



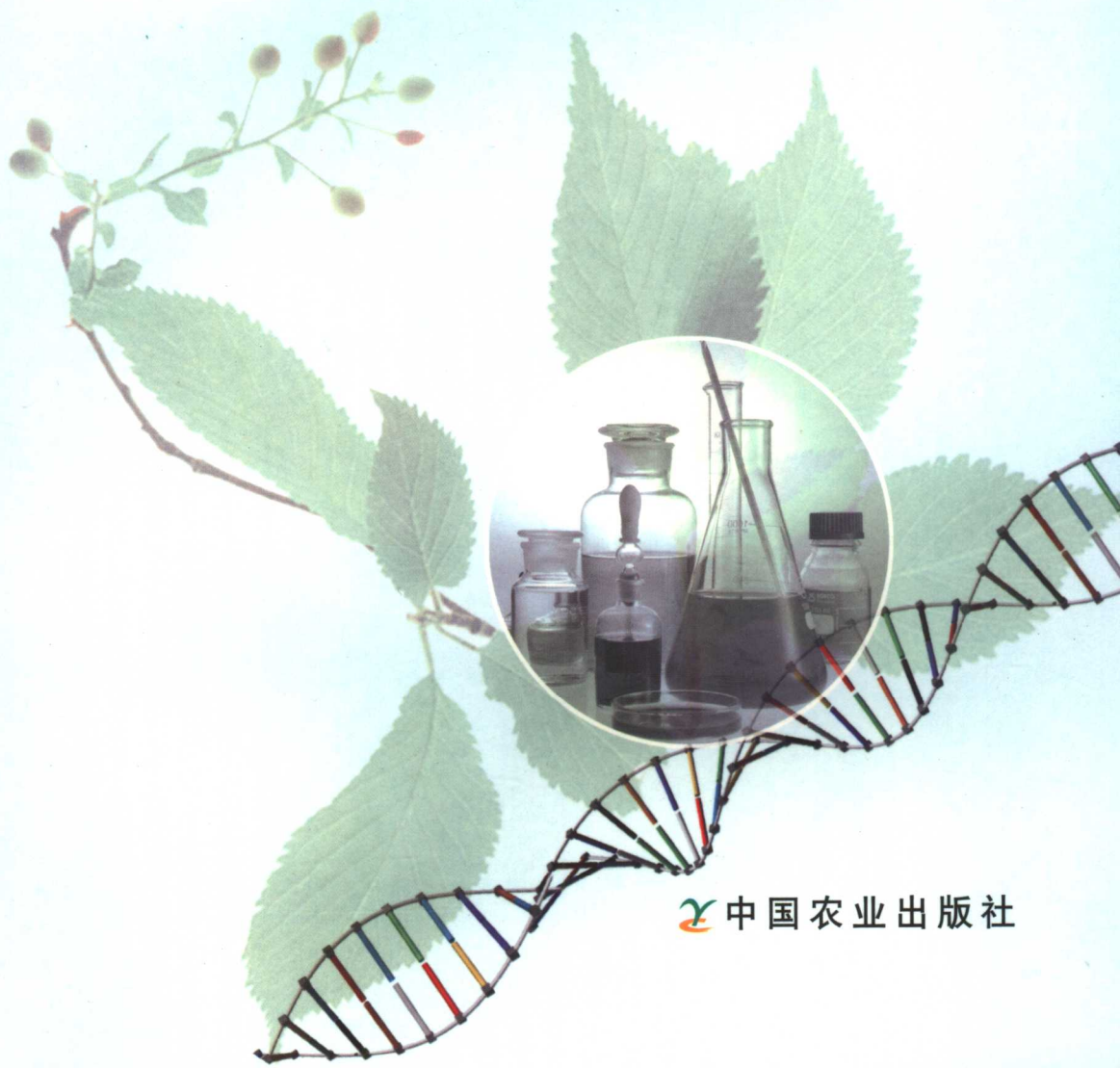
21 世纪农业部高职高专规划教材
全国农业职业院校教学工作指导委员会审定

遗传学

第二版

卢良峰 路文静 主编

农林类专业用



 中国农业出版社

21 世纪农业部高职高专规划教材

全国农业职业院校教学工作指导委员会审定

遗传学

第二版

卢良峰 路文静 主编

农林类专业用

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

遗传学/卢良峰, 路文静主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2006. 1

21 世纪农业部高职高专规划教材

ISBN 7-109-10575-X

I. 遗... II. ①卢...②路... III. 遗传学-高等学校: 技术学校-教材 IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 159909 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

