

ZHONGYANG

NONGYE GUANGBO DIANSHI

XUEXIAO YINGYONG

中央农业广播电视学校应用技术教材

杂交水稻制种 和栽培技术

万崇翠 编著

JISHU JIAOCAI

农业出版社

中央农业广播电视学校应用技术教材

杂交水稻制种和栽培技术

万崇翠 编著

中央农业广播电视学校应用技术教材

· 杂交水稻制种和栽培技术

万崇翠 编著

* * *

责任编辑 徐建华

农业出版社出版（北京朝阳区枣营路）

新华书店北京发行所发行 北京密云县印刷厂印刷

787×1092mm 32 开本 6.25 印张 133 千字

1989 年 8 月第 1 版 1989 年 3 月北京第 1 次印刷

印数 1—4,400 册 定价 1.90 元

ISBN 7-109-01175-5/S·246

序

中央农业广播电视学校应用技术系列教材出版了，这是中央农业广播电视学校贯彻中央教育改革精神的一项重要措施，必将受到广大读者的欢迎。为使读者了解这批应用技术材料编出的背景，有必要向广大读者先介绍一下中央农业广播电视学校的产生、发展和成就。

中央农业广播电视学校是一所面向农村的远距离成人农业中等专业学校。从她诞生起就显示出旺盛的生命力，受到农村广大知识青年、基层干部的热忱欢迎和爱戴。七年来在农业部、国家教委、广播电影电视部等部委的关怀、领导和各级政府的支持下，正茁壮成长。目前已建成除西藏、台湾外的29个省、自治区、直辖市，黑龙江、广东、海南、新疆、云南农垦，黑龙江林业等共35个省级学校和2300所县级分校，县以下还设有24000多教学班，并拥有3万名专兼职干部和师资队伍，开设农学、林业、畜牧、淡水养鱼、农经、乡镇企业经营管理、财务会计七个专业。初步建成教学、辅导、管理体系。七年来注册学员150余万，现有在校学生70余万，为国家培养中等专业学历教育毕业生20万，成为全国最大的一所农业成人中等专业学校。

为了贯彻教育为经济建设服务的方针，适应农村产业结构调整和发展商品经济的需要，中央农业广播电视学校正加快和深化教育改革的步伐，在办好三年制学历教育的同时，

大力开展岗位培训、应用技术培训等非学历教育,调整结构,增加层次,增强适应性和活力,发挥多功能的作用,以加速农村中、初级农业科技人才的培养。这套教材是专为举办各类应用技术培训班编写的,旨在普及农业科学技术,推广先进生产经验,为振兴农村经济和农民致富服务。其特点是:种类多、系列化,包括农、牧、副、渔业等各方面;理论联系实际,通俗易懂;知识新,通用性、实用性强;它既不同于普通教材,又区别于科普读物,而是着力于把必要的理论基础知识和应用技术、先进经验有机地结合起来,以提高学员的应用能力和致富本领;对农业广播电视学校开展应用技术培训 and 多层次办学以及农民自学成才,都会起到积极的推动作用。希望各级农业广播电视学校把岗位培训、应用技术培训等非学历教育当作一项重要任务来抓,充分发挥这套教材的作用,并根据当地需要,编写一些有乡土特色的应用技术教材,互相补充,配合使用,不断扩大培训范围。我相信,随着岗位培训和应用技术培训的蓬勃开展,必将使我校更加充满活力,为繁荣农村经济做出新的贡献。

刘锡庚

1988年6月18日

编写说明

为适应农村商品经济的发展，满足中央农业广播电视学校广大学员和农民学习农业新技术，开展多种经营，生产致富的要求，中央农业广播电视学校与农业出版社共同编辑出版了这套应用技术教材。

本套教材着重编写可在全国通用的种植业、养殖业、加工业等方面的农村实用技术。一个专题写一本教材，每本教材8万—10万字（个别教材有增减）。内容以介绍生产技术、实践经验为主，并适当阐明原理，以便学以致用，发展生产，取得经济效益。

这套教材主要作为中央农业广播电视学校开展多层次、多学科、多形式的非学历教育用书，供农村广大农民、知识青年、专业户学习。各级农业广播电视学校可根据当地生产需要及办学条件，选择其中一本或几本教材与各级分校自行编写的地方性应用技术教材，组合开办各种门类、形式多样的短期应用技术培训班。

