

大豆主要品质性状遗传及其配合力分析*

朱洪德

(黑龙江八一农垦大学)

余建章 周可金 徐 敏 李 贺

(沈阳农业大学)

提 要

利用7个脂肪与蛋白质含量不同亲本的12个组合,研究了脂肪、蛋白质及总量含量的遗传特点及其配合力和遗传力等参数。结果表明:①三性状均是数量性状, F_2 呈常态分布, \bar{F}_2 与中亲值几乎相等,且用中亲值预测 \bar{F}_2 更可靠。②脂肪、蛋白质含量均以基因的加性效应为主,而总量含量则加性和非加性效应均存在,且后者略占优势。③脂肪与蛋白质含量的遗传力估值较高,从 F_2 代起可对其直接选择,而总量含量则不宜在 F_2 代进行直接选择。

关键词 脂肪;蛋白质;总量含量;双列杂交;配合力;遗传力

品质育种已列入国内外大豆主要育种目标。因此,掌握大豆主要品质性状的遗传规律,明确其杂交亲本和子代以及子代间的相互关系,了解其亲本配合力的变化特点及相对大小对于选择优良亲本和后代具有实际意义。本文利用不同类型的组合研究了主要品质性状的配合力效应及其遗传规律,为大豆品质育种的亲本选配和后代选择提供依据。

材 料 与 方 法

选用九交8436-10-1、九交8436-13-4、铁84059-13-3-4-5、九交84128-8-2、九交8028-19-1、九交8423-10-3和九交8416-1-1 7个脂肪与蛋白质含量均不相同的材料作亲本,分别以 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 表示,采用NCⅡ设计,配成12个双列杂交组合,杂交方式见表1。

* 本文于1993年2月13日收到。

This paper was received on Feb. 13, 1993.

1989 年配制杂交组合,1989 年 9 月 F₁ 代按组合随机区组设计,种植于温室中。1990 年 F₂ 以组合为小区单位,随机区组设计,3 次重复,2 行区,行长 3m,株距 0.1m,行距 0.65 m,种植于沈阳农业大学东试验地内,且以同样方式种植了亲本材料。成熟后,亲本每小区取 10 株,F₂ 代每小区两端各去掉 0.5m 后取全部单株(30—40 株)进行室内考种和品质分析,品质化验以单株为单位,每株取 8g 籽粒磨粉,脂肪含量分析采用残余法,蛋白质含量分析采用双缩脲法^[2]。以小区平均数按常规方法^[1],估算亲本配合力及亲子代简单相关。数据处理采用 Basic 语言程序在 PC—1501 微机上完成。

表 1 亲本杂交设计

Table 1 Crosses between parents

\uparrow	Q ₁	Q ₂	Q ₃
	(17.35,47.13,64.48)	(20.28,43.52,63.81)	(20.95,40.35,61.30)
P ₁ (23.17,40.03,63.21)	89—1	89—5	89—9
P ₂ (20.34,43.38,63.73)	89—2	89—6	89—10
P ₃ (18.32,45.19,63.51)	89—3	89—7	89—11
P ₄ (17.02,47.02,64.04)	89—4	89—8	89—12

注:括号中数字分别代表其亲本的脂肪含量、蛋白质含量和总量含量。

Note:The numerals in brackets indicate oil content, protein content and oil & protein content of the parents, respectively.

结果与讨论

一、亲本与后代的关系

表 2 F₂ 代脂肪、蛋白质和总量含量的变异

Table 2 Variation of oil content, protein content and total content in F₂ generation

