



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

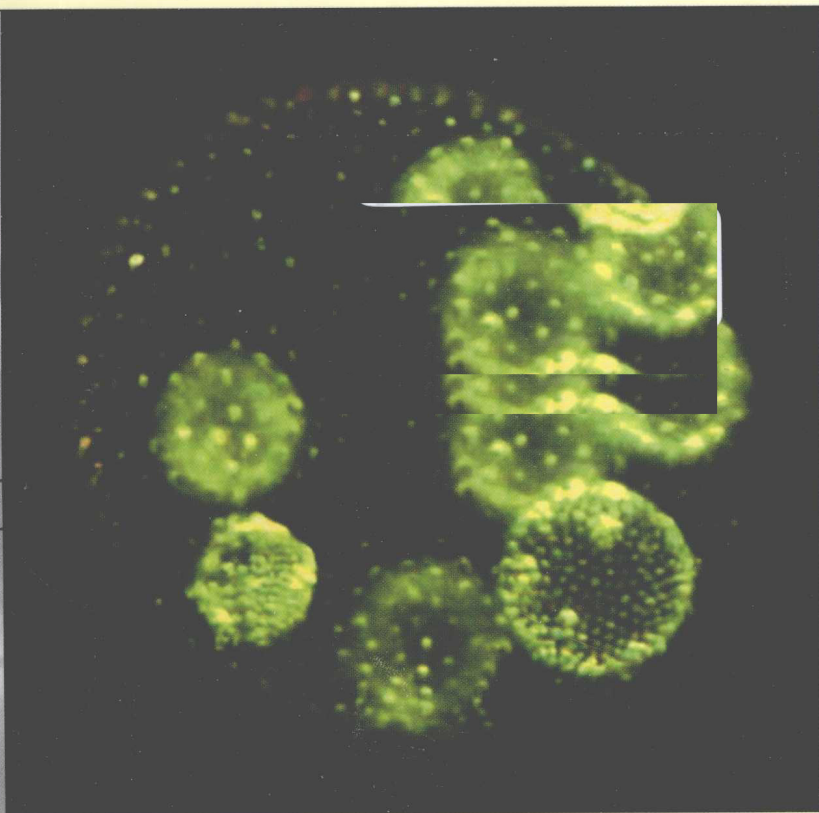


生物技术与生物工程专业
能力培养型系列教材

Cell Engineering (Second Edition)

细胞工程 (第二版)

李志勇 编著



科学出版社
www.sciencep.com

0813



清华大学出版社
Tsinghua University Press
北京 清华大学学研大厦A座
100084 电话: (010) 62770175
http://www.tsp.com.cn

Cell Engineering second edition

细胞工程 (第二版)

王德成 主编



清华大学出版社
Tsinghua University Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
生物技术与生物工程专业能力培养型系列教材

细胞工程

(第二版)

李志勇 编著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在2003年《细胞工程》的基础上修订而成。全书包括细胞工程基础、植物细胞工程、动物细胞工程三篇,合计16章。以细胞工程技术为编写主线,力争全面、系统、简洁地介绍细胞工程原理及相关技术方法。本书突出基本概念;在兼顾经典细胞工程知识体系基础上,注意学科的前沿进展和现代性;强调学生课外拓展性学习。

本书适合作为高等院校生物工程、生物技术、医药及农林相关专业的本科教材,也适合从事细胞工程领域研究的工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

细胞工程/李志勇编著. —2版. —北京:科学出版社,2010.7

(普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 生物技术与生物工程专业能力培养型系列教材)

ISBN 978-7-03-028197-5

I. ①细… II. ①李… III. ①细胞工程-高等学校-教材 IV. ①Q813

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第126010号

明辉印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年2月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2010年7月第 二 版 印张:12 1/4

2010年7月第十四次印刷 字数:246 000

印数:66 001—71 000

定价:25.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

生物技术与生物工程专业能力培养型系列教材编委会

主 任

李志勇 上海交通大学

委 员 (按姓名汉语拼音排序)

