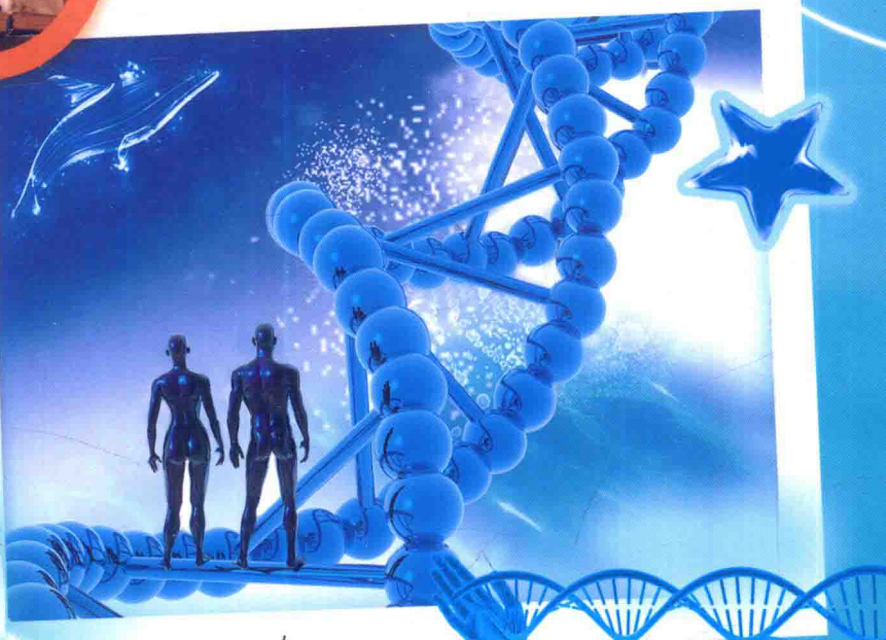


SCIENCE

董仁威 编著



生命三部曲

SHENGMING
SANBUQU

合成生物

HECHENG SHENGWU

代出版传媒股份有限公司
徽教育出版社



董仁威 编 著

生命三部曲

合成生物



时代出版传媒股份有限公司
安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

生命三部曲. 合成生物 / 董仁威编著. —合肥:
安徽教育出版社, 2016
ISBN 978-7-5336-8417-4

I. ①生… II. ①董… III. ①生物—进化—普及读物
②生物合成—普及读物 IV. ①Q11—49②Q945.11—49

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第226641号

生命三部曲. 合成生物

SHENGMING SANBUQU, HECHENG SHENGWU

出版人: 郑可
质量总监: 张丹飞
策划编辑: 杨多文 张长举
责任编辑: 张长举
装帧设计: 袁泉
责任印制: 王琳

出版发行: 时代出版传媒股份有限公司 安徽教育出版社
地 址: 合肥市经开区繁华大道西路398号 邮编: 230601
网 址: <http://www.ahep.com.cn>
营销电话: (0551)63683011, 63683013
排 版: 安徽创艺彩色制版有限责任公司
印 刷: 合肥创新印务有限公司

开 本: 650×960 1/16
印 张: 13.5
字 数: 200千字
版 次: 2016年9月第1版 2016年9月第1次印刷
定 价: 29.00元

(如发现印装质量问题,影响阅读,请与本社营销部联系调换)

笔者从 1979 年开始从事生命科学和现代生物技术的普及工作，并于当年完成第一部科普图书——《遗传工程趣谈》，由四川人民出版社出版发行。

1978 年全国科学大会召开以后，我国迎来了一个科学的春天。在那气候宜人的春天里，大江南北、长城内外蓬勃兴起了一股普及前沿科学和高新技术的热潮。在这段时间里，我国出版了许多深受读者欢迎的科普图书。毕业于四川大学生物系细胞学专业的笔者，自觉地把普及前沿科学——生命科学和高新技术之一——现代生物技术的社会责任担在身上，先后写作出版了《遗传工程趣谈》、《物种起源之谜》（再版时更名为《达尔文》，被纳入《中外著名科学家的故事》丛书，并获第十届中国图书奖）、《奇异的“魔法”》、《生物工程趣谈》（获第四届全国优秀科普作品奖）、《破译生命密码》、《生命“天书”》（2004 年中宣部及新闻出版总署向全国青少年推荐的优秀图书）、《万物之灵》等科普读物。

