

# 青麻叶大白菜核基因雄性不育性遗传模式的研究

闻凤英, 张 斌, 刘晓晖, 王玉龙, 宋连久, 赵 冰

(天津科润农业科技股份有限公司蔬菜研究所, 天津 300384)

**摘要:**以稳定遗传的青麻叶类型大白菜甲型两用系 2 个、乙型可育株系 4 个及可育品系 26 个为材料, 经过杂交、自交、测交及育性鉴定等手段, 对青麻叶类型大白菜核基因雄性不育性的遗传模式进行了验证, 并对青麻叶类型材料的育性基因型进行了测定。结果表明, 青麻叶类型大白菜核基因雄性不育性的遗传模式符合复等位基因遗传模式; 在经过多代纯化的青麻叶材料中, 基因型为  $msms$  的材料所占比例最大, 为 65.4%, 基因型为  $Ms^fms$  的材料所占比例最小, 为 7.7%, 基因型为  $Ms^fMs^f$  的材料所占比例居中, 为 26.9%。

**关键词:** 大白菜; 雄性不育性; 雄性不育系; 遗传模式

中图分类号: S634.103.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-7091(2003)04-0042-04

## The Research on Genetic Model of Nuclear Male Sterile Character in Qingmaye Type of Chinese Cabbage

WEN Feng-ying, ZHANG Bin, LIU Xiao-hui,

WANG Yu-long, SONG Lian-jiu, ZHAO Bing

(Tianjin Kernel Agricultural Science and Technology

Cooperation Limited Vegetable Research Institute, Tianjin 300384)

**Abstract:** 2 AB lines of Qingmaye type of Chinese cabbage, 4 temporary maintainer lines and 26 fertile lines were used as materials. Genetic model of nuclear male sterile character in Qingmaye type of Chinese cabbage was checked by crossing, selfing, test crossing and fertility checking. The fertile gene types of main Qingmaye type inbred lines were checked. The result showed that genetic model of nuclear male sterile character in Qingmaye type was same as Multiple Allele Hypothesis for Male Sterility in Chinese Cabbage. In main Qingmaye type inbred lines, the proportion of inbred lines which gene type was  $msms$  was largest (65.4%), the proportion of inbred lines which gene type was  $Ms^fms$  was smallest (7.7%), the proportion of inbred lines which gene type was  $Ms^fMs^f$  was between them (26.9%).

**Key words:** Chinese cabbage; Male sterile character; Male sterile line; Genetic model

利用自交不亲和系进行大白菜 (*Brassica campestris*, ssp. *pekinensis* (Lour) Olsson) 新品种选育仍然是目前育种的主要手段<sup>[1]</sup>。但是自交不亲和系制种存在亲本种子成本高、亲本经多代自交出现生活力退化、杂交种的杂交率不可能达到 100%、培育的新品种容易被剽窃等缺点<sup>[1, 2]</sup>。利用雄性不育系培育大白菜新品种不仅可以降低成本、克服生活力退化、使品种的杂交率达到 100%, 而且育种者的知

识产权能得到充分保护<sup>[2, 3]</sup>, 这一点在目前商品经济时期显得愈加重要。20 世纪 70 年代我国即开展大白菜核不育型雄性不育系的研究, 并取得了众多成果, 但实际应用于生产上的用雄性不育系培育的新品种数量非常有限, 除了沈阳农科院和沈阳农业大学等几家研究单位育成的白帮直筒类型品种外, 其他类型品种极少<sup>[2~4]</sup>, 主要原因是转育技术较复杂, 转育期间中间材料群体大导致工作量过大, 以及

收稿日期: 2003-07-04

基金项目: 天津市农业重点攻关项目(003121111-3)的部分内容

作者简介: 闻凤英(1963-), 女, 河北吴桥人, 硕士, 研究员, 主要从事大白菜遗传育种工作。

成功率较低等<sup>[1,2]</sup>。因此,简化转育方法,使其更广泛地应用于不同类型大白菜的育种,已成为当务之急。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

稳定遗传的甲型两用系: S48, S81; 稳定遗传的乙型可育株系: Y1, Y2, Y3, Y4; 结球白菜可育品系:

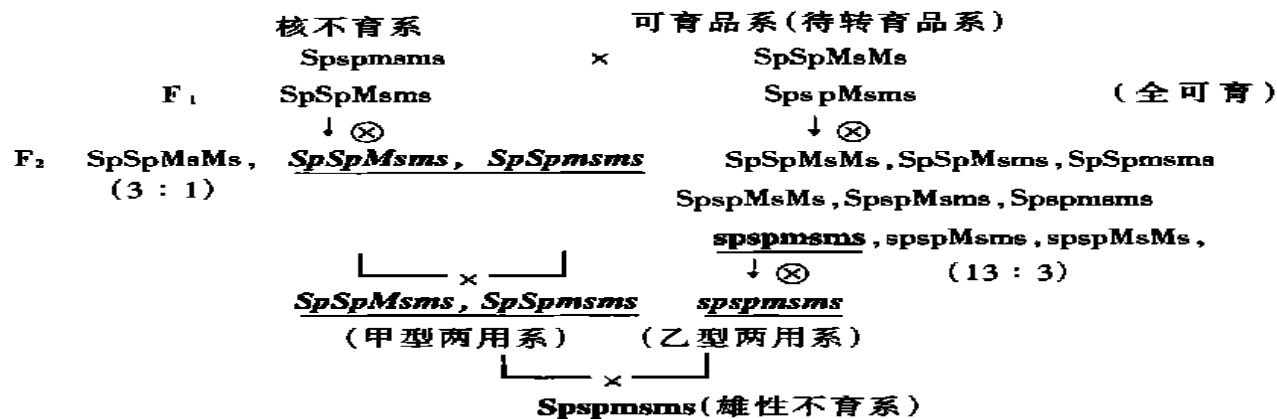


图 1 核基因互作雄性不育系转育模式



图 2 复等位基因雄性不育系转育模式

通过对相同类型转育材料的不同转育模式进行比较可以看出,在  $\text{F}_2$  中,具有甲型两用系基因型的植株所占比例是相同的,但是具有乙型可育系基因型的植株所占比例在不同的转育模式中是不同的。在核基因互作型雄性不育系转育模式中,具有乙型可育株系基因型的植株所占比例为  $1/16$ ,在复等位基因雄性不育系转育模式中则为  $1/4$ ,根据这一比例,在实际转育过程中,要获得所需要的基因型材料,前者的转育群体株数是后者的 4 倍,因此,前者的工作量就要比后者大 3 倍,后续的鉴定工作量也会相应地成倍增加,这就加大了转育难度。因此,采用复等位基因雄性不育系转育模式会大大简化转育程序,那么,该转育模式是否适用于青麻叶材料? 试验首先对其进行了验证。验证设计<sup>[1,3]</sup>如下:

Y112 等 26 份材料(表 2)。

### 1.2 试验方法

1.2.1 雄性不育性遗传模式的验证方法 关于核基因雄性不育系的遗传模式曾先后提出两种假说,一个是张书芳等<sup>[1,2]</sup>提出的核基因互作型雄性不育系遗传假说(图 1),另一个是冯辉<sup>[3]</sup>提出的复等位基因雄性不育系遗传假说(图 2)。

