



普通高等教育“十一五”规划教材

作物育种原理

杨光圣 员海燕 主编



科学出版社
www.sciencep.com



普通高等教育“十一五”规划教材

作物育种原理

杨光圣 员海燕 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

全书共 20 章,包括育种目标、种质资源、作物繁殖方式及其育种特点、传统作物育种理论与方法、生物技术育种理论与方法、抗逆性和品质等性状育种方法、区域试验与良种繁育、作物育种田间试验技术等。

本书是农业学科本科生专业基础课教材,可供植物生产类专业(包括农学、植物科学技术、植物保护、生物技术等专业)学生使用,同时也可供研究生、教师、科研院所及其他相关学科工作人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

作物育种原理/杨光圣,员海燕主编. —北京:科学出版社,2009
(普通高等教育“十一五”规划教材)
ISBN 978-7-03-025069-8

I. 作… II. ①杨…②员… III. 作物育种-高等学校-教材 IV. S33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 126884 号

责任编辑:丛 楠 甄文全 席 慧 / 责任校对:陈玉凤
责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

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>

北京市农林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 8 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2009 年 8 月第一次印刷 印张:21

印数:1—3 000

字数:450 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

我国是一个农业大国，农业发展的历史十分悠久，早在汉代就有了作物育种与作物栽培相关的文献记载。近年来，随着作物育种理论和技术的进步与发展，水稻、油菜、玉米等农作物的育种水平得到了大幅度提高，集高产、稳产、优质、多抗等优良性状于一体的各种作物优良品种相继育成并大规模推广种植，为社会可持续发展和人民生活水平的提高提供了强有力的物质保障。“十一五”以来，我国政府对农业生产日益重视，对农业科技领域的投入力度不断加大，现代生物技术与传统育种理论有机结合，古老的作物育种学科也焕发出了新的活力。本书试图在全面系统介绍传统作物育种基本原理和方法的基础上，探索传统作物育种与现代生物技术的契合点，理清作物育种学科整体发展的历史脉络和发展方向。

全书共 20 章，包括育种目标、种质资源、传统作物育种方法、生物技术育种方法、作物育种田间试验技术及良种繁育等。雄性不育作为作物杂种优势利用的一个有效途径，并入本书第九章并单独为一节。同时，鉴于抗逆性（含生物逆境和非生物逆境抗性）育种和品质育种目前在作物育种中的地位日益重要，本书特将这两类性状的选育分 3 章进行了介绍。其他各章节在以往教材内容的基础上，结合作物育种学的发展，酌情调整、充实了部分内容。

本书自 2007 年 10 月开始筹备各章节任务分配与编写工作，华中农业大学负责编写绪论、第一章、第二章和第八章；西北农林科技大学负责编写第三章、第七章、第十二章和第二十章；西南大学负责编写第四章、第十六章和第十九章；湖南农业大学负责编写第十一章和第十三章；东北农业大学负责编写第六章、第十章和第十八章；河北农业大学负责编写第十七章；甘肃农业大学负责编写第五章；江西农业大学负责编写第九章；武汉大学负责编写第十四章；扬州大学负责编写第十五章。2008 年 7 月完成大部分初稿，期间编写组成员就各章节内容进行多次讨论交流。初稿完成后分别交由各主编、副主编审阅。2008 年 9 月中旬初稿返回各章节作者修改，随后全书由两位主编审阅，再由两位审稿人审阅并于 2009 年 4 月最终定稿，前后历时近一年半的时间。编写过程中，内容几经调整、扩充，然而作物育种学本身发展迅速，其理论基础学科（遗传学）也产生了一些新的内容，其他新兴学科如生物信息学、基因组学、蛋白质组学等迅猛发展，作物育种学存在与这些学科结合的广泛空间，许多概念与内容不断更新，编者深感自己知识水平与能力有限，本书在很多方面尚有不足与欠缺之处，敬请专家和读者

指正，以利于今后在教学和科研过程中不断修正、完善。

本书是农业学科本科生专业课教材，同时也可作为研究生、教师、科研院所及其他相关学科工作人员的参考书。本书在编写过程中得到了编委会成员的大力支持，审稿老师提出了许多宝贵的修改意见，张全女士在文稿编辑处理中付出了大量心血，在此一并致以诚挚的谢意！

编 者

2009 年 4 月

《作物育种原理》编委会名单

主 编 杨光圣 员海燕

副主编 李加纳 王国槐 邹德堂 刘平武

编 者 (按所在单位拼音排序)

