

# 紧凑型油菜数量性状的遗传与杂种优势研究<sup>\*</sup>

王俊生, 张文学, 田建华, 李殿荣  
(陕西省杂交油菜研究中心, 陕西大荔 715105)

**摘要:** 采用 ADM 模型及 MINQUE(1) 统计方法对 6 个不同遗传背景的紧凑型 and 松散型油菜品种(系) 及其 30 个 F<sub>1</sub> 组合的 14 个数量性状进行了遗传和杂种优势分析。结果表明, 株高、有效分枝高度、一次分枝角果数、主花序角果数、单株角果数、角果粒数、千粒重、角果长度和分枝夹角等性状同时受基因的加性和显性作用控制, 其中株高的显性作用大于加性作用, 其余性状的加性效应大于显性效应。主花序长度、一次分枝数、角果宽度和一次分枝长主要受基因加性效应控制; 单株角果数、角果粒数、千粒重和角果长度 4 个性状除受核基因控制外, 还受到母体基因型的显著影响。一次分枝数、一次分枝角果数和分枝夹角的 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代群体平均优势为负向优势, 其中仅分枝夹角达极显著水平, 其余性状均为正向杂种优势。F<sub>1</sub> 代群体正向超亲优势仅株高和单株产量达到显著水平, 且以单株产量的 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 代超亲优势较大(29.5% 和 12.0%)。分枝夹角的 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代负向超亲优势达极显著水平(-20.6% 和 -17.7%), 表明配制紧凑型 F<sub>1</sub> 代杂交种仅需一个紧凑型亲本。

**关键词:** 紧凑型油菜; 数量性状; 杂种优势; ADM 模型; 遗传效应

中图分类号: S565 文献标识码: A 文章编号: 1004-1389(2006)03-0031-06

## Study on Inheritance and Heterosis of Plant-type Traits in Compact Rapeseed Lines

WANG Jun-sheng, ZHANG Wen-xue, TIAN Jian-hua and LI Dian-rong

(The Hybrid Rapeseed Research Center of Shaanxi Province, Dali 715105, China)

**Abstract:** Heterosis and genetic effects of 14 quantitative-traits were studied in 6 different genesis cultivars and their 30 F<sub>1</sub> crosses in *Brassica napus* L. by ADM model and MINQUE(1) approaches. The results showed that both additive genes and dominant genes controlled the traits of plant height, effective branch height, pods of primary branches, pods of main raceme, No. of pods per plant, seeds per pod, 1000-seed weight, length of pod, the angle between stem and primary branch. However, dominant effect was more important than additive effect for plant height, for others were opposite. It was additive genes that mainly dominated length of main raceme, No. of primary branches, width of pod and length of primary branch. Besides nuclear genes, maternal genes significantly affected No. of pods per plant, seeds per pod, 1000-seed weight and length of pod. The mid-heterosis was negative in No. of primary branches, pods of primary branches and the angle between stem and primary branch, but it was positive in other traits. Only the angle between stem and primary branch was significant in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation at 0.01 levels. F<sub>1</sub> positive better-parent heterosis was significant only in plant height and seed yield per plant, and which of seed yield per plant was better (29.5% and 12.0%) in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation. The negative less-parent heterosis of the angle between stem and primary branch was highly significant in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation (-20.6% and -17.7%). These results showed that

\* 收稿日期: 2005-10-20 修回日期: 2005-12-10

基金项目: 陕西省科技厅农业攻关项目(油菜新品种选育)(2001K01-G4-01)。

作者简介: 王俊生(1970—), 陕西蒲城人, 硕士, 助理研究员, 主要从事油菜遗传育种研究。电话: 13891376132, E-mail:

www.jieesss@sohu.net

only one compact parent was necessary to get compact  $F_1$  hybrid .

