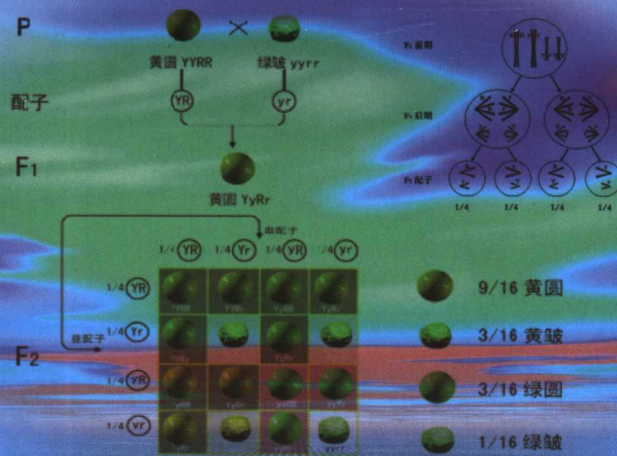


全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

普通遗传学

张桂权 主编



中国农业出版社

全国高等农业院校教材
全国高等农业院校教学指导委员会审定

普通遗传学

张桂权 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通遗传学/张桂权主编. —北京: 中国农业出版社, 2005. 8

全国高等农业院校教材

ISBN 7 - 109 - 09788 - 9

I. 普... II. 张... III. 遗传学-高等学校-教材
IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 085633 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

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

开本: 850mm×1168mm 1/16 印张: 23.5

字数: 558 千字

定价: 30.90 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

前 言

遗传学是生命科学中的基础理论学科，也是高等农业院校中一门重要的专业基础课程。几十年来，各院校十分重视遗传学的教学，遗传学教材成为大家关注的焦点。由于遗传学发展十分迅速，一本既具有良好的系统性，又能较好地反映遗传学进展的广泛适用的教材，成为大家共同的要求。为此，我们组织编写了这本《普通遗传学》。

本教材共分13章。教材中压缩了一些传统遗传学的内容，增加了一些现代遗传学的内容。现代遗传学知识在各章节中都尽可能地反映出来，在一些章节中则给予重点的阐述。其中，第4章介绍遗传作图，把连锁遗传规律与现代分子遗传作图联系在一起，既给传统的连锁遗传注入现代的概念和方法，又把它作为基因组学的重要组成部分给予较系统的阐述。第5章的基因组序列，作为基因组学的主要内容，阐述了现代基因组测序和序列分析的基本原理和方法以及生物信息学的基本知识。第6章较系统地介绍基因表达的现代知识。在第7章的数量遗传学中，数量性状基因座作为一节给予介绍。第10章的遗传工程，较系统地介绍了遗传工程的各种技术和方法，包括克隆技术。本教材把习惯上分散在各章节中有关生殖遗传学的内容集中在一起，形成第12章生殖遗传学，使生殖遗传学形成一个完整的概念。

本教材重点阐述遗传学的基本原理和方法，在编写中尽量包括各种生物类型，因此适合生命科学类各专业教学使用，尤其适合农业院校各相关专业教学使用。本教材每章都有一小结，简单概括本章的主要内容。另外，每章都附有复习题和思考题，供学生进行课外作业并引导学生对一些问题进行思考。附录中收录了常见遗传学用词的英汉对照。

本教材由我国7所高等农业院校合作编写。华南农业大学张桂权任主编，东北农业大学刘娣和福建农林大学吴为人任副主编。第1章、第4章和第5章由华南农业大学张桂权编写，第2章由华南农业大学冯九焕编写，第3章由甘肃农业大学张俊莲编写，第6章和第8章由东北农业大学刘娣编写，第7章由福建农林大学吴为人编写，第9章和第11章由山西农业大学张桂贤编写，第10章由西南大学何凤发编写，第12章和第13章由河北农业大学黄亚群编写。全书由张桂权统稿和定稿。

