

GGE 双标图法分析大豆种质蛋白质含量的稳定性

吴 瑶,孙 晶,曹广禄,韩英鹏,赵 雪,王 强,孟宪新,李文滨

(东北农业大学大豆生物学教育部重点实验室,东北农业大学农业部东北大豆生物学与遗传育种重点实验室,黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:**为准确评价大豆种质资源蛋白质含量的稳产性和适应性,采用 GGE 双标图法在哈尔滨、南宁、三亚 3 个试验点对 121 份大豆种质资源进行了分析。结果表明:黑龙江省地方品种“压破车”为蛋白质含量稳产性较高的品种,对哈尔滨试验点具有特殊适应性,可以作为一个改良黑龙江省大豆品种蛋白质含量的亲本;对于大豆种质资源的蛋白质含量的辨别能力,三亚和南宁对于蛋白质含量的测试作用相同,具有相同的代表性,而哈尔滨与三亚、南宁试验点夹角接近 90°,是另外一个具有代表性的试验点。

**关键词:**GGE 双标图;大豆;稳定性; 适应性

**中图分类号:**S565. 1 **文献标识码:**A **DOI:**10. 11861/j. issn. 1000-9841. 2015. 01. 0172

Protein Content Stability Analysis in Soybean through GGE Biplot

WU Yao,SUN Jing,CAO Guang - lu, HAN Ying - peng, ZHAO Xue,WANG Qiang, MENG Xian - xin, LI Wen - bin

(Key Laboratory of Soybean Biology in Chinese Ministry of Education,Key Laboratory of Soybean Biology and Breeding/Genetics of Chinese Agriculture Ministry, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

**Abstract:** In order to accurately evaluate protein content stability in soybean, a total of 121 germplasm were analyzed in Harbin, Nanning and Sanya through GGE biplot. The result showed that the landrace ‘Yapoche’ belonged to higher protein content and adaptability to Harbin, which had special adaptability to promote the value in the local area. In three tested sites, Sanya and Nanning had similar discriminated ability for protein content, Harbin was another high representative site for protein content.

**Keywords:** GGE biplot; Soybean; Quality stability

大豆蛋白质含量属于较为复杂的加性数量性状,受多基因控制,其性状表现是基因型与环境共同作用的结果<sup>[1-2]</sup>。目前我国大豆生产上,尚缺乏优质且表现稳定的大豆新品种,而新品种的选育是建立在对现有种质资源品质性状准确评价的基础上,且必须通过区域试验来鉴定其丰产性和稳产性,由于品种区域试验属于多年多点试验,存在环境差异较大等原因,使所获结果难以进行正常的联合方差分析,从而影响对品种材料做出客观和公正的评价<sup>[3-5]</sup>。

AMMI 模型是目前国际上流行的分析作物品种区试数据的非常有效的模型,但该模型仅考虑环境与基因型互作,而未对基因型做出全面准确的估计。GGE 双标图法同时考虑了基因型和基因型与环境互作,是更为严谨的基因型评价方法<sup>[5-7]</sup>。严威凯等<sup>[8]</sup>报道了 GGE - biplot 分析系统在作物品种稳定性分析方面的应用,与传统的算数平均值法相比,该

系统操作简单、实验结果更为直观。其后学者们利用 GGE - biplot 分析系统分别对春小麦<sup>[9]</sup>、花生<sup>[10]</sup>、油菜<sup>[11]</sup>等作物进行了分析,取得了良好的效果。

本研究采用 GGE - biplot 分析系统对收集的 121 份大豆种质资源的蛋白质含量进行分析,以期客观评价大豆蛋白质含量的稳定性,为大豆高蛋白品种的选育奠定基础。

1 材料与方法

1. 1 试验设计

选取 40°N 以北地区包括北京、河北部分地区和内蒙古及东北三省在内的 121 份春大豆代表品种(系),分别在 2011 年于哈尔滨市(N45. 44°,E126. 36°),南宁市(N22. 48°,E108. 19°)和三亚市(N18. 14°,E109. 31°)种植。行长 3 m,垄宽 50 cm,株距 6 cm,完全随机区组设计,哈尔滨市 5 月 7 日

