

# 双标图法对大豆品系和试点的评价 及各农艺性状相关性的分析

周长军

(黑龙江省农业科学院 大庆分院,黑龙江 大庆 163316)

**摘要:**采用 GGE 双标图法对 2009 年 8 个试验地点种植的 24 份大豆材料进行了分析。结果表明:单位面积产量与单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重之间存在正相关,与无效节呈负相关;AN2 是一个既高产又稳产的品系;D 和 F 试点既具有代表性又具有较强的鉴别力。

**关键词:**GGE 双标图;大豆;农艺性状

**中图分类号:**S565.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1002-2767(2012)01-0007-04

农作物多点试验是最基础、最常用的农业试验。多点试验之所以必要是因为品种与环境之间存在着相互作用(GE),即品种的排名因环境或试验点的不同而变化。多点试验数据通常包括多个性状(产量、品质、病虫害抗性、农艺性状等)的数据,多点试验数据不但可以用来评价品种,而且也是评价和选择适合于品种鉴定的试验点或环境的宝贵资料,综合表现好的参试品系可以在具有代表性的试点通过多性状来直接选择<sup>[1]</sup>。GGE 双标图是一种新的分析多因素互作的方法,可解决基因环境互作的影响,并以图解的方式,借助辅助线有效的反映出何种品种在何种环境下表现最好,有助于清晰鉴别出高产、稳产品种和具备有效分辨力的环境。因此该试验通过对 24 个品系在 8 个试验点的多个性状的表现,来了解品系在不同试验的产量特点、试点的代表性及对品种的鉴别力。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

参加试验的大豆品系共有 24 个,分别为:AN1,AN2,...,AN24,其中 AN5 和 AN12 为对照品种分别为抗线 4 号和抗线 8 号。

### 1.2 方法

试验地点共有 8 个,分别是 A 安达、B 大庆、C 肇东、D 肇源、E 齐齐哈尔、F 林甸、G 明水和 H 杜蒙。各试点试验均为随机区组设计,3 次重复。成熟时考察大豆株高、百粒重、节数、无效节、单株荚数、单株粒数、单株粒重和单位面积产量。

采用严威凯先生的 GGE-biplot 软件进行双

标图分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 大豆品系各农艺性状相关性的分析

图 1 中连接原点和各性状的直线为“向量”。两环境向量间夹角的余弦近似于它们之间的遗传相关系数。夹角小于 90°表示正相关,大于 90°表示负相关,接近 90°表示无相关。图 1 中,多数性状之间存在正相关,其中株高、节数、倒伏级存在紧密正相关与单位面积产量、百粒重存在负相关,而单位面积产量与单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重之间存在正相关,与无效节呈负相关;百粒重与单株粒数、单株荚数呈负相关。双标图分析结果与试验数据相吻合(见表 1)。

由图 1 看出,在所有品系中 AN14 单位面积产量、百粒重最高。AN4 单株荚数、单株粒数最多,单株粒重最大。而 AN11、AN17 株高较高,节数较多,倒伏级数较大。

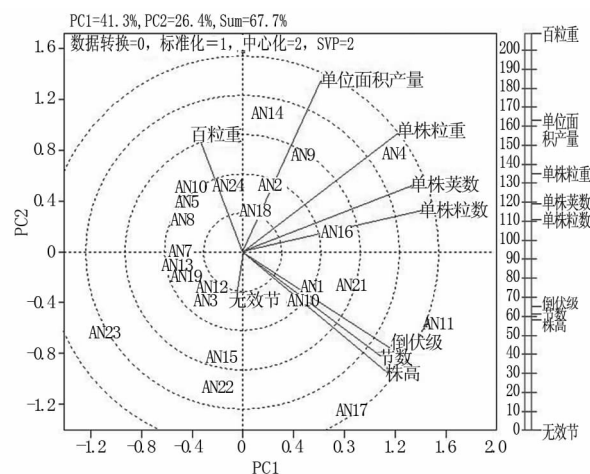


图 1 大豆品系各农艺性状之间的双标图相关分析  
Fig. 1 Association between main agronomic traits of soybean lines based on GGE-biplot analysis

收稿日期:2011-08-19

基金项目:国家大豆产业技术体系资助项目

作者简介:周长军(1977-),男,黑龙江省富裕县人,硕士,助理研究员,从事大豆遗传育种研究。E-mail:andazhouchangjun@163.com。

表 1 大豆品系各农艺性状之间的相关系数

Table 1 The correlation coefficients between main agronomic traits in soybean lines

