


酵母生产与应用手册

HANDBOOK OF THE YEAST'S PRODUCTION
AND APPLICATION

主 编 于景芝 副主编 陈尧^柔 俞学锋
主 审 石维忱 副主审 莫湘筠

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

酵母生产与应用手册/于景芝主编. —北京:中国轻工业出版社,
2005.7

ISBN 7-5019-4938-7

I. 酵... II. 于... III. ①酵母菌料-生产工艺-技术手册
②酵母菌料-应用-技术手册 IV. TQ926-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 056768 号

责任编辑:李亦兵 李海燕 责任终审:孟寿萱 封面设计:王佳凡
版式设计:马金路 责任校对:李靖 责任监印:胡兵

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号 邮编:100740)

印刷:印刷厂

经销:各地新华书店

版次:2005年7月第1版 2005年7月第1次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:24.125

字数:626千字

书号:ISBN 7-5019-4938-7/TS·2853

定价:50.00元

读者服务部邮购热线电话:010-65241695 85111729 传真:85111730

发行电话:010-65141375 65128898

网址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

50153K1X101ZBW

《酵母生产与应用手册》编委会

主 编 于景芝 副主编 陈尧^柴 俞学锋
主 审 石维忱 副主审 莫湘筠

编委(以姓氏笔画为序)

于景芝 王定昌 石维忱 叶健华 肖冬光 肖可见 李知洪
陈 蓉 陈文发 陈尧^柴 陈佳泉 罗必英 俞学锋 莫湘筠
萧方正 廖国洪

前 言

酵母是一种重要的单细胞微生物,与人类日常生活和工业应用有着广泛密切的联系。酵母也是人类利用最早,应用范围最广,人类直接食用量最多(以百万吨计)的一种微生物。从最初利用啤酒酵母泥作为商品发面剂在市场销售至今,酵母生产作为一个产业的发展已经经历了 200 多年的历史。

我国酵母工业化生产始于 1922 年,但是发展的速度很慢。至 1949 年仅有上海市大华利卫生食料厂生产压榨酵母(鲜酵母),年产量仅为 12 吨(干计)。随着我国国民经济的发展和人民生活水平的提高,尤其是从 20 世纪 80 年代国家实行改革开放政策以来,我国的酵母生产以前所未有的速度向前发展。全国各地纷纷建立起现代化的、具有国际水平的酵母生产企业。产品种类从单一的压榨酵母发展为发面用高活性干酵母、酿酒用高活性干酵母、酿酒生香酵母、功能性食品微量元素、酵母调味料等多种,产品质量提高到一个新水平,大部分产品质量已达到国际水平,部分产品出口到数十个国家和地区。2004 年全国酵母产量已经达到 10 万余吨,成为我国食品工业、发酵工业中一个重要的产业部门。

本书组织了国内著名的教授、学者和企业界人士共同编写,经过多方专家三年多的辛勤工作,对酵母生产工艺、设备、产品性能以及在食品工业中的应用作了详细的总结,是我国酵母行业大规模产业化生产及应用以来比较完善的一本手册。希望本书的出版能对我国酵母行业的发展有所促进。

