



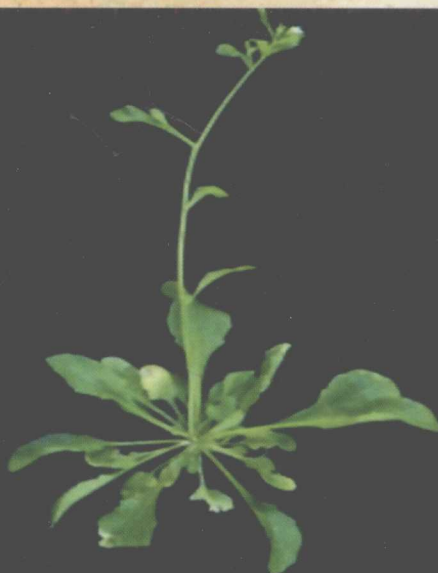
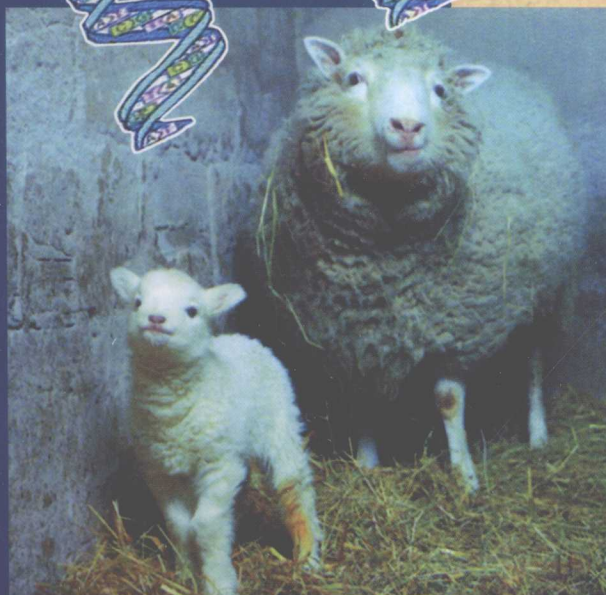
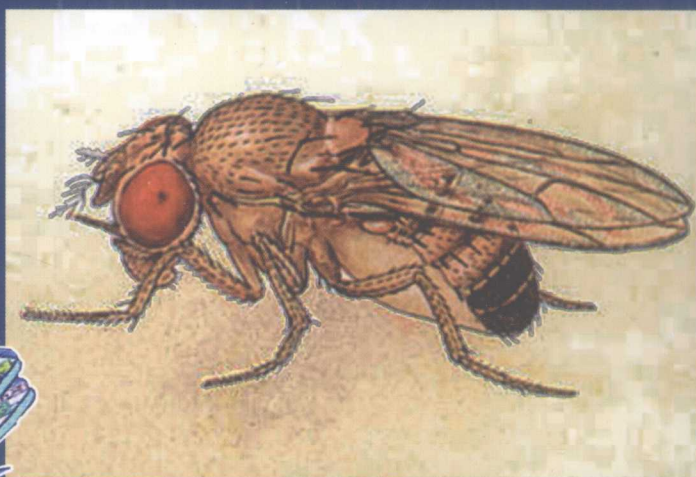
北京市高等教育精品教材立项项目

张飞雄 李雅轩 主编

普通遗传学

(第二版)

General Genetics



科学出版社

www.sciencep.com



北京市高等教育精品教材立项项目

高等师范院校新世纪教材

普通遗传学

(第二版)

张飞雄 李雅轩 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书根据高等师范院校对学生知识的要求和培养性质,本着“基础性、前瞻性、实验性和系统性”的原则,对遗传学的基本概念和原理做了系统、翔实的介绍,并将遗传学的最新进展适时穿插其中;同时,从分子水平、细胞水平、个体水平和群体水平,从现象到本质进行了较为集中和深入的讨论,使学生在掌握遗传学的基本知识和基本技能的基础上,把握遗传学的发展全貌、动态和趋势。

全书共有 12 章,包括遗传物质的结构功能以及传递规律、Mendel 定律及其扩展、连锁互换与基因作图、性别决定与性连锁遗传、细菌与噬菌体的遗传分析、遗传重组、染色体畸变、基因突变、细胞质遗传、数量性状遗传、基因调控与发育、群体遗传与进化等。每章之前都有提要,之后附有思考题,以利于巩固所学知识。书后附有中英文索引和参考文献,供检索和进一步学习、阅读之用。

