

大豆蛋白质和脂肪含量选择效果研究^{*}

王大秋 陈恒鹤

(吉林市农业科学院 132101)

摘 要

以高蛋白、高脂肪、高产 3 类型 5 亲本配制 10 个正交、10 个反交组合,以 F_1 — F_3 试验结果分析得出:大豆的蛋白质和脂肪含量性状均属中间遗传,正反交无显著差异;在双亲性状水平近似的组合较易出现两向超亲变异。在当前当地条件下,在优质育种目标要求下,提高产量和外观品质(完全粒率)都很重要;相对而言,高脂肪育种在提高产量方面而高蛋白育种在提高完全粒率方面更为突出。优质育种亲本选配主要原则应是:优质性状中亲值符合目标要求,其它经济性状互补。两种优质性状均以加性遗传占绝对优势,早期世代从严选择即可奏效。

关键词 大豆;蛋白质含量;脂肪含量;选择效果

前 言

优质育种是两高一优农业的重要内容。大豆富含蛋白质和脂肪,两性状的遗传改良已引起国内外大豆育种家的重视。由于大豆蛋白质与脂肪含量的遗传变异受遗传效应和环境效应及两者互作的复杂影响,尽管国内外已有不少研究,但结论不一。L. Singh 等 (1972)^[14]、胡明祥等 (1984)^[1] 和 C. A. Brim 等 (1968)^[11] 认为蛋白质含量或脂肪含量都表现母体遗传即细胞质效应。宋启建 (1989)^[5] 则认为蛋白质可能没有而脂肪可能有细胞质效应,并且因组合而异。J. R. Wilcox 等 (1977)^[16]、C. R. Weber 等 (1970)^[15]、R. C. Lef-fel 等 (1958)^[13]、陈恒鹤等 (1987) (1989)^[2,3] 和杨庆凯等 (1990)^[7] 的试验结果表明 F_1 、 F_2 及 F_3 世代的正反交效应差异均不显著,两性状都表现中间遗传。另一个重要观点上的矛盾是品质性状与产量性状的相关性。传统观点认为脂肪含量与产量呈正相关,蛋白质含量与产量呈负相关 (H. W. Johnson 等 1955)^[12]、游明安等用长江中下游品种资源试验结

* 参加此项工作的还有:李楠、付艳华、杨玉环、尹利华、梁振富等同志。

收稿日期 1996-10-03

This paper was received on Oct. 3, 1996.

果与之相同^[4],但是陈恒鹤等(1987)(1990)^[2 6]用品质育种杂交 F_1 代试验表明,蛋白质含量与产量呈不显著正相关,脂肪含量与产量呈显著负相关,邱丽娟等(1991)^[9]报道的 6 个组合和 Calawell(1973)^[10]主编一书中报道的 7 个组合出现各种各样不同情况。以上种种不同结论势必导致不同的育种选择程序,得出不同选择效果。经过大量的品质育种实践和遗传分析资料,我们认为弄清矛盾现象内在实质的统一性,探索提高品质育种效率的途径是可能的。

材料与方法

选用 3 类型 5 亲本于 1985 年进行正反轮回配杂交,5 亲本 5 性状平均值列于表 1。1986 年把 10 组合正交 F_1 和 10 组合反交 F_1 及 5 亲本共 25 个基因型按随机区组设计 3 次重复,进行田间试验,2 行区行长 4.75m,行株距 0.6×0.3m。每小区随机取样 5 株,主要研究蛋白质、脂肪、单株粒重、百粒重和完全粒率。用 Griffing 方法 1 固定模型估算正反交效应和配合力等遗传参数。1987 年种植 F_2 ,采用裂区设计 3 次重复,主区为 10 组合,副区为正交 F_3 反交 F_2 和父母本 4 个处理。每个 F_2 处理都是 F_1 单株种子后代。每区 4 行;亲本每区 2 行。行长同 F_1 ,行株距为 0.65×0.2m。 F_2 每区随机取样 20 株,亲本取样 10 株以研究上述 5 性状。 F_2 总结后决选 5 组合,每组合选择正反交各 30 个优良单株于 1988 年进行 F_3 试验。采用裂区设计 3 次重复,主区为 5 组合,副区为 10 个正交 F_3 株系,10 个反交 F_3 株系、2 个亲本和 2 个对照(吉林 20 长农 4)共 6 种处理 24 小区,均为单行区,每个 F_3 株系均为 F_2 入选单株后代。种植方法和其它同 F_2 。

