



生物技术概说

〔日〕 户田 清 著

化学工业出版社

生物技术概说

[日] 户田 清 著
莫锡荣 译

化学工业出版社

内 容 提 要

生物技术是近代新兴的重要科学技术之一。它对人类的文明与物质生产起着越来越重要的作用。本书简明扼要地介绍了生物技术的主要内容,并附有大量图表作直观示例,是一本较好的入门书。它适合于想初步了解生物技术的化工、轻工、生物、医药、环保等部门的干部、科技人员、大专院校师生学习及参考。

户田 清 著

バイオテクノロジーのはなれ

日刊工業新聞社,東京、昭和58年12月20日,初版1刷發行

生物技术概说

莫锡荣 译

责任编辑:李重凯

封面设计:许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张5字数111千字

1988年12月第1版1988年12月北京第1次印刷印数1— 3000

ISBN7 5025 0110 X/TQ.72定价1.70元

目 录

译序	1
序言	2
第一章 新兴的应用领域——生物技术	4
1.1 什么是生物技术	4
1.2 为什么现在要研究生物技术	5
1.3 生物技术的研究范围	7
1.4 生物技术的研究方向	8
1.5 未来的生物技术	10
第二章 生物技术的原料	11
2.1 生物物质受重视的原因	11
2.2 光合成的Z字方案	12
2.3 从二氧化碳合成多糖类的途径	14
2.4 糖蜜——发酵原料之王	17
2.5 木质纤维素	18
2.6 C ₁ 化合物	21
2.7 对生物物质的期望	23
第三章 生物技术的基础——微生物	26
3.1 微生物的分类法	26
3.2 微生物为什么是生物技术的主角	28
3.3 微生物细胞的断面图	30
3.4 微生物生产的有用物质	35
3.5 微生物是全能选手	38

3.6	介于生物与非生物之间的病毒	42
第四章	蛋白质	44
4.1	生物是生产蛋白质的工厂	44
4.2	合成蛋白质是变化无穷的舞台	47
4.3	分解乳糖的酶—— β -半乳糖苷酶	53
4.4	从PJM实验想到的操纵子假说	55
4.5	葡萄糖是山大王 (降解产物阻遏)	57
4.6	启动子	60
4.7	乳糖分解系基因的构造	62
4.8	DNA的碱基对顺序的测定法	64
第五章	基因工程	67
5.1	基因重组的幻想	67
5.2	细菌的性别	69
5.3	基因连锁图的排列方法	72
5.4	质粒是吃闲饭的东西	72
5.5	基因操作使用的剪刀和浆糊	74
5.6	目的基因的选择	76
5.7	无性繁殖(克隆)	81
5.8	细胞融合	83
5.9	生物灾害	85
第六章	医疗与生物技术	86
6.1	对癌症有疗效的抗生素	86
6.2	免疫入门——T细胞与B细胞	87
6.3	干扰素名称的由来	91
6.4	单克隆抗体与杂种细胞	92
6.5	裸鼠	94

6.6	由埃姆斯试验简易检测致癌物质	94
第七章	抗生素	96
7.1	什么叫抗生素	96
7.2	青霉素的故事	98
7.3	抗药性菌的出现	99
7.4	抗生素为什么对病菌有效	101
第八章	酶工程	104
8.1	大肠杆菌中就有2000种酶	104
8.2	糜蛋白酶分解酯的原理	105
8.3	目的酶的选择	108
8.4	酶的编号	111
8.5	米凯利斯-门顿公式	113
8.6	酶反应的控制	116
第九章	固定化生物催化剂	118
9.1	固定化酶的诞生	118
9.2	固定化酶的应用	119
9.3	酶在固定化的前后	121
9.4	有效因数	123
9.5	生物传感器	125
9.6	免疫传感器	128
第十章	生物反应器	130
10.1	ATP共轭型生物反应器	130
10.2	膜的质子梯度产生ATP	132
10.3	紫膜中的质子泵	134
10.4	生物能学	136
10.5	ATP的作用	138

第十一章 生物技术中的工程问题	140
11.1 细胞的培养	140
11.2 发酵罐	143
11.3 不可缺氧的微生物...	144
11.4 发酵生产的动力学	145
11.5 最大值原理用于发酵生产的最优化	148
参考文献	151

