

经全国中小学教材审定委员会2004年初审通过

普通高中课程标准实验教科书

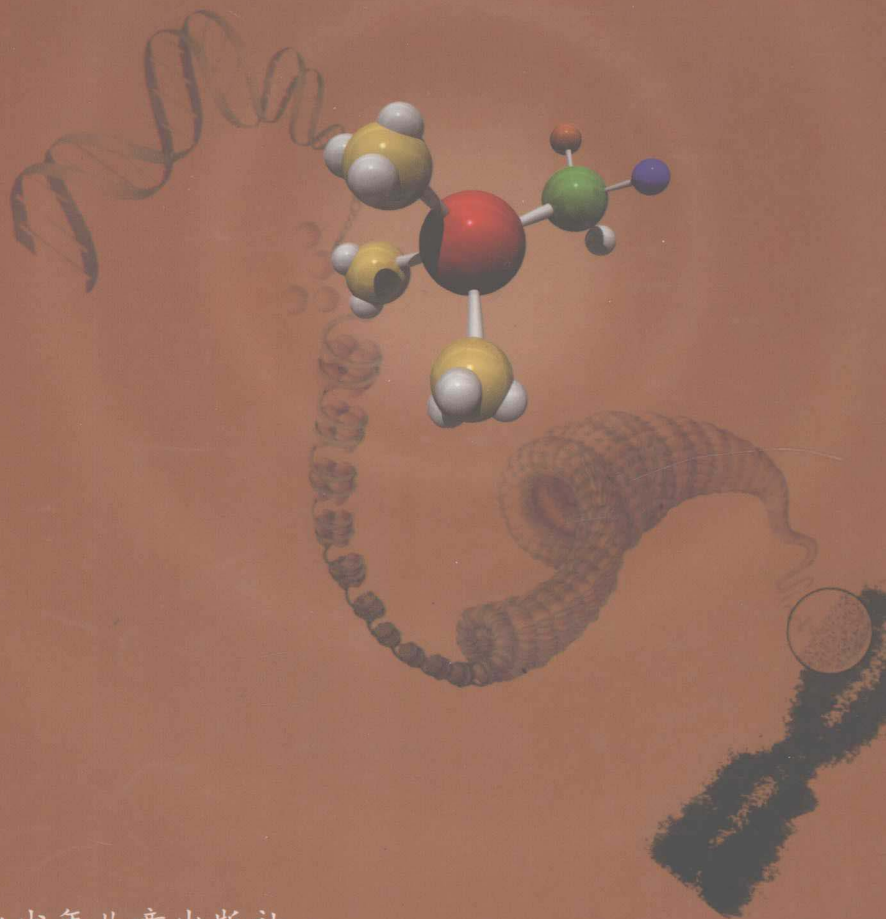
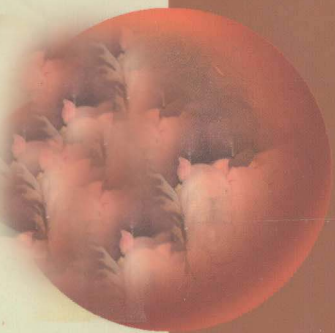
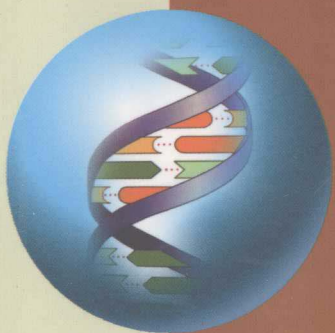
生物学

必修 2

BIOLOGY

遗传与进化

主编 刘植义 付尊英



河北少年儿童出版社

主 编 刘植义 付尊英
副主编 潘紫千 李红敏 朱正歌
编 者 (以姓氏笔画为序)
朱正歌 党凤良 韩玉珩 赫子瑞 潘紫千
审 稿 叶佩珉

策 划 赵 杰
责任编辑 翁永良 王亚琴
美术编辑 潘 斌
责任校对 张 昕

书 名 生物学 遗传与进化 (必修 2)
主 编 刘植义 付尊英
副主编 潘紫千 李红敏 朱正歌

出版发行 河北少年儿童出版社 (石家庄市工农路 359 号)
印 刷 河北新华印刷一厂
开 本 787×1092 毫米 1/16
印 张 9
版 次 2004 年 5 月第 1 版 2005 年 8 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 7-5376-2787-8/G·1946
定 价 9.50 元