出版人: 傅玉祥

责任编辑 李国忠

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

2001 年 4 月第 1 版 2006 年 1 月第 2 版

2006 年 1 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 787mm×960mm 1/16 印张: 18.5

字数: 324 千字

定价: 24.20 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

II 内容简介 II

本教材是为农业高职高专学生学习《遗传学》而撰写的专用教材,充分考虑到了与中专和高中课程中相关内容的衔接,以及高职高专学生的认知水平和对基础知识掌握的层次,在保持遗传学本身系统性的同时,特别重视对遗传学基本理论的介绍,并做了遗传学基础理论向作物育种和种子繁育应用方面延伸的尝试,明显突出了课程的实用性。考虑到遗传学的发展和生物技术的普及与应用,本教材也着重介绍了分子遗传学的基础知识及发展,简要介绍了细菌和病毒的遗传。

每章都附有复习思考题,供学生复习之用。本课程为 80 学时,其中理论授课 56 学时,实验课 24 学时,理论课可根据实际需要进行选讲。教学实验重在培养学生的动手能力,其中多数内容对理论课的依附性不强,可以利用教学操作实习、实践活动集中安排或分散进行。

本教材可供全国农业高职高专农林类专业的学生使用,亦可作为生物学教师和从事本领域工作的研究人员的参考书。

第二版编写人员名单

- 主 编** 卢良峰 (河南农业职业学院)
路文静 (河北农业大学)
- 参 编** 徐大胜 (成都农业科技职业学院)
简 峰 (广西农业职业技术学院)
夏国京 (辽宁农业职业技术学院)
杨贵泉 (新疆农业职业技术学院)
- 主 审** 张改生 (西北农林科技大学)

第一版编写人员名单

主 编 卢良峰

参 编 （按姓氏笔画顺序）

马贵民 卢良峰

肖君泽 夏启中

葛胜娟

前言

本书是2001年出版的21世纪农业部高职高专规划教材《遗传学》的第二版。遗传学是研究生物遗传与变异规律的科学。遗传学是高职高专院校生命科学类专业重要的专业基础课。

《遗传学》作为21世纪农业部第一批高职高专规划教材于2001年4月出版以来,经过数年教学实践,得到师生的普遍认可,基本实现了农业高职高专教材从无到有的历史转变。也基本把握了“以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点”的教材基本定位。在此,对参加第一版《遗传学》编写的各位老师表示衷心的感谢。同时,也应该看到,由于主客观各方面的原因,第一版《遗传学》亦存在不少不足,给读者及教学过程带来一些麻烦,对此表示由衷的歉意。

这次修订的基本原则是:修订是在第一版风格基础上,第一版原有仍适用的素材包括段落首先采用,不合理的内容和编排放弃不用,增加的章节应着重处理好与前置内容的关系和衔接。

为了使本教材适用于农学及其他种植类专业教学需要,在编写内容上首先注意保持遗传学本身的系统性,力求反映出遗传学的发展;同时注意参照高职高专人才培养目标和联系生产实际,着重指出遗传理论对生

物遗传改良的应用原理。教材中除必须采用的经典例证之外，尽量引用农作物的资料，兼顾其他生物类型。本教材的重心仍是普通遗传学部分，而细菌和病毒的遗传及分子遗传学的大部分内容主要以概述为主。

编写分工为：绪论和第九章由路文静编写；第一章由杨贵泉编写；第二章和第三章由夏国京编写；第四章和第五章由徐大胜编写；第七章、第八章及教学实验由卢良峰编写；第十章和第十一章由简峰编写。路文静对初稿进行修改和汇总，卢良峰对全书进行汇审和修改。西北农林科技大学张改生教授对全书进行审阅。

我们希望该教材既能适度地反映遗传学的基础知识和最新进展，又能方便教师和学生的使用，为进一步提高遗传学的教学质量做出新贡献。

由于编者业务水平有限，本教材虽经修订，谬误与疏漏之处实在难免，衷心希望读者批评指正。

本书在编写过程中参考使用了国内外一些公开发表的资料，在参考文献中已最大量的列出。因各类文献转引者众，又历时长久，故已无法一一核实最早出处。在此对资料的所有者表示感谢。

