

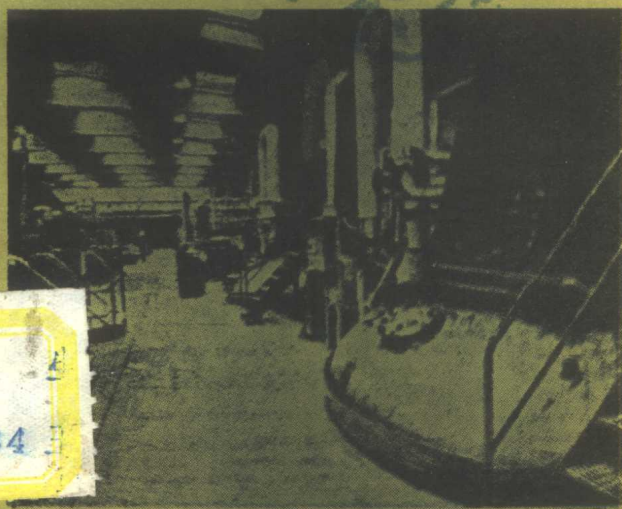
764589

36

7/5034

生 物 技 术

〔英〕 J. E. 史密斯 著



科 学 出 版 社

生 物 技 术

〔英〕 J. E. 史密斯 著

俞俊棠 王国政 译

科 学 出 版 社

1985

内 容 简 介

本书介绍生物技术的一些主要内容,其中包括发酵技术、酶技术、基因工程及原生质体融合技术等;也概括介绍了生物技术在单细胞蛋白、医药、生物燃料、环境保护等方面的新用途和新发展。全书内容深入浅出,取材新颖,且有不少动态性的资料和数据,对我国加速开发生物技术有一定的参考价值。

本书可供有中等文化程度、对生物技术有兴趣的广大读者阅读,也可供从事生物技术方面工作的科研人员及管理干部参考。

John E. Smith

BIOTECHNOLOGY

Edward Arnold, 1981

生 物 技 术

[英] J. E. 史密斯 著

俞俊棠 王国政 译

责任编辑 高小琪

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1985年10月第 一 版 开本: 787×1092 1/32

1985年10月第一次印刷 印张: 3 3/8

印数: 0001—6,500 字数: 71,000

统一书号: 13031·3009

本社书号: 4392·13—10

定价: 0.65 元

总 序

当前要使一本教科书既能概括整个生物学领域，又能充分反映其最新成果，这已经是不再可能的了。同时，中学和大专院校的师生们还需要掌握这个学科的最新动向和了解哪些领域有了重大发展。

为了满足进一步探求这些知识的需要，几年来我们生物研究所主持编辑了这套小丛书，题目由专门编辑小组精心选定，并受到中学和大专院校师生们对这套小丛书的热情欢迎，这就表明这套书的选题范围，特别是在研究方面和观点的进展方面，以及阐述简明而内容新颖，对读者是具有实用价值的。

这套小丛书的特点是注意研究方法，并尽可能为实际工作提出建议。

作者和本研究所主管教育负责人欢迎读者批评。

生物研究所 伦敦

前 言

生物技术是指生物机体、生物系统或生物加工过程在制造业和服务性工业中的应用。虽然生物技术实际上在古代即已存在，它起源于古老的微生物过程，如酿造、制酒和干酪、酸酪等发酵乳制品的生产，但由于发酵罐设计、发酵技术、酶技术以及最近出现的基因工程等的发展，赋予这个领域许多崭新的和令人兴奋的内容。

