

当代科技重要著作·农业领域



李荫梅等 编著

谷子育种学



中国农业出版社

谷 子 育 种 学

李荫梅等 编著

中 国 农 业 出 版 社

谷 子 育 种 学

李荫梅等 编著

* * *

责任编辑 张本云

中国农业出版社出版 (北京市朝阳区农展馆北路2号)
新华书店北京发行所发行 中国农业出版社印刷厂印刷

850×1168mm32开本 22印张 4插页 563千字

1997年3月第1版 1997年3月北京第1次印刷

印数 1—1,500册 定价 50.00元

ISBN 7-109-04228-4/S·2619

编写人员名单

- 第一章 谷子育种的任务 齐王志
- 第二章 中国谷子的起源和发展简史 高国仁
- 第三章 中国谷子生态类型及生态区划 王殿瀛 郭桂兰
- 第四章 谷子在植物分类学中的地位 梁鸿儒 全建章
- 第五章 谷子育种的植物学、生物学基础 梁鸿儒 全建章
- 第六章 谷子育种的细胞遗传学基础 古世禄
- 第七章 谷子育种的量遗传学基础 刘晓辉
- 第八章 谷子育种的特种技术 程汝宏 刘正理
- 第九章 谷子育种常用的试验设计和统计方法 李荫梅 刘正理
- 第十章 理化诱变在谷子育种上的应用 伊虎英
- 第十一章 染色体工程在谷子育种中的应用 王润奇 高俊华
- 第十二章 遗传工程在谷子育种中的应用 王志兴 董云州
- 第十三章 春谷高产育种 张太民
- 第十四章 夏谷高产育种 杨永琛
- 第十五章 谷子品质育种 高俊华 王润奇
- 第十六章 谷子抗旱育种 李荫梅
- 第十七章 谷子抗病育种 崔光先
- 第十八章 谷子抗虫育种 甘耀进
- 第十九章 谷子专用品种选育 田瑞珍
- 第二十章 谷子三系杂交种选育 朱光琴 吴叔明
- 第二十一章 谷子“ Ms^c ”显性核不育基因的发现与利用

胡洪凯

第二十二章 谷子光(温)敏核不育系选育和利用 崔文生
赵治海

第二十三章 谷子两系杂交种选育及利用 杜瑞恒 王天宇

第二十四章 谷子育种试验地的管理技术 杜瑞恒 王天宇

第二十五章 谷子品种区域化鉴定试验和品种审定 李荫梅
薄奎勇

第二十六章 谷子良种繁育和种子技术 凌莉 陈洪斌

全书由李荫梅统稿

编 者 的 话

谷子（粟）起源于我国，世界上我国栽培面积最大，总产量最多，单产也最高。谷子以抗旱、耐瘠、适应性强称著，现今全球性缺水，我国北方水资源尤为贫乏，倍加突出谷子在北方粮食生产中的重要意义；谷子为山区人民脱贫致富奔小康的支柱庄稼，是救灾补荒的主要作物；谷子属碳四作物，又是喜温、喜肥的高产作物，丰富多采的各种类型的品种恰是反映了谷子适应我国各种复杂生态环境和生产水平的经济价值；小米营养丰富，是失乳婴儿、产妇、老弱病人的营养食品，被誉为“三北”的瑰宝；历来做为军粮贮存，备战备荒，曾一度尊为“五谷之长”，对发展我国黄河流域的文化、中华民族的繁荣昌盛起过重要作用。在革命战争时期立过大功，人们念念不忘“小米加步枪”，群众对谷子充满浓郁的乡土感情。

据考古发现，谷子在我国种植已有七千多年的历史，早在1400多年前贾思勰著《齐民要术》上就注有86种。新中国成立以后我国十分重视谷子的品种改良工作，到1993年统计，育成生产上应用面积较大的品种有250多个；春谷、夏谷都出现了大面积上千亩平均亩产超过500公斤的高产水平；谷子显性核不育三系配套，其强优势组合通过审定应用于生产；谷子光（温）敏不育系育性转换稳定，通过鉴定，获得了谷子初级三体系列，谷子基因定位研究等虽都取得了令人瞩目的成就，但在育种的效率和有关理论研究的广度、深度，与水稻、小麦、玉米等作物的育种总体水平相比，有很大的差距。为了使我国谷子生产得到进一步发展，为了提高我国谷子育种的工作效率和理论水平，必须认真地全面

