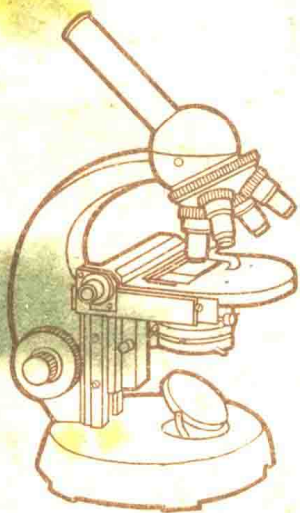


微生物酶制剂



微生物酶制剂

天津酶制剂厂革命委员会编
南开大学生物系

天津人民出版社

内 容 提 要

本书是关于微生物酶制剂的生产及使用知识的普及读物。由天津酶制剂厂与南开大学生物系通过革命实践，参考了有关资料编写而成。内容包括：酶制剂，微生物，微生物的营养，微生物的选种、育种、保藏和复壮，酶制剂的液体发酵工艺，酶制剂的固体发酵工艺，酶制剂的生产设备及酶制剂的应用等，可供发酵工业工人使用酶制剂各行业的工人及有关人员参考。

微 生 物 酶 制 剂

天津酶制剂厂革命委员会编
南开大学生物系

天津人民出版社出版
天津市新华书店发行
天津市第一印刷厂印刷

1971年6月第1版
1971年6月第1次印刷
书号：15072·5 每册0.26元

毛主席語錄

領導我們事業的核心力量是中國共產黨。

指導我們思想的理論基礎是馬克思列寧主義。

鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社會主義。

中國人民有志氣，有能力，一定要在不遠的將來，趕上和超過世界先進水平。

在生產鬥爭和科學實驗範圍內，人類總是不斷發展的，自然界也總是不斷發展的，永遠不會停止在一個水平上。因此，人類總得不斷地總結經驗，有所發現，有所發明，有所創造，有所前進。

前 言

伟大领袖毛主席教导我们说：“**革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。**”史无前例的无产阶级文化大革命，极大地推动了我国生产力的发展。广大工农兵群众和革命知识分子在党的领导下活学活用毛泽东思想，深入开展革命大批判，大搞技术革新，技术革命，一个工农业生产跃进的新高潮正在我国蓬勃兴起。

同社会主义革命、社会主义建设的其他事业一样，我国微生物酶制剂的生产和应用，在工人阶级的奋斗下，也得到了突飞猛进的发展。酶制剂已在食品、医药、纺织、化工、采矿、造纸等行业应用，对于革新工艺，提高产品质量和产量，降低劳动强度起了很好的作用。酶制剂工业的发展，对于加速社会主义建设具有重要意义。

在我国酶制剂工业的发展过程中，一直贯穿着两个阶级、两条道路、两条路线的激烈斗争。无产阶级文化大革命前，我国工人曾进行了多种酶制剂生产和应用的研究工作。但是，叛徒、内奸、工贼刘少奇拚命推行反革命修正主义路线，鼓吹“利润挂帅”，大搞物质刺激，他们胡说什么：

“生产酶制剂赔钱，不如买外国的便宜。”在使用酶制剂方面，他们更是宣扬“洋奴哲学”、“爬行主义”。我国工人阶级坚持毛主席“独立自主、自力更生”方针，发扬艰苦奋斗、奋发图强的革命精神，努力赶超世界先进水平，与刘少

奇反革命修正主义路线进行了针锋相对的斗争，在毛主席无产阶级革命路线的指引下，终于创出了一个微生物酶制剂工业飞速发展的大好局面，酶制剂的应用更是遍地开花。很多行业利用酶制剂改革旧工艺的大量实践证明，酶制剂的更广泛使用将进一步推动生产的发展，为社会主义革命和社会主义建设作出贡献。

目前，各地生产酶制剂，使用酶制剂的群众运动正向纵深发展。为了适应发展的大好形势，我们根据有关资料，尤其参考了无锡酶制剂厂的先进经验，结合我市情况，编写了这本小册子。在编写过程中，我们曾在工人学习班中进行了试讲，并向工人同志征求了意见，和工人同志一起，共同总结经验，经过反复修改，最后定稿。但由于我们活学活用毛主席著作不够，水平有限，如有缺点错误，望同志们批评指正。

