

# 烤烟新品种(系)重要经济性状丰产性和稳定性评价研究

史跃伟<sup>1</sup>, 郎胜勇<sup>3</sup>, 王志红<sup>1</sup>, 张吉顺<sup>1</sup>, 曹廷冒<sup>2</sup>, 邱 萍<sup>2</sup>

(1. 贵州省烟草科学研究院, 贵州 贵阳 550081; 2. 贵州省黔西县烟草公司, 贵州 黔西 550000;

3. 黔西南州烟草公司普安县分公司, 贵州 普安 561500)

**摘要:** 为客观评价烤烟新品种(系)的丰产性、稳定性和品种生态布局, 为贵州烤烟新品种(系)的审定和推广提供科学依据。将 GGE 方法引入烤烟区域试验分析中, 同时采用 GGE 双标图及 AMMI 模型, 对 2011 年度贵州省烤烟区域试验 8 个生态区域、13 个烤烟新品种(系)的产量和产值进行分析。结果表明 2 种分析方法均能客观评价烤烟新品系的丰产性和稳定性, GGE 双标图方法能更直观准确地反映各品系的最佳适应区域。新品系 YQ-1 的产量和产值均表现最好, GY1007、A18 和 2010A4 具有特殊适应性, GY1007 和 A18 在德江地区有推广价值, 而 2010A4 在道真地区具有推广价值。

**关键词:** GGE 双标图; AMMI 模型; 烤烟

中图分类号: S572 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2013)增刊-0238-05

## The Research of Flue-cured Tobacco Varieties' (Strains) Important Economic Characters Fertility and Stability Evaluation

SHI Yue-wei<sup>1</sup>, LANG Sheng-yong<sup>3</sup>, WANG Zhi-hong<sup>1</sup>, ZHANG Ji-shun<sup>1</sup>, CAO Ting-mao<sup>2</sup>, QIU Ping<sup>2</sup>

(1. Guizhou Tobacco Science Research Institute, Guiyang 550081, China;

2. Guizhou Qianxi Tobacco Industrial Co., LTD, Qianxi 550000, China;

3. Guizhou Puan Tobacco Industrial Co., LTD, Puan 561500, China)

**Abstract:** In order to assess the high yield, stability and adaptability of flue-cured tobacco varieties objectively, and provide scientific proofs for the cognizance and spread of varieties. In this paper, GGE biplot was introduced into flue-cured tobacco regional trial analysis. GGE biplot method and AMMI model were used to analyze the yields and production values from the regional trials for flue-cured tobacco in 2011. Thirteen lines of flue-cured tobacco were tested in eight sites. The results showed that both the methods could objectively evaluate the high yield and stability, but GGE biplot reflected the most suitable regions of varieties more accurately. YQ-1 had the highest yield and the best production value. GY1007, A18 and 2010A4 had special suitability. GY1007 and A18 had expansion value in Dejiang, while 2010A4 had expansion value in Daozhen.

**Key words:** GGE biplot; AMMI model; Flue-cured tobacco

烤烟是重要的经济作物, 烤烟品种区域试验是新品种选育过程中的一个关键环节。烟草品种区域试验旨在鉴定品种的丰产性、稳定性和适应性, 目前研究和评价稳定性的数学方法、模型也多种多样, 如: 线性回归方法、聚类分析、非参数分析、非线性回归分析、主分量分析、对应分析等<sup>[1-2]</sup>。研究证明,

品种的许多性状都存在基因型与环境互作( $G \times E$ ), 它是品种稳定性问题产生的根源。近年来, 研究利用作物品种的  $G \times E$ , 进行品种稳定性及适应性育种, 已作为提高品种生产力的重要途径之一<sup>[3]</sup>。影响烟叶品质的因素很多, 不同的生态条件对烟叶产量、质量都有很大的影响, 只有将品种特性与各地自

收稿日期: 2013-09-27

基金项目: 贵州省科技项目(201101); 贵州省科技厅农业攻关项目(黔科合 NY 字[2011]3047 号)

