

食品安全与营养健康科普丛书
中国食品科学技术学会组织编写



中国科协科普专项资助

食品的魔术师——醋

蒋惟明 主编

徐清 副主编



 中国轻工业出版社

中国海洋出版社
CHINA OCEAN PRESS



海洋生物与 海洋资源

第 1 卷 第 1 期
2013 年 1 月



中国海洋出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品的魔术师——酶 / 蒋惟明主编. —北京:
中国轻工业出版社, 2005.4
(食品安全与营养健康科普丛书)
ISBN 7-5019-4850-X

I. 食... II. 蒋... III. 食品—酶—普及读物
IV. TS201.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029214 号

特别声明: 书中图片及照片版权归诺维信公司所有。

责任编辑: 李亦兵 伊双双

策划编辑: 崔 军 责任终审: 劳国强 封面设计: 北京青松文化艺术有限公司

版式设计: 锋尚制版 责任校对: 燕 杰 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: 北京画中画印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/32 印张: 6

字 数: 120 千字

书 号: ISBN 7-5019-4850-X/TS · 2822

定 价: 25.00 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

50137K1X101ZBW



世界上最先进的现代化酶制剂生产工厂——诺维信（中国）生物技术有限公司

食品安全与营养健康科普丛书
中国食品科学技术学会组织编写

食品的魔术师——酶

蒋惟明 主 编
徐 清 副主编

 中国轻工业出版社

试读结束：需要全本请在线购买：www.ertongbook.com

中国经济正处于前所未有的持续高速增长时期,酶制剂工业也像其它行业一样在高速增长,并迅速应用于各工业领域及人们的日常生活中。21世纪以来,生物技术显示出广阔的发展前景和开发潜能,人类对此充满期待。酶制剂作为生物技术中最主要的成果与分支,应该揭开她的面纱;普及酶的知识,让大家更好地认识她,了解她,喜爱她。

树立科学发展观,走可持续发展之路,实现绿色GDP已逐渐为大家所接受。政府和企业开始寻找可持续发展之路,然而许多人并不知道酶制剂除了可以替代许多引起环境污染的化学品,在许多工业中还可降低生产成本、提高产品质量、优化工艺流程、节约能源、减少对资源的消耗和对环境的排放从而实现清洁生产。

现在生物技术和酶产品已大规模进入工业领域及日常生活,由于酶不是超市中消费者直接购买的商品,所以广大消费者对“酶”的贡献和作用了解不多,这是非常遗憾的事情。将酶的知识告诉大家是我们的天职也是我们的社会责任之一,这些正是编写本书的主要目的。因此,我动员我们年轻的员工们主动担负起这一社会责任去编写这本酶制剂的科普读物,去为社会做一件有益的工作。本书也得到了我公司很有经验的柳永茂副总裁的

很多指导。

本书的科学性、专业性我一点也不担心，因为有中国食品发酵工业方面的大师尤新教授的参与，有中国食品科学技术学会秘书处领导的指导，在此我真诚地感谢他们的帮助。趣味性、可读性也是我们追求的主要目标，然而受过生物技术与酶制剂方面的教育是一回事，写科普读物又是另一回事。我们在做一件自己不太熟悉的工作，因此愿意听取来自各方面的意见和指正，以便我们继续努力为社会提供更好的服务。读者喜欢本书，认识酶和生物技术的价值，了解酶与您日常生活的关系，进而喜爱我们的产品并从中受益，关心我们企业的发展，这是我们最大的心愿。

“开启自然之神力，成为中国最佳生物技术解决方案的提供者”是我们公司的愿望，希望它成为全社会对我们的认可。

诺维信（中国）投资有限公司

总裁 

CONTENTS

一、酶就在我们身边

1. 酶是什么 8
2. 酶是否安全 13
3. 酶的来源与生产、检测 15
4. 酶制剂的发展 19
5. 酶与日常生活息息相关 23
6. 食品的魔术师——酶 32