**Key words:** Compact lines in *Brassica napus* L; Quantitative-traits; Heterosis; ADM model; Genetic effect

紧凑型油菜是指苗期叶片上挺,成株期分枝夹角小,个体占有相对较小的空间,适宜较高密度种植,有利于植株光合作用、生长发育和籽粒产量形成的各性状的优化株型,是一种有利于提高群体光能利用率,增加生物学产量、提高经济系数,从而获得较高产量的理想株型油菜。选育理想株型品种,有效利用生态条件增加产量,在小麦、玉米、水稻等作物上已经取得了较大的成就。在油菜育种中,继秦油 2 号和中油 821 之后,相继又育出了一大批优质杂交油菜品种,长江流域一些优质品种的产量水平较大幅度超越了中油 821,但黄淮区的高产优质品种,并未大幅度超越秦油 2 号<sup>[1]</sup>。有关甘蓝型油菜株型性状遗传和杂种优势方面的报道<sup>[2-5]</sup>虽然较多,但研究紧凑型油菜亲本性状的杂种优势和遗传的资料较少<sup>[6]</sup>。本文采用朱军<sup>[7]</sup>提出的 ADM 模型对紧凑型油菜的 14 个数量性状进行遗传及杂种优势分析,为紧凑型油菜育种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料和设计

2001 年选用紧凑型油菜亲本 5 个( $P_1 \sim P_4$ ,  $P_6$ )、松散型亲本 1 个( $P_5$ ), 6 个亲本的遗传背景如下:  $P_1$ : 1721-1B/甘白 1 号;  $P_2$ : 7399-8/A74;  $P_3$ : 8906A//Rub/Z57/单杂 875;  $P_4$ : 083/Altex//陕 2B;  $P_5$ : 垦 C1 黄;  $P_6$ : 1721-1B/Start//955B。按完全双列杂交方式组合成 30 个组合。2002 年将所配组合连同亲本自交系按完全随机区组设计,种植在陕西省杂交油菜研究中心试验地,重复 3 次,每小区种 3 行,行长 2.6 m,行株距 0.4 m $\times$ 0.166 m,折合密度 150 000 株/hm<sup>2</sup>。

### 1.2 试验方法

2003 年油菜终花后 3~5 d,在每小区中间一行选 10 株编号挂牌进行标记,并用自制 V 型量角器,测定挂牌单株倒 1~倒 5 分枝与主茎的夹角,计算其平均值,作为单株油菜分枝夹角,进行统计分析。在油菜成熟前 3~5 d,拔取每小区挂牌的 10 株油菜,进行株高、有效分枝高度、主花序

长度、一次分枝数、角果长度、角果宽度、一次分枝长的测量,同时测定一次分枝角果数、主花序角果数、单株角果数、角果粒数,成熟时按小区收获产量,并统计收获株数,换算为单株产量,同时称千粒重。

### 1.3 统计分析

采用朱军编制的《双列杂交和杂种优势的遗传分析》<sup>[7]</sup>软件进行计算。采用 MINQUE(1)的统计方法,估算各种方差分量及遗传参数,各估算值的标准误用 Jackknife 的抽样方法对区组随机抽样进行估算,用 t 测验法对遗传参数作统计检验。

## 2 结果与分析

### 2.1 亲本及其 $F_1$ 数量性状表现

从表 1 可以看出,亲本  $P_1$  和  $P_3$  具有较低的株高和分枝高度,其中  $P_1$  角果粒数较多,但千粒重和单株角果数较小;  $P_3$  具有较长的主花序长度和较多的主花序角果数、单株角果数,但角果粒数少。 $P_2$  的株高、分枝高度适中,具有最多的单株角果数,但角果较短,角果粒数少;  $P_4$  具有较低的株高、分枝高度和主花序长度以及较小的千粒重,但其一次分枝数、一次分枝角果数和角果粒数较多;  $P_5$  和  $P_6$  的株高、分枝高度较高,主花序长度较短,单株角果数均较少,但其具有较高的千粒重,而且  $P_5$  的角果粒数也较多。从分枝夹角看,  $P_1 \sim P_4$  以及  $P_6$  为紧凑型品种,  $P_5$  为松散型品种,且  $P_5$ 、 $P_2$  和  $P_3$  具有良好的单株生产力。表 1 还表明,各亲本参与杂交的  $F_1$  代平均值在不同性状间差异不同,如在株高、有效分枝部位、主花序长度上各亲本  $F_1$  无明显差异,但在单株产量上存在较大的差异,  $F_1(5)$  和  $F_1(3)$  的单株产量较高,  $F_1(4)$  和  $F_1(2)$  较低,但  $F_1(5)$  和  $F_1(3)$  高产的原因不完全相同,其中  $F_1(5)$  的角果粒数和千粒重都较高,而  $F_1(3)$  除千粒重较高外,单株角果数也较高。从各亲本的  $F_1$  分枝角度看,  $F_1(5)$  的分枝角度较大,其余亲本的  $F_1$  分枝角度均表现紧凑,这显然与各亲本自身的分枝夹角大小有关。

