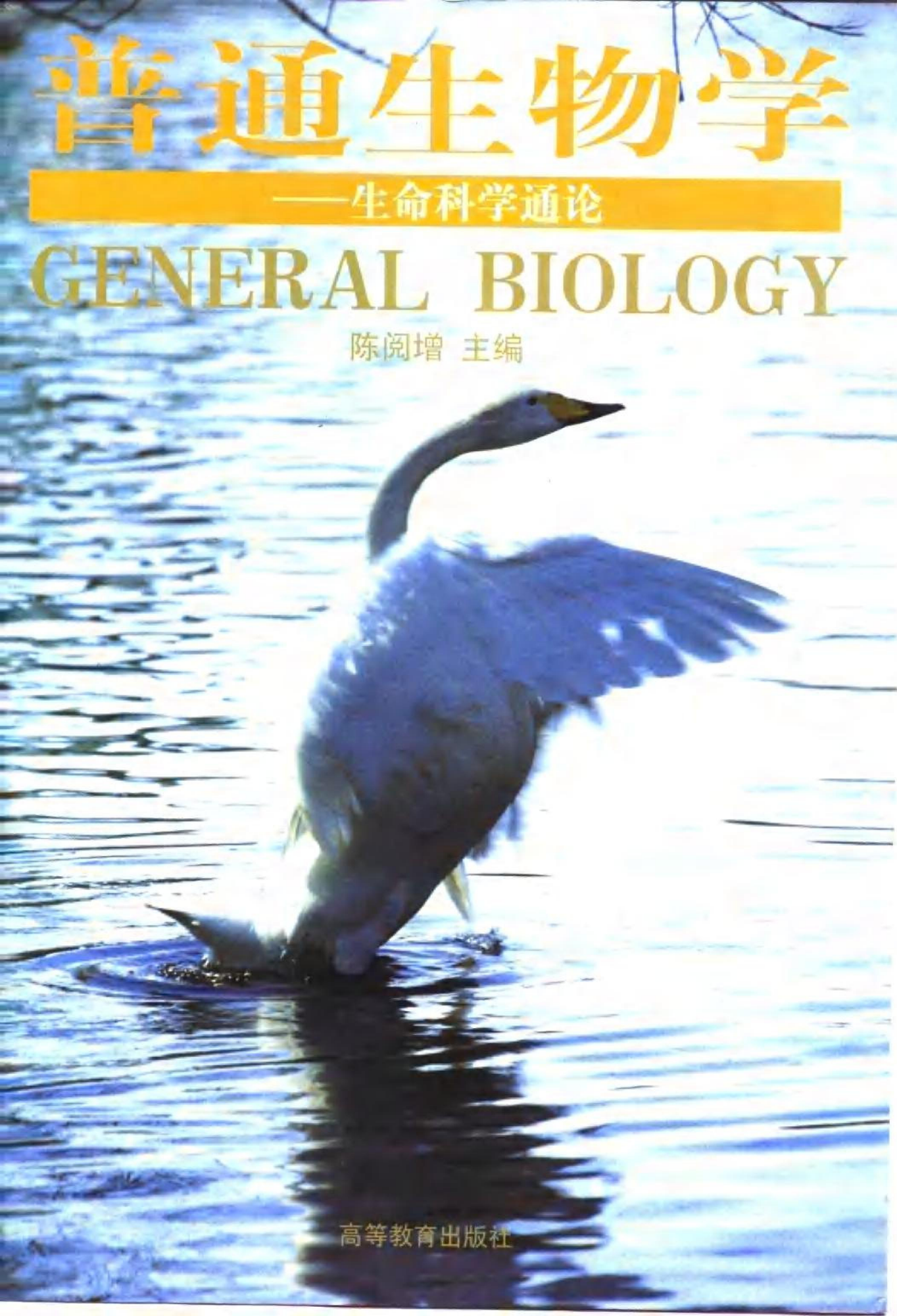


# 普通生物学

— 生命科学通论

## GENERAL BIOLOGY

陈阅增 主编



高等教育出版社

# 普通生物学

——生命科学通论

陈阅增 张宗炳 冯 午 葛明德 戴尧仁

1113/07

高等教育出版社

(京)112号

**图书在版编目(CIP)数据**

普通生物学:生命科学通论/陈阅增等编著. —北京:  
高等教育出版社,1997(2000重印)