作者简介: 史跃伟(1982-), 男, 山西沁源人, 在读硕士, 助理研究员, 主要从事烟草育种研究。

通讯作者: 张吉顺(1983-), 男, 山东德州人, 硕士, 助理研究员, 主要从事烟草遗传资源及基因组研究。

然条件相结合,才能发挥品种的潜力。

AMMI(Additive main effects and multiplicative interaction)模型<sup>[4]</sup>是目前分析作物品种区域试验数据非常有效的模型,在小麦<sup>[5]</sup>、水稻<sup>[6-7]</sup>、棉花<sup>[8]</sup>等作物多点试验资料分析中广泛应用,在烤烟新品种区域试验应用方面,孙计平等<sup>[9]</sup>应用AMMI模型分析了河南省烤烟品种区域试验,对各参试品种产量及其稳定性进行了比较分析。史跃伟等<sup>[10]</sup>采用AMMI模型研究了烤烟内在品质性状的基因型与环境互作效应。GGE双图标模型<sup>[11]</sup>可同时考虑G(基因型)及G×E(基因型与环境互作)效应,在评价品种的丰产性及稳定性方面已经有较多应用。张志芬等<sup>[12]</sup>采用GGE双标图2006-2008年国家燕麦区域试验10个试点的12个裸燕麦品系及6个参试地点的6个皮燕麦品系试验数据进行分析,为客观评价燕麦参试品系的高产性及稳产性提供了简便、有效的分析手段,也为国家燕麦品种鉴定与推广提供了依据。陈四龙等<sup>[13]</sup>应用GGE双标图分析了种植密度对高油花生生长及产量的影响,结果表明,GGE双标图可为研究不同密度下花生生长状况和产量反应提供更为直观有效的分析手段。

目前,国内尚无应用GGE双标图法分析烤烟区

域试验资料的报道,本研究将GGE双标图分析方法引入到烤烟区域试验,同时采用GGE双表图及AMMI模型对2011年度贵州省烤烟区域试验结果进行分析,并对2种分析方法进行对比分析,以期对烤烟新品种的丰产性及稳定性提供适宜的评价方法,为烤烟新品系的审定和推广提供科学依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验设计

2011年度贵州省烤烟新品种区域试验,设置长顺(e1)、道真(e2)、德江(e3)、贵定(e4)、天柱(e5)、威宁(e6)、兴义(e7)、遵义(e8)8个不同生态区域,参试材料14个,包括GY0905、A10、A18、A17、GY1007、2010A1、2010A4、2010A6、2010A7、2010-38、6517、2010-6、YQ-1,以K326为对照(表1)。

试验采用随机区组设计,行株距为1.0×0.6 m,小区面积不少于50 m<sup>2</sup>,3次重复。按当地优质烟叶生产技术进行管理,按照烟草标准《GB/T 23222-2008 烟草病虫害分级及调查方法》<sup>[14]</sup>和《YC/T 142-2010 烟草农艺性状调查测量方法》<sup>[15]</sup>对病虫害、农艺性状等进行调查,并根据各产区当年烟叶收购标准对烟叶的产量和产值进行统计。

表1 2011年区域试验参试品种(系)

