

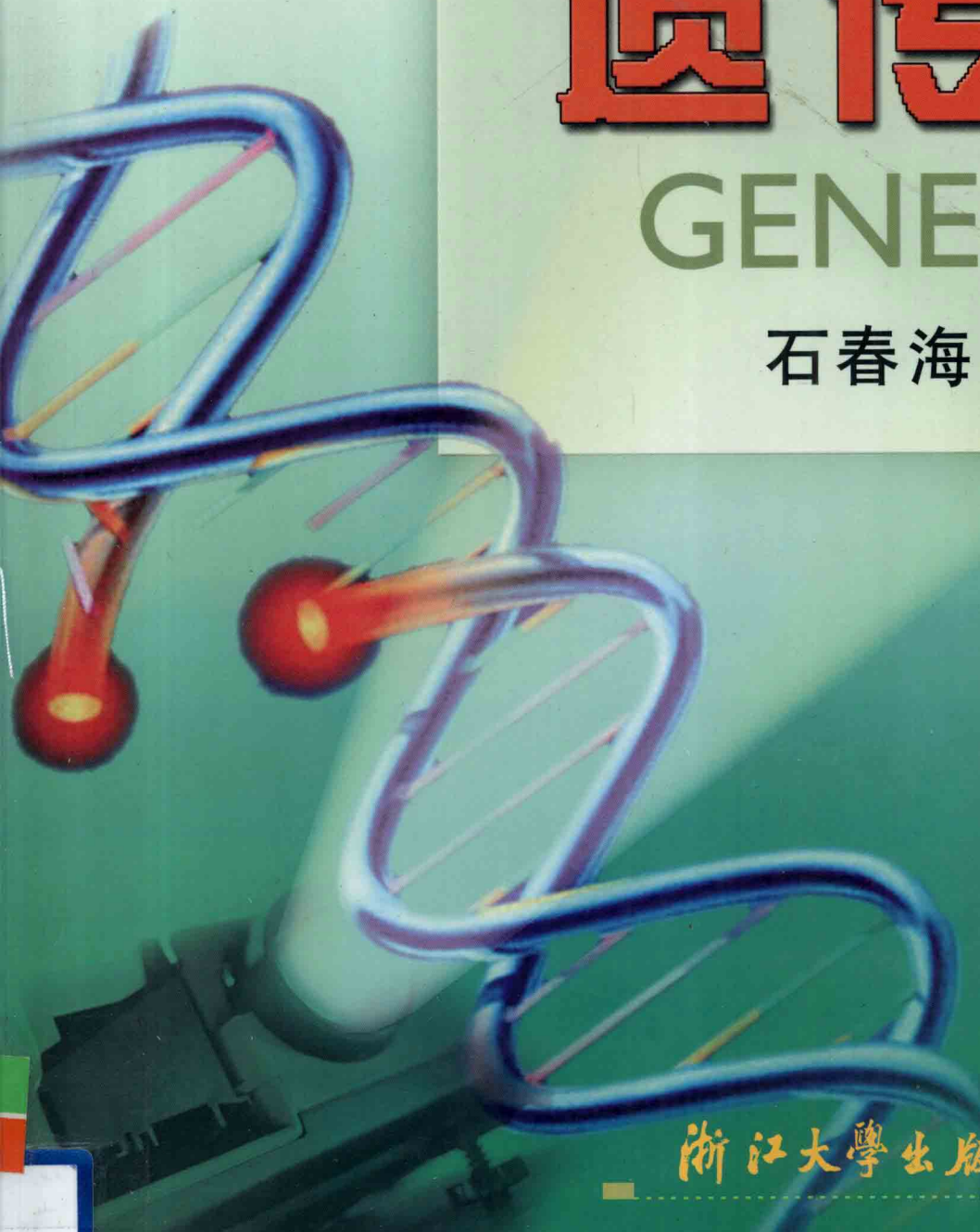
遗传学新型电子版教材



遗传学

GENETICS

石春海 主编



浙江大学出版社



遗传学新型电子版教材

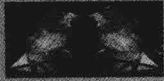
遗传学

GENETICS

主编 石春海

江苏工业学院图书馆
藏书章

浙江大學出版社



《遗传学》编写组

主 编 石春海

编 委 石春海

吴建国

马秋兰

编辑的话

本教材共分十四章,内容覆盖了遗传学教学要求的基本知识和最新进展。

该教材是为教师解决当前遗传学教学中内容丰富但课时数有限的矛盾而精心设计编排的。作者在近 20 年讲授遗传学课程的基础上,结合学生的学习特点,提炼遗传学教学内容,努力尝试把纸质教材与电子版教材的长处融为一体,编就了这样一本结构紧凑,文字、图表相辅,既尽可能全面反映教学内容,又能方便教师与学生使用的“新型”教材。希望该教材的问世,能得到广大相关专业教师与学生的认同。

王 锴

2003 年 9 月

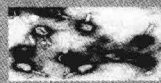
特 别 说 明

本书在编撰过程中参考使用了国内外一些公开发表的资料。因历时已长,参与者众,出版前又因故辗转,故已无法一一核实出处。如书中所用资料涉及版权,敬请版权所有者与作者联系,并提供可靠证明,作者将根据国家的有关法规合理支付报酬。



出版发行	浙江大学出版社 (杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027) (E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn) (网址: http://www.zjupress.com)
策划组稿	王 锴
责任编辑	王 锴
版面设计	丰志伟
排 版	浙江大学出版社电脑排版中心
印 刷	德清县第二印刷厂
开 本	889mm×1194mm 1/16
印 张	13.50
字 数	480 千字
印 数	2001-3000
版 次	2003 年 11 月第 1 版 2006 年 7 月第 3 次印刷
书 号	ISBN 7-900662-17-0/Q·01
定 价	35.00 元





