

# 大白菜 CMS96 细胞质雄性不育系的特点分析

张德双, 张凤兰, 徐家炳

(北京蔬菜研究中心, 北京 100089)

**摘要:** 为了筛选和利用大白菜细胞质雄性不育系, 对大白菜的 3 种细胞质雄性不育系: CMS96 细胞质雄性不育系、波里马细胞质雄性不育系 (Pol-CMS) 和萝卜细胞质雄性不育系 (Ogu-CMS) 及其相应的保持系进行了主要植物学性状的比较研究。结果表明: Ogu-CMS 存在多代转育后植株长势退化、杂交优势差, Pol-CMS 存在育性受环境条件影响等缺点, 而 CMS96 细胞质雄性不育系则克服了二者的缺点。另外, CMS96 细胞质雄性不育系早期的晚抽薹性比保持系强、杂交种子的产量比保持系杂交种子产量高。CMS96 细胞质雄性不育系不仅不育性稳定, 多代回交不退化, 而且杂交优势强, 繁种产量高, 表现出了广阔的育种应用前景。

**关键词:** 大白菜; 细胞质雄性不育系; 应用

**中图分类号:** S634.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7091(2005)01-0059-04

## Characteristics of Chinese Cabbage Cytoplasmic Male Sterile CMS96

ZHANG De-shuang, ZHANG Feng-lan, XU Jia-bing

(Beijing Vegetable Research Center, Beijing 100089, China)

**Abstract:** Leaf head of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L. ssp. *pekinensis*) is the main harvesting organ, therefore cytoplasmic male sterility is an effective method in breeding varieties. In order to select and utilize cytoplasmic male sterile type in Chinese cabbage, 3 cytoplasmic male sterile types of Chinese cabbage: Ogu-CMS, Pol-CMS and CMS 96 were compared with their maintenance lines on main biological characteristics in this article. Results showed that Ogu-CMS was decreased accompanying to the multi-backcrossing, and had less combination ability; Pol-CMS was affected by environmental factors. While CMS96 was a new cytoplasmic male sterile type, it was the best among three CMS materials. CMS96 was not only better than maintenance lines in late-bolting at the early backcrossing stage, and produced higher quantity in propagation but also was stable in male sterility and no decrement with multi-backcrossing, and had better combination ability. Therefore CMS96 showed wide application on breeding new varieties of Chinese cabbage in the future.

**Key words:** Chinese cabbage; Cytoplasmic male sterility; Application

大白菜的杂种一代利用工作已在世界范围内广泛地开展, 特别是亚洲国家, 如中国、日本和韩国等, 但采用自交不亲和系或自交亲和系的方法进行杂种一代生产居多。该方法存在着自交多代易发生双亲生活力衰退和容易出现假杂种等问题, 最主要的是育种者的权利和利益无法保护。利用大白菜雄性不育系生产一代杂种, 特别是大白菜细胞质雄性不育系材料的选育和利用是白菜育种及杂种优势利用的

有效途径之一。利用胞质雄性不育系制种, 不仅可以获得高质量的杂交后代, 而且可以保护育种者的利益。

大白菜的细胞质雄性不育系主要有三种: CMS96 细胞质雄性不育系、波里马细胞质雄性不育系和萝卜细胞质雄性不育系。其中 Ogu-CMS 和 Pol-CMS 细胞质雄性不育系存在一些缺点, 因此寻找能够克服 Ogu 和 Pol 白菜胞质不育系缺点的新

收稿日期: 2004-07-14

基金项目: 北京市青年科技骨干培养基金资助 (2000-12-18)

作者简介: 张德双 (1969-), 男, 黑龙江穆棱人, 农学硕士, 主要从事中晚熟大白菜育种、良种繁育和推广工作。

型大白菜不育系材料是非常必要的。大白菜 CMS96 细胞质雄性不育系表现出了极大的优点,不仅不育性稳定、不育度和不育株率为 100%,而且杂交优势强,繁种产量高,商品菜产量也高,具有广阔的应用前景。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

3 份稳定、纯合的大白菜 CMS96 细胞质雄性不育系材料(01.3-178③, 01.3-304, 01.3-307)、3 份波里马细胞质雄性不育系(01.3-57, 01.3-321, 01.3-328)和 3 份萝卜细胞质雄性不育系(3-329, 3-248, 3-314)及其 9 个相应的保持系(3-176③, 3-303③, 3-306③; 03-56③, 3-320①, 3-327③; 3-327③, 3-247④, 3-312③);同时采用大白菜 CMS96 细胞质雄性不育系配制的 3 个 F<sub>1</sub>(3-378, 3-395, 3-398)、相应的保持系配制的同样 3 个组合(2-198, 2-319, 2-361)。其中 CMS96 来源于转育甘蓝型油菜细胞质雄性不育系而获得的新型大白菜细胞质雄性不育系<sup>[1]</sup>。以上 3 种细胞质雄性不育系均转育 5 代以上。所有供试材料均来源于北京蔬菜研究中心。

