

甘蓝型油菜不育核质效应的遗传研究*

何余堂 李殿荣 田建华

(陕西省农垦科研中心,陕西大荔 715105)

摘 要 用细胞质雄性不育系陕2A保持系陕2B和细胞质雄性不育系波里马A保持系波里B,进行核质置换,再与3个不同品质的恢复系进行不完全双列杂交,研究不育核质效应对杂种F₁的影响,比较陕2A和波里马A核质效应的异同。结果表明:杂种F₁的农艺性状是由加性效应和非加性效应控制的,而以加性效应为主;雄性不育的核质效果对杂种F₁有重要影响;雄性不育细胞核的遗传效应极显著地大于细胞质;陕2A的细胞核和核质遗传效应极显著地优于波里马A,细胞质遗传效应在一些农艺性状上也显著优于波里马A。

关键词 不育核质效应,甘蓝型油菜,农艺性状,配合力

中图分类号 S565.403.2

甘蓝型油菜雄性不育系波里马A的发现,陕2A三系的育成及其杂种“秦油二号”的成功推广,将油菜杂优利用推向了一个新的阶段^[1]。小麦^[2]、水稻^[3]、棉花、玉米^[4]、油菜^[5]等主要农作物的研究表明,作物杂种优势的表现与亲本细胞核与细胞质的遗传效应有关。近年来,国内外学者^[5~8]对油菜雄性不育的遗传效应研究认为,波里马A和陕2A不育胞质对杂种F₁的农艺性状和抗病性无不良影响^[5];湘矮A不育胞质对杂种经济性状影响不大^[6];油菜不育细胞质对杂种一代主要农艺性状表现呈负效应趋势,但不同来源的胞质在不同性状上的遗传效应有明显的组合特异性差异^[7];不育细胞质对杂种性状有一定的影响,在进行雄性不育系选育时绝不能低估细胞质的遗传效应^[1]。但这些研究并未涉及不育细胞核与不育细胞质互作的遗传效应。本文通过对波里马A波里马B和陕2A陕2B的核质互换,旨在进一步探讨油菜不育细胞核、细胞质互作效应对杂种一代主要农艺性状遗传效应的影响,明确两种不育细胞质、细胞核遗传效应的性质和异同,为杂交油菜育种提供理论依据。

1 材料与方法

材料 波里马A波里马B,由华中农业大学作物遗传育种研究所提供;陕2A陕2B及恢复系垦C1(双高)、86092(低芥)、7399-8(双低)等由陕西省农垦科研中心提供。

方法 试验于1989年4月至1993年6月在陕西省农垦科研中心试验地进行。用于核质转换的不育系组合为:陕2A×陕2B陕2A×波里马B波里马A×陕2B波里马A×波里马B。从1989年4月至1993年6月共回交5代,以形成的4个核质不同的不育系A(陕2A×陕2B)、B(陕2A×波里马B)、C(波里马A×陕2B)、D(波里马A×波里马B)为母本,以3个不同品质的恢复系E(86092,低芥)、F(垦C1,双高)、G(7399-8,双低)为父本,采用不完全

双列杂交法,于 199 年 4 月杂交配制 12 个组合,199 年 9 月在陕西省农垦科研中心试验地种植. 随机区组设计,重复 3 次. 3 行区,行长 3 m,行距 0. 4 m,株距 0. 14 m,小区留苗 64 株. 油菜成熟时,每小区随机取 10 株考察其 16 个农艺性状.

统计分析 根据不完全双列杂交模型 I (固定模型)对 16 个农艺性状进行配合力计算^[9-11],通过 16 个性状组合的平均表现和配合力等综合评判,对不育系、恢复系的差异作出评价,并分析不育细胞核、细胞质、核质互作遗传效应及其差异显著性. 综合评价采用名次倒序计分方法. 全部试验数据按照西北农业大学基础课部数学组编写的多元统计软件,在 IBM 兼容机上运算分析.

2 结果与分析

2. 1 农艺性状的方差分析

从方差分析(表 1)及多重比较结果(表 2)看,16 个农艺性状的组合间均达到极显著差异水平;性状(除有效分枝部位外)的亲本均方均大于交互作用均方;株高、有效分枝部位、二次分枝数、二次分枝角果数、每果粒数、单株产量和含油量等 7 个性状的显性势在 0. 28~0. 79,其余均为 0. 说明性状组合间具有本质的遗传差异,且这些性状受加性和非加性基因效应控制,而以加性基因效应为主.

