

本书可供从事食品发酵、抗菌素生产、农林副产品加工、乡镇企业的广大科技工作者和管理人员以及农林、轻工院校的有关专业和综合性大学生物系等广大师生参考，亦可作为有关院校学生和企业职工的培训教材。

国家“九五”重点图书出版规划项目

生物资源 再利用原理与技术



SHENGWU
ZIYUAN
ZAILIYONG
YUANLI YU
JISHU

陈华癸 蔡泽民 编著
湖北科学技术出版社



写在前面

生物资源的第一次利用,实际上只利用了资源总生物量的一部分或一小部分。在第一次利用中没有被利用的部分可以作为第二次利用的生产资料。在第二次利用中还没有被利用的部分又可以作为第三次利用的生产资料。利用的次数愈多,生物资源的总利用率愈高。随着科学技术的发展,人们对生物资源的多次利用的知识和技术不断提高,从而更充分地利用生物资源,生产出更多样的产品,以满足人类日益增长的需要。

介绍生物资源的多次利用,特别是第二次、第三次或更多次利用的著作,以往都是单项性质的,而这本书介绍生物资源的多次利用,乃至多次利用中的某一次利用,是综合性的,内容丰富,对于从事有关业务的人是很有价值的。这部著作与各种单项著作不同,它将生物资源作为一个整体,介绍生物资源的基础知识以及各种资源的第二次或更多次利用的途径、原理和技术,向读者揭开了生物资源再利用的广阔景界,可以说是一部有特色的著作。

期待着这部著作的早日问世。

陈华癸

1998年12月

前 言

资源的综合利用是国家的一项重大技术经济政策。资源和能源的不合理和未充分利用,必将造成环境污染。因此,资源的综合利用,不仅是物尽其用,创造新的更多的财富,而且是治理和保护环境的重大课题。据科学家预测,20年后,废物再利用等有关环境保护的技术将在高科技领域内占据头等重要地位。

为促进生物资源再利用的科研和生产的发展,把资源再利用的工作提高到一个新的水平,作者总结多年的工作经验、理论思维和科研成果,结合所收集到的一些国内外科研成果及生产技术资料,加以归纳总结和理论分析,编著成《生物资源再利用原理与技术》。

全书力求把理论性、综合性和实用性融为一体,归纳实用技术从理论上进行分析,在理论指导下论述生产使用技术;用典型实例引路,理论与实际相结合,如实地介绍了近百种产品的生产工艺。因此,读后能达到懂原理、会方法、举一反三、拓宽思路之目的。

所谓生物资源,应包括可利用的生物种类、生物量及其再生资源。可再生的生物资源的开发利用及生物资源的再利用,是生物工程学的一个重要分支。全书共8篇,29章,138节,重点论述生物量和再生生物资源的利用原理与实用技术。其主要内容包括绪论、生物资源再利用的基础知识、基本方法和原理,以及动物、植物和微生物资源的综合利用等,同时还专门阐述了菌草、菌草学与农副产品的利用。同济大学环境生物工程系张恭勤教授和华中农业大学应用真菌研究室罗信昌教授,分别撰写蚕蛹综合利用和菌草研究方法等篇章,使本书内容更全面、更丰富、更系统。最后,作者根据切身经验,编写了实验室使用规则、生物资源中基本物质的分析方法以及常用试剂的配制、生物资源研究和生产共用的一些知识和技术等。

本书可供从事食品发酵、抗菌素生产、农林副产品加工、乡镇企业的广大科技工作者和管理人员以及农林、轻工院校的有关专业和综合性大学生物系等广大师生参考,亦可作为有关院校学生和企业职工的培训教材。在本书编辑中,马亮、蔡彦芬工程师和蔡燕参加部分工作。

