



生命科学概论 (第三版)

钱海丰 裘娟萍 主编



科学出版社

生命科学概论

(第三版)

钱海丰 裘娟萍 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书由多名多年从事生命科学教学和科研工作的专家、教师在第二版的基础上共同编写而成。全书共 7 章, 分别为绪论、生命的物质基础、细胞与细胞工程、分子遗传与生物信息学、微生物与健康、环境与人体健康、生物材料与仿生工程学。本书较全面地介绍了生命科学各分支领域的基础知识、研究动态和发展趋势; 通过趣味性、知识性、实用性结合良好的具体实例, 不但提高了可读性, 而且将生命科学研究中的基本理论、研究热点和实际应用有机结合, 有利于激发学生对生命科学的好奇心, 帮助学生提高综合素质、领悟生命科学的奥秘, 了解生命科学和相关技术可能对人类未来的影响。

本书可作为高等院校生命科学类专业或全校公共课程的教材, 也可供生命科学研究相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学概论/钱海丰, 裘娟萍主编. —3 版. —北京: 科学出版社, 2016
ISBN 978-7-03-048187-0

I. ①生… II. ①钱… ②裘… III. ①生命科学—高等学校—教材 IV.
①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 093846 号

责任编辑: 刘 畅 / 责任校对: 贾娜娜
责任印制: 赵 博 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

保定市中国画美凯印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 8 月第 一 版

2008 年 7 月第 二 版 开本: 787×1092 1/16

2017 年 1 月第 三 版 印张: 20

2017 年 1 月第十二次印刷 字数: 512 000

定价: 49.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《生命科学概论》(第三版)

编写委员会

主 编: 钱海丰 裘娟萍

参编人员: (按姓氏汉语拼音排序)

傅正伟 胡青莲 靳远祥 刘永娟 邱乐泉

孙东昌 孙立伟 汪 霞 吴 涛 吴石金

颀孝贤 赵 嫚 朱廷恒

第三版前言

《生命科学概论》自 2004 年 8 月出版至今，已印刷多次，累计 3 万余册。在这十几年中，生命科学研究中的新概念、新技术层出不穷。借由许多跨学科领域的突破性进展，生物学家可以在更深层次探索生命的本质。例如，借助于信息科学的发展，人类基因组计划得以顺利完成，并让我们步入“后基因组学”(post-genomics)时代。基因组学研究重心已开始从揭示生命的所有遗传信息转移到对分子整体水平功能的研究上。这种转向的一个标志是产生了功能基因组学(functional genomics)这一新学科，并由此了解基因的功能，认识基因与疾病的关系，掌握基因产物及其在生命活动中的作用。与此同时，整个世界正面临着巨大而紧迫的挑战，包括粮食、能源、健康及全球气候变化等，而生命科学的创新可能会成为人类应对这些挑战的主要驱动力。科学进步带来了人类社会物质文明的繁荣，但也衍生出包括环境污染和生态破坏在内的一系列问题，这些问题日益困扰着人类。环境问题不仅制约着社会的可持续发展，也影响到人民群众的健康安全和生活质量。在中国，经过 30 多年的经济快速发展，环境问题对人体健康的危害后果正在日益显现，甚至已经到了集中暴发的时期。因此，现代大学生有必要树立科学发展观，平衡社会经济发展与环境保护两者间的关系，真正实现人与自然的和谐共处，永续发展。

基于上述思考，在科学出版社的大力支持下，我们对第二版进行了修订，更新了生命科学研究的新进展，特别是功能基因组学的知识点；并增加了环境与健康的相关内容。

限于编者的学识和水平，书中不当之处在所难免，望广大读者随时赐予宝贵意见。

编 者

2016 年 6 月于杭州

第二版前言

2003 年人类基因组计划宣布完成,自此,生物科学的研究进入以基因功能研究为主的功能基因组学时代,由此衍生了一系列基因组学研究计划,包括疾病基因组学、比较基因组学、基因组多样性、肿瘤基因组学、环境基因组学等。由此诞生了蛋白质组学、代谢组学、生理组学、化学组学和系统生物学等。基因组学的兴起为生命科学的蓬勃发展开拓了更为广阔的空间,高校素质教育也需介绍基因组等生命科学相关的最新研究成果。

