

杂交水稻繁制学

颜龙安 主编

中国农业出版社

杂交水稻繁制学

颜龙安 主编

中国农业出版社

MANUAL FOR HYBRID RICE SEED PRODUCTION AND MS LINE MULTIPLICATION

Editor – in – Chief

Yan Longan

China Agriculture Press

1979

图书在版编目 (CIP) 数据

杂交水稻繁制学/颜龙安主编. - 北京: 中国农业出版社, 1999.10

ISBN 7-109-05751-8

I. 杂… II. 颜… III. 水稻-杂交育种 IV. S511.035.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 12738 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 沈镇昭

责任编辑 朱朝伟

北京忠信诚胶印厂印刷 新华书店北京发行所发行

1999 年 7 月第 1 版 1999 年 7 月北京第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 28 插页: 1

字数: 587 千字 印数: 1~500 册

定价: 88.00 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

中华农业科教基金资助图书

中华农业科教基金会简介

中华农业科教基金会经中国人民银行批准，民政部注册登记，于1995年12月20日成立。基金会得到国家科委、中国人民银行、民政部、农业部等部委的大力支持；得到国内外企业界、知名人士的积极响应。基金会归口农业部管理，接受中国人民银行和民政部监督。

中华农业科教基金会的宗旨是：通过广泛吸收国内外和社会各方面的资金，用以支持中国农业科教事业，补充国家主渠道对农业科技的投入，以加快实施“科教兴农”战略。

中华农业科教基金会的任务是：发展农业科教事业，推动农业科技进步，提高农业劳动者素质，促进中国农业发展和农村经济繁荣。基金会资助农业基础研究、应用研究、试验示范、成果推广和农业科教前沿重大课题的研究；资助有突出贡献和有发展潜力的中青年农业科技人才；资助优秀农业科技著作的出版；奖励在中国农业科教事业中做出重要贡献的个人。

中华农业科教基金会将根据政府制订的农村经济发展规划，定期公布资助方向。资助项目的遴选实行“公开申请，专家评审，民主公正，择优资助”原则。基金会建立严格的筹资、管理和使用制度，公正、合理、规范、科学、有效地使用农业科教基金，向捐赠者公开收支帐目，接受监督。

中华农业科教基金会热忱欢迎国内外企业、社团、各界人士向本基金会捐赠资金，本基金会可根据捐赠者的意愿，设立名人基金、专项基金等。

本书编委会

主 编：颜龙安

副主编：刘宜柏

编著者：颜龙安

钟海明

张明初

江永成

肖宇龙

李季能

刘宜柏

刘秋英

蔡耀辉

陈光宇

张俊才

李季能

欧阳颌

张晓波

匡贤彦

张俊才

刘建平

张棣芬

尹建华

民以食为天，中国历来对粮食生产非常重视。20 世纪 70 年代中国杂交水稻培育成功，是国际科研史上一项创举，粮食生产上一项重大突破，也是水稻生产上一次重大改革，为大幅度提高水稻产量开辟了新途径。自 1976 年大面积推广以来，增产粮食 3 亿 t 之多，取得了巨大的经济效益，特别是在中国人多地少的情况下，其意义尤为重大。

自从野败细胞质不育系的选育成功之后，一批以“三系”配套强优势组合的选育与应用研究为主攻目标的多形式、多层次的攻关协作组织相继成立，在全国范围内开展了大协作，经过广大科技工作者团结奋战，取得了一个又一个的研究成果，除野败质源的不育系不断出新外，新质源不育系不断涌现，恢复系的筛选也层出不穷，配制成不少强优势组合应用于生产。“博学而不穷，笃行而不倦”是中国科技工作者的高贵品质。在取得“三系”配套之后，再接再厉，进一步向广度和深度进军。继之在粳型水稻“三系”配套、繁种制种、高产栽培、化学杀雄制种、“两系”杂交稻、亚种间杂交稻和转基因技术等项目均取得了优异的成绩和重大突破。为中国 21 世纪的粮食生产步上新台阶，提供了新的生产动力。

