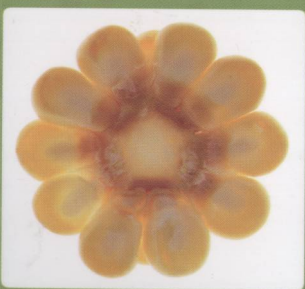
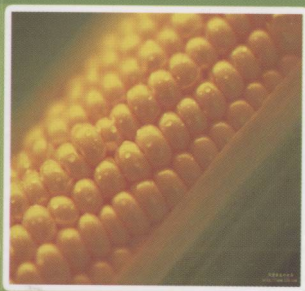


杂交玉米 种子生产实用技术



马尚耀 曲文祥 苏菊萍 主编

中国农业科学技术出版社

杂交玉米 种子生产实用技术

马尚耀 曲文祥 苏菊萍 主编

中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

杂交玉米种子生产实用技术/马尚耀, 曲文祥, 苏菊萍主编.
北京: 中国农业科学技术出版社, 2009. 4
ISBN 978-7-80233-744-2

I. 杂… II. ①马…②曲…③苏… III. ①玉米-杂交育种
②玉米-种子-生产 IV. S513.035.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162940 号

责任编辑 鱼汲胜 宋佳佳

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版者 中国农业科学技术出版社

北京市中关村南大街 12 号 邮编: 100081

电 话 13671154890(编辑室) (010)82109704(发行部)
(010)82109703(读者服务部)

传 真 (010) 62121228

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京富泰印刷有限责任公司

开 本 850 mm × 1 168 mm 1/32

印 张 11.625

字 数 250 千字

版 次 2009 年 4 月第 1 版 2009 年 4 月第 1 次印刷

定 价 19.00 元

—— 版权所有 · 翻印必究 ——

编 委 会

策划

曹广才 (中国农业科学院作物科学研究所)

主编

马尚耀 (赤峰市农业科学研究所)

曲文祥 (赤峰市农业科学研究所)

苏菊萍 (山西省农业种子总站)

副主编

成慧娟 (赤峰市农业科学研究所)

赵 敏 (赤峰市农业科学研究所)

赵国强 (赤峰市农业科学研究所)

李书田 (赤峰市农业科学研究所)

编委 (按姓氏的汉语拼音排序)

曹广才 柴晓娇 成慧娟 高峻青 葛占宇

郭晋襄 郝庆和 霍剑锋 姜 敏 李书田

李文革 刘 斌 马尚耀 牛 磊 曲文祥

任立华 史学文 宋秀敏 苏菊萍 索朝和

田肉虎 王立新 王 昇 王蕴玉 谢 悦

严福忠 杨景杰 于凤艳 于占斌 岳 彬

张国福 赵国强 赵 敏

内容简介

本书重点介绍了杂交玉米种子生产的实用技术。围绕玉米种子生产中的关键实用技术问题，设置了六章内容和附录。这是一本杂交玉米种子生产实践与理论相结合的书籍。分章节先后介绍了杂交玉米的概况，杂交玉米种子的生产技术，逆境对玉米种子生产的胁迫及防治，杂交玉米种子的加工与贮藏，玉米种子的质量及检测，玉米种子的包装与销售。附录摘编了种子法，生产规程，标签标准，室内纯度检测方法等内容。

