

公务员自然科学与人文科学丛书

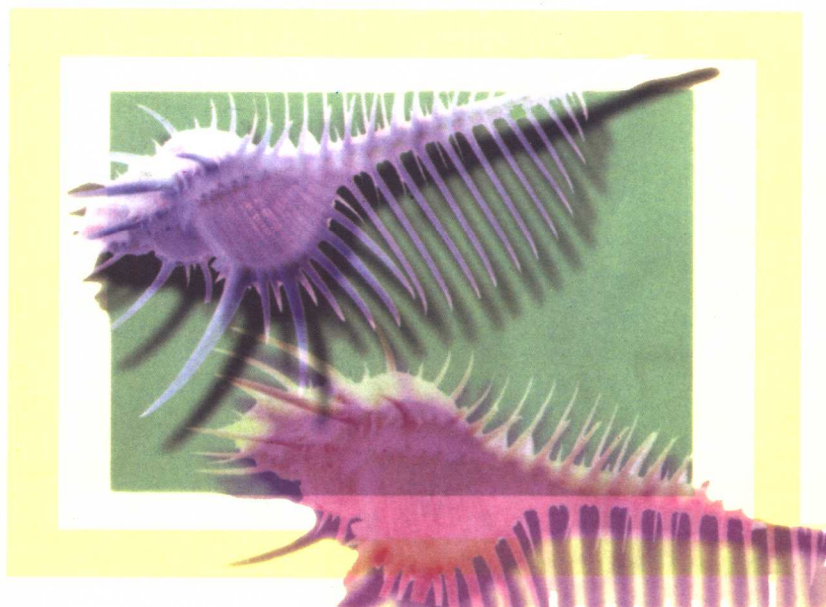
Civil Servant's Series of Natural Science and Humanities

基因工程概论

Genetic Engineering Summary

舒惠国 著

Shu Huiguo



中国人事出版社

■ 公务员自然科学与人文科学丛书 ■

Civil Servant's Series of Natural Science and Humanities

基因工程概论

Genetic Engineering Summary

舒惠国 著

Shu Huiguo

中国人事出版社

China Personnel Publishing House

图书在版编目(CIP)数据

基因工程概论/舒惠国著. —北京:中国人事出版社, 2005.1 (2007.3重印)

(公务员自然科学与人文科学丛书)

ISBN 978 - 7 - 80189 - 254 - 6

I. 基... II. 舒... III. 基因 - 遗传工程 - 干部教育 - 学习参考资料

IV. Q78

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 101471 号

策划人: 石中元 电话: 010 - 84630139

版式设计: 赵迎曦

出版: 中国人事出版社 (100101 北京市朝阳区育慧里 5 号)

经销: 全国新华书店

文字排版: 北京华艺世纪缘科技发展有限公司

印刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

开本: 787 × 1092 毫米 1/16

印张: 14.75

字数: 126 千字

版次: 2007 年 2 月第 2 版

印次: 2007 年 2 月第 3 次印刷

印数: 9001 ~ 12000 册

定价: 28.00 元

内 容 简 介

人类最后一块瑰宝，生物界的 “曼哈顿工程”

一个可与著名的曼哈顿原子弹计划和阿波罗登月计划媲美的庞大研究项目——“人类基因组计划”，震动了全世界。计划十五年完成，耗资三十亿美元的“人类基因组计划”，是1986年由美国科学家提出的，得到了美国国会的批准。前苏联、日本、英国、法国、意大利、欧共体等也参与了这一计划。

基因究竟是什么呢？基因是目前人类惟一还未被开发的资源，是人类自己给自己留下的最后一块瑰宝，等待人类自己去翻开、读懂。而对于“人类基因组计划”，如果非要比喻，也许用“一片尚覆盖在沙砾下的宝藏”来形容似乎更形象一些。表面看，这还是一片荒凉的沙漠。在未来几年，在各国科学家的开垦下，这块荒芜的沙漠将迎来它各种宝藏被发现、被抢夺的高峰期。

