

生物类



世纪高职高专系列教材

生物学

■ 主 编 刘隆炎 利容千

■ 主 审 梅星元



全国优秀出版社
武汉大学出版社

生物类



世纪高职高专系列教材

生物学

主 编 刘隆炎 利容千

主 审 梅星元



全国优秀出版社
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物学/刘隆炎,利容千主编;梅星元主审. —武汉:武汉大学出版社,2004.9

21世纪高职高专系列教材

ISBN 7-307-04315-7

I. 生… II. ①刘… ②利… ③梅… III. 生物学—高等学校: 技术学校—教材 IV. Q

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 079347 号

责任编辑:黄汉平 责任校对:黄添生 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.whu.edu.cn)

印刷:湖北省黄冈日报社印刷厂

开本:880×1230 1/32 印张:12.25 字数:348千字

版次:2004年9月第1版 2004年9月第1次印刷

ISBN 7-307-04315-7/Q·82 定价:17.00元

版权所有,不得翻印;所购教材,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

前 言

21 世纪将是生命科学与生物技术迅猛发展的新时期。

生物学课程是生物技术专业的基础课程。生物学知识浩瀚如海，如何编出一部既能与国际接轨，又具有生物技术专业特色的生物学教材，对我们是一次考验与探索，深感责任重大。因此，根据教材改革精神，在编写过程中必须遵循以下三个原则：其一，包涵生物学基础知识，但有侧重点，详略适度；其二，引进与现代生物学和生物技术有关的生物学前沿知识和科技热点问题的知识，开阔学生视野，激发学生学习兴趣，激励探索和创新的精神；其三，与高中生物学教材衔接，并重视传授科学思维方法。为此，我们作了很多努力，例如在新增的现代生物学与生物技术篇，深入浅出地联系和体现生物学理论和应用的热点与新进展，涉及生物技术、基因工程、细胞工程、酶工程、发酵工程、蛋白质工程、动物克隆技术、人类辅助生育技术——体外受精和胚胎移植、转基因动植物、生物芯片等内容。这些内容既对学生生物学素质和知识的提高有一定帮助，也有利于后续课程的学习。倘若能起到导读作用，就达到我们的期望了。

本书共分四篇 11 章，可作本科、大专通用教材，建议教学时数为 46~76 课时。

本书编写分工如下：前言、绪论、第 5 章、第 10 章、第 11 章，刘隆炎、利容千编写；第 1 章、第 3 章、第 4 章，彭玲编写；第 2 章，彭玲、刘隆炎编写；第 6 章、第 7 章，王明全编写；第 8 章，王亚芬编写；第 9 章，陈其国编写。

本书承蒙华中师范大学梅星元教授审阅与指导，在此特表衷心感谢。由于我们专业水平及编写能力有限，加之时间紧，肯定会有

不少缺点及不足之处，恳请专家和读者不吝赐教，以利再版修正。

刘隆炎 利容千

2004年5月1日

目 录

绪论	1
0.1 生物学的发展简史及其主要趋势	1
0.2 生物学的分科	5
0.3 学习生物学的目的与方法	7

第一篇 组成生物体的结构层次

第 1 章 生命的特征和起源	9
1.1 生命的基本特征	9
1.1.1 核酸和蛋白质	9
1.1.2 细胞生命的基本单位是细胞	9
1.1.3 新陈代谢	10
1.1.4 信息传递	10
1.1.5 生长和发育	10
1.1.6 生殖 (reproduction)	10
1.1.7 遗传 (heredity) 和变异 (variation)	11
1.1.8 进化 (evolution)	11
1.1.9 生物与环境的统一	11
1.2 生命的起源	11
1.2.1 原始生命的化学演变	12
1.2.2 原核细胞的产生	13
1.2.3 自养生物的出现	15
1.2.4 从原核生物到真核生物	15
第 2 章 生命的基本单位——细胞	17

