

发酵行业系列培训教材

中国生物发酵产业协会
China Biotech Fermentation Industry Association

杜军 主编

发酵行业环境工程师 培训教材

清华大学出版社



发酵行业系列培训教材

杜军 主编

发酵行业环境工程师 培训教材

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是发酵行业系列培训教材之一,按照《中华人民共和国环境影响评价法》相关要求,结合发酵行业建设项目工程案例编写而成。本书主要介绍了发酵行业的发展现状及存在的问题、国家相关产业政策、环境影响识别与评价因子筛选、污染防治措施、清洁生产水平评价、环境影响的经济损益分析、公众参与等相关内容,并结合发酵行业建设项目工程案例,详细介绍了建设项目环境影响评价报告的编制要点。

本书可供相关科研院所、高等院校和企业等环境影响评价工作的科研管理人员、科研工作者和研发生产人员借鉴与参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

发酵行业环境工程师培训教材/杜军主编.--北京:清华大学出版社,2011.11

(发酵行业系列培训教材)

ISBN 978-7-302-27451-3

I. ①发… II. ①杜… III. ①发酵工业—环境管理—技术培训—教材
IV. ①X322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 242356 号

责任编辑:张占奎

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:170×230 印 张:13.75 字 数:272 千字

版 次:2011 年 11 月第 1 版 印 次:2011 年 11 月第 1 次印刷

定 价:28.00 元

产品编号:042144-01

编委会名单

顾 问：石维忱

主 编：杜 军

副主编：邱 博 万红兵

编 委（按姓氏笔画排序）：

王 晋 卢 涛 田玉兰 冯志合 李建军

陈三山 陈泽文 欧阳宇红 曹文杰

环境影响评价制度是我国的一项基本环境保护法律制度,是对规划和建设项目实施后可能造成的环境影响进行分析、预测和评估,提出预防或者减轻不良环境影响的对策和措施,进行跟踪监测的方法与制度。

为了使环境影响评价人员更好地了解我国发酵行业环境评价与规划工作实践,掌握发酵行业建设项目环境影响评价的基本方法,按照相关要求,中国发酵工业协会组织行业专家、企业高级管理人员和工程技术人员编写了《发酵行业环境工程师培训教材》。

本书针对发酵行业的特点,按照《中华人民共和国环境影响评价法》相关要求,结合发酵行业建设项目工程案例整理扩充而成。全书共分为9章,主要介绍发酵行业发展现状及存在问题、相关产业政策、环境影响识别与评价因子筛选、污染防治措施、清洁生产水平评价、环境影响的经济损益分析、公众参与等相关内容,并结合发酵行业工程案例,详细介绍建设项目环境影响评价报告的编制要点,使相关人员更好地了解我国发酵行业环评工作,掌握发酵行业建设项目环境影响评价的基本方法,提高发酵行业环境工程师的技术水平和业务素质。

在课题研究和本书编写过程中,得到了很多专家学者的指导与帮助,有关部门和企业也给予了大力支持,特别是天津科技大学、山东轻工业学院、菱花集团有限公司、无锡晶海氨基酸有限公司、宁夏圣花米来生物工程有限公司为本书的出版提供技术指导和建设项目案例,在此一并表示衷心感谢。

由于时间仓促和编写人员水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请同仁和读者不吝批评指正,以便我们在今后工作中进一步改进和完善。

编 者

2011年5月

第一章 发酵工业概况	1
一、发酵概述	1
二、发酵工业发展历史	2
三、发酵工业的定义	3
四、发酵工业的特点	4
五、我国发酵工业现状	5
六、存在的主要问题	9
第二章 发酵工业环境保护相关政策	10
第三章 工程分析	25
一、工程分析的作用	25
二、工程分析的基本原则	26
三、工程分析的方法	26
四、工程分析的主要内容	29
五、典型实例	35
六、工程分析应关注的问题	40
第四章 环境影响识别与评价因子筛选	42
一、环境影响概述	42
二、环境影响识别	44
三、环境影响识别的方法	46
四、环境影响评价因子的筛选	47
第五章 污染防治措施	50
一、味精生产产污环节	50

