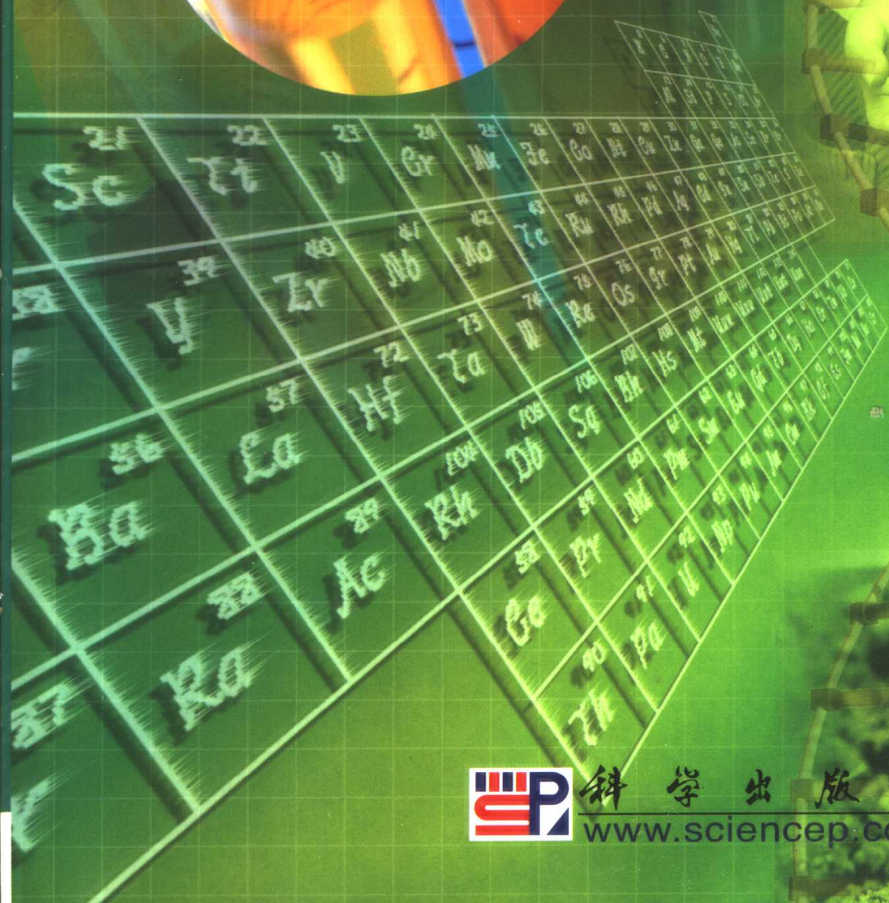


● 高等院校选用教材

生命科学技术概论

闫桂琴 主编 韩榕 郜刚 副主编



科学出版社

www.sciencep.com

内 容 简 介

本书在总结现代生物技术研发进展,结合编者教学研究的基础上,以独特的写作风格从以下多个方面论述了现代生物技术及其生物学基础:基因、细胞、植物基因工程、动物基因工程、基因诊断、基因治疗、动物生物反应器、生物芯片、纳米生物技术、细胞培养、细胞融合、细胞拆合、体细胞克隆、人工受精、试管婴儿、单克隆抗体、胚胎干细胞技术与器官移植、蛋白质工程、微生物发酵工程、生化工程等。

内容丰富、简明扼要,本书可以作为非生物科学专业和生物学科专业的本科生、研究生、教师的课程教材和课外读物,也可供其他相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

生命科学技术概论/闫桂琴主编. —北京:科学出版社, 2003.9
ISBN 7-03-012226-7

I. 生… II. 闫… III. 生命科学-概论 IV. Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 084087 号

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>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年9月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2003年9月第一次印刷 印张: 19 1/2

印数: 1—12 000 字数: 459 000

定价: 35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

编委会名单

主 编 闫桂琴

副主编 韩 榕 郜 刚

编 委 (按汉语拼音顺序)

毕润成 段江燕 郜 刚 韩 榕
胡青平 刘维仲 茹文明 闫桂琴
张秀红

前 言

为非生物专业的高校学生开设一门生命科学课程并不是一件容易的事。从我们的教学实践发现,教学内容的取舍和深度广度的安排固然是一个重要的因素,但更为重要的是学生有没有兴趣听课,生物专业学生上生物课时尚难免有学生不感兴趣,更何况非生物专业的学生?因此,培养与激发学生的学习兴趣,是向非生物专业学生传播生命科学知识的关键。

本书采用独特的写作风格,在总结现代生物技术研发进展,结合编者教学研究的基础上,以生命科学与生物技术的新热点、新观点和新生长点等相关话题和社会现象为切入点,将人们共同关注的诸多社会现象和热门话题与生命科学与生物技术的基本原理、基本操作有机地结合起来,为非生物专业的学生更好地学习和理解现代生命科学和生物技术提供了一种全新的视角,论述了现代生物技术及其生物学基础,如基因、细胞、植物基因工程、动物基因工程、基因诊断、基因治疗、动物生物反应器、生物芯片、纳米生物技术、细胞培养、细胞融合、细胞拆合、体细胞克隆、人工受精、试管婴儿、单克隆抗体、胚胎干细胞技术与器官移植、蛋白质工程、微生物发酵工程、生化工程等。

