

作物遗传改良

◎ 卢庆善 赵廷昌 主编



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

中国农业科学技术出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

◎ 卢庆善 赵廷昌 主编

作物遗传改良



中国农业科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

作物遗传改良 / 卢庆善, 赵廷昌主编. —北京: 中国农业科学技术出版社, 2011. 3
ISBN 978 - 7 - 80233 - 953 - 8

I. ①作… II. ①卢…②赵… III. ①作物育种: 遗传育种 IV. ①S330

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 113599 号

责任编辑 冯凌云
整体设计 孙宝林
责任校对 贾晓红

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 (010)82109704(发行部)(010)82106630(编辑室)
(010)82109703(读者服务部)
传 真 (010)82106636
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 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 76.25
字 数 1800 千字
版 次 2011 年 3 月第 1 版 2011 年 3 月第 1 次印刷
定 价 320.00 元

内容简介

《作物遗传改良》全书共 5 篇 29 章。第一篇总论，全面叙述了作物遗传改良的理论基础和主要技术，包括作物遗传改良的细胞学、遗传学、生理学，遗传改良的常规技术、杂种优势利用技术、群体改良技术、生物技术以及遗传改良与种质资源等。第二篇粮食作物包括水稻、小麦、玉米、高粱、谷子、大麦。第三篇油料作物包括大豆、花生、油菜、向日葵。第四篇经济作物包括棉花、甘蔗、甜菜、烟草。第五篇杂粮作物包括甘薯、马铃薯、黍稷、荞麦、燕麦、杂豆。各作物的遗传改良翔实叙述了该作物生产现状、发展前景，遗传改良的进展和成就；作物分类地位，种质资源的收集、保存、鉴定、创新与利用；主要性状，包括产量、品质、抗性等性状的遗传改良，以及有效的遗传改良技术和方法。此外，还对作物遗传改良的发展方向、前景和重点领域做了展望。

本书编著资料取材丰富，吸收了该领域研究的最新成果，论述新颖，系统性强，理论与实践紧密结合，是一部具有较高学术水平和实用价值的专著，可供农业科技工作者，农业、师范、生命科学院校师生参考。

《作物遗传改良》编委会

■ 主 编 卢庆善 赵廷昌

■ 副主编 冯凌云

■ 编 委 (按姓氏笔画排列)

刁现民	马代夫	马香花	王凤龙	王 纶
王保林	王艳秋	王德兴	牛瑞明	孔佑树
石永顺	卢庆善	卢 峰	冯凌云	朱 凯
朱靖环	任 民	华泽田	刘惠芬	刘 燕
孙守钧	孙慧生	杨玉文	杨建明	李秀英
李秀莲	李海权	李 强	位运粮	邹剑秋
汪军妹	张木清	张吉民	张志鹏	张 鹏
陈庆山	陈 丽	陈稳良	林彦铨	周小辉
周秋峰	宗绪晓	郎立新	孟凡立	赵廷昌
赵建东	郝宪彬	荆绍凌	段有厚	贾巧君
贾兴华	唐 君	戚存扣	常爱霞	崔良基
智 慧	谢逸萍	蓝家样	裴忠友	廖伯寿

各章编著人员

第一篇 总 论

- 第一章** 作物与遗传改良
卢庆善 邹剑秋 辽宁省农业科学院
- 第二章** 作物遗传改良的细胞学基础
卢庆善 郎立新 辽宁省农业科学院
- 第三章** 作物遗传改良的遗传学基础
卢庆善 朱 凯 孔佑树 辽宁省农业科学院
- 第四章** 作物遗传改良的生理学基础
卢庆善 张志鹏 辽宁省农业科学院
- 第五章** 作物遗传改良与种质资源
卢庆善 张 鹏 辽宁省农业科学院
- 第六章** 作物遗传改良的常规技术
卢庆善 卢 峰 辽宁省农业科学院
- 第七章** 作物遗传改良的杂种优势利用技术
卢庆善 王艳秋 辽宁省农业科学院
- 第八章** 作物遗传改良的群体改良技术
卢庆善 石永顺 辽宁省农业科学院
杨玉文 中国农业科学院
- 第九章** 作物遗传改良的生物技术
卢庆善 段有厚 辽宁省农业科学院
赵廷昌 中国农业科学院

