

# 甘蓝型细胞质雄性不育杂交油菜的育性 不稳定性及其对产量的影响<sup>\*</sup>

张明龙<sup>1</sup>, 殷 琛<sup>1</sup>, 林宝刚<sup>1</sup>, 景尚友<sup>2</sup>

(1. 浙江大学农业与生物技术学院, 杭州 310029; 2. 黑龙江省农垦科学院, 佳木斯 154007)

**摘要:** 选用甘蓝型油菜细胞质雄性不育系统的 3 个油菜杂交种, 田间考察各杂交种 F<sub>1</sub> 的育性稳定情况及其对产量的影响。结果表明: 3 个油菜杂交种 F<sub>1</sub> 群体均有不育株和半不育株出现, 它们的花器形态呈显著差异。3 个杂交种 F<sub>1</sub> 群体中不育株率分别为 5%、3% 与 11%, 不育株的单株有效角果数少, 单株产量分别为正常可育株的 11.42%、10.45% 与 5.73%; 导致 3 个杂交种 F<sub>1</sub> 群体产量分别下降 8.60%、13.93% 与 17.38%。

**关键词:** 甘蓝型油菜; 细胞质雄性不育; 杂交油菜; 育性不稳定性

中图分类号: S 634.303 文献标识码: A 文章编号: 1002-2767(2004)03-00011-04

## Fertility Instability and Its Effect on Yield in Cytoplasmic Male—Sterile Hybrid Rapeseed (*Brassica napus*. L)

ZHANG Ming-long<sup>1</sup>, YIN Chen<sup>1</sup>, LIN Bao-gang<sup>1</sup>, JING Shang-You<sup>2</sup>

(1. Agri—Biotechnical College, Zhejiang University, Hangzhou 310029; 2. Academy of Heilongjiang Agri—Reclamational Sciences, Jiamusi 154007)

**Abstract:** Three cytoplasmic male—sterile hybrid rapeseeds (*Brassica napus*. L) were tested to estimate their fertility instability and its effect on the yield of hybrids. The results showed that all the three hybrids showed different fertility instability which was already related to the changes in flower organs. The percentage of male—sterile plants in these F<sub>1</sub> hybrids reached 5%, 3%, 11%, respectively. Number of effective pods were fewer in male—sterile plant; Yield of per plant in sterile plants were 11.42%, 10.45%, 5.73% as compared with normal hybrid plants. Therefore, yields of the three hybrids dropped by 8.60%, 13.93%, 17.38%, respectively.

**Key words:** *brassica napus* L; cytoplasmic male—sterility; hybrid rapeseed; fertility Instability.

油菜是我国主要油料作物之一, 无论是栽培面积, 还是菜籽总产量均占世界 1/3, 居油菜生产国首位<sup>[1]</sup>。从 70 年代开始, 我国从细胞质雄性不育、核不育、化学杀雄、自交不亲和等各方面着手全方位开展油菜杂种优势利用的研究, 并取得一系列重大突破, 培育出一大批杂交油菜品种, 并投入油菜生产。据统计, 到 2002 年, 全国已审定油菜杂交种 75 个, 当年推广面积  $3 \times 10^6$  hm<sup>2</sup>, 占全国油菜面积的 39%。而在已被审定的杂交油菜品种中, 90% 以上

是细胞质雄性不育三系油菜杂交种<sup>[2]</sup>。上述在生产上应用的细胞质雄性不育三系杂交种的胞质基因来源主要是波里马(pol)和陕 2A(shan 2A)。大量油菜杂交种的审定与推广应用, 使我国的油菜产量上了一个新台阶。但随着油菜杂交种, 尤其是细胞质雄性不育三系杂交种在生产上的大面积推广应用, 发现所有的油菜细胞质雄性不育类型都对温度表现出不同程度的敏感性: 大部份表现为低温敏感, 开花时遇  $\leq 10$  °C 低温时, 不育系会出现微量花粉, 从而影

\* 收稿日期: 2003-11-24

基金项目: 浙江省科委重点攻关项目(G20010280)

