

# 豆腐加工品质性状的品种(系) 与环境互作及稳定性分析<sup>\*</sup>

周新安 朱健超

(中国农业科学院油料作物研究所,湖北武汉,430062)

## 摘 要

本文分析了南方春大豆区试中熟组和湖北省春大豆区试中熟组大部分参试点的大豆品种和新品系的豆腐成品率等性状。结果说明,豆腐成品率或豆腐产量在品种间或地区间存在显著的差异,品种(系)×地区互作均达到极显著水平,大豆豆腐加工性状存在明显的品种与环境互作。此外,不同品种(系)的稳定性也存在差异,通过改良,可以选育到这些性状比较稳定的大豆新品种。应当针对特定地区选择豆腐加工品质性状优良的品种,发展专用型大豆生产。

关键词:大豆;豆腐加工;品种与环境互作

随着大豆品质遗传育种研究工作的深入和发展,人们对大豆品质性状的遗传与环境互作、不同大豆品种化学品质性状的稳定性的认识也在逐步加深。Schutz 和 Bernard<sup>[1]</sup>估计了 0—IV, VI 和 VII 熟期组大豆区域试验的互作方差,认为对蛋白质和油分含量来说,其遗传与环境互作方差要比产量性状小得多。Kwon 和 Torrie<sup>[2]</sup>评价了两个组合的 F<sub>3</sub>、F<sub>4</sub> 和 F<sub>5</sub> 家系,在两个群体中,除产量外,其余所有性状的家系间方差大于互作方差,油分含量的家系×年份互作方差大于家系×年份×地点互作方差,除开花期、结荚期和蛋白质含量外,三级互作方差的大小更接近家系×年份互作方差,并认为,家系×年份效应较大是由于雨量和温度的季节性差异。Erikson 等<sup>[3]</sup>分析了 2 年 2 点栽培大豆×野生大豆组合的 115 个 F<sub>3</sub> 家系的蛋白质含量,结果与他人相似,即家系×地点×年份互作方差大于二级互作方差,但比家系间方差要小。张国栋等<sup>[4]</sup>分析了 14 个地点种植的 6 个大豆品种的油分脂肪酸组成,发现不同地点、不同年份油分脂肪酸组成的变化都很大,但不同品种、不同性状对环境的稳定性有差异。虽然目前对大豆的产量、农艺性状和品质性状的遗传与环境互作及品种稳定性分析较多,但还未见有有关大豆加工品质性状遗传与环境互作分析的报道。

\* 湖北省春大豆区域试验中熟组和南方春大豆区域试验中熟组各参试点提供了分析用种子,谨此致谢。  
本文于 1993 年 9 月 8 日收到。  
This paper was received on Sep. 8, 1993.

豆腐作为一种传统的广泛食用的大豆蛋白制品正在受到越来越多人的重视。豆腐的营养品质<sup>[12]</sup>,豆腐加工特性的品种间差异<sup>[5]</sup>,蛋白质含量及大豆贮存蛋白各组成与豆腐成品率间的关系<sup>[5,8,9]</sup>,豆腐品质的品种间差异及豆腐凝胶性与大豆球蛋白组成间的关系<sup>[10,11]</sup>等方面均进行了较深入的研究,大豆育种最新进展之一就是为食品加工工业选育专用品种<sup>[11]</sup>,随着专用加工类型大豆品种の利用,也有必要进行豆腐加工品质性状的品种与环境互作的分析。本文的目的就是利用多点试验,对大豆豆腐加工成品率等性状进行品种与环境互作分析,为选育具有较高稳定性的特异优质大豆品种或在生产上利用这种互作等,提供一些理论参考。