### 1.2 方法

表 1 三种不育系和保持系主要植物学性状的比较

Tab.1 Compartion of main characteristics between three male sterile and maintenance lines

不育类型 Sterile type	品种名称 Name of varieties	外叶数 (片) Outer leaf number	株高(cm) Plant height	开展度 (cm) Plant expansion	叶球(cm) Head		荒菜(kg) Total weight	净菜(kg) Net weight	中心柱 (cm) Internal stem
					高度 Height	宽度 Width			
甘蓝型油菜不育 CMS96	3-176③(可育)(Fertile)	8.4	36.6	62.4	32.0	16.4	2.2	1.8	3.2
	3-178③(不育)(Sterile)	9.0	36.5	62.6	32.8	18.0	2.7	2.1	3.4
	3-303③(可育)(Fertile)	10.0	43.4	73.2	37.0	18.4	3.5	2.3	3.7
	3-304(不育)(Sterile)	12.0	53.6	81.2	37.6	21.0	5.5	3.6	5.9
	3-306③(可育)(Fertile)	9.0	47.0	68.6	32.8	17.8	3.8	2.6	4.5
	3-307(不育)(Sterile)	10.8	50.0	72.6	35.2	18.6	3.8	2.5	4.7
波里马不育 Pol-CMS	03-56③(可育)(Fertile)	7.0	36.4	64.4	26.6	14.0	2.7	2.3	8.8
	01.3-57(不育)(Sterile)	9.0	45.0	62.2	34.6	14.4	2.7	2.8	11.0
	3-320①(可育)(Fertile)	11.4	54.2	72.8	41.8	15.4	2.6	2.5	2.9
	3-321(不育)(Sterile)	11.0	52.2	80.6	43.8	16.4	3.0	2.0	2.1
	3-327③(可育)(Fertile)	10.4	52.4	74.4	46.4	17.0	3.7	2.4	4.6
	3-328(不育)(Sterile)	10.0	52.0	75.2	46.4	16.2	3.7	2.4	4.7
萝卜胞质不育 Ogu-CMS	3-327③(可育)(Fertile)	10.4	52.4	74.4	46.4	17.0	3.7	2.4	4.6
	3-329(不育)(Sterile)	9.2	52.0	66.6	42.4	15.8	2.5	1.6	3.4
	3-247④(可育)(Fertile)	11.0	43.0	80.8	30.8	25.0	5.4	3.5	6.1
	3-248(不育)(Sterile)	13.2	41.4	76.8	29.3	22.3	3.2	2.0	4.1
	3-312③(可育)(Fertile)	12.0	58.4	75.2	43.2	19.4	5.1	3.1	6.6
	3-314(不育)(Sterile)	10.4	54.4	74.2	37.4	14.6	2.4	1.4	2.7

### 2.2 三种胞质不育系生长势的比较

由表 1 可见,三种不育系和相应的保持系的植物学性状比较结果表明:多代回交获得的纯合

2001 年 8 月初在露地播种试验所需的材料,11 月初对主要的植物学性状,包括对叶片数、株高、开展度、净菜重、荒菜重和中心柱进行测产和调查<sup>[2]</sup>。大白菜晚抽薹性的调查方法为:将转育第 3 代的不育系和相应的保持系经过相同的低温处理(“破肚”的种子在 4℃ 冰箱中处理半个月)后,播种在温室穴盘中,调查二者抽薹的早晚;用于结实性研究的 3 份不育系材料、相应的保持系及父本,在室温下催芽,待种子“破肚”后,在 4℃ 冰箱中处理 25 d,然后播种在日光温室,开花后由昆虫自然授粉、结实,然后考种,测种子产量。

## 2 结果与分析

### 2.1 三种胞质不育系不育性的比较

CMS96 胞质不育系和萝卜胞质不育系不育性稳定,不育株率和不育度均为 100%、其蜜腺和柱头正常、花药白色退化,为稳定遗传的细胞质雄性不育系,育性具有不受温度影响、转育容易、植株整齐一致的优点。而 Pol-CMS 不育系不育性不稳定,容易出现有粉株,影响整体纯度,难以利用。Pol-CMS 不育系表现对温度敏感,存在有微量花粉现象。