表 1 亲本及其 F<sub>1</sub> 数量性状表现型的平均值Table 1 Average value of quantitative traits of 6 parents and their F<sub>1</sub>

亲本与 F <sub>1</sub> Parent and F <sub>1</sub>	株高 Plant height / cm	有效分枝高度 Effective branch height / cm	主花序长度 Length of main raceme / cm	一次分枝数 / 个 No. of primary branches	一次分枝角果数 / 个 Pods of primary branches	主花序角果数 / 个 Pods of main raceme	单株角果数 / 个 No. of pods per plant	角果粒数 / 个 Seeds per pod	千粒重 1000-seed weight / g	角果长度 Length of pod / cm	角果宽度 Width of pod / cm	一次分枝长 Length of primary branch / cm	分枝夹角 / 度 Angle between stem and primary branch	单株产量 Seed yield per plant / g
P <sub>1</sub>	131.50	36.53	49.10	8.84	216.07	56.63	317.37	25.23	2.84	6.03	0.51	52.80	27.92	22.72
P <sub>2</sub>	152.13	40.20	62.93	9.17	281.57	69.07	433.87	19.67	3.53	5.10	0.55	60.40	25.91	30.06
P <sub>3</sub>	138.53	35.00	68.37	7.17	276.60	94.43	391.73	18.47	4.14	5.51	0.59	69.40	29.10	29.90
P <sub>4</sub>	145.10	44.77	49.90	9.13	283.17	57.73	365.60	26.77	2.65	6.10	0.47	51.90	25.73	25.92
P <sub>5</sub>	156.50	60.17	44.97	9.53	192.23	52.53	270.33	24.00	4.71	7.85	0.55	43.47	45.98	30.52
P <sub>6</sub>	157.63	56.37	58.97	8.67	238.77	66.93	306.77	22.77	3.72	5.94	0.58	55.13	31.54	25.97
F <sub>1</sub> (1)	159.67	52.03	57.01	9.41	271.32	66.11	371.10	25.50	3.37	6.27	0.54	56.59	27.48	31.39
F <sub>1</sub> (2)	159.78	50.93	61.27	8.89	254.66	68.75	350.00	22.17	3.78	6.31	0.52	60.35	27.78	28.77
F <sub>1</sub> (3)	159.65	50.43	65.16	8.39	268.91	78.86	378.46	22.55	4.18	6.24	0.57	63.51	29.63	34.55
F <sub>1</sub> (4)	156.05	53.93	56.69	8.79	260.84	67.74	343.31	24.08	3.38	6.48	0.54	55.31	27.73	27.21
F <sub>1</sub> (5)	163.92	56.08	56.08	9.62	232.73	67.42	332.78	25.57	4.46	7.75	0.57	52.58	33.32	37.53
F <sub>1</sub> (6)	160.97	53.62	62.04	9.09	259.03	73.01	346.37	24.26	3.84	6.37	0.57	58.09	30.60	32.10

注: F<sub>1</sub>( ) 表示由括号中的亲本参与杂交的 F<sub>1</sub> 所有组合的平均值。各性状单位下表同。

Note: F<sub>1</sub>( ) indicated the average of all F<sub>1</sub> crosses from the parents in "( )". The unit of all traits are same in following tables.

## 2.2 数量性状的群体遗传效应

从表 2 可以看出, 加性、显性和母体效应对各性状的作用不完全一致。株高、有效分枝部位、一次分枝角果数、主花序角果数、单株角果数、角果粒数、千粒重、角果长度和分枝夹角的加性方差分量和显性方差分量比值均达到了显著或极显著水平, 表明这些性状同时受基因的加性和显性作用控制, 但其中株高的显性方差比值达 0.613, 表明显性作用比加性作用对株高影响大; 而其余 8 个性状的加性方差比值相对较大, 表明加性比显