表 1 各农艺性状方差分析结果的显著性

模型	项 目	株高 cm	有效分 枝部位	一次分 枝数	二次分 枝数	主花序 长 (cm)	角 果		角果数					每果 粒数	千粒重 (g)	单株 产量 (g)	含油量 (%)
							长度 (cm)	宽度 (cm)	主花序	一次 分枝	二次 分枝	分枝	单株				
模型 I	母本	**	**	*	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	父本	**	*	**	**	**	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	交互作用	**	**	-	**	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	*	*
模型 II	母本	**	*	-	**	-	-	*	-	*	*	*	*	*	-	*	-
	父本	-	-	*	*	*	*	*	*	*	-	*	*	*	-	*	*
	交互作用	**	**	-	**	-	-	-	-	-	*	-	-	*	-	*	*
显性势 (显性度)		0. 51	0. 57	0. 00	0. 26	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 00	0. 47	0. 00	0. 00	0. 41	0. 00	0. 28	0. 79

表 2 父母本各组合间农艺性状多重比较结果 (LSD_{0. 01})

组合	株高 (cm)	组合	有效分 枝部位	组合	二次分 枝数	组合	二次分 枝角数	组合	每果 粒数	组合	单株产量 (g)	组合	含油量 (%)
CE	196. 4	CE	88. 63	AE	6. 63	AE	44. 23	AE	28. 90	AE	31. 47	CG	39. 88
AE	192. 0	AF	80. 17	AF	5. 27	CE	43. 57	CE	27. 80	CE	25. 63	DG	39. 21
AF	185. 7	AE	79. 17	CE	4. 57	AF	41. 00	AF	25. 67	AF	25. 60	BE	39. 06
CF	185. 2	CG	77. 70	AG	4. 37	AG	31. 17	AG	25. 17	CF	24. 00	AE	39. 01
CG	182. 2	CF	75. 70	CF	4. 00	CF	26. 47	BE	24. 17	AG	23. 90	DE	38. 83
AG	181. 7	AG	73. 47	BE	3. 23	CG	22. 13	CF	23. 70	BE	23. 07	AG	38. 62
DG	174. 0	BF	70. 40	CG	3. 10	BF	19. 00	DF	23. 67	DF	21. 40	CE	38. 45
BF	173. 0	DE	68. 13	BF	2. 73	BE	18. 77	CG	23. 23	DE	20. 23	AF	37. 99
DE	172. 2	DG	67. 40	DE	2. 73	BG	16. 93	DE	22. 67	CG	19. 70	CF	37. 64
BE	169. 7	DF	65. 30	BG	2. 73	DG	16. 10	BF	20. 93	BF	17. 13	BG	37. 52
DF	163. 1	BE	62. 60	DG	2. 17	DE	15. 03	BG	20. 50	BG	17. 27	DF	37. 51
BG	159. 2	BG	61. 87	DF	1. 93	DF	13. 60	DG	18. 93	DG	16. 20	BF	36. 68

2.2 不育系、恢复系评价

2.2.1 用组合性状表现综合评价亲本 由表 3可以看出,组合 AE AF和 AG分别为第 1,2,5名;组合 BE BF和 BG分别为第 6,9,11名;组合 CE CF和 CG分别为第 3,4,7名;组合 DE DF和 DG分别为第 8,10,12名。从组合的前 6名看,评价不育系出现的名次和分数比依次为 A: C: B: D= 44: 33: 12: 7,恢复系出现的名次和分数比依次为 E: F: G= 44: 30: 22.再结合表 的结果,可以看出:不育系的优劣顺序为 A> C> B> D,恢复系的优劣顺序为 E> F> G.

表 3 亲本与组合的综合评价 (频率与名次)

