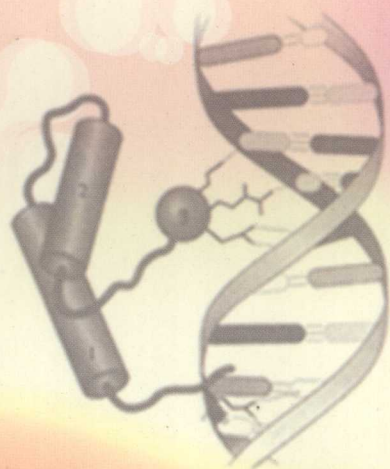




全国高等农林院校“十一五”规划教材

遗传学

易自力 主编



 中国农业出版社

图书在版编目(CIP)数据

全国高等农林院校“十五”规划教材

林蜂授败“五一十” 林蜂授败“五一十”

ISBN 958-1-100-15154-8

遗传学

林蜂授败“五一十” 林蜂授败“五一十”

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第080872号

易自力 主编



中国农业出版社

(北京市西城区德胜门内大街)

(邮编 100126)

电话 010-64523645

2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16

中国农业出版社

(北京市朝阳区麦子店街38号)

图书在版编目 (CIP) 数据

遗传学/易自力主编. —北京: 中国农业出版社, 2008. 7

全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-12124-9

I. 遗… II. 易… III. 遗传学—高等学校—教材 IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 080872 号

易自力 主编

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 100125)

责任编辑 李国忠

北京通州皇家印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

2008 年 8 月第 1 版

2008 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 21

字数: 500 千字

定价: 30.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本教材为编者多年遗传学教学实践经验的结晶,遵循遗传学的发展趋势及其内在的联系,在系统介绍遗传学基本概念、基本原理和方法的基础上,注重经典遗传学与现代遗传学以及遗传学理论和实践应用的有机结合,构建了一套便于学生理解和掌握的教学内容体系。全面地反映了 21 世纪对遗传学教学的基本要求。

本教材分成 3 篇 14 章,第一篇为遗传的物质基础,包括遗传的分子基础、遗传的染色体基础;第二篇为遗传物质传递与表达,包括染色体传递的基本规律、数量性状遗传学、微生物的遗传、细胞质遗传、基因表达的调控、遗传重组、染色体变异、基因突变、群体遗传结构变异、物种的进化;第三篇为遗传操作,包括染色体遗传操作、分子水平的遗传操作。

本书可用于植物生产类、动物生产类、生物科学类、森林资源类、食品科学类、植物保护类专业本科生的遗传学教学,亦可供相关专业的研究生、专科生以及科技工作者参考。

主 编 易自力 (湖南农业大学)

副 主 编 (按姓氏汉语拼音排序)

康向阳 (北京林业大学)

钟 军 (湖南农业大学)

编写人员 (按姓氏汉语拼音排序)

陈军营 (河南农业大学)

康向阳 (北京林业大学)

余朝文 (湖南怀化学院)

徐刚标 (中南林业科技大学)

薛 香 (河南科技学院)

杨自立 (内蒙古农业大学)

易自力 (湖南农业大学)

张子学 (安徽科技学院)

钟 军 (湖南农业大学)

前 言

遗传学是研究生物遗传和变异的一门科学，是生物科学中一门体系完整、发展迅速的重要科学，对探讨生命的本质、推动生物科学的发展起着重大的作用。同时，它又是一门紧密联系生产实际的基础科学，对动物、植物和微生物育种以及遗传疾病的防治等方面都具有重要的指导意义。

本教材的编者从多年的遗传学教学实践经验出发，遵循遗传学的发展趋势及其内在的联系，在系统介绍遗传学基本概念、基本原理和方法的基础上，注重经典遗传学与现代遗传学以及遗传学理论和实践应用的有机结合，注重遗传学理论知识与实际应用的科学合理结合，构建一套便于学生理解和掌握的教学内容体系，全面反映了 21 世纪对遗传学教学的基本要求。