ISBN 7-04-006007-8

I. 普… II. 陈… III. 普通生物学 IV. Q1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 09129 号

---

|      |   |      |                   |
|------|---|------|-------------------|
| 出版发行 | 高等教育出版社   |      |                   |
| 社 址  | 北京市东城区沙滩后街 55 号   | 邮政编码 | 100009            |
| 电 话  | 010-64054588  | 传 真  | 010-64014048      |
| 网 址  | <a href="http://www.hep.edu.cn">http://www.hep.edu.cn</a> |      |                   |
| 经 销  | 新华书店北京发行所   |      |                   |
| 印 刷  | 中国青年出版社印刷厂  |      |                   |
| 开 本  | 787×1092 1/16   | 版 次  | 1997 年 7 月第 1 版   |
| 印 张  | 39  | 印 次  | 2000 年 1 月第 6 次印刷 |
| 字 数  | 1 040 000   | 定 价  | 30.40 元           |

---

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等  
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

**版权所有 侵权必究**

|      |     |
|------|-----|
| 责任编辑 | 林金安 |
| 封面设计 | 刘晓翔 |
| 责任绘图 | 宗小梅 |
| 版式设计 | 李杰  |
| 责任校对 | 葛明德 |
| 责任印制 | 韩刚  |

# 目 录

|                     |   |
|---------------------|---|
| 绪 论 .....           | 1 |
| 一、什么是生命 .....       | 1 |
| (一) 化学成分的同一性 .....  | 1 |
| (二) 严整有序的结构 .....   | 2 |
| (三) 新陈代谢 .....      | 2 |
| (四) 应激性和运动 .....    | 2 |
| (五) 稳态 .....        | 3 |
| (六) 生长发育 .....      | 3 |
| (七) 繁殖和遗传 .....     | 3 |
| (八) 适应 .....        | 3 |
| 二、关于生命本质的一些理论 ..... | 3 |
| 三、科学方法 .....        | 4 |
| (一) 观察 .....        | 4 |
| (二) 假说和实验 .....     | 5 |
| (三) 模型实验 .....      | 6 |
| 四、生物学的分科 .....      | 7 |
| 五、生命的结构层次 .....     | 8 |

## 第一部分 细胞和生物大分子

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一章 细胞的化学组成 ..... | 11 |
| 一、元素组成 .....      | 11 |
| 二、分子组成 .....      | 11 |
| (一) 水和无机盐 .....   | 12 |
| (二) 糖类 .....      | 14 |
| (三) 脂类 .....      | 19 |
| (四) 蛋白质 .....     | 23 |
| (五) 核苷酸和核酸 .....  | 28 |
| 第二章 细胞的形态结构 ..... | 32 |
| 一、细胞大小和数目 .....   | 32 |
| 二、细胞结构 .....      | 31 |

|                            |    |
|----------------------------|----|
| (一) 细胞膜和细胞壁 .....          | 34 |
| (二) 细胞核 .....              | 35 |
| (三) 细胞质和细胞器 .....          | 38 |
| <b>三、生物膜——流动镶嵌模型</b> ..... | 46 |
| (一) 脂双层 .....              | 46 |
| (二) 膜蛋白 .....              | 48 |
| (三) 膜糖和糖衣 .....            | 49 |
| <b>四、物质的穿膜运动</b> .....     | 49 |
| (一) 扩散 .....               | 50 |
| (二) 渗透 .....               | 51 |
| (三) 主动运输 .....             | 52 |
| (四) 内吞作用 .....             | 52 |
| (五) 外排作用 .....             | 54 |
| <b>五、细胞连接</b> .....        | 54 |
| (一) 桥粒 .....               | 54 |
| (二) 紧密连接 .....             | 55 |
| (三) 间隙连接 .....             | 55 |
| <br>                       |    |
| <b>第三章 细胞代谢</b> .....      | 56 |
| 一、生命和能 .....               | 56 |
| 二、化学平衡 .....               | 57 |
| 三、酶 .....                  | 59 |
| 四、细胞内氧化还原反应 .....          | 62 |
| 五、细胞呼吸 .....               | 63 |
| 六、光合作用 .....               | 73 |
| 七、细胞中各种物质代谢的相互关系 .....     | 83 |
| <br>                       |    |
| <b>第四章 细胞分裂和细胞周期</b> ..... | 86 |
| 一、有丝分裂期(M 期) .....         | 86 |
| (一) 过程 .....               | 86 |
| (二) 核被的裂解与再生 .....         | 89 |
| (三) 纺锤体的形成 .....           | 90 |
| (四) 染色体的行为 .....           | 90 |
| (五) 细胞器的分配 .....           | 91 |
| 二、单细胞生物有丝分裂举例 .....        | 91 |
| (一) 甲藻的有丝分裂 .....          | 91 |
| (二) 硅藻的有丝分裂 .....          | 92 |
| 三、分裂间期 .....               | 92 |