生物技术强调微生物学、生物化学以及化学和过程工程间的结合，但首要的是面向应用。

在这本小册子里，将着重介绍生物技术领域中某些与生物学有关的重要内容。

史密斯

1981年于格拉斯哥

注：曹鑫澍同志校阅了全部译稿，并作了文字修饰，特此致谢。——译者

目 录

总序

前言

1	生物技术导言	(1)
1.1	什么是生物技术	(1)
1.2	生物技术——一门交叉分支学科	(2)
1.3	生物技术——两个核心组成部分	(5)
2	用于生物技术的基质	(8)
2.1	生物物质的性质	(8)
2.2	天然原料	(9)
2.3	副产品的可利用性	(11)
2.4	化学和石油化工原料	(14)
3	发酵技术	(16)
3.1	引言	(16)
3.2	发酵过程的培养基设计	(16)
3.3	开式与闭式发酵罐系统	(18)
3.4	发酵罐设计	(20)
3.5	放大	(23)
3.6	固体基质发酵	(24)
3.7	动物细胞培养技术	(25)
3.8	发展中国家的发酵技术	(27)
4	遗传学和生物技术	(28)
4.1	工业遗传学	(28)
4.2	原生质体融合	(31)
4.3	基因工程	(32)
4.4	基因工程的潜在生物学危险性	(36)

5	单细胞蛋白(SCP)的生产	(38)
5.1	蛋白质的需求	(38)
5.2	SCP的可接受性与毒性	(41)
5.3	以高能资源制取SCP	(42)
5.4	以废物制取SCP	(44)
5.5	以农作物制取SCP	(48)
5.6	以藻类制取SCP	(49)
5.7	SCP的经济评价	(49)
5.8	结论	(50)
6	酶技术	(51)
6.1	酶的性质	(51)
6.2	酶的应用	(52)
6.3	酶生产技术	(58)
6.4	固定化酶	(62)
7	生物燃料的形成	(65)
7.1	光合作用——能量的根本来源	(65)
7.2	生物物质资源	(66)
7.3	以生物物质制取乙醇	(68)
7.4	以生物物质制取甲烷	(72)
7.5	氢气	(75)
8	生物技术与医药	(77)
8.1	抗生素	(77)
8.2	生长激素	(79)
8.3	胰岛素	(80)
8.4	干扰素	(80)
8.5	疫苗和单克隆抗体	(82)
9	环境保护技术	(86)
9.1	废水和废物的处理	(86)
9.2	微生物和地质环境	(89)
10	农业和林业中的生物技术	(93)

10.1	植物细胞的培养	(93)
10.2	氮的固定	(94)
10.3	环境的生物控制	(95)
10.4	农作物生产与发酵	(96)
10.5	生物技术与林产工业	(97)
11	结束语	(98)

1 生物技术导言

1.1 什么是生物技术

几乎不必怀疑，在整个自然科学中，现代生物学是最为多样化的一门学科。它呈现为下列分支学科的奇妙组合，诸如微生物学、植物和动物解剖学、生物化学、免疫学、细胞生物学、植物和动物生理学、形态学、分类学、生态学、古植物学、遗传学等等。二次大战后，诸如物理、化学和数学等学科大量地被引入生物学，这就有可能在细胞及其核的水平上对生命过程进行描述，而使现代生物学的多样性不断增加。近二十年来，鉴于对该领域的研究成就而获得诺贝尔奖者已逾二十人。

新近获得的这些生物学知识虽已对人类的健康和福利作出了极其重大的贡献。然而，当人们所企求的生物技术得以实现后，过去的成就相对地就会显得黯然失色，变为微不足道的了。

生物技术可被定义为生物机体、生物系统或生物加工过程在制造业和服务性工业中的应用。就其交叉学科的性质而言，生物技术是一门研究微生物学、生物化学和生物系统加工技术综合应用的科学。生物技术势必导致一系列崭新工业部门的产生，这些工业部门只需要少量矿物能源。特别在下一世纪，将会引起世界经济的变革。在大多数场合下，生物技术所涉及的过程是在较低的温度下进行操作，耗能少，主要依靠廉价基质以进行生物合成。

受生物技术影响的工业将涉及食品和饲料生产，提供化学原料以取代石油资源、人造能源、废物再利用、污染的控制、农业以及利于在医学、兽医学和制药学诸方面发生革命性变化的新产品。在国际上，生物技术被认为至少具有象微电子革命那样的商业前途。尤其，生物技术工业在很大程度上将依赖于可再生及可循环使用的物质，因而能够适应于我们这个能量愈益昂贵和短缺的社会需要。在许多方面，生物技术尚处于萌芽状态，因而将需要我们极其灵活地掌握它的发展。然而其潜力是十分巨大和多样的。毫无疑问，在未来的种种工业过程中，生物技术将扮演愈益重要的角色。