《生命科学概论》自 2004 年 8 月出版至今,共六次印刷 17 000 册。2007 年由台湾文京出版社出版了繁体字版。通过 4 年的使用,教材内容体现了良好的知识性、实用性和趣味性。为了适应生命科学学科快速发展的步伐,第一版有些内容需要更新,有些内容需要提高。为此,在科学出版社的大力支持下,对第一版进行了修订。

在本次修订过程中,张正波博士参与了第一章的修订和全书修订稿的统稿;靳远祥博士参与了第四章的修订;嘉晓勤博士参与了第八章的修订。其他章节的修订由原编作者负责。裘娟萍教授负责全书审稿。

限于作者的学识和水平,书中不当甚至错漏之处在所难免,望广大读者随时赐予宝贵意见。

编 者

2008 年 5 月于杭州

第一版前言

从科技发展的角度来看,19世纪是机械工业的时代,20世纪是化学和物理学的时代,而21世纪则将是生物技术的时代。生物技术将给人类带来前所未有的巨大冲击,人类基因组计划的完成,将使人类步入一个崭新的时代。为向广大非生物类专业的同学们展示生物技术领域的新成果,介绍生命科学的基本知识,让同学们科学、健康地生活,并顺利进入所学学科与生物技术交叉的领域,特编写此书。

本书共分8章,分别为:绪论、生命的物质基础、细胞与克隆技术、遗传与人类基因组计划、微生物与人类健康、生物技术及其应用、生物钟与生物信息传递、生物材料与仿生工程学。各章节除了介绍有关基本理论知识外,更主要介绍与人类日常生活相关的知识,有关领域的最新动态及最新成果,有关技术的应用领域。

本书由浙江工业大学生物与环境工程学院的教师编写而成。浙江工业大学为非生物类专业开设生物类素质教学课已有4年,在4年的教学实践中,老师们积累了一定的体会和经验。本书第一、八章由裘娟萍教授编写,第二章由吴石金老师、孙培龙教授编写,第三章由吴涛老师和朱廷恒博士编写,第四章由钱海丰博士编写,第五章由邱乐泉老师编写,第六章由钱海丰博士、裘娟萍教授编写,第七章由傅正伟教授编写。全书由钱海丰博士统稿、裘娟萍教授审稿。本书编写过程中得到了本院黄海蝉、汪琨、钟莉等在文字输入、校对方面的帮助,同时也得到了科学出版社的积极支持,在此表示诚挚的谢意。

由于水平有限和时间仓促,若存在不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2004年1月

目 录

第三版前言

第二版前言

第一版前言

第一章 绪论	1
第一节 生命科学的概念	1
一、生命科学的基本概念	1
二、学习生物学的意义	3
第二节 生命科学对人类未来的影响	3
一、改善农业生产, 解决粮食短缺	3
二、控制疾病危害, 延长人类寿命	4
三、治理环境污染, 提供再生资源	5
四、启发设计灵感, 改良工程材料的性能	6
主要参考文献	7
第二章 生命的物质基础	8
第一节 生命系统的特征	8
一、生命对化学元素的选择	8
二、各种化合物是元素的存在形式	10
三、生命形式多样性	11
第二节 生命系统的环境	11
一、水是生命系统的环境基础	11
二、生物体的缓冲系统	13
三、生命系统大环境——生物圈	14
第三节 糖类化合物	16
一、糖类的结构和分类	16
二、糖类的生物学功能	22
三、糖类的研究与应用	22
第四节 脂类化合物	24
一、脂类化合物的分类与结构	25
二、生物膜	27
三、脂类化合物的生物学功能	28
第五节 生命现象的物质基础——蛋白质	29
一、蛋白质的结构	29