东北农业大学 邹德堂 王敬国

甘肃农业大学 王汉宁

河北农业大学 马峙英 刘立峰

湖南农业大学 王国槐

华中农业大学 杨光圣 邱法展 洪登峰 刘平武

江西农业大学 贺浩华

武汉大学 李阳生

西北农林科技大学 员海燕 陈 越 周联东 贺道华

西南大学 李加纳 张正圣 张建奎

扬州大学 王幼平

审 稿 张献龙 (华中农业大学)

王 辉 (西北农林科技大学)

目 录

前言

绪论	1
第一节 作物育种学的概念与内容	1
一、作物育种学的概念	1
二、作物育种学的任务与内容	1
三、作物品种的概念及其在农业生产中的作用	1
第二节 作物进化与遗传改良	3
一、作物的进化	3
二、作物遗传改良	3
第三节 作物育种学的发展	4
第四节 我国作物育种的成就与展望	5
一、我国作物育种的主要成就	5
二、作物育种工作的展望	7
思考题	8
主要参考文献	8
第一章 育种目标	9
第一节 作物育种的主要目标	9
一、高产	9
二、优质	11
三、稳产	12
四、生育期适宜	14
五、适合于机械化操作	14
第二节 制订育种目标的原则	14
一、适应国民经济和生产发展的要求	14
二、针对作物生产中面临的主要问题和依赖现有的种质资源	15
三、与特定的生态环境及种植制度相适应	15
四、落实到具体性状和指标	16
五、用前瞻性和发展的眼光审视育种目标	16
思考题	17
主要参考文献	17
第二章 种质资源	18
第一节 种质资源在育种上的重要性	18
一、种质资源是作物育种工作的物质基础	19
二、作物育种工作的突破性进展取决于关键性种质资源的发掘与利用	20
三、种质资源是不断发展新作物的主要来源,是实现新育种目标的前提	20
四、种质资源是生物学理论研究的重要材料	21
第二节 作物起源中心学说及其发展	21

一、瓦维洛夫的起源中心学说	21
二、瓦维洛夫作物起源中心学说在作物育种上的意义	23
三、作物起源中心学说的发展与补充	24
第三节 种质资源的类别及特点	25
一、根据亲缘关系进行分类	25
二、按照来源分类	25
第四节 种质资源的收集、整理、保存、研究与利用	26
一、种质资源收集的范围及原则	26
二、种质资源的收集	26
三、种质资源的整理	28
四、种质资源的保存	28
五、种质资源的研究与利用	31
第五节 我国种质资源保存对策	33
一、强化种质资源保存工作, 稳定种质保存队伍	34
二、有计划地建立起我国种质资源保存和利用体系	34
三、加强种质资源立法和政策研究	34
四、种质安全保存技术和方法的研究	34
五、种质资源信息网的合理利用	34
六、种质资源数据库的建立	35
思考题	36
主要参考文献	36
第三章 作物繁殖方式及其育种特点	38
第一节 作物的繁殖方式	38
一、有性繁殖	38
二、无性繁殖	40
第二节 不同繁殖方式作物的遗传特点	41
一、自花授粉作物的遗传特点	41
二、异花授粉作物的遗传特点	43
三、常异花授粉作物的遗传特点	43
四、无性繁殖作物的遗传特点	43
第三节 作物品种类型及育种特点	44
一、作物品种类型	44
二、各类品种的育种特点	45
思考题	47
主要参考文献	47
第四章 引种	48
第一节 引种的意义	48
一、引种的概念	48
二、引种的作用	48
第二节 引种的基本原理	50
一、引种的遗传学原理	51
二、引种的气候相似论原理	51

三、引种的生态学原理	52
四、引种的生物安全性	53
第三节 引种的规律	54
一、不同温光反应特性作物的引种规律	54
二、影响引种效果的因素	55
第四节 引种的方法	57
一、引种的原则	57
二、简单引种的方法	57
三、驯化引种的方法	58
四、农业技术在引种中的作用	59
思考题	60
主要参考文献	60
第五章 选择与选择育种	61
第一节 选择育种简史及其成就	61
一、中国早期的选择育种	61
二、西方早期的选择育种	62
三、选择育种的成就及育种特点	63
第二节 选择育种原理	64
一、选择的意义	64
二、纯系学说	65
三、作物品种自然变异现象和产生原因	66
第三节 选择的基本方法和选择育种工作程序	66
一、单株选择与系统育种程序	66
二、混合选择与混合选择育种程序	68
思考题	68
主要参考文献	68
第六章 杂交育种	69
第一节 杂交育种的意义	69
第二节 杂交亲本的选配	69
第三节 杂交方式	72
一、单交（成对杂交）	72
二、复交（复合杂交）	72
三、多父本混合授粉	75
四、回交	75
第四节 杂交技术	75
一、杂交前的准备工作	75
二、杂交的操作程序和方法	76
第五节 杂种后代的选择	77
一、杂种后代的选择方法	77
二、杂交育种程序	80
三、加速育种进程的方法	81
思考题	82

