

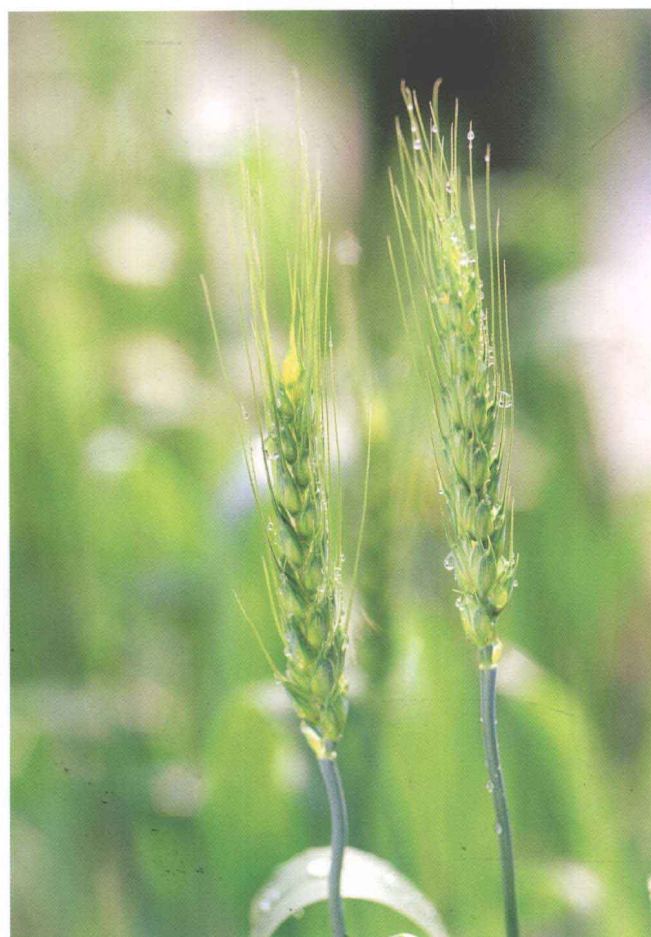


普通高等教育“十一五”国家级规划教材

作物遗传育种

吕爱枝 主编

霍志军 马贵民 副主编



高等教育出版社
Higher Education Press

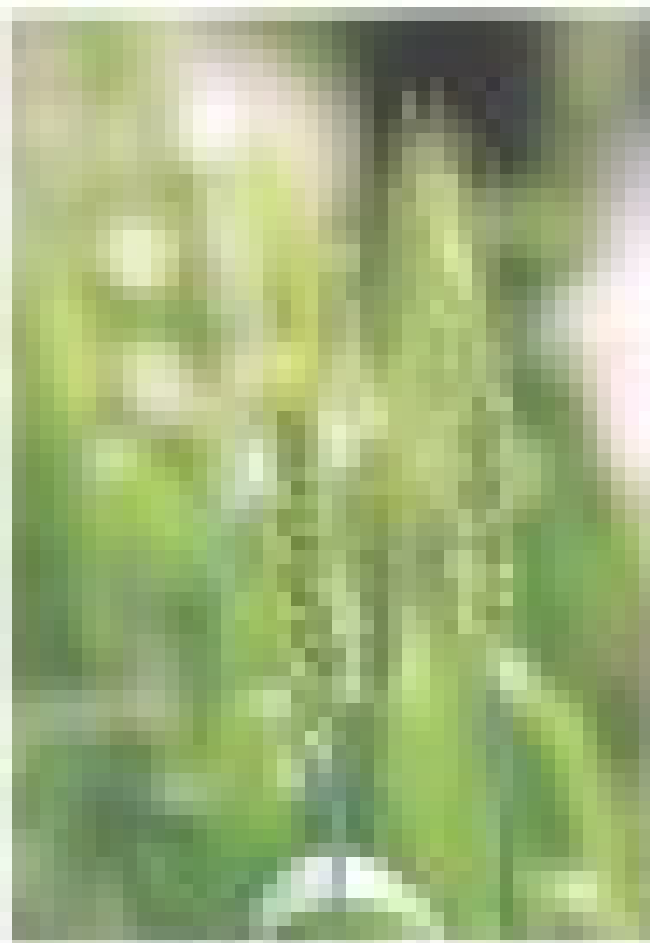
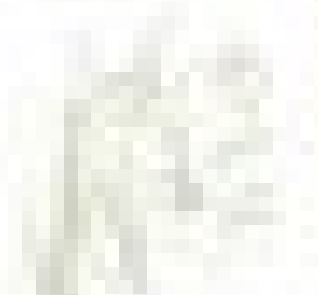


ISSN 1001-9281 (Print) ISSN 1001-9282 (Online)

作物遗传育种

创刊于1958年

国内统一刊号：CN 11-132/S



中国遗传学会 中国作物学会 中国园艺学会 中国畜牧兽医学会 中国水产学会 中国植物学会 中国微生物学会 中国生物化学与分子生物学会 中国生物物理学学会 中国生物医学学会 中国生物信息学会 中国生物能源学会 中国生物资源学会 中国生物安全学会 中国生物伦理学会 中国生物教育学会 中国生物保护学会 中国生物博物馆学会 中国生物博物馆协会 中国生物博物馆联盟 中国生物博物馆联盟秘书处 中国生物博物馆联盟秘书处办公室 中国生物博物馆联盟秘书处办公室