二、蛋白质的理化特性	33
三、绝大部分酶是生命体重要的蛋白质	34
四、蛋白质的生物学功能	36
第六节 遗传现象的物质基础——核酸	37
一、核酸的结构	38
二、核酸的生物学功能	41
三、核酸类物质的应用	42
第七节 营养与健康	45
一、人体和动物的消化与吸收	45
二、能量与营养	50
三、营养失衡与疾病	58
主要参考文献	63
第三章 细胞与细胞工程	64
第一节 细胞的增殖与周期	64
一、有丝分裂和减数分裂	64
二、细胞周期的时相及类型	67
三、细胞周期的调控	68
第二节 细胞的分化	72
一、细胞的全能性	72
二、细胞的分化及形态发生	74
第三节 细胞工程	77
一、细胞培养技术	77
二、细胞融合与单克隆抗体	80
三、胚胎干细胞与胚胎工程	85
四、细胞克隆技术	90
主要参考文献	101
第四章 分子遗传与生物信息学	102
第一节 遗传学的发展	102
一、遗传学的历史	102
二、基因的由来	107
三、原核基因	108
四、真核基因	110
第二节 基因工程	113
一、基因工程的原理	114
二、基因扩增技术	114
三、DNA 重组技术	118
四、转基因技术	120
五、基因工程的应用	122
第三节 生物信息学	124
一、生物信息学概论	124

二、生物信息数据库	126
三、序列分析	129
四、蛋白质结构功能预测	130
五、生物系统模拟与计算机辅助药物设计	133
第四节 人类遗传病与基因治疗	136
一、人类遗传病及防治	136
二、基因治疗	152
三、展望	163
主要参考文献	163
第五章 微生物与健康	165
第一节 微生物简介	165
一、微生物的概念	165
二、微生物五大共性	166
三、微生物的分类与命名	168
四、微生物的结构	169
第二节 微生物生命活动规律	186
一、微生物的营养	186
二、微生物的生长繁殖	190
三、微生物的遗传与变异	191
四、微生物的基因表达与调控	195
五、基因突变与微生物育种	196
六、有害微生物的防控	199
第三节 微生物工程（发酵工程）	203
一、微生物工程的概念	203
二、发酵生产的工艺流程	203
三、发酵产品的类型及其应用	205
第四节 微生物与健康	216
一、感染与免疫	216
二、病原微生物概述	221
三、肠道微生物与人类健康	224
四、病毒与疾病	227
五、生物制品及其应用	232
主要参考文献	235
第六章 环境与人体健康	237
第一节 环境与污染	239
一、环境与污染的基本概念	239
二、污染物在环境中的迁移和转化	240
三、环境污染物在体内的生物转运和生物转化	241
四、环境污染物在生物体内的浓缩、积累与放大	249
五、环境污染物对生物的影响	250

第二节 水体环境与人体健康	255
一、水资源简介	255
二、水污染	256
三、饮用水与健康	258
第三节 土壤环境与人体健康	260
一、土壤环境简介	260
二、土壤的污染	261
第四节 大气环境与人体健康	263
一、大气与大气污染	263
二、大气污染的危害	265
第五节 环境物理因素与人体健康	270
一、物理性污染简介	270
二、辐射及健康影响	271
三、噪声及其健康影响	274
第六节 居住环境与人体健康	275
一、人居环境	275
二、居住区和人体健康	275
三、室内空气污染	276
四、不良建筑物综合征	278
主要参考文献	278
第七章 生物材料与仿生工程学	280
第一节 生物材料	280
一、生物材料概述	280
二、生物材料的应用及发展前景	281
三、生物医用材料	285
四、纳米生物材料	289
第二节 仿生学	291
一、仿生学简介及其应用前景	292
二、仿生材料及其应用	292
三、信息仿生	292
四、控制仿生	294
五、拟态仿生	298
六、结构仿生	298
七、化学仿生	300
八、生物医学仿生	303
主要参考文献	307

1

第一章 绪 论

第一节 生命科学的概念

一、生命科学的基本概念

地球在 45 亿年前形成，由岩石圈、水圈和大气圈构成。在那时，地球是一个寂静、毫无生气的星球。直到 38 亿年前，地球上出现了生命，生物利用阳光、水、空气和矿物质进行生活繁衍，经历了亿万年漫长岁月的进化历程，才形成了如今绚丽多彩、生机盎然的生物界。

