

# 应用 GGE 双标图进行向日葵杂交种产量稳定性分析

孙 敏<sup>1</sup>, 蒋文敏<sup>2</sup>, 李慧英<sup>1</sup>, 刘 壮<sup>1</sup>, 于学鹏<sup>1</sup>, 张 雷<sup>1</sup>

(1. 吉林省向日葵研究所, 吉林 白城 137000; 2. 公主岭市南崮乡农业站, 吉林 公主岭 136100)

**摘要:**采用 GGE 模型对 2009 年度全国向日葵杂交种区域试验数据资料进行统计分析, 对参试品种的丰产性、稳产性做出了评价, 结果表明: 参试品种 S18、S11 和 NX34250 表现为高产、稳产, 建议继续参加生产试验; S26 和 S086 在白城、松原表现减产, 其它地区增产, 可继续参试; 而 UK301、B09-1、S02、NX44166 表现不好, 建设停止参试。

**关键词:**GGE 双标图; 向日葵; 基因型×环境交互作用; 稳定性分析

**中图分类号:**S565.5      **文献标识码:**A      **文章编号:**1002-2767(2010)09-0011-03

作物品种区域试验旨在鉴定参试品种的丰产性、抗逆性及区域适应性。参试品种在不同年份、不同试验地点的产量表现往往并不一致, 有时甚至相差悬殊。这说明品种基因型和环境互作效应的存在。基因型与环境的相互作用是指不同的基因型(品种)在不同的环境条件下, 表现出明显的环境差异。基因型与环境的互作是不可避免的, 而且是可以遗传的, 可以通过统计方法对它进行度量。基因型与环境互作研究是当代统计遗传学的一项重要进展。

自 1938 年 Yates 等人提出用回归方法研究基因型×环境互作以来, 多种基因型×环境互作效应分析方法被提出<sup>[1-2]</sup>。其中运用较多的是线性回归分析法, 该分析方法是假设品种表现和环境指数有较强的线性关系, 但是这对于在较大区域内进行的试验而言基本无法满足, 因此仅能解释一部分交互作用的变异。为了充分解释交互作用效应变异, 近年来严威凯等人结合方差分析和主成分分析(PCA)技术, 提出一种 GGE 双标图分析模型<sup>[3]</sup>, 应用于区域试验资料分析。该模型与线性回归模型比较, 应用范围更广且更有效, 一般情况下能够很好地解释基因型×环境互作效应。再结合双标图(GGE biplot)图示, 可以增加人们对有关效应的直观理解。现对 2009 年全国向日葵杂交种区域试验(东北组)数据资料进行统计分析, 据此对参试品种的丰产性、稳产性作出准确评价。

## 1 材料与方法

### 1.1 参试品种及承试单位

2009 年全国向日葵杂交种区域试验(东北组)共 10 份参试品种: S18、S26、S11、S02、S086、UK301、

NX34250、NX44166、B09-1 和白葵杂 6 号(CK)。

由吉林省向日葵研究所、通榆县农业技术推广站、松原市农业技术推广总站、辽宁省农业科学院作物研究所、黑龙江省农业科学院经济作物研究所、黑龙江省甘南县向日葵研究所、北京德农种业赤峰分公司和中国种子集团承德公司共 8 个单位承担试验。

### 1.2 试验设计及分析方法

各试点均按统一试验方案执行, 采用随机区组排列, 3 次重复, 小区面积 20 m<sup>2</sup>。

采用 GGE 双标图模型来解释基因型×环境互作效应。该模型的主要特点是将方差分析和主成分分析有机地结合在一起。

通常产量可分解为 4 个组分:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \Phi_{ij}$$

式中,  $Y_{ij}$  代表第  $i$  个基因型在第  $j$  个环境中的平均值,  $\mu$  代表总体平均值,  $\alpha_i$  代表第  $i$  个基因型的主效应,  $\beta_j$  代表第  $j$  个环境的主效应,  $\Phi_{ij}$  代表基因型  $i$  与环境  $j$  的互作。其中基因型的主效应  $G$  和品种与环境的互作效应  $G \times E$  被认为与品种评价有关, 而且可靠的品种评价必须同时考虑  $G$  和  $G \times E$ , 二者合称为 GGE。GGE 双标图分析法就是专门表现产量数据中 GGE 效应的双标图。其数学模型为:  $Y_{ij} - \mu - \beta_j = \sum \lambda_n \gamma_n \delta_m$ 。

将区域试验产量数据利用各试验地点的试验误差进行标准化, 然后对其作单值分解, 得到各品种及各环境的主成分值。以 PC1 为 X 轴, PC2 为 Y 轴, 作出双标图, 在图中标出各品种及各环境的标志点(大写字母表示品种, 小写字母表示地点)。根据 GGE 双标图对品种作出分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 比较各品种在某个试点的表现

以白城试点为例(见图 1)。首先过原点和白城标志点画一条直线, 称为白城试点向量。然后从各品种标志点向白城试点向量引垂线, 确定这些品种在白城试点向量上的投影长度, 据此各品种在该

收稿日期: 2010-06-10

基金项目: 国家向日葵产业技术体系建设资助项目(nycytx-21)

