

田大成 编著
周开达 审定

水稻异交栽培学

—杂交水稻高产制种原理与技术

四川科学
技术出版社

5·1

水稻异交栽培学

—杂交水稻高产制种原理与技术

田大成 编著

周开达 审定

四川科学技术出版社

1991年·成都

责任编辑：何 光
封面设计：朱德祥
技术设计：翁宜民
责任校对：柯 龙

水 稻 异 交 栽 培 学
——杂交水稻高产制种原理与技术

田大成 编著 周开达 审定

四川科学技术出版社出版发行 (成都盐道街三号)
新华书店重庆发行所经销 德阳新华印刷厂印刷
开本 787×1092毫米 印张13.75 插页2 字数269千
1991年8月第一版 1991年8月第一次印刷 印数 1—7500册

ISBN7-5364-1965-1/S·322 定 价：4.80元

杂交水稻制种 科学的新发展

70年代中期，中华大地上出现一种由异花授粉产生种子，直接栽培杂种1代而获得显著增产效果的水稻，这就是杂交水稻。1976年以来，杂交水稻在我国稻作区得到迅猛发展。一些省(区)杂交水稻的栽培面积已占全部稻田面积的80%以上，对提高水稻单位面积产量，促进我国粮食生产的发展起了很重要的作用。

杂交水稻的育种、制种和杂种栽培，表现出一系列不同于普通水稻的特点，系统阐述、深刻认识这些特点的科学是“杂交水稻学”，它包括“杂交水稻育种栽培学”和“杂交水稻制种学”（即水稻异交栽培学）。本书作者长期从事杂交水稻制种技术研究，他在系统总结高产地区和高产田块、低产地区及低产田块制种经验教训的基础上，和有关同行一道进行了一系列控制性试验研究，使生产经验上升为理性认识，形成了系统理论和成套技术。运用这些理论和技术

指导大面积制种，使低产地区迅速改变了面貌，高产地区持续稳定丰收，进一步验证了这些认识的正确性，从而为杂交水稻制种学科的发展做出了重大贡献。本书就是作者多年潜心研究杂交水稻制种理论与技术的结晶。

作为本书的第一个读者，通读全书文稿后，想就个人认识说几句话：这本书既有较高的理论水平，又有极强的实践性。在论证有关理论时，也介绍理论对杂交水稻制种技术的指导意义；在介绍具有普遍意义的技术时，也比较深刻地阐明了该项技术的理论基础，及判断、分析、选择、掌握运用技术的基本原则，使理论与实践有机地结合起来，是其第一个特点。本书作者在继承传统栽培学、育种及良种繁育学理论与技术的同时，提出并论证了水稻“感营养性”的存在及其发育规律；决定水稻播始期的“三性一期”、“四同条件”和以“稳定栽培技术”为中心的花期调节和预测的技术与理论；“父母本异交性能的基本构成”和创造理想异交性能为中心的异交栽培方法与理论；包括以提高母本柱头外露率为中心的异交结实的方法与理论；以改善母本穗层结构为中心，以包颈长和株高为检验指标的赤霉素施用技术与理论；以“饱和异交结实率区间”为基本指标，“父本花粉供给量”为重要保证的“行比”与“行比配置”方法与理论；以增加花粉量和药剂防治相结合的控制稻粒黑粉病为中心的异交防病栽培技术；可以“前发、中稳、后补”为基本模式的异交高产栽培技术，以及异交栽培和高产栽培的区别与联系等新观点、新理论和新技术。表现出一个青年科技人员勇于进取、敢于创新的大无畏精神和严谨的科学态度，是其又一个鲜明特点。

本书的撰写成功，标志着杂交水稻制种科学发展到一个新阶段。作为一个长期工作在杂交水稻战线的老兵，不能不为“杂交水稻学”的每一重大发展而感到由衷的喜悦与高兴。愿杂交水稻的百花园更加绚丽多彩。