杂交稻种子生产的栽培原理，一直沿用普通栽培学的理论与方法，它在一定程度上推动了杂交水稻繁种制种技术的形成和发展。但在实践中不同的亲本共生栽培和异花授粉结实变化的神奇性、最佳行比寻求的可能性、异常天气与花期相遇预测的科学性、不育系与包颈现象的连锁遗传和喷施激素的规律性、稻粒黑粉病和稻曲病防治的有效性等等重大难题，困扰着人们，妨碍了经验的升华，技术的成熟，产量的稳定和提高。随着“三系”选育技术的不断发展，繁种制种技术也在不断地完善。农业科技工作者们辛勤工作，北育南繁，大胆求索，从遗传、生理生化、细胞工程等方面作了大量的试验研究工作，发表论文近万篇，从而

拓宽了杂交水稻领域的新观念和新思路，使繁种制种形成了新的技术体系。

本书作者参与了中国杂交水稻的早期研究和实践，有着丰富的实践经验和扎实的理论基础，他以自己的研究成果为基础，广泛收集杂交水稻问世以来国内外研制的各种不同类型的杂交稻选育、繁种、制种和栽培等方面的研究成果，驾繁驭简，把观察到的复杂现象化简成基本的可以验证的原则，经过严谨细致的整理，使繁种、制种技术系统化、理论化，上升为一门新学科“繁制学”。该书的新颖性、理论性和实用性十分突出；每一个章节均深刻地阐明了技术基本原理。文字深入浅出，理论联系实际，可操作性强。给人以新的思维、知识和启迪。一门年青的新的学科的问世，难免有不足之处，有些问题还有待进一步去研究和完善。

中国农学会副会长

舒惠国

1997 年 12 月

中国杂交水稻的研究始于 60 年代初, 1973 年实现“三系”配套到大面积推广应用, 至今已有 25 个春秋。在这期间, 国家科学技术委员会、农业部组织全国科技人员协作攻关, 已从生态学、遗传学、植物生理生化及育种学、栽培学、繁种制种、生物技术等各个领域开展了多学科综合研究。从籼型杂交稻到粳型杂交稻, 从“三系”到“两系”, 从生物的到化合的, 从强优势组合选配到繁种制种高产技术的研究, 各个领域都取得了丰硕的成果, 成为世界专利, 并在世界各地推广应用。20 多年来, 杂交水稻在生产上广泛应用, 取得了巨大的经济效益和社会效益。

江西省长期从事杂交水稻研究的部分科技工作者, 在中国农业出版社的支持下, 出版了《杂交水稻繁制学》, 它全面地、系统地总结了我国杂交水稻繁种制种的研究成果和实践经验, 是一部理论与生产实践相结合、从育种学、栽培学分离出来独立成册、内容广泛、论述有深度的科技专著, 对从事杂交水稻研究、教学的科技人员都有参考价值。特别是对从事杂交水稻繁种制种生产的科技人员以及农民兄弟都有指导作用。

本书在引用资料时, 尽可能注明原作者的单位、姓名和论文发表的时间, 引用资料时空跨越 20 余载, 全国 20 多个省、直辖市的科研单位, 100 多位杂交水稻研究专家的论文资料 140 余篇, 对于本书的编著起了十分重要的作用, 在此深表谢意!

《杂交水稻繁制学》共分 13 章, 采取定人分章起草、集体审查修改、同行专家校正办法进行编审。由颜龙安任主编, 刘宜柏、李季能、张俊才任副主编。编著者有颜龙安、刘宜柏、李季能、张俊才、钟海明、刘秋英、欧阳颜、刘建平、张明初、蔡耀辉、张晓波、张棣芬、江永成、陈光宇、匡贤彦、尹建华、肖宇龙。为便于国际交流和外籍读者的阅读, 书中编有中英文对照目录, 并在各章前附有中英文内容摘要。

在本书出版问世之际, 感谢国家科学技术委员会、农业部、

江西省委、省政府、省科委、省农业厅对杂交水稻研究与推广给与大力支持，感谢《当代科技重要著作·农业领域》编委会、专家的关心，感谢中国农业出版社对本书出版给予多方面的帮助。

