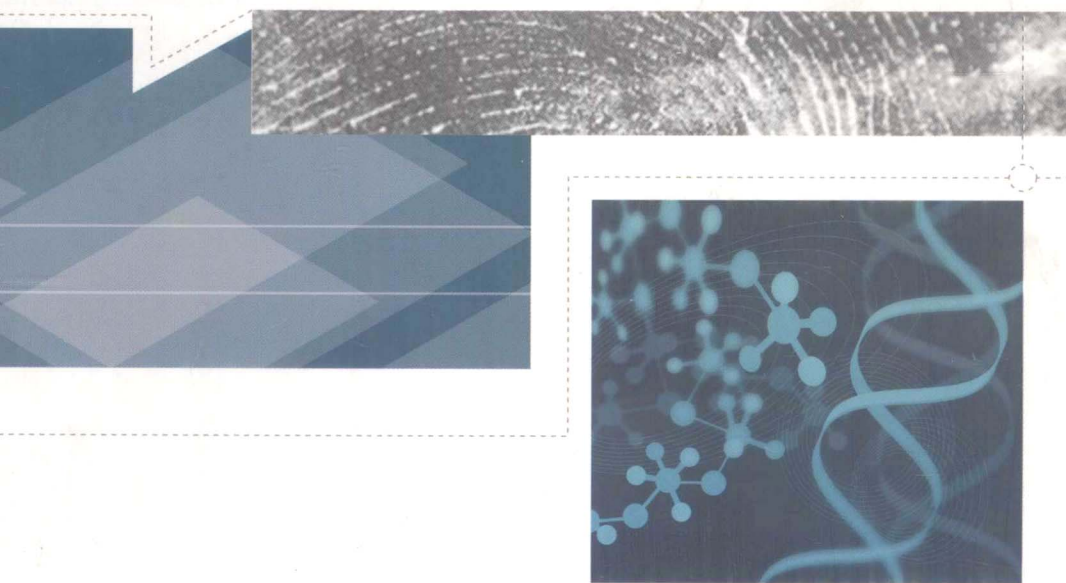


◎ 孟朝阳 编著

现代生物技术

在 刑事技术中的应用



群 众 出 版 社
中国人民公安大学出版社

现代生物技术 在刑事技术中的应用

孟朝阳 编著

群 众 出 版 社

中国人民公安大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

现代生物技术在刑事技术中的应用/孟朝阳编著. —北京: 群众出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 5014 - 4722 - 0

I. ①现… II. ①孟… III. ①生物技术—应用—刑事侦查 IV. ①D918

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 110921 号

现代生物技术在刑事技术中的应用

孟朝阳 编著

出版发行: 群众出版社 中国人民公安大学出版社

地 址: 北京市西城区木樨地南里

邮政编码: 100038

经 销: 新华书店

印 刷: 北京蓝空印刷厂

版 次: 2010 年 6 月第 1 版

印 次: 2010 年 6 月第 1 次

印 张: 12.125

开 本: 880 毫米 × 1230 毫米 1/32

字 数: 300 千字

书 号: ISBN 978 - 7 - 5014 - 4722 - 0/D. 2283

定 价: 31.00 元

网 址: www.qzcbbs.com

电子邮箱: qzcbbs@163.com

营销中心电话: (010) 83903254

读者服务部电话(门市): (010) 83903257

警官读者俱乐部: (010) 83903253

教材分社电话: (010) 83903259

公安图书分社电话: (010) 83905672

法律图书分社电话: (010) 83905745

公安文艺分社电话: (010) 83903973

杂志分社电话: (010) 83903239

电子音像分社电话: (010) 83905727

本社图书出现印装质量问题, 由本社负责退换

版权所有 侵权必究

前 言

众所周知，21 世纪是信息科学、生命科学、材料科学蓬勃发展的世纪。作为研究生命科学的基础学科——生物技术，已经成为自然科学乃至社会科学发展的基础，越来越多的领域都以生物技术为依据，以其实验技术为手段，带来了一系列生物技术的革命。