第一作者简介: 张明龙(1952—)男, 浙江杭州人, 副研究员, 从事油菜杂种优势利用的研究。

响了杂交种纯度<sup>[3, 4]</sup>。一些杂交油菜由于制种纯度不高, 杂交油菜不育株率高, 严重影响了产量<sup>[5, 6]</sup>。深入探讨与分析上述杂交种的育性稳定程度及其在生产上的影响, 是当前提高杂交油菜产量的一个重要问题。为此, 本文以生产上使用的甘蓝型油菜细胞质雄性不育系 3 个杂交种 F<sub>1</sub> 为试材, 分析它们的育性不稳定状况及其对群体产量的影响程度, 试图为甘蓝型油菜细胞质雄性不育杂交种大面积安全推广应用提供科学依据。

1 材料和方法

试验于 1999~2000 年在浙江大学试验田进行。供试材料是浙江省种子管理站提供的 3 个细胞质雄性不育系杂交种(杂 1、杂 2、杂 3)。材料于 1999 年 10 月 3 日播种, 11 月 14 日移栽定植, 每份供试杂交种种种植 400 株, 株行距 20 cm。在开花期调查各杂交种的育性不稳定情况, 育性分类参照 Shiga T 等(1976)标准<sup>[7]</sup>, 将杂交种的育性表现程度分为 6 级, 其中 I、II 级为不育, III、IV 级为半不育, V、VI 级为可育。各单株挂牌标记不同育性级别, 取样测量其花器形态。成熟时分别取各类育性单株 10 株, 考查经济性状, 测定单株产量。

表 1 细胞质雄性不育杂交油菜的育性级别与花器形态间的关系

育性表现	育性级别	花瓣长 (cm)	花瓣宽 (cm)	雄蕊长 (cm)	花药长 (cm)	雌蕊长 (cm)	♀/♂
ms	I	0.81	0.34	0.31	0.11	0.96	3.10
	II	0.85	0.39	0.38	0.14	0.93	2.40
pms	III	1.00	0.42	0.54	0.16	0.90	1.60
	IV	1.20	0.57	0.68	0.20	0.88	1.29
mf	V	1.25	0.60	0.90	0.28	0.86	0.96
	VI	1.39	0.65	0.95	0.31	0.82	0.86

注: ms—不育型, pms—半不育型, mf—可育型, ♀/♂—雌蕊长/雄蕊长, 下同。

表 2 花器形态的方差分析

变异来源	均差	F 值	F <sub>0.05</sub> 值	F <sub>0.01</sub> 值
花药长	0.0377	54.94 **	6.94	18.00
花瓣长	0.2748	24.26 **	6.94	18.00
花瓣宽	0.0858	43.79 **	6.94	18.00
雄蕊长	0.4315	186.00 **	6.94	18.00
雌蕊长	0.0130	43.84 **	6.94	18.00

注: \*\* 表示差异极显著。

田间供试油菜杂交种的花瓣长宽、雄蕊花药长、♀/♂ 值与育性有密切关系。花器形态可作为判别甘蓝型细胞质雄性不育杂交油菜育性程度的形态指

2 结果与分析

2.1 不同育性级别植株的花器形态差异

从表 1 可看出: 随着育性级别的提高, 花瓣长度、宽度、雄蕊长度和花药长度逐渐增大, 雌蕊长度/雄蕊长度比值下降, 而雌蕊长度变异较小。具体来看, 花瓣长、宽分别由 I 级的 0.81 cm、0.34 cm 依次增加到 VI 级的 1.39 cm、0.65 cm, 雄蕊长度和花药长度分别从 I 级的 0.31 cm 和 0.11 cm, 依次增加到 VI 级的 0.95 cm 和 0.31 cm。雌蕊长度由 I 级的 0.96 cm 变为 VI 级的 0.82 cm, 由表 2 的方差分析可知, 在 3 个油菜细胞质雄性不育杂交种 F<sub>1</sub> 代群体中, 不同育性级别植株的花器形态(花瓣长、花瓣宽、花药长、雄蕊长和雌蕊长)存在着极显著差异。其形态特征为: (1) 级别 I 和 II 的不育类型(ms): 花瓣狭小, 呈分离状态, 雄蕊短, 花药小, ♀/♂ 值大于 2, 无花粉或仅有微量花粉。(2) 育性级别 V 和 VI 的可育类型(mf): 花瓣宽大, 呈复瓦状, 雄蕊长, 花药宽大, ♀/♂ 值小于 1, 花粉量同常规品种。(3) 育性级别 III 和 IV 半不育类型(pms): 花瓣大小、雄蕊及花药长度均介于上述两类型之间, 花瓣呈复瓦状至分离状态, ♀/♂ 值在 1~2 之间, 有微量花粉。