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

作物遗传育种

吕爱枝 主 编
霍志军 马贵民 副主编

高等教育出版社

内容简介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

全书按照农业技术类专业高素质、技能型人才培养目标,打破了传统的遗传和育种的界限,准确把握遗传和育种的内在联系,做到了遗传和作物育种技术的有机结合,实现了理论知识部分和实践技能部分的融合,适合“教、学、做”一体化教学。

全书共分12章,包括概述,遗传的物质基础,作物育种的遗传基础,染色体变异与基因突变,作物育种目标与品种资源,引种与选择育种,有性杂交育种,作物杂种优势利用,诱变育种与倍性育种,现代生物技术与作物育种,品种的区域化鉴定、审定、保护和推广以及作物种子生产技术。

本书可作为高职高专院校、本科院校举办的职业技术学院、成人教育、五年制高职农业技术类专业的教材,也可供农业科技工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

作物遗传育种 / 吕爱枝主编. —北京:高等教育出版社, 2009.11

ISBN 978-7-04-028138-5

I. 作… II. 吕… III. 作物育种:遗传育种-高等学校-教材 IV. S330

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 171580 号

策划编辑 张庆波 责任编辑 张晓晶 特约编辑 卢琛 封面设计 赵阳
责任绘图 尹莉 版式设计 余杨 责任校对 王效珍 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100120

总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司

印刷 中青印刷厂

开本 787×1092 1/16

印张 17

字数 420 000

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2009年11月第1版

印次 2009年11月第1次印刷

定价 22.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 28138-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060


E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号


高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118



本书编审人员



- 主 编** 吕爱枝(河北北方学院)
- 副主编** 霍志军(黑龙江农业职业技术学院)
马贵民(黑龙江生物科技职业学院)
- 参 编** 石中泉(河北农业大学农学院)
李道品(温州科技职业学院)
曹熙敏(河北北方学院)
马海连(河北北方学院)
- 审 稿** 张祖新(华中农业大学)
王立秋(张家口职业技术学院)

作物遗传育种是农业技术专业的重要课程。新版《作物遗传育种》教材在深入研究农业技术专业高技能人才培养目标、培养模式和教学方法的基础上,按照作物生产专业岗位能力的培养要求,打破传统遗传和育种的内容体系,把握遗传知识和育种技术之间的内在联系,构建了作物遗传知识和作物育种技术有机结合的新体系。本书在内容编写顺序上遵循认知规律,按照先遗传基础后育种应用的顺序组织编写,即遗传的物质基础→遗传和变异的理论基础→育种目标→品种资源→育种技术和方法→品种的区域化鉴定、审定、保护和推广→作物种子生产技术。本教材的特色主要体现在以下三个方面:

1. 实现两个有机“整合” 在农业技术专业高技能人才培养目标的指导下,实现了作物遗传理论和作物育种技术知识融合,使作物遗传理论更贴近作物育种实际;实现了理论部分和实践技能部分的融合,为“教、学、做”一体化教学提供方便。

2. 突出先进性和实用性 本教材不仅具有经典遗传学的基本理论,而且纳入了部分植物分子遗传学的研究新成果;不仅具有传统育种技术和方法,而且介绍了一些成熟的生物技术育种上的应用。同时,各位编者也结合自身专业实践,阐述了新观点、新技术,使教材更具有科学性和实用性。

3. 形式直观、新颖 教材从实用的角度设置了必要的栏目,以便适当地扩展知识。每章的小结采用树状结构形式,使全章的主要内容和知识点一目了然,便于读者归纳总结。同时,采用了大量的图片和表格,选用了经典的范例或案例。文字简练、通俗易懂、图文并茂,有较强的可读性。

本教材由河北北方学院吕爱枝担任主编,黑龙江农业职业技术学院霍志军和黑龙江生物科技职业学院马贵民担任副主编。全书内容共分12章。其中,第一章概述和第三章作物育种的遗传基础由吕爱枝编写,第二章遗传的物质基础由河北北方学院曹熙敏编写,第四章染色体变异与基因突变由吕爱枝和温州科技职业学院李道品编写,第五章作物育种目标与品种资源由马贵民编写,第六章引种与选择育种和第九章诱变育种与倍性育种由河北北方学院马海连编写,第七章有性杂交育种由马贵民和曹熙敏编写,第八章作物杂种优势利用由李道品编写,第十章现代生物技术与作物育种由河北农业大学农学院石中泉编写,第十一章品种的区域化鉴定、审定、保护和推广由霍志军编写,第十二章作物种子生产技术由霍志军和石中泉编写。全书由吕爱枝统稿。

在本教材的编写过程中,华中农业大学教授、博士生导师张祖新提出了许多宝贵的意见并担任主审,张家口职业技术学院院长王立秋教授审阅书稿。在此对所有为本教材的完成作出贡献的单位、领导、老师和同志表示衷心的感谢!

由于受编者业务水平和掌握资料的局限,教材中的遗漏、错误和不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见,以便再版时加以修正。

主编信箱: aizhi_l@ yahoo. com. cn.

