

小麦核不育性与轮回选择育种

刘秉华 著
中国农业科技
出版社



细胞核雄性不育
发现

研究

利用价值

轮回选择与群体改良
原理

方法

国内外实践



小麦核不育性和轮回选择育种

WHEAT GENIC MALE STERILITY &
RECURRENT SELECTION

刘秉华 著

中国农业科技出版社

(京)新登字061号

图书在版编目 (CIP) 数据

小麦核不育性和轮回选择育种=WHEAT GENIC MALE
STERILITY & RECURRENT SELECTION/刘秉华著.-北

京:中国农业科技出版社,1994.10

ISBN 7-80026-701-6

I.小… II.刘… III.①小麦-细胞核雄性不育②作物育种
-选择育种-轮回选择 IV.S512.103

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第01887号

责任编辑
技术设计
出版发行

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

刘晓松

李 漪

中国农业科技出版社

(北京海淀区白石桥路30号)

新华书店北京发行所发行

北京怀柔燕文印刷厂

850×1168毫米 1/32 印张:5.625

1-600册

字数:145千字

1994年10月第一版 1994年10月第一次印刷

7.00元

前 言

矮败小麦的问世，受到众多植物遗传育种学家的关注，在短短几年时间内已有近百个科研教学单位要求引用，并询问有关应用方法和技术。作者多年来一直从事小麦细胞核雄性不育性的遗传和应用研究，完成了太谷核不育小麦 Ms_2 不育基因定位，选育出硬粒小麦4D单体附加系和 Ms_2 、 kr 和 ph 三基因复合材料，探讨了 Ms_2 基因应用于育种的理论和方法，并在轮回选择的实践中育成综合性状较好而又高抗白粉病的小麦新品种（系）轮选851等。同时，在综合分析多种核不育材料研究工作的基础上，总结出植物雄性不育的新洋葱模式。最近还发现了双隐性基因控制的雄性不育和雌雄性都不育的遗传种质，研制出矮败中国春小麦和矮败 $phlb$ 突变体等。在雄性不育和轮回选择方面，有一定知识储备和资料积累，因而萌生了撰写本书的念头。去年年初动笔，4月末完成初稿。我国著名小麦遗传育种学家庄巧生先生，从内容到表达方式都提出了指导性意见，注入了许多重要学术思想，充实了本书的内容，并对全书进行了审改，从而提高了它的科学价值和可读性。

从遗传上改变繁殖方式的自花授粉作物雄性不育性在杂种优势利用和群体改良中具有特殊功用。我国以太谷核不育小麦和湖北光敏感核不育水稻为先导，广泛开展了小麦、水稻、谷子、棉花、油菜和大白菜等作物的细胞核雄性不育性的研究，并展现出美好的应用前景。

《小麦核不育性和轮回选择育种》一书共九章。第一章综述核不育性研究和利用的现状。第二章到第五章，以我国发现的小麦显性核不育基因 Ms_2 为主线，比较详细地论述了太谷核不育小麦、矮败小麦和显性核不育小黑麦的研究进展。太谷核不育小麦不

仅雄性败育彻底,而且不育性十分稳定,是一个很有特色和应用潜力的材料。书中介绍了这个材料雄性败育的形态学、细胞学、遗传学、生理学和生物化学领域的研究成果,特别是运用染色体组定位和端体分析相结合的方法确定不育基因 $Ms2$ 位于4D染色体短臂上,距离着丝点31.16个交换单位的研究成果。 $Ms2$ 不育基因与降秆作用极强的 $Rht10$ 显性矮秆基因紧密连锁的矮败小麦,保留了太谷核不育小麦的优点,克服了太谷核不育小麦之不足,发挥了矮变一号($Rht10$ 基因载体品种)的特长,开拓了新的应用研究领域。第四章叙述了矮败小麦的研制、遗传和应用价值。第六章概述美国用EMS诱导的显性核不育突变($Ms3$)、澳大利亚的“基石”隐性核不育(国际编号为 $Ms1$,常表示为 $ms1$)以及我国选育的蓝标型核不育体系。

