

全国高等师范专科学校教材



遗传学

郭德栋 主编

东北师范大学出版社

Q
G
D
S
F
Z
K
X
X
J
C

全国高等师范专科学校教材

遗传学

主 编 郭德栋

副主编

杨文川 梁跃初

杨永年 杨春泽

东北师范大学出版社

长 春

(吉)新登字 12 号

遗 传 学

YICHUANXUE

郭德栋 主编

责任编辑: 刘淑郁	封面设计: 李冰彬	责任校对: 刘 雨
东北师范大学出版社出版 (长春市人民大街 138 号)	吉林省新华书店发行 东北师范大学出版社激光照排中心制版 (邮政编码: 130024)	吉林省吉新月历公司印刷
开本: 850×1168 1/32	1999 年 1 月第 1 版	
印张: 11.25	1999 年 3 月第 3 次印刷	
字数: 290 千	印数: 0 001—3 000 册	
ISBN 7 - 5602 - 0190 - 3 / Q · 1	定价: 13.50 元	

本书编写人员

主 编 郭德栋

副主编 杨文川 梁跃初

杨永年 杨春泽

各章执笔人：

郭德栋（黑龙江大学）

杨文川（信阳师范学院）

梁跃初（湖南大学邵阳分校）

杨永年（佳木斯师范专科学校）

杨春泽（保定师范专科学校）

鲁青喜（怀化师范专科学校）

龚常春（大庆师范专科学校）

资柏林（湖南林业专科学校）

李广军（临沂师范专科学校）

赵田夫（齐齐哈尔铁路局教育学院）

插图设计：张友才 张惠明 杨永年

绪论、第十二章

第二、三章

第四、九章

第六、八章

第五、十一章

第十三章

第十章、实验指导

第一章、实验指导

第七章

第二章部分内容

修 订 说 明

10年前,国家教育委员会师范司组织制订了《1988~1990年二年制师专八个专业教材编写出版规划》,我社作为本系列教材出版单位之一,承担了其中部分教材的组织编写和出版的任务,涵盖了中文、历史、数学、地理、生物等学科。本套教材于1989、1990两年里陆续出版。

这套教材的出版,改变了我国以往师专教材不成体系、不成系统、不成规模的零散、单科的局面,为全国师专教学提供了一套统一的、高质量的教材。10年里,这套教材的广泛使用,对于提高师专的教学质量,起了很好的推动作用。

随着时间的推移,这套教程的修订工作也提到日程上来了,主要是由于:

1. 10年里各学科的新成果、新进展需要加以吸收;
2. 一些陈旧的观点、提法、例句、引文等需要加以修改;
3. 一些结构、繁简不尽合理之处需加以调整;
4. 有些教材原来过详,类似自读课本,文字量也偏大,需进行压缩。

基于此,我社组织本教材作者和聘请部分专家,针对每部教材的不同情况,分别作出全部修订、部分修订、暂不修订等决定。今年1月,第一批修订工作开始,首批修订的教材有《文学概论》、《中国现代文学》、《中国当代文学》、《古代汉语》、《中国古

代文学》、《中学语文教材教法》、《世界通史》、《中国历史要籍介绍与选读》、《高等数学》、《解析几何与线性代数》、《中国地理》(上、下册)、《世界地理》(上、下册)、《地图学》、《动物学》(上、下册)、《植物学》(上、下册)、《遗传学》、《农业基础》等,到10月初,各科修订已基本完毕。通过组织专家对各科教材的审定,专家们认为通过此次修订,使教材的内容更丰富也更精练,充分吸收了近年研究的新发现、新成果、新学说,又不失其基本框架、基本结构和基本体系,既突出了教材的特点,又为进一步深入学习和研究提供了更丰富的材料。相信这套修订本的出版,会给全国师专教学带来一股春风。

您在使用本套修订教材中,有什么建议,请随时来信告知。

东北师范大学出版社

1997年11月

前 言

遗传学是高等师范专科学校生物专业的主要基础课。本课程的教学旨在使学生获得遗传学方面的基本知识、基础理论和基本技能，树立辩证唯物主义观点，以及热爱劳动、热爱科学、热爱生物课教学的基本思想，提高分析问题和解决问题的能力，以适应当前教育体制改革，实施九年义务教育制对师资培养的迫切需要。