主要参考文献	82
第七章 回交育种	83
第一节 回交育种的意义及回交的遗传效应	83
一、回交育种的概念与意义	83
二、回交的遗传效应	84
第二节 回交育种的技术要点	85
一、亲本的选择	86
二、回交后代的选择	86
三、回交的次数	88
四、回交所需的植株数	90
五、轮回亲本异质性的保持	91
六、修饰回交育种法	92
第三节 回交育种的应用	93
一、回交育种的特点	93
二、回交育种的其他用途	94
思考题	95
主要参考文献	95
第八章 远缘杂交育种	96
第一节 远缘杂交的概念和作用	96
一、远缘杂交的概念	96
二、远缘杂交在育种工作中的重要作用	96
第二节 远缘杂交不亲和及克服方法	99
一、远缘杂交不亲和及其原因	99
二、克服远缘杂交不亲和性的方法	101
第三节 远缘杂种夭亡、不育及其克服方法	104
一、远缘杂种的夭亡与不育性	104
二、克服远缘杂种夭亡和不育的方法	105
第四节 远缘杂种后代的剧烈分离及克服方法	106
一、远缘杂种后代性状的分离特点	106
二、远缘杂种后代分离的克服方法	107
第五节 远缘杂种后代的选择及外源染色体导入的其他策略	108
一、远缘杂种后代的选择特点	108
二、外源物种染色体（片段）导入的其他策略	108
思考题	110
主要参考文献	110
第九章 杂种优势利用	111
第一节 作物杂种优势利用研究概述	111
一、杂种优势利用研究简史	111
二、农作物杂种优势利用现状	111
三、杂种优势的概念与表现	113
四、杂种优势的度量	115
第二节 杂种优势表现的遗传基础	116

一、杂种优势表现的遗传机理假说	116
二、显性假说和超显性假说的评析	117
三、杂种优势遗传机理假说的评价	118
第三节 自交系的选育与改良	119
一、自交系的选育	119
二、自交系的改良	123
第四节 配合力及其测定	124
一、配合力的概念	124
二、配合力的测定	124
第五节 杂种品种类型及其亲本的选配原则	126
一、杂种优势利用的基本条件	126
二、杂种品种的类型	127
三、杂种品种亲本的选配原则	129
第六节 雄性不育及其在杂种优势中的应用	130
一、雄性不育性及其遗传类型	130
二、细胞质雄性不育的应用	133
三、光温敏雄性不育及其杂种优势的利用	135
第七节 杂种优势利用的其他途径	135
一、人工去雄生产杂种种子	135
二、利用标志性状生产杂种种子	135
三、化学杀雄生产杂种种子	136
四、利用自交不亲和性生产杂种种子	136
五、 F_2 剩余杂种优势的利用	138
思考题	138
主要参考文献	139
第十章 诱变育种	140
第一节 诱变育种的特点	140
一、提高突变率, 扩大变异谱	140
二、适于进行个别性状的改良	140
三、诱发的变异较易稳定, 可缩短育种年限	140
四、诱变的方向和性质尚难掌握	141
五、多种性状同时出现理想变异的概率较小	141
第二节 诱变育种常用的诱变剂	141
一、物理诱变剂	141
二、化学诱变剂	143
第三节 诱变育种的程序及方法	144
一、诱变材料的选择	144
二、辐射处理的主要方法	145
三、化学诱变剂处理的主要方法	148
四、诱变处理后的选育	150
五、提高诱变育种效率的途径	151
思考题	152

主要参考文献	152
第十一章 倍性育种	154
第一节 单倍体在育种中的应用	154
一、单倍体的概念	154
二、单倍体的利用价值	155
三、单倍体的诱导	155
四、单倍体的鉴定	157
五、单倍体植株染色体的加倍	159
六、单倍体的选育	159
第二节 多倍体育种	160
一、多倍体的概念	160
二、多倍体的特征	161
三、多倍体的利用价值	162
四、多倍体的诱导	163
五、多倍体的鉴定	166
六、多倍体育种应注意的问题	167
思考题	167
主要参考文献	167
第十二章 群体改良	169
第一节 群体改良的原理及意义	169
一、群体改良的原理	169
二、群体改良的意义	170
第二节 基础群体的建立	171
一、基础群体应达到的要求	172
二、基础群体合成的材料来源	172
三、基础群体合成的方式	173
四、基础群体建立时应注意的问题	174
第三节 群体改良的轮回选择法	175
一、常用的轮回选择方法	176
二、雄性不育在轮回选择中的应用	182
三、轮回选择中应注意的问题	184
思考题	185
主要参考文献	185
第十三章 细胞工程育种	186
第一节 细胞工程概念和原理	186
一、细胞工程的概念	186
二、细胞工程在植物育种上的重要意义	186
三、细胞工程基本原理	186
第二节 细胞工程技术	187
一、植物组织培养	187
二、花药培养	187
三、花粉培养	188

