

MEIZHIJI YINGYONG SHOUC

JIANGXIRUI ZHUBIAN



制剂应用手册

姜锡瑞 主编



中国轻工业出版社

酶制剂应用手册

姜锡瑞 主编

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

酶制剂应用手册/姜锡瑞主编. - 北京: 中国轻工业出版社, 1999.2

ISBN 7-5019-2325-6

I. 酶… II. 姜… III. 酶制剂-应用-手册 IV. TQ464.8
-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 28859 号

责任编辑: 唐是雯 责任终审: 滕炎福 封面设计: 赵小云
版式设计: 赵益东 责任校对: 郎静瀛 责任监印: 徐肇华

*

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: 中国人民警官大学印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 1999 年 2 月第 1 版 1999 年 2 月第 1 次印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 11.25

字数: 296 千字 印数: 1—3000 册

书号: ISBN 7-5019-2325-6/TQ·162 定价: 28.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

主 编 姜锡瑞

编写人员 姜锡瑞 莫湘筠 曹本昌 诸伯荣

刘有才 陆忠侠 黄新宇 姚景熙

序

生物工程是现代科技的一项高新技术，是当今最有发展的学科之一。酶工程是生物工程中重要的组成部分。酶制剂的应用技术直接影响到相关行业和企业的生产水平和经济效益。

我国酶制剂工业起步虽晚，但发展很快。从 1965 年无锡酶制剂厂成为国内第一家专业酶制剂工厂起，至今我国的酶制剂工业已发展成为集科研、设计、生产、检测、标准制订和中、高等教育在内的一个完整的工业体系。所涉及的行业包括：淀粉糖、酿造、啤酒、食品、纺织、洗涤剂、有机酸、饲料、医药等。酶制剂的发展和应用技术不断提高，必将会对这些工业带来新的生机和活力。

酶制剂的应用近年来得到了普及和提高。国家科委重点推广项目之一“新双酶法在淀粉质原料深加工工业中的应用技术”已在全国得到了推广，利用酶技术在食品工业中不断涌现出新产品；在纺织工业中利用酶法退浆、精炼，使生产牛仔布技术进一步提高；在皮革工业中采用酶法脱毛和鞣制；饲料工业用酶法生产高效复合饲料；有机酸行业采用清液发酵；在洗涤剂行业中生产加酶和复合洗涤剂；啤酒行业应用酶制剂后，可增加辅料用量，提高发酵度，生产干啤酒和特种啤酒；在酒精行业采用了“中温蒸煮”新技术。喷射液化新技术已上了一个新台阶，不仅生产出各种喷射液化器，而且多段液化在国际上处于领先地位。由于酶制剂及其应用技术的不断提高，不仅在节约粮食、提高得率、降低成本、开发新产品等方面取得了非常显著的效益，而且

在避免环境污染、保护人类生存条件等领域作出了有益的贡献。

《酶制剂应用手册》一书是在全面总结我国近年来酶制剂在工厂使用方法和经验的基础上，将当前最新的科研成果、先进的生产工艺和设备集于一册，以供相关科研部门、生产企业及大专院校查阅和参考。本书的编者都是我国酶制剂专家，他们长期工作在科研、生产的第一线，有着较丰富的理论水平和实践经验。希望这本书能在从事酶工程及有关行业的同仁中，起到相互交流、推动进步的作用。

耿兆麟

前 言

酶制剂工业近年来在国内外发展迅速，产量迅猛上升，品种不断完善，质量继续提高，应用范围日趋扩大，已深入到各个行业。我国酶制剂应用技术也由普及到提高，在一些应用领域已达到了国际先进水平。很多工厂已经积累了不少应用技术的经验和方法，科研机关也在应用技术和新品种开发上取得了丰硕成果。在设备上，各种液化喷射器的出现，为酶制剂应用技术的提高开创了新的途径。酶制剂应用技术已进入了一个新的时期，有必要对我国应用技术进行系统总结。在国家轻工局的支持下，以及各行业的配合下，我们组织编写了《酶制剂应用手册》一书，希望本手册的出版能有助于酶制剂应用技术的提高，对工厂企业开发新品种、选用新工艺、采用新设备、提高生产水平、降低成本有所帮助。