本书各部分的编写人员如下:第1~7部分由闫桂琴、郜刚编写;第8~10部分由段江燕编写;第11~15部分由韩榕编写;第16~23部分由张秀红编写;第24部分由胡青平编写。

鉴于生命科学技术是庞大的、复杂的和迅猛发展的领域,因此编写时难以做到完美,错误及不妥之处在所难免,恳请广大读者提出宝贵的意见,全体编著人员将不胜感激。

编 者

目 录

1 序论：当代生命科学的魅力	(1)
1.1 当代生命科学的迅猛发展给社会带来了巨大的影响	(1)
1.2 生命科学与生物技术炙手可热	(2)
1.3 专业人士论生命科学与生物技术	(2)
1.4 什么是生物技术？	(7)
2 基因	(11)
2.1 基因概念的认知	(11)
2.2 基因与遗传	(22)
2.3 基因表达与调控	(28)
2.4 基因组研究	(38)
2.5 基因工程概述	(42)
3 微生物与基因工程	(59)
3.1 微生物与基因工程载体	(59)
3.2 基因工程中的工具酶	(65)
3.3 转基因	(67)
3.4 重组体的筛选	(68)
4 植物基因工程	(70)
4.1 改良植物性状的基因工程	(70)
4.2 植物抗病虫害基因工程	(71)
4.3 植物抗胁迫基因工程	(74)
4.4 改良作物其他品质的基因工程	(76)
4.5 根癌农杆菌 Ti 质粒介导的基因转化	(77)
4.6 植物基因工程其他转化方法	(80)
5 动物基因工程	(85)
5.1 什么是转基因动物	(85)
5.2 转基因动物制作方法	(86)
5.3 转基因动物的研究性应用	(92)
5.4 转基因动物的经济性应用	(94)
5.5 转基因动物生物反应器	(95)
6 基因诊断与基因治疗	(101)
6.1 基因诊断	(101)
6.2 基因治疗	(103)
6.3 基因治疗方法	(105)
6.4 基因芯片	(109)

6.5	纳米生物技术	(119)
7	另眼看基因	(131)
7.1	基因工程产品已经进入我们的生活	(131)
7.2	转基因产品已经商品化	(132)
7.3	转基因食品既有利也有弊	(133)
7.4	基因研究与环境	(137)
7.5	基因研究与生物伦理	(139)
7.6	您如何看待基因工程和基因研究	(141)
8	蛋白质组学	(142)
8.1	蛋白质组的含义	(142)
8.2	蛋白质组学的研究内容	(142)
8.3	蛋白质组研究方法	(143)
8.4	蛋白质组在医学方面的研究	(144)
9	氨基酸 多肽 蛋白质	(146)
9.1	蛋白质的基本组成单位——氨基酸	(146)
9.2	多肽	(147)
9.3	蛋白质	(148)
9.4	多肽蛋白质药物研究进展	(151)
10	蛋白质工程	(153)
10.1	蛋白质工程简介	(153)
10.2	蛋白质分子设计及改造	(154)
10.3	成功范例——胰岛素蛋白质工程	(158)
10.4	蛋白质工程的进展	(160)
11	细胞与细胞工程	(162)
11.1	细胞基本知识概要	(162)
11.2	细胞融合技术	(168)
11.3	细胞拆合	(177)
11.4	细胞培养与个体再生	(181)
12	胚胎培养、移植和试管动物	(197)
12.1	胚胎培养与胚胎移植	(197)
12.2	人工受精和试管动物	(199)
13	单克隆抗体技术	(201)
13.1	抗体与免疫	(201)
13.2	单克隆抗体的产生	(202)
13.3	杂交瘤技术过程	(204)
13.4	单克隆抗体的应用	(205)
13.5	T 细胞杂交瘤技术	(206)
14	克隆	(208)
14.1	克隆羊、克隆猪、克隆牛、克隆鼠	(208)