本书具有以下几点特色：

1. 构建了新的课程体系 全书分为遗传的物质基础篇、遗传物质传递与表达篇和遗传操作篇 3 个部分。遗传的物质基础篇包括遗传的分子基础和遗传的染色体基础两章，涵盖了遗传学的物质基础及遗传信息的流动。遗传物质传递与表达篇包括染色体传递的基本规律、数量性状遗传、微生物的遗传、细胞质遗传、基因表达的调控、遗传重组、染色体变异、基因突变、群体遗传结构变异和物种进化共 10 章，介绍了本学科各领域的理论和研究方法。遗传操作篇包括细胞水平的遗传操作和分子水平的遗传操作两章，介绍本学科遗传学的应用技术。

2. 培养新的思维能力 本书在传授知识的同时，也传授思维方法和获取新知识的能力。这些方法和能力主要体现在一些经典的试验设计、结果分析、推论及其验证中。此外，本书非常重视开阔学生的视野，培养学生探索和创新的能力。

3. 通用性和灵活性 本书内容适用于农林院校各专业使用，同时适用于其他院校的生物类专业。教师可根据不同专业和不同学时数，灵活选择和组合不同的教学内容。

本教材包括绪论和 14 章,其中绪论和第十二章由易自力编写,第一章和第十四章由钟军编写,第二章和第九章由康向阳编写,第三章由张子学编写,第四章和第十一章由徐刚标编写,第五章和第七章由余朝文编写,第六章和第十三章由陈军营编写,第八章由杨自立编写,第十章由薛香编写。全书由易自力统稿和定稿。

本教材在编写过程中,得到了各编写人员所在院校的大力支持,湖南农业大学的王坤和尹嵘同学参与本书图片的处理。在此谨向他们表示最诚挚的谢意!

由于编者的水平有限,加之编写时间匆促,本教材中难免存在缺点或错误。恳请读者不吝指正,以便修订完善。

编 者

2008 年 5 月

前言	1
绪论	1
教学目标	1
一、遗传学概述	1
二、遗传学的产生和发展	4
三、遗传学在科学和生产发展中的应用	6
小结	8
复习思考题	8
第一篇 遗传的物质基础	
第一章 遗传的分子基础	9
教学目标	9
第一节 遗传物质的证实	9
一、DNA 是主要遗传物质的间接证据	10
二、DNA 是主要遗传物质的直接证据	10
第二节 遗传物质的性质与遗传密码	14
一、核酸的化学组成与结构	14
二、遗传密码	18
第三节 遗传信息的传递	21
一、遗传物质的复制	21
二、遗传物质的转录与反转录	25
三、遗传物质的翻译	28
第四节 基因	31
一、经典遗传学对基因的认识	31
二、现代遗传学对基因的认识	32
小结	33
复习思考题	33

第二章 遗传的染色体基础	34
教学目标	34
第一节 染色体	34
一、染色体的形态与数目	34
二、染色体的线性分化	38
三、染色体的超微结构	39
四、特殊染色体	41
第二节 染色体在细胞分裂中的动态	43
一、有丝分裂及其染色体动态	44
二、减数分裂及其染色体动态	45
第三节 染色体在生物生活周期中的动态变化	47
一、低等植物的世代交替	48
二、高等植物的配子形成与世代交替	49
三、高等动物的配子形成和生活史	50
小结	51
复习思考题	52

第二篇 遗传物质传递与表达

第三章 染色体传递的基本规律	53
教学目标	53
第一节 分离规律	53
一、一对相对性状的杂交试验	53
二、分离定律的验证	55
三、分离比实现的条件	57
第二节 独立分配规律	57
一、两对相对性状的杂交试验	57
二、独立分配定律的验证	58
三、多对性状的遗传分析	59
四、基因互作	60
第三节 连锁遗传规律	64
一、连锁与交换	64
二、连锁与交换的遗传机制	66
三、连锁与交换的遗传分析	68
第四节 性别决定与伴性遗传	73

