



普通高等教育“十五”国家级规划教材

动物生物学

第三版

陈小麟 主编

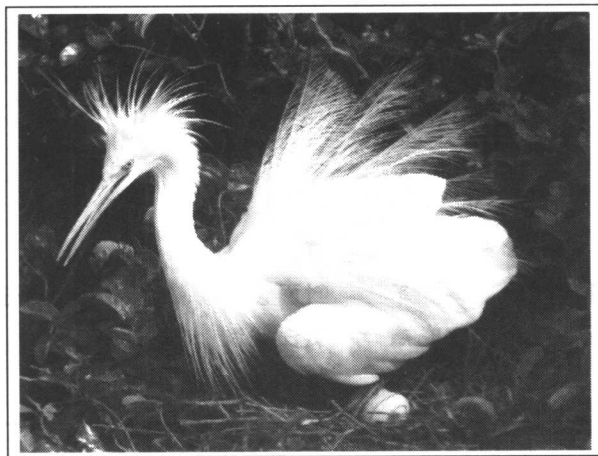


高等教育出版社
Higher Education Press

普通高等教育“十五”国家级规划教材

动物生物学 (第三版)

陈小麟 主编



高等教育出版社

封面:该照片是作者在福建南部无居民海岛拍摄到的我国国家Ⅱ级重点保护动物——黄嘴白鹭(*Bgretta eulophotes*),由英国人 Swinhoe 于 1860 年首次在福建厦门发现并命名。该鸟类目前已被 IUCN 红皮书列为濒危物种(VU)。

图书在版编目(CIP)数据

动物生物学/陈小麟主编.—3版.—北京:高等教育出版社,2005.9

ISBN 7-04-017642-4

I. 动... II. 陈... III. 动物学-高等学校-教材
IV. Q95

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094093 号

策划编辑 吴雪梅 责任编辑 田 军 封面设计 张 楠 责任绘图 朱 静
版式设计 马静如 责任校对 康晓燕 责任印制 韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	北京蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京原创阳光印业有限公司		http://www.landaco.com.cn
开 本	850×1168 1/16	版 次	2005年9月第3版
印 张	29.75	印 次	2005年9月第1次印刷
字 数	750 000	定 价	37.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17642-00

编辑委员会

主编：陈小麟

编委：（按拼音排序）

陈品健 陈小麟 陈奕欣 王重刚 赵扬

前 言

厦门大学于1922年设立动物学系和植物学系(门, department), 开始了动物学在厦门大学的教学和科研历史。在近一个世纪的历程中, 厦大学生物学系遵循“自强不息, 止于至善”的校训, 以严谨治学的优良传统, 造就了一批院士和著名学者。在厦门大学几代动物学学者的辛勤工作下, 动物学学科先后获得首批硕士和博士学位授权点、首批国家级重点学科, 成为生物学一级学科博士点和生物学博士后流动站的主要支撑力量。

为了培养素质高、基础厚、知识面宽和能力强, 以及富创造力和开拓精神的生物学优秀基础人才, 1994年以来, 我们将生物学系长期设置的“动物学”课程改设为“动物生物学”课程。目前, “动物生物学”是厦门大学“国家理科生物学基础科学研究和教学人才培养基地”和“国家生物科学与技术人才培养基地”的基础课之一, 两个“生物学人才培养基地”涵盖厦大学生命科学学院生物学系、生物化学与生物技术学系、生物医学科学系的生物科学、生物技术学、生态学、生物信息学各个专业。

《动物生物学》教材系统介绍了动物生物学的基本知识, 拓宽知识面, 强化基础理论, 注重理论联系实际以及学生能力的培养, 系统介绍动物生物学的基本知识, 包括动物形态学、分类学、解剖学、细胞学、组织学、胚胎学、生物化学、生理学、生态学、动物地理学、生物多样性保护、行为学、遗传学和进化论等。