二、味精废水综合利用与末端处理概况	53
三、废母液综合利用措施	53
四、废水末端治理措施	57
五、污染防治应关注的问题	58
第六章 清洁生产评价	59
一、建设项目清洁生产分析的一般要求	59
二、清洁生产分析指标体系	60
三、建设项目清洁生产分析方法和程序	63
四、清洁生产应关注的问题	64
第七章 环境影响的经济损益分析	65
一、环境影响经济损益分析概述	65
二、环境影响经济评价方法	66
三、费用效益分析	67
四、环境影响经济损益分析的步骤	70
五、环境影响经济损益分析典型案例	72
第八章 公众参与	76
一、公众的范围	76
二、公众参与内容	78
三、公众参与的方法步骤与主要形式	79
四、环境影响报告书公众参与篇章的编写要求	82
五、典型案例	82
第九章 环境影响评价报告书的编制	87
一、环境影响报告书编制的总体要求	87
二、环境影响报告书的编制内容	87
三、环境影响报告书结论	88
四、典型案例	89
附录 A 味精工业污染物排放标准(GB 19431—2004)	125
附录 B 柠檬酸工业污染物排放标准(GB 19430—2004)	131

附录 C 清洁生产标准 味精工业(HJ 444—2008)	137
附录 D 清洁生产标准 淀粉工业(玉米淀粉)(HJ 445—2008)	145
附录 E 发酵行业清洁生产评价指标体系(试行)	153
附录 F 酵母工业水污染物排放标准(GB 25462—2010)	176
附录 G 淀粉工业水污染物排放标准(GB 25461—2010)	183
附录 H 味精行业现场环境监察指南(试行)	190
参考文献	210

发酵工业概况

一、发酵概述

“发酵”一词在《辞海》里的解释是“发酵一般泛指利用微生物制造工业原料或工业产品的过程。发酵可以在无氧或有氧的条件下进行。前者如酒精发酵、乳酸发酵和丙酮、丁醇发酵,后者如抗生素发酵、醋酸发酵、氨基酸发酵和维生素发酵等。在微生物能量代谢中,发酵仅指专性厌氧微生物和兼性厌氧微生物在无氧条件下利用各种有机物获得能量的一种方式。如某些酵母菌通过糖酵解途径从分解葡萄糖产生酒精的过程中获得能量”。

“fermentation”(发酵)这个英文术语最初是由拉丁语“ferver”(发泡、沸涌)派生而来的,其意思是指酵母菌作用于果汁或发芽谷物,进行酒精发酵时产生二氧化碳的现象,就像轻轻开启啤酒瓶盖后所看到的现象那样。其实,将发酵现象与微生物生命活动联系起来考虑,应归功于法国科学家、微生物学奠基人之一——巴斯德(Louis Pasteur),他第一个探讨了酵母菌酒精发酵的生理意义,认为发酵是酵母菌在无氧状态下的呼吸过程,即无氧呼吸,并阐明了它也是生物获得能量的一种方式。这一阐述尽管不很全面,但至今仍然是正确的。

从微生物学的观点来看,发酵是指微生物细胞将有机物氧化释放的电子直接交给底物本身未完全氧化的某种中间产物,同时释放能量并产生各种不同的代谢产物。在发酵条件下有机化合物只是部分地被氧化,因此,只释放出一小部分的能量。发酵过程的氧化是与有机物的还原耦联在一起的。被还原的有机物来自于初始发酵的分解代谢,即不需要外界提供电子受体。发酵的种类很多,可发酵的底物有糖类、有机酸、氨基酸等,其中以微生物发酵葡萄糖最为重要。

生物化学上发酵的定义是指在无氧条件下,底物在酶催化下脱氢后所产生的还原力,不经过呼吸传递而直接交给某一内源氧化型中间代谢产物的一类低效产能反应。

当今人们把利用微生物在有氧或无氧条件下的生命活动来大量生产或积累微生物细胞、酶类和代谢产物的过程统称为发酵。

二、发酵工业发展历史

早在公元前二三千年甚至六七千年以前,我国人民就已经利用微生物进行“曲蘖酿酒”。古埃及也开始制造啤酒。但是作为发酵工业却是近百年才发展起来的。它的发展大致经历如下几个阶段。

1. 天然发酵阶段

从史前到 19 世纪末,在微生物的性质尚未被人们所认识时,人类已经利用自然拌种方法进行发酵制品的生产,主要产品有酒、酒精、啤酒、干酪、酸乳以及酵母等。当时实际上还谈不上发酵工业,而仅仅是家庭式或作坊式的手工业生产。多数产品为厌氧发酵,非纯种培养,凭经验传授技术和产品质量不稳定是这个阶段的特点。