14.2	克隆人·····	(210)
14.3	克隆及其他·····	(211)
15	胚胎干细胞技术·····	(213)
15.1	干细胞的特征·····	(213)
15.2	干细胞的分类·····	(214)
15.3	胚胎干细胞·····	(214)
15.4	胚胎干细胞的应用潜力·····	(214)
15.5	胚胎干细胞研究面临的难题与挑战·····	(215)
16	发酵工程概况·····	(217)
16.1	发酵工程的概念·····	(217)
16.2	发酵工程的发展简史·····	(217)
16.3	发酵工程的内容·····	(219)
16.4	发酵工程的特点·····	(220)
16.5	发酵工程的应用·····	(221)
17	工业上常用的微生物菌种·····	(223)
17.1	工业上常用的微生物种类·····	(223)
17.2	生产菌种的要求和来源·····	(225)
17.3	优良菌种的选育·····	(226)
18	培养基·····	(228)
18.1	培养基的成分·····	(228)
18.2	培养基的种类·····	(232)
19	微生物发酵过程·····	(233)
19.1	微生物发酵的一般过程·····	(233)
19.2	发酵的逐级扩大·····	(234)
20	发酵类型·····	(236)
20.1	分批发酵·····	(236)
20.2	连续发酵·····	(237)
20.3	补料分批发酵·····	(238)
20.4	混合培养发酵·····	(239)
20.5	固定化酶和固定化细胞发酵·····	(240)
20.6	透析培养·····	(242)
21	发酵工艺的控制·····	(245)
21.1	温度·····	(245)
21.2	pH 值·····	(246)
21.3	溶解氧浓度·····	(246)
21.4	发酵泡沫的控制·····	(247)
22	发酵产物的提取·····	(249)
22.1	发酵液预处理和固液分离·····	(249)
22.2	提取·····	(249)

22.3	精制·····	(250)
22.4	成品加工·····	(250)
23	典型产品的发酵生产·····	(251)
23.1	抗生素发酵生产·····	(251)
23.2	氨基酸发酵生产·····	(252)
23.3	维生素发酵生产·····	(254)
24	生化工程·····	(256)
24.1	生化工程的形成和发展·····	(257)
24.2	生物反应器·····	(262)
24.3	过程检测与控制·····	(276)
24.4	生物生产过程中的分离操作·····	(282)
24.5	优质生产规范 (GMP) 简介 ·····	(293)
	主要参考文献·····	(299)

1 序论:当代生命科学的魅力

从美国大片《侏罗纪公园》到《蜘蛛侠》

众所周知,美国商业大片向来都以其恢弘的制作、大肆的宣传、刺激的视觉效果、优美的音乐和惊人的特技吸引观众的注意力。然而任何一个观众心里都很清楚,这些美国大片不仅仅只是给我们以享受和刺激,其制作人也决不仅仅是吸引我们的注意力,更重要的是,“吸引”我们口袋里的 money。这才是他们的最终目的。要实现这样的目的,仅仅靠以上这些就够了吗?不!在一定程度上他们还要依赖于科学技术的进步,尤其是生命科学技术。不妨我们看一看。

1.1 当代生命科学的迅猛发展给社会带来了巨大的影响

当代生物学的迅猛发展,为人类探索生命奥秘提供了前所未有的契机。我们暂且不谈生命科学这个专业学科,只从近几年人们看到的电影,尤其是美国大片也能感觉到生命科学的发展所产生的社会效应是多么巨大。比如《侏罗纪公园》、《再生人》、《危险地带》、《异型》、《沉默的羔羊》、《无底洞》、《泰星来客》、《蜘蛛侠》等等,不论是科幻片,还是心理片,其中许多故事情节的构思和特技镜头的制作,都是来源于近代、当代生命科学的重大发现和突破。

比如说,《侏罗纪公园》里的恐龙再生,就是利用 DNA 或者说是基因克隆和基因表达的原理。这个公园的创建者是个十分了不起的生物科学家,他和他的助手们从侏罗纪地层中挖掘出古生物恐龙的化石,并通过一只吸过恐龙血的史前蚊子提取出恐龙的全部基因,然后通过某种生命科学手段在适当的环境中使恐龙复活了,从而演绎出了一场情节曲折跌宕、惊心动魄的故事。

又如前一段时间流行全球的新片《蜘蛛侠》,讲述的就是一个学生不经意间获得了来自一只转基因蜘蛛的生物功能的传奇故事。凭借这种独特的功能,这名学生做出了一系列行侠仗义之事,被人们尊称为“蜘蛛侠”。该片精良的制作和新颖的构思吸引了广大的观众,使其首周上映票房收入就突破七千万美元。

从以上例子中可以看出,关注生命科学发展的人们越来越多了,不仅专门从事生物科学的工作者和学习者关注生命科学的发展,与此专业几乎是毫无关系的人们比如电影制片商,他们也懂得利用当代生命科学的最新成果,获取巨额的票房收入。

这就是当代生命科学发展的魅力。

那么近代、当代生命科学如此引人注目,到底她有哪些重大发展呢?众所周知,生命科学越发展,其分支学科就会越多越细,而且生命科学与其他学科的交叉与融合程度也越来越

强,因此要想对整个生命科学在近代、当代的发展做一全面综述并不是一件很容易的事。

1.2 生命科学与生物技术炙手可热

早在 20 世纪日本学者伊东光晴就预言,“生命科学会在 90 年代取得创造性的突破,21 世纪将是生物科学的世纪”。如今这个预言应验了。实际上如果我们从科学发展的历史进行回顾,不难看出,在 20 世纪上半叶,科学发展主要是在物理学,其中由爱因斯坦提出的相对论将现代物理学推到了光辉的顶峰;而在下半叶,科学的重心明显地偏向生命科学。从 20 世纪 50 年代一直到最近的 2002 年诺贝尔奖的获得者中也可以看出,这个公认的最高科学奖项越来越青睐于生命科学领域。即便是名为化学奖的某些奖项也是因为选择了与生命活动相关的研究对象或领域才取得了突破性成就获奖的。

