

大白菜核不育复等位基因的转育模式

王 鑫¹, 刘石磊¹, 冯 辉², 卢文经³

(1. 辽宁省农业科学院, 110161; 2. 沈阳农业大学, 110161; 3. 沈阳种子中心批发市场, 110034)

摘 要:按照大白菜核基因雄性不育“复等位基因遗传假说”,根据雄性不育甲型“两用系”不育株与可育品系杂交后代的育性分离比例,判断可育品系的基因型,将可育品系分成 M^fM^f 、 M^fms 、 $msms$ 三种。提出了利用上述三种基因型可育品系转育雄性不育系的遗传模式。

关键词: 大白菜; 雄性不育; 复等位基因; 转育

中图分类号: S634. 103. 6 文献标识码: A 文章编号: 1001—0009(2002)01—0032—03

大白菜 [*Brassica campestris* ssp. *Pekinensis* (Lour.) Ollson] 具有明显的杂种优势。90 年代初, 张书芳等^[3] (1990 年) 和冯辉等^[1] (1991 年) 相继育成了具有 100% 不育株率的大白菜核基因雄性不育系, 从根本上解决了大白菜杂交制种手段问题。冯辉^[3] 首先发现了大白菜核不育复等位基因遗传现象, 提出了核基因雄性不育的“复等位基因遗传假说”, 为具有 100% 不育株率的大白菜核基因雄性不育系选育、转育和利用奠定了理论基础。为了更好地利用大白菜核不育遗传资源, 将已知基因型不育材料的核不育基因转入其他育种材料中, 笔者把近年来发表的有关论文的试验结果和本人的试验结果汇总在一起, 对照“复等位基因遗传假说”, 将 91 个大白菜可育品系的核不育基因型分成 M^sM^s 、 M^sm 和 $msms$ 三组, 提出了相应基因型可育品系转育不育系的遗传模式, 供大白菜雄性不育系选育参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

稳定遗传的大白菜雄性不育“两用系”: AB₉₀₀ AB712 和 AB 45。

大白菜可育品系: 91 个, 见表 1。

1.2 试验方法

以稳定遗传的大白菜雄性不育“两用系”不育株为母本, 91个大白菜可育品系为父本, 以单株为单位分别进行测交。根据 F_1 代的育性分离比例来判断大白菜可育品系的基因型。

样本容量按(1)式计算, 适合性测验取(2)式。

$$n \geq \frac{\lg(0.01)}{\lg(1-p)} \dots\dots\dots (1)$$

$$X^2 = [|A - ra| - \frac{r+1}{2}]^{2/r.n} \dots\dots\dots (2)$$

2 结果与分析

2.1 大白菜核基因雄性不育复等位基因遗传假说简介

根据冯辉(1995年)提出的大白菜核基因雄性不育“复等位基因遗传假说”,大白菜核基因雄性不育受细胞核同一位点3个复等位基因控制:“ M_s ”为显性不育基因;“ m_s ”为“ M_s ”的等位隐性可育基因;“ M_s^f ”为“ M_s ”的等位显性恢复基因。三者之间的显隐关系为 $M_s^f > M_s > m_s$ 。甲型“两用系”不育株基因型为“ $M_s M_s$ ”,可育株为“ $M_s^f M_s$ ”,不育株的不育性通过“两用系”内不育株与可育株兄妹交保持($M_s M_s \times M_s^f M_s \rightarrow 1/2 M_s M_s, 1/2 M_s^f M_s$);乙型“两用系”不育株基因型为“ $M_s m_s$ ”,可育株为“ $m_s m_s$ ”,不育株的不育性亦是“通过”两用

系”内不育株与可育株兄妹交保持($M sms \times sms \rightarrow 1/2 M sms$, $1/2 sms$)。用甲型“两用系”不育株($M sms$)与乙型“两用系”可育株系或称临时保持系(sms)交配,可以获得具有 100% 不育株率的雄性不育系($M sms \times sms \rightarrow M sms$)。遗传模式如图 1。