第一章 绪论/2

第一节 遗传学研究的对象和任务/2

第二节 遗传学的发展史/2

一、现代遗传学发展前

二、现代遗传学的发展阶段

第三节 遗传学在科学和生产发展中的作用/6



第二章 遗传的细胞学基础/8

本章重点

第一节 细胞的结构和功能/8

一、原核细胞

二、真核细胞

三、不同类型细胞间的比较

第二节 染色体的形态和数目/8

一、染色体的形态特征

二、染色体数目

三、原核生物的染色体形态、结构和数目

第三节 细胞的有丝分裂/12

一、细胞周期

二、细胞分裂过程

三、有丝分裂的意义

第四节 细胞的减数分裂/13

一、减数分裂过程

二、减数分裂的意义

第五节 配子的形成和受精/15

一、雌雄配子的形成

二、受精

三、直感现象

四、无融合生殖

第六节 生活周期/16

一、低等植物的生活周期

二、高等植物的生活周期

三、高等动物的生活周期

本章小结



序言/1



目录

第三章 孟德尔遗传/18

本章重点

第一节 分离规律/18

一、孟德尔的豌豆杂交试验

二、分离规律的解释

三、表现型和基因型

四、分离规律的验证

五、分离比实现的条件

六、分离规律的应用

第二节 独立分配规律/22

一、两对相对性状的遗传

二、独立分配现象的解释

三、独立分配规律的验证

四、多对相对性状的遗传

五、独立分配规律的应用

第三节 遗传学数据的统计处理/25

一、概率原理

二、二项式展开

三、 χ^2 测验

第四节 孟德尔规律的补充和发展/29

一、显隐性关系的相对性

二、复等位基因

三、致死基因

四、非等位基因间的相互作用

五、多因一效和一因多效

本章小结



第四章 连锁遗传和性连锁/34

本章重点

第一节 连锁与交换/34

一、连锁

二、交换

第二节 交换值及其测定/37

一、交换值

二、交换值的测定

三、交换值与连锁强度的关系

四、影响交换值的因子

第三节 基因定位与连锁遗传图/38

一、基因定位

二、连锁遗传图

第四节 真菌类的连锁和交换/41

第五节 连锁遗传规律的应用/42

一、理论上

二、实践上

第六节 性别决定与性连锁/42

一、性染色体与性别决定

二、性连锁

本章小结



第五章 数量性状遗传/47

本章重点

第一节 群体的变异/47

第二节 数量性状的特征/49

第三节 数量性状遗传研究的基本统计方法/50

第四节 遗传参数的估算及其应用/52

一、遗传效应及其方差和协方差分析

二、遗传率的估算和应用

第五节 数量性状基因定位/58

一、单标记分析法

二、区间作图法

三、复合区间作图法

四、基于混合线性模型的复合区间作图法

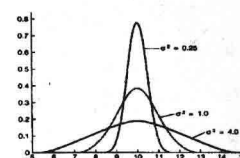
第六节 近亲繁殖和杂种优势/60

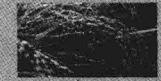
一、近交和杂交的概念

二、近交和杂交的遗传效应

三、杂种优势的表现和遗传理论

本章小结





第六章 基因突变/69

本章重点

第一节 基因突变的现象、时期和特征/69

- 一、自然界生物性状突变的现象
- 二、基因突变的时期
- 三、基因突变的一般特征

第二节 基因突变与性状表现/77

- 一、显性突变和隐性突变的表现
- 二、大突变和微突变的表现

第三节 基因突变的鉴定/77

- 一、植物基因突变的鉴定
- 二、生化突变的鉴定
- 三、人类基因突变的鉴定

第四节 基因突变的分子基础/79

- 一、突变的分子机制
- 二、突变的修复

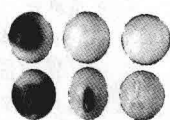
第五节 基因突变的诱发/81

- 一、物理因素诱发
- 二、化学因素诱发

第六节 转座子/84

- 一、转座子的发现和鉴定
- 二、转座子的结构特性

本章小结



第七章 染色体变异/87

本章重点

第一节 染色体结构变异/87

- 一、缺失
- 二、重复
- 三、倒位
- 四、易位

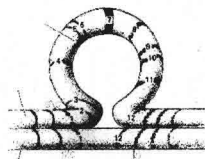
第二节 染色体结构变异的应用/92

- 一、基因定位
- 二、果蝇 CIB 测定法
- 三、利用易位创造玉米核不育系的双杂合保持系
- 四、易位在家蚕生产上的应用

第三节 染色体的数目变异/94

- 一、染色体的倍数性变异
- 二、非整倍体

本章小结



第八章 细胞质遗传/108

本章重点

第一节 细胞质遗传的特点/108

- 一、细胞质遗传的概念
- 二、细胞质遗传的特点

第二节 母性影响/108

- 一、母性影响的概念
- 二、母性影响的特点
- 三、实例

第三节 叶绿体遗传/109

- 一、叶绿体遗传的表现
- 二、叶绿体遗传的分子基础

第四节 线粒体遗传/111

- 一、线粒体遗传的表现
- 二、线粒体的分子遗传

第五节 共生体和质粒决定的染色体外遗传/113

- 一、共生体的遗传
- 二、质粒的遗传
- 三、细胞质遗传和细胞核遗传的异同

第六节 植物雄性不育的类型及其遗传机理/115

- 一、雄性不育的类别
- 二、雄性不育的遗传特点
- 三、雄性不育性的发生机理

本章小结



第九章 细菌和病毒的遗传/120

本章重点

第一节 细菌和病毒遗传研究的意义/120

- 一、细菌
- 二、病毒
- 三、细菌和病毒在遗传研究中的优越性

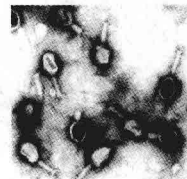
第二节 噬菌体的遗传分析/121

- 一、噬菌体的结构
- 二、 T_2 噬菌体的基因重组与作图
- 三、 λ 噬菌体的基因重组与作图

第三节 细菌的遗传分析/123

- 一、转化
- 二、接合
- 三、性导
- 四、转导

本章小结





第十章 遗传物质的分子基础/131

本章重点

第一节 DNA 作为主要遗传物质的证据/131

- 一、DNA 作为主要遗传物质的间接证据
- 二、DNA 作为主要遗传物质的直接证据

第二节 核酸的化学结构/133

- 一、两种核酸及其分布
- 二、DNA 的分子结构
- 三、RNA 的分子结构

第三节 染色体的分子结构/135

- 一、原核生物的染色体
- 二、真核生物的染色体

第四节 DNA 的复制/139

- 一、DNA 复制的一般特点
- 二、原核生物 DNA 合成
- 三、真核生物 DNA 合成的特点

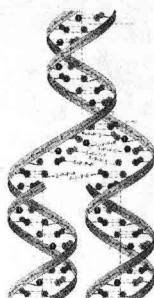
第五节 RNA 的转录及加工/141

- 一、三种 RNA 分子
- 二、RNA 合成的一般特点
- 三、原核生物 RNA 的合成
- 四、真核生物 RNA 的转录及加工

第六节 遗传密码与蛋白质的翻译/144

- 一、遗传密码
- 二、蛋白质的合成
- 三、中心法则及其发展

本章小结



第十一章 基因表达与调控/148

本章重点

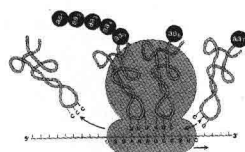
第一节 基因的概念/148

- 一、基因的概念及其发展
- 二、基因的微细结构
- 三、基因的作用与性状的表现

第二节 基因的调控/152

- 一、原核生物的基因调控
- 二、真核生物的基因调控

本章小结



第十二章 基因工程和基因组学/164

本章重点

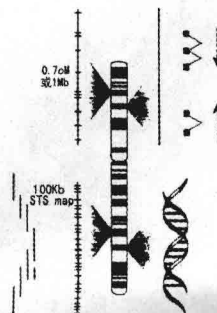
第一节 基因工程/164

- 一、基因工程概述
- 二、限制性内切核酸酶
- 三、载体
- 四、基因的分离与鉴定
- 五、基因工程的应用

第二节 基因组学/176

- 一、基因组图谱的构建
- 二、基因组图谱的应用
- 三、后基因组学

本章小结



第十三章 遗传与发育/184

本章重点

第一节 细胞核和细胞质在个体发育中的作用/184

- 一、细胞质在细胞生长和分化中的作用
- 二、细胞核在细胞生长和分化中的作用
- 三、细胞核和细胞质在个体发育中的相互关系
- 四、环境条件的影响

第二节 基因对个体发育的控制/186

- 一、个体发育的阶段性和发育模式
- 二、基因与发育模式
- 三、基因与发育过程

第三节 细胞的全能性/190

本章小结



第十四章 群体遗传与进化/191

本章重点

第一节 群体的遗传平衡/191

- 一、等位基因频率和基因型频率
- 二、哈德-魏伯格定律

第二节 改变基因频率的因素/195

- 一、突变
- 二、选择
- 三、遗传漂变
- 四、迁移

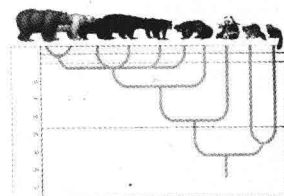
第三节 达尔文的进化学说/199

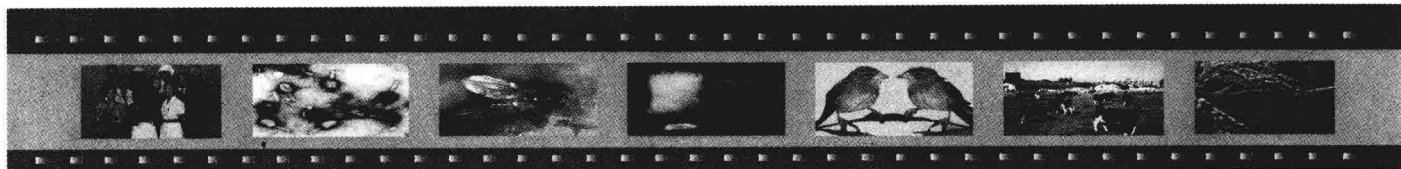
- 一、生物进化的概述
- 二、达尔文的进化学说及其发展
- 三、分子水平的进化