性作用对其影响大; 主花序长度、一次分枝数、角果宽度和一次分枝长的加性方差比值达极显著或显著水平, 而其显性方差比值未达显著水平, 表明这些性状主要受基因的加性作用控制; 单株角果数、角果粒数、千粒重和角果长度的母体方差分量比值达到了显著或极显著水平, 表明这 4 个性状除受核基因控制外, 还受到母体基因型的显著影响。主花序角果数、角果长度、角果宽度和分枝夹角的环境方差比值不显著, 表明这几个性状主要受遗传控制。

表 2 数量性状各方差分量与表现型方差分量比率及遗传率估计

Table 2 Estimated proportions of variance components and phenotype variance and heritability for F<sub>1</sub> quantitative traits

性状 Traits	$V_a/V_p$	$V_d/V_p$	$V_m/V_p$	$V_e/V_p$	$h^2$
株高 Plant height	0.164 **	0.613 **	0.042	0.181 *	0.206 **
有效分枝高度 Effective branch height	0.456 **	0.303 **	0.038	0.204 **	0.493 **
主花序长度 Length of main raceme	0.741 **	0.068	0.003	0.188 *	0.744 **
一次分枝数 No. of primary branches	0.304 *	0.011	0.196	0.489 **	0.500 **
一次有效角果数 Pods of primary branches	0.582 **	0.0743 *	0.107	0.236 *	0.689 **
主花序角果数 Pods of main raceme	0.765 **	0.048 *	0.000	0.187	0.713 **
单株角果数 No. of pods per plant	0.578 **	0.039 *	0.128 *	0.255 *	0.706 **
角果粒数 Seeds per pod	0.437 **	0.182 *	0.187 *	0.193 **	0.625 **
千粒重 1000-seed weight	0.790 **	0.081 *	0.040 **	0.089 **	0.830 **
角果长度 Length of pod	0.768 **	0.131 **	0.050 *	0.051	0.818 **
角果宽度 Width of pod	0.660 **	0.176	0.031	0.132	0.692 **
分枝夹角 Angle between stem and primary branch	0.834 **	0.129 **	0.011	0.025	0.845 **
一次分枝长 Length of primary branch	0.719 **	0.048	0.000	0.232 **	0.719 **
单株产量 Seed yield per plant	0.115	0.218 *	0.287	0.381 *	0.40 *

注:  $V_a/V_p$ 、 $V_d/V_p$ 、 $V_m/V_p$ 、 $V_e/V_p$  分别为加性、显性、母体、机误方差与表现型方差的比值,  $h^2$  为狭义遗传率。\* 和 \*\* 分别代表 0.05 和 0.01 的水平差异显著性, 下表同。Note:  $V_a/V_p$ 、 $V_d/V_p$ 、 $V_m/V_p$  and  $V_e/V_p$  denote proportion of additive, dominant, maternal, random variances and phenotype variances respectively;  $h^2$  is narrow hereditary capacity. \* and \*\* denote significance at 0.05 and 0.01 levels. The following tables are the same.

狭义遗传率是指显性方差之外的可稳定遗传的那一部分方差与表现型方差的比值,从表 2 中可以看出,分枝夹角的狭义遗传率最高(0.845),以下依次为千粒重(0.830)、角果长度(0.818)、主花序长度(0.744)、一次分枝长(0.719)、主花序角果数(0.713)、单株角果数(0.706)、角果宽度(0.692)、一次有效分枝角果数(0.689)、角果粒数(0.625)、一次有效分枝数(0.500)和有效分枝高度(0.493)。

### 2.3 参试亲本数量性状的遗传效应分析

通过分析参试亲本各性状的遗传效应可以明确各亲本的利用价值。表 3 表明,同一性状不同

亲本的加性效应相差较大,且大多数达到了显著或极显著水平;一次分枝数不同亲本间的显性效应无显著差异,而其余性状的显性效应存在显著或极显著的差异。各亲本在单株角果数、角果粒数、千粒重和角果长度上存在着显著或极显著的母体效应,这与方差分析一致。各性状的加性效应值并非越高越好,如株高、有效分枝部位和分枝夹角则要求亲本的加性效应值相对较小为好;而亲本某一性状的显性效应越高,其后代该性状的杂种优势越强。因此,应根据对目标性状的要求选择适当的亲本进行遗传改良和杂种优势的利用。