众所周知,21 世纪在给人类社会带来进步与繁荣的同时,也给人类带来了问题与隐患。人类所面临的诸多严峻问题如人口问题、生存问题、健康问题、粮食问题、资源问题、生态环境保护问题等都与生命科学有着极其密切的关系。换句话说,这些问题的解决,在很大程度上都要依赖于生命科学的发展或者说都要依靠生命科学技术来加以解决。

新世纪:机遇与挑战并存,危机与希望同在

当新世纪的足音戛然而至,人类送走 20 世纪的落霞,迎来 21 世纪朝阳的时候,科学技术之轮更加日益飞速前进。我们不禁要问:科技将给我们带来什么?新的世纪科技将如何发展?谁唱主角?

1.3 专业人士论生命科学与生物技术

冯长根:生命科学和生物技术将成为高速发展的前沿领域

中国科协副主席、北京理工大学副校长、中国青年科技工作者协会副会长冯长根先生为生命科学技术下了一个简单的定义,他认为:生命科学技术是研究有生命物质的科学与技术,可分为传统生命科学技术和现代生命科学技术两大类。人类几千年来使用的酿酒、制酱、育种等技术就属于传统生命科学技术。现代生命科学技术主要包括基因工程、细胞工程、蛋白质工程、发酵工程和生化工程五大部分。

20 世纪人类已经开始从分子水平上了解遗传发育等行为,对生命活动规律的认识发生了质的飞跃。基因分离、基因扩增、基因重组以及体细胞克隆技术等均已实现,一些重要蛋白质的结构和功能已经探明,细胞膜内外和神经信息传递的部分机制、微生物和植物光合作用的机制已经有所了解,在人类历史上第一次进行了有目的的基因重组尝试,并据此提出了基因克隆的策略。目前,人们已经成功地克隆出羊、牛和鼠。利用克隆技术还能将人体皮肤细胞核移植到牛的未受精卵中,培养出能够发育成人体所有细胞的万能细胞和胚胎干细胞。这一技术为人体器官移植开辟了新方向。2000 年,人类基因组计划又取得了重大进展。

到 21 世纪初,人类、水稻等一些重要物种的全基因组图谱和测序工作将要完成,随着后

基因组计划的推进,将促进医药保健和农业产业的新革命。生物技术可以为许多危险废物问题的永久性解决提供一种可行的低成本、高效益的方法,可利用微生物来催化分解废弃物和爆炸物,利用生态工程聚合物回收放射性核素,使用可由生物分解的润滑剂、防污剂等。

冯长根认为 21 世纪的生物学也不仅仅属于生物学工作者,这意味着关爱生命、关注生命科学的发展不应该受学科界限的限制,实际上这种学科之间的界限也是限制不了的,21 世纪的生命科学与其他自然科学和社会科学的交叉、融合会越来越紧密和广泛。在近代自然科学和社会科学发展的过程中,自然科学和社会科学都有从对方的研究中得到新的科学方法的强烈渴望。尤其是到了科学技术飞速发展的今天,自然科学的发展已越来越离不开社会科学的支持。随着世界和中国的发展,必然要依靠自然科学和社会科学的进一步交叉与融合,只有这样才能实现我国科技、教育、经济、社会等诸多方面的可持续发展。同时,也只有科学精神和人文精神的进一步融合,当代科学技术才能真正造福于人类。这也是生命科学发展的一个大趋势。

朱丽兰:21 世纪的主导科学是生命科学

原科学技术部部长朱丽兰从我国乃至全世界人类所面临的人口问题、粮食问题、生存和健康问题、资源问题、生态环境保护问题等方面出发,深入浅出地阐述了 21 世纪生命科学与这些严峻问题之间的关系。指出生命科学对全世界尤其对中国有着特殊的意义,因为中国是世界人口大国。民以食为天,我们首先面临的的就是解决人民的吃饭问题。

如今以蛋白质工程、细胞工程和酶工程为基础,以基因工程全面综合利用而组成的工程农业引起的所谓“白色农业革命”,将替代 20 世纪中叶以常规生物技术为基础的“绿色农业革命”。它将促进传统的由动物、植物资源组成的“二维结构”农业,向由动植物和微生物资源组成的“三维结构”农业转变;由陆地生物资源的开发利用,向海洋生物资源的开发利用转变,开创海陆并举、人工能源、不受气候限制、实行产业化生产、节土节水而又不污染环境的“未来大农业”,在 21 世纪内实现可持续发展的战略目标,迎接人类的农业新世纪。