标, 为杂交油菜大田群体的育性分级提供简便快速的分级方法。

2.2 杂交油菜杂种 F<sub>1</sub> 的育性表现

供试的 3 个油菜杂交种在田间育性上均出现了不育株和半不育株, 表 3 列出了各杂交种 F<sub>1</sub> 的育性表现: 3 个杂交种的平均不育株率达 6.3%, 半不育株率达 13.0%, 两者合计为 19.3%, 即平均有 1/5 的植株育性不正常, 其中, 杂 1、杂 2 和杂 3 的不育株率分别为: 5%、3% 和 11%; 半不育株率分别为: 6%、21% 和 12%。杂交种制种质量不同, 田间不育株和半不育株率也随之不同。

表 3 细胞质雄性不育杂交油菜 F<sub>1</sub> 代育性表现

杂交种	育性级别						育性类型			合计
	I	II	III	IV	V	VI	不育	半不育	可育	
杂 1	2	3	4	2	8	81	5	6	89	100
杂 2	1	2	10	11	4	72	3	21	76	100
杂 3	7	4	8	4	6	71	11	12	77	100
平均							6. 3	13. 0	80. 7	100

2.3 不同育性级别 F<sub>1</sub> 植株的经济性状差异

对表 4 的育性、杂种和器官(主轴、一次分枝和二次分枝)三因素的有效角果率进行方差分析: 不同育性间 F 值为 7667.88> F<sub>0.01</sub>=999, 不同杂种间 F 值为 21. 70< F<sub>0.05</sub>= 200, 不同器官间 F 值为 10008.74> F<sub>0.01</sub>= 999。不同育性类型油菜植株的结实率因育性级别的不同而存在极显著差异, 随着育性级别的提高, 主轴、一次分枝、二次分枝的有效

角果率明显增加。在同一个育性级别中主轴、一次分枝、二次分枝的有效角果率相应地依次下降, 差异达极显著差异, 三个组合的变化趋势无显著差异。如杂 1 的不育株, 其主轴的有效角果率为 40.2%, 一次分枝下降到 28.4%, 二次分枝为 15.6%; 而可育株的有效角果率, 主轴高达 94.6%, 一次分枝和二次分枝也分别下降到 87.4% 和 53.8%。杂 2 与杂 3 有效角果率的变化趋势与杂 1 基本一致。

表 4 杂交油菜不同育性级别植株的结实百分率 %

杂交种	育性	主轴		一次分枝		二次分枝	
		有效角果率	无效角果率	有效角果率	无效角果率	有效角果率	无效角果率
杂 1	ms	40. 2	59. 8	28. 4	71. 6	15. 6	84. 4
	pms	71. 4	28. 6	45. 2	54. 8	34. 2	65. 8
	mf	94. 6	5. 4	87. 4	12. 6	53. 8	46. 2
杂 2	ms	36. 4	63. 6	27. 7	72. 3	18. 4	81. 6
	pms	74. 5	25. 5	54. 2	45. 8	37. 4	62. 6
	mf	95. 4	4. 6	84. 2	15. 8	56. 6	43. 4
杂 3	ms	33. 1	66. 9	15. 4	84. 6	13. 2	86. 8
	pms	78. 5	21. 5	56. 3	43. 7	38. 2	61. 8
	mf	96. 3	3. 7	91. 2	8. 8	59. 0	41. 0