书中所用资料及版权问题请与我们联系。

卢良峰

2005年12月

目 录

前言

绪论

- 一、遗传学的研究对象和任务
- 二、遗传学的产生和发展
- 三、遗传学在科学实验和生产中的作用

第一章 细胞分裂与染色体行为

第一节 染色体

- 一、细胞的主要结构与功能
- 二、染色体的形态
- 三、染色体的结构
- 四、染色体的数目
- 五、染色体分析及其应用

第二节 细胞分裂与染色体行为

- 一、有丝分裂与染色体行为
- 二、减数分裂与染色体行为
- 三、有丝分裂与减数分裂的区别

第三节 配子的形成和受精

- 一、雌雄配子的形成
- 二、受精
- 三、直感现象
- 四、无融合生殖

第四节 生活周期

- 一、低等植物的生活周期
- 二、高等植物的生活周期

三、高等动物的生活周期	36
复习思考题	37
第二章 孟德尔遗传定律	39
第一节 孟德尔的实验材料和方法	39
一、孟德尔的实验材料	39
二、孟德尔的实验方法	40
第二节 分离定律	40
一、一对相对性状的遗传现象	40
二、分离现象的解释	41
三、分离定律的验证	43
四、显隐性的相对性	45
第三节 自由组合规律	47
一、两对相对性状的杂交后代的分离	47
二、自由组合定律的实质及其解释	50
三、自由组合定律的验证	51
四、多对性状的遗传	52
五、基因互作	54
第四节 孟德尔遗传规律的应用	58
一、分离规律的意义和应用	58
二、自由组合规律的意义和应用	60
复习思考题	61
第三章 连锁遗传	64
第一节 连锁遗传的表现	64
第二节 连锁遗传的验证	65
一、连锁遗传的解释	65
二、连锁遗传的验证	66
第三节 连锁和交换的遗传机理	68
第四节 交换值及其测定	70
一、交换值	70
二、交换值的测定	70
第五节 连锁遗传的应用	72
第六节 性别决定与性连锁	73

一、性别决定	73
二、性连锁	77
复习思考题	79
第四章 数量性状遗传	81
第一节 数量性状的遗传特征	81
第二节 数量性状遗传的多基因假说	84
一、多基因假说的实验根据	84
二、多基因假说的要点	87
第三节 数量性状的遗传率	88
一、遗传率的概念	88
二、广义遗传率的估算方法	89
三、狭义遗传率的估算方法	90
四、遗传率在植物育种上的应用	95
复习思考题	97
第五章 近亲繁殖和杂种优势	99
第一节 近亲繁殖及其遗传效应	99
一、近交繁殖的概念	99
二、自交的遗传效应	99
三、近交系数与血缘系数的概念及其计算	101
四、各种不同的近亲交配系统在相继世代中的纯合性	104
五、回交的遗传效应	105
第二节 纯系学说	107
一、约翰生揭示纯系学说的试验	107
二、纯系学说的要点	108
第三节 异花授粉植物的自交不亲和性	109
一、异态自交不亲和性	109
二、同态自交不亲和性	110
第四节 杂种优势	111
一、杂种优势的概念	111
二、杂种优势表现的特点	112
三、 F_2 群体杂种优势衰退	113
四、杂种优势的遗传机理	114

五、染色体倍性与杂种优势的关系	117
六、近亲繁殖和杂种优势在育种上的利用	118
复习思考题	120
第六章 基因突变与染色体变异	121
第一节 基因突变.....	121
一、基因突变的概念和类别	121
二、基因突变的时期和部位	122
三、基因突变的特征	123
四、基因突变率及其测定	125
第二节 染色体结构变异	127
一、缺失	127
二、重复	129
三、倒位	130
四、易位	132
第三节 染色体数目变异	135
一、染色体数目及其变异类型.....	135
二、整倍体及其遗传	137
三、非整倍体及其遗传	143
复习思考题	146
第七章 细胞质遗传	148
第一节 细胞质遗传的现象和特征	148
一、细胞质遗传的概念	148
二、细胞质遗传现象的发现	148
三、细胞质遗传的特征	149
四、母性影响	149
第二节 细胞质遗传的物质基础.....	150
一、细胞质基因的存在	150
二、核基因、细胞质基因与性状表现	152
第三节 植物雄性不育的应用原理	154
一、植物雄性不育的概念和分类	154
二、雄性不育性的外在特征	156
三、雄性配子的发育和败育时期及败育特点	157