亲本与组合		株高 (cm)	有效分 枝部位	分枝数		主花 序长 (cm)	角果 (cm)			角果数					每果 粒数	千粒重 (g)	单株 产量 (g)	含油量 (%)	总计	综合 名次
				一次	二次		长度	宽度	主花序	一次 分枝	二次 分枝	分枝	单株							
亲 本 次 数 (前 六 个 组 合)	A	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	44	1	
	C	3	3	1	2	2	1	2	2	2	3	3	3	2	1	2	1	33	2	
	B	0	0	2	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	2	1	1	12	3	
	D	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	7	4	
	E	2	2	3	3	3	4	3	4	1	2	2	2	3	4	3	3	44	1	
	F	2	2	3	2	2	1	2	2	3	2	2	2	2	1	2	0	30	2	
	G	2	2	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	1	1	1	3	22	3	
组 合 得 分 (名 次 倒 序 记 分)	AE	11	10	10	12	12	12	12	12	8	12	10	11	12	7	12	9	172	1	
	AF	10	11	9	11	11	8	9	8	11	10	12	12	10	11	10	5	158	2	
	CE	12	12	4	10	10	11	10	11	6	11	9	9	11	10	11	6	153	3	
	CF	9	8	8	8	7	6	8	7	12	8	11	10	7	3	9	4	125	4	
	AG	7	7	5	9	8	7	11	5	7	9	8	8	9	6	8	7	121	5	
	BE	3	2	11	7	6	10	7	10	3	5	3	4	8	12	7	10	108	6	
	CG	8	9	3	6	4	5	6	3	10	7	7	7	5	1	4	12	97	7	
	DE	4	5	7	4	9	9	5	9	2	2	2	2	4	8	5	8	85	8	
	BF	5	6	12	5	3	1	2	6	9	6	6	6	3	5	3	1	79	9	
	DF	2	3	6	1	5	4	4	4	5	1	4	5	6	4	6	2	62	10	
	BG	1	1	2	3	1	2	1	2	4	4	5	3	2	9	2	3	45	11	
	DG	6	4	1	2	2	3	3	1	1	3	1	1	1	2	1	11	43	12	

2.2.2 用配合力评价亲本 由表 4可以看出,4个不育系一般配合力在各性状中的名次次数比例很不相同,名次按 1: 2: 3: 4排列,则 A为 10: 6: 0: 0; B为 2: 0: 8: 6; C为 4: 10: 1: 1; D为 0: 0: 7: 9. 3个恢复系一般配合力在各性状中的名次次数比例按 1: 2: 3排列, E为 12: 3: 1; F为 4: 11: 1; G为 0: 2: 14. 因而在一般配合力上,不育系的优劣顺序为 A> C> B> D,恢复系的优劣顺序为 E> F> G.关于特殊配合力方差,各亲本在 16个性状中同样亦有差异, A, B, C和 D的特殊配合力方差总和分别为 10. 33, 90. 18, 80. 1和 81. 41,而 E, F和 G的特殊配合力方差总和分别为 52. 89, 47. 90和 57. 25.综合各亲本的一般配合力和特殊配合力方差可得出: A的一般配合力高,而特殊配合力方差小,因而在配合力上具有“广谱”性; C的一般配合力不如 A,但特殊配合力方差较 A大,故在组合选择适当时有一定潜力. 3个恢复系一般配合力差异大,而特殊配合力方差相差不大. 综合看 E明显优于 F和 G,由此得出, A C与 E所配组合应优于其他,且 A的组合优于 C,这从各组合的表现也得到证实.

表 4 亲本一般配合力 (gca)及其特殊配合力方差 (V_{sca})分析结果 (LSD_{0.01})

