



SHIPIN YU FAJIAOGONGYE ZONGHELIYONG

食品与发酵工业 综合利用

● 秦人伟 郭兴要 李君武 编著



化学工业出版社

*Peppered is
peppers and
grain grow
of southern
flavoring of
Sweetish
than*

食品与发酵工业综合利用

秦人伟 郭兴要 李君武 编著



化学工业出版社

·北京·

本书根据食品与发酵工业的特点,选取代表性行业和农副产品进行重点介绍,其中包括酒精、啤酒、白酒、黄酒、葡萄酒、淀粉与淀粉糖、味精、柠檬酸、制糖,以及大豆、小麦、玉米加工品等。主要阐述了各类产品的生产工艺和综合利用副产品来源,典型的综合利用工艺、设备以及新产品、新技术。

基于作者的工程实践背景,书中介绍的方法大多有成功的应用实例,有些就是大企业三废综合利用方案,因此具有较强的操作性。书中内容将有关理论与实际生产相结合,并配有大量技术、设备的参数和图表,内容十分丰富。

本书可供从事食品与发酵工业的工艺、综合利用、环境工程领域的有关人员参阅,也可供这方面规划设计、大专院校环境保护专业的师生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品与发酵工业综合利用/秦人伟,郭兴要,李君武编著. —北京:化学工业出版社,2009.1

ISBN 978-7-122-04013-8

I. 食… II. ①秦…②郭…③李… III. ①食品工业-综合利用②发酵工业-综合利用 IV. TS2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 169510 号

责任编辑:孟嘉

装帧设计:周遥

责任校对:陈静

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京市彩桥印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张14 $\frac{3}{4}$ 字数292千字 2009年2月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 37.00 元

版权所有 违者必究

前 言

食品与发酵工业是以粮食和农副产品为主要原料的加工工业，主要包括酒精、白酒、啤酒、黄酒、果露酒、淀粉、淀粉糖、味精、氨基酸、柠檬酸、酵母、酶制剂、制糖、软饮料、制茶、罐头、乳制品、配合及混合饲料、植物油加工、屠宰及肉蛋、水产品、糕点与糖果、食品添加剂、酱油与酱类加工等 30 个行业，在各产业部门中，产值已经跃居第一位，成为国民经济主要支柱性产业之一。

食品与发酵工业的综合利用产品来源主要为原料处理后剩下的残渣，分离与提取主要产品后的废渣、废液，以及生产过程中排出的废弃物。该工业排出废渣已达 4 亿立方米以上。随着发展，食品与发酵工业的综合利用问题已迫在眉睫。多年来，限于技术、投资、管理、生产成本等原因，全国几万家食品与发酵企业尚未将各种废渣水加以综合利用；这样，一方面浪费大量粮食和农副产品资源，另一方面又严重污染环境，同时又大大加重了废水治理的负担。为解决食品与发酵工业废水污染问题，借鉴国外提出的排放污染物最小化概念，可从污染源头进行减量，变末端治理为生产工艺全过程控制，特别是要发展高效低耗的综合利用工艺与设备，从而实施食品与发酵工业的可持续发展。

为配合有关部门提出的将工业固体废物综合利用率达到 90% 以上，本书各章节对有关行业的综合利用新工艺、新设备和新产品进行了介绍，并阐述了各种技术的适用条件、技术难点及最新进展。

