

〔英〕 B. 阿特金森 F. 马维图纳 著

生化工程与生物技术手册

上册

科学出版社



主编 陈建峰 副主编 王 强
生化工程与生物技术手册

第1版

中国轻工业出版社

Q5
A26
1

353654

生化工程与生物技术手册

上册

〔英〕B. 阿特金森 F. 马维图纳 著

何忠效 徐家立 张启先 译

科学出版社

1992

358845

生化工程与生物技术手册
下 册

〔英〕B. 阿特金森 F. 马维图纳 著

何忠效 徐家立 张启先 译



科学出版社

1992

(京)新登字 092 号

0476/01

内 容 简 介

本书搜集了80年代初以前的有关微生物工程、生化工程和生物技术等领域的各种经典资料和技术参数,内容全面而实用,是一本很有参考价值的工具书。全书分上下两册出版。上册是基础篇,分6章,着重介绍重要工业微生物的特性,微生物代谢的热力学和化学计算,微生物代谢活性和酶活性,代谢产物等。下册是应用篇,分8章,内容包括反应器,发酵流体的流动状态,传质和传热,下游工程,产物回收工艺,各类微生物产品的生产工艺等。可供科研单位、大专院校和工厂企业从事微生物工程、生化工程和生物技术的各类人员参考。

Bernard Atkinson & Ferda Mavituna
BIOCHEMICAL ENGINEERING AND
BIOTECHNOLOGY HANDBOOK
Macmillan Publishers Ltd 1983

生化工程与生物技术手册

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992年1月第一版 开本:850×1168 1/32
1992年1月第一次印刷 印张:15 3/8
印数:1—2700 字数:403 000

ISBN 7-03-002406-0/Q·320

定价:15.60 元

(京)新登字 092 号

D976/01

内 容 简 介

本书搜集了 80 年代初以前的有关微生物工程、生化工程和生物技术等领域的各种经典资料和技术参数,内容全面而实用,是一本很有参考价值的工具书。全书分上下两册出版。上册是基础篇,分 6 章,着重介绍重要工业微生物的特性,微生物代谢的热力学和化学计算,微生物代谢活性和酶活性,代谢产物等。下册是应用篇,分 8 章,内容包括反应器,发酵流体的流动状态,传质和传热,下游工程,产物回收工艺,各类微生物产品的生产工艺等。可供科研单位、大专院校和工厂企业从事微生物工程、生化工程和生物技术的各类人员参考。

Bernard Atkinson & Ferda Mavituna

BIOCHEMICAL ENGINEERING AND BIOTECHNOLOGY HANDBOOK

Macmillan Publishers Ltd 1983

生化工程与生物技术手册

下 册

【英】B. 阿特金森 F. 马维图纳 著

何志敏 徐家立 张启光 译

责任编辑 赵甘泉

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

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

*

1992 年 4 月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1992 年 4 月第一次印刷 印张: 12 1/8

印数: 1—2 700 字数: 321 000

ISBN 7-03-002508-3/Q·345

定价: 12.30 元

译 者 的 话

近十年来,我国的生化工程和生物技术取得了长足的进步.基因重组技术和细胞融合技术已有了一定的基础,新型反应器的研制也取得不少成果,后提取技术正在引起重视,各种新的生物技术正用于传统发酵工艺的改造之中.但是长期以来,我国在这些领域缺乏资料和技术参数的系统积累,缺少一本完整的可供查找的技术型工具书.因此,我们翻译了《生化工程与生物技术手册》,以填补这一空白.

这本书以微生物为对象,从基本原理和应用技术两个方面提供了微生物代谢过程中所涉及的各种基本资料和技术参数,诸如微生物的分类特性、代谢过程的化学计量、热力学参数、生长过程的营养需求、环境因素影响、代谢产物的类型等.对新型生物技术像基因重组技术、细胞融合技术等也提供了典型的方法.本书以很大篇幅从生化工程的角度提供了大量的方法和技术参数,既介绍了各类产品的生产工艺和工艺参数,也介绍了微生物产品生产中的传质和传热.同时还从反应器的选择、反应器的特性、下游工程、产物回收操作等方面提供了大量的有价值的资料和数据.可说是一本生化工程和生物技术方面的全方位性的技术工具书.

