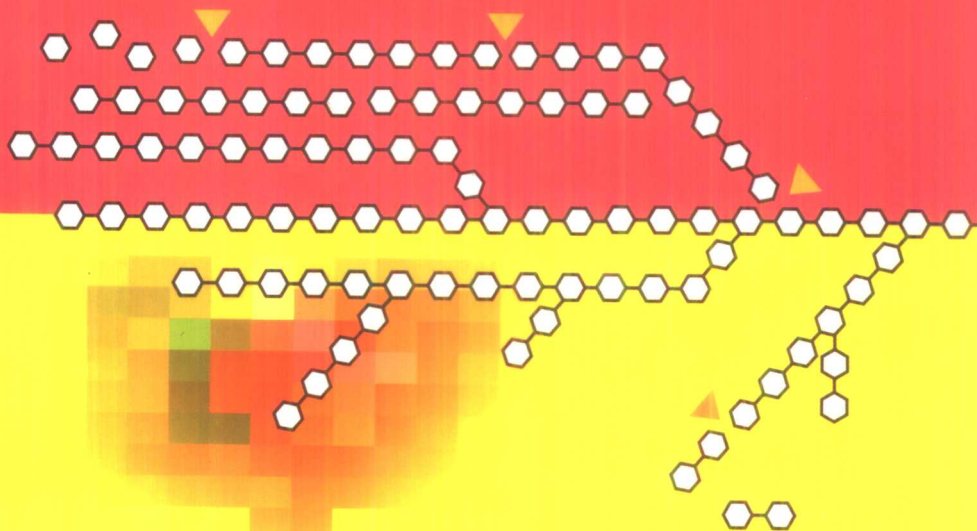


新编

酶制剂实用技术手册



姜锡瑞 段 钢 编著



中国轻工业出版社

新编 酶制剂实用技术手册

姜锡瑞 段 钢 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

新编酶制剂实用技术手册/姜锡瑞, 段钢编著. —北京: 中国轻工业出版社, 2002.3
ISBN 7-5019-3651-X

I. 新… I. ①姜…②段… I. 酶制剂-技术手册
册 N.TQ925-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 010188 号

责任编辑: 唐是雯 责任终审: 劳国强 封面设计: 赵小云
版式设计: 刘 静 责任校对: 燕 杰 责任监印: 吴京一

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 14.5

字 数: 394 千字 印数: 1—4000

书 号: ISBN 7-5019-3651-X/TS·2183

定 价: 35.00 元

· 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 ·

搞好酶制剂应用
开发，为国民经济
发展当好催化
剂！

中国发酵工业协会理事长

石维忱

2001年6月

酶制剂工业与焙
烤食品糖制品工
业息息相关，发
展酶制剂工业也
将更好地促进焙
烤食品糖制品工
业的发展。

中国焙烤食品糖制品工业协会

理事长 朱念琳

2002年1月10日

前 言

自《酶制剂应用手册》一书出版后，受到了广大读者的欢迎和好评，但是由于发酵、食品等行业发展迅速，酶制剂新品种不断涌现，技术装备、应用技术水平不断创新和提高，原书已跟不上形势发展的需要。为了介绍国外最新应用技术和最新酶制剂品种，总结国内外近年来的最新科研成果，我们在原书的基础上重新编写了《新编酶制剂实用技术手册》一书，以满足不断发展中的酶制剂科研和生产需要。

我国酶制剂已广泛应用在食品、酿造、味精、制药、有机酸、淀粉糖、纺织、皮革、洗涤剂及保健品等各个领域，应用领域越来越广，应用技术水平不断提高，然而与国外先进国家和地区相比尚有差距，这就需要科研单位、应用工厂与酶制剂生产企业紧密配合，推广并采用先进技术装备和新型高效酶制剂，以进一步提高食品发酵行业的生产应用水平。

进入新世纪以来，发展速度较快的是啤酒、淀粉糖、食品、燃料乙醇、味精和柠檬酸等行业。啤酒工业发展迅速，我国啤酒总产量已跃居世界第二位，2000年总产量达2100万t。啤酒产量增加，辅料比加大，使之成为应用酶制剂品种最多的行业。

淀粉糖行业发展迅速，产量成倍增长，品种层出不穷，到2000年已达85万t。新型酶制剂已应用在针剂葡萄糖、液体葡萄糖浆、高麦芽糖浆、果葡糖浆以及各种低聚糖的生产中。淀粉糖替代蔗糖已应用在糖果、食品、啤酒和饮料生产上，其发展势不可挡。功能性低聚糖已被人们所接受，淀粉糖对酶制剂的品种和质量提出了更高的要求。新型酶制剂的推出为这些行业提供了发展所必需的条件。

