

863

生物高技术丛书

中国光、温敏雄性 不育水稻育性生态

卢兴桂 主 编

035



科学出版社

“863”生物高技术丛书

中国光、温敏雄性不育 水稻育性生态

卢兴桂 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是“863”生物高技术丛书之一,全面介绍了我国光、温敏感型雄性不育水稻近20年来的育性光温生态研究状况,是一本关于中国光、温敏感型雄性不育水稻育性光温反应特征、特性和育性生态控制的基础理论与实用技术的专著。内容包括光照、温度及光温组合互作对育性的影响;育性光温反应特性的测定、鉴定技术与评价方法;不育系的育性生态适应性及气候生态学区划;还附有我国现有光、温敏不育水稻主要资源及其遗传系谱、人工光温育性鉴定与多年多点生态联合育性观测的大量数据资料。本书反映了本研究领域最新进展,以系统的育性生态基本知识、实用技术方法和丰富实用的数据提供为其特色。

本书对植物学、农业生物学、遗传学、生态学、育种学和应用气象学等领域的科学研究有重要参考价值,对种子公司制定两系杂交稻种子生产技术方案有重要指导意义。还可供大专院校相关专业师生阅读,并可作为相关专业硕士、博士研究生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中国光、温敏雄性不育水稻育性生态/卢兴桂主编. —北京:科学出版社, 2003.1

(“863”生物高技术丛书)

ISBN 7-03-010741-1

I. 中… II. 卢… III. 水稻-雄性不育-植物生态学:植物生理学-研究-中国 IV. S511.01

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第065803号

责任编辑:莫结胜 孙克玮/责任校对:宋玲玲

责任印制:刘士平/封面设计:郭建 北新华文

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年1月第一版 开本:787×1092 1/16

2003年1月第一次印刷 印张:20 1/4 插页:1

印数:1-1500 字数:480 000

定价:48.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)



(1) 日光型人工气候箱群 (曾汉来提供)