陈 峰 上海交通大学

冯 雁 上海交通大学

黄志伟 东华大学

蒋 群 上海交通大学

马 伟 上海交通大学

乔中东 上海交通大学

肖凯军 华南理工大学

由德林 上海交通大学

张兴群 东华大学

系列教材书目

细胞工程（第二版）	李志勇	编著	
酶工程	由德林	主编	
微生物工程	陈峰	主编	
基因工程原理	乔中东	主编	
生物工程设备	张兴群	主编	
生物反应工程	张兴群	蒋群	主编
生物分离工程	肖凯军	主编	
代谢工程	黄志伟	主编	
蛋白质工程	冯雁	主编	
实用生物信息学技术	马伟	主编	
生物工程原理与技术（第二版）	李志勇	蒋群	主编
生物工程综合实验	蒋群	李志勇	主编

从 书 序

一般认为，生物技术的发展经历了传统生物技术（酿造）、近代生物技术（微生物发酵）、现代生物技术（生物工程）三个阶段。生物工程（Bioengineering）是运用生物学、化学和工程学等学科相结合的方法，利用生物体制造人类所需产品、改造环境的一门多学科交叉的应用技术。生物工程已经在食品、医药、轻工、农业、环境保护、能源等领域发挥了重要作用，已经产生了巨大的经济效益与社会效益。20世纪70年代开始，转基因技术、系统生物学、生物信息学、化学生物学、基因组学、转录组学、蛋白质组学、代谢组学等学科或技术的建立与发展极大地推动了生物工程的快速发展。研究对象从微生物扩展到动植物细胞、微藻，研究领域从陆地扩展到海洋、太空。在微生物工程（发酵工程）、酶工程、基因工程、细胞工程、生物反应工程、生物分离工程等经典生物工程技术基础上，诞生了代谢工程、蛋白质工程、组织工程等新型生物工程技术。目前，生物工程已经成为与微电子技术、新材料技术和新能源技术并列的重要科学技术，对于解决人类面临的粮食、健康、环境、能源等重大问题将发挥越来越重要的作用。

生物工程专业是我国众多高校优先和重点发展的学科专业之一，生物工程专业教材的系统化建设是培养高质量生物工程专业人才的前提。目前生物工程一体化的系列教材相对欠缺。为满足我国普通高等教育的需要，上海交通大学受科学出版社委托，组织上海交通大学、华南理工大学、东华大学等一批工作在生物技术、生物工程教学、科研第一线的老师编写本套“生物技术与生物工程专业能力培养型系列教材”。全套计划由12部教材组成，其中2部是在第一版基础上的修订版，《细胞工程》（第二版）入选普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本套教材具有以下特点：

(1) 系统全面。不仅包括《微生物工程》、《酶工程》、《基因工程原理》、《细胞工程》（第二版）、《生物工程设备》、《生物反应工程》、《生物分离工程》、《生物工程综合实验》，而且包括了具有前沿性的《代谢工程》、《蛋白质工程》以及在生物工程研发关系日益紧密的《实用生物信息学技术》。

(2) 适用面广。除了包括可以满足生物技术、生物工程专业教学的专业教材外，还编写了供通识教育选用的《生物工程原理与技术》（第二版）教材。

(3) 注重经典与前沿、理论与技术、科研与教学、课堂与课外紧密结合。在传授知识的同时,注重学生综合能力的培养。

希望系列教材能为我国高等院校的生物工程技术人才培养发挥积极作用。不妥之处敬请各位同仁、老师、同学批准指正!

