

高等学校食品专业系列教材



食品酶学

FOOD ENZYMOLOGY

郑宝东 / 主编

东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

高等学校食品专业系列教材

食 品 酶 学

主 编 郑宝东
副主编 张海晖 赵玉巧 陈小娥
编写人员 (按姓氏笔画为序)
孙汉巨 张 怡 赵秋艳
徐洁杰 曾绍校

东南大学出版社

内 容 提 要

本书按照全国高等院校食品科学与工程、食品质量与安全本科专业的教学要求编写。全书共 10 章,主要讲述酶学的基本原理以及酶在食品相关领域中的应用。编写过程中编者查阅了国内外大量文献资料,以承袭酶学的经典理论为原则,适当融入国内外食品酶学方面的最新研究成果,并根据多年来的教学实践经验组织内容,以使本书更具适用性、新颖性和针对性。希望读者通过本教材和课程的学习,能对酶学的一些基本概念、食品专业相关酶类的特性及应用有所了解,以便对食品相关领域的工作有所帮助。另外,本书专门编写了“酶的分析与检测”一章,意在提高实践教学的力度。本书也可供食品行业技术人员和研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

食品酶学/郑宝东主编. —南京:东南大学出版社,
2006. 10
(高等学校食品专业系列教材)
ISBN 7-5641-0512-7

I. 食... II. 郑... III. 酶学—应用—食品工业—
高等学校—教材 IV. TS201. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 089600 号

食 品 酶 学

出版发行 东南大学出版社
出 版 人 宋增民
责任编辑 顾金亮
地 址 南京市四牌楼 2 号(210096)
电 话 025-83795801(发行科)/025-83362442(传真)
经 销 江苏省新华书店
印 刷 兴化印刷有限责任公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
字 数 499 千字 20 印张
版 次 2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷
印 数 1—4000 册
定 价 29.80 元

* 若有印装质量问题,请直接向读者服务部调换。电话:025-83792328

高等学校食品专业系列教材

编写委员会

(以姓氏笔画为序)

- 王晓曦 河南工业大学粮油食品学院副院长、教授
- 邓泽元 南昌大学生命科学学院副院长、教授,博士生导师
- 毛多斌 郑州轻工业学院食品与生物工程学院院长、教授
- 艾志录 河南农业大学食品科学技术学院副院长、副教授
- 刘建学 河南科技大学食品与生物工程学院副院长、教授
- 张 灏 江南大学食品学院院长、教授,博士生导师
- 孟岳成 浙江工商大学食品科学与工程系主任、教授
- 陆兆新 南京农业大学食品科技学院院长、教授,博士生导师
- 陈正行 江南大学食品学院副院长、教授,博士生导师
- 陈锦权 福建农林大学食品科学学院院长、教授,博士生导师
- 杜云建 淮海工学院海洋学院副教授
- 郑铁松 南京师范大学食品科学与营养系主任、副教授
- 姜绍通 合肥工业大学生物与食品工程学院院长、教授,博士生导师
- 赵丽芹 内蒙古农业大学食品科学与工程学院副院长、教授
- 赵希荣 淮阴工学院食品系主任、副教授
- 钱建亚 扬州大学食品科学与工程学院教授
- 董 英 江苏大学食品与生物工程学院总支书记、教授,博士生导师
- 蒋爱民 华南农业大学食品学院教授,博士生导师
- 熊晓辉 南京工业大学食品科学与工程系主任、教授
- 鞠兴荣 南京财经大学食品科学与工程学院院长、教授,博士生导师

总 序

受编辑之托,为我等所著的高等学校食品专业系列教材作序,真是诚惶诚恐,迟迟难以下笔。苏轼《与孙子思》云:“……余空纸两幅,留与五百年后跋尾也!”此一戏语道出了作序之尴尬。回想起当时来自各地高校食品院系的学者们共同讨论系列教材时认真而热烈的场景,我就勉为其难,介绍一下我们编写这套系列教材的来龙去脉和想法。