本书特为高等师范院校本科生编写,也可供综合性大学以及农、林、牧、医等相关学科的研究生、本科生、专科生,中等学校生物类教师,科技工作者等参考。

图书在版编目(CIP)数据

普通遗传学/张飞雄,李雅轩主编. —第二版. —北京:科学出版社,2010.1

高等师范院校新世纪教材. 北京市高等教育精品教材立项项目
ISBN 978-7-03-026414-5

I. ①普… II. ①张…②李… III. ①遗传学—师范大学—教材 IV. ①Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 009098 号

责任编辑:陈 露 / 责任校对:刘珊珊
责任印制:刘 学 / 封面设计:一 明

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

江苏省句容市排印厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 9 月第 一 版 开本: A4(890×1240)

2010 年 2 月第 二 版 印张: 16 1/2

2010 年 2 月第六次印刷 字数: 432 000

印数: 21 601—26 200

定价: 31.00 元

《高等师范院校新世纪教材·生命科学系列》

教材编写委员会

主任委员 王全喜

副主任委员 安利国 何奕騫

委员 (按姓氏笔画排序)

王全喜 王宝山 王曼莹 安利国

朱 筠 杨 玲 何奕騫 张飞雄

张红绪 张恒庆 张彦定 林跃鑫

侯和胜 聂刘旺 徐来祥 彭贤锦

魏学智

执行秘书 陈 露

《普通遗传学》(第二版)编辑委员会

主 编 张飞雄 李雅轩

副主编 居超明 顾 蔚

编 委 (按姓氏笔画排序)

马伯军 王身立 杜启艳 李雅轩

汪 鸣 汪琛颖 张飞雄 居超明

胡英考 赵 昕 顾 蔚 蔡民华

主 审 郭平仲

第二版前言

遗传学是生命科学中发展最为迅速、最为活跃的前沿学科之一,也是一门最为基础的学科。掌握好遗传学的基本知识和基本原理,对于进一步深入学习现代分子生物学和生物技术等具有极为重要的作用。

鉴于目前国内遗传学教材的种类和层次偏少,尤其是适合于高等师范院校生命科学类学生学习使用的遗传学教材缺乏的实际,由科学出版社上海分社发起,全国各主要师范院校多年从事遗传学教学工作的教师于2004年组织编写了这本教材。

第二版在修正第一版不足的基础上,继续秉承“基础性、前瞻性、实验性和系统性”的原则,并结合高等师范院校对学生知识的要求和培养性质与特点,充分把握中学生物学教学实际,对教学体系和内容进行了进一步的改革整合,从遗传物质及其传递规律出发,层层深入,在重点阐述遗传学基本知识和基本技能的同时,把遗传学的各分支学科特点,遗传学的发展动态等有机地结合到每一章节,使学生在掌握基本原理和技能的基础上,从宏观视野了解遗传学的发展趋势。每章之前都编有提要,使读者了解其概况;每章之后都附有练习思考题,希望能有助于学生总结消化所学过的内容;书后附有中英文索引和参考文献,供读者检索和进一步学习之用。

本书共12章,各章具体分工如下:绪论由首都师范大学张飞雄老师编写;第1章由首都师范大学胡英考老师编写;第2章和第6章由首都师范大学李雅轩老师编写;第3章由浙江师范大学马伯军老师编写;第4章由安徽师范大学汪鸣老师编写;第5章由陕西师范大学顾蔚老师编写;第7章河南师范大学杜启艳老师编写;第8章和第9章由湖北大学居超明老师编写;第10章由首都师范大学蔡民华老师编写;第11章、第12章和遗传学大事年表由湖南师范大学王身立老师编写、提供;首都师范大学赵昕老师在目录、参考文献和中英文索引的整理以及遗传学大事年表的更新方面作了许多细致的工作。恩师首都师范大学的郭平仲教授审阅了全部书稿;武汉大学、北京师范大学、中央民族大学等高校同仁提出了很多宝贵的建设性意见;科学出版社陈露编辑对本书的编辑和顺利出版花费了大量心血。在此一并表示最诚挚的谢意!