一、性别决定	73
二、性连锁	75
第五节 遗传基本规律的应用	77
一、理论上的应用	77
二、实践上的应用	77
小结	78
复习思考题	79
第四章 数量性状遗传	81
教学目标	81
第一节 数量性状的特点及遗传机理	81
一、数量性状的特点	81
二、数量性状的遗传机理	83
三、数量性状遗传的基因数目分析	84
第二节 数量性状遗传的统计方法和数学模型	85
一、数量性状遗传研究的基本统计方法	85
二、数量性状表现型值和基因型值的分解	86
三、基因型值的遗传组成	86
四、表现型变异和基因型变异	87
第三节 数量性状遗传力的估算和应用	88
一、遗传力的估算	88
二、遗传力的应用	90
第四节 数量性状的基因座	91
一、数量性状位点概述	91
二、数量性状位点的定位原理和步骤	91
三、数量性状位点定位基本方法	92
第五节 近亲繁殖与杂种优势	95
一、近亲繁殖及其遗传学效应	95
二、杂种优势	98
小结	101
复习思考题	102
第五章 微生物的遗传	103
教学目标	103
第一节 真菌的遗传分析	103
一、四分子分析	103
二、四分子重组作图	104

第二节 噬菌体的遗传分析	105
一、噬菌体的结构和生活周期	105
二、噬菌体的遗传分析	107
三、基因的精细结构作图和互补测验	110
第三节 细菌的遗传分析	112
一、转化	112
二、接合	114
三、性导	120
四、转导	121
小结	123
复习思考题	124
第六章 细胞质遗传	126
教学目标	126
第一节 细胞质遗传的概念和特点	126
一、细胞质遗传的概念	126
二、细胞质遗传的特点	127
第二节 母体影响	128
一、母体影响的遗传现象	128
二、母体影响的遗传学特点	130
第三节 细胞质遗传及其分子基础	130
一、细胞质遗传现象	130
二、细胞质遗传的物质基础	134
三、细胞核基因与细胞质基因的关系	139
第四节 植物雄性不育的遗传	140
一、植物雄性不育性的类型及其特点	140
二、雄性不育的发生机理	143
三、植物雄性不育性的应用	144
小结	146
复习思考题	146
第七章 基因表达的调控	148
教学目标	148
第一节 原核生物基因表达的调控	148
一、DNA 结构水平上的调控	148
二、转录水平的调控	149
三、翻译水平的调控	155

第二节 真核生物基因表达的调控	157
一、DNA 水平的调控	157
二、染色体水平的调控	159
三、转录水平的调控	159
四、转录后水平的调控	162
五、翻译水平的调控	165
六、RNA 干涉与基因表达的调控	167
小结	169
复习思考题	169
第八章 遗传重组	171
教学目标	171
第一节 遗传重组的类型及效应	171
一、遗传重组的类型	171
二、遗传重组的遗传学效应	172
第二节 同源重组	173
一、同源重组的特征	173
二、同源重组的分子模型	174
三、异源双链与基因转换	175
四、真核生物的联会与真核生物的同源重组	176
第三节 位点特异性重组	177
一、 λ 噬菌体在大肠杆菌中的整合与切除	177
二、 λ 噬菌体位点特异性重组过程	178
第四节 转座重组	179
一、原核生物的转座子	179
二、真核生物的转座子	181
三、逆转座子	183
小结	185
复习思考题	185
第九章 染色体变异	186
教学目标	186
第一节 染色体结构变异	186
一、染色体结构变异的发生机理	186
二、染色体结构变异的类型	188
三、染色体结构变异的应用	199
第二节 染色体数目变异	201

目 录

一、染色体数目变异概述	201
二、单倍体	203
三、多倍体	205
四、非整倍体	212
小结	214
复习思考题	215
第十章 基因突变	217
教学目标	217
第一节 基因突变概述	217
一、基因突变概述	217
二、基因突变的表现	219
三、基因突变的一般特征	220
第二节 基因突变的分子基础	222
一、基因突变的分子机制	222
二、基因突变的修复	223
第三节 基因突变的鉴定	225
一、植物基因突变的鉴定	225
二、微生物基因突变的筛选与鉴定	226
第四节 基因突变的诱发	228
一、物理诱变	228
二、化学诱变	229
小结	231
复习思考题	231
第十一章 群体遗传结构变异	232
教学目标	232
第一节 群体的遗传平衡	232
一、群体的遗传结构	232
二、遗传平衡定律	233
第二节 影响群体遗传平衡的因素	236
一、突变	237
二、选择	238
三、迁移	242
四、遗传漂移	242
小结	243
复习思考题	244