本书涉及了食品与发酵工业主要行业及主要农副产品的综合利用问题，可供有关企业、科研院校、环境工程公司的相关科技人员、研究人员以及工作人员参阅。

编者

2008 年 12 月

目 录

第 1 章 食品与发酵工业综合利用概况	1
1.1 食品与发酵工业概况	1
1.2 食品与发酵工业综合利用有关政策	2
1.3 食品与发酵工业的综合利用	3
1.3.1 玉米原料先分离再发酵生产产品	4
1.3.2 食品发酵行业联产饲料	5
1.4 食品与发酵工业综合利用动态与进展	5
1.4.1 食品与发酵生产废弃物和废渣水的综合利用进展	5
1.4.2 食品与发酵工业综合利用动态	6
第 2 章 酒精工业综合利用	8
2.1 概述	8
2.1.1 酒精工业发展概况	8
2.1.2 酒精行业存在的主要问题	9
2.1.3 酒精工业与综合利用有关的产业政策	9
2.2 酒精生产工艺与主要废渣	10
2.2.1 生产工艺	10
2.2.2 废渣	11
2.3 酒精生产综合利用	12
2.4 玉米原料脱胚提油	13
2.4.1 玉米颗粒的显著特性	13
2.4.2 玉米原料脱胚工艺	14
2.4.3 产品质量标准	18
2.4.4 玉米胚芽提油生产工艺	19
2.4.5 玉米胚芽“预榨-浸出”提油工艺流程	20
2.4.6 玉米胚芽提油主要设备选择	23
2.4.7 精制玉米油副产品	25
2.5 谷物原料酒精糟综合利用技术和设备	26
2.5.1 固液分离工艺与设备	26
2.5.2 蒸发和干燥的工艺与设备	30
2.6 玉米酒精糟综合利用技术	33
2.6.1 酒精糟固液分离-厌氧发酵工艺	34

2.6.2	DDG-厌氧消化工艺	34
2.6.3	玉米酒精糟生产全糟蛋白饲料 (DDGS) 工艺	35
2.6.4	DDG 饲料与 DDGS 饲料比较	39
2.7	薯干酒精糟综合利用	39
2.7.1	固液分离——滤液部分回用生产	40
2.7.2	厌氧工艺处理酒精糟滤液	41
2.8	糖蜜酒精糟的综合利用	44
2.8.1	糖蜜酒精糟的来源与特性	44
2.8.2	糖蜜酒精糟综合利用简介	45
2.8.3	农灌法	46
2.8.4	浓缩液燃烧回收能源等	47
2.8.5	饲料酵母法	47
2.8.6	生产有机复合肥料	51
2.8.7	生产生物复合肥	51
2.8.8	生产有机腐殖化颗粒肥	54
2.9	酒精生产 CO ₂ 回收工艺及设备	58
2.9.1	高压法普通 CO ₂ 的生产	58
2.9.2	高压法高纯 CO ₂ 的生产	59
2.9.3	低压法高纯 CO ₂ 的生产	59
2.9.4	二氧化碳质量标准	62
2.9.5	三种方法生产的 CO ₂ 的质量指标及贮存方式	63
2.10	酒精糟用于沙地改良	63
2.10.1	施用酒精糟对作物生长发育和产量的影响	64
2.10.2	施用酒精糟对土壤理化性状的影响	64
2.11	酒精的深加工	66
2.11.1	酒精生产乙醛、乙酸、乙酸乙酯原理	66
2.11.2	酒精生产乙醛、乙酸、乙酸乙酯工艺流程	66
	参考文献	67
第3章 白酒工业综合利用		68
3.1	白酒生产工艺	68
3.2	白酒糟直接生产饲料	70
3.2.1	白酒糟分离稻壳工艺	71
3.2.2	白酒糟干燥工艺和设备	71
3.2.3	白酒糟直接加工饲料实例	72
3.2.4	白酒糟饲料厂的地域分布	76
3.3	白酒糟发酵生产饲料蛋白工艺与设备	76

