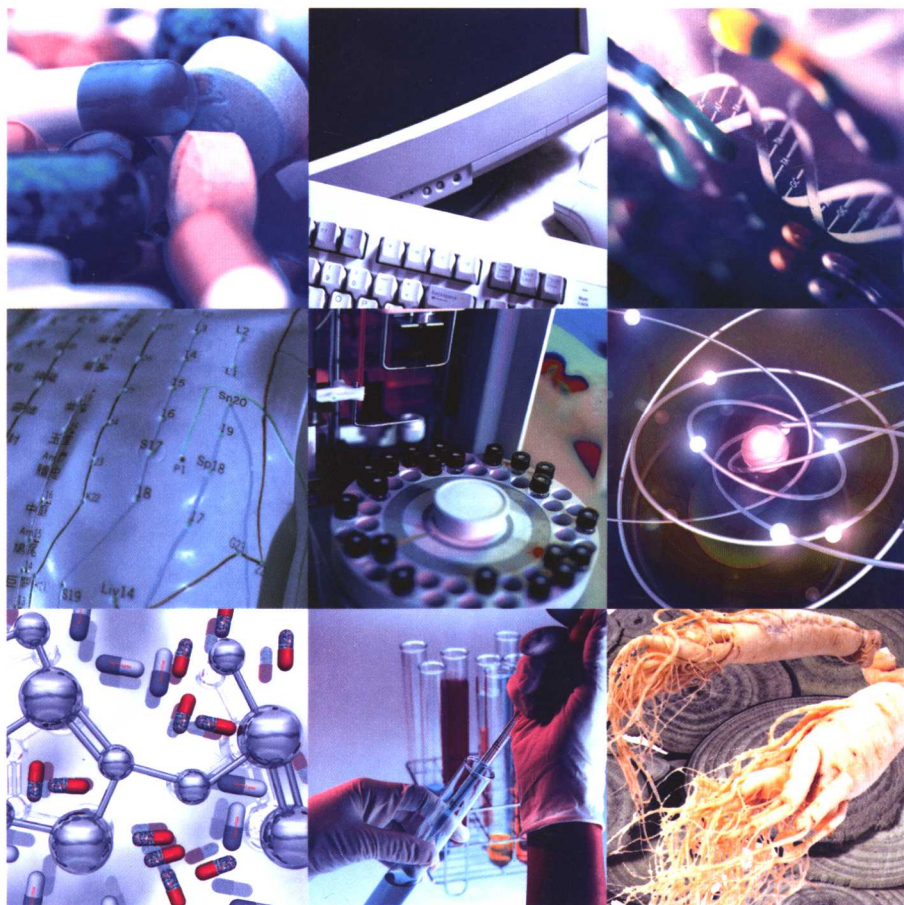


全国医药中等职业技术学校教材

生物学基础

全国医药职业技术教育研究会 组织编写

赵军 主编 苏怀德 主审



化学工业出版社
现代生物技术与医药科技出版中心

全国医药中等职业技术学校教材

生物学基础

全国医药职业技术教育研究会 组织编写
赵 军 主编 苏怀德 主审



化学工业出版社
现代生物技术与医药科技出版中心

· 北 京 ·

本书是全国医药中等职业技术学校教材,由全国医药职业技术教育研究会组织编写。本书浓缩了《动物学》、《植物学》、《分子生物学》、《微生物学》、《生物工程》等多门课程。全书分为理论和实验两部分内容,内容选择上充分考虑了与初中毕业学生认知水平和理解能力的衔接,简明易授。突出了动手能力的培养,实验部分收集了相关实验17个,并与理论教学内容相配套。每章均附有习题,供师生在教学过程中根据需要选择使用。以满足生物技术制药专业的教学需求。

本书可供生物制药专业的学生使用,也可作为医药技工、相关行业的职工培训教材和生物制药类技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

生物学基础/赵军主编. —北京:化学工业出版社,
2006.6

全国医药中等职业技术学校教材
ISBN 7-5025-9016-1

I. 生… II. 赵… III. 生物学-专业学校-教材
IV. Q

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第071118号

全国医药中等职业技术学校教材

生物学基础

全国医药职业技术教育研究会 组织编写

赵军 主编 苏怀德 主审

责任编辑:陈燕杰 余晓捷 孙小芳

文字编辑:张春娥

责任校对:洪雅姝

封面设计:关飞

*

化学工业出版社 出版发行
现代生物技术与医药科技出版中心

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 14 字数 351千字

2006年8月第1版 2006年8月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-9016-1

定价:25.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

编写说明

按照全国医药职业技术教育研究会教材编写的要求，本教材在整合课程内容上，结合医药行业对工人的技术要求标准，坚持以能力为本位的教学模式改革方向，强调学生是课程的主体，强调教学活动的完整性。供生物技术制药专业的学生使用。