本书从基因概述、基因工程、基因产业与基因经济等进行了深入浅出的介绍，对我们正确面对“基因革命”带来的机遇、选择与挑战，做了释疑解惑的工作，是一本难得的科学普及读物，适合于国家公务人员及对生命科学感兴趣的广大读者。

■ Brief Introduction

The Last Rarity of the Mankind, “ Project of Manhattan ” of the Living Nature

A huge research project that can match with the famous atomic bomb plan of Manhattan and Apollo moon landing program —— “ the Human Genome Project ”, shocked the whole world , which would be finished in 15 years. “ the Human Genome Project ” of costing 3 billion dollars was put forward by the American scientist in 1986, had got the approval of the US Congress. The former Soviet Union , Japan , Britain , France , Italy , European Community , etc. had also participated in this plan .

What is the gene on earth? Gene is the only undeveloped resource at present , and is also the last rarity that the mankind leaves oneself, which is waiting people to open and understand . “ the Human Genome Project ” can be described as “the treasure under the gravel”. Looking superficially, it is still a desolate desert. In the few years, under the cultivation of scientists from various countries, the desolate desert will reach the top period of finding and grabbing treasure.

This book provides a simple but profound introduction in the aspects of the gene, genetic engineering, gene industry and gene economy, etc. it has offered very great help for us to face the opportunity , choice and challenge from “ gene revolution ”. it is a rare popular science book for national civil servants and vast readers interested in life sciences.

前 言

随着世界科学技术的突飞猛进，人类正在进入信息、知识、人才为核心因素的新经济时代。当今和未来世界的竞争，从根本上说是人才的竞争。广大公务员和专业技术人员是我国社会主义现代化建设的中坚力量，如果我们都能使自己具有开阔的世界眼光和广博的科学知识，始终走在时代发展、改革开放和现代化建设的前列，我国现代化目标的实现就有了可靠的人才保证。

面对复杂的国际环境，特别是我国加入世界贸易组织后，要使我们的国家和民族在激烈的国际竞争中取胜，最紧要的是建立一支高素质的人才队伍，这就要求广大公务员和专业技术人员必须抓紧学习科技知识。广大公务员担负着组织和管理社会主义现代化建设的重要责任，广大专业技术人员是科技发展和技术创新的主力军。只有努力学习、掌握、运用和发展先进的科学技术，才能跟上时代的步伐，才能真正落实“三个代表”的要求。必须从全面建设小康社会的时代高度充分认识学习掌握现代科技知识的重要性，自觉地投入到学习新科技、新知识中去。

希望这套自然科学知识读本的出版，能够帮助广大公务员和专业技术人员了解和掌握更多的科学知识，进一步认识到学习科技知识的重要性和紧迫性，不断提高自身科技素质，更加自觉地运用科学理论指导实践，推动科技创新和科技进步，把全面、协调和可持续发展的科学发展观贯彻落实到实处。

编 者

二〇〇五年一月

目 录

第一章 生命的密码

- 人类的基因 (1)
- 第一节 从“自然发生说”到达尔文的进化论
..... (2)
- 第二节 孟德尔和他的黄色绿色的豌豆 (4)
- 第三节 现代遗传学的创立 (7)
- 第四节 “基因”概念的提出 (10)
- 第五节 摩尔根和他的黑腹果蝇 (11)
- 第六节 基因的化学本质 (13)
- 第七节 沃森、克里克和 DNA 的双螺旋结构
..... (15)
- 第八节 基因突变 (20)

第二章 遗传信息的人工重组

- 基因工程的诞生和发展 (25)
- 第一节 基因工程的发展史 (25)
- 第二节 基因工程的巨大意义 (28)
- 第三节 基因工程的技术原理 (30)
- 第四节 基因工程的发展态势 (36)