自《酶制剂应用技术》一书出版后，受到各地工厂的欢迎，虽然重印，仍不能满足需要。《酶制剂应用技术》一书主要介绍酶制剂在淀粉质原料深加工工业中的应用技术，本手册是在此基础上进行修改、完善，并扩大到各主要应用领域编写而成的。这是我国近年来应用技术的总结，涉及到淀粉糖、啤酒、酿造、酒精、味精、有机酸、食品、纺织、饲料、皮革、洗涤剂等行业。

“九五”国家科委科技成果重点推广项目之一，“新双酶法在淀粉质原料深加工工业中的应用技术”在无锡酶制剂厂通过鉴定，并得以推广，取得了好的效果。酶制剂在葡萄糖生产中普遍推广后，比原酸法工艺提高收率和 DE 值 6~8 个百分点；在麦

芽糖行业上应用，提高出糖率 2.5 个百分点；在味精行业上应用，淀粉转化率提高 3 个百分点，产酸也有提高；在啤酒工业中应用，提高了辅料比和发酵度，开发了干啤酒等新品种；酶制剂在酒精工业中应用后，推广“中温蒸煮”工艺，降低能耗，浓醪发酵，利于高蛋白饲料 DDGS 的生产；在柠檬酸行业，高温淀粉酶得到普遍应用，并推行“清液发酵”新技术，对综合利用、提高产酸率、减少环境污染等都具有优越性；酿酒工业中正确使用糖化酶后，普遍提高了出酒率，节约粮耗，降低了成本；酶制剂在淀粉糖品生产中的应用，开发了新型功能性保健食品之一“低聚糖”。总之，酶制剂在淀粉质原料深加工工业中得到了日益广泛的应用。

酶制剂在食品工业中的应用已取得了很多成果，开发出一系列富有营养和具有保健功能的食品，动植物蛋白酶解，分解为各级蛋白肽类；烘焙工业上应用也逐渐增多。在纺织工业中利用酶法精炼和退浆，不仅使织物柔软，操作简便，而且可以避免环境污染。皮革工业中采用酶法脱毛、软化毛皮也有了很好的发展。饲料在我国面广量大，采用多种酶添加于饲料，有助于提高饲料的价值。有机酸行业采用高温淀粉酶后，缩短了周期，提高了产酸率，目前“清液发酵”已显示出其优越性。酶制剂在洗涤剂生产中得以应用，新型加酶复合洗涤剂，加酶清洗剂已成为潮流。酶制剂应用范围与日俱增，应用技术日益提高。

连续喷射液化工艺的采用，各种不同型号喷射液化器的出现，都将推动应用技术进一步提高。先进的工艺和设备结合，更能发挥酶制剂的高效快速作用。

本书在编写过程中承蒙无锡杰能科生物工程有限公司、上海兆光喷射液化技术有限公司、上海华事达实业有限公司、锡山市锡南生物工程装备厂的鼎力支持；同时得到中国食品发酵研究所、中国日用化工研究所、无锡轻工大学、江苏省微生物研究所的支持和协助；得到不少专家的帮助，崔衍钧、侯炳炎、陈奏平

等高级工程师为本书提供了大量的科技资料；在书稿整理过程中得到原无锡酶制剂厂营销部、技术服务部的大力协助。在此，向上述单位和个人深表感谢。

本书经集体讨论，各章互为联系，各有侧重。主要编写人员为：黄新宇（第一章）、诸伯荣（第二章）、姜锡瑞（第三章、第七章）、莫湘筠（第四章）、姚景熙（第五章）、刘有才、陆忠侠（第六章）、曹本昌（第八章）。