《生物学基础》是生物技术制药专业的基础课程，在《动物学》、《植物学》、《微生物学》、《生物化学》、《分子生物学》、《生物工程》等课程体系上，按新的课程体系编排教学内容，根据初中毕业学生的认知水平和理解能力，增加实践性的知识，讲求教学内容的适用性，提高授课的效率而编写。

本教材由赵军担任主编，张庆英担任副主编。参加编写的人员都从事医药职业教育多年，具有丰富的教学经验和深厚的专业理论知识。具体编写分工为：第一篇由辛嘉萍编写，第二篇由张庆英编写，第三篇由白瑞霞和赵军编写，第四篇由劳凤学、赵军、张庆英、辛嘉萍编写，实验部分由白瑞霞、赵军、张庆英编写。

苏怀德教授担任本教材的主审，对本书的编写提出了宝贵的意见和建议，在此表示衷心感谢。

在本书编写过程中，还得到了上海市医药学校领导的大力支持，在此一并表示感谢。由于编者水平有限，加上时间仓促，错误和不足之处在所难免，诚恳欢迎读者批评指正。

编者

2006年6月

前 言

半个世纪以来,我国中等医药职业技术教育一直按中等专业教育(简称为中专)和中等技术教育(简称为中技)分别进行。自20世纪90年代起,国家教育部倡导同一层次的同类教育求同存异。因此,全国医药中等职业技术教育教材建设委员会在原各自教材建设委员会的基础上合并组建,并在全国医药职业技术教育研究会的组织领导下,专门负责医药中职教材建设工作。

鉴于几十年来全国医药中等职业技术教育一直未形成自身的规范化教材,原国家医药管理局科技教育司应各医药院校的要求,履行其指导全国药学教育、为全国药学教育服务的职责,于20世纪80年代中期开始出面组织各校联合编写中职教材。先后组织出版了全国医药中等职业技术教育系列教材60余种,基本上满足了各校对医药中职教材的需求。

为进一步推动全国教育管理体制改革和教学改革,使人才培养更加适应社会主义建设之需,自20世纪90年代末,中央提倡大力发展职业技术教育,包括中等职业技术教育。据此,自2000年起,全国医药职业技术教育研究会组织开展了教学改革交流研讨活动。教材建设更是其中的重要活动内容之一。

几年来,在全国医药职业技术教育研究会的组织协调下,各医药职业技术院校认真学习有关方针政策,齐心协力,已取得丰硕成果。各校一致认为,中等职业技术教育应定位于培养拥护党的基本路线,适应生产、管理、服务第一线需要的德、智、体、美各方面全面发展的技术应用型人才。专业设置必须紧密结合地方经济和社会发展需要,根据市场对各类人才的需求和学校的办学条件,有针对性地调整和设置专业。在课程体系和教学内容方面则要突出职业技术特点,注意实践技能的培养,加强针对性和实用性,基础知识和基本理论以必需够用为度,以讲清概念,强化应用为教学重点。各校先后学习了《中华人民共和国职业分类大典》及医药行业工人技术等级标准等有关职业分类、岗位群及岗位要求的具体规定,并且组织师生深入实际,广泛调研市场的需求和有关职业岗位群对各类从业人员素质、技能、知识等方面的基本要求,针对特定的职业岗位群,设立专业,确定人才培养规格和素质、技能、知识结构,建立技术考核标准、课程标准和课程体系,最后具体编制为专业教学计划以开展教学活动。教材是教学活动中必须使用的基本材料,也是各校办学的必需材料。因此研究会首先组织各学校按国家专业设置要求制订专业教学计划、技术考核标准和课程标准。在完成专业教学计划、技术考核标准和课程标准的制订后,以此作为依据,及时开展了医药中职教材建设的研讨和有组织的编写活动。由于专业教学计划、技术考核标准和课程标准都是从现实职业岗位群的实际需要中归纳出来的,因而研究会组织的教材编写活动就形成了以下特点:

1. 教材内容的范围和深度与相应职业岗位群的要求紧密挂钩,以收录现行适用、成熟规范的现代技术和管理知识为主。因此其实践性、应用性较强,突破了传统教材以理论

知识为主的局限，突出了职业技能特点。

2. 教材编写人员尽量以产学结合的方式选聘，使其各展所长、互相学习，从而有效地克服了内容脱离实际工作的弊端。

3. 实行主审制，每种教材均邀请精通该专业业务的专家担任主审，以确保业务内容正确无误。

4. 按模块化组织教材体系，各教材之间相互衔接较好，且具有一定的可裁减性和可拼接性。一个专业的全套教材既可以圆满地完成专业教学任务，又可以根据不同的培养目标和地区特点，或市场需求变化供相近专业选用，甚至适应不同层次教学之需。