2. 纯培养技术的建立

在巴斯德卓越的工作之后,微生物学发展史上的又一奠基人科赫(Koch)建立了微生物分离纯化和纯培养技术,人类才开始了人为地控制微生物的发酵进程,从而使发酵的生产技术得到巨大的改良,提高了产品的稳定性,这对发酵工业起了巨大的推动作用。由于采用纯种培养与无菌操作技术,包括灭菌和使用密闭式发酵罐,使发酵过程避免了污染;使生产规模扩大;使产品质量提高。特别是在第一次世界大战中,由于战争的需要,使丙醇、丁醇和甘油等工业飞速发展,不仅建立起真正的发酵工业并逐渐成为化学工业的一个部分。此外,由于酵母生产的日益扩大,发酵过程中供氧不足,导致菌体生产受影响和乙醇的积累,开始出现发酵及设有空气分布器的发酵罐,因此可以认为纯培养技术的建立是发酵技术发展的第一个转折时期。

3. 通气搅拌发酵技术的建立

青霉素的问世,给人类医疗保健事业做出了巨大贡献,使千百万生命免除了死亡的威胁,同时在发酵工业发展史上也开创了崭新的一页。由抗生素发酵开始发展起来的通气搅拌液体发酵技术是现代发酵工业最主要的生产方式,它使需氧菌的发酵生产从此走上大规模工业化生产,并且逐渐形成和建立起生化工程学科。与此同时也有力地促进了菌体转化、微生物酶与氨基酸发酵工业的迅速发展,因而认为通气搅拌发酵技术的建立是发酵工业发展的第二个转折点。

4. 代谢控制发酵技术

随着生物化学、微生物生理学以及遗传学的深入发展,对微生物代谢途径和氨基酸生物合成的研究和了解的加深,人类开始利用调控代谢的手段进行微生物选种育种和控制发酵条件。1956 年日本首先成功地利用自然界存在野生的生物素缺陷型菌株进行谷氨酸发酵生产。此后,赖氨酸、苏氨酸等一系列氨基酸都采用发酵法生

产。显然,利用微生物生物生产氨基酸是以代谢调控为基础的新的发酵技术。它是根据氨基酸生物合成途径用遗传育种方法进行微生物人工诱变,选育出某些营养缺陷株或抗代谢类似物的在营养条件进行控制的情况下发酵生产,使之大量积累人们预期的氨基酸。由于氨基酸发酵而开始的代谢控制发酵,使发酵工业进入了一个新的阶段。随后,核苷酸、抗生素以及有机酸等也利用代谢调控技术进行发酵生产。

5. 开拓发酵原料时期

传统的发酵原料主要是粮食、农副产品等糖质原料,随着作为饲料酵母及其他单细胞蛋白的需要日益增多,急需开拓和寻找新的糖质原料。因此石油化工副产物石蜡、醋酸、甲醇以及甲烷等碳氢化合物被用来作为发酵原料,开始了所谓石油发酵时期。由于碳氢化合物大规模生产单细胞蛋白,使发酵罐的容量发展到前所未有的规模,同时以碳氢化合物为原料在发酵时氧耗大,这就给发酵设备带来新的要求,发展出循环式、喷射式等多种发酵罐,并用计算机控制进行灭菌,控制发酵 pH 和应用氧电极等措施,使发酵生产向自动控制前进一大步。

6. 基因工程阶段

20 世纪 70 年代开始,由于 DNA 体外重组技术的建立,发酵工业又进入一个崭新的阶段,即以基因工程为中心的生物工程时代。基因工程是采用酶学的方法,将不同来源的 DNA 进行体外重组,再把重组 DNA 设法转入受体细胞内,并进行繁殖和遗传下去。这样人们就能够根据自己的意愿将微生物以外的基因构件导入微生物细胞内,从而达到定向地改变生物性状与功能,创造新的“物种”,使发酵工业能够生产出自然界微生物所不能合成的产物。这大大地丰富了发酵工业的范围,使发酵工业发生革命性变化。