目 录

第一章 概述	1	第三节 基因突变	67
本章小结	5	本章小结	72
第二章 遗传的物质基础	6	复习题	74
第一节 染色体的形态、结构和数目	6	第五章 作物育种目标与品种资源	75
第二节 细胞的有丝分裂	9	第一节 作物品种在农业生产中	
技能训练 2-1 植物根尖染色体制片		的作用	75
技术	11	第二节 作物育种目标	80
第三节 减数分裂	13	第三节 品种资源	85
技能训练 2-2 植物花粉母细胞染色体		本章小结	94
制片技术	16	复习题	95
第四节 配子的形成及受精	17	技能训练 5-1 水稻品种资源的认识及	
第五节 遗传物质与遗传信息的		鉴别	95
传递	20	技能训练 5-2 玉米品种资源的观察	
本章小结	27	识别	98
复习题	27	技能训练 5-3 小麦品种资源的观察	
第三章 作物育种的遗传基础	29	识别	99
第一节 孟德尔遗传定律及其发展	29	第六章 引种与选择育种	102
技能训练 3-1 一对相对性状的遗传		第一节 引种	102
分析	40	第二节 选择育种	105
技能训练 3-2 两对非等位基因控制下		本章小结	111
的性状遗传分析	42	复习题	112
第二节 连锁遗传	43	第七章 有性杂交育种	113
第三节 数量性状遗传	47	第一节 品种间杂交育种	113
技能训练 3-3 数量性状的遗传		第二节 回交育种	124
分析	52	第三节 远缘杂交育种	128
第四节 细胞质遗传	53	本章小结	134
本章小结	58	复习题	135
复习题	59	技能训练 7-1 主要作物有性杂交	
第四章 染色体变异与基因突变	60	技术	135
第一节 染色体结构变异	60	技能训练 7-2 玉米自交与杂交	
第二节 染色体数目变异	63	技术	137
技能训练 4-1 植物染色体的人工加倍		第八章 作物杂种优势利用	139
技术	65	第一节 杂种优势的概念及表现	139

第二节 利用杂种优势的方法和 技术	142	保护和推广	195
第三节 自交不亲和系的选育	151	第一节 品种区域化鉴定	195
第四节 雄性不育系的选育	153	第二节 品种审定	197
本章小结	158	第三节 品种保护和推广	199
复习题	160	本章小结	200
技能训练 8-1 玉米杂种优势的 估算	160	复习题	201
第九章 诱变育种与倍性育种	161	第十二章 作物种子生产技术	202
第一节 诱变育种	161	第一节 种子生产基本原理	202
第二节 倍性育种	167	第二节 常规种子生产程序与方法	205
本章小结	172	第三节 杂交种子生产技术	213
复习题	172	第四节 种子质量检验	225
第十章 现代生物技术与作物育种	173	本章小结	251
第一节 植物组织培养与作物育种	173	复习题	251
技能训练 10-1 花药培养诱导单倍 体植株	182	技能训练 12-1 扦样	252
第二节 转基因技术与作物育种	185	技能训练 12-2 种子净度分析	252
第三节 分子标记技术在遗传育种中 的应用	189	技能训练 12-3 发芽试验	253
本章小结	193	技能训练 12-4 种子水分测定	253
复习题	194	技能训练 12-5 田间检验技术	254
第十一章 品种的区域化鉴定、审定、		附录	255
		附录一 一般药液的配制	255
		附录二 一般细胞学压片药液的 配制	255
		参考文献	259

第一章 概 述

知识目标

- 了解作物遗传育种的性质和任务。
- 掌握遗传和变异的概念。
- 了解作物遗传育种的发展概况,掌握其代表性成就。
- 了解作物遗传育种的发展趋向。



知识目标

一、作物遗传育种的性质和任务

作物遗传育种是遗传学和作物育种学有机结合的科学,是研究作物遗传和变异定律,改良和培育作物新品种的科学。遗传学是研究生物遗传和变异的科学。遗传就是亲代和子代相似的现象。遗传并不意味着亲代和子代完全相像。变异就是亲代与子代之间,子代个体之间存在着不同程度差异的现象。遗传和变异是生物界最普遍和最基本的两个特征。作物育种学是研究选育及繁殖作物优良品种的理论和方法的科学。遗传、变异和选择是生物进化和新品种选育的三大要素。遗传学来源于育种实践并逐步发展成一门理论科学。遗传学理论又反过来指导和促进育种科学的发展,并通过育种实践的检验和研究得到丰富和发展。

作物遗传育种的任务在于阐明生物遗传和变异的现象及其表现的规律,探索遗传和变异的原因及其物质基础,揭示其内在规律;发掘、研究和利用作物种质资源,并根据特定地区的育种目标和原有品种基础,采用适当的育种途径和方法,选育适于该地区生产发展需要的高产、稳产、优质、抗(耐)病虫害及环境胁迫、生育期适当、适应性较广的优良品种或杂种以及新作物;在繁殖推广过程中,保持和提高其种性,提供数量多、品质好、成本低的生产用种,促进高产、优质、高效农业的发展。

