



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

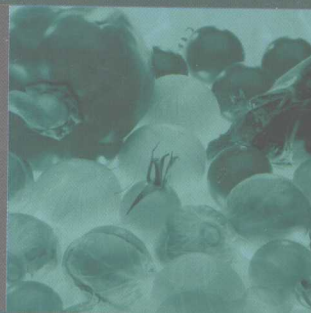
[高校教材]

# 食品生物技术导论

彭志英 主编

赵谋明 陈 坚 副主编

INTRODUCTION TO FOOD  
BIOTECHNOLOGY



中国轻工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 食品生物技术导论

Introduction to Food Biotechnology

主 编 彭志英

副主编 赵谋明 陈 坚

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

食品生物技术导论/彭志英主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2008.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5019-6537-3

I. 食… II. 彭… III. 生物技术-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 (2008) 第 109264 号

责任编辑: 马 妍

策划编辑: 马 妍 责任终审: 唐是雯 封面设计: 锋尚设计

版式设计: 王培燕 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵 张 可

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: 三河市世纪兴源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2008 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.25

字 数: 514 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6537-3/TS·3814 定价: 43.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: [club@chlip.com.cn](mailto: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

60971J4X101ZBW

## 《食品生物技术导论》编审人员

**主 编** 彭志英 华南理工大学教授、博士生导师

**副主编** 赵谋明 华南理工大学教授、博士生导师  
陈 坚 江南大学教授、博士生导师

**参编人员** 杨晓泉 华南理工大学教授、博士生导师  
何国庆 浙江大学教授、博士生导师  
杨海龙 浙江大学副教授  
孙 震 江南大学副教授  
黄惠华 华南理工大学教授  
许 杨 南昌大学教授、博士生导师  
胡 娜 南昌大学讲师  
李秀芬 江南大学教授

**主 审** 管华诗 中国海洋大学教授、博士生导师  
中国工程院院士  
姚惠源 江南大学教授、博士生导师

## 序

我国人民是勤劳、勇敢和智慧的人民。早在数千年前就能从自己劳动实践中创造出光辉灿烂的文化。在科学史上我国有“四大发明”，传统的天然酿酒、制醋和制酱等技术也有数千年的历史。酿酒用的酒曲，也是我国首创，后来才传至日本和世界各地。人们逐渐认识自然和改造自然，利用天然的微生物和传统的生产工艺生产出多种多样的发酵食品，形成了传统的生物工艺学，即当今生物技术的雏形。

直至欧洲的经济复兴，19世纪中后期法国科学家巴斯德（Pasteur）和德国科学家柯赫（Koch）先后发现和发明了发酵机理及微生物菌种的纯种分离技术，促使传统的生物技术向近代的发酵工艺转型，促进了抗生素、氨基酸和有机酸等液体深层发酵技术的发展。直至20世纪50年代初开始，伴随着“DNA双螺旋结构”的发现、“基因工程”和“蛋白质工程”的诞生以及后基因组学时代的到来，标志着现代生物技术的形成和发展。近半个世纪的实践表明：现代生物技术已对提高国力，迎接人类所面临的粮食短缺、癌症、能源和环境问题的挑战产生了深远的影响。同时，食品工业的发展和农副产品深加工均离不开现代科学技术。采用酶法转化和固定化酶技术，可使玉米淀粉和木薯淀粉等转化成高果糖浆、超高麦芽糖浆和啤酒专用糖浆，同时对奶酪和酶制剂等产品的生产工艺进行了革新，并产生重大的经济效益和社会效益。

人类经过漫长的生产实践和科学实验，科学技术才逐渐发展。生物技术和其他科学一样，经历了从古代开始走过近代而至现代的发展历程。

生物技术（biotechnology）又称生物工艺学，按其涵义和研究内容应包括传统、近代和现代的生物技术。食品生物技术是生物技术的重要分支学科，而且这个分支学科已经对食品工业的发展产生极其重要的作用，它不仅促进了食品工业的革新，发展了经济，改善了人民的生活，而且繁荣了食品科学。

