



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

作物遗传育种

ZUOWU
YICHUAN YUZHONG

胡虹文 主编

30
00
3507



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

★ 农林牧渔系列

作物遗传育种

ZUOWU
YICHUAN YUZHONG

胡虹文 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书共分十七章,系统地讲述了遗传的细胞学基础、遗传的基本规律、遗传物质的变异、遗传物质的分子基础、数量性状遗传、近亲繁殖与杂种优势、群体遗传、作物进化和作物改良、引种和选择育种、杂交育种、杂种优势利用、抗病虫育种、诱变育种和倍性育种、生物技术在作物育种中的应用、良种繁育和品种审定推广、主要农作物的育种等内容。

全书内容深入浅出、图文并茂,突出了实用性,加强了针对性,充分体现了高职高专教材的特点,具有鲜明的学科特色和时代特色。

本书可作为高职高专种植类专业学生的通用教材,也可作为高职高专生物技术、农业经济等专业学生的选修教材,同时还可作为相关专业工作人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

作物遗传育种/胡虹文主编. —北京:化学工业出版社, 2010.3

高职高专“十一五”规划教材★农林牧渔系列
ISBN 978-7-122-07549-9

I. 作… II. 胡… III. 作物育种:遗传育种—高等学校:技术学院-教材 IV. S330

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第008874号

责任编辑:李植峰 梁静丽 郭庆春
责任校对:边涛

文字编辑:李瑾
装帧设计:史利平

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷:北京云浩印刷有限责任公司

装订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张17 字数442千字 2010年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 建设委员会成员名单

主任委员 介晓磊

副主任委员 温景文 陈明达 林洪金 江世宏 荆宇 张晓根
 窦铁生 何华西 田应华 吴健 马继权 张震云

委员 (按姓名汉语拼音排列)

边静玮	陈桂银	陈宏智	陈明达	陈涛	邓灶福	窦铁生	甘勇辉	高婕	耿明杰
官麟丰	谷凤柱	郭桂义	郭永胜	郭振升	郭正富	何华西	胡繁荣	胡克伟	胡孔峰
胡天正	黄绿荷	江世宏	姜文联	姜小文	蒋艾青	介晓磊	金伊洙	荆宇	李纯
李光武	李彦军	梁学勇	梁运霞	林伯全	林洪金	刘俊栋	刘莉	刘蕊	刘淑春
刘万平	刘晓娜	刘新社	刘奕清	刘政	卢颖	马继权	倪海星	欧阳素贞	潘开宇
潘自舒	彭宏	彭小燕	邱运亮	任平	商世能	史延平	苏允平	陶正平	田应华
王存兴	王宏	王秋梅	王水琦	王晓典	王秀娟	王燕丽	温景文	吴昌标	吴健
吴郁魂	吴云辉	武模戈	肖卫苹	肖文左	解相林	谢利娟	谢拥军	徐苏凌	徐作仁
许开录	闫慎飞	颜世发	燕智文	杨玉珍	尹秀玲	于文越	张德炎	张海松	张晓
张玉廷	张震云	张志轩	赵晨霞	赵华	赵先明	赵勇军	郑继昌	朱学文	

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列” 编审委员会成员名单

主任委员 蒋锦标

副主任委员 杨宝进 张慎举 黄瑞 杨廷桂 刘莉 胡虹文 张守润
 宋连喜 薛瑞辰 王德芝 王学民 张桂臣

委员 (按姓名汉语拼音排列)

艾国良	白彩霞	白迎春	白永莉	白远国	柏玉平	毕玉霞	边传周	卜春华	曹晶
曹宗波	陈传印	陈杭芳	陈金雄	陈璟	陈盛彬	陈现臣	程冉	褚秀玲	崔爱萍
丁玉玲	董义超	董曾施	段鹏慧	范洲衡	方希修	付美云	高凯	高梅	高志花
弓建国	顾成柏	顾洪娟	关小变	韩建强	韩强	何海健	何英俊	胡凤新	胡虹文
胡辉	胡石柳	黄瑞	黄修奇	吉梅	纪守学	纪瑛	蒋锦标	鞠志新	李碧全
李刚	李继连	李军	李雷斌	李林春	梁本国	梁称福	梁俊荣	林结	林仲桂
刘革利	刘广文	刘丽云	刘莉	刘贤忠	刘晓欣	刘振华	刘振湘	刘宗亮	柳遵新
龙冰雁	罗玲	潘琦	潘一展	邱深本	任国栋	阮国荣	申庆全	石冬梅	史兴山
史雅静	宋连喜	孙克威	孙雄华	孙志浩	唐建勋	唐晓玲	陶令霞	田伟	田伟政
田文儒	汪玉琳	王爱华	王朝霞	王大来	王道国	王德芝	王健	王立军	王孟宇
王双山	王铁岗	王文焕	王新军	王星	王学民	王艳立	王云惠	王中华	吴俊琢
吴琼峰	吴占福	吴中军	肖尚修	熊运海	徐公义	徐占云	许美解	薛瑞辰	羊建平
杨宝进	杨平科	杨廷桂	杨卫韵	杨学敏	杨志	杨治国	姚志刚	易诚	易新军
于承鹤	于显威	袁亚芳	曾饶琼	曾元根	战忠玲	张春华	张桂臣	张怀珠	张玲
张庆霞	张慎举	张守润	张响英	张欣	张新明	张艳红	张祖荣	赵希彦	赵秀娟
郑翠芝	周显忠	朱雅安	卓开荣						