第十二章 物种进化	245
教学目标	245
第一节 生物进化理论	245
一、进化的基本概念	245
二、进化的主要学说	247
第二节 进化的遗传基础	250
一、基因的进化	250
二、基因组的进化	251
三、蛋白质的进化	252
第三节 物种的形成	254
一、物种的概念	254
二、物种形成的模式和机制	255
小结	257
复习思考题	258
第三篇 遗传操作	
第十三章 染色体遗传操作	259
教学目标	259
第一节 细胞水平的遗传操作	259
一、植物的组织器官培养	260
二、植物细胞培养与细胞融合	265
三、体细胞无性系变异	271
四、细胞工程的应用	273
五、细胞器转移及其应用	274
第二节 染色体水平的遗传操作	275
一、染色体工程的概念	276
二、染色体工程操作的水平	276
小结	288
复习思考题	289
第十四章 分子水平的遗传操作	290
教学目标	290
第一节 基因工程的工具	290
一、酶	290

目 录

二、载体	291
第二节 目的基因的分离和克隆	294
一、从基因文库中分离和克隆	295
二、聚合酶链式反应	297
三、人工合成基因	298
第三节 重组体的转化和转化子的鉴定	298
一、重组体转化的方法	298
二、转化子鉴定的方法	301
第四节 基因工程的应用	305
一、基因工程与农业	305
二、基因工程与畜牧业	306
三、基因工程与医药	306
四、基因工程与工业	307
小结	307
复习思考题	308
附录 常见遗传学用词英汉对照	309
主要参考文献	318

.....	章三十第
.....	林日学第
.....	章一第
.....	一
.....	二
.....	三
.....	四
.....	五
.....	章二第
.....	一
.....	二
.....	小
.....	其
.....	章四十第
.....	林日学第
.....	章一第
.....	一

绪论

教学目标

◆ 遗传学的基本概念

1. 掌握遗传与变异的基本概念及其与环境条件的关系
2. 了解遗传学的定义及遗传学研究的基本任务

◆ 遗传学的产生和发展

了解遗传学产生与发展的基本过程及趋势

◆ 遗传学的应用

了解遗传学研究在理论与实践上的重要意义

一、遗传学概述

遗传学 (genetics) 是生命科学中一门体系完整、发展最迅速的重要学科, 对探讨生命本质、探索生命的起源和生物进化、推动生物科学及其相关学科的发展起着重要作用。同时, 它又是一门紧密联系生产实际的基础学科, 对探讨生命本质、指导动物、植物和微生物的育种以及遗传疾病的防治都有重要意义。

(一) 遗传学的概念

遗传学的概念最早是由英国剑桥大学遗传学教授贝特森 (Bateson, W.) 教授提出来的, 他将遗传学定义为研究生物遗传和变异的科学。当时的遗传学主要研究生物个体的遗传规律, 而变异只作为研究遗传的一种手段。

当遗传学的基本规律被阐明之后, 人们注意到遗传和变异是由遗传信息决定的, 所以遗传学也是研究生物体遗传信息的组成、传递和表达规律的科学。由于遗传信息是由基因的结构决定的, 而遗传信息表达为具体性状既是基因功能的实现又是基因结构和功能之间因果关系的体现。从这个意义上来说, 遗传学又是研究基因的结构、传递和表达规律的科学。因此, 美国遗传学家缪勒 (Muller, H. J.) 于 1948 年将遗传学定义为研究基因的科学。该定义包括 3 方面的含义, 一是研究基因的物理结构和化学结构, 二是研究基因在世代间的传递规律, 三是研究基因在生物代谢和发育中的作用, 即基因表达及其调控。