弹指一挥间，30 多年过去了，笔者已出版了 82 部科普图书。

不知从什么时候开始，科普图书已不如 20 世纪 80 年代那么受欢迎了。有些科普作家，包括笔者自己，爱怨天尤人，认为人们爱物质胜过爱科学，追求知识的热情消失了。

笔者静下心来，翻阅自己 30 多年间出版的科普读物，猛然醒悟：这不怪读者，要怪，只能怪我们作者自己啊！

20 世纪 80 年代，中国的大门刚刚打开，外部世界全新的知识涌进国门，引起了国人极大的兴趣与关注，介绍这些国人见所未见、闻所未闻的知识的科普读物，自然受到热烈的欢迎。可是，在这以后的 30 多年间，在新知识哺育下的年青一代成长为社会的主力，年纪大

一些的人也在各类科普活动中增长了见识,当初那些使人吃惊的科学进展,如今已成常识。比如,当年很少有人知道的基因、DNA等,如今几乎成了家喻户晓的词汇。

如果我们继续拿20世纪80年代那些“陈谷子烂芝麻”说事,自然成了“祥林嫂”,没有人爱听了。

然而,是不是就不需要科普了呢?当然不是。通过一场场在全球范围内发生的转基因大战,我们就知道科普的重要性了。

近几年,在中国,关于转基因技术和转基因食品的争论牵动了全中国人民的心,甚至引发了“拥转”人士与“反转”人士的对骂。对骂双方都已失去理性,扣帽子、打棍子、人身攻击,无所不用其极,超出了科学争辩的范畴。

一批反转基因作品随之风靡中国。《崔永元转基因纪录片》、美国人史密斯的反转基因著作《转基因的赌局》、柴卫东著的《转基因战争》和顾秀林著的《生化超限战》,受到众人吹捧,成为“反转派”的有力武器,对中国出现的“反转”浪潮起到了推波助澜的作用。

深究一下“拥转派”与“反转派”的论点和著作,我们可以发现,两派人士都在以21世纪生命科学与现代生物技术的新进展说事。由于对这些新事物不甚了解,读不懂两派专家的理论,公众也就无法辨明是非。

笔者梳理了一下生命科学与现代生物技术的进展,发现30余年间生命科学这门前沿科学在理论上有许多创新,在这些创新成果上发展起来的现代生物技术也有了很大发展,而中国公众对这些创新和发展知之甚少,甚至一无所知。

在生命科学理论上的创新,莫过于表观遗传学的建立和拉马克

获得性遗传理论的复活。

拉马克主义和达尔文主义都主张生物进化论,反对神创论,但在进化的机制上有分歧。拉马克主张“用进废退和获得性遗传”,强调环境变化在生物变异方面所起的“诱导”作用,但他主张变异是以一种趋于完善的需求的生物本性为主因的。虽然达尔文也认为生物本性比环境更重要,但他认为变异和环境是相互独立的,在环境发生作用前变异就已经产生了,环境只是对变异起选择作用,生物以物种为单位通过生存斗争,适应环境的性状得以保留,不适应环境的性状被淘汰,即适者生存。

拉马克,这位进化论的先驱,由于其学说缺乏遗传学基础,在相当长的时间内,被世界遗忘了。但由于分子生物学取得的成就,遗传第二密码体系的发现,表观遗传现象的确认,拉马克的“用进废退和获得性遗传”理论重新得到关注。

随着人类基因组计划和许多动植物基因组计划的完成,人们对基因有了许多新的认识。比如,根据过去的理论,一段 DNA 序列编码一个基因,遇到终止密码,再编码下一个基因。现在,科学家发现, DNA 结构并不像过去人们认为的那样简单、一目了然,实际情况要复杂得多。一个基因的编码,不一定是一段连续的 DNA 序列。换句话说,一个基因的编码被分割成几段,可能一段编码蛋白质的前三分之一,后面的一大段与编码蛋白质无关,接下来的一段编码后面的三分之一,再一段编码剩下的三分之一,基因被分割成独立的编码区域。内含子和外显子的交替排列构成了断裂基因。