“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”建设单位

(按汉语拼音排列)

安阳工学院
保定职业技术学院
北京城市学院
北京林业大学
北京农业职业学院
本钢工学院
滨州职业学院
长治学院
长治职业技术学院
常德职业技术学院
成都农业科技职业学院
成都市农林科学院园艺研究所
重庆三峡职业学院
重庆水利电力职业技术学院
重庆文理学院
德州职业技术学院
福建农业职业技术学院
抚顺师范高等专科学校
甘肃农业职业技术学院
广东科贸职业学院
广东农工商职业技术学院
广西百色市水产畜牧兽医局
广西大学
广西职业技术学院
广州城市职业学院
海南大学应用科技学院
海南师范大学
海南职业技术学院
杭州万向职业技术学院
河北北方学院
河北工程大学
河北交通职业技术学院
河北科技师范学院
河北省现代农业高等职业技术学院
河南科技大学林业职业学院
河南农业大学
河南农业职业学院

河西学院
黑龙江农业工程职业学院
黑龙江农业经济职业学院
黑龙江农业职业技术学院
黑龙江生物科技职业学院
黑龙江畜牧兽医职业学院
呼和浩特职业学院
湖北生物科技职业学院
湖南怀化职业技术学院
湖南环境生物职业技术学院
湖南生物机电职业技术学院
吉林农业科技学院
集宁师范高等专科学校
济宁市高新技术开发区农业局
济宁市教育局
济宁职业技术学院
嘉兴职业技术学院
江苏联合职业技术学院
江苏农林职业技术学院
江苏畜牧兽医职业技术学院
金华职业技术学院
晋中职业技术学院
荆楚理工学院
荆州职业技术学院
景德镇高等专科学校
丽水学院
丽水职业技术学院
辽东学院
辽宁科技学院
辽宁农业职业技术学院
辽宁医学院高等职业技术学院
辽宁职业学院
聊城大学
聊城职业技术学院
眉山职业技术学院
南充职业技术学院
盘锦职业技术学院
濮阳职业技术学院
青岛农业大学

青海畜牧兽医职业技术学院
曲靖职业技术学院
日照职业技术学院
三门峡职业技术学院
山东科技职业学院
山东理工职业学院
山东省贸易职工大学
山东省农业管理干部学院
山西林业职业技术学院
商洛学院
商丘师范学院
商丘职业技术学院
深圳职业技术学院
沈阳农业大学
沈阳农业大学高等职业技术学院
苏州农业职业技术学院
温州科技职业学院
乌兰察布职业学院
厦门海洋职业技术学院
仙桃职业技术学院
咸宁学院
咸宁职业技术学院
信阳农业高等专科学校
延安职业技术学院
杨凌职业技术学院
宜宾职业技术学院
永州职业技术学院
玉溪农业职业技术学院
岳阳职业技术学院
云南农业职业技术学院
云南热带作物职业学院
云南省曲靖农业学校
云南省思茅农业学校
张家口教育学院
漳州职业技术学院
郑州牧业工程高等专科学校
郑州师范高等专科学校
中国农业大学