2.4 育性不稳定性对产量的影响

3 个杂交种 F<sub>1</sub> 均出现了育性不稳定现象, 表明了杂种 F<sub>1</sub> 群体纯度下降, 从而对各群体产量有较大的影响。对表 5 的育性和杂交种两因素的单株产量进行方差分析: 不同育性间的 F 值为 950.07> F<sub>0.01</sub>=6. 51, 不同杂种间的 F 值为 2. 56< F<sub>0.05</sub>= 3. 74。不同育性类型植株的单株产量有显著差异, 随着育性由不育类型到可育类型, 单株产量也随之增加。如杂 1 不育株单株产量为 2. 66 g; 半不育株为 7. 10 g; 可育株为 23.3 g, 3 个杂种间趋势一致, 无显著差异。杂 1 不育株与半不育株单株产量分别占正常株的 11.42% 和 30. 47%, 杂 2 为 10. 45% 和 46. 46%, 杂 3 分别为 5.73% 和 41.58%。由此表明 3 个杂交种中不育株与半不育株单株产量的急剧下降导致了 3 个杂交种 F<sub>1</sub> 代群体产量的下降, 产量损失估计分别为杂 1 为 8. 60%, 杂 2 为 13. 93%, 杂 3 为

17.38% (见表 7)。由于杂 2 与杂 3F<sub>1</sub> 代群体育性不稳定性大于杂 1 组合, 因而杂 2 与杂 3F<sub>1</sub> 代群体产量损失也高于杂 1。最终导致杂交油菜产量下降, 影响了杂种优势的表现。

表 5 不同育性类型杂交油菜的单株产量

杂交种	育性类型	单株产量(g)	占正常单株产量(%)
杂 1	ms	2. 66	11. 42
	pms	7. 103	0. 47
	mf	23. 30	100. 0
杂 2	ms	2. 80	10. 45
	pms	12. 45	46. 46
	mf	26. 80	100. 0
杂 3	ms	1. 60	5. 73
	pms	11. 60	41. 58
	mf	27. 90	100. 0

表 6 细胞质雄性不育杂交油菜育性  
不稳定性对产量的影响

杂交种	育性类型	植株 (%)	单株产量 (g)	实收产量 (g)	百株理论 产量(g)	产量损失 (%)
杂 1	ms	5	2.66	13.30	2330	— 8.60
	pms	6	7.10	42.60		
	mf	89	23.30	2073.70		
	合计	100		2129.60		
杂 2	ms	3	2.80	8.40	2680	— 13.93
	pms	21	12.45	261.45		
	mf	76	26.80	2036.80		
	合计	100		2306.65		
杂 3	ms	11	1.60	17.60	2790	— 17.38
	pms	12	11.60	139.20		
	mf	77	27.90	2148.30		
	合计	100		2305.10		

2.5 杂交种 F<sub>1</sub> 代用于生产的注意事项

田间 3 个杂交种 F<sub>1</sub> 群体都存在不育株、半不育株和可育株,不同育性类型植株的单株产量有明显差异;不育株单株产量低于半不育株,半不育株低于可育株,杂交组合间趋势一致。杂 1 不育株比例少,产量损失较轻,杂 2 及杂 3 不育株比例多,产量损失较重。这是导致杂交油菜产量下降的重要内在原因,此外由于群体中正常株和非正常株(不育,半不育株)在熟期、株高等重要性状参差不齐,增加收获困难<sup>[8]</sup>。为了解决上述问题,必须加强选育不育性稳定的不育系。油菜细胞质雄性不育三系虽然容易做到三系配套,选配出高配合力的组合,但是目前油菜细胞质雄性不育三系杂交种育性,绝大多数都不太稳定,主要表现为对温度的变化很敏感,尤其在低温条件下,会产生一定量的微量花粉,串花后产生不育株与半不育株,所以杂交种制种时要严格制种质量,减少杂种中的不育株和半不育株的比例,确保油菜生产用种的质量,从而在生产上最大程度的发挥杂交油菜的杂种优势。

参考文献:

[1] 刘后利. 油菜的遗传和育种[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985.

[2] 傅廷栋. 杂交油菜的育种与利用[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1995.

[3] 赵坚义, 陈曼玲, 张冬青, 等. 甘蓝型油菜波里马雄性不育的感温性[J]. 中国油料, 1996, 18(4): 1-5.

[4] 杨光圣, 傅廷栋. 环境条件对油菜细胞质雄性不育的影响[J]. 中国油料, 1987, (3): 15-19.