食品是人类赖以生存和繁衍的物质基础，食品工业是生命工业。繁荣食品科学和发展食品工业是衡量一个国家、一个民族兴衰成败的关键。食品工业的发展要依靠现代科学技术，特别是要依靠生物技术。我国“食品科学与工程”一级学科的发展也离不开食品生物技术的融合和渗透。当今，食品生物技术已成为食品科学、农副产品加工、粮油蛋白质工程、水产品加工及食品安全等二级学科的重要研究方向。我国土地辽阔、水陆生物资源丰富，特别是农副产品资源极为丰富，尚有待于深入研究开发。目前，我国食品工业通过几十年的改革开放，坚持科学发展观和持续发展的战略，已逐步走向机械化和自动化的发展轨道。但是与国际先进国家相比，尚有较大差距。我国食品工业传统加工方法仍占了较大比例。劳动强度较大，成本较高，卫生条件较差。传统食品生产工艺尚需采用现代科学技术进行技术改造。

《食品生物技术导论》一书是按照我国教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材编写精神撰写的。本书较全面系统地介绍了国内外食品生物技术发展现状及其在食品工业中的应用。全书在分子生物学发展基础上，从系统工程角度，以上游过程与下游过程、

食品与基因工程、食品与蛋白质工程、食品与酶工程、食品与细胞工程、食品与安全检测和食品工业“三废”与资源化、能源化等问题的相互关系中阐述食品生物技术的理论与实践。并且注意引导学生充分认识食品生物技术的复杂性、科学性、实践性和高新技术内涵。编写系统别具一格，有所创新。文字表达由浅入深、概念清晰、通俗易懂，便于学生自学和阅读。该书可作为食品类专业本科生教材，也可供研究生课程和科技人员参考。

管華詩 姚德保

## 前 言

当今，科学技术飞跃发展，人类社会不断进步。20世纪50年代初，由于“DNA双螺旋结构”的发现，人类进入了分子生物学时代；70年代初基因工程的诞生促使着现代生物技术产业化应运而生，对人类健康、经济发展和工业科技产生了深刻影响。因而，在科学发展史上逐步形成许多生物技术分支学科，其中包括医药生物技术、食品生物技术、农业生物技术、环境生物技术和化工生物技术等。

21世纪被誉为生物技术世纪。随着基因工程的发展，基因工程在食品工业中应用日益广泛、深入。食品生物技术这一分支学科已经形成，并且注入了高新技术的内涵，促进了“食品科学与工程”一级学科的发展。现在，食品生物技术已成为食品科学与工程的主要研究方向，也是我国普通高等院校食品类专业开设的主要课程之一。本书经教育部批准已列入普通高等教育“十一五”国家级规划教材。作者根据教育部关于编写规划教材的指示精神，力求使编写的内容能体现科学性、实践性、系统性和新颖性。全书较系统地介绍基因工程、蛋白质工程、酶工程、发酵工程、细胞工程等技术原理及其在食品工业中的应用；并从系统工程角度介绍了食品生物工程中的下游过程、食品安全检测和环境生物技术对食品工业“三废”的处理，特别强调了“三废”的资源化和能源化。可作为高等院校食品专业本科生教材，并可作为研究生课程的参考书。同时，也可供食品企业和研究单位中高级科技人员参考。

全书共分为九章。编写分工如下：第一章绪论（彭志英）；第二章食品与基因工程（彭志英）；第三章食品与蛋白质工程（杨晓泉）；第四章食品与酶工程（赵谋明）；第五章食品与发酵工程（何国庆、杨海龙）；第六章食品与细胞工程（孙震）；第七章食品生物技术中的下游过程（黄惠华）；第八章食品生物技术与食品安全检测（许杨、胡娜）；第九章生物技术与食品工业“三废”治理（陈坚、李秀芬）。全书由彭志英统编，并汇集了兄弟院校多位专家教授的意见和建议。在编写过程中还得到林伟锋、陈中副教授、梁中坚工程师、博士生李莹等在提供编写资料、校对和图表修改等方面的大力协助。在此表示衷心谢意！