本书内容涉及面很广,作者水平有限,书中可能有误,敬请批评指正。

编著者

1998年12月

目 录

第一篇 绪论.....	1
第一章 生物资源的特点与分布.....	1
第二章 开发利用生物资源的重要性.....	4
第三章 生物资源的利用现状与展望.....	6
第二篇 生物资源再利用的基础知识.....	10
第一章 生物资源的化学结构与性质	10
2.1.1 淀粉.....	11
2.1.2 纤维素与木质素.....	12
2.1.3 蛋白质.....	13
2.1.4 酶.....	16
2.1.5 脂类.....	20
2.1.6 核酸.....	22
2.1.7 维生素及色素.....	26
第二章 生物资源再利用的基本途径和原理	29
2.2.1 化学处理.....	29
2.2.2 物理方法.....	32
2.2.3 生物及其酶的作用.....	44
第三章 微生物应用技术	51
2.3.1 微生物的特点.....	51
2.3.2 常用的微生物.....	52
2.3.3 应用微生物的基本设备与方法.....	57
2.3.4 菌种及其来源.....	61
2.3.5 营养与培养基.....	63
2.3.6 微生物的生长.....	66
2.3.7 微生物发酵.....	68
2.3.8 固定化细胞.....	69
2.3.9 酶制剂与固定化酶.....	71

第三篇 动物资源的利用	75
第一章 血液的加工利用	76
3.1.1 血液的组分及开发价值	76
3.1.2 猪血发酵——BF-饲料精的生产	78
3.1.3 超氧化物歧化酶(SOD)的生产	81
3.1.4 血红素的提取	84
第二章 骨骼和毛、皮的利用	87
3.2.1 概述	87
3.2.2 畜骨的初加工	88
3.2.3 毛发制取胱氨酸	89
3.2.4 废羽毛生产饲料复合氨基酸	91
第三章 肠粘膜与胆汁的利用	94
3.3.1 肝素粗品的生产	94
3.3.2 胆红素的生产	96
第四章 粪便的再利用	102
3.4.1 鸡粪膨化与利用	102
3.4.2 利用人尿生产尿激酶	103
3.4.3 绒毛膜促性腺激素的生产	106
第五章 动物副产品在饲料中的应用	108
3.5.1 脂肪在饲料中的应用	108
3.5.2 其他动物副产品在饲料中的应用	109
3.5.3 动物蛋白质在饲料中的应用	109
第四篇 植物资源的综合利用	111
第一章 稻谷的综合利用	112
4.1.1 用稻壳生产水玻璃和活性炭	112
4.1.2 膨化稻壳饲料	114
4.1.3 米糠制备干酪素	115
4.1.4 从米糠和米渣中提取蛋白质	115
4.1.5 植酸钙和肌醇的生产	116
4.1.6 乳酸的发酵	121
第二章 淀粉工业副产品的利用	125
4.2.1 玉米浸泡水及黄粉的利用	125
4.2.2 薯渣固体发酵生产柠檬酸钙	128
4.2.3 淀粉渣制蛋白饲料	132
4.2.4 淀粉废水的处理	133
第三章 榨油工业下脚料的利用	136

4.3.1	从棉籽油皂脚的黑废液提取甘油	136
4.3.2	菜籽饼脱毒及综合利用	139
4.3.3	棉籽饼的脱毒	142
4.3.4	棉油皂脚制取脂肪酸甲酯	143
第四章	豆制品工业下脚料的利用	144
4.4.1	豆渣生产粗制核黄素	145
4.4.2	豆渣生产糖化菌粉	148
4.4.3	黄浆水培养白地霉	149
第五章	果蔬的综合利用	151
4.5.1	香蕉的综合利用	152
4.5.2	菠萝皮的利用	154
4.5.3	柑橘皮的利用	155
4.5.4	猕猴桃汁的制备	156
4.5.5	大蒜的脱臭及其利用	157
第六章	天然植物色素	161
4.6.1	辣椒红色素	162
4.6.2	叶绿素铜钠盐	163
4.6.3	栀子黄色素	165
4.6.4	姜黄素	167
4.6.5	天然色素的新品种	167
第五篇	微生物资源的再利用	171
第一章	微生物工业概况	171
5.1.1	微生物工业发展简史	171
5.1.2	我国微生物工业现状	172
5.1.3	微生物工业存在的主要问题	173
第二章	细菌发酵废液的处理	174
5.2.1	利用丙酮-丁醇废液生产蛋白饲料	174
5.2.2	丙酮-丁醇发酵废液生产细菌杀虫剂——苏云金杆菌	175
5.2.3	味精废液生产饲料酵母	177
第三章	抗菌素发酵菌渣的利用	181
5.3.1	抗菌素发酵菌渣的开发价值	181
5.3.2	洁霉素发酵菌渣作为饲料添加剂	183
5.3.3	问题与对策	186
第四章	酿酒废酵母及其废渣的利用	188
5.4.1	概况	188
5.4.2	酒糟的利用	189
5.4.3	酒精废水生产蛋白饲料	190