此书面向全国广大玉米种子生产企业、广大农业科技工作者、农业管理干部和农村技术人员。可作为种子企业进行玉米种子生产的工具书，也可作为农业院校相关专业的参考书。

作者分工

- 前 言 马尚耀 (赤峰市农业科学研究所)
- 第一章
- 第一节 马尚耀 (赤峰市农业科学研究所)
- 第二节 马尚耀, 王立新 (赤峰市农业科学研究所)
- 第三节 马尚耀, 王立新 (赤峰市农业科学研究所)
- 第二章
- 第一节 曲文祥 (赤峰市农业科学研究所)
- 第二节 曲文祥 (赤峰市农业科学研究所)
- 第三节 曲文祥 (赤峰市农业科学研究所)
- 杨景杰, 于凤艳, 张国福, 岳彬 (赤峰市松山区农业局)
- 第四节 曲文祥, 王蕴玉 (赤峰市农业科学研究所)
- 第五节 曲文祥, 霍剑锋 (赤峰市农业科学研究所)
- 第三章
- 第一节 赵敏 (赤峰市农业科学研究所)
- 第二节 赵敏, 王昇 (赤峰市农业科学研究所)
- 牛磊, 任立华, 谢悦 (赤峰市喀喇沁旗农业局)
- 第三节 李书田, 李文革, 柴晓娇 (赤峰市农业科学研究所)
- 第四节 曲文祥, 李书田, 严福忠 (赤峰市农业科学研究所)

第四章

第一节

赵国强（赤峰市农业科学研究所）

宋秀敏，郝庆和，高峻青（赤峰市松山区农业局）

第二节

赵国强，于占斌，刘斌（赤峰市农业科学研究所）

第五章

第一节

苏菊萍（山西省农业种子总站）

郭晋襄（山西省襄垣县种子站）

第二节

苏菊萍（山西省农业种子总站）

郭晋襄（山西省襄垣县种子站）

第三节

苏菊萍（山西省农业种子总站）

田肉虎（山西省古交市原种场）

第四节

苏菊萍（山西省农业种子总站）

郭晋襄（山西省襄垣县种子站）

第五节

苏菊萍（山西省农业种子总站）

郭晋襄（山西省襄垣县种子站）

第六章

第一节

成慧娟，史学文（赤峰市农业科学研究所）

第二节

成慧娟，索朝和，葛占宇（赤峰市农业科学研究所）

附录一、二、三、四（整理者）

苏菊萍（山西省农业种子总站）

姜敏（山西省良种引繁中心）

统稿

曹广才（中国农业科学院作物科学研究所）

前 言

中国是世界玉米主产国。玉米不仅是重要的粮食作物，也是重要的饲料作物和部分地区的口粮作物。2007年全国玉米种植面积已达0.285亿 hm^2 ，播种面积居全国农作物播种面积的第二位。中国不仅是玉米种植业大国，也是商品玉米消费大国，其商品玉米在世界供需市场上占有重要的位置。因此，玉米种植业的发展，将对国家粮食安全和世界玉米供需市场产生重要的影响。

进入20世纪90年代以来，随着社会的发展，工业企业的发展，生物技术的发展及世界能源危机加剧，玉米除了作粮、饲作物外，已成为一种极具开发价值的新能源、新材料、新化工产品。其开发加工的产品广泛应用于食品、医药、造纸、化学、纺织工业和清洁能源。已由粮、饲作物发展成为名副其实的三元结构作物，即粮食作物、饲料作物、经济作物，并成为加工开发前途较广泛的作物。世界能源的紧缺，进一步推动了玉米在战略能源利用方面的开发，致使世界玉米总体需求出现紧张状态。

中国每年杂交玉米种子需求量在11亿 kg 左右。玉米种子的生产是玉米种植业的基础，它将直接关系到玉米种植业的发展，同时也关系到粮食安全和畜牧业的稳定发展。因此，加强玉米种子的生产，对于发展玉米种植业将起到至关重要的作用。目前世界玉米消费结构正在发生变化，由粮、饲消费转变

杂交玉米种子生产实用技术

为工业制品消费，这种消费给世界玉米种植业带来了新的挑战，也带来了新的发展机遇。因此，努力提高玉米种植业的发展速度，增加玉米总产，积极参与国际玉米市场竞争，走进世界发达玉米种植业的行列，促进国民经济的发展，是非常必要的。

中国的玉米种植面积和总产都处于世界的第二位，但玉米单产与世界农业发达国家相比仍处于中等水平，未来中国玉米的播种面积扩大的可能性较小。因此，必须依靠科技，努力提高单产才是唯一的有效途径。据报道，提高玉米单产最有效的途径，是在生产上应用新杂交种。种子生产是重要的一环。因此，进行高质量的种子生产是提高产量最有效的措施之一。

