

国家精品课程配套教材

作物育种学

席章营 陈景堂 李卫华 主编



科学出版社

国家精品课程配套教材

作物育种学

席章营 陈景堂 李卫华 主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书为国家精品课程配套教材,全面系统地介绍了作物育种学基本知识、常规育种方法、现代育种技术、重要性状的鉴定方法、品种审定与种子生产和主要农作物育种等内容,是一本将总论和各论合二为一、在内容和形式上有所创新、充分考虑教学思路和读者群体、由13所高等院校的一线教师通力合作的统编教材。

本书适合全国高等农业院校及相关院校农学、种子科学与工程、植物科学与技术、植物保护等植物生产类各专业学生使用,也可供作物遗传育种工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

作物育种学/席章营,陈景堂,李卫华主编. —北京:科学出版社,2014.3

国家精品课程配套教材

ISBN 978-7-03-039799-7

I. ①作… II. ①席… ②陈… ③李… III. ①作物育种-高等学校-教材
IV. ①S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 030820 号

责任编辑:刘 丹/责任校对:鲁 素

责任印制:肖 兴/封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京佳艺恒彩印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014年3月第 一 版 开本:A4(890×1240)

2014年3月第一次印刷 印张:22 1/4

字数:700 000

定价:59.80 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

《作物育种学》编委会名单

主 编 席章营 陈景堂 李卫华

副主编 孙黛珍 刘明久 刘保申 王 谧

编 委 (按姓氏拼音排序)

陈景堂 (河北农业大学)

郭晋杰 (河北农业大学)

李春红 (沈阳农业大学)

李卫华 (石河子大学)

刘 芳 (广西大学)

刘保申 (山东农业大学)

刘明久 (河南科技学院)

罗玉秀 (青海大学)

吕香玲 (沈阳农业大学)

穆俊祥 (内蒙古集宁师范学院)

欧行奇 (河南科技学院)

渠云芳 (山西农业大学)

孙黛珍 (山西农业大学)

王 谧 (长江大学)

吴连成 (河南农业大学)

席章营 (河南农业大学)

张 林 (华南农业大学)

张金文 (甘肃农业大学)

审 稿 曹连莆 (石河子大学)

前 言

作物育种学是高等农业院校植物生产类专业的核心课程之一，是人类长期的农业生产活动和科学试验的浓缩和结晶，是研究选育和繁育农作物优良品种的理论和方法的科学。

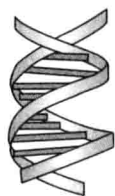
与前期教材相比，本教材具有以下特色：总论和各论合二为一。总论写得全，各论只写代表性作物。有所取有所舍，点面结合，促使学生举一反三；在内容和形式上有所创新。在内容上坚持系统性、科学性、先进性和实用性原则，在形式上增加“本章小结”、“拓展阅读”、“思考题”等内容；主要读者群体定位为在校学生。考虑教学安排和学生需求，尽量压缩篇幅，做到简洁、实用；所有编写人员全部是从事作物育种学一线教学的任课教师。

全书共分为6部分，包括26章的内容。第1部分是作物育种学的基本知识，包括绪论（席章营撰稿）、作物的繁殖方式及品种类型（席章营撰稿）、种质资源（吴连成撰稿）和育种目标（王谧撰稿）；第2部分是常规育种方法，包括引种与选择育种（刘明久撰稿）、杂交育种（孙黛珍撰稿）、回交育种（李卫华撰稿）、诱变育种（陈景堂、郭晋杰撰稿）、远缘杂交育种（渠云芳撰稿）、倍性育种（渠云芳撰稿）、杂种优势利用（刘保申撰稿）、群体改良（吴连成撰稿）；第3部分是现代育种技术，包括植物细胞工程（张林撰稿）、转基因育种（罗玉秀撰稿）和分子标记辅助选择育种（吕香玲撰稿）；第4部分是重要性状的鉴定方法，包括抗病虫性的鉴定（张林撰稿）、非生物逆境抗性鉴定（穆俊祥撰稿）和作物品质性状的鉴定（吕香玲撰稿）；第5部分是品种审定与种子生产（李卫华撰稿）；第6部分是主要农作物育种，包括小麦育种（欧行奇撰稿）、水稻育种（刘芳撰稿）、玉米育种（陈景堂、郭晋杰撰稿）、棉花育种（王谧撰稿）、马铃薯育种（张金文撰稿）、大豆育种（李春红撰稿）和油菜育种（罗玉秀撰稿）。全书初稿经席章营、李卫华、孙黛珍、陈景堂、刘明久多次讨论修改后，由席章营统稿，曹连莆审稿。本书是全体编审人员集体智慧和辛勤劳动的结晶，在出版之际，向所有编审人员表示衷心感谢。同时也感谢您的选用。您的支持是推动我们不懈努力和精益求精的动力源泉。