译 序

1984年我受聘在日本东京理科大学担任交流教授期间，适逢户田清教授的新著《バイオテクノロジーのはなし》的出版。这是他在给生物化学工程专业研究生讲课的基础上经加工整理而成的，可供没有生物基础的化学工程专业的学生参考。原书饶有风趣，深入浅出地介绍了生物技术的主要内容。由于作者是从化学工程工作者的角度来介绍生物技术的，所以比一般介绍生物技术的书有很多独到之处，从事化学工程的读者读起来会颇为满意，而对于想了解生物技术概况的其它工程技术人员来说也不乏裨益。为此将它翻译出来以飨欲初步了解这一新技术的读者。同时，也作为我和户田清教授友好交往的纪念。

我正涉足生化工程领域，有待认知和了解的课题还很多，加之日语水平有限，译文中错误和不当之处在所难免，恳请读者给以批评指正。

莫锡荣

1984年冬

序 言

生物技术，是为了改善人们的生活而直接利用生物或者模仿生物机能的一种技术。酒、醋、酱油、酱等传统的酿造制品，就是利用霉菌与酵母*等微生物的作用使人们的食品丰富多彩的例子。此外，青霉素与链霉素等抗生素，本来是微生物的排泄物，但可利用来预防与治疗传染病，在延长人类的平均寿命上起着重要作用。

随着分子生物学的进展，人们逐渐弄清楚了生物的机能，进而为了实现可能将生物具有的各种各样的潜在能力，有计划地抽出一部分来加以应用的战略任务，开辟了基因工程、细胞工程等应用分子生物学的研究领域。这是由于地球上石油资源逐渐减少和人口的增加，人类社会已经进入了必须深刻地认真研究能源和粮食问题的时期。因此生物所具有的节能型反应、转换太阳能的本领、合成蛋白质的能力等，受到了高度的重视。

当你走进街头书店时，在某一角落里，你会看到排列着各种各样的，名为《基因工程》、《分子生物学世界》、《生物技术展望》等有关应用生物技术的书籍。这说明了有许多人很关心生物技术。由于这个缘故，通过报纸、电视、杂志等传播媒介的生物技术特辑，集中介绍了质粒（Plasmid）、单克隆抗体、生物反应器等以前没有听到过的新名词。正象蒸汽机的发明引起了十八世纪的工业革命一样，人们开始考虑对生物机能进行

* 原文此处为“酶”（酵素），可能为“酵母”之误——译者。

的巧妙改良的成就加以利用，可能会成为二十一世纪世界上工业和经济发展的方向。

本书打算针对那些想对生物技术作进一步了解的人们，特别是对非这一专业的技术人员，管理人员和学生等，提供一本简明扼要的读物，使他们在不知不觉中就明白了生物技术的概貌和重要性。如果它能够引起人们对生物技术的更大的兴趣，则作者将感到十分幸运。

作者感谢野村综合研究所的石川靖文博士，他对本书的内容提出了宝贵的建议。同时，在本书出版时，得到了日刊工业新闻社诸位的大力帮助，在此亦深表谢意。

著者

1983年12月

第一章 新兴的应用领域—— 生物技术

1.1 什么是生物技术

如果有人问：“生物技术的定义是什么？”由于被问人的经验和所持立场不同，回答可能大相径庭。因为生物技术是这样一种现代的庞然大物，所以这里不打算对它的定义进行深入讨论。可是，为了使大家对生物技术事先有个了解，以免读起本书来发生困难，暂且给它先下一个定义：在构成生物的细胞中，在精密控制的条件下，进行着各种各样复杂的反应；利用这种生物化学反应，以制造人类所需要的有用物质，或除去有害物质的技术，称为生物技术。