本套教材主要是针对医药中职教育而组织编写的，它既适用于医药中专、医药技校、职工中专等不同类型教学之需，同时因为中等职业教育主要培养技术操作型人才，所以本套教材也适合于同类岗位群的在职员工培训之用。

现已编写出版的各种医药中职教材虽然由于种种主客观因素的限制仍留有诸多遗憾，上述特点在各种教材中体现的程度也参差不齐，但与传统学科型教材相比毕竟前进了一步。紧扣社会职业需求，以实用技术为主，产学结合，这是医药教材编写上的重大转变。今后的任务是在使用中加以检验，听取各方面的意见及时修订并继续开发新教材以促进其与时俱进、臻于完善。

愿使用本系列教材的每位教师、学生、读者收获丰硕！愿全国医药事业不断发展！

全国医药职业技术教育研究会

2005年6月

全国医药中等职业技术教育教材 建设委员会委员名单

主任委员 苏怀德 国家食品药品监督管理局
常务副主任委员 王书林 成都中医药大学峨眉学院

副主任委员 (按姓氏笔画排序)
李松涛 山东中药技术学院
陆国民 上海市医药学校
林锦兴 山东省医药学校
缪立德 湖北省医药学校

顾问 (按姓氏笔画排序)
齐宗韶 广州市医药中等专业学校
路振山 天津市药科中等专业学校

委员 (按姓氏笔画排序)
王质明 江苏省徐州医药中等专业学校
王建新 河南省医药学校
石 磊 江西省医药学校
冯维希 江苏省连云港中药学校
刘 佳 四川省医药学校
刘效昌 广州市医药中等专业学校
闫丽霞 天津市药科中等专业学校
李光锋 湖南省医药中等专业学校
彭 敏 重庆市医药技工学校
董建慧 杭州市高级技工学校
潘 雪 北京市医药器械学校

秘书 (按姓氏笔画排序)
王建萍 上海市医药学校
冯志平 四川省医药学校
张 莉 北京市医药器械学校

全国医药职业技术教育研究会委员名单

会 长 苏怀德 国家食品药品监督管理局

副会长 (按姓氏笔画排序)

王书林 成都中医药大学峨眉学院
严 振 广东化工制药职业技术学院
陆国民 上海市医药学校
周晓明 山西生物应用职业技术学院
缪立德 湖北省医药学校

委 员 (按姓氏笔画排序)

马孔琛 沈阳药科大学高等职业技术学院
王吉东 江苏省徐州医药高等职业学校
王自勇 浙江医药高等专科学校
左淑芬 河南中医学院药学高职部
白 钢 苏州市医药职工中等专业学校
刘效昌 广州市医药中等专业学校
闫丽霞 天津生物工程职业技术学院
阳 欢 江西中医学院大专部
李元富 山东中药技术学院
张希斌 黑龙江省医药职工中等专业学校
林锦兴 山东省医药学校
罗以密 上海医药职工大学
钱家骏 北京市中医药学校
黄跃进 江苏省连云港中医药高等职业技术学校
黄庶亮 福建食品药品职业技术学院
黄新启 江西中医学院高等职业技术学院
彭 敏 重庆市医药技工学校
彭 毅 长沙市医药中等专业学校
谭晓斌 湖南生物机电职业技术学院药学部

秘书长 (按姓氏笔画排序)

刘 佳 成都中医药大学峨眉学院
谢淑俊 北京市高新职业技术学院

《生物学基础》编审人员

- 主 编 赵 军 (上海市医药学校)
- 主 审 苏怀德 (国家食品药品监督管理局)
- 副 主 编 张庆英 (上海市医药学校)
- 编写人员 (按姓氏笔画排序)
- 白瑞霞 (北京市医药器械学校)
- 劳凤学 (北京市医药器械学校)
- 辛嘉萍 (上海市医药学校)
- 张庆英 (上海市医药学校)
- 赵 军 (上海市医药学校)

