

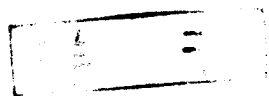
现代杂交玉米种子生产

● 周春江 宋慧欣 张加勇 主编

中国农业科学技术出版社

现代杂交玉米种子生产

周春江 宋慧欣 张加勇 主编



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代杂交玉米种子生产 / 周春江, 宋慧欣, 张加勇主编.
—北京: 中国农业科学技术出版社, 2006. 12
ISBN 7 - 80233 - 154 - 4

I. 现… II. ①周…②宋…③张… III. 玉米 - 杂交育种
IV. S513.035.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 126103 号

责任编辑 梅 红 孙宏选

责任校对 贾晓红 康苗苗

出版发行 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 (010) 62189012 (编辑室) (010) 68919704 (发行部)
(010) 68919703 (读者服务部)

传 真 (010) 68975144

网 址 <http://www.castp.cn>

经 销 者 新华书店北京发行所

印 刷 者 北京科信印刷厂

开 本 850 mm × 1168 mm 1/32

印 张 13

字 数 300 千字

版 次 2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

印 数 1 ~ 1 700 册

定 价 28.00 元

❖ 版权所有 · 侵权必究 ❖

内容简介

本书系统地介绍了现代杂交玉米种子生产的基本知识。首先阐述了玉米品种分类与杂种优势。继之从常规杂交育种、分子标记辅助育种、遗传转化技术与品种改良等方面论述了现代杂交玉米育种的主要途径。然后以杂交玉米种子生产为主线，安排了优良玉米自交系生产、基地建设、玉米杂交制种技术体系、种子保优技术、种子加工、玉米种子质量检验、种子贮藏、种子销售等内容的撰写。全书分为十章，每章由若干节组成。最后五个附录分别是玉米杂交种繁育制种技术操作规程；玉米种子分级标准；中华人民共和国植物新品种保护条例实施细则（农业部分）；主要农作物品种审定办法；中华人民共和国植物新品种保护条例。书中各章节内容既有理论依据，更有较强的实用性。主要读者对象为种子生产单位、农业技术推广单位、农业行政单位的技术人员和有关人员。对基层技术人员和制种科技示范户及生产者更有具体的指导作用。也可供从事玉米科研的同行参考。

《现代杂交玉米种子生产》

编 委 会

主 编	周春江	宋慧欣	张加勇
副 主 编	张红伟	王忠义	王海波
	武月梅	吴尚军	
顾问和主审	曹广才	吴东兵	
编 委	(按姓名的汉语拼音排序)		
	曹 北	侯文月	黄以华
	郜秋华	郎书文	李春贵
	李仁崑	宋慧欣	孙艳香
	谭振波	田 满	王海波
	王忠义	吴尚军	武月梅
	元文革	曾剑波	张红伟
	张加勇	周永香	

前 言

农业部从 2005 年起在全国组织实施科技入户示范工程。北京市农村工作委员会为加快都市型现代农业步伐，推进科技入户，帮助农民致富，设立了农业科技入户示范工程。北京市农业技术推广站承担的“粮食高效繁制种综合技术推广”被列为该工程项目，杂交玉米制种是其中的主要内容。“杂交玉米高效制种综合技术推广”针对土地确权后千家万户分散制种生产规模小和基层技术推广服务力量薄弱、方式落后的现状，实施高效制种技术入户，让农民掌握先进技术并能在实践中准确应用，解决制种生产中的实际问题，及时得到经济实惠。一年多来，项目的实施取得了丰硕成果，项目区制种生产实施订单式产业化运作，开辟了农业风险互助业务，在制种田增产、增收、提质的同时，开拓了科技与生产紧密结合的创新之路。在总结项目成果、经验的基础上，北京市农业技术推广站参与该项目的专家、技术人员共同编撰了《现代杂交玉米种子生产》一书，为基层技术人员和制种科技示范户及生产者提供一份系统、实用的技术指导材料。

