

黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社

刘耳 王大洲 张勇 / 编著

DANGDAIQINGNIAN KEPUWENKU

加工生命

——神奇的基因工程



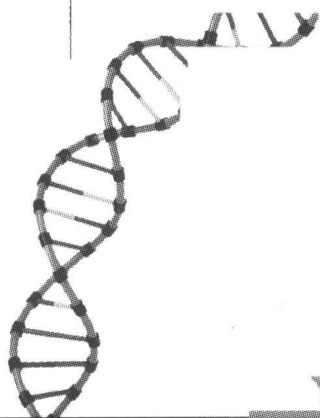
黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社

刘耳 王大洲 张勇 / 编著

DANGDAIQINGNIAN (KEPUWENKU)

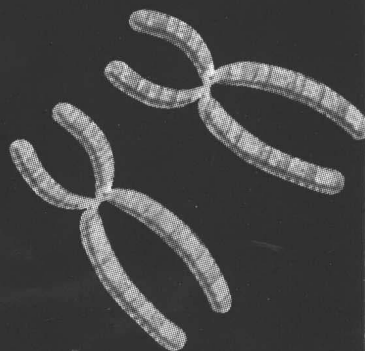
加工生命

——神奇的基因工程



当代
青年

文科
普及



责任编辑 杨勇翔

装帧设计 谢 颖

当代青年科普文库

加工生命——神奇的基因工程

JIAGONG SHENGMING——SHENQI DE JIYIN GONGCHENG

刘耳 王大洲 张勇 编著

出 版 黑龙江科学技术出版社

(150001 哈尔滨市南岗区建设街 41 号)

电话 (0451)3642106 电传 3642143(发行部)

印 刷 山东新华印刷厂

发 行 全国新华书店

开 本 850 × 1168 1/32

印 张 6.375

字 数 148 000

版 次 2000 年 3 月第 1 版 · 2000 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1—5 000

书 号 ISBN 7-5388-3601-2/G · 346

定 价 9.75 元

- 数学上未解的难题 福建科学技术出版社
- 极微世界探极微 湖北科学技术出版社
- 诱人的超导体 安徽科学技术出版社
- 初识化学元素 四川科学技术出版社
- 步入化学新天地 河北科学技术出版社
- 宇宙漫游 福建科学技术出版社
- 地球的表层——人类的家园 上海科学技术出版社
- 神秘的海洋 江西科学技术出版社
- 生命的历程 云南科技出版社
- 对生命的敬畏——新世纪的大话题 内蒙古科学技术出版社
- 加工生命——神奇的基因工程 黑龙江科学技术出版社
- 脑海探奇 江苏科学技术出版社
- 万物之灵——人类的智能 上海科学技术出版社
- 高技术的创新与环境支持 海南出版社
- 电脑——人类智慧的集结与延伸 广东科技出版社
- 硅片的奥秘 江西科学技术出版社
- 网上漫步——进入信息高速公路 黑龙江科学技术出版社
- 身临奇境——虚拟现实科学与技术 浙江科学技术出版社
- 现代社会的神经系统——通信技术 陕西科学技术出版社
- 企业腾飞的翅膀——制造自动化 辽宁科学技术出版社
- 创造神话的光源——激光技术 安徽科学技术出版社
- 神奇的新材料 重庆出版社
- 仿生梦幻 河南科学技术出版社
- 蔚蓝色的希望——海洋开发技术 山东科学技术出版社
- 走出摇篮 广西科学技术出版社
- 战场幽灵 湖北科学技术出版社
- 新的绿色革命 北京出版社
- 21世纪医学 北京科学技术出版社
- 建筑艺术世界 江苏科学技术出版社
- 自然资源短缺的困惑 贵州科技出版社
- 公众理解科学 山西科学技术出版社
- 西学东渐——科学在中国的传播 湖南科学技术出版社
- 生存的选择——环境、社会与人 山东科学技术出版社
- 从观念到生活方式——高新技术对我们的改变 天津科学技术出版社
- 撬动地球的新支点——创新与知识经济 陕西科学技术出版社

《当代青年科技文库》顾问

吴阶平 (全国人民代表大会常务委员会副委员长)

周光召 (全国人民代表大会常务委员会副委员长)

朱丽兰 (科学技术部部长)

陈至立 (教育部部长)

路甬祥 (中国科学院院长)

邬书林 (中共中央宣传部出版局局长)

杨牧之 (新闻出版署副署长)

《当代青年科技文库》编委会

主 任 周 谊 王为珍

副主任 (按姓氏笔画为序)