|                    |    |
|--------------------|----|
| 四、细胞周期的时间 .....    | 93 |
| 五、细胞周期的控制机制 .....  | 93 |
| 六、癌细胞的分裂 .....     | 94 |
| 七、染色体 .....        | 95 |
| (一)染色体的一般形态 .....  | 95 |
| (二)性染色体和常染色体 ..... | 96 |
| (三)染色体数目 .....     | 96 |
| (四)染色体组型 .....     | 97 |
| (五)染色体带 .....      | 97 |

## 第二部分 个体生物学

|                  |     |
|------------------|-----|
| 一、组织、器官和系统 ..... | 99  |
| (一)植物组织 .....    | 99  |
| (二)动物组织 .....    | 102 |
| (三)器官和系统 .....   | 105 |
| 二、内环境和稳态 .....   | 106 |

### 第五章 营养——生物对物质和能的获取 .....

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 一、自养营养——绿色植物的营养 ..... | 108 |
| (一)二氧化碳的摄取 .....      | 108 |
| (二)对矿物质的需要 .....      | 111 |
| (三)水和矿物质的摄取 .....     | 112 |
| 二、异养营养 .....          | 119 |
| (一)食物和营养素 .....       | 119 |
| (二)动物对食物的消化和吸收 .....  | 125 |
| (三)人的消化系统 .....       | 127 |

### 第六章 气体交换——呼吸 .....

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 一、陆生植物的气体交换 .....   | 138 |
| (一)叶和气孔 .....       | 138 |
| (二)茎和根的气体交换 .....   | 138 |
| 二、动物的气体交换——呼吸 ..... | 139 |
| (一)水生动物 .....       | 139 |
| (二)陆生动物 .....       | 141 |
| (三)鸟类的呼吸系统 .....    | 143 |
| (四)人的呼吸系统 .....     | 144 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>第七章 物质在生物体内的运输</b> .....  | 149 |
| <b>一、植物的运输系统——维管系统</b> ..... | 149 |
| (一) 茎的形态结构 .....             | 150 |
| (二) 水的运输和蒸腾作用 .....          | 153 |
| (三) 矿物质的运输 .....             | 155 |
| (四) 有机物质的运输 .....            | 155 |
| (五) 营养物的储存 .....             | 158 |
| <b>二、动物的运输系统</b> .....       | 159 |
| (一) 水管系统 .....               | 159 |
| (二) 血液循环系统 .....             | 160 |
| <b>三、人的血液循环系统</b> .....      | 163 |
| (一) 研究历史简述 .....             | 163 |
| (二) 血管 .....                 | 164 |
| (三) 心脏 .....                 | 165 |
| (四) 血液循环 .....               | 169 |
| (五) 血液 .....                 | 170 |
| (六) 血液的运输功能 .....            | 176 |
| (七) 淋巴系统 .....               | 179 |
| <br>                         |     |
| <b>第八章 免疫</b> .....          | 180 |
| <b>一、免疫作为一种防护机制的特点</b> ..... | 180 |
| <b>二、免疫的早期研究和应用</b> .....    | 181 |
| <b>三、两种免疫机制</b> .....        | 182 |
| (一) 抗原 .....                 | 182 |
| (二) B 细胞和 T 细胞 .....         | 183 |
| (三) 淋巴细胞的发生和发育 .....         | 184 |
| (四) 免疫系统能识别自我和非我 .....       | 185 |
| (五) 体液免疫 .....               | 186 |
| (六) 细胞免疫 .....               | 192 |
| <b>四、克隆选择学说</b> .....        | 195 |
| <b>五、免疫系统疾病</b> .....        | 196 |
| (一) 自身免疫病 .....              | 196 |
| (二) 过敏 .....                 | 196 |
| (三) 免疫缺乏病 .....              | 197 |
| (四) 爱滋病 .....                | 197 |
| <b>六、免疫系统与癌</b> .....        | 198 |
| <br>                         |     |
| <b>第九章 水盐平衡和体温调节</b> .....   | 199 |