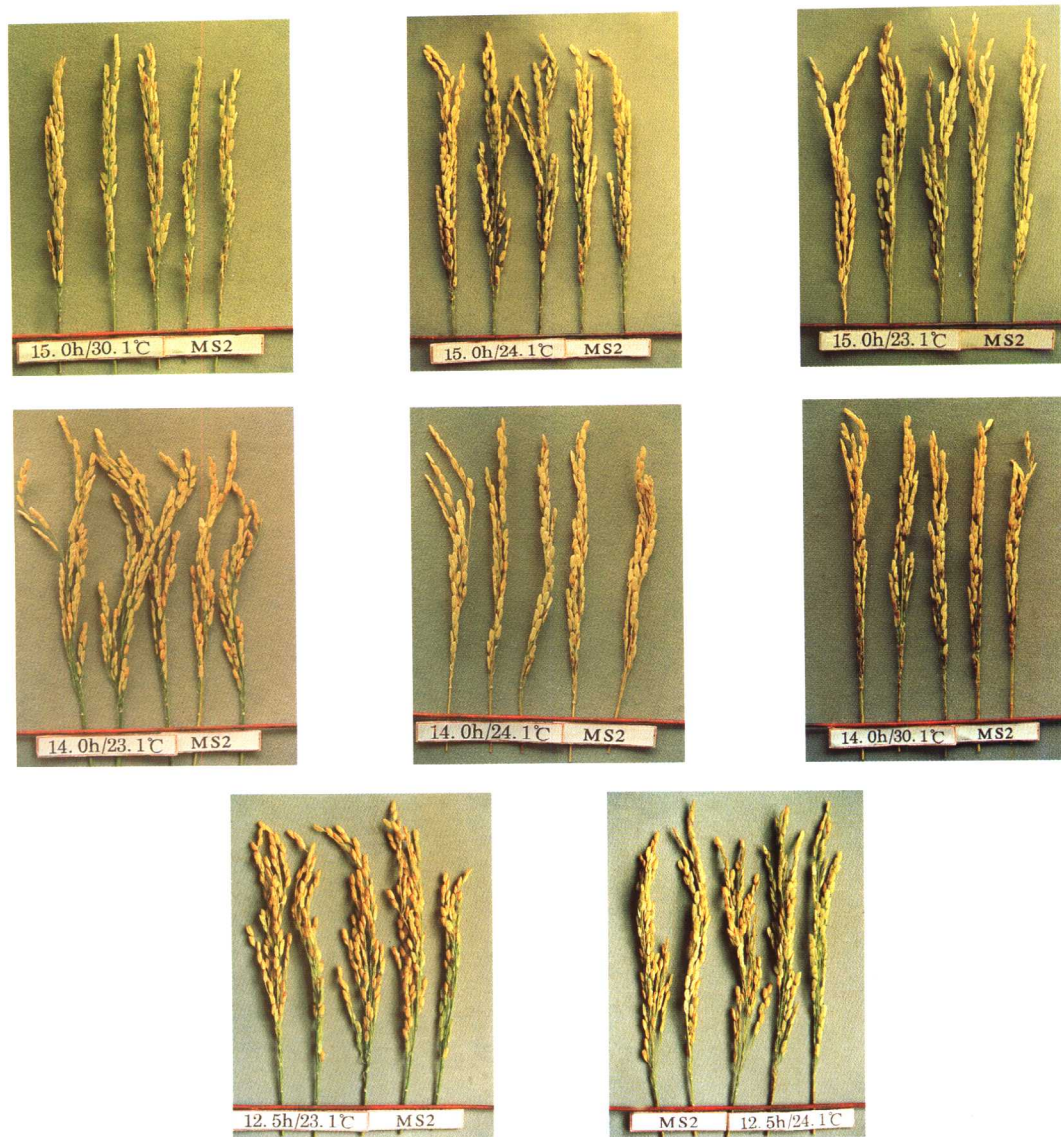


(2) 农垦 58S 不育临界光长测定 (张自国提供)

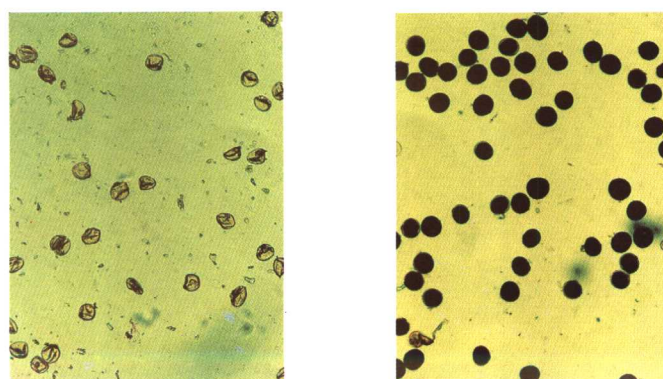


(3) 光温敏不育系育性鉴定 (曾汉来提供)

彩图 I 利用人工光温条件进行光、温敏不育系光温反应特性鉴定



彩图Ⅱ MS2 在不同光 / 温组合下的结实性表现 (孙宗修提供)



彩图Ⅲ 光、温敏不育系不育期 (左) 和可育期 (右) 的花粉形态 (孙宗修提供)