版权所有 翻印必究

目 录

《遗传与进化》模块学习目标	1
第 1 章 人类探索遗传物质的历程	2
一 早期人们对遗传原因的猜测	4
二 寻找遗传物质	4
三 从分子水平上研究遗传物质	6
四 遗传信息理论的兴起	7
第 2 章 遗传信息传递的结构基础	8
第 1 节 染色体是遗传信息的载体	10
一 染色体的形态结构	10
二 染色体在减数分裂中的行为	13
第 2 节 DNA 贮存遗传信息	20
第 3 章 遗传信息的复制与表达	32
第 1 节 遗传信息的复制	34
第 2 节 遗传信息的表达	38
一 基因控制蛋白质的合成	39
二 基因表达的调控	44
三 中心法则	46
第 4 章 遗传信息的传递规律	48
第 1 节 基因的分离规律	50
第 2 节 基因的自由组合规律	60
第 3 节 伴性遗传	67
一 果蝇的伴性遗传	67
二 人的伴性遗传	69
第 4 节 环境对遗传信息表达的影响	73

第 5 章 遗传信息的改变	78
第 1 节 基因突变	80
第 2 节 基因重组	86
第 3 节 染色体变异	90
一 染色体结构变异	90
二 染色体数目变异	92
第 6 章 遗传信息的有害变异——人类遗传病	100
第 1 节 遗传病的类型	102
第 2 节 遗传病的防治	106
第 7 章 生物的进化	110
第 1 节 生物进化的证据	112
第 2 节 种群是进化的基本单位	116
第 3 节 物种进化与生物多样性的形成	126
第 4 节 进化论对人类思想观念的影响及其面临的挑战	133
附录 I 中英文词汇对照表	137
附录 II 书海拾贝	140
附录 III 相关网站	140