株高 (cm)			有效分枝部位			一次分枝数			二次分枝数		
gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}
C	10.08	7.43	C	8.13	28.11	B	0.31	0.14	A	1.83	0.23
A	8.61	0.00	A	5.06	0.62	A	0.05	0.02	C	0.30	0.04
D	- 8.10	45.04	D	- 5.60	3.15	C	- 0.17	0.01	B	- 0.81	0.04
B	- 10.59	32.08	B	- 7.59	19.66	D	- 0.19	0.01	D	- 1.31	0.17
E	4.73	5.55	E	2.90	15.38	F	0.31	0.07	E	0.70	0.12
F	- 1.13	23.66	F	0.35	18.04	E	0.12	0.00	F	- 0.11	0.03
G	- 3.60	26.06	G	- 2.44	0.95	G	0.43	0.04	G	- 0.59	0.17
主花序长 (cm)			角果长度 (cm)			角果宽度 (cm)			主花序角果数		
gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}
A	3.52	0.00	A	0.20	0.00	A	0.21	0.00	A	3.36	3.00
C	1.48	0.00	C	0.00	0.01	C	0.06	0.00	C	2.26	0.36
D	- 1.16	3.30	D	- 0.06	0.00	D	- 0.13	0.00	B	- 1.79	0.00
B	- 3.34	0.00	B	- 0.13	0.02	B	- 0.13	0.00	D	- 3.84	5.40
E	2.84	0.00	E	0.40	0.00	E	0.09	0.00	E	5.38	0.00
F	1.04	0.00	F	- 0.16	0.01	F	00.03	0.00	F	1.54	0.00
G	- 3.88	3.79	G	- 0.25	0.00	G	- 0.06	0.00	G	- 6.92	8.49
一次分枝角果数			二次分枝角果数			分枝角果数			单株角果数		
gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}
C	15.99	0.00	A	13.13	4.18	A	27.51	0.00	A	31.04	0.00
A	14.39	0.00	C	5.06	43.11	C	21.04	0.00	C	23.25	0.00
B	- 7.90	0.00	B	- 7.34	7.27	B	- 15.33	24.90	B	- 17.18	5.40
D	- 22.47	0.00	D	- 10.76	18.32	D	- 33.22	0.00	D	- 37.18	0.00
F	15.63	0.00	E	4.73	29.34	F	14.98	0.00	F	16.46	0.00
G	- 5.73	0.00	F	- 0.65	2.14	E	- 5.16	0.00	E	0.32	0.00
E	- 9.90	0.00	G	- 4.08	17.10	G	- 9.81	0.00	G	- 16.79	0.00
每果粒数			千粒重 (g)			单株产量 (g)			含油量 (%)		
gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}	gca		V _{sca}
A	2.80	0.13	B	0.12	0.00	A	4.69	2.10	C	0.29	0.46
C	1.13	0.57	A	0.05	0.01	C	0.81	0.00	A	0.17	0.04
B	- 1.91	0.16	D	- 0.08	0.00	B	- 2.48	0.01	D	0.15	0.00
D	- 2.02	3.46	C	- 0.09	0.01	D	- 3.02	2.86	B	- 0.62	0.50
E	2.11	0.56	E	0.11	0.01	E	2.80	1.61	E	0.47	0.32
F	- 0.29	2.01	F	- 0.01	0.00	F	0.23	1.94	G	0.44	0.34
G	- 1.82	0.31	G	- 0.10	0.00	G	- 3.03	0.00	F	- 0.91	0.00

注: A, B, C, D代表母本, E, F, G代表父本

2.3 核质效应分析

2.3.1 同质异核效应分析 不育系 A和 B与 C和 D为同质异核,从上面的分析得知,由组合性状表现的综合评价和一般配合力表现看,均有 A> C> B> D;另外,从16个性状的配合力方差分析看,A和 B在株高、有效分枝部位、二次分枝数、主花序长、角果宽度、二次分枝角果数、分枝角果数、单株角果数、每果粒数及单株产量等11个性状上,差异均达到极显著水平,而 C与 D在9个性状上达极显著水平(表4),其中它们之间有8个性状是共同的。因而,从综合性状看,陕2A核极显著地优于波里马核。

2.3.2 同核异质效应分析 不育系 A和 C与 B和 D分别为同核异质。如前所述,由组

合性状表现的综合评价和一般配合力表现看,均有 $A > C > B > D$;另外,从 16 个性状的配合力方差分析看(表 4),A 和 C 在二次分枝数、二次分枝角果数、每果粒数和单株产量等 4 个性状上差异达极显著水平;而 B 和 D 在一次分枝数、二次分枝数和千粒重等 3 个性状上,差异达极显著水平(表 4)。因而综合来看,A 和 C 的差异与 B 和 D 的差异,主要是由陕 2A 和波里马 A 质不同而引起的,二者比较,陕 2A 质也明显优于波里马质。

3 讨 论

油菜雄性不育系的核质效应直接影响着 F₁ 代的优势强度,因而对不育系的核质效应进行深入研究具有十分重要的意义。我们知道,杂种 F₁ 代的农艺性状主要取决于不育系的核质效应与恢复系自身性状及其之间的配合力。在本研究中,不育系的一般配合力效应大于恢复系;杂种 F₁ 代的农艺性状受加性基因效应和非加性基因效应控制,而以加性基因效应为主。因此,不育系的核质效应对杂种 F₁ 代农艺性状的表现具有十分重要的作用。不育系核质效应的优劣往往关系着能否选育出强优势的杂交组合,所以它是评价一个不育系是否优良的标准。经过 4 个不同核质不育系的遗传分析表明,陕 2A 的不育核质效应极显著地优于波里马 A,陕 2A 的核效应优于波里马 A,陕 2A 的不育细胞质效应在一些农艺性状上也显著地优于波里马 A,并且陕 2A 细胞核遗传效应也极显著地大于细胞质遗传效应。这可能是陕 2A 及其三系杂交种“泰油二号”,从 1986 年在生产上大面积推广应用以来,而至今仍不衰的重要原因之一。

