

# Seed Oil Content Stability Analysis in Soybean through GGE Biplot Method

Xue Zhao

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 Heilongjiang  
Email: zhaoxue\_s@163.com

Received: Apr. 22<sup>nd</sup>, 2018; accepted: May 4<sup>th</sup>, 2018; published: May 14<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

High oil content is one of the most important goals in soybean breeding. Soybean oil content is a complex quantitative trait, which is affected by the environment. Evaluating the adaptability and stability of the seed oil content of soybean germplasms is the basis of breeding high oil soybean varieties. In order to accurately evaluate oil content stability in soybean, a total of 120 germplasms were analyzed in Harbin, Nanning and Sanya through GGE biplot. The result showed that "Hefeng50" from Heilongjiang province belongs to higher oil content and is stable to three tested sites. In the three test sites, Sanya and Nanning have similar discriminated ability for oil content and either can be used as one representative tested site. While Harbin that has different effect on evaluating seed oil content should be treated as an independent test site.

## Keywords

GGE Biplot, Soybean, Seed Oil Content, Stability

---

# 基于GGE双标图分析的大豆种质资源油分含量的稳定性评价

赵 雪

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  
Email: zhaoxue\_s@163.com

收稿日期: 2018年4月22日; 录用日期: 2018年5月4日; 发布日期: 2018年5月14日

---

\*通讯作者。

## 摘要

高含油量是大豆重要的育种目标,大豆油分含量是复杂的数量性状,受环境影响大,评价大豆种质资源籽粒油分含量的适应性和稳定性是选育高油大豆品种的基础。为准确评价大豆种质资源油分含量的稳产性和适应性,采用GGE双标图法在黑龙江省哈尔滨市,广西省南宁市,海南省三亚市三个试验点对120份大豆种质资源进行了分析。结果表明黑龙江省大豆品种合丰50为油分含量稳定性较高的品种,且该品种能够适应哈尔滨、南宁、三亚的环境,在3个环境条件下油分含量均表现较稳定;对于油分含量鉴定方面,哈尔滨可作为独立代表性试验点,而三亚和南宁对油分的影响程度较为接近,可任选取其一作为代表性试验点进行评价。

## 关键词

GGE双标图,大豆,种子油份含量,稳定性

Copyright © 2018 by author and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

种子油分含量是大豆主要的品质性状之一,属于复杂的数量性状,其性状表现受遗传和环境的共同作用[1][2]。相同的大豆基因型在不同生长环境下种子含油量存在不同程度的差异[3][4]。对多环境下种质资源种子含油量性状的准确鉴定以及综合评价,筛选不同环境间表现稳定的大豆种质资源是大豆新品种选育的前提[5]。目前,主要通过多年多点试验数据进行平均值估算和方差分析来评价大豆品种资源油分含量的变异范围,通过估计试验的合并误差和品种间差异显著性分析来进一步评估资源油分含量的稳定性。此外,AMMI模型以环境与基因型互作为基础,在多环境的试验数据分析中应用较为广泛,但该模型仅考虑环境与基因型互作,未对基因型做出全面准确的评估[6]。基因型及基因型与环境互作是建立基因型评价方法是必须同时考虑的重要因素,严威凯等报道了采用基因型主效加基因型与环境互作效应模型(genotype main effect plus genotype by environment interaction effects model, GGE模型)的双标图方法[7],可以实现不同品种在不同环境下的性状表现的综合分析,将有助于对基因型和环境进行合理评价和科学利用。该方法在棉花[8]、燕麦[9]、油菜[10]等作物上的应用,取得了良好的效果。

本研究采用GGE-biplot分析系统对三个环境下种植120份大豆种质资源种子油分含量进行分析,筛选种子含油量遗传相对稳定大豆种质,从而为高油大豆品种的选育提供现实依据。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 供试材料及田间设计