Tab.1 The cultivars of flue-cured tobacco for tests

| 编号<br>Numbers | 品种(系)<br>Varieties | 亲本组合<br>Parents combination          | 供种单位<br>Being supported<br>kind unit | 参试时间<br>The loop<br>of time | 试验地点<br>Test site |
|---------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Q1            | GY-0905            | MS GDH88 × Coker147                  | 贵州大学                                 | 第2年                         |                   |
| Q2            | A10                | K730/RG11/K326                       | 省烟科所                                 | 第2年                         |                   |
| Q3            | A18                | 春雷3号/NC82//K326/3/K326/4/K326/5/K326 | 省烟科所                                 | 第2年                         | 长顺                |
| Q4            | A17                | 云烟85/NC82//K326/3/G28                | 省烟科所                                 | 第2年                         | 道真                |
| Q5            | GY1007             | MS GDH94 × VA116                     | 贵州大学                                 | 第1年                         | 德江                |
| Q6            | 2010A1             | 白岩市/K358                             | 省烟科所                                 | 第1年                         | 贵定                |
| Q7            | 2010A4             | K730/RG11/G28/3/G28                  | 省烟科所                                 | 第1年                         | 天柱                |
| Q8            | 2010A6             | K326/春雷3号//RG89/3/RG89               | 省烟科所                                 | 第1年                         | 威宁                |
| Q9            | 2010A7             | TC325/NC82                           | 省烟科所                                 | 第1年                         | 兴义                |
| Q10           | 2010-38            | NC82/贵烟11(射线处理F1)                    | 省烟科所                                 | 第1年                         | 遵义                |
| Q11           | 6517               | K346/K326//中烟98/3/9504               | 安徽所                                  | 第1年                         |                   |
| Q12           | 2010-6             | 广黄55/G28                             | 省烟科所                                 | 第1年                         |                   |
| Q13           | YQ-1               | K326系选                               | 余庆烟草公司                               | 第1年                         |                   |
| Q14           | K326               | 对照                                   | 省烟科所                                 |                             |                   |

### 1.2 数据分析

采用GGE biplot统计软件及Excel对原始数据进行统计分析。

GGE模型分析:用GGE biplot软件分析不同试点和材料各个指标间的关系。首先,对品种试验数据进行指标离差标准化,再经过主成分分析和特征值分配后,用前2个主成分值,即以第一主成分(PC1)为x轴,第二主成分(PC2)为y轴将品种和

环境置于一个平面图上,形成GGE双标图<sup>[11,16-18]</sup>。

AMMI模型分析:其计算公式如下:

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

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

(1)式中 $D_e$ 是试点的稳定性参数,(2)式中 $D_g$ 是品种的稳定性参数<sup>[16]</sup>。

距离横坐标越近表明该品种(系)稳定性越好,距离纵坐标越远,表明产量或产值越高<sup>[4]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 GGE 双标图分析结果

2.1.1 品种(系)的丰产性和稳产性 由双标图 1 可见,该图解释了产量总变异的 50.4% 和产值总变异的 58%,拟合度较高。图中单箭头直线是平均环境轴,它所指的方向是品种(系)在所有环境下的近似平均产量或产值。与平均环境轴垂直并通过原点的双箭头直线代表各品种与各环境相互作用的倾向

性,越偏离平均环境轴越不稳定。可见,平均产量高于试验总平均的为  $Q13 > Q12 > Q7 > Q14 > Q11 > Q10 > Q1 > Q5 > Q8 > Q3 > Q9 > Q6 > Q2 > Q4$ ,其中  $Q13$  和  $Q7$  的产量较高,稳定性也较好, $Q4$  最差, $Q1$  和  $Q5$  产量接近试验总平均,但稳定性较差。平均产值高于试验总平均的为  $Q13 > Q7 > Q12 > Q11 > Q3 > Q14 > Q10 > Q2 > Q1 > Q8 > Q6 > Q5 > Q9 > Q4$ ,其中  $Q13$  和  $Q12$  的产值最高,稳定性也较好, $Q7$  产值也较高,但稳定性较差, $Q4$  产值最差。 $Q13$  可作为多点试验中平均产量和产值皆高且表现较稳定的优良新品系, $Q7$  和  $Q12$  表现也较好。

