

工人技术读本



酶制剂生产技术知识

上海市食品工业公司编

GONG REN JI SHU DUBEN

酶制剂生产技术知识

上海市食品工业公司编

封面：上海烟草工业印刷厂印刷

正文：上海松江新生印刷厂印刷

—*—

—*—

—*—

开本787×1092 1/32 印张4½ 字数18万
1984年3月第一版 1984年3月第一次印刷

版权所有 不得翻印

印数 1~5000册

前 言

工人技术培训是职工队伍建设的重要组成部份，也是职工教育的重要内容。建设一支又红又专的工人队伍，不断提高工人的政治、思想、文化、技术素质，这对逐步实现食品、发酵工业现代化生产建设具有十分重要的政治和经济意义。上海市食品工业公司受轻工业部劳动工资司的委托，在轻工业部食品工业局和上海市轻工业局大力支持下，为了加强职工教育，做好工人技术培训的基础工作，组织酶制剂工业工程技术人员编写工人技术学习读本《酶制剂生产技术知识》一书，供中、初级酶制剂生产工人技术学习和有关工程技术人员参考，也可作为酶制剂专业技术学校或技工学校的技术培训教材。

本书内容共有四个组成部份：

一。《酶制剂生产技术知识》在我公司科研技术科胡荣森、彭桂珠等同志支持下，由上海酒精厂顾季良和新型发酵厂吕一阳、周士慧、蒋小光等同志合写，章耀明、邢学杰同志绘图。经王博彦和王恩镒同志校阅审定。本书在编写过程中，参考了《微生物工程》、《基础化学工程》、《实用五金手册》等有关资料，并得到有关同志的支持，特此表示感谢。

二。本书附录我公司制订的《酶制剂工业工人技术等级标准》试行本。

三。本书附录上海市轻工业局一九八一年八月制订的上海市轻工企业学徒工学习年限和熟练工熟练期限。

四。按照酶制剂工业的生产要求，对学徒工分工种制订技术学习要求。

全书由我公司劳动工资科沈振声同志负责编辑，朱美琳、张君平、张春景同志具体组织、出版和发行工作。本书内部发行，版权所有不得翻印。由于我们组织编写工作缺乏经验，难免有不当之处，欢迎帮助指正，以便改进工作。

上海市食品工业公司

一九八三年十一月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 酶的基本特性	(1)
一、高度的催化效率	(1)
二、高度的专一性	(1)
三、温和的作用条件	(2)
第二节 酶的发展史	(2)
第三节 酶的用途	(3)
一、酶在食品方面的应用	(4)
二、酶在发酵工业方面的应用	(4)
三、酶在日用化学工业方面的应用	(4)
四、酶在纺织工业方面的应用	(4)
五、酶在制革方面的应用	(4)
六、酶在医药工业方面的应用	(4)
七、酶在水产品加工方面的应用	(4)
八、酶在三废治理方面的应用	(4)
九、酶在农业方面的应用	(4)
第二章 酶制剂生产的微生物基础知识	(5)
第一节 微生物的形态和分类	(5)
一、细菌	(5)
二、放线菌	(6)
三、酵母菌	(7)
四、霉菌	(8)
第二节 微生物的营养与生长规律	(10)
一、微生物的营养	(10)

(一)微生物的营养类型·····	(10)
(二)微生物所需的营养物质·····	(10)
二、微生物的生长规律·····	(13)
(一)微生物生长规律的特点·····	(13)
(二)环境因素对微生物生长的影响·····	(16)
第三节 酶制剂生产菌种的选育和保藏·····	(16)
一、培养基·····	(16)
(一)根据营养物质的来源不同区分·····	(17)
(二)根据培养基的用途来分·····	(17)
(三)培养基的选择·····	(17)
二、菌种选育·····	(20)
(一)菌种的分离及操作方法·····	(20)
(二)菌种的诱变·····	(23)
三、菌种的保藏·····	(24)
(一)菌种保藏的原理·····	(25)
(二)菌种保藏的方法·····	(25)
第四节 实验室基本操作·····	(27)
一、灭菌方法·····	(27)
(一)干热灭菌法·····	(27)
(二)湿热灭菌法和消毒器·····	(28)
二、无菌室的要求及操作·····	(29)
三、摇瓶机的基本结构和用途·····	(30)
四、一般操作·····	(31)
(一)无菌取样·····	(31)
(二)革兰氏染色法·····	(31)
(三)显微镜的构造和使用方法·····	(32)
五、实验室几种常用设备的介绍·····	(34)

