

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2015)03-0133-03

AMMI 模型分析不同基因型马铃薯产量稳定性

解国庆, 董清山, 范书华*, 王 艳, 邵广忠, 时新瑞, 赵云彤

(黑龙江省农业科学院牡丹江分院, 黑龙江 牡丹江 157041)

摘 要: 为研究不同基因型马铃薯产量的年度稳定性, 选用 7 个品种(系), 采用随机区组设计, 4 次重复, 应用 AMMI 模型对连续 3 年的数据进行了分析。结果表明, 基因型、环境和基因型与环境互作的平方和分别占总平方和的 47.69%、6.41% 和 40.03%, 均达极显著水平。AMMI 双标图表明, 参试材料产量稳定性为 牡 9141 > 牡 8182 > 克新 13 号 > 牡 91320 > 牡 8153 > 克新 4 号 > 克新 12 号, 平均产量为 牡 8153 > 克新 13 号 > 牡 91320 > 牡 8182 > 克新 4 号 > 牡 9141 > 克新 12 号。综合品系及其对应类型对照品种的丰产性及稳定性, 牡 91320、牡 9141 整体表现优于对照; 牡 8153 的丰产性好, 但稳定性不如对照, 牡 8182 的稳定性好, 丰产性不如对照。AMMI 模型很好地解释了产量性状的基因型效应、环境效应和基因型与环境互作效应。

关键词: AMMI 模型; 马铃薯; 基因型; 产量; 稳定性

Yield Stability of Different Genotype Potatoes Based on AMMI Model

XIE Guoqing, DONG Qingshan, FAN Shuhua*, WANG Yan, SHAO Guangzhong, SHI Xinrui, ZHAO Yuntong

(Mudanjiang Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Mudanjiang, Heilongjiang 157041, China)

Abstract: Seven potato varieties (lines), which were grown four replications in a randomized complete block design for three consecutive years, were analyzed for their yield stability using AMMI model. Sum of square for genotype, environment and genotype $\times$ environment accounted for 47.69%, 6.41% and 40.03% of the total sum of square, and all of these variation sources reached highly significance. The biplots indicated that yield stability for genotypes tested was: 'Mu9141' > 'Mu8182' > 'Kexin 13' > 'Mu91320' > 'Mu8153' > 'Kexin 4' > 'Kexin 12', and the yield was: 'Mu8153' > 'Kexin 13' > 'Mu91320' > 'Mu8182' > 'Kexin 4' > 'Mu9141' > 'Kexin 12'. Considered based on breeding lines purpose and corresponding control variety, 'Mu91320' and 'Mu9141' were superior to their corresponding control in both yield and yield stability; 'Mu8153' was higher yielding, but less stable, however, 'Mu8182' was higher stable, but less yielding than the control. AMMI model explained well the effects of genotype, environment and genotype $\times$ environment interaction on yield.

Key Words: AMMI model; potato; genotype; yield; stability

马铃薯品种的丰产性和稳定性是评价其推广价值的重要参考指标, 中国育种工作者一般只强调高产和优质, 而对产量及其他性状的稳定性重视不够。然而, 对产量的高产、稳产特性进行正确评价具有重要的理论与现实意义^[1,2]。AMMI 模型最早由 Gauch^[3]提出, 将主成分分析与方差分析相结合, 利用试验所获得的数据, 绘出双标图进而

直观地描述基因型、环境及互作效应的大小。现已被广泛用来研究基因型与环境互作效应, 较多应用于玉米、小麦、马铃薯、水稻等作物品种区域试验中^[4-9], 在分析品种单一性状年度稳定性的应用报道还较少。本研究利用 AMMI 模型对 7 个马铃薯品种(系)连续 3 年的产量数据进行分析, 对同一地点产量的稳定性进行研究, 探讨品种产量的

收稿日期: 2015-01-15

作者简介: 解国庆(1983-), 男, 助理研究员, 主要从事马铃薯育种与栽培研究工作。

*通信作者(Corresponding author): 范书华, 副研究员, 从事马铃薯育种及栽培研究工作, E-mail: mdjxgq@126.com。

稳定性, 为特定地区品种产量的稳定性评价提供相关理论基础, 对高产稳产品种的筛选具有重要意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