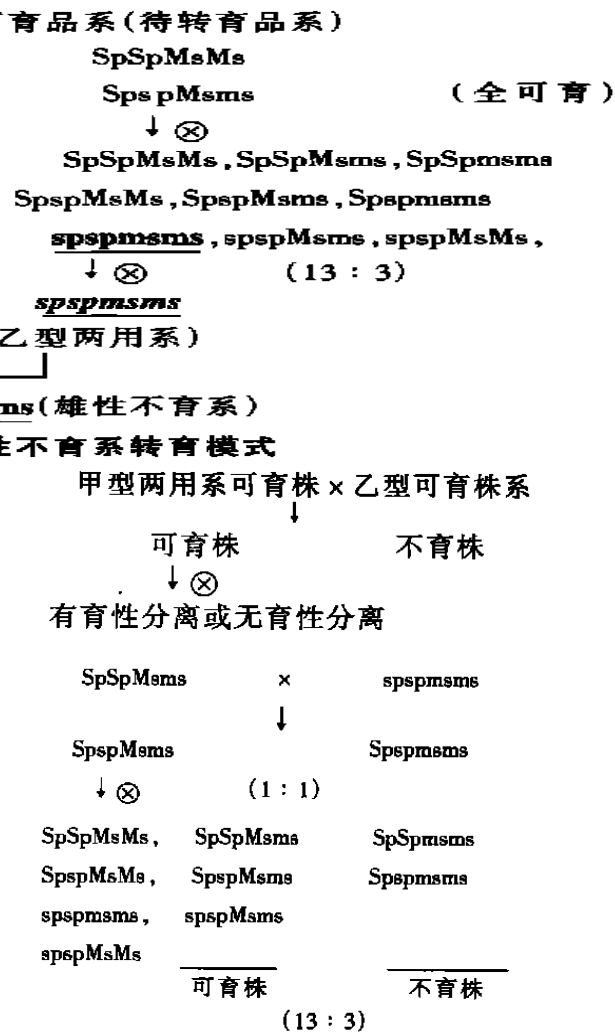


图 3 核基因互作遗传假说验证试验遗传模式

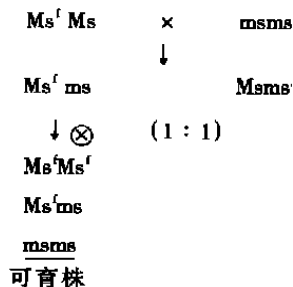


图 4 复等位基因遗传假说验证试验遗传模式

两种遗传模式如图 3,4。图 3,4 表明,如果为

核基因互作遗传,则  $F_1$  的可育株自交后代有育性分离(可育株:不育株=13:3);如果为复等位基因遗传,则  $F_1$  的可育株自交后代全部为可育株。

1.2.2 主要青麻叶材料基因型的鉴定 为了将优良的青麻叶资源转育成雄性不育系,使其尽快地应用于育种中,本试验对 26 份青麻叶材料的基因型进行了鉴定。根据复等位基因遗传假说,可育品系的基因型有 3 种,即  $Ms^fMs^f$ 、 $Ms^fms$  和  $msms$ ,各基因型可育品系与甲型两用系的不育株杂交后,其  $F_1$  群体育性表现如下:

$MsMs \times Ms^fMs^f \rightarrow$  全可育

$MsMs \times Ms^fms \rightarrow$  可育:不育=1:1

$MsMs \times msms \rightarrow$  全不育

对育性鉴定结果进行  $\chi^2$  统计测验。

1.2.3 温室加代育性鉴定方法 为了加快试验进程,本试验采用张书芳育性快速鉴定技术和温室加代技术<sup>[2]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 雄性不育性遗传模式验证结果

本试验 1999 年春季,以稳定遗传的甲型两用系 S48 和 S81 的可育株为母本,分别以稳定遗传的乙型可育株系 Y1、Y2、Y3 和 Y4 为父本配制组合,将每个组合  $F_1$  各种植 100 株进行育性鉴定,并各选可育株 3 株自交,2000 年春将自交后代各种植 100 株进行育性鉴定,结果见表 1。从表 1 中可以看出,用甲型两用系 S48 和 S81 可育株配制的 8 个组合育性均表现 1:1 分离,其中所选 24 株可育株的自交后代均表现全可育,表明用青麻叶类型大白菜材料转育的雄性不育性,其遗传规律符合复等位基因遗传模式,不符合核基因互作遗传模式,这一结果为简化青麻叶大白菜雄性不育系转育程序提供了理论依据。

### 2.2 主要青麻叶材料基因型的鉴定结果

2001 年春分别以甲型两用系 S48 和 S81 的不育株( $MsMs$ )为母本,以 26 个青麻叶材料为父本配制 52 个测交组合,秋季对组合进行育性鉴定,如果父本基因型为  $Ms^fMs^f$ ,组合育性表现全可育;如果父本基因型为  $Ms^fms$ ,组合育性表现 1:1 分离;如果父本基因型为  $msms$ ,组合育性表现全不育,结果见表 2。

由表 2 中可以看出,在经过多代纯化的青麻叶材料中,基因型为  $msms$  的材料所占比例最大,以 S48 不育株为母本的 26 个测交组合中,17 个表现全不育,占 65.4%;基因型为  $Ms^fms$  的材料所占比例最