(一)电热恒温干燥箱.....	(34)
(二)电热恒温培养箱.....	(34)
(三)电热恒温水浴锅.....	(35)
(四)冰箱.....	(35)
(五)天平.....	(36)
第三章 酶制剂的深层发酵.....	(39)
第一节 发酵的生产流程,基本原理及条件控制.....	(39)
一、各种酶制剂的生产配方.....	(39)
二、基本原理.....	(41)
三、控制条件.....	(41)
(一)培养基的选择 浓度(C/N).....	(41)
(二)发酵条件的控制.....	(42)
第二节 发酵设备和操作.....	(46)
一、种子罐的结构和灭菌.....	(46)
二、发酵罐.....	(48)
(一)通用式发酵罐的构造.....	(48)
(二)灭菌.....	(49)
第三节 空气净化系统.....	(51)
一、空气净化系统流程.....	(51)
二、总过滤器和分过滤器.....	(51)
(一)总过滤器的结构,介质和填装方法.....	(51)
(二)总过滤器的灭菌处理.....	(52)
(三)分过滤器的结构、介质及灭菌处理.....	(53)
三、无菌空气的检查.....	(54)
四、介绍一种新的空气过滤介质—— 维尼纶纤维(PVAF)过滤介质.....	(54)
第四节 常用仪表.....	(56)

一、概述	(56)
二、压力和真空度的测量	(57)
三、流量测量及仪表	(73)
四、温度测量及仪表	(94)
五、分析仪表	(105)
第五节 几种主要微生物酶制剂的生产及应用	(107)
一、蛋白酶的生产和应用	(108)
(一)蛋白酶生产菌	(108)
(二)蛋白酶的生产	(109)
(三)蛋白酶的特性与应用	(111)
二、淀粉酶的生产和应用	(115)
(一)淀粉酶生产菌	(115)
(二)淀粉酶的生产	(116)
(三)淀粉酶的应用	(119)
第六节 酶制剂生产过程中杂菌污染的防止及处理	(121)
一、杂菌污染的防止	(121)
(一)灭菌操作的注意事项	(121)
(二)培养过程中的注意事项	(122)
(三)设备的维护和检查	(123)
二、杂菌污染后的处理	(123)
(一)噬菌体污染后的处理	(123)
(二)一般杂菌污染后的处理	(125)
第四章 酶制剂的提取工艺	(126)
第一节 预处理	(126)
一、热处理	(126)
二、浓缩处理	(126)
第二节 酶的提取	(127)

一、中性盐沉淀法(盐析法).....	(127)
(一)盐析法的基本原理.....	(128)
(二)盐析法的生产流程及工艺操作要点.....	(128)
二、有机溶剂沉淀法.....	(129)
(一)有机溶剂沉淀法的基本原理.....	(129)
(二)有机溶剂沉淀法的优缺点.....	(130)
(三)有机溶剂沉淀法的步骤和方法.....	(130)
三、离心喷雾干燥法.....	(131)
(一)离心喷雾干燥的原理及生产流程.....	(131)
(二)离心喷雾干燥的操作要点.....	(131)
四、流化床造粒新工艺.....	(133)
(一)料液处理.....	(133)
(二)滤液的浓缩.....	(136)
(三)流化床沸腾造粒.....	(139)
五、摇摆机造粒.....	(146)
六、酶制剂提取新工艺简介.....	(148)
(一)超滤.....	(148)
(二)离子交换法纯化.....	(150)
(三)葡聚糖凝胶提纯.....	(152)
第五章 酶制剂的提取设备.....	(157)
第一节 压滤.....	(157)
一、原理.....	157)
二、影响过滤速度的因素.....	(157)
三、常用过滤设备的分类和选择.....	(158)
四、板框压滤机.....	(159)
五、水压机.....	(161)
六、木榨机.....	(163)