李建臣 肖尔斌 张培兰 林万泉 孟祥林 胡大卫 胡明秀

委 员 (按姓氏笔画为序)

王浩荧 刘 红 刘振杰 杨新书 李书敏 李光炜 肖尔斌

汪 华 沈火生 张培兰 张敬德 林万泉 胡大卫 胡明秀

赵守富 袁大川 夏 桢 夏同珩 徐惠国 席广辉 黄达全

寇秀荣 覃 春 谢荣岱 曾勇新 额敦桑布

总体策划工作组

组 长 胡明秀 汪 华

成 员 (按姓氏笔画为序)

杨勇翔 李永平 李建臣 汪 华 宋德万 张虹霞 张洁佩

孟祥林 胡明秀 徐 生 黄元森

出版一套面向广大青年的科普图书,是许多地方科技出版社萦怀已久的愿望,但是由于种种原因,一直没有哪一家出版社独自将之付诸实施,这常常让我们引为憾事。1995年,新闻出版署确定了《当代青年科普文库》为国家“九五”出版重点选题,才使我们有机会通过联合出版的方式了却大家的夙愿。

今天,世界处在科学技术飞速发展、社会生活瞬息万变的时代。处于高科技时代的青年人,通过耳濡目染或者孜孜以求,已经打开了曾经狭窄的眼界,而从各种不同的途径汲取知识,丰富自己,以求得多元的而不是单一的知识结构。将会影响21世纪人类命运和前途的高新科学技术知识,便成为他们涉猎的热点。青年人清醒地认识到,21世纪是青年人的世纪,他们背负着时代赋予的重大责任,而科学技术知识恰恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能。

地方科技出版社承担着向青年系统地进行科学普及教育的重要任务,这是具有使命性的任务。科学普及事业直接影响着社会进步和民族兴衰。翻开历史的卷页,许多事实都证明,科学技术对社会的影响既取决于科学技术的发展水平,又取决于科学技术被公众理解的程度,所以说,科学普及与一切科学活动、科学成就具有等量齐观的价值。我们注意到,由于现代科学技术发展迅速,知识更新日益加快,自然科学的各分支学科之间、自然科学与社会科学之间的融合愈加紧密,再像过去那

样仅向青年人介绍一般的科学常识已经不足以提高他们的科学文化素质。因此,《文库》除介绍了当代科学技术的重要知识内容,并竭力避免浮光掠影地粗浅描述外,还十分注重一定层次的整体描述,企望以此引导青年朋友改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念、科学精神、科学方法和科学的思维方式。

在人类社会发 展进程中,科学技术从来不是孤立存在的,它是社会文化的重要组成部分。今天,人们越来越重视科学技术的文化意义,这对当今社会的进步具有重大意义。我们力求把科学技术放到大的文化背景中,采用合理的文化观念描述人类、自然、社会相互间的关系,使当代青年从单纯了解科学技术事实的局限中解脱出来,看到科学技术更为广阔和动人的图景。

《当代青年科普文库》的前期准备工作进行了将近两年,总体策划工作组在广泛调查研究的基础上,拿出了选题设想和文库整体编辑方案,之后多次进行了充分的讨论并召开专家论证会,确定了最后的选题编辑方案,这一方案经过地方科技出版社社长、总编年会通过后才正式加以实施。参加这一工程的共有 27 家地方科技出版社。

在《文库》即将全部付梓之际,我们倍觉欣慰。与此同时,我们对在《文库》策划、编辑、出版过程中,给予关心和支持的中宣部出版局、新闻出版署图书司和中国版协科技委员会的领导表示敬意和感谢;对应邀担任《文库》顾问的各位领导和科学家表示诚挚的谢意;对在很短的时间内编写出高质量稿件的各位作者表示衷心的感谢;对承担《文库》编辑、出版工作的各地方科技出版社的领导、责任编辑致以深切的慰问。作为跨世纪的大型科普书,这是我们奉献给当代青年的一份礼物,希望他们能够喜欢这份礼物。