三、发酵工业的定义

随着科学技术的发展,发酵作为一门工程学科的定义不断得到发展和充实。目前人们把借助微生物在有氧或无氧条件下的生命活动来制备微生物菌体本身,或其直接代谢产物或次级代谢产物的过程统称为发酵。所谓发酵工业,就是利用生物的生命活动产生的酶,对无机或有机原料进行酶加工(生物化学反应过程),获得产品的工业。其主体是利用微生物进行生化反应的工业。它应包括传统发酵(有时称酿造),如酱油、醋、酒类等的生产,也包括近代的发酵工业,如酒精、乳酸、丙酮-丁醇等,还包括目前新兴的如抗生素、有机酸、氨基酸、酶制剂、核苷酸、生理活性物质、单细胞蛋白等发酵生产。根据以往的观念,有人将发酵工业划分为食品发酵工业(food fermentation industry)和非食品发酵工业(non-food fermentation industry)两大类。在我国常常把由复杂成分构成的,并有较高风味要求的发酵食品,如啤酒、白酒、黄酒、清酒、葡萄酒等饮料酒以及酱油、酱、豆豉、腐乳、酱腌菜、食醋等副食佐餐调味品

的生产称为酿造工业(brewing industry);而把经过纯种培养,提炼精制获得的成分单纯、无风味要求的酒精、抗生素、柠檬酸、谷氨酸、酶制剂、单细胞蛋白等的生产叫做发酵工业(fermentation industry)。

从发酵和发酵工业的定义可知,要实现发酵过程并得到发酵产品,就必须具备以下几个条件:①要有某种适宜的微生物;②要保证或控制微生物进行代谢的各种条件(培养基组成、温度、溶氧浓度、酸碱度等);③要有进行微生物发酵的设备;④要有将菌体或代谢产物提取出来并精制成产品的方法和设备。

20世纪70年代初,在分子生物学和细胞生物学基础上发展起来的新兴技术领域——生物技术或生物工艺学,极大地促进了发酵工业的发展。现代发酵工业是将传统发酵技术和现代DNA重组、细胞融合等新技术相结合并发展起来的现代生物技术,并通过现代化学工程技术,生产有用物质或直接用于工业化生产的一种大工业体系。目前,我国相继建立起许多独立的工业体系,如食品、饲料、酒精、抗生素、有机酸、酶制剂、氨基酸、维生素、甾体激素和单细胞蛋白等工业部门。

四、发酵工业的特点

发酵工业是利用微生物所具有的生物加工与生物转化能力,将廉价的发酵原料转变为各种高附加值产品的产业,其主要特点如下。

(1) 发酵过程一般都是在常温常压下进行的生物化学反应,反应条件比较温和,因此没有爆炸之类的危险,各种设备都不必考虑防爆问题。

(2) 原料通常以较廉价的原料(如淀粉、糖蜜、玉米浆或其他农副产品等),加入少量各种有机和无机氮源,生产较高价值的产品。有时甚至可利用一些废物作为发酵原料,变废为宝,实现环保和发酵生产的双赢。

(3) 发酵过程是通过生物体的自适应调节来完成的,反应的专一性强,因而可以得到较为单一的代谢产物。

(4) 由于生物体本身所具有的反应机制,能高度选择性地对较为复杂的化合物进行特定部位的氧化、还原、官能团导入等反应,产生比较复杂的高分子化合物。

(5) 制造发酵产物的微生物菌体本身也是发酵产物,富含维生素、蛋白质、酶等有用产物,因此,除特殊情况外,发酵液一般不会对生物体产生危害。

(6) 发酵工业在操作上需注意防止杂菌污染,进行设备的冲洗、灭菌、空气过滤等,全过程在无菌状况下运转。

(7) 发酵生产不受地理、气候、季节等自然条件的限制,可以根据需要安排生产多种多样的发酵产品。

与传统的发酵工艺相比,现代发酵工业除了使用从自然界筛选的微生物外,还可以采用人工构建的“基因工程菌”进行生物产品的工业化生产,发酵类型不断创新,而且发酵设备自动化、连续化程度越来越高,发酵水平在原有基础上得到了大幅度