然而，什么是生命呢？为什么有了生命，地球才有生气？我们知道花草、树木、鱼虫、鸟兽是活的、是有生命的，是生物；沙石、木头等是死的、是无生命的，不是生物。生命的定义很难下，但生命具有以下一些共同的规律。

新陈代谢：生物与非生物的区别，首先在于生物能从自己周围摄取适当的物质，把它们同化，而体内其他比较老的部分则分解并且被排泄掉，这就是新陈代谢。新陈代谢包括两个相反相成的过程：一个是同化作用，即从外界摄取物质和能量，将它们转化为生命本身的物质和储存在化学键中的化学能；另一个是和同化作用相反的分解作用，即异化作用，将化学物质中的能量释放出来，供生命活动之用，将大分子物质分解成小分子物质供细胞合成新的物质结构。生物个体都要不断进行物质代谢和能量代谢来不断更新自己。

生长发育：正常的生物通过新陈代谢来进行生长发育。任何生物体在其一生中都要经历从小到大的生长过程，这是由于同化作用大于异化作用。单细胞生物的生长，主要依靠细胞大小及其内含物质量的增加。多细胞生物的生长，主要依靠细胞的分裂来增加细胞数目。此外，生物体的一生，从生殖细胞形成、卵受精、受精卵分裂，再经过一系列形态、结构和功能的变化，才能形成一个新的个体，再经性成熟，然后经衰老而死亡。这一总的转变过程称为发育。当生物生长发育到一定大小和一定程度时，就能繁衍后代，使个体数目增多，种族得以延续，这种生命功能称为生殖。生殖保证了生物连续性，增加了生物的数量。

遗传变异：遗传变异是生物体最本质的属性之一。“种瓜得瓜，种豆得豆”，这就是说，子代与亲代总是相似的。这是因为亲代将自己的一套遗传信息传递给下一代，子代按照遗传信息生长发育，表现出种种与亲代相同或相似的性状，这就是遗传。然而“一母九子，九子各异”，这就是变异。变异是生物体在某种内因或外因的作用下，遗传物质发生了结构或数量上的变化。遗传使生物能保持种属特性的相对稳定；变异使生物能产生新的性状，导致物种的发展变化，种族的不断更新。凡是生物都有它的个体发展史——生长和发育，个体生活到一定阶段，又都要进行生殖和发生遗传、变异，从种族上不断更新自己。遗传变异在自然

选择的长期作用下,导致了整个生物界的向上发展,由低等到高等,由简单到复杂逐渐演变,这就是生物的进化。在进化过程中,形成了生物的适应性和多样性。

(一) 生命科学研究的基本内容

生命科学是研究生命现象及其活动规律的科学,广义的生命科学还包括生物技术、生物与环境、生物学与其他学科交叉的领域。生命科学所研究的范围极其广泛而复杂。因此在生物学的发展过程中形成了许多生物学的分支学科。

按研究对象的不同,主要分为以下4类。

1) 植物生物学:研究植物的形态结构、分类、生理、生态、分布、发生、遗传和进化的科学。其包括藻类学、真菌学、种子植物学。

2) 动物生物学:研究动物的形态结构、分类、生理、生态、分布、发生、遗传和进化的科学。其包括原生动物学、无脊椎动物学、昆虫学、脊椎动物学、鱼类学、两栖爬行动物学、鸟类学。