《遗传与进化》模块学习目标

总结人类对遗传物质的探索过程。

阐明细胞的减数分裂并模拟分裂过程中染色体的变化。

举例说明配子的形成过程。

举例说明受精过程。

概述 DNA 分子结构的主要特点。

说明基因和遗传信息的关系。

概述 DNA 分子的复制。

概述遗传信息的转录和翻译。

分析孟德尔遗传实验的科学方法。

阐明基因的分离规律和自由组合规律。

举例说明基因与性状的关系。

概述伴性遗传。

举例说出基因重组及其意义。

举例说明基因突变的特征和原因。

简述染色体结构变异和数目变异。

搜集生物变异在育种上应用的事例。

关注转基因生物和转基因食品的安全性。

列出人类遗传病的类型。

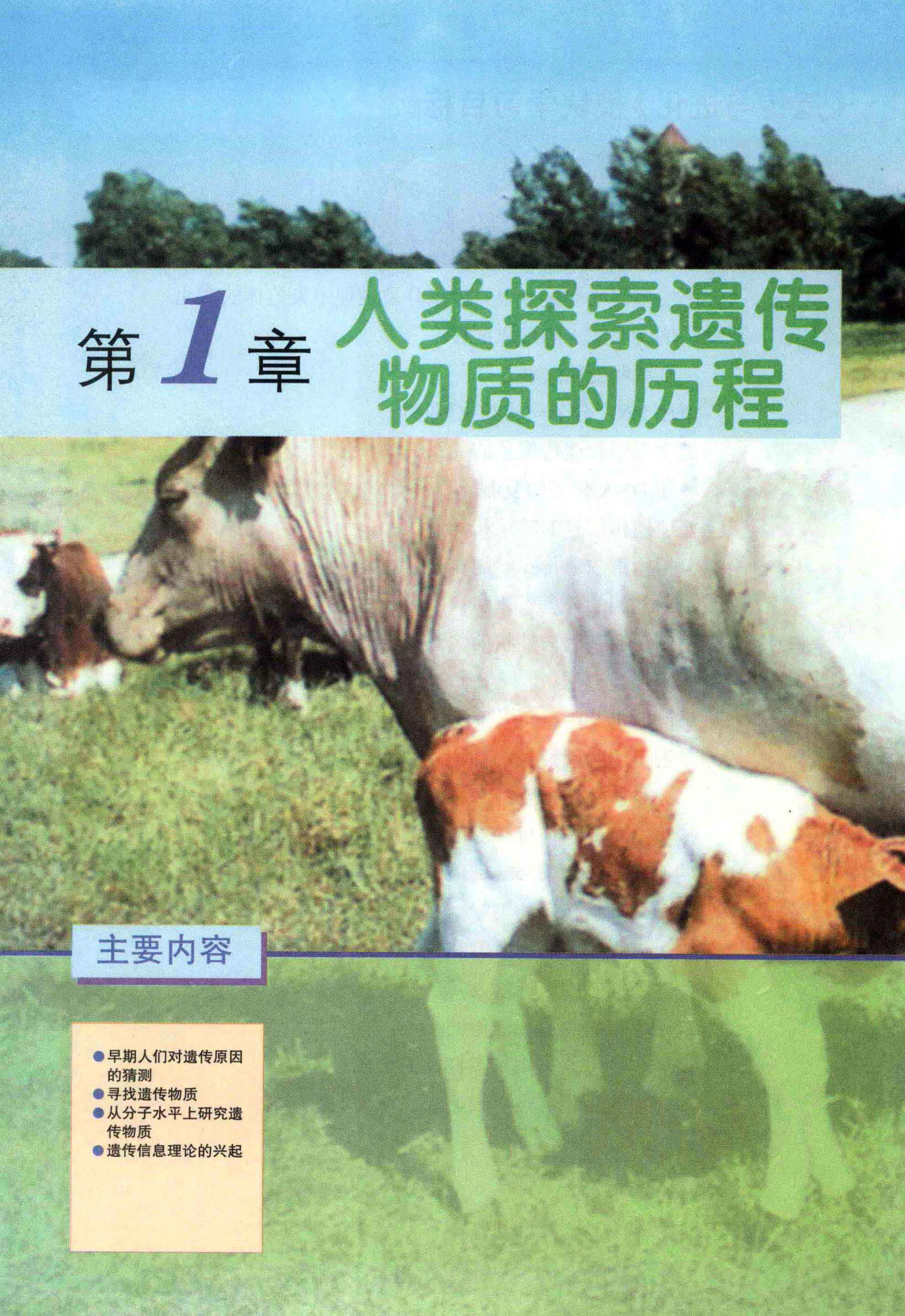
探讨人类遗传病的监测和预防。

关注人类基因组计划及其意义。

说明现代生物进化理论的主要内容。

概述生物进化与生物多样性的形成。

探讨生物进化观点对人们思想观念的影响。



第1章 人类探索遗传物质的历程

主要内容

- 早期人们对遗传原因的猜测
- 寻找遗传物质
- 从分子水平上研究遗传物质
- 遗传信息理论的兴起

遗传,是生物界普遍存在的现象。自古至今,人们都在努力揭开遗传的奥秘。

早期人们对遗传的原因有很多猜测,有人认为遗传是由神灵控制的,无法改变。

19 世纪 40 年代以后,人们加快了寻找遗传物质的步伐。1841 年,达尔文(C. Darwin, 1809—1882)提出了泛生论;1885 年,魏斯曼(A. Weismann, 1834—1914)提出了种质论;1866 年孟德尔(G. J. Mendel, 1822—1884)提出了遗传因子假说;直到 1926 年,摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)提出了基因论,并证明基因位于染色体上,人们才知道遗传物质就是基因。

由于微生物遗传学和分子遗传学的广泛研究,人们开始从分子水平研究遗传物质,并发现真正起遗传作用的物质就是 DNA 分子。1953 年沃森(J. D. Waston)和克里克(F. Crick)提出的 DNA 双螺旋结构模型的确立,具有划时代的意义,使人们有可能研究遗传物质——基因的本质。

20 世纪 60 年代,生物界通用的遗传密码的发现,将人类对遗传物质的探索带入了信息时代。

从 20 世纪 70 年代开始,基因工程的诞生,使人们对遗传物质的研究从认识基因的存在、阐明基因的本质和研究基因的作用发展到分离基因、操作基因和改变基因,并逐步走向产业化道路。21 世纪,随着基因工程的发展,“人类基因组计划”的实施,人类对遗传物质的探索将继续深入,并将迎来生物经济的新时代。

一 早期人们对遗传原因的猜测

子代和亲代相似的现象,称为遗传(inheritance)。古往今来,遗传有着诱人的魅力。

最初,人们对遗传的认识仅仅停留在子女与父母的长相方面,例如古代神话中存在的半人半马的怪物,被说成是人和马杂交的产物,长颈鹿被认为是骆驼和豹杂交所生等。在那时,遗传现象被神秘化,人们认为遗传是“天赋”,是“神的安排”,因此是“无法改变的”。于是诞生了“融合论”、“聪明天生论”、“人种优劣论”等,甚至把贫苦人说成是“天生卑贱”、“命中注定”等。这些非科学的遗传观念,为奴隶社会、封建制度的统治者们所利用。