5.4.4	酒精废水的沼气发酵	193
第五章	啤酒酵母的再利用	197
5.5.1	啤酒酵母及其用途	197
5.5.2	酵母精的生产	198
5.5.3	酵母精的应用	201
5.5.4	酵母核糖核酸及核苷酸的制备	203
第六章	柠檬酸发酵废液的利用	215
5.6.1	概况	215
5.6.2	柠檬酸废液生产酵母粉	216
5.6.3	柠檬酸废液生产食用菌菌丝体	217
第六篇	蚕蛹的综合利用	218
第一章	活蚕蛹的利用	220
6.1.1	新鲜蚕蛹的利用	220
6.1.2	蚕蛾的利用	221
6.1.3	蚕子(蚕卵、蚕种)的利用	222
第二章	干蚕蛹与蛹粕的利用	224
6.2.1	干蛹的药用	224
6.2.2	培养白僵菌替代僵蚕	224
6.2.3	蚕蛹发酵制取核黄素	226
6.2.4	蚕蛹在食品上的应用	226
第三章	蚕蛹油脂的开发利用	227
6.3.1	蚕蛹油脂的成分与性状	227
6.3.2	蚕蛹油的生产与精炼	228
6.3.3	精制蚕蛹油的利用	230
6.3.4	蛹油的水解及脂肪酸的提取	230
6.3.5	蛹油制备环氧脂肪酸酯	232
6.3.6	蛹油制备表面活性剂	234
6.3.7	蛹油制备壬二酸和聚酰胺纤维	235
6.3.8	蛹油制肥皂	237
6.3.9	蛹油制润滑油	238
第四章	蚕蛹蛋白质的开发利用	239
6.4.1	蚕蛹蛋白质的理化性质和营养评价	239
6.4.2	蛹酪素的制取	241
6.4.3	食用蛋白质的制备	242
6.4.4	蛹蛋白水解物的制备	248
第五章	蚕蛹几丁质的开发利用	252
6.5.1	几丁质及其化学改性产物	252

6.5.2	几丁质及其衍生物的应用	255
6.5.3	附:从虾、蟹壳中提取壳聚糖	256
第七篇 菌草与农林副产品的利用		258
第一章 菌草学及其发展		259
7.1.1	菌草和菌草学的由来	259
7.1.2	食用菌及其对农林副产品的利用	261
7.1.3	药用真菌	265
7.1.4	菌草学科研动态及展望	267
第二章 食用菌栽培的进展		270
7.2.1	合成料栽培双孢蘑菇	270
7.2.2	黑木耳的代料栽培	272
7.2.3	废棉花波浪式床栽草菇	275
7.2.4	圆柱立体大袋栽培平菇	277
7.2.5	竹荪的栽培技术	278
7.2.6	人工栽培冬虫夏草的研究	282
第三章 菌草的液体深层发酵		285
7.3.1	菌草深层发酵的国内外动态	285
7.3.2	菌草深层发酵的基本工艺	290
7.3.3	菌草深层发酵的特异性和菌丝的营养成分	293
第四章 菌草的深加工		297
7.4.1	食用菌食品的加工	297
7.4.2	生理活性物质的制备	299
7.4.3	药源和食品添加剂的开发	301
第五章 菌草学的研究方法		303
7.5.1	菌种的分离	303
7.5.2	单孢子分离技术	304
7.5.3	诱变育种技术	306
7.5.4	原生质体融合	307
7.5.5	细胞核染色技术	309
7.5.6	菌草极性研究	311
第八篇 附录		313
附1 实验室及其使用规则		313
附2 元素原子量表		316
附3 常用酸、碱、盐溶液及指示剂的配制		318
附4 常用缓冲液的配制		321
附5 生物资源的基本物质分析方法		324