第四节 物种的形成/204

- 一、物种的概念
- 二、物种形成的方式

本章小结





序 言

遗传学是研究生物遗传和变异规律的科学。遗传学作为生物科学中一门重要的基础理论课程,随着新技术、新方法的不断出现,其研究范畴已大幅度拓宽,研究内容也不断深化。遗传学作为生物科学的一门基础学科以及大学生命科学中的一门主干课程,正在越来越显示出其重要性。近年来,国内外已经出版了许多优秀的遗传学教材和专著,如刘祖洞编写的《遗传学》(1979)、方宗熙编写的《普通遗传学》(1984)、季道藩主编的《遗传学》(1986)、孙勇如编写的《遗传学手册》(1989)、吴乃虎编著的《基因工程原理》(1989)、解生勇编著的《细胞遗传学》(1990)、童克中编著的《基因及其表达》(1996)、王亚馥和戴灼华主编的《遗传学》(1999)、杨业华主编的《普通遗传学》(2000)、余其兴和赵刚编著的《人类遗传学导论》(2000)、赵寿元和乔守怡主编的《现代遗传学》(2001)、朱军主编的《遗传学》(2002)等,以及 Hartl 编著的《Basic Genetics》(1991)、Russell 编著的《Fundamentals of Genetics》(1994)、Anthony 主编的《Genetic Analysis》(1996)、Winter 等编著的《Instant Notes in Genetics》(1998)、Klug 和 Cummings 编著的《Genetics》(2000)等。上述教材或专著的内容,已几乎覆盖了学生所必须掌握的全部基础知识。

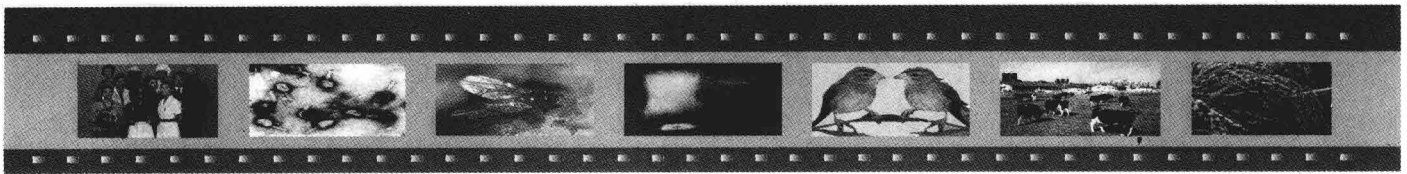
但是,由于各种教材的内容丰富,而遗传学教学任务又有一定的学时数限制,因此教师在教学内容和教学时数的安排上往往存在着较大的矛盾。有一本既能够容纳较大教学信息量又能方便教师与学生教学互动,既能较全面地反映遗传学基本知识和最新进展又能达到结构紧凑、文字精炼、图文并茂之目的,并符合学生认知规律的教材,已成为许多从事遗传学教学教师的迫切要求。

编者在近 20 年讲授遗传学课程的基础上,以季道藩教授和朱军教授各自主编的两本《遗传学》为主,并参考上述其他一些教材与专著,结合学生的学习特点,提炼遗传学教学内容,尝试编写了这样一本“新型”教材(附教学光盘)。我们希望该教材既能够全面反映遗传学的基础知识和最新进展,又能方便教师和学生使用,进一步提高遗传学的教学质量。欢迎广大读者在使用过程中提出宝贵意见。

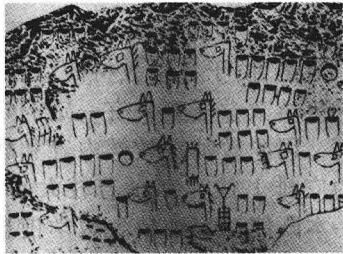
在本教材编写中,引用了一些参考文献的结果和图表,编者在此致以崇高的敬意和衷心的感谢!同时,也十分感谢浙江大学出版社的老师对本教材编制工作的大力支持!

石春海
2003年7月





第一章 绪论



在公元前 4000 年的伊拉克古巴比伦石刻上,记载了马头部性状在 5 个世代的遗传。

1-1

第一节 遗传学研究的对象和任务

1. 何谓遗传学

(1) 是研究生物遗传和变异的科学;

遗传学与生命起源和生物进化有关。

(2) 是研究生物体遗传信息和表达规律的科学;

遗传学要解决物种 $\rightarrow$ 代代相传、性状 $\rightarrow$ 遗传的问题。

(3) 是研究和了解基因本质的科学;

遗传物质是什么?

遗传物质 $\rightarrow$ 性状?

所以,遗传学是一门涉及生命起源和生物进化的理论科学,同时也是一门密切联系实际的基础科学——直接指导医学研究和动物、植物、微生物育种。

1-2

2. 遗传和变异的概念

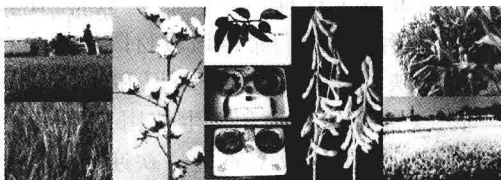
(1) 遗传(heredity): 亲子间的相似现象。

“种瓜得瓜、种豆得豆”。

(2) 变异(variation): 个体之间的差异。

“母生九子,九子各别”。

(3) 遗传和变异是一对矛盾。

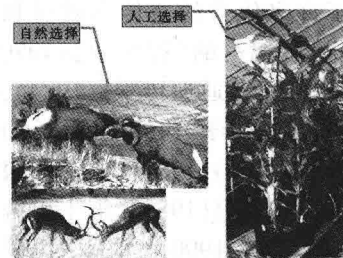


1-3

(4) 遗传、变异和选择是生物进化和新品种选育的三大因素:

遗传 + 变异 + 自然选择 $\rightarrow$ 形成物种

遗传 + 变异 + 人工选择 $\rightarrow$ 动、植物品种



(5) 遗传和变异的表现与环境不可分割。

1-4

3. 遗传学研究的对象

以微生物(细菌、真菌、病毒等)、植物和动物以及人类为对象,研究其遗传变异规律。



4. 遗传学研究的任务

(1) 阐明:生物遗传和变异现象 $\rightarrow$ 表现规律;

(2) 探索:遗传和变异原因 $\rightarrow$ 物质基础 $\rightarrow$ 内在规律;

(3) 指导:动植物和微生物育种,提高生命科学水平。

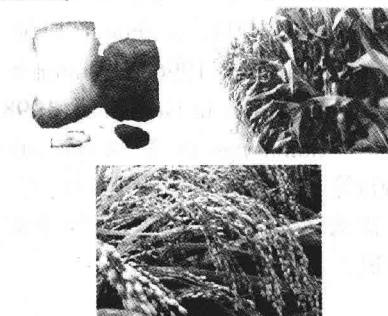
1-5

第二节 遗传学的发展史

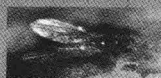
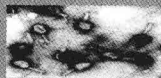
一、现代遗传学发展前

