

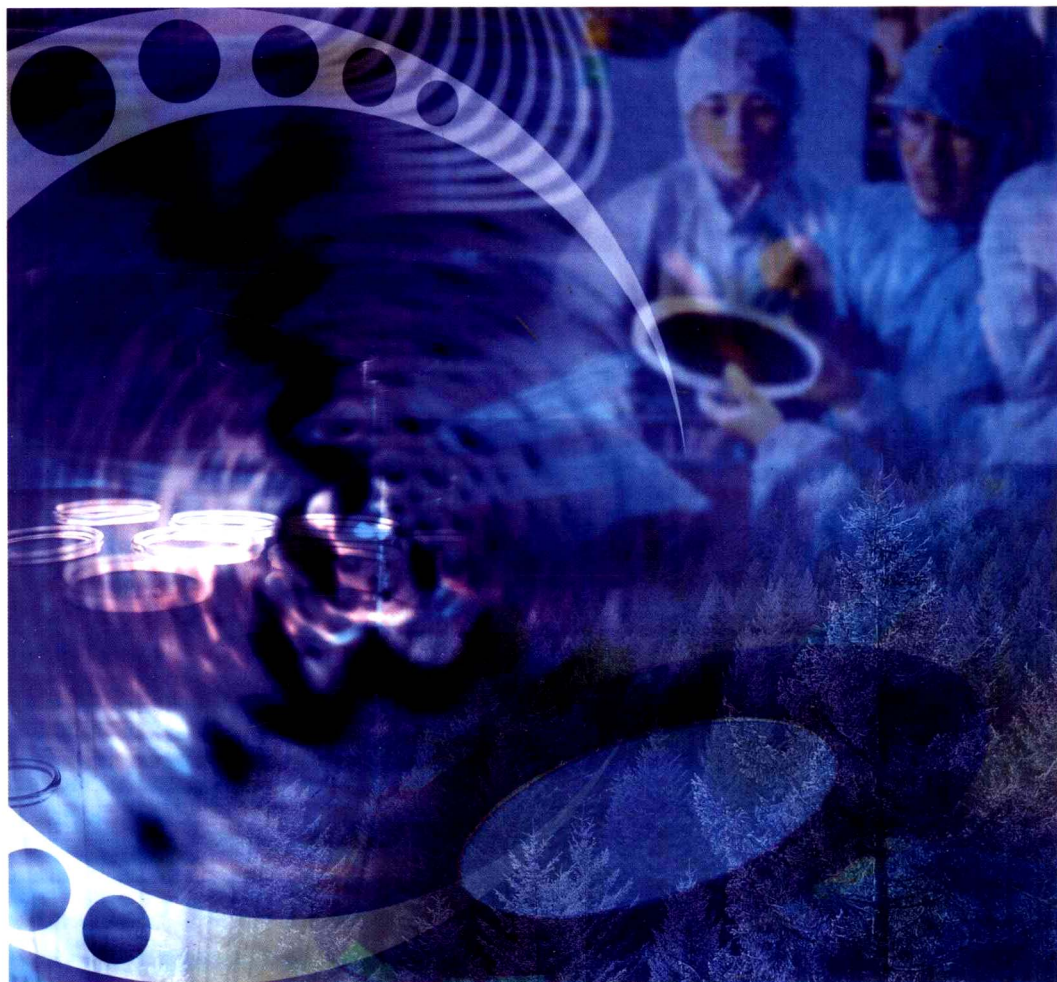
全 国 高 等 农 林 院 校 教 材



高等教材

# 林业生物技术

谭晓风 张志毅 主编



中国林业出版社

全国高等农林院校教材

# 林业生物技术

(林学、园林、园艺、草业专业适用)

谭晓风 张志毅 主编

中国林业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

林业生物技术/谭晓风, 张志毅主编. —北京: 中国林业出版社, 2008. 4  
全国高等农林院校教材  
ISBN 978-7-5038-4951-0

I. 林… II. ①谭…②张… III. 木本植物—生物技术—高等学校—教材 IV. S722  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 052789 号

## 中国林业出版社·教材建设与出版管理中心

策划编辑: 牛玉莲 肖基洪

责任编辑: 肖基洪

电话: 66188720 66170109

传真: 66170109

---

出版发行 中国林业出版社 (100009 北京市西城区德内大街刘海胡同 7 号)

