

现代绿色实用技术丛书

之一

现代 转基因技术

吕选忠 于宙 编著

XIANDAI

ZHUANJIYIN

JISHU

中国环境科学出版社

现代绿色实用技术丛书之一

现代转基因技术

吕选忠 于宙 编著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

现代绿色实用技术 / 吕选忠主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2005.10

ISBN 7-80209-217-5

I. 现… II. 吕… III. 无污染技术 IV. X38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 111295 号

内容简介

本书是《现代绿色实用技术丛书》之一。

本书共分为六章, 主要包括转基因技术的基本知识与方法、动物与植物转基因方法、转基因技术的应用、转基因农作物的安全与管理、新生物技术的特点和展望及其在食品工业中的应用。

转基因技术是当前生物技术的主要内容之一, 也被称为新生物技术。转基因技术除了其商业价值外, 与环境保护关系密切, 但争议也较大。专家对此也有不同的看法和认识。

本书较多地介绍了它的应用, 并将理论与应用紧密结合, 使读者阅读后能有所启发。

本书可作为科技人员阅读的参考书和高等院校相关专业的教学参考书。

责任编辑 季苏园

出版发行 中国环境科学出版社

(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)

网 址: <http://www.cesp.cn>

电话: 010-67112765

印 刷 北京东海印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2005 年 10 月第一版 2005 年 10 月第一次印刷

印 数 1—3 000

开 本 850×1168 1/32

印 张 5.75

字 数 150 千字

定 价 全丛书 3 册共计 35.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 21 世纪科技展望	1
一、21 世纪科技的结构与特点	1
二、21 世纪科技的发展趋势	3
三、21 世纪高新技术的创新趋势与产业群	8
第二节 化学与生物学的研究方向	11
一、化学的主要研究方向	11
二、生物学的主要研究方向	14
三、化学与生物学的交叉	17
第三节 绿色技术特征及其产品	19
一、为什么需要绿色技术	19
二、绿色技术的特征与体系	24
三、重要的绿色产品	27
第四节 《现代绿色实用技术》的编写思想与 内容介绍	35
一、《现代绿色实用技术》丛书的编写思想	37
二、《现代绿色实用技术》丛书的内容介绍	39
第二章 转基因技术的基本知识与方法	41
第一节 转基因技术的概念	43

第二节 中心法则与基因突变	44
一、中心法则	44
二、基因突变	47
第三节 工具酶	49
一、限制性内切酶	49
二、DNA 连接酶	54
三、其它工具酶	54
第四节 目的基因	56
一、生物学方法	56
二、酶促合成法	57
三、化学合成法	61
第五节 DNA 克隆技术	62
一、构建和筛选基因文库	62
二、DNA 数据库	64
第六节 基因载体与基因重组	66
一、质粒	67
二、噬菌体	70
三、真核生物的克隆载体	72
四、基因重组	73
第七节 基因的转化、增殖和表达	73
一、基因的转化与增殖	73
二、基因表达	76
 第三章 动植物转基因方法	 79
第一节 植物转基因方法与过程	79
一、植物转基因方法分类	80
二、植物基因工程的过程	82
三、外源基因转化的受体	86
四、标记与筛选	89

第二节 动物转基因方法与过程	90
一、显微注射法	90
二、体细胞核移植法	90
第三节 国内外转基因动植物的研究与产业化现状	94
一、转基因农作物的研究和产业化	95
二、转基因动物的研究和产业化	96
三、转基因技术对我国农业发展的意义和前景	96
 第四章 转基因技术的应用	100
第一节 在生物医药方面的应用	100
一、生产特殊蛋白质	100
二、生产疫苗	101
三、生产神经肽	103
四、治疗癌症和乙肝	104
第二节 在农业中的应用	105
一、抗虫植物	107
二、抗杂草植物	110
三、抗病植物	112
四、多彩的花卉	115
五、不易腐烂的番茄	117
六、雄性不育作物	118
第三节 在食品中的应用	119
一、改良食品加工的原料	120
二、改良微生物菌种性能	120
三、应用于酶制剂的生产	121
四、改良食品加工工艺	122
五、增加生物保健食品的有效成分	122
第四节 基因组计划	123
一、给染色体标上经纬度	123