本教材在编写过程中，得到了中国农业出版社的支持和帮助、华南农业大学的资助、编者所在单位的大力支持，研究生林小燕协助稿件的整理。在此一并表示衷心的感谢！

由于编者业务水平的限制，编写时间匆促，本教材难免存在一些缺点和错误。敬请读者提出意见和批评，以便改正修订。

张桂权
于华南农业大学
2005年6月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 遗传学的概念	1
1.1.1 遗传学是研究遗传与变异的科学	1
1.1.2 遗传学是生命科学的核心	1
1.2 遗传学的发展	2
1.2.1 遗传学的主要奠基者	2
1.2.2 遗传学领域的发展	4
1.3 遗传学的实践意义	6
1.3.1 遗传学研究的实验生物	6
1.3.2 遗传学对人类社会的影响	7
小结	8
复习题	8
思考题	8
主要参考文献	8
第 2 章 遗传的染色体基础	9
2.1 染色体的形态和数目	9
2.1.1 染色体的形态	9
2.1.2 染色体的大小及数目	12
2.2 染色体的组型	13
2.2.1 核型	13
2.2.2 带型	13
2.3 染色体的结构	15
2.3.1 真核生物染色体的组成	15
2.3.2 真核生物染色体的结构	15
2.3.3 原核生物的染色体	16
2.4 DNA 和 RNA	17
2.4.1 DNA 是遗传物质的证据	17
2.4.2 DNA 和 RNA 的性质	20
2.5 DNA 复制	22
2.5.1 DNA 复制的一般特性	22

2.5.2 原核生物 DNA 的复制机理	24
2.5.3 真核生物 DNA 复制的特点	27
2.6 染色体在细胞分裂中的行为	29
2.6.1 细胞周期	29
2.6.2 有丝分裂	30
2.6.3 减数分裂	31
小结	34
复习题	34
思考题	35
主要参考文献	35
第 3 章 孟德尔遗传学	36
3.1 分离定律	36
3.1.1 一对相对性状的杂交实验	36
3.1.2 分离现象的解释	37
3.1.3 分离定律的验证	39
3.2 自由组合定律	41
3.2.1 两对相对性状的杂交实验	41
3.2.2 自由组合现象的解释	42
3.2.3 自由组合定律的验证	43
3.2.4 多对相对性状的遗传及统计分析	44
3.3 孟德尔遗传分析的扩展	50
3.3.1 显隐性关系	50
3.3.2 复等位基因	51
3.3.3 非等位基因间的相互作用	52
3.3.4 多因一效和一因多效	55
小结	55
复习题	56
思考题	57
主要参考文献	57
第 4 章 遗传作图	58
4.1 连锁遗传	58
4.1.1 连锁遗传的现象	58
4.1.2 连锁遗传的细胞学基础	59
4.1.3 重组率的计算	60
4.1.4 连锁群	62
4.2 基因组	62
4.2.1 原核生物与真核生物	62

4.2.2 基因组的类型和大小	63
4.2.3 基因组学	65
4.3 遗传标记	65
4.3.1 遗传标记的基本特征	65
4.3.2 形态标记	65
4.3.3 细胞学标记	66
4.3.4 生化标记	66
4.3.5 DNA 标记	66
4.4 RFLP 标记	67
4.4.1 限制性内切核酸酶	67
4.4.2 限制性片段的电泳分离	68
4.4.3 DNA 杂交	68
4.4.4 RFLP 标记的遗传	70
4.5 PCR 标记	71
4.5.1 PCR 技术	71
4.5.2 RAPD 标记	73
4.5.3 微卫星标记	74
4.6 遗传图的构建	75
4.6.1 连锁分析	75
4.6.2 交换干扰与作图函数	76
4.6.3 遗传图	77
4.7 基因定位与分子标记辅助选择	78
4.7.1 基因定位	78
4.7.2 分子标记辅助选择	79
4.8 原核生物的遗传作图	80
4.8.1 转化与遗传作图	80
4.8.2 接合与遗传作图	81
4.8.3 转导与遗传作图	85
小结	89
复习题	89
思考题	90
主要参考文献	90
第 5 章 基因组序列	92
5.1 物理作图	92
5.1.1 作图文库	92
5.1.2 物理图的构建	93
5.1.3 物理图与遗传图的整合	96
5.2 基因组测序	97