E-mail: jiaocai@163.com 电话: (010) 66184477

http://www.cfph.com.cn

经 销 新华书店  
印 刷 中国农业出版社印刷厂  
版 次 2008 年 5 月第 1 版  
印 次 2008 年 5 月第 1 次  
开 本 850mm × 1168mm 1/16  
印 张 20.5  
字 数 436 千字  
定 价 31.00 元

---

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有 侵权必究

# 高等农林院校森林资源类教材

## 编写指导委员会

**主任：**尹伟伦

**副主任：**杨传平 曹福亮 陈晓阳

### 林学组

**组长：**陈晓阳

**副组长：**薛建辉 赵雨森 洪伟

**委员：**(以姓氏笔画为序)

亢新刚	冯志坚	孙向阳	刘桂丰	刘建军
张志翔	张健	邢世岩	汤庚国	李凤日
李志辉	余光辉	胥辉	周志翔	项文化
胡海清	高捍东	徐立安	袁玉欣	郭晋平
戚继忠	童再康	翟明普		

**秘书：**韩海荣

### 森保组

**组长：**骆有庆

**副组长：**叶建仁 王志英

**委员：**(以姓氏笔画为序)

王军	孙绪良	朱道弘	闫伟	迟德富
张立钦	陈顺立	欧晓红	贺伟	黄大庄
曹支敏	嵇保中	韩崇选	温俊宝	

**秘书：**田呈明

## 《林业生物技术》编写人员

**主 编** 谭晓风 张志毅  
**副主编** 杨敏生 林思祖 何业华  
**编写人员** (按姓氏笔画排序)  
乌云塔娜(中南林业科技大学)  
白淑兰(内蒙古农业大学)  
刘友全(中南林业科技大学)  
李昌珠(湖南林业科学研究院)  
李淑娟(东北林业大学)  
何业华(华南农业大学)  
张志毅(北京林业大学)  
张党权(中南林业科技大学)  
杨敏生(河北农业大学)  
林思祖(福建农林大学)  
袁海英(新疆农业大学)  
崔建国(沈阳农业大学)  
普晓兰(西南林学院)  
舒常庆(华中农业大学)  
谭晓风(中南林业科技大学)  
樊剑鸣(郑州大学)

# 前 言

---

近年来,国内各高等农林大学林学、园林和园艺专业相继开设了生物技术课程,但没有一本统一的教材。针对生物技术的系统性和林业行业特点,编写一本林业生物技术教材非常必要。2005年,由中南林业科技大学和北京林业大学共同发起,在中国林业出版社的大力支持下,我们组织了全国主要高等农林大学从事林业生物技术教学的相关教师共同编写了这本教材,以满足目前国内对于林业生物技术教学的急需。

考虑到本教材的适应性,本教材共分为上、下两篇。上篇即基础理论篇,包括:绪论、基因工程、蛋白质工程、细胞工程、发酵工程、酶工程,共六章。下篇即技术应用篇,包括:植物组织培养、树木细胞培养和次生代谢物质生产、菌根技术、植物遗传图谱构建与基因定位、植物基因的分离克隆、植物遗传转化及应用、生物质能技术,共七章。

本教材由谭晓风教授和张志毅教授主编。具体分工如下:第1章由谭晓风教授编写;第2章由谭晓风教授和樊剑鸣副教授编写;第3章由张党权副教授编写;第4章由李淑娟副教授、袁海英副教授、何业华教授、林思祖教授编写;第5章由刘友全教授编写;第6章由乌云塔娜副教授编写;第7章由袁海英副教授、普晓兰教授编写;第8章由崔建国教授编写;第9章由白淑兰教授编写;第10章由张志毅教授编写;第11章由舒常庆副教授编写;第12章由杨敏生教授编写;第13章由李昌珠研究员、张党权副教授编写。

教材编写过程中,得到中国林业出版社、各编写单位和全体编写人员的大力支持和帮助。教材编写后,虽经几次的章节内容调整、修改,但由于编写人员较多,统稿时间仓促,加之编者业务水平有限,谬误和不当之处在所难免,希望各位教师在教学过程中提出宝贵意见,以便再版时进行修订。

谭晓风 张志毅  
2008. 1. 15.

