

大白菜核基因雄性不育转育研究进展

岳艳玲, 王玉刚, 冯 辉

(沈阳农业大学园艺学院, 辽宁沈阳 110161)

摘要:大白菜核基因雄性不育系具有雄蕊退化彻底、不育性稳定、不育株率 100% 等特点, 是一类比较理想的雄性不育材料。现对该不育材料转育的理论基础以及转育方法进行归纳, 总结了该雄性不育系的 5 大转育模式。指出由于存在的转育难、利用难的问题, 致使该类不育材料无法在更大范围(多个生态型)上应用。要解决此问题, 提出 3 点看法: 改进现有的转育方法; 探索新的转育途径; 借助生物技术手段。

关键词:大白菜; 核基因雄性不育; 转育

中图分类号: S634. 103. 6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001- 0009(2005)05- 0004- 03

大白菜 (*Brassica campestris*) L. ssp. *pekinensis*) 为两性花异花授粉蔬菜作物, 杂种优势十分显著。利用稳定遗传的雄性不育系 (male sterile line) 配制杂交种, 是实现其杂优化的比较理想的途径, 不但能生产高纯度的商业杂种, 还具有较强的知识产权保护功能, 受到国内外研究者的广泛关注。目前已经发现的雄性不育主要有 2 大类, 胞质雄性不育 (CMS) 和核基因控制的雄性不育 (GMS 或 NMS)。其中, 核基因雄性不育是由核基因控制的雄性不育现象, 不受细胞质影响, 没有正、反交遗传效应, 一般源于自然突变; 具有雄蕊退化彻底、不育性稳定等特点, 是一类比较理想的雄性不育材料。但若要使其应用于杂交种制种实践, 还必须做进一步的选育或转育, 以获得不育株率 100%、不育度 100%、经济性状好、配合力高且符合市场需求的不育系。因此核基因雄性不育系的转育研究倍受人们的重视, 尤其在大白菜核基因雄性不育转育的理论基础及转育方法等方面的研究, 已取得了令人瞩目的成就。

1 转育研究的理论基础

要想获得理想的大白菜核基因雄性不育系, 必须要摸清已有雄性不育材料的遗传规律, 只有在正确的遗传理论的指导下, 转育工作才能顺利进行。

关于核基因雄性不育系的遗传机制, 早期研究中, 有人认为不育性是由核内一对隐性基因控制^[1], 也有人提出是由一对显性基因控制。采用测交筛选法, 发现这两类不育材料都找不到完全的保持系, 只能获得不育株率稳定在 50% 的两用系。用两用系配制商业杂交种, 必须在开花前拔除可育株, 增大了制种成本, 在进行大面积制种时, 杂种纯度也难以保证。

20 世纪 90 年代, 大白菜核基因雄性不育研究工作有了重大突破, 100% 不育株率的核不育材料选育成功, 并对该类核不育材料的遗传机制进行探索, 获得了一系列遗传假说^[2~4]。

1.1 显性上位假说

张书芳等 (1990) 从农家品种“万泉青帮”中发现了自然的核不育材料, 并找到了该核不育材料的临时保持系, 率先育成了具有 100% 不育株率的大白菜核基因雄性不育系, 提出了“核基因互作雄性不育系遗传模式”。认为不育性受控于两对显性基因, 不育基因 (Sp) 对可育基因 (sp) 为显性。与其互作的基因为显性上位基因 (Ms)。遗传模式如图 1。

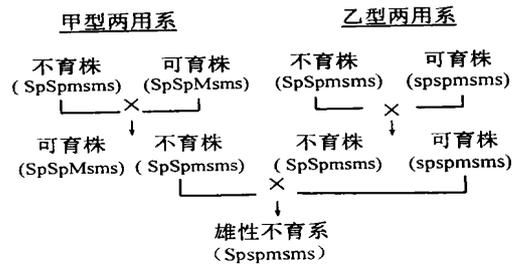


图 1 大白菜核基因雄性不育系显性上位遗传模式

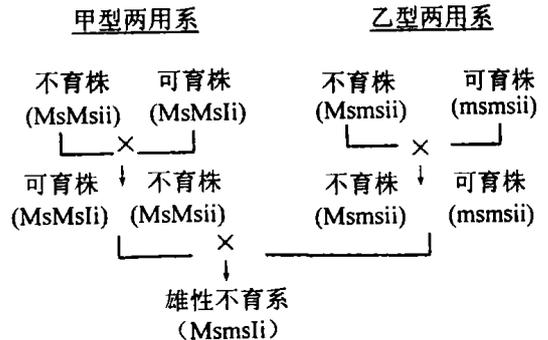


图 2 大白菜雄性不育系显性抑制遗传模式

1.2 显性抑制假说

魏毓棠等 (1992) 的研究认为不育性取决于核基因的互作, 其中一对为育性基因, 另一对为抑制基因。不育基因 (Ms) 对可育基因 (mmsms) 为显性, 抑制基因 (I) 对不育基因 (Ms) 的表达起抑制作用, 其本身不决定可育和不育 (如图 2 所示), 提出了细胞核主效基因显性抑制及微效基因修饰的细