“863” 生物高技术丛书编辑委员会

丛书主编：侯云德 强伯勤 沈倍奋

丛书编委会(按汉语拼音排序)：

陈永福	陈 竺	陈章良	丁 勇	顾健人	侯云德
黄大昉	贾士荣	李育阳	刘 谦	卢兴桂	马大龙
强伯勤	沈倍奋	唐纪良	许智宏	杨胜利	赵国屏

《中国光、温敏雄性不育水稻育性生态》编辑委员会

主 编：卢兴桂

副主编：孙宗修 张 旭

编著者(按汉语拼音排序)：

卢兴桂 孙宗修 姚克敏 袁潜华 曾汉来 张 旭

丛书序 I

生物技术是 20 世纪末期,在现代分子生物学等生命科学的基础上,发展起来的一个新兴独立的技术领域,已被广泛应用于医疗保健、农业生产、食品生产、生物加工、资源开发利用、环境保护,对农牧业、制药业及其相关产业的发展有着深刻的影响,成为全球发展最快的高技术之一。在近 20 余年的时间里,各种生物新技术不断涌现。20 世纪 70 年代创建了重组 DNA 技术和杂交瘤技术之后,动植物转基因技术、细胞大规模培养技术,以及近几年的基因组学、蛋白质组学、生物信息学、组合化学、生物芯片技术和自动化药物筛选技术等相继发展起来。可以说,生物技术的范围在不断地扩展,进入了蓬勃发展的新阶段。

我国的生物技术在“国家高技术研究与发展(863)计划”的支持下,经过全国生物技术科技人员 15 年的努力拼搏,在农业生物技术和医药生物技术的研究和开发方面都取得了很大的进展。一方面,我们在研究上取得了一批具有国际影响的创新成果,并获得一批拥有了自己知识产权的专利;另一方面,在开发上已有一批生物技术产品进入市场,还有相当一批产品正在研究开发中;海洋生物技术和环境生物技术也已起步。目前,生物技术研究 and 产业化已引起了全社会的关注,并将成为我国 21 世纪的一个新兴支柱产业。

在辞别 20 世纪,迈入 21 世纪之际,“863”计划生物领域专家委员会回顾我国生物技术发展历程,展望生物技术发展前景,编写了“‘863’生物高技术丛书”。借此机会,我希望所有从事生物技术研究 and 开发的科研人员,要进一步团结拼搏,增强创新意识,注重成果转化,为我国生物技术不断发展壮大做出新的贡献!

朱光亚

2000 年 7 月 15 日

丛书序 II

生物技术是 20 世纪末人类科技史中最令人瞩目的高新技术, 为人类解决疾病防治、人口膨胀、食物短缺、能源匮乏、环境污染等一系列问题带来了希望。国际上科学家和企业家公认, 信息技术和生物技术是 21 世纪关系到国家命运的关键技术和作为创新产业的经济发展增长点。

生物技术是指有机体的操作技术。它从史前时代起就一直为人类所开发利用, 造福于人类。在我国的悠久历史中, 传统的生物技术在民族经济的发展中一直起重要作用, 特别是农业。据传, 在石器时代的早期, 神农氏曾传授人民如何种植谷物, 并实行轮作制度; 在石器时代的后期, 我国早就善于酒精发酵; 在公元前 221 年的周代后期, 我国就能制作豆腐并酿制酱油和醋, 其所用基本技术沿用至今。公元前 200 年, 在我国最早的诗集——《诗经》中就提到过采用厌氧菌进行亚麻浸渍处理。早在 16 世纪, 我国的医生就知道, 被疯狗咬可以传播狂犬病。公元 10 世纪, 就有了预防天花的活疫苗, 到了明朝 (1368~1644), 这种疫苗就广泛用于大量人群接种, 此后, 这种疫苗接种技术通过有名的丝绸之路传入欧洲国家。

1953 年 Watson 和 Crick 提出了脱氧核糖核酸 (DNA) 的双螺旋结构模型, 阐明了它是遗传信息的携带者, 从而开辟了现代分子生物学的新纪元。DNA 分子是所有生命机体发育和繁殖的蓝本。众所周知, 一切生命活动主要是蛋白质的功能, 而蛋白质是由基因编码的。60 年代初就破译了“遗传密码”。生命现象千姿百态, 但生命体的本质却有高度的一致性。它们的蛋白质都是由 20 种氨基酸以肽键连接而成, 核酸都由 4 种核苷酸以磷酸二酯键构成, 其遗传密码在整个生物界也基本一致。于 70 年代, 科学家们发展了一种新技术, 也就是众所周知的 DNA 重组技术。它向人们提供了一种手段, 人们可以在试管内, 根据人们的意愿来操作基因、改造基因, 新的基因信息可以转入一种简单的生命体中, 如大肠杆菌, 或转入另一种机体, 借以提供一种手段来改造谷物和家畜品种, 或生产有效药物, 制作疫苗和一系列自然蛋白质, 或进行基因治疗。显然, 新生物技术是一场革命, 是生产力的一次解放, 被认为是 20 世纪人类的一项最伟大贡献, 它必将深刻地促进世界经济的发展。