附 6 离子交换树脂的处理与再生	330
附 7 离心机转数(rpm)与相对离心力(RCF)的换算	332
附 8 主要参考文献资料	334

第一篇

绪 论

第一章 生物资源的特点与分布

大家经常说到资源,因为它是人类社会赖以生存发展的物质基础,如人力资源、矿产资源、水利资源、土地资源等。什么是生物资源呢?对此,迄今尚未看到一个完整的定义。综合众家所云,所谓生物资源应包括生物种类、生物量(Biomass)及再生生物资源,即以生物量为原料进行加工所产生的副产品和“废弃物”。生物资源由于是继代增殖的,因此又称可再生的资源(Renewable Resources)。生物资源再利用,在这里主要指生物资源的初次利用后的再利用。

地球上的生物,不外乎植物、动物和微生物。生物种类繁多,功能各异,资源非常丰富。我们现在已知的生物种类,除微生物外,有 170 多万种(表 1-1)。据估计,这不过占自然界总数的 1/3~1/2。

表 1-1 地球上不同类群的生物种数 *

类 群	已鉴定种数	估计种数
哺乳动物	4 170	4 300
鸟类	8 715	9 000
爬行动物	5 115	6 000
两栖动物	3 125	3 500
鱼类	21 000	23 000
无脊椎动物(昆虫)	1 300 000	4 400 000
维管束植物	250 000	280 000
无维管束植物	150 000	200 000
总计 **	174.2 万	492.6 万

* 引自 World Resources Institute et al:《World Resources》,1986

** 约略值

从表 1-1 可知,在已知的生物中,植物有 40 万种,其中有 8 万多种可供人类食用,现

在利用的不过 3 万多种;鱼类有 2 万多种,人类现在利用的才几种。

我们初步研究的微生物约几万种,不超过自然界总数的 10%。微生物的代谢产物发现有 1 300 多种,而今大量生产的不过 100~200 种。

生物量就是生物生长发育所积累的物质总量。生物生长发育,从小到大,就是生物量积累的结果。不同的生物代谢类型不同,积累的生物量的性质和多少就不同。植物的根、茎、叶、花、果实、种子,动物的毛、皮、骨、肉、蛋,微生物的菌体,以及它们所含的有机物等,都是生物量。

在地球上,太阳是能量流动的源泉。绿色植物利用太阳能进行光合作用提供的生物量,估计每年有 1 550 亿 t 干物质。其中森林的生物量约占 44%,农作物占 6%,海洋生物占 35%(表 1-2)。光合作用提供的生物量是一切生物资源的物质基础。从根本上来说,人类、动物的食品和其他必需物质,如纺织品、纸张、皮革等,都是来源于这些光合作用产物。

表 1-2 地球上光合作用产率的分布 *

类别	净产率(%)
森林	44.3
牧场	9.7
栽培作物	5.9
沙漠和半沙漠	1.5
淡水	3.2
海洋	35.4

* 摘自 J. E. Smith:《Biotechnology》,1981

以生物量为直接原料的工业产生了大量的副产物、下脚料或废弃物,如粮油和食品工业、淀粉生产、果蔬加工以及酿造和发酵工业等。这样的副产物和“废弃物”是生物资源经过加工后再生的可以利用的物质,数量大,分布广,概括起来称之为再生的生物资源,简称再生资源(表 1-3),我们必须正确认识、充分估价生物资源再利用的价值,以便最大限度地利用它们,实现我们的未来“清洁生产”的目的。

表 1-3 一些再生资源及其来源

农畜产品加工	林产加工	轻工食品发酵
秸秆(Straw)	废木材	糖蜜
蔗渣	树皮	酒精蒸馏废液
玉米芯	木屑	酒糟
咖啡、可可、椰子皮		果皮、果渣
废茶		食品工业废水
饼粕		乳清
糠麸		淀粉工业废水、废渣
废棉花		废杂鱼
肉食加工副产品		生活垃圾、污水
动物废弃物(羽毛、血、粪便)		抗菌素、丙酮、丁醇等
		发酵工业废渣
		亚硫酸纸浆废液