轮回选择是以改良群体为目标的新兴育种技术,本书以后三章的较大篇幅系统地论述轮回选择的基本原理和方法,提出利用轮回选择方法进行矮化育种、持久抗锈性育种、抗白粉病育种和丰产性育种的策略,扼要地介绍抗赤霉病基因库、多抗性育种和 S_1 家系等轮回选择方案,最后综合评述了国内外的研究进展。

本书在编写过程中,得到中国作物学会副秘书长陈坚、李春华和本课题组杨丽同志的大力支持和协助,作者在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加上编写时间仓促,难免有错误和不当之处,望读者多加指正。

刘秉华

1994年6月17日于北京

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 太谷核不育小麦	(9)
第一节 发现与遗传分析	(9)
第二节 雄性败育的形态学和异交结实性	(11)
第三节 雄性败育的细胞学	(13)
第四节 雄性败育的生理生化变化	(15)
第五节 雄性不育性的稳定性	(20)
第六节 <i>Ms2</i> 不育基因及其所在细胞质对农艺性状的效应	(21)
第七节 附加标记性状的研制	(24)
第八节 雄性不育的硬粒小麦4D单体附加系	(28)
第九节 <i>Ms2</i> 基因在远缘杂交中的应用	(30)
第十节 一般配合力测验种	(31)
第三章 <i>Ms2</i> 基因定位	(39)
第一节 <i>Ms2</i> 基因定位原理	(39)
第二节 <i>Ms2</i> 基因的染色体组定位	(44)
第三节 <i>Ms2</i> 基因染色体定位	(47)
第四节 <i>Ms2</i> 基因的端体分析	(49)
第五节 <i>Ms2</i> 基因定位结果的验证	(52)
第四章 矮败小麦	(59)
第一节 不育基因 <i>Ms2</i> 与矮秆基因 <i>Rht10</i> 的紧密连锁关系	(60)
第二节 矮败小麦的创制	(61)
第三节 矮败小麦的遗传	(64)
第四节 矮败小麦的特点和优点	(65)
第五节 矮败小麦与杂种优势利用	(69)
第五章 显性核不育小黑麦	(73)
第一节 显性核不育八倍体小黑麦	(74)
第二节 显性核不育六倍体小黑麦	(76)

第六章 FS6显性核不育和两例重要的隐性核不育

材料	(80)
第一节 FS6显性核不育材料的诱导	(80)
第二节 Ms3显性不育基因导入同质普通小麦	(81)
第三节 Ms3雄性不育基因定位	(83)
第四节 “基石” 雄性不育突变体	(95)
第五节 小麦蓝标型核不育体系的选育	(100)
第七章 小麦轮回选择的基本理论和方法	(105)
第一节 轮回选择的回顾	(105)
第二节 轮回选择的原理	(109)
第三节 原始群体组配	(112)
第四节 互交和选择	(116)
第五节 轮回选择的一般程序	(120)
第六节 轮回选择与花粉育种结合	(124)
第八章 不同育种目标的轮回选择	(129)
第一节 矮化育种的新思维	(129)
第二节 持久抗锈性的育种策略	(134)
第三节 抗赤霉病基因库的建拓	(138)
第四节 抗白粉病性与高产结合的轮回选择	(140)
第五节 多抗性育种方案	(143)
第六节 丰产性轮回选择	(145)
第七节 Sorrells和Fritz的轮选方案	(147)
第八节 S ₁ 家系轮回选择方案	(149)
第九章 轮回选择实践	(153)
第一节 国外研究概况	(153)
第二节 国内研究进展	(157)

第一章 概 述

雄性器官退化、发育不良或花粉败育而不能行使正常生殖功能的现象，叫雄性不育。植物两性花的雄性不育现象早在18世纪中期就有发现（Köhlreuter, 1763）。此后，Gärter（1844）和达尔文（1890）等又相继发现雄性不育现象，并在形态上进行了较为详细的描述。进入本世纪以来，在100多个物种上发现或产生了数百例雄性不育材料，其中一些在遗传学等领域得到了广泛而深入的研究。