表 3 各亲本数量性状的遗传效应估计值

Table 3 Estimated value of genetic effect for quantitative traits of all parents

亲本 Parent	株高 Plant height		有效分枝高度 Effective branch height		一次分枝数 No. of primary branches		一次分枝 角果数 Pods of primary branches		主花序角果数 Pods of main raceme		单株角果数 No. of pods per plant			角果粒数 Seeds per pod		
	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$A_{ij}$	$D_{ij}$	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$A_{ij}$	$D_{ij}$	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$M_i$	$A_{ij}$	$D_{ij}$	$M_i$
P <sub>1</sub>	-4.03 *	17.28 **	-1.05 *	-10.42 *	0.00	-0.13	-16.68	-22.47 **	-4.17 **	-3.13	-19.45	-16.61 *	24.95	0.92 *	-0.72	0.71
P <sub>2</sub>	0.32	-5.96 *	-4.07 *	-4.85 *	0.17	0.03	25.34 **	1.86	0.92	-0.30	50.01 **	17.94	-34.29 *	-0.56 *	-1.43 *	-1.51 *
P <sub>3</sub>	-2.23	-13.69 *	6.65 **	-6.42 **	-0.67 **	-0.14	16.54	-4.00	12.20 *	2.66	30.34	-6.38	-3.83	-1.76 *	-1.70 **	-0.17
P <sub>4</sub>	0.05	-8.38 *	1.82	-7.81 *	0.26 *	0.02	11.59	6.88	-3.49 **	-3.69	6.47	7.56	-10.11	2.22 **	0.40	-1.44 *
P <sub>5</sub>	1.97	-6.83 **	7.37 *	-1.48	-0.08	0.01	-48.60 *	1.19	-7.98 *	-3.83	-67.81 *	-1.93	39.49	-0.33	-0.57	1.64 *
P <sub>6</sub>	3.92 **	-6.16	2.58 *	0.27	0.32 *	-0.17	11.81	-18.03 *	2.52+	-4.36 *	0.44	-19.44 *	-16.20	-0.48 *	-0.69	0.76 **

  

亲本 Parent	主花序长 Length of main raceme		一次分枝长 Length of primary branch		角果宽 Width of pod		分枝夹角 Angle between primary branch and stem		单株产量 Seed yield per plant		千粒重 1000-seed weight			角果长 Length of pod		
	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$A_{ij}$	$D_{ij}$	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$A_{ij}$	$D_{ij}$	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$A_{ii}$	$D_{ii}$	$M_i$	$A_{ij}$	$D_{ij}$	$M_i$
P <sub>1</sub>	-1.83	-3.69 *	-1.37 *	-1.32	-0.02 **	-0.01	-1.44 **	1.16 **	-1.94	-4.19 **	-0.29 **	-0.19	-0.21 **	-0.03	-0.16	-0.20 *
P <sub>2</sub>	2.62 **	-0.34 *	3.02 *	-1.31 *	0.00	0.02	-2.03 **	-0.10	1.08 *	-0.11	-0.24 **	-0.02	0.20 **	-0.54 **	-0.51 **	0.15
P <sub>3</sub>	7.80 *	-2.09	6.84 *	-0.01	0.02 *	0.00	-0.34 *	-0.17	2.35 **	-4.87 **	0.27 *	-0.17	0.10	-0.29 **	-0.34 *	-0.08
P <sub>4</sub>	-3.73 *	-2.03 *	-1.91	-0.91	-0.03 **	-0.03 *	-2.58 **	0.17	-0.39	-0.70	-0.49 **	-0.20 **	-0.04	0.06 **	-0.30 *	-0.11 *
P <sub>5</sub>	-6.75 *	-2.88 **	-6.55 *	-1.83	0.01 **	-0.02 *	5.39 **	5.74 **	-1.03	-3.18	0.74 **	-0.22	-0.07	0.92 **	-0.43 **	0.28 *
P <sub>6</sub>	1.89 *	-2.69 *	-0.03	-1.48	0.03 *	-0.01 **	1.00 *	0.05	-0.07	-3.99 *	0.01	-0.08	0.03	-0.12 *	-0.23	-0.05

注:  $A_{ii}$ ,  $D_{ii}$ ,  $M_i$  分别为各亲本的加性效应值、显性效应值和母体效应值。

Note:  $A_{ii}$ ,  $D_{ii}$  and  $M_i$  are additive, dominant and maternal effective value of parents respectively.