2005年11月18—20日,经东南大学出版社和江南大学食品学院的联合组织,在江苏无锡召开了“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划·食品专业系列教材”编写和申报研讨会,来自江南大学、南昌大学、南京农业大学、合肥工业大学、江苏大学、内蒙古农业大学、福建农林大学、河南工业大学、郑州轻工业学院、河南农业大学、河南科技大学、浙江工商大学、扬州大学、华南农业大学、南京工业大学、南京财经大学、南京师范大学、淮阴工学院、淮海工学院等19所大学食品院系的30余名学者参加了会议。在两天的会议中,学者们探讨了近几年来食品专业教育的得失,研讨了新形势下为进一步推进食品学科创新型人才培养的系列教材的编写要求、体例和分工,明确了31部教材的编写任务。时间过去不到一年,硕果满园的金秋季节在望,这31部教材中已有5部列入普通高等教育“十一五”国家级教材规划,第一部教材《食品添加剂》将正式付梓,其他多部教材也将孕育而生,在近期内陆续出版,真是欣慰之极。

古人曰:教人以道者,师也。作为教师,不仅要教会学生如何掌握知识,更重要的是要教会学生如何运用知识和创造知识。这套系列教材的编者们,少则有十多年、多则有二十年左右从事相应课程教学和本专业领域科研的经历。我们一致的想法是希望把多年实践中的感悟和积累融入到这套教材中,使本系列教材的阅读者在理解和掌握知识的同时,也能对知识的运用和创造有所领悟。

食品工业的GDP在我国国民经济中已连续几年居首位,现已接近2万亿元,食品科技进步与产业发展在国民经济发展中越来越发挥举足轻重的作用。目前全国约有200所高校办有食品专业,每年招收学生2万多人,食品专业的教育教学在一定程度上关系到我国食品工业的健康和可持续发展,编写一套反映当今科技发展现状,符合创新创业型人才培养要求的食品专业系列教材,是我们

所有编者的愿望,也是我们义不容辞的责任和义务。

愿我们的国家明天更美好,愿我们的食品工业发展更健康,愿我们在着力创建的和谐社会中享用的食品更安全。让我们所有编写和阅读本系列教材的同仁们共同为此尽绵薄之力!

张 灏

2006年8月3日晚于无锡

前 言

酶学自 20 世纪 50 年代以来发展迅速,已成为食品科学的重要研究方法,以及提升食品工业技术水平的重要手段。

为适应全国高等院校食品科学与工程、食品质量与安全本科专业需求,本书根据近年来国内外食品酶学研究与成果,以承袭经典理论和创新为原则,精心组织编写。此外,本书还专门编写了“酶的分析与检测”,重在提高实践教学的力度。本书也可作为研究生课程的参考用书。

全书共分 10 章,第 1 章由郑宝东、张怡、曾绍校编写;第 2 章、第 3 章由赵玉巧编写;第 4 章由徐浩杰编写;第 5 章由赵秋艳编写;第 6 章由陈小娥编写;第 7 章中 7.1~7.6 由陈小娥编写,7.7~7.9 由郑宝东、张怡编写;第 8 章中 8.1~8.3、8.7~8.9 由张海晖编写,8.4~8.6 由张怡、曾绍校编写;第 9 章由张海晖、郑宝东编写;第 10 章由孙汉巨编写。全书由郑宝东统编。