刑事技术学是一门实践性很强的学科，随着科学技术的发展，出现各种运用新技术进行违法犯罪的各类物证，已有的检验方法不再能够进行检验。本书主要介绍现代生物技术中的细胞工程、蛋白质工程、酶工程以及基因工程在痕迹检验、微量物证、文件检验及法医学等刑事技术中的应用，特别加入生物技术在刑事技术领域对疑难问题的应用，例如，在文件检验中，通过运用测定纸张中纤维素酶活性的变化，为解决印刷文件形成时间的判定这一世界性难题提供新的探索方向；在痕迹检验中，通过利用 PCR 技术解决猜想，对潜在血手印的显现的已有方法进行改进；在法医学鉴定中对生物年龄的识别，等等，以期解决刑事技术中的疑难课题和新型物证的检验问题，为刑事技术的研究提供新的、有效的研究方法和思路，为案件物证提供快速有效的检验方法，为案件侦破提供科学依据。

目 录

第一章 现代生物技术概述	1
第一节 现代生物技术的概念及特点	1
一、现代生物技术的概念	1
二、现代生物技术的研宄内容	2
三、现代生物技术的特点	4
四、现代生物技术涉及的学科	5
第二节 现代生物技术的产生与发展	5
一、传统生物技术的发展	5
二、现代生物技术的发展	6
第三节 生物技术的应用	8
一、在军事上的应用	8
二、在人类健康中的应用	11
三、在农业生产上的应用	12
四、在工业与环境管理中的应用	13
第二章 细胞工程及其在刑事技术中的应用	15
第一节 细胞工程的基本概念与技术	15
一、细胞工程的基本概念	15
二、细胞工程的基本技术	15
第二节 植物细胞工程及其在刑事技术中的应用	17
一、植物细胞工程的基本概念	17
二、植物细胞的形态及化学组成	18
三、植物细胞工程在刑事技术中的应用	26

第三节 动物细胞工程及其在刑事技术中的应用	32
一、动物细胞工程的概念	32
二、体外细胞培养技术	33
三、动物细胞工程在刑事技术中的应用	40
第三章 蛋白质工程及其在刑事技术中的应用	45
第一节 蛋白质工程的基本概念和技术	45
一、蛋白质工程的概念	45
二、蛋白质功能的多样性	45
三、蛋白质的化学组成	47
四、蛋白质的分类	48
五、蛋白质的性质	50
六、蛋白质的颜色反应	55
七、蛋白质工程的相关技术	56
第二节 蛋白质工程在痕迹检验中的应用	62
一、蛋白质工程在血手印显现中的应用	63
二、蛋白质工程在精液、阴道分泌物手印 显现中的应用	84
三、蛋白质工程在血痕形态的研究分析中的应用	86
第三节 蛋白质工程在物证检验中的应用	87
一、动物纤维的分类	88
二、动物纤维的结构	88
三、常见的动物纤维	89
四、蛋白复合纤维	126
五、动物纤维的检验	128
第四节 蛋白质工程在法医学中的应用	138
一、血型和遗传	138
二、血液的实验室检验方法	140

第四章 酶工程及其在刑事技术中的应用	143
第一节 酶工程基础	143
一、酶的生物学特征	144
二、酶的化学本质	146
三、酶的分类及命名	146
四、酶的组成分类	149
五、辅因子	150
六、核酶	154
七、同工酶	155
第二节 酶工程研究内容及其技术	157
一、酶工程定义	157
二、酶工程的研究内容	157
三、酶的分离和纯化技术	161
四、酶的纯度与酶活力	234
五、生物氧化酶	238
第三节 酶工程在痕迹检验中的应用	242
一、无色手印的显现	243
二、血手印的显现	243
第四节 酶工程在物证检验中的应用	244
一、酶工程在毒品检验中的应用	244
二、酶工程在胰蛋白酶检验中的应用	262
三、酶工程在酒精代谢动力学方面的应用	263
第五节 酶工程在文件检验中的应用	266
一、纸张中的各种酶	266
二、酶工程在判断文件物证制成时间方面的应用	268
第六节 酶工程在法医学中的应用	278
一、酶工程在法医物证检验中的应用	278
二、酶工程在死亡时间推断中的应用	282