第二篇 粮食作物

第一章 水稻

华泽田 郝宪彬 辽宁省农业科学院

第二章 小麦

马香花 王保林 周秋峰 位运粮 郑州市农业科学院

第三章 玉米

荆绍凌 周小辉 吉林省农业科学院

第四章 高粱

孙守钧 裴忠友 刘惠芬 天津农学院

第五章 谷子

刁现民 智 慧 中国农业科学院作物科学研究所

李海权 河北省农林科学院

第六章 大麦

杨建明 贾巧君 汪军妹 朱靖环 浙江省农业科学院

第三篇 油料作物

第一章 大豆

陈庆山 孟凡立 东北农业大学

第二章 花生

廖伯寿 中国农业科学院油料作物研究所

第三章 油菜

戚存扣 江苏省农业科学院

第四章 向日葵

崔良基 王德兴 辽宁省农业科学院

第四篇 经济作物

第一章 棉花

蓝家祥 湖北省农业科学院

第二章 甘蔗

林彦铨 张木清 福建农林大学

第三章 甜菜

陈 丽 中国农业科学院甜菜研究所

第四章 烟草

贾兴华 常爱霞 任 民 王凤龙 中国农业科学院烟草研究所

第五篇 杂粮作物

第一章 甘薯

马代夫 李 强 唐 君 谢逸萍 李秀英 江苏徐州甘薯研究中心

第二章 马铃薯

孙慧生 山东省农业科学院

第三章 黍稷

王 纶 山西省农业科学院农作物品种资源研究所

第四章 荞麦

李秀莲 赵建东 陈稳良 山西省农业科学院

第五章 燕麦

牛瑞明 张吉民 河北北方学院

第六章 食用豆类

宗绪晓 中国农业科学院作物科学研究所

前言

作物遗传改良是一个永恒的课题。从人类把野生植物驯化成栽培作物开始，就在不断地进行着遗传改良，而且随着现代科学技术的发展，作物遗传改良的速度、广度和深度正在加快和加大，不断选育和推广应用作物新品种，创造出巨大的社会效益。

作物育种和选择技术植根于科学的发展和进步，特别是遗传学的研究成果对此起到了强大的科技支撑和推动作用。然而遗憾的是，孟德尔于 1865 年关于植物杂交研究的论文在当时没有被人们认同，这就把无可争辩的理论空间留给了达尔文。按照达尔文的一般原理，认为作物改良能够实行定向和固定性状变异。

1901 年，De Vries, Tschermak 和 Correns 独自重新发掘出孟德尔的论文。De Vries 的突变理论证明了孟德尔的可遗传单位的论点超越了达尔文，并使人们看到了遗传学如何研究现有的变异和只有杂交及突变能够创造新的变异。孟德尔经典遗传理论的重新发现和应用，促进了早期作物遗传改良的快速发展，并形成了以系谱法为核心的杂交育种体系。

当人类进入 20 世纪以后，遗传学研究得到了突飞猛进的发展，并形成了诸多遗传学分支，如细胞遗传学、微生物遗传学、辐射遗传学、数量遗传学、群体遗传学等。1953 年，华森—克里克（Watson—Crick）发现和提出的 DNA 分子结构的双螺旋模型，是现代生命科学具有划时代意义的里程碑，也是分子遗传学的创始点。遗传学的快速发展为作物遗传改良提供了理论依据，使作物品种选育发生了深刻的变革，形成了各种有效的育种技术和方法，并获得了巨大的成就，由此引发了 20 世纪 60 年代的“绿色革命”。

作物遗传改良的过程，说到底就是不断创造变异的过程，不断鉴定变异的过程，不断选择变异的过程，不断稳定变异的过程。这个过程是创新的，是永续的，是无止境的。谁在这个过程中掌握主动权，谁就能取得成功。