限于编者水平有限,加之编写仓促,书中的错漏和缺点在所难免,竭诚希望广大读者批评指正,以臻完善。

张飞雄

首都师范大学生命科学学院

2010年1月

目 录

第二版前言

绪论	1
0.1 遗传学的基本概念	1
0.1.1 遗传	1
0.1.2 变异	1
0.1.3 遗传与变异的相互关系	1
0.2 遗传学研究的范围 and 任务	2
0.3 遗传学发展概况	2
0.4 遗传学的应用	5
思考题	5
推荐参考书	5
第 1 章 遗传物质	6
1.1 核酸是遗传物质的证据	6
1.1.1 肺炎链球菌的转化实验	6
1.1.2 T ₂ 噬菌体的感染实验	7
1.1.3 烟草花叶病毒的感染实验	8
1.2 遗传物质的组成与复制	9
1.2.1 核酸的化学组成与分子结构	9
1.2.2 核酸复制的一般规律	10
1.2.3 原核生物核酸的组成与复制	14
1.2.4 真核生物 DNA 的复制	14
1.2.5 病毒核酸的组成与复制	14
1.2.6 DNA 的体外合成	15
1.2.7 DNA 的序列分析	17
1.3 遗传物质的传递	20
1.3.1 病毒中遗传物质的传递	20
1.3.2 原核生物遗传物质的传递	20
1.3.3 真核生物遗传物质的传递	21
思考题	24
推荐参考书	24
第 2 章 Mendel 定律及其扩展	25
2.1 遗传的分离和自由组合定律	25
2.1.1 Mendel 试验	25
2.1.2 分离和自由组合定律	29
2.1.3 多因子的自由组合	29
2.1.4 分离定律和自由组合定律的验证	35

2.1.5 遗传的染色体学说	36
2.2 遗传学数据的统计和分析	36
2.2.1 概率及其应用	36
2.2.2 二项式及二项概率	37
2.2.3 卡方检验法(适合度检验)	38
2.3 Mendel 定律的扩展	40
2.3.1 基因与环境	40
2.3.2 等位基因间显隐性的相对性	42
2.3.3 非等位基因间的相互作用	46
思考题	51
推荐参考书	51
第3章 连锁互换与基因作图	52
3.1 连锁与互换现象	52
3.1.1 连锁现象的发现	52
3.1.2 完全连锁与不完全连锁	53
3.1.3 连锁与互换的本质	54
3.1.4 连锁与互换的证据	54
3.2 连锁互换与基因作图	57
3.2.1 两点测交与三点测交	57
3.2.2 真菌的遗传分析	60
3.3 有丝分裂中染色体的分离与重组	66
3.3.1 有丝分裂重组的发现	66
3.3.2 真菌系统中的有丝分裂重组	67
3.3.3 有丝分裂重组作图	68
3.4 连锁群	69
3.4.1 连锁群的定义及遗传学图的制定	69
3.4.2 人类染色体作图	69
阅读材料	
一、人类基因组计划	72
二、后基因组计划	73
思考题	73
推荐参考书	74
第4章 性别决定与伴性遗传	75
4.1 性别决定	75
4.1.1 遗传型性别决定类型	75
4.1.2 环境性别决定类型	76
4.2 伴性遗传	77
4.2.1 X 连锁遗传	77
4.2.2 Y 连锁遗传	80
4.2.3 鸟类的伴性遗传	80
4.2.4 植物的伴性遗传	80
4.2.5 从性遗传和限性遗传	80
4.3 性别分化	81

4.3.1 剂量补偿效应	81
4.3.2 果蝇的性别分化	82
4.3.3 哺乳动物的性别分化	82
4.3.4 环境条件与性别分化	82
思考题	83
推荐参考书	84
第5章 细菌与噬菌体的遗传	85
5.1 细菌与噬菌体的突变型	86
5.1.1 细菌的突变类型	86
5.1.2 噬菌体的突变类型	87
5.2 细菌的遗传与作图	89
5.2.1 接合与中断杂交作图	89
5.2.2 重组作图	94
5.2.3 转化与作图	96
5.2.4 转导与作图	98
5.3 噬菌体的遗传与作图	102
5.3.1 重组实验	103
5.3.2 Benzer 的重组实验——基因的精细作图	105
5.3.3 互补测验	106
5.3.4 缺失作图	107
阅读材料 基因概念的发展	108
思考题	113
推荐参考书	115
第6章 遗传重组	116
6.1 同源重组	116
6.1.1 同源重组的定义	116
6.1.2 同源重组的特点及影响因素	117
6.1.3 同源重组的分子机制	117
6.1.4 同源重组的功能	125
6.2 位点专一性重组	125
6.2.1 位点专一性重组的定义	125
6.2.2 位点专一性重组的特点	125
6.2.3 位点专一性重组的分子机制	126
6.3 转座重组	127
6.3.1 转座重组的定义	128
6.3.2 转座重组的特点	128
6.3.3 转座重组的分子机制	128
6.3.4 转座重组的功能及其应用	129
6.4 异常重组	130
6.4.1 异常重组的定义	130
6.4.2 异常重组的类型和特点	130
6.4.3 异常重组的分子机制	130
思考题	132