3.3.1	微生物发酵技术	76
3.3.2	通风曲池固态发酵工艺	79
3.4	白酒糟作燃料及糟灰生产白炭黑	83
	参考文献	84
第4章	葡萄酒工业综合利用	85
4.1	葡萄酒生产工艺、副产品和废渣	85
4.2	葡萄酒工业的综合利用	86
4.2.1	葡萄皮渣	86
4.2.2	葡萄酒糟	94
4.2.3	葡萄酒泥	94
	参考文献	95
第5章	黄酒工业综合利用	96
5.1	黄酒生产工艺与废渣	96
5.1.1	生产工艺	96
5.1.2	废渣来源	99
5.2	黄酒糟的综合利用	100
5.2.1	黄酒糟生产糟香调料汁	101
5.2.2	黄酒糟酶法水解生产特鲜酱油	102
5.2.3	黄酒糟固态发酵生产蛋白饲料	103
	参考文献	105
第6章	啤酒工业综合利用	106
6.1	啤酒生产工艺及废渣	106
6.1.1	啤酒生产的原辅料	106
6.1.2	啤酒生产工艺	107
6.1.3	啤酒生产废渣	109
6.2	啤酒行业的综合利用	109
6.2.1	啤酒生产副产品	109
6.2.2	啤酒废酵母生产饲料酵母	110
6.2.3	啤酒废酵母泥制取超鲜调味剂	113
6.2.4	啤酒废酵母生产食用风味剂	114
6.2.5	啤酒废酵母生产核酸、核苷酸、核苷类药物	116
6.2.6	啤酒废酵母提取酵母胞壁多糖	116
6.2.7	啤酒废酵母生产谷胱甘肽等生化药物	117
6.2.8	麦糟系列产品的生产	117
6.2.9	从冷热凝固物中回收麦汁和凝固蛋白质	119
6.2.10	回收 CO ₂	119

6.2.11	回收浮麦	120
6.2.12	啤酒糟固态混合发酵生产蛋白饲料	120
6.2.13	酒花糟生产生物活性物质	120
	参考文献	121
第7章 制糖工业综合利用		122
7.1	制糖生产工艺及废资源	122
7.1.1	制糖生产工艺	122
7.1.2	制糖生产废资源	124
7.2	从甘蔗提取天然抗氧化活性物质	125
7.2.1	甘蔗的抗氧化活性物质	126
7.2.2	甘蔗抗氧化物质的提取	126
7.2.3	抗氧化活性物质提取与制糖工艺的结合	127
7.2.4	甘蔗提取物的抗氧化性能	127
7.3	甘蔗与甜菜制糖副产品的综合利用	128
7.3.1	甘蔗制糖副产品的综合利用	128
7.3.2	甜菜制糖副产品的综合利用	131
7.4	糖蜜酒精糟与生产废水的综合利用	135
	参考文献	136
第8章 淀粉及淀粉糖工业综合利用		137
8.1	淀粉及淀粉糖加工工艺与副产品	138
8.1.1	淀粉及淀粉糖加工工艺	138
8.1.2	淀粉及淀粉糖加工工艺副产品	139
8.2	淀粉和淀粉糖工业的综合利用	140
8.2.1	玉米淀粉厂综合利用工艺	140
8.2.2	多效蒸发器浓缩玉米浸渍水	142
8.2.3	玉米湿胚芽、湿纤维渣、湿蛋白质继续生产产品	144
8.3	淀粉废渣发酵生产饲料技术	145
8.3.1	菌种与培养基	145
8.3.2	发酵工艺	146
8.3.3	发酵产品质量评价	146
8.3.4	技术经济分析	148
8.4	利用玉米皮生产菲汀	148
8.4.1	概述	148
8.4.2	生产工艺与设备	149
8.5	玉米饴糖废水生产植酸	150
8.5.1	工艺流程	150

8.5.2	生产原理	150
8.5.3	生产工艺	151
8.5.4	工艺特点	152
	参考文献	152
第9章 乳品工业综合利用		153
9.1	乳制品生产工艺	153
9.2	乳制品工业综合利用	154
9.2.1	鱼饲料生产工艺原理	154
9.2.2	鱼饲料生产工艺流程	154
9.2.3	乳品厂废水生产鱼饲料的经济环境效益	155
	参考文献	156
第10章 味精工业综合利用		157
10.1	味精生产工艺与副产品	157
10.1.1	味精生产工艺	157
10.1.2	味精生产的废资源	159
10.2	味精发酵废母液的综合利用	159
10.2.1	发酵液提取谷氨酸与综合利用产品	160
10.2.2	发酵废母液生产菌体蛋白粉	161
10.2.3	谷氨酸发酵废母液生产饲料酵母	163
10.2.4	味精离子交换尾液浓缩生产有机肥料	166
10.2.5	发酵液除菌浓缩等电点法	167
10.2.6	味精发酵废母液生产有机复合颗粒肥	168
10.2.7	大米淀粉渣固态发酵生产饲料蛋白	169
10.2.8	大米渣生产米蛋白	170
10.3	味精离子交换尾液处理工艺实例	171
10.3.1	综合利用工艺	171
10.3.2	提取菌体蛋白工艺流程	172
10.3.3	脱蛋白尾液处理工艺流程	172
	参考文献	173
第11章 柠檬酸工业综合利用		174
11.1	柠檬酸生产工艺及副产品	174
11.2	柠檬酸废渣的综合利用	175
11.2.1	柠檬酸废渣生产建筑材料	175
11.2.2	菌丝渣和淀粉渣生产饲料	177
11.3	工业离子色谱法生产柠檬酸	177
11.3.1	工业离子色谱法提取柠檬酸工艺投资	177

