

# 大豆高蛋白育种双列杂交分析\*

孟庆喜 武天龙 杨庆凯

(东北农学院大豆研究室)

## 提 要

以5个亲本配制的10个双列杂交组合的 $F_2$ 、 $F_3$ 代的蛋白质含量的分析结果表明,亲本蛋白含量高,一般配合力往往有较高的趋势。亲本、 $F_2$ 、 $F_3$ 代的一般配合力效应与亲本蛋白质含量的相关系数分别为0.511和0.667。高蛋白亲本Sioux的G、C、A最高,它和较高蛋白质含量亲本杂交的组合S、C、A也高。 $F_2$ 、 $F_3$ 代蛋白质含量分离的上限、下限及均值受双亲均值的影响大于受某一亲本的影响, $F_2$ 代受亲本的影响大于 $F_3$ 代受到的影响。 $F_2$ 和 $F_3$ 代株系间蛋白质含量的相关系数,大于单株蛋白质含量的世代间相关系数。分离上限、下限、均值的 $F_2$ — $F_3$ 代的单株或株系间的相关系数相近,表明针对分离群体的高蛋白方向的样本的选择,其效果较明显。

## 前 言

大豆蛋白是人类食品中植物性蛋白质的主要来源之一。据联合国粮农组织(FAO)统计,世界上蛋白质资源年产量约为8千万吨左右,其中植物蛋白占70%,动物蛋白占30%,而人类对蛋白食物的需求,按每人每天平均需要量为70—75克计算,每年共需一亿到一亿二千万吨,因而尚缺二千到四千万吨蛋白食物。世界各国均在为提高蛋白食物的产量而努力,预计到二十一世纪,蛋白食物的产量将增加50%以上。各国的大豆育种工作者均致力于高蛋白育种工作。美国的Brim等于1968年开始用双列杂交、轮回选择法进行高蛋白育种工作,1979年发表文章论述了经过六轮的轮回选择,群体IA籽粒蛋白质含量从46.3%增加到48.4%,群体IB经四轮选择,蛋白质含量从46.4%增加到47.6%,群体IIA经五轮选择后,蛋白质含量从42%增加到46.1%,群体IIB经四轮选择蛋白质含量从43.2%提高到45.9%。吉林农科院大豆研究所胡明祥等(1984)的研究指出,大豆杂种 $F_1$ 代蛋白质含量接近于中亲值(MP),一般倾向于高亲, $F_2$ 代蛋白质含量呈明显分离,作连续广泛分布,分布方式接近正态分布,且有超亲现象。亲本蛋白质含量与

\* 郭长军同志参加部分研究工作,本文承蒙王金陵教授审阅,在研究工作中得到高风兰、吴宗璞同志大力协助,一并致谢。

本文于1987年10月21日收到。

This paper was received in Oct. 21, 1987.

$F_1$ 、 $F_2$  代平均蛋白质含量高低有直接关系，正反交试验呈现母系遗传现象，且  $F_2$  代蛋白质含量与百粒重、成熟期有显著正相关关系。印度的 Kaw 等用 10 个来自不同生态地理条件的大豆品种进行双列杂交分析，结果指出，籽粒产量以显性基因作用为主，百粒重、开花日数、成熟日数、株高、主茎节数的遗传以加性效应为主。

为了更好地选育出蛋白质含量高的大豆新品种，我们以五个来自国内外不同地区的高蛋白品种为材料，进行双列杂交以便研究蛋白质的遗传规律及其同其它性状的关系，

为大豆高蛋白育种提供理论依据，同时从中选育出蛋白质含量高的品系，做大豆高蛋白育种的基础材料。

表 1 亲本及蛋白质含量表

Table 1 Parents and their protein content

品种名称 Variety	来源 Origin	蛋白质含量 (三年平均) Protein content (3 years average)
1 Sioux	美国 U. S. A	47.6%—52%
2 早生小金	日本 Japan	44.8%
3 天北白目	日本 Japan	42.12%
4 东农79—298	本院育成 Developed by N. A. C.	42.5%
5 哈75—5396	黑龙江省农科院育成 Developed by H. A. A. C.	42.8%

## 材料与方法

1982年运用五个高蛋白大豆品种为亲本，采用格列芬 (Griffing) 双列

杂交方法IV配制10个组合。亲本名称及来源如下 (表1)。

亲本的组配方式如表2。

表 2 杂交组合号及亲本

Table 2 Crossing number and parents

组合号 Cross number	组号 group	亲本 Parents
82—11	12	Sioux × 早生小金
82—3	13	Sioux × 天北白目
82—12	14	Sioux × 东农79—298
82—4	15	Sioux × 哈75—5396
82—7	23	早生小金 × 天北白目
82—5	24	早生小金 × 东农79—298
82—6	25	早生小金 × 哈75—5396
82—8	43 (反)	东农79—298 × 天北白目
82—9	35	天北白目 × 哈75—5396
82—10	45	东农79—298 × 哈75—5396