推荐参考书	132
第7章 染色体畸变	133
7.1 染色体结构变异	133
7.1.1 缺失	133
7.1.2 重复	135
7.1.3 倒位	136
7.1.4 易位	139
7.1.5 染色体结构变异的机制	143
7.1.6 转座因子与染色体结构变异	143
7.2 染色体数目变异	143
7.2.1 染色体组及染色体数目变异的类型	144
7.2.2 整倍体	144
7.2.3 非整倍体	149
7.2.4 常见的人类染色体数目变异	152
思考题	153
推荐参考书	154
第8章 基因突变	155
8.1 基因突变的特点	155
8.1.1 突变率	155
8.1.2 突变的类型	156
8.1.3 突变体的表型特征	157
8.1.4 基因突变的一般特点	157
8.2 突变的表现和检出	159
8.2.1 <i>E. coli</i> 突变的检出	159
8.2.2 真菌营养缺陷型的检出	160
8.2.3 果蝇突变的检出	161
8.3 基因突变及其分子机制	162
8.3.1 突变的分子基础	162
8.3.2 自发突变的分子机制	163
8.3.3 诱发突变的分子机制	165
8.4 基因突变的修复	168
8.4.1 直接修复	168
8.4.2 切除修复	168
8.4.3 复制后修复	169
思考题	169
推荐参考书	169
第9章 细胞质遗传	171
9.1 细胞质遗传的概念和特点	171
9.1.1 细胞质遗传的概念	171
9.1.2 细胞质遗传的特点	172
9.2 细胞器基因组的遗传	172
9.2.1 叶绿体的遗传	172

9.2.2 线粒体的遗传	174
9.3 细胞核基因和细胞质基因的关系	175
9.3.1 线粒体基因组	175
9.3.2 叶绿体基因组	176
9.3.3 玉米埃型条斑的遗传	177
9.4 非细胞质组分的遗传因子	178
9.4.1 草履虫放毒型的遗传	178
9.4.2 质粒的遗传	179
9.4.3 细胞质遗传资源的重要价值	180
9.5 植物雄性不育	180
9.5.1 雄性不育的遗传决定类型	180
9.5.2 植物雄性不育的利用	181
9.6 母性影响	181
9.6.1 短暂的母性影响	182
9.6.2 持久的母性影响	182
思考题	183
推荐参考书	184
第 10 章 数量性状的遗传	185
10.1 数量性状遗传的特点	185
10.1.1 数量性状的基本特征	185
10.1.2 数量性状与质量性状	187
10.1.3 多基因假说	188
10.1.4 基因的数量效应	190
10.2 数量性状遗传的统计分析	192
10.2.1 平均数	192
10.2.2 方差	193
10.3 遗传力及其估算	194
10.3.1 基因型值及其构成	194
10.3.2 群体方差的理论组成	195
10.3.3 遗传力及估算方法	195
10.4 交配遗传分析	196
10.4.1 近交的遗传效应	196
10.4.2 近交系数	197
10.4.3 杂种优势的解釋	199
思考题	199
推荐参考书	200
第 11 章 基因调控与发育	201
11.1 基因表达与调控	201
阅读材料 基因调控概念的历史渊源	202
11.1.1 原核生物基因调控简述: 操纵子学说	203
11.1.2 真核生物基因调控简述	206
11.2 发育与细胞分化	214
11.2.1 果蝇的发育基因	214