食品工业是用酶大户，目前已在烘焙、果蔬加工、奶制品、肉类加工和蛋白质水解等行业广泛使用。目前酶制剂品种还远远不能

满足食品工业需要，酶制剂工业应该不断推出新型酶制剂、复合酶制剂、高活力高纯度特殊酶制剂来满足日益发展的食品工业需要。

变性燃料酒精和汽油混合作为新一代汽车燃料，具有广阔的市场前景。由于酒精可作为代用燃料减少石油消耗，改善汽油辛烷值，减少机动车对空气的污染，因此可以预料，燃料酒精的开发和应用是我国应大力发展的方向之一。玉米淀粉利用酶法水解发酵生产无水酒精，进行粮食综合利用大有可为。酒精清洁生产工艺的推行，为酒精生产开辟了一条新的途径，既能综合利用，又彻底解决了酒精废水的排污问题。

味精行业稳步发展。以大米或淀粉作为原料，采用连续喷射液化，复合糖化酶糖化的工艺，使出糖率和糖液质量大幅度提高，为发酵和提取打下了良好基础，使产酸率、糖酸转化率、提取收率等各项指标接近或达到国际先进水平。

柠檬酸、乳酸等有机酸和山梨醇的发展也较快，这些行业正大力加强技改创新，以独特的工艺提高生产水平，对酶制剂的需求也逐步上升。

综上所述，我国的食物发酵工业发展迅速，对酶制剂的品种和质量要求不断提高。近年来，虽然我国酶制剂的产量增长很快，但大多是重复生产，品种单调，水平不高，质量参差不齐，远远不能满足下游工业发展的需要。因此，酶制剂工业必须调整产品结构，向多品种、高活性、高纯度、复合型方向发展，加快引进和吸收国外先进技术、基因工程菌种、先进工艺和装备，使酶制剂生产的水平和质量上档次。

酶制剂的应用技术也在不断发展，我们只有更多地吸收国外技术和总结国内生产实践经验，并将这些经验和成果与本厂实际相结合，才能将酶应用技术不断创新和提高。希望本书的出版有助于将应用技术推向一个崭新的高度，有助于新产品的开发和生产技术水平提高，有助于发展中的食物发酵行业的进步。

在本书的编写过程中，中国食物发酵研究所莫湘箴总工程师提供了大量应用技术资料和实例，并进行了指导和审核。无锡杰能科

生物工程有限公司销售部和技术服务部的同仁也给予了协助和支持。

夏迪、刘晓光、周红伟对本书编写给予了大力的支持和帮助,使本书得以顺利出版。上海华事达实业公司,福州福达生物工程有限公司,江西安琪生物工程有限公司都为本书提供了技术和市场信息,并给予了帮助和支持。

在本书的编写、整理和校对的过程中,王永俊协助完成了大量的文字输入工作,付出了辛勤的劳动。

对上述单位和个人表示衷心的感谢!

编著者

目 录

第一章 酶制剂基础知识	(1)
第一节 酶制剂概念	(1)
一、概述	(1)
二、酶制剂工业的发展	(2)
三、酶制剂的广泛应用	(4)
第二节 酶制剂的特性	(8)
一、酶的定义	(8)
二、酶的分类	(8)
三、酶的特性	(11)
第三节 影响酶反应的因素	(12)
一、酶的结构和催化机制	(12)
二、酶反应动力学	(16)
三、影响酶促反应的因素	(18)
第四节 酶制剂常用品种及其性能	(21)
一、耐高温 α -淀粉酶	(21)
二、高效耐高温 α -淀粉酶 (低钙, 低 pH, 高热稳定性 α -淀粉酶)	(22)
三、洗涤剂 α -淀粉酶	(25)
四、中温 α -淀粉酶	(27)
五、糖化酶	(28)
六、葡萄糖糖化酶	(29)
七、高效糖化酶 (葡萄糖工业用)	(30)
八、强效糖化酶	(33)
九、新型液体糖化酶 (酒精和白酒工业用)	(35)

十、酒精专用复合糖化酶	(37)
十一、 β -淀粉酶	(39)
十二、大麦 β -淀粉酶	(40)
十三、真菌 α -淀粉酶	(42)
十四、普鲁兰酶(低 pH, 热稳定脱支酶)	(45)
十五、转苷酶(异麦芽低聚糖生产用酶, 转苷酶 L-500)	(47)
十六、 β -葡聚糖酶	(50)
十七、固定化葡萄糖异构酶	(51)
十八、果胶酶	(53)
十九、酸性蛋白酶	(54)
二十、精制中性蛋白酶	(56)
二十一、低温高碱性蛋白酶	(58)
二十二、木瓜蛋白酶	(59)
二十三、燃料酒精用蛋白酶	(60)
二十四、洗衣粉用蛋白酶	(62)
二十五、液体洗涤剂用蛋白酶	(64)
二十六、纤维素酶	(66)
二十七、高碱性纤维素酶	(68)
二十八、葡萄糖氧化酶	(71)
二十九、溶菌酶	(72)
三十、 α -乙酰乳酸脱羧酶	(73)
三十一、木聚糖酶	(73)
三十二、脂肪酶	(75)