# 目 录

前 言

## 上篇 基础理论篇

<b>第1章 绪论</b> .....	(1)
1.1 生物技术的概念及内容 .....	(1)
1.2 生物技术产生的理论基础和技术背景 .....	(2)
1.2.1 生物技术产生的理论基础 .....	(2)
1.2.2 生物技术产生的技术背景 .....	(3)
1.3 生物技术对科学技术发展和人类社会进步的巨大影响 .....	(6)
1.3.1 生物技术与人类健康 .....	(6)
1.3.2 生物技术与农业生产 .....	(7)
1.3.3 生物技术与林业生产 .....	(7)
1.3.4 生物技术与工业生产 .....	(7)
1.3.5 生物技术与环境保护 .....	(8)
1.3.6 生物技术与能源 .....	(8)
复习思考题 .....	(9)
本章推荐阅读书目 .....	(9)
<b>第2章 基因工程</b> .....	(10)
2.1 基因组 .....	(10)
2.1.1 核基因组 .....	(10)
2.1.2 叶绿体基因组 .....	(12)
2.1.3 线粒体基因组 .....	(13)
2.1.4 人类基因组计划 .....	(13)
2.1.5 拟南芥基因组计划 .....	(15)
2.1.6 蛋白质组 .....	(16)

2.2	基因的结构	(16)
2.2.1	真核基因的结构	(17)
2.2.2	原核基因的结构	(18)
2.2.3	转座子的结构	(18)
2.3	基因的功能表达	(19)
2.3.1	转录	(19)
2.3.2	翻译	(20)
2.4	基因克隆的工具酶	(21)
2.4.1	限制性核酸内切酶	(21)
2.4.2	II型限制性核酸内切酶识别序列的特异性	(22)
2.4.3	II型限制性核酸内切酶切割方式与产物末端	(23)
2.4.4	限制性核酸内切酶的命名	(24)
2.4.5	同位酶	(24)
2.4.6	DNA连接酶	(24)
2.4.7	DNA聚合酶	(25)
2.4.8	碱性磷酸单酯酶	(27)
2.4.9	S1核酸酶	(28)
2.4.10	末端脱氧核苷酸转移酶	(28)
2.5	基因克隆载体	(28)
2.5.1	质粒载体	(29)
2.5.2	噬菌体载体	(33)
2.5.3	柯斯质粒载体	(35)
2.5.4	人工染色体载体	(36)
2.6	重组DNA技术	(38)
2.6.1	目的基因的来源	(38)
2.6.2	目的基因与载体的连接	(39)
2.7	重组体导入受体细胞	(41)
2.7.1	转化	(41)
2.7.2	感染	(41)
2.7.3	转染	(41)
2.7.4	常用的转基因方法	(42)
2.7.5	其他的转基因方法	(42)
2.7.6	受体细胞的选择	(44)
2.7.7	转化细胞的扩增	(44)
2.8	重组体的鉴定	(44)
2.8.1	载体遗传标记法	(45)