本教材最初是根据多数高等师范专科学校执行的教学计划编写的。后根据国家教委1988年7月在长春召开的全国二年制师专教材编写出版规划会议精神，依据1988年5月国家教委师范教育司在黄州主持的“二年制师范专科学校生物专业教学大纲审定会”上通过的《遗传学大纲》对全书作了修改。

本教材是作者在认真总结多年教学经验的基础上写成的。全书力求贯彻改革精神，突出师范教育的特点，紧密联系中学教学实际；坚持科学性、直观性；深入浅出，易教易学。全书共含13章。每章配有习题。书后附有实验指导。

本书在编写过程中，承蒙东北师范大学生物系何孟元教授就编写大纲提出的一些很好的修改意见。在初稿完成后，承蒙全国遗传学教育专业委员会主任季道藩教授和哈尔滨师范大学李集临教授予以审阅并作了修改。在此谨致衷心的感谢。

由于我们水平所限，在编写此书中之不妥之处，仍难免，恳请读者批评指正。

编 者

1991年1月

目 录

绪 论.....	1
一、遗传学的任务	1
二、遗传学的发展简史	2
三、遗传学的理论及实践意义	5
第一章 遗传的细胞学基础.....	8
第一节 细胞概说	8
一、原核细胞与真核细胞	8
二、细胞的结构	8
第二节 遗传物质的载体——染色体	11
一、染色体的形态结构.....	12
二、巨型染色体	17
三、染色体的数目和大小	18
第三节 染色体在细胞分裂中的传递	21
一、原核细胞的分裂.....	22
二、细胞的有丝分裂.....	22
三、细胞的减数分裂	26
第四节 配子发生和染色体周史	30
一、高等动物配子发生和生活史.....	30
二、高等植物配子发生和世代交替	30
第二章 孟德尔规律	34
第一节 分离规律	34
一、性状、自交和杂交.....	34
二、一对相对性状的杂交试验.....	35

三、显性性状的表现方式及其与环境的关系	41
第二节 自由组合规律	43
一、两对和两对以上相对性状的遗传现象	43
二、多对相对性状遗传现象的解释	45
三、自由组合规律的验证	48
四、统计原理在遗传研究中的一些应用	49
五、基因互作	56
六、孟德尔规律的意义	60
第三章 连锁与交换规律	65
第一节 连锁遗传现象	65
第二节 连锁交换的机制	67
第三节 交换值及其测定	70
一、交换值的概念	70
二、交换值的测定	71
第四节 基因定位和连锁遗传图	74
一、基因定位	74
二、遗传干涉	81
三、连锁遗传图	81
四、链孢霉的四分子分析与着丝点作图	83
第五节 连锁交换规律的意义	85
第四章 性别决定与伴性遗传	90
第一节 性别决定	90
一、性染色体决定性别	91
二、基因决定性别	94
三、染色体倍数决定性别	96
四、环境决定性别	96
第二节 性别分化与控制	98
一、性别的分化	98
二、性别的控制	101
第三节 性别畸形	102

一、睾丸退化症与卵巢退化症	102
二、男性假两性畸形和女性假两性畸形	105
第四节 伴性遗传	106
一、果蝇的伴性遗传	106
二、人的伴性遗传	106
三、鸡的伴性遗传	109
四、植物的伴性遗传	110
第五章 细菌和噬菌体的遗传	114
第一节 细菌和噬菌体的遗传基础	114
一、细菌的遗传基础	114
二、噬菌体的遗传基础	116
第二节 噬菌体的遗传分析	118
第三节 细菌的遗传分析	121
一、细菌接合	121
二、转化和转导	126
第六章 染色体畸变	130
第一节 染色体的结构变异	130
一、缺失	131
二、重复	134
三、倒位	137
四、易位	140
第二节 染色体数目的变异	143
一、染色体组的概念及其变异类型	143
二、整倍体的变异	144
三、非整倍体变异	154
第七章 遗传物质的分子基础	160
第一节 核酸是遗传物质的证据	160
一、转化	160
二、噬菌体感染	161
三、烟草花叶病毒的重建	163