中国出版工作者协会
科技委员会地方工作部
1999 年 6 月

改变人类生活的基因工程	(1)
从“绿色革命”到“新绿色革命”	(2)
万能的产品制造者——大肠杆菌	(4)
环境污染的克星——超级工程菌	(5)
发现基因的历程	(8)
前科学时代人类对遗传的认识	(8)
传统的遗传技术	(10)
科学革命与科学的体制化	(13)
达尔文的进化论与“泛生论”	(14)
孟德尔的豌豆实验	(16)
孟德尔的不幸	(20)
显微技术与生物学研究的深入	(22)
米歇尔对 DNA 的研究	(23)
米歇尔关于遗传“语言”的猜测	(24)
莱文与“蛋白质”范式的确立	(25)
“蛋白质”范式的推翻	(28)
DNA 分子结构的确定	(30)
基因是怎样工作的	(34)
DNA 的空间结构	(34)
DNA 的复制	(36)
从 DNA 复制到细胞的繁殖	(38)
蛋白质的编码	(41)
基因的转录	(43)
对转录的控制	(45)

mRNA 的翻译	(50)
基因工程——给基因动手术	(52)
基因工程的“手术刀”	(52)
给基因动手术的“结扎线”	(55)
转移基因的“运输工具”	(56)
第一个基因工程实验	(57)
飞速发展的基因工程	(59)
基因工程的基本程序	(60)
将基因“放大”百万倍的 PCR 技术	(63)
一种优良的植物基因载体	(65)
转基因的物理方法	(67)
转基因植物的突破	(70)
Flavr - Savr 西红柿的故事	(70)
不毛之地变良田	(72)
不用氮肥的玉米	(73)
化学农药的失宠	(74)
不怕细菌和病毒感染的农作物	(76)
抗虫新品种	(77)
赖氨酸缺乏不用愁	(79)
廉价的药厂	(80)
珍贵的蓝色郁金香	(81)
植物转基因技术存在的问题	(82)
动物的再造	(85)
现代分子育种	(85)
形形色色的转基因奶牛	(88)
超速生长的肉用仔鸡	(89)
让家畜家禽增强免疫力	(90)
价值连城的绵羊——特蕾西	(92)
乳房生产系统	(95)
金鸡生金蛋	(98)

以假乱真的人体心脏	(100)
动物转基因技术存在的问题	(102)
克隆与站在世纪入口处的“多莉”	(104)
创造新的蛋白质	(110)
蛋白质的结构与功能	(111)
蛋白质工程的基本技术	(114)
随机诱变, 定向筛选	(115)
获得专利的蛋白质工程产品	(116)
可“赴汤蹈火”的耐热蛋白	(118)
提高酶的催化效率	(119)
灵丹妙药的设计	(120)
从头设计蛋白质	(121)
基因技术与分子医学	(123)
人的基因负担	(124)
防“患”于未然	(134)
治本的医学	(140)
再造人体配件	(147)
人的生物蓝图	(152)
基因工程与社会	(157)
基因工程的社会关系网	(157)
生命专利之争	(161)
民间社会的反应	(165)
无孔不入的基因工程	(167)
洗刷不掉的 DNA 印记	(169)
双螺旋的威力	(173)
人类的自我改造	(176)
对基因工程的反思	(182)
弗朗肯斯坦与他的科学怪胎	(183)
阿尔道斯·赫胥黎的奇妙的新世界	(185)
以科学为根据的歧视	(186)

基因工程生物与生态环境	(188)
寻求完美	(190)
“我拿什么奉献给你,我的孩子”	(192)
神奇的人类	(195)
后记	

改变人类生活的 基因工程

生命能够加工和制造吗？我们习惯于认为生命是生长的，而不是在工厂中制造出来的。地里的庄稼、山间的草木、牧场上的牛羊、林中的禽兽、海里的鱼鳖，都是靠自然赋予它们的旺盛的生命力在各自的生态环境中生长着，人类最多是在自然赐给我们的多种多样的生命形式中作一些选择，或通过育种等方法作一些有限的修改，使它们能更符合我们的需要。但现代的生命科学和技术正对这一传统的观念提出挑战。很多科学家预言：21 世纪将是生命科学的世纪，生命工程技术将会使人类生活的各个领域都发生巨大的变化。而生命工程技术中最核心的便是基因工程。

基因工程又称遗传工程或重组 DNA 技术。这项技术是按照预先的设计，在分子水平上对生物的遗传物质——基因——进行“外科手术”，人为地用一种生物中的基因替代另一种生物中的某些基因，从而实现不同生物间遗传物质的转换和重新组合，使被改造的生物具备原来不具有的遗传特征。

基因技术是 20 世纪 70~80 年代在生物学领域兴起的一种尖端技术，在 90 年代得到突飞猛进的发展，并已渗透到农

业、畜牧业、工业、医疗和环保等各个领域,得到广泛的应用,显示出巨大的潜能。我们先通过几个例子,来看看基因技术正在对我们的生活产生多么巨大的影响。

■从“绿色革命”到“新绿色革命”