2.8.2	根据插入序列的表型特征选择重组体分子的直接选择法	(46)
2.8.3	限制性酶切鉴定	(46)
2.8.4	核酸杂交鉴定方法	(46)
2.8.5	PCR 扩增产物电泳分析鉴定	(47)
2.8.6	核苷酸序列测定法	(47)
2.8.7	免疫化学检测法	(48)
	复习思考题	(49)
	本章推荐阅读书目	(49)
<b>第3章</b>	<b>蛋白质工程</b>	<b>(50)</b>
3.1	蛋白质的结构与功能	(50)
3.1.1	蛋白质的结构	(51)
3.1.2	蛋白质结构与功能的关系	(60)
3.1.3	蛋白质的相互作用	(61)
3.2	蛋白质结构的测定及预测	(63)
3.2.1	蛋白质三维结构的表示方法	(63)
3.2.2	X 射线法测定蛋白质的晶体结构	(64)
3.2.3	核磁共振法测定蛋白质的溶液结构	(65)
3.2.4	蛋白质结构的预测	(66)
3.3	蛋白质分子设计	(69)
3.3.1	蛋白质分子设计的原理	(69)
3.3.2	蛋白质分子设计的原则	(71)
3.3.3	蛋白质分子设计的流程	(72)
3.3.4	蛋白质分子设计的类型及方法	(73)
3.4	蛋白质工程的进展及应用	(75)
3.4.1	蛋白质工程的理论研究	(75)
3.4.2	蛋白质工程的应用研究	(78)
	复习思考题	(80)
	本章推荐阅读书目	(80)
<b>第4章</b>	<b>细胞工程</b>	<b>(81)</b>
4.1	细胞工程的理论基础——细胞的全能性与形态发生	(81)
4.1.1	细胞的全能性	(81)
4.1.2	细胞分化	(82)
4.1.3	培养条件下的细胞脱分化与再分化	(83)
4.1.4	器官发生	(84)

4.1.5 体细胞胚发生 .....	(86)
4.2 植物细胞工程培养基及培养环境 .....	(87)
4.2.1 培养基 .....	(87)
4.2.2 植物组织培养的环境条件 .....	(94)
4.3 植物细胞工程应用途径 .....	(95)
4.3.1 在植物育种方面的应用 .....	(95)
4.3.2 种苗脱毒与快速繁殖 .....	(96)
4.3.3 细胞培养生产有用次生产物 .....	(96)
4.3.4 在细胞生物学和发育生物学领域的应用 .....	(96)
4.3.5 在植物遗传、生理生化以及植物病理等基础研究中的应用 .....	(97)
4.4 植物原生质体技术及应用 .....	(97)
4.4.1 原生质体分离 .....	(97)
4.4.2 分离原生质体的操作程序 .....	(98)
4.4.3 原生质体培养 .....	(99)
4.4.4 原生质体融合 .....	(102)
4.4.5 原生质体的遗传饰变 .....	(104)
4.5 核移植与染色体移植的技术 .....	(105)
4.5.1 核移植技术 .....	(105)
4.5.2 染色体移植技术 .....	(109)
4.6 单克隆抗体技术 .....	(110)
4.6.1 单克隆抗体的概念和原理 .....	(110)
4.6.2 单克隆抗体的制备 .....	(112)
4.6.3 单克隆抗体的应用及存在问题 .....	(114)
4.7 干细胞技术 .....	(114)
4.7.1 干细胞的基本概念 .....	(115)
4.7.2 干细胞的基本类型 .....	(115)
4.7.3 干细胞生物学基础 .....	(115)
4.7.4 干细胞研究策略 .....	(116)
4.7.5 干细胞研究的现状与展望 .....	(118)
复习思考题 .....	(119)
本章推荐阅读书目 .....	(119)

## 第5章 发酵工程 .....

(120)

### 5.1 发酵类型及技术特点 .....

(120)

#### 5.1.1 发酵类型 .....

(120)

#### 5.1.2 发酵技术的特点 .....

(122)