天津酶制剂厂革命委员会
南开大学生物系

目 录

一、酶制剂：

- (一) 什么是酶..... (1)
- (二) 酶的特性..... (3)
- (三) 酶的来源..... (4)
- (四) 使用酶制剂需注意的条件..... (5)
- (五) 酶制剂在工业上的应用..... (7)

二、微生物：

- (一) 微生物的类群..... (13)
- (二) 工业微生物的应用情况..... (18)

三、微生物的营养与培养基的制备：

- (一) 微生物生活的基本营养..... (22)
- (二) 培养基的选择..... (24)
- (三) 培养基的灭菌..... (28)
- (四) 制备培养基的操作步骤..... (33)

四、微生物的选种、育种、保藏和复壮：

- (一) 选种..... (37)
- (二) 育种..... (45)
- (三) 菌种的保藏和复壮..... (50)

五、酶制剂的液体发酵工艺：

- (一) 工艺流程..... (53)

(二) 配料·····	(54)
(三) 灭菌·····	(55)
(四) 接种·····	(56)
(五) 发酵·····	(57)
(六) 热处理·····	(59)
(七) 酶的提取·····	(60)

六、酶制剂液体发酵生产的一般设备:

(一) 空气净化设备·····	(61)
(二) 发酵设备·····	(68)
(三) 酶的提取设备·····	(73)

七、酶制剂的固体发酵工艺····· (79)

八、大力发展酶制剂的生产和应用 ····· (84)

附 录:

一、几种酶活力的测定方法

(一) 蛋白酶活力的测定方法·····	(87)
(二) 液化型淀粉酶活力的测定方法·····	(92)
(三) 脂肪酶活力的测定方法·····	(94)
(四) 糖化型淀粉酶活力的测定方法·····	(96)
(五) 纤维素酶活力的测定方法·····	(100)

二、常用试剂的配制

(一) 常用缓冲液·····	(103)
(二) 洗液·····	(106)
(三) 其他·····	(107)

毛主席语录

人民群众有无限的創造力。他們可以組織起来，向一切可以發揮自己力量的地方和部門进軍，向生产的深度和广度进軍，替自己創造日益增多的福利事业。

一、酶 制 剂

(一) 什 么 是 酶

伟大领袖毛主席教导我们：“人民，只有人民，才是創造世界历史的动力。”这一真理在人类的阶级斗争、生产斗争和科学实验一切方面都闪耀着无比灿烂的光辉，酶的认识和利用也是这样。我国劳动人民在四千多年前就已开始利用微生物酿酒，酿酒法在一千七百多年前才从我国传到国外。酿酒是人类在生产实践中大规模使用酶的一个典型例子。什么是酶？我们就从酿酒说起。

酿酒，实际上是利用酵母菌把葡萄糖转化成酒精。酵母菌只能消化葡萄糖，而酿酒使用的是高粱、玉米、甘薯等淀粉原料，淀粉是由无数个葡萄糖分子构成的。摆在我们面前一个问题：工业上是如何将淀粉转化成葡萄糖，而把葡萄糖

提供给酵母菌，使酵母菌把葡萄糖转化成酒精的呢？

要把淀粉转化成葡萄糖有很多方法，比如把淀粉混水，加入盐酸，把它们加热到很高温度，淀粉就能变成葡萄糖。这个过程在化学上叫淀粉的水解。过程的实质是，在高温有盐酸存在的水中，淀粉的葡萄糖链断开，葡萄糖残基与水结合而成葡萄糖。如果没有盐酸，只是把淀粉放在水里煮，淀粉的葡萄糖链不可能断开，或只有极微量的葡萄糖生成。盐酸在这个过程中虽然起了巨大的作用，但在反应终了，盐酸的数量并无增减。像盐酸在淀粉水解中扮演的角色一样，凡能加速化学反应进程而本身的数量又无增减的一类物质，叫做催化剂。各种不同质的化学反应有各种不同的催化剂。上述反应中的盐酸就是淀粉水解过程中的催化剂。

淀粉的加酸水解要消耗大量的酸和热，是个不经济的方法。同一个水解过程，我国劳动人民在几千年前就利用一种微生物，既不加热，也不加酸，在很一般的条件下就解决了。方法是往淀粉原料里加入酒曲，淀粉即转化成葡萄糖，这个过程叫作糖化。