200年前,英国的政治经济学家马尔萨斯因发表《人口原理》而名噪一时。在这本书中,他发出一个恐怖的预言:由于粮食等人类生活资料是按算术级数(1, 2, 3, 4……)增长,而人口是按几何级数(1, 2, 4, 8……)增长,因此人口增长的速度高于生活资料增长的速度,最后必然导致人口过剩,使人们的生活水平不断下降。只有战争、瘟疫、大面积的灾荒才能恢复人口与生活资料的平衡。

200年过去了,马尔萨斯的预言并没有成为现实,人们的生活水平反而上升了很多。这在很大程度上是因为科学技术的发展使社会的生产力大大提高,因此人们的生活资料越来越丰富。20世纪60年代的“绿色革命”,便使世界范围内粮食生产的能力大为增强。

但是,也应该看到,过去的100多年中世界人口的增长确实很快,而且增长的势头至今未衰。1999年10月,世界总人口已达到60亿,而21世纪的上半叶世界人口仍会有较大幅度的增长。另一方面,地球上可耕种的土地面积不仅不会增加,反而可能越来越少。要避免将来出现大范围的饥荒,还必须进一步提高单位面积的粮食产量。

在过去二三十年中,“绿色革命”缓解了人口增长对粮食生产的压力,但这场革命也有它的局限性。例如,在培养优良作物品种这个领域,育种家们通过人工选择、杂交育种、诱变育种等手段,是培育出了许多高产品种,创造了可观的经济效益。但

是,这种育种法周期长,得耗费很多人力物力。此外,用这种传统的育种方法,有一道不可逾越的障碍,那就是不同的种、属间的作物不能杂交,或很难杂交。人们希望能够打破这些障碍,发现又快又好的定向培育生物新品种的方法。70年代诞生的基因工程技术正在引起一场“新绿色革命”,给人们带来了新的希望。

采用基因工程技术,可以打破物种与物种之间的界限,把不同种、属作物的优良特性(或遗传学所说的“性状”)组合在一起,甚至可以把决定动物、微生物某些遗传特性的基因引入农作物中,使农作物获得这一性状。基因工程技术应用于作物育种,最重要的是可以根据人们的意愿,有目的地选取决定优良性状的基因,定向地去改变生物的遗传特性,改良自然品种或建立新的物种。这样,育种家可以通过对生物遗传物质的操纵,在很短时间内就特异性地(即针对性很强地)培育出具有人们所希望的特性的品种。这是人类能动地改造自然的伟大创举,是人类对上帝造物提出的挑战。

采用基因工程技术,现代育种家们已培育出了许多高产、优质、适应性强的作物品种。随着生活水平的提高,人们对高蛋白的要求不断提高,而科学家已培育出蛋白质含量高的玉米、谷类作物,并进行了田间试验。长期以来人们习惯于用化学农药来对付农作物病虫害,导致了严重的环境污染。现在,随着世界人民要求“绿色”食品的呼声越来越高,于是育种家们采用基因工程技术培育出了不用施化学农药的抗病毒、抗昆虫的优良品种,能够生产真正的“绿色”食品。此外,科学家还培育出了抗盐、碱作物品种和能够在不良环境中生长的抗寒耐旱品种。这些品种的大面积播种,可以增加可耕种土地的面积,并提高作物的产量。

■万能的产物制造者 ——大肠杆菌

大肠杆菌是一种很不起眼的细菌。它寄生在人的肠胃中，积聚得太多时能引起腹泻，但多数情况下不构成对人的危害。我们的消化系统中都有这种细菌，但多数人都很少会感觉到它的存在。

就是这种不起眼的细菌，在基因工程中却倍受青睐。这是因为它作

为细菌繁殖很快，而且对生长条件要求不高，在含有盐类和葡萄糖的简单的培养基上就能很好地生长，因而培养成本很低。更重要的是，它的遗传物质相比于高等动、植物要简单得多。遗传学家很长时间在用它做各种研究，对它的生长、代谢和遗传特性已经了解得相当透彻。

在基因工程中，大肠杆菌被用来制造多种人们所需要的蛋白质。生物体内的各种蛋白质分子具有不同的功能，特定的蛋白质是由特定基因的遗传编码决定的。如果用基因工程技术，将一种生物中编码某种蛋白质的基因引入另一种生物的细胞