周开达

1990年10月20日

序

科学的不断分化，始终是科学发展的基本形式。水稻异交栽培学，或者说杂交水稻制种学的形成，使科学园地里又长出一个小小的嫩芽，无疑是一件值得称道的事情。

杂交水稻种子生产的栽培原理，长期以来一直沿用普通栽培学的理论，尽管它在一定程度上推动了杂交水稻制种技术的形成和发展，但是难于阐明制种实践中许多复杂的现象。如果说产量构成式概括了普通栽培学最基本的内容，那么水稻异交栽培学正是从这个基本点出发，通过无可辩驳的数学公式，构造了杂交稻种子产量构成式和异交率构成式，从而把异交栽培从普通栽培中区分出来，形成了异交性能和异交结实等特殊的栽培理论，使杂交种子生产有了特有的栽培原理，为成为一门较为独立的学科奠定了基础。

水稻异交栽培学，产生于生产实践，是直接为解决生产上疑难问题的需要而产生的。在杂交水稻种子生产过程中，异交结实变化的神秘性，繁殖制种高产稳产的必然性，花期

调节的复杂性，寻求最佳行比的可能性，喷施赤霉素的规律性，稻粒黑粉病防治的有效性等等重大疑难问题，一直困扰着人们，阻碍了经验的升华、技术的成熟、产量的稳定和提
高。水稻异交栽培学以新的观念和思路，使这些问题都比较清楚了，从而形成了新的技术体系，对杂交水稻种子生产技术的成熟和产量的提高，必将起到积极的推动作用。

科学研究的核⼼，在于把观察到的复杂现象化简成基本的可验证的原则。水稻异交栽培学也不例外，作者以驾繁驭简的能力，用生育阶段、生长状态和营养环境三者的简单关系，概括了栽培技术与水稻播始期的复杂关系；用异交结实率的垂直分布表 揭示了异交结实率影响因素及其机理的神秘性；用几个基本效应，阐明了赤霉素喷施技术的规律性；用一个简单的数学公式，反映了寻求最佳行比的基本方法及其种种影响因素等等，都是简化繁殖制种认识的典型例证。科学地简化，使杂交种子生产技术的掌握和运用容易得多了，实现高产稳产的把握也更大了。

水稻异交栽培学的提出，再一次证明了理论源于实践、实践需要理论这个简单真理。在一个科学技术迅速发展的时代，科技成果转化为生产力的周期缩短，反映在种子生产实践上，新生事物将层出不穷，因而不可避免地要产生许多新的问题。解决这些问题，除了科研教学单位之外，种子生产部门必须加强自身对种子科学的研究。正如邓小平同志指出的“要加强对种子工作的研究”。杂交水稻制种技术的发展及其水稻异交栽培学的出现，就是一个极好的范例。由于广

大种子科技工作者在生产实践中加强了这方面的研究，促进了杂交水稻种子生产的不断进步，为全社会和种子部门带来了巨大的经济效益。因此，从事种子工作的同志应当有清醒的认识，勇于承担起历史的重负，在努力完成生产任务的同时，从服务于生产出发，积极开展多项种子科学技术的研究。在这方面，作者的精神是值得提倡的。作者是一名年青的种子科技工作者，从事技术推广工作，一方面积极深入实际，调查总结生产上的问题和经验，另一方面为解决生产上的问题而开展一些必要的研究，通过4年时间的勤奋工作，在杂交水稻制种技术理论的研究方面取得了显著的成效。

加强种子科学研究，需要一大批年青有为、勇于献身的科技人员，更需要一个团结协作、相互理解和支持的科研群体。前些年，农业科技人才断层现象是一个令人忧虑的问题。令人欣喜的是，我省参加杂交水稻制种技术研究协作组的骨干科技人员多数是中青年，《水稻异交栽培学》一书也出自中青年作者之手。可以想象，没有共同的协作，没有一个支持和信任他们的工作环境，《水稻异交栽培学》是不会问世的。中国种子事业的兴旺发达，需要加强对年青科技人员的培养，对他们需要多一点理解，多一点信赖，多一点支持。后继有人，是我们年长科技人员和管理人员的希望，也是我们事业成功的表现。