第三章

开启生命之门

- 人类基因组计划 (43)
- 第一节 一项震惊全世界的科学计划 (43)
- 第二节 解读生命的密码 (47)
- 第三节 绘制生命的图谱 (52)
- 第四节 决战基因组内幕 (62)
- 第五节 生物信息学帮助我们破解生命之谜
..... (67)
- 第六节 后基因组时代：基因芯片技术的应用
..... (73)
- 第七节 基因工程与社会伦理 (77)

第四章

基因工程引发的革命

- 基因工程的前景与展望
..... (85)
- 第一节 生命的奥秘——基因工程与生命
..... (85)
- 第二节 发酵工业的奇迹——基因工程与工业
..... (91)

目 录

第三节	转基因动植物——基因工程与农业	(100)
第四节	人类的福音——基因工程与医疗	(109)
第五节	自然界的保护神——基因工程与环保	(116)
第六节	检视基因工程	(122)
第五章	基因经济与克隆技术	(125)
第一节	基因经济蓄势待发	(126)
第二节	克隆是什么	(130)
第三节	克隆技术的应用	(131)
第四节	人体克隆会被允许吗	(134)
第六章	中国应对基因经济	
	——不能错过的发展机遇	(143)
第一节	中国基因研究和产业发展现状	(143)
第二节	中国的人类基因组计划和基因组研究	(155)
第三节	中国干细胞研究：跻身世界先进行列	

		(166)
第四节	生物资源基因保护和开发刻不容缓	(168)
第五节	21 世纪的中国：怎样迎接基因经济 时代.....	(175)
第七章	基因产品	
	——全球贸易摩擦焦点之一.....	(184)
第八章	基因呼吁相关立法	(190)
附录一	基因工程研究史.....	(198)
附录二	人类基因组研究大事记.....	(203)
附录三	基因术语.....	(205)
附录四	基因工程研究新进展（综述）	(209)

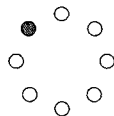
生命的密码

——人类的基因

当代世界是生命科学的世纪，生命科学中最重要的进展，就是从分子水平上对基因取得了全面的认识。可以说，20 世纪生命科学的发展史，就是对基因的认识不断深化的历史，也是人们利用这种知识为人类造福的能力不断增强的历史。

近些年来，报纸、杂志、电视等各种大众传媒上有关“基因”的文章比比皆是。特别是由于 2000 年 6 月 26 日各国科学家向全世界宣布“人类基因组计划”工作草图绘制成功，“基因”和“基因组研究”更是成为人们谈论的焦点问题。

但“基因”是什么？它又是如何操纵着生物的生长、发育、繁衍？“基因工程”、“人类基因组计划”又是怎么回事？它们对我们的生活会产生什么样的影响？对这些问题，很多人甚为关心。因此，有必要先介绍一下基因的概念和几个基因方面的学说。



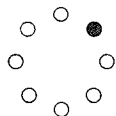
第一节 从“自然发生说”到 达尔文的进化论

生物能够生生不息，一代又一代地繁衍下去，而且能够把自己的主要特征稳定地传递给后代，靠的是一种什么机制呢？自从人类开始有意识地探索自然界的奥秘以来，这个问题就一直是人们研究的热点。

在中世纪欧洲，由于封建宗教专制统治，“自然发生说”一直占统治地位。所谓“自然发生说”，就是认为生物是由非生物体产生的。例如，尼罗河流域的农民发现，一年一度的尼罗河泛滥之后，从沉积的泥浆中会冒出很多青蛙，就认为青蛙是泥浆变来的；谷仓里发霉的谷物变成了长着翅膀的谷蛾，就认为谷蛾是谷物变来的；腐烂的猪肉变成了成堆的蛆虫，蛆虫是腐肉变来的，等等。所有的这些生活经验都证明了这个“道理”。