### 2.4 数量性状的平均杂种优势分析

由表 4 可知,一次分枝数、一次分枝角果数和分枝夹角的 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代群体平均优势均为负向优势,其中分枝夹角达极显著水平;其余性状均为正向优势,且其中除单株有效角果数、一次分枝长未达到显著水平外,其余性状均达到了极显著或显著水平,表明它们均具有较强的正向杂种优势。F<sub>1</sub> 代群体超亲优势仅株高、有效分枝部位、单株产量 3 个性状为正向超亲优势,且仅株高和单株产量达到显著水平,其余性状 F<sub>1</sub> 代群体超亲优势均为负向,其中分枝夹角负向超亲优势达极显著水平,这对配制紧凑型 F<sub>1</sub> 代杂交种非常有利。F<sub>2</sub> 代群体超亲优势仅单株产量和株高为正向超亲,

且仅单株产量达到显著超亲水平,其余性状均为负向超亲优势。F<sub>1</sub> 代中,单株产量表现出最强的正向超亲优势,达到了 29.5%,在 F<sub>2</sub> 代虽也表现出显著的正向超亲优势,但仅超过优亲平均值的 12%,在生产上利用价值不大,因而,目前在油菜生产上主要利用 F<sub>1</sub> 代产量的杂种优势。另外,从产量构成主要因素看,单株角果数 F<sub>1</sub> 代仅有微弱的杂种优势,而角果粒数和千粒重的杂种优势较强,因而 F<sub>1</sub> 代单株产量的杂种优势主要是由角果粒数和千粒重的杂种优势引起的。这与以上方差比率分析中角果粒数和千粒重的显性方差比率较大的结果一致。

表 4 数量性状的杂种优势表现

Table 4 Average genetic performances of F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> for quantitative traits in all crosses of rapeseed

项目 Item	株高 Plant height	有效分枝高度 Effective branch height	一次分枝数 No. of primary branches	一次分枝长 Length of primary branch	一次分枝角果数 Pods of primary branches	主花序长 Length of main raceme	主花序角果数 Pods of main raceme
Pre(F <sub>1</sub> )	162.09 *	53.96 **	8.55 **	58.10 *	259.72 *	60.34 **	70.87 **
Pre(F <sub>2</sub> )	154.40 **	49.70 **	9.29 **	56.97 *	254.41 *	58.15 **	68.76 **
HpmF <sub>1</sub>	0.093 **	0.154 **	-0.002	0.034	-0.041 *	0.074 *	0.076 *
HpmF <sub>2</sub>	0.047 **	0.077 **	-0.001	0.017	-0.021 *	0.037 *	0.041 *
HpbF <sub>1</sub>	0.058 *	0.028	-0.047 *	-0.069	-0.123 **	-0.032	-0.169 *
HpbF <sub>2</sub>	0.011	-0.049 *	-0.046 *	-0.086 *	-0.144 **	-0.069 *	-0.182 **

  

项目 Item	单株角果数 No. of pods per plant	角果长度 Length of pod	角果宽度 Width of pod	角果粒数 Seeds per pod	千粒重 1000-seed weight	分枝夹角 Angle between stem and primary branch	单株产量 Seed yield per plant
Pre(F <sub>1</sub> )	354.86	6.615 **	0.553 **	24.15 **	3.857 **	29.09 **	32.50 **
Pre(F <sub>2</sub> )	351.59	6.349 **	0.546 **	23.51 **	3.727 **	30.02 **	29.99 **
HpmF <sub>1</sub>	0.014	0.078 **	0.022 **	0.053 **	0.065 *	-0.058 **	0.351 **
HpmF <sub>2</sub>	0.007	0.039 **	0.011 **	0.026 **	0.033 *	-0.029 **	0.176 **
HpbF <sub>1</sub>	-0.104 *	-0.011	-0.033 *	-0.038 *	-0.077	-0.206 **	0.295 *
HpbF <sub>2</sub>	-0.111 *	-0.050 **	-0.044 **	-0.064 **	-0.109 *	-0.177 **	0.120 *

注: HpmF<sub>1</sub> 和 HpmF<sub>2</sub> 分别指杂种 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代群体平均优势; HpbF<sub>1</sub> 和 HpbF<sub>2</sub> 分别指杂种 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 代群体超亲优势。

Note: HpmF<sub>1</sub> and HpmF<sub>2</sub> are mean heterosis of F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> generation respectively; HpbF<sub>1</sub>, HpbF<sub>2</sub> are better-parent heterosis of F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> generation respectively.