材料选自黑龙江省农业科学院牡丹江分院选育的4个不同类型的马铃薯优良品系及3个对照品种共7份(表1)。试验地点在黑龙江省农业科学院牡丹江分院试验田, 试验时间为2012、2013和2014年。

表1 供试马铃薯品种
Table 1 Potato breeding lines tested

编号 Code	品种(系) Variety(line)	组合 Cross	类型 Type
g1	牡91320	Favorita × 克200373-184	早熟
g2	克新4号(CK ₁)		早熟
g3	牡9141	东农308 × 克新16号	高淀粉
g4	克新12号(CK ₂)		高淀粉
g5	牡8153	E7 × 诺兰	中晚熟
g6	牡8182	东农303 × 克新16号	中晚熟
g7	克新13号(CK ₃)		中晚熟

1.2 试验方法

采用随机区组设计, 3次重复, 4行区, 行长6 m, 行距0.75 m, 株距0.30 m。小区面积18 m²。施磷酸二铵(64%)30 kg/667m²、尿素(46.4%)15 kg/667m²、氯化钾(60%)30 kg/667m²。同一年内各项栽培措施按照当地常规进行并保证其同步性。相关数据使用Microsoft Excel 2003录入整理, 利用唐启义和冯光明^[10]DPS 7.05 统计分析软件的AMMI模型分析模块对各材料按公顷产量进行分析。

AMMI模型的公式:

$$y_{ge} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_{gi} \delta_{ei} + \theta_{ge}$$

2 结果与分析

2.1 方差分析

不同基因型间、不同环境(年度环境变化)间达到了极显著差异($P < 0.01$)。此外, 基因型与环境之间也存在极显著互作效应(表2)。

2.2 AMMI模型分析

环境变异平方和占总变异平方和的6.41%, 基

因型变异平方和占47.69%, 交互作用变异平方和占40.03%(表3)。说明基因型及基因与环境互作是决定马铃薯产量的主要因素。同时也表明, AMMI模型能很好地表达基因型与环境的互作效应。

表2 参试品种(系)产量方差分析

Table 2 ANOVA for yield of potato varieties (lines)

变异来源 Variation source	DF	SS	MS	F	P
总变异 Total	83	6.12×10^9	7.38×10^7		
处理 Treatment	20	5.76×10^9	2.88×10^8	50.517 3	0.000 1
基因型 Genotype	6	2.92×10^9	4.86×10^8	85.315 6	0.000 1
环境 Environment	2	3.93×10^8	1.96×10^8	34.411 1	0.000 1
交互作用 Interaction	12	2.45×10^9	2.04×10^8	35.802 5	0.000 1
误差 Error	63	3.59×10^8	5.70×10^6		

表3 参试品种(系)产量AMMI模型分析

Table 3 AMMI model analysis for yield of potato varieties (lines)

变异来源 Variation source	DF	SS	MS	F	P
总变异 Total	83	6.12×10^9	7.38×10^7		
处理 Treatment	20	5.76×10^9	2.88×10^8	50.517 3	0.000 1
基因型 Genotype	6	2.92×10^9	4.86×10^8	85.315 6	0.000 1
环境 Environment	2	3.93×10^8	1.96×10^8	34.411 1	0.000 1
交互作用 Interaction	12	2.45×10^9	2.04×10^8	35.802 5	0.000 1
主成分分析 PCA1	7	2.05×10^9	2.92×10^8	3.620 8	0.002 4
残差 Residual	5	4.04×10^8	8.08×10^7		
误差 Error	63	3.59×10^8	5.70×10^6		

以基因型的产量数据为x轴, 品种和地点的IPCA1值为纵轴作双标图(图1)。在水平方向上, 横坐标值越大, 说明该品种丰产性越好, 不难看出, g5的丰产性最好, g4最差。在垂直方向, 以IPCA1 = 0作一条水平线, 则纵坐标的绝对值越小, 该品种产量稳定性越好, 由此可知, g3的稳定性最好, g4最差, 2012年的环境条件下马铃薯的产量稳定性最好; 品种与在同一侧的环境条件有正的交互效应, 与另一侧的环境条件有负的交互效应, g2、g4与2013年的环境互作为正, 即对其产量的提高有积极的作用, 与2012、2014年的环境互作为负; g1、g3、g5、g6、g7与2012、2014年的环境互作为正, 与2013年的环境的互作为负, 对产量有减弱的作用。综合不同类型基因