第二章 酶制剂在淀粉糖工业中的应用技术

第一节 淀粉糖概述

一、淀粉糖的发展

二、酶法、酸法制糖的比较

第二节 酶法液化与糖化

一、液化

二、糖化	(96)
第三节 酶制剂在葡萄糖生产中的应用技术	(99)
一、工艺流程(以大米为原料)	(100)
二、工艺要点	(100)
三、提高葡萄糖值	(109)
第四节 酶制剂在味精生产中的应用技术	(116)
一、酶法制糖的工艺流程	(117)
二、淀粉酶解糖液的质量要求	(117)
三、工艺要点	(117)
四、提高糖液质量的若干技术问题	(120)
第五节 麦芽糖的生产和应用	(125)
一、用途和性能	(126)
二、淀粉液化	(127)
三、麦芽糖浆(40%~45%麦芽糖)	(129)
四、高麦芽糖浆	(132)
五、超高麦芽糖浆(>80%麦芽糖)	(133)
六、操作参数和防止染菌	(135)
七、小型饴糖生产技术	(136)
第六节 果葡糖浆的生产和应用	(148)
一、果葡糖浆特性	(149)
二、葡萄糖异构化原材料	(150)
三、异构化工艺	(151)
四、反应器操作的影响因素	(153)
五、水化过程和装柱	(154)
第七节 酶制剂在低聚糖生产中的应用技术	(155)
一、低聚糖生产与酶	(156)
二、麦芽低聚糖的生产	(157)
三、异麦芽低聚糖的生产	(159)
四、异麦芽低聚糖转苷技术	(160)
五、低聚糖的功能和用途	(165)

第八节 酶制剂在麦芽糊精生产中的应用技术·····	(168)
一、工艺流程·····	(169)
二、工艺要点·····	(169)
三、麦芽糊精的性能和应用·····	(171)
 第三章 酶制剂在酿造工业中的应用技术·····	(174)
第一节 啤酒·····	(174)
一、概述·····	(174)
二、正确使用酶制剂·····	(176)
三、辅料液化·····	(179)
四、提高发酵度·····	(185)
五、降低双乙酰·····	(189)
六、改善麦汁过滤·····	(190)
七、增加 α -氨基氮·····	(191)
八、提高啤酒稳定性·····	(192)
九、复合作用·····	(193)
十、改善膜过滤速度·····	(195)
十一、消除杂菌污染·····	(196)
十二、啤酒除氧·····	(197)
第二节 酒精·····	(202)
一、概述·····	(203)
二、各种蒸煮方式的比较·····	(205)
三、中温蒸煮的应用技术·····	(211)
四、糖化酶糖化·····	(216)
五、使用酶制剂的正确方法·····	(218)
六、活性干酵母·····	(221)
七、燃料酒精·····	(222)
八、喷射液化代替蒸煮·····	(225)
九、新型酶制剂在酒精生产上的应用·····	(229)
第三节 白酒和黄酒·····	(235)

一、大曲酒应用糖化酶提高出酒率	(235)
二、大曲酒应用糖化酶缩短发酵周期	(237)
三、糖化酶在白酒生产时的丢糟中应用	(239)
四、小曲白酒生产中应用糖化酶	(240)
五、黄酒生产中应用糖化酶	(242)
六、白酒和黄酒生产中应用糖化酶的注意点	(243)
第四节 食醋和酱油	(245)
一、食醋	(245)
二、酱油	(247)
第四章 酶制剂在食品工业中的应用技术	(251)
第一节 烘焙工业	(253)
第二节 果蔬加工	(255)
一、果蔬加工用酶	(255)
二、果蔬酱	(259)
三、果蔬汁	(260)
第三节 奶制品工业	(261)
一、奶酪	(262)
二、乳清处理	(265)
第四节 蛋白质工业	(265)
一、植物蛋白	(266)
二、动物蛋白	(268)
第五节 肉类加工	(277)
一、肉类嫩化	(277)
二、肉类加工副产物利用	(279)
第六节 新型营养食品	(281)
一、谷氨酰胺转胺酶在食品中的应用	(281)
二、水产加工	(284)
三、天然调味料	(286)