作物遗传育种也可被称为作物人工驯化的科学,它是一门综合性的应用科学,涉及植物与植物生理、植物生态学、生物化学、植物病理学、农业昆虫学、农业气象学、生物统计与试验技术、生物技术以及作物栽培学等许多学科领域的知识和研究方法。学习作物遗传育种不仅要掌握其基础理论,还要关心有关学科的新进展,综合利用多学科的知识开展育种实践。

二、作物遗传育种发展

在漫长的农业生产历史中,人类早已认识到了遗传和变异现象,并且根据不同的需求和条件,对植物自然变异进行了人工驯化和选择,培育了大量的地方品种。随着遗传学研究的不断深入和利用相关科学技术改良作物品种不断取得重大进展,育成大批的优良新品种,使作物产量成倍增长,解决了人类对农产品的需求,也推动了作物育种的发展。

(一) 遗传研究方面的发展

遗传学的发展要追溯到19世纪。达尔文(Darwin C., 1809—1882)对生物遗传、变异和进化进行了系统的研究,1859年,他发表了《物种起源》著作,提出自然选择和人工选择的进化学说。1856—1864年,孟德尔(Mendel G. J., 1822—1884)开展了8年豌豆杂交试验研究,1866年,他发

表了“植物杂交试验”论文,提出了生物性状遗传的两大基本定律即分离定律和独立分配定律,认为生物的性状是由遗传因子决定的。这两大定律不仅获得了科学的验证,而且成为后来遗传学研究和育种实践的理论基础。

20世纪,遗传学经历了突飞猛进的发展。1910年以后,摩尔根(Morgan T. H., 1866—1945)等以果蝇为材料进行遗传研究,发现了连锁遗传定律,并结合研究细胞核中染色体动态,创立了基因理论。连锁遗传定律也成为遗传学的第三大遗传定律。20年代至40年代初,在理化诱变(如X线和秋水仙碱诱导变异)、杂种优势利用、数理统计知识的遗传应用和基因功能研究等方面都取得了显著成就。40年代中期至50年代初,遗传学研究揭示DNA是主要的遗传物质,提出DNA分子的双螺旋结构模型,明确了基因(孟德尔遗传因子)是DNA分子上的一个区段,从而拉开了从分子水平上揭示遗传和变异实质的序幕。70年代,基因工程的发展使人类打破物种界限而定向地改造生物成为现实,使进一步揭示生命的奥秘成为可能。

(二) 作物育种方面的发展

最早的作物育种应追溯到新石器时代,人类从野生植物中挑选能够食用和易于管理的植物进行栽培,在长期的栽培和选择过程中,将野生种驯化为适宜栽培的品种。我国是一个历史悠久的农业国家,根据《尚书》记载,在周代我国农业生产实践已采用选择优良单株的方法。汉朝《祀胜之书》较详细记载了我国古代农民如何创造和运用田间选择优良单穗、混合收获等选留种的方法。早期的选种只是凭感官鉴别适合需要的性状,如生长健壮、穗大粒多、子粒饱满、没有病虫害。虽然这种选择是缓慢的,但是在长期的选择中也获得了具有某些优良性状的品种。到了17世纪以后,才开始有了与育种有关的科学工作。1676年, Milisigton 记载了花粉囊的功用, Crew 明确了子房与花粉的作用不同。1694年,德国的 Camerarius 研究了桑树、蓖麻、玉米等作物的雌雄花,发现除去雄蕊或柱头的植株就不能结实。1719年,英国的 Faerchild 用石竹开展了世界上首例人工杂交工作。

从达尔文提出进化论、孟德尔发现分离定律和独立分配定律之后,创造新品种的工作才有了科学的依据。随着遗传研究的深入、育种知识的积累和相关学科的发展,作物育种逐步具有了系统的理论和科学的方法。1927年,世界上第一部较系统地论述有关育种知识的专著《作物育种》由 Hayes 和 Garber 编辑出版,此后,有关作物育种的论著、教材相继问世,对作物育种的发展起了重要的促进作用。作物育种的主要成就表现在以下几个方面:

1. 品种资源的收集、保存和创新

20世纪50年代,我国在全国范围内开展了各种植物品种资源的调查、征集,整理和研究工作。1958年,征集到40多种植物20万份品种资料。在品种资源的征集工作大力开展的同时,品种资源保存的工作也开始进行。1958年,美国国家种子贮藏实验室建成了世界上第一座国家级现代化低温种质库;至1996年,世界上有77个国家拥有中长期贮藏的种子保存设施,种质储存份数达550万余份。我国作物种质资源低温库建设始于1976年。国家农作物种质库,包括长期种质库及其复份库、中期种质库、种质圃及试管苗库。国家长期库建成于1986年,长期保存33万多份种质,储存数量居世界第一。现代化的种质资源库,实现了电子计算机管理,开展了种质资源多种性状的观察、鉴定和遗传评价研究,从而有力地促进了作物育种的发展。