Sears（1947）对植物雄性不育进行了总结，提出把雄性不育性分为细胞核雄性不育、细胞质雄性不育和核质互作雄性不育的“三型学说”；Edwardsom（1970）等人依据玉米T型胞质雄性不育系筛选出恢复系的事实，把细胞质雄性不育与核质互作雄性不育合并为一类，提出了多数人可以接受的“二型学说”；Kihara（1968）根据自己对小麦-山羊草核质杂种育性研究的丰富资料，提出“一个核基因对等于一个细胞质单位”的理论，即“一型学说”；我国学者鲍文奎（1982）总结分析了植物雄性不育性的种种事实，提出“质不育是在核不育的基础上产生的，核不育是在质不育的基础上产生的”综合理论。这一综合理论在我国杂交水稻研究中，为“野败”不育系寻找恢复系，实现“三系”配套等方面发挥了积极作用。

细胞核雄性不育，即核不育，是自然界最常见的雄性不育现象，人们已经在玉米、棉花、谷子、水稻、大豆、小麦、大麦、油菜、番茄、大白菜、洋葱等许多作物上发现或诱导出这种雄性不育类型。在核不育材料中，多数是由隐性基因控制的，只有极少数受控于显性基因。一个物种控制育性的基因位点可能很多，但一个核不育材料多为一对基因控制。番茄有30多个基因位点，

玉米至少有20个基因位点能独立引起雄性不育。普通小麦 ($2n=6x=42$, AABBDD) 的4A、4B、5A、5B和5D染色体上均存在控制育性的基因位点, 每个位点的突变或缺失都能导致雄性不育。

已经发现和诱导出的小麦核不育材料有数十个, 但只有为数不多的几个得到了深入研究, 其应用价值正在得到开发。

Driscoll (1972) 用 γ 射线辐射处理小麦花粉, 并让其与4A单体授粉, 从后代选出了1株雄性不育隐性突变体, 被命名为“基石”, 基因符号为 $ms1$ (国际编号为 $Ms1$)。“基石”雄性不育突变体, 可能是4A染色体 α 臂, 即短臂上一个小的中间缺失所致。“基石”突变体作为生产杂交小麦X、Y、Z体系的不育基因供体而得到了较为深入的研究。Franckowiak (1976) 和Sasakuma等(1978)利用EMS处理具有 $T \cdot tauschii$ 细胞质的异质普通小麦Chris, 从后代筛选出12个雄性不育突变体, 其中1个编号为FS6的突变体是显性核不育材料。Maan等(1987)利用改良的单体分析方法, 已经把FS6突变体的显性雄性不育单基因 $Ms3$ 定位在5A染色体短臂上, 接近于着丝点的位置, Maan等(1984)将FS6雄性不育株在夏季温室中产生的少量可育花粉授予具有正常细胞质的小麦品种Chris, 从而把显性不育基因 $Ms3$ 从异质小麦导入同质小麦。

1963年山东省昌潍地区农业科学研究所从小麦地方品种平度紫结白中发现雄性不育株, 即“V”型不育系。以后的研究表明, “V”型不育系是受多对基因控制的隐性核不育材料。尽管当时为实现“三系”配套花费了不少人力物力, 并且未能达到预期目标, 但它却揭开了我国小麦雄性不育研究工作的序幕。

1972年, 山西省太谷县郭家堡村农民技术员高忠丽从山西农业大学引进的八交组合 [(早熟1号 $\times$ 306000) $\times$ (太谷49 $\times$ 苏联1号) $\times$ 早洋麦] $\times$ (小红 $\times$ 963) $\times$ (太谷49 $\times$ 桑帕斯多尔)高代品系“2-2-3”繁殖田中发现1株雄性不育小麦, 经遗传分析确定为显性核不育材料(邓景扬等, 1980; 王琳清等, 1980), 其显性雄性不育单基因 $Ms2$ 位于4D染色体短臂上, 距离着丝点31.16