参考 J. E. Smith:《Biotechnology》,1981

生物资源都是由有机高分子物质组成的。根据其主要组分,可分别称其为淀粉、纤维素、木质素、蛋白质、脂肪及维生素源。谷物、土豆、薯类等为淀粉源;甜叶菊、甘蔗、甜菜等为糖源;秸秆、木材等为纤维素—木质素源;饼粕、羽毛等为蛋白质源……。当然,生物资源都不是单一组分,而是一种复合物。淀粉、蛋白质和脂肪,往往都存在于一种资源内,只不过是各组分所占比例不同,称为淀粉源者是淀粉含量较高而已。

生物资源的基本特点是天然性和再生性。它们在自然界中的循环再生主要表现为碳和氮素的循环(图 1-1)。

碳素的循环主要通过两种作用:产氧光合作用和呼吸与燃烧作用。化能自氧微生物及其他生物还原合成 CO_2 的作用对自然界的碳素循环贡献是很小的。绿色植物通过光合作用把 CO_2 和 H_2O 合成为碳水化合物,并放出氧气。异氧生物通过呼吸使有机物分解,再产生 CO_2 和 H_2O ,又为光合作用提供原料,所有生物的呼吸作用都参与这个循环。大部分有机物质的分解氧化是靠细菌和真菌等微生物进行的。

在一定的环境条件下,积累的未分解的有机物沉积于地层内,脱离生物圈被矿化封存,这就是泥炭、煤、石油、天然气等矿产资源的来源。矿产资源只有在开采后,通过人工的转化作用和燃烧,才能再进入碳素循环。

氮的循环是在大气中的氮气和微生物、植物、动物之间,通过固定(合成)和释放(分解)的作用进行的。据测算,每年循环周转的氮素在 $10^8 \sim 10^9 \text{t}$ 。其中,限制性环节是对大气中氮素(N_2)的固定作用。生物的固氮主要是固氮细菌的作用,占整个固氮作用的 90% 以上。非生物的固氮作用微不足道,约占 0.5%,人工合成氨,即化学固氮,也只占 5% 左右。

由此可见,生物资源与矿产资源不同。它们是含有氮、碳、氧的有机物,在自然界中能够不断地循环产生,因此可以说取之不尽,用之不竭。

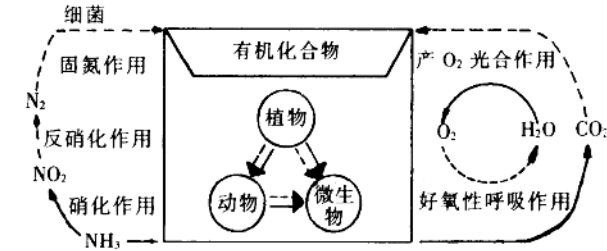


图 1-1 在自然界中碳和氮的主要循环途径

→表示氧化分解 表示还原合成 ⇌表示物质转移

参考 R. Y. Stanier:《The Microbiol. World》,1976

第二章 开发利用生物资源的重要性

生物资源的开发利用具有重要的战略意义。长期以来,石油、天然气、煤等含碳物质,为人类的高度工业化和集约能源的文明作出了重大贡献。但是,沉积的矿物资源的贮量是有限的。按目前能源消耗计算,可再利用率石油天然气资源仅可能满足人类使用 7 000 年。因此,科学家纷纷建议,要加速对可再生的光合作用产物进行开发,为化学工业提供基本原料。这就是说,要把生物资源的开发利用放到应有的重要位置。

化学工业原料从矿物碳转化到可再生碳,这不是一代人能完成的。为后代考虑,从现在起就对可以再生的新资源的开发予以关注、支持,并卓有成效地进行工作,无疑是十分重要的。

现在,国内外许多科学家预言:21 世纪将是生物工程世纪。美国约·奈斯比特在《大趋势》一书中写道:“生物学对 21 世纪的影响就等于物理化学对 20 世纪的影响一样大。”但是,生物技术和应用必须建立在以生物资源为原料的基础上。如果化学工业仍以传统的石油、天然气和煤为基本原料,人们利用生物技术就没有紧迫感,也没有积极性,因为目前的化学工业,工艺成熟,设备完善,再去花钱变化学工艺为生物工程技术,不能产生更大的经济效益。所以,要想发展生物技术,必须做好生物资源的利用和开发工作。如果化学工业,由矿物资源为原料完全转化到以生物资源为原料,那么资源就源远流长,取之不尽,人类社会的经济发展就从必然王国走向自由王国。