广义的新生物技术包括基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程, 但新技术的核心是基因工程技术, 它能带动其他生物技术的发展, 最具有革命性。

近 20 年来, 国际上生物技术飞跃发展, 特别是基因操作技术、生物治疗技术、转基因动植物、人类和其他生命体基因组工程、基因治疗技术、蛋白质工程技术、生物信息技术、生物芯片技术等。生物技术的创新正在带动着生物技术巨大产业的发展, 它包括基因药物、重组疫苗、生物芯片、生物反应器、基因工程抗体、基因治疗与细胞治疗、组织工程、转基因农作物、兽用生物制品、生物技术饲料、胚胎移植工程、基因工程微生物农药、环保、海洋生物, 以及现代生物技术对发酵、制药、轻工食品等传统产业的改造等领域。

目前, 生物技术产业与信息产业相比较还处于发展初期, 至 1998 年全世界共有生

物技术公司 3600 余家,主要集中在美国和欧洲,其中年产值超过 10 亿美元的有约 20 家。生物技术产业在 20 年中市场总值增加了 50 多倍;涨幅最快是在近 10 年,例如美国在 1980 年生物技术产品的销售额还处于零增长,1991 年达到 59 亿美元,1996 年为 101 亿美元,1998 年增至 147 亿美元;目前,生物技术仍保持 25% 左右的增长速度,20% 左右的融资率和 12.5% 就业增长率以及 8.76% 平均股市涨幅。另一方面,也要看到,美国的 1300 余家生物技术公司中上市公司为 300 家,而赢利的公司约为 20 家,这是由于生物技术产品的研究和开发周期较长,因此从整体看生物技术产业还处在投入阶段。从另一方面来看,尽管美国公司的赢利公司不多,但赢利公司的数量却在稳步上升。

1999 年全球生物技术产品的总销售额约为 500 亿美元,而产生的间接经济效益超过 3000 亿美元,全球有一半以上的人直接享用过生物技术产品。其主要产品为医药产品、农产品和食品。

我国自 1986 年实施“863”计划以来的 15 年中,现代生物技术的开发研究与产业化进入飞速发展阶段:二系法杂交稻的开发与推广对我国的粮食增产起了重要作用,2000 年已推广 5000 万亩以上。1993 年我国第一例转基因作物抗病毒烟草进入了大田试验,1997 年第一例转基因耐贮存番茄获准进行商品化生产,至 1999 年 5 月共有 6 种转基因作物投放市场。2000 年我国转基因抗虫棉花种植面积超过 550 万亩。1990 年我国研制了第一例转基因家畜,1991 年山羊克隆获得成功,生物技术饲料添加剂已经实现了规模化生产。我国自 1989 年第一种基因药物——重组 $\alpha 1b$ 干扰素获准投放市场以来,至 1999 年我国已有 18 种基因药物和疫苗获准进行商业化生产,另有 26 种基因药物处于临床前或临床 I、II 期试验,我国生物技术医药产业已初具规模。我国已列为人类基因组计划国际大协作的成员国,承担完成 1% 的任务,美、英、日、法、德、中科学家于 2000 年 6 月 26 日宣布人类基因组全部 DNA 序列的工作框架图已经完成。我国在国际上首先发现神经性耳聋的基因,基因治疗已有 4 个项目进入临床试验阶段,生物芯片技术的开发研究与产业化正在与国际上同步发展。15 年来我国在生物技术领域中取得的成就是举世瞩目的,同时还培养了一大批中青年科技人才,为 21 世纪初“S-863”计划的实施和生物高技术产业化奠定了扎实的基础,也将为 21 世纪初我国的经济建设做出应有的贡献。