基金项目: 国家 863 项目 (2004AA241120)

收稿日期: 2005- 05- 14

胞核雄性不育性遗传假说。该假说能够解释已经获得的不育系的遗传特征。对于不育系中偶尔出现的个别可育株及保持系中偶尔出现个别不育株的现象, 该假说也给予了解释, 认为是修饰基因作用的结果。

1.3 复等位基因遗传假说

冯辉等(1995)在进行大白菜核基因雄性不育性转育研究中发现, 一些育性分离结果与“抑制基因”等假说不符。通过设计遗传试验, 验证了该类雄性不育材料的不育性是由一个位点上的三个复等位基因控制的^[5~7]。Ms^f为显性恢复基因, Ms为显性不育基因, ms为隐性可育基因, 其显隐关系是Ms^f > Ms > ms(如图3所示)。

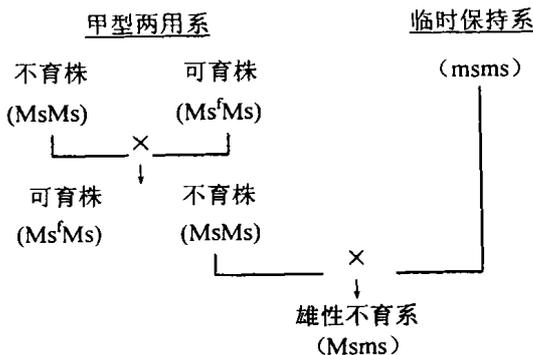


图3 大白菜复等位基因遗传假说

沈向群(1999)以“万泉青帮”系统的大白菜核基因雄性不育材料为试材, 专门设计了遗传分析试验, 对大白菜“显性核基因互作”雄性不育性的遗传机制进行了系统的分析, 结果发现这一材料的不育性也属于复等位基因遗传^[8]。

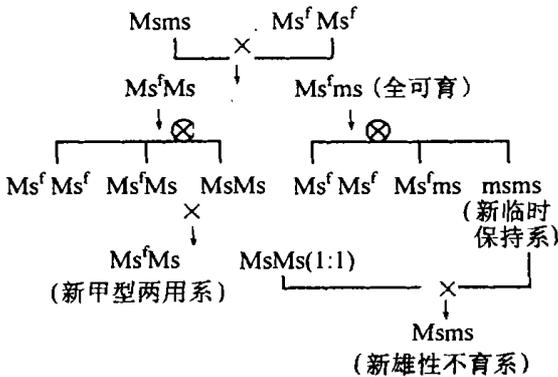


图4 大白菜复等位基因雄性不育系转育模式之1

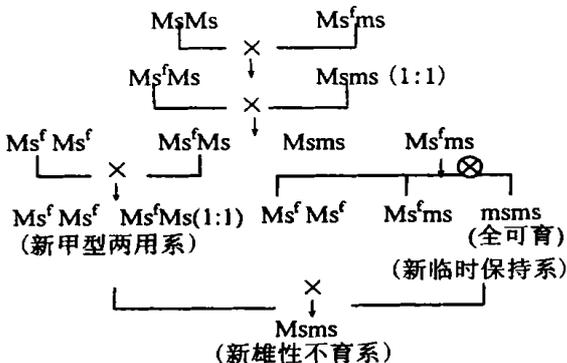


图5 大白菜复等位基因雄性不育系转育模式之2-1

2 复等位基因雄性不育的转育方法

“复等位遗传假说”能够更好地解释现存的雄性不育的遗传现象, 并在转育实践中得到了证实。因此该类核基因雄性不育的转育工作受到了人们的普遍关注。

根据大白菜核基因雄性不育“复等位基因遗传假说”, 可用品系在育性位点上的基因型有四种(Ms^fMs^f、Ms^fMs、Ms^fms、msms), Ms^fMs自交后代有育性分离, 因此一般可用品系的基因型只有三种: Ms^fMs^f、Ms^fms和msms, 它们在大白菜中广泛存在^[7~9], 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, 合成雄性不育系^[7~11]。