由于时间仓促，本书不当之处敬请广大教师和同学提出宝贵意见，以便进一步修改完善。

席章营

2014年1月



目 录

前言

第 1 部分 作物育种学基本知识

绪论	2
第一节 作物育种学的性质与任务	2
一、作物育种学的性质	2
二、作物育种学的任务	2
三、作物育种学的主要内容	3
四、作物育种学的发展	3
第二节 作物品种及其在农业生产中的作用	3
一、作物品种的概念	3
二、作物优良品种在农业生产中的作用	3
第三节 作物育种的成就与展望	4
一、作物育种工作的成就	4
二、作物育种工作展望	5
三、作物育种相关的国内外研究机构	6
第一章 作物的繁殖方式及品种类型	8
第一节 作物的繁殖方式	8
一、有性繁殖	8
二、无性繁殖	9
第二节 自交和异交的遗传效应	10
一、自交的遗传效应	10
二、异交的遗传效应	11
第三节 作物的品种类型及其育种特点	11
一、作物的品种类型	11
二、各类品种的育种特点	12
第二章 种质资源	15
第一节 种质资源在育种上的重要性	15
一、种质资源是现代育种的物质基础	15
二、特异种质对育种成效具有决定性作用	15
三、新的育种目标能否实现决定于所拥有的种质资源	16
四、种质资源是生物学理论研究的重要基础材料	16
第二节 作物起源中心学说及其发展	16
一、瓦维洛夫的作物起源中心学说	16
二、作物起源中心学说的发展	17
三、瓦维洛夫作物起源中心学说在作物育种上的意义	18
第三节 种质资源的研究与利用	18
一、种质资源的类别及特点	18

二、种质资源的收集与保存	19
三、种质资源的研究与利用	22
四、种质资源的创新	23
五、种质资源的信息化	23
第三章 育种目标	26
第一节 制订作物育种目标的原则	26
一、着眼当前，展望长远	26
二、突出重点，兼顾其他	26
三、细化目标，明确指标	26
四、设定区域，熟悉详情	26
第二节 作物育种的主要目标	27
一、高产	27
二、优质	28
三、稳产	29
四、适应性强	30

第 2 部分 常规育种方法

第四章 引种与选择育种	34
第一节 引种和驯化	34
一、引种的概念与作用	34
二、引种的基本原理	35
三、影响引种的主要因素	36
四、不同类型作物引种的一般规律	37
五、引种的基本步骤及注意事项	38
六、主要农作物的引种实践	39
七、植物驯化的原理与方法	39
第二节 选择育种	40
一、选择育种的简史与成效	40
二、选择育种的基本原理	42
三、性状鉴定与选择	43
四、选择育种的方法与程序	44
第五章 杂交育种	47
第一节 杂交育种的原理和意义	47
一、杂交育种的原理	47
二、杂交育种的意义	47
第二节 杂交亲本的选配	48
一、亲本选配工作的重要性	48
二、亲本选配的一般原则	48
第三节 杂交方式和杂交技术	50
一、杂交方式	50
二、杂交技术	53

第四节 杂种后代的选择	54
一、系谱法	54
二、混合法	56
三、衍生系统法	57
四、单粒传法	57
第五节 杂交育种程序和加速育种进程的方法	58
一、杂交育种程序	58
二、加速育种进程的方法	59
第六章 回交育种	61
第一节 回交育种的意义及遗传效应	61
一、回交育种的意义	61
二、回交的遗传效应	62
第二节 回交育种方法	63
一、亲本的选择	63
二、回交的次数	63
三、回交所需的植株数	63
四、回交育种程序	64
第三节 回交育种的特点及其应用价值	67
一、回交育种的特点	67
二、回交育种的其他用途	67
第七章 诱变育种	70
第一节 诱变育种的成就及特点	70
一、诱变育种的成就	70
二、诱变育种的特点	70
第二节 诱变育种的方法	71
一、诱变剂的选择	71
二、处理材料的选择	72
三、处理部位与处理方法	72
四、诱变处理后的选育	73
第三节 诱变育种的发展	74
一、诱变剂的复合处理	74
二、诱变育种存在的问题及对策	74
第八章 远缘杂交育种	76
第一节 远缘杂交的重要性	76
第二节 远缘杂交的困难及其克服方法	77
一、远缘杂交不亲和性的原因及克服方法	77
二、远缘杂种夭亡、不育的原因及克服方法	78
三、远缘杂种后代的分离与选择	79
第三节 远缘杂交的育种策略	80
一、品系间杂交技术	80
二、外源染色体的导入	80
三、染色体片段的转移技术	80
第九章 倍性育种	82
第一节 多倍体育种	82
一、多倍体的种类、起源及特点	82
二、人工诱导多倍体的途径	83
三、多倍体育种	84
第二节 单倍体育种	85
一、单倍体产生的途径	86

二、单倍体的鉴定	87
三、单倍体在育种上的应用价值	87
四、单倍体育种的主要步骤	88
五、单倍体育种成就	88
第十章 杂种优势利用	89
第一节 杂种优势利用的历史与现状	89
第二节 杂种优势的表现特性	90
一、杂种优势表现的特点	90
二、杂种优势的度量	91
第三节 杂种优势的遗传基础	92
一、显性假说	92
二、超显性假说	92
第四节 杂交种品种的选育	93
一、杂种优势利用的基本条件	93
二、杂交亲本的选配原则	93
三、杂交种亲本的选育和改良	94
四、配合力及其测定	96
五、杂交种品种类型	98
第五节 利用杂种优势的途径和方法	98
一、人工去雄杂交法	98
二、标记性状法	98
三、化学杀雄法	99
四、自交不亲和性利用法	99
五、雄性不育性利用法	99
第六节 雄性不育性的利用	99
一、雄性不育性的遗传	99
二、雄性不育性的生物学特性	101
三、核质互作雄性不育三系的选育方法	102
四、核不育杂交种的选育	105
第十一章 群体改良	108
第一节 群体改良的意义	108
第二节 群体改良的原理	108
一、Hardy-Weinberg 定律	109
二、群体的进化与改良	109
第三节 群体改良的轮回选择方法	109
一、轮回选择的基本模式	109
二、基础群体的组建	110
三、群体改良的轮回选择法	111
四、群体改良的其他途径	115
第四节 雄性不育性在轮回选择中的应用	115
一、隐性核雄性不育基因在作物轮回改良中的 应用	115
二、利用显性雄性核不育基因改良群体	116