第一作者简介: 孙敏(1964-), 男, 吉林省扶余县人, 硕士, 研究员, 从事向日葵育种及配套栽培技术研究。E-mail: sunmin819@126.com。

试点的产量表现次序一目了然。S11 和 S18 产量最高, NX34250 次之, 依次顺序为 S26、S086、S02、B09-1、NX44166、白葵杂 6 号和 UK301。其中有 6 个品种产量表现高于总体平均值。各品种在其它试点的表现同样可以进行比较。

### 2.2 比较某品种在各个试点的表现

以品种 S18 为例, 比较该品种在不同试点的

表现(见图 2), 首先过原点和 S18 标志点画一条直线, 称为 S18 品种向量。然后从各试点标志点向该向量引垂线, 确定这些试点在 S18 品种向量上的投影长度, 据此可以看出该品种在各试点表现的相对次序。沈阳试点最高, 赤峰试点次之, 依次顺序为甘南、呼兰、白城、承德、松原和通榆。同样其它品种在各试点的表现也可以进行比较。

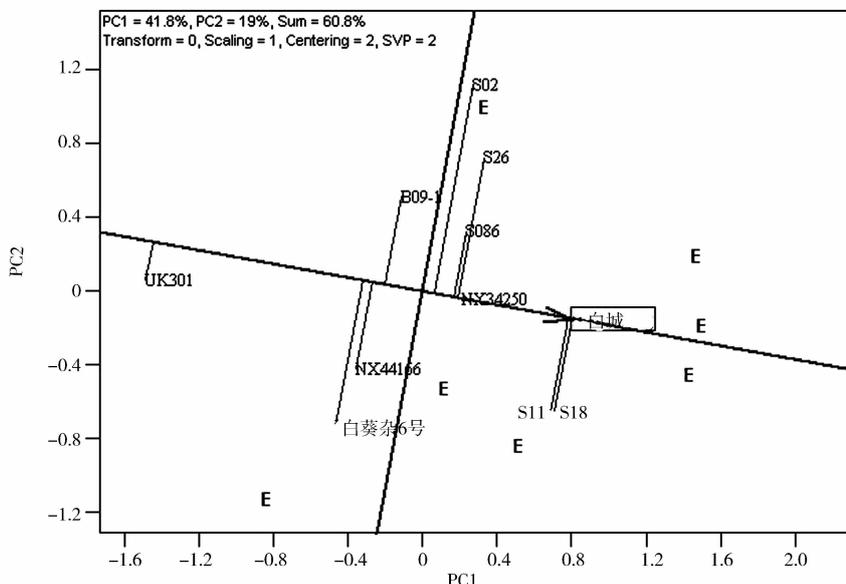


图 1 各参试品种在白城试点的表现

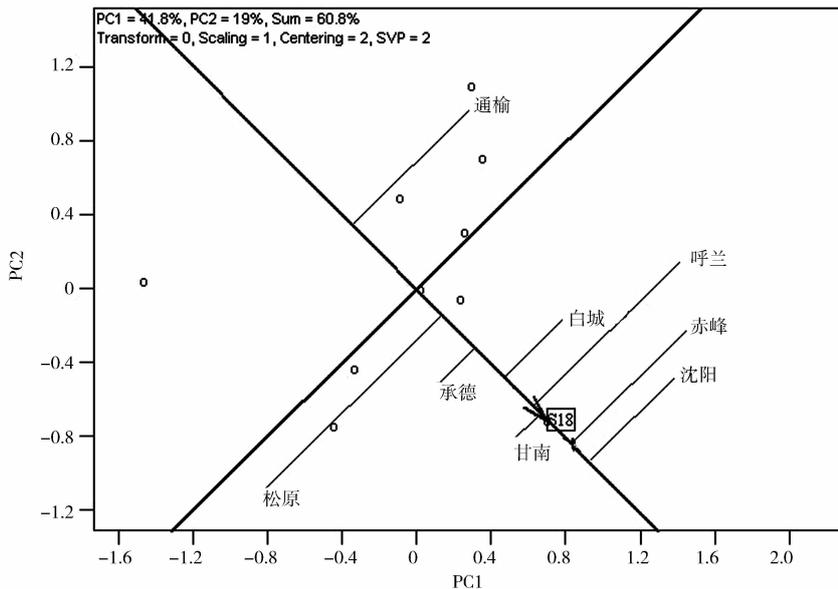


图 2 参试品种 S18 在 GE 各个试点的表现

### 2.3 品种产量的平均表现和稳定性分析

研究表明, 对于区域试验数据资料进行 GGE 双标图分析, 品种的第一主成分得分与其在各试点的平均产量高度相关。因此, GGE 双标图的横轴(第一主成分得分)实际上可以代表品种的平均产量, 从左到右产量由低到高排列; 而纵轴(第二主成分得分)就代表品种的稳定性, 即偏离平均产

量的倾向及程度, 此值越接近于 0, 表现在图像上越靠近横轴, 说明品种产量稳定性越好, 而偏离横轴明显的品种稳定性不好(见图 3)。理想的品种应当是第一主成分值很大而第二主成分值接近于 0, 这样的品种属于高产、稳产品种, 值得大力推广。对于高产但稳产性较差的品种可以选择适合的区域有针对性地推广种植。从图 3 可以发现,