1. 遗传学起源于育种实践

人类 $\rightarrow$ 生产实践 $\rightarrow$ 遗传和变异 $\rightarrow$ 选择 $\rightarrow$ 育成优良品种。



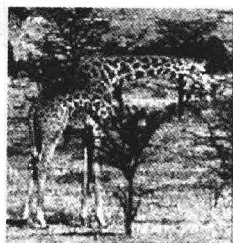
1-6



2. 在 18 世纪下半叶和 19 世纪上半叶期间,拉马克和达尔文对生物界遗传和变异进行了系统的研究。

(1) 拉马克(Lamarck J. B., 1744-1829)

- ① 环境条件的改变是生物变异的根本原因。
- ② 用进废退学说和获得性状遗传学说。
如长颈鹿的颈、家鸡翅膀。



1-7

(2) 达尔文(Darwin C., 1809-1882)

广泛研究遗传变异与生物进化关系。

① 1859 年发表《物种起源》著作,提出自然选择和人工选择的进化学说,认为生物是由简单→复杂、低级→高级逐渐进化而来的。

② 承认获得性状遗传的一些论点,并提出“泛生论”假说。



1-8

3. 新达尔文主义,支持达尔文的选择理论,否定获得性状遗传。

魏斯曼(Weismann A., 1834-1914) 为首创者。

- ① 种质连续论:种质是世代连续不绝的;
- ② 支持选择理论;
- ③ 否定后天获得性遗传:老鼠 22 代割尾巴试验。



1-9

二、现代遗传学的发展阶段

1. 个体遗传学向细胞遗传学过渡(1910 年之前)

(1) 孟德尔 (Mendel G.J., 1822-1884)

较系统地研究了生物的遗传和变异。

豌豆杂交试验 (1856-1864)

1866 年,发表《植物杂交试验》论文,提出了分离规律和独立分配规律。

假定细胞中有它的物质基础“遗传因子”,认为遗传是受细胞里的遗传因子所控制的。



1-10

(2) 1900 年,狄·弗里斯(De Vries H.)、科伦斯(Correns C.)和冯·切尔迈克(Von Tschermak E.)等三位植物学家

在不同国家用多种植物进行了与孟德尔早期研究相类似的杂交育种试验→作出了与孟德尔相似的解释→证实了孟德尔的遗传规律→确认该理论的重大意义。

1900 年孟德尔遗传规律的重新发现,标志着遗传学的建立和开始发展,孟德尔被公认为现代遗传学的创始人。自 1910 年起,将孟德尔遗传规律命名为孟德尔定律。

(3) 狄·费里斯(de Vries H., 1848-1935)

提出“突变学说”,认为突变是生物进化因素。

1-11



苗期白化突变

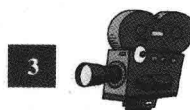
2. 细胞遗传学时期(1910-1939)

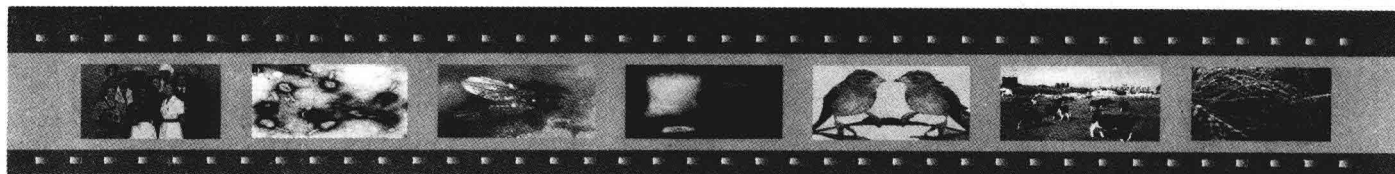
当时细胞学和胚胎学已有很大发展,对于细胞结构、有丝分裂、减数分裂、受精及细胞分裂过程中的染色体动态都已比较了解。

在魏斯曼“种质论”的基础上,使细胞学资料能与孟德尔的遗传规律结合。

研究工作的主要特征是从个体水平→细胞水平→建立了染色体遗传学说。

1-12





(1) 约翰生(Johannsen W., 1859-1927)

① 1909 年发表“纯系学说”:

明确区别基因型和表现型。

② 最先提出“基因”一词,替代遗传因子概念。

(2) 鲍维里(Boveri T., 1902)和萨顿(Sutton W., 1903)

发现遗传因子的行为与染色体行为呈平行关系→染色体遗传学说的初步论证。



1-13

(3) 贝特生(Bateson W., 1906):

① 从香豌豆中发现性状连锁;

② 提出遗传学“genetics”一词。



(4) 詹森斯(Janssens F. A., 1909)

观察到染色体在减数分裂时呈交叉现象,为解释基因连锁现象提供了基础。



1-14

(5) 摩尔根(Morgan T.H., 1866-1945)

① 提出“性状连锁遗传规律”;

② 提出染色体遗传理论:细胞遗传学;

③ 著《基因论》:认为基因在染色体上直线排列,创立“基因学说”。



1-15

基因学说主要内容:

① 种质(基因)是连续的遗传物质;

② 基因是染色体上的遗传单位,稳定性很高→能自我复制和发生变异;

③ 在个体发育中,基因在一定条件下控制着一定的代谢过程→体现出相应的遗传特性和特征表现;

④ 生物进化→主要是基因及其突变等。

这是对孟德尔遗传学说的重大发展,也是这一历史时期的巨大成就。

1-16

(6) 诱变

穆勒 (Muller H.T.): 1927 年对果蝇用 X 射线诱发突变;

斯特德勒 (Stadler L.T.): 1927 年,对玉米用 X-射线进行诱发突变。

两人证实了基因和染色体的突变不只是在自然情况下产生,用 X 射线处理也会产生大量突变。

这种用人工产生遗传变异的方法,使遗传学发展到一个新的阶段。

布莱克斯生(Blakeslee A.F.):利用秋水仙素诱导多倍体。



穆勒

1-17

3. 数量遗传学和群体遗传学的诞生(1930-1932)

费希尔(Fisher R. A.):

1918 年,发表了重要文献“根据孟德尔遗传假设的亲属间相关的研究”→成功运用多基因假设分析资料,首次将数量变异划分为各个分量,开创了数量性状遗传研究的思想方法。

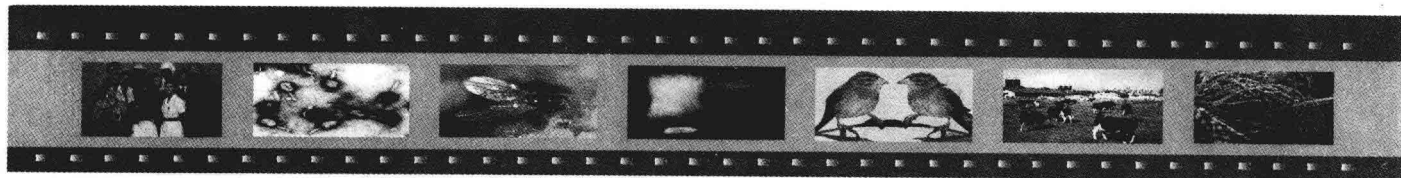
1925 年,首次提出了方差分析(ANOVA)方法,为数量遗传学的发展奠定了基础。



费希尔

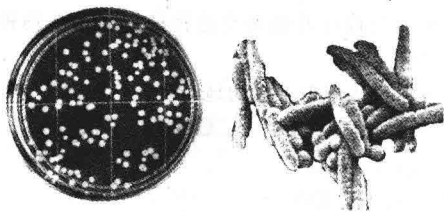
1-18





4. 从细胞水平向分子水平过渡时期(1940-1952)

由于微生物遗传学和生化遗传学研究的广泛开展,使工作进入微观层次→其主要特征是以微生物为研究对象,采用生化方法探索遗传物质的本质及其功能。



1-19

(1) 比德尔 (Beadle G.W. , 1941)

在红色面包霉的生化遗传研究中,分析了许多生化突变体。



比德尔

① 提出“一个基因一种酶”假说;

② 发展了微生物遗传学、生化遗传学。

以后研究表明,基因决定着蛋白质(包括酶)合成→改为“一个基因一个蛋白质或多肽”。

(2) 卡斯佩森(Caspersson T.O.)