组合 Crosses	N	脂肪含量 Oil content			蛋白质含量 Protein content			总量含量 Oil & protein content		
		V. range	\bar{F}_2	C. V.	V. range	\bar{F}_2	C. V.	V. range	\bar{F}_2	C. V.
89—1	114	17.25—22.81	20.30	17.28	40.21—47.26	44.30	13.12	63.41—64.93	64.60	5.18
89—2	108	17.16—21.03	18.88	11.82	43.15—47.84	45.82	5.72	63.57—64.75	64.70	3.26
89—3	116	17.01—20.01	17.93	5.08	43.76—48.14	46.67	3.14	63.63—64.86	64.60	2.98
89—4	96	16.01—18.38	17.18	3.85	45.16—48.26	47.26	1.22	64.07—64.91	64.44	0.65
89—5	113	19.14—23.81	21.33	7.51	40.17—45.13	42.57	6.37	63.51—64.02	63.90	0.86
89—6	109	18.05—22.32	21.20	12.33	41.95—46.28	44.96	10.59	64.57—68.62	66.15	6.65
89—7	101	17.21—21.22	19.47	7.83	42.13—47.18	44.53	5.53	63.37—64.78	64.00	0.71
89—8	115	16.53—22.04	18.57	9.15	42.11—47.84	46.22	7.86	63.08—65.02	64.79	1.06
89—9	117	20.07—24.24	22.20	5.96	39.21—43.27	41.50	5.33	60.91—64.07	63.70	4.16
89—10	112	19.52—21.70	20.40	2.58	40.68—44.42	43.18	2.94	61.68—64.10	63.58	1.74
89—11	104	18.01—22.17	19.60	8.31	40.12—46.23	44.68	3.67	61.02—64.08	64.28	4.12
89—12	107	16.42—21.17	19.11	9.14	40.76—47.41	44.38	7.64	61.68—64.67	63.49	6.95

由表 2 和表 1 可知,各组合的 F₂ 代脂肪、蛋白质及总量含量的个体分离幅度大小与两亲差异大小有关。一般是两亲差异大,其 F₂ 代个体分离幅度亦大,反之亦反。三性状的

群体平均值(\bar{F}_2)基本上与其中亲值相等。

表3表明, F_2 代的脂肪含量(O)与亲本脂肪含量的高亲(HO)、低亲(LO)及中亲(MO)均呈极显著正相关,且与中亲值的相关系数为最大,说明可以用中亲值预测 F_2 代的平均脂肪含量。在蛋白质含量方面, F_2 代的蛋白质含量(P)与亲本的高亲(HP)、低亲(LP)及中亲(MP)均呈极显著正相关,且以与中亲值的关系更为密切,表明用中亲值预测 F_2 代的平均蛋白质含量更为可靠。在总量含量方面, F_2 代的总量含量(T)与亲本总量含量的低亲(LT)和中亲(MT)呈显著正相关,与高亲(HT)相关不显著。说明 F_2 代的总量含量主要是受低亲和中亲影响。因此,在品质育种的亲本选配中,应以中亲值大小来选定亲本,这样可以避免选择一亲的含量而忽略另一亲含量的情况。

表3 亲本与 F_2 代若干性状间的相关系数

Table 3 Correlation coefficients between some characters in parent and F_2 generation

F_2	亲本脂肪含量 Parental oil contents			亲本蛋白含量 Parental protein contents			亲本总量含量 Oil and protein content in parent		
	LO	HO	MO	LP	HP	MP	LT	HT	MT
O	0.8623**	0.8433**	0.9777**	-0.7417*	-0.8500*	-0.9239**	-0.4230	-0.7154**	-0.5414
P	-0.7858**	-0.8606**	-0.9483**	0.8449**	0.8210**	0.9697**	0.6452*	0.7500**	0.7253**
T	-0.0827	-0.2940	-0.2260	0.4635	0.1892	0.3852	0.6450*	0.2967	0.5916*

注:*,**分别表示在0.05和0.01水平上显著(n=12)。
Note:*,** Significant at p=0.05 and 0.01 (n=12), respectively.