作物遗传改良的技术和方法有多种,每一种技术和方法都有其优点和缺点,正如我在《植物育种方法论》一书的前言中所说的,“没有一种育种方法是绝对好的,也没有一种育种方法是绝对差的,育种家要想获得成功,既要有科学的头脑,又要有灵活的艺术手法,统观全局,运筹帷幄,综合运用”。在作物遗传改良过程中,应紧紧抓住品种改良的战略目标,在育种试材和方法的选择上,要切实可行、灵活多样,这样才能做到理论与实践的有机结合,达到预期效果。

唯物辩证法告诉我们,变是绝对的,不变是相对的,这是人类社会和自然界的一条永恒的真理。变异性永远是遗传改良的基础,现代生物技术的快速发展和遗传操作技术的日臻完善为生物变异性的创造提供了广阔的空间,尤其是转基因技术的娴熟,使作物遗传改良基因的来源,打破了种、属界限,直达整个生物界。

性状变异性归根结底是基因的变异,DNA分子碱基对数目及其结构的变异。基因存在于各种遗传资源中,因作物遗传改良要掌握大量的遗传资源,从当地适应性资源,到外引非适应性资源,从一般资源到特殊资源,从栽培种资源到野生种资源,从作物资源到其他生物资源。遗传资源的多样性,必然含有基因的多样性,从而带来变异的多样性,为有效的遗传改良奠定可靠的基础。

人类对自然界的认识过程,始终是从“必然王国”向“自由王国”发展的过程,作物遗传改良同样也是这样一个过程。随着现代科学技术的突飞发展,尤其是生命科学的快速进步,作物遗传改良也取得了显著的进展。为了总结作物遗传改良已取得的成就,开拓、创新新的研究领域,我应中国农业科学技术出版社之邀,约请了几位长期从事作物遗传改良的同事,以科学发展观为指导,根据学科的历史、现状和发展走向,本着理论与实践相结合的原则,编撰了《作物遗传改良》一书。

在本书即将与读者见面之时,愿从事作物科学研究的读者从中得到收益。书中误谬敬请赐教。

卢庆善

目 录

第一篇 总论

第一章 作物与遗传改良	3
第一节 作物进化与遗传改良	3
一、自然进化与人工选择	3
二、遗传改良在作物生产中的作用	4
第二节 作物品种与遗传改良	5
一、作物品种的概念和属性	5
二、作物品种类型	6
三、优良作物品种在生产中的作用	8
四、作物遗传改良的性质和任务	9
第三节 作物遗传改良的目标	10
一、遗传改良的主要目标性状	10
二、确定品种遗传改良目标的原则	15
第四节 作物遗传改良的成就和发展趋势	17
一、现代作物遗传改良的成就	17
二、作物遗传改良发展趋势	23
主要参考文献	26
第二章 作物遗传改良的细胞学基础	29
第一节 作物遗传改良与生殖方式	29
一、作物的生殖方式	29
二、作物自然异交率及其测定	32
三、不同生殖方式作物的遗传特点及其与遗传改良的关系	35
第二节 作物遗传改良与细胞学	40
一、植物细胞的结构和功能	40
二、细胞的有丝分裂和减数分裂	44
三、染色体的形态结构及其分化	49
四、雌、雄配子的产生及受精	55
五、胚胎发育与种子形成	60
主要参考文献	63
第三章 作物遗传改良的遗传学基础	64
第一节 遗传学研究的简要回顾	64
第二节 遗传、变异与环境	65

一、遗传与环境	65
二、遗传与变异	66
三、变异与环境	66
第三节 经典遗传学基础	67
一、孟德尔分离定律 (Mendel's law of segregation)	67
二、孟德尔独立分配定律 (Mendel's law of independent assortment)	68
三、连锁与交换	70
四、基因 (gene)	72
五、数量性状遗传	76
六、细胞质遗传	78
七、染色体变异	80
第四节 数量遗传学基础	84
一、数量遗传学的特点	84
二、数量性状的遗传分析	85
三、群体及其遗传变异	88
四、遗传力及其估算	91
五、遗传进度与遗传相关	93
六、遗传型与环境互作	96
七、配合力及其估算	98
第五节 分子遗传学基础	101
一、DNA 是遗传物质	102
二、核酸的化学组成和分子结构	103
三、遗传信息的贮存、复制和传递	106
四、蛋白质的生物合成	109
五、基因的作用及其调控	112
主要参考文献	115
第四章 遗传改良的生理学基础	117
第一节 光合作用的遗传调控	117
一、光合作用的遗传学概念	117
二、光合速率的遗传与变异	118
三、光呼吸的遗传与变异	127
四、叶绿素含量的遗传与变异	129
第二节 主要生理代谢的调控	132
一、碳代谢遗传改良的研究	132
二、氮代谢遗传改良的研究	136
第三节 作物高光效的遗传改良	141
一、高光合种质资源的鉴定、筛选	141
二、提高光合速率的遗传改良	146
三、提高作物光合能力的遗传改良	148