系统总结我国谷子育种自身的特点、经验及有关理论研究的成就。因此，编写谷子育种学是很有意义的。

我受“八五”国家科技攻关——“谷子新品种选育技术课题”专家工作组的委托，具体负责本书的组织和初稿审定工作，本书由13个谷子育种研究单位31位专家、教授、研究员参加编写，这些单位是全国谷子育种课题的牵头单位和骨干单位，在谷子育种研究上是领先的，编写者多数是本单位的学科带头人，从事实际育种工作多年，积累了丰富的知识和经验，为编好本书奠定了基础。

本书共26章，其中有关谷子育种的基础知识8章，有关谷子育种的基础技术和应用技术6章，春、夏谷高产育种、抗旱育种、抗病、虫害育种、专用品种选育等7章，杂种优势利用4章，良种繁育和种子技术1章。由于我们能力和研究工作的条件所限，谷子育种的传统经验多、理论研究尚感不足，同时，国外谷子育种的经验和研究成果也非常匮乏，错误和缺点在所难免，我们愿本着学习的态度，愿望读者提出批评建议。

编写过程中，承蒙齐玉志、李景春、王殿瀛、古世禄、朱光琴、杨永琛诸位研究员在百忙中抽暇为本书审稿。书中第4、5、8、11、12、15、23章插图由刘佩章绘制，刘桂英帮助整理，值此成书之际，诚致感谢。

河北省农林科学院谷子研究所 李荫梅

1995年2月

目 录

第一章 谷子育种的任务	1
第一节 谷子育种工作的意义及育种工作的成就	2
第二节 谷子育种目标	14
第二章 中国谷子的起源和发展简史	22
第一节 中国谷子的起源	22
第二节 中国谷子的发展简史	31
第三章 中国谷子生态类型及生态区划	44
第一节 中国谷子品种资源概况	44
第二节 谷子品种的光、温生态学基础	47
第三节 中国谷子主产区谷子生态区划	68
第四章 谷子在植物分类学中的地位	78
第一节 黍族概述	78
第二节 谷子在狗尾草属中的分类地位	79
第三节 谷子的种内分类及其特征	88
第五章 谷子育种的植物学、生物学基础	100
第一节 谷子器官的构造及其特征	100
第二节 谷子的生长发育	108
第六章 谷子育种的细胞遗传学基础	130
第一节 谷子细胞的构造	130
第二节 谷子的减数分裂	135
第三节 谷子的核型特征	142
第四节 谷子的受精作用	151
第五节 谷子的性状及其遗传变异	156
第六节 谷子质量性状的遗传	162
第七章 谷子育种的数量遗传学基础	177

第一节	多基因学说和谷子数量遗传特点	177
第二节	谷子主要数量性状的遗传方式	179
第三节	谷子数量遗传研究常用的方法与参数	181
第八章	谷子育种的特种技术	206
第一节	依据作物遗传多样性学说搜集育种材料与干燥密封贮藏 技术	206
第二节	谷子有性杂交技术	211
第三节	动态基因库的建立利用	217
第九章	谷子育种常用的试验设计和统计方法	222
第一节	田间试验的任务和要求	223
第二节	田间试验设计的原则与误差控制	226
第三节	方差分析剖析	232
第四节	常用的育种试验设计和统计方法	242
第十章	理化诱变在谷子育种上的应用	260
第一节	理化诱变的意义和成就	260
第二节	辐射诱变	266
第三节	化学诱变	277
第四节	理化诱变育种	284
第五节	诱变育种的前景	287
第十一章	染色体工程在谷子育种中的应用	289
第一节	谷子多倍体育种	289
第二节	谷子单倍体育种	295
第三节	谷子非整倍体及其应用	298
第四节	谷子染色体操作	308
第十二章	遗传工程在谷子育种中的应用	315
第一节	细胞和组织培养	315
第二节	原生质体培养和细胞融合	325
第三节	基因工程	331
第十三章	春谷高产育种	346
第一节	春谷高产育种历史和现状	346
第二节	春谷产量与农艺性状的相关分析	350