20 世纪 40 年代初用定量细胞化学方法→证明 DNA 存在于细胞核中。

1-20

(3) 以后又有人证明:

① DNA 是构成染色体的主要物质;

② 同种生物不同细胞中 DNA 的质与量恒定;

③ 在性细胞中 DNA 的含量为体细胞的一半。

(4) 艾弗里(Avery O. T. , 1944) 等用纯化因子研究肺炎双球菌的转化实验,证明了遗传物质是 DNA 而不是蛋白质。

(5) 赫尔希(Hershey A. D. , 1952)等在研究噬菌体感染细菌的实验中采用同位素示踪法,再次确认 DNA 是遗传物质。

至此,已为遗传物质的化学本质及基因的功能奠定了初步的理论基础。

1-21

5. 分子遗传学时期(1953-现在)

20 世纪 40 年代中期,细胞遗传学、微生物遗传学和生化遗传学取得了巨大成就,使一些物理学家对研究生物学问题产生了浓厚的兴趣。

在量子力学家薛定谔《生命是什么?》(1944)一书的影响下,一些物理学家和化学家→研究遗传的分子基础和基因的自我复制这两个当时生物学的中心问题。

在生物学研究中带进了物理学的理论、概念和方法。

1-22

(1) 沃森(Watson J.D.)和克里克(Crick F.H.C.)

受《生命是什么?》的影响,意识到生物学问题可用物理学和化学的概念进行思考,根据对 DNA 的化学分析和 X-射线



晶体学结果提出 DNA 分子结构模式理论(双螺旋结构,1953)。

双螺旋结构的意义:

① 对 DNA 分子结构、自我复制、相对稳定性和变性提出合理解释;

② DNA 是贮存和传递遗传信息的物质;

1-23

③ 基因是 DNA 分子上的一个片段;

④ 分子生物学诞生→将生物学各分支学科及相关的农学、医学研究都推进到分子水平→是遗传学发展到分子遗传学的重要转折点。

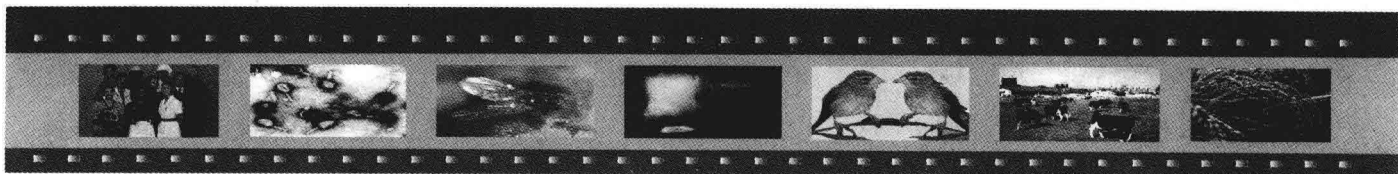
(2) 克里克 (Crick F.H.C.,1961) 等用实验证明了他于 1958 年提出的关于遗传三联密码的推测。

(3) 从 1957 年开始,尼伦伯格(Nirenberg M.W.)等着手解译遗传密码,经多人努力至 1969 年全部解译出 64 种遗传密码。

20 世纪 60 年代先后初步阐明了 mRNA、tRNA 及核糖体功能。

1-24





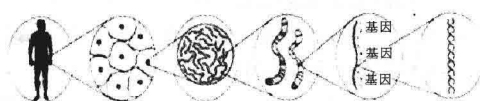
(4) 雅各布(Jacob F.)和莫诺(Monod J.)

1961年,提出了大肠杆菌的操纵子学说,阐明了微生物基因表达的调控问题。

至20世纪60年代末已基本阐明了蛋白质生物合成过程,验证了1958年克里克提出的“中心法则”。这一法则因1970年由逆转录酶的发现进一步作了修正。

遗传密码的破译解决了遗传信息本身的物质基础及含义的问题。

“中心法则”解决了遗传信息的传递途径和流向问题。

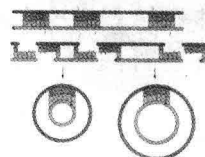


分子遗传学取得的许多成就都是来自对原核生物的研究,20世纪70年代开始在此基础上才逐渐开展对真核生物的研究。

由于对细菌质粒和噬菌体、限制性核酸内切酶,以及人工分离和合成基因取得进展,1973年成功地实现了DNA的体外重组→人类开始进入按照需要设计并能改造物种和创造新物种的新时代。

在分子遗传学中已成功地实现:

- ★ 人工分离基因
- ★ 人工合成基因
- ★ 人工转移基因
- ★ 克隆技术应用



目前:

基因工程→定向改变遗传性状。

可以更自由和有效地改变生物性状;

打破物种界限,克服远缘杂交困难;

培育优良动、植物新品种;

有效地治疗人类的一些遗传性疾病。



受精卵核通过注射法移植入未受精卵中产生克隆牛



克隆鼠



克隆羊

1-27

遗传学发展:

整体水平→细胞水平→分子水平;

宏观→微观;

染色体→基因;

逐步深入到研究遗传物质结构和功能。

现代遗传学已发展出30多个分支:

细胞遗传学 数量遗传学 生化遗传学
发育遗传学 进化遗传学 微生物遗传学
辐射遗传学 医学遗传学 分子遗传学
遗传工程 生物信息学 基因组学等

1-28

田中(1967)将遗传学的发展划为8个阶段:

- 1900-1909 形态遗传(morphogenetics stage)
- 1910-1919 细胞遗传(cytogenetics stage)
- 1920-1929 生理遗传(physiological genetics stage)
- 1930-1939 诱变遗传(induced mutation stage)
- 1940-1959 生化遗传(biochemical genetics stage)
- 1950-1959 群体遗传(population genetics stage)
- 1960-1969 微生物遗传(microbial genetics stage)
- 1970- 分子遗传(molecular genetics stage)

遗传学新学科:

分子数量遗传学(20世纪90年代)、生物信息学(20世纪90年代)、基因组学(20世纪90年代)

1-29

第三节 遗传学在科学和生产发展中的作用

1. 科学发展上的作用

解释生物进化的原因,阐明生物进化的遗传机理;

遗传学的研究表明,高等和高等生物所表现的遗传规律相同;

随着分子遗传学的发展,进而认识生命本质(DNA、蛋白质)。

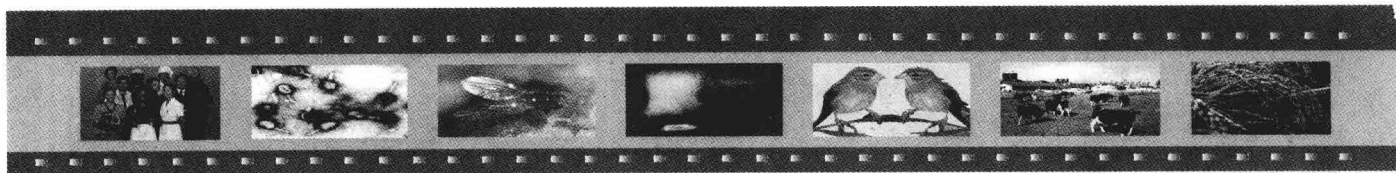
2. 在生产实践上

对农业科学起直接指导作用(丰富和更新动植物育种技术);