5.2.1 链终止法测序	97
5.2.2 DNA 测序的克隆体系	98
5.2.3 DNA 自动测序	99
5.2.4 基因组全序列测定	99
5.3 基因组的序列分析	102
5.3.1 搜寻基因	102
5.3.2 基因功能预测	103
5.4 基因组的序列特征	104
5.4.1 原核生物基因组	104
5.4.2 真核生物的细胞器基因组	106
5.4.3 真核生物的细胞核基因组	107
5.4.4 重复 DNA	109
5.5 生物信息学	111
5.5.1 生物信息学基本概念	111
5.5.2 生物信息学数据库	112
5.5.3 后基因组信息学	114
小结	114
复习题	115
思考题	115
主要参考文献	115
第6章 基因表达	117
6.1 基因	117
6.1.1 基因概念的发展	117
6.1.2 基因的一般结构特征	120
6.1.3 基因的组织	124
6.2 转录	126
6.2.1 RNA 聚合酶	127
6.2.2 RNA 分类	128
6.2.3 转录的基本特征	131
6.2.4 转录的一般过程	131
6.2.5 转录后的加工过程	135
6.3 翻译	137
6.3.1 遗传密码	137
6.3.2 核糖体	139
6.3.3 翻译的过程	140
6.4 基因表达调控	144
6.4.1 基因表达调控的基本概念	144
6.4.2 原核生物的基因表达调控	147

6.4.3 真核生物的基因表达调控	150
小结	154
复习题	155
思考题	156
主要参考文献	156
第7章 数量遗传学	158
7.1 数量性状的遗传基础	158
7.1.1 数量性状的遗传表现	158
7.1.2 连续变异的遗传原因	162
7.2 数量性状的遗传分析	164
7.2.1 基因效应的数学模型	164
7.2.2 群体均值的遗传分析	165
7.2.3 群体方差的遗传分析	167
7.2.4 均值和方差成分提供的遗传信息	169
7.3 数量性状若干重要的遗传现象	170
7.3.1 杂种优势	170
7.3.2 近交衰退	172
7.3.3 超亲遗传	172
7.4 数量性状基因座	173
7.4.1 数量性状基因座的检测和定位	174
7.4.2 数量性状基因座的遗传本质	176
小结	178
复习题	178
思考题	179
主要参考文献	179
第8章 染色体变异	180
8.1 结构变异	180
8.1.1 缺失	181
8.1.2 重复	183
8.1.3 倒位	187
8.1.4 易位	190
8.2 整倍体变异	195
8.2.1 整倍体变异的类型	196
8.2.2 同源多倍体	199
8.2.3 异源多倍体	202
8.2.4 整倍体变异的应用	203
8.3 非整倍体变异	205

8.3.1 单体	206
8.3.2 缺体	207
8.3.3 三体	207
8.3.4 四体	210
8.3.5 非整倍体变异的应用	210
小结	212
复习题	213
思考题	214
主要参考文献	214
第9章 基因突变	216
9.1 基因突变的表现	216
9.1.1 基因突变的时期和部位	216
9.1.2 基因突变的类型	216
9.2 基因突变的特性	217
9.2.1 重演性	217
9.2.2 可逆性	217
9.2.3 多向性	218
9.2.4 利弊性	218
9.2.5 平行性	218
9.3 基因突变的本质	219
9.3.1 碱基替换	219
9.3.2 插入和缺失	221
9.3.3 重排	221
9.3.4 突变的抑制	221
9.3.5 RNA 编辑	222
9.4 基因突变的鉴定	223
9.4.1 基因突变的表现型鉴定	223
9.4.2 基因突变的生化鉴定	224
9.4.3 基因突变与人类疾病	224
9.5 基因突变发生的原因	225
9.5.1 自发突变	225
9.5.2 化学诱变	230
9.5.3 物理诱变	233
9.5.4 诱变与育种	236
9.6 DNA 损伤的修复	236
9.6.1 直接修复	237
9.6.2 切除修复	237
9.6.3 复制后修复	238