由于编者水平所限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

2006 年 5 月

目 录

1 绪论	1
1.1 酶学研究简史	1
1.1.1 酶的发现及早期研究	1
1.1.2 酶催化的专一性	2
1.1.3 酶学的理论研究	2
1.1.4 酶的纯化和固定化	3
1.1.5 酶工程的发展	4
1.2 酶的一般特征	4
1.2.1 酶的催化效率高	4
1.2.2 酶作用的专一性	5
1.2.3 大多数酶的化学本质是蛋白质	6
1.3 酶的分类和命名	7
1.3.1 酶的命名及其面临的问题	7
1.3.2 国际酶学委员会推荐的分类和命名规则	7
1.3.3 同工酶的命名	8
1.3.4 酶名称的使用建议	8
1.4 酶学对食品科学的重要性	8
1.4.1 酶对食品加工和保藏的重要性	9
1.4.2 酶对食品安全的重要性	9
1.4.3 酶对食品营养的重要性	10
1.4.4 酶对食品分析的重要性	11
1.4.5 酶与食品生物技术	11
思考与练习	11
2 酶的生产与分离纯化	12
2.1 酶的发酵技术	12
2.1.1 产酶微生物	12
2.1.2 酶的发酵技术	13
2.1.3 食品生产常用酶的发酵技术举例	17
2.2 酶的分离纯化	19
2.2.1 酶原料的选择	19
2.2.2 酶的提取	20
2.2.3 酶的纯化	23
2.3 酶分离、纯化的评价	41
2.3.1 基本概念	41

2.3.2	酶纯化评价实例	42
2.4	纯化过程实例	43
2.4.1	精制、纯化步骤	43
2.4.2	精制、纯化工艺	43
2.5	酶的剂型与保存	44
2.5.1	酶的剂型	44
2.5.2	影响酶保存期的因素	44
	思考与练习	45
3	酶的分子结构与催化功能	46
3.1	酶分子组成	46
3.1.1	酶蛋白	46
3.1.2	辅酶或辅基	46
3.2	酶的结构与功能	52
3.2.1	酶活力部位概念	53
3.2.2	别构部位	54
3.2.3	酶原	55
3.2.4	酶的多形性与同工酶	55
	思考与练习	55
4	酶催化反应动力学	56
4.1	酶活力的测定	56
4.1.1	酶活力	57
4.1.2	酶的活力单位	57
4.1.3	测定酶活力的条件	58
4.1.4	测定酶活力常用的方法	58
4.2	化学动力学基础知识	60
4.2.1	反应分子数和反应级数	60
4.2.2	各级反应的特征	62
4.3	底物浓度对酶促反应速度的影响	65
4.3.1	中间络合物学说	65
4.3.2	酶促反应的动力学方程式	67
4.3.3	多底物的酶促反应动力学	73
4.4	抑制剂对酶促反应速度的影响	78
4.4.1	抑制作用的类型	78
4.4.2	可逆抑制作用和不可逆抑制作用的鉴别	80
4.4.3	可逆抑制作用动力学	81
4.4.4	一些常见的抑制剂	86
4.5	其他因素对酶促反应速度的影响	88
4.5.1	温度对酶促反应速度的影响	88
4.5.2	pH对酶促反应速度的影响	89

4.5.3 激活剂对酶促反应速度的影响	91
思考与练习	91
5 固定化酶和固定化细胞	92
5.1 酶固定化技术发展史	92
5.2 固定化酶的制备方法	93
5.2.1 吸附法	94
5.2.2 包埋法	95
5.2.3 共价键结合法	96
5.2.4 交联法	99
5.3 固定化酶的特性	100
5.3.1 固定化酶的形状	100
5.3.2 固定化酶的性质	100
5.3.3 酶活力	100
5.3.4 固定化酶的稳定性	100
5.3.5 固定化酶的反应特性	101
5.4 固定化酶的催化反应机理探讨	102
5.4.1 固定化酶对反应体系的影响	102
5.4.2 影响固定化酶的动力学因素	103
5.5 固定化活细胞	104
5.5.1 物理吸附法	105
5.5.2 包埋法	105
5.6 酶催化反应器及其类型	106
5.6.1 酶反应器的类型	106
5.6.2 反应器的结构特点	107
5.6.3 膜式反应器	109
5.7 固定化酶在食品工业中的应用	111
5.7.1 固定化酶在淀粉和糖工业中的应用	111
5.7.2 固定化酶在乳制品中的应用	112
5.7.3 固定化酶在饮料和果汁生产中的应用	112
5.7.4 固定化酶在油脂改性中的应用	113
5.7.5 固定化酶在食品添加剂和调味剂生产中的应用	113
5.7.6 固定化酶在食品分析与检测中的应用	114
思考与练习	114
6 酶分子修饰	115
6.1 采用蛋白质工程技术修饰酶	115
6.1.1 蛋白质工程常用策略	115
6.1.2 蛋白质工程在食品工业用酶中的应用	116
6.2 酶法有限水解	118
6.2.1 有限水解修饰方法	119