玉米是中国粮、经、饲兼用的主要农作物，对种植业、养殖业和加工业生产具有举足轻重的影响，品种结构调整、高产高效栽培和产业化生产诸方面的发展潜力巨大。优良杂交种的生产应用是玉米增产增收的物质基础，是发展新型籽种农业的主要内容。中国北方不少地区包括相当一部分山区，具有良好的气候和自然隔离条件，集中发展玉米制种产量高、质量优、效益好。目前玉米制种生产中还存在一些具体问题，诸如先进技术普及率低，生产成本高，繁殖系数低，去杂去劣不彻底，千家万户分散

生产不利于统一管理，导致收购环节复杂化影响了种子质量。针对玉米制种生产中存在的实际问题，本书的编撰试图突现三大特色：①直接面向基层技术人员和制种专业户，重点传授玉米杂交种子生产各个环节的关键技术措施，力求可操作性和方便实用，达到技术要领到人、良种良法到田，进一步提高先进技术到位率和准确度。结合传授具体操作技术，也简要讲述一些原理和组织管理经验，以利于提高统一管理水平，增强农户科学操作的自觉性。②传授玉米制种技术内容系统、全面，既包括从播种到收获整个生产过程中各个环节的技术关键，也讲述制种户的统一组织、制种基地的筹划与建立，收获后种子的加工、精选分级、质量检验、安全贮藏、包装与销售。针对玉米杂交种子生产的特点，在重视提高产量的同时，强调做好去杂保纯与种子质量的提高。书后另附玉米杂交种子生产的专项知识，既是技术指导的好帮手，也是方便查阅的小百科工具书。③技术内容涵盖中国主要玉米制种产区，在吸收已有技术成果的基础上，重点介绍编著者工作实践中积累的经验体会和国内外制种技术与管理的进展，体现一定的技术与管理水平。

本书共十章另加五个附录。各章主要内容与撰写人（除另注明所在单位者外，工作单位均为北京市农业技术推广站）分别是：第一章讲述玉米杂交种类型、杂种优势的遗传基础与利用途径，良种标准及中国玉米优良杂交种子的更新换代历程，王海波、田满、周永香撰写。第二章介绍现代杂交玉米育种的主要途径，由廊坊市农林科学院元文革等以及北京大北农业科技集团农业生物技术研究中心撰写。第三章优良玉米自交系生产，讲述玉米种子分类、自交系的栽培管理与防杂保纯，宋慧欣、李春贵撰写。第四章讲述玉米种子生产基地的选址标准、设施建设内容及管理体系的建设，典型制种基地情况简介，张加勇撰写。第五章玉米杂交制种技术体系，包括亲本组合的选用，种植密度与父母本配置、

田间管理与病虫害防治、花期调节及去雄、授粉、收获与晾晒、地膜覆盖制种技术，王忠义、曾剑波撰写。第六章种子保纯技术，介绍各项种子质量标准的含义与提高种子质量的技术措施，种子活力的含义与增强种子活力的措施，李仁崑撰写。第七章讲述种子加工技术，包括干燥与脱粒、精选与分级、包衣与包装，吴尚军撰写。第八章讲述玉米种子质量检验，包括种子检验步骤与程序，玉米种子质量的田间检验、室内检验及种子检疫，由廊坊市农业局曹北、武月梅、侯文月撰写。第九章讲述种子贮藏，介绍贮藏环境对种子质量的影响，玉米种子贮藏管理技术及小包装种子的贮藏技术，由廊坊师范学院孙艳香撰写。第十章讲述种子销售，介绍品种审定、品种保护的概念与操作程序，市场调查、市场开发、网络管理及售后服务等有关种子销售的必备知识，郎书文、黄以华撰写。附录内容包括杂交玉米种子生产技术规程、玉米种子分级标准，品种审定程序及品种保护申报程序等。

农业生产的地域性很强，中国不同地区的生产、生态条件差异很大。在掌握杂交玉米种子生产各项技术原理、原则的基础上，实际操作时还需要结合当地实际情况，因地制宜地合理应用。重视各项技术的针对性和适用性，力争获得最佳效益。杂交玉米种子生产技术现仍与时俱进，处于不断发展与创新的过程之中。我们愿与全国同行一道，继续为提高杂交种子生产的技术与管理水平做出新的贡献。