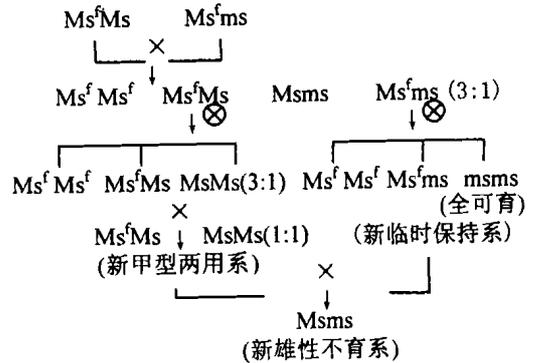


图6 大白菜复等位基因雄性不育系转育模式之2-2

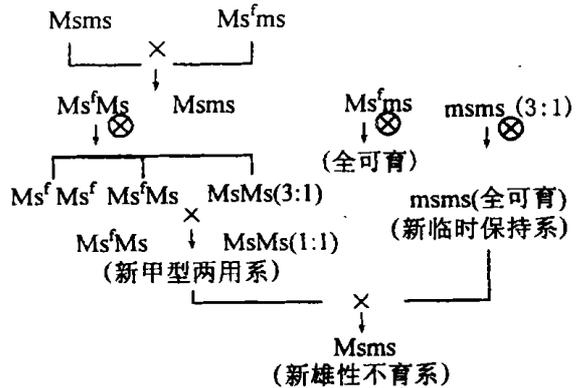


图7 大白菜复等位基因雄性不育系转育模式之2-3

2.1 基因型“Ms^fMs^{fb}”可用品系的转育

对于基因型“Ms^fMs^{fb}”的可用品系, 由于缺少Ms和ms, 因此可用已有不育系(Msms)进行转育。转育模式见图4。

2.2 基因型为“Ms^fms”可用品系的转育

由于该种基因型可用品系转育缺少Ms基因, 因此用于转育该类可用品系的不育源可以是甲型两用系不育株(MsMs)、甲型两用系可育株(Ms^fMs)和已有不育系(Msms)。转育模式如图5、图6、图7所示。

2.3 基因型“msms”可用品系的转育

基因型为“msms”可用品系由于缺少Ms^f和Ms基因, 可用甲型两用系可育株作为不育源进行转育。转育模式见图8。综上所述, 利用这些转育方法实现了核雄性不育基因的转育, 且由于待转育品系与不育源之间性状上的不同, 扩大了不育系的遗传基础, 创造了大批新材料^[7~11]。

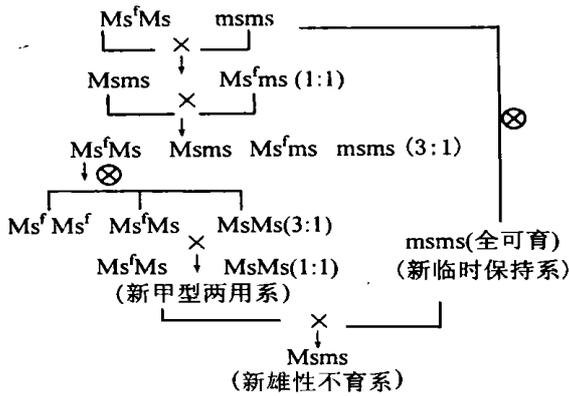


图8 大白菜复等位基因雄性不育系转育模式之3

3 存在问题及展望

我国从20世纪70年代起即开始大白菜雄性不育系的研究和选育, 获得了细胞核雄性不育系, 即两用系, 并在生产上配制了杂种一代。但利用两用系制种需拔除50%的可育株, 既增加成本, 又影响杂种纯度, 种子产量也受到限制。因此在其利用上存在一定的困难。20世纪90年代, 育成了不育度和不育株率达到100%的核基因雄性不育系, 使得核基因雄性不育性的研究有了历史性的突破。按照上述转育模式, 可以实现将核不育基因向可育品系中的转育。因此近年来全国各地的大白菜育种单位纷纷引进该不育系, 但该类不育系不能通过连续回交进行保持, 因此也就不能用一般的饱和回交法进行转育, 造成了这类不育系转育难的问题。至今该不育系并未在生产中得到广泛的应用, 只有最初育成不育系的少数几个单位获得了成功^[2~9]。而且用上述方法进行转育, 不育系本身就是杂种, 再用其配制商业杂交种就是一个三交种, 要保证商业杂种的整齐度实非易事^[12]。只有转育与不育源性状相接近的可育品系, 才可能获得成功^[8, 11]。迄今为止, 该类不育源仅在个别生态型(直筒型)品种的优势育种上得到了应用, 但还很难适用于不同生态类型品种选育的需要。要想使这一我国特有的珍贵雄性不育遗传资源在更大范围的优势育种上进行应用, 还需对现有的转育方法进行改进或探索新的转育途径, 以指导不同生态类型大白菜品种间不育系的转育实践。