6.2.2	酶法有限水解的应用	119
6.3	氨基酸置换修饰	119
6.3.1	氨基酸置换修饰的方法	120
6.3.2	氨基酸置换修饰的作用	121
6.4	亲和标记修饰	121
6.4.1	亲和标记	121
6.4.2	光亲和标记	122
6.5	大分子结合修饰	123
6.5.1	酶分子的 PEG 修饰原理	124
6.5.2	修饰剂的活化	124
6.5.3	聚乙二醇(PEG)的修饰反应	125
6.5.4	修饰酶的纯化	126
6.5.5	大分子结合修饰的应用	126
	思考与练习	128
7	食品工业酶	129
7.1	糖酶	129
7.1.1	淀粉酶	129
7.1.2	乳糖酶	138
7.1.3	纤维素酶	139
7.1.4	果胶酶	140
7.2	蛋白酶	143
7.2.1	蛋白酶的来源	144
7.2.2	蛋白酶的分类	144
7.2.3	酸性蛋白酶	144
7.2.4	中性蛋白酶	145
7.2.5	碱性蛋白酶	146
7.2.6	蛋白酶在食品中的作用	147
7.3	脂酶(甘油酯水解酶 EC 3.1.1.3)	147
7.3.1	脂酶的来源	147
7.3.2	脂酶作用的底物的物理状态	148
7.3.3	底物特异性	148
7.3.4	pH、温度、激活剂和抑制剂对脂酶作用的影响	149
7.3.5	脂酶酯化反应特性	149
7.3.6	微生物脂酶	150
7.4	过氧化物酶	151
7.4.1	过氧化物酶在自然界的分布	151
7.4.2	过氧化物酶的底物和催化的反应	152
7.4.3	过氧化物酶的提取、纯化和性质	152
7.4.4	过氧化物酶的最适 pH 和最适温度	153

7.4.5	过氧化物酶的热稳定性	154
7.4.6	过氧化物酶在食品加工中的作用	157
7.5	多酚氧化酶	157
7.5.1	多酚氧化酶的名称和在自然界的分布	158
7.5.2	多酚氧化酶催化的反应及其作用的底物	158
7.5.3	影响多酚氧化酶的因素	160
7.5.4	多酚氧化酶的激活剂、抑制剂和果蔬酶促褐变的防止	161
7.5.5	多酚氧化酶在果品和蔬菜中的生理作用	162
7.6	脂肪氧合酶	162
7.6.1	脂肪氧合酶催化的反应	163
7.6.2	脂肪氧合酶作用的初期产物的进一步变化	164
7.6.3	脂肪氧合酶的同工酶	164
7.6.4	pH 对脂肪氧合酶作用的影响	164
7.6.5	脂肪氧合酶的作用对食品质量的影响	165
7.6.6	脂肪氧合酶的抑制	165
7.7	葡萄糖氧化酶	166
7.7.1	葡萄糖氧化酶催化的反应	166
7.7.2	葡萄糖氧化酶的分子组成及其作用机制	168
7.7.3	葡萄糖氧化酶在食品加工中的应用	169
7.8	超氧化物歧化酶	172
7.8.1	催化机制	172
7.8.2	理化性质	173
7.8.3	生理功能	174
7.8.4	SOD 在食品中的应用	175
7.9	溶菌酶	175
7.9.1	溶菌酶的种类	175
7.9.2	溶菌酶的性质及作用机理	177
7.9.3	溶菌酶在食品中的应用	178
	思考与练习	179
8	酶在食品科学与工程中的应用	180
8.1	酶在淀粉类食品生产中的应用	180
8.1.1	酶在制糖工业中的应用	180
8.1.2	酶在焙烤食品中的应用	181
8.1.3	酶在面条加工中的应用	184
8.1.4	酶在啤酒生产中的应用	185
8.2	酶在蛋白类食品生产中的应用	187
8.2.1	酶在肉制品加工中的应用	187
8.2.2	酶在乳品加工中的应用	188
8.3	酶在果蔬类食品生产中的应用	189