朱丽兰用生动的例子显现了生命科学与人类健康的密切关系。我们都知道,基因是决定人类各种性状的主要因素,当今正进行的如火如荼的人类基因组计划几乎每周都能发现一些引起人类疾病的基因缺陷,估计到 2005 年人类基因图谱将彻底查清基因与疾病的对应关系。比如现在发现了控制眼睛形成的基因;发现了老年痴呆症的基因;发现了精神分裂症的基因;发现了可以防治艾滋病的基因;以及一种与骨髓癌有关的基因。人容易冲动、好走极端的性格等也有相应的基因;连自杀都和基因有关,作家海明威和他的父亲、兄弟都是自杀的,很可能是家族遗传因素造成的;肥胖也有对应的基因,即控制饥饿的基因。正在进行的“人类基因组计划”的目标之一就是要阐明人类有哪些基因是与健康和疾病有关的,以及如何从基因水平上控制这些所谓“疾病基因”以保持人类健康。

陈竺:大生物技术代表着最有前途的方向

在 2001 年 11 月武汉召开的中国科学院生物科学口创新规划讨论会上,陈竺所作的题为“新世纪之初的生命科学和生物技术——中国面临的机遇和挑战”的报告中指出,生

命科学在自然科学中的地位和生命科学对社会、经济的影响是非常巨大和重要的。这从最近的两个统计资料中也可略窥一斑：一是美国的博士学位获得者中 51% 是从事生命科学研究的；二是企业全球 500 强中的前 50 位，生物制药企业占了 13 家，其利润额远高于信息产业，接近 20%。

他提出了大生物技术的概念，即以前讲的生物技术，常常指基因工程和蛋白质工程，但实际上近年来细胞工程、组织工程、动物克隆都已经成为生物技术当中不可或缺的内容，而且也许代表着将来最有前途的方向。实际上生物技术与制药工业和药学之间也没有绝然的鸿沟，而是非常紧密地联系在一起；农业生物技术包括品种改良、分子育种、生物反应器等；环境和海洋生物技术包括生态恢复、生物多样性保护、生物资源的可持续利用；生物信息服务体系也已成为生物技术的一个重要组成部分。大生物技术的概念还应该看到其主要的市场和社会的需求，如在发达国家，GTP 的 20%~30% 是用于保健事业。大生物技术代表着最有前途的方向。

黄季焜：“谁来养活中国”与“植物生物技术”

1995 年美国《世界观察》杂志上一篇署名文章“谁来养活中国”中提出的“中国会使世界挨饿”的论调，曾经引发了包括中国人在内的强烈反响，当时黄季焜博士就以经济学的一般均衡理论和模型对上述论调给予了驳斥，并为国际学术界所接受。最近作为中国科学院农业政策研究中心首席科学家的黄季焜博士在世界权威学术刊物《科学》杂志上，全面阐述了我国在植物生物技术研究方面已经取得的巨大成就。文章以抗虫棉为例，表明我国正逐步成为继北美之后的第二大植物生物技术研究力量拥有者。我国有关水稻、玉米、小麦等转基因植物田间实验的良好发展势头，不仅为自身农业发展提供了美好前景，而且将为广大贫困的发展中国家提供有力的借鉴。我国作为人口最多的发展中国家，解决好自身农业发展问题不仅关系到国计民生，同时对世界和平与进步也是一大贡献。

阿兰·洛克：生物领域是个创新的领域

加拿大工业部长阿兰·洛克在多伦多会议中心开幕的“生物 2002”会议上说，生物领域是个创新的领域，加拿大在这一领域已经成为世界的领先者。加拿大现有 400 多家生物技术公司，其数量仅次于美国，位居世界第二位。生物技术企业的销售收入名列美国 and 英国之后，位居世界第三。2001 年，加拿大上市的生物技术企业的产值达 15 亿加元，比 1997 年增加了 3 倍。加拿大生物技术产业今年的销售收入估计将超过 50 亿加元。其中出口将达到 17 亿加元。目前加拿大正在研发的生物技术产品有 6500 多项，2002 年加拿大在生物技术上的研发费用将达到 13 亿加元，其增长速度是其他部门的 4 倍。

徐匡迪：生物技术药物产业是一个朝阳产业

中国工程院院长徐匡迪在“第六届北京生物医药产业发展论坛”上的讲话中说，医药是人类永恒的需求，医药产业是永不衰落的，医药产业的发展需要新思路、新手段。传统药物筛选过程先是对动物进行多种指标的试验，再进入人体试验，过程长，组合种类少，效率低。以生物信息学、基因组测序、组合化学和高通量筛选为代表的生命科学四大技术革

命为新药开发提供了更加便捷的手段,信息技术手段的广泛采用将是医药产业未来发展的重点。

虽然化学药物在人类抗御疾病的历史上做出了不可磨灭的贡献,但是随着化学药品引起的毒副作用的不断出现,医源性和药源性疾病日益增加以及全球范围内“回归自然”浪潮的涌起,天然药物和生物技术药物正驱动着制药产业不断寻找新的目标,而新兴的生物技术制药将以一种崭新的姿态承担起这一历史使命。