2.1 细胞的分子基础	17
2.1.1 生物小分子	17
2.1.2 生物大分子	19
2.2 细胞的基本概念	26
2.2.1 细胞的形态和大小	26
2.2.2 原核细胞 (prokaryotic cell)	28
2.2.3 真核细胞	32
2.3 细胞周期和细胞分裂	63
2.3.1 细胞周期	63
2.3.2 细胞分裂	64
2.3.3 细胞周期的调控	74
2.3.4 癌细胞、癌基因和抑癌基因	75
2.3.5 细胞的衰老和死亡	77
第3章 组织、器官和系统	81
3.1 高等植物的组织和器官	81
3.1.1 植物组织	81
3.1.2 植物的营养器官	87
3.1.3 植物的生殖器官	103
3.1.4 高等植物的系统	108
3.2 哺乳动物的组织器官和系统	108
3.2.1 动物组织	108
3.2.2 哺乳动物的器官系统	116

第二篇 生命过程一般原理

第4章 物质和能量的代谢	141
4.1 生物的代谢类型	141
4.2 生物催化剂——酶	143
4.3 细胞呼吸	147
4.4 光合作用	155

第5章 遗传与变异	161
5.1 遗传基本规律	161
5.1.1 分离定律	162
5.1.2 自由组合定律	164
5.1.3 连锁与互换定律	166
5.1.4 三大定律在人类遗传中的体现	170
5.2 性别决定和伴性遗传	172
5.2.1 性别决定	172
5.2.2 伴性遗传	175
5.3 遗传物质是 DNA	177
5.3.1 肺炎球菌转化实验	178
5.3.2 噬菌体感染实验	178
5.4 DNA 的化学组成和分子结构	180
5.4.1 DNA 的化学组成	180
5.4.2 DNA 的分子结构	180
5.5 染色体形态结构、类型和核型	182
5.5.1 染色体的形态结构	182
5.5.2 染色体的类型	183
5.5.3 染色体核型	184
5.6 基因的概念和基因类别	188
5.6.1 基因的概念	188
5.6.2 基因的分类	189
5.7 基因的分子结构	190
5.8 DNA 的复制	193
5.8.1 DNA 复制的半保留性	193
5.8.2 DNA 复制的半不连续性	195
5.8.3 DNA 复制的全过程	195
5.9 基因的表达	197
5.9.1 遗传密码	197
5.9.2 中心法则	199
5.9.3 转录	200

5.9.4 翻译	202
5.10 基因的突变	205
5.10.1 碱基替换	205
5.10.2 移码突变	208
5.10.3 整码突变	209
5.11 DNA 的修复	209
5.11.1 光复合	209
5.11.2 切除修复	210
5.11.3 重组修复	210
5.12 基因表达的调控	211
5.12.1 大肠杆菌乳糖操纵子模型	211
5.12.2 真核生物基因表达的调控	214
5.13 染色体畸变	217
5.13.1 染色体数目的改变	217
5.13.2 染色体结构改变	220
第 6 章 生殖与发育	223
6.1 生殖的基本类型	223
6.1.1 无性生殖	223
6.1.2 有性生殖	227
6.2 被子植物的生殖和发育	231
6.2.1 被子植物有性生殖简单过程	231
6.2.2 花粉粒的形成	231
6.2.3 胚囊的形成	234
6.2.4 开花与传粉	235
6.2.5 花粉萌发和受精	237
6.2.6 胚胎发育和种子的形成	239
6.2.7 种子萌发与幼苗形成	243
6.2.8 被子植物的生活史	245
6.3 高等动物的生殖发育	247
6.3.1 生殖过程	247
6.3.2 胚胎发育	253

6.3.3 胚后发育	258
6.3.4 衰老和死亡	258
第7章 生物进化	262
7.1 达尔文和自然选择理论	262
7.1.1 达尔文以前的进化学说	262
7.1.2 达尔文和《物种起源》	263
7.1.3 自然选择学说	263
7.2 达尔文以后进化论的补充和发展	264
7.2.1 基因库和哈迪-温伯格定律	264
7.2.2 基因频率的改变	267
7.2.3 综合进化论	268
7.2.4 分子进化和中性学说	269
7.2.5 点断平衡说	271
7.3 物种的形成	271
7.3.1 隔离在物种形成中的作用	271
7.3.2 物种形成方式	273