《作物遗传育种》编写人员

主 编 胡虹文（信阳农业高等专科学校）

贾利元（商丘职业技术学院）

副主编 耿鸿玲（济宁职业技术学院）

张 凯（信阳农业高等专科学校）

参编人员（按姓名汉语拼音排列）

董自梅（濮阳职业技术学院）

耿鸿玲（济宁职业技术学院）

胡虹文（信阳农业高等专科学校）

胡 柯（商丘职业技术学院）

贾利元（商丘职业技术学院）

李 珍（长治职业技术学院）

刘松涛（河南农业职业学院）

仝胜利（信阳农业高等专科学校）

杨贵兰（长治职业技术学院）

张 凯（信阳农业高等专科学校）

序

当今，我国高等职业教育作为高等教育的一个类型，已经进入到以加强内涵建设，全面提高人才培养质量为主旋律的发展新阶段。各高职高专院校针对区域经济社会的发展与行业进步，积极开展新一轮的教育教学改革。以服务为宗旨，以就业为导向，在人才培养质量工程建设的各个侧面加大投入，不断改革、创新和实践。尤其是在课程体系与教学内容改革上，许多学校都非常关注利用校内、校外两种资源，积极推动校企合作与工学结合，如邀请行业企业参与制定培养方案，按职业要求设置课程体系；校企合作共同开发课程；根据工作过程设计课程内容和改革教学方式；教学过程突出实践性，加大生产性实训比例等，这些工作主动适应了新形势下高素质技能型人才培养的需要，是落实科学发展观、努力办人民满意的高等职业教育的主要举措。教材建设是课程建设的重要内容，也是教学改革的重要物化成果。教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》（教高〔2006〕16号）指出“课程建设与改革是提高教学质量的核心，也是教学改革的重点和难点”，明确要求要“加强教材建设，重点建设好3000种左右国家规划教材，与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材，并确保优质教材进课堂。”目前，在农林牧渔类高职院校中，教材建设还存在一些问题，如行业变革较大与课程内容老化的矛盾、能力本位教育与学科型教材供应的矛盾、教学改革加快推进与教材建设严重滞后的矛盾、教材需求多样化与教材供应形式单一的矛盾等。随着经济发展、科技进步和行业对人才培养要求的不断提高，组织编写一批真正遵循职业教育规律和行业生产经营规律、适应职业岗位群的职业能力要求和高素质技能型人才培养的要求、具有创新性和普适性的教材将具有十分重要的意义。

化学工业出版社为中央级综合科技出版社，是国家规划教材的重要出版基地，为我国高等教育的发展做出了积极贡献，曾被新闻出版总署领导评价为“导向正确、管理规范、特色鲜明、效益良好的模范出版社”，2008年荣获首届中国出版政府奖——先进出版单位奖。近年来，化学工业出版社密切关注我国农林牧渔类职业教育的改革和发展，积极开拓教材的出版工作，2007年底，在原“教育部高等学校高职高专农林牧渔类专业教学指导委员会”有关专家的指导下，化学工业出版社邀请了全国100余所开设农林牧渔类专业的高职高专院校的骨干教师，共同研讨高等职业教育新阶段教学改革中相关专业教材的建设工作，并邀请相关行业企业作为教材建设单位参与建设，共同开发教材。为做好系列教材的组织建设与指导服务工作，化学工业出版社聘请有关专家组建了“高职高专‘十一

五’规划教材★农林牧渔系列建设委员会”和“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列编审委员会”，拟在“十一五”期间组织相关院校的一线教师和相关企业的技术人员，在深入调研、整体规划的基础上，编写出版一套适应农林牧渔类相关专业教育的基础课、专业课及相关外延课程教材——“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”。该套教材将涉及种植、园林园艺、畜牧、兽医、水产、宠物等专业，于2008~2010年陆续出版。

该套教材的建设贯彻了以职业岗位能力培养为中心，以素质教育、创新教育为基础的教育理念，理论知识“必需”、“够用”和“管用”，以常规技术为基础，关键技术为重点，先进技术为导向。此套教材汇集众多农林牧渔类高职高专院校教师的教学经验和教改成果，又得到了相关行业企业专家的指导和积极参与，相信它的出版不仅能较好地满足高职高专农林牧渔类专业的教学需求，而且对促进高职高专专业建设、课程建设与改革、提高教学质量也将起到积极的推动作用。希望有关教师和行业企业技术人员，积极关注并参与教材建设。毕竟，为高职高专农林牧渔类专业教育教学服务，共同开发、建设出一套优质教材是我们共同的责任和义务。

介晓磊

2008年10月

前言

为了适应高职高专教育教学的需要,根据目前全国种植类专业实际需求以及对教材编写理念和内容更新的迫切要求,在“高职高专‘十一五’规划教材★农林牧渔系列”教材建设委员会和编审委员会专家的指导下,由6所学校的一线教师共同努力,编写了这本《作物遗传育种》教材。

作物遗传育种是我国高职高专种植类专业的一门重要专业基础课,本书结合高职高专层次的教学特点和基本要求,坚持基础知识以“必需、够用”为度的原则,将复杂的理论性内容简明化,注重突出应用性和实用性。全书共十七章。其中遗传学相关内容共八章,分别是绪论、遗传的细胞学基础、遗传的基本规律、遗传物质的变异、遗传物质的分子基础、数量性状遗传、近亲繁殖与杂种优势、群体遗传;育种学相关内容共九章,分别是作物进化和作物改良、引种和选择育种、杂交育种、杂种优势利用、抗病虫害育种,诱变育种和倍性育种、生物技术在作物育种中的应用,良种繁育和品种审定推广,主要农作物的育种。为了便于学生学习和巩固所学知识,在各章末精选了一些有代表性的思考题,并设置了小结,可作为学生自学和复习的提纲。

本书编写分工:第一章和第二章由董自梅编写;第三章由张凯编写;第四章和第九章由李珍编写;第五章和第七章由胡柯编写;第六章由胡虹文、张凯共同编写;第八章和第十四章由仝胜利编写;第十章由仝胜利和杨贵兰编写;第十一章由杨贵兰编写;第十二章、第十五章和第十七章由刘松涛编写;第十三章由耿鸿玲、仝胜利共同编写;第十六章由贾利元编写。

本书在编写过程中参考了一些公开发表的资料,在参考文献中已列出,在此对文献的作者表示衷心的感谢!

