产量低而不稳; 对照品种 C9 是一个既稳产, 产量又可以的品种, 很适合作对照品种。

表3 品种在显著的交互主成分轴上的得分及稳定性参数

品种	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>	IPCA1	IPCA2	IPCA3	D <sub>g</sub>	位次
G1	3 903.15	5.565	5.385	0.647	7.770	4
C2	4 011.00	-0.007	-7.047	4.797	8.525	1
C3	3 523.35	-2.378	3.853	6.428	7.863	2
G4	4 186.65	0.562	-2.773	-3.638	4.609	7
C5	3 873.60	-3.288	0.298	0.908	3.424	9
C6	3 611.70	5.351	-1.367	-1.580	5.745	5
G7	3 611.40	3.958	-0.467	-0.920	4.090	8
C8	3 730.95	-7.296	0.811	-2.583	7.782	3
C9	3 700.95	-2.466	1.307	-4.058	4.925	6

表5 品种与试点的交互效应值 D<sub>ge</sub>

品种	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
G1	-14.16	59.67	-0.60	-31.07	22.55	-2.47	-25.71	-34.62	26.40
C2	31.56	-29.34	3.54	23.92	-51.91	-32.34	5.23	13.54	35.80
C3	-13.30	23.63	-35.59	2.40	-32.49	32.39	-31.00	38.12	15.84
G4	8.93	-20.65	19.53	2.65	15.16	-17.16	20.34	-16.35	-12.44
C5	-4.46	-12.88	-12.40	9.91	-10.60	18.47	0.04	25.58	-13.67
C6	10.68	15.78	22.74	-13.78	15.15	-34.32	2.99	-42.21	22.97
G7	5.93	15.26	14.68	-11.47	11.34	-22.71	-0.31	-30.27	17.54
C8	-13.97	-37.67	-14.08	17.36	5.72	40.42	15.43	41.99	-55.21
C9	-11.22	-13.80	2.18	0.09	25.07	17.71	12.98	4.22	-37.23

### 3 讨论

(1) AMM 模型把方差分析和主成分分析结合在一起, 具有这两种分析方法的优点, 为研究基因型与环境交互, 更好地评价品种的稳定性和地点的鉴别力提供了一种有效的分析方法。这对品种的合理利用、区试地点的正确选择具有重要意义。

(2) 有效的分析方法也要依赖于原始数据的正确性, 因此在区试过程中应严格控制试验因素外的其他条件因素, 使其他因素对各处理的影响尽量做到一致, 以便获得精确的试

**2.3 试点分辨力分析** 同样将各试点在显著的 IPCA1 ~ 3 得分的分辨力参数 D<sub>e</sub> 进行排列(表4), 其顺序为: E2 > E9 > E8 > E5 > E6 > E3 > E7 > E1 > E4, 即 E4、E1、E7、E3 对品种的分辨力较弱; E2、E9、E8、E5、E6 对品种的分辨力较强。

表4 试点在显著的交互主成分轴上的得分及稳定性参数

品种	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>	IPCA1	IPCA2	IPCA3	D <sub>e</sub>	位次
E1	3 687.00	1.206	-3.966	0.754	4.214	8
E2	2 342.25	5.024	5.630	2.160	7.848	1
E3	4 979.70	2.710	-2.551	-3.005	4.783	6
E4	3 854.70	-3.012	-2.767	0.917	4.191	9
E5	3 208.95	1.776	3.104	-6.258	7.208	4
E6	3 789.60	-5.107	4.785	0.281	7.004	5
E7	3 505.50	-1.242	-3.079	-3.435	4.778	7
E8	4 356.45	-6.865	0.279	3.222	7.589	3
E9	4 428.45	5.509	-1.435	5.363	7.822	2

**2.4 品种在试点上的特殊适应性分析** 可以使用 AMM 双标图法作品种与试点的交互作用, 但是 IPCA1、IPCA2、IPCA3 的平方和分别占交互平方和的 43.24%、21.10%、20.93%, 尽管前3项交互总成分解释了85.27%, 但是单个 IPCA 占交互平方和的百分比较少, 使用 AMM 双标图所依据的交互信息较少, 可信度不高, 因此直接作品种与环境的交互效应值 D<sub>ge</sub> 分析。

品种与环境的交互效应值 D<sub>ge</sub> 是基于所有显著的 IPCA 值得出的交互信息, 是确定优良品种推广应用区域的重要依据, 也是 AMM 模型作为分析交互效应的一种重要标志。从表5的交互效应值可看出 G4 除 E2、E6、E8 外具有广泛的适应性, C5 除 E2、E3、E9 外具有广泛的适应性。而 G1 仅对 E2、E5、E9 有特殊适应性, C2 仅对 E1、E4、E8、E9 有特殊适应性, 但是 G1 和 C2 在适应地区增产潜力很大。

验结果, 保证统计分析方法的有效性。

(3) AMM 模型仅对环境和基因型交互的分析比较透彻, 但局限性很强, 实际的区试结果分析中, 必须以现有区试分析方法为主, 两者有机相结合。还因2005年小麦生长期间, 辽宁地区气候条件较往年特殊, 出现多次大风、暴雨天气, 对小麦的生长发育造成许多不良影响, 所以, 对于得出的试点的分辨力及品种的稳定性也不能只看当年的试验结果, 应根据多年多点次区试结果进行分析。

( 上接第4200 页)

## 参考文献

- [1] 张泽, 鲁成, 向仲怀. 基于AMMI 模型的品种稳定性分析[J]. 作物学报, 1998, 24(3) :304- 309.
- [2] 许乃银, 陈旭升, 那志刚, 等. AMMI 模型在棉花区试数据分析中的应用[J]. 江苏农业学报, 2001, 17(4) :205 - 210.
- [3] 唐启义, 冯光明. 实用统计分析及其DPS 数据处理系统[M]. 北京: 科学技术出版社, 2002 :262 - 267.
- [4] 朱军. 遗传模型分析方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997 :213- 230.
- [5] 吴为人. 对基于AMMI 模型的品种稳定性分析方法的一点改进[J]. 遗传, 2000, 22(1) :31 - 32.
- [6] 王磊, McLAREN C G, 杨仕华. 利用双标图分析基因型和环境交互作用[J]. 科技通报, 1997, 13(5) :281 - 286.
- [7] 袁爱梅, 张敏, 陈惠敏, 等. 利用AMMI 模型分析冬小麦品种区试数据的稳定性[J]. 种子, 2005, 24(5) :59- 61.
- [8] 高海涛, 王书子, 王翠玲, 等. AMMI 模型在旱地小麦区域试验中的应用[J]. 麦类作物学报, 2003, 23(4) :43- 46.