本书的出版得到中国农业科学技术出版社的大力配合。也得益于中国农业科学院作物科学研究所曹广才研究员和吴东兵副研究员的策划与支持，仅致谢忱。

限于水平，不当或疏漏之处希望同行和读者批评指正。

编者

2006年8月

目 录

前言	(1)
第一章 玉米品种分类与杂种优势	(1)
第一节 品种分类	(1)
第二节 杂种优势	(9)
第三节 玉米优良杂交种的利用	(29)
第二章 现代杂交玉米育种主要途径	(37)
第一节 常规杂交育种	(37)
第二节 玉米分子标记辅助育种	(57)
第三节 玉米遗传转化技术与品种改良	(71)
第三章 优良玉米自交系生产	(94)
第一节 自交系的作用和分类	(94)
第二节 优良玉米自交系的生产繁殖	(104)
第三节 自交系的退化和防杂保纯	(128)
第四章 基地建设	(134)
第一节 基地的选址和建设	(135)
第二节 管理体系	(140)
第三节 基础设施建设	(147)
第四节 国内制种基地简介	(149)
第五章 玉米杂交制种技术体系	(153)
第一节 选用适宜的亲本组合	(153)
第二节 密度与父母本配置	(159)
第三节 花期调节	(161)
第四节 田间管理	(167)

第五节 去雄与授粉	(174)
第六节 病虫害防治	(178)
第七节 收获	(189)
第八节 地膜覆盖制种	(192)
第九节 影响玉米种子纯度的原因及预防措施	(203)
第六章 种子保纯技术	(209)
第一节 提高种子质量	(209)
第二节 增强种子活力	(221)
第七章 种子加工	(229)
第一节 干燥与脱粒	(229)
第二节 精选与分级	(238)
第三节 包衣与包装	(247)
第八章 玉米种子质量检验	(267)
第一节 种子检验步骤和程序	(267)
第二节 玉米种子质量田间检验	(271)
第三节 玉米种子质量室内检验	(276)
第四节 玉米种子检疫	(290)
第九章 种子贮藏	(303)
第一节 玉米种子的贮藏环境	(303)
第二节 玉米种子的贮藏管理技术	(314)
第三节 玉米小包装种子的贮藏技术	(327)
第十章 种子销售	(331)
第一节 品种审定	(331)
第二节 品种保护	(335)
第三节 种子销售	(341)
附录 1 玉米杂交种繁育制种技术操作规程	(358)
附录 2 玉米种子分级标准中华人民共和国国家标准 GB4404.1—1996 粮食作物种子禾谷类	(365)

附录 3	中华人民共和国植物新品种保护条例实施细则 (农业部分)	(369)
附录 4	主要农作物品种审定办法	(385)
附录 5	中华人民共和国植物新品种保护条例	(392)

编写分工

- 前言 宋慧欣 (北京市农业技术推广站)
- 第一章 玉米品种分类与杂种优势**
- 第一节 品种分类 王海波
(北京市农业技术推广站)
- 第二节 杂种优势 王海波, 周永青, 周永香
(北京市农业技术推广站)
- 第三节 玉米优良杂交种的利用 田满
(北京市农业技术推广站)
- 第二章 现代杂交玉米育种主要途径**
- 第一节 常规杂交育种 元文革, 郜秋华
(廊坊市农林科学院)
- 第二节 玉米分子标记辅助育种 谭振波
(北京大北农科技集团农业生物技术研究中心)
- 第三节 玉米遗传转化技术与品种改良 张红伟
(北京大北农科技集团农业生物技术研究中心)
- 第三章 优良玉米自交系生产** 宋慧欣, 李春贵
(北京市农业技术推广站)
- 第四章 基地建设** 张加勇
(北京市农业技术推广站)
- 第五章 玉米杂交制种技术体系** 王忠义, 曾剑波
(北京市农业技术推广站)
- 第六章 种子保纯技术** 李仁崑
(北京市农业技术推广站)