从现实看,生物资源是很丰富的,但是利用率很低,其再生资源有很多甚至根本没有利用(表 1-4),反而严重地污染着环境,因此应进一步开发利用。

表 1-4 我国的一些再生资源

名 称	数量(万 t)
农作物秸秆	50 000~60 000 *
饼粕	1 000~1 200
棉子饼	400
菜子饼	250
豆饼、花生饼	400~480
稻壳	350
米糠	850
造纸废液木质素	30
酒精蒸馏废液	1 000
淀粉废渣	500
蚕蛹	15~30

* 据经验公式:麦草=小麦产量 $\times$ 1.8

稻草=稻谷 $\times$ 1

玉米秆=玉米产量 $\times$ 2.4

据统计,在淀粉、造纸、发酵工业中,原料利用率不超过50%~70%。如果这些资源能充分被利用,不仅能创造惊人的财富,而且避免污染环境。例如:淀粉工业废水,我国每年有500万t,用于生产饲料蛋白至少有10万t。全国有酒精蒸馏废液1000多万t,用来生产单细胞蛋白,按我们的实验结果,产率为1.3%,全国可年产13万t以上,产值3亿多元。

纤维素类生物资源在地球上可以说是最丰富的,在我国,仅农作物秸秆就有5亿~6亿t,它是低质燃料,作为能源烧掉,或者弃之不用,实在可惜,但如果作为氧化化学制品的原料则应用潜力是很大的。

现在,未利用的生物资源,特别是再生资源,有的排放于江河,有的堆积于空间,结果造成环境污染,所以生物资源的再利用也是环境保护和治理的重要内容。李鹏同志曾指出:“保护环境,治理环境是我国的一项基本国策,是造福于子孙后代的千秋大计。”

我们当代的任务,不仅是要满足我们这一代的需要,还要不危害后人满足其需要的能力。中国人口众多,资源消耗速度很快,对环境的压力很大。摆在我们地球人面前的只有两条路可走:一是养育地球,它通向繁荣昌盛;另一条是糟蹋地球,它通向死亡绝路。

人类的经济发展是以资源、生态和环境为代价的,为了解决生存空间的资源、生态和环境问题,人类必须最大限度地利用资源和最低限度地产生废弃物,以建立一个可持续发展的社会。

生物资源开发利用的重要性还体现在保护和利用各种生物及其功能上。有一些生物资源如果在没有开发利用之前就遭到破坏,那么人类需要的很多药品、食品、肥料、油料等就将永远失去同人类见面的机会。如果现有的一些生物绝种,那么人类能活多久可能要打个问号。人类社会要生存发展,必须保持人类与自然环境的长期和谐关系。

第三章 生物资源的利用现状与展望

自从地球上有了生命以来,生物资源也就随之而产生,而对生物资源的利用,也就由不自觉到自觉,在不同层次的技术水平上进行着。人和动物以绿色植物提供的生物量作为食品和饲料,人畜粪便及废弃物作为植物的肥料等,可以说是最原始的利用方式。

利用谷物酿酒在我国有几千年的历史。商代(约公元前 17 世纪初~公元前 11 世纪)已有记载,证明用谷物酿酒是受自然发酵的启发,随着农业发展才逐渐兴盛起来。晋代(265~420 年)的一篇《酒诰》中说:“酒之所兴,肇自上皇,或云仪狄,一曰杜康。有饭不尽,委余空桑,郁积成味,久蓄气芳。本出于此,不由其方。”这说明人工酿酒技术来自对自然发酵的认识和总结。

随着科学技术的发展和人民生活水平的提高,生物资源的加工利用不断深化。粮油食品加工已经历了初级加工、深加工和食品“合成”等几个阶段。一般的碾米、磨面、禽畜屠宰、榨油等属于初加工,淀粉制造、油的精炼是再加工。