9.7 转座与突变	240
9.7.1 转座的类型	241
9.7.2 转座的遗传效应	243
9.7.3 转座因子的应用	243
小结	244
复习题	244
思考题	245
主要参考文献	245
第 10 章 遗传工程	247
10.1 细胞工程	247
10.1.1 染色体组工程	247
10.1.2 染色体工程	248
10.1.3 细胞质工程	250
10.1.4 细胞融合	250
10.2 基因工程	253
10.2.1 基因工程的概念	253
10.2.2 载体导入技术	253
10.2.3 植物的转基因技术	258
10.2.4 动物的转基因技术	260
10.2.5 目的基因的表达	262
10.2.6 基因工程的应用	263
10.3 克隆技术	264
10.3.1 克隆的概念	265
10.3.2 植物的人工克隆	266
10.3.3 动物的人工克隆	267
10.3.4 克隆技术的安全性	271
小结	271
复习题	271
思考题	272
主要参考文献	272
第 11 章 核外遗传学	273
11.1 核外基因组	273
11.1.1 线粒体基因组	273
11.1.2 叶绿体基因组	278
11.1.3 线粒体和叶绿体的起源	280
11.2 核外遗传	281
11.2.1 叶绿体遗传	281

普通遗传学

11.2.2 线粒体遗传	284
11.2.3 线粒体 DNA 缺陷与人类疾病	286
11.2.4 其他细胞质遗传因子	287
11.3 母体效应	289
11.3.1 椎实螺外壳旋转方向的遗传——持久的母体效应	289
11.3.2 麦粉蛾的眼色遗传——短暂的母体效应	290
11.3.3 果蝇的伴性致死或发育异常	291
11.3.4 基因组印迹	292
小结	292
复习题	292
思考题	293
主要参考文献	293
第 12 章 生殖遗传学	295
12.1 生命周期	295
12.1.1 高等动物的配子形成和受精	295
12.1.2 高等植物的配子形成和受精	298
12.1.3 低等植物的生命周期	302
12.2 生殖障碍	302
12.2.1 自交不亲和性	303
12.2.2 无融合生殖	307
12.3 不育性	310
12.3.1 细胞质雄性不育性	310
12.3.2 细胞核雄性不育性	314
12.3.3 杂种不育性	315
12.4 性别决定	316
12.4.1 动物性别决定	316
12.4.2 植物性别决定	318
12.4.3 性别分化	319
12.4.4 与性别有关的遗传	320
12.5 不同交配方式的遗传效应	323
12.5.1 杂交	324
12.5.2 自交	324
12.5.3 回交	325
12.6 杂种优势的遗传基础	325
12.6.1 杂种优势表现	326
12.6.2 杂种优势的遗传机理	326
小结	328
复习题	328

思考题	329
主要参考文献	329
第 13 章 群体遗传学	330
13.1 群体的遗传结构	330
13.1.1 群体	330
13.1.2 基因频率和基因型频率	330
13.2 Hardy - Weinberg 定律	331
13.2.1 定律的要点	331
13.2.2 定律的论证	332
13.3 群体遗传结构的改变	333
13.3.1 突变	333
13.3.2 选择	334
13.3.3 遗传漂移	337
13.3.4 迁移	339
13.3.5 非随机交配	339
13.3.6 遗传重组	340
13.4 生物进化	340
13.4.1 进化理论	340
13.4.2 物种形成	343
小结	346
复习题	346
思考题	347
主要参考文献	347
附录 常见遗传学用词英汉对照	348

第 1 章 绪 论

1865 年，孟德尔根据他进行 8 年豌豆杂交试验的结果，发表了“植物杂交试验”的论文，首次提出了遗传因子的分离和独立分配的假设，揭开了遗传研究的序幕。可是，孟德尔发现的重要性在他有生之年并没有被世人所认识，直到 1900 年孟德尔遗传规律被重新发现之后，遗传学 (genetics) 作为一门科学才真正开始。