3) 微生物学:研究微生物的形态、构造、分类、生理生化及遗传变异的科学。其包括细菌学、病毒学、真菌学等。

4) 人类学:研究人类的体质特征、类型及其变化规律的科学。

按研究生命现象的角度不同,主要分为以下6类。

1) 形态学:研究生物的形态结构及其形成规律的科学。

2) 分类学:研究各类生物彼此之间的异同、亲缘关系和进化起源的科学。

3) 生理学:研究生物体各种机能发生的原理、条件,以及机体内外环境变化对这些生理机能影响的科学。

4) 生态学:研究生物体与其周围环境——生物环境和非生物环境相互关系的科学。

5) 遗传学:研究生物遗传和变异的科学。

6) 胚胎学:研究生物生长发育的科学。

从生物的结构水平来划分,分为以下7种。

1) 分子生物学。

2) 细胞学,如细胞生理学、生化细胞学等。

3) 组织学,如组织化学、组织生理学等。

4) 器官生物学,如神经生理学、骨学。

5) 个体生物学,如行为生物学。

6) 群体生物学,如人口学。

7) 生态系统生物学,是综合研究在自然界的一定空间范围内,各种生物与无生命环境彼此之间关系的科学。

(二) 生物学与其他学科交叉出现的新学科

生物学与医学结合产生了病理学、药理学、生理学等;生物学与农学结合产生了育种学、昆虫学、植物病理学、植物生理学等;生物学与数理化结合产生了生物物理学、生物化学、生物数学;生物学与工程学结合产生了生物信息学、生物能源学、生物工程学、生物材料学、生物传感器;生物学与计算机科学结合产生了人工智能学;生物学与天文学结合产生了宇宙生物学。

二、学习生物学的意义

自然界的物质可以分为生物与非生物两大类。生物与人类的关系非常密切,衣食住行都离不开它。人类本身也属于生物。人们为了要在自然界里得到自由,就要用自然科学来了解自然,克服自然和改造自然,从自然里得到自由。了解自然是整个认识过程的前提,对自然界的客观规律的了解,往往可以为科学的发展开辟出新的局面。对自然的了解可用来克服自然、改造自然,使其直接为人类服务。

第二节 生命科学对人类未来的影响

生物科学成为当今世界自然科学的热点和重点,主要有两方面的原因:①20世纪后叶,分子生物学领域一系列突破性成就使生命科学在自然科学中的地位发生了革命性的变化;②生物技术的发展为人类带来了巨大的利益和财富。

几百年前,以蒸汽机为标志的工业革命称为人类的第一次技术革命,它解放了人的双手,使人类从繁重的体力劳动中解脱出来;几十年前,以计算机和网络为标志的电子和信息技术革命被看作人类的第二次技术革命,它扩张了人的大脑,极大地提高了人们获取和交流信息的速度和广度;科学家预言,以重组 DNA 和基因克隆为标志的生物技术是人类的第三次技术革命,生命的复制和改造将极大地提高人类生活的质量,这一次革命更重大的意义在于,人类不仅可以改造客观世界,还可以改造自身。

生物技术通常包括基因工程、细胞工程、发酵工程和蛋白质(酶)工程4个方面。其中,以克隆和重组 DNA 为核心技术的基因工程发展最快,从而带动或促进了细胞工程、发酵工程和蛋白质工程的发展,并出现了一系列新的工程技术,如基因诊断与基因治疗技术、克隆动物技术、生物芯片技术、生物材料技术、生物能源技术、利用生物降解环境中有毒有害化合物的环境生物技术等。

生物技术是微生物学、分子生物学、遗传学、细胞生物学、化学工程、材料科学、医药学等多学科交叉的综合性学科。根据生物技术对人类和社会生活各方面的影响,生物技术领域还可以按行业分为农业生物技术、医药生物技术、环境生物技术、海洋生物技术等。现代生物技术已经为人类提供了巨大的利益。

一、改善农业生产,解决粮食短缺

世界人口现已达60亿,21世纪中期将突破100亿大关,而耕地面积却不断减少。所以在今后几十年内要满足世界人口对食品的需要,粮食、畜产品和水产资源等食品的生产,至少需要翻一番。

20世纪70年代末生物工程(即生物技术)的问世,使人们看到了解决食品短缺的希望。首先利用细胞工程通过细胞和组织培养技术进行快速繁殖(也称试管苗);通过基因转移技术等培养出抗寒、抗旱、抗盐碱、抗病的新品种,以提高农作物产量和降低其生产费用。目前,利用生物工程无论在大田作物、蔬菜、果木等的优良品种的选育上,还是在海洋资源的开发上,都有很多成功的实例。我国袁隆平教授培育的“超级杂交水稻”平均亩产^①达884kg。