二、谷物食品中的魔术师

1. 谷物食品的方方面面 36
2. 酶在谷物食品中的应用 43

三、淀粉糖的孵化器

1. 糖都是蔗糖吗 52
2. 小麦、玉米、大米和糖 54
3. 谁是神奇的“孵化器” 56
4. 淀粉糖工业 62

四、酱油、醋生产的伴侣

1. 你知道发酵吗 68
2. 酱油、醋里的发酵学问 72
3. 酶能为发酵“能手”们准备“美味佳肴” 74
4. 生物酶为发酵工业奏响了未来畅想曲 78



五、油脂加工中的大力神

1. 走进油的世界 82
2. 如何选购食用植物油 86
3. 奇妙的催化剂：酶 88
4. 未来的食用油 94

六、高品质功能食品生产的法宝

1. 什么是功能食品 100
2. 为什么功能食品会具有一定的功能 102
3. 功能食品是怎样生产出来的 105
4. 多面手——还是酶 106
5. 功能食品的昨天、今天和明天 112

七、果汁工业的巧帮手

1. 果汁饮料的分类 115
2. 果汁的营养 116
3. 真假果汁的鉴别方法 117
4. 酶在果汁工业中的应用 118
5. 果汁工业的发展前景 127

八、液体大麦——啤酒中的催化

1. 啤酒的起源 131
2. 啤酒是如何酿造的 132
3. 正确认识啤酒 134
4. 喝出品位 138
5. 啤酒的酿造离不开酶 142
6. 啤酒工业的发展前景 146

CONTENTS

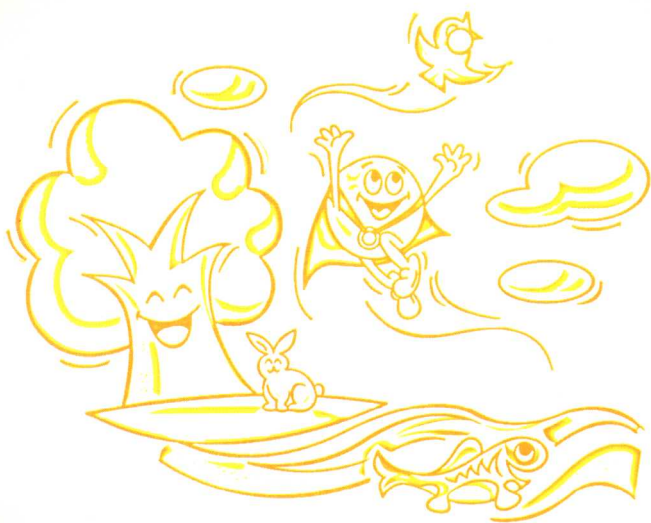
九、乳制品中的点金石

1. 乳制品 151
2. 点石成金——酶在乳制品中的应用 156

十、为未来干一杯

1. 可持续发展与生物技术 165
2. 酶在食品和轻工行业可持续发展中的作用 173
3. 酶在食品安全中的作用 174
4. 酶的应用展望 178
5. 未来更美好 184

一、酶就在我们身边



地球上到处存在着生命，从参天的大树到显微镜下才能看到的细菌、病毒，从天上飞的鸟到水中游的鱼，形形色色，种类繁多。

生命与非生命最根本的区别就是生命中存在着新陈代谢。新陈代谢是由成千上万个错综复杂的化学反应构成，有秩序地进行。这些化学反应都是在生物催化剂的作用下进行。这些生物催化剂就是酶；没有酶，就没有新陈代谢，就没有整个生物界。

1. 酶是什么

酶是由细胞产生的具有生物催化功能的蛋白质。



大自然的杰作：无所不在的酶

人类利用酶有几千年的历史。2500年前的春秋战国时期，我们的祖先就开始用“曲”治疗消化不良。但酶真正被人类所认识利用，却只有二三百年的历史。

你如果把米饭和馒头多咀嚼几次，嘴里马上就会甜滋滋的——原来，米面里含有大量的淀粉，唾液里含有淀粉酶，当淀粉遇到淀粉酶，就会分解成麦芽糖，所以咀嚼米饭或馒头会感到甜。又如，鸡肉中的蛋白质由一种叫作氨基酸的物质组成，由于胃肠中有蛋白酶，吃进的鸡肉中的蛋白质很快变为人体可吸收的氨基酸。我们的消化液中，含有不同的酶，能像魔术师那样，以惊人的速度完成一连串食物消化的化学变化。

