

大豆籽粒蛋白质产量遗传分析*

彭 玉 华

(东 北 农 学 院)

摘 要

利用九个亲本六个组合的 F_2 分析了单株蛋白质产量的遗传表现, 结果表明, 大豆 F_2 代单株蛋白质产量分布呈正态, 此性状由多基因控制, 以加性效应为主。因组合不同, 单株蛋白质产量的遗传力变化从 42.1% 到 74.16%, 遗传进度变化在 2.08 到 3.85 之间。 F_2 代群体存在广泛的遗传变异, 有大量的超亲现象, 且以正向超亲为普遍, 因此, 在 F_2 代进行选择可收到较好的效果。

亲本直接影响到 F_2 的遗传变异, 双亲差异大或亲缘关系远的组合, F_2 代有较为丰富的遗传变异, 单株籽粒产量与蛋白质产量有极显著的正相关, 蛋白质产量与蛋白质含量有显著的负相关关系。

为了改良大豆的品质, 长期以来, 人们对大豆蛋白质含量以及蛋白质含量与籽粒产量的关系进行了大量的研究。结果是, 由于蛋白质含量和籽粒产量的负相关, 虽然蛋白质含量得到了显著提高, 但同时也导致了产量的降低, 因而单位面积的蛋白质产量并未得到明显的提高 (Brim 等, 1979)。Brim 等 (1979) 对两个大豆群体进行了 5 轮和 6 轮的轮回选择, 蛋白质含量平均每轮增长 0.67%, 而含油率平均每轮以 0.42% 的速度下降, 结果是群体 II A 的蛋白质百分含量从 42.8% 上升到 46.1%, 呈显著的线性反应, 而产量和含油量却分别下降 13% 和 20%, 也呈显著的线性反应。到最后, 每公顷的蛋白质总量无显著差异。尽管也有报道 (Simpson, A. M., JR; Wilcox, J. R. 1983) 认为, 蛋白质含量与籽粒产量的负相关小到可以忽略的程度, 但由于到后期世代这种相关显著性依然存在 (Sebern 等, 1984), 所以, 至今未见产量和蛋白质含量都十分突出的品种投入生产。Sebern 等 (1984) 报道, 在两个群体 A 和 B 中, F_4 代的籽粒产量与蛋白质含量的负相关都没有达到显著程度, 但到了 F_6 代, 则两者的负相关达到极显著标准。可见, 这种相关随着世代的进程是在变化的。最能说明问题的是后期世代的相关性, 因为这时的相关基本能代表稳定品种的反应。戴瓯和等 (1986) 用 35 个稳定的品

* 本研究得到高凤兰、吴忠璞老师的大力支持, 得到邱丽娟同志的帮助, 论文经王金陵教授、孟庆喜教授和杨庆凯副教授的审阅, 并提出宝贵意见, 在此一并致谢。

本文于 1987 年 4 月 22 日收到。This paper was received in April 22, 1987.

作者已调中国农科院油料作物研究所。

种进行了研究, 结果表明, 产量与蛋白质含量显著负相关 ($r = -0.9676$), 充分说明了兼顾蛋白质含量和籽粒产量的难度。

在我国现有生产水平条件下, 若不实行国家补贴的方法, 是难以推广一个低产高蛋白含量的品种的。同时, 我们也希望育出的品种在产量和蛋白质含量上不亚于现有品种, 为此, 选择了蛋白质产量这一性状研究其作为选择单位的可行性、遗传规律和选择效果, 以便为高蛋白育种寻找一条切实可行的途径。