李志勇

2010年5月于上海交通大学

第二版前言

细胞工程是现代生物工程中涉及面极其广泛、具有前沿性的一种生物技术，在生物、农业、医药、食品、水产与养殖、生物资源与环境保护、新物种培育等领域发挥着越来越重要的作用。细胞工程课程是我国高等学校生物工程、生物技术等专业的核心课程之一。

编者 2003 年由科学出版社出版了《细胞工程》，在随后的几年间重印十余次，被众多高校选做本科教材或教学参考书，同时也被一些高校作为研究生考试或复试参考书。《细胞工程》（第二版）是在 2003 年第一版基础上，结合教学经验重新修改、删减或增补部分内容而成，并入选了普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

第二版仍然以细胞工程技术为编写主线，但在体系上分成细胞工程基础、植物细胞工程、动物细胞工程三篇，增加了重要概念索引。本书突出了基本概念；在兼顾经典细胞工程知识体系基础上，注意学科的前沿进展和现代性。在注重全面系统的同时，力争语言、内容的简明扼要。另外，强调学生课外扩展性学习，每章补充有学生自主学习资料，也可供教师上课选用。

本书不妥之处敬请广大同行、专家、同学批评指正，以便再版修订。

李志勇

(<http://celleng.sjtu.edu.cn>)

2010 年 5 月于上海交通大学

第一版前言

细胞工程是现代生物工程中涉及面极其广泛的一门生物技术，它与基因工程一起代表着现代生物工程最新的发展前沿。细胞工程在生命科学、农业、医药、食品、养殖业、生物资源与环境保护、新物种构建等领域发挥着越来越重要的作用；有些应用（如植物组织培养、单克隆抗体生产等）已经产生了极其可观的经济效益。而且，极少有技术或产品像细胞工程领域中的试管婴儿、异体（动物）器官移植、克隆人、转基因产品等引起人们和政府如此广泛的关注和争论。

鉴于细胞工程日益显著的地位，目前越来越多的科技工作者开始或正在从事细胞工程领域的研究或开发工作。一些高校的生命科学或医学等专业也开始重视这方面的知识教育，开始开设细胞工程这门专业课。但是目前关于细胞工程的书籍极少，而且几乎都是 20 世纪 80 年代的作品。虽然近年来出现了一些关于动植物细胞或组织培养方面的书籍，但是范围比较窄，难以全面体现细胞工程技术的知识体系。更重要的是，至今还没有一本《细胞工程》的高等院校教材。鉴于上述原因，我国急需一本能全面系统地反映细胞工程基本原理、技术方法和最新发展的书籍作为高校教材或供科研工作者参考。本书就是在这种背景下诞生的，希望它能起到抛砖引玉的作用。

编著者在较长时间内一直从事细胞培养工艺与技术方面的科研与教学工作。本书是在上海交通大学生物工程专业本科生学位课细胞工程和研究生学位课动植物细胞和组织培养讲义的基础上，参考了大量书籍、期刊等资料不断充实完善起来的。本书具有以下特点：

一、以关键技术和应用为主线，将全书分为九章，每章又基本分为：定义、发展历史、基本原理、关键技术、应用举例、现状或存在问题、前景分析与展望、本章小结、思考题、参考文献及进一步的阅读资料等几大部分，力争全面、系统地介绍细胞工程目前体系的基本的和最新的内容。

二、为了突出细胞工程的工程与实验技术特性，本书重点突出对生物反应器、大规模生产等应用性技术方面的知识介绍。

三、本书尽量多采用图片说明的方式，力争图文并茂、简明、直观地勾勒出一些基本原理和方法。

尽管编著者力争做到系统、全面、新颖、生动地介绍细胞工程领域的主要技术原理与方法，并能反映出该领域的最新进展，但是由于细胞工程领域的知识非

常丰富，更新发展速度很快，再加上笔者自身能力限制，本书难免有不妥之处。敬请各位专家、读者批评指正，以待再版时充实、改正。

本书成书过程中得到了科学出版社李锋主任、马学海、韩学哲等编辑的热心帮助，在此深表谢意。同时非常感谢上海交通大学 985 工程对本书出版的资助以及生命科学技术学院罗九甫教授、林志新教授、赵立平教授、张雪洪副教授等有关领导和老师的支持与鼓励。此外，对于本书引用和参考的一些文字资料和图片，在此向有关作者表示衷心感谢。需要说明的是，对于论文集一类的书籍只标注了主编名字而没有分别引注具体文章的作者，特此致歉。

李志勇

(zlyli@sjtu.edu.cn)

