



科技兴农精选丛书

全国地方科技出版社联合编辑出版

粮食作物栽培

# 杂交水稻 制种与栽培技术

● 卢兴桂 主编



湖北科学技术出版社

科技兴农精选丛书

全国地方科技出版社联合编辑出版

粮食作物栽培

# 杂交水稻制种与栽培技术

●卢兴桂 主编

湖北科学技术出版社

江苏工业学院图书馆  
藏书章



《科技兴农精选丛书》

**杂交水稻制种与栽培技术**

© 卢兴桂 主编

责任编辑:曾 素

封面设计:蒋敦明 姚家丽

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:86782508

地 址:武汉市武昌东亭路2号

邮编:430077

印 刷:武汉峰迪印务有限责任公司

邮编:430033

787mm×1092mm

32 开

5.375 印张

1 插页 110 千字

1999 年 8 月第 2 版

1999 年 9 月第 2 次印刷

ISBN7-5352-1952-7/S·189

定价:5.80 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

## 《科技兴农精选丛书》编委会

顾问 龚心瀚 于友先 路 明

编委会主任 高明光 杨牧之 沈镇昭 周 谊

编委会副主任 徐荣生 王为珍 肖尔斌

编 委(以姓氏笔画为序)

|     |     |      |     |     |     |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 王 慷 | 王玉文 | 王郁明  | 王於良 | 边金城 | 多嘉瑞 |
| 刘 红 | 刘振杰 | 李立波  | 李亚平 | 李光炜 | 李宗昌 |
| 李定兴 | 李建臣 | 李贵玉  | 李敏康 | 吴智仁 | 汪 华 |
| 张 涛 | 张凤洪 | 张培兰  | 张敬德 | 张斯泰 | 张新涛 |
| 范卫平 | 林万泉 | 欧阳莲  | 单沛尧 | 孟祥林 | 项署烽 |
| 赵玉秋 | 赵守富 | 胡孔亮  | 胡明琇 | 袁大川 | 徐 诚 |
| 徐惠国 | 郭晓红 | 唐洪渭  | 黄达全 | 梁福崇 | 蒋玲玲 |
| 曾勇新 | 蒲华清 | 额敦桑布 | 魏 兴 |     |     |

## 《科技兴农精选丛书》策划小组

组 长 徐荣生(兼)

副组长 蒋玲玲 刘韶明 陈春福

成 员(以姓氏笔画为序)

|     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| 卢光园 | 李 森 | 李月茹 | 吴明生 | 林大灶 |
| 林万泉 | 周本庆 | 郭俊铨 | 黄达全 | 梁旭旋 |

## 本书编委会

主 编 卢兴桂  
副主编 牟同敏 袁潜华  
编写者 牟同敏(一、二部分)  
胡 刚(三部分)  
游艾青(四部分)  
袁潜华(五、六部分)  
周文华(六部分)  
审 稿 卢兴桂

# 《科技兴农精选丛书》序

卢 良 恕

我国是一个有悠久农业发展史的农业大国,作为基础产业的农业,在国民经济发展中的作用举足轻重。而我国的国情是人口多,耕地少,人均农业资源低于世界平均水平,经济技术基础相对薄弱,同先进的发达国家相比,农业生产水平还相当低,农业仍是国民经济发展中的薄弱环节。在 20 世纪末乃至 21 世纪,随着人民生活不断改善,要满足庞大的人口对农产品数量和质量日益增长的需要,保证国民经济快速健康持续发展,必须大幅度提高农业综合生产能力。

科学技术是第一生产力,科技进步是我国农业和农村经济快速发展的关键。在继承、发展和充分利用我国传统农业技术精华的基础上,要进一步依靠科技进步,学习先进科学技术,大力推广新的集成科技成果,同时科学、合理地利用农业资源,保护生态环境,达到农村资源、环境与农业生产的整体良性循环,才能实现农业高产、优质、高效、低耗的发展目标,实现农业生产率的持续增长,加速计划经济向市场经济、传统农业向现代农业、粗放经营向集约经营的转变,加速实现农业现代化。