-
- 第七章 种子加工 吴尚军
(北京市农业技术推广站)
- 第八章 玉米种子质量检验 曹北, 武月梅, 侯文月
(廊坊市农业局)
- 第九章 种子贮藏 孙艳香
(廊坊师范学院)
- 第十章 种子销售 郎书文, 黄以华
(北京市农业技术推广站)
- 附录 1 玉米杂交种繁育制种技术操作规程 曾剑波
(北京市农业技术推广站)
- 附录 2 玉米种子分级标准 吴尚军
(北京市农业技术推广站)
- 附录 3 中华人民共和国植物新品种保护条例实施细则
(农业部分) 黄以华
(北京市农业技术推广站)
- 附录 4 主要农作物品种审定办法 黄以华
(北京市农业技术推广站)
- 附录 5 中华人民共和国植物新品种保护条例 黄以华
(北京市农业技术推广站)
- 全书统稿 曹广才
(中国农业科学院作物科学研究所)

第一章 玉米品种分类与杂种优势

第一节 品种分类

中国是世界第二玉米生产大国，常年播种玉米 2 300 万 hm^2 左右。南起 $\text{N}17^\circ$ 的热带，北至 $\text{N}55^\circ$ 的寒带，气候条件差别大，形成了丰富多彩的玉米种植制度。种植的玉米品种也很多，按种植目标及特征特性的不同，可将玉米品种分成不同的类型。最常见的是按杂交种的亲本类型、按生育期长短以及籽粒成分与用途分类。

一、按亲本类型分类

(一) 品种间杂交种

利用两个自然授粉的品种相杂交，所产生的后代叫品种间杂交种。品种间杂交种一般较当地农家种增产 10% 左右，增产幅度不大，性状不整齐。但具有取材方便，育种时间短、制种简便等特点。

(二) 顶交种

用当地最优良的品种与一个自交系杂交而成。顶交种一般较当地农家品种增产 15% 左右，具有选育简单、制种简便等特点，但增产幅度不大，性状不整齐。现在中国西南部高寒山区，仍有少数玉米顶交种植。

(三) 自交系间杂交种

自交系间杂交种由于组合形式不同，又可分为以下几种：

1. 单交种

用两个不同的自交系杂交而成，如 $A \times B$ 。单交种一般较当地农家种增产 20% ~ 30% 以上。单交种植株整齐，生长健壮，增产潜力大。某些地区利用近亲姊妹系配置改良单交种如 $(A1 \times A2) \times B$ ，既可保持原单交种的增产能力和农艺性状，又能提高制种产量。现在各地都广泛使用单交种。

2. 三交种

用 3 个不同的自交系，经两次杂交而成，如 $(A \times B) \times C$ 。三交种增产幅度较大但整齐度不如单交种，制种技术比单交种复杂，但制种产量高。现在广西、贵州、云南等地仍在使用的。

3. 双交种

又叫双杂交种，是由 4 个自交系先配成两个单交种，再以两个单交种杂交而成双交种，如 $(A \times B) \times (C \times D)$ 。双交种增产幅度大，制种产量高，但整齐度不及单交种，制种较复杂，种子成本低。中国 20 世纪 60 年代中期主要种植玉米双交种，现已基本上被单交种取代。

4. 综合杂交种

是在隔离条件下，用若干个优良自交系或自交系间杂交种，任其自由授粉相互杂交而成。综合杂交种杂种优势稳定，是人工合成的遗传基础广泛的群体， F_2 代后的杂交优势衰退不显著。现在已很少使用。

二、按生育期分类

玉米的适应性很广，凡 $\geq 0^\circ\text{C}$ 年积温在 2400°C 以上，夏季平均气温 $> 18^\circ\text{C}$ 的地区均可种植。由于遗传上的差异，不同玉米类型生育期的长短也不一样。按联合国粮农组织 (FAO) 的国际通用标准，根据生育期的长短把玉米分为七种类型 (熟性积温 $\Sigma T \geq 0^\circ\text{C}$):

(一) 超早熟型

植株叶片数 8 ~ 11 片, 生育期 70 ~ 80d。特早熟, 积温 $< 2\ 600^{\circ}\text{C}$, 主要在吉林、黑龙江、内蒙古、新疆无霜期特短或高海拔的部分地区种植。由于生育期的限制, 产量潜力较小。