三、酶工程在法医病理学中的应用	287
四、免疫技术——酶联免疫吸附测定法 (ELISA) ...	296
第五章 基因工程及其在刑事技术中的应用	305
第一节 基因工程的基本原理	305
一、基因工程的概念	305
二、DNA 及基因的结构和性质	306
三、各种工具酶	317
四、制备目的基因的方法	326
第二节 基因工程在痕迹检验中的应用	339
一、DNA 指纹图谱技术	339
二、基因工程在指纹检验中的应用	344
第三节 基因工程在物证检验中的应用	346
一、基因工程在微生物物证检验中的应用	346
二、基因工程在物证种属鉴定中的应用	348
三、基因工程在毒物检验中的应用	354
四、基因工程在其他物证方面的应用	358
第四节 基因工程在法医学中的应用	363
一、基因工程在法医学性别鉴定中的应用	363
二、基因工程在亲子鉴定中的应用	367
三、基因工程在推断年龄方面的应用	368
四、DNA 分析在法医病理学中的应用	369
五、基因工程在法医学其他鉴定中的应用	371
主要参考文献	375

第一章 现代生物技术概述

第一节 现代生物技术的概念及特点

一、现代生物技术的概念

生物技术 (biotechnology), 也称生物工程 (bioengineering), 是指人们以现代生命科学为基础, 结合先进的工程技术手段和其他基础学科的科学原理, 按照预先的设计改造生物体或加工生物原料, 为人类生产出所需产品或达到某种目的的实用技术。所谓先进的生物工程技术手段是指基因工程、细胞工程、酶工程、蛋白质工程和发酵工程等新技术; 生物原料是指生物体的某一部分或生物生长过程所能利用的物质, 如淀粉、纤维素等有机物, 也包括一些无机化学品, 甚至某些矿石; 达到某种目的则包括疾病的预防、诊断与治疗、环境污染的检测和治理等。

自 20 世纪 50 年代人们弄清了 DNA 的结构及其在遗传过程中的作用后, 生物技术的研究进入了一个崭新的时代。由 DNA 重组技术带动的现代生物技术研究日趋活跃, 其中基因工程药物的研究与开发是现代生物技术应用的主要战场。基因工程药物主要包括细胞因子、抗体、疫苗等, 胰岛素是最早研制出来的细胞因子。

生物技术不完全是一门新兴学科, 它包括传统生物技术和现代生物技术两部分。传统的生物技术是指原有的制造酱、醋、

酒、面包、奶酪、酸奶及其他食品的传统工艺；现代生物技术则是指 20 世纪 70 年代末 80 年代初发展起来的，以现代生物学研究成果为基础，以基因工程为核心的新兴学科。现代生物技术是以生命科学为基础，利用生物（或生物组织、细胞及其他组成部分）的特性和功能，设计、构建具有预期性能的新物质或新品系，以及与工程原理相结合，加工生产产品或提供服务的综合性技术。当前所称的生物技术基本上都是指现代生物技术。

二、现代生物技术研究内容

根据生物技术操作的对象及操作技术的不同，生物技术主要包括以下五项技术（工程）。

（一）基因工程

基因工程（gene engineering）是 20 世纪 70 年代以后兴起的一门新技术，其主要原理是应用人工方法把生物的遗传物质，通常是 DNA 分离出来，在体外进行切割、拼接和重组，然后将重组了的 DNA 导入某种宿主细胞或个体内，从而改变它们的遗传品性；有时还使新的遗传信息在新的宿主细胞或个体中大量表达，以获得基因产物（多肽或蛋白质）。这种创造新生物并给予新生物以特殊功能的过程就称为基因工程，也称 DAN 重组技术。

（二）细胞工程

细胞工程（cell engineering）是指以细胞为基本单位，在体外条件下进行培养、繁殖，或人为地使细胞某些生物学特性按人们的意愿发生改变，从而达到改良生物品种和创造新品种，加速繁育动、植物个体，或获得某种有用的物质的过程。

（三）酶工程

酶工程（enzyme engineering）是利用酶、细胞器或细胞所具有的特异催化功能，或对酶进行修饰改造，并借助生物反应器和工艺过程来生产人类所需产品的一项技术。