新中国成立后，中国玉米种子的生产随着全国玉米推广面积的增长，种子总量也不断增加，但目前全国玉米种子生产年产量基本稳定在 10 亿 kg 左右。其生产方式随着国家种子方针的改变有不同的转变，尤其是从 20 世纪 90 年代开始，全国玉米种子生产随着现代种子企业的发展和与国际种子产业的接轨，并借鉴了国内种子生产历史的经验和国际种子商品化、工业化的优点，在全国建立起了科研、生产、推广三位一体的许多大型种子企业。使国内的种子生产从总体上正在向种子系列化、产业化、规范化的方向发展。随之而来的是全国玉米基地的崛起，经过市场选择，在北方生产条件好、自然环境优越、面积比较集中的区域，建立起了一批种子生产基地，在玉米生产上发挥了重要作用，种子生产进入了国际市场竞争的行列。

目前国内的种子生产有其特点。种子生产是以现行的农村经济体制承包个体户的单元出现的，是以基地预约生产和自繁生产两种形式进行的。但无论采取哪种形式生产，都是以基本单元个体农户分散操作完成种子生产的全过程。因此，目前种子生产企业建立种子生产基地是最有效保证种子数量和质量的一种方法。

建立种子生产基地，可实现对种子数量和质量的全程控制，也利于形成规模化种植，机械化操作，工厂化加工，从而提高企业效益，降低生产成本，提高制种户积极性，形成产业化，提高种子生产水平，发挥玉米种子杂种优势的增产作用。

近年来，全国围绕杂交玉米种子生产，开展了大量的科研工作。在杂交玉米种子的生产技术、对杂交制种中逆境环境的防治、种子的加工与贮藏、质量的控制与检测、包装与销售等方面都取得了很多科研成果，积累了许多实践经验。为了反映取得的科研成果和实践经验，为种子生产企业和相关技术领域提供参考，由中国农业科学院作物科学研究所曹广才研究员策划，汇集了赤峰市农业科学研究所、山西省农业种子总站、赤峰市松山区农业局、赤峰市喀喇沁旗农业局等有关研究人员编撰此书。通过编委会的集体讨论，确定了写作提纲，各章节编写范围，写作要点，分头撰写，按期汇总，由曹广才先生统稿。

全书共分六章，另加附录。以杂交玉米种子生产为主，分章节介绍了杂交玉米的概况、杂交玉米种子的生产技术、逆境对玉米种子生产的胁迫与防治、种子加工与贮藏、质量检测、种子的包装与销售等内容。附录还介绍了种子法、种子生产规程、标签标准、室内纯度检测等内容。

此书是集体编著的实用技术著作。在统稿过程中尽量做到全书体例的统一。

参考文献按章编排。以作者姓名的汉语拼音字母顺序和国外作者的字母顺序排列，同一作者文献则按发表或出版年代先后为序。

希望此书的出版，能对推动玉米杂交种子生产起到积极的作用。

此书面向广大农业科技工作者、农业管理干部和技术人员、种子生产企业家，也可作为农业院校相关专业师生教学参考书。

杂交玉米种子生产实用技术

由于编著的水平有限，书中可能存在疏漏和谬误之处，望同行专家和读者指正。

马尚耀

2008年12月



目 录

前言	(1)
第一章 杂交玉米概述	(1)
第一节 玉米的杂种优势	(1)
第二节 玉米杂种优势利用途径	(19)
第三节 玉米起源和品种类型	(39)
第二章 杂交玉米种子生产	(54)
第一节 种子生产特点	(54)
第二节 制种基地的选择与建设	(61)
第三节 种子生产类型	(72)
第四节 种子生产技术体系	(81)
第五节 国内主要制种基地简介	(111)
第三章 逆境胁迫及其应对	(128)
第一节 主要病害及其防治	(128)
第二节 主要虫害及其防治	(154)
第三节 主要杂草及其防除	(175)
第四节 灾害性天气应对措施	(192)
第四章 杂交玉米种子加工与贮藏	(214)
第一节 种子加工	(214)

