

东北三省大豆蛋白质、油分含量的地点、 年份效应分析^{*}

张大勇¹ 宁海龙¹ 胡国华² 张淑珍¹ 王继安¹ 李文滨^{1*^{*}}

(1. 东北农业大学大豆研究所, 哈尔滨, 150030; 2. 红兴隆科研所, 友谊县, 155811)

摘要 选用 5 个品质性状有差异的东北春大豆品种在东北地区 11 个试验点种植, 进行大豆品质生态研究, 所得结果如下: 东北三省大豆蛋白质含量、油分含量、蛋白质油分总含量均存在年份、地点、品种、年份×地点、年份×品种、品种×地点、年份×品种×地点互作效应。对于蛋白质含量、油分含量来说品种效应最大, 所以在东北三省范围内提高蛋白质含量、油分含量以品种改良为最理想途径。从各项互作效应检测的变异系数大小来看, 均表现油分含量变异系数>蛋白质含量变异系数>蛋白质油分总含量变异系数。即油分含量对环境影响最敏感, 其次为蛋白质含量, 最后是蛋白质油分总含量。由于各项互作效应的存在, 使得东北三省范围内大豆品质表现更为复杂。在进行大豆优质生产时应的品种、地点、地区的气候条件年际间变化特点等综合考虑。

关键词 大豆; 蛋白质含量; 油分含量; 地点效应; 年份效应

中图分类号 S 565. 1 **文献标识码** A **文章编号** 1000—9841(2004)01—0030—06

蛋白质、油分含量都受数量性状基因的控制, 表现既有遗传效应, 也受环境条件的影响, 并且存在基因×环境互作效应。作为中国大豆主产区的黑龙江、吉林、辽宁三省具有复杂的生态条件, 各地大豆蛋白质、油分含量的表现也很复杂。了解东北三省范围内影响蛋白质、油分含量的地点、年份效应及其与基因型互作效应对于大豆区域化种植、优质生产具有重要的实践参考价值。针对东北三省范围内基

因型效应、地点效应对大豆品质的影响本人已作了分析, 现对地点、年份效应综合加以分析。

1 材料与方法

1. 1 田间试验

1. 1. 1 供试品种

本试验选用 5 个蛋白质和油分含量有差异的东北春大豆品种, 如下表:

表 1 供试品种
Table 1 Varieties in the experimentation

品种名 Variety	品种特性 The character of variety	种植地区 Planting area
V ₁ (东农 163)	高油品种(油分含量 22. 72%, 蛋白含量 40. 71%)	黑龙江省
V ₂ (东农 410)	高蛋白品种(蛋白含量 43. 13%, 油分含量 21. 82%)	黑龙江省
V ₃ (东农 42)	高蛋白品种(蛋白含量 44. 46%, 油分含量 20. 66%)	黑龙江省
V ₄ (黑农 37)	丰产品种(油分含量 21. 82%, 蛋白含量 40. 38%)	黑龙江省
V ₅ (九农 7714)	高油品种(油分含量 21. 88%, 蛋白含量 41. 06%)	吉林省

1. 1. 2 试验地点 在东北三省选 11 个试验点进行生态试验。辽

^{*} 收稿日期: 2003—07—30
^{*} 基金项目: 国家自然科学基金项目(30130120)
^{**} 通讯作者
作者简介: 张大勇(1976—), 男, 助理研究员, 研究方向大豆遗传育种。
1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

宁省三个试验点: L₁(锦州农科院)、L₂(辽宁省农科院)、L₃(辽宁铁岭大豆所); 吉林省三个试验点: L₄(延边农大)、L₅(吉林省农科院)、L₆(吉林市农科院); 黑龙江五个试验点: L₇(东北农大)、L₈(绥化北林区)、L₉(红兴隆)、L₁₀(合江所)、L₁₁(嫩江农科所)。各试验点均采用随机区组试验设计, 3 次重复, 栽培管理按当地常规大田生产进行。