个遗传交换单位(刘秉华等, 1986)。中国科学院西北植物研究所(1982)在72180×小偃6号的 F_3 代中鉴定出一个隐性核不育材料。用携带有蓝胚乳基因和育性恢复基因的长穗偃麦草(*Agropyron elonygatum*)4E染色体的小麦双体附加系($2n=44$)与之杂交, 选育出蓝标型小麦核不育体系(黄寿松等, 1991)。

生物性状, 有的能够被人类的感官直接觉察, 有的则不能; 有的在生长发育早期即可辨认, 有的则必须到生长发育晚期才能识别。遗传育种学家历来十分重视寻找或创制标记性状, 以便根据标记性状间接地或及早地对目标性状进行选择, 以提高品种改良的成效。

矮败小麦是具有矮秆基因标记的显性核不育材料, 矮秆基因 *Rht10* 与不育基因 *Ms2* 连锁十分紧密, 其交换率不超过 0.18%。矮败小麦授以非矮秆品种(包括含有隐性矮秆基因的品种)的花粉, 后代分离出的一半矮秆株为雄性不育, 一半非矮秆株为雄性可育, 矮秆株与非矮秆株的株高差异一目了然(刘秉华等, 1991)。

自花授粉作物的雄性不育性从遗传上改变了它的繁殖方式, 允许进行大规模异交, 并可有效地引入诸如杂种优势利用和轮回选择等新的育种途径。

在田间发现的太谷核不育小麦(*Ms2*)和用 EMS 处理诱导的 FS6 雄性不育突变体(*Ms3*), 以及不育基因(*Ms2*)与矮秆基因(*Rht10*)紧密连锁的矮败小麦, 其后代都有一半异交结实的雄性不育株和一半自交结实的雄性可育株。异交有利于基因的相互交流和重组, 自交则有利于基因型的纯合和稳定。显性核不育材料后代分离的雄性不育株, 象花粉(基因)接受器, 接受外来基因(花粉)并进行重组, 重组后的基因通过后代分离可育株的自交而成为纯合稳定的品系。

太谷核不育小麦雄性败育十分彻底, 从发现至今尚无发现自交结实之事例; 太谷核不育小麦雄性不育性十分稳定, 在各种生态环境和不同遗传背景中, 在施加多种物理化学因素干扰的情况下, 都不能动摇其不育特性。显性核不育材料 FS6 在这些方面显

然不如太谷核不育小麦，故而未能广泛用于小麦育种实践。

太谷核不育小麦作为遗传改良工具，自身也要不断完善和提高，只有这样，才能具有持久的生命力。矮变一号是我国发现的矮源，在已知的矮秆基因中，其降秆作用最强，是理想的标记基因。具有矮秆基因标记的显性核不育材料，即矮败小麦，保留了太谷核不育小麦的优点，克服了太谷核不育小麦的不足，发挥了矮变一号的特长，开拓了新的应用研究领域。

作物品种改良的任务，一方面是把分散于不同个体的目标性状重组在一起，另一方面是累加那些具有加性效应的目标基因，强化目标性状。同时，基因型是基因成员之间关系复杂的集体。一个性状或一组性状是否表达，或表达充分与否，与其背景基因型有密切关系。作物育种就是改良目标性状及其背景基因型的过程。

随着小麦品种水平的不断提高，育种难度也越来越大。亲本选择由易到难，杂交组合方式由简到繁。现代小麦育种应以常规方法为基础，引入新的育种途径（如轮回选择）和技术（如花粉培养），进行多学科综合研究。

轮回选择是以遗传基础丰富的群体为基础，经过周期性地反复异交和选择，打破不利连锁，集结有益基因，不断提高基因重组体水平，使群体得到改良的育种方法。轮回选择首创于异花授粉的玉米，并取得了较好的成效。1933~1934年G.F.Sprague用16个自交系通过双列杂交组配成BSSS群体。经过多年连续不断的轮回选择，BSSS已成为高配合力群体，不仅用于理论研究，而且作为优良种质，从中选出了一系列优良自交系。轮回选择在玉米群体改良中的成功应用，使其逐步扩展到小麦、大豆等自花授粉作物。