本研究选取40°N以北地区的120份春大豆代表品种(系),分别在2011年于黑龙江哈尔滨市(45.44°N, 126.36°E;中温带大陆性季风气候,≥10℃积温2800℃以上,无霜期130~145d,全年平均降水量400~600mm),广西南宁市(22.48°N, 108.19°E;亚热带季风气候区,≥10℃积温7329℃,无霜期达334d,多年平均降水量为1304.2mm),海南省三亚市(18.14°E, 109.31°E;热带海洋性季风气候区,年平均气温25.7℃,气温最高月为6月,平均28.7℃;气温最低月为1月,平均21.4℃,年平均降水量1347.5mm)。田间为

完全随机设计, 2 m 行长, 垄宽 50 cm, 株距 6 cm, 每地点三次重复。哈尔滨市 5 月 7 日播种, 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, 田间管理包括播种前施基肥, 中耕起垄及追肥等同一一般大田。

## 2.2. 大豆种子粗油分含量测定

采用近红外谷物分析仪(型号 Foss infra 1241)对籽粒饱满, 大小一致的健康大豆种子进行粗油分的测定。

## 2.3. 统计方法

大豆油分表型变异分析采用 Microsoft Excel 2010 完成。采用 GGE-Biplot 软件进行双标图分析。用图中指标向量和相邻指标间的夹角余弦值判断指标间的相关性[11]。以某一个指标向量为起始, 其他指标向量与该线夹角的余弦值即两指标的相关系数[12]。由品种或试验点在 AT 轴(average-tester axis)上的投影位置判断品种的平均表现和试点的代表性。由品种或试验点到 AT 轴的向量长短判断品种产量稳定性和试点的鉴别力。

## 3. 结果与分析

### 3.1. 多环境大豆种子油分含量分析及变异比较

供试大豆种质资源在 3 个环境下的种子脂肪含量表现如表 1 所示。大豆种子油分含量由高到低分别为南宁、三亚、哈尔滨, 变异系数由大到小分别为哈尔滨、南宁、三亚。这表明不同地点种植的大豆种子油分含量存在着广泛的遗传变异, 从整体趋势上看, 由南向北呈现降低趋势, 受环境影响较大。

本研究所用东北地区大豆种质资源来源主要为黑龙江、吉林、辽宁、北京、河北、内蒙古。局部分析相同来源大豆种子在不同地点的种子油分含量, 北京河北、辽宁、吉林、内蒙古均与整体趋势一致, 黑龙江种源的油份含量由高到低分别为南宁、哈尔滨、三亚。

### 3.2. 大豆种质资源种子油分含量的稳定性和适应性分析

大豆种质资源种子油分含量第 1 主成分(PC1)的效应为 70%, 第 2 主成分(PC2)的效应为 20%, GGE 双标图可以解释 G (基因型)与 GE (基因型与环境)互作信息的 90% (图 1(a), 图 1(b))。从油分含量平均表现看, 有 54.2%的参试种质资源超过所有品种的平均表现, 说明参试的种质资源中具有较多在油分含量上表现优良的品种(系), 其中合丰 50 (G28)能够适应哈尔滨、南宁、三亚等 3 个环境, 在 3 个环境条件下均表现出油分含量的稳定性。

Table 1. Variation analysis of soybean seed oil in different locations

表 1. 不同地点大豆种子油分变异分析

特征参数	地点		
	哈尔滨	三亚	南宁
均值	21.08%	21.25%	22.29%
标准偏差	1.09	0.84	0.99
变异系数	5.19	3.96	4.44
最小值	17.00%	18.00%	18.35%
最大值	23.10%	23.03%	24.30%

### 3.3. 试验地点的代表性分析

本研究同时对测试地点之间的关系进行了分析(图 2), 从三个地点大豆种质资源的油分含量分布情况看, 三亚与南宁试验点处在同一象限, 夹角较小, 说明在两试验点对大豆种子油分含量分布的影响较为相近, 可作为同一代表性试验点评价油分性状。哈尔滨试验点与三亚试验点之间夹角较大, 接近 90°, 与南宁试验点夹角大于 45°, 说明该试验点可作为代表性试验点对大豆种子含油量进行评价。