由于断裂基因、修饰基因、跳跃基因、调控基因等多种基因及其功能的发现,表观遗传学得以建立,人们开始掌握基因调控生命的复

杂机制。

同时,在生命科学前沿基础理论发展的基础上,细胞工程、基因工程等现代生物技术有了长足的进步,从生物的自然进化迈入人工进化的步伐加快了。人工进化由初级阶段的人工选择、杂交和诱变育种发展到中级阶段——细胞工程,在克隆生物、干细胞移植等现代生物技术的应用中取得了突出的成就,进而迈入高级阶段——基因工程。基因工程从转基因技术的初级阶段发展到蛋白质工程的中级阶段,再进入分子进化工程的高级阶段。21世纪初,人工进化与基因工程进入一个超级阶段——合成生物阶段。

这些生命科学与现代生物技术的新进展,公众,包括一些非专业的科学工作者很少知道,这导致许多人,包括“社会精英”产生了困惑。因此,重新普及当代生命科学和现代生物技术知识的使命摆到了科普作家的面前。笔者遂将毕生追逐生命科学与现代生物技术足迹的资料做一整理,编写了这套《生命三部曲》,包括《自然进化》、《人工进化》和《合成生物》,奉献给读者。这不是一套学术专著,也不是实用技术普及读物,而是一套用“科普”的写法编著的关于生命科学与现代生物技术的科普读物。这也不是一套教科书,不求读者能从中学到多少科学知识,只求读者诸君能从这套浅显但并不浅薄的科普书中获得阅读的快乐,并有所感悟。如此而已。

有人主张人类不应干预自然。他们对人类掌控生命,使生命从自然进化迈入人工进化持有异议,希望人类退回茹毛饮血的狩猎时代。特别是如今,人类更是跨了一大步,在生物的基因上“动手动脚”,大搞“转基因”和“合成生物”,引起了他们的愤怒,掀起了“反转基因”的热潮。

然而,人类本身就是大自然的一部分,人类对自然的干预也是一种自然力。如果人类亦如其他生物一样听任大自然的摆布,可能早已灭绝。问题是,目前人类对自然的干预有些过度,使人类和地球面临被毁灭的危险。人类必须学会控制自己,适可而止!

我们应该清醒地认识到,当我们还在转基因的是非问题上争论不休时,生命科学与现代生物技术的迅猛发展已把转基因技术甩在了后面。21世纪初,在分子进化工程基础上发展起来的合成生物技术,比转基因技术更加先进,将使人类步入自由掌控生命的超级阶段。

笔者希望,“拥转派”与“反转派”尽快终止对骂,国家相关部门腾出宝贵的时间、精力、人力、物力和财力,整合我国并不落后的分子生物学、基因工程、信息科学、计算机科学和工程技术力量,全力以赴进行合成生物学及其技术体系的研究和创建。

须知,落后就要挨打!

董仁威

2016年5月22日

目录

▶ 第一章 理解生命

- 2 生命是蛋白体的存在方式
- 6 生命起源
- 14 物种起源
- 21 人类源流
- 37 心智起源

▶ 第二章 中心法则

- 52 克里克的中心法则
- 59 解读蛋白质语言——酶与生化反应
- 63 基因突变
- 68 逆转录酶的发现
- 71 朊病毒的发现
- 73 现代版的中心法则

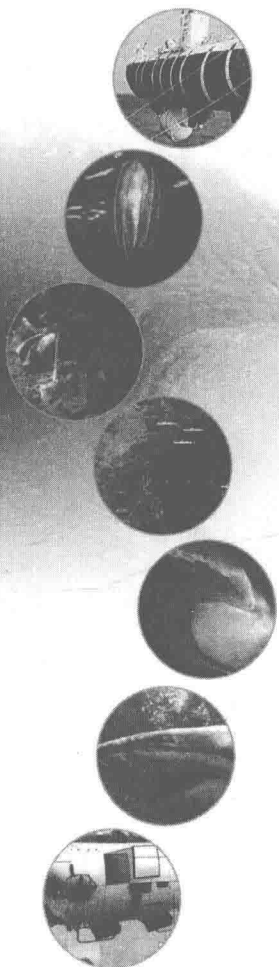
▶ 第三章 重新认识基因

- 76 可以移动的基因
- 81 修饰基因的发现
- 83 断裂基因的发现

▶ 第四章 基因工程

- 88 转基因技术
- 98 人类基因组全结构计划
- 107 超级杂交水稻基因组计划
- 111 蛋白质工程
- 114 分子进化工程





▶第五章 利益与弊端

- 118 转基因疫苗
- 123 转基因药物
- 126 转基因疗法
- 131 转基因农作物
- 139 张启发、袁隆平与转基因水稻
- 144 转基因食品
- 147 基因武器威胁人类
- 151 转基因产品的安全保障机制
- 154 转基因食品不会诱发基因改变
- 158 转基因食品不会导致不孕不育