本书可作为高职高专农学类、种植类、植物保护类专业教材,还可作为农业高、中等专业学校教师、成人教育、学生的参考书,也可供广大农业技术人员参考使用。

由于编写时间仓促,加之编者水平有限,书中疏漏和不妥之处在所难免。敬请广大师生在使用过程中多提宝贵意见和建议,以备再版修改。

胡虹文
2010年1月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 遗传学研究的对象和任务	1
一、遗传学研究的对象和任务	1
二、遗传学的产生和发展	1
三、遗传学在科学实验和生产发展中的作用	3
第二节 遗传、变异和选择	4
一、生物的遗传和变异	4
二、遗传与环境	5
本章小结	5
复习思考题	6
第二章 遗传的细胞学基础	7
第一节 细胞的基本结构与功能	7
一、原核细胞	7
二、真核细胞	8
第二节 染色体	10
一、染色体的形态特征	10
二、染色体的结构	11
三、染色体的数目	12
第三节 细胞分裂与染色体行为	12
一、有丝分裂	12
二、减数分裂	14
第四节 配子的形成和受精作用	16
一、雌雄配子的形成	16
二、双受精作用	16
三、胚的发育和种子的形成	16
四、无融合生殖	17
本章小结	18
复习思考题	18
第三章 遗传的基本规律	19
第一节 分离规律	19
一、分离现象的发现和解释	19
二、分离规律的验证和发展	21
三、分离规律的应用	24
第二节 自由组合规律	25
一、两对相对性状的遗传现象	25
二、自由组合规律的实质及其解释	28
三、自由组合规律的验证	29
四、多对相对性状的遗传	30
五、基因互作	32
六、自由组合规律的应用	35
第三节 连锁遗传规律	36
一、连锁遗传的表现	36
二、连锁遗传的解释	38
三、连锁交换的机理	39
第四节 交换值及其测定	40
一、交换值	40
二、交换值的测定	40
三、基因定位与连锁遗传图	42
第五节 连锁遗传的应用	45
第六节 性别决定与性连锁	46
一、性染色体与性别决定	46
二、性连锁	48
第七节 细胞质遗传	50
一、细胞质遗传的概念和特点	51
二、雄性不育的类别和应用	52
本章小结	55
复习思考题	57
第四章 遗传物质的变异	60
第一节 基因突变	60
一、基因突变的概念和类型	60

二、基因突变的特征	61	四、易位	69
三、基因突变与性状表现	63	第三节 染色体数目变异	71
四、基因突变的鉴定	64	一、染色体数目及变异类型	71
五、基因突变的应用	65	二、整倍体	72
第二节 染色体结构变异	65	三、非整倍体	75
一、缺失	65	本章小结	76
二、重复	67	复习思考题	77
三、倒位	68		
第五章 遗传物质的分子基础	78		
第一节 核酸的分子组成、结构及自我复制	78	三、蛋白质的合成	84
一、核酸的分子组成	78	四、中心法则及其发展	86
二、核酸的分子结构	79	第三节 遗传工程	87
三、核酸的自我复制	80	一、遗传工程的概念及操作步骤	87
第二节 基因的表达	82	二、基因工程的研究进展	89
一、基因的概念	82	本章小结	91
二、遗传密码	83	复习思考题	91
第六章 数量性状遗传	92		
第一节 数量性状的遗传特征	92	二、广义遗传率的估算方法	97
第二节 数量性状遗传的多基因假说	94	三、狭义遗传率的估算方法	98
第三节 遗传率	96	本章小结	99
一、遗传率的概念	96	复习思考题	99
第七章 近亲繁殖与杂种优势	101		
第一节 近亲繁殖及其遗传效应	101	第三节 杂种优势及其遗传机理	104
一、近亲繁殖的概念	101	一、杂种优势与近交衰退	104
二、自交的遗传效应	101	二、杂种优势的遗传机理	105
三、回交的遗传效应	103	本章小结	106
第二节 纯系学说	104	复习思考题	107
第八章 群体遗传	108		
第一节 群体的相关概念与遗传组成	108	五、迁移	115
一、群体	108	第四节 群体的遗传改良	115
二、孟德尔群体	108	一、孟德尔群体的基本特征	115
三、基因库	108	二、群体改良的意义	115
四、基因频率和基因型频率	108	三、群体改良的方法和作用	116
第二节 哈迪-魏伯格定律	110	第五节 物种的形成	116
第三节 影响基因频率的因素	111	一、物种的概念	116
一、随机交配的偏移	111	二、隔离在物种形成中的作用	117
二、基因突变	112	三、物种形成的方式	118
三、选择	113	本章小结	119
四、遗传漂变	114	复习思考题	119
第九章 作物进化和作物改良	121		
第一节 作物进化的历程和遗传改良	121	一、作物进化的历程	121

