

生物技术概论

李云龙 李光鹏 主编



内蒙古大学出版社
INNER MONGOLIA UNIVERSITY PRESS

生物技术概论

李云龙 李光鹏 主编

内蒙古大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物技术概论 / 李云龙, 李光鹏主编. —呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 2017. 8

ISBN 978 - 7 - 5665 - 1287 - 1

I. ①生… II. ①李… ②李… III. ①生物工程 IV. ①Q81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 209934 号

生物技术概论

著 者	李云龙 李光鹏
责任编辑	杨雪梅
封面设计	张燕红
出版发行	内蒙古大学出版社
社 址	呼和浩特市昭乌达路 88 号(邮编:010010)
联系电话	发行部:0471 - 4993154/4990092
	编务部:0471 - 4990533
网 址	http://www.imupress.com
电子邮箱	imupress@163.com
经 销	内蒙古新华书店
印 刷	内蒙古爱信达教育印务有限责任公司
开 本	880mm × 1230mm 1/32
印 张	8.75
字 数	220 千字
版 次	2017 年 8 月第 1 版
印 次	2017 年 8 月第 1 次印刷
标准书号	ISBN 978 - 7 - 5665 - 1287 - 1
定 价	30.00 元

版权所有 侵权必究

前 言

在科学技术迅猛发展的 21 世纪,生命科学与生物技术的突破性进展令世人瞩目,在对生命本源、生命行为、生命规律、生命进化和生命与环境相互作用等诸多方面的探索中,内容广泛,事关全局;对整个科技事业具有引领性,必将对人类进步和社会发展产生深远影响。

我们繁衍生息的家园——地球,于 35 亿年前诞生了生命,200 万年前出现了人类,35000 ~ 50000 年前进化出了现代人。人类和其他各种生命形式的生物共同分享着地球村的生态环境,他们的活动,繁衍生息使地球村充满了生机和活力。

人类在向高级生命形式进化的过程中产生了交流情感和思维的语言。尔后,由于人类大脑的发达和进化,在生存实践中又创造和发明了文字、印刷术、电话、电影、半导体、光导纤维、火箭、宇宙飞船、宇宙探测器等。特别是当今的生物技术、全球性互联网络和物联网、蛋白质分子计算机、人工智能及空间技术的发展,人类的大脑将成为塑造新时代世界物质文明和精神文明的决定性因素。

人类文明的辉煌是地球上最具权威的智能动物——人创造的,这只因为有了神奇的功能最强的脑和潜能无限灵巧的双手。“人脑”既是生物长期进化和个体发育的产物,又是未来世界生物进化的强大“动力站”。

在步入 21 世纪的十多年来,人类已看到生物经济时代的曙光,并清醒意识到当今和未来科学技术的结构中心已经逐渐向生命科学和生物技术转移。21 世纪是“生物世纪”的论断充分体现

了生命科学及生物技术在人类生活和社会进步中的重要地位。随着新兴系统生物学、合成生物学、纳米生物学、生物信息学、生物组学与人工智能等学科的理论突破和技术创新,在对生命本源、生命行为、生命现象、生命规律、生物进化和生命与环境相互作用关系等诸多方面的探索中,建立在这些现代生命科学理论之上的生物技术将成为社会和科技发展的主导技术,它带来的生物经济的繁荣必将改变人类的思维方式、生产方式和生活方式。

顺应人类社会迅猛发展的历史潮流,近些年来,我国与生命科学和生物技术相关的大学、学院、专业、研究单位及生产企业雨后春笋般地发展起来,呈现出生机盎然的兴旺景象。为使人们对生物技术的全貌及其理论基础有一个全面了解,我们在多年教学和科研基础上查阅了大量文献,撰写出《生物技术概论》一书。

编者

2017 年 2 月

目 录

第1章 生命	1
1.1 什么是生命体	1
1.2 当今地球生命体的存在形式	1
1.3 多细胞生命体的结构层次(生物系统)及意义	3
1.4 地球是宇宙中唯一有生命体的星球吗	4
1.4.1 关于宇宙、银河系和太阳系的基本知识	4
1.4.2 地外生命存在与否	10
第2章 科学技术是第一生产力	17
2.1 科学技术是社会进步的支撑和动力	17
2.1.1 科学技术是第一生产力	17
2.1.2 引领当今社会迅猛发展的五大科学技术体系	19
2.2 牢记科技史认清科学技术发展的新态势	35
2.2.1 人类科技革命的发展历程	35
2.2.2 缅怀改变人类历史进程的科学巨人	40
2.2.3 生命科学的发展历程	58
2.2.4 推动生命科学发展的著名科学家和里程碑事件	59
2.3 功能基因组时代的主要任务	66
2.3.1 人类基因组计划	66
2.3.2 人类后基因组计划	69
2.4 启动“人脑研究计划”	72
2.4.1 启动人脑研究计划的基础	74
2.4.2 人脑研究计划的提出和目标	76
第3章 生物技术概述	80