材 料 与 方 法

选用 9 个亲本 (见表 1), 配制七个组合 (表 2) 研究单株蛋白质产量在 F_2 代的遗传分离规律及与亲本的关系。组合 C_2 因种皮破裂导致田间缺苗严重, 故从试验中剔除。1984 年配制杂交组合, 1985 年在哈尔滨香坊农场种植 F_1 代, 1986 年种植 F_2 代及其亲本。试验采用单行区随机区组排列, 重复 3 次, 行长 5 m, 行距 70 cm, 株距 10 cm, 成熟时亲本及其 F_2 每小区随机收取中间 25 株, 考种单株产量, 蛋白质分析在 1003 型定氮仪上进行 (系数 = 6.25), 同时按国家标准测定种子含水量, 蛋白质及水份分析亲本每小区 6 株, F_2 代分析 25 株, 共计 612 株, 蛋白质产量按下式求出:

$$\begin{aligned} \text{单株蛋白质产量(g)} &= \text{单株籽粒产量(g)} \times \text{蛋白质含量(\%)} \\ &\times (100 - \text{水份百分含量}) / 10^4 \end{aligned}$$

表 1 亲 本 及 其 表 现 型
Table 1 Parents and their phenotyps

编 号	名 称	单株产重(克)	蛋白质含量(%)	蛋白质产量(g)
No.	Name	Seed yield/plant(g)	Protein content(g)	Protein yield(g)
P ₁	东农 78—34 Dong Nong 78—34	12.28	45.15	5.18
P ₂	Sioux	11.18	49.28	5.44
P ₃	北丰 3 号 Bei Feng No. 3	17.84	40.86	7.2
P ₄	东农 37 号 Dong Nong No. 37	17.64	42.69	6.78
P ₅	合交 77—628 He Jiao 77—628	21.85	41.85	8.11
P ₆	东农 82—644 Dong Nong 82—644	19.36	42.23	6.6
P ₇	早生小金 Zaoshengxiaojin	17.07	46.41	6.91
P ₈	合丰 25 号 He Feng No. 25	15.38	45.56	6.27
P ₉	东农 79—298 Dong Nong 79—298	13.37	45.11	5.78

表 2 组合及其 F₂ 单株蛋白质产量的若干参数
Table 2 Crosses and some F₂ parameters for protein yield/plant

编 号 No.	亲 本 Parents	♀	♂	MP	\bar{F}_1	h_b^2 (%)	C.V.G (%)	G. A.	V_p	V_c
C ₁	P ₁ × P ₃	5.18	5.44	5.31	6.8	74.16	29.34	3.54	5.36	3.98
C ₃	P ₁ × P ₅ *	5.18	8.11	6.65	6.94	65.96	33.14	3.85	8.02	5.29
C ₄	P ₃ × F ₇	7.2	6.91	7.06	7.54	45.21	22.15	2.31	6.16	2.79
C ₅	P ₄ × P ₉	6.78	5.78	6.28	7.49	56.13	19.39	2.24	3.75	2.11
C ₆	P ₄ × P ₇	6.78	6.91	6.85	7.76	46.47	20.66	2.25	5.52	2.57
C ₇	P ₆ × P ₃	6.6	6.27	6.44	7.67	42.1	20.32	2.08	5.76	2.43

*: 双亲差异达 5% 显著水平
*: A significant difference existed between two parents

各遗传变异参数的计算公式列出如下：

环境方差： $V_e = \frac{1}{2}(V_{P_1} + V_{P_2})$

广义遗传力： $h_b^2 = (V_{F_2} - V_e) / V_{F_2} \times 100\%$

遗传进度： $G. A. = 2.06 \times \sqrt{h_b^2} \times \sigma_e$ 选择率为 5%。

遗传变异系数： $C. V. G(\%) = \sqrt{(V_{F_2} - V_e)} / \bar{F}_2 \times 100\%$

为减少误差， V_{F_2} 、 V_{p_1} 及 V_{p_2} 都采用 3 次重复的平均值。

多重比较用 Dvncan's 新复极差法。

数据处理与图形制作均在 APPLE-II 型微机上进行。

结 果 与 讨 论

一、亲本及 F₂ 代蛋白质产量的分布

图 1—6 是各组合 F₂ 代单株蛋白质产量的次数分布图。从图可见，F₂ 代各组合单株蛋白质产量都呈正态分布，呈现极为广泛的超亲分离。影响一个杂种群体分布的因素是多方面的，一是环境因素，一是遗传因素，用其它方法证明环境对该试验的影响是随机和正态的，因此，后代的分布基本上反映了群体的真实分布，即 F₂ 代大豆单株蛋白质产量的基因型分布也服从正态。因此，可以初步断定单株蛋白质产量的遗传比较复杂，由多基因控制。