指导医学研究,提高健康水平。

1-30





3. 遗传学仍在发展

(1) 理论上和实践上仍有许多需要解决的问题;

(2) 广泛利用丰富的生物资源,提高育种效果。

4. 当代遗传学特点

理论扎实 技术领先

实用性强 学科交叉

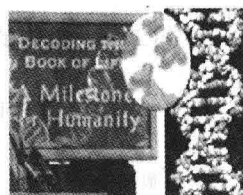
遗传学是一门处于发展巅峰时期的学科。

目前遗传学的前沿已从对原核生物的研究转向高等真核生物,从对性状传递规律的研究深入到基因的表达及其调控的研究。

(1) 1990年美国正式开始实施的人类基因组作图及测序计划

1-31

测定和分析人体基因组全部核苷酸排列次序→揭示携带的全部遗传信息→阐明遗传信息表达规律及其最终生物学效应。



它使生物学和医学产生革命性变革,是生物学中的最重大事件和遗传学领域中一个跨世纪宏伟计划。

在2000年6月26日已完成绘制人类基因组的“工作草图”(历时10年),2003年4月14日美、英、日、法、德、中等国科学家宣布完成人类基因组的测序工作。

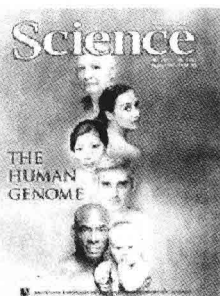
1-32

我国负责研究的第3号染色体,共计3000万个碱基对,约占人类基因组全部序列1%。

(2) 其他动植物基因组计划

① 美国、英国国际植物基因研究中心等的研究对象,已从模式植物拟南芥菜的基因图谱入手(2001年12月14日,宣布绘制出拟南芥基因组的完整图谱)→逐渐扩大到玉米、小麦等主要农作物;

② 欧洲八国科学家正在英国爱丁堡动物生



1-33

理和遗传学研究所进行中国梅山猪基因图谱的工作;

③ 美国农业部肉类动物研究中心在进行牲畜基因图谱工作。



(3) 预计基因组的结构及其功能的研究,在相当一段时间内都会是分子生物学、细胞生物学和分子遗传学共同注意的问题,并开始形成一门新的遗传学分支——基因组学(genomics)。

基因组学将取得突破性进展,并带动生命科学其他学科的研究取得重大进展。遗传学仍会占据未来生物学的核心地位。

1-34

(4) 遗传学的发展得益于生命科学的众多成就,以及物理学、化学、数学和技术科学的研究渗透。

今后多学科与遗传学的相互交叉与渗透会更加密切→产生许多崭新的科学概念→涌现出许多前沿研究领域。

如随着人类基因组计划的进展,目前已出现了一门新的学科——生物信息学→处理、分析和解释遗传信息,需有数学、逻辑学、计算机科学和分子遗传学、生物化学等多学科科学家的参加→破译“遗传语言”→阐明其生物学意义。

(5) 遗传学是一门基础学科。基础研究的属性决定了它没有国界,某些重大科学问题的解决往往需要多国甚至全球的广泛合作。

1-35

当代社会信息化的结果也导致基础研究的国际交流、合作和竞争活跃。

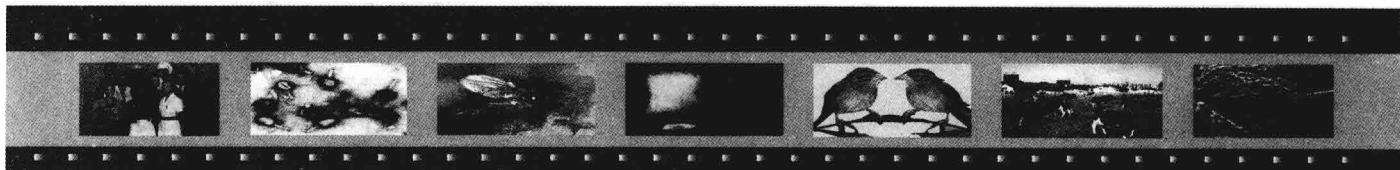
学术交流也已不仅是科学家之间交流信息的一种方式,而且已成为科研工作的重要组成部分和取得突破性进展的重要途径。

因此,广泛的国际合作已成为普遍的趋势。



1-36





第二章 遗传的细胞学基础

本章重点

1. 细胞的有丝分裂, 减数分裂, 核内染色体形态、结构和数目
2. 染色体的形态、结构及功能
3. 配子的形成和受精
4. 低等植物和高等植物的生活周期

2-1

第一节 细胞的结构和功能

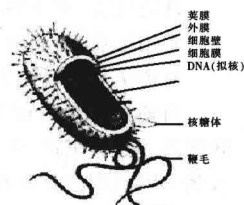
一、原核细胞

1. 细胞组成

细胞壁: 蛋白聚糖等;
细胞膜: 磷脂和蛋白质等;
细胞质: 核糖体等;
核区: DNA、RNA 等。

2. 原核生物

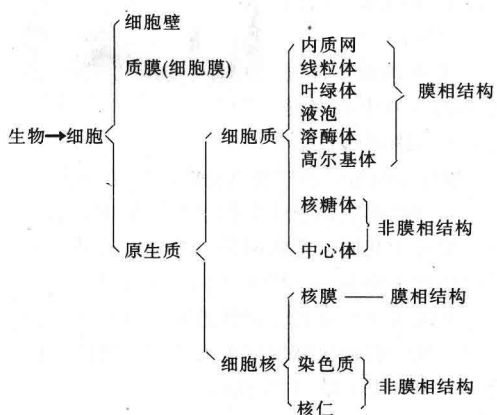
细菌、蓝藻等低等生物由原核细胞构成, 没有真正的细胞核, 统称为原核生物(prokaryote)。



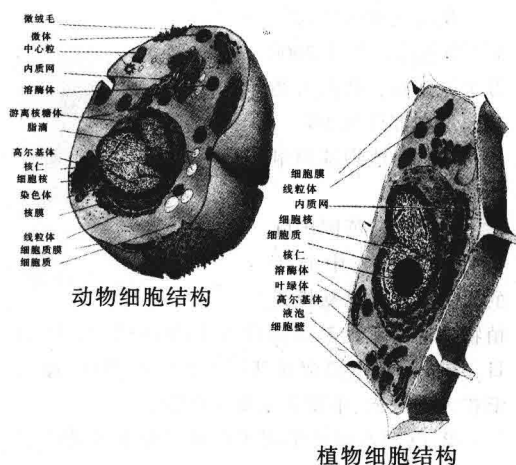
原核细胞的结构

2-2

二、真核细胞



2-3



2-4

三、不同类型细胞间的比较

细菌、动物与植物细胞之比较

	细菌	动物	植物
外部结构			
细胞壁	有(蛋白聚糖)	无	有(纤维素、果胶质等)
细胞膜	有	有	有
鞭毛	有的有	有的有	除少数物种有精子外, 一般无
内部结构			
内质网	无	一般有	一般有
微丝	无	有	有
中心体	无	有	一般无
高尔基体	无	有	有
细胞核	无	有	有
线粒体	无	有	有
叶绿体	无	无	有
染色体	一般单个环状分子	多个 DNA 与蛋白质结合的染色体	多个 DNA 与蛋白质结合的染色体
核糖体	有	有	有
溶酶体	无	一般有一般有	类似的结构称圆球体
过氧化氢酶	无	有	有
液泡	无	无或小	成熟细胞一般有一中央大液泡