第3部分 现代育种技术

第十二章 植物细胞工程	120
第一节 植物细胞工程的基础理论	120
一、植物细胞工程的内容	120
二、植物细胞工程的理论基础	120
第二节 植物组织培养技术	120

一、培养基及其制备	121	一、分子标记辅助选择的基本原理	160
二、无菌操作技术	123	二、质量性状的标记辅助选择	160
第三节 原生质体培养和体细胞杂交	124	三、数量性状的标记辅助选择	161
一、原生质体培养	124	四、标记辅助选择的发展策略	161
二、体细胞杂交	125		
第四节 细胞工程在作物育种上的应用	126	第 4 部分 重要性状的鉴定方法	
一、细胞工程技术与创造变异	126	第十五章 抗病虫性的鉴定	166
二、花药培养与加快育种进程	128	第一节 抗病虫育种的意义和特点	166
三、植物脱毒和离体快速繁殖技术	128	一、作物病虫害的严重性	166
四、离体培养与植物种质资源保存	130	二、作物抗病虫品种的作用	166
五、胚培养与远缘杂交	130	三、作物抗病虫育种的特点	166
第十三章 转基因育种	131	第二节 植物寄主与病原物、害虫相互作用的	
第一节 作物转基因技术	131	遗传学及育种对策	166
一、转基因技术的概念	131	一、病原物的致病性及其遗传变异	166
二、转基因技术的发展历史	131	二、抗病虫性的机制	167
三、转基因技术带来的有利方面	132	三、抗病虫性的遗传	168
第二节 转基因的理论基础	132	四、寄主的抗性基因与病原物致病、害虫致害	
一、分子生物学中心法则的确立	132	基因的相互作用	169
二、限制性内切核酸酶及其他工具酶的发现	133	五、品种抗病虫性稳定化对策	171
三、DNA、RNA 和蛋白质的序列分析	134	第三节 作物抗病虫性鉴定方法	172
四、基因合成技术和基因载体	135	一、抗病虫性鉴定方法	172
第三节 转基因技术改造植物的内容和步骤		二、抗病虫性鉴定指标	173
.....	136	第十六章 非生物逆境抗性鉴定	175
一、获取外源 DNA 或目的基因	136	第一节 非生物逆境抗性鉴定的意义和特点	175
二、基因载体的选择与构建	136	一、作物逆境种类	175
三、把目的基因连接到载体上, 获得 DNA		二、抗逆育种的意义和特点	175
重组体	137	三、抗逆育种的主要育种方法	176
四、使重组 DNA 进入受体细胞	137	第二节 水分逆境抗性鉴定	176
五、外源 DNA 在受体内表达	139	一、抗旱性鉴定	176
第四节 转基因作物新品种	140	二、耐湿性鉴定	177
一、转基因抗虫水稻	140	三、耐渍性鉴定	178
二、转基因玉米	140	第三节 温度逆境抗性鉴定	178
三、抗虫棉	140	一、抗冻性鉴定	178
四、抗除草剂大豆	141	二、抗冷性鉴定	179
五、转基因小麦	141	三、耐热性鉴定	180
第五节 转基因安全评价	141	第四节 土壤逆境抗性鉴定	181
一、转基因生物安全性	141	一、耐盐碱性鉴定	181
二、转基因生物产品安全性	141	二、耐瘠薄性鉴定	182
三、与转基因有关的几个典型事件	142	三、重金属耐性鉴定	183
四、转基因安全管理	142	第五节 抗倒性	184
五、转基因食品的安全性检测	143	一、作物倒伏的种类	184
第十四章 分子标记辅助选择育种	145	二、抗倒性鉴定方法	184
第一节 分子标记的类型及原理	145	第十七章 作物品质性状的鉴定	187
一、遗传标记的发展	145	第一节 作物品质鉴定的意义和特点	187
二、遗传标记的种类	146	一、品质性状鉴定的意义	187
三、分子标记的类型及原理	150	二、品质性状鉴定的特点	187
第二节 基因定位	154	第二节 作物品质性状及其鉴定方法	188
一、主效基因定位	154	一、作物品质性状的类别	188
二、QTL 定位	158	二、品质改良的主要内容	189
第三节 分子标记辅助选择育种	160	三、作物品质性状的鉴定和选择	191

第5部分 品种审定与种子生产

第十八章 品种审定与种子生产	196
第一节 品种区域试验	196
一、品种区域试验及其目的	196
二、区域试验的方法和程序	196
第二节 品种审定与新品种权保护	198
一、我国现行的品种审定体制和程序	198
二、植物新品种权保护	199
第三节 种子生产	201
一、种子生产程序与技术体系	201
二、品种的混杂、退化及其防止	204
三、原种生产的程序与方法	206
第四节 品种推广	209
一、品种推广的方式	209
二、品种区域化和良种的合理布局与搭配	210
三、良种良法相配套	211

第6部分 主要农作物育种

第十九章 小麦育种	216
第一节 国内外小麦生产概况	216
一、国外小麦生产	216
二、国内小麦生产	216
第二节 小麦育种目标	216
一、我国小麦生态区划	216
二、我国小麦育种目标	217
第三节 小麦品种资源及利用	217
一、小麦的近缘植物	217
二、国外小麦品种资源	219
三、我国小麦品种特点	220
四、小麦品种的演变	220
第四节 小麦主要性状的遗传	222
一、产量性状	222
二、品质性状	223
三、抗病虫性状	223
四、耐逆性状	226
第五节 小麦育种途径与方法	230
一、系统育种	230
二、杂交育种	230
三、杂交小麦	230
四、诱变育种	231
五、单倍体育种	231
第六节 小麦育种研究动向与展望	232
一、小麦高产育种	232
二、产量与品质的协调改进	232
三、品种适应性	232
四、转基因育种	233
五、分子标记育种	233
第二十章 水稻育种	236
第一节 国内外水稻育种概况	236