2. 新品种选育和推广

20世纪50—60年代,利用选择育种方法从农家品种和引进品种中选择,选出了很多优良品

种。如在水稻上,从“南特”品种中先是选出了“南特 16 号”等,进而又用单株选择法育成了我国矮秆、早熟、高产水稻品种“矮脚南特”,从“矮脚南特”中又选出了近 20 个品种。在小麦上,从引进品种“阿夫”中选出了“扬麦 1 号”等 10 多个品种。在棉花上,从“岱字 15”中选出了近 40 个品种。国际玉米小麦改良中心利用日本的矮秆小麦“农林 10 号”的矮秆基因育成矮秆、抗病、高产的墨西哥小麦,使小麦单位面积产量成倍增加。国际水稻研究所利用我国的“低脚乌尖”水稻的矮秆基因,育成矮秆高产大面积推广的品种“IR8”等。在世界范围内实现了小麦、水稻种植的重大变革,被誉为“绿色革命”。在抗性方面,近年来育成的新品种已从单一抗性向兼抗和多抗发展,并且由过去的“垂直抗性”向“水平抗性”发展。例如,国际水稻研究所选育出对水稻病虫害具有复合抗性的品种“IR26”、“IR36”和“IR50”等;加拿大育成抗锈病、散黑穗和根腐病的小麦品种“Maniton”;印度育成耐盐棉花品种,可在含盐量 1% ~ 1.25% 条件下种植;欧洲各国用抗虫品种防治了 20 多种作物的 30 多种害虫。在作物品质改良方面,已育成了直链淀粉含量高和具香味的水稻,生产出适应国际市场需要的优质米;美国育成的玉米“U-24”蛋白质含量高达 20%,赖氨酸含量达 5%,比一般玉米提高一倍;我国育成油酸芥酸含量低于 1%,硫代葡萄糖苷含量低于 30 $\mu\text{mol/g}$ 的双低新品种,育成的高油玉米含油量达 8.2%;美国育成的无棉毒素棉花品种,使榨油后的棉籽粉成为制造营养食品的原料。近年来我国的作物遗传育种工作取得了很大成绩,一大批作物高产、抗病、优质新品种的育成和广泛利用,促进了农业生产的持续稳定地增长。

3. 育种新方法、新技术的利用

自 Beal(1876—1882)、Morrow 和 Gardner(1893)研究玉米杂交效应并获得增产明显的组合后,杂交优势研究及利用得到了长足的发展。为了方便地获得杂交种,植物细胞质雄性不育特性得到了利用,后来还发展出了利用细胞核不育、光温敏不育、化学杀雄等技术。我国的杂种优势利用研究开始得较早,徐冠仁、李竞雄、袁隆平等分别在高粱、玉米、水稻的杂种优势研究与利用上做出了重要贡献。由于雄性不育性的利用,使得在杂种优势的利用上取得了很大成就,玉米、高粱、水稻、烟草等先后育成了高产的杂交品种,并大面积推广。利用远缘杂交方法也创造了新物种、新类型。中国科学院李振声等用普通小麦与长穗偃麦草杂交育成了一系列抗病、抗干旱、优质的小偃系列品种。国外创造了六倍体小黑麦之后,中国农科院鲍文奎等人工合成了八倍体小黑麦。国内外都分别成功地将异种属的优良性状导入作物品种,所产生的易位系在育种中起了较大的作用。Muller(1927)和 Stadler(1928)等证明用 X 线等处理果蝇、玉米、大麦后,可增加其遗传变异频率;Blaksslee(1937)发现秋水仙素可诱发多倍体。自 1956 年 Oehlkers 将 X 线照射与杂交、回交相结合,第一次将抗叶锈基因从小伞山羊草染色体转移到小麦染色体上,育成了新的小麦品种;其后,世界各地的诱变育种蓬勃开展,所用的物理和化学诱变剂范围也不断扩展。我国在诱变育种方面,特别是在辐射育种上是个强国,徐冠仁等在这方面做出了重要的开拓性工作,至 20 世纪 90 年代初,直接诱变育成的小麦品种就达 70 多个。另外,太空育种、离子注入等又为诱变育种增添了新的内容。诱变技术与其他方法结合,在扩大遗传变异、克服远缘杂交不亲和性方面也发挥了重要的作用。1964 年, Cuha 和 Maheshwari 在研究植物花粉的发育时,离体培养曼陀罗的花药,却发现其中有些花粉发育成了胚状体并长成了小植株。1967 年, Bourgin 和 Nitsch 培养出了烟草花粉植株。1968 年,新关宏夫和大野清春培养出了水稻花粉植株。1971 年,我国科学家率先将小麦花粉植株培养成功。到 1990 年,全世界已有 250 多种植物经花药培

养获得了花粉植株。我国是第一个将花培技术用于育种培养出生产上大面积推广的小麦、水稻等农作物新品种的国家。

20世纪60年代末至70年代初,首先在甘蔗中发现无性系变异的育种价值,在由幼叶和幼茎愈伤组织再生的无性系中观察到形态学、细胞遗传学和同工酶谱的变异;此后,又先后在马铃薯、烟草、水稻、小麦、玉米、燕麦、番茄和大豆等作物中观察到可遗传的无性系变异。在水稻、番茄、小麦、玉米等作物的组织培养中,通过对无性系变异筛选培养出一批优良新品系。1983年,首次获得转基因烟草和马铃薯,此后,基因工程在作物遗传改良中不断取得重大进展。全世界经批准种植转基因作物的国家从1996年的6个(商业化的第一年)增加到2003年的18个,2008年,达到25个。2008年,全球转基因作物种植面积达到1.25亿公顷,涉及的性状有优质、抗虫、抗病、抗除草剂等,主要作物有大豆、玉米、棉花、油菜和马铃薯等。