目 录

第一篇 动物与植物

第一章 动物概述	1	一、选择实验动物的依据	11
第一节 动物细胞	1	二、实验动物的各项正常指标	11
一、细胞的化学组成	1	三、常用实验动物的特点及用途	11
二、细胞的大小和形态	3	习题	13
三、细胞的结构与功能	4	第三章 植物概述	14
第二节 组织	8	第一节 植物的分类	14
一、上皮组织	8	第二节 植物细胞	15
二、结缔组织	8	一、细胞的形状和大小	15
三、肌肉组织	8	二、细胞的结构	15
四、神经组织	8	第三节 植物的组织	17
第三节 血液的组成与功能	9	一、分生组织	18
一、血浆的成分与生理功能	9	二、薄壁组织	18
二、血细胞组成与生理功能	9	三、保护组织	19
第四节 动物的分类	10	四、机械组织	19
一、原生动物亚界	10	五、输导组织	20
二、后生动物亚界	10	六、分泌组织	21
习题	10	习题	21
第二章 常用实验动物	11		

第二篇 分子生物学

第四章 核酸	22	二、损伤修复	29
第一节 遗传物质的分子结构、性质和功能	22	三、复制后修复	29
一、核酸是遗传物质	22	四、限制与修饰	29
二、核酸的结构	22	五、DNA 损伤修复系统与疾病	30
三、核酸的功能	23	习题	30
四、核酸的变性、复性和杂交	24	第五章 染色体与基因	31
第二节 DNA 的复制	25	第一节 染色质和染色体	31
一、DNA 复制的一般特征	25	一、染色质和染色体的形态	31
二、原核生物的 DNA 复制	26	二、染色质和染色体的化学成分及组成	32
三、真核生物的 DNA 复制	27	三、染色质和染色体的功能	33
四、线粒体 DNA	27	第二节 基因	34
第三节 基因突变	28	一、基因的分子生物学定义	34
一、突变概念和类型	28	二、基因功能	34
二、突变原因	28	三、原核生物基因	35
第四节 DNA 的修复系统	29	四、真核生物基因	35
一、复制修复	29	五、细胞器基因	35

第三节 基因组	36	习题	44
一、基因组定义	36	第七章 蛋白质的合成与代谢	45
二、基因组的结构特点	36	第一节 遗传密码	45
三、基因组的染色体倍数性和数目	36	一、遗传密码及密码的破译	45
四、遗传图谱、基因图谱	36	二、遗传密码的性质	47
五、人类基因组	37	三、阅读框架	47
六、人类基因组的生物信息在药物研究		第二节 蛋白质的生物合成	47
中的应用	37	一、生物合成的模板——mRNA	48
习题	37	二、蛋白质生物合成的场所——核糖体	48
第六章 转录与反转录	38	三、蛋白质生物合成过程	48
第一节 转录的基本原理	38	第三节 蛋白质合成后的折叠与加工修饰	50
一、基本概念	38	一、蛋白质合成后的折叠	50
二、转录与复制的异同	38	二、蛋白质的加工修饰	50
第二节 DNA 指导下的 RNA 聚合酶	39	第四节 蛋白质的代谢	51
一、原核生物 RNA 聚合酶	39	一、蛋白质的营养	51
二、真核生物 RNA 聚合酶	39	二、氨基酸的一般代谢	52
第三节 RNA 的转录过程	39	习题	54
一、酶与 DNA 模板的结合	39	第八章 糖代谢	55
二、转录的起始	39	一、糖的分解代谢	55
三、链的延长	39	二、糖的有氧氧化	55
四、链的终止	39	三、磷酸戊糖途径	56
第四节 转录后 RNA 链的加工	40	四、糖原的合成与分解	56
一、核内不均一 RNA (hnRNA) 加工		五、糖代谢病	56
过程	40	习题	57
二、rRNA 前体的加工过程	40	第九章 脂代谢	58
三、tRNA 前体的加工过程	40	一、脂类的体内储存和动员	58
四、转录过程的调节控制	40	二、血浆脂蛋白和脂类的运输	58
第五节 在 RNA 指导下 DNA 的合成	41	三、脂肪的分解代谢	59
一、逆转录酶的发现	41	四、脂肪的合成代谢	59
二、逆转录病毒与疾病	41	五、胆固醇的代谢	60
第六节 基因表达的调控	41	六、脂类代谢紊乱	60
一、转录水平的调控	42	习题	61
二、翻译水平的调控	43		

第三篇 微生物

第十章 概述	62	三、细菌的繁殖和菌落的形成	69
一、微生物的概念和种类	62	四、常用的细菌类群	70
二、微生物学的重要性	63	第二节 古细菌	70
三、微生物的应用前景	63	一、古细菌的细胞结构特点	70
习题	64	二、古细菌的类群和生长环境	70
第十一章 微生物的种类	65	第三节 放线菌	71
第一节 细菌	65	一、放线菌与人类生活	71
一、细菌的形状和大小	65	二、形态结构	71
二、细菌的细胞结构	66	三、菌落特征	72