3.1 什么是生物技术	80
3.2 生物技术的基础理论有哪些	80
3.2.1 二十世纪的基础理论学科	80
3.2.2 后基因组时代新兴的基础理论学科	88
3.3 生物技术的分类	105
3.3.1 按技术实施对象分类	105
3.3.2 按所涉领域分类	105
第4章 基础生物技术	107
4.1 移花接木的基因工程	107
4.1.1 基因工程概述	107
4.1.2 基因工程实例	109
4.1.3 最新高效基因编辑技术	110
4.1.4 第二代基因工程——蛋白质工程	115
4.2 神奇奥妙的细胞工程	115
4.2.1 细胞工程概述	115
4.2.2 动物细胞工程	116
4.2.3 植物细胞工程	144
4.2.4 微生物细胞工程	153
4.3 异彩纷呈的发酵工程	156
4.3.1 发酵工程概述	156
4.3.2 发酵工程的应用	158
4.4 前景广阔的酶工程	159
4.4.1 酶工程在食品加工中的应用	159
4.4.2 酶工程在轻工业中的应用	159
4.4.3 酶工程在医药中的应用	160
4.4.4 酶工程在能源开发中的应用	160
4.5 器官之源——组织工程	160
4.5.1 种子细胞	161
4.5.2 支架材料	164

4.5.3 组织工程诱导分子的选择	165
第5章 产业生物技术	166
5.1 农业生物技术	166
5.1.1 农业生物技术成就概述	166
5.1.2 转基因番茄	168
5.1.3 转基因大豆和黄金大米	170
5.1.4 转基因抗虫棉	171
5.1.5 固氮分子机制及固氮基因转移研究	172
5.2 医药生物技术	175
5.2.1 医疗生物技术在诊疗中的应用	175
5.2.2 医药生物技术在生物制药中的应用	177
5.2.3 利用乳腺生物反应器生产药用蛋白	178
5.2.4 纳米抗体药物的应用前景	179
5.2.5 疫苗及基因工程疫苗	182
5.2.6 合成生物学技术是医药发展的新引擎	185
5.2.7 再生医学——医学界的革命	188
5.3 空间生物技术	193
5.3.1 空间生物技术概述	193
5.3.2 农作物空间诱变育种	194
5.3.3 太空诱变——从“红曲”到“天曲”	194
5.3.4 航天生物辅酶 Q10 等的终端产品	195
5.3.5 哺乳动物胚胎首次在太空发育	196
5.4 能源生物技术	198
5.4.1 能源生物技术载体的特点	198
5.4.2 能源生物技术的现状和前景	199
5.5 海洋生物技术	200
5.5.1 海洋生物技术的内涵	200
5.5.2 海洋生物技术发展和主攻方向	201
5.6 新材料生物技术	205

5.6.1 用生物技术制造新材料	205
5.6.2 神奇的“生物钢”	206
5.6.3 利用生物技术创造甘蓝育种新材料	208
5.7 环境生物技术	208
5.7.1 现代环境生物技术的特点	208
5.7.2 现代生物技术在环境保护中的应用	210
5.7.3 生物修复技术	215
5.7.4 环境生物技术在预防污染上的应用	215
5.7.5 环境生物技术在生物监测中的应用	216
5.8 军事生物技术	216
5.8.1 当今世界生物武器的研究现状	216
5.8.2 第二次世界大战期间日本的生物武器	217
5.8.3 21 世纪军事生物技术的主要内容	219
5.8.4 生物武器与未来战争	228
5.9 合成生物学技术	230
5.9.1 合成生物学技术的产生	230
5.9.2 合成生物学技术的重要研究进展	232
5.9.3 合成生物学技术的应用	236
5.9.4 问题与挑战	241
5.10 人工生命	241
5.10.1 人工生命技术的发展现状和应用	242
5.10.2 机器人和智能机器人	245
5.10.3 动物细胞核移植技术创建新生命	248
第 6 章 生物技术的安全性和伦理问题	250
6.1 来自生物技术的忧虑	250
6.1.1 克隆人	250
6.1.2 试管婴儿	252
6.1.3 关于转基因技术	252
6.1.4 关于农作物转基因的困惑	253