性状 Characters	株高 Plant height	节数 Number of node	无效节 Number of Null node	单株荚数 Pod number per plant	单株粒数 Grain numbe per plant	单株粒重 Grain weight per plant	百粒重 100-grain weight	单位面积产量 Yield per unit area
节数 Number of node	0.83							
无效节 Number of null node	0.08	0.14						
单株荚数 Pod number per plant	0.23	0.32	-0.23					
单株粒数 Grain numbe per plant	0.29	0.44	-0.08	0.87				
单株粒重 Grain weight per plant	0.18	0.31	-0.21	0.79	0.80			
百粒重 100-grain weight	-0.18	-0.14	-0.27	-0.01	-0.19	0.31		
单位面积产量 Yield per unit area	-0.11	0.07	-0.18	0.56	0.61	0.76	0.39	
倒伏级 Rank of lodging	0.79	0.59	-0.16	0.35	0.34	0.19	-0.27	-0.10

表 2 参试 24 个品系在 8 个试验点的产量表现

Table 2 Yields and ranks of 24 soybean lines at 8 trails sites

 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ 

品系代号 Lines codes	A	B	C	D	E	F	G	H	均值 Average	排名 Rank
AN1	214.2	230.6	180.1	208.30	189.0	189.7	164.2	164.1	192.5	10
AN2	209.0	210.9	260.5	226.80	201.0	240.7	204.5	196.3	218.7	3
AN3	170.8	167.0	231.5	189.77	190.0	199.9	199.0	164.7	189.1	14
AN4	240.0	199.8	295.0	244.93	238.0	201.6	176.3	172.5	221.0	2
AN5	190.2	234.3	165.5	196.67	154.0	150.4	175.0	154.8	177.6	16
AN6	194.9	243.2	236.3	224.80	227.0	216.5	167.1	186.0	211.9	4
AN7	142.0	179.3	189.5	170.27	157.0	151.3	112.6	140.6	155.3	24
AN8	158.5	213.8	187.1	186.47	157.0	122.9	107.2	123.5	157.1	22
AN9	165.0	280.9	171.7	205.87	156.0	165.3	154.6	195.7	186.8	15
AN10	132.9	228.2	189.2	180.55	221.3	175.7	195.2	190.6	189.2	13
AN11	177.3	172.2	174.75	175.10	189.0	151.2	200.2	161.3	175.1	18
AN12	169.2	173.7	176.4	182.30	224.5	199.7	225.1	214.2	195.6	7
AN13	145.6	230.0	148.0	174.53	157.1	217.9	226.3	225.7	190.6	11
AN14	251.7	248.5	242.5	245.50	278.7	220.6	258.1	267.7	251.7	1
AN15	213.5	126.2	160.4	166.70	157.0	169.5	193.8	167.8	169.4	21
AN16	245.3	176.0	224.6	215.30	212.5	197.8	223.5	196.4	211.4	5
AN17	165.0	193.5	143.4	167.30	209.1	136.7	197.7	202.9	176.9	17
AN18	164.2	243.0	209.5	205.57	200.1	203.2	160.5	175.3	195.2	8
AN19	218.5	175.0	168.2	187.23	166.0	131.2	134.1	193.7	171.7	19
AN20	125.3	248.1	250.2	207.87	173.5	164.5	203.2	147.0	189.9	12
AN21	148.1	222.0	235.6	201.90	231.0	189.5	155.6	218.3	200.6	6
AN22	124.1	147.9	178.0	150.00	167.5	148.0	147.2	184.7	155.9	23
AN23	121.3	158.9	181.9	154.03	194.8	163.8	181.6	198.6	169.4	20
AN24	225.2	157.1	233.7	205.33	181.1	184.9	199.9	169.6	194.6	9
均值	179.6	202.5	201.4	194.70	193.0	178.9	181.0	183.8		

## 2.2 大豆供试品系的适应性

图2的功能是按照品种-环境的相互关系来对试验点分组并揭示各组内最高产的品种<sup>[2]</sup>。图2中的多边形由连接同一方向上距离原点最远的品种而成。由原点发出的射线是对多边形各边的垂线,这些垂线把整个双标图分成几个扇形区,并由此把试验点分为不同的组。8个试验点被分为两组,其中A、B、C、D为一组,E、F、G、H为另一组。此图的功能在于,各区内位于多边形顶角上的品种恰好是本区内各环境下最高产的品种。因此由图2可以看出:品种AN4在试验点A、B、C、D最高产,品种AN14在试验点E、F、G、H最高产,这可能是由于气候条件和土壤类型的不同,适合种植的品系也不同。对照表2能够看出GGE-biplot双标图分析结果与试验数据相吻合。