图 1 大白菜核不育复等位基因型雄性不育系遗传模式

2.2 测交结果

根据大白菜核基因雄性不育“复等位基因遗传假说”,利用甲型雄性不育“两用系”不育株与可育品系杂交,通过杂交后代的育性分离比例,判断可育品系的基因型。91个可育品系在核不育复等位基因位点上的基因型如表1所示。

表1 大白菜可育品系与“两用系”不育株测交育性分离结果

组合名称	可育品系 来 源	可育株/ 不育株	理论 比例	X ²	可育品系 基因型
A1712-A×(A×I7)-2-1	辽宁省农科院	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-A×(88-15)-1-479-2-3-1	大连	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-A×KOREA1-2-480-460-1-1	韩国	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-A×阳春-3-1-2-1	韩国	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-A×阳春-3-1-1-1	韩国	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-A×1070-5-797-259-3-1-1	辽宁省农科院	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-A×113-125-681-513-3-1	辽宁省农科院	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×Hanko	荷兰	42 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×TR21-2-2	沈阳农业大学	55 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×青麻叶-2-2	沈阳农业大学	55 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×早皇白	沈阳农业大学	56 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×147	沈阳农业大学	48 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×黄籽白菜	黑龙江	62 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×新3 包子	山西	80 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB00-A×西-1-1	河北	53 0	全可育		M ^f Ms ^f
A1712-4A×春黄-37-1-1	韩国	47 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB法 45-11A×小林 イマツヅエ-13	日本	63 0	全可育		M ^f Ms ^f
AB法 45-13A× トキタTSX-10-26	日本	52 0	全可育		M ^f Ms ^f

收稿日期: 2001-09-10

组合名称	可育品系来源	可育株/不育株	理论比例	χ ²	可育品系基因型
AB法45-14A×台湾60-43-4-8-5-1	台湾	41'0	全可育		M _s ^f M _s ^f
AB712-A×绿宝-1-2-1	北京	24'24	1∶1	0.021	M _s ^f m _s
AB712-A×绿宝-2-2-1	北京	25'23	1∶1	0.021	M _s ^f m _s
AB712-A×阳春-2-1-1-1	韩国	28'22	1∶1	0.500	M _s ^f m _s
AB712-A×春大将-1-635-1-1-1	韩国	22'21	1∶1	0.000	M _s ^f m _s
AB712-A×春大将-1-635-1-2-1	韩国	24'25	1∶1	0.000	M _s ^f m _s
AB712-A×(87-114)-99-1	山东	24'23	1∶1	0.000	M _s ^f m _s
AB712-A×(87-114)-101-1	山东	22'21	1∶1	0.000	M _s ^f m _s
AB900-A×Salader	日本	15'8	1∶1	1.565	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-2	韩国	14'34	1∶1	7.521	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-3	韩国	26'36	1∶1	1.307	M _s ^f m _s
AB900-A×青麻叶-1-4	沈阳农业大学	22'33	1∶1	1.818	M _s ^f m _s
AB900-A×青麻叶	沈阳农业大学	19'17	1∶1	0.028	M _s ^f m _s
AB900-A×旅大小根-2	沈阳农业大学	22'37	1∶1	3.322	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-4-5	韩国	16'18	1∶1	0.029	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-5-2	韩国	7'3	1∶1	0.900	M _s ^f m _s
AB900-A×吉-2-5	吉林	25'30	1∶1	0.291	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-2-3	韩国	28'29	1∶1	0.000	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-3-9	韩国	26'30	1∶1	0.161	M _s ^f m _s
AB900-A×南韩-1-3	韩国	21'23	1∶1	0.023	M _s ^f m _s
AB900-A×白帮河头-2-7	沈阳农业大学	24'26	1∶1	0.020	M _s ^f m _s
AB900-A×晋菜3号-8	沈阳农业大学	26'30	1∶1	0.161	M _s ^f m _s
AB712-1A×小杂60-2-4-2	北京	26'25	1∶1	0.000	M _s ^f m _s
AB712-3A×9707	沈阳农业大学	28'23	1∶1	0.314	M _s ^f m _s
AB法45-7A×夏胜-111-1	韩国	28'32	1∶1	0.150	M _s ^f m _s
AB712-A×(94-1)-1-2-1	辽宁省农科院	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×中白65-2-1-1	北京	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×青庆-3-1-1	北京	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×(95-杂14)-1-1-1	辽宁省农科院	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×(95-杂14)-2-1-1	辽宁省农科院	0'46	全不育		m _s m _s
AB712-A×河-5-1-54-1-1	辽宁省农科院	0'45	全不育		m _s m _s
AB712-A×丰作-3-206-445-2-1	辽宁省农科院	0'44	全不育		m _s m _s
AB712-A×巨龙58-1-3-1	辽宁省农科院	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×巨龙58-2-3-1	辽宁省农科院	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×小杂65-44-1	北京	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×北京75号-52-1	北京	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×华白2号-2-343-1	北京	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×北京新2号-527-1	北京	0'48	全不育		m _s m _s
AB712-A×北京新3号-534-1	北京	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×北京新3号-535-1	北京	0'46	全不育		m _s m _s
AB712-A×97-无名3-1	辽宁省农科院	0'45	全不育		m _s m _s
AB712-A×H ₆ -1-815-1-479-2-1	辽宁省农科院	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×韩-1-554-472-3-1	韩国	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×青麻叶	辽宁省农科院	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-A×津青55-2-1-1	天津	0'48	全不育		m _s m _s
AB900-A×于白	沈阳农业大学	0'58	全不育		m _s m _s
AB900-A×Tropicana	日本	0'56	全不育		m _s m _s