11.2.2 体细胞的全能性问题	215
思考题	216
推荐参考书	217
第12章 群体遗传与进化	218
12.1 群体遗传学中的几个基本概念	218
12.1.1 Mendel 群体	218
12.1.2 基因库	218
12.1.3 基因频率与基因型频率	218
12.2 遗传平衡定律——Hardy-Weinberg 定律	219
12.3 Hardy-Weinberg 定律的扩展	220
12.3.1 复等位基因的群体平衡	220
12.3.2 性连锁基因的群体平衡	221
12.4 影响遗传平衡的因素	222
12.4.1 选择	222
12.4.2 突变	224
12.4.3 突变与选择的联合作用	224
12.4.4 迁移	225
12.4.5 漂变	225
12.5 物种形成与进化	226
12.5.1 物种形成	226
12.5.2 生物进化	229
思考题	233
推荐参考书	233
遗传学大事年表	234
参考文献	243
索引	244

绪 论

提 要

遗传与变异是生物界的两大基本特征。绪论介绍了遗传学的基本概念、研究范围和任务、发展概况及趋势,以及遗传学的应用领域。

0.1 遗传学的基本概念

遗传学(genetics)是研究生物遗传与变异的科学。它是 1905 年由英国科学家 W. Bateson (1861~1926)所下的定义。

0.1.1 遗传(heredity)

遗传是指生物繁殖过程中,亲代与子代以及子代各个个体之间在各方面相似的现象。俗语中所说的“种瓜得瓜、种豆得豆”即是对遗传现象的简单说明。

遗传保证了生物的基本特征在世代间的传递、延续。

0.1.2 变异(variation)

变异是指亲代与子代以及子代各个个体之间总是存在不同程度的差异,有时子代甚至产生与亲代完全不同性状表现的现象。人们常说的“一母生九子,九子有别”就是这个道理。

0.1.3 遗传与变异的相互关系

无论哪种生物,动物还是植物,高等还是低等,复杂的如人类本身,简单的如细菌和病毒,都表现出子代与亲代之间的相似或类同;同时,如果对生物进行仔细观察,总能发现子代与亲代之间、子代个体之间都会存在不同程度的差异,即使是同卵双生也如此。这种遗传和变异现象在生物界普遍存在,是生命活动的基本特征之一,即它们是生物界最普遍和最基本的现象。

遗传和变异之间是相互对立而又相互联系的,因而是辩证统一的关系。遗传是相对的、保守的,变异是绝对的、发展的。没有遗传,就不可能保持性状和物种的相对稳定性,就是产生了变异也不能传递下去,变异不能积累,那么变异也就失去其意义了;没有变异,就不会产生新的性状,也就不可能有物种的进化和新品种的选育,遗传只是简单的重复。只有遗传与变异这对矛盾不断地运动,经过自然选择,才形成了形形色色的物种。

Note

0.2 遗传学研究的范围和任务

随着遗传学学科不断发展,遗传学研究的范围也越来越广泛,其主要内容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基因的化学本质、它所包含的遗传信息以及 DNA 和 RNA 的结构组成和变化等。

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。

遗传学的任务是:阐明生物遗传与变异现象及其表现的原因和规律;深入探索遗传和变异的原因及其物质基础,并弄清楚其作用机制,揭示其内在的规律,以进一步指导动植物和微生物的育种实践,提高医学水平,为人民谋福利。另外,有关生命的本质及生物进化规律等生物学中一些重要问题的答案也只能从遗传学中寻找,因此研究种群变化及物种形成的理论,也是遗传学的重要任务之一。

0.3 遗传学发展概况

人们早在古代就认识到了优良的动植物能够产生与之相似的优良动植物后代,同时开始选择有用的动植物品种。古代巴比伦人和古埃及人早就学会了人工授粉的方法(图 0.1)。但遗传学的发展是个缓慢的过程,直到 20 世纪初才得以确认。下面我们介绍历史上对遗传和变异现象所提出的一些假设,从而认识遗传学的发展过程。



图 0.1 人工授粉的雕刻图
(引自 Klug W S, Cummings M R, 2002)

1. 血液传递说

早在公元前 3 世纪,希腊哲学家 Aristotle 认为遗传是通过血液进行传递的,即小孩从父母那里接受了一部分血液,因而相似于父母。现在所用的血缘关系、血统等名词即来源于此。