正因为本书内容丰富又实用,相对说来,原书篇幅较长,为了适应我国的国情,又不失掉原书的可读性,我们在保持原书编排顺序的基础上,对一些理论公式和常见物理常数的推导部分,以及某些参考意义不大的附录作了删减,但仍保留了原书的全部参考文献.这样,既保留了原书的精华,又可减轻读者的负担.全书的删减工作是由徐家立进行的.

由于译者的水平有限,译文难免有不当之处,敬请批评指正.

何忠效 徐家立 张启先

1990.8.

前 言

目前,人们对生物技术感兴趣的原因有三方面:

1. 可从再生资源获得原料。
2. 经济上可与植物材料化学加工相比。
3. 正在采用传统生物学方法和遗传操纵, 确定许多可能有价值的产品。

和其他技术一样, 地区和全球的政治考虑也会干扰生物技术的发展范围和发展速度。生物技术大致可分成大、中、小三种规模, 这是指工业发展的规模, 并不指要建设的每一个生产单元的大小。

1. 大规模: 生物技术必须与用作燃料和以成千吨计的工业产品的初级碳化物来源的石油和煤竞争。

2. 中规模: 生物技术必须既与石油型工艺(碳源为石油、煤或植物)竞争, 以生产出目前使用的化工产品或它们的代用品, 又要与农业竞争, 以生产蛋白质和脂质等天然产品。

3. 小规模: 生产特有生物化学产品, 这些产品现在还未找到其他生产途径。

看来, 小规模过程肯定会保持现有的快速增长, 它们的产品使医疗实践和工业生产过程得到显著改善。决定产品能否发展的因素是生产厂商的成功与否, 而不是产品的成本。中规模和大规模工艺过程, 目前在经济上还缺乏活力, 只有某些有机酸、含醇饮料、食醋生产等少数例外。今后二十年内, 预期会构建起以植物材料为原料的大规模微生物工艺过程(图 1), 这些过程将是:

1. 生产出作燃料或原料的初级材料, 用以转化成化工产品。
2. 从植物材料直接生产出一系列化工产品, 而不是通过乙醇之类的初级产品来生产。

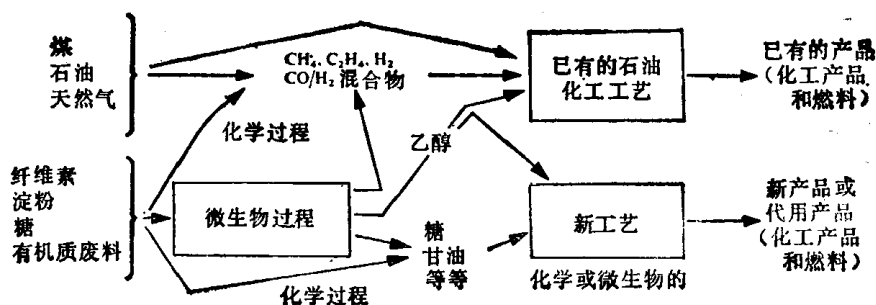


图1 成千吨计的产品竞争路线

至今,已确认了许多有开发潜力的中、大规模生产的生物产品的“市场”价值。生产的原料成本是已知的,原料成本和价值间的差别限定了认可的工艺过程和销售支出;而还起到使研究和开发的目标侧重生物或侧重过程工程,以符合中、大规模生产的需要。

作者期望,本手册通过确定单元工艺过程和单元操作,有助于大规模和小规模生物工艺的发展,单元工艺过程和单元操作包含:

1. 科学和工程依据;
2. 性能和操作特性;
3. 影响性能的因素;
4. 将它们纳入全过程。

这样使科学家和工程师可以:

1. 确保满足全工艺过程目标方面的研究和开发是合适的。
2. 估算出工艺过程接近经济的程度,以及研究和开发后,改变这种局面的可能性。
3. 确立特定工艺过程开发的适配方法。
4. 确认设备的需求。