在我国粮油人均占有量低,不能满足人民生活 and 国民经济需要的时候,粮油加工着眼于提高出品率。由于农业生产发展,人民生活水平的提高,粮油加工已开始向精米、精面和营养食品方向上迈进,随之就产生了大量副产品及所谓“废弃物”,从而造成一些资源的浪费。例如,用马铃薯生产淀粉,每生产 1t 淀粉,就有 120kg 蛋白质随废渣废液流失。

现在生物资源的利用主要是对淀粉、蛋白质、脂肪及糖类资源的利用,产品有几十类几千个品种(表 1-5)。

对生物资源进行深加工,微生物发酵法是重要途径。现在我国发酵工业总产值约占国民生产总值的 1.5%,许多产品产量名列世界前茅。据 1990 年统计,味精产量 17.6 万 t,抗菌素 1.8 万 t,分别是西方国家产量的 30%和 40%。在发酵工业中存在的主要问题是总体技术水平落后(表 1-6)和资源利用不充分,甚至废水残渣任其排放,对环境造成污染。

在世界上,美、日利用生物资源的微生物发酵工业较为发达。据美国统计,利用生物资源生产的氧化化学制品产量约有 28×10^6 t,占有机化学制品总量的 23%,加上它们的衍生物,总计约占一半。其主要产品有乙醇及其衍生物乙烯和 1,3-丁二烯及乙二醇、乙酸、丙酮、丁醇、己丙醇、己二酸、丙烯酸、甲基乙基丙酮、 α -丙二醇、甘油、柠檬酸、依康酸、乳酸、反丁烯二酸,以及甲烷、 CO_2 等。

生物资源蕴藏着巨大的潜力,它的开发利用,受到生物工程、化学、物理、机械等学科的专家和工程技术人员的高度重视,围绕着世界面临的能源、资源、环境、人口、粮食五大问题,正向纵深发展。

表 1-5 我国利用生物资源生产的主要产品

主原料	加工产品	初加工	再加工	深加工(精制发酵、化学转化等)
玉米 小麦 红薯 木薯 土豆	主产品	玉米面 面粉 红薯面	淀粉 糊精 各种食品 饲料	淀粉衍生物:直链淀粉、酸性淀粉、氧化淀粉、磷酸淀粉、接枝淀粉、羧甲基淀粉等 酒及饮料:白酒、黄酒、啤酒、格瓦斯等 医药:抗菌素类(青霉素、链霉素、土霉素、洁霉素、四环素、新霉素、妥布霉素、螺旋霉素、庆大霉素等80多种);维生素类(维生素C、B ₂ 等);核苷酸类(肌苷、ATP等);激素类(氧化可的松、泼尼松、氟氢松等) 酶制剂:蛋白酶、脂肪酶、淀粉酶、糖化酶、异构酶、葡萄糖氧化酶、纤维素酶等 有机酸类:柠檬酸、乳酸、醋酸、苹果酸、依康酸等 醇类:乙醇、甘油、丁醇及丙酮等 氨基酸类:谷氨酸、赖氨酸、亮氨酸、 γ -氨基丁酸等 糖类:葡萄糖、果葡糖浆、饴糖、黄原胶等
	副产品	渣 麸皮 米糠	黄粉 黄色素 食用蛋白 饲料蛋白	各种酒糟、抗菌发酵滤渣 酒精、味精及丙酮丁醇发酵废液生产饲料蛋白
水稻 谷子 高粱	主产品	大米 小米 高粱米	食品	白酒、黄酒、米酒、饴糖等
	副产品	糠 壳	糠油 饲料	水玻璃、活性炭、白炭黑、硅及四氯化硅、菲汀、植酸、肌醇、酪蛋白、高粱红色素等
豆类 及 油料	主产品	豆腐、粉丝 油脂	食用蛋白 豆乳、精炼油	酱油、豆豉等
	副产品	渣 饼粕 油脚	蛋白饲料 脂肪酸等	豆渣生产饲用维生素B ₂ 饼粕做发酵原料
糖源 (甘蔗、甜菜等)	主产品	食糖	精制饲料 糖果	营养食品等
	副产品	渣 废糖蜜		蛋白饲料 酒精、酵母、味精
水果	主产品	果汁 脆片	饲料、果酱 果脯、罐头	果酒、果脯、调味品等
	副产品	渣	饲料	菠萝皮做菠萝蛋白酶等
动物 脏器、 羽毛等	产品	胰蛋白酶、胃蛋白酶、尿激酶、超氧化物歧化酶、细胞色素C、胆红素、肝素、胰岛素、表皮生长因子、胱氨酸、复合氨基酸、促性腺激素、蛋白饲料等		