科技兴农的宏伟事业需要有较高专业知识和生产技能的高素质农民来实现。提高农业劳动者素质是实现农业现代化的基础工程,是保证农业持续发展的根本措施。目前我国

农村人口文化程度不高,因此,通过电视、广播、书籍、报刊、科普讲座等多种形式,面向广大农村宣传普及科技知识是当务之急。

现在,39家地方科技出版社联合编辑出版《科技兴农精选丛书》,这是一件意义十分重大的事。科技图书出版,历来起着普及传播科技知识的重要作用。我国是四大发明的故乡,造纸和印刷术都是与书籍出版事业有关。古代的出版事业对孕育华夏文明,传播优秀民族精神,促进中华民族经济的发展起了重大作用。我国古代农学著述很多,已知的达400余种,居世界各国之冠,说明我国古人向来重视农业生产技术知识的总结、推广。现存最早最完整的农学专著《齐民要术》,就是公元6世纪前我国的农业生产实用知识的全面总结。这些中华民族传统农业的实用技术精华,通过书籍形式得以流传,曾在农业生产中发挥重大作用。当前要实现“九五”乃至2010年我国农业和农村经济的发展目标,科技出版工作必须以经济建设为中心,不断开拓创新。这次出版的《科技兴农精选丛书》,既重视了优秀传统农业技术精华的搜集整理,又注意了体现和结合新的科技成果,重点推广一批具有显著增产增收效果的实用技术,以通俗易懂的语言和形式,将科技知识迅速传播给广大农民,增强他们的科技意识,使他们更快走上科技致富之路。希望全国的科技出版工作者共同努力,为促进科学技术转化为生产力和提高农民科技素质,为科教兴国大业,做出新贡献。

1997年3月

(卢良恕先生为中国工程院院士、中国工程院副院长)

## 出版者的话

农业是国民经济的基础,是国家稳定的基石。党中央和国务院一贯非常重视农业的发展,把农业放在经济工作的首位。而发展农业生产,发展农村经济,必须依靠科技进步,推动传统农业向高产、优质、高效的现代化农业转变。为了适应农业的这一转变需要,全国地方科技出版社联合编辑出版了这套《科技兴农精选丛书》,奉献给全国农民读者,为科技兴农再作贡献。

这套丛书,是从全国各地方科技出版社已出版的数千种农业科技图书中精选出来的,可以说是集我国实用农业科技图书的精华。所选的书均经过全面修订,充实新知识、新技术内容,以全新面貌出现。全套丛书具有简明扼要、通俗易懂、实用性强等特点,非常适合农民读者学习和使用。这套丛书首选 100 余种,涵盖当前农业生产技术的粮食作物栽培、经济作物栽培、蔬菜栽培、果树栽培、植物保护、畜牧兽医、水产养殖、农副产品加工等诸方面。我们力求广泛介绍适合农业生产发展和农民读者需要的实用性新技术,希望对发展农业生产和农民致富有实实在在的作用。

中宣部、农业部和新闻出版署的领导极为关心本丛书的出版,并对如何出版好这套书提出了许多具体的指导意见;卢良恕先生在百忙中为丛书作序。对此,我们表示诚挚的谢忱!

**全国地方科技出版社**

1997 年 3 月

## 前 言

自 1973 年杂交水稻三系配套至今已有 20 多年。目前我国杂交水稻种植面积约占水稻总面积的 50% 左右,产量却占水稻总产量的 60% 以上。杂交水稻的发展,不仅实现了我国水稻单产和总产的大幅度提高,取得了巨大的经济效益和社会效益,而且促进了稻田种植制度的改革和栽培技术的进步。因此,坚持多种杂交稻,种好杂交稻,仍是实现我国粮食 2000 年增产目标的无以取代的重大措施。为普及农业科技知识,让农民朋友掌握杂交水稻制种与栽培技术,受湖北科学技术出版社的委托,我们组织了一批从事杂交水稻研究、推广的科技人员编写了这本读物。书中不仅着重介绍了三系杂交水稻的发展、基本知识,以及制种、繁殖、原种生产、栽培技术等方面的内容,还介绍了我国两系杂交水稻的基本知识;既介绍原理,更着重操作技术的叙述。希望这本读物能对广大农业科技人员和农民学习和掌握杂交水稻技术提供帮助。

我们希望通过编写这本小册子为科技兴农做点贡献,但由于杂交水稻应用地域辽阔,各地技术差异较大,资料收集难免遗漏,加之编者水平有限,书中定会有不当之处,恳请读者批评、指正。