本教材是陈品健、陈小麟编著《动物生物学》(1996)的第三版。经过10年的教学实践, 征求许多同行专家的意见, 第三版教材进一步根据学科发展的前沿动态, 删减陈旧知识, 精炼经典理论, 吸收和反映动物生物学研究的新成果, 使教材具有与本学科发展相适应的学术水平, 同时, 注意本教材前后内容以及与后续课程的承前启后关系。书中各章节的结构编排和内容进行了较大篇幅的调整和修改。每章开始列出“学习目的”, 每章结束又列出“本章提要”和“复习与思考”, 方便学生预习和复习。但是, 动物生物学知识涉及广泛, 错漏实难避免, 恳请同行专家不吝赐教。

本书共七章。第一章、第二章第一节和第三~五节、第三章第七~十节、第四章、第六章由陈小麟编写; 第二章第二节、第三章第一~六节、第五章由赵扬编写。编修过程得到厦门大学及生命科学学院的领导、同仁的热情支持和帮助, 特此致以衷心感谢。

陈小麟

2005年于厦大学生命科学学院

目 录

前言	I
第一章 绪论	1
一、动物生物学的定义、性质和任务	1
二、动物生物学研究发展动态	2
第二章 动物生物学基本原理	6
第一节 生命的物质基础	6
一、生命的主要特征	6
二、生命的物质基础	8
第二节 动物细胞、组织、器官和系统	15
一、细胞	15
二、组织	23
三、器官和系统	36
四、细胞分裂与遗传	37
第三节 动物早期胚胎发育的基本规律	49
一、受精	49
二、卵裂	51
三、囊胚的形成	53
四、原肠胚的形成	53
五、神经胚的形成与器官建成	55
第四节 动物形态学基本概念	58
一、体制	58
二、体腔	59
三、体节	61
第五节 动物分类的基本知识	62
一、物种概念	62
二、分类系统	63
三、生物分界	64
第三章 动物的类群	71
第一节 单细胞动物	72
一、原生动物门主要特征	72
二、原生动物门分类	75
附:中生动物门	79
第二节 无体腔动物	81
一、海绵动物门	81

	附:扁盘动物门	84
	二、腔肠动物门	85
	附:栉水母动物门	93
	三、扁形动物门	94
	附:纽形动物门	100
第三节	假体腔动物	100
	一、假体腔动物主要特征	100
	二、假体腔动物分类	101
第四节	软体动物和环节动物	106
	一、软体动物门	106
	二、环节动物门	117
	附:星虫门	123
第五节	节肢动物门	124
	一、节肢动物门主要特征	124
	二、节肢动物门分类	134
第六节	棘皮动物门	153
	一、棘皮动物门主要特征	153
	二、棘皮动物门分类	155
	附:原口和后口若干小门	159
第七节	脊索动物	164
	一、脊索动物门主要特征	164
	二、脊索动物门分类	165
第八节	水生脊椎动物	167
	一、圆口纲	167
	二、鱼纲	168
第九节	陆生外温脊椎动物	190
	一、两栖纲	191
	二、爬行纲	203
第十节	陆生内温脊椎动物	216
	一、鸟纲	217
	二、哺乳纲	240
第四章	动物机体的结构、功能和调节	274
第一节	保护、支持与运动	274
	一、皮肤系统	274
	二、骨骼系统	276
	三、动物运动	279
第二节	机体的协调	283
	一、神经系统	283
	二、感觉器官	290
	三、内分泌系统	294