1.2 生物技术——一门交叉分支学科

生物技术是交叉学科的先驱。近几十年来，科学和技术的发展特点是依靠建立复合学科的方法以解决各种各样的问题，这样导致一些新的交叉学科的研究领域出现，并最后形成了不少具有经过验证的特有概念及方法论的新学科。

化学工程学和生物化学就是这样两个大家所熟悉的例子，它们借助于新的理论途径和新型技术已作了种种研究，以便对化学过程及生物系统的化学基础能够获得清晰的理解。

复合学科这一术语应当被认为是对一个特定领域中出现的共同问题进行某种定量延伸的描述，这包括把许多各自可识别的现有学科中所得到的概念和方法论进行归纳整理，并将把它们应用于另一个领域中的某一特定问题。换言之，在复合学科形式的协作所导致的具有其自身概念和方法论的某门新学科形成的过程中，当发生概念互相融合时即可出现交

叉学科形式的应用。在实践中，复合学科的出现几乎总是面向一定任务的。然而，当真正的交叉学科综合地出现时，这一门新学科将会开拓出一幅完全崭新的研究前景。生物技术作为一门新的学科，已有其本身的地位，并通过生物学和工程学各个部分的相互结合而成长起来了。

一个生物技术工作者将能使用化学、微生物学、生物化学、化学工程和计算机科学等方面的技术。其主要的任务是对那些生化催化具有基本的、不可替代的一些过程进行改革、开发和最优操作。生物技术工作者还须努力实现与其它相近领域，诸如医学、营养学、制药和化学工业、环境保护和废物处理过程技术等专家们进行密切协作。

区别生物学和生物技术的标志关键在于其操作的规模。生物学家以自己的方式力求理解生命过程，通常在毫微克和毫克的范围内进行研究。从事疫苗生产的生物技术工作者或许可满足于毫克的产量，但在其它绝大多数的生产中则是以公斤或吨计量。于是，生物技术的主要概念之一被认为是放大的生物过程。

当今许多生物技术过程起源于古老传统的发酵过程，例如啤酒的酿造，面包、干酪、酸酪、酒及醋的制造。然而，1929年抗生素的发现及随后在四十年代的大规模生产，引起了发酵技术登峰造极的发展。此后，我们不但看到了抗生素方面，而且在其它许多有价值的简单或者复杂的化学产品，例如有机酸、多糖、酶、疫苗、激素等的发酵技术方面都有显著的发展。发酵过程的发展是生物化学家、微生物学家及化学工程师之间不断紧密合作的结果。所以，生物技术并非是突然发现的，而是始于几十年前出现的技术。展望未来，

《经济学家》杂志 (Chips and Bugs, 1979) 在报道这门技术时声称：“生物技术或许会形成一门作为二十一世纪特征的

工业崛起，宛如作为二十世纪特征的以化学和物理为基础的工业一样。”

生物技术不断得到重视的主要原因，是由于矿物燃料供应受到限制。因此，人们目前必须着眼于用新的方法来利用太阳能，包括直接或间接地利用生物物质 (biomass)*。从这些生物物质中，我们可以获得许多为人们正常生活所必需的基本化学物质。这些化学物质的生产大部分是通过微生物奇妙的合成功能进行的。尽管传统的发酵工业始终在生物技术中占有中心地位，然而当今生物技术专家们主要寄希望于下列两方面生物学发现的运用：

(a) 酶技术或酶工程的开发 (第 6 章)，即将游离的生物单体或酶应用在工业和医学方面。

(b) 基因工程 (第 4 章)，即为人们最近获得的、在差异很大的有关生物体，例如植物、动物及微生物之间进行基因信息转移的技术。

这些方面的研究基本上是力求利用分子生物学和酶学专家们所作出的创造发明。人们现在倾向于把上述两方面的生物技术统称为分子生物工程学。

-
- biomass 一词，有三种词义：一是指在一定时间内，单位面积或体积中所含生物的总数；二是指通过光合作用获得的各种植物，如树木、谷物、水生植物等；三是泛指天然生长及人工培养的植物、动物及微生物，甚至是它们加工后的残余物。按第一词义，可译为“生物量”（一般词典中均按此词义译出）。若按第二及第三词义，似译为“生物物质”较好。本书中的biomass明显地是指第三词义（见第 2 章），故均译为“生物物质”；在专指微生物时，也译为“菌体”。——译者注