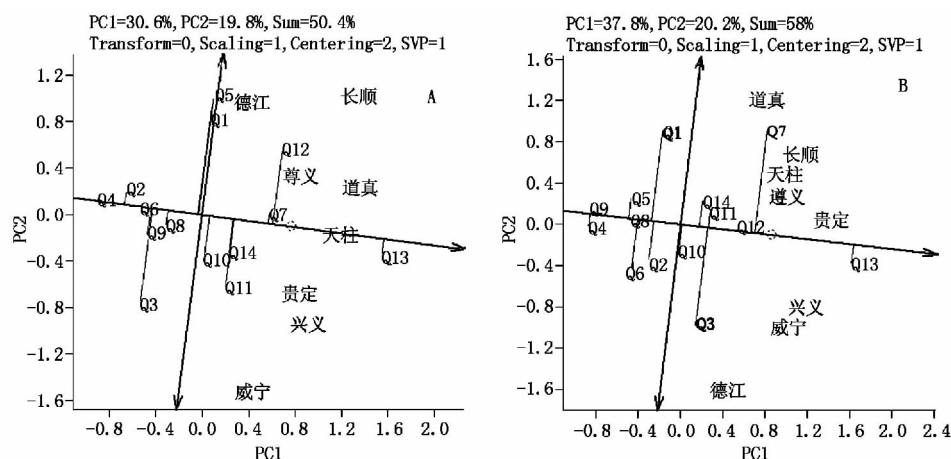


图 1 品种(系)产量(A)或产值(B)的总体表现和稳定性

Fig. 1 Performance and stability for yields(A) or production value(B) of cultivars

2.1.2 生态区划及最佳适应区域 图 2 中连接同一方向上距离原点最远的品种(系)形成多边形,由原点发出的射线是对多边形各边的垂线,这些垂线把双标图分成几个扇形区,形成不同的试验点分区。各区内部位于多边形顶角上的品种是本区内各环境下

最高产量或产值的品种(系)。从产量上看,8 个试验点分成了 2 个区,德江区高产材料是  $Q5$ ,其余地区高产材料是  $Q13$ ;根据产值分为 3 个区,德江区高产材料是  $Q3$ ,道真区高产材料是  $Q7$ ,其余区域高产材料是  $Q13$ 。

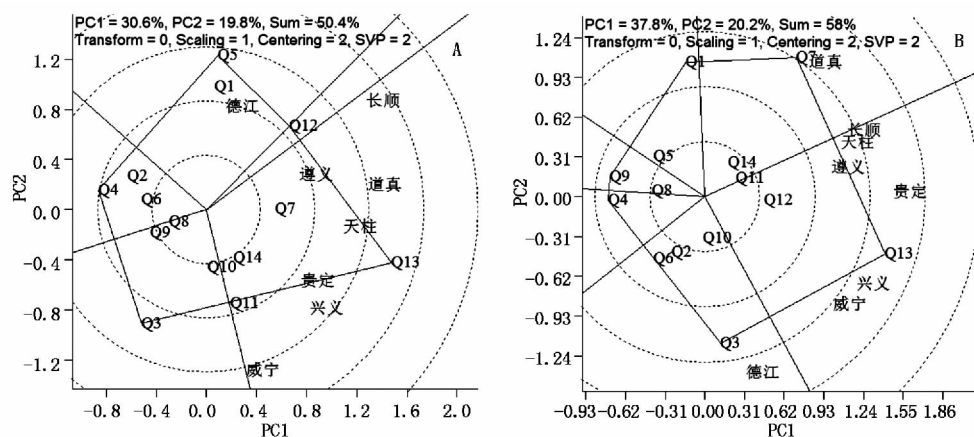


图 2 各品种(系)产量(A)或产值(B)的最佳适应区域

Fig. 2 The most adaptable region for yields(A) or production value(B) of cultivars

### 2.2 AMMI 模型分析结果

图 3 中距离横坐标越近表明该品种(系)稳定性越好,距离纵坐标越远,表明产量或产值越高。从产量上看, $Q13$  和  $Q12$  产量较高, $Q12$  稳定性优于

$Q13$ ;从产值上看, $Q13$  最高,其次为  $Q7$ ,但  $Q7$  稳定性优于  $Q13$ 。表 2,3 中产量和产值的丰产性以及稳定性参数与 AMMI 模型的双标图分析结果是一致的。