第三节	气体交换、血液循环与免疫作用	301
一、	气体交换	301
二、	血液循环	304
三、	免疫作用	309
第四节	营养与消化	313
一、	营养与摄食	313
二、	消化系统	314
三、	食物的消化吸收	316
第五节	温度与体液调节	317
一、	体温调节	318
二、	排泄系统	319
三、	体液调节	323
第六节	动物的生殖与个体生长	325
一、	生殖形式	325
二、	生殖系统	329
三、	哺乳动物的生殖过程	331
四、	个体生长	332
第五章	进化与系统发育	336
第一节	遗传变异与进化	336
一、	遗传变异的来源	336
二、	哈迪-温伯格定律	340
第二节	进化的例证	341
一、	比较解剖学例证	342
二、	胚胎学例证	343
三、	古生物学例证	345
四、	生理和生化例证	350
五、	分子生物学例证	351
第三节	物种起源	352
一、	生命的起源	352
二、	物种形成	358
三、	人类起源与进化	359
第四节	系统发育	361
一、	进化理论	361
二、	动物进化规律	367
三、	动物系统发育	369
第六章	动物的行为	375
第一节	行为组成	375
一、	动物行为的定义	375
二、	刺激及其选通	376
三、	固定动作模式	377

	四、欲求行为和完成行为	378
第二节	定型行为	378
	一、非条件反射	379
	二、趋性	380
	三、动机行为	381
	四、节律行为	381
	五、社会行为	382
第三节	学习行为	383
	一、习惯化	383
	二、经典条件反射	384
	三、操作条件反射	384
	四、模仿	385
	五、印记学习	385
	六、推理学习	385
第四节	社会生物学	386
	一、群体及社会	386
	二、群体生活的利弊	387
	三、动物社会的维持机制	388
	四、生殖行为与对策	395
第七章	动物与环境	402
第一节	动物地理	403
	一、动物地理分布类型	403
	二、世界大陆动物地理	406
	三、中国陆栖动物地理	411
	四、中国淡水动物地理	418
	五、世界海洋动物地理分区	419
	六、中国海洋动物地理	421
第二节	动物生态	422
	一、生态因子分析	423
	二、种群生态学	427
	三、群落与生态系统	435
第三节	保护生物学	444
	一、保护生物学与生物多样性	444
	二、生物多样性价值	450
	三、生物多样性危机及根源	452
	四、生物多样性保护	457
	参考文献	462

第一章 绪 论

一、动物生物学的定义、性质和任务

动物生物学(animal biology)是以生物学观点和生物技术进行动物生命规律研究的一门科学,是生物学(biology)的一个分支学科,是自然科学的基础科学之一。它研究的动物生命系统涵盖基因、细胞、器官、个体、种群、群落和生态系统等多个层次;涉及的研究方向包括动物生命活动的各个领域,如形态、解剖、生理、分类、发育、生态、地理、行为、进化、遗传及资源保护等。动物生物学的各个研究领域目前已经形成相应的分支学科。

随着科学技术的发展,动物生物学与生命科学的其他分支学科如细胞生物学、分子生物学、生物化学、生理学、生态学、分类学、解剖学、胚胎学以及遗传学等,都在向纵深方向发展;同时,各分支科学也不断地互相融合、互相渗透、互相促进。因此,动物生物学研究在应用其他学科如化学、物理学、信息科学和计算机科学的新理论与新技术的同时,也必须吸收生命科学其他分支学科的研究成果,不断地充实和丰富自己。

科学家预言,生命科学与技术将是 21 世纪的支柱科学之一。研究动物界演变规律、动物生命本质、动物生命活动规律、人类的健康和长寿,对推动物质文明和精神文明建设起着重要作用。动物生物学的研究与农业、林业、渔业、环境保护、医药及工业等生产部门有着密切关系,是这些部门的科学基础。农林业的除害、禽畜的饲养、鱼虾贝蟹的养殖、各种动物资源的保护与合理利用及新品种培育改良等等,都离不开动物生物学的基本知识。人是由动物进化而来,同样也符合动物生命活动的基本规律。动物生物学研究有利于改善人类的膳食营养、疾病防治,促进健康长寿,探索人类起源等。近几十年来,转基因技术、克隆技术、遥感技术等新技术促进动物生物学取得新进展,为农业、林业、渔业、医药及工业等部门的技术革新、新产品的开发和产业结构调整开拓了新领域和新途径,为国民经济的发展和人民生活质量的提高做出了新成就。