组合名称	可育品系来源	可育株/不育株	理论比例	χ ²	可育品系基因型
AB900-A×通园2号	吉林	0'60	全不育		m _s m _s
AB900-A×通园4号	吉林	0'52	全不育		m _s m _s
AB900-A×通园5号	吉林	0'50	全不育		m _s m _s
AB900-A×92-10	日本	0'61	全不育		m _s m _s
AB900-A×TR11-3-2	沈阳农业大学	0'57	全不育		m _s m _s
AB900-A×青麻叶-3-1	沈阳农业大学	0'45	全不育		m _s m _s
AB900-A×青麻叶-4-1	沈阳农业大学	0'40	全不育		m _s m _s
AB900-A×小青口-1-1	沈阳农业大学	0'55	全不育		m _s m _s
AB900-A×小青口	沈阳农业大学	0'46	全不育		m _s m _s
AB900-A×青麻叶-3-2	沈阳农业大学	0'63	全不育		m _s m _s
AB900-A×白帮河头-1-1	沈阳农业大学	0'48	全不育		m _s m _s
AB900-A×吉-1-6	吉林	0'54	全不育		m _s m _s
AB900-A×沈农青丰-1	沈阳农业大学	0'53	全不育		m _s m _s
AB900-A×长春快菜	吉林	0'42	全不育		m _s m _s
AB712-1A×秦白2号-2-4-2	陕西	0'46	全不育		m _s m _s
AB712-2A×武黄-265-4	日本	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-2A×春秋65-1-1-5	韩国	0'47	全不育		m _s m _s
AB712-2A×改16-1-1-1	沈阳	0'50	全不育		m _s m _s
AB法45-9A×スニチル-1-84-5-1-1	日本	0'55	全不育		m _s m _s
AB法45-15A×满汉-16-3-5-3-1	日本	0'50	全不育		m _s m _s
AB法45-14A×清阳-24-2-62-7-1-1	日本	0'46	全不育		m _s m _s
AB法45-3A×山东19-1-1-1-663-1	山东	0'49	全不育		m _s m _s
AB法45-9A×イマーツエ-1-87-1	日本	0'47	全不育		m _s m _s
AB法45-14A×ニのミキ-1-94-3-5-1	日本	0'50	全不育		m _s m _s
AB法45-9A×山东19黄-2-1087-1	山东	0'45	全不育		m _s m _s
AB法45-9A×夏宝-70-1	韩国	0'49	全不育		m _s m _s