四、繁殖方式	72	第十三章 微生物的分布与消毒灭菌	100
五、几种常见的放线菌	72	第一节 微生物的分布	100
第四节 蓝细菌	72	一、土壤中的微生物	100
一、形态	72	二、水中的微生物	100
二、细胞生理特征	73	三、空气中的微生物	101
三、常见的蓝细菌类群	73	四、细菌在人体的分布	101
第五节 真菌	73	第二节 消毒灭菌	103
一、酵母菌	73	一、物理方法	103
二、霉菌	74	二、化学方法	105
第六节 病毒	78	习题	107
一、病毒的定义与特征	78	第十四章 微生物的应用	108
二、大小和形态	78	第一节 微生物在药物生产中的应用	108
三、病毒粒子的结构和化学组成	78	一、抗生素	109
四、增殖	79	二、维生素	110
五、干扰现象与干扰素	79	三、氨基酸	110
六、噬菌体	80	四、甙体化合物的生物转化	110
习题	82	五、其他产物	110
第十二章 微生物的生长与繁殖	84	第二节 微生物与药物变质	110
第一节 微生物的营养物质	84	一、GMP对原料药装备的要求	110
一、微生物细胞的化学组成	84	二、药物中微生物的来源	111
二、微生物的营养物质及其生理功能	84	三、微生物引起的药物变质	111
三、微生物的营养类型	86	四、防止微生物污染药物的措施	112
四、培养基	87	第三节 药物的抗菌试验	113
五、营养物质进入细胞的方式	90	一、常用的体外抑菌试验	113
第二节 微生物的生长条件	92	二、杀菌试验	114
一、微生物的生长繁殖	92	三、联合抗菌试验	114
二、微生物的生长条件	92	四、抗菌试验的影响因素	114
第三节 微生物的生长曲线	94	第四节 药物制剂的微生物学检验	115
一、微生物的生长曲线	94	一、无菌制剂的无菌检验	115
二、生长曲线的应用	95	二、口服及外用药物的微生物学检验	115
第四节 微生物的分离纯培养技术	95	第五节 微生物与环境保护	116
一、无菌技术	95	一、微生物对污染物的降解与转化	116
二、用固体培养基分离纯培养	96	二、重金属的转化	116
三、用液体培养基分离纯培养	97	三、污染介质的微生物处理	117
四、单细胞分离法	97	四、污染环境的生物修复	117
五、选择培养分离	97	五、环境污染的微生物监测	117
六、微生物的保藏技术	98	习题	118
习题	98		

第四篇 生物工程

第十五章 生物工程概述	119	四、生物工程的范围和未来	122
一、生物工程的产生及定义	119	五、生物工程发展趋势	122
二、生物工程的种类及相互关系	119	习题	123
三、生物工程的发展进程及特征	120	第十六章 基因工程	124

第一节 重要的工具酶	125	第十八章 细胞工程	149
一、限制性核酸内切酶	125	第一节 细胞工程概念及内容	149
二、DNA 聚合酶	126	一、细胞工程的概念	149
三、逆转录酶	127	二、细胞工程的研究内容	149
四、DNA 连接酶	127	三、细胞培养的一般条件	150
五、碱性磷酸酶	127	第二节 微生物细胞工程	151
六、末端脱氧核苷酸转移酶	127	一、微生物细胞培养的特殊条件	151
第二节 基因克隆常用的载体	128	二、培养技术	151
一、载体的分类	128	第三节 植物细胞工程	152
二、常用的载体	128	一、植物细胞培养的特殊条件	152
第三节 重组 DNA 基本原理	129	二、植物细胞一般培养技术	152
一、目的基因的获取	130	三、植物细胞种质保存	153
二、目的基因与载体的连接	131	四、植物细胞的融合	153
三、重组 DNA 导入宿主细胞	132	五、应用	153
四、重组 DNA 的筛选与鉴定	133	第四节 动物细胞工程	153
五、重组体在宿主细胞中的表达和 调控	134	一、动物细胞培养的特殊条件	153
第四节 聚合酶链反应技术	135	二、动物细胞培养方式	154
一、概述	135	三、动物细胞的融合	154
二、常用的几种 PCR 反应	137	四、单克隆抗体技术	155
第五节 重组技术在医学和制药工业中的 应用	138	五、应用	155
一、疾病基因的发现	139	习题	155
二、生产蛋白质和多肽类活性物质	139	第十九章 酶工程	156
三、制备基因工程疫苗	140	第一节 酶固定化	156
四、改造物种特性	140	一、酶的固定化方法	157
五、动物克隆	140	二、固定化酶的特性	159
六、其他应用	141	三、固定化酶的应用	159
习题	141	第二节 细胞固定化	160
第十七章 发酵工程	142	一、细胞固定化的方法	160
第一节 概况	142	二、微生物细胞固定化	160
一、发酵工程的定义	142	三、植物细胞固定化	161
二、发酵工程反应过程的特点	142	四、动物细胞固定化	161
三、发酵工程的内容和发展	143	第三节 原生质体固定化	162
四、微生物工业菌种与培养基	143	一、原生质体的制备	162
第二节 发酵操作方法和工艺控制	144	二、原生质体固定化	163
一、发酵操作方法	144	三、固定化原生质体的特点	163
二、影响发酵的主要因素	145	四、固定化原生质体的应用	163
三、发酵设备	146	第四节 固定化酶的应用	163
第三节 发酵产物的提取	146	习题	164
一、发酵产物的分离和纯化的目的及其 基本要求	147	第二十章 蛋白质工程	165
二、发酵液下游处理的流程和方法	147	第一节 蛋白质工程的概念和基本程序	165
习题	148	一、蛋白质工程的概念	165
		二、蛋白质工程基本程序	165
		三、开展蛋白质工程的必要性	166
		第二节 蛋白质工程的类型和研究方法	166