1.1 遗传学的概念

1.1.1 遗传学是研究遗传与变异的科学

我们每个人都有父亲和母亲，而父母又有他们各自的父母亲。生物就是这样一代一代地繁衍下去，子代总是与亲代相似。这就是所谓的“种瓜得瓜，种豆得豆”。然而，子代与亲代相似而不相同，也就是所谓“母生九子，九子各异”。子代与亲代相似的现象称为遗传 (heredity)，而子代与亲代不相同的现象称为变异 (variation)。遗传学就是研究生物遗传与变异的科学。

遗传和变异是生物的基本特征。各种各样的生物之所以能够延续繁衍，是因为具有遗传的稳定性。遗传稳定性是生物赖以生存的基础，也是物种稳定性的基础。只有生物在遗传上保持稳定性，才有可能“种瓜得瓜，种豆得豆”。但是，遗传是相对的，变异则是绝对的。生物的繁衍并不是在简单地复制自己，而是在产生有别于亲代的新生命，这样既保持了物种的延续性，又增加了物种内的多样性，才会出现“母生九子，九子各异”的现象。

遗传和变异是生物进化的基础。遗传、变异和选择 (selection) 被认为是达尔文进化论的三大要素。选择是建立在遗传与变异的基础上的。没有变异就不存在生物的多样性，也就没有选择的对象；如果没有遗传，选择也就失去了意义。正因为生物具有遗传和变异的特点，选择才能成为推动生物进化的动力。通过自然选择，适者生存，不适者淘汰，保留了生物中与自然相适应的变异，形成了地球上的生物界。通过人工选择，人类选择了有利于人类的变异，培育了许许多多的饲养动物和栽培植物，推动了农业的形成和发展。

1.1.2 遗传学是生命科学的核心

遗传学的快速发展，使其不仅仅是研究生物遗传与变异的科学，而且事实上已经成为现代生命科学的核心。就研究对象而言，遗传学的研究对象涉及整个生物界，包括动物、植物、微生物和人类。遗传学的基本规律具有普遍的适用性，特别是在分子水平上，遗传物质都是核酸，绝大多数是 DNA，遗传密码在整个生物界具有通用性。因此，遗传学把整个生物界紧密地联系在一起，在生物界具有普遍意义。

就研究领域而言，现代遗传学不仅仅是研究亲子之间的遗传与变异，同时也与生物个体的发育息息相关。发育是生物学的核心问题之一。生物发育包括系统发育和个体发育，系统发育是研

究生物在进化过程中的形成和发展，其核心问题就是进化过程中的遗传与变异；个体发育指的是个体生命过程中的变化，其核心问题是基因的表达与调控。因此，遗传学研究的生命现象包括了过去、现在和将来。

遗传学的发展经历了从个体水平到细胞水平再到分子水平的过程。在个体水平，基于孟德尔遗传学的生物性状的遗传变异成为形态生物学的重要基础。在细胞水平，基于摩尔根连锁遗传规律的染色体遗传学是细胞生物学的重要组成部分。在分子水平，基于 DNA 双螺旋结构的分子遗传学成为分子生物学的核心内容。由此可见，遗传学涉及生物学的各个层次，对生命现象进行多层次的剖析。另外，细胞是生命的基本单元。生命科学的研究表明，对细胞的结构与功能、细胞的生长与分化、细胞的衰老与死亡以及细胞信号的传导等的了解，都要从基因的结构与功能中寻找答案。

1.2 遗传学的发展

1.2.1 遗传学的主要奠基者

1.2.1.1 达尔文

达尔文 (C. Darwin, 1809—1882) 提出的生物进化论，被誉为 19 世纪自然科学的三大发现之一。

19 世纪中叶，达尔文对野生和家养的动植物进行了调查研究，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发展。