第二节 滤渣(即滤并)的打碎	(164)
一、打碎的目的	(164)
二、移动式扬麸机	(165)
三、绞肉机	(166)
第三节 烘干	(167)
一、原理	(167)
二、流程	(167)
三、设备	(168)
第四节 磨粉	(169)
一、磨粉	(169)
二、吸尘系统	(172)
三、拌和桶	(173)
第五节 包装	(174)
一、成品单位的调配	(174)
二、包装	(174)
第六章 石油发酵蛋白酶	(179)
第一节 原料要求及处理方法	(179)
第二节 石油蛋白酶发酵	(180)
第三节 B625石油蛋白酶的提取	(183)
第七章 安全与卫生	(188)
第一节 电器使用的安全常识	(188)
第二节 使用蒸汽的安全常识	(192)
第三节 使用泵的安全常识	(192)
第四节 设备清洗时的安全常识	(193)
第五节 卫生	(193)
第八章 泵、管路附件、设备防蚀处理、简单化工计算 及冷冻基础知识	(196)

第一节	水力喷射泵	(196)
第二节	往复式真空泵	(199)
第三节	螺杆泵与离心泵	(202)
第四节	常用的管路附件	(205)
第五节	设备的防腐蚀处理	(212)
第六节	简单的化工计算	(217)
第七节	冷冻基础知识	(220)
第九章	半成品和成品分析	(223)
第一节	各种酶制剂成品的质量标准	(223)
第二节	酶活力的测定方法	(223)
一、	蛋白酶活力测定方法(3,942、537、166、1,398、 2709)	(223)
二、	α -淀粉酶活力测定方法	(230)
三、	uv—11、3,4309黑曲糖化酶活力测定方法	(232)
第三节	水分的测定方法	(236)
附录一	发酵工业酶制剂生产工业工人技术等级标准	(237)
附录二	发酵工业酶制剂生产学徒工学习年限	(256)
附录三	酶制剂生产学徒工技术学习要求	(357)

第一章 绪 论

第一节 酶的基本特性

酶是生物(动物、植物、微生物)细胞合成的具有蛋白质性质的生物催化剂。酶和一般无机催化剂相比,具有催化效率高和高度专一性的特点,但由于酶主要由蛋白质所组成,所以具有蛋白质的一切通性,凡能破坏蛋白质结构,使蛋白变性的因素如:高温、强酸、强碱重金属等都能使酶丧失活性。

酶广泛存在于生物体中,所有生物的全部新陈代谢作用,都是在酶的参与和控制下进行的。所以说,生命的基础是建筑在酶作用下生物化学过程之中。

酶这类生物催化剂,除了具有一般催化剂的特性外,有它的独特之处,现归纳如下:

一、高度的催化效率

酶的催化效率之高,是一般催化剂无法相比的。它的催化速度可以比一般催化剂高10—1000万倍。例如,1分子过氧化氢酶在1分钟内,可催化500万个分子过氧化氢分解为水和氧。

酶催化效率高,是由于酶的存在,降低了反应所需的活化能。

二、高度的专一性

所谓的专一性就是指,对作用底物有严格的选择性。

一般催化剂可同时对若干底物起催化作用,同时伴有其他付产物的生成。而酶则不然,一种酶只能催化一种或一类物质,发生化学变化。例如,蛋白酶只能催化蛋白质水解生

成氨基酸、脂肪酶只能催化脂肪水解生成脂肪酸和甘油，淀粉酶只能催化淀粉水解生成葡萄糖，所以说酶的催化性能，如一把钥匙开一把锁，不能互相代用。

根据酶有高度的专一性，在工业生产上就选用所需的酶，从成分复杂的粗原料中加工其某一成份，而制得所需的产品，或从成份复杂的产品中除去某种不要的成份，保证产品的纯度。例如罐头食品中的鲜桔汁，可以用柚甙酶来除去其中的苦味而不影响鲜桔汁质量，这是根据酶的高度专一性而采用的新工艺。

