



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

现代遗传学概论

Introduction of Modern Genetics

◆ 石春海 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

现代遗传学概论

石春海 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代遗传学概论/石春海编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2007. 12

ISBN 978-7-308-05689-2

I. 现… II. 石… III. 遗传学—高等学校—教材 IV. Q3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 196825 号

现代遗传学概论

石春海 编著

策划组稿 王 镨

责任编辑 王 镨

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>

<http://www.press.zju.edu.cn>)

电话: 0571-88925592, 88273066(传真)

排 版 杭州大漠照排印刷有限公司

印 刷 临安市曙光印务有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 17

字 数 408 千

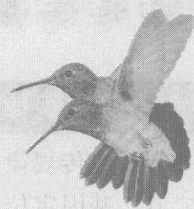
版 印 次 2007 年 12 月第 1 版 2007 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-05689-2

定 价 32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522



目 录

第一章 绪 论

第一节 遗传学研究的对象和任务	1
第二节 遗传学的发展	5
第三节 遗传学在科学和生产发展中的作用	15

第二章 生物的生长和繁殖

第一节 原核细胞和真核细胞结构和功能	20
第二节 细胞的有丝分裂和减数分裂	25
第三节 配子的形成和受精	33
第四节 低等生物和高等生物的生活周期	36

第三章 遗传物质与自然界生物多样性

第一节 染色体的形态、数目和结构	41
第二节 基因突变	55
第三节 染色体结构变异	74
第四节 染色体数目变异	84
第五节 生物变异的诱发	99
第六节 进化学说与物种形成	102

第四章 遗传规律和性连锁

第一节	遗传规律的表现	112
第二节	基因定位与连锁遗传图	124
第三节	遗传规律的补充和发展	129
第四节	性别决定与性连锁	138

第五章 数量性状和杂种优势的表现

第一节	数量性状的遗传	146
第二节	数量性状基因定位	153
第三节	近亲繁殖和杂种优势	156

第六章 基因表达与生物体发育

第一节	基因的概念及其发展	170
第二节	基因的表达与性状的表现	177
第三节	个体发育中核质互作和基因控制	189
第四节	细胞的全能性和克隆技术	196

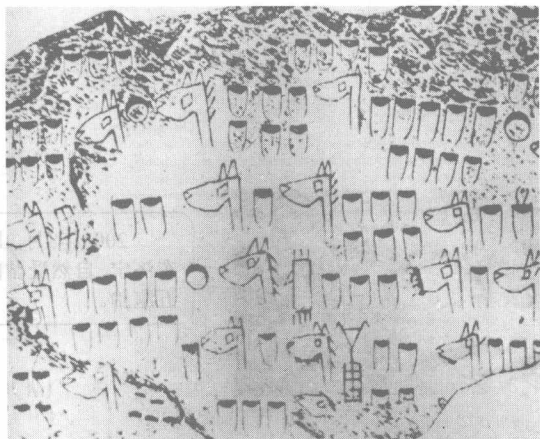
第七章 基因工程和基因组学

第一节	基因工程原理	203
第二节	基因工程的应用	216
第三节	基因组学	221
第四节	后基因组学	237

第八章 遗传社会学问题

第一节	遗传病与基因治疗	243
第二节	人类基因组研究的伦理学问题	257

第一章 绪论



公元前 4000 年,伊拉克的古代巴比伦石刻上记载了 5 个世代马头部性状的表现。

第一节 遗传学研究的对象和任务

1. 遗传学的研究内容

(1) 是研究生物遗传和变异的科学:

遗传是物种延续的基础,变异是生物进化的动力。

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:

解决问题:物种是如何代代相传的?

性状又是如何遗传的?

(3) 是研究和了解基因本质的科学:

解决问题:遗传物质是什么?