酒曲是用粮食培养一种微生物（黄曲霉）做成的。但酒曲把淀粉变成葡萄糖起作用的不是黄曲霉本身，酒曲中即使连一个活菌都不存在，照样可以起糖化作用，那么，把淀粉转化成葡萄糖的是什么东西呢？它是黄曲霉分泌出来的一种具有特殊催化功能的蛋白质物质，叫做淀粉酶。淀粉酶是生物产生的酶的一种。

在日常生活中，也常常碰到淀粉酶催化的反应。例如，馒头在嘴里多嚼一会儿，就会感到甜味，这是因为唾液里含有淀粉酶，淀粉在淀粉酶的催化作用下水解成葡萄糖的

缘故。甘薯入窖后变得比较甜，淀粉酶的存在，是重要因素之一。

酶是生物（动物、植物、微生物）产生的一类蛋白质，具有特异的催化功能，故又叫做“生物催化剂”。现在已知具有各种不同功能的酶有上千种。

（二）酶 的 特 性

酶除了具有一般催化剂的特性之外，还具有一般催化剂所不具备的特性。概括起来，酶有以下几个特点：

1. 专一性：

一般催化剂多有催化几个过程的能力，例如前面说到的盐酸，作为催化剂能催化淀粉水解成葡萄糖，也能催化蛋白质水解成氨基酸，故在一般催化反应的生成产物中往往伴有或多或少的副产物；酶则不然，一种酶只能催化某一特定的反应，例如蛋白酶只能催化蛋白质水解成氨基酸，脂肪酶只能催化脂肪水解成脂肪酸和甘油，各种酶不能相互替代。在酿酒过程中，淀粉酶只能把淀粉转化成葡萄糖，而葡萄糖之变为酒精，是在酵母菌体内经过十几种酶有顺序的催化作用才完成的。这好象一把钥匙只能开一把锁一样。由于酶催化的专一性，所以在酶的催化反应中没有副产物产生。酶的专一性是酶的矛盾特殊性，毛主席教导我们：“**这种特殊的矛盾，就构成一事物区别于他事物的特殊的本质。**”

以工业规模生产的酶，除医药用或其他特殊要求者外，往往是以某种酶为主，混有少量其它酶或杂质、填料等的产品，这种纯与不纯的酶的产品通称酶制剂。由酶的专一性可知，这种成分不纯，一般不影响它在工业上的使用。

2. 高效率:

酶的催化效率是一般催化剂无法比拟的。一克液化型淀粉酶可使一吨淀粉转化成糊精。酸法水解淀粉生产葡萄糖,就是工艺搞得再好,葡萄糖值只能达到76%左右,资产阶级“权威”认为这就是生产的顶点了,而文化大革命以后,我国工人阶级改用酶法生产,使葡萄糖值一跃达到95%以上。为国家节约了大量化工原料和粮食。

3. 作用条件温和:

一般催化剂起作用,往往要求高温、高压等条件,要满足这些条件就得有高质量较复杂的成套设备。如果没有这些条件,它们就不能起催化作用。酶作为催化剂,在常温常压很温和的条件下即起作用。且酶本身无毒性,反应过程中也不产生腐蚀性物质和毒物,因此酶法生产对于设备的要求低,劳动卫生条件也能得到改善,这就为各行业使用酶来改革工艺,提供了可能性。

(三) 酶的来源

凡是生物(动物、植物、微生物)都含有酶,所以从道理上讲各种生物都可以做为酶的提取原料。在酶制剂工业发展的初期,也确实是用动物的内脏(胃、肠、胰、心等)和植物的果实、种子等作为提取酶制剂的原料的。尽管已经选择了含酶丰富的器官和组织,但其来源受到季节、地区、数量和成本的限制,以致与酶制剂越来越广泛应用的情况不相适应。后来发现几乎所有酶种都可以在各种不同微生物中找到,而且不受上面所说的那些条件的限制。所以微生物已成为近代酶制剂工业的主要原料。具体来说,微生物作为酶的