第三篇 生物的多样性和生物的环境

第8章 生物的种类	276
8.1 生物的分界	276
8.1.1 分类系统	276
8.1.2 生物分类等级和物种的命名	278
8.2 病毒界	279
8.2.1 病毒的形态	280
8.2.2 病毒的结构	280
8.2.3 病毒的繁殖	281
8.3 原核生物界	283
8.3.1 细菌	283
8.3.2 放线菌	286
8.3.3 古细菌	287
8.3.4 蓝藻	287

8.3.5 其他原核生物	287
8.4 原生生物界	288
8.4.1 主要特征	288
8.4.2 主要类群	289
8.4.3 原生生物与人类的关系	290
8.5 真菌界	290
8.5.1 真菌门	290
8.5.2 地衣门	293
8.6 植物界	294
8.6.1 植物界的进化	294
8.6.2 藻类植物	294
8.6.3 苔藓植物	296
8.6.4 蕨类植物	298
8.6.5 裸子植物	299
8.6.6 被子植物	300
8.7 动物界	301
8.7.1 海绵动物门	301
8.7.2 腔肠动物门	302
8.7.3 扁形动物门	304
8.7.4 原体腔动物门	306
8.7.5 环节动物门	307
8.7.6 软体动物门	307
8.7.7 节肢动物门	308
8.7.8 棘皮动物门	309
8.7.9 脊索动物门	310
第9章 生物与环境	312
9.1 生物与环境的相互作用	312
9.1.1 生物圈	312
9.1.2 生物与无机环境	313
9.1.3 生物与有机环境	316
9.2 种群生态学	316

9.2.1 种群的概念	316
9.2.2 种群的基本特征	317
9.2.3 存活曲线	319
9.3 群落生态学	320
9.3.1 群落的概念	320
9.3.2 群落的基本特征	320
9.3.3 群落的结构	321
9.3.4 群落的类型和分布	321
9.3.5 群落的演替	322
9.4 生态系统	324
9.4.1 生态系统的概念	324
9.4.2 生态系统的特征	324
9.4.3 生态系统的组成	325
9.4.4 生态系统的结构	326
9.4.5 生态系统的功能	328
9.4.6 生态系统的平衡	332
9.5 人与环境	333
9.5.1 控制人口数量, 提高人口素质	333
9.5.2 合理开发资源, 走可持续发展道路	334
9.5.3 保护和建设环境	334

第四篇 现代生物学与生物技术

第 10 章 现代生物技术	335
10.1 生物技术概述	335
10.2 生物技术的研究领域	336
10.2.1 基因工程	336
10.2.2 细胞工程	341
10.2.3 酶工程	344
10.2.4 发酵工程	345
10.2.5 蛋白质工程	347
10.3 生物技术的服务领域	347

10.3.1 在医药卫生领域中的应用	347
10.3.2 在农业、食品工业中的应用	350
10.3.3 在开发能源和解决污染中的应用	352
10.3.4 制造工业原料 生产贵重金属	353
第 11 章 生物学前沿科技	355
11.1 动物克隆技术	355
11.1.1 克隆的基本概念	355
11.1.2 动物克隆的基本方法	355
11.1.3 动物克隆技术的应用前景	357
11.1.4 克隆人	358
11.2 人类辅助生育技术——体外受精- 胚胎移植 (IVF-ET)	360
11.2.1 常规 IVF-ET 技术及其派生技术	360
11.2.2 IVF-ET 技术的发展	363
11.2.3 先进的辅助生育技术面临的社会、伦理、 道德、法律等问题	364
11.3 转基因动植物	365
11.3.1 转基因动物的构建	365
11.3.2 转基因动物的应用	366
11.3.3 转基因植物的构建	369
11.3.4 转基因植物的应用	369
11.3.5 转基因生物的安全性	370
11.4 生物芯片	371
11.4.1 生物芯片概念	371
11.4.2 生物芯片的应用	372
主要参考文献	376

绪 论

生物学(biology)是研究生命的科学,所以也称生命科学(life science),是研究生命现象的本质,并探讨生物发生和发展的一门科学。

0.1 生物学的发展简史及其主要趋势

早在二三千年以前,在我国和古希腊,已经有了不少关于生物学知识的记载。古代的人在栽种作物和驯养牲畜等农业生产实践中,在寻找药物治疗疾病的医学实践中,积累了许多关于动、植物形态、习性和用途等知识。例如,我国古代《内经》记载了人体解剖学方面的知识,提出“心主身之血脉”,“经脉流行不止,环周不休”的血液循环的观念。《尔雅》还记载了从战国以来人们就开始使用草、木、虫、鱼、鸟、兽等来概括整个生物界的不同类别。