8.3.1	提取果蔬汁	189
8.3.2	酶在果蔬加工上的新用途	191
8.3.3	酶在葡萄酒中的应用	191
8.4	酶在功能食品生产中的应用	192
8.4.1	功能性低聚糖的制备	192
8.4.2	酶在功能性大米开发中的应用	194
8.4.3	功能性糖醇的生产	195
8.4.4	酶在功能性肽生产中的应用	195
8.4.5	功能性活性成分的辅助提取	196
8.5	酶在食品储藏保鲜中的应用	196
8.5.1	利用葡萄糖氧化酶保鲜	196
8.5.2	利用溶菌酶保鲜	197
8.5.3	控制酶的基因表达进行果蔬保鲜	198
8.6	酶在食品添加剂生产中的应用	198
8.6.1	酶在天然香料香精生产中的应用	198
8.6.2	酶在天然色素生产中的应用	200
8.7	酶在其他食品生产中的应用	200
8.7.1	酶在冷饮生产中的应用	200
8.7.2	酶在茶叶深加工中的应用	201
8.7.3	酶在油脂加工中的应用	201
8.7.4	酶在调味品生产中的应用	202
8.8	酶在食品分析中的应用	202
8.8.1	酶联免疫测定	203
8.8.2	聚合酶链式反应	205
8.8.3	酶生物传感器	206
8.8.4	酶抑制率法	206
8.9	酶在食品科学与工程中的应用前景	206
	思考与练习	207
9	酶与食品质量安全	208
9.1	酶与食品质量安全	208
9.1.1	酶制剂作为食品添加剂进入食品的潜在危害	208
9.1.2	酶催化有毒物质的产生	208
9.1.3	酶作用导致食品中营养组分的损失	209
9.1.4	酶作用的解毒反应	209
9.2	酶制剂生产的安全卫生管理	210
9.2.1	酶的生产工艺及技术	210
9.2.2	食品用微生物酶制剂的安全问题及应对措施	213
9.3	酶制剂的安全性评价	214
9.3.1	酶制剂的安全评价	214

9.3.2 微生物来源的食品酶制剂的安全特性评价	215
思考与练习	218
10 酶的分析与检测	219
10.1 α -淀粉酶	219
10.1.1 细菌 α -淀粉酶活力的测定	219
10.1.2 α -淀粉酶活力的测定(Bernfeld 法测定)	220
10.1.3 麦芽液化型淀粉酶活力的测定(滴定法)	222
10.1.4 麦芽液化型淀粉酶活力的测定(比色法)	224
10.2 β -淀粉酶	225
10.2.1 β -淀粉酶活力的测定(比色法)提纯	225
10.2.2 β -淀粉酶活力测定(二硝基水杨酸法)	226
10.2.3 β -淀粉酶活力测定(费林试剂法)	227
10.2.4 麦芽糖化力的测定	228
10.3 葡萄糖淀粉酶	229
10.3.1 葡萄糖淀粉酶活力的测定(碘量法)	229
10.3.2 葡萄糖淀粉酶活力的测定(费林法)	230
10.4 异淀粉酶	232
10.4.1 异淀粉酶活力的测定(滴定法)	232
10.4.2 异淀粉酶活力的测定(比色法)	233
10.5 蛋白酶	234
10.5.1 木瓜蛋白酶活力的测定(明胶法)	234
10.5.2 菠萝蛋白酶活力的测定	235
10.5.3 蛋白酶活力的测定(福林-酚法)	237
10.5.4 蛋白酶的测定(F. I. P. 法)	240
10.6 纤维素酶	242
10.6.1 纤维素酶活力的测定(CMC 糖化力法)	242
10.6.2 纤维素酶活力的测定(CMC 液化力法)	244
10.6.3 纤维素酶活力的测定(滤纸崩溃法和滤纸糖化力法)	244
10.6.4 纤维素酶活力的测定	245
10.6.5 纤维素酶快速定性检测方法	248
10.7 果胶酶	249
10.7.1 果胶酶活力的测定(黏度法)	249
10.7.2 果胶酶活性的检测	250
10.7.3 果胶酶活力的测定(还原法)	251
10.7.4 果胶酯酶(PE)活力测定方法	252
10.8 半纤维素酶的活力测定	253
10.8.1 DNS 法	253
10.8.2 Amano 法的改进型	254
10.9 α -半乳糖苷酶	256