可育株基因型有4种: M_s^fM_s^f、M_s^fm_s、M_s^fM_s、m_sm_s。其中基因型“M_s^fM_s”自交后代有育性分离,因此,一般可育品系的基因型只有3种: M_s^fM_s^f、M_s^fm_s、m_sm_s。它们与甲型“两用系”不育株(M_sm_s)交配后代的育性表现为:

M_sm_s×


M_s^fM_s^f→全可育

M_s^fm_s→1∶1分离

M_sm_s→全不育

表1中,91个测交组合有19个全可育,占20.88%,相应的可育品系基因型为“M_s^fM_s^f”;24个组合有育性分离,占37.36%,而且除“AB900-A×南韩-2”外,分离比例均符合1∶1,其相应的可育品系基因型为“M_s^fm_s”;48个组合全不育,占52.7473%,相应的可育品系基因型为“m_sm_s”。按上述测交分离结果计算,大白菜可育品系中“M_s^f”基因频率为34.07%，“m_s”为65.93%。

根据不同遗传背景的不育性等位性测定,现已证明:不同的甲型“两用系”虽然都由显性核不育基因控制不育性,但显性核不育基因及可育基因的位点不一定是完全相同的,即某个临时保持系(m_sm_s)对某个甲型“两用系”不育株具有100%保持能力,而对其它的甲型“两用系”则可能表现为半保持(1∶1分离)或全恢复,故上述的试验结果只能在相应的甲型“两用系”×可育品系间重演,若更换甲型“两用系”或可育品系则试验结果可能有所不同。

同时由于 M_s^fm_s  1M_s^fM_s^f; 2M_s^fm_s; 1m_sm_s 对于有些可育品系,特别是高代自交品系由于其选择单株不同,

©1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

33

造成其基因型发生改变,故重复上述试验结果可能有出入,本试验仅供转育时参考。

2.3 转育模式

通过测交,判断出可育品系在核不育复等位基因位点上的基因型后,可按照待转育材料与不育源基因互补原则,凑齐三个复等位基因,转育出新的雄性不育系及其相应的甲型“两用系”和临时保持系。

2.3.1 基因型“ $M_s^f M_s^{fs}$ ”可育品系的转育

对于基因型“ $M_s^f M_s^{fs}$ ”的可育品系,为了使转育成的新甲型“两用系”和临时保持系出自一个杂交组合后代(遗传背景相近),应选用雄性不育系或乙型“两用系”(Msmms)不育株为不育源。转育模式如图2。

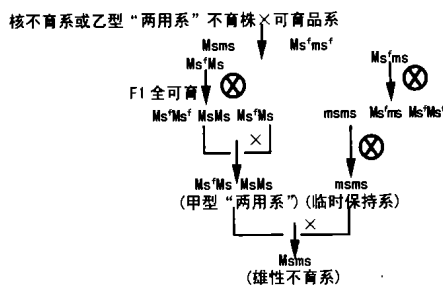


图2 大白菜核不育复等位基因雄性不育系转育模式之1。

按图2模式,在 F_1 中选7株自交。在 F_1 自交后代可育株与不育株3:1分离的株系内,选5株可育株与不育株杂交。如果杂交后代1:1分离,即为新甲型“两用系”。在 F_1 自交后代全可育的株系内,选16株与 F_1 自交3:1分离株系内的不育株杂交,如果后代全为不育株,该可育株自交后代即为临时保持系。

2.3.2 基因型为“ $M_s^f mms$ ”可育品系的转育

可用于这种基因型可育品系转育的不育源有甲型“两用系”不育株(MsMs),甲型“两用系”可育株($M_s^f M_s$),以及乙型“两用系”不育株或核不育系(Msmms)。下面以甲型“两用系”不育株(MsMs),甲型“两用系”可育株($M_s^f M_s$)为例,介绍转育模式。