结果与分析

1 正反交效应

表 1 是 5 亲本在 5 个性状上的不同特点和 10 组合 F_1 正反交差异。在 10 组合 5 性状的测验分析中,只有 3 性状 8 组合 14 次正反交差异显著。设以大值亲本作母本的组合为正交,则只有百粒重在 r_{23} 和 r_{45} 两组合中均表现显著正效应;蛋白质是两正两负;脂肪是 3 正 5 负;单株粒重和完全粒率在 10 组合中正反交差异不显著。

在表 2 中,3 个世代全部组合的蛋白质和脂肪正反交效应的方差分析和“ t ”测验均表明正反交没有显著差异。表 1 中个别组合个别性状出现正反交显著差异,可能与该组合综合遗传背景的不同基因互作及基因环境互作有关。本试验结果基本上概括了以前报道的各种情况。

2 超亲分离

优质性状的正向超亲分离,无疑是品质育种理想的遗传变异,问题在于如何获得真实而可遗传的我们需要超亲变异,并与高产及其它优良性状结合。在有些报道中习惯用 F_2 分离个体值与亲本平均值加以比较,就容易得出超亲分离的结论。实际上蛋白质和脂肪含量就是在纯系内的个体间同样存在一定的变异幅度,有时变幅还相当大。因此只能用

双亲分离的幅度来衡量 F₂ 分离是否超亲才是合理的 根据这个标准 ,绝大多数组合表现为中间遗传 , F₂ 变异幅度介于双亲之间 只是在双亲性状水平近似的组合中 F₂ 容易出现超亲分离 表 3 的 5 组合平均和双亲差别较大的 P₃× P₃ 组合 , F₂ 蛋白质和脂肪的变异幅度基本上都限于双亲的变异范围 ,只有双亲蛋白质水平近似的 P₃× P₄ 组合 F₂ 出现明显的正向超亲个体 (45. 8%) ,比大值亲本最高值 (44. 4%) 高出 1. 4%。因此品质育种的亲本选配在品质性状水平上 ,要以中亲值符合育种目标为主要依据 ,用高× 高组合创造出性状水平更高的优质新类型。

表 1 5 亲本 5 性状平均值和 10 组合 F₁ 正反交效应及显著性

Table 1 Mean of 5 traits in parents and reciprocal F₁ effect and its significance in 10 crosses

亲本和组合 Parent and cross	蛋白质 (%) Protein	脂肪 (%) Oil	单株粒重 (g) Seed weight per plant	百粒重 (g) Weight of 100 seeds	完全粒率 (%) Percent of normal seed
P ₁ 吉林 20 Jilin No20	37. 8	20. 3	46. 2	21. 1	89. 0
P ₂ 吉林 18 Jilin No18	42. 9	18. 5	47. 1	19. 7	88. 4
P ₃ 九交 7601 Jiu jiao No7601	43. 8	19. 1	47. 8	22. 9	75. 4
P ₄ 通交 81- 1543 Tong jiao No81- 1543	43. 5	17. 6	51. 5	22. 9	80. 1
P ₅ 哈 70- 5179 Ha No70- 5179	39. 6	22. 7	26. 8	18. 9	76. 6
r ₁₂	- 0. 30 [†]	- 0. 10 [†]		- 0. 20	
r ₁₃	0. 25	- 0. 20 [*]	不	- 0. 20	不
r ₁₄	0	0. 05		0. 17	显
r ₁₅	0. 20	0. 05	显	0. 05	著
r ₂₃	0. 25	0. 40 [*]		0. 64 [*]	
r ₂₄	0. 65 [*]	0. 10 [†]		- 0. 32	
r ₂₅	0. 25	- 0. 20 [*]	著	0. 29	NS
r ₃₄	0. 40 [*]	- 0. 20 [*]		0. 28	
r ₃₅	0. 05	- 0. 20 [*]	NS	- 0. 04	
r ₄₅	- 0. 63 [*]	0. 20 [*]		0. 70 [*]	
Vrij	0. 14	0. 04		0. 17	
L. R. D0. 05	0. 29	0. 08		0. 34	
L. R. D0. 01	0. 38	0. 12		0. 46	