本书中凡成分的含量、浓度等以%表示的，一般均指质量分数，酒精含量、浓度一般指体积分数。

由于编者水平有限，本书如有不足之处，请予批评指正。

编者

内 容 提 要

本书涉及目前国内酶制剂应用的主要领域，包括淀粉糖、啤酒、酿造、酒精、味精、有机酸、食品、纺织、饲料、皮革、洗涤剂等行业。重点介绍了酶制剂的作用、应用和关键性的应用技术，并附有有关酶制剂的产品标准和化验方法等内容。

本书可用作有关工厂、学校和科研单位的科研人员、工程技术人员和技工的参考书。

目 录

第一章 酶制剂基础知识

第一节 酶制剂的概念及特性	1
一、酶的定义	1
二、酶的分类	1
三、酶的特性	4
四、酶制剂的概念及特性	6
第二节 影响酶反应的因素	6
一、酶的结构和催化机制	6
二、酶反应动力学	10
三、影响酶促反应的因素	12
第三节 酶制剂的品种及主要性能介绍	16
一、耐高温 α -淀粉酶	16
二、糖化酶	17
三、细菌淀粉酶（中温 α -淀粉酶）	18
四、 β -淀粉酶	20
五、真菌淀粉酶	21
六、异淀粉酶	22
七、普鲁兰酶	23
八、蛋白酶	23
九、纤维素酶	27
十、中性脂肪酶	27
十一、果胶酶	28
十二、葡萄糖异构酶	28

十三、 β -葡聚糖酶	29
十四、 α -乙酰脱羧酶	29
第四节 酶制剂的发展和广泛应用	30
一、酶制剂工业发展和当前酶制剂工业概况	30
二、酶制剂的广泛应用	31

第二章 酶制剂在制糖等工业中的应用技术

第一节 酶法液化与糖化	33
一、液化	34
二、糖化	41
第二节 酶制剂在葡萄糖、果葡糖生产中的应用技术	44
一、工艺流程（以大米为原料）	45
二、工艺要点	45
第三节 酶制剂在味精生产中的应用技术	51
一、酶法制糖的工艺流程	52
二、淀粉酶解糖液的质量要求	52
三、工艺要点	53
第四节 酶制剂在麦芽糖生产中的应用技术	55
一、麦芽糖浆的组成	56
二、麦芽糖浆的基本生产方法	56
第五节 酶制剂在低聚糖生产中的应用技术	61
一、低聚糖生产与酶	62
二、麦芽低聚糖的生产	62
三、异麦芽低聚糖的生产	65
第六节 酶制剂在麦芽糊精生产中的应用技术	66
一、工艺流程	67
二、工艺要点	68

第三章 酶制剂在酿造工业中的应用技术

第一节 啤酒	71
一、概述	71

二、正确使用酶制剂	73
三、辅料液化	77
四、提高发酵度	83
五、降低双乙酰	88
六、改善麦汁过滤	89
七、增加 α -氨基氮	90
八、提高啤酒稳定性	90
九、复合作用	92
第二节 酒精	94
一、概述	96
二、各种蒸煮方式的比较	99
三、中温蒸煮的应用技术	104
四、糖化酶糖化	110
五、使用酶制剂的正确方法	113
六、活性干酵母	115
第三节 白酒和黄酒	117
一、大曲酒应用糖化酶提高出酒率	117
二、大曲酒应用糖化酶缩短发酵周期	119
三、糖化酶在白酒生产丢糟中的应用	121
四、小曲白酒生产中应用糖化酶	123
五、黄酒生产中应用糖化酶	125
六、白酒和黄酒生产中应用糖化酶的注意点	126
第四节 食醋和酱油	128
一、食醋	128
二、酱油	130

第四章 酶制剂在食品工业中的应用技术

第一节 烘焙工业	137
第二节 果蔬加工	139
一、果蔬酱	140
二、果蔬汁	141

第三节 奶制品工业	143
一、奶酪	143
二、乳清处理	146
第四节 蛋白质工业	147
一、植物蛋白	148
二、动物蛋白	150
第五节 肉类加工	159
一、肉类嫩化	159
二、肉类加工副产物利用	161