|                        |     |
|------------------------|-----|
| <b>一、体液调节——排泄和水盐平衡</b> | 199 |
| (一) 体液                 | 199 |
| (二) 排泄                 | 200 |
| (三) 水盐平衡               | 203 |
| (四) 排泄和水盐平衡的器官         | 206 |
| (五) 植物的体液              | 214 |
| <b>二、体温调节</b>          | 214 |
| (一) 体温与代谢              | 214 |
| (二) 变温动物与恒温动物          | 215 |
| (三) 形态结构和生理适应          | 215 |
| (四) 体温的行为调节            | 217 |
| (五) 恒温动物体温调节的反馈机制      | 219 |
| (六) 蛰伏                 | 219 |
| <br>                   |     |
| <b>第十章 神经系统</b>        | 220 |
| <b>一、神经系统基本结构</b>      | 221 |
| (一) 神经元                | 221 |
| (二) 神经胶质细胞             | 223 |
| (三) 神经和神经节             | 223 |
| <b>二、反射弧</b>           | 224 |
| <b>三、神经冲动的传导</b>       | 227 |
| (一) 离子和神经冲动            | 227 |
| (二) 神经冲动的传导            | 229 |
| (三) 髓鞘和神经传导速度          | 230 |
| <b>四、突触和神经递质</b>       | 231 |
| (一) 突触                 | 231 |
| (二) 神经递质               | 232 |
| (三) 突触和整合              | 233 |
| <b>五、神经系统的进化</b>       | 235 |
| (一) 网状神经系统             | 235 |
| (二) 两侧对称的神经系统          | 236 |
| <b>六、脊椎动物的神经系统</b>     | 238 |
| (一) 中枢神经系统             | 238 |
| (二) 周围神经系统             | 247 |
| (三) 自主神经系统             | 248 |
| <br>                   |     |
| <b>第十一章 感受器和效应器</b>    | 251 |
| <b>一、感受器</b>           | 251 |
| (一) 感受器和感觉             | 251 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| (二) 物理感受器 .....          | 252 |
| (三) 化学感受器 .....          | 263 |
| <b>二、效应器</b> .....       | 264 |
| (一) 肌肉与肌肉收缩 .....        | 265 |
| (二) 色素反应 .....           | 272 |
| (三) 生物发光 .....           | 275 |
| (四) 其他效应器 .....          | 276 |
| <br>                     |     |
| <b>第十二章 激    素</b> ..... | 277 |
| <b>一、植物激素</b> .....      | 277 |
| (一) 生长素 .....            | 277 |
| (二) 赤霉素 .....            | 282 |
| (三) 细胞分裂素 .....          | 282 |
| (四) 多胺 .....             | 284 |
| (五) 乙烯 .....             | 284 |
| (六) 脱落酸 .....            | 285 |
| (七) 光周期和开花 .....         | 285 |
| <b>二、动物激素</b> .....      | 290 |
| (一) 内分泌腺 .....           | 290 |
| (二) 无脊椎动物的激素 .....       | 290 |
| (三) 脊椎动物的激素 .....        | 293 |
| <b>三、激素的作用机制</b> .....   | 304 |
| (一) 动物激素的作用机制 .....      | 304 |
| (二) 植物激素的作用机制 .....      | 308 |
| <br>                     |     |
| <b>第十三章 行    为</b> ..... | 309 |
| 一、行为及其适应性 .....          | 310 |
| 二、先天的行为和后天学习的行为 .....    | 311 |
| 三、行为的遗传 .....            | 311 |
| 四、符号刺激和固定动作格局 .....      | 314 |
| 五、学习 .....               | 315 |
| 六、鸟类学歌 .....             | 318 |
| 七、捕食者和被捕食者 .....         | 319 |
| 八、领地和领地行为 .....          | 323 |
| 九、迁徙和航行 .....            | 324 |
| 十、生物节律与生物钟 .....         | 326 |
| 十一、社会行为 .....            | 328 |
| 十二、利他行为和间接选择 .....       | 338 |