表 1-6 主要发酵产品国内外水平比较

产品名称	发酵水平		产品名称	发酵水平	
	世界	中国		世界	中国
青霉素	6.0 万~6.5 万 u/ml	3.5 万 u/ml	黄原胶	50m ³ 罐 年产 200~240t	50m ³ 罐 年产 60~70t
谷氨酸	140g/L	60~90g/L	柠檬酸	19%~22%	12%~15%
赖氨酸	80~90g/L	60~70g/L	肌苷酸	50~80g/L	10g/L
亮氨酸	30g/L	20g/L	黄苷酸	60~70g/L	—
糖化酶	30 万 u/ml	15 万~20 万 u/ml	鸟苷酸	50~60g/L	5g/L
高温 α-淀粉酶	250 u/ml	150 u/ml	维生素 C	无两步发酵 一步发酵在研究	有两步发酵 一步发酵在研究
碱性蛋白酶	2.8 万 u/ml	1.0 万~1.5 万 u/ml			

引自张启先:《科学导报》,1,44~47,1992

(1)能源:到 2000 年后,人口的增加,土地的减少,可利用的煤、石油贮量下降,势必造成能源紧张,因此世界各国都在组织力量进行新能源的开发研究。美国能源部拟定了纤维素发酵技术研究计划,规划到 2000 年利用纤维素制酒精 15 000 亿 L,欧洲共同体耗资 2.27 亿美元在意大利建一座以生物资源为原料年产 40 万 t 酒精的工厂。

把生物资源转化成乙醇或其他化工原料,把“废弃物”转化成甲烷,用光合细菌产生氢,将发酵产物多糖类物质用于三次采油,提高出油率,这些将为解决世界能源危机作出贡献。

(2)单细胞蛋白的生产:人类食品构成要转化到以肉、蛋、奶为主,必须大力发展畜禽养殖业,而畜牧业发展决定饲料工业。近几年来我国饲料工业发展很快,混配饲料年产量已达 3 200 多万 t,居世界第 3 位。

饲料工业的发展需要大量的饲料蛋白,我国饲料蛋白的不足已成为饲料工业,特别是配合饲料生产的限制因素。现在全世界饲料蛋白的产量为 1.3 亿 t,缺口为 4 000 万 t,到 2000 年预计需求量为 2.35 亿 t。据报道,抗菌素发酵滤渣、制糖和淀粉废液、亚硫酸纸浆废水、味精、丙丁发酵废液等再生资源,都可以用来生产单细胞蛋白(图 1-2),以提供优质的饲料蛋白。

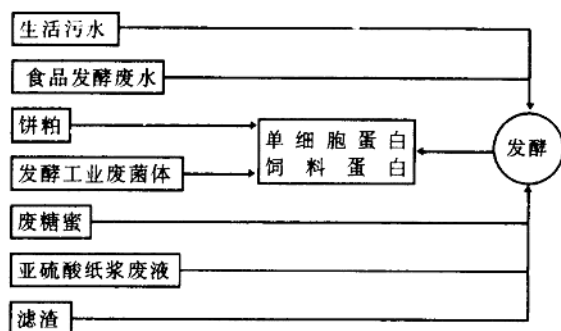


图 1-2 蛋白饲料生产途径

(3)化工基本原料的生产:淀粉通过酸或酶水解转化成单糖,再经过微生物发酵,进而转化成很多有机化合物(表 1-5)。但是,微生物代谢产物有 1 300 多种,而今大量生产的不过上百种。可见,微生物利用生物资源具有生产很多化学产品及其衍生物的潜力(图 1-3)。