## 材料与amp;方法

### 一、供试材料和田间试验

1. 试验 I:1992 年度湖北省春大豆区域试验中熟组参试品种(系)7 个(表 2),按统一的试验方案,分别于 7 个试验点进行三次重复的随机区组试验。

2. 试验 II:1992 年度南方春大豆区域试验中熟组参试品种(系)7 个(表 2),亦按统一的试验方案,分别于 9 个试验点进行三次重复的随机区组试验。

小区面积统一按 6.67 平方米计(即单位面积)。

### 二、加工品质分析

收集各试验点各品种三次重复小区的种子,按小样本大豆豆腐加工方法<sup>[5]</sup>,在中国农科院油料作物研究所集中进行各样本的湿豆腐重、干豆腐成品率分析,并根据小区籽粒产量和干豆腐成品率计算单位面积干豆腐产量。

### 三、统计分析

按固定模型,对多品种一年多点试验数据进行方差分析<sup>[6]</sup>,测定品种间、地区间差异和品种×地区互作的显著性,并以各地区平均籽粒产量作为环境指数<sup>[7]</sup>,计算各品种豆腐加工成品率等性状与环境指数间的相关系数,分析不同大豆品种对环境的反应。

## 结果与分析

### 一、豆腐加工成品率的品种(系)与环境互作

表 1 列出了试验 I 和试验 II 的方差分析结果。从表 1 中可以看出,除了试验 I 湿豆腐成品率的品种(系)差异不显著外,两个试验的 4 个性状的品种间和地区间差异均达到极显著水平,品种×地区互作均方也都达到极显著水平。此外,两个试验的地区间差异较大,除了试验 II 的湿豆腐成品率的地区间均方较品种间均方小外,其余都大于品种间均方,也都大于品种×地区互作均方,例如,试验 I 干豆腐成品率的地区间均方为 11.66,而品种间均方和品种×地区互作均方分别仅为 1.57 和 0.78。说明,大豆豆腐加工成品率等性状在地区间差异较大,品种×地区互作亦非常明显。

虽然试验 II 布点范围较试验 I 要广,前者涉及湖北、湖南、贵州、江西和四川等省,后

表1 大豆几个性状遗传与环境互作均方

Table 1 Genotype × environment interaction varianeces of some characters in soybeans

性 状 Characters		湿豆腐成品率 Ratio of wet tofu	干豆腐成品率 Ratio of dry tofu	籽粒亩产量 Seed yield	干豆腐亩产量 Dry tofu yield
试 验 I	品种(系)间 Lines	11.93	1.57**	0.61**	0.19**
	地区间 Locations	209.03**	11.66**	1.37**	0.39**
	品种×地区 Lines×locations	21.95**	0.78**	0.20**	0.05**
	误 差 Error	7.37	0.26	0.019	0.005
	品种(系)间 Lines	98.41**	1.98**	0.18**	0.02**
试 验 II	地区间 Locations	36.62**	3.49**	2.50**	0.28**
	品种×地区 Lines×locations	22.62**	1.07**	0.10**	0.01**
	误 差 Error	11.54	0.42	0.01	0.0015

\*\*—表示达到1%显著水准。 \*\*—Significant at 1% probability level.

表2 不同大豆品种(系)的环境变异系数(ECV%)

Table 2 Environment coefficients of variability (ECV%) of various lines in soybean

性 状 Characters	湿豆腐成品率 Ratio of wet tofu	干豆腐成品率 Ratio of dry tofu	籽粒亩产量 Seed yield	干豆腐亩产量 Dry tofu yield
试 验 I Experiment I				
鄂农 89-3 Enong89-3	5.05	5.73	16.03	20.05
沔 89-1 Mian89-1	7.36	5.72	28.48	26.45
矮脚早 Aijiaozao	4.51	5.35	25.92	28.21
沔 90-7 Mian 90-7	7.69	5.66	21.90	22.20
油 90-10 You 90-10	6.17	5.22	23.01	21.26
恩 86-49 En 86-49	8.35	4.59	27.88	31.70
油 90-8 You 90-8	4.36	7.40	15.15	19.52
试 验 II Experiment II				
矮脚早 Aijiaozao	2.39	4.21	28.99	29.99
湘春 13 Xiangchun13	3.21	3.60	34.54	37.14
恩 86-49 En 86-49	6.25	6.00	39.91	42.97
零 86-2 Lin 86-2	5.09	4.97	23.68	26.90
浙 88-39 Zhe 88-39	4.74	5.60	28.64	29.72
苏 8802 Su 8802	4.37	3.41	39.31	39.50
湘春 10 Xiangchun10	5.96	3.75	23.42	26.40