3 性状相关

野生大豆是明显的高蛋白质低脂肪类型 ,大豆进化过程中经过长期人工选择在产量提高的同时提高了含油量和降低了蛋白质含量。因此在以改良产量为目标的育种程序中 ,得出脂肪与产量呈正相关、蛋白质与产量呈负相关是符合客观实际的主要规律。但在品质

表 2 蛋白质和脂肪三代正反交效应的方差分析和“t”测验
Table 2 Variance analysis and "t" test of reciprocal effect of protein
and oil in 3 generations

世代			蛋白质				Protein	%	脂肪				Oil	%	F值		“t”值	
Genera- tion	变因	df	V	F	\bar{X}	正 - 反 N - R	“t”	V	F	\bar{X}	正 - 反 N - R	“t”	0.05	0.01	0.05	0.01		
F ₁	正反交效应 Reciprocal effect	10	0.57	2.19	40.6	0.2	0.50	0.15	1.36	19.8	0	0	2.2	3.0	2.04	2.75		
	机误 Error	48	0.26					0.11										
F ₂	正反交效应 Reciprocal effect	1	2.0	0.02	41.4	0.4	0.82	0.07	0.006	20.5	0	0	5.0	10.0	2.13	2.95		
	机误 (b) Error (b)	10	117.2					11.90										
F ₃	正反交效应 Reciprocal effect	1	0.7	0.35	40.6	-0.1	0.21	0.32	0.17	21.2	0	0	5.0	10.0	2.13	2.95		
	机误 (b) Error(b)	10	2.0					1.85										

注: F₁ 为随机区组设计, F₂ 和 F₃ 为裂区设计。

Note: F₁ is random plot experiment, F₂ and F₃ are split plot experiment.

表 3 F₂ 蛋白质和脂肪含量的变异幅度
Table 3 Variable range of protein and oil in F₂

组合		蛋白质 Protein(%)					脂肪 Oil (%)				
Combination	n	r	X	Sx	CV	r	X	Sx	CV		
5组合平均											
Mean of scrosses											
大值亲本 BP	300	40. 7- 45. 7	43. 6	0. 92	2. 1	19. 8- 24. 2	21. 7	0. 42	1. 9		
小值亲本 LP	300	36. 9- 43. 6	39. 3	0. 62	1. 6	18. 6- 21. 1	19. 4	0. 50	2. 6		
F ₂	600	36. 5- 45. 8	41. 4	1. 32	3. 6	18. 2- 23. 3	20. 5	0. 86	4. 2		
P ₂ × P ₄											
大值亲本 BP	30	41. 1- 44. 4	43. 3	1. 02	2. 4	19. 3- 22. 0	19. 9	0. 44	2. 2		
小值亲本 LP	30	40. 5- 43. 6	42. 4	0. 73	1. 7	18. 6- 20. 0	18. 7	0. 52	2. 8		
F ₂	60	39. 0- 45. 8	42. 4	1. 62	3. 8	18. 0- 21. 4	19. 2	0. 83	4. 3		
P ₃ × P ₅											
大值亲本 BP	30	41. 9- 45. 7	43. 9	0. 85	1. 9	22. 3- 24. 2	22. 7	0. 46	2. 0		
小值亲本 LP	30	39. 7- 41. 0	40. 3	0. 72	1. 8	19. 5- 21. 1	20. 0	0. 47	2. 4		
F ₂	60	40. 2- 45. 2	42. 4	1. 21	2. 9	19. 1- 23. 3	21. 1	0. 81	3. 8		