CMS96 不育系和 Pol-CMS 不育系,生长势不退化,其植株生长旺盛,优势强。在主要植物学性状上,不育系与保持系相似。而萝卜胞质不育系则退

化明显,杂交优势弱,在育种中很难利用。

2.3 CMS96 不育系杂交一代与保持系杂交一代杂交优势的比较

不育系的杂交一代抗病性与保持系的杂交一代相一致,但前者增产明显。CMS96 不育系和用不育系试配的 F<sub>1</sub> 对病毒病、霜霉病、黑斑和黑腐病等大白菜主要病害的抗病性与相应保持系和用保持系试

配的 F<sub>1</sub> 相当或有所提高。在产量方面(表 1,2),不育系和其 F<sub>1</sub> 无论是荒菜和净菜产量明显高于保持系和其 F<sub>1</sub>。不育系 F<sub>1</sub> 比保持系 F<sub>1</sub> 荒菜产量平均提高 16.7%,最高可提高 34.04%;净菜产量平均提高 9.83%,最高达 10.8%。可见,CMS96 不育系 F<sub>1</sub> 比保持系 F<sub>1</sub> 植株生长势强,表现为种间杂交优势。

表 2 CMS 96 不育系 F<sub>1</sub> 和相应保持系 F<sub>1</sub> 的比较

Tab.2 Comparison of F<sub>1</sub> hybrid between CMS 96 male sterility (F<sub>1</sub>) and maintenance (F<sub>1</sub>)

项目名称 Item name	代号 Code name	株高(cm) Plant height	开展度 (cm) Plant expansion	叶片数 Leaf number (piece)	中心柱长 (cm) Internal stem	球高 (cm) Head height	球宽 (cm) Head width	荒菜重 (kg) Total weight	净菜重 (kg) Net weight	差值率(%) Difference ratio (%)	
										荒菜 Total	净菜 Net
CMS 96(F <sub>1</sub> )	3-378	38.0	63.8	9.4	5.6	28.6	23.6	5.1	4.1	6.25	10.8
保持系(F <sub>1</sub> )	2-198	45.4	76.2	8.4	5.3	32.4	23.0	4.8	3.7		
Maintenance(F <sub>1</sub> )											
CMS96(F <sub>1</sub> )	3-395	50.2	82.0	10.2	5.4	36.2	26.8	6.3	4.1	34.04	7.89
保持系(F <sub>1</sub> )	2-319	43.8	70.0	7.8	6.9	30.0	23.0	4.7	3.8		
Maintenance(F <sub>1</sub> )											
CMS96(F <sub>1</sub> )	3-398	53.2	83.6	11.2	6.1	39.8	18.2	5.5	4.1	9.8	10.8
保持系(F <sub>1</sub> )	2-361	54.0	74.8	7.0	5.3	41.6	19.0	5.1	3.7		
Maintenance(F <sub>1</sub> )											

2.4 CMS96 不育系与保持系晚抽薹性的比较

转育早代不育系和相应的保持系在经过相同的低温处理,栽到温室后,不育系比保持系抽薹性晚。不育系处在现蕾期,而保持系已抽出了很长的花薹,处在抽薹期。可见,转育早代不育系的晚抽薹性比保持系强,对转育晚抽薹性有利。

2.5 CMS96 细胞质不育系杂种一代与保持系杂种

一代种子产量的比较

花期让昆虫自然辅助授粉,种子成熟后收获并考种、称重,结果如表 3。不育系 F<sub>1</sub> 种子产量高于保持系的 F<sub>1</sub> 种子产量,这与不育系的生长势旺盛、分枝多有关。在繁育不育系的 F<sub>1</sub> 时,可按不育系:父本为 3~4:1 的行数比例定植,同时结合蜜蜂辅助授粉,可以获得较为理想的杂交一代种子。

表 3 三种不育系和对应的保持系结种产量比较

Tab.3 Comparison of seed yield between 3 male sterile and maintenance lines

代号 Code name	特点 Characteristic	种子产量(g/株) Seed yield (gram/plant)	差值 Difference
01-411	保持系 Maintenance line	0.22	0.26
01-646	不育系 Male sterile line	0.48	
01-604	保持系 Maintenance line	0.14	0.18
01-644	不育系 Male sterile line	0.32	
01-462	保持系 Maintenance line	0.89	0.25
01-709	不育系 Male sterile line	1.14	