1.2 室内分析

各试验地点大豆正常成熟后, 以小区为单位收获。将脱粒后的大豆在东北农大同一环境下贮藏 2 个月后, 在东北农业大学大豆研究所品质分析室进行品质分析, 用 Perten8620 近红外品质分析仪测定蛋白质和油分含量。

1.3 统计分析方法

第 i 品种在第 j 试点第 f 年第 r 区组的各品质性状均用以下模型:

$$X_{ijkf} = \mu + B_{k(jf)} + V_i + L_j + Y_f + VL_{ij} + VY_{if} + LY_{jf} + VLY_{ijf} + e_{ijkf}$$

(i= 1, 2, …, 5; j= 1, 2, …, 11; r= 1, 2, 3; f= 1, 2)

进行常规联合方差分析。

用地点项 $EMS = \sigma^2 + vr\kappa_{LY}^2 + rvy\kappa_L^2$, 品种项 $EMS = \sigma^2 + r\kappa_{VY}^2 + lrf\kappa_V^2$, 年份项 $EMS = \sigma^2 + vlrf\sigma_Y^2$, 地点与品种互作项 $EMS = \sigma^2 + r\kappa_{GL}^2 + lf\kappa_{GL}^2$, 年份

与品种互作项 $EMS = \sigma^2 + r\kappa_{GY}^2$, 地点与年份互作项 $EMS = \sigma^2 + rvy\kappa_{LY}^2$, 三项互作 $EMS = \sigma^2 + lf\kappa_{GL}^2$ 和试验误差 $EMS = \sigma^2$, 估计各效应方差分量 $\kappa_V^2, \kappa_Y^2, \kappa_L^2, \kappa_{VY}^2, \kappa_{LY}^2, \kappa_{VLY}^2, \sigma_e^2$ 。以各效应占各效应总和的比例 κ^2 $\sqrt{(\kappa_L^2 + \kappa_Y^2 + \kappa_V^2 + \kappa_{VY}^2 + \kappa_{LY}^2 + \kappa_{VLY}^2)}$ 估算各效应相对变异, 用常规 LSR 法进行各试点环境对这些品质性状的影响规律研究。各地点的品种×地点互作效应方差和变异系数为:

$$G_{GL}^2 = \frac{\frac{1}{l} \sum_{j=1}^j GL_{.j}^2}{l-1} - \frac{v-1}{vlf} \sigma_e^2, iCV_{GL} = \frac{\sqrt{G_{GL}^2}}{x_i} \times 100$$
$$J_{GL}^2 = \frac{\frac{1}{v} \sum_{j=1}^j L_{.j}^2}{v-1} - \frac{l-1}{lrf} \sigma_e^2, jCV_{GL} = \frac{\sqrt{J_{GL}^2}}{x_{.j}} \times 100$$
$$G_{GY}^2 = \frac{\frac{1}{f} \sum_{f=1}^f GL_f^2}{f-1} - \frac{v-1}{vrl} \sigma_e^2, iCV_{GY} = \frac{\sqrt{G_{GY}^2}}{x_{.i}} \times 100$$
$$J_{LY}^2 = \frac{\frac{1}{f} \sum_{f=1}^f L_{.j}^2}{f-1} - \frac{l-1}{lrv} \sigma_e^2, jCV_{LY} = \frac{\sqrt{J_{LY}^2}}{x_{.j}} \times 100$$

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、油分含量及蛋白质油分总含量进行方差分析, 各变异均方(MS)及 F 检验结果见表 2。

表 2 大豆品种多点试验品质性状方差分析

Table 2 Variance analysis of quality characteristics of soybean cultivars tested on multisites							
变异来源 Source	DF	蛋白质含量 PC		油分含量 OC		蛋白质油分总含量 TC	
		MS	F	MS	F	MS	F
区组 Block	44	0.59	1.16	0.37	1.05	0.31	0.91
年份 Year	1	5.12	10.14 **	130.40	373.80 **	81.83	240.29 **
地点 Site	10	13.91	27.53 **	20.86	59.80 **	40.24	118.15 **
品种 Variety	4	204.66	26.31 **	95.63	274.13 **	7.90	23.21 **
年份×地点 Year×Site	10	7.94	15.72 **	5.18	14.84 **	35.26	103.54 **
年份×品种 Year×Variety	4	49.55	15.40 **	6.19	17.75 **	0.95	2.79 **
地点×品种 Site×Variety	40	3.22	7.02 **	3.25	9.31 **	1.03	3.02 **
年份×地点×品种 Year×Site×Variety	40	4.52	8.32 **	2.45	7.03 **	0.86	2.53 **
误差 Error	176	0.51		0.35		0.34	