第五章 酶制剂在饲料工业中的应用技术	(288)
第一节 概述	(288)
一、饲料用酶发展动态	(288)
二、饲料工业用酶的研究开发	(290)
三、饲料酶制剂的作用	(292)
第二节 饲料用酶制剂的要求、种类和使用方法	(293)
一、饲料用酶制剂的要求	(293)
二、饲料用酶制剂的种类	(295)
三、饲料用酶制剂的使用方法	(295)
第三节 酶制剂在畜禽饲料中的应用效果	(296)
一、酶制剂在仔(肉)鸡饲料中的应用	(296)
二、酶制剂在仔猪和肥育猪中的应用	(298)
三、酶制剂在其他动物饲养中的应用	(301)
第四节 展望	(303)
 第六章 酶制剂在洗涤剂工业中的应用技术	(305)
第一节 概述	(305)
一、洗涤剂的发展	(305)
二、市场和品种	(309)
第二节 洗涤剂酶的类型和特性	(315)
一、碱性蛋白酶	(315)
二、纤维素酶	(320)
三、脂肪酶	(324)
四、淀粉酶	(324)
第三节 含酶洗涤剂的生产	(329)
一、含酶粉状洗涤剂的生产	(331)
二、加酶液体洗涤剂的生产	(333)
三、参考配方	(333)

第七章 酶制剂在纺织、皮革、造纸工业中的应用技术	(339)
第一节 酶制剂在纺织工业中的应用	(339)
一、退浆	(339)
二、精炼	(345)
第二节 纤维素酶在棉织物中的应用	(347)
一、纤维素酶作用于棉织物的基本原理	(348)
二、纤维素酶对织物产生的效果	(349)
三、影响纤维素酶水洗质量的几个因素	(349)
四、牛仔服工业化酶洗工艺及质量	(351)
五、结语	(351)
第三节 蛋白酶在皮革生产中的应用	(351)
一、碱法脱毛	(352)
二、二甲胺脱毛	(353)
三、氧化脱毛	(353)
四、酶法脱毛	(353)
五、各种脱毛方法污染情况比较	(357)
六、厂家实际操作举例	(358)
七、毛皮的软化	(359)
第四节 酶制剂在造纸生产中的应用	(360)
第八章 酶制剂在有机酸工业中的应用技术	(365)
第一节 概述	(365)
第二节 柠檬酸	(366)
一、性能与用途	(366)
二、黑曲霉与淀粉水解酶	(366)
三、生产工艺	(367)
四、原料液化方法及控制	(367)
第三节 乳酸	(372)
一、性能与用途	(372)
二、发酵微生物及淀粉水解酶	(373)

三、生产工艺	(374)
四、双酶法水解	(375)
五、液化、糖化与乳酸生产的关系	(378)
第四节 衣康酸	(379)
一、性能与用途	(379)
二、发酵微生物	(379)
三、生产工艺	(379)
四、淀粉水解糖的制备	(380)
第五节 苹果酸	(381)
一、性能与用途	(381)
二、微生物与发酵	(381)
附录 酶制剂标准及酶活力的测定方法	(383)
主要参考资料	(446)

第一章 酶制剂基础知识

第一节 酶制剂概念

一、概 述

酶制剂工业飞速发展，国外酶制剂进入中国，一批新型酶制剂的出现，使得酶制剂的应用领域扩大，应用技术提高，生产水平提高。酶制剂在科研和生产中占有重要地位，已经在啤酒、酿造、味精、纺织、洗涤剂、食品、饲料、有机酸等方面广泛使用，也已在新的领域中推广应用，例如在肉类加工、造纸、焙烤、化妆品等行业的应用，并取得可喜的成果。

采用现代诱变技术——基因工程，选育出优良菌种，可生产高活性、高纯度、高水平酶制剂，为广泛应用打下基础。应用技术从过去国家科委推广的“双酶法”，在淀粉质原料深加工工业中应用的基础上大幅度提高。采用复合酶，多酶法，高效性、高纯度酶，已经在科研和生产中取得成功。酶制剂的发展，酶制剂应用技术的提高，对经济发展将起到十分重要作用。

发酵以及相关行业生产和科研发展需要酶制剂，酶制剂发展和应用技术推动这些行业的发展。新世纪以来，淀粉糖工业的快速发展是由于淀粉糖需要量增加，成本下降，价格低于蔗糖，也是由于新型酶提供了可能性，如用复合酶生产注射糖、高麦芽糖、甲壳低聚糖，用转苷酶生产低聚糖，用异构酶生产果葡糖等。

酶制剂能得以推广并广泛应用，是因为它们具有独特的优点：

(1) 能在常温常压下进行酶的催化作用，有利于简化设备，降低成本。