二、人类基因组计划	124
三、植物基因组计划	124
第五章 转基因农作物的安全性及管理	126
第一节 转基因农作物的安全性	126
一、转基因食品的安全性	126
二、转基因作物是否会演变为“超级杂草”	127
三、转基因作物对生态环境是否安全	127
四、转基因作物是否会影响生物多样性	128
第二节 关于转基因作物安全性的争议	128
一、Pusztai 事件	128
二、帝王蝶事件	129
三、巴西坚果事件	129
四、争议背后的复杂背景	130
第三节 转基因生物技术有争议的问题	130
一、食品安全争议	130
二、生物富集争议	131
三、药食关系争议	131
四、生态影响争议	131
五、基因污染争议	132
六、全球监管争议	133
七、机遇泡沫争议	133
第四节 科学界对转基因作物的态度	133
一、全球七大科学院发表联合声明	134
二、科学家支持农业转基因生物技术	134
三、美国科学界支持转基因生物技术	135
四、欧洲对转基因农作物的态度	135
五、我国科学界对 GMO 争议的反应	137

第六章 新生物技术的特点和展望	139
第一节 新生物技术的特点与发展趋势	140
一、新生物技术的主要特点	140
二、新生物技术的发展趋势	141
第二节 生物 863 计划及机遇与挑战	144
一、生物 863 计划的主要目标与进展	144
二、机遇与挑战	145
第三节 转基因植物的研究进展与评价	147
一、转基因植物的研究与开发进展	147
二、影响转基因作物品种商业化的主要因素	148
三、植物基因工程研究和开发现状的评价	148
 第七章 新生物技术在食品工业中的应用	151
第一节 新生物技术在食品工业的应用方向	151
一、基因转移或 DNA 重组改造食品原料	151
二、细胞融合技术生产保健产品	152
三、酶工程改良食品加工工艺	152
四、发酵工程改良食品成分	152
五、改变食品的贮藏方法和贮藏期	153
六、采用生物技术检测食品	153
第二节 生物食品工业的新特点	153
一、食品生产模式发生“绿色位移”	154
二、食品加工“重心前移”	154
三、“食品安全”的内涵发生变化	154
四、食品工业可实现综合利用和零排放	154
第三节 新生物技术在食品工业中的应用	155
一、改造食品加工原料提高加工性能	155
二、改造食品加工工艺	156
三、改善原料营养组分生产其它产品	157

附 表	160
表 1 20 世纪诺贝尔化学奖获奖情况一览表.....	160
表 2 20 世纪诺贝尔生理学与医学奖获奖情 况一览表.....	166
参考文献.....	173

第一章 绪 论

第一节 21 世纪科技展望

未来的科技结构、科技特点和科技的发展趋势，在继续保持历史传统和基本规律的同时，将会呈现出一些新的特点。

一、21 世纪科技的结构与特点

（一）科技的结构

中国科学院院长路甬祥院士在谈到未来的科技发展结构时，提出了三个特点：

（1）未来科技的结构呈现交叉和综合的趋势

由于客观世界的多样性和相关性，多门自然科学交叉，乃至自然科学与社会科学交叉的应用科学应运而生，例如：空间科学、能源科学、环境科学、材料科学、信息科学等。研究人类认知规律的认知科学和以研究复杂系统为主要对象的系统科学等，都是自然、社会和思维科学的交叉和综合。

未来的科学将继续沿着本学科的结构进一步分化和深入：研究极端时空尺度的物质结构，相互作用及其运动规律；研究非常规条件下，以至极端条件下的物质性状和规律；向宇宙、海洋和地球的深部进军，探索人类新的发展空间和资源等。

（2）未来的科学还将向着综合系统的方向发展

在生物学研究中，以前的主流是从种群分类到个体，到细胞，到分子……呈一种分化、还原的趋向。而另一个方向则是要弄清一组原子何以构成有生命活性的大分子？分子又如何构成功能分化的细胞？细胞又何以分化发育成为性状不同的动植物个体？几十亿神经细胞在一起又如何构成大脑、产生感觉和认知思维？如此等等。分析和综合并不是对立的，而是相辅相成的。分析是综合的基础，综合正是在分子、原子水平上的系统和有机的综合，从而认识更高结构水平的生命组织和活动规律。