本书编写分工如下：

第一篇第一章、附录二由于景芝编写；

第二篇第一章至第六章、第四篇第一章、第五篇第一章由肖可见编写；

第一篇第二章至第五章、第二篇第七章、第四篇第二章以及附录一由肖冬光编写；

第三篇、第六篇、第七篇由李知洪、罗必英编写；

第四篇第三章由萧方正编写；

第四篇第四章由王定昌编写；

第五篇第二章由陈文发编写。

本书可供从事酵母生产、应用、销售和管理的专业人员阅读，也可供有关科研、设计、检验人员以及相关大、中专院校生物工程专业师生参考。

本书在编写和出版过程中，分别得到了湖北安琪酵母股份有限公司和广东东糖集团丹宝利酵母有限公司的大力支持和协助，在此一并致谢。

由于时间紧迫和编写人员的水平有限，本书难免有不完整的地方，请广大读者批评指正。

中国发酵工业协会理事长 石维忱

2005年2月

目 录

第一篇 酵母生产基本知识

第一章 绪论.....	(1)
第一节 酵母工业发展简史.....	(1)
第二节 酵母产品的用途和发展前景.....	(5)
第三节 酵母产品的分类.....	(9)
第二章 酵母菌的微生物学概要	(12)
第一节 酵母菌的形态	(13)
第二节 酵母菌的细胞结构	(14)
第三节 酵母菌的繁殖方式	(19)
第四节 酵母菌的分类	(27)
第五节 常见酵母菌	(28)
第三章 酵母菌的生物化学概要	(37)
第一节 有氧代谢与无氧代谢(糖类分解代谢)	(37)
第二节 酵母糖代谢的调节效应	(43)
第三节 乙醇的生成与同化	(44)
第四节 酵母细胞的生物合成	(46)
第四章 酵母菌的营养	(53)
第一节 酵母菌的营养	(53)
第二节 发酵活化剂与抑制剂	(61)
第三节 常用酵母菌培养基	(63)
第五章 酵母培养原理	(69)
第一节 酵母生长动力学模型	(69)

第二节	间歇培养	(76)
第三节	流加培养	(79)
第四节	连续培养	(82)
第五节	生长速率与酵母浓度的限制	(89)

第二篇 酵母生产工艺

第一章	种子培养	(94)
第一节	种子培养基的制备	(94)
第二节	菌种的分离与选育	(96)
第三节	菌种的保藏与复壮.....	(103)
第四节	菌种的优化与选育.....	(111)
第二章	原材料处理与空气除菌.....	(121)
第一节	糖蜜原料的处理.....	(121)
第二节	淀粉质原料的处理.....	(133)
第三节	营养物质的制备.....	(151)
第四节	化学物品.....	(153)
第五节	生产用水.....	(155)
第六节	空气除菌.....	(157)
第三章	酵母扩大培养.....	(166)
第一节	扩大培养工艺流程.....	(166)
第二节	培养基配方与营养物质的供应.....	(171)
第三节	培养条件及其控制.....	(177)
第四节	特殊培养工艺.....	(194)
第五节	染菌及其防治.....	(200)
第四章	酵母产品的制备过程.....	(214)
第一节	酵母生产工艺概述.....	(214)
第二节	分离与洗涤.....	(215)
第三节	过滤.....	(218)

第四节 产品干燥.....	(220)
第五章 活性干酵母.....	(226)
第一节 活性干酵母生产沿革.....	(226)
第二节 干燥工艺原理与模型.....	(228)
第三节 影响活性干酵母活力与稳定性的主要因素.....	(233)
第四节 添加剂的使用.....	(236)
第五节 活性干酵母的复水活化.....	(242)
第六章 酵母生产有关工艺计算.....	(251)
第一节 酵母生产过程计算.....	(251)
第二节 原辅材料用量的计算.....	(254)
第三节 酵母生产的损失.....	(266)
第四节 通风量计算.....	(268)
第五节 冷却传热计算.....	(270)
第七章 固态培养法生产酒用酵母.....	(277)
第一节 纯种扩大培养.....	(278)
第二节 固态发酵培养.....	(280)
第三节 干燥与包装.....	(283)

第三篇 酵母生产设备

第一章 原料处理设备.....	(284)
第一节 粉碎机.....	(284)
第二节 淀粉质原料糖化设备.....	(288)
第三节 糖液澄清过滤机.....	(291)
第四节 糖蜜储罐.....	(292)
第五节 糖蜜处理罐.....	(292)
第六节 糖蜜分离机.....	(293)
第七节 糖液灭菌设备.....	(299)
第二章 通风设备.....	(303)

第一节	种子培养空压机.....	(303)
第二节	种子培养空气除菌设备.....	(304)
第三节	采风室.....	(307)
第四节	罗茨风机.....	(308)
第五节	生产用风过滤器.....	(311)
第三章	发酵设备.....	(314)
第一节	鼓泡式发酵罐.....	(314)
第二节	机械搅拌式发酵罐.....	(316)
第三节	自吸式发酵罐.....	(320)
第四节	发酵附属设备.....	(324)
第四章	分离与过滤设备.....	(327)
第一节	酵母分离机.....	(327)
第二节	真空转鼓过滤机.....	(331)
第三节	板框压滤机.....	(335)
第四节	造粒设备.....	(336)
第五章	冷藏与冷冻设备.....	(339)
第一节	酵母乳冷藏罐.....	(339)
第二节	压榨酵母(鲜酵母)冷藏室.....	(340)
第三节	循环冷却设备.....	(341)
第六章	干燥设备.....	(343)
第一节	沸腾干燥床.....	(343)
第二节	流化干燥床.....	(347)
第三节	沸腾造粒干燥器.....	(350)
第四节	喷雾干燥器.....	(353)
第五节	滚筒干燥器.....	(371)
第七章	包装设备.....	(374)
第一节	鲜酵母成型与包装设备.....	(374)
第二节	活性干酵母包装设备.....	(378)