① 1亩 $\approx 666.7\text{m}^2$

大家都知道,要想提高农作物的产量,除了选育优良品种外,还要有足够的肥料。这个问题也需生物工程来帮忙。豆科植物不施肥或少施肥也能丰收,是什么原因呢?这是由于豆科植物能固定空气中游离的氮。于是科学家就通过基因工程把豆科植物的固氮基因转移到其他作物根际周围的细胞体内,使它们也能固定氮素,供农作物生长。科学家更进一步的研究是通过基因工程技术把豆科植物的固氮基因直接转移到禾本科(诸如稻、麦)的根上,使之能直接固氮。这样禾本科作物和豆科植物一样也能固定空气中的氮素,从而不施氮肥或少施肥也能丰收。利用基因转移技术还能培育出抗除草剂的作物。此外,利用生物工程技术还可以制造生物农药,培育新型的抗虫、抗病的转基因植物。这些内容后面将介绍。

生物工程在发展畜牧业生产上也蕴藏着巨大的潜力。例如,用人工方法使优良动物多排卵(又称超排卵法)。通过这种方法能获得较多的发育到早期的胚胎。将这些胚胎冷冻保存后,运到各地,用手术或非手术的方法,转移到已用人工方法诱发同步假孕(也就是用注射性激素的方法,使交配的雌性动物处于类似妊娠早期,子宫能接受卵子种植的状态)的母畜子宫内,使它在假孕的母畜体内发育产生出优良动物,这称冷冻胚胎法。

另外,利用生物工程技术也能提高畜用饲料的营养价值,降低其成本。大家知道,畜用饲料需要氨基酸和维生素的添加剂,用基因工程的方法构建新的工程菌可使其产量大大提高。例如,组建产生色氨酸的大肠杆菌新株,产量可提高一倍。再用新的连续发酵法,生产效率可提高10倍左右。畜用维生素 B_{12} 改用工程菌生产之后,产量可增加2~10倍,售价便可大幅度下降。

转基因的方法除了用来培育体大、瘦肉型、产卵多的家畜、家禽外,还能培育出能生产地球上奇缺的诸如人生长激素、胰岛素等贵重药物的生物物种。利用基因工程的方法也能制造出防治家畜、家禽疾病的安全高效的新疫苗。

随着世界人口的增长,人类蛋白质资源的缺乏将日趋严重,因此,用生物工程技术开辟人类需要的新的食品源也是当务之急。据报道,250kg的微生物每天可生产25t蛋白质,同时还可以生产碳水化合物、脂肪、维生素等。而体重250kg的牛,每天增重的蛋白质仅为200g左右。因此,利用微生物发酵法可生产单细胞蛋白,以用作食品和饲料等。

当今陆地资源日渐减少,人们为了获取更多的食品和蛋白质,已从陆地转向海洋。而开发海洋的金钥匙是生物技术,所以海洋生物工程正在兴起。当前,无论是利用细胞工程、基因工程对海洋生物的优良品种进行培育还是病害的防治,无论是利用生化工程对海洋生物产品进行分离、加工还是利用酶工程和发酵工程获取海洋食品,一切都在蓬勃地向前发展。生物工程将为人类带来一场新的绿色革命。地球上食品的短缺问题有可能依靠生物工程来解决。

二、控制疾病危害,延长人类寿命

人们都清楚地看到,当今在发展中国家,结核病、霍乱、乙型肝炎、丙型肝炎等各种恶性传染病仍在肆虐,而在发达国家,癌症、心血管疾病、艾滋病的蔓延又对人类构成了新的威胁。要消除这些威胁,根本出路可能还得求助于生物工程。

大家知道,无论是癌症还是遗传病,无论是心脑血管疾病(心脏病、脑血栓)还是免疫系统疾病,都和基因有关。所以人们要征服癌症、治疗疑难病就要开展人体的基因定位、基因分离和基因的功能研究,这样才能预防、诊断、治疗这些疾病。所以以美国为首的国际间的大协作课题——人类基因组计划于1990年启动,并于2001年发表了人类基因组草图,标