彼得·辛格:十大关键生物技术有望改善人们的健康状况

加拿大多伦多大学生物伦理学联合中心主任彼得·辛格博士综合了全球 28 位知名专家(包括中国科学院基因组信息学中心暨北京华大基因研究中心杨焕明教授在内)的看法,列出了 21 世纪初期最有希望为改善世界各国、特别是广大发展中国家人们的健康状况作出贡献的十大关键生物技术。这项调查采用了“德尔菲法”,通过反复征求专家意见,综合评价后,根据在健康领域的重要性,为各项生物技术排出了优先次序。首当其冲的是针对传染病的分子诊断技术。在发展中国家,有很高比例的死亡病例都是由传染病所导致的。发展中国家现有的很多诊断技术存在着操作不便、费用高昂等缺陷,如果新一代的聚合酶链式反应、单克隆抗体、DNA 检验等分子诊断技术能在这些国家得到更广泛的普及使用,并且能进一步降低成本的话,将可以提高发展中国家传染病诊断的水平,为有效的治疗提供科学的依据,这样就会使死亡率大大的降低。

其他的九项生物技术分别为:利用基因工程手段开发重组疫苗的技术、更有效的药物和疫苗输送技术、利用微生物和植物等检测或清除污染的环保生物技术、病原体基因组测序技术、使妇女能有效防御性传播疾病的新技术、可用于识别药物靶标等的生物信息技术、可对付营养不良的转基因作物技术、可降低激素、干扰素等治疗性蛋白质成本的转基因等技术、可有效促进新药研制开发的组合生物化学技术。

调查指出,这十大关键生物技术的发展和應用对改善最不发达的发展中国家人们的健康状况、缩短发达国家和发展中国家的“基因组学鸿沟”具有重要意义。

陈洪铎:生命科学及其产业将不断促进社会进步和可持续发展

中国工程院院士陈洪铎在出席由中国老年学会抗衰老委员会、辽宁省科学技术协会、沈阳医学院、辽宁省生命科学学会和中国科学院沈阳生态研究所共同主办的“2000 年辽宁国际生命科学国际会议”时,就健康与保健、生命与环境、生物技术与生物工程等生命科学的众多领域和前沿课题发表了一些卓见。指出当今生命科学的显著特点是多学科相互间的交叉渗透、多种新技术所集成的全方位研究体系,这在人类基因组计划中得到了充分体现。21 世纪生命科学发展中的每一次突破都是与技术的革命同步进行的。

20 世纪人类在生命科学领域的研究取得了重大进展和突破。特别是在 20 世纪后半叶,生命科学在整个科学技术发展中逐渐占据举足轻重的地位。生物技术的突破使生物产业在国民经济中所占的比例越来越大,生物产业已成为知识经济的重要支柱。21 世纪将是生命科学的世纪,生命科学、生物技术及其产业的飞速发展必将不断改善和提高人类的生活环境和生存质量,促进人类社会进步和可持续发展。

周远清:素质教育,生命科学必不可少

中国高等教育学会会长、教育部原副部长周远清教授在回顾和总结我国高等教育改革与发展取得的巨大成就,阐述在新世纪里如何进一步建设和发展我国的高等教育时说,面对经济全球化大潮和“入世”带来的新机遇和新挑战,我们应该站在更高的层次上正确认识我国高等教育改革与发展面临的时代背景,提高国际意识和竞争意识,把高等教育的改革与世界经济文化的发展紧密联系起来,建立更加开放的高等教育,建设世界一流的大学,使我国的高校有吸引和培养世界一流人才的能力;面对科学技术比如生命科学技术等的快速发展,我们要建设一个更加现代化的高等教育,密切关注、追踪和参与世界科学技术前沿领域的知识和新兴学科。他还多次以生命科学为例,要对学生进行全面的文化素质教育和自然科学素质教育,要把素质教育作为一种思想贯穿到教育的各个环节中去。周远清同志在谈到全国普通高等学校教学工作曾经反复强调:21世纪是生命科学的世纪,也将是高等教育的新世纪,生命科学对于大学生素质教育是必不可少的,一定要把人文教育与科学教育紧密地有机地融合起来,这是当代高等教育的新理念。

许智宏:生命科学将成为各门学科共同探索的目标

北京大学校长、中国科学院院士许智宏在“国家生物医药主题论坛”上作了“21世纪生命科学和科学家社会责任”的主题演讲。许智宏教授指出,21世纪是生命科学的世纪,生命科学将成为各门学科共同探索的目标。推动生命科学的发展,提高人类的健康是科学家所面临的共同责任。针对我国目前面临的人口、食品、健康、环境等问题及世界 AIDS、Ebola 病毒、疯牛病发病率的逐年提高,尤其是在我国心血管、肿瘤、神经系统、遗传病和老年病等疾病的发病率越来越高,他认为对人类基因组、遗传、脑功能、生物工程、生物多样性及生物对各环境的适应性等问题的研究已迫在眉睫,并指出要解决这些问题,必须是各个领域的科学家共同努力,承担对社会、对人类的使命。

侯云德:应把生物技术产业定位为重点产业

在深圳举行的第三届中国国际高新技术成果交易会高新技术论坛上,中国工程院副院长侯云德指出,信息和生物技术是关系到我国新世纪经济发展和国家命运的关键技术,并将成为我国创新产业的经济增长点;生物技术将为人类解决疾病防治、人口膨胀、食物短缺、能源匮乏、环境污染等一系列问题。