一、我国水稻育种简史	236
二、国外水稻育种动态	236
第二节 水稻育种目标	237
一、生产需求	237
二、育种目标的具体内容	238
第三节 水稻品种资源	240
一、水稻近缘种	240
二、栽培稻的起源	241
三、稻种资源的特性及其育种价值	241
第四节 水稻主要性状的遗传	242
一、品质性状	242
二、产量性状	243
三、株型性状	243
四、抗病虫性状	244
第五节 水稻育种途径与方法	244
一、杂交育种	244
二、杂交稻的选育	245
三、诱变育种与花药培养技术	247
四、分子标记辅助选择与转基因育种	249
第六节 水稻育种研究动向与展望	251
一、水稻高产育种	251
二、产量与品质的协调改进	251
三、品种适应性	251
四、转基因育种	252
五、分子标记育种	252
第二十一章 玉米育种	254
第一节 国内外玉米育种概况	254
一、国内玉米育种概况	254
二、国外玉米育种概况	256
第二节 玉米育种目标	256
一、生产需求	256
二、育种目标的具体内容	259
第三节 玉米种质资源的研究与应用	261
一、玉米的分类	261
二、玉米种质资源的特性及利用	261
第四节 玉米主要性状的遗传	263
一、农艺性状的遗传	263
二、籽粒性状的遗传	264
三、抗病性遗传	266
第五节 玉米自交系及其杂交种的选育	267
一、优良玉米自交系应具备的条件	267
二、选育玉米自交系的方法	268
三、自交系间杂交种的选育	270
第六节 玉米遗传育种研究动向与展望	273
一、玉米遗传育种研究动向	273
二、新技术的应用	273
第二十二章 棉花育种	275
第一节 国内外棉花育种概况	275
一、国内棉花育种概况	275
二、世界棉花生产与育种状况	276

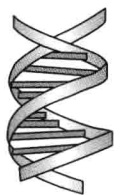
第二节 棉花育种目标	276	四、辐射育种	310
一、中国棉区划分	276	五、马铃薯脱毒种薯生产	310
二、棉花主产区的育种目标	277	第五节 马铃薯育种研究动向	311
第三节 棉花种质资源的研究与利用	278	一、种质资源的保护、评价与筛选	311
一、棉属的分类	278	二、重要性状的功能基因组研究	312
二、棉属种的起源	280	三、现代育种技术研究	312
三、棉属的栽培种及其野生种系	280	第二十四章 大豆育种	314
四、棉花品种类型	281	第一节 国内外大豆育种概况	314
五、棉花种质资源的研究和利用	282	一、我国大豆育种进展	314
第四节 棉花主要性状的遗传	282	二、世界大豆育种进展	314
一、棉花的繁殖方式	282	第二节 大豆育种目标及主要性状的遗传	315
二、棉花主要性状的遗传	282	一、大豆育种目标	315
第五节 棉花育种方法	285	二、大豆主要性状遗传	315
一、选择育种	285	第三节 大豆种质资源	317
二、杂交育种	286	一、大豆的起源与进化	317
三、杂种优势的利用	288	二、大豆的分类	317
四、远缘杂交育种	291	三、大豆的生态类型	318
五、诱变育种	293	四、大豆的种质资源	318
第六节 棉花育种新技术的研究和应用	294	第四节 大豆的育种方法	319
一、细胞与组织培养	294	一、选择育种	319
二、外源基因导入	294	二、杂交育种	319
三、分子标记辅助育种	296	三、诱变育种	322
第二十三章 马铃薯育种	298	四、新技术的利用	322
第一节 国内外马铃薯育种概况	298	第二十五章 油菜育种	325
一、国内外马铃薯生产概况	298	第一节 国内外油菜育种概况	325
二、国内外马铃薯育种概况	299	一、世界油菜育种概况	325
第二节 马铃薯育种目标及主要性状的遗传	300	二、中国油菜育种概况	326
一、我国马铃薯栽培区划	300	第二节 油菜育种目标及主要性状的遗传	327
二、主要马铃薯栽培区的育种目标	301	一、油菜的育种目标	327
三、马铃薯的遗传特点	301	二、主要性状的遗传	328
四、马铃薯主要性状的遗传	302	第三节 油菜种质资源的研究与利用	329
第三节 马铃薯种质资源的研究和利用	306	一、近缘植物	330
一、马铃薯的起源与分类	306	二、油菜种质资源的研究概况	330
二、野生种资源	307	第四节 油菜育种方法	330
三、栽培种资源	307	一、杂交育种	330
第四节 马铃薯的育种方法	307	二、杂种优势利用	332
一、马铃薯育种的特点	307	三、品质育种	333
二、选择育种	308	参考文献	336
三、杂交育种	308		

第 1 部分

作物育种学基本知识

重点提要:

- 作物育种学
- 品种和优良品种
- 作物的繁殖方式
- 作物的品种类型
- 种质资源
- 育种目标



绪 论

发展农业生产，提高作物产量，主要是通过作物的遗传改良和作物生长条件的改善两条相互结合的途径实现的。前者属于作物育种学的研究

内容，后者主要是作物栽培学的范畴。本书将系统地介绍作物育种的基本原理和主要方法。

第一节 作物育种学的性质与任务

作物育种学是研究选育和繁育作物优良品种的理论和方法的科学。人类的育种实践很早就已经开始。人类祖先原本以狩猎为生，在猎物匮乏季节，开始采摘一些植物果实充饥，并在居住地附近种植这些植物。他们将大穗、大粒、好吃的个体留种，在病重的年份留下发病轻的个体。经过漫长的岁月，这种原始的、无意识的育种活动将野生植物驯化成了栽培作物。经过长期的栽培和人工选择，植物的性状发生了多种多样的变化，如落粒性丧失、休眠期缩短、成熟期一致、多年生变为一年生、籽粒增大等。这一过程形成了农业，也使人类的生活状态由狩猎、采集转变为定居、有目的种植。作物育种对人类的进步和农业的发展起着非常重要的作用。

一、作物育种学的性质

作物育种学是人为控制生物遗传变异的一门科学，是人类控制植物进化的有效手段。进化是指生物物种由低等向高等的演变过程。物种的进化决定于3个基本因素：遗传、变异和选择。遗传是条件，变异是基础，选择是手段。选择又分自然选择和人工选择，自然选择形成自然进化，人工选择形成人工进化。自然进化是自然变异和自然选择的结果，原有物种中适应环境变化的变异个体经自然选择逐代得以积累加强，从而形成新物种、变种。而作物育种工作不仅要利用自然变异，又要人工创造变异；不仅要利用自然选择，又要开展人工选择，以促进作物的快速进化，因此，前苏联植物学家瓦维洛夫（Vavilov）将作物育种学称为“人工控制下的进化”。人工进化与自然进化存在一定的差异，自然进化过程较缓慢，人工进化则较迅速；人工选择与自然选择的目标性状有时存在矛盾，如大穗、大粒；有时是一致

的，如生活力、结实性、对所处环境的适应性、对胁迫条件的抗耐性等；人工选择不能脱离自然选择。

作物育种学是一门以遗传学、进化论为主要基础的综合性应用科学。现代育种工作中的每一项活动都有坚实的科学基础。遗传学揭示了作物性状的遗传变异规律，育种家可以通过基因重组创制新的变异，可以通过突变获得新的基因，可以通过操作染色体数目的变化产生新的作物。分子生物学和重组DNA技术的发展拓宽了新基因的挖掘途径，实现了不同生物间的基因交流。此外，作物育种学还涉及多门其他学科，如植物学、植物生理学、生物化学、植物病理学、农业昆虫学、农业气象学、生物统计与实验设计、分子生物学、计算机科学、耕作学、作物栽培学等。

作物育种学是一门实践性很强的学科。科技的发展使作物育种成为高度专业化的技术工作，既需要理论知识，又需要大量的田间实践。人们已经了解作物进化的科学知识，可以有计划地创造遗传变异，但有效地鉴定和选择群体内目标性状有变异的个体仍需要大量的田间试验和育种家的实践经验，育种工作的成效在某种程度上取决于育种家个人的经验与技能，是一项实践性很强的应用性科学。

二、作物育种学的任务

作物育种学的基本任务是在研究和掌握作物性状遗传变异规律的基础上，发掘、研究和利用作物种质资源，根据各地区的育种目标和原有品种基础，采用适当的育种途径和育种方法，选育适宜该地区生产发展需要的高产、稳产、优质、抗病虫害及耐逆境胁迫、生育期适当、适应性较广的优良品种。在优良品种的繁殖、推广过程中，

快速生产出数量多、质量好、成本低的生产用种，促进高产、优质、高效农业的发展。简单地说，作物育种学的主要任务是研究遗传规律、选育新品种和繁育高质量的种子。

三、作物育种学的主要内容

作物育种学的内容主要有三部分：作物育种的基本知识和基本理论，作物育种方法和育种相关技术。具体包括育种目标的制订及实现目标的相应策略；种质资源的搜集、保存、研究、创新及利用；作物育种的主要途径与方法；作物育种各阶段的田间试验技术；新品种的审定、推广和种子生产。

四、作物育种学的发展

随着遗传学、进化论等相关学科的发展，作物育种从20世纪20年代开始摆脱主要依靠经验的初级状态，逐渐发展为一门具有系统理论基础的应用性科学。美国1927年出版的Hayes和Garber所著的*Breeding crop plants*是世界上第一部系统论述有关育种知识的专著，前苏联1935年出版了

Vavilov的《植物育种的科学基础》。1942年美国出版了Hayes和Immer所著的*Methods of Plant Breeding*。1960年美国出版的Allard编著的*Principles of Plant Breeding*至今仍是一部很有价值的教材，后续出版的教材基本上都是以此为蓝本修订、改编的。这些国外教材的内容被广泛吸收到国内的一些相关教材中。

国内学者最早编辑出版的作物育种学论著是1936年出版的王绶编著的《中国作物育种学》，1948年编辑出版了沈学年的《作物育种学泛论》。新中国成立以后，1976年出版了蔡旭主编的《植物遗传育种学》，1981年出版了西北农学院主编的全国高等农业院校试用教材《作物育种学》等。这些教材对促进我国作物育种研究和教学事业的发展起了重要作用。随着生物技术的迅速发展和知识结构更新速度的加快，近年来作物育种学的新教材不断涌现，其中被广泛使用的有盖钧镒主编的《作物育种学各论》（2006）、张天真主编的《作物育种学总论》（2003）等。孙其信主编的《作物育种学》（2011）是目前较新的教材。这些教材对作物育种学的发展和完善起了重要的促进作用。