由于现代生物技术进展迅速，内容极为丰富。限于作者的编写水平，书中的错误及不妥之处在所难免，恳请同行和读者指正。



于华南理工大学



## 中国轻工业出版社食品教材书目

### 本科教材

粮食机械原理及应用技术(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	44.60
食品工艺学(普通高等教育“十五”国家级规划教材)	48.00
食品分析(普通高等教育“十五”国家级规划教材)	38.00
食品工程原理(普通高等教育“十五”国家级规划教材)	60.00
食品工厂设计与环境保护(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	39.00
食品生物技术导论(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	43.00
粮油食品加工工艺学(普通高等教育“十五”国家级规划教材)	35.00
食品加工机械与设备(北京市高等教育精品教材立项项目)	55.00
功能食品教程(北京市高等教育精品教材立项项目)	50.00
现代食品微生物学(北京市高等教育精品教材立项项目)	55.00
现代食品微生物学实验技术(北京市高等教育精品教材立项项目)	30.00
天然产物提取工艺学(教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材)	45.00
食品物性学(教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材)	25.00
大豆制品工艺学(第二版)(教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材)	36.00
食品物流学(教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材)	26.00
食品原料与资源学(教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材)	32.00
动植物检验检疫学(教育部高等学校轻工与食品学科教学指导委员会推荐教材)	22.00
食品毒理学(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	41.00
现代食品检测技术(第二版)(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	42.00
食品质量与安全实验技术(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	36.00
食品安全保藏学(第二版)(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	32.00
水产品安全性(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	36.00
食品加工中的安全控制(第二版)(普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	43.00
食品标准与法规(食品质量与安全专业)	36.00
食品原料安全控制(食品质量与安全专业)	38.00
食品工艺学概念(食品质量与安全专业)	45.00
食品环境学(食品质量与安全专业)	35.00
食品微生物学(食品质量与安全专业)	40.00
食品免疫学(食品质量与安全专业)	35.00
食品安全学导论(食品质量与安全专业)	32.00
动植物检验检疫学(食品质量与安全专业)	47.00



食品质量与安全专业英语 (食品质量与安全专业)	30.00
食品工程导论 (第三版)	54.00
食品加工原理 (影印版)	37.00
食品科学导论 (影印版)	43.00
功能性食品学 (第二版)	48.00
食品酶学	24.00
食品化学与营养学	50.00
食品安全与检测	34.00
食品安全与质量控制	30.00
食品感官评定	18.00
食品保藏学	32.00
粮油检验与分析	35.00
粮油加工概论	30.00
食品化学实验手册	20.00
乳品微生物学实验技术	32.00
天然香料加工工艺学	20.00
乳品工艺学	48.00
食品科学实验技术	18.00
大学生饮食营养与健康	22.00
食品营养与健康	12.80
食品科学导论	50.00
食品加工技术装备 (第二版)	60.00
冷库建筑	36.00
果蔬采后生理生化实验指导	22.00
发酵乳制品工艺学	33.00
食品病源微生物学	59.00
合成香料工艺学	45.00
日用香精调配技术	35.00
香料分析	22.00
制冷技术与食品冷冻冷藏设施设计	35.00
食品分析实验教程	30.00
食品微生物学实验指导	25.00
食品物理化学	28.00
食品工艺实验与检验技术	28.00
现代仪器分析技术及其在食品中的应用	42.00
食品工艺学 (第二版)	78.00
食品营养学 (第二版)	35.00
食品分析	22.00
食品生物技术	45.00