三、作物遗传育种发展趋势

随着社会的发展,人口的增加,产业结构的调整和人民生活水平的提高,对作物遗传育种提出了更高的要求。因此,加强作物遗传育种研究,不断提高技术、理论和育种水平,推动农业发展是一项长期任务。今后,作物遗传育种研究的领域将会进一步扩大,作物改良的目标性状会进一步调整,作物种质资源的研究会进一步加强,以生物技术为主体的高、新技术将会更广泛地应用,基础理论研究会更加深入。

(一) 多样化的育种目标

高产、优质、多抗(抗病、虫、草害和逆境)是作物育种永恒的目标。在世界人口不断增长的前提下,提高作物产量仍然是作物育种的基本目标,今后,进一步协调产量构成因素和提高育成种产量水平的育种目标会更加突出。注意品种利用光、水的效能,选育具有高光合性能的品种以增加生物学产量和提高收获指数将会更加受到重视。随着社会的进步和人民生活水平的提高,人们对作物品质的要求日益迫切,优质育种自然成为当前的育种目标。品质性状是遗传改良的重要目标之一,谷类作物将由以高产为主转向高产、优质兼顾型品种的选育,应注重在继续提高品种产量和抗性的基础上改良品质。抗病育种今后将进一步从单一抗性向多重抗性发展,由单纯利用单基因控制的专化抗性向综合利用垂直抗性和水平抗性发展,以此增加选育品种的适应性和稳产性。在抗虫育种方面将进一步进行抗虫资源的收集、研究和利用,应用现代育种技术将野生资源的抗虫基因转移到栽培品种中,抗逆性和抗除草剂品种的选育也是今后重要的育种目标。培育耐低营养素的品种,以减少化肥施用量、减少污染、节约资源,延缓人类对自然界掠夺的速度,也是一个重要课题。由于市场需求的多样,育种目标也需相应地由市场导向,因而作物品种也应多样化或专用化。就粮食作物而言,需要满足食用、加工、饲料、工业等多方面的用途。德国通过定向培育,育成绿色能源的甜菜、马铃薯、油菜、玉米等新品种,可用于提取乙醇、甲烷等燃料,有些油菜品种可榨取菜子油,直接作为农业机械的燃油以代替矿物油。

(二) 加强优异基因资源的发掘和利用

收集占有大量种质资源,充分进行鉴定评价,是进一步提高育种水平的物质基础。世界上拥有极其丰富多样的种质资源,在选育突破性品种和生物技术研究中具有独特作用,今后将会更加重视优异基因资源的发掘和利用。进一步加强核心种质的建立和储存;改善长期储存技术,研究长期储存的活力、安全性、遗传稳定性、遗传流失以及测定种子活力的无损方法;进一步加强优异种质的筛选、创新、利用及优异种质源的遗传分析和改造利用;信息系统的完善和信息服务等。

(三) 深入开展遗传育种基础理论与新技术、新方法研究

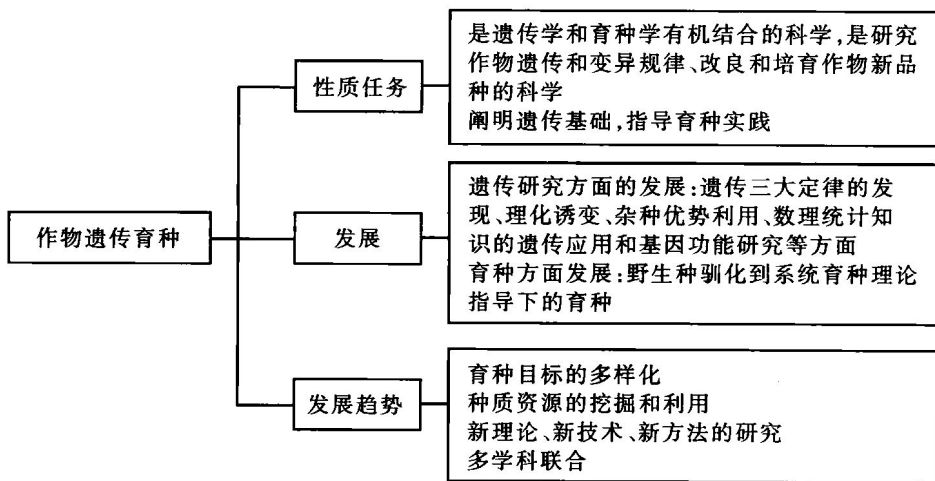
为了提高育种工作的预见性和育种效率,还需进一步加强作物主要目标性状的遗传基础研究,揭示其遗传实质及规律性。完善包括创新种质资源途径及外缘基因导入技术,发展以生物技术为基础的遗传育种新技术和新方法,使其与传统育种方法实现有机结合,开拓出崭新的育种途径,在育种中最大限度地发挥新技术手段的巨大作用。

