

# 东北大豆脂肪、蛋白质含量的生态效应<sup>\*</sup>

宁海龙 张大勇 张淑珍 杨庆凯

(东北农业大学大豆研究所, 哈尔滨 150030)

**摘要** 采用 5 个在各地都能够正常成熟的品质有差异的品种在东北三省有代表性的 11 个地点种植, 分析了解各地点脂肪、蛋白质含量的生态效应。结果表明, 蛋白质含量、脂肪含量和蛋白脂肪总含量在品种间、地点环境间均存在极显著差异, 而且存在品种×地点交互作用。三个品质特性均以品种效应的相对变异最大, 品种×地点交互作用的相对变异次之, 地点效应的相对变异最小。各生态地点的品质主效应和品种×地点交互作用有较大差异。

**关键词** 大豆; 脂肪和蛋白质含量; 生态效应

中图分类号 S 565.1 文献标识码 A 文章编号 1000-9841(2003)02-0132-05

## 0 前言

大豆的蛋白质和脂肪含量既受遗传控制, 也受环境条件的影响。了解不同生态环境条件对大豆子粒蛋白质和脂肪含量的影响, 对确定适宜的育种目标, 因地制宜地选育高组份含量的大豆品种, 以及组织生产进行区域规划有着重要的指导意义。前人已研究了播期、地理纬度、生态环境、气候条件等各方面生态因素对大豆品质的影响<sup>[1-9]</sup>, 加深了对环境条件在品质形成过程中作用的认识。作为中国大豆主产区的黑龙江、吉林、辽宁三省有复杂的生态条件, 大豆品质的表现也很复杂, 了解各地的生态效应对于大豆优质生产有重要的指导意义。本文采用 5 个在各地都能够正常成熟的品质有差异的品种在东北三省有代表性的 11 个地点种植, 以期了解各地点的生态效应, 为东北大豆的品质区划和生产提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验以 5 个蛋白质和脂肪含量有差异的东北春大豆品种 V<sub>1</sub>(黑农 37)、V<sub>2</sub>(东农 163)、V<sub>3</sub>(东农

42)、V<sub>4</sub>(东农 410)、V<sub>5</sub>(九农 7714)为材料, 在东北三省 11 个地点进行, 分别为 L<sub>1</sub>(延边)、L<sub>2</sub>(锦州)、L<sub>3</sub>(嫩江)、L<sub>4</sub>(公主岭)、L<sub>5</sub>(绥化)、L<sub>6</sub>(红兴隆)、L<sub>7</sub>(铁岭)、L<sub>8</sub>(沈阳)、L<sub>9</sub>(佳木斯)、L<sub>10</sub>(九站)、L<sub>11</sub>(哈尔滨)。各试点均采用随机区组设计, 3 次重复, 栽培管理同当地常规大田管理。正常成熟后, 以小区为单位收获后, 脱粒。待材料在同一环境下贮藏 2 个半月后, 在东北农业大学大豆研究所品质分析室进行品质分析, 在 Penten8620 近红外品质分析仪上测定蛋白质和脂肪含量。

### 1.2 统计分析方法

统计分析按照文献<sup>[5]</sup>的方法进行。

1.2.1 第 i 品种在第 j 试点第 k 区组的各品质性状均用以下模型:

$$X_{ijk} = \mu + B_{k(j)} + G_l + L_j + GL_{lj} + e_{ijk} \cdots (1) \\ (i = 1, 2, \cdots, v; j = 1, 2, \cdots, l; k = 1, 2, \cdots, r)$$

进行常规联合方差分析。

1.2.2 用地点项  $EMS = \kappa^2 + vr\kappa^2 L$ 、品种项  $EMS = \kappa^2 + lr\kappa^2 G$ 、交互项  $EMS = \kappa^2 + r\kappa^2 GL$  和试验误差  $EMS = \kappa^2$ , 估计各效应方差分量  $\kappa^2 L$ 、 $\kappa^2 G$ 、 $\kappa^2 GL$ 、 $\kappa^2 e$ 。以各效应占各效应总和的比例  $\kappa^2 i / (\kappa^2 L + \kappa^2 G + \kappa^2 GL + \kappa^2 e)$  估算各效应相对变异, 用常规 SSR 法进行各试点品质性状差异显

\* 收稿日期: 2002-11-27

基金项目: 国家自然科学基金(30130120)项目; “863”项目(2001AA 211041)