杂交玉米种子生产实用技术

第二节	种子贮藏	(236)
第五章	玉米种子质量及其检验	(257)
第一节	种子质量	(257)
第二节	种子检验的步骤和程序	(260)
第三节	种子质量的田间检验	(261)
第四节	种子质量的室内检验	(268)
第五节	评定与签证	(285)
第六章	玉米种子包装与销售	(288)
第一节	种子包装	(288)
第二节	种子销售	(301)
附录一	中华人民共和国种子法 (摘录) (2000年7月8日第九届全国人民代表大会常务 委员会第十六次会议通过)	(320)
附录二	玉米杂交种繁育制种技术操作规程 GB/T 17315-1998 中华人民共和国国家推荐标准	(332)
附录三	农作物种子标签通则 GB 20464-2006 中华人民共和国国家标准	(340)
附录四	玉米种子纯度盐溶蛋白电泳鉴定方法 NY/T 449-2001 中华人民共和国农业行业标准	(358)

第一章

杂交玉米概述

玉米是重要的谷类作物，既是人们赖以生存的粮食作物、饲料作物，也是重要的战略工业原料，用途十分广泛。全世界绝大多数国家均有种植，其面积仅次于小麦，位于世界第二位。玉米是最早利用杂种优势的作物之一，最先在玉米上利用杂种优势的国家是美国，20世纪40年代美国主要玉米种植带就已基本普及杂交种。中国在1926年就开始了玉米育种工作，并进行了杂种优势研究的一些尝试，但由于国家贫困加之战乱，玉米杂种优势始终未能应用于生产。真正进行玉米杂种优势利用研究是从新中国成立初期开始，发展速度极快。目前生产上利用的玉米品种，杂交种占的比重几乎为100%，对增加粮食产量，提高人民收入，起到非常重要的作用。

第一节 玉米的杂种优势

杂种优势是生物界普遍存在的一种现象已是大家的共识，它对提高产量，改善品质，增加抗性等都具有其特殊的意义。

一、杂种优势的概念

杂种优势的现象被人们发现已有300余年的历史。随着科学技术的发展和人们对杂种优势现象认识的逐步深入，杂种优势的

杂交玉米种子生产实用技术

概念也经历了自身的发展过程。

1716年，Mather 第一个观察到玉米杂交授粉的效应。1719年，Fairchild 第一个做了人工植物杂交种，是利用杂种优势的先驱。1761~1766年，Kölreuter 育成了早熟的烟草种间杂交种，并建议种植推广烟草杂交种。

19世纪初到中叶，虽然人们对植物遗传规律知之甚少，但是随着小区试验技术，遗传现象的一些规律已经提了出来。Sagaret 于1826年，Weigman 于1828年研究了多种植物杂交种，Sagaret 把它写成“显性种”。

19世纪中叶到19世纪末，人们对细胞的细胞核、细胞质、核仁、染色体等有了更深一些的了解，一些重要的著作相继问世。1895年，达尔文的《物种起源》出版发行。1866年，孟德尔在《植物的杂交试验》论文里，通过豌豆杂交试验，观察到杂种优势现象，称其为“杂种活力”。1876年，达尔文在《植物界异花受精和自花受精的效应》一文中通过对植物株高、结实率等数量性状的研究，提出了杂种优势。1879~1881年，Beal 发现了玉米品种间杂种有产量增加的现象。1879~1882年，Horsford 在美国育出了第一个大麦杂种。