致谢: 本文承蒙西北农业大学基础科学系袁志发教授修改,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 1 李殿荣,夏永真.甘蓝型油菜雄性不育三系选育的遗传研究.作物研究,1990,4(3): 20~ 26
- 2 杨天章,刘庆法,柴守诚等.K 型小麦雄性不育系应用问题研究.陕西农业科学,1990(2): 1~ 3
- 3 广西农科院水稻杂优组.水稻雄性不育细胞质对子一代主要性状的影响.中国农业科学,1982(4): 7~ 12
- 4 张改生,曹海录.作物雄性不育的遗传研究和利用.陕西农业科学,1990(4): 46~ 48
- 5 陈永德,傅延栋.甘蓝型油菜雄性不育系细胞质遗传效应的研究.中国油料,1989(3): 5~ 9
- 6 官春云,王国槐,李海平.油菜不育细胞质对杂种一代的影响.遗传,1986,8(5): 22
- 7 浦惠明,傅寿仲,戚存扣.甘蓝型油菜不育细胞质遗传效应的研究.中国油料,1994,16(1): 1~ 4
- 8 Chamberlain D D, Hill C B, Sovero L M J. Comparison of pol and normal cytoplasm in reciprocal crosses of *B. napus*. GCIRC 1991 Congress, Technical Session A-07 95~ 100
- 9 徐宜民,甘信民,曹玉良等.花生主要营养品质性状和农艺性状配合力的研究.中国农业科学,1995,28(2): 15~ 23
- 10 刘来福,毛盛贤,黄远樟.作物数量遗传.农业出版社,1984,211~ 284
- 11 莫惠栋.农业试验设计.上海:上海科学技术出版社,1984,207~ 223

Genetic Study on the Nucleus-cytoplasm Effects of CMS in *B. napus*

He Yutang Li Dianrong Tian Jianhua

(The Agricultural Reclamation Scientific Research Center of Shaanxi Province, Dali 715105)

Abstract The nucleus-cytoplasm reciprocal interchange was carried out among CMS Shaan 2A Shaan 2B-line CMS Pol A and Pol B-line to get four CMS lines, which were used to carry out non-complete-double-row-cross with three restoring lines with different quality. The effects of male sterile nucleus-cytoplasm on hybrid F_1 was studied and the similarity and difference of nucleus-cytoplasm effects between Shaan 2A and Pol A system compared. The results showed that the agronomic characters controlled by additive and non-additive genetic effects but the additive genetic effects are decisive. Nucleus-cytoplasm effects of CMS lines had great influence on hybrid F_1 . Male sterile genetic effects of nucleus were highly greater than that of cytoplasm. Nucleus and nucleus-cytoplasm genetic effects of Shaan 2A significantly prior to that of Pol A and was also notably superior to that of Pol A in some agronomic characters.

Key words nucleus-cytoplasm effects of CMS, *B. napus* L., agronomic characters, combining ability

本刊再次被确定为综合性农业科学核心期刊

筛选和确定核心期刊,是运用科学方法对各种刊物在一定时期内刊载论文质量和水平的综合评价。1996年8月由北京大学出版社出版的《中文核心期刊要目总览》第二版,是由北京大学图书馆和北京高校图书馆期刊工作研究会共同主持,北京地区主要高校和中国科技信息所、中国科学院文献情报中心等单位200余名专家和期刊工作者参加研制的一项学术成果。国家教委委托北京大学主持对该项成果进行了总体鉴定。

此次重新研制、筛选、确定中文核心期刊,是在认真总结《中文核心期刊要目总览》第一版(1992)研制工作经验的基础上作了较大改进,研制方法有了新的发展,使评价指标更加全面客观,综合评价方法更加科学合理。这次在1033种期刊中选出157种为核心期刊。这次确定的核心期刊数与上次相比减少近60种,使所选核心期刊更精粹,总体质量更高。

在全国24种综合性农业科学期刊中,有26种被确定为核心期刊。

《西北农业大学学报》再次被确定为综合性农业科学核心期刊,并被编入《中文核心期刊要目总览》第二版。

(李汉章 供稿)