二、遗传改良在作物进化中的作用	122	二、作物育种的目標及其制订原則	124
第二节 作物育种	122	本章小结	129
一、作物品种及其在作物生产中的 作用	122	复习思考题	129
第十章 引种和选择育种	130		
第一节 引种驯化	130	一、选择育种的 concept 和意义	136
一、引种驯化的 concept 和作用	130	二、选择育种的原理	138
二、引种的原理	131	三、选择育种的方法	140
三、作物的引种规律	133	四、选择育种中选择单株的原则	141
四、引种的工作环节及注意事项	135	本章小结	143
第二节 选择育种	136	复习思考题	143
第十一章 杂交育种	144		
第一节 杂交育种	144	二、回交育种的方法	162
一、作物的繁殖方式及其育种	144	第三节 远缘杂交育种	163
二、杂交育种的 concept 及意义	147	一、远缘杂交的 concept、特点及意义	163
三、亲本的选配与杂交方式	148	二、远缘杂交不亲和性及其克服	165
四、杂种后代的处理和选择	154	三、远缘杂种不育性及其克服	166
五、杂交育种的程序及加速育种 进程的方法	159	四、远缘杂种的分离和选择	167
第二节 回交育种	161	本章小结	169
一、回交育种的 concept、意义及特点	161	复习思考题	169
第十二章 杂种优势利用	170		
第一节 杂种优势的表现	170	四、杂种品种的亲本选配原则	177
一、杂种优势的度量	170	五、杂交种的类别	178
二、杂种优势的普遍性	170	第三节 杂交种子的生产	179
三、杂种优势表现的复杂多样性	171	一、人工去雄生产杂种种子	179
四、 F_2 及以后世代杂种优势的衰退	172	二、利用自交不亲和性生产杂种种子	180
第二节 杂种品种的选育程序	172	三、利用化学杀雄生产杂种种子	181
一、杂种优势利用的基本条件	172	四、利用雄性不育性生产杂种种子	181
二、亲本选配	173	本章小结	183
三、配合力的测定	175	复习思考题	184
第十三章 抗病虫害育种	185		
第一节 抗病虫害育种的 concept、意义和 特点	185	二、作物抗虫性类别和机制	189
一、抗病性、抗虫性的 concept	185	三、抗病虫害的鉴定	191
二、抗病虫害育种的意义	185	第三节 作物抗病虫害育种的程序	192
三、寄主和寄生物的相互关系	185	一、作物抗病虫害育种的途径和方法	192
第二节 作物品种的抗病性、抗虫性 及其鉴定	186	二、抗病虫害育种的方法	192
一、抗病性的表现和机制	186	三、抗病虫害育种应注意的问题	193
		本章小结	194
		复习思考题	194
第十四章 诱变育种和倍性育种	195		
第一节 诱变育种	195	二、物理诱变剂及其处理方法	196
一、诱变育种的成就及特点	195	三、化学诱变剂及其处理方法	198

四、诱变育种程序	199	一、单倍体育种	201
五、理化诱变剂的特异性和复合处理	200	二、多倍体育种	205
六、诱变育种的问题和发展前景	201	本章小结	209
第二节 倍性育种	201	复习思考题	210
第十五章 生物技术在作物育种中的应用	211		
第一节 细胞工程与作物育种	211	四、转基因作物的生物安全性	221
一、细胞组织培养与作物育种	211	第三节 分子标记辅助选择育种	222
二、单倍体细胞培养	213	一、分子标记的类型和作用原理	222
三、植物原生质体培养	215	二、重要农艺性状基因连锁标记的 筛选技术	224
第二节 转基因技术与作物育种	218	三、分子标记辅助选择	226
一、作物转基因技术	218	本章小结	228
二、转基因育种的遗传特点	220	复习思考题	228
三、转基因作物品种的选育	221		
第十六章 良种繁育和品种审定推广	229		
第一节 良种繁育	229	二、品种审定制度	240
一、良种繁育的概念和意义	229	三、品种审定的一般程序	241
二、品种混杂退化的原因及防止方法	230	四、品种保护与推广	243
三、良种繁育的程序和方法	233	本章小结	244
第二节 品种审定	239	复习思考题	244
一、品种审定的意义和作用	239		
第十七章 主要农作物的育种	245		
第一节 水稻育种	245	一、玉米育种目标和种质资源	250
一、水稻育种的目标及种质资源	245	二、玉米育种的主要途径	251
二、水稻育种的主要途径	247	第四节 油菜育种	252
第二节 小麦育种	248	一、油菜育种目标及种质资源	252
一、小麦育种的目标和种质资源	248	二、油菜育种的主要途径	253
二、小麦育种的主要途径	249	本章小结	255
第三节 玉米育种	250	复习思考题	255
参考文献	256		

第一章 绪 论

第一节 遗传学研究的对象和任务

遗传学 (genetics) 是研究生物遗传和变异的科学, 是 1909 年由英国学者贝特生 (W. Bateson) 首先提出来的。已成为生物科学领域中一门十分重要的基础学科, 也是一门发展非常迅速的学科。遗传学作为生物遗传和变异、生物杂交育种、人类遗传病防治和医学保健、遗传工程和生物技术的理论基础在日常生产、生活中有重要的指导作用。