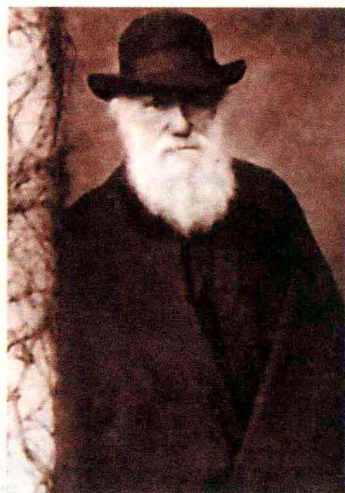
二 寻找遗传物质

人们为了探索遗传的根源,走过了荆棘丛生的漫长道路。近 100 多年来,伴随着时代的进步,人们逐渐开始用科学的态度和科学的方法来解释遗传现象。

● 达尔文的泛生论

1841 年,达尔文提出“泛生论”来解释遗传现象。他认为,生物体各部分结构不管是否发生变异,都会按照实际情况产生一些代表那些器官的微粒(芽球),这些微粒随着血液循环汇集到生殖器官里,形成生殖细胞,所以,生殖细胞含有来自身体各部分的微粒。受精卵发育时,各微粒就到相应部分发挥作用,发育出与亲代相同的个体。

达尔文的“泛生论”不仅说明了遗传现象,而且说明了发育的机制。但是,这只是达尔文的臆想,是一个假说。后来的细胞学研究证明,血液中并没有这种微粒。



达尔文

● 魏斯曼的种质论

到 19 世纪末,许多科学家提出了种种假说,认为生物体内具有负责性状遗传的物质。

1882年,德国动物学家魏斯曼提出了“种质论”来解释遗传现象。他把生物体分为种质和体质两部分,认为生物体并不是各部分都与遗传有关,与遗传有关的只是种质,由种质决定体质。种质是可以世代独立遗传的,而体质的变化,则不能遗传给后代。

魏斯曼肯定了在有机体中只有一种细胞负责遗传,首次把遗传现象缩小到细胞的范围,从细胞领域看遗传问题,大大推动了遗传学的发展。

●孟德尔的遗传因子假说

在生物学上,第一个用实验的手段来阐明遗传现象的是奥地利学者孟德尔。

从1858年开始,孟德尔选用了34个品种的豌豆(图1-1),进行了8年的杂交试验,并用统计的方法分析所得数据。他发现豌豆性状的传递是有规律的。1866年,孟德尔指出:决定和传递性状的是遗传因子。他认为:生物的每一个性状都是由遗传因子负责传递的,遗传下来的不是性状,而是遗传因子;遗传因子呈颗粒状,在体细胞内成对存在,在生殖细胞里单个存在;杂交后的遗传因子仍保持独立,不融为一体,在杂种产生配子时,不同的遗传因子互不影响地彼此分离开来,并被分配到不同的配子里,完整地遗传给下一代,所以未在亲代中出现的性状,仍能在子代中出现。在此基础上,孟德尔提出了遗传因子的分离规律和自由组合规律。因此,孟德尔被称为“遗传学的奠基人”。



图 1-1 豌豆

1909年,丹麦遗传学家约翰逊(W. L. Johannsen)首次使用基因(gene)一词代表遗传因子。此时,基因还只是一种符号。究竟基因是什么,仍然是个谜。

●摩尔根的理论

20世纪初,美国遗传学家摩尔根开始研究果蝇的遗传行为。



阅读与分析

阅读下面有关摩尔根所做的果蝇遗传实验的资料,根据实验分析控制果蝇眼色的基因与染色体有什么关系?

经过观察,摩尔根选中了在腐烂水果周围飞舞的果蝇(图 1-2)作为实验材料,观察生物性状的遗传与染色体到底有什么关系,基因又是怎么回事。摩尔根之所以选用果蝇作为研究材料,这是因为果蝇的唾腺细胞染色体特别大,十分便于观察;它的染色体数目少,只有 4 对;它的生活周期也比较短。有一天,摩尔根在一群红眼果蝇中发现了一只白眼雄果蝇,他让白眼雄果蝇与红眼雌果蝇交配,得到的子一代再互相交配,结果出人意料:在子二代果蝇中,白眼果蝇全都是雄性的。



图 1-2 果蝇

摩尔根的实验表明:控制果蝇眼色的基因位于性染色体上,染色体是基因的载体。后来,摩尔根和他的学生们用了 10 多年的时间,利用白眼果蝇做了大量的实验,又发现了几个基因位于 X 染色体上,证明一条染色体上有许多基因,并由此提出了基因的连锁遗传规律。

1926 年,摩尔根发表了《基因论》,提出了基因学说,认为基因位于染色体上,基因在染色体上呈线性排列。基因学说是现代生物技术最早的理论基础,是基因工程、体细胞克隆等现代重大技术发明的早期遗传学基础。摩尔根因此获得了 1933 年诺贝尔生理学 / 医学奖。