（3）未来的应用科技呈现出结构多样性和高速发展的特点

由于应用目标的多样性和海量的知识积累，以及新知识以空前速度递增。由于通信和计算机技术的进展，将使应用科学呈现出结构多样性和高速发展的特点。应用科学与高技术将呈现出更多的创新机遇和途径。未来科学与技术的结合、相互作用和转化，将变得更加紧密和迅速。新的科学发现将以更快的速度向应用技术开发和规模产业转移。

高技术和人类可持续发展也将不断地提出新的科学命题和面对新知识的挑战。

（二）科技的特点

科技部部长徐冠华院士认为当今科技的特点是：急剧发展，呈现知识爆炸现象；更新速度加快，商品化周期缩短；各科学技术领域相互交叉渗透；科技与人文、社会科学结合更加紧密；研究与开发的国际化趋势明显加快；现代科技，特别是高技术，已经成为经济发展的主导力量。主要表现在：产业结构发生重大变化，科技创新能力成为经济增长与产业结构升级的决定性因素；技术创新能力成为国际市场竞争的决定因素；在技术创新竞争中，企业组织结构正在经历大的调整；创新技术的发展强烈影响着国家的安全和格局；人类生产生活方式正在经历深刻变革。

就我国而言,科技仍然存在原始创新能力不足,科技投入落后,科技进步带动作用不够显著,全社会科技力量协调整合有待加强等问题。牢固树立“以人为本”的理念和价值观,下决心做到有所为有所不为,集中力量办大事。从注重单项创新转变到更加强调各种技术的集成,强调在集成基础上形成有竞争力的产品和产业。

徐冠华还指出,根据我国的实际情况,在科技领域必须要进行一系列的改革,内容包括:实施重大科技专项,提高核心竞争力;实施人才、专利、技术标准战略,作为应对的主要举措;深化科技体制改革,推进国家创新体系建设;努力营造良好环境,加快高新技术产业化进程;扩大对外开放,加强国际交流和合作等。

二、21 世纪科技的发展趋势

21 世纪科学研究的对象将从陆地拓展到海洋、太空和深部地球研究与开发,将进一步揭示地球、生命、生态与环境的演化规律及自然灾害的孕育和发展,为保护和改善人类生存环境,为可持续发展作出贡献。这里扼要地展望一下化学与生命科学的发展趋势。

(一) 化学科学

与化学科学关系较密切的主要是生命科学、药物、物质科学与材料、新型能源等。

在谈到 21 世纪科学的发展趋势时,路甬祥院士指出:在物质科学研究的层面上,科研将进一步揭示宇宙起源和演化的规律,跨越有生命物质和无生命物质的界限,为生命科学、材料科技、能源科技和信息科技带来新的革命。纳米材料、超匀质材料、超导材料、可降解化学合成材料、生物与仿生材料等将取得新进

展, 人类将有可能制备超强度、智能化、具有自适应、自补偿、自组装能力的材料和可再生、可自然降解的环境友好材料。

(二) 生命科学

在生命科学研究的层面上, 未来几十年内, 由于人类及重要物种全基因图谱的完成, 将不仅为后基因组研究和基因工程开辟道路, 而且还将引发人们对解读基因密码规律的探索, 并将为农业育种、基因药物、基因治疗、人类生育与脏器的再生和异种器官的移植等研究带来前所未有的影响。

21 世纪将有可能揭示人类智慧的本质和学习、认识、心理、行为的奥秘, 对人类文明进程产生巨大的影响。

中国工程院院士侯云德和中国科学院院士谢联辉指出, 生物技术让人类摆脱了六大困境。他们认为: 工业革命和以培育矮秆高产品种为目标的第一次绿色革命, 虽给人类创造了前所未有的财富和享受, 但是也给自己设下了难以自拔的陷阱——消耗大量资源、能源和恶化环境、损害健康, 同时, 也给危害人和动植物的各种疾病有了可乘之机。