10.9.1	α -半乳糖苷酶(Boehringer 法的改进型)	256
10.9.2	α -半乳糖苷酶的测定(Amano 法的改进型)	258
10.10	其他水解酶	260
10.10.1	脂肪酶活力的测定	260
10.10.2	脂蛋白脂酶的测定(Amano 法的改进型)	261
10.10.3	蔗糖酶活力的测定	263
10.10.4	花青素酶活力的测定	264
10.10.5	β -葡聚糖酶活性的检测	265
10.10.6	β -葡糖苷酶活力的测定(Haruah & Swain 法)	267
10.10.7	溶菌酶活力的测定	269
10.10.8	酯酶活力的测定	269
10.11	转移酶	270
10.11.1	转移葡萄糖苷酶的测定	270
10.11.2	葡萄糖异构酶活力的测定(吡啶法)	271
10.12	氧化还原酶	273
10.12.1	葡萄糖氧化酶活力的测定(滴定法)	273
10.12.2	葡萄糖氧化酶的测定(比色法)	274
10.12.3	过氧化氢酶活力的测定(碘量法)	276
10.12.4	过氧化氢酶活力的测定(高锰酸钾法)	277
10.12.5	多酚氧化酶和抗坏血酸氧化酶活力的测定	279
10.12.6	多酚氧化酶活力的测定	280
10.12.7	过氧化物酶活力的测定(愈创木酚法)	281
10.12.8	过氧化物酶活力的测定(4-氨基安替比林法)	282
10.12.9	过氧化物酶活力的测定	284
10.12.10	超氧化物歧化酶的制备及测定	285
10.12.11	乳酸脱氢酶的测定(来源于肌肉组织的乳酸脱氢酶)	287
10.12.12	L-乳酸脱氢酶的测定(来源于酵母 L-乳酸脱氢酶)	288
10.12.13	半乳糖氧化酶活力的测定(沃辛通法)	289
附录	缓冲溶液的配制	291
(一)	0.1 mol/L 硫代硫酸钠标准溶液的标定	291
(二)	0.1 mol/L 碘标准溶液	291
(三)	氯化钾-盐酸缓冲液(0.05 mol/L), pH 1.0~2.2	292
(四)	离子强度恒定的缓冲液, pH 2.0~12.0	292
(五)	甘氨酸-盐酸缓冲液(0.05 mol/L), pH 2.2~3.6	293
(六)	邻苯二甲酸氢钾-盐酸缓冲液, pH 2.2~4.0	293
(七)	磷酸氢二钠-柠檬酸缓冲液, pH 2.2~8.0	293
(八)	广泛范围缓冲液, pH 2.6~12.0	294
(九)	柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液(0.1 mol/L), pH 3.0~6.2	295
(十)	醋酸-醋酸钠缓冲液(0.2 mol/L), pH 3.6~5.8	295