第二节 作物品种及其在农业生产中的作用

一、作物品种的概念

作物品种（crop variety）是指在一定的生态条件和经济条件下，根据人类的需要所选育的某种作物的某种群体。该群体具有遗传上的相对稳定性（稳定性，stability），生物学、形态学及经济性状上的整齐一致性（一致性，uniformity），在特征特性上有别于同一作物其他群体（特异性，distinctness）。特异性、一致性和稳定性是某种作物的某种群体成为品种的3个基本条件。

品种是经济学上的类别，不同于植物分类学上的种和变种。可以通过品种的外部形态性状和内在的遗传物质，如株高、株型、颜色、籽粒性状、蛋白质的种类和数量、DNA特性等来识别不同的品种。每个作物品种均有其所适应的种植范围和耕作栽培条件，都只在一定历史时期起作用，即品种具有使用上的地区性和时间性。随着耕作栽培条件及时间的推移，人们对品种的要求也会改变，必须不断地选育新品种更替原有的品种，以满足生产和社会的要求。

二、作物优良品种在农业生产中的作用

作物优良品种是指在一定的地区和栽培条件

下，符合生产发展需求、并具有较高经济价值的品种。作物优良品种是重要的农业生产资料，在农业生产中具有重要作用。

1. 提高单位面积产量

在提高单产的科技因素中，优良品种、肥料施用、植保技术、灌溉技术等因素的贡献率不尽相同。已有资料显示，优良品种的贡献率一般占30%~35%，玉米杂交种的推广对产量提高的贡献可达40%以上。相对于其他科技因素，良种的使用基本不增加投入，不存在环境污染问题，是一条经济有效的增产措施。

2. 改善品质

作物的品种之间，其产品品质的优劣存在较大的差异。不同品种生产的农产品的外观品质、营养品质和加工品质均存在明显的差异。优良品种的推广应用，对提高农产品品质具有决定性的作用，有时甚至是唯一的途径。例如，高赖氨酸玉米、低芥酸油菜品种的应用均是唯一的改良其品质的措施。

3. 增强抗性

病虫害的发生及其他非生物逆境等是造成农作物产量低而不稳、农产品品质下降的重要原因，

选用抗病、抗虫、耐逆性强的品种是降低逆境危害的最经济、最有效、最环保的有效途径。

4. 有利于扩大作物的种植地区

具有广泛抗逆性和适应性的作物新品种，可以在较大的区域内栽培种植。引进、选育一些抗寒、早熟的水稻品种，可以使水稻的栽培地区逐步由南向北扩展，使我国北方很多地区，甚至最北端的爱辉、漠河等地都种植了水稻，并成为我国的优质、高产水稻产区。

5. 促进耕作制度改进和复种指数的提高

在我国人口不断增加，耕地面积不断减少的情

况下，选育不同生育期、不同特性、不同株型的优良品种，有利于改革耕作制度，提高复种指数。同时，可以缓解作物之间争季节、争水肥、争积温等矛盾，有利于改革耕作制度、提高作物总产。

6. 促进农业机械化发展，提高劳动生产率

促进农业机械化发展，提高劳动生产率，是实现农业现代化的重要内容。适应农业机械化，就要有与之相适应的作物品种，如适应机械化收获的棉花品种要求株型紧凑、适于密植、结铃性强、果节高度适中、吐絮集中、纤维品质好、苞叶自行脱落、光叶等。

第三节 作物育种的成就与展望

一、作物育种工作的成就

国内外的作物育种工作取得了很大成就，主要表现在以下4个方面。

1. 种质资源的收集和保存

种质资源是育种工作的物质基础，世界各国都非常重视种质资源的收集、保存和研究工作，分别建立了现代化种质资源库，实现了计算机管理与检索，开展了种质资源多种性状的观察、鉴定和遗传评价研究。目前，世界上已建设了1300多个种质库，保存了610万份种质资源。其中低温种质库贮存550万份，田间繁殖种质库52.7万份，试管苗种质库3.7万份。库中种质资源数量较多的国家分别是中国33万份，美国28万份，俄罗斯17.8万份，日本14.6万份，印度14.4万份，韩国11.5万份，加拿大10万份。

新中国成立后，于20世纪50年代中期和1979~1983年先后组织了两次大规模的种质资源征集工作，其后又多次针对野生稻、野生大豆、小麦野生近缘植物、野生饲用植物、猕猴桃等资源开展了专门考察，同时通过国际种质资源交换、引种，搜集了大量种质资源。对主要作物的种质资源的主要性状进行了初步鉴定评价，建立了现代化种质贮存和管理系统，为我国作物育种的发展奠定了坚实的物质基础。

2. 新品种的选育与推广

世界各国均选育了大批优良品种应用于农业生产。20世纪60年代，国际水稻研究所（international rice research institute, IRRI）选育的‘IR’系列水稻品种和国际玉米小麦改良中心（centro internacional de mejoramiento de maiz y trigo, CIMMYT）选育的小麦品种‘墨麦’曾在