卢兴桂

1997 年 7 月 28 日

# 目 录

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 一、杂交水稻研究概况 .....                | 1  |
| (一) 三系杂交水稻 .....                | 1  |
| (二) 两系杂交水稻 .....                | 3  |
| 二、杂交水稻的基本知识 .....               | 7  |
| (一) 杂种优势的概念 .....               | 7  |
| (二) 水稻杂种优势的主要表现 .....           | 7  |
| (三) 水稻杂种优势的遗传基础 .....           | 9  |
| (四) 水稻“三系”的概念 .....             | 10 |
| (五) 水稻“两系”的概念 .....             | 15 |
| 三、杂交水稻制种和不育系繁殖 .....            | 19 |
| (一) 三系制种 .....                  | 19 |
| (二) 三系不育系繁殖 .....               | 43 |
| (三) 两系制种 .....                  | 47 |
| (四) 光(温)敏核不育系繁殖 .....           | 51 |
| 四、杂交水稻亲本的原种生产 .....             | 54 |
| (一) 杂交水稻种子生产体系的发展 .....         | 54 |
| (二) 三系及 $F_1$ 混杂退化的表现及其原因 ..... | 57 |
| (三) 三系的防杂保纯及提纯复壮 .....          | 61 |
| (四) 三系亲本的原种生产 .....             | 64 |
| (五) 两系杂交稻防杂保纯和亲本原种生产 .....      | 73 |
| 五、杂交水稻高产栽培技术 .....              | 76 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| (一) 杂交早稻高产栽培技术 ..... | 76  |
| (二) 杂交中稻高产栽培技术 ..... | 88  |
| (三) 杂交晚稻高产栽培技术 ..... | 96  |
| (四) 杂交水稻再生利用技术 ..... | 107 |
| (五) 杂交水稻抛秧栽培技术 ..... | 115 |
| (六) 杂交水稻旱育稀植技术 ..... | 123 |
| 六、杂交水稻主要组合介绍 .....   | 133 |
| (一) 三系杂交水稻组合 .....   | 133 |
| (二) 两系杂交水稻组合 .....   | 151 |
| 《科技兴农精选丛书》书目 .....   | 159 |

## 一、杂交水稻研究概况

美国科学家 Jones 于 1926 年首次报道了水稻杂种优势现象。60~70 年代世界上一些科学家也先后提出在生产上利用水稻杂种优势的设想。但是,由于制种困难,除了中国的科学家仍锲而不舍地研究外,绝大多数的研究人员都停止了对水稻杂种优势利用的研究。

1964 年湖南省黔阳农校(现安江农校)青年教师袁隆平首先开始了杂交水稻的研究,并于 1966 年发表了“水稻雄性不孕性”一文(《科学通报》第四期)。从此掀开了我国杂交水稻研究新的一页。

经过 20 多年的努力,我国杂交水稻的年种植面积现已达到 1533~1667 万公顷,占全国水稻种植面积的 50% 左右,杂交水稻比常规水稻增产 15%~20%,杂交水稻总产占我国稻谷总产的 60% 以上。杂交水稻在我国的培育成功和大面积推广,为我国的粮食增产起了重要的作用。

### (一)三系杂交水稻

1964 年,袁隆平首先在我国开展三系杂交水稻的研究。第一步是寻找水稻雄性不育系,1964~1965 年一共找到了 6 株雄性不育株,并根据其花粉败育情况,将其分为无花粉型、花粉败育型和花药退化型三类。第二步是寻找和人工创造保

持系,但经过3年的研究,仍没有找到上述三类雄性不育株的100%保持力的保持系。后经过遗传研究发现,这些从栽培水稻品种中找到的雄性不育株,多属于隐性核不育类型,从理论上分析,一般难以找到保持力100%的保持系。1970年转入以培养质核互作型不育系为主的研究,重点是利用远缘杂交,特别是利用野生稻和栽培稻的杂交,目标是培育质核异源的质核互作型不育系。1970年11月在袁隆平的指导下,李必湖在海南崖县南红农场发现了一株花粉败育的普通野生稻(简称野败)。野败的发现是我国三系杂交稻的雄性不育系选育的突破口,通过野败不育株与栽培品种杂交,很快于1973年实现了三系配套,并在来自东南亚的品种中找到了强恢复力的恢复系。1974年由二九南1号不育系与IR24配制的杂交种,在不同的地点试种,比当时的对照种增产48.4%~61.5%。如此强大的杂种优势和增产效果,不仅杂交水稻研究人员受到极大的鼓舞,所有的中国人,乃至全世界都为之振奋:中国水稻的第二次飞跃从此开始!