编 者

1998 年 2 月于南昌

序
前言

第一章	杂交水稻的研究和应用
-----	------------

第一节 国外杂交水稻的研究	3
一、早期研究	3
二、近期研究	5
(一) 三系的引种和选育	5
(二) 三系杂交水稻组合的选育	6
(三) 三系杂交水稻繁制技术的研究	6
(四) 两系杂交稻及广亲和基因的研究	7
(五) 基础理论的研究	8
(六) 杂交水稻研究的国际合作	8
第二节 中国杂交水稻的研究历史和现状	9
一、杂交水稻选育研究	9
(一) 籼型杂交水稻的研究和发展	9
(二) 粳型杂交水稻的研究	12
(三) 两系杂交水稻的研究	15
(四) 杂交水稻化学杀雄研究	17
二、杂交水稻繁制技术的研究	19
三、杂交水稻高产栽培技术研究	19
四、杂交水稻的基础理论研究	20
(一) 水稻三系配套规律的研究	20
(二) 水稻雄性不育性的遗传研究	21
(三) 水稻雄性不育性的细胞学研究	22
(四) 水稻雄性不育性的生理生化基础研究	24

(五) 水稻杂种优势预测的研究	25
(六) 水稻杂种优势形成的遗传学基础	26
(七) 水稻杂种优势形成的生理基础研究	27
第三节 中国杂交水稻的应用概况	29
一、杂交水稻在水稻生产中的地位	29
二、中国杂交水稻的区域分布	30
三、中国杂交水稻的社会经济效益	31
(一) 实现了粮食的大幅度增产, 产生了巨大的经济效益	31
(二) 杂交水稻的推广应用, 在理论上和实践上都产生了 重大的影响	31

第二章	杂交水稻繁制学的产生和形成
------------	----------------------

第一节 摸索阶段	36
一、播差期的试验	36
二、抽穗扬花的气候观察	38
三、行比行向的摸索	39
四、花期的预测和调节试验	40
五、提高异交结实的试验	41
六、保纯技术的试验	43
第二节 发展阶段	44
一、改善群体结构, 提高繁制产量	44
二、进行杂交水稻“三系”生物学特性研究, 探明其 产量形成规律	45
(一) “三系”生态条件的研究	45
(二) 父母本成穗规律研究	46
(三) 异交特性的研究	47
三、改善异交结实状态, 提高繁制产量	48
(一) 选择最佳抽穗扬花期	48
(二) 调节好播差期和花期	48
(三) 提高穗粒外露率	49
(四) 提高父本田间花粉的密度	49
(五) 提高花时相遇率	50
第三节 成熟阶段	51
一、大面积制种增产配套技术的应用	52
二、新不育系的利用	54
三、提高母本柱头外露率和异交结实率	55

四、超高产制种技术研究及应用	58
(一) 发展春制, 扩大夏制, 压缩秋制	58
(二) 实行一期父本制种及其配套技术	58
(三) 增加母本苗穗	58
(四) 低量高效喷施“九二〇”	59
(五) 综合防治黑粉病	59

第三章 杂交水稻繁制学概述

第一节 基本概念	63
一、“三系”法	63
(一) 不育系	64
(二) 保持系	64
(三) 恢复系	64
(四) 遗传机理	65
二、“两系”法	66
三、“化杀”法	67
四、杂交水稻繁制亲本的来源和分类	67
(一) 雄性不育系的来源	67
(二) 水稻雄性不育系的分类	70
(三) 水稻雄性不育恢复系的来源	78
第二节 繁制学概述	80
一、研究任务	80
(一) 迅速繁制新组合及亲本种子	80
(二) 保持新组合的纯度和种性	80
(三) 严格地进行亲本和组合的鉴定及检验	81
二、研究内容	81
(一) 不育系繁殖技术	81
(二) 杂交一代制种技术	81
(三) 亲本提纯复壮和原种生产技术	82
第三节 繁制学特点	82
一、异交特性	82
二、可调节性	83
(一) 不育系的异交形态选择	83
(二) 最佳授粉时空选择	84
(三) 亲本花期的准确吻合	84
(四) 花期预测和调节	84