2-5

第二节 染色体的形态和数目

一、染色体的形态特征

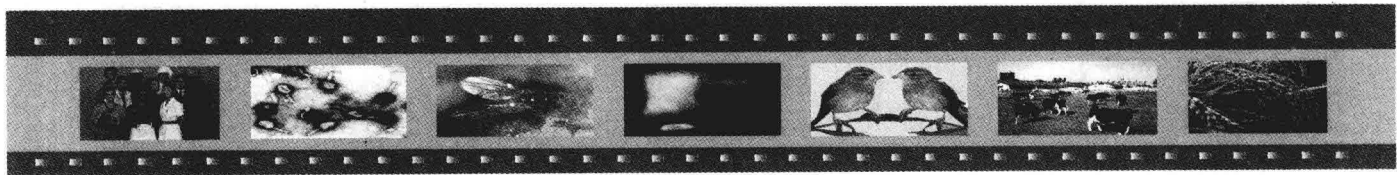


1. 重要性

- (1) 几乎在所有生物体中, 包括病毒和细菌在内都含有染色体;
- (2) 真核生物各物种染色体均有其特定的形态特征, 在细胞分裂的中期和早后期最为明显和典型;
- (3) 真核生物中期染色体分散排列在赤道板上, 故通常以这个时期进行染色体形态的识别和研究。

2-6





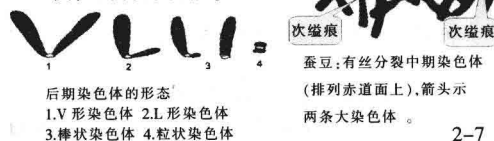
2. 真核生物染色体形态

(1) 组成:着丝粒、长臂和短臂;

(2) 着丝点对于细胞分裂时染色体向两极牵引具有决定性作用;

(3) 次缢痕、随体是识别特定染色体的重要标志;

(4) 某些次缢痕具有组成核仁的特殊功能。



2-7

3. 真核生物染色体类型

长臂/短臂	染色体形态	着丝点位置	染色体分类	缩写
1.00	V形	正中	正中着丝点染色体	M
1.01~1.70	V形	中部	中着丝点区染色体	m
1.71~3.00	L形	近中	近中着丝点区染色体	sm
3.01~7.00	L形	近端	近端着丝点区染色体	st
>7.00	棒形	端部	端着丝点染色体	t
长臂极短	粒形	端部	端着丝点染色体	T

4. 真核生物染色体大小

(1)各物种之间差异很大,染色体大小主要指长度。同一物种染色体宽度大致相同。



植物:长约 0.2~50.0 μm 、宽约 0.2~2.0 μm 。

2-8

(2) 高等植物中,单子叶植物的染色体一般比双子叶植物要大些。

单子叶植物中,如玉米、小麦、大麦和黑麦大于水稻。

但双子叶植物中的牡丹属和鬼臼属也具有较大的染色体。



2-9

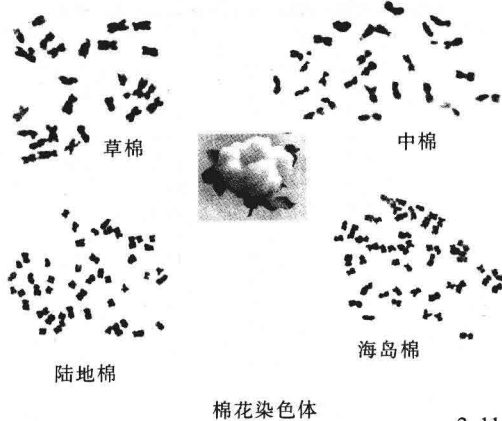


药用野生稻染色体(早中期)

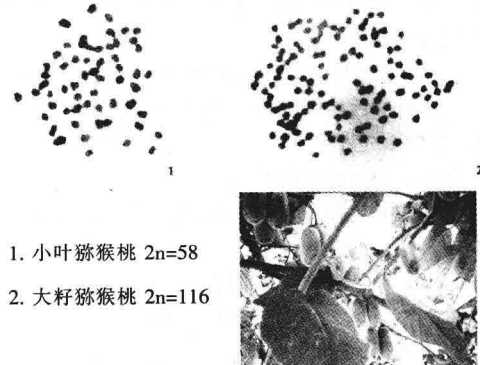


野生稻 (*Oryza rufipogon*) 染色体

2-10

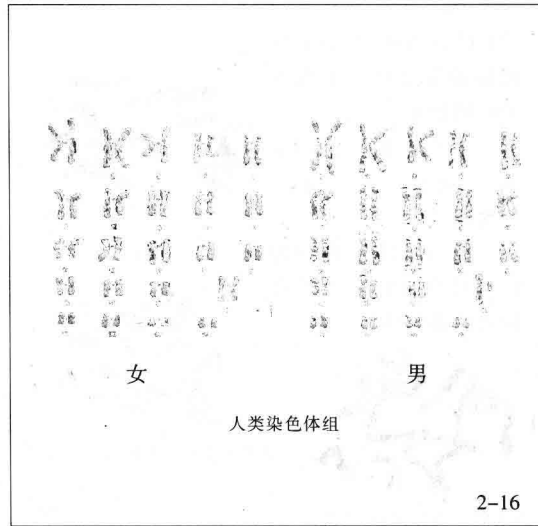
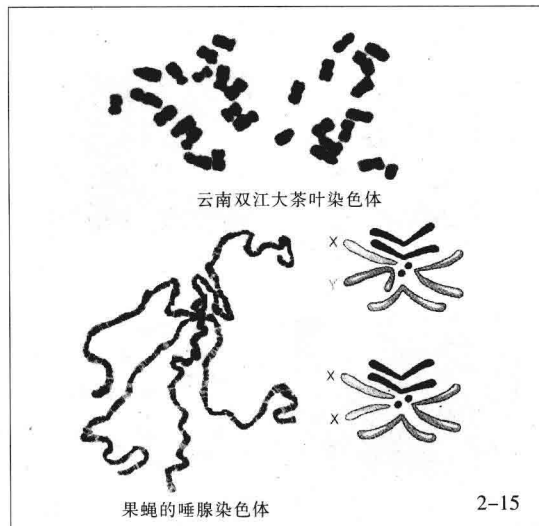
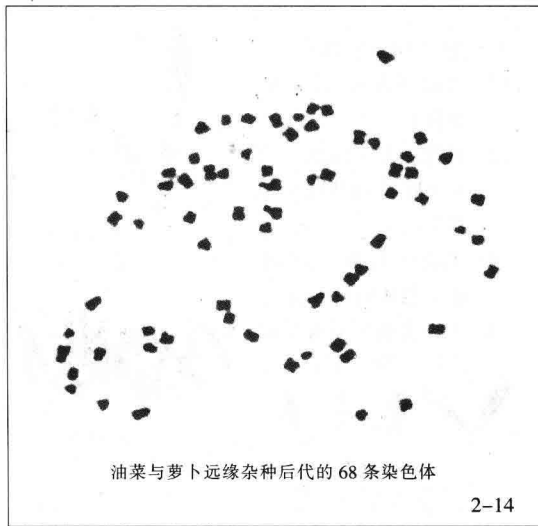
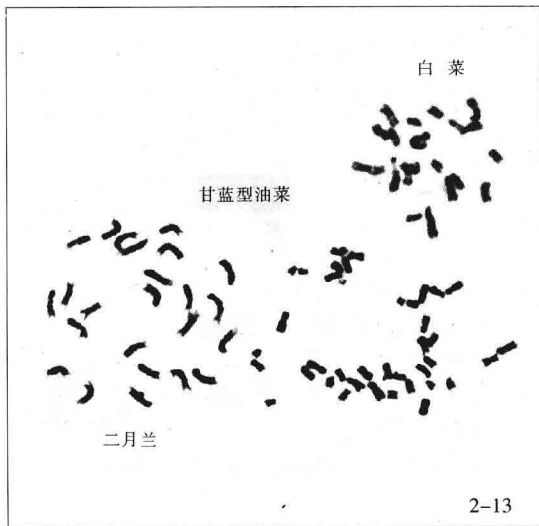
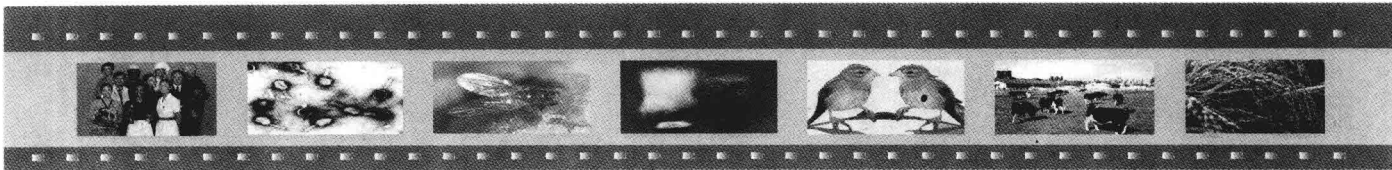