提高。

五、我国发酵工业现状

发酵工业是传统发酵技术和现代生物技术相结合,以含淀粉(或糖类)的农副产品为主要原料,采用生物细胞或酶的生物催化功能,进行大规模的物质加工与转化,生产高附加值产品的工业体系,是生物制造领域的重要组成部分。目前我国发酵工业主要包括氨基酸、有机酸、淀粉糖、酶制剂、酵母、多元醇及功能发酵制品等行业。进入“十一五”以来,在国家产业政策指导下,随着科技创新和技术进步、科技推广应用和产业化步伐的加快,发酵工业产品空间进一步拓展,产品产量、质量稳步提高,节能减排取得初步成效,自主创新能力进一步提高,行业知名度及形象也进一步提升。

1. 产品产量不断提高,产品结构调整取得新进展

2006—2010年,我国发酵工业主要产品的总产量保持稳定增长,平均年增长率为15.3%,显示出强大的活力,2010年发酵工业主要行业产品总产量约1 800万t,同比增长16.8%;工业总产值达2 000亿元以上,同比增长15.6%,详见图1-1及表1-1。

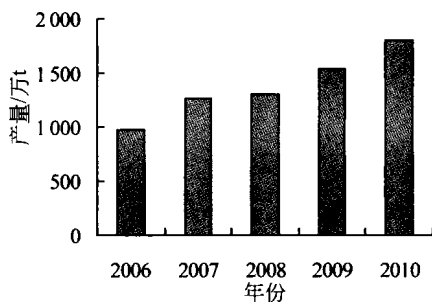


图 1-1 2006—2010 年发酵工业主要产品总产量情况

表 1-1 2006—2010 年发酵工业主要产品产量

单位: 万 t

产 品	年 份				
	2006	2007	2008	2009	2010
味精	164	191	184	210	216
柠檬酸	72	89	89	87	98
乳酸	8	11	8	10	12
淀粉糖(醇)	560	760	721	833	1 029
酶制剂	53	59	61	70	78
酵母	15	17	19	21	24
合计	872	1 127	1 082	1 231	1 457

2. 自主创新能力显著增强,生产技术和装备水平快速提高

发酵行业属于技术密集型产业,技术创新活跃,企业越来越重视技术开发,科研方面的投入持续增长。据调查,发酵行业企业研发投入约占销售收入的 4.5%,有的可高达 10% 以上,获得的专利成果数量也逐年递增,从而带动行业的技术水平不断提高、技术装备日益先进、产品质量大幅提高。

目前,发酵行业已经建立了 4 个国家级工程研究中心,分别是西王集团有限公司、鲁洲生物科技(山东)有限公司、保龄宝生物股份有限公司和安琪酵母股份有限公司、企业自主创新能力得到迅速提高;先后认定了 6 个行业专项技术研究中心,与两所高等院校共建行业技术研究中心,与国家工程技术中心共同构成发酵行业技术中心网络,肩负着发酵工业重大共性技术、关键技术的研究开发与推广应用的任务。与此同时,中国生物发酵产业协会创建了发酵行业技术创新服务平台,建立了专家资源库、技术需求库和项目成果库,并组建了氨基酸技术服务中心、氨基酸产业技术创新战略联盟、酶制剂创新发展服务联盟、发酵行业废气治理研究与推广中心、发酵行业废水治理研究与推广中心,培养了一批专业化的服务队伍,对推动发酵行业的科技进步起到引领和助推的作用。

为贯彻落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》和《促进生物产业加快发展的若干政策》,有效提高科技成果向生产力转化的成功率,加速产业创新,2010 年,协会分别在天津、山东筹建国家级生物产业中试及产业化示范基地、国家级生物技术孵化和产业化服务基地,加速行业科技创新与成果转化。

3. 出口稳定增长,国际竞争力大幅提升

“十一五”期间,我国发酵行业出口量持续增长,国际竞争力显著提高。2006—2010 年,发酵工业主要产品出口呈现稳定增长的态势,主要产品出口总量年均增长率为 19.1%,出口总额年均增长率为 20.7%。2010 年,我国发酵行业主要产品出口总量达 263.9 万 t,出口总额达 28 亿美元,详见表 1-2 及表 1-3。

表 1-2 2006—2010 年发酵工业主要产品出口量

单位: 万 t

产 品	年 份				
	2006	2007	2008	2009	2010
味精、谷氨酸及其盐	25.8	21.7	21.6	26.5	21.8
赖氨酸及其盐和酯	14.2	14.5	9.2	10.1	14.7
柠檬酸及其盐和酯	57.1	70.8	68.7	76.2	85.1
乳酸及其盐和酯	3.1	3.2	3.3	4.1	5.3
淀粉糖(醇)	61.7	89.5	109.4	96.5	120
酶制剂	3.5	4.7	6.5	6.8	8.2
酵母	3.9	4.4	5.6	7.7	8.8
合计	169.3	208.8	224.3	227.9	263.9