三 从分子水平上研究遗传物质

20 世纪中叶,是遗传学研究从细胞水平向分子水平过渡的时期。这一时期,由于微生物遗传学和分子遗传学研究的广泛开展,遗传学研究进入微观层次。

早期由于人们对蛋白质的认识较多,用蛋白质的多样性去解释遗传的复杂性和变异性顺理成章,因此人们认为蛋白质就是基因,各种不同的氨基酸就是遗传信息的储存单位。

1928 年,英国医生格里菲斯(F. Griffith)进行了著名的肺炎双球菌转化实验。1944 年,美国的生物化学家艾弗里(O. Avery)和他的同事们进行了肺炎双球菌的体外转化实验。1952 年,美国生物学家赫尔希(A. D. Hershey)和蔡思(M. Chase)又利用同位素示踪法进行了噬菌体侵染细菌的实验。这一系列实验证明了携带遗传信息的物质不是蛋白质而是 DNA,蛋白质只是生命舞台的前台“演员”,而 DNA 则是后台的“总导演”。

1957 年,富兰克林·科瑞特(H. Fraenkel Conrat)通过烟草花叶病毒的拆合实验,证明在没有 DNA 的病毒中,RNA 是遗传物质。

四 遗传信息理论的兴起

1953年,美国生物学家沃森和英国物理学家克里克通过对DNA的化学组成以及射线晶体学资料的分析,成功地提出了DNA的双螺旋结构模型。他们认为,DNA是由两条右旋但反向的链盘绕而成的,活像一个螺旋形的梯子,生命的遗传信息就贮存在“梯子”的横档上(图1-3)。

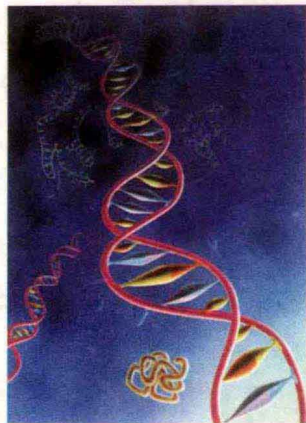


图1-3 DNA双螺旋结构模型简图

DNA结构的发现为解决遗传信息的传递问题带来了新的希望。20世纪50年代,由于信息论的影响,物理学家伽莫夫(G. Gamov)提出了著名的三联体密码学说。1959年克里克支持此假说,认为DNA将遗传信息由细胞核传送到细胞质,并决定蛋白质的合成。20世纪60年代,美国生物化学家尼伦伯格(M. W. Nirenberg)和霍拉纳(G. Khorana)破解了遗传密码(图1-4),发现基因中的遗传信息是以密码的形式存在的。遗传密码具有通用性,无论病毒还是人,几乎所有的生物都共用一套遗传密码。所谓遗传信息是指DNA中4种核苷酸碱基的排列顺序。正是遗传信息决定了蛋白质的不同性质。生物

的性状是通过DNA所决定的蛋白质来表现,并通过DNA遗传下去的。

遗传密码的破译标志着遗传信息理论的兴起,导致了一门新科学即遗传工程的出现。以遗传工程为主体的生物工程不仅拉动了整个生命科学的研究,还将成为一股强大力量来改变工农业、医疗保健事业的面貌,推动生命科学研究的深入发展。分子遗传学和生物工程已成为当今生物科学中最活跃、最前沿的新领域。



	U	C	A	G
U	UUU 苯丙氨酸 UUC 苯丙氨酸 UUA 亮氨酸 UUG 亮氨酸	UCU 丝氨酸 UCC 丝氨酸 UCA 丝氨酸 UCG 丝氨酸	UAU 酪氨酸 UAC 酪氨酸 UAA 终止密码 UAG 终止密码	UGU 半胱氨酸 UGC 半胱氨酸 UGA 终止密码 UGG 色氨酸
C	CUU 亮氨酸 CUC 亮氨酸 CUA 亮氨酸 CUG 亮氨酸	CCU 脯氨酸 CCC 脯氨酸 CCA 脯氨酸 CCG 脯氨酸	CAU 组氨酸 CAC 组氨酸 CAA 谷氨酰胺 CAG 谷氨酰胺	CGU 精氨酸 CGC 精氨酸 CGA 精氨酸 CGG 精氨酸
A	ACU 苏氨酸 ACC 苏氨酸 ACA 苏氨酸 ACG 苏氨酸	AUU 天冬氨酸 AUC 天冬氨酸 AAA 赖氨酸 AAG 赖氨酸	AGU 丝氨酸 AGC 丝氨酸 AGA 精氨酸 AGG 精氨酸	
G	GUU 缬氨酸 GUC 缬氨酸 GUA 缬氨酸 GUG 缬氨酸	GAC 天冬酰胺 GAA 天冬酰胺 GAG 天冬酰胺 GGG 甘氨酸		

图1-4 尼伦伯格与遗传密码表

自我检测

1. 被称为遗传学奠基人的是 ()
A. 达尔文 B. 魏斯曼 C. 孟德尔 D. 摩尔根
2. 生命舞台的“总导演”是 ()
A. DNA B. 蛋白质 C. 性状 D. 核酸蛋白质的复合物

A microscopic image showing numerous chromosomes, which appear as thick, coiled, pinkish-purple structures against a dark background. The chromosomes are in various stages of condensation and are scattered across the field of view.