参试品种 S18、S11 和 NX34250 表现为高产、稳产,建议继续参加生产示范试验;S26 和 S086 在白城、松原表现明显减产,在其它地区表现增产,

可以继续参试;而 UK301、B09-1、S02 和 NX44166 表现不好,建议停止参试;这与通过其它统计分析方法得出的结论基本一致。

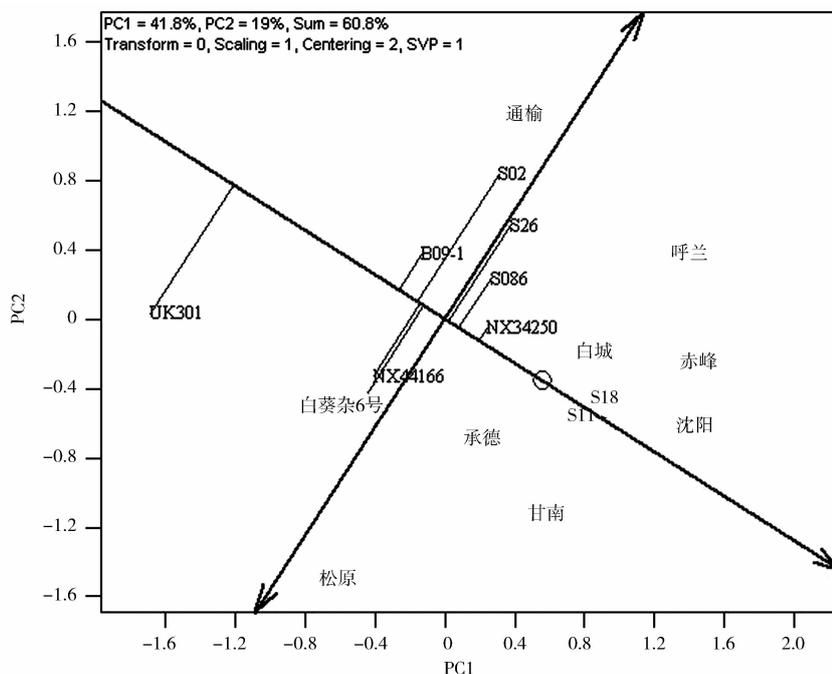


图3 各品种产量的平均表现和稳定性评价

### 3 结论与讨论

通过实例分析可见,利用 GGE 双标图方法对品种区域试验资料进行分析,可以清楚显示:在某一特定环境条件下,哪个参试品种表现最好;某一特定参试品种的最适合的环境在哪里;该试验中品种与环境互作的模式,以及对参试品种的稳定性评价。

关于品种适应性的选择越来越引起育种工作者的重视。作物品种区域试验结果的统计分析直接关系到对品种的评判,采用有效的统计分析方法,对来自品种、环境、品种与环境互作的变异作出客观评定,并通过双标图直观形象地反映出来,为

研究具体的基因型与环境互作、品种稳定性评价及品种适应区域划分提供科学依据,GGE 双标图可以形象表述品种的适应性、稳定性和丰产性,有助于良种的示范推广,同时对于深入理解品种和试点互作,了解试点的代表性也有重要参考价值。

#### 参考文献:

- [1] 强爱玲,安永平. AMMI 模型在水稻品种区域试验中的应用[J]. 吉林农业科学,2007,32(1):5-7.
- [2] 刘占柱,姚丹,王丕武. 几种稳定性分析法在大豆品种区试中的应用与评析[J]. 吉林农业科学,2007,32(2):19-21.
- [3] Yan W, Hunt L A, Sheng Q, et al. Cultivar Evaluation and Mega-environment Investigation Based on the GGE Biplot[J]. Crop Sci.,2000,40:597-605.

## Analysis of Stable-production Character by GGE Biplot on Sunflower Hybrids

SUN Min<sup>1</sup>, JIANG Wen-min<sup>2</sup>, LI Hui-ying<sup>1</sup>, LIU Zhuang<sup>1</sup>, YU Xue-peng<sup>1</sup>, ZHANG Lei<sup>1</sup>

(1. Jilin Province Research Institute of Sunflower, Baicheng, Jilin 137000; 2. Nanwai Township Agricultural Station, Gongzhuling, Jilin 136100)

**Abstract:** Statistical analysis of GGE model was done based on the data of National Sunflower Hybrids Regional Trial in 2009. According to the result, an accurate evaluation was made for high yield and yield stability of the cultivars and GGE biplot could visually depict the  $G \times E$  interaction patterns. Scientific evidence was provided to study  $G \times E$  interactions, yield stability of the cultivars and adaptive region distribution of the cultivars. The result showed that the cultivars of S18, S11 and NX34250 were high yield and good stability, so recommended to take part in production demonstration; S26 and S086 could continue to carry on regional trial, but UK301, B09-1, S02 and NX44166 should be stopped.

**Key words:** GGE biplot; sunflower;  $G \times E$  interaction; yield stability analysis