水稻异交栽培学是一门年青的学科，由于刚刚问世，毕竟不够成熟，许多方面都还有待进一步的研究和完善。但作为尝试，该书的新颖性、理论性和实用性是十分突出的。一

本书，贵在能给人以新的思想、知识和启示。从这个方面来说，本书对从事杂交水稻种子生产和科研的同志，是可能有帮助的。

罗继荣

1990年10月

前 言

1987年，是一个机遇与挑战并存的年代。杂交水稻制种经过10多年的迅速发展，进入一个相对停滞的时期。较高水平上的徘徊局面暗示：杂交水稻制种已积累了丰富经验，技术已基本成型，但因缺乏高产经验的理论概括，技术的高产稳产性受到一定制约；杂交水稻制种的研究是一个富有希望的新天地，它存在孕育新学科的种种条件。为此，全国各地纷纷加强了研究，我省也不例外。幸运的是，我刚好从学校走到种子工作部门，也加入了研究的队伍。几年来，我们选择了在理论构思的框架下总结经验，加强试验和改进技术的路子。1987年初试取得较大进展，提出了水稻“感营养性”的生育理论，比较满意地解释了种种复杂的现象，形成了以稳定高产栽培技术为中心的花期预测和调节技术体系，促进了花期相遇。发现了最佳行比的求解公式、花粉与稻粒黑粉病的密切关系和药剂防效与增产效果的不一致性，为寻求最佳行比和稻粒黑粉病的综合防治奠定了基础；1988年又获新

进展，提出了“前发、中稳、后补”为基本模式的异交高产栽培规律。发现了花粉利用的类型、分布、变化规律及其与结实率的关系，从而使最佳行比形式、父本期数等系列有关理论和技术问题有了明确的答案；1989年出现预料之外的突破性进展。在理论构思下，赤霉素试验取得圆满成功，相应的理论和技术体系由此被确立。尤其重要的是，我在石柱县下乡锻炼的生产实践中，一个偶然的机机会使柱头外露率的环境变异现象被发现，经过系列调查，明确了柱头外露率的变化规律及其与结实率的关系、高产栽培措施的双重目的性、异交栽培与高产栽培的区别与联系；确立了杂交种子产量的特殊构成式，异交结实和异交性能的基本理论；形成了以提高柱头外露率为中心，以加强高产栽培为基础的提高结实率的技术体系。柱头外露率的环境变异规律象一把钥匙，使3年来构思的相互孤立而残缺不全的种种理论融为一体，使一系列理论和技术问题都满意地得到解决。至此，可以说，异交栽培的基本理论已经确立了，技术的高产稳产性加强了，进入了比较成熟的阶级。

尽快把研究成果转化为生产力，也是摆在面前的一种挑战。1988年来，我在省、地、县、乡各级培训会上讲解技术30多次，写了近20篇文章作为培训资料或印发各县，受到普遍欢迎，取得一致的增产效果。我深深感到生产上需要科学技术，1987年底，就萌生了写一本书的念头，但题目一直不能使人满意。1989年发现柱头外露率的变化规律后，我突然感到应该作为一门学科来写。它的基本理论是异交性能、异交

结实和异交栽培的学说，它组成了第一至三章的内容，从理论上把异交栽培学从普通栽培学中区别开来；它的各个方面的理论和基本栽培方法是理想异交株型的栽培理论和方法，水稻的发育生态与花期的预期和调节，异交共生关系及其调节方法，异交高产栽培的规律和方法，特殊病害的发病规律及其防治，异交栽培的试验研究方法，异交保纯生产的理论和方法等等，它们为种种异交栽培技术提供了具体的理论依据，这些分别放在第四至九章和第十一至十二章介绍；它的种种具体制种技术则在第十章集中讨论。这样的题目和内容组成，使基础理论、一般理论、栽培技术相互区别又相互联系，满足了理论性和实用性双重目的的要求。

本书得以问世，还应归因于四川省种子公司的领导在1987年底作出的一个有远见的决定——成立杂交稻制种技术研究协作组。使我有机会主持协作组的研究工作，也使一批有能力、有献身精神的人才集中起来，完成了3年来数百个试验，充实了本书的内容。可以说，本书是集体努力的结果。3年来，承担大量试验，做出了显著成绩的主要成员是垫江的雷龙坤、黄三奎，石柱的张素英、秦春林、李义江，崇庆的李国荣，开江的伍先敏，简阳的刘健，大竹的陈大兵、蓝及明，忠县的段永国，以及李发生、杨运泽、周龙、陆建志、唐怀君、李庆荣、赵晓刚、余伦、曾宪杰、沈益成等同志，他们的许多试验资料已用在书中，书中只标明地点，读者由地点就可知道相应试验的承担同志。段永国、陈宁、陈启睐分别承担了本书第十章第一、四节，第十一章