21 世纪,全球气候异常、人口膨胀、环境污染、外来物种入侵、生物灭绝和生物灾害爆发等问题的加剧,不仅严重威胁动物的生存,而且影响着人类健康、农业可持续发展和人类生存环境。动物生物学在解决新世纪人类所面临的人口膨胀、资源短缺、环境污染等危机与挑战方面将大有作为。了解自然界的动物,明确动物的多样性;揭示其生命活动的调节规律,促进生物医学科学的发展;研究动物的生存环境,改善人类生活质量;建立动物的保护与养殖技术,培育动物新品种,建立动物模型,合理利用动物资源;实现人、自然、动物和平共处与和谐发展,是当今动物生物学所面临的重大课题。解决上述问题,就是我们研究、学习动物生物学的目的和任务。

二、动物生物学研究发展动态

动物生物学和其他自然科学一样,有自身的发生和发展的历史。它一方面反映了人类同自然斗争的进程,另一方面也反映了人类社会进步和变迁的历史。它的全部发展史都与人类社会生产力的发展密切相关。

综观生物学发展的历史,大体上可以划分为4个阶段:

第一阶段:描述性生物学阶段

古希腊亚里士多德(Aristotle,前384—前322)的工作被看作是动物学作为一门学科正式创立的开始。他的主要动物著作有《动物自然史》(Historia Animalium)、《动物的生殖》(De Generatione Animalium)等。当时亚里士多德已经记述了520多种动物,并且解剖了50多种动物。他首次运用了“属”(genus)和“种”(species)作为分类的范畴,因此亚里士多德被认为是系统分类学的先驱。随后,欧洲进入封建社会,宗教神权统治经历了漫长时期,严重地阻碍了自然科学的发展。直到15世纪文艺复兴后期,医学的需要促进了解剖学的发展,而且,随着资本主义的兴起和发展,欧洲各国重视搜集世界各地的生物资源以满足资本主义生产的发展。16—18世纪兴起博物学,主要是进行动植物的形态分类研究。主要代表如瑞典的林奈(C. Linnaeus, 1707—1778)于1735年出版的《自然系统》(Natural System)一书,创立了纲、目、属、种、变种五个分类阶元和“双名法”,将动物界分为哺乳纲、鸟纲、两栖纲、鱼纲、昆虫纲和蠕虫纲。1665年英国人胡克(R. Hooke, 1635—1703)自制了世界上第一台显微镜,观察到软木薄片上成蜂窝状紧密排列的中空小室,称之为“细胞”(cell);荷兰人列文虎克(A. V. Leeuwenhoek, 1632—1732)也以自制的显微镜观察到细菌、原生动物等;从此生物研究进入微观世界。1838—1839年,两位德国学者施莱登(M. Schleiden, 1804—1881)和施旺(T. Schwann, 1810—1882)共同奠定了细胞学说的基础,其主要内容是:“无论生物体的各基本部分如何不同,在它们的发生和发育上则遵循着一个统一的原则,这一原则就是细胞的生成。”在林奈时代,物种被认为是不变的。法国的布丰(G. L. Buffon, 1707—1788)在著作《自然史》(Histoire Naturelle Générale et Particulière)中提出物种是可变的,成为进化思想的先驱者。法国的拉马克(J. B. Lamarck, 1744—1829)1809年最先在《动物学哲学》(Philosophie Zoologique)一书提出进化学说,提出环境对进化的影响、器官用进废退和获得性状的遗传等理论。英国的华莱士(A. R. Wallace, 1823—1913)于1858年在论文《论物种无限地离开其原始模式的倾向》中提出生物进化的自然选择学说。1859年英国的达尔文(C. Darwin, 1809—1882)出版了《物种起源》(The Origin of Species)一书创立了影响深远的达尔文进化论。恩格斯把达尔文进化论、细胞学说和能量守恒定律誉为19世纪自然科学的三大发现。