2002 年 7 月于上海交大思源湖畔

目 录

丛书序
第二版前言
第一版前言

上篇 细胞工程基础

第 1 章 细胞工程简介	3
1.1 生物工程	3
1.1.1 生物工程发展历程	3
1.1.2 现代生物工程组成	4
1.2 细胞工程	6
1.2.1 细胞工程发展历史	7
1.2.2 细胞工程与其他生物工程技术的关系	9
1.2.3 细胞工程主要应用	10
【复习题】	10
【学生自主学习资料】	11
【参考文献】	11
第 2 章 细胞工程基础	12
2.1 细胞组成	12
2.1.1 细胞的分子组成	12
2.1.2 细胞的结构组成	12
2.2 细胞周期与细胞分裂	16
2.2.1 细胞周期	16
2.2.2 无丝分裂	17
2.2.3 有丝分裂	17
2.2.4 减数分裂	19
2.3 细胞凋亡与细胞坏死	20
2.3.1 细胞凋亡	20
2.3.2 细胞坏死	20
2.4 细胞分化与脱分化	20
2.4.1 细胞全能性	20
2.4.2 细胞分化	20

2.4.3 细胞脱分化	21
2.4.4 细胞再分化	21
2.5 组织与器官	21
2.6 生殖与发育	22
2.6.1 植物有性生殖	22
2.6.2 动物有性生殖	23
【复习题】	26
【学生自主学习资料】	26
【参考文献】	26
 中篇 植物细胞工程 	
第3章 植物组织与器官培养	29
3.1 植物组织培养	29
3.1.1 发展历史	29
3.1.2 植物组织培养再生植株的途径	30
3.1.3 植物组织培养的培养基	33
3.1.4 植物组织培养问题分析	36
3.2 植物胚胎培养	37
3.2.1 成熟胚培养	38
3.2.2 幼胚培养	38
3.2.3 胚乳培养	38
3.2.4 胚珠和子房培养	38
3.3 毛状根培养	39
3.3.1 毛状根诱导	39
3.3.2 毛状根培养的生物反应器	40
3.3.3 毛状根培养生产次级代谢产物	40
【复习题】	41
【学生自主学习资料】	41
【参考文献】	41
附录：植物组织与细胞培养常用的培养基 (mg/L)	42
第4章 人工种子与植物脱毒	43
4.1 人工种子	43
4.1.1 人工种子制作	43
4.1.2 人工种子的储存	44
4.2 植物脱毒	44
4.2.1 植物脱毒方法	45

4.2.2 脱毒植物鉴定	46
【复习题】	47
【学生自主学习资料】	47
【参考文献】	47
第5章 植物细胞培养与次级代谢产物制备	48
5.1 植物细胞培养及其特点	48
5.2 植物细胞培养技术	48
5.2.1 培养基	48
5.2.2 植物单细胞分离与小规模培养	49
5.2.3 细胞系与细胞株	50
5.2.4 植物细胞大规模悬浮培养	51
5.2.5 植物细胞固定化培养	53
5.2.6 植物细胞两相培养	56
5.3 植物细胞培养生产次级代谢产物	57
5.3.1 植物次级代谢产物的生物合成	58
5.3.2 影响因素	58
【复习题】	60
【学生自主学习资料】	61
【参考文献】	61
第6章 原生质体培养与诱变	62
6.1 原生质体培养	62
6.1.1 原生质体的分离纯化	62
6.1.2 原生质体鉴定与活力测定	63
6.1.3 原生质体培养与植株再生	64
6.2 原生质体变异	64
6.2.1 自发突变	64
6.2.2 原生质体诱变	65
【复习题】	65
【学生自主学习资料】	65
【参考文献】	65
第7章 细胞融合与体细胞杂交	66
7.1 细胞融合	66
7.1.1 生物法	67
7.1.2 化学法	68
7.1.3 物理法	69
7.2 体细胞杂交	70