2.3.2.1 以甲型“两用系”不育株为不育源。转育模式图3。

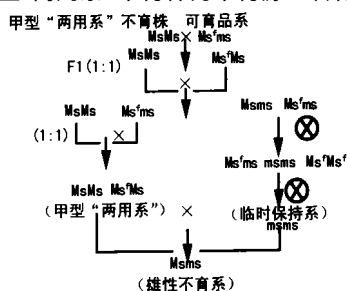


图3 大白菜核不育复等位基因雄性不育系转育模式之2

按图3模式, F_1 可育株与不育株1:1分离。将不育株与可育株兄妹交,后代仍然为1:1分离。取7株不育株与7株可育株轮配,同时可育株自交。另外参加轮配的不育株和可育株都与临时保持系测交。根据测交结果鉴别参加轮配材料的基因型(MsMs, Msmms, $M_s^f M_s$),遗传模式如下:

$$\text{不育株} \begin{cases} M_s M_s \times mms \rightarrow M_s mms & (\text{全不育}) \\ M_s mms \times mms \rightarrow M_s mms, mms & (1:1 \text{ 分离}) \end{cases}$$

$$\text{可育株} \begin{cases} M_s^f M_s \times mms \rightarrow M_s^f mms, M_s mms & (1:1 \text{ 分离}) \\ M_s^f mms \times mms \rightarrow M_s^f mms, mms & (\text{全可育}) \end{cases}$$

“ $M_s M_s$ ”与“ $M_s^f M_s$ ”植株杂交后代即为新甲型“两用系”。在“ $M_s^f mms$ ”基因型个体自交后代($1/4 M_s^f M_s^f$, $2/4 M_s^f mms$, $1/4 mms$)中取16株与新甲型“两用系”不育株($M_s M_s$)杂交,同时自交,即可筛选出新临时保持系,进而,配成新不育系。

2.3.2.2 以甲型“两用系”可育株作不育源。转育模式如图4。

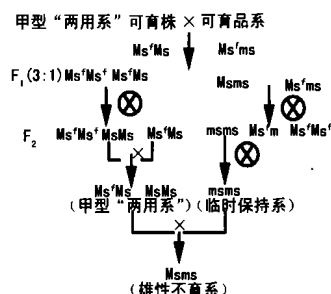


图4 大白菜核不育复等位基因雄性不育系转育模式之3

按图4模式,在 F_1 中可育株与不育株出现3:1分离。选16株可育株自交,在 F_2 中部分株系出现3:1分离,其余株系全可育,在3:1分离株系内选5株可育株($M_s^f M_s^f$, $M_s^f M_s$)与不育株($M_s M_s$)兄妹交,如果后代1:1分离,即为新甲型“两用系”。另外,在全可育的株系内,选16株可育株分别与3:1分离株系内不育株杂交,并且相应的可育株作自交,如果杂交后代出现全不育株系,即为新雄性不育系,而相应父本即为临时保持系。

2.3.3 基因型“mms”的可育品系

基因型为“mms”的可育品系最好用甲型“两用系”可育株作不育源转育。转育模式图如图5。

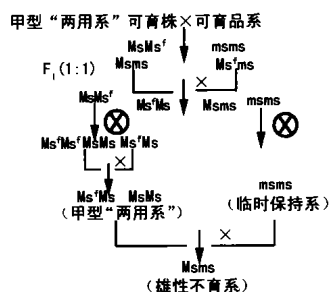


图5 大白菜核不育复等位基因雄性不育系转育模式之4

按图5模式, F_1 可育株与不育株1:1分离。用不育株与可育株兄妹交,其后代育性3:1分离。选16株可育株自交,其后代部分株系3:1分离,其余株系全可育。在3:1分离株系内选5株可育株($M_s^f M_s^f$, $M_s^f M_s$)与不育株($M_s M_s$)兄妹交,如果后代1:1分离,即为新甲型“两用系”。选7个全可育株系,分别与3:1分离株系内不育株杂交,相应的可育株自交,如果杂交后代全不育,即为新雄性不育系,相应父本即为临时保持系。

参考文献

- [1] 冯辉. 大白菜核基因雄性不育性的研究[J]. 北京农业大学学报, 1993, 第19卷: 113~117.
- [2] 冯辉. 大白菜核基因雄性不育的复等位基因假说. 辽宁省第二届青年学术论文集[C]. 大连理工大学出版社, 1995, 149~153.
- [3] 张书芳. 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.