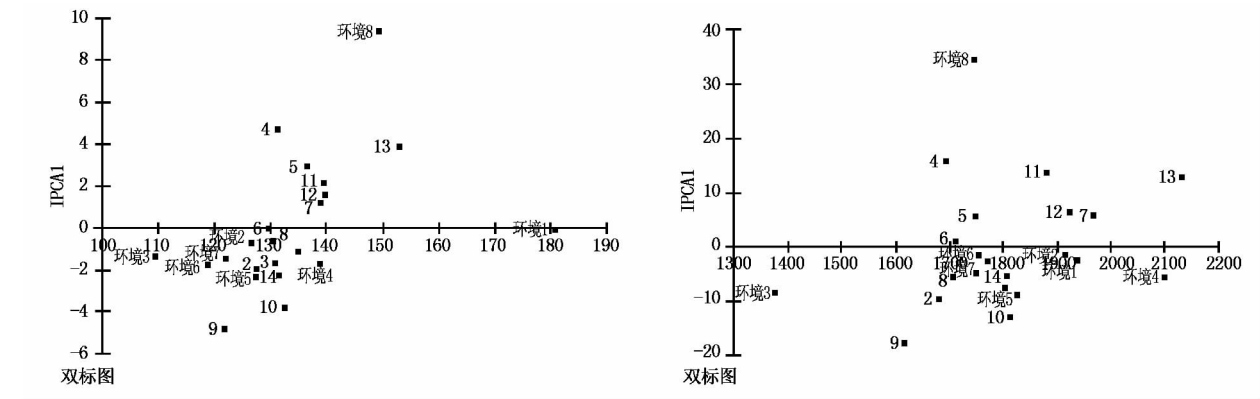


图 3 AMMI 模型产量 ( A ) 及产值 ( B ) 双标图

Fig. 3 The plot for yields( A ) and production value( B ) of the AMMI model

表 2 各材料产量丰产性及稳定性参数

Tab. 2 The high property and stability parameter of the materials yields

| 品种编号<br>Numbers | 丰产性参数 Sort parameters |             | 稳定性参数 Stability parameters |                |
|-----------------|-----------------------|-------------|----------------------------|----------------|
|                 | 产量 Productions        | 效应 Effects  | 方差 Variance                | 变异性 Variations |
| Q13             | 152. 820 3            | 18. 676 6   | 270. 875 0                 | 10. 769 7      |
| Q12             | 139. 653 4            | 5. 509 7    | 173. 630 0                 | 9. 435 4       |
| Q11             | 139. 465 2            | 5. 321 5    | 191. 605 0                 | 9. 925 2       |
| Q7              | 139. 028 6            | 4. 884 9    | 100. 113 0                 | 7. 196 8       |
| Q5              | 136. 612 1            | 2. 468 4    | 259. 388 0                 | 11. 789 2      |
| Q1              | 134. 923 2            | 0. 779 5    | 102. 827 0                 | 7. 515 7       |
| Q10             | 132. 471 1            | - 1. 672 6  | 278. 669 0                 | 12. 601 5      |
| Q14             | 131. 575 0            | - 2. 568 7  | 103. 629 0                 | 7. 736 9       |
| Q4              | 131. 251 9            | - 2. 891 8  | 413. 366 0                 | 15. 490 4      |
| Q3              | 130. 682 8            | - 3. 460 9  | 218. 624 0                 | 11. 314 4      |
| Q8              | 130. 490 1            | - 3. 653 6  | 39. 636 0                  | 4. 824 7       |
| Q6              | 129. 780 8            | - 4. 362 9  | 54. 093 0                  | 5. 667 1       |
| Q2              | 127. 479 4            | - 6. 664 3  | 103. 782 0                 | 7. 991 4       |
| Q9              | 121. 778 0            | - 12. 365 7 | 399. 116 0                 | 16. 405 2      |