1.3 生物技术——两个

核心组成部分

实质上，生物技术被认为是由两个核心部分组成。第一部分是涉及获得特殊反应或者过程所需的最良好的生物催化剂；第二部分则是通过设备和技术操作，创造使催化剂生效的最佳环境。

迄今所研究的大部分实例中，用于生物技术过程的最有效、最稳定和最方便的催化剂形式是整体生物。因此，许多生物技术都是围绕着微生物过程进行的。这并非是排除利用较高级的生物，尤其是植物及动物的细胞培养将在生物技术中发挥日益重要的作用（第10章）。

微生物既可视作光合作用中能量的初级摄取者，又可被视作使几乎所有形式的天然和人造有机分子发生化学变化的体系。总而言之，微生物具有一个巨大的基因库，它能提供几乎是无穷无尽的合成和降解潜力。此外，微生物具有比任何象植物及动物那样的高级生物快得多的生长速率。因此，微生物能够在适宜的环境下，在短时期内大量地进行生产。

从自然环境中选出的微生物一般是采用突变育种的方法进行改良。新近的方法是运用分子生物学获得的各种惊人的新技术，从而最终能构建出具有崭新生物化学特征的微生物（第4章）。最近二十多年以来，这些新技术是从分子生物学为基础的、基本上纯科学的研究中脱颖而出的。

这些经精心筛选和处理的生物体，必须以基本稳定的形式保存，这涉及到有关微生物保藏的一些技术，以便在工业过程中维持其基本特征，首先是保持其活力及生存能力。在许多情况下，所采用催化剂是以经过分离和提纯的，即以酶

的形式加以使用的。现已有大量有关酶的大规模生产、提取和纯化、以及用人工方法使酶稳定化方面的大量资料可资利用（第6章）。

生物技术的第二个核心部分涉及到催化剂在其中发挥作用的系统或反应器方面的问题（第3章）。这里，化学工程师或过程加工工程师的专门知识将会得到充分发挥。例如提供设备设计及仪表装置以使温度、通气、pH等物理化学条件得到有效的维持和控制，从而使得催化剂呈现出最佳性能

表 1 生物 技术 的 主要 应 用 领 域

1. 发酵技术

从历史观点来看，生物技术中最重要领域，即酿造、抗生素等等，广泛开发中的新产品，即多糖、重要的医用药物、溶剂、蛋白质增强食品，最优生产能力的新型发酵罐的设计。

2. 酶工程

适用于特殊化学反应的催化剂；酶的固定化；开发专门的分子转换器（生物反应器）。生成的产品包括L-氨基酸、高果糖糖浆、半合成青霉素、淀粉及纤维素的水解等等。分析用的酶探针。