小,2 个表现 1:1 分离,占 7.7%;基因型为  $Ms^fMs^f$  的材料所占比例居中,7 个表现全可育,占 26.9%。以 S81 为母本的 26 个测交组合表现出与前者完全相同的鉴定结果。这一结果表明,经过多代纯化的青麻叶材料,其控制育性的基因大部分也处于纯合状态。

表 1 青麻叶大白菜核基因雄性不育性遗传模式验证结果

组合名称	可育株/不育株	理论分离比例 $\chi^2_{0.05}=3.841$
S48-1B×Y1	46/49	1:1, 0.0421
S48-1B×Y2	47/51	1:1, 0.0918
S48-1B×Y3	52/43	1:1, 0.6737
S48-1B×Y4	44/51	1:1, 0.3789
S81-1B×Y1	55/42	1:1, 1.4858
S81-1B×Y2	46/53	1:1, 0.3636
S81-1B×Y3	53/45	1:1, 0.5000
S81-1B×Y4	54/45	1:1, 0.6465
(S48-1B×Y1)-1	100/0	全可育
(S48-1B×Y1)-2	98/0	全可育
(S48-1B×Y1)-3	99/0	全可育
(S48-1B×Y2)-1	100/0	全可育
(S48-1B×Y2)-2	100/0	全可育
(S48-1B×Y2)-3	97/0	全可育
(S48-1B×Y3)-1	98/0	全可育
(S48-1B×Y3)-2	95/0	全可育
(S48-1B×Y3)-3	100/0	全可育
(S48-1B×Y4)-1	99/0	全可育
(S48-1B×Y4)-2	95/0	全可育
(S48-1B×Y4)-3	98/0	全可育
(S81-1B×Y1)-1	97/0	全可育
(S81-1B×Y1)-2	100/0	全可育
(S81-1B×Y1)-3	98/0	全可育
(S81-1B×Y2)-1	96/0	全可育
(S81-1B×Y2)-2	99/0	全可育
(S81-1B×Y2)-3	100/0	全可育
(S81-1B×Y3)-1	100/0	全可育
(S81-1B×Y3)-2	96/0	全可育
(S81-1B×Y3)-3	95/0	全可育
(S81-1B×Y4)-1	100/0	全可育
(S81-1B×Y4)-2	99/0	全可育
(S81-1B×Y4)-3	96/0	全可育

根据复等位基因雄性不育系的遗传规律,基因型为  $Ms^fMs^f$  的材料可以按照图 2 的模式,在同一个转育群体中获得甲型两用系和乙型可育系,最终育成新的雄性不育系;基因型为  $Ms^fms$  的材料可以与甲型两用系的不育株( $MsMs$ )、可育株( $Ms^fMs$ )及雄性不育系( $Msms$ )通过杂交、自交、测交以及后代育性鉴定的方法,育成新的雄性不育系;基因型为  $msms$  的材料,只能与甲型两用系的可育株( $Ms^fMs$ )通过前述方法育成新的雄性不育系,但由于其基因型与乙型可育株系的相同,因此,可以作为乙型可育株系与性状相近的甲型两用系的不育株直接配制新的雄性不育系,从而更进一步简化了雄性不育系转