表 3 各材料产值丰产性及稳定性参数

Tab. 3 The high property and stability parameter of the materials outputs

| 品种编号<br>Numbers | 丰产性参数 Sort parameters |              | 稳定性参数 Stability parameters |                |
|-----------------|-----------------------|--------------|----------------------------|----------------|
|                 | 产量 Productions        | 效应 Effects   | 方差 Variance                | 变异性 Variations |
| Q13             | 2 134. 019 7          | 330. 917 2   | 71 749. 641 0              | 12. 552 0      |
| Q7              | 1 967. 597 0          | 164. 494 5   | 63 186. 676 0              | 12. 775 5      |
| Q12             | 1 923. 272 4          | 120. 169 9   | 38 983. 644 0              | 10. 266 0      |
| Q11             | 1 881. 659 7          | 78. 557 2    | 57 013. 313 0              | 12. 689 6      |
| Q10             | 1 814. 901 1          | 11. 798 6    | 65 198. 682 0              | 14. 069 1      |
| Q14             | 1 806. 318 8          | 3. 216 3     | 16 865. 173 0              | 7. 189 5       |
| Q3              | 1 803. 071 5          | - 0. 031 0   | 54 642. 851 0              | 12. 964 4      |
| Q1              | 1 754. 077 3          | - 49. 025 2  | 44 211. 742 0              | 11. 987 3      |
| Q5              | 1 748. 712 0          | - 54. 390 5  | 52 050. 500 0              | 13. 046 5      |
| Q6              | 1 711. 052 4          | - 92. 050 1  | 13 757. 191 0              | 6. 854 9       |
| Q8              | 1 706. 950 4          | - 96. 152 1  | 17 989. 351 0              | 7. 857 5       |
| Q4              | 1 694. 590 9          | - 108. 511 6 | 77 033. 738 0              | 16. 378 6      |
| Q2              | 1 680. 850 1          | - 122. 252 4 | 27 154. 557 0              | 9. 803 8       |
| Q9              | 1 616. 361 6          | - 186. 740 9 | 69 933. 825 0              | 16. 360 8      |

2. 3 两种分析方法结果比较

通过以上 2 种方法分析结果可以看出 ,应用 GGE 双标图和 AMMI 模型所得结果在丰产性分析结果基本一致 ,产量较高的品种 ( 系 ) 为 Q13 和 Q12 ,产值较高的品种 ( 系 ) 为 Q13 和 Q7 。

2 种分析方法在描述品种稳定性方面稍有差异 ,在 GGE 双标图中 ,Q13 的稳定性优于 Q12 ,而 AMMI 模型则 Q12 的稳定性优于 Q13; 同样在产值方面 ,GGE 双标图中 Q13 稳定性优于 Q7 ,而 AMMI 模型分析结果显示 Q7 稳定性优于 Q13 。但通过

GGE 双标图及表 2 3 的变异度参数可以看出 2 种方法描述的稳定性方面的差异不明显。

GGE 双标图生态适应性分析结果表明,产量上,8 个试验点分成了 2 个区,德江区高产材料是 Q5,其余地区高产材料是 Q13;产值分为 3 个区,德江区高产材料是 Q3、道真区高产材料是 Q7、其余区域高产材料是 Q13。Q5 和 Q3 具有特殊适应性,在德江地区有推广价值,而 Q7 在道真地区具有推广价值。

研究结果表明 2 种分析方法对烤烟新品种(系)重要经济性状的评价是客观可行的。相对而言,GGE 双标图可以更加清晰直观的表述各个品种(系)的最佳适应区域。

### 3 讨论

通常区域试验中环境效应 E 远大于品种效应 G,但与直接品种评价无关,同时品种 $\times$ 环境的互作效应也影响了品种的稳定性,因此选择与品种评价有关的 G 和 GE,而不含与品种评价无关的其他效应的 GGE 双标图,在农作物研究领域得到了广泛应用。另外,AMMI 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。作为一种基因型和环境互作的统计方法,近年来也受到越来越多的国内外烤烟育种家的关注。