第三节	春谷高产育种途径	353
第四节	春谷高产育种方法	357
第十四章	夏谷高产育种	370
第一节	夏谷育种的新进展	370
第二节	夏谷育种的特定要求	374
第三节	夏谷高产育种目标的制定	377
第四节	种质资源的搜集研究和创新	382
第五节	夏谷高产育种技术	385
第十五章	谷子品质育种	391
第一节	谷子品质育种的意义和现状	391
第二节	谷子品质标准	395
第三节	谷子主要品质性状的遗传规律	409
第四节	品质育种技术	416
第十六章	谷子抗旱育种	421
第一节	谷子抗旱育种的意义及研究概况	421
第二节	谷子抗旱性鉴定方法	426
第三节	谷子抗旱机理及遗传表达	433
第四节	谷子抗旱育种技术	438
第十七章	谷子抗病育种	447
第一节	谷子抗病育种的意义及研究进展	447
第二节	谷子抗病性的鉴定方法	451
第三节	谷子抗锈育种	453
第四节	谷子抗谷瘟病育种	463
第五节	谷子抗白发病育种	468
第十八章	谷子抗虫育种	472
第一节	谷子害虫种类和抗虫育种意义	472
第二节	作物抗虫性的理论基础	474
第三节	谷子品种的抗虫性鉴定方法	480
第四节	谷子抗虫品种的选育	486
第十九章	谷子专用品种选育	491
第一节	谷子专用品种的概念及选育的重要性	491

第二节	专用品种选育的特殊性和重点性状选择指标	492
第三节	鸟饲专用品种选育	495
第二十章	谷子三系杂交种选育	504
第一节	谷子杂种优势利用研究概况	504
第二节	谷子雄性不育的遗传学和细胞学基础	510
第三节	谷子的三系选育	519
第二十一章	谷子“Ms ^{ch} ”显性核不育基因的发现与利用	528
第一节	谷子“Ms ^{ch} ”显性核不育基因的发现	528
第二节	谷子显性核不育基因“Ms”的遗传	535
第三节	显性核不育基因“Ms”的杂种优势利用	541
第四节	显性核不育基因“Ms”在常规育种中的应用	549
第五节	“Ch型”显性核不育材料的细胞学、生态学研究 和同工酶分析	551
第六节	讨论与展望	557
第二十二章	谷子光(温)敏核不育系选育和利用	561
第一节	光(温)敏核不育的选育	562
第二节	光(温)敏核不育雄蕊败育细胞形态特征	569
第三节	光(温)敏核不育的遗传学基础	571
第四节	光(温)敏核不育育性转换机理	571
第五节	光(温)敏核不育的生理生化基础	578
第六节	光(温)敏核不育谷子雄性不育系生产利用	582
第二十三章	谷子两系杂交种选育及利用	591
第一节	核隐性高度雄性不育系的败育特征、遗传行为及生理基础	591
第二节	谷子核隐性高度雄性不育系的选育	599
第三节	恢复系选育	602
第四节	谷子两系杂交种的选育	604
第五节	谷子两系杂交种的制种技术及栽培要点	611
第二十四章	谷子育种试验地的管理技术	617
第一节	土壤异质性与试验地选择	617
第二节	生长竞争、边际效应与育种材料的鉴定选择	619

第三节	田间管理措施与试验误差	621
第四节	谷子育种的田间观察、调查记载	628
第二十五章	谷子品种区域化鉴定试验和品种审定	639
第一节	谷子品种区域试验的沿革与成就	639
第二节	我国谷子品种区域化鉴定的分区分组及鉴定目标	643
第三节	谷子品种区域试验的实施	645
第四节	区域试验结果的综合分析	648
第五节	谷子新品种审定	659
第二十六章	谷子良种繁育和种子技术	663
第一节	概述	663
第二节	品种的混杂退化及防杂保纯	664
第三节	良种繁育	668
第四节	良种繁殖基地	672
第五节	种子加工与种子处理	675
第六节	种子贮藏	680
第七节	种子检验	682

第一章 谷子育种的任务

本书的目的旨在研究谷子育种和繁育良种的理论与技术，阐述春谷品种、夏谷品种、优质品种、抗旱品种、抗病虫品种等不同类型品种选育中应采用的特定方法和理论依据，并介绍染色体工程、遗传工程在谷子育种中的应用，以及适合特定用途的田间技术和统计分析的原理。