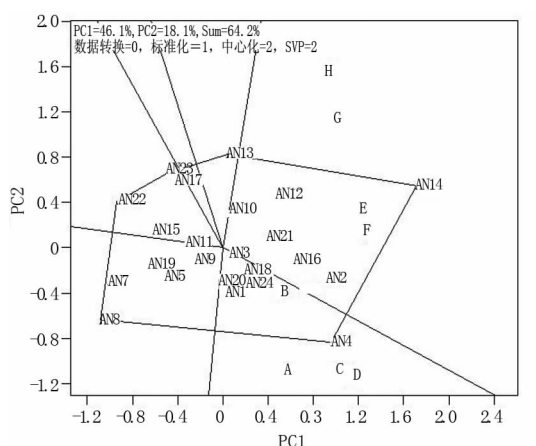


图2 大豆供试品系的适应性分析

Fig. 2 Adaptability analysis on soybean lines in the test

## 2.3 大豆供试品系产量表现及其稳定性

图3中的小圆圈代表“平均环境”。带单箭头的直线是平均环境轴,它所指的方向是品种在所有环境下的近似平均产量。此图专为同时了解品种的高产性和稳产性而设计<sup>[3]</sup>,在特定品种生态区内,理想的品种应当既高产又稳产。所以由图3可以看出,AN14平均产量最高,然后是AN4、AN2和AN6。产量最低的是AN8,次低者依次是AN7和AN22等。与平均环境轴垂直并通过原点的、带有双箭头的直线代表各品种与各环境相互作用的倾向性,越偏离平均环境轴的品系越不稳定。所以,最不稳定的品种是AN13。而AN2、AN16和AN21等则较稳定。其中AN2是一个既高产又稳产的品系。其中AN13之所以不稳定,是因为在试验点A、C、D表现很差,但在B、

E、F、G、H试验点表现尚可。

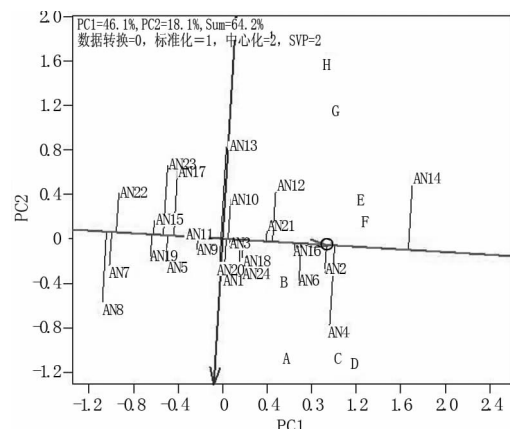


图3 GGE双标图分析的大豆供试品系的产量表现及其稳定性

Fig. 3 Average yield and yield stability of soybean lines based on GGE-biplot analysis

## 2.4 各试点的代表性和鉴别力

各试验点向量通过“平均环境”的长度是其区分能力的度量。而试验点向量与平均环境向量的角度是其对目标环境的代表性的度量。角度越小,代表性越强。角度越大,代表性越弱。平均环境轴箭头所指方向是对试验点区分力和代表性两方面的综合评价<sup>[4]</sup>。就区分能力而言,D和H最好。就代表性而言E和F最好。综合起来D和F最好。有区分能力但没有代表性的试验点可用于淘汰不稳定的品种,但不能用于选择优良品种,只有既有区分力又有代表性的试验点才能用来有效地选择高产和稳产的品种。

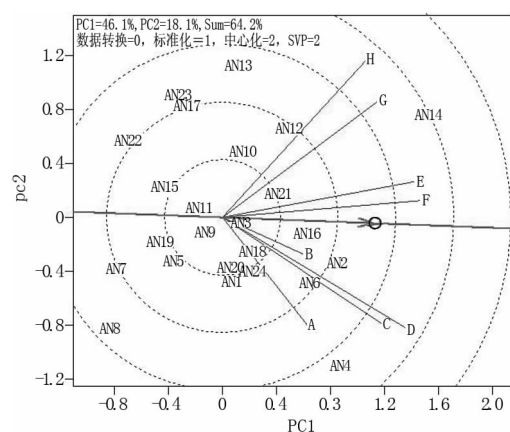


图4 GGE双标图分析大豆各试点的代表性和鉴别力  
Fig. 4 Identification and representativeness of sites of soybean trails based on GGE-biplot analysis