古代两河流域的巴比伦人,公元前 5000 年已知道椰枣(*Phoenix dactylifera*)有雌雄之分;公元前 2000 年已知道用人工传粉技术来提高椰枣产量。古埃及人在公元前 2000 年已能利用某些药草作为防腐剂,用来殓藏尸体。古印度人在公元前 2000 多年已栽种小麦、大麦、粟等粮食作物。

古希腊的医学之祖 Hippocrates 已认识到,疾病是由环境条件和生活条件所引起的,而不是“凶恶的灵魂”所致。Aristotle 对动、植物有广泛的研究,观察过 500 种动物。

但是, Aristotle 相信灵魂的存在,并认为上帝是万物的始终。这些在以后的几百年中影响很大,成为生物学中各种唯心主义学说的根源。

Theophrastus 研究描述了 550 种植物。古罗马的 Galen C. 对解剖学有一定的贡献，他研究牛、羊、猪、狗、猿等的内部器官，从而推论人体有许多构造也和这些动物相似，这对中世纪以前的西方医学发展有很大的影响。

提奥弗拉蒂斯 (Theophrastus, 公元前 370 ~ 前 285 年) 通过对植物的调查研究，描述了近 500 种植物，并按它们的形态分为乔木、灌木和草木；按生长环境分为陆生植物、水生植物，还进一步把陆生植物分成常绿植物和落叶植物，水生植物分成淡水植物和咸水植物，成为逐级组合系统分类的开端。在 14 世纪到 16 世纪，欧洲重视药用植物收集、描述和绘制图谱。意大利的凯沙尔比诺 (A. Caesalpino, 1519 ~ 1603 年) 和英国的约翰·雷 (John-Ray, 1627 ~ 1705 年)，他们在分类学上有重大建树，前者已经知道了子房有上、下位的不同，并认识了几个自然科，如豆科、伞形科等，还提出花和果实是植物分类最重要依据的观点，后者提出了按子叶数目，把被子植物分为单子叶植物和双子叶植物。

我国明朝李时珍 (1518 ~ 1593 年) 撰写的巨著《本草纲目》，把生物界的分类提到一定高度。在该书中，他把植物分成草、谷、菜、果、木，把动物分成虫、鳞、介、禽、兽和人，并结合生态分析了药性，还对许多种动、植物进行了形态描述，绘制了图谱，成为留传后世的不朽著作。

在欧洲，4 ~ 15 世纪，由于封建制度和宗教思想的统治，自然科学的发展受到压制，生物学没有新的发展。16 世纪以后开始文艺复兴，资本主义发展起来。随着工业和商业发展的需要，随着对自然资源的探索，生物学积累了许多实际资料，获得了新的发展。Vesalius A. (1514 ~ 1564 年) 对解剖学作了研究，他对 Galen C. 的一些错误记述作了修正。Harvey W. (1578 ~ 1657 年) 研究动物生理，特别是心脏中的血液循环，奠定了动物生理学的基础。Hooke R. 用显微镜观察植物，于 1665 年首先描述了细胞。Malpighi M. (1628 ~ 1694 年) 用显微镜观察皮肤和肾的结构，Leeuwenhock A.V. (1632 ~ 1723 年) 用显微镜观察微生物，发现了原生动物和细菌。

从古代到 18 世纪这段漫长时间，无论是中国还是外国，大体

上是依据农业生产和医药需要对有关生物学进行总结和描述，逐渐发展到通过观察和实验来对生命现象进行分析和推理。

在这一时期中，生物学在各方面，如分类学、解剖学、生理学等，都获得了许多成就，但是，在学术观点上，唯心主义仍占统治地位，尤其是“特创论”和“物种不变论”的流行。它们认为动、植物的物种是孤立的，彼此间没有关系，都是由上帝创造的，一旦出现以后，它们的形态和特性永远不变。“特创论”和“物种不变论”在 19 世纪以后，随着生物学的发展才逐渐被摒弃。