注: PC: 蛋白质含量; OC: 油分含量; TC: 蛋白质油分总含量; (下同)
Note: PC= Protein content; OC= Oil content; TC= total content of protein and Oil; (the same is following)

上表中各蛋白质、油分含量及蛋白质油分总含量的年份、地点、品种、年份×地点、年份×品种、品种×地点、年份×品种×地点互作效应的 F 测验均极显著。表明品种间, 年份间, 地点间这些性状均存在差异, 而且各品质性状都存在年份×地点、年份×品种、品种×地点、年份×地点×品种交互作用。

表 2 定性地检验到各品质性状均存在年份、品种、地点、年份×地点、年份×品种、品种×地点、年

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

份×地点×品种交互作用所造成的差异,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3)。

表3 品质性状方差分量估算

Table 3 Variance of each effect on quality characteristics of soybean and their relative variation

	蛋白质 PC		油分 OC		蛋白质油分总含量 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
年份 Year	0.028	0.005	0.788	0.197	0.494	0.149
地点 Site	0.199	0.034	0.523	0.131	0.166	0.050
品种 Variety	2.350	0.399	1.355	0.339	0.105	0.032
年份×地点 Year×Site	0.495	0.084	0.322	0.081	2.328	0.703
年份×品种 Year×Variety	1.486	0.252	0.177	0.044	0.018	0.006
地点×品种 Site×Variety	0	0	0.133	0.033	0.028	0.009
年份×地点×品种 Year×Site×Variety	1.337	0.227	0.700	0.175	0.173	0.052

从表3可见,在蛋白质含量相对变异中,各效应的相对变异由大到小顺序为品种、年份×品种、年份×地点×品种、年份×地点、地点、年份、地点×品种。在油分含量相对变异中,各效应的相对变异由大到小顺序为品种、年份、年份×地点×品种、地点、年份×地点、年份×品种、地点×品种。在蛋白质油分总含量相对变异中,各效应的相对变异由大到小

顺序为年份×地点、年份、年份×地点×品种、地点、品种、地点×品种、年份×品种。

2.2 不同年份间品质的差异

2.2.1 两年间品质性状的比较

年份间各项化学品质性状差异情况见多重比较(表4)。

表4 年份间品质性状差异多重比较

Table 4 Diversity of quality in different years

年份 Years	蛋白质含量 PC			油分含量 OC			蛋白质油分总含量 TC		
	平均	差异显著性		平均	差异显著性		平均	差异显著性	
	Aver.	0.05	0.01	Aver.	0.05	0.01	Aver.	0.05	0.01
Y ₁	41.81	b	B	21.97	a	A	63.78	a	A
Y ₂	42.06	a	A	20.71	b	B	62.79	b	B

由上表可见,年份间各项品质性状间差异均达到极显著水平。2001年蛋白质含量平均值低于2002年蛋白质含量平均值,2001年油分、蛋白质油分总含量平均值均高于2002年各两项平均值。

2.2.2 试验年份间年份与品种、地点的互作效应

2.2.2.1 试验年份与品种的互作效应

以年份为主效值,比较各年份的地点品种、品种互作效应见表5。

表5 年份间品质性状的品种×年份互作效应方差估计值及变异系数

Table 5 Variance estimate and coefficient of variety×year interaction effect of qualities among years