2-11



2-12





5. 真核生物染色体类别

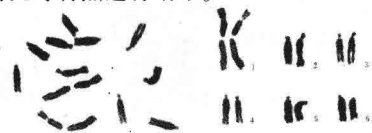
各生物的染色体不仅形态结构相对稳定,而且其数目成对。

同源染色体:形态和结构相同的一对染色体。

异源染色体:两对形态结构不同的染色体,互称为异源染色体。

6. 真核生物染色体编号

根据染色体长度、着丝点位置、长短臂比、随体有无等特点进行编号。

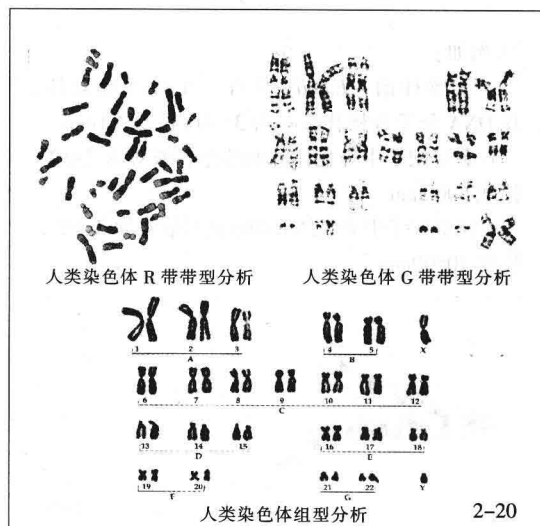
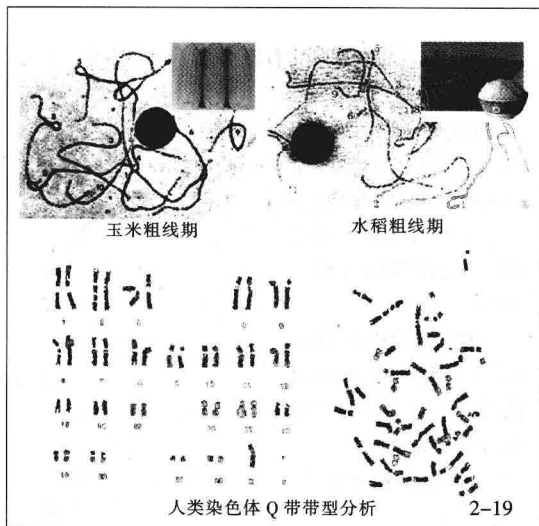
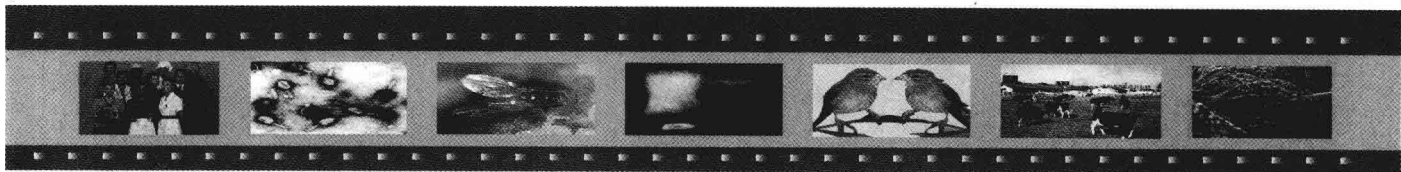


蚕豆核型分析:根尖有丝分裂中期的染色体 2-17

水稻和玉米在细胞减数分裂的粗线期染色体的长度

染色体编号	水稻		玉米	
	全长(μm)	长臂/短臂	全长(μm)	长臂/短臂
1	79.0	1.72	82.40	1.30
2	47.5	2.16	66.50	1.25
3	47.0	1.23	62.00	2.00
4	38.5	2.08	58.78	1.60
5	30.5	2.05	59.82	1.10
6	27.5	4.00	48.73	7.10
7	26.5	1.03	46.78	2.80
8	23.0	1.70	47.78	3.20
9	21.0	3.20	43.24	1.80
10	21.0	6.00	36.93	2.80
11	20.5	1.56	---	---
12	18.0	3.00	---	---

2-18



人类染色体组型的分类

类别	染色体编号	染色体长度	着丝点位置	随体
A	1-3	最长	中间, 近中	无
B	4-5	长	近中	无
C	6-12, X	较长	近中	无
D	13-15	中	近端	有
E	16-18	较短	中间, 近中	无
F	19-20	短	中间	无
G	21-22, Y	最短	近端	有

根据核型分析, 进行产前诊断

羊膜腔 胎细胞 生化分析 染色体分析 生化分析

子宫壁 离心 胎细胞 胎细胞培养

2-21

患唐氏综合症的小孩的染色体组型, 在第 21 条染色体上表现为三体 (47, XX, +21)

人类 21 三体核型分析

特征: 严重智力迟钝, 马鞍鼻和斜视眼, 发生频率约为 1/(600-700)。

2-22

二、染色体数目

一些生物的染色体数目

水稻 24 条(2n)	大豆 40 条(2n)	烟草 48 条(2n)
普通小麦 42 条(2n)	蚕豆 12 条(2n)	陆地棉 52 条(2n)
大麦 14 条(2n)	豌豆 14 条(2n)	茶树 30 条(2n)
玉米 20 条(2n)	马铃薯 48 条(2n)	人 46 条(2n)
高粱 20 条(2n)	甘薯 90 条(2n)	

动物中

某些扁虫只有 4 条(n=2)

线虫类马蛔虫只有 2 条(n=1)

某种蝴蝶有 382 条(n=191)

被子植物中的一种菊科植物 n=2

有些植物 n=400~600

2-23

真核生物染色体的一般特点:

1. 数目恒定。
2. 体细胞(2n)是性细胞(n)的一倍。
3. 与生物进化的关系: 无关。可用于物种间的分类。
4. 染色体数目恒定也是相对的(如动物的肝、单子叶植物的胚乳)。

三、原核生物的染色体形态、结构和数目

通常原核生物细胞里只有一个染色体, 且 DNA 含量低于真核生物。

2-24