小麦早期的轮回选择多数是借助于隐性核不育材料进行的（Suneson等，1963；Athwal和Borloug，1967）。由于隐性基因的遗传特点，难以掌握轮选群体内不育株与可育株的比例，有时甚至还要交替进行异交和自交，影响轮回选择进程。小麦显性核

不育基因的发现和矮败小麦的创制，开辟了轮回选择广泛用于小麦育种的新天地。

刘秉华等（1981）借鉴异花授粉作物轮回选择的经验，结合太谷核不育小麦的特点，论述了轮回选择中原始群体组配、群体改良和改良群体利用等基本问题。Sorrells和Fritz（1982）设计出利用显性核不育基因进行轮回选择的若干具体方案。王进先等（1983）、邓景扬和纪凤高（1983）、吴兆苏等（1984）、林作楫等（1987）也相继提出了轮回选择的设想和方案。

利用小麦显性核不育基因，已经进行了初步的轮回选择实践，取得了一定进展（王振富等，1987；黄德崇等，1990；杨竹平和吴兆苏，1991；蒋国梁等，1991）。但自花授粉作物轮回选择是一种新的育种途径，还有待于在实践中不断完善和提高。

小麦杂种优势利用研究报道始于1962年，目前尚未取得突破性进展。已有的几种细胞质雄性不育系，要么难以找到理想的恢复系，要么不育细胞质对农艺性状有不良影响，或二者兼而有之。利用核不育基因生产杂交小麦是一个值得探索的课题，正在研究之中的X、Y、Z体系和蓝标型核不育体系就是具体例证。

小麦显性雄性不育基因 $Ms2$ 标记蓝粒性状，使其在种子阶段分出不育（蓝粒）与可育（白粒），以组成用于制种的全不育株群体和用于大田生产的全可育株的 F_1 杂种。孙善澄等（1986）、刘秉华等（1987）、沈季孟等（1991）、田宁（1991）先后开展了这项研究工作。根据田宁等人发表的资料分析，不育基因 $Ms2$ 与蓝粒基因似乎存在于不同的染色体臂上，即 $Ms2$ 不育基因位于4D染色体短臂上，而蓝粒基因则位于4E染色体长臂上。这样，虽然容易通过诱导部分同源染色体配对使不育基因 $Ms2$ 与蓝粒基因重组于一条染色体上，但却很难获得这两个基因的紧密连锁材料。因此，不育基因 $Ms2$ 附加蓝粒性状标记研究有必要改用其它诱导染色体易位方式。

矮败小麦具有理想的标记性状，如果找到了恢复育性的显性上位基因，它就有可能大规模用于配制杂交小麦。

我国发现的油菜、谷子、大白菜和水稻的显性核不育材料，都先后找到了恢复育性的显性上位基因，即恢复系。刘秉华（1991）综合分析了这些显性核不育基因的起源，提出了植物雄性不育的新洋葱模式：“从后代分离出的显性核不育材料，一般能够找到恢复系，其恢复源来自提供显性不育基因的那个品种（多为农家品种或野生种）及其衍生系”。

太谷核不育小麦是从有芒品系中发现的无芒雄性不育株，表明它不大可能是当代发生的雄性不育突变，而倒可能是从杂交后代分离出的显性核不育材料。因此，它有可能找到恢复育性的显性上位基因。但也不排除突变早已发生，而通过异交得以代代保存的可能性。