这一定义仅表示了本书所涉及的生物技术的内容，实际上只使用了生物技术的很窄的一部分意思。本书将重点放在生物的化学方面，而对其物理方面则完全没有涉及。植入了人工心脏的美国人克拉克先生，虽然在与疾病作斗争中不幸死去了，可是用机械装置代替生物器官和模仿生物机能的医学工程或补缀工程已被证明是大有前途的，这个领域也属于生物技术的范畴。此外，开发利用化学合成的高分子聚合物，使之具有与生物体类似机能的材料的仿生化学(biomimetic chemistry)，也应该是一种生物技术。在农业中作物的品种改良与家畜的育种等，这些都是传统的生物技术。

由于着眼于生物的运动、反应、成长等特性不同，上述生物技术所研究的内容也有所不同。在本书中打算描述以生物中

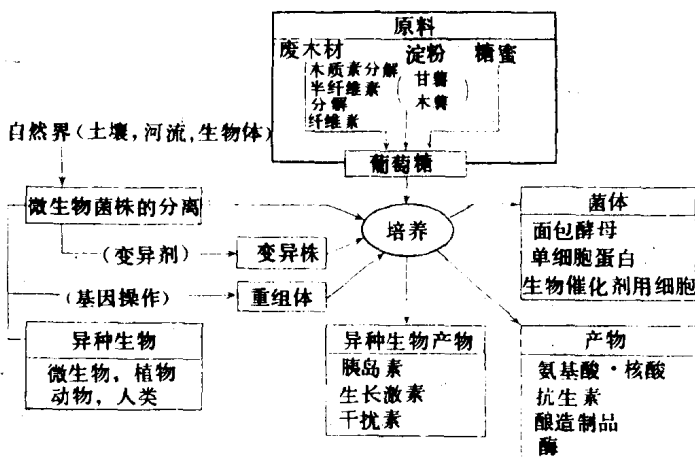


图 1.1 以利用微生物为中心
的生物技术的结构图

的微生物为重点，利用其高度的反应机能生产有用物质的生物技术方面的内容。图1.1中表示仅以微生物的利用为研究对象的生物技术的结构图。

1.2 为什么现在要研究生物技术

以前的技术是制造飞机、塑料、电视机等没有生命的物品的。这方面的研究开发，取得了很大的进展和一定的成果，这些成果对人类生活产生了很大的作用。现在，剩下的可作为今后研究对象的、还没有开拓的大的领域，除了生物之外没有其它了*。

生物的机能是很精巧的，它的运动、反应和信息等都是非常有秩序的。就拿反应来说吧，不可能用化学法合成的以及被

* 此句为原书提法，恐值得商榷——译者。

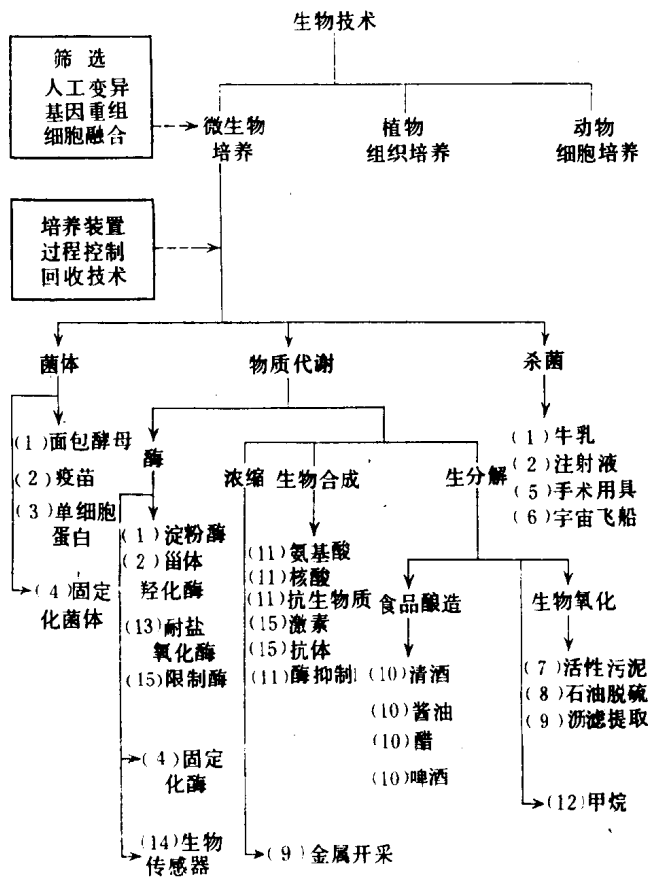
认为具有很复杂的分子结构的化合物，利用生物机能就能够象变魔术那样简单地制造出来。特别可贵的是这样的生物制品，大多是对人类疾病具有显著疗效的物质。可是正如俗语所说，世上没有十全十美的事物，这样的反应一般都以非常慢的速度进行。由于分子生物学和微生物遗传学的进展，将不同的生物基因取出，适当地切开后另行拼接，再将其放回原来的生物中，使之分裂，因而确立了新的方法和原理，用这种方法能够创造兼具两种生物特点的新的人造生物（重组体）。若将对人类的疾病具有显著疗效的激素的基因，移入增殖速度比人的细胞大得多的细菌体内，并置于罐中培养，在一个晚上可将该细菌繁殖达数亿倍。这样，从微生物遗体中只能取到极微量因而相当昂贵的激素，就可以象青霉素一样，以低廉的价格制造出来。