二、配合力分析和亲本评价

随机机组方差分析结果表明, F_2 代的脂肪、蛋白质和总量含量在组合间均存在极显著差异。配合力方差分析表明三性状的父本GCA、母本GCA和SCA方差均达到了显著或极显著水平(见表4)。说明4个母本和3个父本的一般配合力(gca)效应以及组合的特殊配合力(sca)效应对其 F_2 代的三性状都有显著差异。

表4 F_2 代方差和配合力方差分析

Table 4 Analysis of variance and it of combining ability in F_2

变 异 来 源 Source of variation	DF	脂肪含量 Oil content		蛋白质含量 Protein content		总量含量 Oil & protein content	
		MS	F	MS	F	MS	F
重复 Rep.	2	0.1122	0.9783	0.1452	1.3050	0.0031	0.0465
组合 Cro.	11	0.4910	56.5992**	8.5738	77.0129**	1.5770	23.6731**
父本间 GCA(♂)	2	11.1334	97.065**	20.0498	180.14**	3.1939	47.965**
母本间 GCA(♀)	3	15.5216	135.323**	16.7066	150.10**	0.9253	13.89**
父×母 SCA	6	0.4282	3.733**	0.6820	6.13**	1.3638	20.48**
误 差 Error	22	0.1147		0.1113		0.0666	

(一)配合力效应分析

1. 一般配合力效应:从表5和表1可知,脂肪和蛋白质的一般配合力效应顺位与其亲

本含量高低的顺位是一致的,且在两类亲本之间完全是相反的,这是由于脂肪与蛋白质呈负相关的缘故。表明亲本脂肪含量或蛋白质含量高,其一般配合力往往也较高的趋势。这与前人的研究结果一致^[3,6,7]。因此,多数情况下,可根据亲本性状水平来推断一般配合力高低,但总量含量例外,有待进一步研究。

表5 亲本的一般配合力效应(\hat{g})及其差异显著性

Table 5 Estimates of gca effect (\hat{g}) of the parents and significant test of their deviation

脂 肪 含 量 Oil content				蛋 白 含 量 Protein content				总 量 含 量 Oil & protein content			
亲本 Parent	(\hat{g})	5%	1%	亲本 Parent	(\hat{g})	5%	1%	亲本 Parent	(\hat{g})	5%	1%
P ₁	4.78	a	A	P ₁	3.85	a	A	P ₂	1.37	a	A
P ₂	1.44	b	B	P ₃	1.86	b	B	P ₃	-0.18	b	B
P ₃	-2.04	c	C	P ₂	-0.06	c	C	P ₄	-0.34	b	B
P ₄	-4.18	d	D	P ₁	-5.64	d	D	P ₁	-0.86	c	C
Q ₃	1.94	a	A	Q ₁	14.69	a	A	Q ₂	1.07	a	A
Q ₂	1.38	b	B	Q ₂	4.02	b	B	Q ₁	0.70	b	B
Q ₁	-3.32	c	C	Q ₃	-3.72	c	C	Q ₃	-1.77	c	C

2. 特殊配合力效应:表6表明,三性状的特殊配合力效应值在同一性状上不同组合间

表6 F₂代各组合的特殊配合力效应(\hat{S}_i)及其差异显著性

Table 6 Estimates of sca effect (\hat{S}_i) of the crosses and significant test of their deviation in F₂

脂 肪 含 量 Oil content				蛋 白 质 含 量 Protein content				总 量 含 量 Oil & protein content			
组合 Crosses	\hat{S}_i	5%	1%	组合 Crosses	\hat{S}_i	5%	1%	组合 Crosses	\hat{S}_i	5%	1%
89-6	1.73	a	A	89-11	1.87	a	A	89-6	2.95	a	A
89-9	0.83	b	B	89-1	0.51	b	B	89-11	1.72	b	B
89-12	0.54	bc	BC	89-3	-0.11	bc	BC	89-1	0.90	c	C
89-1	0.40	bcd	BC	89-4	-0.09	cd	BCD	89-9	0.67	cd	CD
89-3	0.12	cd	BCD	89-9	-0.16	cd	BCD	89-8	0.56	cd	CD
89-7	0.03	cde	BCD	89-2	-0.52	de	CDE	89-3	0.23	de	DE
89-4	0.00	cde	BCD	89-10	-0.70	de	DE	89-4	-0.09	ef	EF
89-11	-0.14	de	CD	89-12	-1.01	e	E	89-12	-0.47	f	FG
89-2	-0.52	e	DE	89-6	-13.78	f	F	89-2	-1.03	g	GH
89-8	-0.54	e	DE	89-8	-13.90	f	F	89-5	-1.57	h	HI
89-5	-1.22	f	E	89-5	-15.35	g	G	89-10	-1.92	h	I
89-10	-1.22	f	E	89-7	-16.97	h	H	89-7	-1.95	h	I