遗传物质如何来控制性状表现？

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生产实际的基础科学，它直接指导医学研究和动物、植物、微生物育种。

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，各子有别。”



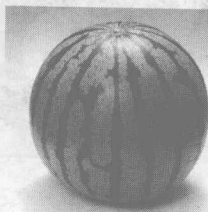
2003年8月，山东济宁，自然受孕的五胞胎。

(3) 遗传和变异是一对矛盾。

(4) 遗传、变异和选择是生物进化和新品种选育的三大因素：

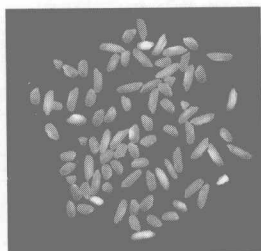
- 遗传、变异、自然选择是形成物种的三大因素。
- 遗传、变异、人工选择是形成动、植物品种的三大因素。

(5) 遗传和变异的表现与环境条件有关。



方形西瓜最早由日本2001年培育，属不可遗传的变异。

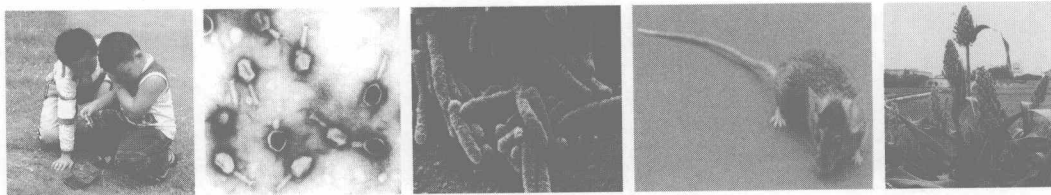
自然选择



人工选择

3. 遗传学研究的对象

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



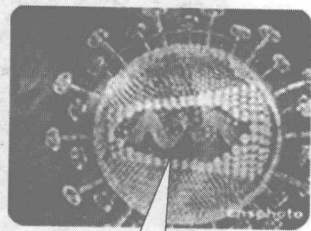
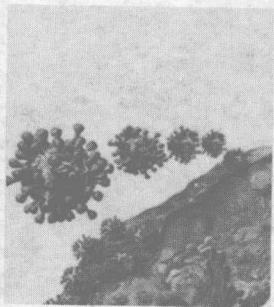
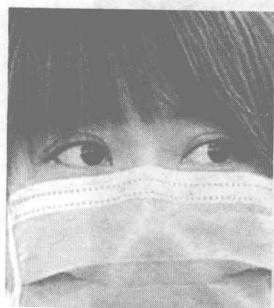
现代遗传技术高度发展,已能在较短的时间里查明现象的起因,遗传学研究已由个体进入基因组研究水平。以 SARS 为例:

2002 年 11 月 16 日,广东佛山市出现“非典型肺炎”。

2003 年 2 月 26 日,军事医学科学院发现冠状病毒颗粒(两周后,命名为 SARS)。

2003 年 3 月 23 日,我国香港地区和美国科学家发现冠状病毒可能是真正的元凶。

2003年4月13日,加拿大温哥华 BCCA 基因组科学中心研究组在网上公布了 SARS 的全基因组序列。

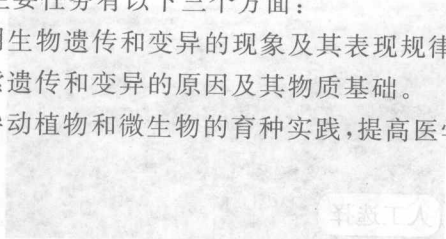


冠状病毒

4. 遗传学研究的任务

遗传学主要任务有以下三个方面:

- (1) 阐明生物遗传和变异的现象及其表现规律。
- (2) 探索遗传和变异的原因及其物质基础。
- (3) 指导动植物和微生物的育种实践,提高医学水平。



第二节 遗传学的发展

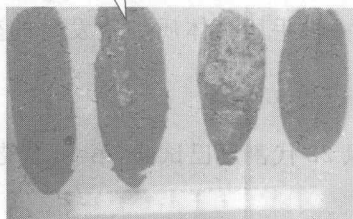
一、经典遗传学发展简史

生物多样性是如何产生的？

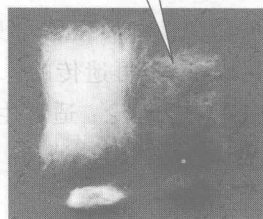
1. 遗传学起源于育种实践

人类在长期的生产实践过程中已认识到生物体遗传和变异的现象,通过人工定向选择,可选育出人类需要的优良品种。

余姚河姆渡出土距今 7000 多年的炭化稻谷



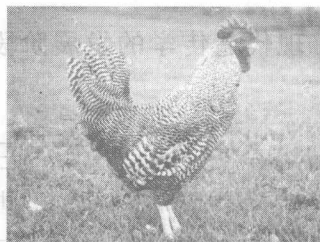
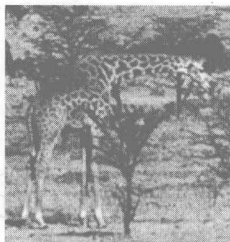
彩色棉