▶第六章 “打印”生命

- 164 合成生物学
- 176 细胞信息网络
- 185 基因调控
- 191 机遇与风险

第一章 理解生命

基因工程从 20 世纪 60 年代诞生以来,经历了四个发展阶段,从转基因技术的初级阶段,发展到蛋白质工程的中级阶段,再进入分子进化工程的高级阶段。

最后,本世纪初,基因工程进入一个超级阶段——合成生物的阶段。

同时,人工进化也由人工选择、杂交和诱变育种的初级阶段,经过细胞工程的中级阶段、基因工程的高级阶段,进入合成生物的超级阶段。

要认识基因工程和人工进化各个阶段的特征,必须先知道科学家是如何理解生命的。





生命是蛋白体的存在方式

► 引言

在《生命三部曲》的前两部中，笔者以科学家的探索为线，梳理了人们理解生命的过程。现在，我们反过来总结一下，截至2016年5月22日，科学家是如何理解生命的。

德国哲学家、《自然辩证法》的作者恩格斯说过：“生命是蛋白体的存在方式。”

蛋白体是什么？蛋白体是指生命体中染色体这种遗传物质。染色体由蛋白质与核酸两种物质组成。科学家首先发现了两种核酸即DNA和RNA在生命活动中的重要作用，它们是指令生命活动的基因的遗传物质基础。我们在前两部书中已有相关阐述，这里不再多说。

可是，科学家发现，仅用DNA来解释生命还不够。科学家经过多年的研究发现，后天的生活习惯、环境等多方面条件都对人类的基因产生了迅速且直接的遗传影响。孩子维特式的多愁善感，可能缠绕他们今后的一生；“瘾君子”吸毒之后生出的婴儿，长大后也有步父母后尘的可能；甚至不经意的一些习惯，也会影响后代。

这些获得性遗传并不能用DNA的改变来说明。科学家经过艰苦努力，终于发现了生命还有第二套遗传密码体系，即表观基因遗传体系。



表观基因的神奇之处在于它其实是基因和周围环境的调停者，食物、污染、有毒的化学物质、药品、压力，甚至锻炼和社会关系，都会影响表观基因，并改变它对 DNA 的态度。有时候，表观基因为了应对环境的改变，会通过一种受其控制的分子使者作开关，让基因停止工作，保持沉默，或开始工作，乃至驱使其更努力地工作。这种获得性有一些是可以遗传的。

我们想到一则古训：“相由心生”。人的相貌不仅与遗传有关，还与长期从事的职业有关，教育工作者、医务工作者，他们的举止、气质都有与职业相关的特征，这方面的例子太多了。老人有过这样的说法，一个人 40 岁之前的相貌与父母遗传相关，40 岁以后的相貌就和自己 40 岁之前的所作所为，尤其是所想相关。夫妻长年在一起生活，互为相似，出现夫妻趋同的“夫妻相”，不少孩子的音容笑貌，类似于父母等等，都是我们可以体察到的表观遗传现象。

环境改变遗传，是现实生活中非常明显和常见的现象。据报道，胎儿发育过程中，基因组外的各种表观遗传修饰，如甲基化等，会明显影响胎儿的性状，如面容、智力等的表现。这使我们想到让孕妇听音乐、避免噪声、保持愉快的心情之类的“孕期指南”和“胎教”。按传统遗传理论，这似乎是不可能的，现在看来应予以重视：环境因素能通过各种表观遗传修饰影响性状的表现。

随着城市化的发展，城市环境对遗传的影响逐渐显现出来。现代人体力劳动减少，饮食比较精细，营养良好，这些改变也影响着后代。现在很多子女长得比父母高，面容白皙清秀，但身体力量小，看上去比较文弱。