1890年重新发现了“孟德尔的遗传法则”，使生物界的科学研究有了新的起点。

20世纪初，是遗传学、细胞遗传学和植物育种研究发展最快的时期。Shamel (1898~1902)、Shull (1905~1909) 以及 Collins (1910) 等众多学者进行了玉米自交系和杂种优势的研究。Shull (1914) 又一次提出了“杂种优势”这一术语和选育单交种的程序，用以说明杂种一代在活力、生长发育和产量方面的增加，并从遗传上和育种上加以叙述，为玉米自交系间杂交优势的利用奠定了基础。East (1909) 在研究玉米自交系和异交作用的同时还进行了烟草品种间杂交试验，并对自花授粉作物的自

花受精和异花受精的效果进行了研究。他在 1912 年发表的论文中作了这样的描述，自然异花授粉物种由于自交而降低活力，自然自花授粉物种由于杂交而增加活力，这是同一现象的不同表现，亲本性状本身各异，杂交产生异质性，自交产生纯质性。论文中并附有自交系及杂种一代植株图片，这是最早发表的玉米自交系杂交而增加活力的田间观察图之一。

杂种优势最重要的表现，是杂交种生长能力的提高，即能观察到在大小、数目上的增加、生长速度和积累有机物的强度超过亲本，最终表现为产量超过亲本。但这个特点并不能成为杂种优势概念的唯一标准。

杂种优势另一个特点是杂交种生活能力的提高，比如表现在植株高度、结实率等性状上。有人认为生活力标准不是相同的。因此，生活力本身也不能作为杂种优势概念的唯一标准。

实际上，杂种优势表现在各种各样的性状上，如形态、结构、生理、生化、代谢以及个体发育阶段的优越性上，杂交种对外界环境的反应能力上和对不良环境的抗性上都可表现出来。

Shull 的定义，即表现在大小、活力和产量等性状的杂种优势，是由进化论者扩展来的。1944 年，Powers 在番茄杂种一代看到的子囊数比亲本少。以后杂种优势的概念扩大到正杂种优势和负杂种优势。1950 年，Dobzhonsky 建议按功能把杂种优势分为丰产型杂种优势、适应型杂种优势、选择型杂种优势和高产型杂种优势。

人们利用杂种优势是用科学的方法改造生物，按照人的意图来满足人们的需求。有些杂种优势并非对生物本身有利。

杂种优势的表现极其多样，Gustafen 建议按其表现性状分成了 3 种杂种类型：①体质型，表现在有机体营养部分较强的生长。②生殖型，表现在生殖器官上较强的发育，即提高结实率，种子和果实有较高的产量。③适应型，表现在适应能力上的优

杂交玉米种子生产实用技术

势，这种优势表现在杂交种高生活能力、高适应性和竞争力。

综上所述，杂种优势如从方向上可分为正杂种优势和负杂种优势；从功能上可分为繁茂的杂种优势、适应的杂种优势、选择的杂种优势和繁殖的杂种优势。它包括不稳定的杂合性杂种优势和异核的杂种优势及稳定的杂种优势，又含稳定的杂合性杂种优势和部分同源的杂种优势。

二、杂种优势的测定方法

杂种优势通常指杂交种某一数量性状（如株高、穗长、产量等）对其亲本的优势。为便于研究和利用杂种优势，常采用下列方法进行测定。

（一）中亲优势

中亲优势是指杂种一代（ F_1 ）的某一数量性状数值与双亲（ P_1 和 P_2 ）同一性状平均值差数的比率，也称平均优势。计算公式如下。

$$\text{中亲优势}(\%) = \frac{F_1 - (P_1 + P_2)/2}{(P_1 + P_2)/2} \times 100$$

（二）超亲优势

超亲优势指杂交种（ F_1 ）的某一数量值超过亲本同一性状数值差数的比率，又分为超高亲优势和超低亲优势。

1. 超高亲优势

超高亲优势是指杂种一代（ F_1 ）的某一性状的数量值与高值亲本（ H_p ）同一性状数值差数的比率，公式如下。

$$\text{超高亲优势}(\%) = \frac{F_1 - H_p}{H_p} \times 100$$

2. 超低亲优势

超低亲优势是指杂种一代（ F_1 ）的某一性状的数量值与低