(二) 早熟类型

植株叶片数 12 ~ 14 片, 春播 80 ~ 100d, 积温 $2\ 600 \sim 2\ 900^{\circ}\text{C}$; 夏播 70 ~ 80d, 积温为 $2\ 500 \sim 2\ 800^{\circ}\text{C}$ 。早熟品种一般植株矮小, 叶片数量少, 受生育期的限制产量潜力较小。主要在京、津、唐(夏播)及吉林(春播)等地种植。

(三) 中早熟类型

植株叶片数 15 ~ 16 片, 春播生育期 91 ~ 100d, 积温 $2\ 900 \sim 3\ 300^{\circ}\text{C}$; 夏播 80 ~ 85d 以上, 积温 $2\ 800 \sim 3\ 200^{\circ}\text{C}$ 。主要在河北北部及黑龙江、吉林、辽宁等地种植。

(四) 中熟类型

植株叶片数 17 ~ 18 片, 叶片数比早熟品种多而比晚播品种少; 春播生育期 101 ~ 110d, 积温 $3\ 300 \sim 3\ 500^{\circ}\text{C}$; 夏播 85 ~ 95d, 积温 $3\ 100 \sim 3\ 400^{\circ}\text{C}$ 。

(五) 中晚熟类型

植株叶片数 19 ~ 20 片, 春播生育期 111 ~ 120d, 需积温 $3\ 500 \sim 3\ 700^{\circ}\text{C}$; 夏播 95 ~ 105d, 积温 $3\ 400 \sim 3\ 600^{\circ}\text{C}$ 。主要在黄淮海地区夏播及西南各地种植。

(六) 晚熟类型

植株叶片数 21 ~ 22 片, 春播生育期 121 ~ 130d, 积温 $3\ 700 \sim 4\ 000^{\circ}\text{C}$; 夏播 105 ~ 115d 以上, 积温 $3\ 600 \sim 3\ 900^{\circ}\text{C}$ 以上。一般植株高大, 叶片数多, 多为 21 ~ 25 片。由于生育期长, 产量潜力较大。主要在东北、华北春播区种植。

(七) 超晚熟类型

植株叶片数 ≥ 23 片, 生育期 131 ~ 150d。积温 $> 4\ 000^{\circ}\text{C}$ 。

上述生育期指出苗至成熟天数。由于种植地区的不同，生育期变化较大，上述生育期天数仅供参考。按有效积温数量需求的不同，也可对自交系的类型进行划分。

三、按用途与籽粒组成成分分类

玉米用途十分广泛，根据籽粒化学物质的组分和含量的不同，可将玉米分为特用玉米和普通玉米两大类。特用玉米是指具有较高的经济价值、营养价值或加工利用价值的玉米，这些玉米类型具有各自的内在遗传组成，表现出各具特色的籽粒构造、营养成分、加工品质以及食用风味，因而有着各自的特殊用途和加工要求。特用玉米以外的玉米类型即为普通玉米。

特用玉米一般指糯玉米、甜玉米、爆裂玉米、优质蛋白玉米、高油玉米、青贮玉米、笋玉米、高淀粉玉米等。世界上特用玉米培育与开发以美国最为先进，已形成重要产业并迅速发展。中国特用玉米研究开发起步较晚，除糯玉米原产中国外其他种类资源缺乏，与美国比还有很大差距。近年来，中国玉米育种工作者进行了大量的试验研究，在高赖氨酸玉米、高油玉米育种上取得了长足进步，为中国特用玉米的发展奠定了基础。

(一) 甜玉米

是甜质玉米的简称，因其籽粒在乳熟期含糖量高而得名。甜玉米原产美洲，美国于1933年育成第一个甜玉米杂交种，随着这一杂交种的成功利用，新的甜玉米品种相继推出，促进甜玉米的更快发展。甜玉米有普甜和超甜之分，普甜玉米又叫标准甜玉米，该类型玉米携带单一隐性普甜基因 (su_1 , su_2 , du)，是 East 和 Hays 在1911年发现的，纯合的 su_1 甜玉米乳熟期籽粒含糖量为8%~16%，是普通玉米含糖量的2倍多。其中蔗糖含量占66%，还原糖含量占34%，分别是普通玉米的3倍和2倍。超甜玉米又叫特甜玉米，该类型甜玉米携带单一隐性超甜基因