2. 先成论

随着精子的发现,荷兰科学家 Jan Swammerdam(1637~1680)提出每个精子中带有一个小

人,精子在雌性子宫的保护和培养下可以长成为一个婴儿(图 0.2)。这就是所谓的“先成论”(theory of preformation)。而相反的观点也提出来了,即瑞士解剖学家 U. Kolliker 提出的“渐成论”(theory of epigenesis),主张婴儿的各种组织器官是在个体发育过程中逐渐形成的。这两种观点曾经过长时间的论战,最后以渐成论胜利而告终。

这些论点把精卵作为上下代遗传的传递者,显然比血液传递的思想进了一大步。

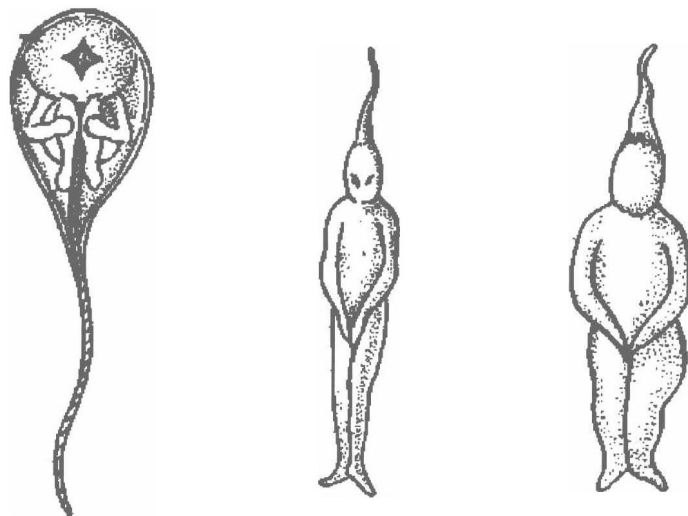


图 0.2 按照 Jan Swammerdam 推测所绘制的精子头部小人图

(引自王亚馥等,1990)

3. 进化论

18 世纪下半叶和 19 世纪上半叶,拉马克(J. B. Lamarck, 1744~1829)和达尔文(C. Darwin, 1809~1882)对生物的遗传和变异进行了系统的研究。

Lamarck 提出了变异的观点,认为环境条件的改变是生物变异的根本原因,同时提出了器官的“用进废退”(use and disuse of organ)和“获得性状遗传”(heredity of acquired characters)等学说。虽然他错误地认为动物的意识和欲望在进化中发生重大作用,适应是生物进化的主要过程,但他的许多论点在后来的生物进化学说和遗传与变异的研究中起着重要的推动作用。

Darwin 是进化论的奠基人。他根据当时的生产成果和生物科学资料,在历时 5 年(1831~1836)环球考察和对生物遗传、变异与进化关系进行综合研究的基础上,于 1859 年出版了震动当时学术界的巨著——《物种起源》(*The Origin of Species*),提出了以自然选择为基础的进化学说,不仅否定了物种不变的谬论,而且有力地论证了生物界是由简单到复杂、由低级向高级逐渐进化的。这是 19 世纪自然科学中的伟大成就之一。

另外 Darwin 还支持 Lamarck 的获得性状遗传的一些观点,并为此在 1868 年提出了“泛生论假说”(hypothesis of pangenesis),认为动物每个器官里都普遍存在微小的泛生粒(pangene)。这些小粒能分裂繁殖并在体内流动聚集到生殖器官里形成生殖细胞。当受精卵发育成成体时,这些泛生粒就进入各器官发生作用,因而表现出子代与亲代相同的性状;如果亲代的泛生粒发生改变,则子代表现变异。

事实证明,获得性状遗传的理论是缺乏科学依据的,全属推想。

4. 新达尔文主义

这是在 Darwin 以后在生物科学界广泛流行的一种理论。它支持 Darwin 的选择理论,但否定获得性状遗传。A. Weismann 是新达尔文主义的首创者。

他做了一个著名的实验,即把刚生出来的小鼠尾巴切断,然后让它们交配产生后代,这样连续做了 22 代,但每代生出来的小鼠均有尾巴。根据这一实验,他于 1892 年提出了“种质学说”(the germ plasm theory),认为多细胞的生物体是由体质和种质两部分组成的,生殖细胞里的染色体是种质,身体的其他部分是体质。种质是独立的、连续的,它能产生后代的种质和体质,