作者简介: 宁海龙(1975-), 男, 讲师, 主要从事大豆遗传育种及生理生态研究。

著性的测验。

1.2.3 品种×地点平均数的线性分量为,  $GL_{ij} = \overline{x_{ij}} - \overline{x_i} - \overline{x_j} - x_{..}$ , 各地点的品种×地点互作效应方差和变异系数为,

$$\sigma^2_{GL} = \frac{\sum_{i,j} GL_{ij}^2}{v-1} - \frac{l-1}{lr} k^2_{e_j} CV_{GL} = \frac{\sqrt{L^2_{GL}}}{x_{..j}} \times 100.$$

全部数据处理采用 SAS6.12 和 Excel2000 软件在微机上进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 方差分析和各效应方差分量估算

对蛋白质、脂肪含量及蛋白脂肪总含量进行方差分析, 各变异均方(MS)及 F 检验结果见表 1。

表 1 大豆品种多点试验品质性状方差分析

Table 1 Variance analysis of quality characteristics of soybean cultivars tested on locations

变异来源 Source	脂肪含量 OC			蛋白质含量 PC		蛋白脂肪总含量 TC	
	DF	Square	F	MS	F	Square	F
区组 Block	2	0.25	1.49	2.16	5.67	1.16	6.64 **
地点 Location	10	8.87	51.87 **	4.75	12.47 **	8.86	50.50 **
品种 Variety	4	70.05	409.73 **	121.18	317.98 **	14.92	85.05 **
品种×地点 Variety×Location	40	1.23	7.18 **	1.18	3.12 **	0.70	4.01 **
误差 Error	108	0.17		0.38		0.18	

注: OC: 脂肪含量; PC: 蛋白质含量; TC: 蛋白脂肪总含量; (下同)。  
OC= Oil content; PC= Protein content; TC= total content of protein and oil  
\*: 达到 0.01 水平显著; \*\*: Reached significant at 0.01 level.

表 1 中各蛋白质、脂肪含量及蛋白脂肪总含量的品种、地点、品种×地点交互效应的 F 测验均极显著, 表明品种间, 地点环境间这些性状均存在差异, 而且各品质性状均存在品种×地点交互作用。

表 1 定性地检验到各品质性状均存在品种、地点、品种×地点交互作用, 为剖析各性状中这些效应的相对重要性, 作了这些效应的数量估算及相对变异分析(表 2)。

表 2 品质性状方差分量估算及相对变异

Table 2 Variance components of each effect on quality characteristics of soybean and their relative variation

变异来源 Source	脂肪含量 OC		蛋白质含量 PC		蛋白脂肪总含量 TC	
	方差分量	相对变异	方差分量	相对变异	方差分量	相对变异
	Variance	RV	Variance	RV	Variance	RV
地点 Location	0.16	0.06	0.080	0.02	0.16	0.20
品种 Variety	2.12	0.81	3.66	0.91	0.45	0.57
品种×地点 Variety×Location	0.35	0.13	0.27	0.07	0.18	0.23

注: Note: RV= relative variation.

从表 2 可见, 在蛋白质含量、脂肪含量和蛋白脂肪总含量相对变异中, 品种效应的相对变异最大, 其次为品种×地点互作效应, 地点效应最小。说明要提高蛋白质含量、脂肪含量及蛋白脂肪总含量, 重点应进行品种改良, 之后还应考虑到品种对环境条件的反应。

### 2.2 不同地点间品质的差异

从表 1 和 2 结果看, 地点对大豆的蛋白质含量、脂肪含量和蛋白脂肪总含量均有较大影响, 试点环境对三者的影响见表 3。

在试验地点中(表 3), L<sub>4</sub>(公主岭)、L<sub>6</sub>(红兴隆)、

L<sub>7</sub>(铁岭)、L<sub>8</sub>(沈阳)等地点的蛋白质含量最高, L<sub>3</sub>(嫩江)的蛋白质含量最低; L<sub>2</sub>(锦州)的脂肪含量最高, L<sub>6</sub>(红兴隆)的脂肪含量最低; 就蛋白脂肪总含量而言, L<sub>2</sub>(锦州)、L<sub>8</sub>(沈阳)两地点最高, L<sub>3</sub>(嫩江)、L<sub>5</sub>(绥化)、L<sub>6</sub>(红兴隆)、L<sub>11</sub>(哈尔滨)等地点最低。

### 2.3 地点间品质性状的品种×地点交互效应的检测

表 1 中结果表明, 各品质性状存在品种×地点交互效应, 并且品种×地点交互效应在品质的表现中有较大的作用(表 2)。品种×地点交互效应使各生态点表现出品质的波动性, 各地点间的主效应及