11.3.2	提取技术	178
11.3.3	降低生产成本估算	179
	参考文献	179
第12章 赖氨酸工业综合利用		180
12.1	赖氨酸生产工艺和副产品	181
12.2	赖氨酸生产的综合利用	181
12.2.1	赖氨酸浓缩饲料生产工艺	182
12.2.2	赖氨酸发酵液生产的固体浓缩饲料的化学组成	183
12.2.3	混合培养新工艺	184
12.2.4	赖氨酸固体浓缩饲料的经济性	184
	参考文献	185
第13章 大豆生产的综合利用		186
13.1	大豆综合利用生产工艺	187
13.1.1	预处理	187
13.1.2	浸出工艺	187
13.1.3	精炼生产	188
13.1.4	分离蛋白生产	189
13.1.5	大豆多肽生产	190
13.1.6	异黄酮生产	190
13.1.7	膳食纤维生产	190
13.1.8	饲料生产	192
13.1.9	磷脂生产	192
13.1.10	维生素E生产	193
13.2	大豆蛋白的膜分离技术	193
	参考文献	194
第14章 香菇脚生产多糖		195
14.1	香菇脚和香菇成分及功能	195
14.2	香菇脚粗多糖生产工艺	196
	参考文献	197
第15章 红曲米粉生产		198
15.1	红曲米粉生产工艺	198
15.1.1	主要设备	198
15.1.2	主要原辅料	198
15.1.3	红曲生产工艺	199
15.1.4	液体与固体二步法生产红曲米工艺	200
15.2	工艺设备选择	203

15.2.1	工艺设备主要依据	203
15.2.2	主要工艺设备设计说明	203
15.2.3	主要设备选型	204
15.2.4	标准与非标准设备	205
15.3	红曲防腐剂的生产和应用开发	206
15.3.1	菌种筛选与生产工艺	206
15.3.2	中试生产	206
15.3.3	不同发酵时间的色价、抑菌圈、橘霉素	207
15.3.4	红曲防腐剂的精制研究	208
15.3.5	红曲防腐剂的试验	208
15.4	固定化细胞粉丝废水发酵天然红色素的研究	208
	参考文献	210
第16章 玉米芯生产木寡糖		211
16.1	木寡糖的突出功能	211
16.1.1	高选择性增殖双歧杆菌	211
16.1.2	难为人体消化酶系统所分解	211
16.1.3	酸热稳定性好	211
16.1.4	低甜度预防龋齿	212
16.2	木寡糖的生产工艺及技术特点	212
16.2.1	木寡糖酶生产工艺	212
16.2.2	木寡糖生产工艺流程	212
16.2.3	经济社会效益分析	213
	参考文献	213
第17章 小麦的综合利用		214
17.1	小麦生产的综合利用	214
17.1.1	面粉生产	214
17.1.2	淀粉生产	216
17.1.3	液化与糖化	217
17.1.4	酒精生产	217
17.1.5	饲料生产	219
17.1.6	赖氨酸生产	219
17.1.7	精制谷氨酸钠	220
17.2	小麦麸皮的综合利用	221
17.2.1	小麦麸皮的组成	222
17.2.2	麸皮的应用	222
	参考文献	226