表 1-3 2006—2010 年发酵工业主要产品出口额

单位：万美元

产 品	年 份				
	2006	2007	2008	2009	2010
味精、谷氨酸及其盐	23 263.4	20 665.7	24 824.0	33 582.3	30 911.5
赖氨酸及其盐和酯	12 541.3	14 595.1	14 124.7	11 831.2	23 379.6
柠檬酸及其盐和酯	40 333.8	52 706.3	71 500.5	63 177.4	80 271.7
乳酸及其盐和酯	2 645.3	3 162.1	4 040.1	4 856.5	6 319.8
淀粉糖(醇)	52 314.1	81 270.1	112 640.4	71 120.1	98 505.8
酶制剂	12 546.1	12 707.7	18 182.7	20 243.1	23 270.0
酵母	5 792.3	6 995.0	10 195.3	15 652.1	17 871.7
合计	149 436.3	192 102	255 507.7	220 462.7	280 530.1

4. 企业规模扩大,产业集中度增强

“十一五”期间,在国家相关产业政策的指引下,我国发酵行业企业布局发生了变化,已经从中小企业为主体转变为大企业、大集团为主导地位的格局。随着企业生产经营水平和市场信用的提高,发酵行业已经形成了一批跨地区、跨行业且具有较强竞争力的优势企业、集团。

发酵工业是资金和技术密集型产业,资源综合利用水平高、产业链长、环保设施好、具有高附加值产品的企业在市场中占有优势,经过多年的市场竞争和行业协会的有效引导,行业的产业结构得到有效调整,企业的竞争力增强,产业的集中度大大提高,详见表 1-4。

表 1-4 我国发酵行业产业集中度情况

行 业	产量/万 t	企业个数	产量占总量比例/%
味精行业	≥10	7	84
柠檬酸行业	≥6	5	78
乳酸行业	≥2	2	73
淀粉糖行业	≥20	7	60
酵母行业	≥4	3	67

5. 产品质量及安全水平不断上升,产品标准有序规范

“十一五”期间,发酵行业的企业管理体系建设已走上了科学、高效、健康的发展轨道,先进的管理理念和管理方法已在行业中广泛应用。行业中大中型企业均通过了 ISO 9000 系列认证,有不少企业通过了 ISO 14000 和 HACCP、GMP 认证,还有部分企业通过了 OHSAS18001、IP、kosher 及 HALAL 认证,建立了严格的产品质量管理体系,规范了企业的生产条件和生产经营行为,有力地保证了食品的安全可靠。一

系列以食品安全标准为重点的发酵产品标准体系建设有序开展,产品品质从整体上接近国际先进水平,部分产品已达到国际先进水平。企业的主体资格和生产经营行为得到有效规范,生产条件和经营环境更加符合食品安全和卫生标准的要求,产品抽检合格率呈上升趋势,产品安全水平有很大提高。同时,标准化建设工作受到行业的高度重视,企业参与制标的积极性越来越高,推进发酵行业标准化建设的组织体系已初步形成。“十一五”期间,发酵行业企业有近百家公司参与了国家相关标准的制订和修订工作,共制订和修订标准 50 多项。

6. 产业集群发展,形成以原料主产区为主的区域布局

受原料供应、环境保护和生产成本等因素的影响,发酵工业的产业布局由沿海港口等经济发达地区向原料产地转移的趋势明显。山东、东北三省、内蒙古、河北、河南和安徽等 8 个玉米产区深加工消耗玉米量占全国深加工玉米消耗总量的 80% 以上,味精、柠檬酸、赖氨酸、乳酸、淀粉糖(醇)行业主要分布在这些地区;同时以禹城-功能糖城、昌乐-柠檬酸特色区域为代表的产业集群正在逐步兴起,成为新的增长点。目前,我国酵母行业主要分布在湖北、广东、广西、安徽等地区;酶制剂行业主要分布在江苏、湖南、湖北、山东等地区;此外,宁夏、甘肃等西北地区也有发酵行业企业的分布。