第二节 中心法则	163
一、DNA 和 RNA 的分子结构和复制	163
二、转录	170
三、蛋白质的合成	172
四、中心法则及其发展	177
第三节 基因的概念和调控	180
一、基因概念	180
二、基因调控	183
第八章 基因突变	190
第一节 基因突变概述	190
一、基因突变的概念及类别	190
二、基因突变的频率与时期	191
三、基因突变的特征	193
第二节 基因突变的表现与测定	196
一、基因突变的表现	196
二、基因突变的测定	198
第三节 突变的分子机制	200
一、碱基替换	201
二、移码突变	203
第四节 诱变剂及其作用	204
一、化学诱变剂及其作用	204
二、物理诱变因子及其作用	206
三、基因突变的意义	208
第九章 细胞质遗传	211
第一节 细胞质遗传的现象和特点	211
一、细胞质遗传现象	211
二、细胞质遗传的特点	217
第二节 细胞质遗传的物质基础	219
一、细胞质基因	219
二、细胞质基因的特征	221

第三节 细胞质遗传与细胞核遗传的相互关系	222
一、细胞质基因受核基因控制	222
二、细胞质对核基因作用的调节	225
三、个体发育中质基因与核基因的关系	226
四、核质互作的辩证统一关系	230
第十章 遗传工程	234
第一节 细胞工程	234
一、细胞融合	234
二、细胞核移植与细胞器移植	238
第二节 基因工程	239
一、目的基因的获得	239
二、基因的运载工具	243
三、DNA 重组体的构成及表达	244
第三节 遗传工程的应用	247
第十一章 数量性状的遗传	251
第一节 数量性状的特征和遗传机理	251
一、数量性状的特征	251
二、数量性状的遗传机理——多基因假说	252
第二节 数量性状的基本统计方法	256
一、平均数	256
二、方差和标准差	258
第三节 数量性状的表型值及其方差	259
一、表型值	259
二、基因型值	259
三、基因型效应图示	261
四、数量性状表型值方差	263
第四节 遗传力的估算和应用	264
一、遗传力的概念	264
二、遗传力的计算方法	265
三、遗传力的应用	272

第五节 近亲繁殖和杂种优势	272
一、近亲繁殖的遗传效应	272
二、杂种优势	276
第十二章 群体遗传及进化遗传	283
第一节 群体遗传	283
一、孟德尔群体	283
二、遗传平衡定律	284
三、影响遗传平稳的因素	287
第二节 进化遗传	289
一、现代进化理论概述	289
二、分子进化	291
三、染色体、细胞和生物进化	300
四、物种形成	302
第十三章 人类遗传与优生	304
第一节 人类遗传的基本知识	304
一、系谱分析	304
二、染色体分析	306
三、染色体的基因定位	311
第二节 遗传病及其类别	312
一、遗传病的概念	312
二、遗传病的类别及其遗传特点	314
第三节 遗传病的防治	317
一、遗传病的预防	317
二、遗传病的治疗	322
第四节 优生学概述	324
一、优生学的概念	324
二、优生学的发展及研究现状	325
三、研究及提倡优生学的意义	326
四、优生措施	327

遗传学实验指导.....	329
实验一 蚕豆根尖的有丝分裂.....	329
实验二 减数分裂.....	331
实验三 果蝇腺染色体的观察.....	332
实验四 果蝇的形态观察及其生活史.....	334
实验五 单因子杂交实验.....	337
实验六 伴性遗传.....	340
实验七 植物多倍体的诱发及鉴定.....	341
实验八 染色体结构变异及 DNA 的 孚尔根反应.....	342
实验九 植物有性杂交.....	345
实验十 人的染色体核型分析.....	347

绪 论

遗传学是当代引人注目的学科之一，由于其进展迅速，成果突出，已成为生物科学大厦的中心支柱。

一、遗传学的任务

人类有史以来，就观察到生物界子代与其亲代的相似现象，各种生物都毫无例外地表现为“类生类”。人们常说的“种瓜得瓜，种豆得豆”就是对这种相似性的概括总结。这种相似表现为性状或特性从一个世代向另一个世代的传递。任何生物都能通过各种生殖方式产生与自己相似的个体，保持世代间的连续，以绵延其种族。我们把亲代与子代间相似性的传递过程，也就是遗传信息从细胞到细胞，从亲代到子代，世代间的传递过程，叫做遗传。遗传是稳定和保守的，从而使一个物种得到保持。但是，这种稳定性是相对的，各世代间不会绝对地相同，亲代和子代在某些特征上总是存在差异。生物在其繁殖过程中，既保留一些特征，又可能改变一些特征。可以说，生物界没有绝对相同的两个个体，即使是孪生同胞，也不会绝对相同，以人类为例，个体间在肤色、毛发的直弯、眼色、身长、胖瘦等各种性状上，存在着明显差异。我们把亲子代间、个体间的差异叫做变异。遗传和变异总是相互伴随的，同时存在于生物繁殖过程中。也就是说，繁殖不仅与生物遗传有关，而且也 and 变异相关联。没有变异，生物就失去进化的原料，遗传只能是简单的重复；没有遗传，变异不能存留，变异