一、遗传学研究的对象和任务

遗传学研究的对象是一切生物, 即动物、微生物、植物、人。它的研究范围包括遗传物质的本质、遗传物质的传递和遗传信息的实现三个方面。遗传物质的本质包括它的化学本质, 它所包含的遗传信息, 它的结构、组织和变化等; 遗传物质的传递包括遗传物质的复制、染色体的行为、遗传规律和基因在群体中的数量变迁等; 遗传信息的实现包括基因的原初功能、基因的相互作用、基因作用的调控以及个体发育中基因的作用机制等。

遗传学研究的任务从农学种植类专业的狭义方面讲, 就是利用遗传学的理论知识指导植物的育种实践。如从常规杂交育种来看, 需要掌握杂交亲本各种性状的表现及其在后代中的分离重组规律; 从系统选育看, 需要研究所选育性状在后代中的表现程度等。从基因工程的角度看, 不管是以抗病、抗虫还是以固氮、提高光合效率、改进储藏蛋白效率为目的的育种, 都需要分离目的基因、寻找适当的载体、受体细胞以及基因表达等一系列的遗传学基础研究与操作技术。总之, 研究遗传学的任务就是要阐明生物遗传和变异的现象及其表现的规律, 深入探索遗传和变异的原因及其物质基础, 揭露其内在的规律, 从而进一步指导动物、植物和微生物的育种实践, 提高医学水平, 为人民谋福利。简言之, 遗传学的研究, 不仅要认识生物遗传和变异的客观规律, 而且要运用这些规律, 使之成为改造生物的有力武器。

二、遗传学的产生和发展

1. 遗传学诞生前期 (1900 年以前)

很早以前, 我国人民在从事农业生产和饲养家畜中便注意到了遗传和变异的现象。春秋时代有“桂实生桂, 桐实生桐”, 战国末期又有“种麦得麦, 种稷得稷”的记载。东汉王充曾写道“万物生于土, 各似本种”, 并进一步指出“嘉禾异种……常无本根”, 认识到了变异的现象。此后古书中还有“桔逾淮而北为枳”、“牡丹岁取其变者以为新”等, 这说明古代人民对遗传和变异有了粗浅的认识, 但由于种种原因没能形成一套遗传学理论。

在国外, 公元前 5 世纪古希腊医师希波克拉底 (Hippocrates) 提出了第一个遗传理论, 认为子代具亲代特性是因在精液或胚胎里集中了来自身体各部分的微小代表元素。1809 年法国学者拉马克 (Lamarck J. B., 1744—1829) 提出“用进废退”的进化论观点, 由此得出获得性状是可以遗传的。这些学说虽然具有某些唯心主义的成分, 但对于生物进化学说的发展以及遗传和变异的研究有着重要的推动作用。1859 年英国的博物学家、进化论学者达尔文 (Darwin C., 1809—1882) 发表《物种起源》一书, 提出自然选择和人工选择的进化

学说,认为生物是由简单到复杂、低级到高级逐渐进化的;承认获得性状遗传的一些论点,并提出了“泛生论”的假说(hypothesis of pangenesis)。他假设:生物的各种性状,都以微粒——“泛因子”状态通过血液循环或导管运送到生殖系统,从而完成性状的遗传。限于当时的科学水平,对复杂的遗传变异现象,他还不能做出科学的回答。虽然如此,达尔文学说的产生促使人们重视对遗传学和育种学的深入研究,为遗传学的诞生起了积极的推动作用。德国的魏斯曼(Weismann A., 1834—1914)做了连续22代剪断小鼠尾巴的实验,否定了泛生论。于1885年,他提出种质连续论(germplasm theory),认为多细胞生物是由种质和体质两部分组成,体质是由种质产生的,种质在世代中是连绵不断的。环境只能影响体质,而不能影响种质,后天获得性不能遗传。魏斯曼的理论使人们对遗传和不遗传的变异有了深刻的认识,但是他对种质和体质的划分过于绝对化。

遗传学理论的正式产生是从奥地利学者孟德尔(Mendel G. J., 1822—1884)开始的,他根据前人工作和8年豌豆试验,提出了遗传因子分离和重组的假设,认为生物的性状由体内的遗传“因子”(factor)决定,而遗传因子可从上代传给下代。他应用统计学方法分析和验证这个假设,对遗传现象的研究从单纯的描述推进到正确的分析,为近代颗粒性遗传理论奠定了科学的基础,并于1866年发表了《植物杂交实验》论文。但这些成果在当时未能引起重视,直到1900年,三位科学家(德国的Correns C.、荷兰的De. Vries H.和奥地利的Von. Tschermak E.)分别用不同材料在不同地点试验得出跟孟德尔相同的遗传规律,并重新发现了孟德尔被人忽视的重要论文,至此,遗传学这门学科正式产生了。

2. 经典遗传学发展时期(1900~1953年)