谢联辉院士认为, 人口、食物、健康、环境、资源、能源成为新世纪人类面临的六大困境, 生物技术特别是 DNA 重组技术正在为人类摆脱六大困境带来了新的希望和手段, 要依靠生命科学, 实施以生物产业为中心的可持续发展战略。

利用基因重组技术研制的新药物将达到 3 000 种左右, 用于治疗疑难病症; 大部分农产品将包含转基因成分, 功能性、治疗性食品将普及, 全世界的饥饿人口将大为减少。世界生物技术产品的总销售额可望超过 15 万亿美元。

21 世纪是生命(生物)科学的世纪, 生物技术是核心技术, 生物技术的发展也是当今高新技术发展的核心。下面以生物技术为例, 浅谈它的发展平台和对未来 50 年的预测。

1. 生命的平台

生物技术未来的发展取决于技术平台的宽度和高度，有人预测了未来将形成几个新的生物技术平台。生物技术已有 3 个平台：即 DNA 重组、细胞培养和 DNA 芯片。未来的平台主要是：

(1) 基因组平台 目前已有数十种微生物和 4 种模式生物的基因组全序列进入数据库，人类基因全序列草图也刚完成，这意味着有数十万计的基因及其编码的蛋白质可供基因工程和蛋白质工程的操作，从而大大扩展生物技术的产业范围。

(2) 生物芯片平台 它是分子生物学与化学和物理领域的多种高新技术的交叉和融合。从 DNA 芯片延伸到含各种生物大分子的硅片，最终将与纳米技术相结合，使离体操作的芯片发展成为可在活体内执行某种功能的组件。

(3) 干细胞生物学平台 它是克隆动物与克隆组织器官的基础。正在发展的技术关键是控制有全能性或多能性的干细胞的分化发育，如神经干细胞可发育成神经系统各种类型的细胞。这一平台的完善将为医学上的器官移植，农业上优良家畜的繁殖带来革命性的进展。

(4) 生物信息学平台 目前生物信息学已经广泛用于基因组和蛋白质组的研究，但是随着大多数基因和蛋白质功能的阐明，将会出现一个新的发展前景，这就是在计算机上模拟细胞内和机体内的生化过程，甚至模拟进化的历程，这将使生物学真正进入理论生物学的新时期。用计算机设计生物新类型的高技术也将会在 21 世纪变成现实。

(5) 神经科学平台 在不久的将来，就会在这个平台上出现新的生物技术，一方面为人类自身的精神疾患带来福音；另一方面也会由此产生高度智能化的计算机和机器人。

除了可以预计的上述 5 个平台外，还会有新的平台出现，生物技术的发展前景是难以估计的。

2. 生物技术的展望

有人对生物技术发展的未来 50 年进行了预测：

(1) 2010 年 基因检查将能预测 25 种常见遗传病，比如结肠癌等。人工干预将能够减少患这些遗传病的危险。例如通过 DNA 检查，那些先天性易患结肠癌的人将从 25 岁开始做定期结肠镜检查。科学家可找到对付几种遗传病的基因疗法，胚胎植入前诊断将普及。基因检查范围成为争论焦点，美国将对病历隐私实施法律保护。人们享用基因筛选和基因疗法的机会不平等，尤其是在发展中国家。

(2) 2020 年 以基因为基础的设计药物将被用于糖尿病、高血压等常见疾病的治疗，癌病疗法将针对癌细胞的分子“指纹”，遗传药理学将广泛用于许多疾病的诊断和治疗，精神病将可以用基因诊断和治疗，遗传学家将找到不干扰其它基因的种系基因疗法，因此将宣布人体种系基因疗法的安全性和符合道德标准。

(3) 2030 年 科学家将完整地解读导致人体衰老基因的机密，延长人体寿命至极限的临床实验开始，电脑模拟人体细胞实验将取代实验室实验。个人基因组完整排序将成为常见体检项目，花费不超过 1 000 美元。另外，世界各地反技术运动将风起云涌。