注: 以大值亲本作母本的为正交组合; V_r为变异幅度, \bar{X} 为平均值, S_x为标准差, C.V 为变异系数。

Note: Female parent with large value is in normal cross

育种中要求蛋白质和脂肪含量分别提高到 43%和 23%的标准,原来常规育种材料已不适用,在吉林省条件下,都要从偏南地区引进晚熟高产的高蛋白亲本,从偏北地区引进早熟低产的高脂肪亲本。表 4资料表明,在这样的遗传背景下, F₁代晚熟与高产杂种优势连锁,出现蛋白质与产量呈不显著正相关,脂肪与产量呈显著负相关,此结果也与我们 1980年的试验结果^[2]相同。由于育种目标和当地生态环境要求,杂种后代必然经过人工和自然条件双重选择,因此在 F₂和 F₃代蛋白质和脂肪含量均与单株粒重呈负相关,只是前者不显著而后者极显著。资料还表明完全粒率和百粒重也是影响提高蛋白质和脂肪含量的限制因素,由此可见在品质育种目标要求下,提高产量和外观品质都很重要。就其重要性来说,高脂肪育种在提高产量,高蛋白育种在提高完全粒率更显突出。

表 4 蛋白质和脂肪含量与其它性状的相关

Table 4 Correlation between protein of oil and other traits

世代 Generation		脂肪 Oil	单株粒重 Seed weight per plant	百粒重 Weight of 100 seeds	完全粒率 Percent of normal seed
F ₁	蛋白质 Protein	- 0.398	0.123	0.383	- 0.240
	脂肪 Oil		- 0.376	- 0.470	- 0.047
F ₂	蛋白质 Protein	- 0.434	- 0.068	- 0.058	- 0.546 *
	脂肪 Oil		- 0.701 *	- 0.694 *	- 0.282
F ₃	蛋白质 Protein	- 0.520 *	- 0.111	- 0.059	- 0.432
	脂肪 Oil		- 0.647 *	- 0.204	- 0.292

注: Note df= n- 2= 28 r_{0.05}= 0.361, r_{0.01}= 0.463

4 选择效果

由表 5可见,两次 F₁的配合力方差分析结果一致。5性状两种配合力方差均达到极显著,用 GCA/SCA比值衡量两种配合力的相对重要性,在 5性状中单株粒重的比值最小,表明其加性与非加性遗传效应几乎同等重要。在表 6中单株粒重的广义遗传力(h²b)

表 5 F₁5性状配合力方差分析

Table 5 Analysis of combining variance of 5 traits in F₁

变因 Source	df	蛋白质 Protein	脂肪 Oil	单株粒重 Seed weight per plant	百粒重 Weight of 100 seeds	完全粒率 Percent of normal seed
1980 ^[2]						
GCA一般配合力	P- 1= 3	14.11 *	13.37 *	258.1 *		
SCA特殊配合力	P(P- 1)/2= 6	1.04 *	1.42 *	227.1 *		
GCA/SCA		13.6	12.9	1.1		
1986 ^[3]						
GCA一般配合力	P- 1= 4	15.4 *	10.8 *	497.8 *	5.70 *	522.6 *
SCA特殊配合力	P(P- 1)/2= 10	0.7 *	0.23 *	283.2 *	0.33 *	143.7 *
GCA/SCA		33.3	46.9	1.7	17.3	3.6

估值也表现较低,在早世代不能可靠予测子代表现,尽管其遗传进度估值 (ΔG 和 $\Delta G'$)最大但予测子代均值 \bar{Y} 与实际 F_3 代品系平均值 (\bar{F}_3)相差较大,表明该性状不宜在早世代从严选择。完全粒率也有类似情况。蛋白质、脂肪和百粒重 3个性状的 GCA估值均明显大于 SCA,表示其加性效应占绝对优势,3个性状 h^2b 估值也较大。从入选的 30个 F_4 代系统与其 F_3 品系及 F_2 单株的相关值可见,脂肪含量 F_2 个体与 F_3 品系的相关值为 0.905^{*}; F_3 品系与 F_4 系统的相关值为 0.938^{*};蛋白质含量 F_2 与 F_3 F_4 与 F_3 分别为 0.821^{*}和 0.891^{*};百粒重分别为 0.767^{*}和 0.815^{*}都是极显著正相关,表明 3个性状在早期世代即可进行有效选择。表 6中蛋白质和百粒重的 \bar{Y} 值与 \bar{F}_3 差异较大,主要是因 F_3 代 (1988)开花至成熟阶段长期干旱,致使蛋白质含量和百粒重明显下降