三、温和的作用条件

一般催化剂起作用时，往往需要高温，高压等条件。例如用酸作催化剂催化淀粉水解成葡萄糖，需要 $2.5 \sim 3 \text{ kg/Cm}^2$ 的蒸气压力和 $140 \sim 145^\circ\text{C}$ 的高温下才能进行。但用酶作催化剂，在常温常压下就能进行。

液化型淀粉酶在 $\text{PH}6.0 \sim 6.5$ ，温度在 $85 \sim 93^\circ\text{C}$ 便可把淀粉水解生成糊精；糖化型淀粉酶在 $\text{PH}4.5 \sim 5.0$ ，温度在 $55^\circ \sim 65^\circ\text{C}$ 便可把糊精水解生成葡萄糖。同时酶本身及其催化反应产物均无毒性。故用酶法生产，不需要耐酸，耐压设备及高温高压的条件。收得率高，付产物少，质量好，节约能源，降低消耗，劳动卫生条件可以得到改善，这就给各行各业改革旧工艺，提高产品质量和产量提供了有利的条件。

第二节 酶的发展史

世界上最早应用微生物的是我国的劳动人民。早在几千年前我们的祖先就会利用微生物来酿酒，制醋，做酱及饴糖等。二千伍佰年前就已经知道用神曲来治病。由于历史条件的

局限,我国的科学文化发展迟缓,工农业生产长期处于落后状态,发酵工业也不例外,即使稍具规模的酿酒行业也被帝国主义所垄断。新中国成立之后,在党的领导下酶制剂工业得到了很大的发展,建立了许多新工厂,产品,产量和品种均有大幅度的增加。

人们对酶的认识,已有近二百年的历史。酶制剂最初是从动物的内脏和腺体以及高等植物的果实和种子中提取,但由于动植物的原料来源有限,又受气候等自然条件的限制,不宜进行大规模的工业生产。近来,除少数酶仍用动植物原料外,大多数酶已转向使用微生物来生产。利用微生物生产酶制剂有如下主要优点:

- 一.微生物种类多,能生产的酶种类也多;
- 二.微生物繁殖速度快,产酶量高,短期内就可以生产大量的酶;
- 三.微生物不受季节、气候、地理等自然条件的影响;
- 四.可以利用比较简易的设备进行生产;
- 五.微生物能够利用廉价原料,大量生产所需要的酶,因而成本低廉;
- 六.可以根据需要,有选择性和有目的地筛选或改良品种,提高产酶效率。