1983年种植各组合的 $F_1$ ，淘汰伪杂种，1984年 $F_2$ 分离世代进行单株选择，同时分析入选单株蛋白质含量，并进行单株考种。1985年种植 $F_3$ 代并在各品系后代中继续选单株并进行蛋白质分析和考种。1982—1984年连续三年种植亲本，并进行考种和蛋白质含量分析。蛋白质含量分析是在KELJECT—1301蛋白分析仪上进行。

$F_2$ 、 $F_3$ 代材料以组合为单位,不同株系随机种成三次重复,随机区组法设计,行长5m,株距6cm,单行区,每株系8—12株。根据 $F_2$ 、 $F_3$ 代组合平均数估算了亲本配合力,分析 $F_2$ 、 $F_3$ 代以组合、系统为单位的配合力和遗传力(用上下代相关法估算遗传力)。

## 结果与讨论

### 一、亲本一般配合力和特殊配合力的分析

以 $F_2$ (1984)、 $F_3$ (1985)代各组合的株系平均数代表各组合的表现,以10个组合平均值对各个亲本按Griffing配合力分析方法IV进行分析。结果表明,尽管 $F_2$ 、 $F_3$ 代进行了人工选择,但其亲本的一般配合力和特殊配合力的F值均达到了0.01显著水平(表3)

表3 配合力方差分析表  
Table 3 Analysis of variance of C. A.

变异原因 Source of variance	DF	MS		F	
		1984	1985	1984	1985
一般配合力 G. C. A	4	3.334	1.545	14.173**	14.358**
特殊配合力 S. C. A	5	1.355	0.534	5.76**	4.905**
误差 Error	272	10.235		0.108	

$F_2$ 、 $F_3$ 世代与亲本的一般配合力效应如表4。

表4 5个亲本的一般配合力效应  
Table 4 Effect of G. C. A. of 5 parents

亲本名称 Parent	一般配合力效应 G. C. A.			
	$F_2$ (1984)		$F_3$ (1985)	
Sioux	1.869	(1)	1.163	(1)
早生小金	0.1	(4)	-0.777	(4)
天北白目	-0.002	(5)	-0.294	(3)
东农79—298	0.423	(3)	0.039	(2)
哈75—5396	1.742	(2)	-1.131	(5)

从表4中可看出, Sioux 二年的一般配合力均最高,其次为东农79—298。哈75—5396在1984年表现较高,而在1985年又表现转低。早生小金的蛋白质含量居第二位,但配合力二年均表现为第四位。上述结果表明,当亲本蛋白质含量明显高时

(如 Sioux), 其一般配合力是高的。亲本在 $F_2$ 、 $F_3$ 代所表现的配合力效应与亲本蛋白质含量的相关系数分别为0.511和0.667。这表明蛋白质含量高,一般配合力往往较高的总趋势,换言之,蛋白质遗传仍以加性效应为主。

亲本在 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代表现的特殊配合力效应如表 5。

表 5 亲本的特殊配合力效应  
Table 5 Effect of S. C. A. of parent

Parent and its number 亲本及代号	Number of parent 亲本代号 S. C. A	2		3		4		5	
		1984	1985	1984	1985	1984	1985	1984	1985
		Sioux (1)	0.987	0.877	0.943	0.033	-0.363	-0.14	-1.567
早生小金 (2)			-0.95	-0.877	-0.477	-0.06	0.44	0.05	
天北白目 (3)					-1.4	-0.147	0.147	0.67	
东农 79-298 (4)							0.98	0.052	
哈 75-5396 (5)									

从表 5 中可看出:

1. S<sub>12</sub> 最高, 即 Sioux 和早生小金的特殊配合力最高, 而 S<sub>13</sub> 最低, 即 Sioux 和哈 75-5396 的特殊配合力最低。

2. 东农 79-298 与其余 4 个亲本的特殊配合力均为负值。本试验表明, 高蛋白亲本的一般配合力高, 当与较高蛋白亲本杂交时, 也易表现出高的特殊配合力, 当与蛋白中等含量亲本杂交时, 表现低的特殊配合力。蛋白含量中等的亲本, 一般配合力虽稍高, 但特殊配合力则较低。

二、亲本蛋白质含量对后代群体蛋白质含量的影响

5 个亲本配制的 10 个杂交组合的亲本, F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代的蛋白含量如表 6。

表 6 10 组合的亲本及 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 单株和株系的蛋白含量  
Table 6 Protein content of F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> plants and lines and their parents of 10 crosses