者仅涉及湖北省的几个地区,但试验 I 的豆腐加工成品率仍表现出极大的地区间差异。说明,豆腐加工成品率象大豆籽粒产量性状一样,对环境变化是非常敏感的。

## 二、环境稳定性的品种间差异

大豆加工品质性状象产量性状一样,存在明显的品种与环境互作,并影响了这些性状的稳定性,但从表 2 中可以看出,相对产量性状来说,豆腐加工品质性状的环境变异系数要小得多,并且在品种间也有一定的差异,以湿豆腐成品率为例,试验 I 和试验 II 中矮脚早的环境变异系数均比其它几个品种(系)要小,而恩 86-49 均比其它品种(系)大,说明通过遗传改良有可能选育到稳定性较好的大豆新品种。

表 3 大豆加工品质性状与环境指数间的相关系数

Table 3 Correlations between quality of processing and environment coefficient in soybeans

性 状 Characters	湿豆腐成品率 Ratio of wet tofu	干豆腐成品率 Ratio of dry tofu	籽粒亩产量 Seed yield	干豆腐亩产量 Dry wet tofu yield
试 验 I Experiment I				
鄂农 89-3 Enong89-3	0.23	0.53	0.96**	0.90**
沔 89-1 Mian89-1	0.16	-0.13	0.70*	0.76*
矮脚早 Aijiaozao	-0.05	0.10	0.79*	0.76*
沔 90-7 Mian 90-7	0.65	0.31	0.76*	0.82*
油 90-7 You 90-10	0.49	0.09	0.72*	0.79*
恩 86-49 En 86-49	0.20	0.31	0.68	0.64
油 90-8 You 90-8	0.43	0.37	0.94**	0.86**
试 验 II Experiment II				
矮脚早 Aijiaozao	0.41	0.75*	0.95**	0.98**
湘春 13 Xiangchun13	0.27	0.71*	0.97**	0.98**
恩 86-49 En 86-49	0.52	0.03	0.77**	0.80**
零 86-2 Lin 86-2	0.41	0.42	0.94**	0.94**
浙 88-39 Zhe 88-39	-0.19	0.24	0.97**	0.93**
苏 8802 Su 8802	-0.24	0.35	0.88**	0.88**
湘春 10 Xiangchen10	0.36	0.41	0.98**	0.97**

\*—表示达到 5% 显著水准。 \*—Significant at 5% probability level.

\*\*—表示达到 1% 显著水准 \*\*—Significant at 1% probability level.

## 三、不同品种(系)对环境变化的反应

本文中,以各试验点平均籽粒产量作为环境指数,度量环境的优劣,并计算了各品种豆腐加工成品率与环境指数的相关系数,分析不同大豆品种对环境的反应,结果列于表 3。总的来说,两个试验的各个品种(系)的产量对优良环境条件反应都较好,各品种籽粒亩产量与环境指数间的相关系数多数都达到显著或极显著水平,且均为正值。豆腐加工成品率这类性状对环境条件的反应在品种(系)间有一定的差异,多数为正向反应,但只有两个品种的干豆腐成品率与环境指数的相关系数达到显著水平,说明优良的环境条件并非是生产豆腐加工品质优良的专用型大豆的必备条件。此外,同一品种在两个试验中反应的趋

势也有一定的差异。因而,有待进一步研究大豆加工品质性状与环境条件的关系。

## 讨 论

在前人的研究中,品种(家系)间方差一般要大于地点间方差或品种 $\times$ 地点互作方差。本试验中,地点间方差一般大于家系间方差和品种 $\times$ 地点互作方差,这可能一方面与本试验的选材有关,另一方面与试验的布点范围广有关,虽然如此,本试验的豆腐加工性状的品种间和品种 $\times$ 地点互作均方均达到极显著水平,仍说明大豆加工性状在品种间有显著差异,且存在明显的品种与环境互作。