本丛书是在科学技术部中国生物工程开发中心、“863”计划生物技术领域专家委员会的领导下,由在第一线从事“863”生物高技术研究与开发的科技人员撰写的系列丛书。本丛书包括了农、医、生物技术的各个方面,不仅基本上概括了近 10 年来国际上的研究进展和发展趋势,而且还全面反映了我国“863”计划实施 15 年来在生物技术领域取得的进展和成果。本丛书的出版无疑将进一步推动我国生物技术开发研究和产业化的进程,促进我国经济的持续发展。同时,本丛书也是培养新一代青年生物技术科学家的重要教科书。



2001 年 1 月 16 日

前 言

《中国光、温敏雄性不育水稻育性生态》经过作者们的辛勤努力，即将付梓。它是“‘863’生物高技术丛书”的一个分册，同时又是《两系杂交水稻理论与技术》的姊妹篇。

光、温敏雄性不育水稻的发现为两系法水稻杂种优势利用提供了最关键的种质资源，其育性转换机理的研究成果为两系法水稻杂种优势利用技术的建立与应用提供了坚实的理论基础。同时，在两系法杂交水稻技术研究与应用中，我国育种家育成了数以百计、类型丰富的光、温敏雄性不育系。为了评价其育性指标的实用性和适应范围，对其中的一部分，由“863”计划生物技术领域专家委员会指定中国水稻研究所和广东省农业科学院水稻研究所在人工气候箱里进行了人控光温组合鉴定。经人控光温组合鉴定，确认育性基本达到实用不育系技术指标的不育系，选择武汉、南京、贵阳和三亚四个点，开展了育性的生态适应性联合鉴定，对育性进行了连续的跟踪观察。在这些试验中，获取了数以十万计的数据，这在我国农业生态领域的研究中是很少见的，我们十分珍惜这些数据。基于上述，我们怀着一种激动不已的心情，欣然编写了《中国光、温敏雄性不育水稻育性生态》一书，旨在全面地展现我国科学家开创的这一新的领域的研究进展，同时将大量而珍贵的育性鉴定数据提供给有需要、感兴趣和关心这一领域研究的读者。

本书编写过程中，得到国家科技部、中国生物工程开发中心、“863”计划生物技术领域专家委员会、有关省市科技部门、农业部门的大力支持。袁隆平院士对本领域的研究和本书的编写一直给予悉心指导。游修龄教授为第一章提供了不少重要资料，并提出了十分宝贵的意见。中国水稻研究所的程式华、斯华敏等，湖北省农业科学院杂交水稻工程技术研究中心的牟同敏、杨国才、马霓等，贵州省农业科学院水稻研究所的黄宗洪、向关伦等，广东省农业科学院水稻研究所的黄农荣、刘彦卓、孔清霓、陈钊明、林道宣等，海南省农业科学研究院的曹兵、孟卫东、林尤珍等，南京气象学院的宗雪梅、邓芳萍等，为育性的光温组合鉴定和生态适应性联合鉴定做了大量的观察记录工作，付出了辛勤的劳动。在本书编写过程中，徐宏书做了大量具体工作，也付出了辛勤的劳动。作者在此一并表示诚挚的谢意。

本书作者都直接参与了光、温敏雄性不育水稻育性转换的光温反应特性及其利用的研究，占有详尽的试验资料，理当将这本书写得让多数读者满意，但由于各人的执笔风格不同，虽然我们在统稿过程中尽了努力，却还是难免留下风格不同的痕迹。同时，为了尽量完整地反映光、温敏雄性不育水稻育性生态研究的全貌，我们将《两系杂交水稻理论与技术》一书中个别章节的相关内容，在这里予以展开，可能会使读者产生重复之感，还望见谅。

光、温敏雄性不育现象在其他作物也有发现，表明它是一个普遍现象；已有的研究表明，它又是一个十分复杂的生命现象。同时这一生命现象研究目前尚主要局限于水

稻。可以相信，包括水稻在内的作物育性生态研究还会发展。我们仅以这本书抛砖引玉，希望能促进这一新的研究领域的发展。既然是一个新的发展中的研究领域，又限于作者的水平，本书中的疏漏与错误在所难免；作者在编写过程中，虽力求体现“百家争鸣”的方针，充分反映不同的学术观点，也限于作者水平，亦难免有评论不当之处，还望读者批评指正。