很多国家和地区大面积推广，获得了极大的增产效果，成为“绿色革命”的主要推动因素。

新中国成立以来，我国已累计培育主要农作物新品种1万多个，实现了五六次大规模的品种更新换代，农作物良种覆盖率达到95%以上，良种对粮食增产的贡献率超过35%，为粮食安全作出了巨大贡献。其中一大批优良品种在农业生产中产生了重大影响，如玉米杂交种‘中单2号’累计推广面积3300万 hm^2 以上，增产玉米225亿 kg ，是我国推广面积最大、利用时间最长的玉米杂交种；2000年审定的紧凑型玉米杂交种‘郑单958’，截至2008年累计推广2100万 hm^2 ，增产玉米180亿 kg 。水稻杂交种‘汕优63’，从1986年到2001年，连续16年成为我国种植面积最大的水稻品种，1985~2006年，累计推广面积达6133.8万 hm^2 ，占杂交水稻累计推广面积的21.2%，增收稻谷695.0亿 kg ，年种植面积和累计种植面积均创中国稻作史纪录。小麦品种‘碧蚂1号’在20世纪50年代年播种面积曾经达600万 hm^2 ，占全国小麦总面积的1/5。20世纪90年代以来，年播种面积66.7万 hm^2 以上的小麦品种有‘豫麦18’、‘郑麦9023’、‘矮抗58’、‘济南17’、‘鲁麦21’、‘济麦19’、‘济麦20’、‘济麦22’、‘烟农19’、‘石4185’、‘邯6172’、‘扬麦158’和‘绵阳26’等。这些代表性品种与其他良种的推广应用使我国小麦平均单产达到4.5 t/hm^2 以上，个别品种在试验示范中曾达到10.5 t/hm^2 以上，保证了我国小麦的供需平衡。

3. 育种方法和技术

雄性不育性的利用，在杂种优势的利用上取得了很大成就。玉米、高粱、水稻、烟草和甘蓝型油菜等都已先后育成了高产的杂交种，并大面

积推广,其中我国杂交水稻和甘蓝型油菜的选育和推广处于国际领先地位,许多种蔬菜也利用了杂种优势。1976~2006年,全国累计种植杂交水稻3.76亿 hm^2 ,共增产稻谷5200亿 kg ,杂交水稻被推广至世界各地大面积种植,为世界粮食安全作出了突出贡献。

通过远缘杂交创造了新物种、新类型,如八倍体小黑麦和八倍体小偃麦等。通过创造异附加系、异代换系、易位系等新材料,国内外均成功地将异缘种属的优良性状导入栽培作物品种,一些易位系材料在育种中发挥了重要作用。例如,小麦与黑麦之间的1BL/1RS易位系,在国内外小麦育种中得到了广泛应用,衍生了大批新品种。

花药培养和单倍体育种,已在250多种高等植物中获得成功应用,其中小麦、玉米、大豆、甘蔗、橡胶等近50种植物的花粉再生植株由我国科技人员在国际上首先培育成功,并培育出小麦、水稻、烟草等作物的多个花培品种,在生产中大面积应用。

截至2009年,利用诱变育种技术,60多个国家在170多种植物上育成了3000多个突变品种,其中我国在45种植物上培育的突变品种有800多个。近年来,我国航天诱变育种也得到了突飞猛进的发展,已选育成水稻、小麦、棉花、大豆、油菜、黄瓜、芹菜、番茄、大葱、西瓜、白莲、辣椒等作物品种513个,累计示范推广面积超过13.33万 hm^2 。诱变育种已成为选育优良作物新品种的重要方法之一。

转基因技术给作物育种开辟了一条崭新的途径。2011年全球转基因作物种植面积达到1.6亿 hm^2 ,是1996年的94倍,15年间年均增长近6倍。1996年全球种植转基因作物的国家仅6个,2011年已达29个。大豆、棉花、玉米和油菜为四大主要转基因作物,其中,全球大豆面积的81%、棉花面积的64%、玉米面积的29%、油菜面积的23%种植的都是转基因品种。从转基因性状来看,主要是抗除草剂和抗虫。抗除草剂的大豆、玉米、油菜、棉花、甜菜、苜蓿占62%,抗虫作物占15%,其他21%是双价或三价转基因作物。2011年转基因作物种植面积较大的国家依次是美国、巴西、阿根廷、印度、加拿大、中国、巴拉圭、巴基斯坦、南非和乌拉圭等。我国大面积应用的转基因作物主要是抗虫棉,自1997年批准种植以来,种植面积不断上升,到2011年已占到棉花种植面积的71.5%。2009年11月27日,农业部批准了2个转*Bt*基因水稻、1个转植酸酶基因玉米的安全证书,为转基因粮食作物的商业化应用奠

定了基础。

4. 目标性状的改良

水稻和小麦矮秆高产品种的培育和大面积推广引发了农业生产的“绿色革命”,使我国水稻单产由3.00~3.75 t/hm^2 提高到4.50~5.25 t/hm^2 。在抗病育种方面,抗锈品种的选育,使我国小麦生产20世纪60年代以后再没有发生大规模的锈病流行;抗枯、抗黄萎病棉花品种的育成,基本上控制了该病对棉花产量的影响。玉米抗大、小斑病,水稻抗白叶枯病等都取得了显著成效。在品质育种方面,禾谷类作物的高蛋白、高赖氨酸品种,强筋小麦,高油、高直链淀粉玉米品种,高油、低芥酸、低硫苷油菜品种,高纤维强度棉花品种等的选育,都获得了较大的进展。

二、作物育种工作展望

当今世界,人口迅速膨胀,耕地逐年减少,粮食增长日趋缓慢,自然灾害频繁发生,21世纪粮食安全问题已成为国际社会普遍关注的难题和热点。根据联合国可持续发展首脑会议消息,到2030年,世界人口将增加到80亿,粮食需求量将比现在增加60%。我国人口将增至16亿,粮食需求量将由现在的4.9亿 t 左右增加到6.4亿~7.2亿 t ,净增1.5亿~2.3亿 t ,粮食增加量的70%需依赖单产的提高。