1903年,萨顿(Sutton W. S.)和博韦里(Boveri T.)首先发现了染色体的行为与遗传因子的行为很相似,提出了染色体是遗传物质的载体的假设,即染色体学说;1909年,约翰逊(Johannsen W. L.)称遗传因子为“基因(gene)”,此外他还创立了“基因型(genotype)”和“表现型(phenotype)”的概念,把遗传基础和表现性状科学地区别开来。这个时期对遗传学贡献最大的是诺贝尔获奖者摩尔根(Morgan T. H., 1866—1945)。1910年,摩尔根和他的学生用果蝇为材料,研究性状的遗传方式,进一步证实了孟德尔定律,并把孟德尔所假设的遗传因子(后称为基因)具体落实在细胞核内的染色体上,从而建立了著名的基因学说(gene theory)。他们还得出连锁互换定律,确定基因直线排列在染色体上。摩尔根所确立的连锁互换定律与孟德尔的分离和自由组合定律共称为遗传学三大基本定律。

1941年,比德尔(Beadle G. W.)等人用红色面包酶作材料,X射线处理红色面包酶提出“一个基因一个酶”学说;格瑞费斯(Griffith F.)通过细菌转化实验发现了细菌转化现象,在此基础上,埃弗里(Avery O. T.)证明DNA是遗传物质(1944),并获诺贝尔奖;摩尔根的学生穆勒(Muller H. J.)发现X射线可导致染色体断裂和重排以及基因突变,开辟了一门新的学科——辐射遗传学,也获得诺贝尔奖。这一阶段工作的重要意义在于把遗传学的研究与细胞学紧密地结合了起来,创立了染色体遗传理论,确立了基因作为功能单位、交换单位和突变单位三位一体的概念。相对于现代遗传学,人们把这个时期所确立的理论体系称为经典遗传学理论。

3. 现代遗传学的诞生与发展(1953~至今)

1953年,美国分子生物学家沃森(Watson J. D.)和英国分子生物学家克里克(Crick F. H. C.)根据X射线衍射分析提出了著名的DNA右手双螺旋结构模型,这一理论为DNA的分子结构、自我复制、相对稳定性和变异性,以及DNA作为遗传信息的储存和传递等提供了合理的解释;明确了基因是DNA分子上的一个片段,从而促进了分子遗传学的迅速发展,为进一步从分子水平上研究基因的结构和功能、提示生物遗传和变异的本质奠定了基础。基因化学本质的确定,标志着遗传学又进入了一个新阶段——分子遗传学发展的新

时代。

1961年,法国分子遗传学家雅各布(Jacob F.)和莫诺(Monod J.)在研究大肠杆菌乳糖代谢的调节机制中还发现有结构基因和调节基因的差别,发现原核生物“开”和“关”的机制,提出了操纵子(operon)学说从而更深刻地揭露了基因的活动,生物就是通过一整套相互制约的基因,使其在不同的环境下,表现出不同的遗传特性,适应各种复杂的环境条件。

1961年,美国生物化学家尼伦伯格(Nirenberg)和科拉纳(Khorana H.G.)等人逐步搞清了基因以核苷酸三联体为一组编码氨基酸,并于1967年完成了全部64个遗传密码的破译工作。遗传密码的发现,把生物界统一起来,遗传信息的概念把基因的核酸密码和蛋白质的合成联系起来,从而提出了遗传信息传递的中心法则(central dogma),揭示了生命活动的基本特征。

1968年,史密斯(Smith H.O.)、阿伯(Arber W.)等人发现并提出能切割DNA分子的限制性内切酶(restriction enzyme),为基因拼接工作铺平了道路。1970年,美国病毒学家特明在劳斯肉瘤病毒体内发现一种能以RNA为模板合成DNA的酶叫“反转录酶”(reverse transcriptase),这一发现不仅对研究人类癌症具有重要意义,而且进一步发展和完善了“中心法则”。1973年,美国遗传学家伯格(Berg P.)第一次把两种不同生物的DNA(SV40和 λ 噬菌体的DNA)人工地重组在一起,首次获得了杂种分子,建立了重组DNA技术。以后,美国的科恩(Cohen S.)又把大肠杆菌的两种不同质粒重组在一起,并把杂种质粒引入到大肠杆菌中去,结果发现在那里能复制出双亲质粒的遗传信息。从此,基因工程的研究便蓬勃发展起来。1975年科拉纳发现了基因合成技术,1978年Sanger发现了重叠基因,1983年麦克林托克(McClintock B.)发现了跳跃基因,1985年Mullis发明了基因扩增技术——聚合酶链反应,目前转基因技术已得到广泛推广和应用。1990年,美国国会正式批准的“人类基因组计划”(Human Genome Project),计划在15年内投入30亿美元以上的资金进行人类基因组分析,目前已完成人类和一些其他生物的DNA测定和基因鉴定。1991年12月,复旦大学遗传学研究所薛京伦主持对一例血友病患者进行了基因治疗试验,并获得成功。1996年7月5日,世界上第一只克隆羊“多利”在英国苏格兰卢斯林研究所的试验基地诞生,成为20世纪末的重大新闻。2001年,美国人Leland Hartwell、英国人Paul Nurse、Timothy Hunt因对细胞周期调控机理的研究而获诺贝尔生理学或医学奖。2002年,英国人悉尼·布雷诺尔、美国人罗伯特·霍维茨和英国人约翰·苏尔斯顿,因在器官发育的遗传调控和细胞程序性死亡方面的研究获得诺贝尔生理学或医学奖。2003年,美国科学家彼得·阿格雷和罗德里克·麦金农,分别因对细胞膜水通道、离子通道结构和机理研究而获得诺贝尔化学奖。