则将失去意义，生物也不能进化。

遗传和变异的表现都离不开环境条件，因为任何生物都必须生活在环境中，从环境里摄取营养，通过新陈代谢进行生长、发育和繁殖，从而表现出性状的遗传和变异。生物与环境的辩证统一，是生物生存和发展的必要条件。

遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学。其研究范围包括遗传物质的本质，遗传物质的贮存、传递、变异及遗传信息的表达等各方面。随着遗传学的发展，它的定义也在不断演变。随着遗传物质——基因的发现，人们需要研究它的本性及其特点，于是有人便把遗传学定义为研究基因的科学。随着分子遗传学的发展，人们更进一步认为遗传学是研究能够自我繁殖的核酸的性质、功能和意义的科学。由于遗传学揭示的是生物信息的结构、传递及变异进化，所以对生命起源、生物进化、育种实践、疾病防治等各方面都具有重要意义。可以说，遗传学的研究对人类认识自然、改造自然具有重要的理论及实践意义。

二、遗传学的发展简史

遗传学是在人类生产实践中发展起来的。我国是世界上最早的作物和家畜的起源中心之一，在新石器时代的遗址中，就发现了小麦和高粱的种子以及猪、羊、狗等骨化石，说明已有种植业及驯兽业的存在。公元 533~544 年，中国贾思勰所著《齐民要术》一书中论述了各种作物及家畜的饲养，还特别记载了嫁接、繁殖及畜禽的去势等技术。改良品种的活动从那时起，一直未有中断。这些说明古代人类对遗传有些粗浅认识，但是并未形成遗传理论。

17 世纪以前，人们认为生命是自发产生的。随着显微镜的出现，已可看到动物的精子和卵子，证实了“生命来自前存的生

命”。这些观察结果导致了“先成论”，即认为性细胞中含有微小的成体。随着科学技术的进步，证明性细胞中并不存在先成胚胎，而是受精卵单个细胞分裂逐渐发育为成体。

19世纪中叶，达尔文（Darwin）对野生及家养动植物作了大量的调查研究，总结出以自然选择为中心的进化学说，使生物学有了突破性的进展。但是，他对遗传的观念是赞同泛生论的。这一理论认为生物体的每个部分都含有微粒，存在于个体的血液中，最后集中到繁殖器官。个体是双亲融合的代表（即融合遗传理论）。按照这个理论，亲代改变了的性状，即获得性，可以遗传。例如，举重冠军的子女应具有健壮的臂部肌肉，可是，事实并非如此。德国魏斯曼（Weismann）用老鼠尾巴进行试验，将老鼠尾巴连续割去22代，繁殖的老鼠仍然都长尾巴。这些事实，否定了遗传的融合理论。

几乎是同期，1865年，奥地利孟德尔（Mendel）发表了著名的植物杂交实验论文，提出了颗粒遗传理论。他通过豌豆杂交试验，总结出遗传因子的分离和自由组合规律，并应用统计学方法，分析和验证了这些规律，把对遗传现象的研究，从单纯描述推进到正确分析，奠定了现代遗传学的理论基础。为此，他被人们称为“遗传之父”。但是，孟德尔的工作在当时并未引起重视，直到1900年，德·弗里斯（DeVries）、科伦斯（Correns）和冯·切尔马克（Tschermak）等三位植物学家，经过大量研究，在不同地点和不同植物上，得出了与孟德尔相同的试验结果，重新发现了孟德尔所发现的遗传规律时，遗传学才作为一门独立的学科诞生了。

遗传学诞生后，发展很快。1903年，萨顿（Sutton）和博韦里（Boveri）发现染色体与遗传因子行为的平行性，推测染色体是遗传物质的载体。1909年，约翰森（Johannsen）提出用基因（gene）代替孟德尔假定的遗传因子，并区分基因型与表现型，把遗传基础与性状表现科学地予以分离。同年，贝特森（Bateson）提