酶是个大家庭，弟兄众多，我们的身体里就有约2000种。可它们的脾气却很怪：淀粉酶只分解淀粉，蛋白酶只分解蛋白质……

酶首先是蛋白质。有些酶是简单蛋白质，有些酶是结合蛋白质。结合蛋白质的蛋白质部分称为酶蛋白，非蛋白质部分称为辅酶或辅基。

(1) 酶是生物催化剂

催化剂是一种化学物质，只要将它少许加一点到其它相关的物质中，就能促进其它物质发生化学反应，而它自己既不被消耗，也不被改变。举个例子，如一个学生要得到知识可以通过自学或老师来教，老师就像酶，学生就像反应物。老师可以使学生提高学习效率，更准确快速地掌握知识。一名老师可以同时教多个学生，外语老师可能在教外语上更有专

长(酶反应有专一性),教完一个班还可再教另一个班(催化剂本身还可以再反应)。作为生物催化剂的酶,除拥有上述特点外,还有自己的特点:

① **作用条件温和** 用酸作催化剂水解淀粉成葡萄糖,需耐受 245~294 千帕的压力和 140~150°C 的高温及耐酸的设备,用酶法只需在 90°C、一般设备中便可完成。

② **催化效率高** 在很多反应中,生物催化剂可比化学催化剂催化速度高 $10^6 \sim 10^{13}$ 倍。

③ **专一性强** 底物指被酶所催化的物质。酶对底物具有专一性,例如麦芽糖酶只能分解麦芽糖而不能分解其它物质。

一般化学反应具有高温、高压、耗水、反应条件苛刻,需要大量资金投入等缺点,而酶反应无此类缺点,而且酶本身不被消耗,因而用酶反应取代化学催化反应已成为一种潮流。

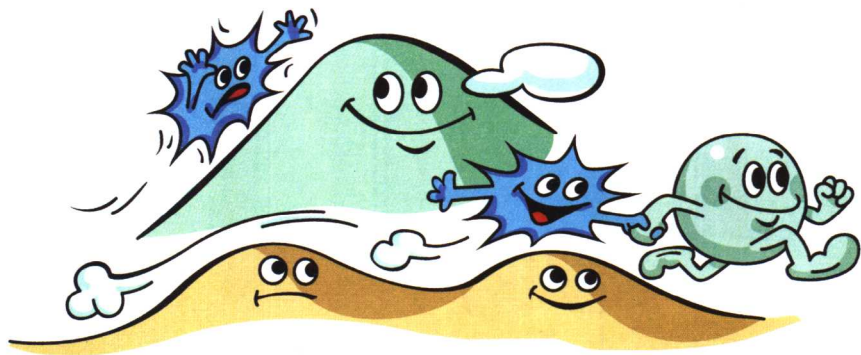
(2) 酶的命名与分类

以往酶根据习惯命名。其中有根据作用的底物命名的,如淀粉酶、蛋白酶、脂肪酶等;有根据酶的来源命名的,如胃蛋白酶、木瓜蛋白酶等。1961年,国际酶学委员会规定了酶的系统命名法和编号,还根据酶所催化反应的反应性质将酶分为 6 大类:氧化还原酶、转移酶、水解酶、裂合酶、异构酶、连接酶。