虽然存在品种与环境互作,但大豆加工性状的环境稳定性在品种间也有一定的差异,通过遗传改良,有可能选育到稳定性较好的大豆新品种。本研究结果同时也说明,可以利用地区间的差异和品种间的差异,生产豆腐加工成品率高的商品大豆。

Bilbro 和 Ray<sup>[7]</sup>提出的环境指数,反应了各个参试点的环境条件的优劣或生产力水平的高低,各品种(系)某个农艺性状或品质性状与环境指数间的相关系数则反应了这些品种该性状对环境条件好坏反应的差异。在本文中,各品种的籽粒亩产量与环境指数存在正相关,说明就籽粒产量这一性状来说,各参试品种(系)对优良的环境条件均有较好的反应,而可能不适于在生产力低的条件下种植。多数品种(系)湿豆腐成品率或干豆腐成品率这两个性状与环境指数的相关不显著,似乎预示着豆腐加工品质性状与产量之间有某种程度的负相关,这有待利用更多的品种或基因型进行更深入的研究。

本文只分析了一年的试验结果,还有待进行多年试验,研究豆腐加工性状的品种与年份间的互作,分析一些不可预测的环境因素对大豆品质性状的影响。

## 结 语

1. 豆腐加工品质性状不仅在品种(系)间存在较大的差异,地区间也表现不同,且有明显的品种 $\times$ 地区互作,豆腐加工品质性状对环境变化是非常敏感的。

2. 不同的大豆品种(系),豆腐加工品质性状的环境稳定性不同。

3. 虽然各参试品种的产量对优良环境条件反应较好,但豆腐加工品质性状与环境指数间的相关不显著,优良的环境条件并非是生产豆腐加工品质优良的专用型大豆的必备条件。

总之,可以根据大豆品种的豆腐加工品质特点和各地生态条件,充分利用品种与环境互作,针对特定地区选择豆腐加工品质优良的大豆品种,发展专用型大豆生产。

## 参 考 文 献

- [1] Schutz, W. M. and R. L. Bernard, 1967, *Crop Sci.* 7:125-130
- [2] Kwon, S. H. and J. H. Torrie, 1964, *Crop Sci.* 4:196~198
- [3] Erikson, L. R. et al., 1982, *Crop Sci.* 22:1099~1101

- [4] 张国栋等,1990,盖钧镒主编《大豆育种应用基础和技术研究进展》,132~138,江苏科学技术出版社
- [5] 周新安,盖钧镒和马育华,1992,大豆科学,11(4):283~289
- [6] 马育华,1982,植物育种的数量遗传学基础,江苏科学技术出版社
- [7] Bilbro, J. D. and L. L. Ray, 1976, Crop Sci. 59(3):685~689
- [8] 武天龙等,1985,大豆科学,4(3):189~195
- [9] 李淑贞等,1990,全国第四次大豆学术讨论会论文
- [10] 许显滨等,1990,中国油料,1:74~77
- [11] Kitamura, K, 1993, Trends in Food Science & Technology Vol. 4(2):64~67
- [12] Guzman, A. K. et al., 1986, J. Agric. Food Chem. 34:791~795

## (VARIETY×ENVIRONMENT) INTERACTIONS OF TOFU PROCESSING TRAITS IN SOYBEANS

Zhou Xinan Zhu Jianchao

(*Institute of Oil Crops, CAAS, Wuhan 430062*)

### Abstract

The tofu processing traits of soybean lines in two regional testing were analysed. The ratio of finished tofu were different among those lines and locations. The line×location variance of those traits were significant at 1% probability level and variety by environment interactions were observed, but the stability of various lines were different. Some new cultivars with higher stability in tofu processing traite could be obtained with genetical improvement. Some specific varieties could be used in specific region to produce soybeans with good tofu processing quality.

**Key words** *Glycine max* (L.) Merr.; Tofu processing; Variety by environment interaction