本手册以图表为主向读者提供资料。内容侧重于生物工艺过程及其运行,也给需进一步了解生物工艺过程原理的读者提供参

考文献和参考书目。

生物工艺如能以公众承受得了的价格满足社会需求的话，将会成为工业舞台上的重要角色。

1982年8月

目 录

译者的话

前言

第 1 章 工业上重要微生物的特性	1
1.1 微生物的分类	1
1.2 形态学	26
1.3 微生物的常量成分	41
1.4 微生物活动所产生的物质	44
1.5 对微生物腐败不敏感或经得起降解的化合物	46
1.6 产生重要工业发酵产物的微生物属	47
1.7 工业重要微生物来源	50
1.8 培养基成分	53
1.9 基因操作基本技术	75
第 2 章 微生物代谢热力学	84
2.1 生物界中的能量流	84
2.2 按碳源和能源进行微生物的分类	86
2.3 生物界的物质循环	87
2.4 在生物系统分析中的热力学概念	89
2.5 化学能：在细胞中的产生、贮存和利用	93
2.6 ATP 系统	96
2.7 ATP 的产生	100
2.8 ATP 的利用	112
第 3 章 微生物代谢的化学计量	119
3.1 产率和产率系数的重要性	119
3.2 生长量和底物利用之间的关系	122
3.3 各种微生物的组成	122

• v •

3.4	生长和产物形成的物质平衡(化学计量的)	126
3.5	生长和产物形成的各种产率系数的定义和演变 ...	132
3.6	细胞生长所需的氧	135
3.7	产率系数间的相互关系	136
3.8	测得的产率和真实产率间的不同——维持能的概念	139
3.9	实验产率系数	141
3.10	Y_{ave} , Y^{ATP} 和 P/O 比	152
3.11	影响实验产率数据的因子	156
3.12	生长的热力学	165
3.13	维持系数	168
3.14	细胞生产所需的氧	169
3.15	产率的实验测定	171
3.16	过程产率	173
第4章	微生物活性	181
4.1	Monod 方程	181
4.2	发酵的时程	187
4.3	底物利用和营养需求	189
4.4	氧对代谢的影响	206
4.5	氧需求	208
4.6	温度的影响	217
4.7	pH 的影响	243
第5章	产物形成	245
5.1	丙酮/丁醇	245
5.2	氨基酸	251
5.3	抗生素	280
5.4	2,3-丁二醇/3-羟基丁酮	303
5.5	胡萝卜素	310
5.6	酶	320
5.7	乙醇	335

5.8	微生物脂肪	345
5.9	核酸及其相关化合物	350
5.10	有机酸	358
5.11	多糖	383
5.12	维生素	388
第6章	酶活力	395
6.1	命名和分类	395
6.2	通性	399
6.3	酶的性质	401
6.4	用途	418
6.5	来源	427
6.6	固定化酶	429
6.7	固定化酶的性质	455
6.8	固定化全细胞	464
6.9	附录: 酶的生产厂家	466
参考文献		471

目 录

第 7 章 反应器	481
7.1 引言	481
7.2 设计方法学	490
7.3 批式反应器	495
7.4 内含自由悬浮生物量的连续反应器	499
7.5 内含悬浮固定化生物量的连续反应器	504
7.6 固定床反应器	507
7.7 流化床	509
7.8 反应器强化	515
第 8 章 发酵液体的流动特性	521
8.1 粘度在生物工艺过程中的重要性	521
8.2 某些常见物质的粘度	522
8.3 剪切率	522
8.4 按流动性状的液体分类	523
8.5 粘度测试方法	524
8.6 市售粘度计性能	529
8.7 影响发酵液粘度的因素	529
8.8 粘度实测结果简表	542
8.9 发酵过程中流变学特性的变化	545
第 9 章 气液质量传递	548
9.1 概况	548
9.2 溶解度材料	553
9.3 K_{La} 的实验测定	556
9.4 溶解氧浓度的实验测定	557
9.5 搅拌发酵罐	562