食品质量管理学	21.80
食品加工技术装备	79.00
食品风味化学	26.00
食品化学	44.00
食品卫生学	25.00
食品研究与数据分析 (第二版)	32.00
食品专业英语文选	30.00
食品微生物学	21.50
食品生物化学	29.80
食品酶学导论	18.00
食品技术原理	50.00
动物性食品加工学 (面向 21 世纪课程教材)	45.00
肉品科学与技术	42.00
肉与肉制品工艺学	38.00
软饮料工艺学	36.00
焙烤食品工艺学	50.00
园艺产品贮藏加工学	49.00
HACCP 原理与实施	46.00
食品加工原理	30.00
乳及发酵乳制品工艺学	32.00
生物化学学习指导	32.00
食品工厂机械与设备 (含光盘)	58.00
蛋品加工技术	30.00
生物化学实验 (工科专业适用)	22.00

### 高职高专教材

焙烤食品加工技术 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	22.80
食品分析与检验 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	30.00
食品卫生与安全管理 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	28.00
食品营养 (普通高等教育“十一五”国家级规划教材)	28.00
食品安全性与质量控制 (普通高等教育“十五”国家级规划教材)	21.00
食品工厂设计 (普通高等教育“十五”国家级规划教材)	22.00
果蔬加工工艺学 (普通高等教育“十五”国家级规划教材)	25.00
食品检验技术 (感官评价部分) (高职食品类专业系列教材)	20.00
食品检验技术 (微生物部分)	22.80
食品检验技术 (理化部分)	30.00
食品机械与设备	28.50
食品加工技术概论	24.00
食品生物化学	26.00

肉制品加工技术	18.00
食品工程原理	30.00
软饮料生产技术	22.00
乳与乳制品检测技术	30.00
乳品微生物学	36.00
食品包装技术	26.00
食品分析技术	55.00
软饮料工艺学	28.00
食品添加剂	30.00
食品化学	25.00
食品微生物学	26.00
畜禽食品工艺学	30.00
食品掺伪鉴别检验	28.00
功能食品加工技术	26.00
食品工业企业管理	26.00
果蔬贮运学	22.00
食品生物化学	24.00
食品生物技术	22.00
食品理化与微生物检测实验	22.00
商品检验技术	28.00
食品营养与卫生学	30.00
食品掺伪鉴别检验 (第二版)	36.00
西方饮食文化	25.00
药膳食疗学	28.00
面点制作技术	18.00
烹调工艺学 (第二版)	29.00
面点工艺学 (第二版)	26.00
中国名点 (第二版)	30.00
中国名菜 (第二版)(含光盘)	44.00
烹饪卫生与安全学 (第二版)	45.00
烹饪化学 (第二版)	35.00
烹饪营养学 (第二版)	28.00
饭店厨房的设计和运作	28.00
中式面点工艺 (北京高等教育精品教材立项项目)(含光盘)	38.00
烹饪器具及设备	26.00
烹饪工艺美术	24.00
饮食文化概论	25.00
烹饪原料学	48.00
西餐工艺	20.00

冷菜工艺	19.00
食品雕刻 (含光盘)	20.00
饮食消费心理学	24.00
中国饮食保健学	30.00
饮品知识	26.00
餐饮企业管理	24.00
中国名点 (含光盘)	38.00
宴会设计	24.00
粤菜烹饪教程	40.00
山东菜烹饪教程	18.00
西餐工艺	18.00

### 中 职 教 材

乳制品生产技术	25.00
焙烤食品工艺学	25.00
饮料生产技术	25.00
方便与休闲食品生产技术	25.00
罐头生产技术	25.00
食品微生物学	25.00
食品机械与设备	52.00
食品分析修订版	27.00
食品生物化学	18.00
食品营养与卫生	18.80
食品烘焙 MES 模块教程	42.00
烹调工艺	14.00
烹饪原料加工工艺	12.00
烹饪化学	14.00
烹饪原料	20.00
西餐烹调技术	16.50
面点工艺 (含光盘)	25.00
筵席知识	12.00
饮食营养与卫生	20.00
餐饮企业经营管理	16.00
食疗保健	13.00

### 国家职业资格培训教程

现代食品营养与安全 (食品企业营养师培训教材)	48.00
烘焙工——初级 (含面包、中式糕点、西式糕点)	22.00
烘焙工——中级 (含面包、中式糕点、西式糕点)	22.00