7. 大力发展循环经济,节能减排初见成效

在国家产业政策的正确引导下,发酵工业企业已经越来越认识到发展循环经济和节能减排的重要性和必要性,努力提高原料转化率、副产品的综合利用率,加大对生产过程中产生的废水、废渣和废气的治理和回收利用,取得了一定的成绩。2006—2010 年主要发酵产品的能耗和水耗情况见表 1-5。

表 1-5 2006—2010 年主要发酵产品的能耗、水耗

单位: t

发酵产品	2006 年		2007 年		2008 年		2009 年		2010 年	
	吨产品 水耗	吨产品 煤耗	吨产品 水耗	吨产品 煤耗	吨产品 水耗	吨产品 煤耗	吨产品 水耗	吨产品 煤耗	吨产品 水耗	吨产品 煤耗
味精	105	1.9	95	1.86	92	1.83	90	1.75	85	1.69
柠檬酸 ^①	57	7.32	31	6.43	28	6.12	26	5.37	25	5.10
淀粉糖(醇) ^②	14	0.80	11	0.70	10	0.64	9	0.58	8	0.55
酶制剂	11	2.00	10	1.95	9	1.90	8	1.89	7.9	1.82
酵母	90	1.98	83	1.95	78	1.93	73	1.91	70	1.85

① 柠檬酸吨产品煤耗为蒸汽消耗,不包含上报煤耗企业的数据。

② 淀粉糖各项指标均以玉米为原料。

从表 1-5 可见,2006—2010 年,我国发酵行业主要发酵产品节能减排效果显著,其中味精行业吨产品水耗平均每年降低 5.9%,能耗下降 2.2%;柠檬酸行业吨产品的水耗平均每年降低 13.2%,能耗下降 6.8%;淀粉糖行业吨产品的水耗平均每年

降低 8.6%，能耗下降 6.3%；酶制剂行业吨产品的水耗平均每年降低 5.6%，能耗下降 1.8%；酵母行业吨产品的水耗平均每年降低 4.9%，能耗下降 1.3%。

六、存在的主要问题

1. 产业结构有待进一步调整

发酵工业所用原料包括玉米、大米、小麦、薯类、糖蜜等，其中 80% 以上是玉米，约占全国玉米消费总量的 17%。随着产能的不断扩张，原料供需矛盾逐步显现，加之世界粮食紧张，以及国家相应调整玉米深加工产业政策，更加剧了这一矛盾，原料结构单一的问题日益突出。此外，大宗发酵制品产量所占比例较大，产品品种单一，结构不合理，趋同化现象严重，市场竞争激烈，不能适应市场变化需求。

2. 自主创新能力亟待突破

影响我国发酵工业整体快速、稳定发展的重要因素之一是一些共性技术、工艺和装备上的制约。目前，我国用于生产的菌种总体水平较低，自主创新菌种较少；科技投入相对不足，新产品产业化能力较弱；一些关键技术装备需从国外引进，国产化水平低，与国际先进水平相比差距较大，主要表现在分离提取技术以及节能减排技术等相对落后，一些先进技术由于较高的成本及尚不稳定的性能而难以在行业中普遍推广应用。

3. 节能减排任务艰巨

发酵行业能耗成本约占生产总成本的 20%，与国际先进水平相比，我国发酵行业吨产品能耗、水耗较高，节能任务非常艰巨。以味精行业为例，目前国外先进水平吨产品能耗约 1.5t 折标煤，我国吨产品能耗平均为 1.7t 折标煤；由于各味精企业的生产水平和技术装备不同，耗水量的差距较大，吨产品水耗平均为 85t，而国外先进发达国家味精生产企业吨产品水耗约为 30t；吨产品废水排放量国外先进水平约 50t，而我国味精行业平均水平为 60t，废水中含有丰富的蛋白质、氨基酸、糖类和多种微量元素，具有较高的 COD 值，对环境造成较大压力。

4. 原料转化增值水平有待于进一步提高

发酵制品尤其是大宗发酵制品，原料利用率较低，废弃物排放量较大，节能环保形势十分严峻。据不完全统计，发酵行业每年用粮 3 000 多万 t，原料转化率只有 85% 左右，且各企业原料转化水平参差不齐，产生的副产物及废弃物 800 万~1 000 万 t，一般作为下脚料廉价出售或直接排放，造成资源浪费，同时加大了环境治理成本和难度。