随着对作物产量、品质和抗性遗传基础研究的进一步加强,以及多种学科和高新技术向作物遗传育种领域的快速渗透,生物技术在作物遗传改良中的应用将会更加广泛。

(四) 多学科联合攻关,多种技术、途径并用

育种是一种高层次的系统工程,选育新品种既要有高度的分析,更要有高度的综合;选育突破性品种更需要多学科的合作和交叉;组织育种攻关的职能部门和育种者都需站在更高层次上来认识这一问题。多学科联合攻关,多种技术、途径并用,以解决作物遗传育种理论上的问题,以促进作物育种取得更大突破,这是今后作物遗传育种工作中值得进一步重视的问题,也是作物遗传育种发展的一种趋势。

本章小结



第二章 遗传的物质基础

知识目标

- 理解染色体的形态、结构特征。
- 掌握细胞有丝分裂的全过程及其遗传学意义。
- 掌握细胞减数分裂的全过程及其遗传学意义。
- 理解和掌握高等动植物配子的形成过程。
- 理解 DNA 的复制过程及 RNA 的转录。
- 理解蛋白质的合成过程。
- 理解中心法则的内容。

技能目标

- 掌握体细胞染色体制片技术。
- 掌握性细胞染色体制片技术。



知识目标

生物在繁殖过程中,亲代向子代传递遗传物质。细胞学和遗传学研究的大量事实证明,在细胞分裂增殖的过程中,核内染色体的行为与遗传效应是平行的。随着遗传学,特别是分子遗传学的发展,明确了染色体是遗传物质的主要载体,主要的遗传物质是 DNA, DNA 通过指导蛋白质的合成对生物的性状和特性起作用。这样,关于生命的本质、遗传变异的机制、生物的性状和特性的成因,就可以从其根本上得到探索和认识,从复杂的生物现象中寻找共同的规律。

第一节 染色体的形态、结构和数目

一、染色体形态特征

染色体是细胞核中最重要的组成部分。所有的真核生物细胞在光学显微镜或电子显微镜下,都可以看到染色体的存在。在细胞分裂过程中,染色体发生一系列有规律的变化。根据细胞学的观察,细胞有丝分裂中期,染色体的形态特征表现得最为明显和典型,因为在这个阶段,染色体收缩到最短最粗的程度,并且分散地排列在赤道平面上。

在有丝分裂中期,从外形上观察,每个染色体都有一个着丝粒和被着丝粒分开的两个臂。着丝粒是细胞分裂时纺锤丝附着的区域,也就是通常所说的着丝点。各个染色体的着丝点的位置是恒定的。由于着丝点的位置不同,在细胞分裂后期受纺锤丝作用分向两极时,表现的形态也各不相同。如果着丝点位于染色体的中间,称为中间着丝点染色体,两臂大致等长,在细胞分裂后期当染色体被牵向两极时表现为 V 形;如果着丝点偏于染色体的某一端时,成为近中着丝点染色体,形成一个长臂和一个短臂,后期染色体表现为 L 形;如果着丝点靠近染色体的末端,称为近端着丝点染色体,形成一个长臂和一个极短的臂,后期染色体近似棒状。此外,小的染色体也

可以形成颗粒状染色体(图 2-1)。

染色体着丝点所在的区域是染色体的缢缩部分,称为主缢痕。某些染色体的一个或是两个染色体臂上还常有另外的缢缩部分,染色较浅,称为次缢痕。某些染色体次缢痕的末端所具有的圆形或长形的突出体,称为随体(图 2-2)。次缢痕的位置和范围,也是相对稳定的,通常在短臂一端,这些形态特征也是识别某一特定染色体的重要标志。此外,染色体的次缢痕一般具有组成核仁的特殊功能,在细胞分裂时,它紧密联系核仁,成为核仁组织中心。例如,玉米第六对染色体的次缢痕就明显地联系着核仁。

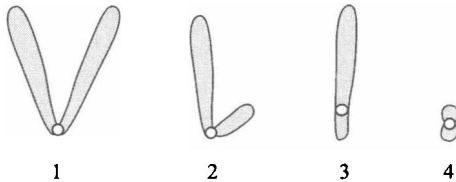


图 2-1 后期染色体形态示意图

- 1. V 形染色体
- 2. L 形染色体
- 3. 棒状染色体
- 4. 粒状染色体

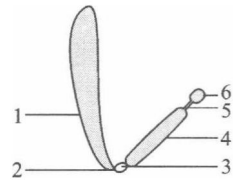


图 2-2 中期染色体形态示意图

- 1. 长臂
- 2. 主缢痕
- 3. 着丝点
- 4. 短臂
- 5. 次缢痕
- 6. 随体

不同物种和同一物种的染色体之间大小差异都很大,染色体的大小在同一物种内主要指长度而言,而宽度则大致相等。染色体的长度及长臂与短臂的比率是识别染色体的重要特征之一。在高等植物中,单子叶植物的染色体一般比双子叶植物的大些。玉米、小麦、大麦和黑麦的染色体比水稻大,而棉花、苜蓿、三叶草等植物的染色体较小。