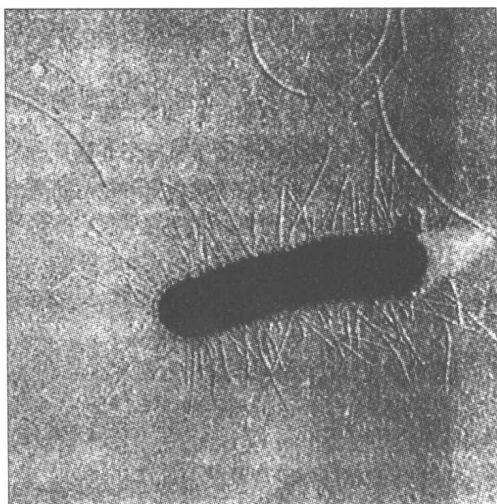


图1·显微镜下的大肠杆菌

(称为受体细胞)中,使它在受体细胞中得到“表达”,即让它所编码的蛋白质被生产出来,再让受体细胞大量繁殖,就可以大量生产这种蛋白质。接下来,就只需把这种蛋白质提纯了。

大肠杆菌生长、繁殖快,而且对人体危害不大,不用采取非常严格的措施来防止它扩散,用来作为受体细胞生产人类所需的蛋白质很理想。例如,把人体细胞中编码生长激素的基因引入大肠杆菌的遗传物质中,就可以让大肠杆菌细胞生产人的生长激素。

用大肠杆菌细胞使非大肠杆菌的基因得到表达,生产人们所需要的目标产品,这种技术可以应用于很多领域。防治乙型肝炎的一个方法,是给人体注入乙肝抗原的疫苗,这种抗原会使人体产生抵抗乙肝病毒的抗体。科学家将乙肝病毒基因中编码抗原的部分基因片段切割下来,连接在合适的载体上,再转接到大肠杆菌中,使大肠杆菌生产出人们所需要的乙肝抗原。这种安全无毒的乙肝疫苗已在我国的乙肝防治中发挥了很大的作用。用大肠杆菌生产的胰岛素代替用传统方法从动物胰腺中提取的胰岛素,提高了生产率,并大大降低了生产成本。用大肠杆菌生产的人生长激素,给侏儒症病人带来了福音。类似的基因工程药物,以及各种营养类的蛋白质、多肽等还有很多。在生化反应中起催化作用的蛋白质——酶,也可用大肠杆菌来生产。目前,用这种方法生产的各种酶制剂在工业化工和科学研究中已得到广泛应用。基因工程技术本身所需的各种酶,也都可以用基因工程的手段生产出来。

■环境污染的克星 ——超级工程菌

近半个世纪以来,环境污染对人类的影响已成为一个全球

性问题。世界人口的过度增长,造成生活垃圾大量增加;工业的迅速发展使得工业废弃物排放量剧增;农业上追求作物高产,大量使用化学杀虫剂、除草剂等。这些都是急待解决的污染源。

人类需要一个洁净的生存空间!

世界各国都很重视环境污染问题,人们一方面制定了各种环保政策和法规,另一方面则竞相开发和采用垃圾处理技术。较为原始的垃圾处理法如填埋、焚烧等,都有许多弊端。垃圾填埋场占用很多土地,而且对邻近地区是一种隐患。在很多国家,人们因不愿让自己的家园附近成为垃圾填埋场而组织大规模抗议的事已多次发生。如果用焚烧的方法处理垃圾,则所需的燃料费用昂贵,且有些垃圾根本无法燃烧。再说,焚烧垃圾又会造成新的空气污染。

在这样的背景下,环保界人士和生物学家开发了用微生物分解垃圾的方法,在处理垃圾的同时,还生产出有机肥。有些国家已率先采用了垃圾的生物处理技术,在我国,有关专家也正在着手引进泰国在这方面的一项技术。

小小的微生物怎么能处理人们用很多方法都没能妥善处理的垃圾问题呢?原来,自然界中存在着一些能够适应各种不利环境而生存下来的微生物。科学家可以从这些天然的微生物菌群中筛选、分离出能够“吃”各种废渣、废气、废水的细菌。例如,有些细菌能利用空气中的二氧化碳等废气生成自己的营养物,而在此过程中生成的气体则不会污染环境。可以说它们是变人类的“废”为自己的“宝”,无形中为人类净化了环境。然而,目前环境污染的问题十分严重,单靠天然微生物菌群是无法彻底解决的。为了人类的生存,为了地球美好的明天,科学家求助于基因工程和发酵工程技术去改造、构建、培养能分解各种污染物的微生物,用它们去吸收和分解环境中危害人类的有毒、