(十一) 丁二酸-氢氧化钠缓冲液, pH 3.8~6.0	295
(十二) 邻苯二甲酸氢钾-氢氧化钠缓冲液, pH 4.1~5.9	296
(十三) 磷酸氢二钠-磷酸二氢钾缓冲液(1/15 mol/L), pH 4.92~8.18	296
(十四) 磷酸氢二钠-磷酸二氢钠缓冲液(0.2 mol/L), pH 5.8~8.0	296
(十五) 磷酸二氢钾-氢氧化钠缓冲液 pH 5.8~8.0	297
(十六) 巴比妥钠-盐酸缓冲液, pH 6.8~9.6	297
(十七) 硼砂-硼酸缓冲液, pH 7.4~9.0	297
(十八) 硼砂缓冲液, pH 8.1~10.7	297
(十九) 甘氨酸-氢氧化钠缓冲液, pH 8.6~10.6	298
(二十) 碳酸钠-碳酸氢钠缓冲液(0.1 mol/L), pH 9.2~10.8	298
(二十一) 硼砂-氢氧化钠缓冲液(0.05 mol/L 硼酸根), pH 9.3~10.1	298
(二十二) 磷酸氢二钠-氢氧化钠缓冲液, pH 11.0~11.9	299
(二十三) 氯化钾-氢氧化钠缓冲液, pH 12.0~13.0	299
参考文献	300

1

绪 论

1.1 酶学研究简史

酶的研究是一门重要课题,因为它处于生物学和物理学的衔接点。一方面,酶在生物学中具有非常重要的意义,生物体内的各种生化反应,几乎都是在酶的催化作用下进行的,酶是生命活动必不可缺的条件之一;另一方面,由于酶的催化作用具有高度专一性,催化效率高且反应条件温和,因此酶作为一种催化剂正日益受到科学家的重视。

酶学已成为一门内容广泛、发展迅速的学科。它的分支遍及很多领域,并与许多学科紧密联系,特别同生物化学、物理化学、微生物学、遗传学、植物学、农学、药理学、毒理学、生理学、医学以及生物工程的关系更为密切。由于酶独特的催化功能,近年来已在食品、轻工、化工、医药、环保、能源和科学研究等各个领域得到广泛应用。

1.1.1 酶的发现及早期研究

人们对于酶的认识和酶学的发展,如同其他学科一样都起源于人类的生产实践。在生产劳动过程中,人们逐渐意识到酶的作用,于是酶的理论研究也就随着酶在生产中的应用而发展起来。

早在几千年前,人类就已经开始利用微生物酶生产食品和饮料。我国人民自古以来就积累了许多有关酶学的经验,4000多年前,人们就已经在酿酒、制饴、制酱等过程中不自觉地利用了酶的催化作用。在我国古书《书经》中有“若作酒醴,尔维麴蘖”的记载,其意为:若要酿酒,就必须使用麴和蘖。麴是指长了微生物的谷物,蘖是指发了芽的谷物,它们都含有丰富的酶。在《周礼 天官篇》中,则有“膳夫掌王馈食酱有百二十瓮”的语句。这些都说明了酶的应用首先是从食品生产开始的。另外,西方各国在17世纪也有了关于酶的记载。

然而,人们真正认识酶的存在和作用,是从19世纪开始的。1833年Payen和Persoz从麦芽汁提取物中首次发现了淀粉酶,他们将这种由酒精沉淀后得到的可使淀粉水解成可溶性糖的物质命名为淀粉糖化酵素,并指出了它的热不稳定性,初步触及了酶的一些本质问题。到19世纪中期,科学家们已陆续发现了胃蛋白酶、多酚氧化酶、过氧化物酶和转化酶等。1855年,Schoenbein在植物体内发现了过氧化物酶,由此解决了愈创树脂变色的难题。随后在1856年,Schoenbein又在蘑菇中发现了另外一种酶——多酚氧化酶,能够在氧存在的条件下催化反应生成有色氧化物。另外,在这个时期,许多科学家发现酶的催化作用与酵母在发酵期间的作用相似,因而微生物学家巴斯德(Pasteur)和化学家李比希(Liebig)提出了两种不同观点:巴斯德认为发酵和活细胞有关,酒精发酵是酵母细胞生活的结果;李比希