四、核基因控制的雄性不育性的遗传特点及利用原理	158
五、细胞质雄性不育性的遗传特点及利用原理	160
六、生态遗传雄性不育性的性状表达及利用原理	162
七、雄性不育性表达的复杂性	165
复习思考题	166
第八章 细菌和病毒的遗传	168
第一节 细菌和病毒在遗传研究中的意义	168
一、细菌	168
二、病毒	170
三、细菌和病毒在遗传研究中的优越性	171
第二节 噬菌体的遗传分析	171
一、噬菌体的生活周期	171
二、噬菌体的基因重组	173
第三节 细菌的遗传分析	174
一、转化	174
二、接合	178
三、性导	182
四、转导	183
复习思考题	186
第九章 遗传物质的分子基础	187
第一节 DNA 是主要遗传物质	187
一、DNA 是遗传物质的间接证据	187
二、DNA 是遗传物质的直接证据	188
第二节 核酸的化学结构与自我复制	190
一、核酸的种类及分布	190
二、核酸的分子结构	191
三、核酸的自我复制	196
第三节 DNA 与蛋白质的合成	198
一、DNA 与遗传密码	198
二、DNA 与蛋白质的合成	200
三、中心法则及其发展	203
复习思考题	203

第十章 基因的本质及其表达与调控	204
第一节 基因的概念	204
一、基因的概念及其发展	204
二、基因的作用与性状的表达	208
第二节 基因突变的分子基础	209
一、突变的分子机制	209
二、突变的修复	213
第三节 基因的调控	215
一、基因调控概述	215
二、原核生物的基因调控的基本模式	215
三、真核生物的基因调控的基本模式	218
第四节 基因工程概述	227
一、基因工程的概念	227
二、基因工程的操作过程	228
三、基因工程的应用及展望	233
第五节 基因组学概述	235
一、基因组学及其研究内容	235
二、基因组图谱的构建	236
三、基因组 DNA 的序列测定	237
四、基因组功能的分析	238
复习思考题	239
第十一章 群体遗传与进化	240
第一节 基本概念	240
一、群体和孟德尔群体	240
二、基因型频率和基因频率	240
第二节 哈德-温伯格定律	243
一、哈德-温伯格定律的内容	243
二、哈德-温伯格定律的生物学例证	244
三、基因频率的计算	245
第三节 改变群体遗传组成的因素	246
一、随机交配的偏移	246
二、基因突变	247

三、选择	248
四、迁移	250
五、遗传漂移	251
第四节 生物进化	251
一、生物进化概述	251
二、达尔文的进化学说及其发展	254
三、分子水平的进化	255
第五节 物种的概念与形成方式	256
一、物种的概念	256
二、物种形成的方式	257
复习思考题	258
教学实验	260
实验一 石蜡制片法	260
实验二 孚尔根染色法	261
实验三 花粉母细胞的制片	263
实验四 植物染色体核型分析	264
实验五 玉米的有性杂交和杂种的性状分析	266
实验六 遗传率的估算	268
实验七 植物多倍体的诱发实验	270
实验八 小麦雄性不育的鉴别	272
实验九 人群中 PTC 味盲基因频率的分析	273
实验十 植物材料中 DNA 的分离提取	275
实验十一 <i>E. coli</i> 感受态细胞的制备和转化	277
主要参考文献	279

绪 论

一、遗传学的研究对象和任务

遗传学 (genetics) 是研究生物遗传和变异的科学。遗传和变异是生物体最基本的属性, 是生命世界的一种自然现象。生物子代与亲代相似的现象就是遗传 (heredity), 但子代与亲代以及同亲本的后代个体之间总是存在不同程度的差异, 这就是变异 (variation)。