第1章 食品与发酵工业综合利用概况

1.1 食品与发酵工业概况

目前,我国粮食、禽肉、蔬菜年总产量分别达到5.0亿吨、1.2亿吨和4.9亿吨,油类、蛋类、水产品、水果等年总产量均居世界第1位。尽管如此,粮食和农副产品的加工能力却很低,世界食品与发酵工业中中国仅占其不到5%的份额。因此,在今后相当长的时间内,食品消费与需求仍将由追求数量进而完成向追求质量、营养、安全、多样性的转化。

全国大中型食品发酵企业2万多个(含非轻工企业),2007年食品与发酵工业总产值30000多亿元,约占国民经济总产值的10%,实现利税总额4000多亿元,在国民经济各产业部门中,产值连续多年稳居第1位,成为国民经济的主要支柱产业。但是随着该工业的飞速发展,它的综合利用问题也提到议事日程上来。

我国食品与发酵工业存在的主要问题是生产虽有一定规模,但产品结构不合理,粗放经营,资源浪费严重,环境污染突出,经济效益低下。今后几年我国食品与发酵工业要保持稳定、快速发展,不能再以简单增加资源、能源、劳动力来扩大生产,而要大力开发生物技术,搞好资源综合利用,从而降低成本,增加效益,特别是要让综合利用产品在企业的经济效益中占有相当的比例。

食品与发酵工业的主要副产物来自原料处理后剩下的废渣(如蔗渣、甜菜粕、大米渣、麦糟、玉米浆渣、纤维渣、葡萄皮渣、薯干渣等),分离与提取主要产品后废母液与废糟(如玉米、薯干、糖蜜酒精糟,味精发酵废母液,白酒糟,葡萄酒糟,柠檬酸中和废液等)。食品与发酵工业主要行业年排放废水总量达30亿立方米,其中废渣量达4亿立方米,废渣水的有机物总量是1500万吨。4亿立方米的废渣量是食品与发酵工业综合利用的宝贵资源,可用来生产饲料、饲料添加剂及其它产品。

食品与发酵工业采用谷物、薯类、大米等作为主要原料,并不是利用这些原料的全部,而只是利用其中的淀粉,其余部分(蛋白质、脂肪、纤维等)限于投资和技术、设备、管理等原因,很多企业尚未很好地利用。食品与发酵工业年耗粮食、糖料、农副产品达2亿多吨,其中谷物、薯类等原料耗量为9000万吨左右。粮薯原料按平均淀粉含量60%计,则全年有3000多万吨尚未

被很好利用的原料成为废渣水，其中有相当部分随冲洗水及洗涤水排入生产厂周围水系，不但严重污染环境，而且大量地浪费粮食资源。可见，食品与发酵工业的综合利用是十分重要的。

应着重指出的是，食品与发酵工业废弃资源综合利用的技术和设备，无非是采用固液分离、浓缩、生物发酵、干燥等单元操作。但是，多年来的实践证明，由于某些综合利用产品生产技术和设备并不先进、新颖，致使综合利用工程的投资大、能耗高、运行成本高，并不受生产企业的欢迎。不言而喻，只有大力研制开发适用于食品与发酵工业综合利用和节能降耗的新工艺、新设备，才能加快发展该工业的综合利用。

本书所介绍的是食品与发酵工业主要行业（酒精、白酒、葡萄酒、黄酒、啤酒、制糖、淀粉与淀粉糖、味精、柠檬酸、赖氨酸等）及有关农副产品（大米、大豆、小麦等）的综合利用情况。