表 6 10组合平均 F_2 代 5性状遗传进度

Table 6 Genetic advance of 5 traits in F_2 of mean of 10 crosses					
性状 Trait	h^2b	ΔG	$\Delta G'$	\bar{Y}	\bar{F}_3
蛋白质 Protein	0.549	2.16	5.29	43.36	40.6
脂肪 Oil	0.601	1.22	6.0	21.79	21.2
单株粒重 Seed Weight per plant	0.391	16.39	37.5	58.8	36.7
百粒重 Weight of 100 seeds	0.551	2.85	14.0	23.2	19.3
完全粒率 Percent of normal seed	0.297	3.32	10.5	92.3	74.1

结 语

- 1 大豆的蛋白质和脂肪含量均属加性遗传的数量遗传,正反交无显著差异。早期世代选择即可奏效
- 2 大豆的蛋白质和脂肪属中间遗传,双亲性状水平相近易出现超亲分离。
- 3 在吉林省和吉林市条件下,在大豆优质育种目标要求下,提高产量和外观品质(完全粒率)都很重要。相对而言,其重要性高脂肪育种在提高产量、高蛋白育种在提高完全粒率更显得突出。
- 4 蛋白质或脂肪含量的中亲值符合目标要求,其它经济性状互补是大豆品质育种选配亲本的主要原则。

参 考 文 献

[1] 胡明祥等, 1984, 中国农业科学, (6): 40~ 44

[2] 陈恒鹤, 1987, 中国农业科学, 20(1): 32~ 38

[3] 陈恒鹤等, 1989, 大豆科学, 8(3): 217~ 225

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

- [4] 游明安等, 1989, 大豆科学, 8(1): 11~ 20
- [5] 宋启健等, 1989, 中国农业科学, 22(6): 24~ 26
- [6] 陈恒鹤等, 1990, 大豆应用基础和技术研究进展, 91~ 95, 江苏科技出版社
- [7] 杨庆凯等, 1990, 大豆应用基础和技术研究进展, 103~ 108, 江苏科技出版社
- [8] 陈恒鹤等, 1991, 大豆科学, 10(1): 1~ 9
- [9] 邱丽娟等, 1991, 大豆科学, 10(2): 95~ 97
- [10] Coldwell. B. E主编 1973, 吉林省农业科学院译, 1982, 大豆的改良、生产和利用, 171, 农业出版社
- [11] Briol, C. A. et al., 1968, Crop Sci. 3(5): 517~ 518
- [12] Johnson H. W. et al., 1955, Agron J 47: 477~ 483
- [13] Leffel. R. C. et al., 1958, Agron J 50: 527~ 534
- [14] Singh L et al., 1972, Crop Sci. 12(6): 583~ 585
- [15] Weber C. R. et al., 1970, Crop Sci. 10(2): 159~ 160
- [16] Wilcox J. R. et al., 1977, 10(3): 351~ 352

STUDIES ON SELECTION EFFECT OF PROTEIN AND OIL CONTENT IN SOYBEANS

Wang Daqiu Chen Henghe

(Jilin City Academy of Agricultural Sciences, Jilin Province, 132101)

Abstract

1. Protein and oil content of soybean are medial inheritance. It is no significant difference between reciprocal and normal cross. The genetic variation of over parents always happen in the cross of trait level similar parents.

2. The correlation among quantitative traits will change with parents' different genetic background. In Jilin province and Jilin city, the difficulty of the breeding of improve protein content is increase percent of normal seed; and the key of the breeding of improve oil content is increase seed yield.

3. The M P value of improvement trait accord with the selection goal, and other economic traits are complementary each other. These were main principles for selection parents of high qualitative breeding in soybeans.

4. Additive effect is hold absolute predominance in inheritance of protein or oil content in soybeans. Certainly, strict selection among individual plant or line are effective in early generations.

Key words Soybean; Protein content; Oil content; Selection effect