第四篇 酵母产品及其应用

第一章 面包酵母.....	(386)
第一节 面包酵母产品分类.....	(386)
第二节 面包酵母产品在面包生产中的应用.....	(388)
第三节 面包酵母产品在馒头、包子生产中的应用	(401)
第四节 面包酵母产品在饼干生产中的应用.....	(405)
第二章 酿酒活性干酵母.....	(406)
第一节 酿酒活性干酵母概述.....	(406)
第二节 酒精 ADY 及其应用	(414)
第三节 葡萄酒 ADY 及其应用	(443)
第四节 啤酒 ADY 及其应用	(448)
第五节 黄酒 ADY 及其应用	(451)
第六节 生香 ADY 及其应用	(455)
第三章 药用和食用酵母.....	(462)
第一节 药用酵母.....	(462)
第二节 微量元素酵母.....	(463)
第三节 食用酵母.....	(466)
第四章 饲料酵母.....	(469)
第一节 概述.....	(469)
第二节 饲料酵母生产的原料资源.....	(472)
第三节 味精废液生产饲料酵母实例.....	(478)
第四节 新工艺味精废液生产饲料酵母实例.....	(485)
第五节 酒精废液生产饲料酵母实例.....	(488)

第五篇 酵母衍生物(提取物)的生产与应用

第一章 酵母抽提物.....	(500)
----------------	-------

第一节	酵母抽提物综述.....	(500)
第二节	酵母抽提物的生产工艺.....	(506)
第三节	酵母抽提物在方便面中的应用.....	(514)
第四节	酵母抽提物在家用调味品中的应用.....	(519)
第五节	酵母抽提物在肉制品中的应用.....	(527)
第六节	酵母抽提物在休闲食品中的应用.....	(543)
第七节	酵母抽提物在制酒生产中的应用.....	(548)
第八节	酵母抽提物在速冻食品中的应用.....	(550)
第二章	谷胱甘肽及其应用.....	(553)
第一节	谷胱甘肽概述.....	(553)
第二节	谷胱甘肽的生理特性与应用.....	(555)
第三节	谷胱甘肽的制造.....	(562)

第六篇 酵母生产废水的处理与综合利用

第一章	酵母生产废水概述.....	(569)
第一节	酵母生产污染物来源及排放量.....	(569)
第二节	酵母废水处理方法概述.....	(572)
第二章	酵母生产废水处理法.....	(574)
第一节	厌氧生物处理法.....	(574)
第二节	好氧生物处理法.....	(585)
第三节	物理化学处理法.....	(594)
第三章	清洁生产及综合利用.....	(602)
第一节	清洁生产.....	(602)
第二节	废水综合利用.....	(604)

第七篇 酵母生产检测

第一章	原辅材料的分析.....	(605)
-----	--------------	-------

第一节	糖蜜及糖质原料分析.....	(605)
第二节	淀粉质原料分析.....	(618)
第三节	化工原料分析.....	(623)
第四节	土豆淀粉的分析.....	(632)
第五节	乳化剂的分析.....	(639)
第二章	生产过程中的分析.....	(643)
第一节	酵母菌种发酵力的测定.....	(643)
第二节	纯种培养种子分析.....	(643)
第三节	流加糖分析.....	(653)
第四节	发酵液分析.....	(656)
第三章	酵母成品分析.....	(659)
第一节	水分分析.....	(659)
第二节	灰分分析.....	(660)
第三节	酸度分析.....	(660)
第四节	细胞死亡率分析.....	(661)
第五节	蛋白质分析.....	(662)
第六节	五氧化二磷分析.....	(664)
第七节	海藻糖分析.....	(666)
第八节	发酵力(高糖、低糖、无糖)分析.....	(668)
第九节	粗脂肪分析.....	(670)
第十节	细菌数和霉菌数分析.....	(672)
第十一节	大肠菌群分析.....	(673)
第十二节	铅的分析.....	(679)
第十三节	砷的分析.....	(683)
第十四节	维生素 B ₁ 和维生素 B ₂ 的分析.....	(686)
第十五节	维生素 PP 的分析.....	(690)
第四章	酵母生产废水的测定.....	(696)
第一节	总固形物.....	(696)
第二节	pH 与酸度.....	(697)