育程序。

表 2 青麻叶大白菜材料育性基因型鉴定结果

组合名称	可育株/ 不育株	理论分离比例 $\chi^2_{0.05}=3.841$	组合名称	可育株/ 不育株	理论分离比例 $\chi^2_{0.05}=3.841$
S48-1A× Y112	48/ 51	1∶ 1, 0.0404	S81-1A× Y112	54/ 42	1∶ 1, 2604
S48-1A× J152	0/ 98	全不育	S81-1A× Y152	0/ 88	全不育
S48-1A× J158	0/ 100	全不育	S81-1A× Y158	0/ 95	全不育
S48-1A× J171	0/ 97	全不育	S81-1A× Y171	0/ 99	全不育
S48-1A× Y194	0/ 100	全不育	S81-1A× Y194	0/ 93	全不育
S48-1A× B194	46/ 52	1∶ 1, 0.2551	S81-1A× B194	44/ 52	1∶ 1, 0.5104
S48-1A× N212	0/ 94	全不育	S81-1A× N212	0/ 98	全不育
S48-1A× N215	0/ 93	全不育	S81-1A× N215	0/ 98	全不育
S48-1A× N218	0/ 98	全不育	S81-1A× N218	0/ 100	全不育
S48-1A× N223	0/ 100	全不育	S81-1A× N223	0/ 94	全不育
S48-1A× N225	0/ 98	全不育	S81-1A× N225	0/ 93	全不育
S48-1A× H227	95/ 0	全可育	S81-1A× H227	100/ 0	全可育
S48-1A× H264	0/ 100	全不育	S81-1A× H264	0/ 93	全不育
S48-1A× H265	0/ 97	全不育	S81-1A× H265	0/ 96	全不育
S48-1A× T212	0/ 94	全不育	S81-1A× T212	0/ 99	全不育
S48-1A× T215	0/ 96	全不育	S81-1A× T215	0/ 95	全不育
S48-1A× T282	0/ 95	全不育	S81-1A× T282	0/ 98	全不育
S48-1A× D230	98/ 0	全可育	S81-1A× D230	100/ 0	全可育
S48-1A× D231	99/ 0	全可育	S81-1A× D231	96/ 0	全可育
S48-1A× D232	100/ 0	全可育	S81-1A× D232	93/ 0	全可育
S48-1A× D233	89/ 0	全可育	S81-1A× D233	95/ 0	全可育
S48-1A× D235	92/ 0	全可育	S81-1A× D235	97/ 0	全可育
S48-1A× D238	98/ 0	全可育	S81-1A× D238	89/ 0	全可育
S48-1A× R275	0/ 100	全不育	S81-1A× R275	0/ 90	全不育
S48-1A× J402	0/ 87	全不育	S81-1A× J402	0/ 96	全不育
S48-1A× J405	0/ 98	全不育	S81-1A× J405	0/ 100	全不育

3 讨论

核不育型雄性不育系与 Polima<sup>[6,7]</sup> 及 Ogura 等胞质型<sup>3,9</sup> 雄性不育系(CMS)相比,具有不育株率和不育度不受环境影响(均为 100%)、不育性稳定、花器正常、蜜腺发育正常等优点,但向不同类型材料上转育的程序较复杂,工作量大,成功率低。本试验证明,青麻叶类型雄性不育系的遗传模式符合复等位基因遗传模式,不符合核基因互作遗传模式,简化了转育工作程序,减少了工作量,成功率大大提高。通过对有代表性的青麻叶材料基因型鉴定,明确了各材料的育性基因型,为进一步转育提供了理论依据。对于基因型为 msms 的材料,由于其基因型与乙型可育株系的相同,因此,可以直接作为乙型可育株系与性状相近的甲型两用系的不育株配制新的雄性不育系,使转育程序进一步简化。

参考文献:

[ 1 ] 何启伟,郭素英. 十字花科蔬菜优势育种[ M]. 北京: 农业出版社, 1993. 110— 127.

[ 2 ] 张书芳,宋兆华,赵雪云. 大白菜细胞核基因互作雄性不育系选育及应用模式[ J]. 园艺学报, 1990, 17(2): 117— 125.

[ 3 ] 冯 辉. 大白菜核基因雄性不育性的研究[ D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 1996.

[ 4 ] 钮心铭,吴飞燕,钟惠宏,等. 大白菜雄性不育两用系的选育和利用[ J]. 园艺学报, 1980, 7(1): 25— 32.

[ 5 ] 沈向群. 大白菜雄性不育研究及利用现状[ J]. 北方园艺, 1992, (4): 12— 15.

[ 6 ] 张鲁刚,郝东方,柯桂兰. 玻里马胞质大白菜雄性不育系 CMS3411—7 温度敏感特性的研究[ J]. 园艺学报, 2001, 28(5): 415— 420.

[ 7 ] Vander Meer Q P. Chromosomal Monogenic Dominant Male Sterility in Chinese Cabbage ( *Brassica rapa*, subsp. *pekinensis* (Lour) Hanelt)[ J]. Euphytica, 1987, 36: 927— 931.