第2章 遗传信息传递的结构基础

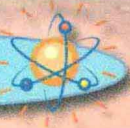
主要内容

1. 染色体是遗传信息的载体

- 染色体的形态结构
- 染色体在减数分裂中的行为
- 实验 蝗虫精巢的压片及观察

2. DNA贮存遗传信息

- 遗传信息大分子——核酸的发现
- DNA 是主要遗传物质的探索
- DNA 的提取
- 实验 DNA 的粗提取与鉴定
- DNA 分子的结构
- RNA 分子的结构
- DNA 分子的遗传信息多样性
- 基因和遗传信息的关系



遗传信息传递的结构基础是染色体和 DNA。人类关于染色体和 DNA 的研究由来已久。1879 年,德国生物学家弗莱明(W. Fleming, 1843—1905) 在显微镜下观察到细胞核中有着色很深的杆状物质。1888 年,沃尔德耶(W. Waldeyer) 正式将这种杆状结构命名为染色体。1977 年,贝克(A. L. Bak) 等人提出了染色体的四级结构模型,由此揭开了染色体的秘密。

在生物的世代遗传中,染色体是如何保持不变的呢? 1875 年,德国动物学家赫德维希(O. Hertwig) 在研究海胆时发现了动物的受精过程。1883 年,比利时胚胎学家贝内登(E. van Beneden),以马蛔虫为材料观察染色体,发现其精子和卵细胞只有体细胞染色体数目的一半,而受精卵又恢复了体细胞中的染色体数目。1890 年,德国细胞学家鲍维里(T. Boveri) 确认,精子和卵细胞的形成要经过减数分裂。1891 年,德国动物学家亨金(H. Henking) 描述了形成精子和卵细胞的减数分裂的全过程。因此,进一步证明了染色体是世代间传递遗传信息的载体。

1869 年,瑞士化学家米歇尔(F. Miesher, 1844—1895) 从一堆带血的纱布中发现了核酸。随着对核酸研究的进一步深入,1928 年,英国科学家格里菲斯发现了肺炎双球菌的转化现象。1944 年,美国细菌学家艾弗里证明了遗传物质是 DNA。1957 年,科学家富兰克林·科瑞特在研究烟草花叶病毒时,又发现有些病毒的遗传物质是 RNA,而不是 DNA。1953 年,沃森和克里克共同提出了 DNA 的双螺旋结构模型,揭开了 DNA 自我复制的奥秘,阐明了遗传信息传递的机理,使人类在生命科学研究发展史上跨入了新纪元。

第 1 节 染色体是遗传信息的载体

当一个婴儿呱呱落地的时候，全家人都会为一个新生命降临这个世界而感到高兴。细心的你也许会发现：这孩子的眼睛长得像妈妈，嘴巴、耳朵长得像爸爸……这个“像”字就已经暗示人们，父母的某些性状遗传给了自己的孩子。在遗传信息传递的过程中，联系亲代和子代之间的是细胞核中的染色体。染色体是什么样的？我们能够看到它们吗？



一 染色体的形态结构

● 染色体的形态

染色体(chromosome)在细胞分裂间期是丝状结构,能被碱性染料染色,所以又叫染色质(chromatin)。当细胞进入分裂期时,染色质就会高度螺旋化,缩短变粗,成为具有一定形态的染色体。细胞分裂中期时,染色体的形态最为清晰。

分裂中期的染色体(图 2-1)是由两条染色单体(chromatid)组成的。两条染色单体在着丝粒(centromere)处相连。由于着丝粒区域不着色或着色较浅而且缢缩变细,因此称做主缢痕(primary constriction)。细胞分裂期间,纺锤丝与着丝粒相连,有助于染色体向两极移动。着丝粒将染色体分为两部分:长臂(p)和短臂(q)。

在染色体臂上有时也能看到另一个着色较浅的缢缩部分,称做次缢痕(secondary constriction),它与核仁的形成有关。次缢痕也是染色体的一种形态特征,可以作为识别和区分染色体的重要标志。