四、氮代谢功能的遗传改良	152
五、作物生态理想型的遗传改良	154
主要参考文献	159
第五章 作物遗传改良与种质资源	161
第一节 种质资源在遗传改良中的作用	161
一、生物种质资源的多样性	161
二、种质资源是遗传改良的物质基础	162
三、种质资源的有效利用可使遗传改良技术及新品种取得重大突破	164
第二节 种质资源的收集和保管	166
一、种质资源收集的必要性	166
二、国际种质资源的收集	168
三、我国种质资源的收集	172
第三节 种质资源的保管	175
一、种质资源保存的范围	175
二、种质资源的保存方式	176
三、种质资源的保存技术	184
四、种质资源保存管理	185
第四节 种质资源的研究、创新和利用	186
一、种质资源的类型	186
三、种质资源的研究	191
四、种质资源的创新和利用	194
主要参考文献	197
第六章 作物遗传改良的常规技术	198
第一节 自然变异的改良	198
一、自然变异产生的原因及其利用	198
二、系统育种的理论基础和遗传效应	200
三、单株选择的系统育种	201
四、混合选择的群体改良	204
第二节 杂交变异的改良	206
一、杂交改良	206
二、回交改良	214
三、远缘杂交改良	220
第三节 理化因素诱变的改良	224
一、诱变改良的成就	225
二、诱变剂的种类及处理技术	226
三、诱变改良程序	229
四、诱变改良技术	230
第四节 倍数染色体改良	232
一、单倍体改良	232

二、多倍体改良	235
主要参考文献	237
第七章 作物遗传改良的杂种优势利用技术	239
第一节 杂种优势利用在作物遗传改良中的作用	239
一、作物杂种优势研究的历史发展	239
二、杂种优势的概念及其分类	241
三、杂种优势的表现和度量	242
第二节 杂种优势的遗传基础	251
一、杂种优势的遗传机制	251
二、杂种一代性状遗传	257
第三节 杂种优势利用的途径	266
一、杂种优势利用的条件	266
二、杂交亲本的选育和遗传改良	268
三、亲本配合力测定	270
第四节 杂种优势利用与雄性不育	273
一、雄性不育方便杂种优势利用	273
二、雄性不育的特征和遗传	273
三、雄性不育系的创造和选育技术	277
四、雄性不育的利用	281
主要参考文献	285
第八章 作物遗传改良的群体改良技术	287
第一节 群体改良与轮回选择	287
一、轮回选择在群体改良中的作用	287
二、群体改良的由来	288
三、群体改良的效果	289
第二节 群体改良法	290
一、群体改良的遗传学基础	290
二、轮回选择的目标和程序	293
三、轮回选择方法	294
四、主要性状轮回选择的效果	301
五、影响群体改良轮回选择效果的因素	304
第三节 群体的组成和改良	306
一、组成群体应考虑的问题	306
二、复合杂交群体的组成	307
三、高粱随机交配群体的组成	309
四、综合种群体的组成	313
五、群体的改良	313
第四节 雄性不育性在群体改良中的应用	314
一、雄性不育方便轮回选择	314

二、隐性细胞核雄性不育的应用	314
三、显性细胞核雄性不育的应用	317
主要参考文献	319
第九章 作物遗传改良的生物技术	322
第一节 生物技术概述	322
一、生物技术的概念和类别	322
二、生物技术在作物遗传改良中的应用	323
第二节 组织培养技术	324
一、组织培养	324
二、原生质体培养	331
三、无性系变异及其应用	331
四、组织培养技术的应用	334
第三节 基因转导技术	335
一、基因转导技术概述	335
二、基因转导及其方法	337
三、基因转导技术在作物遗传改良上的应用	345
第四节 分子标记技术	347
一、分子标记的概念和种类	347
二、分子标记的应用	353
三、分子遗传图谱	357
主要参考文献	362