地球上生存着几百万种动物和植物。它们究竟是从哪里来的呢？有人说是上帝创造的；有人说是天生就有的；也有人说是逐步进化发展而来的。19 世纪英国伟大的博物学家达尔文第一次科学地回答了这个问题。他认为：生物是从简单到复杂、从低级到高级逐步发展而来的。生物在进化过程中不断地进行着生存斗争，进行着自然选择。这一进化理论合理地解释了自然界中生物的进化发展过程。在达尔文时代以前的老观念是：物种是不变的，各个物种间互不关联，彼此没有血统关系。而达尔文在对大量生物现象进行考察之后，认为物种是可变的，而且不同的物种有共同的祖先。达尔文得出了这样一个重要结论：某个物种只要条件比其他物种优越，哪怕是略见优越，也会有很好的机会生存下来，并且繁殖后代。这就是著名的“自然选择”理论。达尔文的伟大著作《物种起源》于 1859 年出版，达尔文于其中十分详尽地解释了生命世界中一向无法阐明的相似和差异的情形。他指出生命只有一种祖先，因为生命都起源于一个原始细胞。1871 年达尔文又出版了《人类的由来》一书，提出了人是由低等动物渐次演变后，由类人猿进化而来的观点。如今这一观点早已为全世界所接受，成为人尽皆知的常识。

1.2.1.2 孟德尔

孟德尔 (G. J. Mendel, 1822—1884) 揭开了遗传学的序幕，被认为是遗传学最重要的奠基者。

1865 年孟德尔根据前人的工作和他自己进行 8 年的豌豆杂交试验，发现了自然界中遗传与变异的奥秘，提出了遗传因子分离和重组的假设，为遗传学作为一门独立学科的出现揭开了序幕。

孟德尔建立了系统的遗传学说，提出了遗传学第一定律和第二定律。生物体表现出来的大小、高矮、颜色等形状，是人们感觉到的表面现象，而这些现象的重复出现一定有某些内在的原因。孟德尔把这种决定性状的内在原因称为“遗传因子”。他明确指出，生物体的每种形状是由一对遗传因子决定的，每个生殖细胞中只有一对遗传因子中的一个，成对遗传因子在生物体形成生殖细胞时必然分离，被称为遗传学第一定律，即“分离定律”。孟德尔将各对基因的独立分离和不同对基因的自由组合称为遗传学第二定律，即“自由组合定律”或“独立分配规律”，该定律认为，生物体在形成生殖细胞时，每一对遗传因子都要分离，不同的遗传因子可以自由组合，进入同一个生殖细胞中。

孟德尔发现的重要性在他有生之年并没有被世人所认识，直到1900年孟德尔遗传规律被重新发现之后，遗传学作为一门科学才真正开始。

1.2.1.3 摩尔根

摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)美国胚胎学家、遗传学家。他和同事一起以果蝇为实验材料，创立了基因学说。

摩尔根发现生物遗传基因的确在生殖细胞的染色体上，而且发现基因在每条染色体内是直线排列的。染色体可以自由组合，而排在一条染色体上的基因是不能自由组合的。染色体好比是链条，基因好比构成链条的链环。摩尔根把这种特点称为基因的“连锁”。同源染色体的断离与结合，产生基因的“交换”。连锁和交换定律，是摩尔根发现的遗传学第三定律，他因此创立了著名的基因学说，揭示了基因是组成染色体的遗传单位，它能控制遗传性状的发育，也是突变、重组、交换的基本单位。摩尔根是现代遗传学的奠基者，他通过著名的果蝇实验，证明并发展了孟德尔遗传学理论。他认为染色体是遗传性状传递机制的物质基础，而基因是组成染色体的遗传单位，基因的突变会导致生物体遗传特性发生变化。1933年，摩尔根因为对基因的研究成果而获得了诺贝尔医学和生理学奖。

1.2.1.4 沃森和克里克

沃森(J. D. Watson, 1928—)和克里克(F. Crick, 1916—)的名字似乎总是连在一起，这是因为他们建立了DNA双螺旋结构模型，完成了一个划时代的创举。

20世纪40年代末，关于核酸的结构和功能的研究日益引起学术界的重视，有多种学科的科学家投入到对DNA结构和功能的探索之中，形成了生化学派、信息学派、结构学派等不同研究方向。20世纪50年代初英国科学家威尔金斯等用X射线衍射技术研究DNA结构，证实DNA是一种螺旋结构；物理学家富兰克林在1951年底拍到了一张十分清晰的DNA的X射线衍射照片。