(四) 蛋白质工程

蛋白质工程 (protein engineering) 是以蛋白质分子的结构规律及其与生物功能的关系为基础, 通过有控制的修饰和合成, 对现有蛋白质加以定向改造和设计, 构建并最终生产出性能比自然界存在的蛋白质更加优良、更加符合人类社会需要的新型蛋白质的技术手段。

(五) 发酵工程

发酵工程 (fermentation engineering) 是利用微生物生长速度快、生长条件简单以及代谢过程特殊等特点, 在合适条件下, 通过现代化工程技术手段, 由微生物的某种特定功能生产出人类所需的产品的一门工程技术, 有时也称微生物工程。

上述五项技术并不是各自独立的, 它们彼此之间是互相联系、互相渗透的。其中的基因工程技术是核心技术, 它能带动其他技术的发展。例如, 对生物的遗传基因进行改造或重组, 并使重组基因在细胞内表达, 产生人类需要的新物质的基因技术 (如“克隆”技术); 从简单普通的原料出发, 设计最佳路线, 选择适当的酶, 合成所需功能产品的生物分子工程技术; 利用生物细胞大量加工、制造产品的生物生产技术 (如发酵); 将生物分子与电子、光学或机械系统连接起来, 并把生物分子捕获的信息放大、传递, 转换成为光、电或机械信息的生物耦合技术; 在纳米 (即百万分之一毫米) 尺度上研究生物大分子精细结构及其与功能的关系, 并对其结构进行改造, 利用它们组装分子设备的纳米生物技术; 模拟生物或生物系统、组织、器官功能结构的仿生技术, 等等。又如, 通过基因工程对细菌或细胞改造后获得的“工程菌”或细胞, 都必须分别通过发酵工程或细胞工程来生产有用的物质。再如, 通过基因工程技术对酶进行改造以增加酶的产量、酶的稳定性以及提高酶的催化效率等。

三、现代生物技术的特点

(一) 生产原料简单

生物在进行合成代谢时，大都以随手可得的物质（如空气、水、植物和矿物质等）为原料、以阳光等为能源，不仅原料成本低，而且取之不尽。

(二) 安全、可靠性高

典型的生物化学反应都是在酶的催化作用下进行的，要求输入的能量少，反应条件缓和，工艺和设备简单，操作安全性好。生物系统在合成物质时，先把脱氧核糖核酸遗传信息转录给核糖核酸，然后以核糖核酸为模板进行合成。该过程虽然很复杂，但出错概率极小，且无副产品。更重要的是，生物系统能自动发现并纠正错误，进行自动化合成生产，生产可靠性高。

(三) 产品具有特殊的活性

生物分子通常具有复杂的精细结构，这种结构往往会赋予生物分子特殊的活性，即所谓“生物特异功能”，例如准确、敏感的识别能力，高效的搜索能力，牢固的黏结性能，等等。在用基因技术对其控制基因进行改良后，这些性能还将大大增强。

(四) 系统结构紧凑

生物系统中的信息码、模块、制造组装机构都是在分子水平以完美方式自组装起来的。这就使生物系统（如眼球、大脑等）比类似功能的人造电子、光学或机械系统要紧凑得多。如果能运用生物耦合技术把一些生物系统与设计的装置耦合起来，或者利用纳米生物技术、自组装技术将它们制造出来，那么设备的尺寸就可能减少很多。

(五) 有利于提高或扩展人类的能力

运用生物医学可提高人类对疾病的治疗效果和抗病能力；通过人脑与设备的耦合可扩展人类的能力，减小人机界面的操作

难度。

四、现代生物技术涉及的学科

现代生物技术是所有自然科学领域中涵盖范围最广的学科之一。它以分子生物学、细胞生物学、微生物学、免疫生物学、人体生理学、动物生理学、植物生理学、微生物生理学、生物化学、生物物理学、遗传学等几乎所有生物科学的次级学科为支撑,又结合了诸如化学、化学工程学、数学、微电子技术、计算机科学等生物学领域之外的尖端基础学科,从而形成一门多学科互相渗透的综合性学科。