为使这套教材能适应培训班教学和农村基层干部、知识青年自学的特点，教材列有教学安排，说明教学的目的要求、内容、方法及课时安排，供举办培训班参考。文字力求通俗易懂，附以插图及表格，每章后列出复习思考题，结合教材内容安排了实习操作。

考虑到学习的对象比较广泛，学员的基础参差不齐及对

教材要求不尽相同，因此，在基本教学内容外，有些门类的教材还编排一部分实验内容，作为教学补充，各地可根据条件选择安排。

编写应用技术教材，开展短期培训，是我校的初步尝试，在今后的教学实践中，将根据广大读者意见，进一步进行修改、充实和提高，以不断提高教材的质量。

中央农业广播电视学校

1988年6月

教 学 安 排

目的要求

1. 了解杂交水稻在我国的发展现状和广阔前景，发展杂交水稻的意义。
2. 通过学习，熟悉杂交水稻增产的原因、水稻“三系”选育、不育系繁殖原理和技术。
3. 通过学习，要掌握杂交水稻制种和配套栽培技术。
4. 通过学习，进一步总结自己在该方面的技术和生产经验，使自己的经验提高到一定的理论的水平，更好地应用于生产实践。

课时安排

章 次	章 名	课 时 数		
		授课	实习实验	合计
第一章	杂交水稻增产原因概述	5		5
第二章	水稻“三系”选育、不育系繁殖和杂交水稻制种技术	35		35
第三章	杂交水稻栽培技术	10		10
总课时		45		45

教学内容

本书内容主要包括水稻“三系”选育、不育系繁殖、杂交水稻制种和高产栽培技术。

学习方法 学员以自学为主；培训班进行面授辅导，并组织学员进行生产操作实习；学业结束时进行考试。

学员安排足够时间自学，按时完成学习计划，消化吸收教学内容，在掌握必要的理论知识的基础上，着重学会生产操作技能，学业结束后能独立从事生产经营，亦能取得较好的生产效益和经济效益。

目 录

第一章 杂交水稻增产原因概述	1
第一节 种植杂交水稻的好处	1
第二节 杂交水稻增产的原因	3
第二章 水稻“三系”选育、不育系繁殖和杂交水 稻制种技术	11
第一节 水稻杂种优势	11
第二节 水稻“三系”概念及其相互关系	17
第三节 水稻“三系”选育	27
第四节 水稻“三系”形态特点和生育特性	38
第五节 杂交水稻组合亲本的选配原则	56
第六节 杂交水稻高产优质制种技术	59
第七节 不育系的繁殖技术	106
第八节 水稻“三系”亲本提纯复壮技术	108
第九节 水稻化学杀雄优质高产制种技术	113
第三章 杂交水稻栽培技术	119
第一节 杂交水稻栽培的生理基础	119
第二节 杂交水稻高产栽培技术	125
第三节 杂交水稻主要病虫害防治	162
附录	178
一、有关名词解释	178
二、杂交水稻命名试行方案	180
三、水稻“三系”亲本及其杂交种子分级指标	182
四、水稻“三系”亲本及其杂交种子田间杂株(穗)率分级	

指标	183
五、杂交水稻各个组合的品质分析	184
六、全国水稻不育系研究调查记载项目试行标准(初稿)	184
七、主要杂交水稻组合介绍	186

第一章 杂交水稻增产原因概述

我国籼型杂交水稻于1973年实现不育系、保持系和恢复系“三系”配套，是世界上第一个突破籼型杂交水稻“三系”配套和应用于大面积生产的国家。我国利用水稻杂种优势的主要途径有三系法、两系法和化学杀雄法，其中三系法应用最广。杂交水稻增产显著，米质较好，适应性较广。近几年推广速度快，不少地区种植面积还在扩大，杂交水稻有广阔的发展前景。

第一节 种植杂交水稻的好处

一、杂交水稻增产效果显著 杂交水稻从1976年开始大面积推广，绝大多数地区都获得大幅度增产。在条件大体相同的情况下，杂交水稻比同熟期的常规水稻品种平均每亩增产50多公斤。从1976—1986年11年累计种植9.1亿多亩，增产稻谷450多亿公斤。1987年种植1.7亿多亩，仅此一项，即可增产稻谷85亿公斤以上。

1986年全国杂交水稻面积约占全国水稻播种面积48339万亩的28%。总产量6232.83万吨，约占全国水稻总产量17222.4万吨的35%。杂交水稻的增产作用在中稻（一晚）和双季晚稻表现最突出。1986年杂交中稻（一晚）面积约占中稻（一晚）面积的45%，其总产量却占中稻（一晚）总产