收稿日期:2013 - 12 - 17  
基金项目:国家“十二五”科技支撑计划(2011BAD35B06 - 1);现代农业产业技术体系(CARS - 04 - PS04);国家重点基础研究发展计划“973 计划”前期项目(2012CB126311);国家自然科学基金(31201227,31301339);中国博士后项目(20110491024);黑龙江省博士后项目(LBH11220,LBH - TZ1210);黑龙江省教育厅骨干教师项目(1252G014);黑龙江省教育厅新世纪项目优秀人才资助项目(1253 - NCET - 005);教育部博士点项目(20122325120012);东北农业大学博士后启动金项目(2012RCB11)。  
第一作者简介:吴瑶(1988 - ),女,硕士,主要从事大豆种质资源分析研究。E - mail:308961550@ qq. com。  
通讯作者:李文滨(1958 - ),男,教授,博士生导师,主要从事大豆遗传育种研究。E - mail:wenbinli@ yahoo. com。

播种,10 月 4 日收获,南宁市 3 月 12 日播种,7 月 1 日收获,三亚市 11 月 15 日播种,3 月 7 日收获。每地点设 3 次重复。

1.2 大豆蛋白质含量测定

选择籽粒成熟度好、大小一致的健康种子进行粗蛋白的测定,所用仪器为近红外谷物分析仪(型号 Foss infra1241)。

1.3 数据分析

用 GGE - Biplot 软件进行双标图分析。图中指标向量和相邻指标间的夹角余弦值<sup>[10]</sup>。两指标的相关系数:以某一个指标向量为起始,其他指标向量与其夹角的余弦值表示指标间的相关性<sup>[12]</sup>。根据 AT 轴(average - tester axis)上品种或试验点的投影位置及向量长短来判断品种的平均表现和稳产性,以及试点的代表性和鉴别力。

2 结果与分析

2.1 不同地点大豆种子蛋白质含量变异分析

如表 1 所示,参试大豆材料蛋白质含量均值及变异系数由高到低依次为三亚、南宁、哈尔滨,整体差异不显著。这表明不同地点种植的大豆种子蛋白质含量存在着广泛的遗传变异,受环境影响变异情况略有不同,整体趋势是由南向北逐渐减少。

表 1 不同地点大豆种子蛋白质变异分析  
Table 1 Variation of protein contents in different soybean varieties

特征参数 Characteristic parameter	地点 Location		
	哈尔滨 Harbin	三亚 Sanya	南宁 Nanning
均值 Means / %	42.03	42.98	42.57
标准偏差 SD	1.73	1.89	1.84
变异系数 CV / %	4.12	4.40	4.32
最小值 Minimum / %	38.20	38.90	37.75
最大值 Maximum / %	45.90	49.33	48.00

局部分析相同来源大豆种子在不同地点的蛋白含量,北京、河北、辽宁、黑龙江种源均与整体趋势一致,吉林种源蛋白含量在三亚最高,内蒙古种源蛋白含量由高到低分别为哈尔滨、南宁、三亚。

2.2 大豆种子蛋白质含量稳定性和适应性分析

大豆种质资源第 1 主成分(PC1)的效应为 67%,第 2 主成分(PC2)的效应为 25%,GGE 双标图可以解释 G 与 GE 互作信息的 92%(图 1)。从蛋白质含量平均表现看,参试种质资源平均表现非常相近,说明这些种质具有相似的蛋白质含量的稳定性,而黑龙江地方品种“压破车”(G55)具有高于其他品种的蛋白质含量表现。进一步分析环境互作发现,黑龙江地方品种压破车哈尔滨试验点具有特殊适应性,其可以作为改良黑龙江省大豆品种蛋白质含量的亲本。