第三节	化学需氧量.....	(701)
第四节	生化需氧量.....	(705)
附录	(710)
附录一	有关数据表.....	(710)
一、	糖度温度更正表(20℃)	(710)
二、	糖液浓度(°Bx)、密度、波美度对照表(20℃)	(715)
附录二	酵母行业标准.....	(721)
一、	面包酵母	(721)
二、	酿酒活性干酵母	(723)
三、	饲料酵母	(726)
四、	酵母抽提物	(728)
五、	药用酵母	(730)
附录三	国际国内应用微生物保藏机构.....	(732)
参考文献	(735)

第一篇 酵母生产基本知识

第一章 绪 论

第一节 酵母工业发展简史

酵母是一种单细胞微生物。早在公元 3000 年前 ,人类就开始利用酵母来制作发酵产品。最早在市场上销售的产品是酵母泥 ,这种产品的特点是发酵速度快 ,但运输和使用不便 ,产品的商业化受到了一定的限制。从销售酵母泥算起 ,把制造酵母作为一种工业来看 ,酵母工业的发展已有 200 余年的历史了。

长期以来 ,人们一直沿用“老面头”或称“发面起子”进行面团发酵。这种传统的发酵法 ,除了有酵母起主要作用外 ,因含有多种产酸菌 ,例如乳酸菌和醋酸菌等 ,致使面团发酵过程同时产酸 ,因此必须以碱面中和 ,再用来蒸馒头或者烘烤面包等。

一、国外酵母工业概况

酵母工业在国外已相当有基础 ,以 1981 年为例 ,全球酵母总产量已达 222 万 t。其中面包酵母 97 万 t(包括鲜酵母和活性干酵母)、食用酵母、药用酵母及饲料酵母 125 万 t。

当时 ,面包酵母产量最多的企业是 :美国环球食品工业公司产

量为 12.3 万 t(其中鲜酵母 11.45 万 t,活性干酵母 0.65 万 t,营养酵母 0.2 万 t),荷兰吉斯特公司年产量为 20 万 t(其中一半加工成活性干酵母出口),法国勒沙夫公司年产量为 15 万 t。

单细胞蛋白生产大国为前苏联。所谓单细胞蛋白,主要是指以酵母、细菌以及藻类等单细胞生物体生产的蛋白质。1982 年,前苏联单细胞蛋白产量已达 110 万 t,生产单细胞蛋白的工厂总数达到 86 个,其中以石油烃为原料的工厂 12 家,以农、林、纸浆、工业废物为原料的工厂 49 家,其它 25 家。

另外,巴西和日本用甘蔗髓为原料,英国用甲醇为原料,德国以石油为原料,捷克斯洛伐克以糖蜜和亚硫酸纸浆废液为原料,保加利亚采用木材水解液和酒精废液为原料,罗马尼亚采用纸浆废液、石油和木材加工副产品为原料,意大利以石蜡为原料生产饲料酵母等等。以饲料酵母作为蛋白饲料的补充资源,在 20 世纪 70 年代前后期间,许多国家都收到了实效。

随着酵母工业的发展,酵母成分利用的工业也发展起来。

欧美等国家对酵母抽提物(Yeast Extract)的开发利用约有七十多年的历史。目前,酵母抽提物的世界产量已达 5 万 t 以上,年产值约 5 亿美元。由于酵母抽提物具有调味、营养以及一些辅助医疗方面的作用,因此发展速度较快。美国最大的红星酵母公司酵母抽提物已达公司总产值的 30%,超过了酵母本身的产值(27%),欧美地区酵母抽提物的生产和销售已形成了相当大的规模。据了解,1993 年欧美鲜味市场中的植物蛋白水解液占 36%,酵母抽提物占 35%,味精占 17%,肉膏占 10%,其它占 2%。

酵母抽提物基本上可以分为两大类,即酵母自溶物(Yeast Autolysate)和酵母浸出物(Yeast Extract)。除在食品工业应用外,也可作为原料大量用于发酵工业和抗菌素发酵等,作为微生物生长原料和发酵培养基。