2. 18 世纪下半叶至 19 世纪上半叶,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)

认为环境条件改变是生物变异的根本原因,提出“用进废退”和“获得性遗传”等学说,如长颈鹿的长脖子、家鸡翅膀的退化现象。



(2) 达尔文(Darwin C., 1809—1882)

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

自1831年起，达尔文以博物学家的身份进行了5年的环球考察工作。



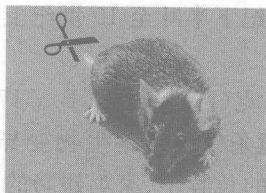
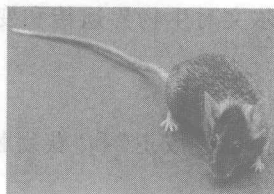
贝格尔巡洋舰的航行路线(1831-1836)

(3) 魏斯曼(Weismann A., 1834—1914)

① 种质连续论：多细胞生物体由体质和物质两部分组成，其中种质是指性细胞和产生性细胞的那些细胞。在世代繁衍过程中，种质在世代间连续传递。体质是由种质产生的，是保护和帮助种质繁殖自身的一种手段。体质细胞发生的变化不会影响种质细胞，因而获得性状是不可遗传的。

② 支持选择理论：适者生存。

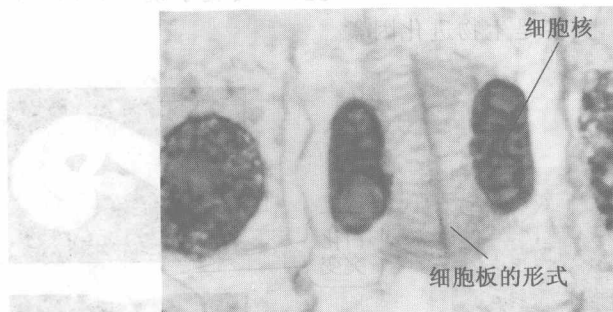
③ 否定后天获得性遗传：老鼠 22 代割尾巴试验，第 23 代老鼠仍长出同祖先一样的尾巴。



二、现代遗传学的发展阶段

生物性状是怎样传递的？

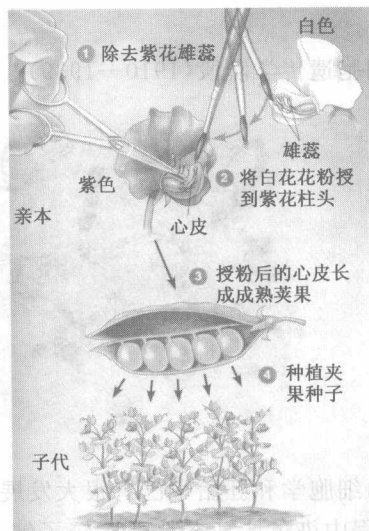
1. 个体遗传学向细胞遗传学过渡阶段(1910 之前)



洋葱根尖细胞的胞质分裂

(1) 孟德尔(Mendel G. J., 1822—1884)系统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》,提出
分离规律和独立分配规律;假定细
胞中有“遗传因子”,认为遗传是受
细胞里的遗传因子所控制。



(2) 孟德尔遗传规律的重新发现

1900 年,三位植物学家:狄·弗里斯(de Vries H.)、科伦斯(Correns C.)、冯·切尔迈克(von Tschermak E.)在《德国植物学会杂志》发表各自的研究结果,进一步证实孟德尔实验结论。

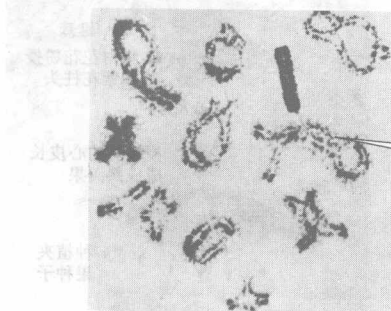
1900 年孟德尔遗传规律的重新发现标志着遗传学的建立和开始发展,孟德尔被公认为现代遗传学的创始人。1910 年起将孟德尔发现的遗传规律定名为孟德尔定律。为纪