5.2 微生物发酵工艺 .....	(122)
5.2.1 工业生产中常用微生物 .....	(122)
5.2.2 工业微生物育种技术 .....	(123)
5.2.3 培养基 .....	(125)
5.2.4 发酵的工艺流程 .....	(126)
5.3 液体发酵 .....	(128)
5.3.1 发酵类型 .....	(128)
5.3.2 发酵罐 .....	(131)
5.4 固体发酵 .....	(133)
5.5 发酵工程的应用 .....	(134)
复习思考题 .....	(135)
本章推荐阅读书目 .....	(135)
<b>第6章 酶工程 .....</b>	<b>(136)</b>
6.1 概 述 .....	(136)
6.2 酶的提取和分离纯化 .....	(136)
6.2.1 酶的来源 .....	(136)
6.2.2 酶的提取 .....	(137)
6.3 固定化技术 .....	(142)
6.3.1 酶的固定方法 .....	(143)
6.3.2 细胞的固定化及优点 .....	(144)
6.3.3 固定化酶的指标和固定化酶的性质 .....	(145)
6.4 酶的分子修饰 .....	(146)
6.4.1 酶分子的化学修饰法 .....	(146)
6.4.2 酶的生物工程修饰法 .....	(146)
6.5 酶反应器 .....	(147)
6.5.1 酶反应器的设计原则 .....	(147)
6.5.2 酶反应器的类型 .....	(147)
6.6 酶工程的应用 .....	(148)
6.6.1 酶工程在食品加工中的应用 .....	(148)
6.6.2 酶工程在轻化工业中的应用 .....	(149)
6.6.3 酶工程在医药上的应用 .....	(149)
6.6.4 酶工程在能源开发中应用 .....	(149)
6.6.5 酶工程在环境工程中的应用 .....	(149)
复习思考题 .....	(150)
本章推荐阅读书目 .....	(150)

## 下篇 技术应用篇

<b>第7章 植物组织培养</b> .....	(151)
7.1 概 述 .....	(151)
7.1.1 植物组织培养的含义 .....	(151)
7.1.2 植物组织培养的特点 .....	(152)
7.1.3 植物组织培养的应用 .....	(152)
7.1.4 植物组织培养技术的展望 .....	(154)
7.2 植物组织培养的基本要求 .....	(154)
7.2.1 植物组织培养的基本流程 .....	(154)
7.2.2 植物组织培养实验室的设置 .....	(155)
7.2.3 植物组织培养实验室的布局 .....	(157)
7.2.4 植物组织培养实验室的主要仪器设备 .....	(157)
7.2.5 植物组织培养实验室常用的器皿用具 .....	(160)
7.3 植物器官和组织培养 .....	(162)
7.3.1 愈伤组织的诱导和分化 .....	(162)
7.3.2 植物的快速繁殖 .....	(164)
7.3.3 植物的脱毒培养 .....	(168)
7.3.4 植物的胚培养 .....	(171)
7.3.5 胚乳培养 .....	(173)
7.3.6 花药和花粉培养 .....	(174)
7.4 体细胞胚胎发生与人工种子 .....	(178)
7.4.1 人工种子的概念 .....	(178)
7.4.2 人工种子的结构和种类 .....	(178)
7.4.3 人工种子的制作过程 .....	(179)
7.4.4 人工种子的储藏及萌发 .....	(180)
7.4.5 人工种子的意义和应用前景 .....	(181)
复习思考题 .....	(182)
本章推荐阅读书目 .....	(182)
<b>第8章 树木细胞培养和次生代谢物质生产</b> .....	(183)
8.1 概 述 .....	(183)
8.1.1 植物次生代谢和次生代谢产物 .....	(183)
8.1.2 植物次生代谢产物的类型及其应用价值 .....	(184)
8.1.3 几种重要的树木次生代谢产物及其应用价值 .....	(185)
8.2 细胞悬浮培养和单细胞培养 .....	(186)