第二阶段:实验生物学阶段

19世纪中后期,资本主义生产有了巨大发展,在物理学等的带动下,各种实验技术被引入到生物学研究领域,促进了生物科学出现较大发展,其中比较主要的有奥地利的孟德尔(G. J. Mendel, 1822—1884)以豌豆的杂交试验发现其后代相对性状遵循一定比例,于1866年提出遗传学的两个基本定律——分离定律和自由组合定律。美国的摩尔根(T. H. Morgan, 1866—1945)等学者以果蝇为材料,研究发现了连锁、互换和伴性遗传规律,并将遗传学和细胞学结合起来,把孟德尔提出的遗传颗粒明确地归之于染色体上呈直线排列的“基因”(gene),确立和发展了染色体遗传学说。摩

尔根等学者把遗传因子命名为“基因”，因此染色体遗传学说又称基因学说。1933年摩尔根由于对“果蝇的染色体及其遗传的研究”而获得诺贝尔奖。苏联生理学家巴甫洛夫(I. P. Pavlov, 1849—1936)主要进行循环生理、消化生理、神经活动生理的研究。他改进了多种实验研究方法,自1890年起,在做了胃、唾液腺瘘管手术的狗身上着重地研究了心理刺激的效果,开创了条件反射学的新领域,在阐明消化液分泌的神经支配方面取得了成就,因而在1904年获得了诺贝尔奖,是生理学者中最早的获奖人。

第三阶段:分子生物学阶段

20世纪30年代以来,随着物理学和化学的进一步渗透,实验生物学和遗传学的进步,生物化学的研究有了较大的进展,研究集中于生命本质密切相关的生物大分子,即蛋白质、核酸和酶等方面。50年代后美国的沃森(J. D. Watson)到剑桥大学与英国的克里克(F. Crick)合作,他们分析了伦敦大学学者富兰克林(R. Franklin)的DNA分子X射线衍射图资料,并结合自己的工作于1953年在《自然》杂志上发表论文阐明了DNA分子双螺旋结构。论文中提出DNA分子是螺旋形结构,通过碱基对互补连接重复排列而成,并确定碱基对(base pairing)之间的距离为0.34 nm。沃森和克里克也因此获得诺贝尔奖,生物科学进入分子生物学研究阶段。

第四阶段:现代生物学阶段

20世纪70年代以来,生命科学各个领域取得了巨大进展,尤其是分子生物学的突破性成就和引入物理学、化学、信息学、计算机科学的概念、方法和技术,生命科学在自然科学中的地位发生了革命性变化。以分子生物学为核心的研究生物固氮工程、光合作用机制、蛋白质工程、基因治疗等方面有了许多重大突破。利用生物技术培育和优化组合牛、羊、猪及家禽品种,提高动物的生长速度,增强动物的抗病、抗逆能力,改进肉质及其风味;利用新的人工授精和养殖技术加快动物的生殖速度,如超声波采卵、人工体外受精、胚胎移植、精子和卵子的低温保存等等;生物工程和单性系统抗体技术在医药制造和施药方式上得到广泛应用;人体基因研究获得了巨大进展,美国和法国等基因组人员已成功地绘制出男性T染色体图和带有造成神经系统疾病的基因21号染色体的结构图,在未来5年内有可能绘制出人类所有染色体的结构图,并由此为人类通过使用人工培植的正常基因取代人体活细胞中的缺陷基因,为根治基因性疾病开辟了全新的途径。人类已跨入了揭示生命本质奥秘的门槛,不仅克隆了牛、羊等多种动物,而且可能在容器里培育人体器官,在实验室里制造生命。