侯院士预计,15年内农业生物技术的产业化可使目前全球8亿饥饿人口减少一半,粮食产量提高10%~20%;10年内大部分农产品都将包含转基因成分;10年内提高食品维生素含量和营养成分的功能性食品将普及。近20年来,全球生物制药在整个药物和生物制品中所占份额不断增加,到2002年将达到13%。目前国际上正式批准上市的生物技术药物有100多种,年产值达到1000亿美元,处于临床研究阶段的生物药物有1000多种,全球约一半人已使用过生物技术产品。由于生物技术产业前景广阔,今年美国生物制药企业用300多亿美元研制和开发新药,比去年增加19%。因此应把生物技术产业定位为重点产业。

比尔·盖茨可以说是信息技术界的代表,他是目前世界首富。而我国第一批获得国家科技最高奖的袁隆平也可以说是一位生物技术界的代表。他们又是怎么看待 21 世纪生命科学和生物技术的呢?

比尔·盖茨:生物文明崭露头角,下个世界首富必将出自生物技术领域

袁隆平:生物经济商机无限,超级杂交水稻将为解决饥饿问题做出贡献

如今我们已经深刻地感受到信息文明给我们带来的网络神话是多么的令人目不暇接。世界首富,也是此领域的代表人物比尔·盖茨在 20 世纪为信息技术啧啧惊叹的同时,又严肃地预言道:生物文明已崭露头角,生物经济将商机无限。

从华尔街生物科技股值翻番和纳斯达克综合指数中的生物科技股票指数的不断攀升,人们不难看出生物技术研究取得的重大进展及其引发的对生物科技类股票的良好市场预期,无不标识着生物技术革命的悄然而至。

事实上,这场最有可能对 21 世纪的人类生活和生产产生重大影响的生物技术革命的进程已经远远超出大多数人的想像。2000 年 2 月,道化学公司和嘉吉公司称,它们将首次完成以玉米而不是以石油为原料的塑料的商业化生产。福特公司已经利用经洋麻纤维强化的塑料来制造强度更高、石油用量更少的产品。由美国政府资助的研究项目已经利用洋麻、纤维之类作物生产出了建筑材料,用于替代木材、石材及塑料。

有人预测,今后 25 年内,世界人口可能会增加 40%,达到 85 亿。按现在的耕地面积及生产能力,地球显然无法容纳这么多人口,然而若能解决这些新增人口的生存问题,那将要创造出巨大的商机!现在,通过基因工程可以使粮食产量倍增已是事实。鉴于此,美国、阿根廷、加拿大等国半数以上的土地被用来种植转基因作物,而这些国家的转基因作物土地就占全球总种植面积的 99%,它们准备着以生物技术改造过的物种作为未来的生存之本。欧洲国家也是这样。“达沃斯世界经济论坛 99 年会”将 21 世纪认定是生物工程世纪。英国《经济学家》杂志发文展望生物技术以其巨大的潜在效益及美好前景而将成为继电脑网络之后的又一社会投资热点。事实上世界上许多著名生物技术公司比如基因技术公司、迈里亚得基因技术公司、基因医疗公司和美国基因公司等生物技术公司目前正受到投资者越来越多的青睐。世界正在呈现出一个准确把握历史发展潮流的挑战和机遇,积极利用生物技术,抢占在“生物文明”经济时代下生存和发展的空间的全新局面。

1.4 什么是生物技术

既然生物技术如此重要,那么什么是生物技术?这个名词最初是由一位匈牙利工程师 Karl Ereky 于 1917 年提出的。当时他提出的生物技术这一名词的涵义是指用甜菜作为饲料进行大规模养猪,即利用生物将原材料转变为产品。实际上生物技术的发展和应用可以追溯到至少 2000 多年以前,这里我们不妨把与生物技术相关或者比较相关的生物学重要事件罗列出来,使大家有一个概括性了解。