都有显著差异。亲本特殊配合力高低与两亲差值不相关(脂肪 $r=-0.0915$, 蛋白质 $r=-0.1237$, 总量含量 $r=-0.0965$)。脂肪和蛋白质的特殊配合力效应最高的组合是 89-6(P₂

×Q₂)和 89-11(P₃×Q₃),其实际平均值却不是最高的,而是中等的,且其特殊配合力的顺位与其平均值的顺位是不一致的。总量含量的特殊配合力最高的组合为 89-6,实际平均值也最高,但其特殊配合力的顺位与其平均值的顺位不一致。在本试验中,由表 6 和表 1 可知,三性状的亲本含量水平以中×中,高×中和高×低的组合,其特殊配合力效应值较高。在特殊配合力高的组合中,其后代出现目标性状的个体机率较大,只要单向选择得当,选出高脂肪、高蛋白质或高总量含量的杂种后代是可能的。

(二)配合力的基因型方差

1. 配合力的基因型方差组成成份的分析:根据各方差的理论组成,进一步估算出一般和特殊配合力的基因型方差(见表 7)。从育种观点看,($\hat{\sigma}_{\alpha}^2 + \hat{\sigma}_{\beta}^2$)和 $\hat{\sigma}_{\alpha\beta}^2$ 可分别作为衡量一般配合力和特殊配合力的指标;分别计算 $\hat{\sigma}_{\alpha}^2$ 和 $\hat{\sigma}_{\alpha\beta}^2$ 占总基因型方差的百分比,即为一般配合力方差 Vg(%)和特殊配合力方差 Vs(%),可说明这两种配合力在群体性状遗传上的相对重要性。由表 7 可知,该试验群体内,脂肪含量和蛋白质含量的一般配合力均比特殊配合力更重要些。说明脂肪含量与蛋白质含量的遗传均以加性效应为主。这与前人的研究结果一致^[3-7,10-12]。但在总量含量的遗传方面,加性和非加性效应均存在,且以非加性效应略占优势。这与 Meckendry 等^[11]的研究结果不同,这是由于所取材料的遗传背景不同造成的。因此,在品质育种方法上,对脂肪或蛋白质,可以采用轮回选择来累积这些基因。Burton 等和 Brim 等^[8,9]用此法成功地提高了脂肪含量和蛋白质含量。对总量含量,则以采用相关选择或指数选择为宜,Thorne 等^[13]利用蛋白质含量与总量含量呈正相关的特点采用指数选择法,使总量含量得到了提高。

表 7 配合力的基因型方差组成分析

Table 7 Analysis of the genotypic variance composition of combining ability

项 目 Items	脂 肪 含 量 Oil content	蛋 白 含 量 Protein content	总 量 含 量 Oil & protein content
$\hat{\sigma}_{\alpha}^2$	0.9182	1.6615	0.2606
$\hat{\sigma}_{\beta}^2$	1.7119	1.8439	0.0954
$\hat{\sigma}_{\alpha\beta}^2$	0.1045	0.1902	0.4324
Vg(%)	96.18	94.85	45.15
Vs(%)	3.82	5.15	54.85

注: $\hat{\sigma}_{\alpha}^2$ 、 $\hat{\sigma}_{\beta}^2$ 和 $\hat{\sigma}_{\alpha\beta}^2$ 分别代表父本、母本及父×母互作的一般配合力和特殊配合力的基因型方差。
Note: $\hat{\sigma}_{\alpha}^2$ 、 $\hat{\sigma}_{\beta}^2$ and $\hat{\sigma}_{\alpha\beta}^2$ indicate the genotypic variances for gca of male, female parent and sca of male female interaction, respectively.