### 3 讨论

3.1 紧凑型油菜株高、有效分枝高度、一次分枝角果数、主花序角果数、单株角果数、角果粒数、千粒重、角果长度和分枝夹角等性状同时受基因的加性和显性作用控制,但株高的显性作用大于加性作用,其余 8 个性状的加性效应大于显性效应。主花序长度、一次分枝数、角果宽度和一次分枝长主要受基因加性效应。单株角果数、角果粒数、千粒重和角果长度 4 个性状除受核基因控制外,还受到母体基因型的显著影响,但角果粒数、角果长度受到的影响分别与张书芬<sup>[8]</sup>、王瑞<sup>[9]</sup> 研究结果不同,这可能与试验选择的品种类型有关。各性状狭义遗传率是不同的,对狭义遗传率较高的性状如分枝夹角、千粒重和角果长度等在早期世代选择具有较好的效果,对株高、单株产量、有效分枝高度、一次分枝数等狭义遗传率较低的性状在高世代选择比较有效。

3.2 在杂交育种中,主要目标性状以加性效应好,显性效应不明显的品种做亲本时,后代获得优良个体的频率增加,选育优良品种的可能性增大。对参试亲本数量性状的加性效应和显性效应的预测表明,以 P<sub>1</sub> 做亲本可以提高杂种后代的角果粒数和降低株高;以 P<sub>2</sub> 做亲本可以提高杂种后代的一次分枝长、主花序长度,进而提高了一次分枝角果数、单株有效角果数和单株产量;P<sub>3</sub> 可以提高杂种后代的一次分枝长、主花序长度、主花序角果

数、角果宽度和千粒重,进而提高单株产量;P<sub>4</sub> 可以提高杂种后代的角果粒数和一次分枝数;P<sub>5</sub> 的杂种后代一般较高大,分枝高度较高,单株角果数少,但千粒重大,角果长而宽;另外亲本 P<sub>5</sub> 分枝夹角加性效应值大,其杂交后代出现分枝夹角大的植株的概率也大。P<sub>6</sub> 的杂种后代株型高大,分枝数多,主花序长,角果宽,单株角果数和千粒重适中。

3.3 母体效应表明了正反交之间的差异,可以指导育种者正确选择优亲做母本,从而有利于在杂种后代中选择出目标性状。朱军的 ADM 模型在估算遗传方差和遗传力的同时,可以比较准确地估算出亲本各性状的母体效应。本研究表明,单株角果数、角果粒数、千粒重和角果长度具有显著的母体效应,但母体方差占表现型方差的比值较小,其余性状除主花序角果数和一次分枝长未检测到母体效应外,均检测到微弱的母体方差,这一点与朱军<sup>[7]</sup> 提出的大多数农艺性状不存在正反交效应较为一致。各亲本在这 4 个性状上的母体效应具有显著差异,应根据育种目标,选择适宜亲本做母本,以达到预期的改良目标。如单株角果数母体效应值以 P<sub>5</sub> 和 P<sub>1</sub> 较大, P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub> 和 P<sub>6</sub> 较小,因而以单株角果数为改良目标时, P<sub>5</sub> 和 P<sub>1</sub> 做母本好;以次类推,选育多粒品种时, P<sub>5</sub>、P<sub>6</sub> 和 P<sub>1</sub> 做母本较好;以千粒重为改良目标时, P<sub>2</sub>、P<sub>3</sub> 和 P<sub>5</sub> 做母本较好。

3.4 分枝夹角具有很高的狭义遗传率,达

84.5%，另外分枝夹角具有显著的显性遗传效应和负向超亲优势，这一点也有利于紧凑型油菜的品种选育和杂种优势利用。

#### 参考文献:

- [1] 梅得圣, 李云昌. 中国油菜高产育种进展[J]. 湖北农业科学, 2003 (4): 35~39.
- [2] 张建一, 杨世尧, 赖群启. 几个甘蓝型油菜的配合力分析[J]. 中国农业科学, 1983(2): 26~32.
- [3] 虞辉, 官春云, 王国槐. 甘蓝型油菜的杂种优势、配合力及通径分析[J]. 湖南农学院学报, 1989, 15(3): 21~31.
- [4] 刘绚霞, 董振生, 刘创社, 等. 甘蓝型优质杂交油菜主要农艺性状配合力与遗传力研究[J]. 中国油料作物学报, 2001, 23(3): 1~4.