1952年英国剑桥卡文迪什实验室的生物化学家克里克与美国青年生物学家沃森合作研究DNA结构，试图揭示和阐明遗传信息的结构基础。1953年他们宣布研究发现：DNA是由两条核苷酸链组成的双螺旋结构。他们在实验室中搭建了一个DNA双螺旋模型，正确地反映出DNA的分子结构。同年在英国科学杂志《自然》发表了3篇文章，将这一成果公之于世。从此，遗传学的历史和生物学的历史都从细胞阶段进入了分子阶段，揭开了分子生物学和分子遗传学的序幕。DNA双螺旋结构完美地说明了遗传物质的遗传、生化和结构的主要特征，由此他们获得了1962年的诺贝尔医学和生理学奖。

1.2.2 遗传学领域的发展

1900年孟德尔遗传规律被重新发现后，遗传学开始成为一门科学。100多年已经过去，遗传学在许多领域得到了很大的发展。

1.2.2.1 遗传物质

所有生物，无论是真核生物还是原核生物，其遗传物质都是DNA（脱氧核糖核酸）。DNA也是许多感染原核生物和真核生物病毒的遗传物质。也有许多病毒是以RNA（核糖核酸）作为遗传物质的。

通过光学显微镜、电子显微镜、生物化学和分子生物学的研究，我们已经知道原核生物和真核生物遗传物质的组成。真核生物的细胞核内含有细胞中的大多数遗传物质。在细胞核内，遗传物质与蛋白质一起组成称为染色体（chromosome）的线性结构。顾名思义，染色体是指“可染色的物体”，这是因为这些线状结构只有用染料染色后在光学显微镜下才可以看见。真核生物的每条染色体都含有一个贯穿始终的DNA分子。在原核生物中，DNA组成一个环状的染色体，只有相当少的蛋白质与DNA相结合。

真核生物的线粒体和叶绿体都含有遗传物质。在这两种细胞器中，遗传物质是以双链DNA的形式存在的。通过突变研究，以及近年通过线粒体和叶绿体整个基因组测序等现代分子途径，已经对线粒体基因组和叶绿体基因组有了较清楚的了解。

1.2.2.2 遗传物质的世代传递

我们对真核生物和原核生物的遗传物质怎样从一个世代传递给下一代已经有了很好的了解。正如已经提到的，现代遗传学的奠基人孟德尔首先了解到基因分离的规律。孟德尔用豌豆进行了一系列细致的育种试验。简单地说，他选择了某些性状（trait）不同的豌豆品系，这些差异是清楚可辨的，可以非常明确地对表现型（phenotype）进行鉴定。例如，豌豆的种子是圆滑的还是皱缩的，花是紫色的还是白色的，等等。然后，他做杂交，统计后代，解释结果。从这些资料中，孟德尔得出了观察到的性状是由因子（factor）控制的，这种孟德尔因子现在称为基因（gene）。

孟德尔提出控制性状的“因子”是一个抽象名词。他正确地推断这种因子随机地分离到配子，并且控制一个性状的两个因子与控制另一性状的两个因子独立分配。1902年，W. Sutton和T. Boveri提出了遗传的染色体理论，把基因定位在染色体上，认为基因的分离完全可以通过染色体在世代间的分离来解释。今天我们知道，基因的分离与减数分裂过程中染色体的分离是平行的。

1.2.2.3 基因

(1) 基因型与表现型 一个生物的基因型（genotype）包括它完整的遗传组成。基因控制着一个生物生命的各个方面，编码与发育、生殖等方面相关的产物。一个生物具有的可测量特征的总和就是这个生物的表现型。表现型一词也用于描述某个性状的特征。基因型并不能单独决定表现型，而是通过与环境相互作用来产生表现型。这里指的环境既包括外部环境，也包括内部环境。这样，两个基因型一样的个体（如孪生儿），并不一定在表现型上是完全一样的。大家都知道，孪生儿长得并不完全一样，尽管他们生长在同一环境中，但他们总会存在某些表现型的差异。如果孪生儿分开抚养，他们之间的差异就会更大，这时由于环境影响有很大差异的