二、F₂ 代的变量分析

F₂ 代的遗传变异参数见表 2。结果表明，因组合不同，大豆单株蛋白质产量的广义遗传力在 F₂ 代为 42.1% 到 74.16%；遗传变异系数为 19.39% 至 33.14%；遗传进度 G. A. 的变化在 2.08 到 3.85 之间（选择率为 5% 时），从这些参数看，大豆 F₂ 代单株蛋白质产量是一个高度可遗传的性状，存在广泛的遗传变异，具有较好的选择效果。同是这六个组合，蛋白质含量的遗传力变化在 48.04% 到 83.33% 之间，和蛋白质产量相比，其遗传力并不特别地高（蛋白质产量遗传力为 42.1% 到 74.16%）。相对遗传

进度是比较不同性状选择效果的指标, 对本研究所用六个组合蛋白质产量和蛋白质含量的相对遗传进度的计算结果表明, 蛋白质产量的相对遗传进度高达 27.12%—55.48%, 比蛋白质含量的 0.09%到 0.19 高得多。可见, 单株蛋白质产量的可遗传性和在 F_2 代的选择效果都不比蛋白质含量的差, 甚至还要强。因此, 旨在提高单位面积蛋白质产量的遗传育种, 对蛋白质产量进行选择要比对蛋白质含量进行选择更易见效。