这种观点完全抹杀了生物和非生物的界限，根本谈不上对遗传本质的探索，甚至对遗传现象的正确认识都做不到。这个观点在 1668 年受到莱弟（Francesco Redi）的实验的挑战，1864 年被法国微生物学家巴斯德的实验结果彻底推翻。

自然发生说的推翻，使人们认识到：无生命的物体不能直接变化成生物，生物个体只能由该种生物的亲代繁殖得来。然而，地球上最初没有生命，后来出现了生命，这种生物的系统发生，则必然要经历一个从非生物

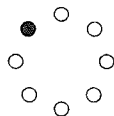


体到生物体的转变过程。

地球上的生物是从哪里来的呢？历来就有两种学说的争论。一种是从宗教观念出发，包括亚里士多德的“创世说”和东方的“神学”。它们均认为生物是由“上帝”或“神”创造出来的，而且自被创造出来后就一直没有变化。对于这种观点，现在已经无须用太多的口舌，人们就可以轻易地批驳它。另一种是建立在科学基础之上的、由达尔文提出的“进化论”。

1798年，马尔萨斯在研究人口问题时首次提出了生物的“适者生存”的概念。1810年，拉马克提出了自己的“用进废退、获得性遗传”的进化论。他认为，长颈鹿的脖子很长，是由于要经常伸长脖子、努力摘取树枝高处新鲜嫩叶所带来的结果。虽然拉马克的进化论有待完善，但他是第一个系统地提出生物是处在不断变化之中的学者，对亚里士多德的“经典理论”是一个勇敢的挑战。

1859年，达尔文发表了他的伟大著作《物种起源》，系统地提出了生物进化的理论。他认为，在生物群体里每个个体之间都存在着差别（生物群体中存在着变异）；这些差别可以遗传给后代（变异是可以遗传的）；生物后代的繁殖量超过环境的承受能力，因此个体之间对有限的资源进行竞争（生存斗争）；最能适应环境的个体会生存下来，并留下更多的后代（适者生存）。



达尔文的进化论，是人类第一次对生物的起源与发展做出的合理解释。在人类社会发展史上，这个理论是使生物学研究与宗教理论彻底分家的开端，它不仅改变了生物学的面貌，而且奠定了现代遗传学发展的基础，从而改变了整个世界。因此可以这样说，达尔文是启动现代遗传学革命的第一人。

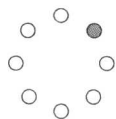
虽然达尔文的进化论对生物的起源与发展做出了合理的解释，但他并没有说明生物性状是如何遗传给后代的？即生物遗传机制。真正开始阐明生物遗传规律的，是伟大的生物学家孟德尔和他的豌豆杂交试验。

第二节 孟德尔和他的黄色绿色的豌豆

在自然科学史上，瓦特发明蒸汽机，牛顿发现经典力学的三大规律，似乎都是人所共知的事。但是伟大的生物学家孟德尔（1822～1884）提出的遗传因子（即基因）的分离和自由组合规律，对他所处的时代来说实在是太先进了，以至于他的论文在发表后的35年间，都没有引起生物学界同行们的注意，就连当时赫赫有名的生物学家、进化论的提出者——达尔文，也没有认识到孟德尔遗传因子学说的重要意义，致使他的遗传机制理论，重蹈了他自己所提出的遗传学理论的覆辙。