烘焙工——高级（含面包、中式糕点、西式糕点）	22.00
烘焙工——基础知识（含面包、中式糕点、西式糕点）	39.00
烘焙工——技师（含面包、中式糕点、西式糕点）	30.00
烘焙工——高级技师（含面包、中式糕点、西式糕点）	31.00

购书办法：各地新华书店，本社网站（[www.chlip.com.cn](http://www.chlip.com.cn)）、当当网（[www.dangdang.com](http://www.dangdang.com)）、卓越网（[www.joyo.com](http://www.joyo.com)）、轻工书店（联系电话：010-65128352），我社读者服务部（联系电话：010-65241695）。

# 目 录

第一章 绪论 .....	1
第一节 食品生物技术涵义 .....	1
一、生物技术 .....	1
二、食品生物技术 .....	1
第二节 食品生物技术研究内容 .....	2
一、食品与基因工程 .....	2
二、食品与酶工程 .....	2
三、食品与发酵工程 .....	3
四、食品与细胞工程 .....	3
五、食品与蛋白质工程 .....	3
六、食品与后基因组学 .....	4
七、食品与食品安全 .....	4
第三节 食品生物技术特点 .....	4
一、食品生物技术与食品产业化紧密相关 .....	4
二、食品生物技术属边缘性交叉学科 .....	5
三、食品生物技术具有“六高”基本特征 .....	5
四、食品生物技术属高新技术范畴 .....	6
五、食品生物技术已成为食品科学发展的重要研究方向 .....	6
第四节 食品生物技术发展简史 .....	6
一、史前时期 .....	6
二、近代时期 .....	7
三、现代的发展 .....	7
第五节 分子生物学的形成与发展 .....	7
一、细胞学说 .....	7
二、生物进化论 .....	8
三、孟德尔遗传规律 .....	8
四、摩尔根基因学说 .....	8
五、基因本质的发现 .....	8
六、分子生物学的诞生 .....	9
参考文献 .....	13
第二章 食品与基因工程 .....	14
第一节 概述 .....	14
一、基因工程的诞生 .....	14
二、基因工程涵义、特点及其操作步骤 .....	14
三、基因工程的发展 .....	15
第二节 工具酶 .....	16

一、限制性内切酶 .....	16
二、基因工程操作中的其他酶 .....	20
第三节 目的基因制备 .....	21
一、生物学方法 .....	21
二、化学合成法 .....	21
三、基因文库法 .....	23
四、PCR 扩增法 .....	25
第四节 基因载体 .....	26
一、质粒 .....	26
二、 $\lambda$ 噬菌体 .....	28
三、 $M_{13}$ 噬菌体 .....	29
四、病毒 .....	29
第五节 基因重组 .....	29
第六节 转化、增殖和表达 .....	30
一、转化与增殖 .....	30
二、基因表达 .....	32
第七节 基因工程在食品工业中的应用 .....	32
一、转基因微生物食品 .....	33
二、转基因动物食品 .....	44
三、转基因植物食品 .....	45
四、食品与基因工程产业化 .....	51
第八节 后基因组学及其应用研究 .....	53
一、后基因组学涵义 .....	53
二、后基因组学的应用研究 .....	54
参考文献 .....	54
<b>第三章 食品与蛋白质工程 .....</b>	<b>56</b>
<b>第一节 概述 .....</b>	<b>56</b>
一、蛋白质工程的涵义 .....	56
二、理性分子设计和非理性分子设计 .....	57
三、蛋白质工程在食品工业中的应用 .....	57
<b>第二节 理性分子设计和定位突变技术 .....</b>	<b>58</b>
一、蛋白质理性分子设计的基本步骤 .....	58
二、定位突变 .....	60
三、定位突变技术在酶结构改造中的应用 .....	63
<b>第三节 体外定向进化 .....</b>	<b>64</b>
一、蛋白质的体外定向进化 .....	64
二、DNA 改组 .....	65
三、容错 PCR .....	66
四、定向进化技术在酶制剂改造中的应用 .....	66
<b>第四节 融合蛋白技术 .....</b>	<b>67</b>
一、融合蛋白概念和用途 .....	67
二、融合蛋白技术的方法 .....	68