19 世纪生物学中的重大进展是“细胞学说”的出现和“进化论”的建立。Schleiden M. 和 Schwann T. (1838 ~ 1839 年) 综合了有关细胞方面的知识，于 1838 ~ 1839 年创立了细胞学说 (cell theory)。他们指出，细胞是一切生物构造和功能上的基本单位，整个机体是由细胞和细胞的产物所组成。细胞学说表明，不同生物都是由细胞构成，都是由细胞发展而来。英国生物学家达尔文 (C.R. Darwin, 1809 ~ 1882 年)，在 1831 年乘英国资源探查的军舰作了五年的环球航行，搜集和观察到证明许多生物进化发展的事实和材料，并于 1859 年发表了《物种起源》的巨著，确立了以自然选择学说为中心内容的生物进化观点。与达尔文进化论同样具有划时代意义的是孟德尔 (G. Mendel, 1822 ~ 1884 年) 遗传规律的重新发现，并在此基础上，逐渐形成了生物学的一个新的分科——遗传学。

20 世纪以来，生物化学、生物物理学等分科陆续建立，一些新方法引进到生物学的研究，工程技术上的成就使研究手段不断改进，形成了细胞生物学、分子生物学等新分科。20 世纪 60 年代以来，细胞生物学和分子生物学的研究成果证明，细胞有更微细的超微结构，各种细胞都是由核酸、蛋白质等大分子构成的。Watson J. 和 Crick F. (1953 年) 阐明了脱氧核糖核酸 (DNA) 分子的双螺旋结构，DNA 分子的自我复制，DNA 分子中遗传信息经转录而形成信使核糖核酸 (mRNA)，再经翻译而产生各种有功能的蛋白质。这是生物界中分子运动规律的核心，称为“中心法则”，它揭示了生物遗传、代谢、发育、进化等过程的内在联系。

由于技术上的改进和研究方法上的创新，核酸、蛋白质、酶等大分子的结构已被搞清，并开始人工合成。1965 年，我国科学家首先人工合成胰岛素。生物界遗传信息中统一的“遗传密码”的发现，从分子水平上证实了生物界各类型间的发展联系。同时，也为重组 DNA 技术（基因工程）提供了理论基础。20 世纪 70 年代以来，逆转录酶、限制性内切核酸酶和连接酶等的发现与应用更为基因工程的发展提供了必要的条件。

20 世纪 80 年代以来，基因工程不仅广泛应用于医药工业、食品工业、农牧业生产，而且也开始应用于遗传病的基因诊断与基因治疗，生命科学中的高技术研究正在日益转化为巨大的生产力。扫描隧道显微镜（STM）的出现使我们可以观察单个原子的三维排布。在此基础上形成了纳生物学（nanobiology），即在 0.1 ~ 100 nm 的长度上研究生物大分子的精细结构与功能的联系，用纳传感器获取生化信息和电信息，使生物学的发展有了新的基础。

另一方面，DNA 的聚合酶链反应（PCR）技术、酵母人工染色体（YAC）技术和 DNA 的快速序列测定技术等的应用，使我们对人类基因组全部 DNA 序列（约 30 亿个碱基对）的分析有了必需的手段。人类基因组项目（HGP），计划在 2005 年以前用现代技术把人类基因组全部 DNA 序列分析清楚。人类基因组计划（HGP）与“曼哈顿的原子弹计划”、“阿波罗人类登月计划”一起被誉为 20 世纪科学史上三大里程碑。分子遗传学理论和生物技术，在迎接人口、资源、能源、食物和环境等五大危机的挑战中将大显身手。例如辐射和化学诱变、原生质体分离与融合技术、花粉培养、组织培养和细胞杂交等，都给农业生产带来了巨大变革。近年来，基因工程和“克隆”（clone）技术的应用，为动、植物育种开创了新的途径。有关生物的新陈代谢机理、生长发育、遗传变异和生态等研究，为农业高产、稳产，改善自然生态环境和在病、虫、草害等防除方面带来新的思路和对策。

保护大自然，维持生态平衡是人类维护自身生存和发展的前提，已引起人们高度关注。

综上所述，从生物学的发展历史可以看到以下的主要发展趋