卢兴桂

2001 年 8 月

目 录

丛书序 I

丛书序 II

前言

第一章 水稻雄性不育性概论	(1)
一、人类认识植物性别和雄性不育的历史	(1)
(一) 雄性不育的分类	(3)
(二) 植物雄性不育的诱因	(5)
二、水稻雄性不育的研究与应用概况	(10)
(一) 水稻雄性不育的研究简史	(10)
(二) 水稻雄性不育的类型	(11)
(三) 研究水稻雄性不育的意义	(12)
三、光、温敏不育性的研究概况	(14)
(一) 影响育性转换的因素	(14)
(二) 光、温敏不育性的遗传学研究	(15)
(三) 光、温敏不育系的选育与研究	(16)
四、两系杂交水稻的发展	(17)
(一) 两系杂交水稻的选育和应用	(17)
(二) 两系杂交水稻存在的问题和对策	(18)
(三) 两系杂交水稻的发展前景	(18)
第二章 光照条件对光敏雄性不育水稻育性转换的影响	(23)
一、植物的光周期现象及其生理基础	(23)
(一) 植物的光周期现象	(23)
(二) 植物的光周期机理	(27)
二、光敏雄性不育水稻育性转换的光照条件	(29)
(一) 育性转换的光周期敏感期及其测定方法	(29)
(二) 光照长度与育性转换的关系	(31)
(三) 光强与育性转换的关系	(32)
(四) 光、暗期中断对育性转换的影响	(34)
(五) 光质与育性转换的关系	(35)
第三章 温度对光、温敏雄性不育水稻育性转换的影响	(38)
一、温度敏感型雄性不育水稻的发现、特性与类型	(38)
(一) 温度敏感型雄性不育水稻的发现与鉴定	(38)
(二) 温度敏感型雄性不育水稻的育性转换特性与类型	(40)

二、光温互作型雄性不育水稻的育性光温反应特性	(41)
(一) 育性转换的光温作用关系	(41)
(二) 光、温、育性的关系讨论	(44)
三、育性转换温度敏感期与不育临界温度	(47)
(一) 育性转换的温度敏感性指标	(47)
(二) 温度诱导育性转换的敏感期与分析方法	(47)
(三) 育性转换临界温度的测定与分析方法	(51)
四、不育临界温度升高的表现、实质与防止	(52)
(一) 不育临界温度升高现象	(52)
(二) 不育临界温度升高的机理	(53)
(三) 防止光、温敏不育系不育临界温度升高的对策	(55)
第四章 光温互作对光、温敏雄性不育水稻育性转换的影响	(61)
一、不同光温组合对育性转换的影响	(61)
(一) 不同光温组合对粳型光敏核不育系育性转换的影响	(62)
(二) 不同光温组合对籼型核不育系育性转换的影响	(63)
(三) 不同诱导时间与育性转换的关系	(66)
二、光、温敏雄性不育水稻光敏性与感光性、温敏性与感温性的关系	(67)
(一) 发育的感光性与育性的光敏性	(67)
(二) 发育的感温性与育性的温敏性	(72)
(三) 光、温敏雄性不育水稻的分类	(76)
(四) 熟期生态型遗传背景与光、温敏雄性不育基因表达的关系	(82)
第五章 光、温敏雄性不育水稻育性的光温反应特性鉴定	(89)
一、我国水稻光、温敏雄性不育系的技术标准	(89)
(一) 水稻光、温敏雄性不育系的技术标准	(89)
(二) 光、温敏雄性不育系育性特性的几个重要指标	(90)
(三) 临界光温指标值的推测方法	(90)
二、不育系育性人工光温鉴定	(93)
(一) 我国人工光温鉴定不育系的概况	(93)
(二) 人工光温育性鉴定技术	(94)
(三) 人工气候箱鉴定的流程与评价标准	(95)
(四) 我国光温敏核不育系育性鉴定结果概况	(97)
三、水稻光、温敏雄性不育系的生态适应性鉴定	(98)
(一) 生态适应性鉴定的目标和方法	(98)
(二) 生态适应性的分析	(102)
第六章 光、温敏雄性不育水稻的气候适应性	(109)
一、光、温敏不育系的育性适应性	(109)
(一) 我国稻区水稻生长季的光温条件及育性指标区划	(109)
(二) 光、温敏不育系的育性适应性	(113)
二、光、温敏不育系类型的适应性	(118)