现代生态学在20世纪50年代以后得到较大的发展。生态学(ecology)是研究生物与生物之间、生物与环境之间相互作用规律的科学。生态学是在19世纪由自然史或博物学研究中独立出来的。现代生态学研究的标志之一是从个体的观察转向群体的研究,即从个体生态学(autecology)转向群体生态学(syncecology);研究方法也由定性到定量,由静态到动态,由局部到整体,由观察到实验,出现了物种丰度(richness)、频度(frequency)、优势度(dominance)、多样性(diversity)及演替(succession)等概念和诞生了研究种群结构和动态的种群生态学(population ecology)。其二是在群落研究的基础上,进一步开展生态系统(ecosystem)研究,强调食物链(food chain),即生态系统的营养动态;此后热力学和经济学概念渗入生态学,70年代以后信息论、控制论和系统论也运用到生态学研究,形成了自动调节理论和系统分析方法,开始揭示生态系统中的物质循环、能量流动、信息传递的规律;现代生态学往宏观和微观两极发展,20世纪末分子生态学(molecular ecology)的兴起和发展是现代生态学的重要特征之一。分子生态学利用分子生物学技术进行生态学和进化问题的研

究,包括研究个体、种群和物种与环境之间的分子关系。目前,生态系统理论已应用到地学、农学和环境科学,生态系统研究涉及到整个生物圈(biosphere),因此生态学一方面与地理学、地球化学等学科交叉,另一方面又与社会科学相互渗透,出现了高度综合的研究,显示了越来越大的应用价值。

生命是进化的产物。现代生物是在长期进化过程中发展起来的,在地球上经过35亿年的演化以后,才形成如此缤纷多样的生物世界。自1859年达尔文的《物种起源》一书问世的一个多世纪以来,达尔文的进化理论被人们广泛接受。达尔文学说(Darwin Theory)认为,生物进化的主导力量是自然选择,生物的遗传和变异在自然选择的作用下,推动生命形式由简单到复杂,由低级到高级的发展。长期以来,古生物学家一直在寻找达尔文所预言的渐进式史实。1909年在加拿大的布尔吉斯、1947年在澳大利亚的埃迪卡拉、1984年在我国云南澄江县的帽天山和海口、1998年在贵州翁安等地考古发现了“寒武纪大爆发”的化石群。寒武纪(Cambrian period)是地质历史中距今约5.4亿年前至5.1亿年前的一段时期。化石的发现证明,地球上的生命在寒武纪时期发生了一次大规模的演化事件,当时大量多细胞生物突然涌现,生命“爆发式”地在寒武纪的岩层中出现,现有大多数动物的“祖先”在当时都已经出现,小至几毫米,大至数米,包括腔肠动物、多种蠕虫、帚虫、节肢动物及脊索动物门等几乎所有现生的动物门,地球上的生命在寒武纪短短的几千万年时间内突然形成。这就是生物学上著名的“寒武纪大爆发”。“寒武纪生物大爆发”证明了门一级高级动物类群的起源,揭示了进化的突变性,为构建“蘑菇云式”的演化模型提供了重要依据,无疑是对达尔文的倒锥形进化树模式提出了挑战。

进入20世纪,生命科学的两个发展方向引人注目。一是宏观方面,生命科学的传统学科如分类学在外来物种鉴定和预警、动植物检疫、生物多样性保护、科普教育等领域依然发挥着关键作用。生态学研究生态系统的结构与功能,特别是生态系统的物质循环、能量流动和信息传递,为保护生物多样性、改善生存环境和提高人类生活质量做出贡献。二是微观方面,从细胞、分子、基因方面开展研究,为人类健康、疾病防治和农业生产提供生命科学基础理论和实用技术。基因工程(gene engineering)、细胞工程(cell engineering)、酶工程(enzyme engineering)、发酵工程(fermentation engineering)等新技术广泛应用于医药卫生、农林牧渔、轻工、食品、化工和能源等领域,促进传统产业的技术改造和新兴产业的形成,成为解决全球经济问题的关键技术,在迎接人口、资源、能源、食物和环境危机的挑战中大显身手。