在理论方面,由于DNA重组、基因克隆、碱基序列的分析以及分子杂交等技术的建立和应用,为研究基因的结构和功能、表达和调控等方面提供了有力的手段,导致了20世纪70年代以来分子遗传学获得的一系列重大发现。总之,三联体密码的确定、中心法则的建立以及蛋白质和核酸的人工合成,基因内部精细结构的揭示,基因活动的调节和控制原理的发现,突变分子基础的阐明等,使遗传学的发展走在了生物科学的前列。同时,它的影响也渗透到生物学的每一学科中,成为生物科学和分子生物学的中心学科。

三、遗传学在科学实验和生产发展中的作用

遗传学的深入研究,不仅关系到遗传学本身的发展,在理论上对于探索生命的本质和生物的进化,对于推动整个生物科学和有关科学的发展都有着巨大的作用。

在遗传学的研究上,实验材料从高等到低等,试验方法从生物个体的遗传分析到单细胞

的组织培养技术，这些发展对于遗传研究的材料和方法是一个重大的进步。随着遗传学研究的深入，在理论上揭示生命的本质和生命的奥秘，同时也是生物多样性的理论基础。

在生产实践上，遗传学在科学实验和生产发展中发挥着重要作用，与农业、工业、医药的发展密不可分。

(1) 遗传学与农牧业的关系 遗传学是在育种实践基础上发展起来的，特别是在杂种优势育种上有重要意义，美国在 20 世纪 20 年代应用杂种优势这一遗传学原理于玉米育种取得显著的增产效果，中国在 20 世纪 70 年代把此原理成功地推广应用于水稻生产。多倍体的生长优势同样在中国得到了应用，小黑麦异源多倍体的培育成功便是一例。人工诱变也是广泛应用的育种方法之一。数量遗传学和生物统计遗传学的研究成果，被应用到动、植物选种工作中而使育种效率得以提高。20 世纪 70 年代体细胞遗传学的发展进一步增加了育种的手段，包括所谓单倍体育种以及通过体细胞诱变和细胞融合的育种等。这些手段的应用将有可能大大地加速育种工作的进程。另外有益性状的分子标记，定向控制农作物和家畜品种的遗传性状（提高蛋白质产量、抗病基因、矮化基因）及生物反应器（丝蛋白基因转到大肠杆菌内、牛乳中含干扰素）等，使农牧业生产发生了巨大变化。

(2) 遗传学与工业的关系 20 世纪 40 年代初，抗生素工业的兴起推动了微生物遗传学的发展，微生物遗传学的发展又推动了抗生素工业以及其他新兴的发酵工业的进步。随着微生物遗传学研究的深入，基因调控作用的原理被成功地应用到氨基酸等发酵工业中，医药工业不断培育高产菌种生产抗生素，冶炼回收重金属采取培育有特殊亲和力的菌类，环境保护利用微生物处理“三废”。

(3) 遗传学与医学的关系 基因诊断和基因治疗。遗传学研究同人类本身密切相关。目前对于遗传性疾病的种类和原因已经有很多了解，产前诊断和婴儿的遗传性疾病诊断已经逐渐推广，对于某些遗传性疾病的药物治疗也在研究中。用遗传工程技术对遗传性疾病进行基因治疗也正在进行探索。人类遗传学研究也是优生学的基础。

遗传学研究为致癌物质的检测提供了一系列的方法。虽然目前治疗癌症还没有十分有效的方法，但在环境污染日益严重的今天能够有效地检测环境中的致癌物质，便是一个重大的进展。癌症患病的倾向性是遗传的，癌症的起因又同 DNA 损伤修复有关，近年来癌基因的发现进一步说明癌症和遗传的密切关系，所以从长远观点来看，遗传学研究必将为全面控制癌症做出贡献。

近几年来，人类基因组研究的进展日新月异，而分子生物学技术也不断完善，随着基因组研究向各学科的不断渗透，这些学科的进展达到了前所未有的高度。在法医学上，短串联重复（STR）位点和单核苷酸（SNP）位点检测分别是第二代、第三代 DNA 分析技术的核心，是继 RFLP（限制性片段长度多态性）、VNTR（可变数量串联重复序列多态性）研究而发展起来的检测技术。作为最前沿的刑事生物技术，DNA 分析为法医物证检验提供了科学、可靠和快捷的手段，使物证鉴定从个体排除过渡到了可以做同一认定的水平，DNA 检验能直接认定犯罪，为凶杀案等重大疑难案件的侦破提供准确可靠的依据。随着 DNA 技术的发展和运用，DNA 标志系统的检测将成为破案的重要手段和途径。此方法作为亲子鉴定已经是非常成熟的，也是国际上公认的最好的一种方法。

第二节 遗传、变异和选择

一、生物的遗传和变异

俗话说“种瓜得瓜，种豆得豆”。就是对遗传现象的简单说明。任何生物都能通过各种