四、合子胚培养	189
五、植物原生质体培养和体细胞杂交	190
六、细胞变异体和突变体的筛选	191
思考题	192
主要参考文献	192
第十四章 分子标记辅助选择育种	193
第一节 DNA 分子标记辅助选择育种的定义及特点	193
第二节 分子标记辅助选择技术的意义	194
一、加快新品种选育, 确保人类粮食安全	194
二、架起基因型和表型间桥梁, 促进系统遗传学研究	194
三、提升育种技术, 促进育种学发展	195
四、聚合多个优良基因, 实现育种学家梦寐以求的目标	196
五、拓宽遗传资源利用的深度和广度, 增加农作物遗传多样性	196
第三节 分子标记辅助选择育种的理论和技术基础	196
一、遗传标记的发展历程	196
二、遗传标记的类型	198
第四节 分子标记辅助选择技术的应用及其展望	200
一、分子标记辅助选择技术的应用	200
二、展望	203
思考题	205
主要参考文献	205
第十五章 转基因育种	207
第一节 作物转基因育种的意义	207
第二节 目标基因的类型	209
一、抗除草剂基因	210
二、抗虫基因	212
三、抗病基因	214
四、抗逆境基因	218
五、品质改良基因	220
第三节 目标基因的克隆	221
一、以已知序列为基础的基因克隆方法	222
二、以分子标记连锁图谱为基础的基因克隆	223
三、以人工突变体为基础的基因克隆方法	223
四、以表达差异为基础的基因克隆方法	225
五、以生物信息学手段为基础的基因克隆方法	228
第四节 转基因的方法	229
一、农杆菌介导法	229
二、基因枪法	230
三、花粉管通道法	231
四、PEG 介导法	232
五、电激法	233
六、其他方法	233

第五节 转基因作物的生物安全性·····	234
一、“超级杂草”——潜在的生态威胁·····	235
二、转基因植物中 35S 启动子的生物安全性·····	236
三、载体骨架序列的生物安全性·····	236
四、抗生素抗性标记基因的生物安全性·····	237
五、转基因食品的安全性·····	239
思考题·····	240
主要参考文献·····	240
第十六章 品质育种 ·····	241
第一节 品质育种的概念与意义·····	241
一、品质育种的概念·····	241
二、作物品质育种的意义·····	244
第二节 农作物品质性状的种类和鉴定标准·····	245
一、水稻·····	245
二、小麦·····	246
三、玉米·····	247
四、大麦·····	248
五、大豆·····	248
六、油菜·····	248
七、甘薯·····	249
八、棉花·····	249
第三节 作物品质育种的特点·····	249
一、开展品质育种的基本要求·····	249
二、品质育种必须打破品质与产量、抗性等性状间的不利遗传相关·····	250
三、品质育种依赖于分析技术的进步·····	251
第四节 品质育种的育种途径和育种方法·····	253
一、系统选择·····	253
二、品种间杂交·····	253
三、远缘杂交·····	254
四、诱变育种·····	255
五、分子育种·····	255
思考题·····	256
主要参考文献·····	256
第十七章 生物逆境抗性育种 ·····	257
第一节 作物生物逆境抗性育种现状·····	257
第二节 作物病害的抗性育种·····	258
一、作物病害抗性的病理学基础·····	258
二、作物的抗病性·····	261
三、作物抗病性的机制·····	262
四、作物抗病性的遗传·····	263
五、作物抗病性的鉴定·····	264
六、作物抗病品种的选育·····	266