2. 亲本特殊配合力方差分析:表 8 列出了各亲本特殊配合力方差及其差异显著性。在脂肪含量方面,以 P₂ 和 Q₂ 的特殊配合力方差最大,说明 P₂ 和 Q₂ 与其它亲本杂交时,后代可出现由一般配合力估计较极端的个体,这为选育高脂肪品种提供了可能。在蛋白质含量方面,以 P₃ 和 Q₂ 的特殊配合力方差最大,表明在高蛋白质育种中,亲本 P₃ 或 Q₂ 的后代可出现更优良的个体,应给予重视。在总量含量方面,亲本 P₂ 或 Q₂ 的后代应给予考虑。

表8 亲本特殊配合力方差(R_{sca})及其差异显著性
Table 8 The estimates of sca variances of parents and significant test of their deviation

脂 肪 含 量 Oil content				蛋 白 质 含 量 Protein content				总 量 含 量 Oil & protein content			
亲本 Parent	R_{sca}	5%	1%	亲本 Parent	R_{sca}	5%	1%	亲本 Parent	R_{sca}	5%	1%
P ₂	2.35	a	A	P ₃	145.72	a	A	P ₂	6.71	a	A
P ₁	1.14	b	B	P ₁	117.93	b	B	P ₃	3.39	b	B
P ₄	0.26	c	C	P ₄	97.09	c	C	P ₁	1.85	c	C
P ₃	-0.01	c	C	P ₂	95.30	d	D	P ₄	0.25	d	D
Q ₂	1.57	a	A	Q ₂	302.21	a	A	Q ₂	5.08	a	A
Q ₃	0.80	b	B	Q ₃	1.65	b	B	Q ₃	2.42	b	B
Q ₁	0.12	c	C	Q ₁	0.16	c	C	Q ₁	0.63	c	C

(三)亲本评价

在育种利用上,亲本的利用价值可分为四类:①一般配合力效应值高,特殊配合力方差大,这类亲本最好。②一般配合力效应值高,特殊配合力方差小,这类亲本较好。③一般配合力效应值低,特殊配合力方差大,这类亲本利用价值小。④一般配合力效应值低,特殊配合力方差小,这类亲本无利用价值。依据这个原则可知:在高脂肪育种中,九交 8436-10-1(P₁)和九交 8416-1-1(Q₃)是优良的杂交亲本,九交 8436-13-4(P₂)和九交 8423-10-3(Q₂)也是较好亲本。在高蛋白质育种中,九交 8423-10-3(Q₂)是最好的亲本材料,铁 84059-13-3-4-5(P₃)和九交 84128-8-2(P₄)也较好。在总量含量育种中,九交 8436-13-4(P₂)和九交 8423-10-3(Q₂)是最好的亲本材料。可望从组合 89-6 的后代选育出总量含量高的品种。

三、遗传力分析

为了探讨性状的遗传力,把全部基因型方差占表型方差的百分比作为广义遗传力(\hat{h}^2_b);把($\hat{\sigma}^2_a + \hat{\sigma}^2_d$)视为加性方差,并将其占表型方差的百分比作为狭义遗传力(\hat{h}^2_n),三性状的遗传力列于表 9。

表9 F₂ 脂肪、蛋白质及总量含量的遗传力
Table 9 Heritabilities of oil content, protein content and total content of oil and protein in F₂

项 目 Items	脂 肪 含 量 Oil content	蛋 白 质 含 量 Protein content	总 量 含 量 Oil & protein content
\hat{h}^2_b (%)	95.97	97.08	92.21
\hat{h}^2_n (%)	92.37	92.08	41.64

从表 9 可知,脂肪含量、蛋白质含量和总量含量的广义遗传力估值均较高。对于一般配合力基因型方差较高的性状,其广义遗传力尚有一定参考价值,而一般配合力基因型方差较低的性状,若以广义遗传力指导性状选择,将会产生很大偏差。本试验结果是脂肪含

量和蛋白质含量的狭义遗传力估值均较高,而总量含量的狭义遗传力较低。因此,在品质育种中,可以从 F_2 代起对脂肪含量和蛋白质含量进行直接选择,而对总量含量在早代则不宜进行直接选择,需利用相关性状进行间接选择才能取得良好效果。