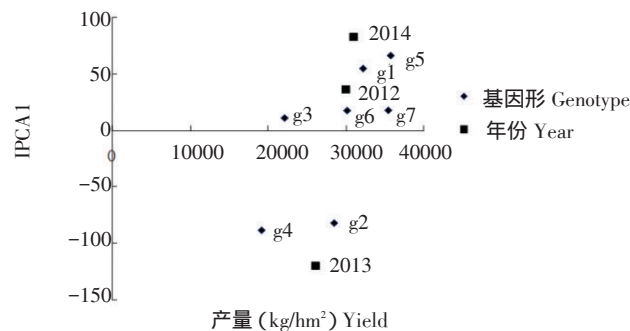


图 1 产量和IPCA1双标图

Figure 1 Biplot of yield and IPCA1

型在图中的位置可知：早熟材料g1的平均产量和稳定性均优于对照g2；高淀粉材料g3的平均产量和稳定性均优于对照g4；中晚熟材料g5的平均产量高于对照g7，但稳定性较差；g6平均产量低于g7，但稳定性略优于g7。

3 讨论

本研究应用AMMI模型对马铃薯品种(系)产量在特定区域内的年度稳定性进行了分析，该模型可以把一个品种(系)产量稳定性用立体的双标图简单表达和解释，结合方差分析对品种丰产性进行评价，这不仅对品种进行了可靠的稳定性分析，而且还可鉴别一些具有特殊基因型和环境互作效应的品种，对特定环境马铃薯品种的选育及引种栽培具有重要意义。

根据该模型分析结果，可以得出参试材料产量稳定性排序 $g_3 > g_6 > g_7 > g_1 > g_5 > g_2 > g_4$ ，平均产量排序为 $g_5 > g_7 > g_1 > g_6 > g_2 > g_3 > g_4$ 。早熟材料 牡91320 (g1)的平均产量和稳定性均优于 克新4号 (g2)；高淀粉材料 牡9141 (g3)的平均产量和稳定性均优于 克新12号 (g4)；中晚熟材料 牡8153 (g5)的平均产量高于 克新13号 (g7)，但稳定性不如 克新13号 (g7)；牡8182 (g6)平均产量低于 克新13号 (g7)，但是稳定性优于 克新13号 (g7)。在马铃薯种植时，可根据不同用途选择

产量高且稳定性好的品种。

[参考文献]

- [1] 吕文河,白雅梅,陈伊里,等.马铃薯新品系产量稳定性分析[J].马铃薯杂志,1995,9(4):198-202.
- [2] 刘凯,张琦琦,石瑛.不同生态条件下马铃薯品种的淀粉含量分析[J].中国马铃薯,2008,22(2):85-87.
- [3] Gauch Jr H G. Model selection and validation for yield trials with interaction [J]. Biometrics, 1998, 44: 705-715.
- [4] 李艳艳,丰震,赵兰勇.用AMMI模型分析玫瑰品种产花量的稳定性[J].中国农业科学,2008,41(6):1761-1766.
- [5] 杨志平,何凤发,王季春,等.应用AMMI模型评价马铃薯品种的稳定性和适应性[J].中国马铃薯,2006,20(1):11-15.
- [6] 何代元,胡宁,马兆锦,等. AMMI模型在玉米区域试验中的应用[J].玉米科学,2009,17(4):144-147,152.
- [7] 万向元,胡培松,王海莲,等.水稻品种直链淀粉含量糊化温度和蛋白质含量的稳定性分析[J].中国农业科学,2005,38(1):1-6.
- [8] 蒋开锋,郑家奎,赵甘露,等.基于AMMI模型的NC II交配设计试验的配合力分析[J].作物学报,2000,26(6):959-962.
- [9] 郭天财,马冬云,朱云集,等.冬播小麦品种主要品质性状的基因型与环境及其互作效应分析[J].中国农业科学,2004,37(7):948-953.
- [10] 唐启义,冯光明.实用统计分析及其DPS数据处理系统[M].北京:科学出版社,2002.