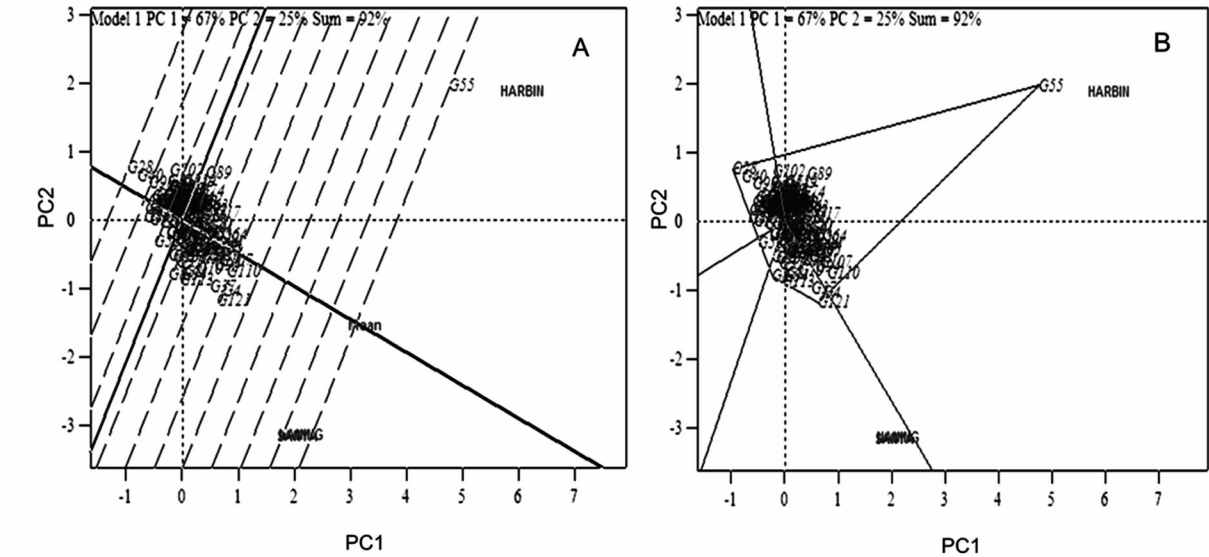


图 1 大豆种质资源的蛋白质含量稳定性(A)和适应性(B)分析  
Fig. 1 Stability(A) and adaptability(B) of protein content in soybean germplasm

2.3 试验地点的代表性分析

对测试地点之间的关系进行了分析(图 2),结果表明:在大豆种质资源的蛋白质含量鉴定方面,三亚和南宁向量夹角几乎为 0°,即这两个试验点对于

蛋白质含量的测试作用是相同的;而哈尔滨与三亚、南宁夹角接近 90°,即哈尔滨与三亚和南宁的测试作用存在差异,可以作为不同的试验点。

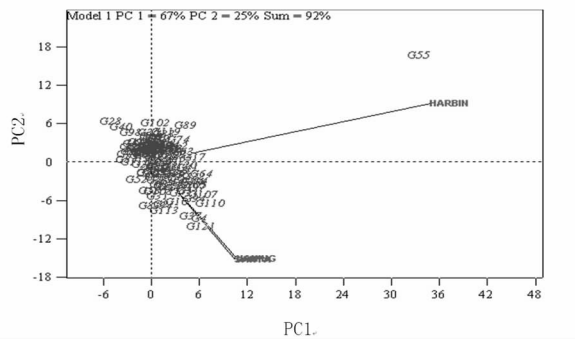


图2 大豆蛋白质含量测试地点之间的关系分析  
Fig. 2 Relation of tested site for protein content in soybean

3 结论与讨论

大豆种质资源品质性状的稳定性是决定其推广应用价值的重要指标之一,除此之外,育种工作者筛选品质资源时还需要充分考虑试验地点的鉴别能力。本研究通过跨省大环境的鉴定,筛选出黑龙江省地方品种“压破车”是蛋白质含量稳产性较高的品种,且其在哈尔滨试验点具有特殊适应性,并可以作为改良黑龙江省大豆品种蛋白质含量的亲本。对于大豆种质资源的蛋白质含量,三亚和南宁对于蛋白质含量的测试作用相同,具有相同的代表性,而哈尔滨与三亚、南宁夹角接近 90°,是另外一个具有代表性的试验点。