品种×地点互作效应的方差估计值和变异系数见 表 4。

表 3 试点间品质差异  
Table 3 Diversity of quality in different sites

地点 Locations	脂肪含量 OC			蛋白质含量 PC			蛋白质脂肪总含量 TC		
	平均	差异显著性 Difference		平均	差异显著性 Difference		平均	差异显著性 Difference	
	Aver.	0. 05	0. 01	Aver.	0. 05	0. 01	Aver.	0. 05	0. 01
L <sub>1</sub>	21. 53	c	C	41. 95	bcd	ABCD	63. 48	ef	DE
L <sub>2</sub>	23. 14	a	A	41. 85	de	ABCD	64. 98	a	A
L <sub>3</sub>	22. 51	b	B	40. 55	g	E	63. 06	g	F
L <sub>4</sub>	22. 43	b	B	41. 99	abcd	ABC	64. 42	b	B
L <sub>5</sub>	21. 06	d	D	41. 89	cd	ABCD	62. 95	g	F
L <sub>6</sub>	20. 60	e	E	42. 42	ab	AB	63. 02	g	F
L <sub>7</sub>	21. 54	c	C	42. 47	a	A	64. 01	c	C
L <sub>8</sub>	22. 74	b	B	42. 35	abc	AB	65. 09	a	A
L <sub>9</sub>	21. 81	c	C	41. 79	def	BCD	63. 6	de	CDE
L <sub>10</sub>	22. 53	b	B	41. 33	f	D	63. 85	cd	CD
L <sub>11</sub>	21. 8	c	C	41. 38	ef	D	63. 18	fg	EF

表 4 地点间品质性状的品种×地点互作效应方差估计值及变异系数  
Table 4 Variance estimate and coefficient of variation of variety×location interaction  
effect of qualities among different locations

地点 Location	脂肪含量 OC			蛋白质含量 PC			蛋白脂肪总含量 TC		
	主效应	方差	变异系数	主效应	方差	变异系数	主效应	方差	变异系数
	Main effect	Variance	CV.	Main effect	Variance	CV.	Main effect	Variance	CV.
L <sub>1</sub>	−0. 44	1. 04	4. 73	0. 13	0. 65	1. 92	−0. 31	0. 46	1. 07
L <sub>2</sub>	1. 17	0. 1	1. 39	0. 03	0. 34	1. 4	1. 2	0. 11	0. 5
L <sub>3</sub>	0. 54	0. 5	3. 14	−1. 27	0. 2	1. 09	−0. 73	0. 17	0. 66
L <sub>4</sub>	0. 46	0. 07	1. 17	0. 18	−0. 01	0	0. 64	0. 13	0. 56
L <sub>5</sub>	−0. 91	0. 2	2. 1	0. 08	0. 46	1. 61	−0. 83	0. 2	0. 71
L <sub>6</sub>	−1. 37	0. 42	3. 13	0. 60	0. 2	1. 05	−0. 77	0. 34	0. 92
L <sub>7</sub>	−0. 43	0. 19	2. 04	0. 65	0. 23	1. 13	0. 22	0. 15	0. 61
L <sub>8</sub>	0. 77	0. 49	3. 07	0. 54	0. 15	0. 92	1. 3	0. 03	0. 27
L <sub>9</sub>	−0. 16	0. 17	1. 88	−0. 02	0. 34	1. 4	−0. 19	0. 21	0. 72
L <sub>10</sub>	0. 56	0. 32	2. 49	−0. 49	0. 19	1. 05	0. 07	−0. 01	0
L <sub>11</sub>	−0. 17	0. 04	0. 89	−0. 44	−0. 06	0	−0. 6	−0. 03	0

由表 4 可看出, 一些地点的品质性状的品种×地点互作效应方差估计值和变异系数较大, 如 L<sub>1</sub>(延边)、L<sub>3</sub>(锦州)、L<sub>6</sub>(红兴隆)的脂肪含量, L<sub>1</sub>(延边)、L<sub>5</sub>(绥化)的蛋白质含量, L<sub>1</sub>(延边)、L<sub>6</sub>(红兴隆)的蛋白脂肪总含量, 表现为这些性状在试点内相对表现随品种有较大波动。一个优质大豆产地应该具有优良的品质表现, 并且品质特性较稳定。从本试验结果(表 4)看, L<sub>6</sub>(红兴隆)、L<sub>7</sub>(铁岭)、L<sub>8</sub>(沈阳)的蛋白质含量主效应较高, 品种×地点互作效应的估计值方差和变异系数较小, 可见这些地点较适