年份 Years	蛋白质含量 PC			油分含量 OC			蛋白质油分总含量 TC		
	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数
	Main effect	Variance	CV/%	Main effect	Variance	CV/%	Main effect	Variance	CV/%
Y ₁	-1.25	0.11	0.79	0.63	0.09	1.35	0.50	0.01	0.16
Y ₂	1.25	0.11	0.79	-0.63	0.09	1.44	-0.50	0.01	0.16
平均 Average			0.79			1.40			0.16

通过年份品种间互作效应检测可见,两年间蛋白质含量、蛋白质油分总含量的方差、变异系数均相等,说明两年间各品种间在这两项品质性状上差异程度相同,油分含量两年间变异系数较大,可见油分

含量。从变异系数平均值来看,油分含量>蛋白质含量>蛋白质油分总含量。

2.2.2.2 试验年份与地点的互作效应

以年份为主效值,比较各年份的地点年份互作

效应见表 6。

表 6 年份间品质性状的地点× 年份互作效应方差估计值及变异系数

Table 6 Variance estimate and coefficient of variation of variety× year interaction effect of qualities among locations									
年份 Years	蛋白质含量 PC			油分含量 OC			蛋白质油分总含量 TC		
	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数
	Main effect	Variance	CV/ %	Main effect	Variance	CV/ %	Main effect	Variance	CV/ %
Y ₁	−1. 25	0. 25	1. 19	0. 63	0. 16	1. 83	0. 5	0. 25	0. 79
Y ₂	1. 25	0. 25	1. 18	−0. 63	0. 16	1. 94	−0. 5	0. 25	0. 80
平均 Average			1. 19			1. 89			0. 80

通过年份地点间互作效应检测可见, 两年间变异系数差异最大的是油分, 也即油分含量地点间在不同年份变异较大。变异系数平均值比较, 油分含量> 蛋白质含量> 蛋白质油份总含量。

2.3 不同地点间品质的差异

从表 2 和 3 结果看, 地点及地点与品种、年份互作对大豆的蛋白质含量、油分含量和蛋白质油分总含量均有较大影响。

2.3.1 各试验点间的比较

地点间各项化学品质差异情况见多重比较表 7。

表 7 试点间品质差异

Table 7 Diversity of quality in different locations									
地点 Locations	蛋白质含量 PC			油分含量 OC			蛋白质油分总含量 TC		
	平均	差异显著性		平均	差异显著性		平均	差异显著性	
	Aver.	0. 05	0. 01	Aver.	0. 05	0. 01	Aver.	0. 05	0. 01
L ₁	42. 73	a	BA	22. 32	ba	A	65. 05	a	A
L ₂	42. 95	a	A	22. 13	b	BA	65. 08	a	A
L ₃	42. 32	b	BC	21. 69	c	C	64. 01	b	B
L ₄	41. 5	d	E	20. 86	e	E	62. 42	e	ED
L ₅	42. 71	a	BA	21. 55	c	DC	64. 27	b	B
L ₆	40. 96	e	F	22. 48	a	A	63. 44	c	C
L ₇	41. 6	d	DE	21. 17	d	DE	62. 78	d	D
L ₈	42. 03	cb	DC	20. 35	f	F	62. 38	e	ED
L ₉	41. 69	cd	DE	20. 09	f	F	61. 78	f	F
L ₁₀	41. 83	cd	DCE	20. 38	f	F	62. 21	e	E
L ₁₁	40. 99	e	F	21. 74	c	BC	62. 74	d	D

2.3.2 试验地点间地点与品种、年份互作效应的检测

2.3.2.1 试验地点与品种互作效应的检测

以地点为主效值, 比较各地点的地点品种互作效应见表 8。

由表 8 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 L₃ (辽宁铁岭大豆所)、L₆ (吉林市农科院)、L₈ (绥化北林区) 的蛋白质含量, L₃ (辽宁铁岭大豆所)、L₆ (吉林