生物技术吸引人们关心的第二个理由是世界上的石油供给日见短缺。为了寻求作为能源和化工原料的石油的代用资源，许多公立或民间企业组织开始研究以太阳能、水和二氧化碳为原料的植物体（生物物质）。据称在生物物质的栽培和转换技术中，基因操作也将可能作出很大的贡献。

第三，虽然饥饿对衣食充足的日本人来说是不可想象的事情，事实上到文明发达的二十世纪末，全世界仍将有数十亿因粮食缺乏而苦恼的饥民。即使在苏联，慢性的粮食不足也将成为国家的课题。如果能够造成在干旱、寒冷、病虫害等条件下仍能高产的作物，就可能开始有了解决粮食问题的方向。如果能利用未利用资源，在罐中培养微生物蛋白质，将其作为家畜的饲料，它不会受到气候条件的影响，就能够稳定地供给人类必需的动物性蛋白质营养。

1.3 生物技术的研究范围

图1.2中分门别类地表示了由生物技术生产的物质和应用



(1) 食品工业; (2) 制药工业; (3) 饲料工业; (4) 酶工业; (5) 卫生;
 (6) 宇宙开发; (7) 污水处理; (8) 石油炼制; (9) 矿业; (10) 酿造;
 (11) 发酵工业; (12) 燃料; (13) 化学工业; (14) 仪表; (15) 基因工业;

图 1.2 生物技术的应用领域

生物技术的过程。图中，将微生物技术的利用分为3类，即以获微生物菌体为目的的技术、利用物质代谢的技术以及灭菌技术。利用物质代谢反应，使由微生物产生的酶催化特定的反应。或者将其应用于自动分析的领域，近年来已归为一类，称为酶工程。由于使用了微生物细胞这样具有高度活性的生物催化剂，使氨基酸、核酸、抗生素、酶等有用物质的全合成，能在很高的效率下进行。这种利用微生物生产单一有机物质的工业，称为发酵工业。在这类工业中，将米和大豆等的成分在微生物的作用下分解，生成复合物质，制造为人们所喜爱的酒精饮料和酱油、醋一类调味食品等传统的利用微生物的工业，称为酿造工业。同样，微生物的生物分解作用中，还有利用生物氧化作用以除去污水中的有机物以及溶解矿石(细菌提取)等。

1.4 生物技术的研究方向

图1.3所示为世界主要国家生物技术研究机构的分布。从图中可见，美国和欧洲共同体各国的研究趋势有明显的不同。在DNA重组技术方面，据说美国比其它国家领先五年，可是实际上，它是以通过基因操作开发新的生物为目的的，即着眼于所谓风险投资事业的居多。在欧洲的先进国家里，基因操作、酶工程、微生物工程等，则放在并列的地位。而美国则恰好与此相反，基因工程热显得有些过头。

虽然日本在基因工程领域方面，发展得比美国慢些，但是在生物技术的其它领域方面，在发展传统的发酵工业技术方面，日本在世界的研究活动中处于领先地位。在世界各国，生物技术的目的主要希望下面四大技术方面有所发展。图1.3的下半部介绍了这些技术，它们是：生物反应器、基因重组、细胞大量培养和细胞融合技术等。由于应用这些技术，在医疗、粮食、