研究人员发现，虽为同卵双胞胎，但双方个体对遗传信息的“表观修饰”存在大量差异——DNA 甲基化水平不同。

2009年,西班牙和美国的科学家在全基因组水平分析了一对同卵双胞胎的基因组:他们一方正常,一方患有红斑狼疮。



双胞胎

同卵双胞胎拥有相同的基因组,尽管基因是一样的,但在不同时间可能患有不同的疾病。拥有相同基因序列的双胞胎不同的年龄如何表现出不同的病理特征?答案部分在于这个事实:添加到DNA上开启或关闭基因的化学信号可以是不同的。

奥利维亚和伊莎贝拉来自英国,她们是一对同卵双胞胎,拥有近乎完全一致的遗传信息。不过,两个女孩的命运迥然相异。

2005年6月,一岁的奥利维亚忽然高烧不退。血液化验的结果让大家大吃一惊:奥利维亚患上了急性白血病。因为是同卵双胞胎,医生连忙对伊莎贝拉也进行了检查,结果让人松了一口气:一切正常。

在医生们的帮助下,小奥利维亚最终恢复了健康,但医学专家们遇到了一个困惑多年的难题:既然是同卵双胞胎,为何奥利维亚不断生病,伊莎贝拉却非常健康呢?这种经典遗传学无法解释的现象,有望通过表观遗传学给予部分揭示。

科学家通过研究发现,表观遗传的遗传基础物质是由组蛋白等蛋白质与DNA组成的核小体,也就是恩格斯所说的蛋白体。原来,遗传的物



质基础不仅有核酸,还有蛋白质。

注意,恩格斯说的是蛋白体,而不是蛋白质,一字之差,他说“绝”了!

由此可见,掌控生命的基因组含有两类遗传信息,一类是传统意义上的遗传信息,即 DNA 序列所提供的遗传信息;另一类是表观遗传学信息,一套管理、调控、修饰基因组的密码指令系统,它提供了何时、何地、以何种方式去应用遗传信息的指令。

不同的个体,指令系统也不同。另外,这套密码指令还能在特定环境下发生改变。



生命起源

▶ 引言

生命起源之谜是至今未解的七大宇宙之谜之一。目前,人类对生命起源的认识,仍然处于假设阶段,而且,这些假说的证据都嫌不足,不够过硬。

迄今为止,科学家发现的最古老的生物化石,是一种在澳大利亚西部发现的类似于蓝藻的化石,地质年代距今约 35 亿年。这些蓝藻是原始的生命体,是肉眼看不见的,大小只有几微米到几十微米。由此我们可以说,生命起源不晚于 35 亿年前。



32 亿年前的蓝藻及原始杆菌



但是,生命一开始并非一种成形的细胞,生命起源的时间应该比 35 亿年前更早一些。地球的形成大约在 46 亿年前,在地球形成的早期,地球受到了大量的小行星和陨石的撞击,它不适合生命的生存。因此,地球上生命起源的时间不早于 40 亿年前。

后来,科学家在格陵兰岛的 38.5 亿年前生成的岩石中发现了有机碳,这是来源于生物体的。据此可以推断,生命起源的时间在距今 40 亿年到 38 亿年前。自从地球上有了生命之后,一直到现在,40 亿年的历史,就是生生不息的生命演化史。

生命是怎样起源的?它是在什么地方起源的?

生命起源最简单的解释是现代“特创论”——外星人创造论。随着人类掌握了遗传秘密,科学家已通过精心设计,人工制造出地球上完全没有过的生命。如果具有与人类智慧水平一致,甚至比人类智慧更高的“外星人”,“外星人”也能做到创造生命。不过,很遗憾的是,目前,连外星生命和外星人是否存在都无定论,遑论其他,科学终究是凭证据说话的。还有,即便将来有一天证明了有外星人的存在,问题仍未解决,外星人又是谁创造的?创造的机制又是什么呢?

无生命的物质是怎样变成生命体的?要探讨这个问题,我们必须先搞清生命物质与非生命物质有什么本质区别。生命体的第一个特征是能够自我复制。不管是人,还是动物、植物、微生物,或者通过有性生殖过程,或者通过无性生殖过程,不断复制自身,繁衍后代,种瓜便能得瓜,种豆也能得豆,生个老鼠儿会打地洞。而非生命体不能在自然界繁衍,种金子不能得金子,种石头不能得石头。生命体的第二特征是新陈代谢。植物通过根、茎、叶从土壤和大气中吸收水和二氧化碳等无机物,在阳光的作用下合成有机物质,储存能量,供构建身体、繁衍后代和生命活动之用,