志着计划的成功。后续人类基因组草图帮助研究者开展了很多关于基因功能的研究,并逐步应用到疾病的预防、诊断、治疗领域,这方面的研究工作正深入进行。

生物工程在医药制造上可以说是捷足先登。医药工业在基因工程研究方面进行得最早,进展也最快。自从 1977 年美国第一次用改造的大肠杆菌生产出有活性的人生长激素释放抑制因子以来,目前已有入生长激素、胰岛素、干扰素等 30 多种基因工程药品上市,用来治疗侏儒症、糖尿病、恶性肿瘤及心血管疾病等疑难症。用克隆动物、转基因动物和转基因植物作为生物反应器生产贵重药品的成功报道使人们目不暇接,眼花缭乱。基因疗法和异体器官移植为疾病的治疗开辟了一条新途径。另外,疾病的预防和诊断也离不开生物工程。基因工程,乙肝疫苗为杜绝乙型肝炎在世界上的蔓延发挥着重要的作用。DNA 疫苗的研制为恶性肿瘤的预防开辟了美好的前景。应用杂交瘤技术产生的单克隆抗体、DNA 探针和聚合酶链反应(PCR)技术,使疾病的诊断加速步入快速、灵敏、准确的新阶段。生物工程的出现将为医学带来一场革命性的变化。

三、治理环境污染,提供再生资源

能源是人类赖以生存的物质基础之一,分为不可再生能源和可再生能源。不可再生能源是指地球上现有的三大库存的化石原料,即煤、天然气和石油。可再生能源是指太阳能、风能、地热能、生物能、海洋能和水电能。据专家预测,如按现有开采不可再生能源的技术和连续不断地日夜消耗这些化石燃料的速率来推算,煤、天然气和石油的可使用有效年限分别为 100~120 年、30~50 年和 18~30 年。显然,21 世纪所面临的最大的难题可能是能源。目前整个人类发展和工农业生产,几乎都是依赖于这些很有限的化石能源。因此,人类不得不转向其他途径获得能源。可想到的潜在能源有太阳能、核能、风力、水力等,但这些能源的开发利用受到较多的限制。要在不久的将来取代石油有很多问题。然而,生物技术将可能为人类提供新的能源,称为生物燃料(biological fuel)。生物燃料是通过生物技术把生物材料转化成为可燃性化合物,如乙醇、甲烷和氢气。乙醇很可能是未来的石油替代物,用乙醇替代石油的做法有许多好处,如把乙醇加入到汽油中,可消除对十四烷基化合物的需求,这种做法很显然对地球升温起到积极的缓解作用。用乙醇发动机作为动力机,消耗的乙醇燃料所排出的一氧化碳、碳氢化合物和氧化氮含量,比使用汽油发动机所排出的量分别减少 57%、64%和 13%。因而,使用乙醇燃料不仅起着替代石油的作用,对环境也起到积极作用。

植物界中有许多能产“石油”的植物。这些植物都是橡胶树的近缘物种,所含汁液不但丰富,而且有较高比例的碳氢化合物,如对这些汁液进行适当加工后,可与汽油混合作为动力机燃料。近几年来,各国发现能产油的树种类越来越多。在美国加利福尼亚州发现一种能产油的兰桉树,其含油量高达树自身总质量的 1.2%。日本把桉油和汽油以 7:1 的比例进行混合作为汽车的燃料。在巴西也发现了一种名为可比巴的乔树,树高 30 多米。树直径约 1m。如在树下端凿开一个小洞,“石油”就缓慢地流出来,其流量为 7~8kg/h。近期在欧洲用改良的油菜种子油,作为一种内燃机燃料的替代品,可获得相当可观的利润。

藻类能产生大量的脂类,可用来制造柴油及汽油。美国设在科罗拉多州的太阳能研究所用一个直径 20m 的池塘繁殖藻类,年产藻 4t 多,可产油 3000 多升。甲烷气可转换成机械能、电能和热能。中国是沼气生产量最大的国家,生产量高达 7×10^6 生物气单位,相当于 22×10^6 t 煤的能量。在未来的新能源中,氢气能源是可燃气中最理想的气体燃料之一。其原因是氢气在燃烧时,除了释放发热量相当于汽油的 3 倍之外,其燃烧剩余物为水,不