谷子育种学的基本任务是在认识和掌握谷子性状、遗传变异规律的基础上，发掘、研究和利用各种优异的、特殊的遗传资源，应用先进的、恰当的科学技术和农学艺技，改良谷子品种的遗传素质及群体的遗传结构，创造高产、稳产、优质、多抗、熟期相宜、适应性强、用途多样、适应市场需要的优良品种。在繁殖推广新品种的过程中，不断提高和保持其特性，实现谷子生产用种良种化，种子质量标准化，充分发挥优良品种的经济效益和社会效益，有力地促进农业生产的不断发展。

对谷子育种的技艺，也即根据观察来鉴别现有遗传资源材料中带有重要性的根本差异，并选择和繁殖其中优异类型的能力，对育种工作者来说是极珍贵的财富。谷子育种工作的有效实施，还必需具有解决特定问题所需的特殊技术，能够运用实验室技术配合田间试验，周密、快捷、准确地进行育种研究，这在很大程度上取决于育种者的基本训练和科研素质。

第一节 谷子育种工作的意义及育种工作的成就

一、谷子育种工作的意义

谷子起源于我国，是古老的传统抗旱作物，它养育了中华民族，近代中国人民又以小米加步枪打败了日本帝国主义。现今全球性缺水，我国的水资源更为贫乏，人均水资源仅为世界人均占有量的1/4、居世界88位，广袤的北方约占国土的一半，为干旱半干旱地区。京、津、唐地带地下水已严重超采，辽河平原水资源已被开采1/3，黄河中下游平原已开采1/2，一些地方地面已开始下沉，造成河水经常断流。面对干旱威胁，倍加突出谷子在持续农业、旱作农业中的重要作用。谷子抗旱耐瘠，根系发达，叶片窄，成穗率高，在适宜温度下种子吸收本身重量26%的水分便可发芽（高粱40%、小麦45%、玉米48%），苗期耐旱，适当干旱还能促根蹲苗，在土壤水分极少的情况下，植株呈假死状态，遇水后能立即旺盛生长。农谚称“小苗早个死，老来一肚籽”。在生长发育过程中，水分有效利用率高，蒸腾系数小，仅为257（玉米369、小麦510）；此外谷子播种期可塑性强，在我国北方除高寒地区外，从清明到小暑播种均能正常成熟；小米又是具有营养保健作用的粮食，蛋白质尤其是蛋氨酸、色氨酸和维生素的含量高于大米、玉米、高粱等粮食作物，同时对人体健康有重要作用的食用粗纤维是大米的5倍，近年来已兴起世界性的食用小米等杂粮的热潮。从发展生产和改善人们的食物构成方面，都对谷子育种工作者提出了更高的要求，谷子育种工作意义深远，作用巨大。

二、谷子育种工作者必备的几种较重要的知识

利用系统选育技术在谷子群体中从生物学性状和形态上进行各种各样的选择，是选育谷子新品种的最简单方法，这个分析育

种的方法在育种初始阶段有很大成果。随着自然资源的利用和对品种的要求逐渐复杂，育种工作者力图用综合育种，通过杂交和性状诱变随后选择的方法，将不同品种的优良性状结合，综合于新育成种。现代育种工作是综合运用现代遗传学及其有关生物科学的理论和技术，对谷子的遗传性进行有目的、有成效的控制、管理和改造，使之按社会所需的方向发展，所以现代育种科学是一门人工进化的科学，是“遗传组成的人为改编”，育种是根据人类意志的进化。因此，为了搞好育种工作，要求谷子育种工作者必须掌握有关的基础理论，综合运用多学科的知识，采用先进的科学技术，有预见性地选育新品种。生物进化论是作物育种的基本理论，生物进化的三大要素一变异、遗传、选择是谷子育种工作中创造、选择优良变异的主要理论依据。遗传学是谷子育种的重要基础理论，根据谷子遗传变异规律，科学地预见所要选育的新品种，随着生产的发展、市场的需求正确地制定育种目标，是谷子育种工作的首要任务。生态学不仅是制定育种目标的理论依据，同时还可以提高谷子品种资源搜集、研究和引种工作的目的性与计划性。近年来，抗性育种、品质育种、专化育种、株型和高光效育种日益受到重视。因此，谷子育种工作者要熟悉植物学、生物化学、植物生理学、农业昆虫学、农业气象学等方面的知识。优良品种是在一定的栽培条件下育成的，良种的繁育与推广也必须应用相应的栽培技术，所以谷子育种工作者要掌握栽培的理论与技术。现在，谷子常规育种常规常新，随着科技的进步、观念不断更新，技术也在发展，已从细胞水平进入分子水平。谷子原生质体培养与植株再生体系已经建立，体细胞无性系变异育种技术、细胞融合与外源基因导入已在应用，谷子基因文库已经建成，遗传工程已经展开，所以要求谷子育种工作者要熟悉生物物理、细胞学和分子生物学等方面的知识。育种理论的研究、育种的田间试验和育种方法的改进、试验结果的分析，又需要掌握田间试验设计原理、数量遗传学、群体遗传学、生物统计