现在大规模地工业化生产酶制剂主要是通过微生物发酵而制得。因此,本讲义主要介绍有关微生物酶制剂的生产技术。

第三节 酶的用途

目前酶制剂的应用范围已扩展到食品,发酵、日用化学、

纺织、制革、医药、水产加工，木材加工，造纸和农牧、三废治理等各个方面。

一、酶在食品方面的应用有：酶法葡萄糖，高果糖浆，面包制造，肉类的嫩化，水果和水产品的加工，豆制品和蛋品的加工等。

二、酶在发酵工业方面的应用有：豆酱和酱油的酿造，酒类和酒精酿造，果酒的澄清，啤酒的净化及核苷酸和氨基酸制造，浓醪发酵，培养基的液化、糖化等。

三、酶在日用化学工业方面的应用；加酶洗涤剂，加酶牙膏和加酶肥皂。

四、酶在纺织工业方面的应用；纺织品的退浆，生丝脱胶，羊毛脱脂和低温染色，酶法洗涤，黄麻脱胶等。

五、酶在制革工业方面的应用；酶法脱毛，酶法软化，毛皮鞣化。

六、酶在医药工业方面的应用；酶法制造代血浆，新型抗菌素，医治老慢支，哮喘，作消化剂等等。

七、酶在水产品加工方面的应用；水产品的蛋白水解，蛋白胨的制造。

八、酶在三废治理方面的应用；酶法除硫，脱酚，灭蚊蝇等。

九、酶在农业方面的应用；防治病虫害，发酵饲料等等。

第二章 酶制剂生产的微生物基础知识

第一节 微生物的形态和分类

微生物包括一大类个体微小，结构简单、肉眼不能看见、是单细胞少数简单多细胞，甚至无细胞结构的大分子生物。这类微小的生物体通常要在光学显微镜或者电子显微镜下才能看见。

微生物种类很多，但它们有如下特点：

分布广，种类多，适应性强，繁殖快、易于变异和培养。

工业上常用的微生物主要是细菌，放线菌，酵母菌及霉菌。

一、细菌

细菌在自然界分布极广泛和人类的日常生活关系非常密切，我们日常用肉眼看的是菌落和菌苔。细菌个体很小，必须在显微镜下才能看到，细菌的形态有球状、杆状、螺旋状三种。按照它们的形态，分别叫做球菌、杆菌、螺旋菌。细菌的大小一般以微米为单位，球菌的直径一般为 $0.5\sim 2$ 微米，杆菌以长 $\times$ 宽表示，一般均为 $1\sim 5$ 微米 $\times 0.5\sim 1$ 微米左右，这些细菌有单独存在，有的两个成对，有的联接成链。其中球菌的排列形式最多，可以单独存在也可以二个，四个，八个或者许许多多联接在一起。所以根据球菌的排列方式，又可以分为单球菌、双球菌，四联球菌，八叠球菌、葡萄球菌，链球菌等多种。

在显微镜下观察细胞形态，一般可用碱性染料进行染色，对特殊的细胞可以用特殊的染色法。其中最常见的是革兰氏

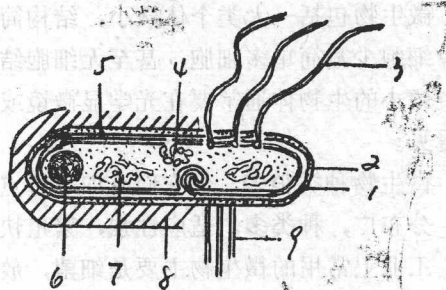
染色法。这种染色方法将在第四节中介绍。革兰氏染色阳性细菌能保持最初结晶紫的颜色而革兰氏染色阴性细菌由于脱色时被有机溶剂将染料洗去，只留下复染时沙黄的颜色。全部的芽孢杆菌、棒状菌及大多数球菌均是革兰氏染色阳性反应，而无芽孢杆菌中的多数及少数致病性球菌为革兰氏染色阴性反应。

细菌属于原核微生物，其细胞的基本结构如图2—1—1所示

二、放线菌

放线菌由于菌落呈放射状而得名，在自然界中分布极广，而土壤是这类微生物的主要习居场所，一般在中性或偏碱性的土壤和有机质丰富的土壤中较多。放线菌大部分是腐生菌，少数是寄生菌，腐生型放线菌在自然界的物质循环中起着一定的作用。放线菌具有特殊的土霉味，放线菌最大的经济价值它能产生各种抗菌素，而抗菌素又是广泛用于治疗人，畜和植物多种疾病的主要药物

放线菌从菌落的形状就很容易和其他类微生物区分开来。一般说来放线菌在基质上着生牢固，不易被针挑起，这是因为放线菌能产生大量基内菌丝深入培养基内，而气生菌丝又紧贴在培养基表面交织成网状。



- | | | |
|-------|-------|-------|
| 1.细胞壁 | 2.细胞膜 | 3.鞭毛 |
| 4.中质体 | 5.粘液层 | 6.异染粒 |
| 7.核 | 8.荚膜 | 9.纤毛 |

图2—1—1 细菌构造示意图