小麦核不育材料既可用于轮回选择和群体改良，也可用于杂种优势利用。随着核不育研究工作的深入和科学技术的进步，小麦核不育基因的潜在价值将逐步得到开发和利用。

参 考 文 献

- [1] 秦泰辰编著, 1978, 作物雄性不育性育种原理和方法, 上海科学技术出版社。
- [2] 鲍文奎, 1982, 植物雄性不育的综合理论和应用, 中国农业科学, (1): 32~36。
- [3] 庄巧生等译, 1982, 小麦育种的理论与实践, 农业出版社。
- [4] 山东省昌潍地区农业科学研究所, 1973, 潍型小麦雄性不育系研究现状, 见: 遗传育种学术讨论会文集, 科学出版社, 106~109。
- [5] 高忠丽, 1981, 太谷核不育小麦的发现经过, 农业科技通讯, (1): 4~5。
- [6] 邓景扬、高忠丽, 1980, 小麦显性雄性不育基因的发现与利用——太谷核不育小麦鉴定总结, 作物学报, (2): 85~98。
- [7] 王琳清等, 1980, 小麦显性单基因控制的雄性不育材料“2-2-3”的研究及其利用, 中国农业科学, (3): 1~7。
- [8] 刘秉华等, 1986, 小麦显性雄性不育单基因的染色体组定位及端体分析, 中国科学(B辑), (2): 157~165。
- [9] 刘秉华等, 1987, 小麦4D与偃麦草4E单价体的传递, 作物学报, 13(3):

263~265.

- [10] 刘秉华, 1991, 作物显性核不育基因起源的探讨及应用途径分析, 大自然探索 10(3): 31~36.
- [11] 刘秉华, 杨丽, 1991, 矮败小麦的选育及利用前景, 科学通报, (4): 306~308.
- [12] 黄寿松等, 1991, 蓝标型小麦核雄性不育、保持系的选育研究, 作物学报, 17(2): 81~86.
- [13] 张云芝等, 1987, 太谷核不育小麦雄性不育性状稳定性研究, 山西农业科学, (6): 5~8.
- [14] 李竞雄, 1991, 玉米群体改良, 见: 中国农业百科全书农作物卷, 农业出版社, 775~776.
- [15] 吴兆苏编著, 1990, 小麦育种学, 农业出版社, 82~101.
- [16] 邓景扬主编, 1987, 太谷核不育小麦, 科学出版社, 62~89.
- [17] 王振富等, 1987, 小麦轮回选择的初步实践, 华北农学报, 6(3): 7~12.
- [18] 黄德崇等, 1990, 小麦抗赤霉病性状的轮回选择效果分析, 上海农业学报, 6(4): 39~44.
- [19] 杨竹平, 吴兆苏, 1991, 小麦互交群体中农艺性状的遗传与选择, 上海农业学报, 7(1): 23~28.
- [20] 沈季孟等, 1991, 太谷核不育小麦籽粒标记蓝色性状的初步研究, 作物学报, 17(5): 386~391.
- [21] 田宁, 1991, 太谷核不育小麦标记蓝粒性状研究初报, 山西农业科学, (9): 6~7.
- [22] Liu Binshua et al, 1936, A dominant gene for male sterility in wheat, *Plant Breeding*, 97: 204~209
- [23] Sears, E.R., 1947, U.S.Dept.Agr. year book, 245~255.
- [24] Edwardson, J.R., 1970, *Bot.Rev.*, 341~401.
- [25] Kihara, H., 1968, Cytoplasmic relationships in the *Triticinae*, 3th Int.Wheat Genet.Symp., 125~134.
- [26] Driscoll, C.J., 1978, Induction and use of the "Cornerstone" male-sterility in wheat, Proc.5th Int.Wheat Genet. Symp. 499~502.
- [27] Sasakuma, T. et al, 1978, EMS-induced male sterile mutants in euplasmic and alloplasmic common wheat, *Crop Sci*

18: 850~853

- [28] Maan, S.S. et al, 1987, Chromosomal arm location and Gene centromere distance of a dominant Gene for male sterility in wheat, *Crop Sci.*, 27: 494~500.
- [29] Athwal, D.S. et al, 1967, Genetic male-sterility in wheat *Euphytica*, 16: 354-360.