(3) 酶的作用机理

如果不加催化剂,化学反应要走一条艰难的路,好比火车必须翻越一座高山;而加入后,高山好像被崩解成小山丘,

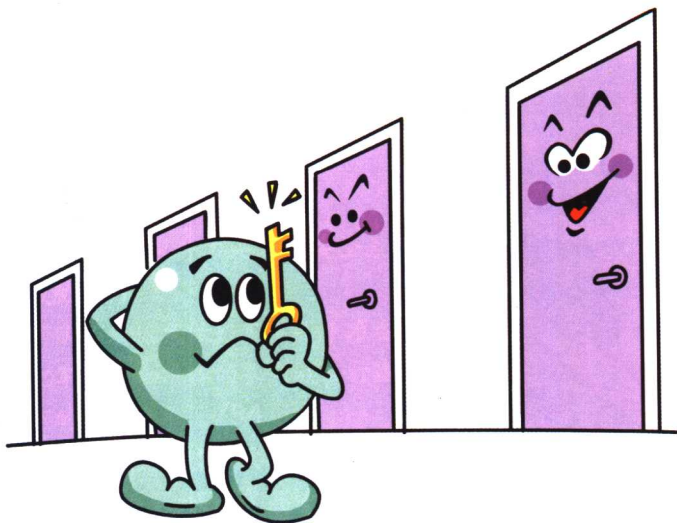
火车只要翻过两个小山丘就行了，化学反应速度也就快了。



催化剂——“翻山越岭”更容易

我们知道，酶是蛋白质，蛋白质由氨基酸组成。几十个乃至上百万个氨基酸像线上的珍珠一样串联在一起就形成了蛋白质(包括酶)。蛋白质(包括酶)从简单到复杂有一、二、三、四共四级结构。

酶只能“一把钥匙开一把锁”。酶为什么具有高度专一性呢？1800年，第一法兰西共和国曾以1千克黄金悬赏寻求答案。1890年，德国化学家费舍尔提出了著名的锁匙学说。他认为酶是蛋白质，而蛋白质有一定的空间结构，就像钥匙和锁必须相互配合，酶的结构与反应物的空间结构相互契合，就能发生反应，正如“一把钥匙开一把锁”。



催化剂的专一性——“一把钥匙开一把锁”

到了20世纪，考施兰特认识到反应物可能会诱导酶蛋白发生一定程度的结构变化，于是提出了著名的诱导契合学说。当反应物分子出现后，酶蛋白受到反应物分子诱导，结构上发生有利于反应物的变化，最终导致二者在构象上的互补关系而发生反应。诱导契合学说也解释了酶的高度专一性的原因。

(4) 酶反应的影响因素

① **温度** 一方面，温度升高时，反应速度加快；一般每升高 10°C ，酶反应速度增加1~2倍。另一方面，随温度升高，酶也逐渐受热失去活力。当人体发热时会产生厌食，就是由于体内的消化酶活力因体温升高而降低导致的。动物来源的酶最适温度一般为 $35\sim 40^{\circ}\text{C}$ ；植物来源的酶一般为 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；



大部分微生物酶的最适温度在 60°C 以下。

② **酸碱度(pH)** pH 会影响酶的活性。一般酶的最适 PH 在 4.5~8.0 之间。

此外，激活剂与抑制剂、酶浓度、反应物浓度、水分活度等因素都会影响酶的反应速度。

2. 酶是否安全

(1) 酶与食品安全

我们知道许多食品中都含有酶或是用酶的方法加工处理过，也许我们会产生这些酶是不是安全的疑问，这是很自然的。不过答案是：“酶是安全的食品添加剂和加工助剂”。为什么呢？

可以从两方面来说明这一问题：一是食品中可能含有大量的天然酶，如食品中浓度最高的活性酶也许就是菠萝中的菠萝蛋白酶，食用时使口腔黏膜有刺激感，但没有任何报道认为，食用新鲜菠萝对人体健康有不利影响；二是食品中含有外加酶制剂的量是很低的。例如，面包中含有的纯 α -淀粉酶只相当于 15/10 亿。面包中也可能含有 0.2% 的麦芽，麦芽淀粉酶的浓度相当于 20/10 亿。迄今为止，还没有充分证据表明，用于食品工业的酶是有害于人体健康的。

酶制剂作为食品添加剂，为了确保其安全性，1977 年联合国粮农组织和世界卫生组织对其安全要求做出以下规定：