第二篇 粮食作物

第一章 水稻	367
第一节 水稻遗传改良概述	367
一、水稻生产及其发展	367
二、我国水稻生产分区	367
三、水稻遗传改良进展和成就	369
第二节 水稻遗传资源	373
一、水稻起源与分类	373
二、水稻遗传资源和改良	377
第三节 水稻主要性状遗传	381
一、产量性状	381
二、品质性状	382
三、株型性状	384
四、抗病虫性	385
五、抗逆性	388
六、生育期	389

第四节 水稻遗传改良技术及主要性状的遗传改良	391
一、水稻遗传改良技术	391
二、主要性状的遗传改良	398
第五节 水稻遗传改良展望	402
一、水稻遗传改良的关键基因发现与利用及对水稻育种的启示	402
二、水稻遗传育种突破的可能途径	403
三、水稻遗传改良目标的调整与实现途径	403
主要参考文献	405
第二章 小麦	408
第一节 小麦遗传改良概述	408
一、小麦及其发展	408
二、小麦生产分布及分区	411
三、小麦遗传改良进展及成就	414
第二节 小麦遗传资源	415
一、小麦的起源及分类	415
二、小麦遗传资源的收集、保存和评价	421
三、小麦品种资源的创新和利用	422
第三节 小麦遗传改良技术	422
一、杂交育种	422
二、杂种优势利用	427
三、诱变育种技术	431
四、单倍体育种技术	433
五、群体改良技术	436
六、生物辅助育种技术	439
第三章 玉米	444
第一节 玉米遗传改良的成就	444
一、玉米生产概况	444
二、玉米种质改良的成效	445
三、玉米品种选育成效	445
第二节 玉米种质资源	447
一、玉米分类	447
二、玉米种质资源的收集与整理	449
三、玉米种质资源的评价、创新和利用	450
第三节 玉米遗传改良技术	453
一、杂种优势利用技术	453
二、轮回选择与群体改良技术	458
三、远缘杂交技术	459
四、玉米杂交诱导单倍体选育自交系技术	460
五、诱变育种技术	463

六、生物育种技术·····	465
第四节 玉米主要性状的遗传改良·····	471
一、抗病性遗传改良·····	471
二、抗虫性遗传改良·····	476
三、抗除草剂遗传改良·····	477
四、抗旱性遗传改良·····	478
五、耐密性遗传改良·····	479
六、特用玉米遗传改良·····	481
七、加工性状遗传改良·····	485
第五节 玉米遗传改良展望·····	487
一、玉米遗传改良发展趋势·····	487
二、加强玉米种质资源的创新利用·····	487
三、促进玉米遗传改良技术的发展·····	488
主要参考文献·····	489
第四章 高粱·····	492
第一节 高粱遗传改良成就概述·····	492
一、我国高粱生产及其在世界上的地位·····	492
二、我国高粱生产分区·····	495
三、国内外高粱遗传改良成就·····	496
第二节 高粱遗传资源·····	508
一、栽培高粱的分类·····	508
二、高粱种质资源的收集、整理与保存·····	511
三、种质资源在高粱改良中的利用·····	514
第三节 高粱重要性状遗传改良·····	515
一、产量的遗传改良·····	515
二、品质性状的遗传改良·····	518
三、抗旱性状的遗传改良·····	520
四、抗病、虫性遗传改良·····	523
第四节 高粱遗传改良技术·····	528
一、混合选育技术·····	528
二、系统选育技术·····	528
三、杂交育种技术·····	529
四、回交育种技术·····	530
五、杂种优势利用技术·····	532
第五节 高粱遗传改良展望·····	540
一、多倍体遗传改良·····	540
二、高粱群体改良·····	541
三、杂种优势固定技术·····	543
四、高粱遗传改良的生物技术·····	543