

## 甘蓝型油菜隐性核不育遗传标记的初步研究

### I. 形态标记与隐性核不育的连锁关系\*

涂金星 傅廷栋 郑用琏 杨光圣 马朝芝 杨小牛

(华中农业大学作物遗传改良国家重点实验室, 湖北武汉 430070)

**提 要** 为了将核不育更有效地应用于杂种优势利用, 必须解决有效地除去母本行中约 50% 的可育株的问题。本试验通过隐性核不育材料与具有苗期形态标记材料杂交及其  $F_2$ 、 $BC_1F_1$  分离群体和  $F_2$  后代家系的跟踪调查分析证明: P6-9 紫茎性状与可育紧密连锁。利用极大似然法计算其交换值在 1.9%~8.5% 之间。

**关键词** 油菜核不育; 紫茎; 连锁

## Studies on the Recessive Genic Male Sterility (GMS) and Its Genetic Markers in Rapeseed (*Brassica napus* L.)

### I. Analysis of the Linkage Relationship between the Morphological Marker and GMS

Tu Jinxing Fu Tingdong Zheng Yonglian Yang Guangsheng Ma Chaozhi Yang Xiaoni  
(Huazhong Agricultural University, Hubei Wuhan 430070)

**Abstract** In order to utilize the GMS-based hybrids more efficiently and economically, it is required to remove about fifty percent male fertile plants from the female lines. In this paper, researches on the relationship between the morphological character and GMS indicate that P6-9 purple stem is linked to the male fertility. The recombination value between them is about 1.9%~8.5% in the  $F_2$  and  $BC_1F_1$  populations.

**Key words** Rapeseed GMS; Purple stem; Linkage

油菜的雄性不育主要有细胞质雄性不育和细胞核雄性不育。细胞质雄性不育系在利用上的最大优点是能获得全不育群体, 使得制种效率提高, 种子成本降低。但由于需“三系”配套, 育种周期增长, 种子生产和推广环节较为复杂; 同时, 由于严格的恢保关系限制和可能存在的细胞质负效应, 会影响其在杂种优势利用上的潜力。与此相反, 隐性核不育不仅不育性稳定, 而且在利用上只需“二系”配套, 大大缩短了育种周期; 同时, 由于其受隐性基因控制, 任何一个较好的品系都可能成为它的恢复系, 易获得强优势组合, 不存在恢保关系的限制和细胞质效应的影响。但隐性核不育很难获得全不育群体, 繁殖和制种时都必须拔除不育系中约 50% 的可育株, 使得种子成本增加。

如何有效地除去母本行中约 50% 的可育株, 是将核不育更广泛应用于杂种优势的主要难题。本试验研究甘蓝型油菜苗期形态标记和隐性核不育之间的关系, 试图找到与隐性核不育

\* 本文系国家攀登计划“粮、棉、油雄性不育杂种优势基础研究资助项目”。  
收稿日期: 1998-11-19

连锁的形态标记。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

P6-9 紫茎: 9517、自 1968(均为紫茎, 由华中农业大学油菜室提供), 隐性细胞核雄性不育系: S45A(四川联大)、117A(贵州农科院油料所)、90-2441A(华中农业大学油菜室)。

### 1.2 方法

以绿茎核不育系 S45A、117A 和 90-2441A 中的不育株为母本, 与紫茎可育材料杂交,  $F_1$  套袋自交, 并同时与不育系中的绿茎核不育株回交, 分别获得  $F_2$ 、 $BC_1F_1$  分离群体, 根据性状分离分类计数, 以极大似然法<sup>[5]</sup>计算交换值。