### 3 结论

GGE 双标图法的应用结果表明,它可以较好地分析品种试验资料,以图解的方式明确多基因型多环境试验中某试点表现最好的品种和某品种最适合种植的环境,并明确表现好且稳定的品种及有利于区别它们的环境<sup>[5-8]</sup>。由于 GGE 双标图综合考虑了基因型和基因型与环境互作的总体表现,因而更有利于直观了解品种在各试点的真实表现。

试验结果表明,大豆品系各农艺性状之间单位面积产量与单株荚数、单株粒数、单株粒重、百粒重之间存在正相关和无效节呈负相关。在所有大豆品系中,AN14 平均产量最高,其次是 AN4、AN2 和 AN6,其中 AN2 是一个既高产又稳产的品系。在 8 个试验地点中,D 和 H 试点区分能力最好,就代表性而言 E 和 F 试点最好,综合起来 D 和 F 试点最好。

### 参考文献:

- [1] Yan Weikai, Molnar S J, Fregeau-Reid J, et al. Associations among oat traits and their responses to the environment in North America[J]. J Crop Improve, 2007, 20: 129.
- [2] Yan Weikai, 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.
- [3] Yan Weikai. GGEbiplot—a Windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data[J]. Agron J, 2001, 93: 1111-1118.
- [4] Yan Weikai, Holland J B. A Heritability-adjusted GGE Biplot for test environment evaluation[J]. Euphytica, 2010, 171: 355-369.
- [5] Yan Weikai, Hunt L A. Genetic and environment causes of genotype by environment interaction for winter wheat yield in Ontario[J]. Crop Sci., 2001, 41: 19-25.
- [6] Yan Weikai, Cornelius P L, Crossa J, et al. Two types of GGE biplot for analyzing multi-environment trial data[J]. Crop Sci., 2001, 41: 656-663.
- [7] Yan W, Rajcan I. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario[J]. Crop Sci., 2002, 42: 11-20.
- [8] Yan W, Hunt L A. Biplot analysis of Diallel data[J]. Crop Sci., 2002, 42: 21-30.

## GGE-biplot Evaluation on Soybean Lines Adaptability and Testing-Site Representativeness and the Correlation Analysis between main Agronomic Traits

ZHOU Chang-jun

(Daqing Branch of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Daqing, Heilongjiang 163316)

**Abstract:** GGE-biplot method was used to analyze the data of 24 soybean lines from eight trial sites in 2009. The results showed that the yield per unit area had positive relation with pod number per plant, grain number per plant, grain weight per plant and 100-grain weight, and negative with number of null node. AN2 had higher yield and better yield stability than other lines. “D” and “F” testing-sites of Heilongjiang province were the best representative testing sites with better discrimination than other sites.

**Key words:** GGE-biplot; soybean; agronomic traits

### 立足黑龙江 辐射全中国 聚焦大农业 促进快发展 2012 年《黑龙江农业科学》征订启事

《黑龙江农业科学》是黑龙江省农业科学院主办的综合性科技期刊。是全国优秀期刊、黑龙江省优秀期刊。现已被中国科学引文数据库、中国核心期刊(遴选)数据库等多家权威数据库收录。

本刊内容丰富,栏目新颖,信息全面,可读性强。月刊,每月 10 日出版,国内外公开发行。国内邮发代号 14-61,每期定价 5.00 元,全年 60.00 元;国外发行代号 M8321,每期定价 8.00 美元,全年 96.00 美元。

热忱欢迎广大农业科研工作者、农业院校师生、国营农场及农业技术推广人员、管理干部和广大农民群众踊跃订阅。全国各地邮局均可订阅,漏订者可汇款至本刊编辑部补订。汇款写明订购份数、收件人姓名、详细邮寄地址及邮编。

另外,2010 年合订本已出版,还有少量 2007~2009 年合订本珍藏版。2007 年合订本每册定价 80.00 元,2008~2009 年合订本每册定价 90.00 元,2010 年合订本 150.00 元,邮费各 10.00 元,售完为止。

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告

地址:哈尔滨市南岗区学府路 368 号《黑龙江农业科学》编辑部

邮编:150086 电话:0451-86668373 信箱:nykx13579@sina.com 网址:www.haasep.cn