6.2 人类应理性地看待和发展生物技术	254
6.2.1 禁止生物武器公约	254
6.2.2 关于转基因技术的监管	255
6.2.3 关于克隆人的争论	255
6.2.4 试管婴儿及试管婴儿新技术的悖异	257
6.2.5 关于人兽胚胎构建的争议	259
主要参考文献	263
后记	267

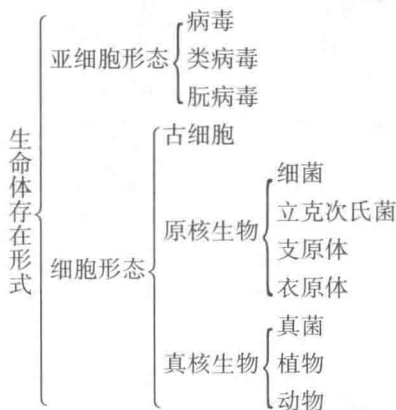
第1章 生命

1.1 什么是生命体

生命体:在生命信息指令下,严格遵循自我复制、自我组装、自我调控的运行规律,通过各种生物网络的重叠、交织、融合与互动,实现精确有序、不同层次的物质转换和能量流动,形成能自给自足,具有生存、遗传、发育与进化等属性的多分子集成体。

1.2 当今地球生命体的存在形式

当今地球上的生命体都是其共同祖先的后裔。

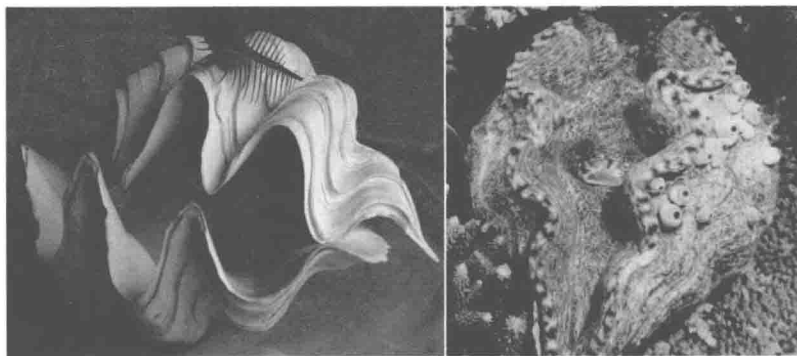


当今地球生命体的存在方式

两类特殊生态环境中的奇异生物:

(1)近年在具有共同祖先的众多生物中发现可直接利用太阳

能制造蛋白质的生物——虫黄藻,它可从太阳能直接获得动物蛋白。热带海洋中“绿色牛”——砗磲,依靠与其共生的虫黄藻,利用太阳光产生的营养物质为生。虫黄藻在新陈代谢过程中,生产高营养价值的动物性蛋白质,这与陆生绿色生物通过光合作用只产生淀粉的能力截然不同。澳大利亚科学家发现,珊瑚的螵状体中也含有大量内共生的虫黄藻,它们产生蛋白质的能力很可能与珊瑚抗热带浅海强烈紫外线(UV)有密切关系。在赤道热带上空,臭氧层较薄,加上热带浅海的高透明度,UV 强度远远超过一般海洋,可贯穿 20 米水深。科学家们分离出一种源于这种蛋白质的“S - 320”物质,具有很好的抗 UV 能力。利用现代生命科学手段可以更深刻了解和认识虫黄藻的代谢机理,其研究成果很可能开辟生命科学的新领域。



热带海洋中“绿色牛”——砗磲

(2) 在地壳下数公里的海床深处,那里的地热活动为海底提供了热能,创造了炽热的海下生态环境。特别是海底火山口附近的环境——海底黑烟区,即海底热泉,喷出来的热水就像烟囱一样。发现的热泉有白烟囱、黑烟囱和黄烟囱,为某些奇异生物创造了理想的生存条件,其周围形成一个密集的生物群落。美国科学家比肖夫博士(1979)首次在太平洋 2500 米接近海底时,看到这一奇异的景象:蒸汽腾腾,烟雾缭绕,烟囱林立。经过仔细观察发现在“烟