(一) 光、温敏不育系类型适应性分析的方法	(118)
(二) 光、温敏不育系类型适应性分析结果	(119)
三、繁殖和制种的气候适应性	(126)
(一) 繁殖、制种的风险概率分析	(126)
(二) 安全制种区域和播差期分析的气候学方法	(129)
附录 I 中国主要水稻光、温敏雄性不育系系谱	(155)
附录 II 中国主要水稻光、温敏雄性不育系历年在人工气候箱不同光、温条件下 的自交结实率	(161)
附录 III 中国主要水稻光、温敏雄性不育系历年生态适应性联合鉴定结果	(187)
彩图 I	
彩图 II、彩图 III	

第一章

水稻雄性不育性概论

植物雄性不育是指高等植物中，雌性器官发育正常而雄性器官发育、结构或功能异常，致使丧失授粉或授精及结实能力的现象，最常见的有雄蕊发育不全、花药皱缩、花粉空瘪等。雄性不育系则是指雌雄同株的植物雄性器官不育而雌性器官发育正常，能够接受正常花粉而受精结实的品系。

雄性不育是十分复杂的现象。雄性不育可以发生在生殖生长的各个时期，表现也各不相同，引起雄性不育的原因更是复杂（Kaul 1988，孟金陵等 1995）。现在一般认为雄性不育至少包括以下形式，其中任何一种形式都会引起雄性不育：

- ①雌雄异株的群体中雄株稀少甚至根本没有；
- ②雌雄同株的个体中雄性器官发育不全、雌性化、萎缩或者根本缺失；
- ③不能形成正常的小孢子造孢组织；
- ④小孢子发生不正常，形成有缺陷、无活力、畸形或者败育花粉；
- ⑤花粉不能成熟或者在亲和的柱头上不能发芽；
- ⑥花粉有受精能力但花药不开裂；
- ⑦由于不亲和以外的原因使花粉管不能达到柱头或者胚珠。

雄性不育具有十分重要的生物学意义。在漫长的进化过程中，雄性不育的个体必须接受外来的花粉形成杂种才能繁衍后代，而杂种具有广泛的适应性和旺盛的生长优势，使该物种在生存竞争中处于有利的地位。人类也正是利用了植物雄性不育的特性，以雄性不育系作为遗传工具，选育相应的保持系和恢复系，配制具有强大杂种优势的组合，达到提高作物产量、品质和抗性的目的。

一、人类认识植物性别和雄性不育的历史

人类对植物生殖现象的认识经历了漫长的过程。相传公元前 5 世纪，古旅行家 Herodotus 在中东旅行时，见到阿拉伯人和亚述人在每年的某一季节举行仪式，一名男子爬上海枣树（*Phoenix dactylifera*）取下花序（雄），交给酋长，由酋长将此花序在雌树花序上碰一下，祈求获得海枣的好收成。Aristotle（384 ~ 322 B.C.）的学生 Theophrastus 在公元前 3 世纪写的《植物调查》（*Enquiry into Plants*）一书中记述了这件事（Maheshwari 1950）。据此，一般认为相传早在 3000 年前古阿拉伯人和亚述人就