（一）可敬的牧师——孟德尔

格里高·孟德尔（G. J. Mendel）1822年7月22

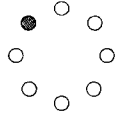


日出生在奥地利一个贫苦的农民家庭。正是他，一个从小热爱劳动、热爱大自然的孟德尔，成了我们永远纪念的现代遗传学的鼻祖。



现代遗传学的奠基人——孟德尔

少年的孟德尔，家境贫寒。不幸的是，当他 16 岁时，父亲因服劳役而致伤残。此后，孟德尔只得自谋生路，有时受雇于人，以便糊口。贫困的折磨，迫使他于 1843 年进入布鲁恩的一家修道院，做了修道士。他苦读 4 年，终于在 1847 年做了牧师。可是身为牧师的孟德尔，对神学缺乏兴趣。他擅长数理，更喜爱生物。为了争得一名教师的资格，他曾参加过考试。但是，由于当时的偏见，自然是名落孙山。然而不幸之中的万幸是，他遇到了伯乐——有一位教授从他的物理试卷上发现这是一个有为的青年，推荐并资助他进了维也纳大学理学院。天才的孟德尔在这里刻苦攻读了理学各科后，再次回到了修道院。直到 1854 年，他才成为一个代理教员。此后的 14 年，他主讲过动物学、植物学、物理学等课程，并开始了他的科学研究工作。他研究过天气、气



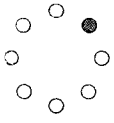
象、养蜂，但最著名的是长达 8 年之久的豌豆杂交试验，从而揭开了现代遗传学的篇章。

(二) 豌豆杂交试验

在豌豆的品种中，种子有圆粒的，有皱粒的；有开白花的，也有开红花的；等等。孟德尔把种子的圆与皱，花色的红与白等同类又有差异的性状叫做相对性状。他的实验就是用具有相对性状的两个品种进行杂交。

他把皱粒种子的豌豆的花粉传授在圆粒种子植株的花柱上，结果收获的种子全部是圆粒的。反过来，将圆粒植株的花粉授给皱粒植株，结果相同，结出的种子也全部是圆粒的。这项实验共收获 253 粒种子。第二年，他把这些种子种下，令其白花授粉（遗传学上叫做自交），获得了 7324 粒第二代种子。不过，其中 5474 粒是圆的，1850 粒是皱的，得到“圆:皱 = 2.96:1”的结果。这与第一代情形大不相同。孟德尔又做了六个类似实验，结果相对性状的比总是围绕 3:1 波动。孟德尔继续完成了 2 对、3 对，以至 n 对基因同时传递时，子代各类型比例关系的研究，结果显示各比例均大体符合 $(3:1)^n$ 展开型的规律。

于是，孟德尔认为，每种生物的遗传性状决定于细胞中的某种遗传因子（即孟德尔因子）；性状的遗传是由于遗传因子在亲子之间的传递；在真核生物中，遗传



因子成对存在（有多少性状就有多少对基因），其中一个来自父方，一个来自母方。这就是遗传学中著名的基因分离与自由组合法则，是现代遗传学的基础。

1865 年 2 月 8 日和 3 月 8 日，孟德尔在他所在的捷克布尔诺地区自然史协会的学术集会上，报告了自己利用豌豆所做的杂交实验，以及以此为基础得出的遗传规律。次年，他又把这一研究结果以《植物杂交试验》为题发表在该协会的会刊上，大约有 120 家图书馆接到了这本印有孟德尔论文的刊物。遗憾的是，如此重大的发现，竟未引起当时科学界的任何反响。作为现代遗传学开端的孟德尔的《植物杂交实验》论文，竟在书架上沉睡了 34 个年头无人问津，以至于 1900 年才被科学界公认为现代遗传学历史的起始点。

第三节 现代遗传学的创立

1900 年，也就是孟德尔逝世后的第 16 年，这不仅是遗传学界，而且是所有人们值得纪念的一年。说来也巧，生活在三个不同国家、互不相识、没有来往的三位植物学家，德国的科伦斯（K. C. Correns）、奥地利的契马克（E. S. Tschermak）和荷兰的戴·弗里斯（H. de Vries）却在同一时间分别重新发现了孟德尔定律。他们在为发表自己杂交实验的研究论文做准备工作时，都查阅到了孟德尔的遗著。三位学者激动万分，原来，35 年前伟大的科学先驱已经写出了巨著，孟德尔才是发