组合与亲本 Cross and parents	亲本 Parent				F <sub>2</sub> 单株 F <sub>2</sub> plant			F <sub>2</sub> 株系 F <sub>2</sub> lines			F <sub>3</sub> 单株 F <sub>3</sub> plant			F <sub>3</sub> 株系 F <sub>3</sub> lines		
	♀	♂	$\bar{x}$	L	H	$\bar{x}$	L									
	Sioux × 早生小金	47.6	44.8	46.2	42.1	48.9	45.1	43.1	46.2	44.6	41.8	51.5	45.2	42.8	46.8	44.8
Sioux × 天北白目	47.6	42.1	44.9	39.8	46.6	43.6	42.7	45.6	44.1	41.1	52.4	45.7	43.9	50.6	47.2	
Sioux × 东农 79-298	47.6	42.5	45.1	39.9	50.1	44.0	41.9	47.9	44.0	39.6	50.6	46.2	41.8	49.6	45.7	
Sioux × 哈 75-5396	47.6	42.8	45.2	39.2	50.3	44.0	42.2	46.2	44.2	40.2	50.0	45.8	41.7	48.6	45.2	
早生小金 × 天北白目	44.8	42.1	43.5	39.4	45.0	43.6	41.7	43.9	42.8	40.3	45.9	43.8	41.2	45.3	43.3	
早生小金 × 东农 79-298	44.8	42.5	43.6	39.2	45.3	42.4	41.6	44.6	43.1	41.3	50.4	44.8	42.7	44.6	43.6	
早生小金 × 哈 75-5396	44.8	42.8	43.8	39.2	46.0	43.8	42.9	45.2	44.1	42.4	47.6	43.5	43.8	45.4	44.6	
东农 79-298 × 哈 75-5396	42.5	42.1	42.2	39.4	44.2	43.4	40.1	45.1	42.6	39.8	48.5	45.7	42.6	45.9	44.3	
天北白目 × 哈 75-5396	42.1	42.8	42.5	38.9	46.1	43.0	40.3	44.3	42.3	39.9	49.7	42.6	41.1	46.5	43.8	
东农 79-298 × 哈 75-5396	42.5	42.8	42.8	39.1	45.7	42.7	42.4	45.0	43.7	40.6	51.7	44.7	43.4	46.9	45.1	

为了更明显看出双亲蛋白质含量及平均值对 F<sub>2</sub> 及 F<sub>3</sub> 代单株及株系蛋白质含量最高

值 (分离上限, 以 H 表示)、最低值 (分离下限, 以 L 表示), 平均值的影响, 列表 7

表 7 组合亲本的蛋白含量与 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代单株或株系蛋白含量的相关系数  
Table 7 Correlation coefficients between protein content of parents and that of F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> plant and lines

后代 Generations Parent 亲本	F <sub>2</sub> 单株 F <sub>2</sub> plant			F <sub>2</sub> 株系 F <sub>2</sub> lines			F <sub>3</sub> 单株 F <sub>3</sub> plant			F <sub>3</sub> 株系 F <sub>3</sub> lines		
	L	H	$\bar{x}$									
	相关系数											
♀ 母 本	0.563	0.007	0.694	0.656	0.682	0.813	0.232	0.328	0.592	0.092	0.623	0.507
♂ 父 本	0.781	0.037	0.602	0.466	0.266	0.437	0.476	0.332	-0.014	0.089	0.071	-0.124
双亲平均 Average of parents	0.719	0.805	0.781	0.728	0.674	0.850	0.347	0.396	0.004	0.112	0.527	0.564

从表 7 可以看出:

1. 双亲蛋白质含量平均值与 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 单株或株系蛋白质含量的分离及平均值的影响, 往往大于某一亲本对后代的影响;
2. 双亲蛋白质含量及均值对 F<sub>2</sub> 代的影响, 大于对 F<sub>3</sub> 代的影响, 这主要原因是由于 F<sub>2</sub> 代经过人工选择的结果;
3. 无论是 F<sub>2</sub> 代还是 F<sub>3</sub> 代, 单株及株系的蛋白质含量的平均值, 表现与双亲平均值的相关系数相近;
4. 母本较父本与 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代单株或株系的蛋白的含量的各个相关系数值高, 但这不能表面地认为是母本效应, 而是由于 10 个组合中, 大部分组合是高蛋白含量亲本作母本的缘故。因此, 正确的认识应该是, 后代蛋白质含量的分离或表现, 主要受高蛋白亲本的影响, 而不在于用其作母本和父本。

表 8 F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代间单株和株系的蛋白含量的均值和高值及低值间相关系数

Table 8 Correlation coefficients of mean value, high value and low value of protein contents between F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> plant and lines