在染色体的一端,有时能看到通过次缢痕相连的一个球形或棒状的突出物,称为随体(satellite),它是识别和区分染色体的另一个重要特征。

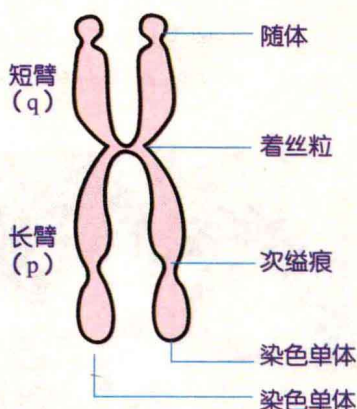


图 2-1 分裂中期的染色体

依据着丝粒部位的变化,可将染色体分为中部着丝粒染色体、亚中部着丝粒染色体及端部着丝粒染色体 3 种类型(图 2-2)。



图 2-2 染色体的类型



观察

将果蝇唾腺细胞染色体装片放在低倍镜下观察,找到染色体分散得比较好的细胞作为观察目标,移至视野中央。转动转换器,在高倍镜下仔细观察果蝇唾腺细胞染色体的形态,注意它与一般体细胞中的染色体有何区别。

自然界中,还有一些生物具有特殊形态的染色体,例如,果蝇的唾腺细胞染色体(图 2-3)。这种染色体比其他细胞的染色体大得多,因此又称为巨大染色体。巨大染色体是染色质丝多次复制而不分开造成的,其上有许多横纹,这些横纹的数目和位置是相对固定的。由于果蝇唾腺细胞中的同源染色体两两配对时总是紧密结合在一起,当其中一条染色体发生结构变异时,就很容易被识别出来。因此,果蝇的唾腺细胞染色体是观察染色体形态和研究染色体结构变异的好材料。

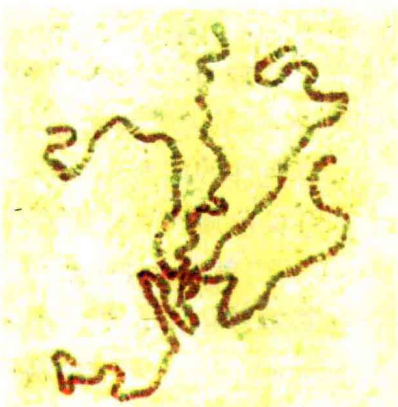


图 2-3 果蝇的唾腺细胞染色体



观察

在高倍镜下观察一个分散比较好的细胞有丝分裂中期的分裂相(图 2-4),数一数有多少条染色体,注意其大小。再换另一个细胞,比较两个细胞中的染色体大小和数目是否一致。

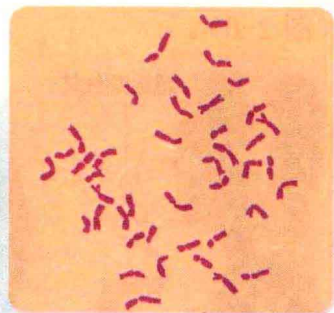


图 2-4 小麦体细胞染色体

不同生物的染色体大小和数目有很大差异,但都是稳定的,具有物种的特性。

染色体的大小,一般是用染色体的长度来表示。染色体长短的范围在 0.5~

30 μm 之间，一般的细胞分裂中期染色体在 3~10 μm 之间。例如，果蝇的体细胞染色体一般约为 5 μm ，玉米染色体则为 8~10 μm ，人的染色体约为 4~6 μm 。

每一种生物都有一定数目的染色体，不同种的生物，染色体数目往往不同（表 2-1）。

表 2-1 不同生物的染色体数目

物种	人	猪	兔	大鼠	小鼠	果蝇	蚊	玉米	豌豆	小麦	水稻
染色体数	46	40	44	42	40	8	6	20	14	42	24

●染色体的结构

由于光学显微镜的分辨能力有限，用它来分析染色体的结构非常困难。因此，长期以来，人们对染色体的结构产生了许多不同的猜测。直到电子显微镜出现后，人们才开始对染色体的结构进行深入研究。1977 年，贝克等人提出了染色体的四级结构模型，得到了大多数人的认可。

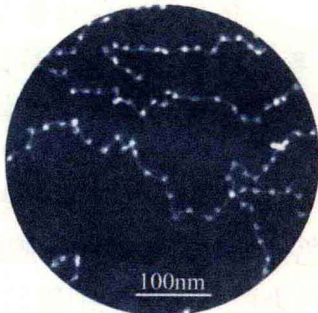


图 2-5 电镜下的染色质丝

染色体的四级结构模型认为：一条染色单体是由一条染色质丝高度螺旋化构成的。这条染色质丝呈念珠状（图 2-5），每一个小“珠子”就是由 DNA 和蛋白质组成的核小体（nucleosome）。核小体是染色质的基本单位。念珠状的染色质丝螺旋盘绕成中空的管状结构，叫螺线管体（solenoid）。每一个螺线管体约有 6~8 个核小体。在细胞分裂前期，螺线管体会再次螺旋盘绕，形成圆筒状的超级螺线体（supersolenoid），这就是我们在光学显微镜下看到的染色体细线。超级螺线体再进一步螺旋折叠，就形成了染色体（图 2-6）。