在试验地点中(表 7), L₁ (锦州农科院)、L₂ (辽宁省农科院)、L₅ (吉林省农科院) 几地点的蛋白质含量最高, L₆ (吉林市农科院)、L₁₁ 的蛋白质含量最低; L₁ (锦州农科院)、L₂ (辽宁省农科院)、L₆ (吉林市农科院) 的油分含量最高, L₈ (绥化北林区)、L₉ (红兴隆)、L₁₀ (合江所) 的油分含量最低; 就蛋白质油分总含量而言, L₁ (锦州农科院)、L₂ (辽宁省农科院) 两地点最高, L₄ (延边农大)、L₈ (绥化北林区)、L₁₀ (合江所) 最低。

市农科院) 的油分含量, L₄ (延边农大) 的蛋白质油分总含量。

从变异系数的平均值看, 蛋白质油分总含量< 蛋白质含量< 油分含量。

2.3.2.1 试验地点与年份的互作效应

以地点为主效值, 比较各地点的地点品种互作效应见表 9。

结合表 2、3 中的地点效应及地点与其它项的互作效应, 并综合以上表 7、8、9 的地点效应, 可见, 地

点效应是造成大豆品质差异的较重要因素,且地点与其它项存在互作。另外,年份的差异也是在一定

表 8 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

地点 Locations	蛋白质含量 PC			油分含量 OC			蛋白质油分总含量 TC		
	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数
	Main effect	Variance	CV/ %	Main effect	Variance	CV/ %	Main effect	Variance	CV/ %
L ₁	0.79	0	0	0.98	0.08	1.24	1.77	0.07	0.4
L ₂	1.01	0.37	1.43	0.79	0.72	3.82	1.79	0.01	0.13
L ₃	0.38	1.04	2.41	0.34	0.93	4.44	0.72	0.07	0.42
L ₄	−0.44	0.21	1.1	−0.48	0.43	3.16	−0.87	0.3	0.88
L ₅	0.77	0	0	0.21	0.19	2.04	0.98	0.01	0.11
L ₆	−0.98	1.54	3.03	1.14	0.97	4.37	0.16	0.06	0.38
L ₇	−0.33	0	0	−0.17	0.1	1.47	−0.51	0.03	0.29
L ₈	0.09	1.16	2.57	−1	0.64	3.93	−0.91	0.11	0.54
L ₉	−0.25	0.17	1	−1.25	0.31	2.76	−1.51	0.05	0.38
L ₁₀	−0.11	0.38	1.47	−0.97	0.17	2	−1.08	0.2	0.72
L ₁₁	−0.94	0.26	1.24	0.4	0.3	2.53	−0.55	0	0
平均 Average			1.30			2.89			0.39

的地点范围考虑的。因此,我们在选择地点进行优质大豆生产时应该对其加以综合考虑。从变异系数的平均值看,蛋白质油分总含量<蛋白质含量<油分含量。

表 9 地点间品质性状的年份×地点互作效应方差估计值及变异系数

地点 Locations	蛋白质含量 PC			油分含量 OC			蛋白质油分总含量 TC		
	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数	主效	方差	变异系数
	Main effect	Variance	CV/ %	Main effect	Variance	CV/ %	Main effect	Variance	CV/ %
L ₁	0.79	1.12	2.48	0.98	0.05	0.99	1.77	0.62	1.21
L ₂	1.01	0.43	1.52	0.79	0	0	1.79	0.46	1.05
L ₃	0.38	0.11	0.8	0.34	1.19	5.02	0.72	0.48	1.09
L ₄	−0.44	0.63	1.91	−0.48	0	0	−0.87	0.6	1.24
L ₅	0.77	0.67	1.92	0.21	0.1	1.48	0.98	0.21	0.71
L ₆	−0.98	0.45	1.63	1.14	0.66	3.61	0.16	0	0
L ₇	−0.33	0	0	−0.17	0	0	−0.51	0	0
L ₈	0.09	0	0	−1	0	0	−0.91	0	0
L ₉	−0.25	1.42	2.86	−1.25	0.01	0.44	−1.51	1.07	1.67
L ₁₀	−0.11	0	0	−0.97	1.26	5.52	−1.08	1.57	2.01
L ₁₁	−0.94	0.18	1.03	0.4	0.02	0.58	−0.55	0.04	0.34
平均 Average			1.29			1.60			0.85