## 2 结果与分析

### 2.1 P6-9 紫茎与核不育连锁分析

以核不育系 S45A、117A 和 90-2441A 作母本, 与紫茎材料 9517 杂交,  $F_1$  表现紫茎可育、 $F_1$  自交并与核不育材料回交, 获得  $F_2$  和  $BC_1F_1$  两类分离群体, 资料列入表 1。结果表明: 紫茎与绿茎在  $F_2$  群体中表现 3:1 分离, 在  $BC_1F_1$  群体中表现 1:1 分离, 说明 P6-9 紫茎受一对显性基因控制。前人的研究证明 S45A、117A 和 90-2441A 的不育性受两对隐性重叠基因控制<sup>[1~4]</sup>, 即在  $F_2$  代群体中可育与不育分离表现 15:1, 在  $BC_1F_1$  群体中表现 3:1。若紫茎与育性无连锁遗传, 则  $F_2$  群体应表现 45:15:3:1、 $BC_1F_1$  群体应表现 3:3:1:1 的分离。适合性测验的结果均表现极显著差异, 表明两者的分离并不按这一比例进行, 因此, 初步认为两者存在连锁关系。

表 1  $F_2$  和  $BC_1F_1$  群体中茎秆颜色与育性的分离

Table 1 Segregation of stem colour and male sterility in  $F_2$  and  $BC_1F_1$  populations

组合 Combination	群体 Popul.	紫可育 Pur. Mf	绿可育 Pur. Mf	紫不育 Pur. ms	绿不育 Pur. ms	总株数 Total	$\chi^2$ Chi-sq	交换值 Rec %
S45A×9517	$F_2$	454	146	2	34	636	81.0236	3.8
117A×9517	$F_2$	419	137	4	35	595	68.3238	6.75
90-2441A×9517	$F_2$	429	132	4	36	601	93.0634	6.15
S45A×9517	$BC_1F_1$	265	173	3	141	582	147.9885	2.70
117A×9517	$BC_1F_1$	189	117	8	94	408	87.3073	8.54
90-2441A×9517	$BC_1F_1$	235	109	6	104	454	128.931	4.78

Pur: 紫茎(purple stem); pur: 绿茎(green stem)

MF: 可育(male fertile); ms: 不育(male sterile)

### 2.2 P6-9 紫茎与核不育连锁关系的证实

为了证实上面的初步结果, 试验又从 4 个方面进行等位性测验研究证明<sup>[4]</sup>S45A、117A 和 90-2441A 3 个核不育材料是同一类型, 故试验只选用一个核不育材料(S45A): (1)重复 S45A×9517 的  $BC_1F_1$  世代, (2) 选用另一紫茎材料“自 1968”与 S45A 重建  $F_2$  和  $BC_1F_1$  群体, (3) 对  $F_2$ 、 $BC_1F_1$  单株进行跟踪分析, (4) 分子标记验证。前三个方面的资料列入表 2, 第 4 个方面的结果另文报道。

重新组配的一个  $F_2$  群体和两个  $BC_1F_1$  群体重现了表 1 的结果, 即紫茎不育株远少于按自由组合规律推算的比例。 $F_3$  家系的分离由  $F_2$  代单株基因型决定, 可以看到在 10 个  $F_3$  家系

表2 紫茎与育性连锁关系的遗传证实  
Table 2 Genetic identification on the linkage relationship  
between purple-stem and male fertility

组合 Combination	群体 Popul	紫可育 Pur Mf	绿可育 pur Mf	紫不育 Pur ms	绿不育 pur ms	总株数 Total	交换值 Rec %	
S45A×自 1968	F <sub>2</sub>	852	223	6	54	1135	5.284	
	BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	228	120	6	124	478	4.553	
S45A×9517	BC <sub>1</sub> F <sub>1</sub>	157	104	2	93	356	2.706*	
S45A×9517	F <sub>3</sub> 家系	1	95	32	1	8	136	
		2	53	15	1	5	74	
		3	55	16	0	0	71	
		4	30	7	0	3	40	
		5	117	39	2	7	165	
		6	0	107	0	0	107	
		7	49	0	0	0	49	
		8	0	39	0	11	50	
		9	55	20	0	9	84	
		10	47	0	0	0	47	
S45A×9517	BC <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	12(T487-1)	10	1	0	10	21	
		13	14	6	0	10	30	
		14	10	0	0	12	22	
S45A×自 1968		15	8	4	0	4	16	
		16(911-1)	40	3	0	47	90	3.3
S45A×9517	BC <sub>3</sub> F <sub>1</sub>	17(910-1)	256	7	3	250	516	1.9