1. 进一步加强种质资源工作

继续收集国内外种质资源并加以妥善保管,有计划地对已有材料进行更全面、系统的鉴定,筛选出具备优异性状的材料,研究性状的遗传特点和潜在的利用价值,并通过各种途径,进一步创造出有育种利用价值的新种质。

2. 积极开展育种理论与育种方法的研究

必须进一步加强主要目标性状的遗传规律研究,特别是产量、抗性、杂种优势等的分子生物学基础的研究,以提高现代育种工作的预见性和高效性。加强优异基因的挖掘、转基因技术和分子设计育种研究,加强常规育种技术与分子生物学技术的结合,尽快形成分子设计育种的研究策略和技术路线。

3. 加强学科交流和育种单位间的协作

现代科学的发展日新月异,新理论、新技术不断产生,作物育种学作为一门应用性学科,应该加强与相关学科的交流与合作,学科知识的交叉可能产生育种理论与方法的新突破。不同育种单位之间应加强协作,广泛开展育种材料、技术的研讨与交流,联合开展育种材料的鉴定,有助

于充分利用可能的遗传变异,促进育种工作的开展。

4. 加快种子产业化进程

随着全球化进程加快、生物技术和改革开放的不断深入,我国农作物种业发展面临新的挑战。保障国家粮食安全和建设现代农业,对我国农作物种业发展提出了更高要求。但目前我国农作物种业发展仍处于初级阶段,商业化的农作物种业科研机制尚未建立,科研与生产脱节,育种方法、技术和模式落后,创新能力不强;企业数量多、规模小、研发能力弱,育种资源和人才不足,竞争力不强;供种保障政策不健全,良种繁育基础设施薄弱,抗灾能力较低;种子市场监管技术和手段落后,监管不到位,法律法规不能完全适应农作物种业发展新形势的需要,违法生产经营及不公平竞争现象较为普遍。这些问题严重影响了我国农作物种业的健康发展,制约了农业可持续发展,必须切实加以解决。为此,有必要改革现有体制,解决育种与种业脱节的问题,使农业科研单位和高等院校的工作重心集中于公益性基础研究,商业化新品种选育工作逐步由种子企业承担,形成育、繁、加、销一体化的大型种业公司。

三、作物育种相关的国内外研究机构

作物遗传改良是提高农业生产力的决定性因素,世界各国均建立了专门的研究机构或种业公

司从事作物育种工作。其中,比较著名的跨国种业集团有先锋、孟山都、先正达等。除此之外,20世纪60年代以来,一些致力于品种改良的国际性农业研究机构也相继成立,并取得了显著成绩。1960年,洛克菲勒基金会和福特基金会与菲律宾政府合作创建了国际水稻研究所(IRRI),这是最早成立的国际农业研究机构。60年代后期该所育成的‘IR’系列水稻品种大面积推广,进一步引起国际社会对农业科研的重视。两个基金会又于1966、1967、1968年先后建立了国际玉米小麦改良中心(CIMMYT)、国际热带农业研究所(international institute of tropical agriculture, IITA)和国际热带农业研究中心(centro internacional de agricultura tropical, CIAT)3个科研机构。这4个机构的研究工作在解决发展中国家粮食短缺问题上取得了巨大成功,育成了一批矮秆和半矮秆的水稻、小麦等新品种,在世界范围内推动了一场“绿色革命”。

我国约20%的水稻种质来自IRRI,云南省的小麦和广西壮族自治区的玉米约50%的种质来自CIMMYT提供的材料。来自CIMMYT的小麦种质在我国其他地区的小麦育种中也发挥了重要作用。国内从事作物育种研究的单位主要有高等农业院校、农业科研单位和一些比较大的种业公司。其中,目前比较大的种业公司主要有隆平高科、登海种业、丰乐种业、敦煌种业、中种集团、屯玉种业、奥瑞金种业、金色农华等。

本章小结

作物育种学是研究选育和繁育作物优良品种的理论和方法的科学,是一门以遗传学、进化论为主要基础的综合性应用科学。作物育种的主要产品是作物品种。作物品种是在一定的生态条件和经济条件下,根据人类的需要所选育的某种作物的某种群体。品种具有特异性、一致性和稳定性。优良的农作物品种具有提高产量、改善品质、增强抗性、扩大种植区域、改革耕作制度、促进农业机械化等作用。

拓展阅读

国内主要农业院校作物育种学精品课程网站

中国农业大学植物育种学精品课程网站: <http://202.205.91.65>

石河子大学作物育种学精品课程网站: <http://eol.shzu.edu.cn/>

山东农业大学作物育种学精品课程网站: <http://jpkc.sdau.edu.cn/>

南京农业大学作物育种学精品课程网站: <http://jpkc.njau.edu.cn>

华中农业大学作物育种学精品课程网站: <http://nhjy.hzau.edu.cn/>

华南农业大学作物育种学精品课程网站: <http://202.116.160.166/PGZX/>

河南农业大学作物育种学精品课程网站: <http://202.196.80.251/>

河北农业大学作物育种学精品课程网站: <http://taihang.hebau.edu.cn/jingpinke/>

甘肃农业大学作物育种学精品课程网站: <http://jpkc.gsau.edu.cn/>

**思考题**

1. 名词解释：作物育种学，品种
2. 简述作物育种学的性质和任务。
3. 简述作物育种学的主要内容。
4. 简述品种的特点。
5. 如何识别不同的品种？
6. 简述优良品种在农业生产上的作用。
7. 试述品种的合理利用。