|                     |     |
|---------------------|-----|
| <b>第十四章 生殖和发育</b>   | 340 |
| <b>一、无性生殖</b>       | 340 |
| (一) 裂殖              | 340 |
| (二) 出芽              | 340 |
| (三) 孢子生殖            | 341 |
| (四) 再生作用            | 341 |
| <b>二、有性生殖</b>       | 344 |
| (一) 减数分裂            | 344 |
| (二) 性别进化            | 347 |
| (三) 雌雄同体            | 348 |
| (四) 孤雌生殖            | 350 |
| <b>三、高等植物的生殖和发育</b> | 351 |
| (一) 花               | 351 |
| (二) 花粉粒的产生          | 353 |
| (三) 胚囊的形成           | 355 |
| (四) 开花及传粉           | 356 |
| (五) 花粉发育和受精         | 357 |
| (六) 胚的发育            | 358 |
| (七) 种子和果实           | 358 |
| (八) 果实和种子的散布        | 359 |
| (九) 种子萌发            | 360 |
| <b>四、人和动物的生殖和发育</b> | 361 |
| (一) 雄性生殖系统          | 361 |
| (二) 雌性生殖系统          | 364 |
| (三) 受精              | 369 |
| (四) 卵裂和胚层           | 371 |
| (五) 人的发育            | 374 |
| <b>五、变态</b>         | 378 |
| (一) 昆虫的变态           | 379 |
| (二) 两栖类的变态          | 380 |
| <b>六、发育机制</b>       | 380 |
| (一) 先成论与后生论         | 381 |
| (二) 细胞发育的全能性        | 381 |
| (三) 细胞质的作用          | 383 |
| (四) 细胞学和遗传学实验       | 384 |
| (五) 胚胎诱导和组织者        | 385 |

## 第三部分 遗传、进化及生态学

|                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| <b>第十五章 遗传和变异</b> .....              | 391 |
| <b>一、孟德尔定律</b> .....                 | 391 |
| (一) 孟德尔第一定律——分离律 .....               | 391 |
| (二) 孟德尔第二定律——自由组合律 .....             | 393 |
| <b>二、染色体遗传学说</b> .....               | 396 |
| (一) 基因和染色体 .....                     | 396 |
| (二) 果蝇和多线染色体 .....                   | 397 |
| (三) 连锁和交换定律 .....                    | 398 |
| (四) 性染色体和伴性遗传 .....                  | 402 |
| (五) 染色体的变化与遗传变异 .....                | 403 |
| (六) 基因的相互作用 .....                    | 406 |
| (七) 细胞质遗传 .....                      | 408 |
| (八) 遗传与环境 .....                      | 408 |
| <b>三、基因的本质</b> .....                 | 409 |
| (一) 基因是 DNA 分子的片段 .....              | 409 |
| (二) DNA 的分子结构 .....                  | 409 |
| (三) RNA 和核糖体 .....                   | 412 |
| (四) DNA 复制是遗传的基础 .....               | 414 |
| (五) DNA 决定蛋白质 .....                  | 416 |
| (六) 基因突变 .....                       | 426 |
| (七) DNA 复制“校对”和损伤修复 .....            | 430 |
| (八) 基因调控 .....                       | 430 |
| <b>四、基因工程</b> .....                  | 436 |
| (一) DNA 片段的取得 .....                  | 436 |
| (二) DNA 片段和载体的连接——重组体 DNA .....      | 437 |
| (三) 外源 DNA 片段引入受体细胞——基因克隆和基因文库 ..... | 438 |
| (四) 选择基因 .....                       | 439 |
| (五) 目的基因表达 .....                     | 441 |
| <b>五、遗传学的实践意义</b> .....              | 442 |
| (一) 遗传学与育种 .....                     | 442 |
| (二) 人类的遗传病和优生 .....                  | 442 |
| <b>六、人类基因组研究</b> .....               | 444 |
| <br>                                 |     |
| <b>第十六章 生物进化</b> .....               | 445 |
| <b>一、达尔文和他的自然选择理论</b> .....          | 445 |
| (一) 达尔文和《物种起源》 .....                 | 445 |