量的54%；杂交双季晚稻的面积约占双季晚稻总面积的41%，其总产量却占双季晚稻总产量的51%。由于杂交水稻的增产作用，加上其它因素，使我国单季稻亩产从1976年的267.5公斤，提高到1986年的335公斤，约增长20%。双季晚稻亩产从1976年的176公斤提高到1986年的301公斤，约增长42%。

我国晚稻亩产历年来低于早稻，1976年比早稻低88.5公斤。由于大面积推广杂交晚稻，缩小了晚稻与早稻的差距。1976年晚稻亩产仅比早稻低43公斤。在不少地区已初步改变了晚稻亩产低而不稳的状况，有的地方还出现了晚稻超早稻的可喜局面。如浙江省，“五五”期间晚稻平均亩产为267.5公斤，比早稻平均亩产338公斤低70.5公斤，“六五”期间晚稻亩产提高到384公斤，比“五五”期间增长29.9%，与早稻亩产的差距缩小到36.5公斤，其中1983年全省晚稻亩产还超过早稻30公斤。十多年前提出的晚稻超早稻的目标终于实现了。

二、杂交水稻米质较好 杂交水稻米质优良，米饭柔软，清香可口，营养价值也较高。杂交水稻米一般蛋白质含量比常规水稻品种高1—2%，脂肪含量高0.5%左右，糙米率为78—80%。随着人民生活水平的提高，不少习惯种植和食用籼稻的地区，近几年，已适应和趋向于多种杂交水稻。

三、杂交水稻生产成本低 种植杂交水稻，用种、用工和秧田占用较少，有利于降低生产成本，增加粮农收入，达到增产、增收的目的。

1. 省种 一般每亩杂交单季或双季晚稻大田用种量为1.5公斤左右，比常规水稻单季或双季晚稻每亩用种量少8.5—10公斤。

2. 省工 仅就栽秧用工一项，由于杂交水稻栽插密度比常规水稻品种稀一倍，因此，用工量要减少一半。

3. 省秧田 单季杂交水稻一亩秧可栽大田10—15亩，双晚杂交水稻一亩秧可栽8—10亩，而常规单季稻一亩秧只能栽8—10亩，常规双季晚稻6—8亩，在稀播情况下，每亩秧移栽面积还要减少。

四、杂交水稻有较广的适应性 杂交水稻不仅秧龄和播种期的弹性较大，而且具有较强的抗逆性、适应性和生产力。凡是种植水稻的地区都能种植杂交水稻。无论在海拔1300米以下的云贵高原栽培，或是在沿江、沿河、沿湖和沿海、滩涂以及丘陵、平原种植；无论在肥田、瘦田、烂泥田、冷浸田、沅水田栽培，或者在酸、碱、盐性土质的田里种植，都表现比常规水稻品种增产。

此外，杂交水稻还比较耐旱、耐淹。

第二节 杂交水稻增产的原因

杂交水稻之所以有显著的增产效果和广泛的适应性，是因为具有杂种优势。杂种优势在它的生长发育上表现在以下几个方面：

一、代谢优势 杂交水稻高产、优质的实质是光合强度大，呼吸强度低，净光合生产率（即单位光合面积在单位时间内扣除呼吸作用等消耗而“净”积累的干物重量和总光合干物重量的百分比率）高，养料制造和积累多而消耗少。

1. 光合强度高 据1977年湖南农学院试验结果表明，南优2号在分蘖盛期就出现光合强度的高峰，杂交稻的光合高峰不仅来得早，且能维持较高水平直到孕穗期。恢复系则

要到幼穗分化期，不育系要到孕穗期，保持系要到乳熟期才出现较高的光合效率，光合性能似受父本影响较大(表1-1)。由于杂交水稻光合强度高，峰期出现早，维持较高光合强度的时间较长，因此，积累的干物质较多，产量高。

表1-1 不同生育期南优2号及其“三系”亲本的光合效率
(毫克干重/分米²/小时)

时 期 \ 品 种	南优2号	恢复系	保持系	不育系
分 蘖 期	16.8	9.34	7.73	5.32
幼穗分化期	10.2	12.9	9.24	5.72
孕 穗 期	9.9	10.88	9.04	13.84
乳 熟 期	5.6	5.92	10.48	8.04