来源有以下几个优点：

1. 微生物繁殖快，产量高，几天之内即可收获。
2. 进行大规模生产需要的设备条件比较简单，生产便于控制，原料成本较低。
3. 可应用微生物学技术获得优良菌种，使酶产量有可能大幅度提高。

（四）使用酶制剂需注意的条件

酶起催化作用虽然不象一般催化剂那样要求什么高温、高压，但它还是需要一些特定的环境条件的。毛主席教导我们：“唯物辩证法认为外因是变化的条件，内因是变化的根据，外因通过内因而起作用。”所以在生产或使用酶制剂的时候，都应该注意与酶的性质有关的一切外界因素。为了使酶能更好地发挥作用，必须给它提供适宜的环境条件。

1. 温度：

酶的催化效率又称酶的活性或活力。酶促反应与普通的化学反应一样，一般说来，环境温度升高，酶的活性随之提高，但不是无止境的。随着温度升高，酶的稳定性也越来越低，表现为酶的活性急速丧失。某种酶在某一温度下能表现出最大的活性，这个温度称为该种酶的最适温度。就大多数酶来讲，最适温度在 40°C 左右，温度继续升高，酶的活性会显著下降，以致完全丧失催化能力。这是因为酶是一种蛋白质，蛋白质加温到 $70-90^{\circ}\text{C}$ 就会变性沉淀，如鸡蛋清在开水里一煮就凝固成白色固体一样。各种酶能忍受高温的限度不同，3.942霉菌蛋白酶在 60°C 时就完全“失活”，而7658细菌淀粉酶在 60°C 加热10分钟几乎没有什么“失活”。绝大

多数酶在60—70°C的溶液中即受到很大破坏。

所以在生产酶制剂或使用酶制剂时，必须选择合适的温度。一般说来，既要求催化速度高，又要求保持酶的稳定性、工艺过程容易控制，二者是有矛盾的。伟大领袖毛主席教导我们：“用不同的方法去解决不同的矛盾，这是马克思列宁主义者必须严格地遵守的一个原则。”故对具体情况必须作具体分析。如皮革厂应用蛋白酶脱毛，经摸索温度控制在40°C左右。这是因为温度过低，脱毛时间要延长，生产效率低；温度过高，脱毛速度虽然快一些，但往往产生粒面残缺，肉面绒毛粗长等缺点。应用酶法生产葡萄糖时，因为要求将原料迅速水解成糖，主要矛盾是提高催化速度，所以选用90°C来液化原料。

2. 酸碱度：(pH值)

酸碱度对酶的催化作用有很大影响，例如胃蛋白酶在酸性(pH1.5)环境下活性最高；胰蛋白酶在微碱性(pH8)环境下活性最高；而1.398蛋白酶在中性环境下(pH7—7.5)活性最高。各种酶的最适pH值不同，过酸或过碱都会降低酶的活性。因此在生产和使用酶制剂时都必须注意酸碱度这一因素。例如在酶法生产葡萄糖时，pH先用6，后调到4.5。这是因为初以7658淀粉酶液化原料时，该酶的最适pH为6；继后以糖化酶继续作用，该酶的最适pH在4.5之故。

3. 金属离子及其他物质对酶的影响：

某些物质的存在可使酶活性降低，这些物质称为酶的抑制剂。例如：铜、汞、银等重金属离子对3.942蛋白酶有抑制作用。千分之一的硫酸铜或三氯化铁对纤维素酶有抑制作用。在使用酶制剂时，应注意避免抑制剂的干扰。例

如使用淀粉酶进行棉布退浆时，轧酶槽最好不用铁、铜之类金属制造，采用木槽既经济又无害。

也有一些物质对酶的催化作用有利，能提高酶的活性，这些物质称为酶的激活剂。例如：氯化钙对纤维素酶有激活作用。

综上所述不难看出，由于酶是一种蛋白质，所以凡是能导致蛋白质变性的因素，都可能使酶失去原有的催化能力。我们在生产或使用酶制剂时都要注意这些因素的影响，避免酶的活力受损失。

（五）酶制剂在工业上的应用

我国虽然是世界上最先认识、最早使用酶的国家之一，但由于几千年的封建统治，近百年来帝国主义的压迫，我国劳动人民世代勤劳创造出的微生物及酶的科学知识，没能得到应有发展。解放后，我们的微生物科学虽有很大发展，但由于叛徒、内奸、工贼刘少奇推行反革命修正主义工业路线和科技路线，干扰毛主席的无产阶级革命路线，致使我们的酶制剂工业仍很落后。