一、蛋白质工程的类型	166
二、蛋白质工程的研究方法	167
第三节 蛋白质工程的应用和发展	167
一、医用蛋白质工程	168

二、工业用酶的蛋白质工程	168
三、病毒疫苗的蛋白质工程	168
四、抗体的蛋白质工程	168
习题	169

实 验

绪论	170
实验一 显微镜的构造与使用	171
实验二 细菌的单染色法	174
实验三 离心机的使用	176
实验四 微量移液器的使用	179
实验五 器皿的清洗、消毒与灭菌	182
实验六 棉塞的制作	185
实验七 固体培养基的制备	187
实验八 液体培养基的配制、分装与包扎	189
实验九 平板划线接种技术	190

实验十 从植物细胞中提取 DNA	192
实验十一 碱裂解法抽提质粒	193
实验十二 CaCl_2 法转化大肠杆菌	196
实验十三 酚/三氯甲烷法快速鉴定转 化子	198
实验十四 醋酸纤维薄膜电泳分离核苷酸	202
实验十五 紫外吸收法测定蛋白质含量	204
实验十六 动物细胞融合实验	205
实验十七 PCR 扩增	207

参考文献	209
------------	-----

第一篇 动物与植物

第一章 动物概述

【教学要求】

1. 教学目的

掌握动物细胞的基本结构，细胞膜的物质运输功能，动物组织的分类、血液的组成成分及各成分的功能；

熟悉常见细胞器的特点及功能；

了解动物的分类概况。

2. 教学重点

动物细胞的结构，动物的四大组织，血液的组成。

第一节 动物细胞

细胞 (cell) 一词由英国学者胡克 (Robert Hooke) 创立，他用自制的显微镜 (放大倍数 40~140) 观察了软木的薄片，第一次借用拉丁文 cell 这个词描述他所看到的类似蜂巢的极小的封闭小室。

一切有机体都是由细胞 (除病毒、类病毒为非细胞结构外) 构成的。单细胞生物仅由一个细胞构成，多细胞生物体一般由数以万计乃至百万、千万、亿计的细胞组成。有些极低等的多细胞生物体，如盘藻仅由 4 个、8 个或几十个未分化的相同的细胞组成，它们实际上是单细胞与多细胞生物之间的过渡类型。高等动植物有机体是由无数个功能与形态结构不同的细胞组成。在多细胞生物机体内，构成高等生物体的细胞虽然都是高度“社会化”功能的细胞，具有分工与协同的相互关系，但它们又保持着形态与结构的独立性，每个细胞具有独立的一套“完整”的结构体系，构成有机体的基本结构单位。有机体的生长、发育、繁殖、遗传与进化都与细胞有关。有机体的一切代谢活动都在细胞结构内完整而有序地进行着。无数实验证明，任何细胞结构完整性的破坏，都不能实现细胞完整的生命活动，也就是说，没有细胞就没有完整的生命。