第二节 现代生物技术的产生与发展

生物技术不是一门新学科,它可分为传统生物技术和现代生物技术。现代生物技术是从传统生物技术发展而来的。

一、传统生物技术的发展

传统生物技术应该说从史前时代起就为人们所开发和利用。在石器时代后期,我国人民已会利用谷物造酒,这是最早的发酵技术。公元 10 世纪,我国就有了预防天花的活疫苗。在西方,苏美尔人和巴比伦人在公元前 6000 年就已开始啤酒发酵,埃及人则在公元前 4000 年就开始制作面包。1676 年,荷兰人 Leeuwenhoek (1632—1723) 制成了能放大 170~300 倍的显微镜,并首先观察到了微生物。

19 世纪 60 年代,法国科学家 L. Pasteur (1822—1895) 首先证实发酵是由微生物引起的,并首先建立了微生物的纯种培养技术,从而为发酵技术的发展提供了理论基础,使发酵技术纳入了科学的轨道。到了 20 世纪 20 年代,工业生产中开始采用大规模

的纯种培养技术发酵化工原料丙酮、丁醇。

20 世纪 50 年代，在青霉素大规模发酵生产的带动下，发酵工业和酶制剂工业大量涌现。发酵技术和酶技术被广泛应用于医药、食品、化工、制革和农产品加工等部门。20 世纪初，遗传学的建立及其应用，产生了遗传育种学，并于 60 年代取得了辉煌的成就，被誉为“第一次绿色革命”。

在今天看来，上述诸方面的发展，还只能被视为传统的生物技术，因为它们还不具备高技术的诸要素。

二、现代生物技术的发展

现代生物技术是以 20 世纪 70 年代 DNA 重组技术的建立为标志的。

1944 年，阐明了 DNA 是遗传信息的携带者。

1952 年，用微生物转化荷尔蒙获得成功。

1953 年，沃森和克里克提出了 DNA 的双螺旋结构模型，使人们第一次知道了基因的结构实质，不仅为 DNA 复制机制的研究打下了基础，从分子水平上揭示遗传现象的本质，而且开辟了分子生物学的新纪元，从分子水平上研究和改变生物细胞的基因结构及遗传特性。这是生物学历史上的重要里程碑，沃森和克里克因此获得了 1962 年诺贝尔生理医学奖。

1955 年，英国生物化学家桑格尔（Sanger）确定牛胰岛素结构，他因此获得了 1958 年诺贝尔化学奖。

1961 年，破译了遗传密码，揭开了 DNA 编码的遗传信息是如何传递给蛋白质这一秘密。

1965 年，我国首次完成了结晶牛胰岛素的人工合成。

20 世纪 50 年代中期，Kendrew 和 Perutz 采用 X 光衍射法对鲸肌红蛋白和马血红蛋白进行研究，阐明这两种蛋白的三维空间结构，这是蛋白质研究中的又一大重要贡献。

1977 年, Sanger 完成了噬菌体 ϕ X174DNA 一级结构的分析, 这是由 5375 个核苷酸组成的 DNA, 这一工作对遗传物质的结构与功能的研究具有重要的意义。现在, 已有多种 DNA 和 RNA 的结构被成功地测试。

1980 年, 桑格尔和吉尔伯特 (Gilber) 设计出测定 DNA 序列的方法, 他们因此获得了 1980 年诺贝尔化学奖。

1981 年, 我国首先完成了酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工合成。

1984 年, Bruce Merrifield (美国) 建立和发展蛋白质化学合成方法。

1994 年, Alfred G. Gilman (美国) 发现 G 蛋白及其在细胞内信号转导中的作用; Rechard J. Roberts (美国) 等发现断裂基因; Karg B. Malli (美国) 发明 PCR 方法; Michael Smith (加拿大) 建立 DNA 合成与定点诱变研究。

1997 年, Stanley B. Puiner (美国) 发现一种新型的致病因子——感染性蛋白颗粒 “pnion” (疯牛病); Paul D. Boyer (美国) 等说明 ATP 酶促成机制; Jens C. Skon (丹麦) 发现输送离子的 $\text{Na}^+/\text{K}^+ - \text{ATP}$ 酶。