念孟德尔,在奥地利圣彼得修道院建立了纪念馆。

(3) 狄·费里斯(de Vries H., 1848—1935)提出“突变学说”(1901—1903),认为生物体性状可以发生变异的,突变是生物进化因素。



2. 细胞遗传学阶段(1910—1939)



昆虫双线期染色体

此时,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染色体动态都已比较了解,研究工作由个体水平逐渐向细胞水平发展,从而建立了染色体遗传学说。

(1) 约翰生(Johannsen W.)

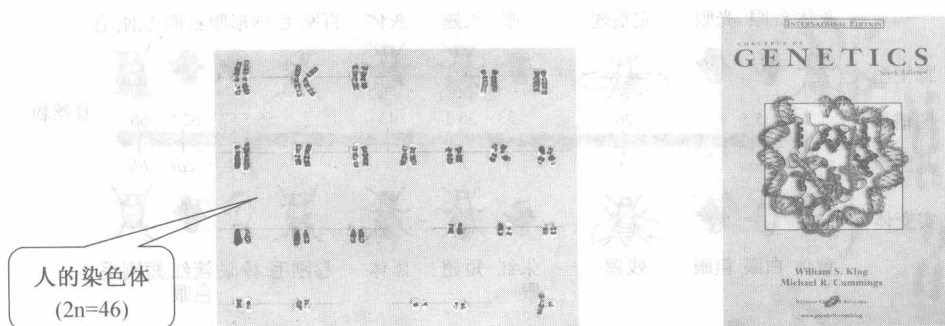
① 1909 年发表“纯系学说”:明确区别基因型和表现型,认为性状表现是由基因型与环境因素互相作用产生的。

② 最先提出“基因”(gene)一词:替代遗传因子概念。

(2) 鲍维里(Boveri T.)和萨顿(Sutton W.)

发现遗传因子的行为与染色体行为呈平行关系。这是染色体遗传学说的初步论证,

促进了细胞遗传学的发展。



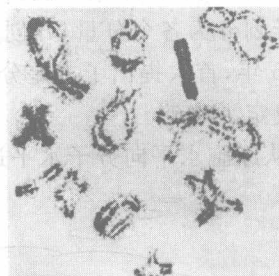
(3) 贝特生(Bateson W.)

① 从香豌豆的性状遗传研究发现性状连锁现象。

② 创造“genetics(遗传学)”一词。

(4) 詹森斯(Janssens F. A.)

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。



果蝇染色体(1X)

(5) 摩尔根(Morgan T. H.)

① 提出“性状连锁遗传规律”。

② 提出染色体遗传理论,促进了细胞遗传学的建立。

③ 著《基因论》:认为基因在染色体上直线排列,创立基因学说。

(6) 诱变

① 穆勒(Muller H. T.)

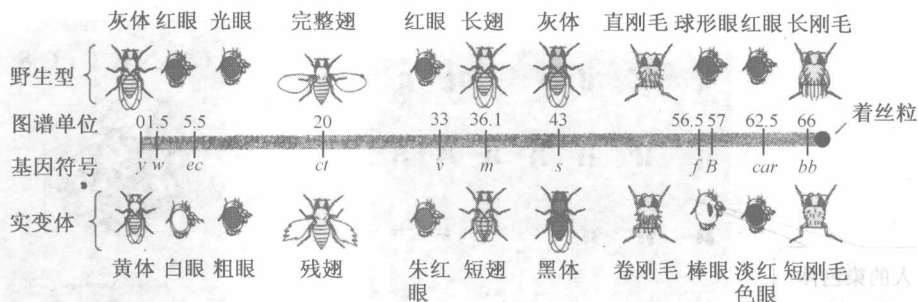
用X射线诱发果蝇突变,获得大量突变性



摩尔根

摩尔根荣获
1933年度
诺贝尔奖

状,有利于进一步研究其遗传规律。



② 斯特德勒(Stadler L. T.)