随着生物技术的日渐成熟, 分子标记和转基因技术已在许多作物的育种工作中获得成功, 大大提高了育种效率。针对利用两用系制种时存在的问题, 印度学者经研究通过生物

技术将抗除草剂基因连锁到雄性不育基因上, 因可育株不具有此抗性基因, 通过苗期喷施除草剂即可将其除去^[12]。在油菜(*B. napus*)上, 利用基因工程技术进行雄性不育转育研究已经获得了成功。Mariani(1993)将TA29—核糖核酸嵌合基因导入油菜中, 其在油菜花药中的特异表达破坏了花药绒毡层细胞, 从而阻止了花粉粒的形成, 导致了雄性不育。比利时PGS公司已将基因工程获得的油菜不育系申请专利, 利用这套系统培育出来的油菜杂交种已经开始在加拿大等国注册并大面积种植。因此, 借助基因工程的技术手段, 结合核基因雄性不育系的转育研究, 也可望在解决大白菜核不育基因转育难的问题上有所突破。

参考文献:

- [1] 韦顺恋. 大白菜雄性不育保持两用系的选育[J]. 浙江农业科学, 1998(1): 36~39.
- [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和利用[J]. 园艺学报, 1990, 17(2): 117~125.
- [3] 魏毓棠, 冯辉. 大白菜雄性不育遗传规律的研究[J]. 沈阳农业大学学报, 1992, 23(3): 260~266.
- [4] Feng Hui et al., Inheritance of and Utilization Model for Genic Male Sterility in Chinese Cabbage (*Brassica pekinensis* Rupr.), Acta Horticulturae, 1995, 402: 133~140.
- [5] Feng Hui, Wei Yutang, Ji Shujuan, et al., Multiple Allele Model for Genic Male Sterility in Chinese Cabbage[J], Acta Horticulturae, 1996, 467: 133~142.
- [6] 冯辉, 魏毓棠, 许明. 大白菜核基因雄性不育系遗传假说及其验证[A]. 中国科协第二届青年学术年会, 园艺学论文集. 北京农业大学出版社, 1995: 458~466.
- [7] 冯辉. 大白菜核基因雄性不育性的研究[D]. 沈阳农业大学博士学位论文, 1996.
- [8] 沈向群. 大白菜显性核基因雄性不育性的研究与优势利用[D]. 沈阳农业大学博士学位论文, 1999.
- [9] 王鑫. 大白菜核不育复等位基因的转育模式[J]. 北方园艺, 2002(1): 32~34.
- [10] 许明, 冯辉, 魏毓棠, 等. 大白菜核复等位基因向可育品系92-11的转育[J]. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(4): 324~327.
- [11] 闻凤英, 宋连玖, 王玉龙, 等. 青麻叶结球白菜雄性不育系的选育[J]. 园艺学报, 2001, 28(2): 133~138.
- [12] 徐家炳, 张凤兰. 国内外大白菜育种研究概况及展望[A]. 全国蔬菜遗传育种学术讨论会论文集, 2003: 53~59.

欢迎订阅 2006 年《现代化农业》

《现代化农业》是由黑龙江省农垦总局主办的综合性农业技术月刊。她立足黑龙江垦区, 面向全国, 主要报道农业现代化实践中的新成果、新技术和新经验, 普及现代化农业科学知识。主要读者对象为从事农业、农机、畜牧及工副业生产的科

技人员、管理干部和技术工人, 也适合科研和教学人员阅读。

大16开, 48页, 2006年定价5元/期, 全年60元, 国内外公开发行, 全国各地邮局(所)收订, 邮发代号14-84。如错过订阅日期, 可直接汇款向编辑部订阅, 不另收邮费。地址: 黑龙江省佳木斯市安庆街382号, 邮编: 154007 电话: 0454-8359326。E-mail: xdhny@hljnkxy.com