卤林”中有各种生物生存。其主要生物是耐压、耐热、耐盐的超级菌属(原细菌),还有管状蠕虫、蛤、虾、螃蟹和鱼类等。这里的生物种类达 10 多个门的 500 多个种属。



海底热泉的烟囱区附近有特殊生物生存繁衍

科学家对前寒武纪的古生物与现代海底微生物作了比较研究,认为地球早期生命可能就是与这些嗜热、耐盐、利用二氧化硫微生物类同的微小生物。所以,可把海底黑烟区的微小生物视为生命黎明时期的活化石。迄今日益增多的证据,引起人们对生命是否起源于海底黑烟区产生了一种新思考。

1.3 多细胞生命体的结构层次 (生物系统)及意义

1) 生物系统层次

……←宇宙生物学←生态系统←群落←种群←个体→器官系统→器官→组织→细胞→亚细胞结构→蛋白质复合体→生物大分子→量子→基本粒子→……

2) 生物系统揭示的意义

(1) 生态系统、个体和细胞三个生物系统具有独立性及在生命科学理论和技术研究中具有特殊的重要地位;

(2) 对生物系统的认识是由表及里, 由外到内, 由浅入深的认识过程(生物科学史), 更接近生命的本质属性;

(3) “反向生物学”观念的诞生和应用;

(4) 人类对生命的认识不断的微观, 也不断的宏观, 无终点无穷尽;

(5) 推动了医学工程的巨大发展;

(6) 至后基因组时代对生命体的认知更为深入, 由于高通量、大规模测量技术的广泛应用, 海量数据积累、90 文库、建模、分析和模拟等得到快速应用, 对生命事件的揭示进入了从定性描述到定量精确表达的时代;

(7) 生命科学从分解研究过渡到综合(整体)研究, 从分子生物学引领时代跨入系统生物学为主导的新时代。

➤ 1.4 地球是宇宙中唯一有生命体的星球吗

1.4.1 关于宇宙、银河系和太阳系的基本知识

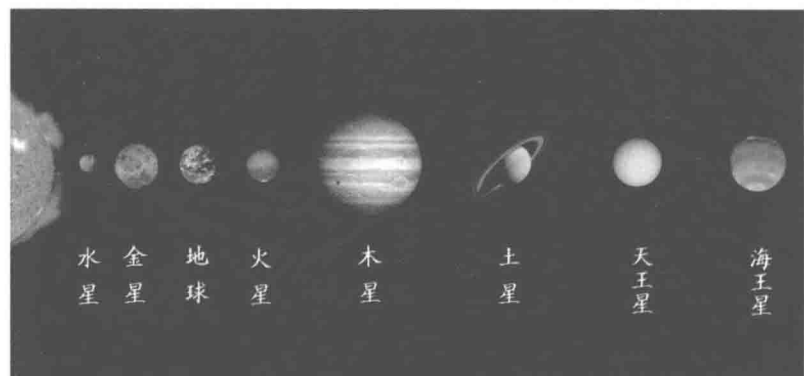
1) 大爆炸宇宙论

大爆炸宇宙论认为, 宇宙是由一个致密炽热的奇点于 137 亿年前一次大爆炸后膨胀形成的。1929 年, 美国天文学家哈勃提出星系的红移量与星系间的距离成正比的哈勃定律, 并推导出星系都在互相远离的宇宙膨胀说。这种学说的主要观点认为宇宙曾有一段从热到冷的演化史。在这个过程中, 宇宙体系在不断地膨胀, 使物质密度从密到稀地演化, 如同一次规模巨大的爆炸。大爆炸理论认为, 爆炸之初物质只能以中子、质子、电子、光子和中微子等基本粒子形态存在。宇宙爆炸之后的不断膨胀, 导致温度和密度

很快下降。随着温度降低冷却逐步形成原子、原子核、分子,并复合成为通常的气体。气体逐渐凝聚成星云,星云进一步形成各种各样的恒星和星系,最终形成我们现在所居住的宇宙。