人类在生产活动中早就认识到了生物的遗传和变异现象。“种瓜得瓜, 种豆得豆”, “母生九子, 连母十样”, 就是我国民间对遗传和变异现象的形象概括。遗传与变异是生命运动中的一对矛盾, 它们相互对立, 相互制约, 在一定条件下又相互转化。遗传是相对的、保守的, 而变异是绝对的、发展的。没有遗传, 生物不可能保持物种和性状的相对稳定性; 没有变异, 则不会产生新的性状, 也就不可能有物种的进化和新品种的选育。遗传和变异这对矛盾不断运动, 经过自然选择, 才形成形形色色的物种, 同时经过人工选择, 才育成适合人类需要的众多品种。因此, 遗传、变异和选择是生物进化发展和新品种选育的 3 个基本因素。

遗传学的研究内容可概括为 3 个方面: ① 遗传物质的本质, 包括遗传物质的化学本质、所包含的遗传信息、结构、组织和变化等。② 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, 包括基因在群体中的数量变迁等。③ 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、生物个体发育中基因的作用机制等。遗传学的任务就是从研究遗传变异的现象出发, 探索遗传变异的原因及其物质基础, 揭示其内在的规律, 进而指导人们能动地改造生物, 控制种性, 为人类谋福利。

二、遗传学的产生和发展

(一) 遗传学的建立

遗传学和其他科学一样, 是劳动人民在长期的生产实践和科学实验中总结

出来的。从远古时起，人们在农业生产和饲养家畜中，就已注意到遗传和变异的普遍性。如我国春秋战国时期就有“桂实生桂，桐实生桐”、“种麦得麦，种稷得稷”，东汉时期又有“嘉禾异种……常无本根”的记载，说明当时人们已认识到了生物的遗传和变异现象。对遗传和变异现象进行系统研究则始于19世纪。法国生物学家拉马克（J. B. Lamarck, 1744—1829）通过对生物遗传变异现象的研究，提出器官的用进废退（use and disuse of organ）和获得性遗传（inheritance of acquired characters）等学说，认为环境条件的改变是生物变异的根本原因。这些论说虽有一些唯心主义的成分，但对后来生物遗传进化说的研究和发展具有重要的推动作用。19世纪中叶，英国学者达尔文（C. Darwin, 1809—1882）广泛研究了生物遗传变异和进化的关系，于1859年发表了《物种起源》，提出了自然选择（natural selection）和人工选择（artificial selection）的生物进化学说，有力地论证了生物是由简单到复杂、由低级到高级逐渐进化的，否定了传统的物种不变的观点，成为19世纪自然科学中最伟大的成就之一。在对遗传变异现象的解释方面，达尔文承认获得性遗传的一些论点，并提出泛生假说（hypothesis of pangenesis）。19世纪末，德国学者魏斯曼（A. Weismann, 1834—1914）提出了种质连续论（theory of continual of germplasm），这一理论对后来遗传学的发展产生了重大而广泛的影响。1856年奥地利学者孟德尔（G. J. Mendel, 1822—1884）对豌豆进行杂交试验，并进行了细致的后代记载和统计分析，1865年发表了题为《植物杂交试验》的论文，首次揭示出性状分离和独立分配的遗传规律，认为性状遗传是受细胞中的遗传因子控制的。孟德尔对遗传规律的重大发现当时并未引起人们的重视，直到1900年，3位植物学家：荷兰的狄·弗里斯（H. de Vries）、德国的柯伦斯（C. Correns）和奥地利的柴马克（E. Tschermak）分别用不同植物进行了与孟德尔早期研究相类似的杂交试验，并做出了与孟德尔相似的解释，从而重新发现和证实了孟德尔的遗传规律，确认了它的重大意义。因此，1900年被公认为是遗传学建立和开始发展的一年。

（二）遗传学的发展

按照研究的特点，遗传学的发展大致可分为3个时期。

1. 细胞遗传学时期（1900—1939年） 这一时期遗传学研究的主要特征是验证了孟德尔遗传规律的普遍意义，发展了孟德尔遗传学说，研究工作从个体水平进展到细胞水平，并确立了一些遗传学基本概念。

1901—1903年，狄·弗里斯发表了“突变学说”。1902—1903年鲍维里（T. Boveri）和萨顿（W. Sutton）发现遗传因子的行为与染色体行为呈平行关系。1909年约翰生（W. L. Johannsen）发表了“纯系学说”，并称孟德尔假定