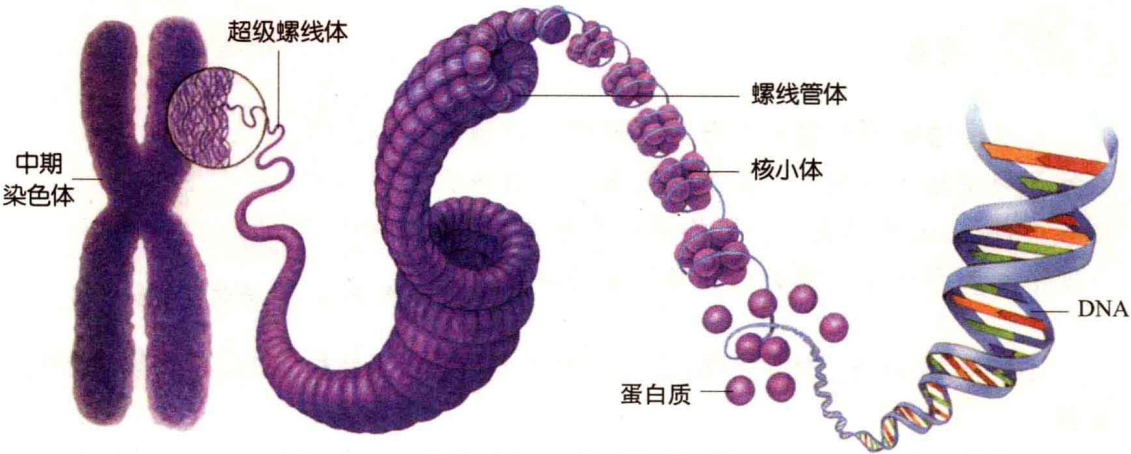


图 2-6 染色体结构示意图

二 染色体在减数分裂中的行为

1883年,德国科学家贝内登(Van Beneden)在研究马蛔虫的细胞分裂时惊奇地发现,马蛔虫的体细胞中有2条染色体,而生殖细胞内只有1条染色体。随后,他又继续观察马蛔虫的一个精子(含有1条染色体)和一个卵细胞(含有1条染色体)融合后的变化,发现融合后的合子细胞中又具有了2条染色体。也就是说,马蛔虫生殖细胞中的染色体数目,正好是体细胞的一半,由精子和卵细胞结合形成的子代的染色体数目却与亲代的相同。

为什么生殖细胞的染色体数目只有体细胞的一半呢?在生物的繁殖过程中,亲代与子代的染色体究竟是怎样保持数目不变的?

●雌雄配子的形成

精子的形成过程



蝗虫精巢的压片及观察

活动目标

1. 比较蝗虫精母细胞减数分裂各时期的染色体行为。
2. 尝试制作蝗虫精巢压片。

材料用具

成熟的雄蝗虫(或雄蟋蟀、雄蝈蝈);醋酸洋红溶液,乙醚;棉花,载玻片,盖玻片,培养皿,玻璃瓶,剪刀,镊子,解剖针,吸水纸,酒精灯,染色皿,显微镜。

方法步骤

1. 麻醉 把吸满乙醚的棉球放入玻璃瓶内,将蝗虫投入瓶中,盖上瓶盖,使蝗虫麻醉。

2. 解剖 取出麻醉的蝗虫,放入培养皿中,用剪刀剪去翅。再

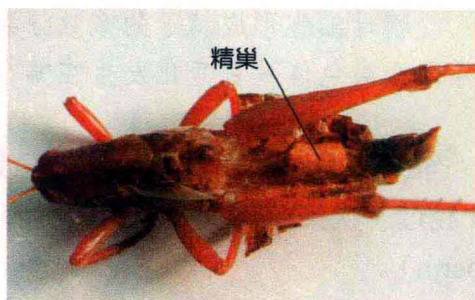


图 2-7 蝗虫的精巢

用剪刀自蝗虫腹部的背面前端向后剪开,在肠的背面可见一对黄白色的精巢(图2-7)。

3. 染色 用镊子夹取一小段管状精细管,放置在染色皿上,滴加醋酸洋红溶液染色5~15min。

4. 压片 用解剖针挑取少