环境、能源、资源等方面能够丰富人类生活，而不会带来什么不安的因素，因此它们的研究开发工作在继续中。

在这许多研究课题中，对人类健康大敌——癌症的治疗方

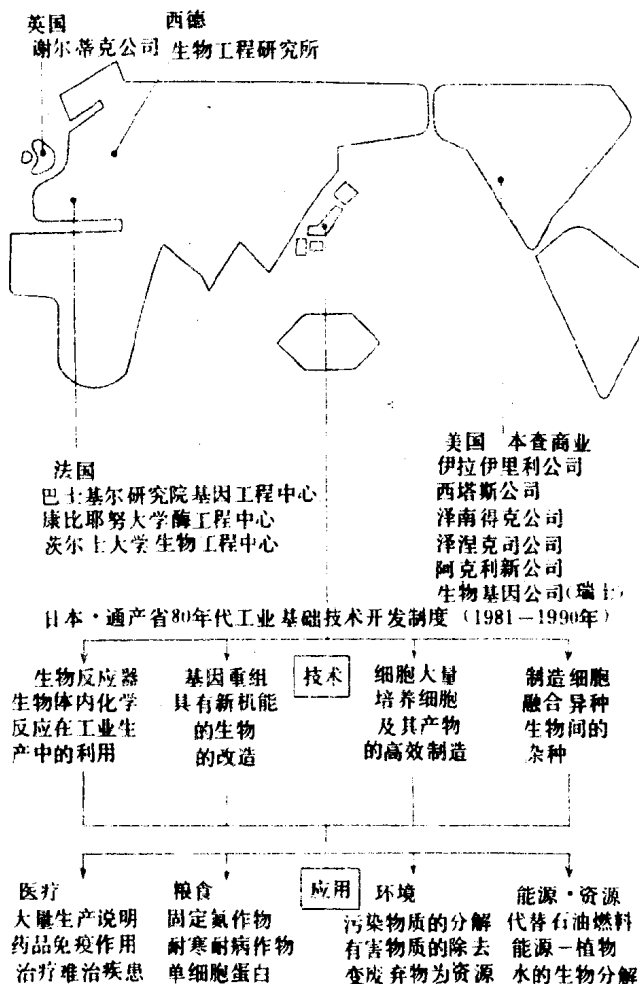


图 1.3 世界的生物技术

法的发现、具有各种耐性的高产作物的培育、将有机废物以及木材木质纤维素变为再生资源、开发代替石油的物质等都是最重点的项目。

1.5 未来的生物技术

生物技术的最终目标可能是制造人造细胞。生物的细胞,由于细胞膜具有选择性和能动输送能力,所以能从外界摄取必要的物质而排出无用的物质,并依靠体内存在的酶进行生物特有的复杂精微的反应。由于核酸中含有的信息以及功能蛋白质的协同作用,对反应进行了合理的控制。具备这种功能的细胞,就象一个组织非常严密的微型化工厂,现在可以产生大自然的力量也造不出的东西。由于研究了细胞的组成部件的功能及性质,只要将必要的部分拼合并重新组织,就有可能制造出只是没有繁殖能力的细胞机器人。由于基因工程的进步,将含有预期信息的重织DNA植入人造细胞中,如能表现其特征,就确立了新的生物合成法。

制造具有这种复制能力的人工细胞的方法,看起来可能只不过是幻想罢了。可是,1902年法国的乔治·马利埃斯制作的无声电影《月球探险》,将当时人们的幻想搬上了银幕。而到1969年人类果真乘阿波罗11号登上月球进行了考察。幸而至少在阿姆斯特朗大校等行走的月球地域上,没有碰到地球外的别的星球上的人,可是事实上二十世纪初期出生的人已经相信,在月球世界上散步是能够实现的。

随着科学技术的进步,人类在太空中飞翔的梦想,随着喷气式飞机的制造成功而实现了;想用眼睛确认物质的基本个体的愿望,由于电子显微镜的发明也得到了满足。人造细胞的幻想也可望在不久的将来成为现实。