1.2 食品与发酵工业综合利用有关政策

为推动食品与发酵工业科技的进步，提高资源综合利用水平，节约资源，改善环境，促进经济增长方式，由粗放型向集约型转变，实现资源优化配置和可持续发展，国家有关部门制定了一系列资源综合利用政策、其中包括：原国家计划委员会（以下简称国家计委）与原中国轻工业联合会（以下简称轻工总会）制定的“轻工业资源综合利用技术政策”。原轻工总会发布的“酿酒工业环境保护行业政策、技术政策和污染防治对策”和“发酵工业环境保护行业政策、技术政策和污染防治对策”，分别制定了酒精、白酒、啤酒、味精、柠檬酸、淀粉等行业资源综合利用政策。中国轻工环保学会还发表了“轻工业资源综合利用及环境保护技术经济政策的建议”。国家发展改革委员会、财政部、国家税务总局联合发布了《国家鼓励的资源综合利用认定管理办法》，国家发展改革委员会下达了《可再生能源中长期发展规划》（发改能源〔2007〕2174号）、《关于促进玉米深加工健康发展的指导意见》（发改工业〔2007〕2245号）。

原国家经济贸易委员会（以下简称国家经贸委）、国家计委、财政部、国家税务总局于1996年11月28日下达了“关于印发《资源综合利用目录》的通知”（国经贸资〔1996〕809号文）。其中明确规定各地区、各有关部门要加强资源综合利用的管理。有关食品与发酵工业部分的固体废物的综合利用的内容如下。

利用制糖废渣、滤泥、废糖蜜、废丝生产的造纸原料、纤维板、中密度纤维板、碎粒板、颗粒板、维生素、赖氨酸、柠檬酸、核苷酸、木糖、单细胞蛋白、二氧化碳及水泥；利用食品、粮油、酿酒、淀粉废渣回收和生产的饲料、蛋白质饲料、碳化硅、饲料酵母、糠醛、石膏；利用酿酒、制糖、制药、味精、柠檬酸

等有机废液生产的固体蛋白质饲料、饲料蛋白、蛋白质粉、滤饼、肥料、沼气。

综上所述,国家对食品与发酵工业资源综合利用生产与产品均实行扶植政策,免征有关税款。同时,发酵行业联产饲料产业为企业带来良好的经济效益、社会效益、环保效益。因此,随着社会的不断发展,新技术、新工艺的不断研制,必然会大大推动食品与发酵工业废弃资源的综合利用快速发展。

1.3 食品与发酵工业的综合利用

食品与发酵工业主要采用谷物、薯类等农副产品作主要原料,但只是利用其中的淀粉,而对于其中蛋白质、脂肪、纤维等尚未很好地加以利用。2007年食品与发酵工业中主要行业产量和原料耗量见表1-1。

表1-1 食品与发酵工业主要行业产品所用原料及耗量

行 业	年产量/万吨	原 料	单位产品的原料耗量/吨·吨 ⁻¹	年耗原料/万吨
酒精	560	玉米、薯干等	3	1680
	70	糖蜜	4	280
味精	191	玉米、大米等	4	764
淀粉	1300	玉米等	1.8	2340
白酒	494	玉米、高粱等	3.0	1482
啤酒	3931	大麦	0.14	550
		大米	0.03	118
淀粉糖	768	玉米	2.5	1927
制糖	1484	甘蔗	9	12015
		甜菜	9	1332
柠檬酸	76	薯干、玉米	3.0	228
黄酒	75	大米等	3.0	225
总计/万吨	玉米、薯干、大米等		8764	
	大麦		550	
	糖蜜		280	
	甘蔗		12015	
	甜菜		1332	

由表1-1可见,这些行业年耗用粮食、糖料、农副产品达2.29亿吨,其中玉米、薯干、大米、高粱等原料耗量为8764万吨左右。如按粮薯等原料的平均淀粉含量为65%计算,则上述行业全年有3000多万吨(8764×35%)尚未被很好利用的原料成为废渣水,从而严重污染环境,并且浪费了大量的粮食资源。

经分析测定,食品与发酵工业废渣水含有丰富的蛋白质、氨基酸、维生素、

糖类及多种微量元素，是生产饲料、饲料酵母的理想原料；同时，还可生产其它产品。更重要的是，废渣水在生产饲料、饲料酵母和其它产品的同时，能不同程度地降低污染负荷，给进一步的废水治理（好氧处理）带来方便。