- [5] Grant I, Beversdor W D. Heterosis and combining ability estimates in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.) [J]. *Can Genet Cyto*, 1985, 27: 472~478.
- [6] 张文学, 李殿荣, 田建华. 甘蓝型油菜紧凑型 and 松散型杂种一代分枝性状的遗传效应[J]. 中国农学通报, 2001, 16(5): 17~19.
- [7] 朱军. 遗传模型分析方法[M]. 北京: 农业出版社, 1997. 98~104.
- [8] 张书芬, 宋文光, 任乐见, 等. 甘蓝型双低油菜数量性状的遗传力及基因效应[J]. 中国油料, 1996, 18(3): 1~3.
- [9] 王瑞, 李加纳, 湛利, 等. 甘蓝型黄籽油菜株型性状的遗传分析[J]. 西南农业大学学报, 2003, 25(3): 248~250, 261.

(上接第8页)

贫致富奔小康问题提供了一个重要途径, 也是退耕还草、草畜结合的畜种选择的较佳方案。

3.3 波尔山羊与关中奶山羊杂交,  $F_1$  羊生长发育速度快, 耐粗饲, 易管理, 适应性强, 而  $F_2$   $F_3$  羊生长发育速度减慢, 接近纯种波尔山羊, 不具明显优势, 因此在杂交一代就可以进行横交固定, 培育具有高生产性能的肉用山羊新品种、品系, 提高我国肉用山羊的生产水平, 满足市场对羊肉的需求。

3.4 波尔山羊与关中奶山羊的杂交后代在生长发育性能方面具有明显的杂交优势, 在生产中应利用其生长速度快的特点, 在广大农村地区应大面积推广, 提高羔羊肉的生产, 以增加农民的收入。

#### 参考文献:

- [1] 曹斌云, 张万民, 魏志杰, 等. 布尔山羊与关中奶山羊杂交改良效果分析[J]. 畜牧兽医杂志, 2000, 19(5): 10~12.
- [2] 祝发明, 杜保华, 曹斌云. 用波尔山羊杂交改良的我国当地山羊肉用性能显著提高[J]. 草食家畜(季刊), 2003(3): 17

- [3] 楼林珠, 黄建成, 张伏生, 等. 波尔山羊杂交改良萨能山羊和本地山羊试验报告[J]. 中国草食动物, 2004(1): 21~23.
- [4] 张红平, 陈圣偶. 波尔山羊与南江黄羊杂交一代生长发育研究[J]. 四川农业大学学报, 1999, 17(4): 406~410.
- [5] 陈天宝, 熊朝瑞, 王教勋, 等. 波尔山羊改良仁寿本地羊杂交一代( $F_1$ )羊生长发育研究[J]. 四川畜牧兽医, 2000, 27(8): 17~18.
- [6] 李亚东, 黄永宏, 王志东, 等. 波尔山羊与长江三角洲白山羊杂交一代生长模型的研究[J]. 当代畜牧, 2000, (2): 35~36.
- [7] 钟银祥. 波尔山羊改良板角山羊杂交一代羊的生长发育研究[J]. 中国草食动物, 2003, 23(3): 22~23.
- [8] 刘春吉, 张广智, 滕好运, 等. 波尔山羊与当地奶山羊杂交效果的初步研究[J]. 山东农业科学, 2001, (2): 39~40.
- [9] 冯敏山, 李祥龙, 刘铮铸, 等. 波尔山羊及波唐杂交一代山羊生长发育规律研究[J]. 中国畜牧杂志, 2004, 40(11): 25~27.
- [10] 内蒙古农牧学院主编. 家畜育种学[M]. 北京: 农业出版社, 1993. 247~258.