[5] 范连益, 陈卫江, 曲亮, 等. 杂交油菜制种纯度的主要影响因素及其解决途径[J]. 湖南农业科学, 2002, (2): 8-11.

[6] 张洁夫, 傅寿仲, 戚存扣, 等. 影响杂交油菜制种纯度的若干因

素分析[J]. 江苏农业科学, 2002, (3): 22-25.

[7] Shiga T. Studies on heterosis breeding using cytoplasmic male sterility in rapeseed (Brassica napus L.) [J]. Bull natl inst Sci, 1976, (6): 27-30.

[8] 李少峰, 马荣宪, 朱炫, 等. 甘蓝型油菜杂交油菜 F<sub>1</sub> 不育株与正常株生理差异及不育株对杂种优势的影响[J]. 大理师专学报, 2001, (1): 72-75.

黑龙江省农科院农药应用研究中心种衣剂品种  
50%麦迪安超微粉种衣剂

成分 ①三唑酮; ②福美双。微肥及植物生长调节剂。  
药剂特点 具有超细化、高活力、低用量、低成本、使用灵活及贮运方便等特点,可以防治麦类病害,调节作物生长,达到壮苗增产。  
防治对象 防治小麦、大麦等麦类作物黑穗病、根腐病、白粉病及早期锈病等。  
使用方法 麦迪安和种子的重量比为 1:400~600,在包衣作业前将定量的药剂按 1 份药剂加 5 份水制成悬浮液,用胶体包衣机或适当容器,将悬浮液与种子混合,搅拌 3~4 min。使药剂均匀分布在种子表面。

30%豆迪安悬浮种衣剂

成分 ①多菌灵; ②福美双; ③克百威。微肥及植物生长调节剂。  
使用特点 农药配方合理,对大豆病虫害有很好的防治效果,选用新型植物生长调节剂和大豆所需的营养元素,达到壮苗增产,减低重迎茬造成的危害。  
防治对象 防治大豆苗期根腐病、包囊线虫(火龙秧子)、蚜虫、蝼蛄、蛴螬、金针虫等地下害虫及大豆根潜蝇。同时对大豆重迎茬有缓解作用,补充微量元素,提高大豆根瘤固氮能力,促进大豆生长。  
使用方法 种衣剂与大豆的拌种比例为 1:70~80。先称取大豆种子倒入容器中,然后按拌种比例加入大豆种衣剂,搅拌或摇动容器,使药剂均匀的分布在种子上。

5%穗迪安超微粉种衣剂

成分 烯唑醇  
使用特点 穗迪安超微粉种衣剂对玉米及麦类黑穗病具有较好的防治效果,粒径微米级,使农药效力提高 1.8 倍,显著降低了环境污染和农药残留,同时调节生长、壮苗增产,使用灵活、贮运方便。  
防治对象 防治玉米丝黑穗病及小麦黑穗病、根腐病、白粉病和大麦条纹病等。  
使用方法 穗迪安与种子的包衣比例为 1:200~300,在包衣作业前将定量的药剂按 1 份药剂加 4 份水制成悬浮液,用胶体包衣机或适当容器,将悬浮液与种子混合,搅拌 3~4 min。使药剂均匀分布在种子表面。

17%玉迪安悬浮种衣剂

成分 ①克百威; ②福美双。微肥及植物生长调节剂。  
使用特点 玉迪安可有效的防治玉米地下害虫和玉米苗期茎腐病,合理调配玉米所需营养元素,促进玉米根系的生长发育,壮苗增产。  
防治对象 防治玉米苗期茎腐、根腐等病害,同时防治蝼蛄、蛴螬、地老虎及金针虫等地下害虫。补充微量元素,促进玉米根系生长,壮苗增产。  
使用方法 种衣剂与玉米的拌种比例为 1:40~50。先称取玉米种子倒入容器中,然后按拌种比例加入玉米种衣剂,搅拌或摇动容器,使药剂均匀的分布在种子上。  
单位: 黑龙江省农科院农药应用研究中心  
地址: 哈尔滨市南岗区学府路 368 号  
联系人: 付迎春  
电话: 0451—86668041 13904810608(手)