Note

而体质是不能产生种质的;同时环境造成的体质变异,即后天个体发育中获得的性状是不能遗传的,只有种质的变异才能遗传。

种质理论首先提出了遗传有其物质基础,因而在生物学界产生了广泛的影响,以后的遗传学研究,包括分子遗传学研究都接受和发展了种质论的一些论点。但魏斯曼把生物体绝对地划分为种质和体质不太符合实际。另外,他也没能发现遗传的基本规律。

5. 孟德尔遗传定律和遗传学的诞生

真正揭示出遗传规律的是孟德尔(G. Mendel, 1822~1884),他是奥地利遗传学家,遗传学的奠基人。他在前人植物杂交试验的基础上,于1856~1864年从事豌豆杂交实验,进行细致的后代记载和统计分析后,于1866年发表了《植物杂交实验》(Experiment on plant hybridization)论文,认为生物性状的遗传是由遗传因子控制的,并提出了遗传因子的分离和自由组合定律。

可惜的是,这一重要的理论当时未能受到重视,直到1900年,荷兰的 H. de Vries、德国的 C. Correns 和奥地利的 E. Tschermak 的研究结果都分别证明了 Mendel 所提出的原理的正确性,使 Mendel 的遗传规律成为近代遗传学的基础,并确认 Mendel 是先驱者。

因而,1900年被作为遗传学诞生并正式成为独立学科的一年,从而开创了遗传学。

6. 遗传学的迅猛发展

1902年, W. S. Sutton 和 T. Boveri 发现染色体的行为与遗传因子的行为一致,提出了遗传的染色体学说(The Chromosomal Theory of Inheritance)。

1905年,英国科学家 W. Bateson 正式命名这个发展迅速的学科为遗传学(Genetics)。

1909年,丹麦遗传学家 W. L. Johannsen 提出基因(Gene)这个术语来代替 Mendel 的遗传因子。

1906年, Bateson 在香豌豆杂交实验中发现了性状连锁现象。1910年前后,摩尔根(T. H. Morgan, 1866~1945)及其学生用果蝇为材料,同样发现了性状连锁遗传现象,确立了伴性遗传规律和基因的连锁互换规律,创立了“基因学说”(Theory of Genes),并综合细胞学和遗传学成就发展成为了细胞遗传学(Cytogenetics)。由于这些卓越成就, Morgan 于1933年获得了诺贝尔奖。

进入20世纪40年代以来,遗传学的发展非常迅猛:

1941年 G. W. Beadle 和 E. L. Tatum 提出了“一个基因一个酶”(One gene-One enzyme)的理论,发展了微生物遗传学(Microbial Genetics)和生化遗传学(Biochemical Genetics)。

1944年, O. T. Avery 证实遗传物质为 DNA。

1953年, J. D. Watson 和 F. H. C. Crick 提出了 DNA 分子的双螺旋结构模型,这一模型为 DNA 的分子结构、自我复制、相对稳定性和变异性以及遗传信息的传递等提供了合理的解释,明确了基因是 DNA 分子上的一个特定片段,揭开了分子遗传学(Molecular Genetics)的序幕,使遗传学研究跨入了一个新纪元。

随后,跳跃基因的发现及证实,断裂基因、重叠基因等的发现,加深了人们对基因结构和功能的认识。限制性内切酶的发现,人工分离和人工合成基因及 PCR 技术、克隆技术的建立完善,“多利羊”的诞生,有力地推动了基因工程技术和生物技术及其产业的发展。

21世纪初,人类基因组框架图的完成,拟南芥、果蝇以及水稻等重要生物全基因组序列的完成,标志着遗传学研究进入了后基因组(Post-Genomics)时代,即从结构基因组(Structural Genomics)时代迈向功能基因组(Functional Genomics)时代并迈向蛋白质组(Proteomics)时代。

总之,遗传学一直是、并将继续为生命科学中发展最快的学科之一。

当然,遗传学的发展,特别是基因工程技术、生物技术、克隆技术等的发展,也给我们带来了许多值得思考和探讨的问题,特别是生物技术的安全性问题、克隆人的伦理学问题等正摆上了议事日程。这是我们在学习和研究过程中应时时关注的焦点问题。

0.4 遗传学的应用

Note

遗传学的深入研究,不仅直接关系到遗传学自身的发展,而且在理论上对于探索生命的本质和生物的进化,对于推动整个生命科学和相关学科的发展都有着巨大的作用。遗传学也在生产实践上取得了很大的成就。