|                               |            |
|-------------------------------|------------|
| (二) 自然选择学说 .....              | 447        |
| <b>二、基因频率和自然选择的作用 .....</b>   | <b>448</b> |
| (一) 基因库 .....                 | 448        |
| (二) 哈迪-温伯格定律 .....            | 449        |
| (三) 基因频率的改变 .....             | 451        |
| <b>三、物种和物种形成 .....</b>        | <b>459</b> |
| (一) 物种 .....                  | 459        |
| (二) 种群 .....                  | 460        |
| (三) 隔离在物种形成中的作用 .....         | 461        |
| (四) 异地物种形成和同地物种形成 .....       | 462        |
| (五) 渐变群 .....                 | 463        |
| (六) 多倍体 .....                 | 463        |
| <b>四、适应和进化形式 .....</b>        | <b>465</b> |
| (一) 适应 .....                  | 465        |
| (二) 协同进化或共进化 .....            | 466        |
| (三) 趋同进化和趋异进化 .....           | 467        |
| (四) 适应辐射 .....                | 468        |
| <b>五、进化理论的发展 .....</b>        | <b>470</b> |
| (一) 综合进化论对达尔文学说的修改 .....      | 470        |
| (二) 分子进化和中性学说 .....           | 471        |
| (三) 渐变式进化和跳跃式进化 .....         | 473        |
| (四) 物种绝灭和灾变 .....             | 475        |
| <br>                          |            |
| <b>第十七章 生命的自然史 .....</b>      | <b>477</b> |
| <b>一、生命的起源 .....</b>          | <b>477</b> |
| (一) 有关生命起源的几个假说 .....         | 477        |
| (二) 生命来自无生命物质——新的“自然发生” ..... | 479        |
| (三) 宇宙的进化和地球的形成 .....         | 479        |
| (四) 化学进化 .....                | 481        |
| (五) 真核细胞的起源 .....             | 488        |
| <b>二、生物进化的化石记录 .....</b>      | <b>489</b> |
| (一) 化石和地层的年龄 .....            | 489        |
| (二) 显生宙以前的化石 .....            | 491        |
| (三) 显生宙的化石 .....              | 491        |
| <b>三、人类起源和进化 .....</b>        | <b>494</b> |
| (一) 人在分类系统中的地位 .....          | 495        |
| (二) 人的起源和进化 .....             | 496        |
| (三) 早期人类文化的发展和体质演化的关系 .....   | 503        |
| (四) 人种 .....                  | 504        |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| <b>第十八章 生物界</b> .....           | 506 |
| <b>一、生物分类概述</b> .....           | 506 |
| (一) 分类学的发展 .....                | 506 |
| (二) 分类等级 .....                  | 509 |
| (三) 系统树 .....                   | 510 |
| (四) 生物的分界 .....                 | 511 |
| <b>二、病毒</b> .....               | 513 |
| (一) 病毒结构 .....                  | 514 |
| (二) 病毒的繁殖 .....                 | 516 |
| (三) 病毒病 .....                   | 518 |
| (四) 癌病毒 .....                   | 518 |
| (五) 类病毒 .....                   | 519 |
| (六) 病毒和干扰素 .....                | 520 |
| (七) 病毒起源 .....                  | 520 |
| <b>三、原核生物</b> .....             | 520 |
| (一) 细菌 .....                    | 520 |
| (二) 蓝藻门 .....                   | 527 |
| (三) 原绿藻 .....                   | 529 |
| <b>四、真核生物</b> .....             | 529 |
| (一) 植物界 .....                   | 529 |
| (二) 真菌界 .....                   | 541 |
| (三) 动物界 .....                   | 545 |
| <br>                            |     |
| <b>第十九章 生物与环境——生态学</b> .....    | 567 |
| <b>一、生物对环境因素的耐受性和限制因素</b> ..... | 567 |
| (一) 无机或物理因素 .....               | 568 |
| (二) 限制因素和最低量定律 .....            | 572 |
| (三) 生物因素——生物彼此间的关系 .....        | 572 |
| <b>二、种群数量变动</b> .....           | 577 |
| (一) 种群数量变动的因素 .....             | 577 |
| (二) 种群增长和环境负载能力 .....           | 578 |
| (三) 种群数量的调节 .....               | 579 |
| <b>三、群落和群落演替</b> .....          | 581 |
| (一) 群落中物种的多样性和优势种 .....         | 581 |
| (二) 群落结构 .....                  | 581 |
| (三) 生态位 .....                   | 583 |
| (四) 食物链 .....                   | 584 |
| (五) 生态演替 .....                  | 586 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| <b>四、生态系统中的能流和物质循环</b> ..... | 588 |
| (一) 能流和营养水平 .....            | 588 |
| (二) 能量流转的效率和生态金字塔体 .....     | 588 |
| (三) 物质循环 .....               | 590 |
| <b>五、生物圈和群落型</b> .....       | 593 |
| (一) 陆生群落型 .....              | 593 |
| (二) 水生群落型 .....              | 596 |
| <b>六、人和环境</b> .....          | 599 |
| (一) 人类活动对环境的影响 .....         | 599 |
| (二) 人口问题 .....               | 603 |
| <b>参考书目</b> .....            | 606 |
| <b>后 记</b> .....             | 607 |