第五章 酶制剂在饲料工业中的应用技术

第一节 概述	164
一、饲料工业用酶的研究开发	164
二、饲用酶制剂的作用	166
第二节 饲用酶制剂的要求、种类和使用方法	168
一、饲用酶制剂的要求	168
二、饲用酶制剂的种类	170
三、饲用酶制剂的使用方法	170
第三节 酶制剂在畜禽饲料中的应用效果	171
一、酶制剂在仔（肉）鸡饲料中的应用	171
二、酶制剂在仔猪和肥育猪中的应用	173
三、酶制剂在其他动物饲养中的应用	176
第四节 展望	179

第六章 酶制剂在洗涤剂工业中的应用技术

第一节 概述	180
第二节 洗涤剂酶的类型和特性	185
一、碱性蛋白酶	185
二、纤维素酶	191
三、脂肪酶	195
四、淀粉酶	199

第三节 含酶洗涤剂的生产	205
一、含酶粉状洗涤剂的生产	208
二、加酶液体洗涤剂的生产	209
三、参考配方	210

第七章 酶制剂在纺织、皮革工业中的应用技术

第一节 酶制剂在纺织工业中的应用	219
一、退浆	219
二、精炼	225
第二节 纤维素酶在棉织物中的应用	228
一、纤维素酶作用于棉织物的基本原理	229
二、纤维素酶对织物产生的效果	230
三、影响纤维素酶水洗质量的几个因素	230
四、牛仔服工业化酶洗工艺及质量	232
五、结语	232
第三节 蛋白酶在皮革生产中的应用	232
一、碱法脱毛	233
二、二甲胺脱毛	234
三、氧化脱毛	234
四、酶法脱毛	234
五、各种脱毛方法污染情况比较	239
六、厂家实际操作举例	240
七、毛皮的软化	241

第八章 酶制剂在有机酸工业中的应用技术

第一节 概述	243
第二节 柠檬酸	244
一、性能与用途	244
二、黑曲霉与淀粉水解酶	244
三、生产工艺	245
四、原料液化方法及控制	245

第三节 乳酸	250
一、性能与用途	250
二、发酵微生物及淀粉水解酶	252
三、生产工艺	253
四、双酶法水解	254
五、液化、糖化与乳酸生产的关系	258
第四节 衣康酸	258
一、性能与用途	258
二、发酵微生物	259
三、生产工艺	259
四、淀粉水解糖制备	260
第五节 苹果酸	261
一、性能与用途	261
二、微生物与发酵	261

附 录

一、酶制剂标准及其酶活力的测定方法	263
二、常用数据表	331
三、企业信息	340
 主要参考资料	 343

第一章 酶制剂基础知识

第一节 酶制剂的概念及特性

一、酶的定义

酶是一种由活细胞产生的生物催化剂。它是一种蛋白质，在生物体的新陈代谢中起着非常重要的作用。它参与生物体大部分的化学反应，使新陈代谢有控制地有秩序地进行下去，从而使生命得以延续。

尽管历史上很早就存在着人们不自觉地应用酶学原理，利用粮食原料制酒的事例，但酶学作为一门科学还只起始于 19 世纪。随后，无论是新酶的发现，酶作用性质的研究，酶的研究方法和实验技术的改进，都有重要的进展。尤其是最近 50 年中取得了飞速的发展，近年来基因工程的突破性成果应用于酶生产菌种的改良工作后，更使酶制剂工业跨上了新的台阶。

二、酶的分类

根据国际生物化学联合委员会对酶的分类，可把酶分成六大类，它们是：氧化还原酶类、转移酶类、水解酶类、裂合酶类、异构酶类、合成酶类。具体分类如下。

(一) 氧化还原酶类

氧化还原酶类 (Oxidoreductase) 能催化底物的氧化和还原，