第二节，第十章第三节的初稿编写工作。周开达教授审阅了全书文稿，并提出了宝贵的修改意见。罗继荣经理对本书提纲编写和部分章节的修改也给予了许多指导，在此一并表示衷心的感谢！

本书虽已问世，但自知缺点错误不少。由于笔者水平所限，许多问题难以看得更深。写作时间又很仓促，大部分文稿是在乡下和旅途中断断续续完成的。加上杂交水稻制种本身历时尚简短，我们的研究时间太短，主要理论还未来得及发表和征求意见，这次一起出现在书中，难免有不完善和不严谨之处，很多方面是提出了问题而没有解决问题。只要能使广大同行寻求从新的角度重新思考当前的实践问题，或多或少地促进制种的稳产高产，笔者就心满意足了。敬请读者批评指正，以利修订完善。

编著者

目 录

第一章 绪论	1
一、水稻异交栽培学概述	1
(一) 水稻异交栽培学的性质.....	1
(二) 水稻异交栽培学内容及特点.....	3
(三) 水稻异交栽培学产生的历史条件.....	5
二、杂交水稻制种的基本特点	6
(一) 特殊的系列异交栽培技术.....	6
(二) 异交栽培与高产栽培相结合的特殊栽培方法.....	7
(三) 非生产性品种的强化集约型生产.....	9
三、杂交水稻制种历程概述	11
(一) 杂交水稻制种的简要历史回顾.....	11
(二) 杂交水稻制种的基本经验.....	14
(三) 杂交水稻制种的前景展望.....	16
第二章 父母本的异交性能	18
一、父母本异交性能概述	18

二、父母本的开花习性	20
(一)花器与开花	20
(二)父母本的抽穗开花动态	29
(三)父母本的花时	34
三、父本的供粉态势	40
(一)花粉的活力及寿命	40
(二)花粉的传播与分布	42
(三)花粉的类型和数量	49
(四)花粉的利用	54
四、母本的受粉态势	57
(一)母本的穗粒结构	57
(二)母本的穗层结构	64
(三)母本的植株结构	67
(四)母本的最佳受粉态势及其指标	69
五、母本的柱头外露率	70
(一)柱头外露颖花的异交性能	70
(二)柱头外露率的分布状况	76
(三)柱头外露率的影响因素及机理	79
第三章 母本的异交结实	84
一、异交结实率的构成	84
(一)异交结实率的时间构成和数量构成	84
(二)母本的异交与结实	88
(三)父母本在异交结实率中的地位	91
二、异交结实潜力及其开发途径	97
(一)结实率的垂直分布	97

(二) 潜在结实率的开发	101
三、异交结实率影响因素的数量分析	105
(一) 喷施赤霉素与结实率的数量关系	106
(二) 父本花粉量与结实率的数量关系	109
(三) 开花天气与结实率的数量关系	112
(四) 穗层结构与结实率的数量关系	114
(五) 柱头活力与结实率的数量关系	117
第四章 理想异交株型栽培	119
一、理想异交株型和异交形态性状	119
(一) 理想异交性能和理想异交株型	119
(二) 异交形态性状	121
二、理想异交株型的赤霉素调节方法	125
(一) 赤霉素及其作用简述	125
(二) 外源赤霉素对植株的基本效应	127
(三) 赤霉素使用的基本方法	142
(四) 赤霉素的最佳喷施时期、剂量和次数	149
(五) 提高赤霉素利用率的方法简述	153
三、理想柱头异交形态栽培	156
(一) 选择理想柱头外露天气条件	156
(二) 强化柱头外露敏感期管理	157
(三) 重视异交高产栽培的基础措施	159
(四) 采用新的指标, 建立最佳植株结构	161
四、理想剑叶等异交形态栽培	162
(一) 理想剑叶等异交形态栽培概述	162
(二) 剑叶控制的基本效应	163