7.2.1 杂种细胞筛选	71
7.2.2 杂种植物鉴定	72
【复习题】	72
【学生自主学习资料】	72
【参考文献】	73
第8章 多倍体与单倍体植物	74
8.1 染色体工程	74
8.2 多倍体植物	74
8.2.1 多倍体植物特点	74
8.2.2 多倍体植物培育	75
8.2.3 多倍体植物鉴定	76
8.3 单倍体与纯合二倍体植物	77
8.3.1 单倍体植物	77
8.3.2 纯合二倍体植物	80
【复习题】	81
【学生自主学习资料】	81
【参考文献】	81
第9章 植物离体受精	82
9.1 植物离体受精	82
9.2 离体传粉	82
9.2.1 子房离体授粉	82
9.2.2 胚珠试管受精	82
9.3 体外受精	83
9.3.1 精细胞获得	83
9.3.2 卵细胞分离	83
9.3.3 人工合子	84
【复习题】	84
【学生自主学习资料】	84
【参考文献】	84
第10章 转基因植物	85
10.1 转基因植物	85
10.1.1 受体	85
10.1.2 转基因方法	85
10.1.3 转基因植物鉴定	88
10.2 基因改良植物	88
10.2.1 抗虫害植物	88

10.2.2 抗除草剂植物	89
10.2.3 高品质植物	89
10.3 转基因植物生物制药	89
10.4 转基因植物的安全性问题	90
【复习题】	90
【学生自主学习资料】	90
【参考文献】	91

下篇 动物细胞工程

第 11 章 动物细胞培养与表达制备药用蛋白	95
11.1 动物细胞培养	95
11.2 动物细胞培养的特点	95
11.2.1 贴附型细胞	96
11.2.2 非贴附型细胞	98
11.3 培养工具与条件	98
11.3.1 工具	98
11.3.2 培养条件	98
11.3.3 培养基	99
11.3.4 常用溶液	100
11.4 体外培养细胞生长和增殖过程	101
11.4.1 原代培养	103
11.4.2 传代培养	104
11.5 细胞株与保存	105
11.5.1 分类	105
11.5.2 常用细胞株	106
11.5.3 细胞冷冻保存	107
11.6 动物细胞小规模培养	107
11.6.1 悬滴培养	107
11.6.2 灌注小室培养	107
11.6.3 培养瓶培养	108
11.6.4 培养板培养	108
11.6.5 转管培养	108
11.6.6 转瓶培养	108
11.7 动物细胞大规模培养	108
11.7.1 悬浮培养	108
11.7.2 微载体培养	109

11.7.3 中空纤维法	111
11.8 动物细胞培养的生物反应器	111
11.8.1 生物反应器特点	111
11.8.2 生物反应器类型	112
11.9 动物细胞大规模培养的影响因素	114
11.9.1 氨	114
11.9.2 乳酸	114
11.9.3 甲基乙二醛	114
11.9.4 二氧化碳	114
11.9.5 渗透压	115
11.9.6 载体	115
11.9.7 细胞死亡与凋亡	115
11.9.8 参数控制	115
11.10 动物细胞表达制备药用蛋白	115
11.10.1 转基因方法	115
11.10.2 转染细胞筛选	118
11.10.3 外源基因表达	119
【复习题】	123
【学生自主学习资料】	123
【参考文献】	123
附录：动物细胞培养常用的培养基 (mg/L) 与 BSS 溶液	123
第 12 章 杂交瘤技术与单克隆抗体	126
12.1 杂交瘤技术	126
12.2 单克隆抗体	126
12.2.1 多克隆抗体与单克隆抗体	126
12.2.2 单克隆抗体的生产途径	127
12.2.3 单克隆抗体的杂交瘤制备	127
12.2.4 单克隆抗体的鉴定	131
12.3 人源化单克隆抗体	131
12.3.1 人-鼠杂交瘤单克隆抗体	132
12.3.2 人-人杂交瘤单克隆抗体	132
12.3.3 严重免疫缺陷小鼠制备人源化单克隆抗体	132
12.3.4 基因工程单克隆抗体	132
【复习题】	133
【学生自主学习资料】	133
【参考文献】	133