8.2.1	细胞悬浮培养	(186)
8.2.2	单细胞培养	(189)
8.3	林木细胞的大规模培养	(191)
8.3.1	林木细胞规模化培养体系的建立	(191)
8.3.2	生物反应器	(193)
8.3.3	培养过程中的工程技术问题	(194)
8.4	细胞培养的次生代谢产物积累和分离纯化	(195)
8.4.1	次生代谢产物积累的特性	(195)
8.4.2	提高次生代谢产物的途径	(196)
8.4.3	次生代谢产物的纯化和利用	(198)
	复习思考题	(200)
	本章推荐阅读书目	(200)
<b>第9章</b>	<b>菌根技术</b>	<b>(201)</b>
9.1	菌根的概念及类型	(201)
9.1.1	菌根的概念	(201)
9.1.2	菌根的主要类型	(201)
9.2	菌根对宿主植物的作用	(203)
9.3	形成菌根的真菌和宿主植物	(204)
9.3.1	形成外生菌根的真菌	(204)
9.3.2	形成VA菌根的真菌	(205)
9.3.3	形成外生菌根的宿主植物	(205)
9.3.4	形成内生菌根的宿主植物	(205)
9.4	菌根研究方法	(205)
9.4.1	外生菌根研究方法	(205)
9.4.2	VA菌根研究方法	(208)
9.5	外生菌根真菌的扩大繁殖	(210)
9.5.1	菌根真菌的固体培养	(210)
9.5.2	菌根真菌的液体培养	(211)
9.5.3	菌根菌剂的类型及其生产	(211)
9.5.4	菌剂检测与储存	(212)
9.6	菌根技术应用中注意的问题	(212)
	复习思考题	(213)
	本章推荐阅读书目	(213)

<b>第 10 章 植物遗传图谱构建与基因定位</b> .....	(214)
10.1 遗传标记 .....	(214)
10.1.1 遗传标记的种类 .....	(214)
10.1.2 DNA 分子标记 .....	(215)
10.2 遗传作图群体 .....	(224)
10.2.1 暂时性分离群体 .....	(224)
10.2.2 永久性分离群体 .....	(225)
10.3 遗传图谱构建 .....	(226)
10.3.1 遗传图谱概述 .....	(226)
10.3.2 遗传图谱的制作 .....	(227)
10.4 基因定位 .....	(231)
10.4.1 质量性状基因定位 .....	(231)
10.4.2 数量性状基因定位 .....	(233)
10.5 分子标记辅助选择育种 .....	(235)
10.5.1 分子标记辅助选择育种的应用 .....	(235)
10.5.2 影响分子标记辅助选择的因素 .....	(237)
复习思考题 .....	(238)
本章推荐阅读书目 .....	(238)
<b>第 11 章 植物基因的分离克隆</b> .....	(239)
11.1 概 述 .....	(239)
11.1.1 待分离克隆的基因分类 .....	(239)
11.1.2 基因分离克隆方法的分类及选择策略 .....	(240)
11.2 基因文库的构建与基因克隆 .....	(240)
11.2.1 基因文库的种类 .....	(241)
11.2.2 植物 cDNA 文库构建 .....	(242)
11.2.3 植物基因组文库构建 .....	(246)
11.2.4 植物人工染色体文库构建 .....	(249)
11.2.5 从基因文库中分离目的基因 .....	(251)
11.3 已知基因产物的基因克隆 .....	(253)
11.3.1 利用 PCR 技术分离目的基因 .....	(254)
11.3.2 核酸杂交筛选法分离目的基因 .....	(255)
11.3.3 免疫学筛选法分离目的基因 .....	(256)
11.4 蛋白质功能互补克隆 .....	(256)
11.4.1 酵母双杂交体系分离克隆目的基因 .....	(256)
11.4.2 噬菌体展示技术分离克隆目的基因 .....	(258)

11.5	图位克隆	(259)
11.5.1	图位克隆的原理	(259)
11.5.2	图位克隆的方法步骤	(259)
11.6	差示克隆	(261)
11.6.1	mRNA 差异显示技术	(262)
11.6.2	文库扣除杂交法	(264)
11.6.3	抑制消减杂交法	(265)
11.6.4	代表性差异分析法	(266)
11.7	已知部分或全部 DNA 序列的基因克隆	(267)
11.7.1	目的基因的 RT-PCR 扩增	(267)
11.7.2	RACE-PCR 扩增全长 cDNA	(267)
11.7.3	同源序列法扩增全长基因	(268)
	复习思考题	(269)
	本章推荐阅读书目	(269)