\* 种植在青海西宁的试验结果

\* This result come from the trial in Qinghai Province

单株(青-910-1, 青 7-911-1)继续与 S45A 进行大量回交, 得 BC<sub>3</sub>F<sub>1</sub> 群体, 结果表明只有少量交换类型, 交换值分别为 3.33% 和 1.9%, 以上三个方面的试验结果均表明紫茎与可育连锁。

### 3 讨论

在本研究中, 不同组合、不同群体的分析都表明: P6-9 紫茎与可育连锁, 交换值在 1.9% ~ 8.5% 之间。在同一组合中, 交换值变异的原因是紫茎与绿茎之间存在一些过渡类型, 有时很难将它准确地归为某一类。P6-9 紫茎象其它形态标记一样, 受环境条件影响, 如日照充足, 紫茎性状表现充分, 同一份材料, 在青海(日照充足)种植, 紫色明显比在武汉种植的要深。另外, 甘蓝型油菜中, 多数品种都具有一定程度的紫色(尽管与紫茎原始材料明显不同), 这种“本底”色泽多少也影响分离群体中各单株茎秆颜色的判断。因此, 选育纯绿茎核不育系, 在日照充足的环境下进行试验是必须的。

根据本研究的结果, 作者认为 P6-9 紫茎性状有两个方面利用价值。

其一: 在杂种优势中的利用。在蕾苔期, 可根据紫茎性状拔除核不育系繁殖和制种地中母本行的可育株, 有利于节省劳力和提高制种产量和质量。按最大交换值推算, 可拔除不育系行中可育株的  $50\% \times (1 - 8.5\%) = 46\%$ 。目前我国油菜核不育杂种的大面积制种, 拔除母本行的可育株都在初花(或开花前几天)进行, 不但工作量大, 而且不易及时拔完, 严重影响

中有 4 个家系根本不产生育性分离, 剩下的 6 个家系中出现分离, 仅在 3 个家系中分别观察到 1、1、2 个紫茎不育株。S45A 育性受两对基因控制, 在回交群体中, 绿茎可育与绿茎不育表现 1:1 分离。以回交一代群体中紫茎可育株作父本, 与 S45A 回交, 结果发现一个单株 T487-1 产生的回交 2 代群体中紫茎可育与绿茎不育呈 1:1 分离, 仅出现少量交换; 在 S45A×自 1968 组合的回交二代中也获得同样结论。在由 T487-1 产生的回交 2 代群体中, 选 2 个

产量和质量。利用紫茎性状与可育的连锁关系可在苗期结合间苗,拔掉46%可育株,在花期再拔除剩下4%的交换个体,这样不但能提高核不育系杂种制种产量和杂交种的质量,而且节省大量劳力,降低种子成本。

其二:在辅助选择中的利用。选育优良核不育系一般是利用现有的核不育系与配合力较好的品系杂交,从 $F_2$ 代开始选单株自交,然后进行品质分析。然后在品质达到规定标准的家系中,选不育株进行兄妹交。这种选择方法存在一定的盲目性,往往有很多家系(约占50%)不会产生育性分离,而得不到优良核不育系。如果根据紫茎与可育、绿茎与不育的连锁关系,只对表现绿茎的单株套袋,将有2/3的家系可能分离出不育株,而且各家系中出现不育株的比例较高,兄妹交也易获得1:1分离的群体。

说明利用茎秆色泽与育性的连锁关系进行辅助选择,将大大提高选择效率。

## 参 考 文 献

- 1 潘 涛,曾凡亚,吴书惠等. 中国油料, 1988, 3: 5~8
- 2 潘 涛,赵 云,王茂林. 四川大学学报, 1993, 30(3): 384~391
- 3 侯国佐,王 华,张瑞茂. 中国油料, 1990, 2: 7~10
- 4 涂金星,傅廷栋,郑用璠. 华中农业大学学报, 1997, 16(3): 255~258
- 5 Allard R W, Hilgardia. 1956, 24(10): 235~278