一、细胞的化学组成

细胞是所有生命有机体的基本结构和功能单位。由于生物进化上的差异，各种细胞的组成结构虽有不同，但它们的化学组成却基本相似。

1. 细胞的元素组成

细胞中所含的主要化学元素是碳 (C)、氢 (H)、氧 (O)、氮 (N)，这四种元素约占细胞总质量的 96%，是构成各种有机化合物的主要成分。其次是硫 (S)、磷 (P)、钠 (Na)、钾 (K)、氯 (Cl)、镁 (Mg)、铁 (Fe)、钙 (Ca)。这十二种元素约占细胞总质量的 99% 以上。此外，还有微量的其他元素，如硼 (B)、硅 (Si)、锰 (Mn)、铜 (Cu)、锌 (Zn) 等，这些微量元素在生命活动中都有重要作用，也是必不可少的。还有一些元素是偶

然存在于细胞中，它们的作用还不完全清楚。细胞的元素组成及其含量如表 1-1 所示。

表 1-1 组成细胞的元素及其含量

%

含量最高的必需元素/相对含量	其他必需元素/相对含量		偶然存在的元素/相对含量
碳(C)/18.0	磷(P)/1.1000	碘(I)/0.0004	钒(V)/痕量
氢(H)/10.0	硫(S)/0.2500	锰(Mn)/痕量	钼(Mo)/痕量
氮(N)/3.0	钙(Ca)/2.0000	钴(Co)/痕量	锂(Li)/痕量
氧(O)/65.0	钾(K)/0.3500	铜(Cu)/痕量	氟(F)/痕量
	钠(Na)/0.1500	锌(Zn)/痕量	溴(Br)/痕量
	氯(Cl)/0.1500	硒(Se)/痕量	硅(Si)/痕量
	镁(Mg)/0.0500	镍(Ni)/痕量	砷(As)/痕量
	铁(Fe)/0.0040		钡(Ba)/痕量

2. 细胞的组成

(1) 水 水是活细胞中含量最大的成分，一般占细胞总量的 60%~90%。不同的生物细胞，它们的含水量是不同的。在干燥的种子中，水的含量一般较低，只有 10%~14%。在同一种生物体内的不同器官中，水的含量也不一致。成年人的骨骼含水量为 23%，肌肉中为 76%，脑为 86%。

水在细胞正常的代谢活动中具有重要意义。细胞中的水以两种形式存在，即游离水和结合水。大部分水以游离的形式存在，作为代谢反应物的溶剂参与代谢物质运输。少量水则直接与蛋白质等有机大分子结合，是构成原质体的组成成分，称为结合水。游离水和结合水随着代谢活动的进行可以相互转变。

水的比热容大，能在温度升高时吸收较多的热量，因而使细胞的温度和代谢速率得以保持稳定。水的蒸发热也较高，有利于生物体保持体温。

对绿色植物来说，水还是光合作用的原料。

(2) 无机盐 细胞中的无机盐一般都是以离子状态存在的，如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 HPO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等，它们对细胞的渗透压和 pH 起着重要的调节作用。有些离子是酶活化和调节的因子，如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等。有些则是合成有机物的原料，如 PO_4^{3-} 是合成磷脂、核苷酸的原料， Mg^{2+} 是合成叶绿素的原料。

(3) 糖类 糖类物质是生物界分布极广、含量较多的一类有机物，几乎存在于所有的生命有机体中，其中以存在于植物界为最多，约占其干重的 80%；人和动物的脏器以及组织中的含糖量不超过其干重的 2%；微生物的含糖量约占菌体干重的 10%~30%。

(4) 脂类 脂类广泛存在于自然界，是脂肪酸和醇脱水所生成的物质，主要由 C、H、O、N、P 组成，它们的结构各不相同，但都具备下列共同特性：不溶于水，易溶于乙醚、丙酮、三氯甲烷、苯和四氯化碳等非极性溶剂。

细胞内的脂类有多种，可分为储存脂类、结构脂类和功能脂类。储存脂类如脂肪，可作为能量储存在生物体内，并构成生物体的保护层，防止机械损伤和热量、水分的散失。结构脂类如磷脂是构成生物膜系统的主要成分之一，与细胞的表面物质、细胞识别、种的特异性、组织免疫等密切相关。功能脂类如维生素 A、维生素 D、各种类固醇激素、前列腺素等具有强烈的生物活性，对机体正常代谢起着调节作用。

(5) 蛋白质 蛋白质的组成元素有 C、H、O、N、S 等，是以氨基酸为基本单位而构成的大分子多聚物，是细胞原质体的重要组成部分，在生命活动中起着关键作用。没有蛋白质就没有生命。蛋白质有许多种，在生物体的各个重要的生命活动中，每一种不同的蛋白质以及其复杂的构象变化使其具有广泛的生物学功能，如起着催化作用的酶、运输小分子和离子物质的载体蛋白质、动物的皮肤和骨骼中具有抗牵拉作用的胶原蛋白、具有免疫防护作用的抗体、对代谢有调节作用的激素等均是蛋白质。由此可见蛋白质作用之广及其重要性。