3 讨论

20 世纪 70 年代初,我国学者发现并利用雄性不育二用系育成大白菜品种,但由于制种时需多次拔除 50%的可育株,费时费工,而且往往制种产量较低,从而限制了该不育系的应用和发展。张书芳首次培育出核基因互作雄性不育系并育成了“快菜一号”等杂交种,并大面积推广应用。该雄性不育系不育性稳定,可以配制出高质量杂交种,采种量也较高,其主要缺点是育出的品种相当于三交种,杂种纯度很难达到整齐一致;另外该雄性不育系向其他类

型大白菜转育较困难。1968 年萝卜胞质不育系被发现,并在世界范围内广泛利用,但其存在低温黄化及蜜腺退化等致命弱点。近 20 年来,国内外研究最多和利用最广泛的是萝卜细胞质雄性不育和波里马细胞质雄性不育<sup>[4]</sup>。

20 世纪 80 年代初,我国对由美国引进的 Ogu 萝卜细胞质雄性不育源做了大量的向白菜转育的研究工作,但该不育源存在叶片黄化、生长迟缓、蜜腺退化和配合力差等缺陷,所以一直未能在生产上得到利用。美国学者用 Ogu 萝卜细胞质雄性不育花椰菜与白菜型油菜进行细胞质融合,获得了合成的

雄性不育甘蓝型油菜体细胞杂种,表现出低温不黄化的优点,与白菜多代回交后获得了低温不黄化的白菜 Ogu 细胞质雄性不育材料。本文对该萝卜胞质大白菜雄性不育系 95A12, 95A13 进行了研究,发现在与白菜连续多代回交转育后,该不育材料随转育代数的增加虽整齐一致,但材料退化较快,部分幼苗表现畸形,同时杂种优势弱、配合力差,应用前景渺茫。

柯桂兰<sup>[5]</sup>等利用甘蓝型油菜 Polima 不育源为材料与大白菜多代转育,获得了异源胞质白菜不育系 CMS3411-7,其不育株率可达 100%,不育度在 95% 以上,但致命弱点是在不利的环境条件下会出现微量花粉和轻度蕾败育现象。本文对该不育源杂 13、杂 33 进行了研究,发现其育性不稳定,容易出现有粉株,易出现假杂种,很难利用。由于温度的影响,Pol-CMS 存在的微量花粉现象(即不育性不稳定)已成为育种者所关注的问题。因为在杂交制种中,如果遇到不育系开花过早(花期不遇)、且有微粉发生时,就可能出现自交苗从而降低制种杂交率。

笔者于 1996 年获得的大白菜转育新型甘蓝型油菜细胞质雄性不育系 CMS96 克服了 Pol-CMS 存在育性受环境条件影响的缺陷和 Ogu-CMS 多代转育后植株长势退化、杂交优势差等缺点。本文研究表明,利用 CMS96 配制的不育系 F<sub>1</sub> 和相应保持系配

制的不育系 F<sub>1</sub> 在植物学性状和营养成分含量上二者相一致,而且该不育系生活力不退化、育性稳定。用该不育系配制的大白菜杂交组合,在产量方面表现出较好的增产潜力,具有配合力高的特点,同时该不育系 F<sub>1</sub> 种子产量高,制种容易、成本低。

综上所述,CMS96 大白菜细胞质雄性不育系是一份很有利用价值、优良的新型大白菜胞质不育系,有很好的应用前景。进一步开展对该不育系的研究和利用将有利于白菜育种方法的改进,在利用白菜雄性不育系育种方面也将有所提高。

#### 参考文献:

- [1] 张德双,徐家炳,曹鸣庆,等. 大白菜转育新型甘蓝型油菜细胞质雄性不育系的研究[J]. 华北农学报, 2002, 17(1): 60-63.
- [2] GB/T 199557.5-2004. 植物新品种特异性、一致性和稳定性测试指南——大白菜[S].
- [3] Ogura H. Studies on the new male-sterility in Japanese radish with special reference to the utilization of this sterility towards the practical raising of hybrid seeds[J]. Mem Fac Agri Kogoshima Univ, 1968, 6: 39-78.
- [4] 徐家炳,张凤兰. 蔬菜遗传育种讨论会汇编[C]. 成都: 蔬菜遗传育种讨论会组委会, 2002.
- [5] 柯桂兰,赵稚雅,宋胭脂,等. 大白菜异源胞质雄性不育系 CMS3411-7 的选育及应用[J]. 园艺学报, 1992, 19(4): 333-340.