在无产阶级文化大革命中，工人阶级在伟大领袖毛主席的英明领导下，彻底批判了刘少奇反革命修正主义路线，夺回了被走资派及反动“学术权威”，反动“技术权威”篡夺去的那一部分权利。工人阶级登上了上层建筑各个领域“斗、批、改”的政治舞台。工人阶级和革命科技人员遵循毛主席“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的教导，以革命加拚命的冲天干劲，艰苦奋斗，使我国酶制剂工业出现了崭新的局面，下面就几

种主要酶制剂应用情况作一简单介绍。

1. 淀粉酶：

淀粉酶能水解淀粉成为葡萄糖。这类酶制剂研究最早、应用最广。其中常用的有两种，一种叫液化型淀粉酶（或 α -淀粉酶），另一种叫糖化型淀粉酶（或 β -淀粉酶）。

纺织工业应用液化型淀粉酶上浆、退浆已有多年历史。在织布前，棉纱需先上浆，但淀粉太粘，穿透能力不大，如加液化型淀粉酶使淀粉浆液化，便可减低粘度。织物在染色漂白之前，又需把织物上的浆料除去，退浆也可用这种淀粉酶，酶法退浆效果比碱法好得多，优点是退浆率高，不伤纤维，手感柔软，时间短，可以连续生产，能为国家节约大量燃料、化工原料，也改善了工人的劳动条件。

食品工业用酶法生产葡萄糖，在液化型和糖化型淀粉酶相继作用下，可把淀粉完全水解成为葡萄糖。酶法代替酸法后可采用粗质淀粉原料（如薯干粉），葡萄糖的收率得到很大提高，也降低了成本。加入淀粉酶制醋，可以提高醋酸含量0.2—0.4%。

2. 蛋白酶：

我国是应用蛋白酶最早的国家。祖国医学用鸡内金治消化不良。鸡内金是鸡肫的内膜，含有丰富的蛋白酶，所以有助消化的功效。

制革工业过去以“脏、臭、累”出名，一直沿用灰碱法脱毛，即先将皮子用水浸软，涂刷硫化钠石灰，使毛根松动，再用手工理毛，需经几十道工序才制成革。灰碱法的缺点是：工序多，周期长，工人劳动强度大，而且皮革受碱腐蚀影响质量，所脱落下的毛发脆，质量低，污水处理也困

难。改用酶法后，使皮革质量和成品得革率都得到提高，而且所脱落下的毛弹性好，毛的回收率、利用率都大大提高，生产周期缩短，提高了劳动生产率，改善了车间卫生条件，彻底改变了皮革行业“脏、臭、累”的落后面貌。另外，生产废水含氮量高，是一种受农民欢迎的有机肥料，化“废物”为宝物。

利用蛋白酶代替黄米熟皮是皮毛行业的一项新工艺，可为国家节省很多粮食。

蛋白胨是医药检验、卫生防疫、细菌培养等方面不可缺少的生物制剂。过去用猪胰蛋白酶水解蛋白生产，现已改用细菌蛋白酶来生产，因此扩大生产不再受限制，而且使用简便。

注射用的水解蛋白，是急救用的营养剂，是重要战备药物。用老的酸法生产，不但设备复杂，生产周期长，而且破坏了色氨酸，酶法生产则可克服这些缺点。

纺织工业的蚕丝脱胶现已采用蛋白酶，即用蛋白酶“吃掉”蚕丝表面的一种蛋白质——丝胶，但酶无损于丝蛋白本身。酶法比碱法不仅提高了丝的质量而且缩短了脱胶时间，可节省大量碱和煤。

应用蛋白酶处理废电影胶片，银的回收率比焚烧法提高60%以上，且片基不破坏，可完整回收再用。

采用蛋白酶生产明胶，与酸硷法比较，生产周期可由一个月缩短到7—8天。

酱油制造，加入蛋白酶后，可以提高出油率和酱油质量。

3. 纤维素酶：

植物细胞壁的主要成分是纤维素。纤维素酶能作用于植