相关量 Correlation coefficient	$\bar{x}$ (平均值) (mean)	H (高值) (high value)	L (低值) (low value)
单 株 Plant	0.329	0.400	0.347
株 系 lines	0.674	0.682	0.558

### 三、早期世代蛋白质含量的遗传及选择效果

F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代单株或株系, 蛋白质含量的分离上限和下限, 均值间的相关系数 (即是遗传力) 如表 8。

从表 8 中可看出, F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub> 代间株系的蛋白质含量分离上限、下限及均值的相关系数, 明显地大于单株的相关系数。这表明蛋白质含量, 以株系的表现作选择更为有效。

表8还表明,  $F_2$ 、 $F_3$ 代间蛋白质含量分离上限、下限和均值的相关系数差异不大。我们选择,总是针对高蛋白样本的。上述结果表明,针对高蛋白后代群体材料的选择是有效的,无论是针对分离的株系,或是入选单株的平均表现,对蛋白质含量的选择均是有效的。

## 结 论

1. 亲本蛋白质含量高,则其后代一般配合力亦高。当两个亲本均为高蛋白品种时,其  $F_2$ 、 $F_3$ 的特殊配合力亦高。因此,在大豆高蛋白育种中,应多采用其它性状优良,且蛋白质含量高的品种为亲本。

2. 亲本在  $F_2$ 、 $F_3$ 代所表现的配合力效应,与亲本蛋白质含量的相关系数分别为0.511及0.667,这表明蛋白质遗传,仍以加性效应为主。

3. 母本较父本与  $F_2$ 、 $F_3$ 代单株或株系蛋白质含量的各个相关系数值为高,但这不能表面地认为是母体遗传效应的结果。实际上是各代与双亲平均值蛋白质含量高者,表现明显正相关关系。因此说,后代蛋白质含量的分离或表现,主要受高蛋白亲本的影响,而不在于用其作母本或父本。

4. 根据  $F_2$ 、 $F_3$ 分离后代的蛋白质含量表现看,株系间的变异,明显大于单株间变异。因此,根据株系的表现进行选择更为有效,但并不排除单株选择的效果。

## 参 考 文 献

- [1] 王金陵主编 1982, 大豆, 黑龙江省科技出版社
- [2] 胡明祥等, 1984, 大豆杂交后代籽粒蛋白质含量遗传研究. 中国农业科学, 6, 1984, 40—44
- [3] 海妻矩彦 (N. Kaizuma) 1979, 大豆籽粒蛋白质改良的基础研究. (JARQ) Vol. 12, No. 4 230—231
- [4] 福井重郎 1972, 大豆属植物种子蛋白质含量和氨基酸组成在属间和种间的差异, 育种学杂志, 卷 22, 4号, 1972
- [5] C. A. Brim, J. W. Burton, 1979, 大豆的轮回选择 I. 提高大豆籽粒蛋白质含量的选择 Crop Science Vol. 19 No 3—4, 1979
- [6] Simpson A. M. 等, 1983, 四个高蛋白大豆群体农艺性状之间遗传和表型关系, Crop Science 1983 23 (6) 1077—1081
- [7] Kaw R. N 等, 1981, 大豆的配合力, Indian Journal of Genetics Plant Breeding 1981 40(1) 305—309
- [8] Кочегура А., 1983, 提高每公顷蛋白质产量的大豆育种 Вестник С. Х. Наукж, 1983, 1: 65—67 (俄)
- [9] R. N. Kaw, P. Maolhara Menon 1983, Analysis of diallel crosses in Soybean Indian J. Agric. Sci. Vol. No. 12 991—997

## ANALYSIS OF DIALLEL CROSSES FOR BREEDING OF HIGH PROTEIN CONTENT SOYBEANS

Meng Qingxi Wu Tianlong Yang Qinkai  
(Northeast Agricultural College)

### Abstract

10 diallel crosses from 5 parents were made for breeding of high protein content soybeans in 1982. Analysis of protein content of  $F_2$  and  $F_3$  generations of these crosses showed that high GCA of  $F_2$  and  $F_3$  generations always correlated with high protein content of their parents. Correlation coefficient of GCA between parents and their  $F_2$  and  $F_3$  generations was 0.511 and 0.667 respectively. GCA of the high protein parent "Sioux" was the highest. SCA of crosses among Sioux and other high protein varieties were also high. The upper limit lower limit and the mean of protein content in  $F_2$  and  $F_3$  generations were influenced more by both parents than by a single parent.  $F_2$  generation was influenced more than  $F_3$  generation by their parents. Correlation coefficient of protein content between lines of  $F_2$  and  $F_3$  generation was higher than that between plants. Correlation coefficient of the upper limit the lower limit as well as the mean value of protein content between  $F_2$  and  $F_3$  generations were similar. This showed that selection of high protein samples from the segregating population was more effective.