(4) 2040 年 整个健康保健系统将建筑在基因组技术之上。针对个人设计的预防药物问世，相当有效。通过分子监测，疾病在出现症状之前就被发现。大多数疾病都可找到相应的基因疗法和基因药物，人类平均寿命将达到 90 岁。关于人类在自身演进过程中扮演的角色问题的争论日益激烈——该由谁来决定什么是最好的性格特征？

3. 我国科学家的预测

我国 100 多名顶尖科学家耗时 4 年, 预测了 21 世纪 100 道科技难题, 也是未来科技的发展方向, 这是我国科学家第一次向全世界发布对未来科技的看法。《人民日报》记者杨健采访了部分参与预测的科学家, 对与人们生活息息相关的科技进行了预测, 他们认为:

(1) 2015 年攻克多数癌症 中国医科大学的研究员吴等科说, 在 21 世纪的前 5 年中, 人们将实现有史以来最重要的突破: 破译人类基因组——即我们染色体组织中带有 30 亿个碱基对代码的 10 万种基因。破译人类染色体组有助于治疗和预防疾病。根据乐观的估计, 到 2015 年, 大多数癌症都将被攻克; 2019 年, 4 000 种遗传疾病有 1 000 多种能被治愈。

(2) 2050 年机器人能力最终超过人类 人脑作为地球上最聪明东西的日子已经为时不多了。计算机的速度和复杂程度将继续保持每 18 个月增加一倍的速度直到 2012 年。中国科学院研究员陈霖和清华大学人工智能专家赵南元说, 到那时, 计算机电路的密度将是现在的 1 000 倍, 一台烟盒大小的计算机将拥有人脑的处理能力。

有科学家相信, 到 2050 年, 机器人的能力将超过人类。日本高级通信技术国际研究所硅脑项目负责人德加里斯承认, 他创造的东西可能会把他“像苍蝇一样拍死”的想法直搅得他心绪不宁。

(3) 什么物质都能做出来 物理学对物质的认识深入到核子乃至更深的层面并不意味着化学的重要性让位。伴随着探测手段的进步, 化学变化最快的电子转移、能量转移过程都已清晰可见。中国科技大学朱清时校长正在从事的选键化学研究, 就是要在新世纪的某个时候实现分子合成的单原子操作。这意味着你需要什么样的新物质, 科学家们都可以为你创造出来。

(4) 数学仍是科学之首 一方面, 数学以完备而严密的逻辑性, 成为统领其它自然科学的元帅; 另一方面, 数学常常在极其抽象的外表下与自然科学其它领域发生直接的联系。因而, 杨乐院士等认为, 数学似乎成了科学发展的决定性因素, 在 21 世纪这种趋势不会改变。

三、21 世纪高新技术的创新趋势与产业群

有人预测, 在未来 30~40 年发展最快的领域是: 高速计算机及芯片的广泛应用, 生物医学与药物的快速开发, 材料工程的高速发展等, 贸易全球化将继续加快和加强。目前世界公认的最热门的三大高新科技是生物技术、材料技术和信息技术。

(一) 科技创新趋势

在现有的知识资源和物质资源的基础上, 大力推进科技创新已成为世界潮流。知识经济正在兴起, 传统的生产要素(劳力、土地等)已逐渐失去主导地位, 知识资源成为科技创新的战略首要因素。国务院发展研究中心高级研究员邓寿鹏在谈到科技创新的趋势时指出:

高新技术的前沿科技是世界瞩目的制高点。一些国家和跨国公司正把主攻方向瞄准微电子—光电子—生物电子, 细胞工程—基因技术—生命科学, 核能—氢能—太阳能, 高磁材料—超导材料—纳米材料, 空间提纯—微重力成形—太空站, 海水淡化—海洋油气开发—深海采掘等前沿领域。

在日益讲求创新绩效的今天, 创新的终端目标是市场回报, 若不通过生产环节就无法实现全部创新目标, 完整的创新过程应包括研究、发展、生产三大环节。具有规模性的重大科技创新项目, 在开发前期必须对技术体制、技术标准和规范管理进行广泛协调, 避免形成多种制式、多种标准、多种规范之间的壁垒, 防