第二章 太谷核不育小麦

第一节 发现与遗传分析

一、发现

雄性不育性在高粱、玉米、水稻等作物杂种优势方面的成功应用，促进了其它作物雄性不育性的发现和研究。在小麦中，不仅发现能够“三系”配套的细胞质雄性不育性，而且发现和诱导出大量的细胞核雄性不育类型。细胞核雄性不育性一般受控于寡基因，不受细胞质影响，因此在杂种优势利用和群体改良中有特殊功用。

1970年前后，我国科技人员与农民群众相结合，发现了不少有价值的雄性不育材料。当时，山西省太谷县郭家堡村也在大田里找到了10多株雄性不育小麦，但都未能保存下来。1971年，他们从山西农业大学选种教研室引进一个编号为“2-2-3”的小麦新品系。该品系是复交组合早熟1号/30600/2/太谷49/苏联1号/3/早洋/小红/4/963/5/太谷49/桑帕斯多尔的第6代材料。1972年农民技术员高忠丽在小麦“2-2-3”品系繁殖田中发现了1株雄性不育小麦。这株不育小麦生长健壮、无芒、穗子蓬松、雄蕊瘦小，用其它植株的花粉授粉后被保存了下来。

二、遗传分析

在1972年后的几年中，高忠丽等人用保存下来的不育材料作杂交试验，并提供给中国农业科学院原子能利用研究所、山西省农业科学院等单位研究。他们做了大量的测交和回交，试图找到这个不育材料的恢复系，进而实现“三系”配套。试验结果虽未能如愿，但却积累了大量的实验资料。这些资料清晰地显示：该

不育材料的测交、回交和姊妹交后代均分离出不育株和可育株,既找不到完全的恢复系;也找不到完全的保持系;后代不育株与可育株的分离比率近于1:1,可育株套袋自交结实正常,后代育性不再发生分离。1977年冬,太谷县派人携带有关研究资料请教全国14个科研教学单位的20多位专家教授,都认为“2-2-3”不育系是核不育材料,为“2-2-3”不育材料的最终定性奠定了基础。

“2-2-3”雄性不育株接受其它品种、品系或雄性可育姊妹株的花粉,后代总是分离出不育株和可育株两种表现型的事实表明,其不育性呈显性遗传,显性不育基因处于杂合状态;后代不育株与可育株1:1的分离比率进一步说明,“2-2-3”雄性不育小麦是受显性单基因控制的雄性不育材料(邓景扬等,1980;王琳清等,1980)。

“2-2-3”雄性不育材料被命名为太谷核不育小麦,其雄性不育单基因的符号被规定为 $Ta1$ (邓景扬,1980)。这样,太谷核不育小麦的基因型为 $Ta1ta1$,而正常品种,品系以及可育姊妹株的基因型应为 $ta1ta1$ 。太谷不育株能够产生携带 $Ta1$ 和 $ta1$ 的两种配子,并且数目相等,而作为父本的可育材料则只产生 $ta1$ 一种配子。二者的杂交后代,应有一半雄性不育株和一半雄性可育株,与实际的观察结果相符。因此,确定“2-2-3”不育小麦是受显性单基因控制的雄性不育材料的结论是正确的。

三、基因符号

按照惯例,植物雄性不育的基因符号为 Ms 或 ms 。 Ms 是英文Male sterility(雄性不育)的缩写。 $ms1$ 是一个隐性核不育基因,位于4A染色体短臂上(Driscoll, 1978); $Ms2$,即 $Ta1$ 是被国际作物基因登记署注册的第二个小麦雄性不育基因,它位于4D染色体短臂上,距离着丝点31.16个交换单位(刘秉华等,1986)。

太谷核不育小麦原有的基因符号 $Ta1$,起始于“太谷”的汉语拼音Taigu。但Ta既不是Tai(太),也不是Taigu的缩写。为使基因符号规范化,新的基因符号 $Ms2$ 将取代 $Ta1$ 而出现在本书的有关章节中。