合生产高蛋白大豆; L<sub>4</sub>(公主岭)的主效应中等, 稳定性较好; L<sub>1</sub>(延边)的主效中等, 但 L<sub>1</sub>(延边)的稳定性最差; 其它地点的主效应较低甚至为负值, 稳定性较差。  
L<sub>2</sub>(锦州)的脂肪含量效应最高并且互作效应的估计值方差和变异系数较小, 因此该地点适合高脂肪大豆的生产; L<sub>4</sub>(公主岭)的主效中等, 稳定性较好; L<sub>3</sub>(锦州)、L<sub>8</sub>(沈阳)、L<sub>10</sub>(九站)等地的主效中等, 稳定性差; 其它地点的主效均为负值, 稳定性也较差。

L<sub>8</sub>(沈阳)的蛋白脂肪总含量效应最高, 稳定性较好, 所以该地点是理想的蛋白脂肪双高大豆生产地区; L<sub>2</sub>(锦州)的主效较高, 但稳定性中等; L<sub>4</sub>(公主岭)、L<sub>7</sub>(铁岭)的主效中等, 稳定性中等; 其它地点的主效较小或为负数。

3 讨论

本文研究结果表明, 蛋白质含量、脂肪含量及蛋白脂肪总含量在品种间, 地点环境间均存在差异, 而且均存在品种×地点交互作用。孟祥勋等(1990)研究结果也表明大豆子粒蛋白质和脂肪含量受地点影响显著<sup>[4]</sup>。相对变异分析的结果显示, 蛋白质含量、脂肪含量及蛋白脂肪总含量均以品种效应的相对变异最大, 品种×地点交互作用的相对变异次之, 地点效应的相对变异最小。因此, 在优质大豆生产时, 首先应考虑品种的选择, 其次考虑栽培措施对品质的影响。

据前人研究结果表明, 脂肪含量与地理纬度呈正相关, 蛋白质含量与地理纬度呈负相关<sup>[1]</sup>。本研究的结果表明大豆脂肪含量、蛋白质含量及蛋白脂肪总含量地点间变异与前人并不相同。这是因为地点间的差异仅表现为纬度间的差异, 其实质是气温、降水、日照和栽培措施综合作用的差异。前人的研究是建立在大生态区的划分上, 得出地点间差异的规律。本研究只在一个生态区上进行, 反映得恰好是一个生态区内部小气候的差异。因此, 在大豆优质栽培上, 不但要考虑大生态区的效应, 更应注意具体地点小气候环境对大豆品质的影响。根据该地的具体环境特点, 确定适宜的生产目标(如高脂肪、高蛋白), 选择相应的品种。

不同的生态点有不同的气温、降水、日照和栽培方式, 这些环境条件及生产制度决定了当地的作物

产量和品质表现, 同时环境条件也对不同的大豆品种有不同的影响, 产生了品种×地点交互作用, 表现为品质的不稳定性<sup>[2-6]</sup>。因此, 对于不同地点大豆品质的评价应有优劣的一面, 还要有稳定性的一面, 两者应同时兼顾。在建设优质大豆生产基地时, 应选择地点主效应较好, 稳定性也好的生态点(如红兴隆、铁岭、沈阳的蛋白质含量, 锦州的脂肪含量等); 但对于地点主效应较好, 稳定性中等的点来说, 进行基地建设时, 如能够选择品质表现好, 在当地获得正向品种×地点互作效应的品种, 同样可以获得优良的品质表现(如延边的蛋白质含量, 公主岭的脂肪含量等); 对于主效应较低, 稳定性较差的地点, 应从其他目标(如高产等)进行规划。