# 绪 论

生物和它所居住的环境共同组成生物圈 (biosphere)。

地球大概是在 45 亿年前形成的。最早的生命大概是在距今 38 亿年前出现的。在生命出现之前,地球是寂静的,是“毫无生气”的,有的只是浅海、岩石和笼罩其上的薄层气体,或者说,地球只是由岩石圈、水圈和大气圈所构成的。后来生物出现了,生物逐渐发展而占据了岩石圈、水圈和大气圈中的一些区域而形成了生物圈。生物在生物圈中利用日光、水、空气和无机盐类而生活繁衍,经历了亿万年漫长岁月的自然选择,终于形成了现在的绚丽的生物界。

生物对环境的要求是严格的,大树最高也不过 100 m,鸟类飞翔最高也不过 2 000 m。虽然在 4 000 m 深的海底仍有细菌等生物,但大多海洋生物则是聚集在 150 m 深度以内的。在陆地上,一些深达 2 000 m 的地下石油矿床中曾找到过细菌,但一般说来,生物只局限在 50 m 以内的土层中,由此可见,生物圈占地不多,只是一个包括岩石圈(含土壤在内)、水圈和大气圈的一个狭长地带而已。

但是这个狭长地带对生物来说已是一个足够大的广阔天地了。生活在这一广阔天地中的生物已知的约有 200 万种,如果算上历史上已经绝灭的生物(估计至少也有 1 500 万种),那就至少有 1 700 万种了。这些生物在形态、生活习性、营养方式、生殖方式等方面都有很大不同,可说是千差万别,但是它们都有一个共同之处,使它们截然有别于无机界,这就是,它们是“活”的,是有生命的,而无机界是“死的”,是没有生命的,生物学就是研究生命的科学。

## 一、什么是生命

那么,什么是生命呢?在日常生活中,我们不难区分“活”的或有生命的生物和“死”的或无生命的非生物,但是要给“生命”下一个科学的定义却是十分困难的。古今中外很多科学家和哲学家都曾为此问题而困惑、思索,但至今还没有一个为大多数科学家所接受的关于生命的定义。

生物种类非常多,数量非常大,生命现象十分错综复杂,给生命下一定义无疑是困难的;但是从错综复杂的生命现象中提出生物的一些共性,即生命的属性,则是可能的。下面我们列举出生命的一些重要属性:

### (一) 化学成分的同源性

从元素成分来看,构成形形色色生物体的元素都是普遍存在于无机界的 C、H、O、N、P、S、Ca 等元素,并不存在特殊的生命所特有的元素。从分子成分来看,各种生物体除含有多种无机化合物外,还含有蛋白质、核酸、脂、糖、维生素等多种有机分子。这些有机分子,在自然界都是生命过程的产物。其中,有些有机分子在各种生物中都是一样的或基本一样的,如葡萄糖、ATP 等;有些有机分子如蛋白质、核酸等大分子,虽然在不同的生物中有不同的组成,但构成这些大分子的单体却是一样的。例如,构成各种生物蛋白质的单体不外 20 种氨基酸,各种生物核酸的单体主要也不过是 8 种核苷酸。这些单体在不同生物中以相同的连接方式组成不同的蛋白质和核酸大



分子。脱氧核糖核酸（有时是核糖核酸）是一切已知生物的遗传物质，由脱氧核糖核酸组成的遗传密码在生物界一般是通用的。各种生物用这一统一的遗传密码编制自己的基因程序，并按照这一基因程序来实现生长、发育、生殖、遗传等生命活动。各种生物都有催化各种代谢过程的酶分子，而酶是有催化作用的蛋白质。各种生物都是以高能化合物三磷酸腺苷，即 ATP 为贮能分子。这些说明了生物在化学成分上存在着高度的同一性。

## （二）严整有序的结构

生物体的各种化学成分在体内不是随机堆砌在一起，而是严整有序的。生命的基本单位是细胞（cell），细胞内的各结构单元（细胞器）都有特定的结构和功能。线粒体有双层的外膜，有脊，脊上的大分子（酶）的排列是有序的。生物大分子，无论如何复杂，还不是生命，只有当大分子组成一定的结构，或形成细胞这样一个有序的系统，才能表现出生命。失去有序性，如将细胞打成匀浆，生命也就完结了。

生物界是一个多层次的有序结构。在细胞这一层次之上还有组织、器官、系统、个体、种群、群落、生态系统等层次。每一个层次中的各个结构单元，如器官系统中的各器官、各器官中的各种组织，都有它们各自特定的功能和结构，它们的协调活动构成了复杂的生命系统。

## （三）新陈代谢

生物是开放系统，生物和周围环境不断进行着物质的交换和能的流动。一些物质被生物吸收后，在生物体内发生一系列变化，最后成为代谢过程的最终产物而被排出体外，这就是新陈代谢。新陈代谢包括两个相反相成的过程：一个是组成作用（anabolism），即从外界摄取物质和能，将它们转化为生命本身的物质和贮存在化学键中的化学能；一个是和组成作用相反的分解作用（catabolism），即分解生命物质，将能释放出来，供生命活动之用。正如生物体在空间结构上严整有序一样，生物体的新陈代谢也是严整有序的过程，是由一系列酶促化学反应所组成的反应网络。如果代谢过程的有序性被破坏，如某些代谢环节被阻断了，全部代谢过程就可能被打乱，生命就会受到威胁，严重的甚至可致生命的终结。

在代谢过程中，生物体内的能总是不断地转化。热力学第二定律告诉我们，能的每一次转化，总要失去一些可用的自由能，总要导致熵的增加，而熵的增加则意味着有序性的降低。所以生物必须从外界摄取自由能来保持甚至加强它的有序状态。具体地说，生物从外界摄取以食物形式存在的低熵状态的物质和能，通过新陈代谢，把它们转化为高熵状态后，排出体外。这种不对等的交换消除了生物代谢作用产生的熵，从而使生物系统的总熵不致增加。由此可见，生物体是通过增加环境中的熵值，使环境的无序性增加来创造并维持自身的有序性的。生物的这种有序结构称为耗散结构（dissipative structure）。

还应指出，各种生物的基本代谢过程一般也都是同一类型的。无论是动物还是植物的细胞呼吸，都是要经过不需氧的糖酵解和需氧的三羧酸循环过程的。

## （四）应激性和运动

生物能接受外界刺激而发生合目的的反应，反应的结果使生物“趋吉避凶”。在一滴草履虫液中滴一小滴醋酸，草履虫就纷纷走开。一块腐肉可招来苍蝇。植物茎尖向光生长（向光性）。这些都是应激性（irritability）。

应激性是生物的普遍特性。动物的感觉器官和神经系统是应激性高度发展的产物。