1998 年, Rolert F. Furchgott (美国), 发现 NO 是心血管系统的信号分子。

1972 年, 首先实现了 DNA 体外重组技术, 标志着生物技术的核心技术——基因工程技术的开始。1977 年, 在美国旧金山建立了世界上第一家遗传工程公司。它向人们提供了一种全新的技术手段, 使人们可以按照意愿在试管内切割 DNA、分离 DNA 并经重组后导入其他生物或细胞, 借以改造农作物或畜牧品种; 也可以导入细菌这种简单的生物体, 由细菌生产大量的有用的蛋白质, 或作为药物, 或作为疫苗; 也可以直接导入人体内进行基因治疗。显然, 这是一项技术上的革命。

总而言之, 现代生物技术以基因工程为核心, 带动了现代发

酵工程、现代酶工程、现代细胞工程的发展，开创了具有划时代意义和战略价值的现代生物技术时期。

第三节 生物技术的应用

一、在军事上的应用

美国、日本、俄罗斯和欧洲的一些国家十分重视生物技术的发展，并积极推进它的军事应用，其中以美国的研究最为活跃。从1989年开始，美国国防部每年都把它列入国防关键技术计划。为了加强军事生物技术研究，美国国防部还成立了国防生物技术指导委员会。美军对生物技术研究的范围很广，现阶段主要集中在军事生物医学、生物传感器、生物材料、军事环境的生物处理、生物分子电子技术上。

（一）在信息探测方面

利用酶、抗体、细胞等制造具有识别功能的生物传感器，不仅能准确地识别各种生化战剂，通过与计算机配合及时提出最佳防护和治疗方案，而且还可用于探测炸药、火箭推进剂的挥发降解情况，确定敌方库存地雷、炮弹、炸弹、导弹等的数量和位置。利用仿生技术制造的各种信息收集系统，可以大幅度提高探测、监视和导航能力。仿视觉探测器的电子蛙眼雷达能快速识别不同形状的飞机、舰艇、导弹等运动物体，并能根据飞行特点，识别真假导弹；“蝇眼”相机一次能拍下1000多张照片，分辨率高达每厘米4000线，成为有效的侦察工具；模拟狗、猫头鹰等动物夜视功能的装置，能搜索到微光下地面或空中目标。科学家们根据“蛇眼”红外线定位原理研制了红外制导的空空导弹；根据蝙蝠抗干扰能力强的原理研制出新颖的蝙蝠式抗干扰超精密全

敏雷达；根据狗鼻子机理制成的仿嗅觉传感器“电子犬”，能测定仅千万分之一的过氧乙烯毒气；根据苍蝇的触角上非常灵敏的嗅觉感觉器，制造出了嗅觉敏感的探测装置。

值得重视的是，上面所列举的一些已制造出来的仿生探测器大都还是被动的仿生装置。随着生物技术的发展，在彻底弄清生物系统的工作原理后，通过基因技术、生物分子工程技术对生物分子的改造，运用生物分子电子技术等主动仿生学方法，一定能制出功能优于生物，结构更紧凑、体积更小的各种信息探测装置。美国、日本、欧洲、俄罗斯现正在努力向主动仿生技术发展。

（二）在信息处理方面

研究表明，以蛋白质分子做材料制造的生物计算机，不仅体积小、重量轻、能耗小、环境适应性强，运算速度和储存能力比现有计算机要高出数亿倍，而且具有和人脑一样的分析、判断、联想、记忆等智能。它的研制成功必将使军事情报的获取、处理发生质的变化。美国、日本、欧洲和俄罗斯早就看好这一领域，已研究出了蛋白质并行处理器及神经网络等原型器件，有些器件已在军事上得到了应用，例如俄罗斯有的军用雷达就使用了细菌视紫红蛋白质处理器。据估计，美国在3~5年内能大批量生产这种计算机，且造价比半导体计算机要低，因为它所需的生物材料可利用通过基因技术改造的细菌大量生产。

（三）在一体化指挥和控制方面

生物计算机的微型化、低成本趋势，不仅使指挥中心、网络节点，而且使每件武器、每个士兵都可能拥有计算机，“整个战场就像一个计算机大平台”，从而实现信息流程最优化，信息流动实时化，信息采集、传递、处理、存储、使用一体化，并形成指挥层次减少的扁平的“网”状指挥体系，以利于提高信息传输速度和体系生存能力，使决策分散化和指挥实时化。