9.6	其他构型	579
第 10 章	固相和液相质量传递	586
10.1	引言	586
10.2	扩散限制的性质	587
10.3	生物速率方程	588
10.4	生物速率方程 Lineweaver-Buck 图	592
10.5	生物速率方程的渐近线	594
10.6	扩散限度存在的大小标准	596
10.7	絮团大小分布及平均大小	598
10.8	颗粒生长	599
10.9	颗粒大小对临界底物浓度的影响	599
10.10	理想的膜厚度和临界颗粒大小	600
10.11	底物抑制系统的最适颗粒大小	604
10.12	产物的影响	606
第 11 章	热传递	609
11.1	热效应在生化过程中的重要性	609
11.2	能量平衡公式	610
11.3	微生物反应期间热释放的实验测定	619
11.4	热的去除	620
11.5	批式加热和致冷	623
11.6	热传递系数	623
11.7	限制热负载—发酵器构型的重要性	625
11.8	热杀菌	628
第 12 章	下游过程工程	634
12.1	引言	634
12.2	下游加工问题	638
12.3	发酵液加工	642
12.4	产物分离	653
12.5	工艺流程图	655
12.6	规模和连续发酵的冲击	655

12.7	成本	667
12.8	能量的利用和回收	672
第 13 章	产物回收工艺及单元操作	673
13.1	引言	673
13.2	发酵液处理阶段	675
13.3	产物回收阶段	689
13.4	新方法实例	698
第 14 章	工艺过程	703
14.1	引言	703
14.2	丙酮丁醇	706
14.3	抗生素	715
14.4	类胡萝卜素	728
14.5	酶	730
14.6	乙醇	746
14.7	有机酸	762
14.8	多糖	783
14.9	单细胞蛋白 (SCP)	792
14.10	甾族化合物的微生物转化	817
14.11	维生素	829
附录 I	糖源的成分	839
附录 II	各种工业培养基的成分	842
参考文献		850

第 1 章 工业上重要微生物的特性

1.1 微生物的分类

微生物分群的标准是不同的，详细的分类可以显示出生物之间的进化关系(即自然分类)，或可用作对特定目的专题的解答(即特定或称人为的分类)。

主要微生物群的分类等级是一种系统，在这系统中，总的生物类别再逐级被分成渐进的包括面较小的生物类别，即

界→部(或门)→纲→目→科→属→种→株

原生生物界(见图 1-1)包括能自我复制或指令它们自身复制的单细胞生物。原核生物没有真正的核或核膜，而真核生物必定有一个包含在清晰的核膜内的真核。区分原核细胞和真核细胞的一些特征综合于表 1-1 中。非细胞的原核生物(即病毒)并不经历自我复制，而是在另外一个叫做寄主的细胞中指令它们的繁殖。

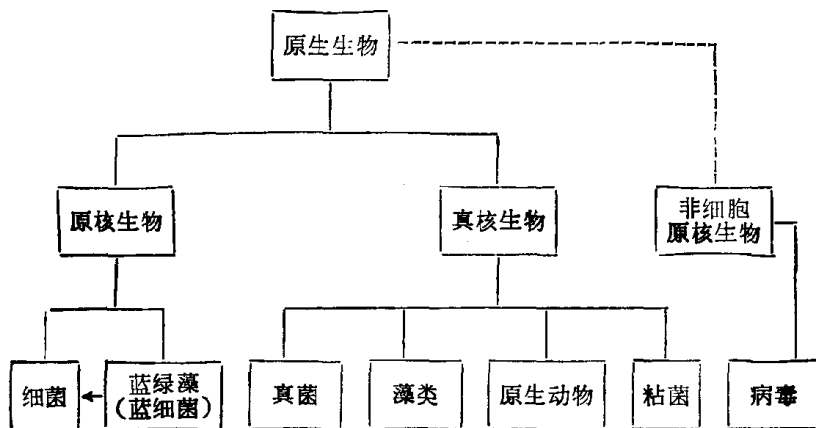


图 1-1 原生生物界。图中蓝绿藻被归类成单独的微生物群，但人们常把它们认作蓝细菌，与其他细菌放在一起。另外一种分类，把蓝绿藻归作蓝藻类植物。