例如在农业方面,杂交水稻、杂交玉米、优质高产小麦、油菜等新品系的获得,对解决人们生活所需功不可没。

在医药卫生方面,通过基因工程、遗传诱变等技术获得了大量的胰岛素、生长因子、干扰素等,也使抗生素(如青霉素、链霉素等)的产量提高了上万倍,这样有利于延长人类的寿命,促进人们的健康。

在医学上遗传学也密切相关。现在的统计数字表明,人类大约有六千多种遗传病,有15%~20%的新生儿患有遗传缺陷,在医院就诊的病人中,大约有25%的疾病与遗传有关。因此通过遗传学研究,已经可以对不少遗传疾病进行准确的诊断,同时还可以预期它们发病的可能性而加以控制。目前全世界正在开展的针对遗传病的基因疗法(gene therapy),以直接治疗遗传疾病,也需要遗传学理论和技术来解决,等等。

由此看来,遗传学的应用前景非常广泛。

思 考 题

1. 名词解释

遗传学 遗传 变异 种质学说 基因学说 基因治疗

2. 比较先成论和渐成论,并谈谈你的看法。

3. 如何认识达尔文的“泛生论”学说?

4. 如何认识“一个基因一个酶”理论?

5. 遗传学已经取得了哪些成就? 应用前景如何?

推 荐 参 考 书

1. 戴灼华, F. 亚馥, 栗翼玖. 2008. 遗传学(第2版). 北京: 高等教育出版社

2. Klug W. S., Cummings M. R.. 2002. Essentials of Genetics. 4th ed. Prentice-Hall, Inc.

3. Hartwell L. H., Hood L., Goldberg M. L. etc. 2008. Genetics: From Genes to Genomes. 3th ed. McGraw-Hill Companies, Inc.

提 要

本章以遗传物质为主线,介绍了遗传物质的组成、复制与传递规律。内容包括:核酸是遗传物质的证据及其复制规律;DNA 合成和序列测定的原理与方法;核酸在生物上下代间的传递,尤其是真核生物通过有丝分裂和减数分裂来传递遗传物质的规律等。

在遗传学诞生之初,人们并不知道在生物的上下代之间起遗传作用的物质是什么。随着遗传学的发展和技术的进步,人们逐渐认识到,核酸是遗传物质,它在物种上下代间的传递依靠的是自身复制,并将其中的一份传递给后代,使子代的遗传物质与亲代保持一致,维持物种遗传物质的稳定性,使物种不断繁衍与发展。本章我们将从核酸是遗传物质的实验证据入手,介绍核酸的组成与复制,核酸的体外合成与测序以及核酸的传递等内容。

1.1 核酸是遗传物质的证据

1.1.1 肺炎链球菌的转化实验

DNA 作为遗传物质最早的证据来自肺炎链球菌的转化实验。肺炎链球菌呈球形,在悬浮培养中常成双生长,所以也称为肺炎双球菌。它会使哺乳动物患肺炎,其致病菌株能合成一种酶,控制荚膜多糖的形成,这种多糖可组成多糖外膜,以保护细菌细胞不被寄主免疫系统的吞噬细胞所破坏。致病菌株在固体培养基上生长时,就会长成有光泽的光滑型(smooth form)菌落,又称 S 型。它有一种突变型是不能合成多糖荚膜的,这样的菌株由于没有多糖荚膜,所以在固体培养基上形成粗糙型(rough form)菌落,也叫 R 型,该类型不致病,因为感染后动物会产生抗体,导致细胞吞噬作用,使细菌死亡。

Griffith(1928)首先发现肺炎球菌的转化作用。他将 R 型活细胞和加热杀死的 S 型死细胞分别注入不同小鼠的体内,结果两种处理的小鼠都不致病;如果把加热杀死的 S 型死细胞与 R 型活细胞一起注入小鼠体内,结果小鼠致病死亡。对死亡小鼠的尸检表明,死亡是由 S 型活细胞引起的,因为细菌细胞外含有多糖荚膜,这说明经加热杀死的 S 型细胞的某种物质使非致病的 R 型细胞转变为致病菌,这种现象称为转化(transformation)。所谓转化,就是指一种生物或者细胞接受了另一种细胞的遗传物质而表现出后者的遗传性状,或发生遗传性状改变的现象,其中提供遗传物质的细胞称为供体(donor),接受外来遗传物质的细胞称为受体(receptor)。那