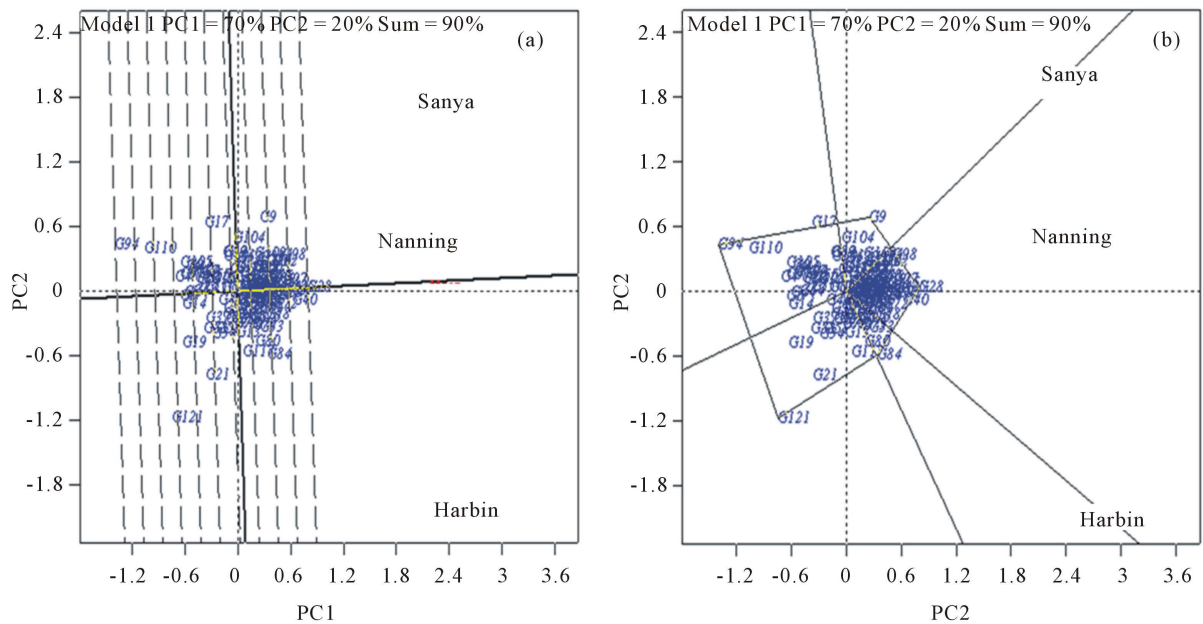


Figure 1. Oil content stability (a) and adaptability (b) analysis of soybean germplasm resources  
图 1. 大豆种质资源的油分含量稳定性(a)和适应性(b)分析

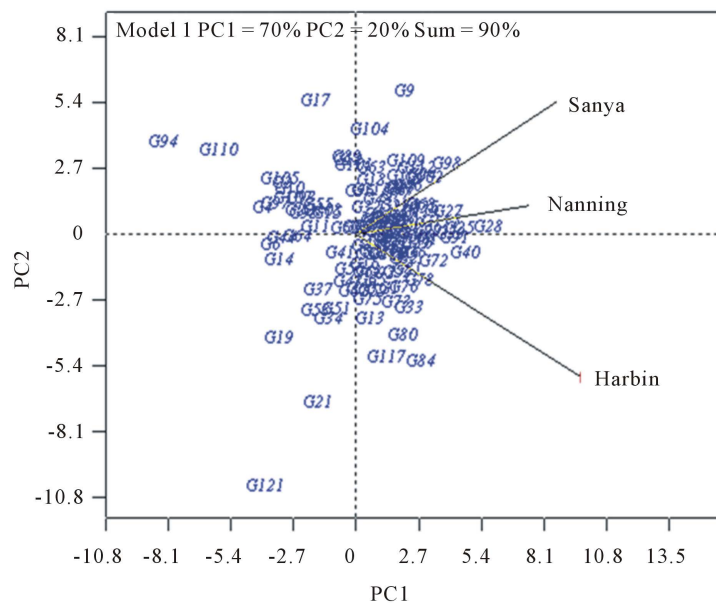


Figure 2. Analysis of relationship between test sites of soybean oil content  
图 2. 大豆油分含量测试地点之间的关系分析