学和电子计算机使用技能。

谷子育种是为农业生产和市场消费服务的应用科学，育种工作还必须树立经济观念，熟悉生产者与消费者的需要，了解农业生产发展的规律，高效—生产者满意，优质—消费者满意，高产不等于高效，品质好不等于优质，只有在精致、无害、优质的基础上提高产量，才能获得高效，要有随着市场变化对育成品种的要求也会变化的预见性。

由于人们对农业生产和生活的要求越来越高，育种目标随之复杂化和综合化，育种手段也越来越多样化，所以要完成育种任务，在较短时间内有所突破，必须善于团结同行专家协同攻关，善于同多学科协作研究优势互补，共同奋斗，为人类培育出美好的品种。

三、谷子品种在生产中的应用

所谓谷子品种，是指在一定的生态和经济条件下，根据社会的需要所创造出的主要性状有明显特征和特性的谷子群体。该群体具有相对稳定的、特定的遗传性和生物学上、经济上与形态上的相对一致性，在一定地区和一定的栽培条件下，在产量、品质和适应性等方面符合生产的需要。

品种属于经济上的类别，虽然也属于植物分类学上的某一个种或变种，但它不是植物分类学上的一个最低单位。

真正的优良品种，除了必须具有优良的品种品质外，还必须具有优良的播种品质。

选育和推广谷子优良品种，是农业现代化的重要内容，因为优良的谷子品种能较充分地利用自然和栽培中的有利条件，抵抗和克服其中的不利因素，并能有效地解决生产上的一些特殊问题，如遇自然灾害后晚播救灾补荒。它对提高产量、改进品质、增强抵抗力、扩大种植面积、改革耕作制度和便于栽培管理等方面有着极其重要的作用。

(一) 大幅度提高单位面积产量 优良品种一般丰产潜力大，不增加农业投资即可提高单位面积产量。建国初期我国谷子亩产平均不足 50 kg，“七五”期间（1986—1990 年）亩产达 100—150 kg，单产为新中国成立初期的 1.3—2.7 倍。提高单产的农业技术因素很多，国外资料分析指出，在提高单产诸因素中，选育和推广良种占 30%—35%。据我国“六五”（1981—1985 年）期间的资料分析，在我国农作物产量提高中，良种的作用占 20% 以上。据承担“七五”国家科技攻关谷子育种课题选育的 19 个谷子优良品种统计，又比当地推广品种增产 9%—16.8%。目前新育成的春谷和夏谷品种，生产示范亩单产都可达到 500 kg 以上，充分说明应用优良品种是大幅度提高单位面积产量最有效的措施。

(二) 改善小米适口性，提高品质 品种间不仅产量有高低，其产品品质的优劣也大不相同。过去群众都知道春谷米比夏谷米好吃，在历史上我国春谷中的四大名小米即沁州黄、桃花米、龙山米和金米的食味佳美、誉满华夏。河北省农林科学院谷子研究所培育的夏谷优种金谷米，河南省安阳农科所培育的豫谷 1 号，小米食味品质无论是在理化指标和香味、口感指标上都超过了四大名米，达全国一级优质小米标准，填补了夏谷优质米的空白。赤峰市农科所培育的赤谷 4 号小米含维生素 B_1 1.042mg/100g，比一般品种高一倍多，维生素 B_2 为 0.129mg/100g，高出一般品种 19.4%。黑龙江省农科院育种所培育的高硒药膳型品种龙谷 25，含硒 0.065ppm，在黑龙江、内蒙古缺硒区推广应用，受到地方病防治部门重视。说明通过品种改良来改善小米品质大有潜力。

(三) 增强抗性，减轻和避免自然灾害的损失 不利的气象条件、病虫害的蔓延是造成谷子产量低而不稳的重要原因。在 60—70 年代，华北夏谷生态区夏谷产量减损的主要原因是倒伏和病害，形成“五、六百斤长相，二、三百斤的产量（指市斤）”，