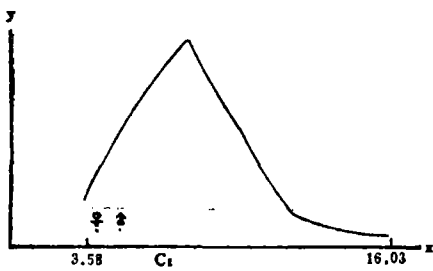


图 1 Fig. 1

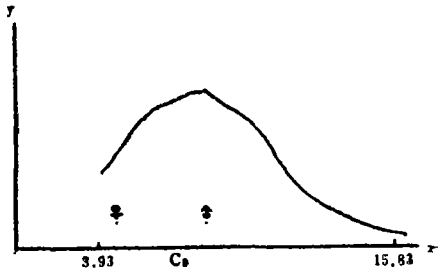


图 2 Fig. 2

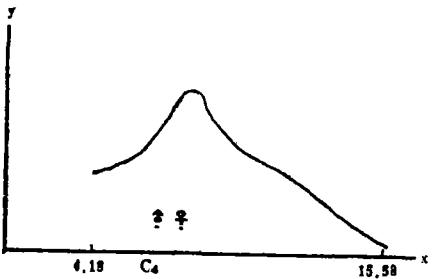


图 3 Fig. 3

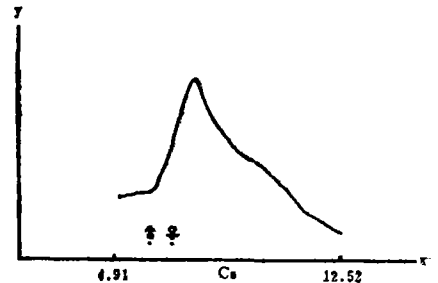


图 4 Fig. 4

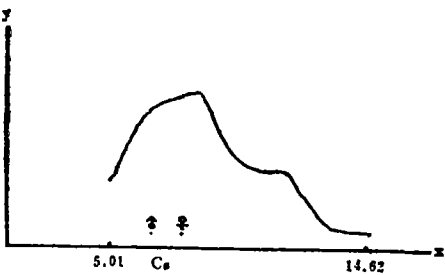


图 5 Fig. 5

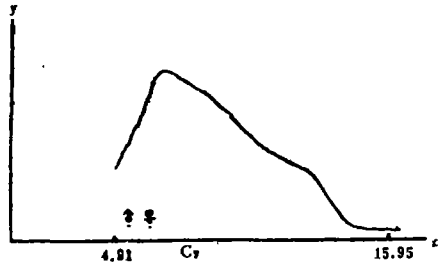


图 6 Fig. 6

图 1—6 F_2 代单株蛋白质产量分布图

Fig. 1—6 Distribution graphs of protein yield per plant in F_2

x 轴和 y 轴分别为单株蛋白质产量和次数

x and y axis are protein yield per plant and plant number respectively

三、 F_2 代的超亲分离

上面已述及, F_2 代出现了大量的超亲个体, 表 3 列出了各组合 F_2 代的超亲率和变异范围。从表 3 可见, 正向超亲相当频繁, 每一组合的正向超亲率都接近或明显高于负向超亲率。变异范围也相当广泛, 每一组合都有一些单株蛋白质产量大于 10 g 的优良

表 3 F₂ 的超亲率和变异范围
Table 3 F₂' transgressive rate and ranges

组 合 Crosses	超 亲 率 (%) Transgressive rate			变 幅 Ultimate rank
	—	+	T	
C ₁	26.67	70.67	97.33	1.5—16.03
C ₃	29.33	34.67	64	1.95—15.83
C ₄	48	49.33	97.33	2.28—15.58
C ₅	17.33	65.33	82.67	3.64—12.52
C ₆	37.33	61.33	98.67	3.41—14.62
C ₇	30.67	62.67	93.33	3.07—15.95

注：“—、+、T”分别代表负向、正向和总超亲率
Note: “—、+、T” stand for negative positive and total transgressive rate, respectively.

类型分离出来，为我们提供了丰富而又优良的选择材料。

四、F₂ 表现与亲本的关系

对中亲值 MP 与 F₂ 代群体平均值 $\overline{F_2}$ 的相单相关分析表明，两者有正相关的趋势，但没有达到显著程度 ($r=0.6508$, $r_{0.05}=0.811$)。说明选用高蛋白质产量的品种作杂交亲本对改善 F₂ 的总体表现是有利的。

亲本差异是影响 F₂ 代表现的另一重要因素。从表 2 可以看出，双亲差异大或血缘关系较远的两个品种的后代具有广泛的遗传变异。六个组合中，仅 C₃ 的双亲有显著差异，该组合的遗传变异系数 C. V. G. 为 33.14%，也是所有六个组合中最大的。组合 C₅ 和 C₇ 的亲本的所有血缘都是中国品种，双亲共同的血缘关系比较多，因此，表现出的遗传变异系数相对较小，而其他组合都含有外国亲本或外国血缘，因而后代遗传基

表 4 相 关 和 回 归 分 析
Table 4 Correlations and rogressions analysis

处 理 Treatment	籽粒产量-蛋白质产量 Seed yield/plant-protein Yield/plant			蛋白质含量-蛋白质产量 Protein content-protein Yield/plant		
	回 归 Regression		相 关 Correlation	回 归 Regression		相 关 Correlation
	a	b	r	a	b	r
亲 本 Parents	2.4401	0.2487**	0.94**	16.9228	-0.2356*	-0.6831*
组 合 C ₁ Cross C ₁	0.3468	0.3951**	0.993**	25.9369	-0.428*	-0.4963*
组 合 C ₃ Cross C ₃	0.27	0.3814**	0.9976**	44.67	-0.3522*	-0.4994*