由表 9 可知对于蛋白质含量来说 L₁、L₉ 的变异系数较大;对于油分含量来说 L₃(辽宁铁岭大豆所)、L₆(吉林市农科院)、L₁₀(合江所)的变异系数较大;对于蛋脂总含量来说 L₉(红兴隆)、L₁₀(合江所)变异系数较大。

3 结论

3.1 东北三省大豆蛋白质含量、油分含量、蛋白质油分总含量均存在年份、地点、品种、年份×地点、年份×品种、品种×地点、年份×品种×地点互作效应。对于蛋白质含量、油分含量来说品种效应最大,所以在东北三省范围内提高蛋白质含量、油分含量以品种改良为最理想途径。

3.2 从各项互作效应检测的变异系数大小来看,均

表现油分含量变异系数> 蛋白质含量变异系数> 蛋白质油分总含量变异系数。即油分含量对环境影响最敏感, 其次为蛋白质含量, 最后是蛋白质油分总含量。

3.3 由于各项互作效应的存在, 使得东北三省范围内大豆品质表现更为复杂。在进行大豆优质生产时应对品种、地点、地区气候条件年际间变化特点等综合考虑。

4 讨论

在东北三省范围内, 关于大豆品质的生态研究已有报道。但是前人所作研究中选用品种没有很强的针对性, 本文选用 5 个有特色的品种对东北三省品质形成的环境条件加以研究。其中既有高油品种、高蛋白品种、双高品种, 又有高产品种, 以期对各项品质形成的生态因子加以探讨, 这样更能充分的对东北地区的品质生态条件予以充分反应。

该试验所选试验点分布于东北三省, 地理纬度

跨度较大。这样, 我们在选用品种时要保证各供试品种在试验点范围内能正常成熟。因此, 品种选用有一定局限性。这造成本试验结果在吉林省、辽宁省只能反映出早熟大豆生产的生态条件特性。

在东北三省范围内选用专用品种对品质生态加以研究, 对于大豆主产区内的优质生产, 区域化种植以及品质生态区划具有重大意义。品质生态形成在生产实践中表现较为复杂, 有待深入、具体研究。

参 考 文 献

1 丁振麟. 气候条件对大豆化学品质的影响[J]. 作物学报, 1965, 4 (4): 313—320.
2 胡明祥, 于德洋, 孟祥勋, 等. 不同生态区域环境对中国大豆品种的响[J]. 大豆科学, 1990, 9(1).
3 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.
4 张国栋, 王金陵. 黑龙江省大豆种子蛋白质和油分含量生态区划 [J]. 中国农业科学, 1995, 28(增刊), 115—121.
5 Taira H. Influence of Location on The Chemical Composition of Soybean Seeds[J]. Proc. Crop Sci. Soc. Japan, 40(4): 530—544.

THE ANALYSIS OF THE EFFECT ON SITES AND YEARS TO SOYBEAN PROTEIN AND OIL CONTENT IN NORTHEAST CHINA

Zhang Dayong¹, Ning Hailong¹, Hu Guohua², Zhang Shuzhen¹, Wang Jian¹, Li Wenbin¹

(1. Notheast Agricultural University, Harbin 150086; 2. Hongxinglong Agricultural Institute, 155811)

Abstract The experiment was conducted in 11 representative locations in northeast China with 5 spring—soybean varieties of northeast China which have different quality characters, and to study the quality ecology of soybean and the regionalization of quality ecology. The result show that chemical quality traits are different among the varieties, imparity of different traits are different; the genetic variation of soybean chemical quality is more than the environment variation. So the variety selection is more important than the selection of location when considering the production of high quality soybean. The CV of oil content in the all interactions is bigger than that of protein content and total content. So, we think that the oil content is more sensitive to environment than the others. The quality of soybean in Northeast China is complex, because the interactions exist. So, all the factors in soybean production should be censidered.

Key words Soybean proteinand and oil content; Effect of sites and years