GGE 双标图和算术平均值法的结果有所不同,如“压破车”在所有试点的蛋白质平均含量仅排第 5,而 GGE 分析结果则位居第 1(图 1A),这是因为 GGE - Biplot 双标图法同时考虑到品种的主效应(G)和品种与环境互作效应(GE)。

对于影响因素众多的多年、多点试验,使用有效而全面的统计分析方法尤为重要,可以充分挖掘试验数据的有用信息。对大豆种质资源品质性状测验而言,GGE - Biplot 双标图法以其简单、直观的特点客观全面地评价了参试大豆品种及其与相应试验点间的互作关系。

参考文献

[1] 刘显华. 改变大豆蛋白质脂肪及其组分的遗传育种概况[J]. 中国油料, 1986, 26(4): 18 - 23. (Liu X H. Genetic breeding overview of soybean component and change protein and fat[J]. China Oil Crops, 1986, 26(4): 18 - 23. )

[2] 曹永强, 宋书宏, 董丽杰. 大豆蛋白质和油分含量遗传研究进展[J]. 大豆科学, 2012, 31(2): 316 - 319. (Cao Y Q, Song S H, Dong L J. Research progress on heredity of protein and oil content in soybean[J]. Soybean Science, 2012, 31(2): 316 - 319. )

[3] 金文林. 作物区试中品种稳定性评价的秩次分析模型[J]. 作物学报, 2000, 26(6): 925 - 930. (Jin W L. The rank analysis model of evaluating crop varieties yield stability in regional trials[J]. Acta Agronomica Sinica, 2000, 26(6): 925 - 930. )

[4] 金文林, 白琼岩. 作物区试中品种产量性状评价的秩次分析法[J]. 作物学报, 1999, 25(5): 632 - 638. (Jin W L, Bai Q Y. The analysis based on ranks of crop varieties in regional trials[J]. Acta Agronomica Sinica, 1999, 25(5): 632 - 638. )

[5] 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. (Zhang Z, Lu C, Xiang Z H. Analysis of varieties stability based on AMMI model[J]. Acta Agronomica Sinica, 1998, 24(3): 304 - 309. )

[6] 张志芬, 付晓峰, 刘俊青. 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. (Zhang Z F, Fu X F, Liu J Q. Yield stability and testing - site representativeness in national regional trials for oat lines based on GGE - biplot analysis[J]. Acta Agronomica Sinica, 2010, 36(8): 1377 - 1385. )

[7] 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. (Li Y Y, Feng Z, Zhao L Y. Analysis of stability of flower yield of rugosa rose cultivars with AMMI model[J]. Scientia Agricultura Sinica, 2008, 41(6): 1761 - 1766. )

[8] 严威凯, 盛庆来, 胡跃高. GGE 叠图法 - 分析品种 × 环境互作模式的理想方法[J]. 作物学报, 2001, 27(1): 21 - 27. (Yan W K, Sheng Q L, Hu Y G, et al. GGE biplot: an ideal tool for studying genotype by environment interaction of regional yield trial data[J]. Acta Agronomica Sinica, 2001, 27(1): 21 - 27. )

[9] 张勇, 何中虎, 张爱民. 应用 GGE 双标图分析我国春小麦的淀粉峰值粘度[J]. 作物学报, 2003, 29(2): 245 - 251. (Zhang Y, He Z H, Zhang A M. GGE biplot for studying paste property of Chinese spring wheat[J]. Acta Agronomica Sinica, 2003, 29(2): 245 - 251. )

[10] 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. (Chen S L, Li Y R, Cheng Z S, et al. GGE - biplot analysis of effects of planting density on growth and yield components of high oil peanut[J]. Acta Agronomica Sinica, 2009, 35(7): 1328 - 1335. )

[11] 尚毅, 李少钦, 李殿荣, 等. 用双标图分析油菜双列杂交试验[J]. 作物学报, 2006, 32(2): 243 - 248. (Shang Y, Li S Q, Li D R, et al. GGE - biplot analysis of diallel cross of *B. napus* L. [J]. Acta Agronomica Sinica, 2006, 32(2): 243 - 248. )

[12] Yan W K, Rajcan I. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario[J]. Crop Science, 2002, 42: 11 - 20.