宇宙是由致密炽热的“奇点”大爆炸形成

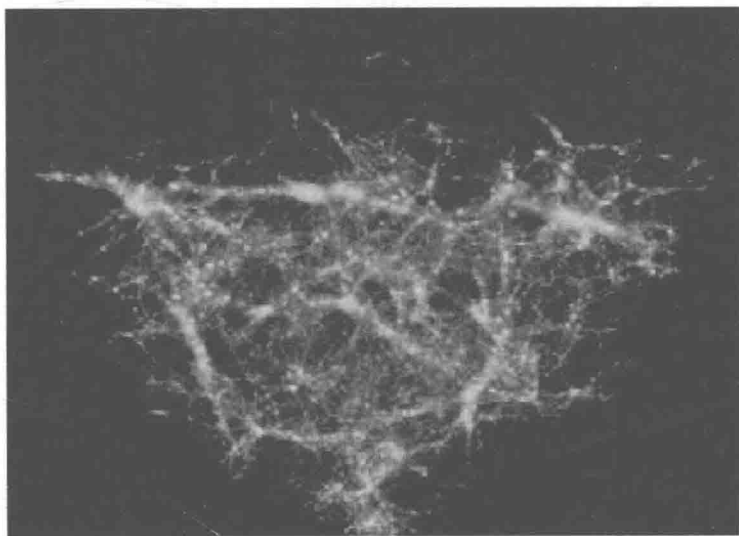


行星位置关系

研究得知,宇宙中的物质、反物质、暗物质和暗能量在宇宙形成中起重大作用。

★物质:宇宙三要素为时间、空间、质量(能量)。物质是时、空的填充内容,独具质量。

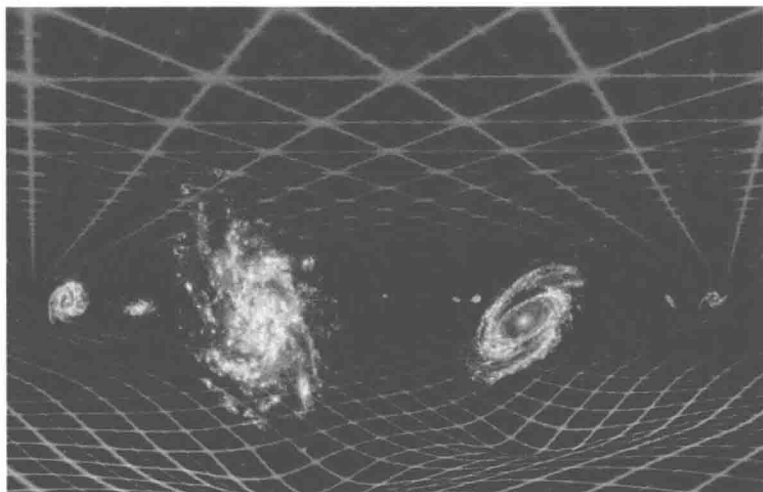
★反物质:它是一种人类陌生的物质形式。在粒子物理学里,反物质是反粒子概念的延伸,反物质是由反粒子构成的。反物质和物质是相对立的,如同粒子与反粒子结合一般,导致两者湮灭并释放出高能光子或伽马射线,发生爆炸并产生巨大能量,能量释放率要远高于氢弹爆炸。1932年,由美国物理学家卡尔·安德森在试验中证实了正电子的存在。随后又发现了负质子和自旋方向相反的反中子。到目前为止,已经发现了300多种基本粒子,这些基本粒子都是正反成对存在的。也就是说,任何粒子都可能存在着反粒子。2010年首次成功“抓住”微量反物质,迄今发现最重反物质粒子——反氦4及反氢原子等。这些反物质来源很多,它不是聚集在某个确定的点周围,而是广布于宇宙空间。



反物质粒子

★暗物质:在宇宙学中,暗物质是指那些自身不发射电磁辐

射,也不与电磁波相互作用的一种物质。人类无法通过现有的任何观测工具来直接观测到它们,只能通过引力产生的效应得知宇宙中有大量暗物质的存在。暗物质存在的最早证据来源于对球状星系旋转速度的观测。现代天文学通过引力透镜、宇宙中大尺度结构形成、天文观测和膨胀宇宙论研究表明,宇宙的密度可能由约70%的暗能、5%的发光和不发光物体、5%的热暗物质和20%的冷暗物质组成。



绿色网格线代表引力,紫色网格代表暗能量

在已知的范畴里,暗物质好似在宇宙中纵横交错编织了一张巨大而看不见的网,被认为是促成星系、恒星和行星产生的原因,主导了宇宙结构的形成。虽然尚不能确定其在宇宙物质总量中所占的比例,但这个数字应大于80%。因此,在天文学和物理学家眼中,对暗物质的认识每前进一小步,都意味着对宇宙未知领域探索迈出一大步。

宇宙学家发现,暗物质存在另一种神秘效应,这种效应可能支持宇宙中生命的诞生,或者说是生命进化的一个重要因素。如果