<b>第 12 章</b>	<b>植物遗传转化和应用</b>	<b>(270)</b>
12.1	概 述	(270)
12.2	高等植物遗传转化系统	(271)
12.2.1	植物基因工程载体的构建	(271)
12.2.2	植物组织培养与基因转化的受体系统	(274)
12.2.3	植物基因工程中常用的标记基因	(275)
12.2.4	常用的植物遗传转化方法	(277)
12.3	转基因植株外源基因的表达与分析	(282)
12.3.1	外源基因整合的检测	(282)
12.3.2	外源基因转录水平的检测	(283)
12.3.3	外源基因表达蛋白的检测	(283)
12.3.4	转基因沉默及其对策	(283)
12.4	转基因林木和花卉的应用	(286)
12.4.1	抗虫基因转移	(286)
12.4.2	抗病基因转移	(288)
12.4.3	抗除草剂基因转移	(289)
12.4.4	抗逆境基因转移	(289)
12.4.5	改良木材品质基因转移	(290)
12.4.6	生殖、生长发育相关基因转移	(290)
12.4.7	改变花型花色相关基因及遗传转化	(290)
12.5	转基因植物安全性问题	(291)

12.5.1 转基因植物的生态安全性 .....	(291)
12.5.2 我国转基因植物的安全性管理 .....	(293)
复习思考题 .....	(295)
本章推荐阅读书目 .....	(295)
<b>第 13 章 生物质能技术 .....</b>	<b>(296)</b>
13.1 沼气技术 .....	(296)
13.1.1 沼气发酵的微生物类群 .....	(297)
13.1.2 沼气发酵的主要反应历程 .....	(298)
13.1.3 影响沼气发酵的因素 .....	(298)
13.1.4 沼气发酵的特点 .....	(300)
13.1.5 沼气工程 .....	(300)
13.2 生物质燃料乙醇技术 .....	(302)
13.2.1 乙醇发酵过程及发酵微生物 .....	(302)
13.2.2 不同原料的乙醇生产工艺 .....	(304)
13.3 新型生物燃料二甲基呋喃 .....	(306)
13.4 生物柴油 .....	(307)
13.4.1 生物柴油及其特点 .....	(307)
13.4.2 生物柴油的原料 .....	(308)
13.4.3 生物柴油的制备方法 .....	(308)
复习思考题 .....	(310)
本章推荐阅读书目 .....	(310)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(311)</b>



# 上篇

## 基础理论篇

### 第1章 绪论

**【本章提要】** 生物技术的概念及主要内容；生物技术产生的历史背景、理论体系和技术体系；生物技术医药、农业、林业、工业、环境保护和能源等方面的应用潜力和发展前景。

生命科学 (life science) 经过 20 世纪后半叶的迅速发展, 已经奠定了雄厚的理论和技术基础。以生命科学为理论基础而发展起来的生物技术 (biotechnology) 显示出巨大的发展潜力, 已向各行业领域广泛渗透, 并从生产方式上改造传统的行业, 大幅度提高传统产业的经济效益、社会效益和生态效益, 从而形成了一个新的高科技产业——生物技术产业。

#### 1.1 生物技术的概念及内容

一般而言, 生物技术是指将现代分子生物学的基础理论研究成果应用于农业、医药、工业和其他领域的生产实践而发展起来的系列技术。具体而言, 生物技术是指人们以现代生命科学为基础, 结合其他基础学科的科学原理, 采用先进的工程技术手段, 按照预先的设计改造生物体或加工生物原料, 为人类生产出所需产品或达到某种目的的系列技术。

生物技术又称生物工程 (bioengineering), 主要包括: 基因工程 (gene engineering), 细胞工程 (cell engineering), 酶工程 (enzyme engineering), 发酵工程 (fermentation engineering) 和蛋白质工程 (protein engineering) 等。基因工程是指将来源于不同生物体的 DNA 在体外经过酶切、连接, 构成重组的 DNA 分子, 然后转入受体细胞, 使外源基因在受体细胞中得到表达的过程, 它可以按照人们的设定目标, 从分子水平定向地改良某一生物种类或品种的生物性状, 或使该生物种类或品种获得可稳定遗传的新基因和新性状, 从而满足人类的各种需要。基因工程的科学价值和应用价值最大, 是现代生物技术的核心技术和基础。细胞工程是指在细胞水平上的遗传操作, 即通过细胞融合、核质移植、染色体或基因移植,