生命科学近半个世纪以来的发展趋势表现为:分子生物学、信息科学、计算机科学等新兴学科的推动及其与生命科学的相互渗透,宏观和微观生物学的相互交叉,使生命科学产生了许多分支新学科,如分子系统学、分子生态学、分子系统地理学等。转基因技术、克隆技术、遥感技术等新技术的出现与应用,为农业与畜牧业可持续发展、物种保护和生物灾害防控提供了强有力的手段。

中国的动物学知识记载最早可追溯到公元前3000—前200年的《山海经》,该书记录了300种动物的名称、分布、习性和利用。公元前1100—前400年的《尔雅》将动物分为虫、鱼、禽、兽四大分类系统,这本辞典性著作精辟地定义了鸟兽等动物,如“二足而羽谓之禽,四足而毛谓之兽”。北魏时期的《齐民要术》(533—544)综述了动物的饲养、生殖、管理,是动物学、畜牧学的最优总结。明朝李时珍(1518—1593)的《本草纲目》(1578)列有药用动物444种,分隶于虫、鳞、介、禽、兽等类型。17世纪后的近300年内,中国科技发展停滞,科技水平极大地落后于西方。20世纪20年代我国开始建立动物学的研究机构。1922年在南京成立中国科学社生物研究所,1929年在北京建立北平研究院动物研究所。与此同时,许多高校也相继设立动物学或生物学科、系,培养动物学研究生

才。如1922年厦门大学设立动物学系,至1936年全国已经有47所大学设立了生物学系。1914年丁文江编写的《动物学教科书》为中国的^{第一本动物学教材}。1921年薛德焯编著《近世动物学》(上、下册)。1934年成立中国动物学会,随后《中国动物学杂志》创刊。1936年朱洗、张作人合编《动物学》。新中国成立后,动物学的教学和研究有了迅速的发展。《动物学报》、《动物学分类学报》等刊物陆续创刊。20世纪50—60年代期间,各高校和有关研究机构培养了大批的动物学人才。20世纪80年代以来,众多动物学学者出国合作研究和深造,不少人带回学术新思想、新理论和新技术,同时,高校和研究所陆续配备了部分的先进仪器设备,逐步开展一些动物生物学的基础、前沿以及学科交叉性的研究,从而使我国动物生物学的一些分支学科达到世界先进水平。

第二章 动物生物学基本原理

学习目的

理解生命的本质和基本特征;了解动物体的物质组成;掌握动物细胞的基本结构、特点及其增殖过程;掌握组织、器官和系统的概念;掌握各种组织的形态结构特点、分布及其功能;掌握动物体的体制、分节、胚层、体腔的概念、形成演化及其在动物进化中的重要作用和意义;掌握动物早期胚胎发育的基本规律,掌握动物分类的基本知识。

第一节 生命的物质基础

一、生命的主要特征

多种多样的生物都具有生命的共性,服从生命运动的规律。生命是什么?“生命是蛋白体的存在方式”,“蛋白体是生命的唯一的独立的承担者”(恩格斯)。现代生物科学证明了恩格斯这一著名论断的正确性,并加以发展。现在已认识到,承担生命的“蛋白体”,主要是核酸(nucleic acid)和蛋白质(protein)的整合体系。生命与核酸、蛋白质按规律整合的体系不可分离。以这种整合体系为主体的生物,具有某些共同的属性。这些属性即生命的特征。

生命的主要特征,即生物与非生物的区别,主要有五大方面:

1. 新陈代谢

新陈代谢(metabolism)(简称代谢)是生命的最根本特征,是维持生物体生长、生殖、运动等生命活动过程的生理生化变化总称。通过代谢,生物体与环境之间不断地进行物质和能量交换。可见,生物体乃是一个以蛋白体为主体,具有代谢功能的体系。任何生物都因新陈代谢而具生命活性;代谢停止,则生命终止,个体也随之死亡。