多年来全国几万家食品与发酵企业限于投资、能耗、管理等原因，尚未将废渣水很好地利用。尽管如此，食品与发酵工业的综合利用，已在合理利用原料及使用废渣水生产饲料、饲料酵母等方面取得了一些进展，主要表现在以下两个方面。

1.3.1 玉米原料先分离再发酵生产产品

多年来，部分发酵行业（酒精、淀粉糖等）采用玉米全粒法生产，即将原料直接经粉碎后生产产品。另外，部分发酵行业（柠檬酸等）采用薯干原料发酵生产产品。最近几年，企业已认识到玉米原料比薯干原料综合利用价值高，因此纷纷采用玉米作为原料。

以玉米为原料的部分发酵行业可将玉米原料先分离出胚芽、蛋白粉、纤维等产品，然后用获得的淀粉乳（湿磨工艺）或精淀粉（干磨工艺）生产或发酵生产酒精、味精、淀粉、淀粉糖、氨基酸、柠檬酸等产品，这样生产的原料利用率可达到98%以上。应指出的是，玉米原料中的脂肪、蛋白质、纤维渣等并不被微生物发酵所利用，相反还将抑制发酵，影响产品质量。因此，玉米原料的综合利用还会提高产品质量。

以玉米为主要原料的行业（淀粉、酒精、柠檬酸、味精、淀粉糖、氨基酸、有机酸等）若能将原料先分离实现资源产业化，则这些行业产生的废液（如味精废母液、氨基酸废发酵液、柠檬酸废糖液、淀粉与淀粉糖的洗涤水等）由于悬浮物含量大大降低，均能回用于生产（发酵液、洗涤等），实现闭路半闭路循环，促进清洁生产。

食品与发酵部分行业年耗用玉米原料6000万吨，这些行业主要利用玉米淀粉部分。如能先进行原料的综合利用，则可大量地获得副产品，即除得到3900万吨淀粉外，还能生产玉米油180万吨、玉米蛋白粉300万吨、饲料1758万吨，总产值可达240多亿元；同时，大大减轻废渣水污染负荷及处理难度。玉米原料综合利用的主副产品比例可见表1-2。

表 1-2 玉米原料综合利用的主副产品比例

产品名称	淀粉	玉米油	玉米蛋白粉	各类饲料		
				玉米浆	饼粕	玉米纤维
占玉米原料比例/%	60~68	2~3.5	5~6	3	3~3.5	14~20

由于玉米原料先分离生产副产品尚需一定的生产规模。因此，最近几年，只

有从国外引进的大型玉米淀粉企业实现了玉米资源的综合利用。大部分中小型淀粉厂只是将湿粉渣直接作饲料，部分淀粉厂利用浸泡水、黄浆水生产玉米浆和蛋白粉。还应指出的是近年来从国外引进的大型玉米淀粉企业都采用玉米原料的湿磨工艺，该工艺技术较为理想。

另外，也有小部分玉米酒精厂将玉米原料去胚芽后生产酒精。这样可利用胚芽提取食用油，从而提高玉米的价值。

1.3.2 食品发酵行业联产饲料

利用发酵生产过程排出的废渣水生产饲料、蛋白饲料、饲料酵母，可以降低排放废水的污染负荷。如玉米酒精行业利用酒精糟生产全糟蛋白饲料或滤渣蛋白饲料；薯干酒精行业利用滤渣直接作饲料；味精行业利用大米渣生产蛋白饲料或直接作饲料，将菌体生产蛋白粉；啤酒行业利用大麦糟生产饲料，将废酵母生产饲料酵母；柠檬酸行业利用薯干菌渣生产饲料；糖蜜酒精行业利用酒精糟生产饲料酵母；白酒行业将酒糟生产饲料……

据初步估算，利用食品与发酵废渣水每年至少可开发生产3000多万吨饲料、蛋白饲料，还可生产70万吨饲料酵母。开发的饲料、蛋白饲料、饲料酵母能大大缓解我国饲料工业的原料及蛋白饲料的不足。