(五) 创造最佳的授粉状态	84
三、亲本的共生栽培	84
第四节 杂交水稻繁制体系	85
一、“县提、县繁、社制”繁制体系	85
二、“地提、县繁、县社制”繁制体系	86
三、“省提、地(市)繁、县制”繁制体系	86
四、杂交水稻繁制体系的管理	86
(一) 国家有计划地建立杂交水稻种子生产基地, 实行专业化生产	87
(二) 杂交水稻种子的繁殖、制种在国家、地方的法律规范内进行	87
(三) 杂交水稻种子生产实行《种子生产许可证》制度	87
(四) 杂交水稻繁殖、制种应具备的基本条件	87
(五) 杂交水稻种子市场的建立和完善	88
第五节 繁制形式	88
一、春繁、春制	89
(一) 适时播种, 安全齐穗	89
(二) 播差期安排	89
(三) 适当行比, 合理密植	89
(四) 科学肥水, 保证父强母足	90
(五) 防治病虫害	90
二、夏繁、夏制	90
(一) 播种期的确定	90
(二) 培育壮秧	90
(三) 合理密植	90
(四) 攻足穗蘖	91
(五) 病虫害防治	91
(六) “九二〇”喷施技术	91
(七) 做好人工辅助授粉	91
三、秋繁、秋制	91
(一) 合理搭配前作	91
(二) 适龄壮秧	91
(三) 建立高产群体	91
(四) 加大“九二〇”用量	92
四、冬繁、冬制	92
(一) 安全抽穗扬花天气的选择	92
(二) 适时播种	92
(三) 培育高产群体结构	92

(四) 严格隔离	92
(五) 严防检疫病害	92
五、杂交水稻再生制种	93
(一) 合理留苑	93
(二) 加强田间管理	93
六、母本直播制种	93
(一) 母本直播制种的特点	94
(二) 母本直播制种技术	94
第六节 繁制种基本技术流程	94
一、播种前的准备	95
(一) 繁制季节的安排	95
(二) 播种差期的确定	95
(三) 隔离区的设置	96
(四) 繁制田的选择	96
二、营养生长期的管理	96
(一) 稀播均播培育壮秧	97
(二) 提高栽插质量, 栽足基本苗	97
(三) 行比行向选择	97
三、幼穗分化期的管理	97
(一) 准确地预测花期	97
(二) 科学地调整花期	97
四、抽穗扬花期的管理	98
(一) 割叶排除授粉障碍	98
(二) 喷施“九二〇”提高结实率	98
(三) 人工辅助授粉, 提高花粉利用率	99
(四) 科学施药, 防治病虫害	99
五、收获前后的管理	99
(一) 去杂去劣提高种子纯度	99
(二) 严格操作, 防止机械混杂	99
六、繁制种基本技术流程	100

第四章 水稻雄性不育生物学基础

第一节 水稻雄性不育的细胞学基础	103
一、水稻正常花粉的发育过程	103
(一) 花药的发育与花粉的形成	103
(二) 花粉粒的发育过程	105

二、水稻雄性不育的花粉败育类型及特征	107
(一) 无花粉型	108
(二) 单核败育型	109
(三) 二核败育型	110
(四) 三核败育型	111
三、水稻雄性不育的雄蕊组织结构	113
(一) 毡绒层细胞的异常结构	113
(二) 中间层细胞的异常结构	114
(三) 药壁的开裂和药室异形	114
(四) 花丝与药隔维管束异常结构	115
四、光、温敏核不育水稻花粉败育特征	116
(一) 光敏核不育水稻花药和花粉败育的细胞学特征	116
(二) 温敏核不育水稻花粉败育特征	117
第二节 水稻雄性不育的生理生化特征	118
一、花粉内含物含量	118
二、花粉中酶的活性	119
三、内源激素的变化	122

第五章	杂交水稻亲本的特征特性
------------	--------------------

第一节 杂交亲本的植物学特征	127
一、中国栽培稻种的类型	127
(一) 籼稻(亚种)与粳稻(亚种)	127
(二) 晚稻与早稻	128
(三) 水稻与陆稻	128
(四) 粘稻与糯稻	129
(五) 品种	129
二、亲本的植株形态	129
(一) 根	129
(二) 茎	130
(三) 叶	132
(四) 穗和花	133
(五) 子实	135
三、水稻三系形态特点	135
第二节 杂交亲本的光温反应特性	136
一、水稻的生育期与光温反应	136
二、水稻的感光性、感温性和基本营养生长性	136