应用 GGE 双标图分析结果表明,品系 Q13 和 Q7 的产量较高,稳定性也较好,Q13 和 Q12 的产值最高,稳定性也较好,Q7 产值也较高,但稳定性较差;应用 AMMI 模型分析结果表明,品系 Q13 和 Q12 产量较高,Q12 稳定性优于 Q13;从产值上看,Q13 最高,其次为 Q7,但 Q7 稳定性优于 Q13。2 种分析方法结果表明,产量上较高的品种(系)为 Q13 和 Q12,产值较高的品种(系)为 Q13 和 Q7。另外,应用 GGE 双标图生态适应性分析结果表明,产量上 8 个试验点分成了 2 个区,德江区高产材料是 Q5,其余地区高产材料是 Q13;产值分为 3 个区,德江区高产材料是 Q3,道真区高产材料是 Q7、其余区域高产材料是 Q13。该结果可为局部区域选择新品种(系)提供依据。

本研究通过分析以上 2 种方法对烤烟新品种的重要经济性状的评判结果,表明 2 种分析方法均能较为客观准确地评价烤烟新品种的重要经济性状丰产性以及稳定性,但 2 种分析方法对稳定性的评判结果稍有不同。通过分析表明,应用 GGE 双标图能

更清晰直观地描述不同品种的最佳适应区域,有利于进行品种的合理布局。

### 参考文献:

- [1] 佟道儒. 烟草育种学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1997.
- [2] 陈荣平, 杨铁钊. 我国烟草品种工作的分析与思考[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(6): 47-50.
- [3] 李彦平, 丁燕芳, 孙 焕, 等. 我国烟草育种现状及思考[J]. 河南农业科学, 2010(9): 148-151.
- [4] 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.
- [5] 常 磊, 柴守玺. GGE 双标图在我国旱地春小麦稳产性分析中的应用[J]. 中国生态农业学报, 2010, 18(5): 988-994.
- [6] 刘文江, 李浩杰, 汪旭东, 等. 用 AMMI 模型分析杂交水稻基本性状的稳定性[J]. 作物学报, 2002, 28(4): 569-573.
- [7] 蒋开锋, 曾德初, 郑家奎, 等. 运用 AMMI 模型分析水稻多点双列杂交试验 I 组合的丰产性、稳产性和适应性[J]. 西南农业学报, 1998, 11(1): 12-19.
- [8] 曾献英. AMMI 模型在棉花区域试验中的应用[J]. 棉花学报, 2004, 16(4): 233-235.
- [9] 孙计平, 李雪君, 关照辉, 等. 应用 AMMI 模型分析烤烟区试品种稳定性[J]. 中国农学通报, 2011, 27(19): 263-267.
- [10] 史跃伟, 王志红, 王 轶, 等. AMMI 模型在评价烤烟主要化学成分稳定性中的应用[J]. 江西农业学报, 2011, 23(12): 104-106.
- [11] 严威凯. 双标图分析在农作物品种多点试验中的应用[J]. 作物学报, 2010, 36(11): 1805-1819.
- [12] 张志芬, 付晓峰, 刘俊青, 等. 用 GGE 双标图分析燕麦区域试验品系产量稳定性及试点代表性[J]. 作物学报, 2010, 36(8): 1377-1385.
- [13] 陈四龙, 李玉荣, 程增书, 等. 用 GGE 双标图分析种植密度对高油花生生长和产量的影响[J]. 作物学报, 2009, 35(7): 1328-1335.
- [14] 烟草病虫害分级及调查方法[S]. 中华人民共和国国家标准. GB/T 23222-2008. 2009-06-01 实施.
- [15] 烟草农艺性状调查测量方法[S]. 中华人民共和国国家标准. YC/T 142-2010. 2010-05-20 实施.
- [16] Jalata Z. GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of Barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes in South-eastern Ethiopia highlands [J]. International Journal of Plant Breeding and Genetics, 2011, 5(1): 59-75.
- [17] Rao P S, Reddy P S, Rathore A et al. Application GGE biplot and AMMI model to evaluate sweet sorghum (*Sorghum bicolor*) hybrids for genotype  $\times$  environment interaction and seasonal adaptation [J]. Indian Journal of Agricultural Sciences, 2011, 81(5): 438-445.
- [18] Yan W K, Holland J B. A heritability-adjusted GGE biplot for test environment evaluation [J]. Euphytica, 2010, 171: 355-369.