我国饲料加工能力已达年产混配合饲料5000多万吨，但是有相当部分(30%)加工能力尚未发挥作用，主要原因是原料不足及价格较贵。可见，为达到2010年的战略目标，大力发展食品与发酵行业联产饲料产业具有重要意义。特别是粮食和其它饲料原料价格较贵，使用食品与发酵废渣水生产的饲料和饲料添加剂，比饲料生产企业购买玉米、麸皮、豆饼便宜，从而降低饲料生产成本。因此，食品与发酵行业联产饲料产业有广阔的市场。

1.4 食品与发酵工业综合利用动态与进展

1.4.1 食品与发酵生产废弃物和废渣水的综合利用进展

食品与发酵工业是以粮食和农副产品为主要原料的加工工业。该工业主要的废弃物和废渣水，主要来自原料处理后剩下的废渣，如玉米芯、蔗渣、甜菜粕、大米渣、麦糟、玉米浆渣、纤维渣、葡萄皮渣、水果渣、薯干渣、扇贝壳、牡蛎壳、禽类下脚料、农副产品下脚料；分离与提取主要产品后废母液与废糟，如酒精糟、味精发酵废母液、氨基酸发酵废母液、白酒糟、葡萄酒糟、黄酒糟、果酒糟、柠檬酸中和废母液等。这些废弃物和废渣水含有丰富的蛋白质、氨基酸、维生素、糖类及多种微量元素，可生产饲料、饲料酵母、饲料添加剂、工业与生化原料，还可提取与生产其它食品 and 食品添加剂；而含有硫酸铵、氨氮的氨基酸和

味精的发酵废母液，除结晶提取硫酸铵外，还可生产有机复合肥料。

1.4.2 食品与发酵工业综合利用动态

最近几年国家有关部门主持的食品与发酵大项目（总投资2亿元以上）的环境影响技术评估，部分资源综合利用国债项目和一些综合利用科技项目如下。

——玉米酒精生产燃料乙醇，并联产玉米油、蛋白粉、蛋白饲料。

——薯干、木薯、甜高粱生产燃料乙醇，并联产饲料、燃料。

——玉米生产结晶葡萄糖，氢化生产山梨醇、化工醇，再生产差别化聚酯(PDT)，废糖蜜生产味精，并联产纤维饲料、蛋白粉、玉米油、硫酸铵、生物肥料。

——大豆生产色拉油，并联产分离蛋白及多肽、浓缩磷脂、异黄酮、皂苷、维生素E、膳食纤维、饲料。

——玉米酒精生产冰醋酸、乙酸乙酯，并联产胚芽、蛋白饲料。

——玉米酒精生产乙二醇，并联产玉米油、蛋白饲料。

——小麦酒精生产乙二醇，并联产谷朊粉、麸皮。

——小麦淀粉生产山梨醇、高果糖浆、氧化淀粉、黄原胶并联产谷朊粉、麸皮。

——小麦淀粉生产赖氨酸盐酸盐、谷氨酸并联产谷朊粉、麸皮。

——玉米芯酶法制备寡糖。

——玉米芯酶法制备单糖及提取有效成分（治疗糖尿病）。

——食品糟渣饲料化加工专业技术与设备开发。

——味精发酵废母液浓缩-喷浆造粒，生产有机复合肥料。

——屠宰废弃物加入桔梗、菜籽饼，发酵生产有机复合肥料。

——白酒锅底水生产乳酸、乳酸钙，白酒糟作燃料与饲料，白酒糟炉灰生产白炭黑。

——玉米酒精糟生产活性饲料。

——啤酒糟和废酵母生产饲料和饲料添加剂。

——葡萄籽皮提取黄酮、白藜芦醇、葡萄籽油及生产饲料。

——洋葱皮渣生产洋葱冻干调味粉。

——苜蓿生物法生产苜蓿叶蛋白、叶黄素、草饼。

——大豆分离蛋白生产的乳清水，提取乳清蛋白与低聚糖。

——猪肠衣生产肝素钠。

——扇贝壳、牡蛎壳等生产活性钙、生物碳酸钙。

——海洋废弃物（扇贝边、鱼皮）酶法生产氨基酸与多肽。

——珍珠贝废弃物提取天然牛磺酸。