各种生物染色体的形态结构不仅是相对稳定的,而且大多数高等生物是二倍体,其体细胞的染色体数目一般是成对存在的。这样分别来源于父方和母方、形态和结构相同的一对染色体,称为同源染色体。同源染色体不仅形态相同,它们所含的基因位点也相同。但在许多物种中,有一对形态和所含基因位点不同的同源染色体,称为性染色体。分别来源于父方和母方、形态和结构不同的各对染色体之间,互称为非同源染色体。近年来,由于染色体技术的发展,在染色体长度、着丝点位置、长短臂比、随体有无等特点的基础上,可以进一步根据染色的显带表现区分出各对同源染色体,并给以分类和编号。这种对生物细胞核内全部染色体的形态特征所进行的分析,称为染色体组型分析或核型分析。人类的染色体组型分析对于鉴定和确诊染色体疾病具有重要的作用。

二、染色体结构

(一) 染色质的基本结构

染色质是染色体在细胞分裂的间期所表现的形态,呈纤细的丝状结构,也称为染色质线,它的化学组成为 DNA、组蛋白、非组蛋白和少量的 RNA。其中, DNA 是构成染色体的主要成分,它含有两条相互平行的多核苷酸长链,并呈双螺旋结构。

染色质的基本结构单位是核小体,染色质是由核小体和连接丝两部分组成的,每个核小体的核心是由 8 个组蛋白分子(H_2A 、 H_2B 、 H_3 和 H_4 4 种组蛋白各两分子)组成八聚体, DNA 双螺旋盘绕在八聚体的表面上 1.75 圈。连接丝把两个核小体串联起来,它是两个核小体之间的 DNA 双

链,组蛋白 H₁ 结合在连接丝上,由核小体和连接丝形成念珠状结构(图 2-3)。

(二) 从染色质到染色体的四级结构模型

染色质和染色体是同一物质在细胞分裂过程中所表现的不同形态。在细胞分裂间期呈现纤细的网状结构——染色质,进入细胞分裂期,染色质便卷缩而呈现为一定数目和形态结构的染色体。有人提出了染色质螺旋化的四级结构模型(图 2-4)。

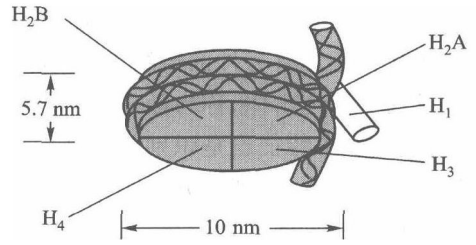


图 2-3 核小体结构模型
(引自 Russell,2000)

1. 核小体

核小体是染色体的一级结构,是构成染色质的基本结构单位。核小体的直径为 10 nm, DNA 经盘旋后,使 DNA 分子的长度压缩了 7 倍。

2. 螺线体

螺线体是染色体的二级结构,它是由核小体长链经螺旋化形成中空的线状结构。螺线体的外径为 30 nm,螺线体结构使 DNA 的长度又压缩了 6 倍。

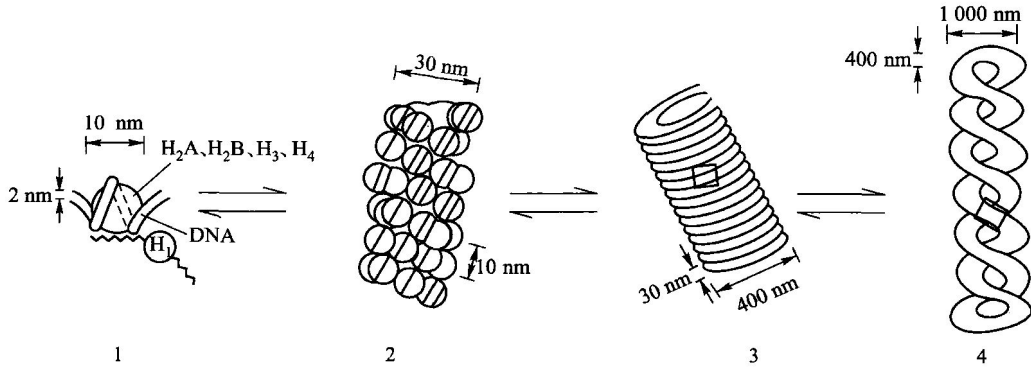


图 2-4 由染色质到染色体的四级结构模型
1. 核小体 2. 螺线体 3. 超螺线体 4. 染色体

3. 超螺线体

超螺线体是染色体的三级结构,是螺线体螺旋化形成的直径为 400 nm 的圆筒状结构。由螺线体到超螺线体, DNA 长度又压缩了 40 倍。

4. 染色体

超螺线体经过进一步螺旋化和卷缩成为染色体,这就是染色体的四级结构,其直径为 1 000 nm,使 DNA 的长度又压缩了 5 倍。

由染色质到染色体的四级螺旋化,使 DNA 的长度压缩了 8 000 ~ 10 000 倍。

(三) 常染色质和异染色质

根据染色反应,间期细胞核中的染色质可以分为常染色质和异染色质。常染色质是染色质中染色很浅的区段,称为常染色质区。异染色质是染色很深的区段,称为异染色质区。常染色质区和异染色质区在化学性质上并没有什么区别,只是核酸的紧缩程度及含量上有所不同。在细胞分裂间期,常染色质区的染色质表现为解螺旋而呈松散的状态,故染色很浅;而异染色质区