知道海枣有雌雄之分(胡适宜 1982)。

然而最早有确切文字的记载则见于中国。我国的先民早就认识到植物中存在雌雄异株的现象。2500年前孔子(551~479 B. C.)编定了中国第一部诗歌总集《诗经》,在《豳风·七月》中诗云:“七月食瓜,八月断壶。九月叔苴,采荼薪樗,食我农夫。”诗中的苴(jū),即大麻(*Cannabis sativa*)的雌株。大麻原产中国,雌雄异株,古称雌株为苴或麻,雄株为枲(xǐ)。这就说明早在春秋之前,先民就已经知道大麻有雌雄之分,用雌株的种子作粮食(故被列为“五谷”之一),用雄株的纤维织布。在公元前3世纪的《周礼》中,“典枲”是专管雄麻纺织的职官。成书于战国末期(公元前3世纪)的《吕氏春秋·上农篇》里提到,春夏秋冬都有麻典枲、丝茧织工。公元前1世纪的《仪礼》中也提到了枲。我国现存最早的古农书西汉《汜胜之书》(公元前1世纪)收集记录了麻(苴)和典枲的栽种方法。公元2世纪崔寔著的《四民月令》记载了雄麻的特征:“牡麻一名为典枲,有华无实,好肌理,子青白,两头锐而轻浮。”北魏贾思勰所著《齐民要术》的“种麻第八”中对大麻种子的性别鉴定、雄麻的种植和收获都作了详细的阐述。这一切充分说明,我们的祖先不但早就知道了大麻有雌雄之分,而且根据它们的特点进行了合理的种植,子实和纤维分别利用。除了大麻之外,古人还早就认识到银杏、桑等也是雌雄异株的植物。

我们的祖先在注意到雌雄异株现象的同时,还在2500年前记载了禾本科植物“秀而不实”的现象。《论语·子罕》:“子曰:苗而不秀者有矣夫!秀而不实者有矣夫!”。据游修龄(1995)考证,“秀”指孕穗,亦即古人在正确地将植物的生长划分为营养生长和生殖生长两个阶段的同时,还观察到了虽然孕穗但不结实的现象。明嘉靖年间(1555)安徽《六安州志》卷上《物产》部详细记录了水稻生长发育过程。其中提到“稻花每壳不过九丝,丝有萼如粟,青白色”。这里的“丝”相当于花丝(filament),“萼”相当于花药(anther),是中国古代对禾谷类花器结构认识的最早记载。明代马一龙所著《农说》中指出:“稻花必在日色中开放,雨久则闭其窍而不花,风裂则损其花而不实。”则是对开花与气候环境条件关系的最早记载。由于科学技术的限制,古人并不知道花器有雌、雄蕊之分,也不了解植物也有雄性不育、雌性不育现象,更不清楚究竟是什么原因引起的不结实,但是明确指出“稻花每壳不过九丝”(按:6个花药和2个柱头之和为8)以及环境会导致“花而不实”是相当不容易的。

玉米约在15世纪时从西南境外传入云南,云南人范洪所著《滇南本草》一书中首先记载了“玉麦须”可以入药,治妇科病。“玉麦”是玉米的早期称呼,玉麦须即玉米雌蕊(游修龄 1999)。成书于1572年(明·隆庆六年)杭州人田艺衡著的《留青日札》中,描绘玉米的形态是“花类稻穗,其苞如拳而长,其须如红绒,其粒如芡实。花开于顶,实结于节,真异谷也。”这是对玉米雌雄同株异花首次最明确的描述。稍后的李时珍于《本草纲目》(1578)中又有进一步的描述:“六七月开花成穗,如秕麦状。苗心别出一苞,如梭鱼形。苞上出白丝垂垂。久则苞拆子出,颗颗攒簇,子亦大如芡子,黄白色”。但是田艺衡和李时珍似乎还不很清楚这是雌雄异花。直到17世纪末(1694年)Camerarius在《关于植物性别的通信》一书中才较系统地描述了植物的花器结构、雌雄同株、雌雄异株等现象。1763年Kolreuter观察了植物种内和种间杂交出现的花药败育现象。1876年Coleman首次引入“植物雄性不育”一词。1908年Correns第一次报道了