几千年前 中国人开始用谷物酿酒。

公元前 500 年 中国人用发霉的豆腐作为抗生素治疗疖子。

公元 100 年 中国人使用菊花粉作为杀虫剂。

1590 Janssen 发明了显微镜。

1663 Hooke 首次描述了细胞。

1675 Leeuwenhoek 发现了细菌。

1797 Jenner 给一个孩子接种牛痘以预防天花。

1830 蛋白质被发现。

1833 首次成功分离酶。

1855 发现大肠杆菌,其后来成为基因工程研究、发展和产品的主要工具以及基因组计划的模式生物之一。

1863 孟德尔以豌豆为实验材料,研究发现了生物遗传的规律,为遗传学奠定了基石。

1869 Miescher 在鲑鱼精子中发现 DNA。后来证实 DNA 是主要的遗传物质。

1877 Koch 发展了染色、鉴定细菌的技术。

1879 Fleming 发现了细胞核内杆状结构的染色质,后来被称为染色体。

1900 果蝇在早期基因研究中被使用。

1911 Rous 发现第一种致癌病毒。

1914 英国曼彻斯特首次使用细菌来处理污水。

1917 匈牙利农艺工程师 Karl Ereky 首次使用“生物工程”一词。

1920 Evans 和 Long 发现了人类生长激素。

1928 Fleming 发现了第一种抗生素——青霉素。

1938 提出“分子生物学”概念。

1940 证实了 DNA 是生物界绝大多数生物的遗传物质。

1941 提出术语“基因工程”。

1942 电镜被用以识别和描述噬菌体——能感染细菌的病毒。

1944 Waksman 分离出链霉素——一种有效的抗结核抗生素。

1946 实现病毒的遗传重组。

1947 McClintock 在玉米中发现可动基因。

1949 Pauling 指出镰刀型细胞贫血是基因突变造成的分子病,后被证明是一个氨基酸改变的结果。

1953 Watson 和 Crick 描述 DNA 的双螺旋结构,标志着分子生物学和分子遗传学的开始。

1954 细胞培养技术发展起来。

1955~1956 分离出 DNA 聚合酶,发酵方法得到完善。

1959 初步认识了蛋白质的生物合成。

50 年代 第一代合成抗生素产生。

1960 DNA-RNA 杂交,发现 mRNA。

1964 开始了以提高水稻产量和品质的绿色革命。

1965 Harris 和 Watkins 成功进行人鼠细胞融合。

1966 破解了遗传密码。

1967 实现蛋白质测序自动化。

1969 实现酶的体外合成。

1970~1971 发现限制性核酸内切酶,首次完成基因合成。

1972 序列比较发现人类 DNA 99% 的组成与大猩猩和黑猩猩相同,胚胎转移起步。

- 1973 Stanley Cohen 和 Herbert 完善了基因工程技术,使用限制酶和连接酶切割、连接细菌中的 DNA,并产生新的 DNA。
- 1974 国际健康组织形成一个重组 DNA 咨询委员会,监视遗传重组研究。
- 1975 第一代单克隆抗体产生。
- 1976 重组 DNA 技术在人类遗传疾病中得到应用,使用分子杂交术进行基因产前诊断,酵母基因在大肠杆菌中得到表达。
- 1977 人类基因首次在细菌中表达,DNA 测序法得到改进。
- 1978 人工合成重组胰岛素,提出定向突变。
- 1979 合成人类生长激素。
- 1980 基因专利等法规出台,人类基因导入细菌。
- 1981 第一个转基因动物(小鼠)诞生,性细胞克隆鱼诞生。
- 1983 聚合酶链反应(PCR)技术产生,第一例转基因植物诞生,第一条人工染色体合成,发现第一个种族遗传疾病的遗传标记。
- 1984 DNA 指纹技术起步,并逐渐用于法医鉴定等多个领域,第一个基因工程疫苗产生,抗害虫、病毒和细菌的基因工程植物走出实验室,在野外测试,NIH 通过人类基因治疗试验的指导方针,Protropin 被批准用于治疗儿童生长激素缺乏症。
- 1986 环境保护组织批准种植转基因烟草。
- 1987 人工遗传重组的细菌首次在外界进行试验,新型生物技术乙肝疫苗被使用。
- 1988 转基因小鼠在美国获取了专利权,人类基因组计划启动。
- 1989 欧洲批准使用重组 DNA 动物疫苗。
- 1990 基因工程产品走向市场,人类基因组计划全面启动,第一例政府批准的基因治疗方案在一位患有免疫疾病的 4 岁女孩身上实现。
- 1991~1993 数十种生物技术药物被应用于相关疾病。
- 1994 第一种 FDA 批准的基因工程食物转基因马铃薯 FLAVRSAVR 上市。
- 1995 实现动物骨髓向人体的移植。
- 1997 第一例体细胞克隆动物名为 Dolly 的绵羊诞生,从此引发克隆热,克隆牛、克隆鼠、克隆猪、克隆猴等相继诞生。
- 1998 胚胎干细胞研究取得突破性进展,一些模式生物基因组测序完成。
- 2000 人类基因组计划之工作草图完成。

这就是生物技术的发展简史。实际上生物技术源于生命科学和工程技术的结合,英文名为“biotechnology”,有时也被称作生物工程(bioengineering)。但也有人认为生物工程是生物技术的统称,是指运用生物化学、分子生物学、微生物学、遗传学等原理与生化工程相结合来改造或重新设计细胞的遗传物质,培育出新品种,以工业规模利用现有生物体系,以生物化学过程来制造工业产品。简言之,就是将活的生物体、生命体系或生命过程产业化的过程。

美国政府的出版物上对其的定义是:使用生物体及其细胞的、亚细胞的和分子的组成部分制造产品或改良植物、动物、微生物以使其具有所期望的品质和技术。

1982 年国际合作及发展组织对生物技术这一名词的含义也进行了定义:生物技术是应用自然科学及工程学的原理,依靠微生物、动物、植物体作为反应器将物料进行加工以提供产品来为社会服务的技术。

生物技术逐步成为与微生物学、生物化学、化学工程等多学科密切相关的综合性边缘