以酵母抽提物为基料制成的调味料中,日本有酵母调味料 100 多个系列,澳大利亚 OHLY 酵母精和美国 Yeast Extract 系列

产品等。

二、国内酵母工业概况

我国酵母生产始于 1922 年,至今已有八十多年的历史了。解放前只有上海大华利卫生食料厂和上海新亚酵素厂制造面包酵母,年产量仅为 12t(以干酵母计)。

解放后,我国的酵母工业有了很大发展,在原上海大华利卫生食料厂基础上发展起来的上海酵母厂,主要生产面包酵母。当时以玉米及麦芽为原料制造面包酵母,加工面包、馒头之用,产量少,用途面狭窄。后来原料改为糖蜜,产量逐渐增加。

1957 年建立了广东江门甘蔗化工厂酵母车间,相继又建立了吉林石砚造纸厂饲料酵母车间、广东梅山—马利酵母公司、广东东莞糖厂酵母分厂、湖北宜昌安琪酵母基地等,各类酵母厂已遍及全国十几个省市。产品从单一的面包酵母发展为鲜酵母、活性干酵母、药用酵母、饲料酵母、核酸酵母、酿酒用酵母、营养功能性酵母等多品种系列化产品。这些产品除应用于食品工业、医药和保健工业、酿酒工业及饲料工业外,部分产品已开始出口。

在酵母生产的原料方面,已由单一的粮食原料发展到糖蜜、糖蜜酒精废液、味精生产废液和淀粉加工废液等多种原料。另外,上海酵母厂和中国科学院上海有机化学研究所曾承担石油酵母的研究课题,利用石蜡油和甲醇为原料生产石油酵母,为家畜、家禽的饲养试验和农用抗菌素生产培养基提供了上百吨的石油酵母,研制工作取得了可喜的进展。

1. 面包酵母

活性干酵母的研究和生产始于 20 世纪 70 年代初期,上海酵母厂于 1974 年主要采用国产设备试制生产出普通活性干酵母。到了 80 年代中后期,开始从国外全套或部分引进设备及生产技术,如广东东莞糖厂酵母分厂(现名丹宝利酵母公司)、广东梅山—马利酵母有限公司、湖北宜昌安琪酵母基地(安琪酵母有限公司)

和珠海奥利酵母有限公司等相继建成投产,使我国的高活性面包酵母的生产规模和产品质量达到了国际先进水平。

2. 酿酒酵母

自 20 世纪 70 年代以来,天津轻工业学院(现天津科技大学)、中国科学院微生物所、轻工业部食品发酵工业研究所(现中国食品发酵工业研究院)、湖北宜昌安琪酵母有限公司、广东丹宝利酵母公司等单位进行了酿酒用活性干酵母的研究与制造工作,并取得了一系列研究成果。在 90 年代前后,逐渐开始投入工业化生产,使酿酒用活性干酵母的产品形成了专一化和系列化。

3. 饲料酵母

利用工业废液生产饲料酵母在我国有一定的历史。例如:20 世纪 60 年代中期以后,吉林石砚造纸厂利用亚硫酸盐木浆废液,经过酒精发酵蒸馏出酒精后的废液为原料,黑龙江南岔木材水解厂利用木材锯末水解酒精废液为原料,江苏如东生物化学总厂与轻工业部食品发酵工业研究所合作利用味精生产废液,江苏常州味精厂、江苏苏州味精厂、山东烟台味精厂、山东威海味精厂和广西桂林味精厂利用味精生产废液,福建莆田糖厂、福建云霄糖厂和广东江门生物技术开发中心以糖蜜为原料生产饲料酵母等等。到 20 世纪 70 到 80 年代分别建成 500~1000t 规模的生产工厂。进入 21 世纪以来,随着主产品生产工艺改造和原料综合利用水平的提高,生产饲料酵母的工厂陆续转产和停产,工厂数目逐渐减少,目前尚有浙江义乌蜜蜂集团和广东珠海益力集团利用味精生产排放的高浓度有机废水生产饲料酵母,年产量在 5000t 以上。

4. 酵母成分的利用

酵母成分的利用起步于 20 世纪 90 年代,广东东莞一品鲜公司、湖北宜昌安琪酵母有限公司、珠海奥力酵母有限公司等先后工业化生产酵母抽提物,产量达 8000t 以上,产品已部分出口国外。

海藻糖普遍存在于低等植物、藻类、真菌和细菌中,以酵母中含量最高。海藻糖是一种由两个葡萄糖分子经糖苷键连接的非还