1975年,全国10多个省区种植三系杂交水稻373公顷,其中早稻13公顷,中稻93公顷,双季晚稻267公顷。大面积产量每公顷在7500千克以上,高产田块超过9000千克,小区产量达到11250千克,比对照品种增产20%~30%。杂交水稻的增产优势,主要表现在穗大粒多、单位面积的总颖花数多;根系发达、生理机能旺盛,从而使得分蘖力强,茎秆粗壮、适应性强。1975年10月在长沙召开了第四次杂交水稻科研协作会。会议总结了10多年来我国杂交水稻的研究成果,交流了工作经验,参观了杂交水稻示范现场,与会专家认为大面积应用杂交水稻的时机已经成熟。会上对三系不育系和杂交稻新组合的命名方法进行了规范。不育系的命名方法是在保

持系后面加 A,组合由不育系和恢复系的名称共同组成,在中间加优字。如南优 2 号,表示是由不育系二九南 A 与 2 号恢复系(即 IR24)配组而成的。

1976 年元月农业部在广州召开了南方 13 省籼型杂交水稻推广会议,并组织力量进行南繁和制种,从而推动了杂交水稻的大面积推广。1976 年全国杂交水稻种植面积扩大到 14 万公顷,以后逐年迅速扩大,1990 年达到 1587 万公顷,1991 年达到历史上最大种植面积为 1739 万公顷。到 1996 年为止,全国已累计种植 2 亿多公顷,累积增产稻谷 3000 亿千克。

现在,全国 6 大水稻生态区均种杂交水稻。南方以杂交籼稻为主,北方和西北种植少量杂交粳稻。华南稻区的杂交稻包括早籼和晚籼,华中稻区包括早籼、中籼、晚籼和晚粳等类型。由于三系杂交粳稻的不育系育性稳定性以及杂种纯度存在一定问题,全国三系杂交粳稻的面积一直比较小,并发展缓慢。

目前生产上利用的三系杂交稻基本上是品种间杂交稻,其杂种优势已难以有更大的提高,80 年代中期以来,我国杂交水稻的产量已出现了长期徘徊的局面。因而,育种家们正在探索新的育种途径和方法,例如两系杂种优势利用、亚种间杂种优势利用等。

## (二)两系杂交水稻

1973 年原湖北省沔阳县沙湖原种场石明松同志在单季晚粳品种农垦 58 中发现了自然雄性不育株。1974~1977 年,石明松采用测交、回交和姊妹交的的方法均未找到保持系。1978 年秋季,石明松在农垦 58 不育株的后生分蘖中发

现自交结实的现象,并收种。1979~1980年进行了分期播种和施肥等栽培试验。结果发现,8月底以前抽穗的表现雄性不育,9月上旬抽穗的表现部分可育,9月中旬及以后抽穗的育性逐步提高。根据这一试验结果,石明松1981年在《湖北农业科学》上发表了《晚粳自然两用系选育与利用初报》一文。1981~1982年的进一步研究表明,农垦58不育株在长日高温下表现不育,而在秋季短日相对低温下表现雄性可育,在海南岛春季表现正常可育。资料分析表明,农垦58不育株的育性与光照长度成相关性。与其他晚粳品种杂交试验,表现一对隐性基因控制的核不育类型。

1982年开始,在农牧渔业部的支持下,湖北省科委将该项研究列入重点研究项目,并组织了由石明松负责的有湖北农科院、武汉大学、华中农业大学等单位参加的协作组,进行攻关研究。1985年10月受农牧渔业部的委托,由湖北省科委和农业厅主持召开了鉴定会,正式命名农垦58自然不育株为“湖北光敏感核不育水稻”,英文名称为“Hubei Photoperiod-sensitive Genic Male-sterile Rice”,缩写为HPGMR。