用 X 射线诱发玉米突变,证实基因和染色体的突变不仅在自然情况下产生,用 X 射线处理也会产生大量突变。

③ 布莱克斯里(Blakeslee A. F.)

探索新的诱变途径,利用秋水仙素诱导多倍体。

3. 数量遗传学和群体遗传学的诞生(1930—1932 年)

费希尔(Fisher R. A.)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。

4. 从细胞水平向分子水平过渡阶段(1940—1952 年)

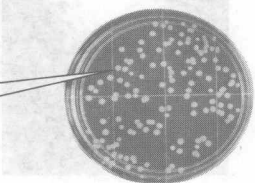


费希尔

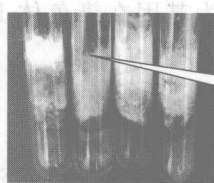
遗传物质是什么?

由于微生物遗传学和生化遗传学研究的广泛开展,使遗传学进入微观层次,其主要特征是以大肠杆菌和红色面包霉等微生物为研究对象,采用生化方法探索遗传物质的本质及其功能。

大肠杆菌



红色面包霉



(1) 比德尔(Beadle G. W.)

① 在红色面包霉的生化遗传研究中,分析了许多生化突变体后提出“一个基因一种酶”假说。

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

② 发展了微生物遗传学、生化遗传学。

(2) 卡斯佩森(Caspersson T. O.)

在 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。

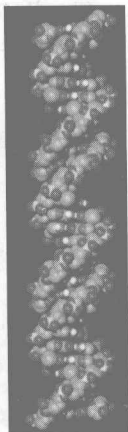
(3) 以后又有人证明:

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 性细胞中 DNA 的含量为体细胞的一半。

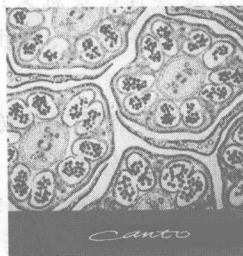
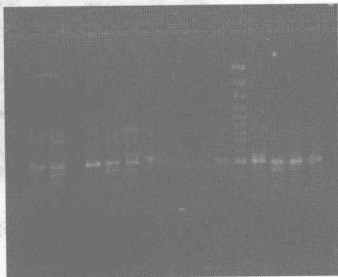
5. 分子遗传学时期(1953—现在)



生命是什么?

20 世纪 40 年代中叶,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浓厚的兴趣。

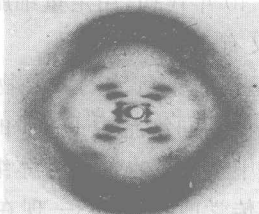
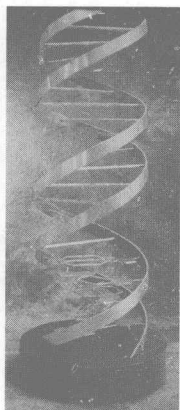
What is Life?
with Mind and Matter
and Autobiographical
Sketches
ERWIN SCHRODINGER



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转向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。



(1) 沃森(Watson J. D.)和克里克(Crick F. H. C.)受《生命是什么?》的影响,他们意识到可用物理学和化学的概念思考生物学问题。



根据对 DNA 化学分析和 X-射线晶体学研究结果,提出 DNA 分子结构模式理论(双螺旋结构,《Nature》,1953)。

资料

沃森和克里克提出的 DNA 分子双螺旋结构模型是以 1952 年 5 月富兰克林得到的 DNA 的 X-射线衍射照片为依据。同时,威尔金斯(Wilkins M.)等提供了宝贵的数据资料。三人于 1962 年荣获诺贝尔生理学或医学奖。

沃森、克里克和威尔金斯 DNA 分子结构模型的提出对遗传学的发展具有重要意义:

① 为 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。

③ 基因是 DNA 分子上的一个片段。

④ 分子生物学的诞生将生物学各分支学科及相关的农学、医学研究推进到了分子水平,这是遗传学发展到分子遗传学的重要转折点。



(2) 克里克等用实验证明他 1958 年提出的关于遗传三联密码的推测。

(3) 1957 年,尼伦伯格(Nirenberg M. W.)等开始解译遗传密码,经多人努力,至 1969 年,64 种遗传密码全部解译,见下表。