会造成环境污染, 堪称为绿色燃料。美国研制的航天飞机, 首次使用了氢作燃料的超音速冲压式发动机, 时速可高达 2.8 万 km。近几年来, 科学家已经发现 30~40 种化能异氧菌可以发酵糖类、醇类、有机酸等, 从而产生氢气。在光合细菌中, 人们发现了 13~18 种紫色硫细菌和紫色非硫细菌能够产氢气。此外, 把产氢基因克隆到水生藻类中能使之大幅度提高产氢量。

生物燃料电池多数由微生物参与反应所构成。所谓微生物电池, 就是利用微生物的代谢产物作为物理电极活性物质, 引起原物理电极的电极电位偏移, 增加电位差, 从而获得电能的装置。按生物燃料电池的构造不同可分为 3 类, 即产物生物燃料电池、去极化生物燃料电池和再生生物燃料电池。产物生物燃料电池是利用微生物发酵并分泌出具有电极活性的代谢产物(如氢气)来构成不同的电极电位, 并提供电能。去极化生物燃料电池是利用分别固定在电极上的微生物、酶、组织、细胞及抗体等生物组分, 参与电化学反应并提供电压和电能。再生生物燃料电池是利用生物组分将原有的电化学生活性的化合物再生, 这些再生的化合物再与电极发生相互作用并产生一定的电压和电流。

把能产生氢的微生物固定在含乙醇工厂废水(2kg)的反应器中, 使菌体利用废水的碳源进行发酵并连续产氢, 随后把氢输送到氢氧燃料电池中。此时燃料电池可以连续 10 天以上提供 0.6~1.0A 的电流, 端电压为 2.2V。美国宇航局曾为了解决宇宙飞船中宇航员排泄物的处理问题, 采用芽孢杆菌处理尿, 使尿酸分解而生成尿素。然后用尿素酶分解尿素成氨, 氨能使铂电极产生电流。粗估 22g 尿液能获得 47W 的电能。

由于人口的快速增长, 自然资源的大量消耗, 全球环境状况目前正在急剧恶化: 水资源短缺、土壤荒漠化、有毒化学品污染、臭氧层破坏、酸雨肆虐、物种灭绝、森林减少等。人类的生存和发展面临着严峻的挑战, 迫使人类进行一场“环境革命”来拯救人类自身。在这场环境革命中, 环境生物技术的兴起和蓬勃发展担负着重大的使命。

环境生物技术是指直接或间接利用生物体或生物体的某些组成部分或某些机能, 建立降低或消除污染物产生的生产工艺, 或者能够高效净化环境污染, 同时又生产有用物质的工程技术。

人类的生产活动和生活离不开水, 水资源短缺是 21 世纪人类面临的最为严峻的资源问题之一。我国每年仅因缺水造成的经济损失达 120 亿元。解决水资源短缺的方法有将海水淡化或污水净化, 以色列在比较了海水淡化和城市污水净化回用的成本后, 认为把城市污水作为非传统的水资源加以利用是唯一的出路。进行污水处理的方法有很多, 主要可以分为三大类: 物理法、化学法和生物法。与前两种方法相比, 生物法效果较好, 常见的生物法包括氧化塘法、人工湿地处理系统法、土地处理系统法、活性淤泥法和生物膜法等。

随着城市数量的增多、规模的扩大和人口的增加, 全球城市废弃物的产生量迅速增长, 其中固体垃圾在现代城市产生的废弃物中占据的比例越来越大。城市垃圾的组成较为复杂, 一部分由玻璃、塑料和金属等组成, 另一部分是可分解的固体有机物, 如纸张、食物垃圾、污水垃圾、枯枝落叶、大规模畜牧场和养殖场产生的废物等。大量的垃圾在收集、运输过程中对水体造成污染, 不仅严重影响城市环境卫生质量, 还危害人们身体健康, 成为社会公害之一。世界各国处理城市垃圾的方法主要有 3 种, 即填埋、堆肥和焚烧等, 而填埋和堆肥主要是通过微生物的作用来完成垃圾处理的。

四、启发设计灵感, 改良工程材料的性能

自然界中的动物和植物经过 38 亿年优胜劣汰、适者生存的进化, 能适应环境的变化,