三、融合蛋白技术的应用 .....	69
第五节 食物蛋白质改性技术 .....	70
一、蛋白质的功能特性 .....	70
二、食物蛋白的改性 .....	71
参考文献 .....	74
<b>第四章 食品与酶工程</b> .....	75
第一节 酶工程发展概况 .....	75
第二节 酶的制备与发酵生产 .....	76
一、动植物细胞培养产酶 .....	76
二、微生物发酵产酶 .....	79
第三节 酶的分子修饰 .....	85
一、酶的化学修饰 .....	86
二、酶的物理修饰 .....	88
第四节 酶的非水相催化 .....	88
一、非水相介质中酶催化反应特性 .....	88
二、有机介质中酶催化反应条件及其控制 .....	89
第五节 酶的固定化 .....	91
一、固定化酶的制备方法 .....	91
二、固定化酶的性质与特点 .....	93
第六节 酶工程在食品工业中的应用 .....	95
一、淀粉水解酶类的特性及其应用 .....	95
二、酶法生产淀粉糖的产业化 .....	99
三、酶法生产功能低聚糖的产业化 .....	104
四、酶法降解纤维素及其应用 .....	108
五、酶法降解甲壳素及其利用 .....	111
六、酶法应用于果汁、果酒的生产 .....	114
七、酶法应用于啤酒的生产 .....	115
八、酶法应用于肉类加工 .....	116
九、酶法应用于海洋资源的开发、利用 .....	116
十、酶法应用于食品保鲜 .....	117
十一、酶法应用于食品添加剂的生产 .....	118
参考文献 .....	123
<b>第五章 食品与发酵工程</b> .....	125
第一节 概述 .....	125
一、发酵工程的涵义 .....	125
二、发酵工程的发展历程 .....	125
第二节 固体发酵及其特点 .....	127
一、固态发酵涵义 .....	127
二、固态发酵特点 .....	127
第三节 液体深层发酵及其发酵动力学 .....	128
一、间歇式发酵及其发酵动力学 .....	128

二、连续式发酵及其发酵动力学 .....	133
第四节 发酵工程的工艺与技术 .....	135
一、发酵工程的工艺过程 .....	135
二、常用发酵设备 .....	140
三、发酵过程的控制与优化 .....	145
第五节 发酵工程在食品工业中的应用 .....	155
一、酒类发酵 .....	155
二、氨基酸发酵 .....	160
三、有机酸发酵 .....	163
四、单细胞蛋白的发酵生产 .....	166
五、食用菌的发酵生产 .....	167
六、食品添加剂的发酵生产 .....	170
七、生物活性物质的发酵生产 .....	173
八、其他物质的发酵生产 .....	174
参考文献 .....	175
第六章 食品与细胞工程 .....	177
第一节 概述 .....	177
第二节 细胞培养技术 .....	177
一、植物细胞培养技术 .....	177
二、动物细胞培养技术 .....	184
第三节 细胞融合技术及其应用 .....	187
一、细胞融合的方法 .....	188
二、植物细胞融合 .....	190
第四节 细胞拆合技术及其应用 .....	192
一、细胞拆合与重组的涵义 .....	192
二、细胞拆合的方法 .....	193
三、各种重组细胞的制备 .....	194
第五节 动植物细胞大量培养及应用 .....	197
一、植物细胞大规模培养及在食品工业中的应用 .....	197
二、动物细胞大规模培养方法 .....	202
参考文献 .....	208
第七章 食品生物技术中的下游过程 .....	209
第一节 概述 .....	209
一、下游过程步骤和特点 .....	209
二、下游过程生物分离方法 .....	209
三、下游过程的评价及其发展趋向 .....	210
第二节 细胞破碎 .....	211
第三节 固-液分离 .....	212
一、过滤 .....	212
二、离心分离 .....	213
三、凝聚和絮凝 .....	213