3. 废物处理技术

长时期来是很重要的，目前则更为强调的是将废物处理技术与资源的保存和循环、食品、肥料、生物燃料相结合。

4. 环境保护技术

一个广阔的研究领域，包括将生物技术概念用于解决种种环境问题——污染的控制、有毒废物的去除、从矿渣及低品位矿物中回收金属。

5. 资源再生技术

可再生能源的利用。尤其是以木质纤维素生产的新化工原料及能源——乙醇、甲烷和氢气的利用。植物和动物体的综合利用。

(第6章)。由此可以看出,某个生物技术问题的成功必须依赖于数门学科。生物技术应用的主要领域示于表1,而图1-1则力图表明许多学科是如何形成生物技术的。

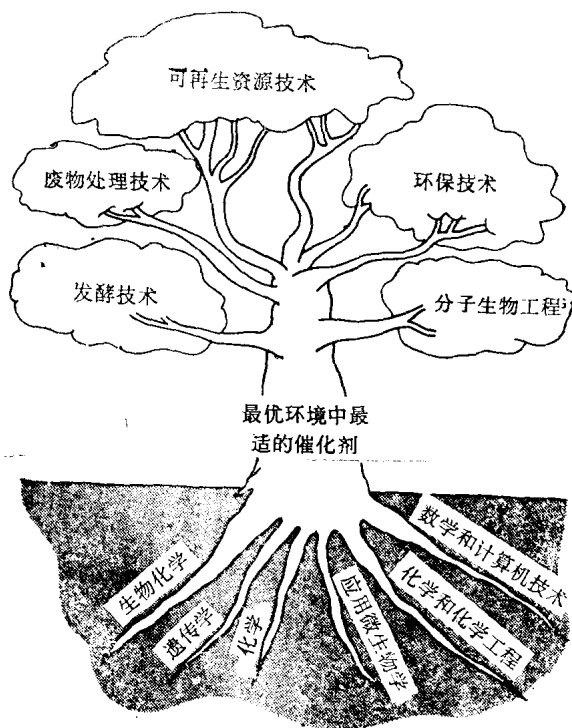


图1-1 生物技术树

在下列各章中,生物技术的一些重要领域是从通晓这一新技术的现有成就与未来目标的观点考虑的。然而,必须意识到生物技术的发展不仅依赖于科学和技术的进步,而且还受到相当大的政治和经济力量的支配。

2 用于生物技术的基质*

2.1 生物物质的性质

植物生物物质以及相对而言较少的动物生物物质为生物技术过程提供可资利用的碳源。从历史上看,有若干采用这些碳源的实例,诸如从谷物生产乙醇及从牛奶生产干酪。据估计,地球上初级的光合作用产物的生产能力(利用太阳能生长的植物),以干物计每年约为 155×10^9 吨。

表 2 世界初级生物物质生产能力的分类表

净生产能力(占总数的%)	
森林和林地	44.3
草地	9.7
耕地	5.9
荒地和半荒地	1.5
淡水	3.2
海洋	35.4

地面上生物物质生产能力最高的为森林(44%) (见表

- 基质一词,译自substrate,有时也可译为底物。习惯上把发酵过程及一般生物技术过程的基本反应物质(通常为天然原料)称为基质,而把酶反应过程及污水处理过程中的反应物(常指已知化学结构的物质)称为底物。故本书除了在第6章酶技术中,把substrate译为底物外,其它章节中一般都译为基质。——译者注

2)。令人惊奇的是农业作物的总量只占初级光合作用产物的6%，就是这一些量，为人类和动物提供了食品的主要来源，并为许多基本的建筑材料、织物和纸品提供了原料。许多传统的农产品随着生物技术知识的日益丰富将得到进一步开发。特别是新的生物技术研究，无疑将可能利用大量的废物，这些废物在目前常规的食品生产过程中很少加以利用。

特别在热带和亚热带地区作为生物物质来源的农业和林业，对国民经济具有巨大的潜力（见图2-1）。确实，在那些植物生长旺盛的发展中地区，生物技术过程的进展可明显地导致经济实力平衡的改变。

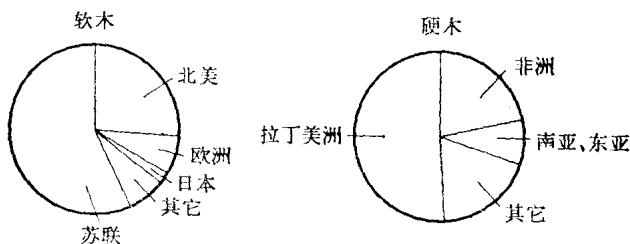


图2-1 世界林业资源分配图

2.2 天然原料

天然原料来源于农业和林业。这些变幻无穷的复杂的化学物质基本上是碳水化合物，其中包括糖、淀粉、纤维素、半纤维素和木质素。各种来自原材料的及用于生物技术加工过程的副产品见表3。

诸如甜菜、甘蔗、小米等含糖原料，可作为生物技术过程最合适和最有效的原料。由于糖的传统用途已被更适当的代用品所取代，商业市场上糖的过剩将进一步刺激糖的新用途