2. 呼吸强度低 据1978年湖南杂交水稻协作组研究结果，杂交水稻南优2号及其“三系”亲本从幼穗分化到乳熟的呼吸强度，依次是不育系大于保持系大于恢复系大于杂交水稻。在乳熟期南优2号的呼吸强度比恢复系低13.1%，比不育系低37.2%。由于呼吸强度低，就减少了光合产物的消耗。

杂交水稻的光呼吸强度也比较低。据1977年湖南农学院研究结果，在幼穗分化以前，南优2号的光呼吸强度并不比“三系”亲本低，可是到了孕穗期，光呼吸强度则显著下降，比“三系”亲本中的任何一个都要低，比恢复系低75.4%，比保持系低85.4%，比不育系低40.3%。到乳熟期杂种的光呼吸强度虽略有回升，但仍远低于最高的保持系及较高的恢复系。据1977年中国科学院上海植物生理研究所的研

究结果表明：杂交水稻南优3号光合强度较高，则 CO_2 的补偿点低，乙醇酸氧化酶的活力也较弱，因此，杂交水稻的光呼吸强度较低的这一特点（表1-2）是杂交水稻具有优势的一个重要生理原因。

表1-2 杂交水稻与不育系、恢复系的光呼吸和光合强度的比较

项 目 品种(组合)	乙醇酸氧化酶相对 活力(%) (移栽期)	CO_2 补偿点(ppm) (抽穗扬花期)	光合强度(干重毫 克/分米 ² /小时) (扬花期)
南优3号	62.2	76	15.6
国际稻661	96.3	80	10.1
二九南1号A	79.0	88	11.2

3. 净光合生产率高 由于杂交水稻的光合强度高，呼吸强度低，所以它的净光合生产率高。表明杂交水稻在呼吸代谢过程中，能量的利用率较常规水稻品种高，光合产物消耗少，干物质积累多，为穗大、粒多创造了条件。

二、养料优势 杂交水稻的地上部分有较强的光合生产能力，与此相适应，其地下根系对土壤中氮、磷、钾等矿物质营养的吸收能力也比较强，利用率也比较高。

1. 杂交水稻对三要素的吸收能力强 1979年湖南省土壤肥料研究所试验结果，杂交水稻南优2号以每亩施氮素11.25公斤，磷7.5公斤，钾7.5公斤的产量最高，达到657公斤。但施肥量减少到每亩氮素5.25公斤，磷2.65公斤，钾2.45公斤，亩产仍在550公斤以上。这充分表明杂交水稻的吸肥力强，利用率高，在施肥水平较低的情况下，仍获得了较高的产量。

2. 杂交水稻生长后期吸收氮、钾的能力较强 据湖南省土壤肥料研究所研究结果,对氮素的吸收,在生育前期和中期,和一般品种基本相同,所不同的是在齐穗和成熟阶段杂交水稻还吸收2.4%的氮素。这一特性使稻株在生长发育后期仍保持较高的氮素浓度和较高的光合效率,有利于青秆黄熟,防止早衰,并提高谷粒蛋白质的含量。杂交水稻在齐穗后还吸收19.2%的钾素,也有利加强光合作用的功能和光合产物的运转,提高结实率和千粒重。

3. 杂交水稻对氮、磷的利用率高 杂交水稻齐穗期冠层三片功能叶的氮、磷含量比常规水稻品种为高,生产效率不降低。表明杂交水稻对所吸收的氮、磷的转运率较低,到成熟时,叶片中仍有较高的氮、磷含量,使叶片能保持较长时间的正常光合作用,有利于提高产量和质量。

三、营养生长优势

1. 根系发达 杂交水稻根多、根长、根粗、发根力强、根量大。因此,杂交水稻扎根深,根系分布广,稻株生长健壮,耐旱、抗倒伏,后期不早衰。如1977年上海植物生理研究所杂交水稻秧苗发根力[发根力=发根数×根长(厘米)]与普通水稻比较列于表1-3。说明杂交水稻根系发达。

表1-3 杂交水稻秧苗发根力与普通水稻比较

品种(组合)	秧苗新根发根力				
	发根数/株	根长 (厘米/株)	发根力 (厘米/株)	鲜根重 (毫克/株)	干根重 (毫克/株)
南优8号	22.8	8.9	202.92	315.0	36.0
IR661	14.4	8.5	122.4	141.0	16.0
二九南1号A	15.3	8.8	134.64	50.2	6.0
嘉农485	12.4	9.9	122.76	194.0	19.2
广陆矮4号	10.3	7.7	79.31	51.2	5.0