结 论

1. 脂肪含量、蛋白质含量和总量含量在 F_2 代的分离服从正态分布, \bar{F}_2 与中亲值几乎相等。中亲值与 \bar{F}_2 的关系比一亲与 \bar{F}_2 的关系密切。因此,在亲本选配或预测组合时,中亲值更为可靠。

2. 亲本脂肪含量或蛋白质含量高,则其后代一般配合力亦高。因此,在大豆高脂肪或高蛋白质育种中,应多采用脂肪或蛋白质含量高,且其它性状优良的品种(系)为亲本。

3. 脂肪含量和蛋白质含量的遗传均属数量性状遗传,均以加性效应为主。总量含量的遗传也属数量性状遗传,但加性和非加性效应均存在,且非加性效应略占优势。

4. 脂肪含量和蛋白质含量的狭义遗传力估值较高,故可于早期世代进行直接选择。总量含量的狭义遗传力估值较低,不宜在早期世代进行直接选择。

参 考 文 献

- [1] 马育华,1982,植物育种的量遗传学基础,376—437,江苏科技出版社
- [2] 张家藻等,1987,大豆粗蛋白微量快速分析,大豆科学,6(2):151—156
- [3] 孟庆喜等,1988,大豆高蛋白育种双列杂交分析,大豆科学,7(3):185—190
- [4] 刘显华,1988,大豆杂种第二代蛋白质、脂肪及其组份的配合力与遗传力分析,作物学报,14(4):303—309
- [5] 邱丽娟等,1990,大豆高蛋白育种的亲本选配和后代选择的研究, I. 大豆杂交 F_2 、 F_3 、 F_4 代蛋白质含量的遗传变异特点,大豆科学,9(4):271—277
- [6] 陈恒鹤,1987,大豆蛋白质、脂肪及其它农艺性状遗传规律的轮配分析,中国农业科学,20(1):32—38
- [7] 宋启建等,1991,大豆杂种后代蛋白质和脂肪含量的配合力研究,作物学报,17(2):128—134
- [8] Brim, C. A. et al. :1979, Recurrent selection in soybean, II. Selection for increased protein in seeds. Crop Sci., 19(4):494-498
- [9] Burton, J. W. et al. :1981, Recurrent selection in soybean, III. Selection for increased percent oil in seeds. Crop Sci., 21(1):31-34
- [10] Chauhan, V. C. et al. :1983, Genetic analysis of protein and oil content in soybean. Indian J. Agric. Sci., 53(8):634-637
- [11] Meckendry, A. L. et al. :1985, Inheritance of seed protein and seed oil content in early maturing soybean. Can. J. Genet. Cytol., 27:603-607
- [12] Sabbouh, M. Y. :1985, Combining ability for seed protein and oil content in soybeans. Soybean Genet. Newsl., 12:99-100
- [13] Thorne and Fehr,1970, In corporation of exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3- way crosses. Agron. J., 10(6):652-655

**STUDIES ON INHERITANCE AND COMBINING ABILITY
OF IN QUALITY CHARACTERS IN SOYBEANS**

Zhu Hongde

(Heilongjiang August First Land Reclamation University)

Yu Jianzhang Zhou Kejin Xu Min Li He

(Shenyang Agricultural University)

Abstract

Seven parents with different content of oil and protein were crossed in diallel pattern. The combining ability, heritability and genetic property of oil content, protein content and the total content of oil and protein were studied with diallel crossed F_2 's data of twelve crosses. Results were summarized as follows: (1) Oil content and protein content were typical quantitative characters. The segregation of these characters in F_2 generation was normally distributed. As oil and proteins approached closely the mid-parent value, the mean value of F_2 population can be estimated by mid-parent value. (2) The nature of gene action appeared to be mainly additive for the characters of oil content and protein content. There were both additive effect and non-additive effect for the total content of oil and protein, and the latter was a little higher. (3) As they have higher estimate values of heritability in F_2 , oil content and protein content can be directly selected from F_2 generation. The total content of oil and protein cannot be directly selected from F_2 generation.

Key words Oil content; Protein content; Total content of oil and protein; Diallel cross; Combining ability; Heritability