*, **: 分别在 0.05 和 0.01 水平上显著
*, **: Significant at 0.05, 0.01 Levels indvidually

础比较丰富,表现出的变异系数也大于 C_5 和 C_7 。所以,在进行高蛋白质产量的杂交育种时,不仅又注意双亲的表型优劣,还应注意表型和血缘差异,以获得总体优良,变异丰富的杂种后代。

五、单株蛋白质产量与单株籽粒产量及蛋白质含量的关系

对组合 C_1 、 C_3 及九个亲本品种单株蛋白质产量、单株籽粒产量和蛋白质含量进行了简单相关分析,结果列于表4。结果指出,籽粒产量与蛋白质产量存在极显著的正相关关系,蛋白质含量则与蛋白质产量显著负相关,且两种相关在杂种后代和稳定品种上的表现是一致的,说明随着世代的进程,后代分离的稳定,不会改变这种相关性,因此,选育高产品种可作为选育高蛋白质产量类型的间接指标,使两者同向增长,而向高蛋白质含量方向的选择则可能导致蛋白质产量的降低。

结 论

一、大豆单株蛋白质产量在 F_2 代服从正态分布,遗传比较复杂。

二、单株蛋白质产量的遗传力和遗传进度都比较高,且遗传变异丰富,有大量正向超亲类型,故可于早期世代进行直接选择。

三、亲本的差异直接影响后代的遗传变异,亲本表型差异大的,后代遗传变异广泛,中亲值与 F_2 代平均值有正相关趋势,选择蛋白质产量高的类型作亲本较为有利。

四、蛋白质产量与籽粒产量呈极显著正相关,而与蛋白质含量呈显著负相关。因此,高产育种与选育单位面积蛋白质产量高的品种在方向与效果上是一致的,而朝高蛋白质含量方向的选择则有可能导致单位面积蛋白质产量的下降。为了培育出高蛋白质含量的品种,还应注意产量有所提高,至少不应降低,从而选出单位面积蛋白质产量也较高的品种。

参 考 文 献

- [1] 刘来福等,1984,作物数量遗传,农业出版社。
- [2] 马育华,1979,作物遗传育种的数量遗传学基础,江苏科技出版社。
- [3] 戴珉和等,1986,安徽省夏大豆籽粒蛋白质,氨基酸含量的变异和遗传研究,中国农业科学, No. 4, 34—39
- [4] J. C. Thorne and W. R. Fehr, 1970, Incorporation of High-Protein, Exotic Germplasm into Soybean populations by 2-and 3-Way Crosses, Crop. Sci. Vol. 10, 1976: 652—655
- [5] C. A. Brim etc, 1979, Recurrent Selection in Soybeans. I. Selection for increased protein in seeds, Crop sci. 9: 699—702
- [6] Simpson, A. M., JR; Wilcox, J. R. 1983, Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations Crop Sci. 23(6)
- [7] N. A. Sebern and J. W. Lambert, 1984, Effect of Stratification for percent protein in Two Soybean populations, Crop Sci. Vol. 24: 225—228

GENETIC STUDY OF SOYBEAN (*G. max*(L.)*merrill*) SEED PROTEIN YIELD

Peng Yuhua

(North East Agricultural College)

Abstract

Nine parents and F_2 of six crosses were used to study the genetic performance of seed protein yield/plant. The research of normal test showed that protein yield/plant in F_2 generation submitted normal distribution.

This character was controlled by micro-multiple-gene. Among the different crosses and additive effect was the important part of gene effect. Among the different crosses, broad sense heritability varied from 42.1 to 74.16, genetic advance was 2.08 to 3.85.

There was an extensive variability in F_2 generation, and prominent transgressive performance, especially positive transgression. So selection for high protein yield in F_2 would be very effective

Parents had a direct influence on F_2 's genetic variability. It was found that crosses with significant difference between the two parents had larger genetic variability.

There was an significant positive correlation between protein yield and seed yield, and apparent negative correlation between protein yield and protein content.