随着人们对遗传与变异规律的逐步掌握、对遗传物质本质认识的逐步深化和对遗传物质进行体外操作的遗传工程技术的兴起, 人们从不同的角度理解遗传学的含义。尽管如此, 现在一般仍认为, 遗传学是研究生物的遗传物质本质和结构、遗传信息的传递与表达及其在该过程中发生变异规律的科学。

(二) 遗传学研究的内容和任务

1. 遗传学研究的内容

(1) 遗传与变异 各种生物无论通过哪种繁殖方式来延续生命,繁衍种族,一般都能保持各自种族的特征和特性,使得子代个体总能够与其亲本个体之间有着某种相似性,而且这种相似性可以从不同角度、不同层次和不同水平上表现出来,具体可以归纳为下述几个方面。

①群体水平:由于地缘隔离和历史等方面的原因,形成了动植物的不同品种和人类的不同种族,而品种和种族内的个体在特征和特性方面则表现出一定的相似性和稳定性。如长白猪和东北民猪在外貌特征和特性差别较大,长白猪一般具有被毛白色、体长、垂耳的特点,而东北民猪则具有被毛黑色、皮厚耐寒和生长速度慢的特点。

②个体水平:民间谚语中说“龙生龙,凤生凤,老鼠生来会打洞”。也就是说,物种在世代间有相似性鼠的后代仍然是鼠,母鸡都有产蛋的特性,牛都有四个胃并有反刍特性,青霉菌都能产生青霉素等。总之,一切生物类群中的个体,其亲代与子代在外貌、形态、组织结构和特性方面都有上下代间的连续性。

③细胞水平:外科进行植皮手术时,如果取皮于患者本身则较容易愈合,而取皮于他人或其他动物,则难以愈合。这说明在个体间、种属间的同类细胞是有所差异的,而在个体内部、种属内部的细胞都不同程度地保持着该个体的特色。另外,在进行细胞杂交实验中,同种内个体细胞间杂交较容易融合,形成共核体,而不同种属间的细胞杂交则不易融合。

④染色体水平:有一种初生婴儿哭声无力、似猫叫,即所谓的人类遗传性疾病猫叫综合征。经过研究发现,该病是由于患儿的第5号染色体中的一条短臂缺失,并易位于其他染色体上造成的,因此又叫5p⁻综合征,这种病例占新生儿的1/50 000,有上下代传递的可能。

⑤分子水平(DNA水平):某些细菌具有抗四环素的特性是由于菌体内含有抗四环素的基因;用遗传工程技术,以大肠杆菌为生物反应器生产胰岛素,是由于人为地将高等生物的胰岛素基因转移至大肠杆菌并得到表达,而这种新特性可在上下代稳定传递。

综上所述,生物个体间的相似性是指通过肉眼所能观察到的或通过各种技术手段所能识别的一切表现型共同特征,而遗传是遗传物质(或基因)在具有亲缘关系的生物个体间传递,并在个体间表达出相似的功能的现象和过程。亲代与子代之间以及子代之间相似性的现象就是遗传(heredity)。那些表面看上去似乎是不遗传的性状,其实从分子水平上来看也是一种遗传现象。比如血型分别是A型和B型的父母,子女中出现了O型血个体,这是因为父母都把O型血的基因传给了这个后代。

当我们在观察生物遗传现象的同时,也会注意到这种遗传现象也仅仅是具有相似性,而并非相同,正所谓“一母生九子,九子各不同”就是这个道理,即使是同卵双生个体,也会有一些微小的差别。因为即使遗传组成完全相同,由于性状和特征是由遗传因素和环境因素共同作用的结果,而环境的差异仍会造成个体之间的差异。我们将同种生物亲代与子代间以及子代不同个体之间的差异称为变异(variation)。

遗传和变异现象是生命活动的基本特征之一,是生物进化和品种形成的内在原因。在生命运动过程中,遗传是相对的、保守的,而变异是绝对的、发展的。没有遗传,物种就不可能保持相对稳定,变异就不能固定和累积,也就失去了意义,生物也就不可能进化。同样,没有变异,也就没有