## 4. 结论与讨论

大豆作为重要的油料作物，种子含油量的稳定性是决定其推广应用价值的重要育种目标，育种者在筛选高油大豆基因型的同时，需要考察不同试验地点对这一重要性状的鉴别能力。本研究通过纬度差异较大的三个环境对大豆种质资源油分含量的鉴定，筛选出油分含量稳定性较高的黑龙江省推广品种合丰50，该品种能够适应哈尔滨、南宁和三亚3个环境，在3个环境条件下均表现出油分含量的稳定性。对于大豆种质资源的油分含量鉴定方面，哈尔滨可作为代表性试验点，南宁和三亚两个试验点可作为同一代表性试验点。

大豆种子含油量性状受基因型和环境的影响[3]，通过多年、多点试验对其进行综合评价，可进一步明确该性状各影响因素之间存在的互作关系，然而一般的统计分析方法比较繁琐，稳定性差，因此选择适宜且高效的数据分析方法，有助于充分利用实验数据，尽可能多的从现有数据中挖掘有价值的信息，从而对研究对象作出客观全面的评价。GGE 双标图系统是针对区域实验数据开发的一款统计软件[7] [12]。与一般的算数平均值法相比，GGE 具有直观和易操作性的特点，可同时对 G 和 GE 互作效应进行评价，从而对参试品种的稳定性做出判断。该软件还能够通过双标图对代表性实验环境进行区划，从而针对特定性状优化实验地点的选择。本研究利用 GGE 双标图方法对大豆种质资源油分含量稳定性及试验点的代表性做出准确评价，推测该方法对复杂数量性状多年多点实验数据的分析具有良好的应用前景。

## 基金项目

黑龙江省教育厅科研项目资助项目(12541049)。

## 参考文献

- [1] 单大鹏, 齐照明, 邱红梅, 等. 大豆油分含量相关的 QTL 间的上位效应和 QE 互作效应[J]. 作物学报, 2008, 34(6): 952-957.
- [2] 刘兴媛, 胡传璞, 季玉玲. 中国大豆种质资源的脂肪酸组成分析[J]. 作物品种资源, 1998(2): 40-42.
- [3] 张大勇, 宁海龙, 胡国华, 等. 东北三省大豆蛋白质、油分含量的地点、年份效应分析[J]. 大豆科学, 2004, 23(1): 30-35.
- [4] 游明安, 盖钧锰, 马育华. 长江下游夏大豆地方品种群体蛋白质含量、油分含量及产量等性状的遗传变异和相关研究[J]. 大豆科学, 1989, 8(1): 11-20.
- [5] 刘硕. 大豆种子蛋白质含量和油分含量重演性 QTL 的发掘[D]: [硕士学位论文]. 江西: 南昌大学, 2010: 1-20.
- [6] 张泽, 鲁成, 向怀忠, 等. 基于 AMMI 模型的品种稳定性分析[J]. 作物学报, 1998, 24(3): 304-309.
- [7] 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.
- [8] 许乃银, 张国伟, 李健, 等. 基于 GGE 双标图和比强度选择的棉花品种生态区划分[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(11): 1500-1507.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Yan, K.W. and Rajcan, I. (2002) Biplot Analysis of Test Sites and Trait Relations of Soybean in Ontario. *Crop Science*, 42, 11-20. <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1100>

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)