1985年国家自然科学基金委将“湖北光敏感核不育水稻育性转换机理和利用研究”列入重大项目。1986年列入国家攻关项目和“863”高技术研究计划。1986年10月在长沙召开的第一次国际杂交水稻会议上,中国第一次向国际报道了湖北光敏感核不育水稻的研究和培育两系杂交水稻的设想。1986年12月“湖北光敏核不育水稻的发现与研究”获湖北省科学技术进步特等奖。1987年9月在长沙召开的杂交水稻专题会议上,经袁隆平提议,并经大家讨论,以“S”表示光敏核不育系,如农垦58原始自然不育株定名为“农垦58S”。

1988年8月,国家863计划第一主题专家组对湖北5个

单位新选育的 6 个光敏核不育系进行了技术鉴定,其中 W6154S(籼型,湖北农科院选育)、N5047S(粳型,湖北农科院选育)、31111S(粳型,华中农业大学选育)和 WD1S(粳型,武汉大学选育)等 4 个不育系符合国家标准,通过技术鉴定。从而宣布我国育成了第一批光敏核不育系。更有意义的是 W6154S 的育成,表明农垦 58S 的光敏核不育基因不但可转育成粳型不育系,还可以转育成籼型不育系。

从 1986 年开始,由于国家对光敏核不育水稻和两系法杂交水稻研究的重视,全国许多科研单位都从湖北引入材料进行研究。目前,已在育性的稳定性、育性的遗传行为、光敏基因的定位、分子标记、生理生化特性、光温作用模式等方面进行了广泛深入的研究。全国已选育出近 50 个籼、粳型的光敏核不育系。其中,N5088S、7001S 和培矮 64S 已开始广泛应用于组合选配和杂交制种。

湖北光敏核不育水稻的发现和研究,启迪了人们的思维、促进了人们对自然本质的进一步探索。1989 年以来,福建农学院、湖南安江农校、湖南衡阳农科所等相继发现了 5460S、安农 S-1、衡农 S-1 等新材料,这些材料后经鉴定虽属于温敏类型,但进一步丰富了两系杂交稻的不育系资源,因而统称为光(温)敏核不育系。湖北光敏核不育水稻的雄性不育性同时受到光周期和温度的控制,但以光周期为主。而如安农 S-1 等温敏不育系,则以温度为主。这些光(温)敏不育系的共同特点是,在高温、长日下表现不育,而在低温、短日下表现可育。后来云南、江西、湖南等地又发现了低温、短日不育,高温、长日可育的材料,因而称作反光(温)敏核不育材料。这样,两系杂交水稻的核不育系材料就越来越丰富。由于这些不育系都与环境条件有关,故统称为环境敏感型雄性不育系。

到目前为止,全国已经通过省级审定的两系杂交稻组合有 8 个,它们是鄂粳杂 1 号(N5088S/R187,湖北农科院选育)、华粳杂 1 号(7001S/1514,华中农业大学选育)、70 优 9 号(7001S/晚恢 9 号,安徽农科院选育)、70 优 04(7001S/秀水 04,安徽农科院选育)、培两优特青(培矮 64S/特青 2 号,湖南杂优中心选育)、培两优 288(培矮 64S/288,湖南农学院选育)、培杂山青(培矮 64S/山青 11,广东茂名选育)和培矮 64S/余红 231-8(湖南农学院选育)。湖北、安徽两省主要推广两系粳稻组合。湖南、广东等省主要推广两系籼稻组合。1997 年全国种植面积为 29 万公顷左右。

两系杂交稻与三系杂交稻相比,其优点主要表现在配组自由,不育系选育周期短、类型丰富、繁种简便、恢复谱广等。缺点是:其育性的表达受环境条件的控制,因而制种和繁殖都受到时、空条件的制约。不同的生态区,要选用不同的不育系。从理论上分析,采用两系法容易筛选出强优组合。但是,中国 20 多年的三系杂交稻技术已广泛应用,其育种水平已相当高。因而,两系法杂交稻必须利用其配组自由、恢复谱广等自身的优点,不断扩大亲本的亲缘关系,特别是亚种间杂种优势的利用,才能选出强优的组合。

梗型光敏核不育系育性稳定、繁殖容易、制种纯度高。两系杂交粳稻的推广面积已超过三系杂交粳稻,将在长江流域和西南高原的粳稻种植区迅速推广。两系杂交早籼有可能打破三系早而不优的难点而迅速在长江流域发展起来。两系杂交中、晚籼需要打破目前三系的亲缘关系,扩大亲本遗传差异,充分利用亚种间优势,才有可能得以发展。