(6) 核酸 由于它们是酸性的，并且最先是从小细胞核中分离的，故称为核酸。核酸是由核苷酸脱水聚合而成的，主要由 C、H、O、N、P 组成的高分子化合物。根据其组成不同，分为核糖核酸 (RNA) 和脱氧核糖核酸 (DNA)。DNA 主要存在于细胞核内的染色质中，线粒体和叶绿体中也有，是遗传信息的携带者；RNA 在细胞核内产生，然后进入细胞质中，在蛋白质的合成中起重要作用。

二、细胞的大小和形态

1. 细胞的大小

细胞一般很小，用显微镜才能观察到。细胞靠表面接受外界信息并和外界进行物质交换。细胞体积小，单位体积的表面积相对较大，这有利于细胞的生命活动。测量细胞的常用长度单位是微米 (μm)、纳米 (nm)。大多数细胞的直径是在几到几十微米的范围内。但不同种类的细胞间大小差别悬殊。鸟类的卵细胞肉眼可见，鸵鸟的卵细胞直径可达 75mm。长颈鹿的神经细胞可长达 3m 以上，而现在已知最小的细胞是支原体，直径仅为 0.1 μm ，要用电镜才能看到。细胞的大小与生物的进化程度和细胞功能是相适应的。卵细胞之所以大，是由于卵细胞中含有大量的营养物质 (供其胚胎发育之用)；神经细胞之所以长，与其传导功能相一致。但细胞的大小与生物体的大小并无直接关系，大象和小鼠的体积相差很大，但细胞的大小却几乎相差无几。多细胞生物个体的生长主要是由于细胞数目的增多，而不是细胞体积的增大。例如，新生儿约有 2 万亿个细胞，60kg 体重的成人约有 60 万亿个细胞。一般来说，多细胞生物的个体越大，细胞数目就越多。

2. 细胞的形态

细胞的形态多种多样，有圆形的、椭圆形的、立方体形的、扁形的、棱形的、柱状的以及星形的等 (图 1-1)。一般来说，细胞的形态与它们所处的环境条件或所担负的生理功能

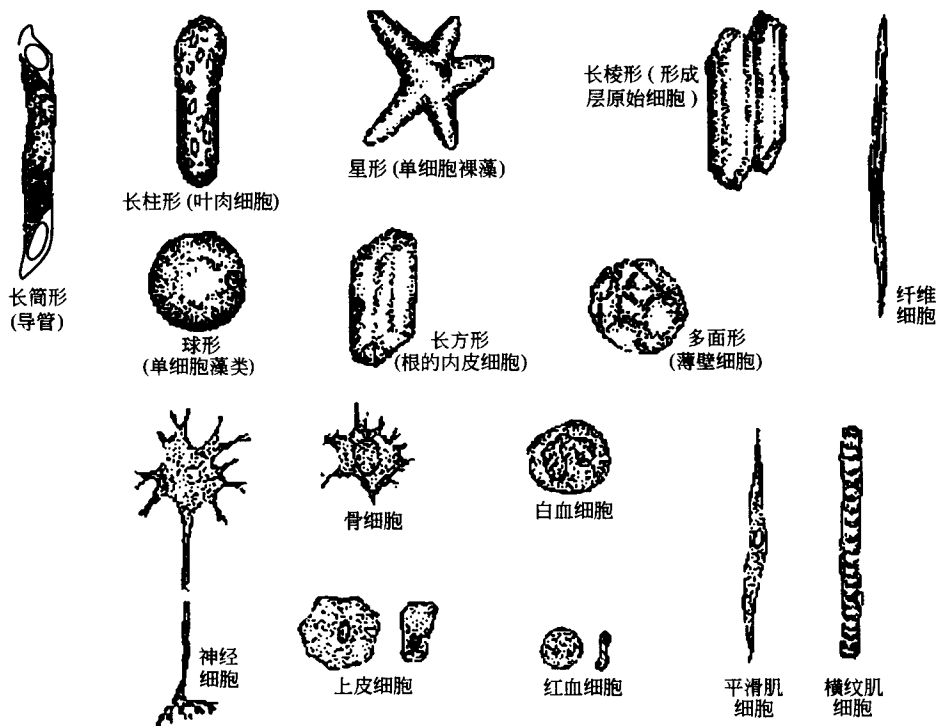


图 1-1 不同的细胞形状