第三节 作物虫害的抗性育种	268
一、作物的抗虫性	269
二、抗虫性的鉴定	271
三、抗虫品种的选育方法	272
第四节 作物草害的抗性育种	273
一、作物抗除草剂转基因育种	273
二、作物与杂草间的异株克生现象及其育种应用	275
思考题	276
主要参考文献	277
第十八章 非生物逆境抗性育种	278
第一节 抗旱育种	278
一、干旱伤害与抗旱生理	278
二、抗旱鉴定	279
三、抗旱育种途径及方法	281
第二节 耐盐育种	282
一、盐害与耐盐	282
二、耐盐性鉴定	284
三、作物耐盐的基因工程改良	284
第三节 抗寒育种	284
一、抗寒生理	284
二、抗寒鉴定	285
三、抗寒育种的方法	285
第四节 耐湿性育种	286
一、湿害与耐湿性	286
二、耐湿性鉴定	286
思考题	286
主要参考文献	286
第十九章 品种审定与良种繁育	287
第一节 品种审定	287
一、品种审定的意义与任务	287
二、品种审定的组织体制	287
三、品种审定的程序	288
四、品种保护	289
五、品种退出制度	291
第二节 良种繁育的意义与程序	292
一、良种繁育的概念及意义	292
二、良种繁育的任务	292
三、良种繁育的程序	292
四、良种繁育的体系	293
第三节 作物原种生产技术	293
一、由育种家种子繁殖生产原种	293
二、循环选择法生产原种	294

三、“三系”亲本的原种生产	294
第四节 杂交种的制种技术	296
一、制种区的确定	296
二、播种规格	297
三、花期调节	298
四、去杂去劣	300
五、人工去雄	300
六、人工辅助授粉	301
七、分收分藏	301
第五节 品种的混杂退化及其防止措施	301
一、品种混杂退化的概念	301
二、品种混杂退化的原因	302
三、防止品种混杂退化的措施	303
思考题	303
主要参考文献	303
第二十章 作物育种田间试验技术	304
第一节 田间试验的基本知识	304
一、田间试验设计的三项基本原则	304
二、试验区的合理规划	306
三、田间取样技术	309
第二节 田间试验的操作、管理和观察记载	309
一、种子准备及种植计划书的编制	309
二、育种试验区的田间播种	312
三、试验区的田间管理工作	312
四、田间观察记载和评定	313
第三节 育种初级阶段的田间试验技术	313
一、引种试验	313
二、选择育种	314
三、杂交育种	314
四、诱变育种	315
第四节 育种高级阶段的田间试验技术	315
一、鉴定圃	315
二、品系比较试验	316
三、品种区域试验技术	317
四、生产试验、多点试验与品系繁殖	317
五、品种稳定性和适应性的分析	318
第五节 良种繁育的田间试验	318
一、农作物原种的生产(种子的提纯复壮)	318
二、农作物杂种优势利用的繁殖、制种试验	319
思考题	320
主要参考文献	320

绪 论

第一节 作物育种学的概念与内容

一、作物育种学的概念

作物育种学 (principle of crop breeding) 是一门研究选育、繁殖与利用农作物优良品种的理论和方法的学科。该学科以遗传学、生态学和进化论为基础理论, 综合应用植物学、植物生理与生物化学、植物病理学、农业昆虫学、农业气象学、土壤学、田间试验与生物统计、生物技术、农产品加工学、种子学和农业经济学等多学科领域的基本理论知识, 采用各种先进的技术, 有针对性、有预见性地选育农作物新品种。

作物育种学和作物栽培学关系密切, 是农作物生产中的两个主要学科, 两者联系紧密, 不可或缺。作物育种学侧重于从内在遗传特性上改良农作物, 使之具备高产、优质、多抗等生产潜力; 作物栽培学则侧重于探讨改善农作物的外在生长环境, 使其高产、优质、多抗等生产潜力尽可能得到充分的表现。

二、作物育种学的任务与内容

1. 作物育种学的任务

作物育种学的基本任务是创新作物育种理论和育种技术。在研究和掌握作物农艺性状、经济性状遗传变异规律的基础上, 根据本地区的育种目标和原有品种的基础, 发掘、研究和利用各种农作物种质资源, 采用适当的育种途径和方法, 选育适于该地区生态、生产条件, 符合生产发展需要的高产、稳产、优质、高抗 (抗逆、抗倒伏)、熟期适当和适应性广的优良品种, 甚至新的作物, 并通过行之有效的繁育措施, 在繁殖、推广过程中, 保持并提高种性, 提供足量优质、成本低的生产用种, 实现生产用种良种化, 种子质量标准化, 促进高产、优质、高效农业的可持续发展。

2. 作物育种学的内容

作物育种学的主要内容有: 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、研究评价、利用和创新; 作物繁殖方式及其与育种的关系; 选择的理论与方法; 人工创造变异的途径、方法和技术; 杂种优势利用的途径和方法; 育种目标性状的遗传、鉴定及选育方法; 作物育种不同阶段的田间试验技术; 新品种的审定、推广与良种繁育等。

三、作物品种的概念及其在农业生产中的作用

选育作物品种是作物育种学的基本任务之一。作物品种 (cultivar) 是指在一定的