参 考 文 献

1 丁振麟. 气候条件对于大豆化学品质的影响[J]. 作物学报, 1965, 4(4): 313—320.  
2 傅艳华, 刘瑞华, 李楠, 等. 大豆子粒脂肪和蛋白质含量的稳定性研究[J]. 中国油料, 1995, 17(1): 26—28.  
3 胡明祥, 于德洋, 孟祥勋. 不同生态区域环境对中国大豆品质的影响[J]. 大豆科学, 1990, 9(1): 39—48.  
4 孟祥勋, 王曙明, 李爱萍, 等. 不同年份及地点对大豆子粒蛋白质和脂肪含量的影响[J]. 吉林农业科学, 1990, (4): 17—20.  
5 莫惠栋. 农业试验统计(第二版)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1992.  
6 年海, 王金陵, 杨晓新, 等. 大豆主要品质性状的稳定性研究[J]. 大豆科学, 1997, 16(2): 118—124.  
7 宁海龙, 李文霞, 杨庆凯, 等. 黑龙江省大豆近期区试品种蛋白质和脂肪含量的分析[J]. 东北农业大学学报, 2002, 33(4): 319—323.  
8 宋启建, 盖钧镒, 马育华. 大豆蛋白质和油份含量生态特点研究[J]. 大豆科学, 1990, 121—129.  
9 王金陵, 杨庆凯, 吴宗璞. 中国东北大豆[M]. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 1999, 298—314.  
10 杨庆凯. 论大豆蛋白质与油分含量品质的变化及影响的因素[J]. 大豆科学, 2000, 19(4): 386—391.

ECOLOGICAL FEATURES OF OIL AND PROTEIN CONTENT  
OF SOYBEAN IN NORTHEAST CHINA

Ning Hailong Zhang Dayong Zhang Shuzhen Yang Qingkai

( Soybean Research Institute, Northeast Agricultural University, Harbin, 150030 )

**Abstract** 5 soybean varieties, with different quality were grown in 11 locations of Heilongjiang, Jilin and Liaoning province to analyze the ecological features of oil and protein content of soybeans. The result showed that the difference of oil content, protein content and total content reached significance at 0.01 level among vari-

eties, locations and the interaction of varieties $\times$ locations. According to relative variance analysis, the largest effect on oil content protein content and total content was varieties the second was the interaction of varieties $\times$ locations and the smallest was locations. There were larger variations in the main effect and the interaction effect of varieties $\times$ locations on oil content, protein content and total content among different locations.

**Key words** Soybeans; Oil content and Protein content; Ecological features

## 《大豆科学》征稿简则

《大豆科学》是黑龙江省农业科学院主办的大豆专业学术性期刊,作为我国大豆学术界唯一的学报,现已被收入国内外重要数据库和文摘刊物收录文献源的重点核心期刊。国内外公开发行,大16开80页。它是以大豆作物为主体,论述大豆作物本身问题的农业科学刊物,反映我国大豆科学的最新研究成果。主要刊登有关大豆遗传育种、品种资源、生理生态、耕作栽培、植物保护、营养施肥、大豆生物技术和大豆食品加工等方面的学术论文、科研报告、研究简报、国内外研究述评、学术活动简讯和新品种介绍等。读者对象是从事大豆科学研究、生产的科技工作者和大专院校师生。

本刊要求来稿:

1. 内容充实、数据可靠、论文有据、文字精练。每篇论文一般在6000字以内(包括图表及图版)。在文前写300—500字中文摘要,文后附300—500词的英文摘要。中英文摘要后请附3—5个关键词。研究简报不要超过3000字。研究简报、综述不要英文摘要,但需附英文题目、单位及作者姓名。英文摘要中的作者姓名和我国地名请用汉语拼音字母书写。

2. 文稿要求计算机激光打印(A4),量和单位按国家法定计量单位以及国际标准中关于量和单位的规定书写。基金项目及课题来源请注明。首页下方请附第一作者简介,姓名(出生年—)性别、职称、学位及研究方向。

3. 文稿中图表尽量精简,只附最必要的。图和表中所有中文均需附英文对照,图上数字与文字一律用6号字,线条要均匀、清晰,表需制成三线表,照片要清晰,层次分明。

4. 参考文献选主要的列入,未公开发表的不要引入,如期刊写明作者,文献题名,文献代码,刊名,出版年,卷(期);起止页。著作:著者,书名代码,版本(第一版不著录)、出版地,出版者,出版年,起止页。著作者不超过3位时,全部著录,责任者超过3位时,只著录前3位责任者,其后加“等”。参考文献引文题名后标明参考文献类型,各类文献代码分别为:专著[M],论文集[C],报纸文章[N],期刊文章[J],学位论文[D],报告[R],标准[S],专刊[P]。

5. 本刊只接受未曾公开发表过及未曾投寄其它出版社的论文,请勿一稿两投。

6. 对选用的稿件本刊有权做适当文字删改,或退请作者修改,来稿刊登与否由编委会审定。文章通过终审后,请提供软盘,可用Word,北大方正等格式。稿件一经刊出,按篇酌付稿酬,并赠送2本样刊。

来稿请寄:哈尔滨市南岗区学府路368号《大豆科学》编辑部。

邮政编码:150086 电话:0451—6668735 E-mail: dadoukx@sina.com