代谢又分为同化作用(或称组成代谢,assimilation)和异化作用(或称分解代谢,dissimilation)。在新陈代谢过程中,生物体将从食物中摄取的养料转换成自身的组成物质,并储存能量的过程,称为同化作用。反之,生物体分解身体组成物质,释放能量或将分解物排出体外的过程,称为异化作用。新陈代谢保证了生物体的不断自我更新。代谢是在酶的催化作用下完成的,并且需要经历许多复杂的中间反应,这些中间反应总称为“中间代谢”(intermediary metabolism)。

2. 生长与生殖

生长(growth)是指生物体或细胞的体积由小到大、结构由简单到复杂、质量逐渐增加的过程。

在生长过程中,细胞经分裂而数目增多,同时由于细胞合成大量原生质而发生体积加大。生长通常伴随着发育过程的细胞分化和形态结构的建成。生物体或细胞在生命周期中,结构和功能从简单到复杂的变化过程称为发育(development)。生长常分阶段进行,各阶段有一定的期限、一定的体积大小和形态结构,生物的生长主要由生物的内在因素所决定,一些外在因素也会起一定的影响作用。

每一种生物都有生有死,其种族则大多数延续不断,这就要靠生物的生殖(reproduction)。动物的生殖是指包括求偶、交配、产卵(崽)、育幼等生理和行为过程的总称。通过生殖,生物繁衍了与其相似的子代。生物孳生后代的现象是生命的基本特征之一。

3. 遗传、变异和进化

“种瓜得瓜,种豆得豆”,物生其类,这是生物具有遗传性的表现。遗传(heredity)通常指亲代的性状在后代中得到表现的现象。在生物生殖过程中,遗传保证了物种的延续性和保守性,使物种世代相传保持稳定。但是,生物的保守性并非绝对,遗传也是可变的。因此,同一物种的不同生物个体之间总是存在着或多或少的形态、生理或行为的差异。环境相同而遗传物质不同时,会出现变异(variation);遗传物质相同而环境不同时也会产生变异,即遗传变异和环境变异。变异使后代异于亲体,这就是生物界进化发展的源泉。

遗传和变异是相互对立、又相互渗透的,二者都是生物发生进化的前提条件。生物种类从古至今一直处于逐渐变化的过程,随着变异的长期积累,生物由低等发展到高等,由简单到复杂,种类由少变多,这种过程就称为进化(evolution)。进化是生物多样性的来源。

4. 应激性与活动性

生物接受外来刺激,通过身体内在的兴奋和调节,发生相应的反应,即应激性(irritability),这是生物体的基本特性之一。生物对外来刺激可以表现为活动(activity)或行为反应,生物的活动和行为是应激性的高级表现形式。如绿眼虫对弱光表现为正趋光性,而对强光表现出负趋光性;季节的光照、温度、食物等变化,引起候鸟的迁飞等等。

5. 稳态

稳态(homeostasis)是生物系统的重要特性。细胞、器官、个体、种群和生态系统都具有稳态的特性。稳态指生物系统内部的各种组成成分能够相互协调,保持相对稳定的动态平衡;当能量和物质的输入、输出或流通在一定范围内发生改变时,系统各成分发生变化而产生自我调节,使系统恢复稳态或达到另一种新的稳态。稳态这一个术语更经常是用来反映生物个体内部环境的稳定或平衡,称为内环境稳态或体内平衡。它是指机体对某些物质的吸收和排出的动态平衡,收支相抵;也指机体内部保持了某些关键成分的含量和水平的相对稳定。如体温、血糖、氧、体液等。例如,在进行体育锻炼时,身体迅速地消耗氧将可能导致血液含氧量发生下降,这时,肺呼吸和心脏跳动就会加快,心跳加快保证了肺的供血,肺和心脏的活动必须在时间和速度上相互协调,才能保持内环境当中血液含氧量的稳态。可见,稳态是保证生物系统稳定与功能正常,维持生物进行正常代谢和生理活动的必要条件。一旦这种平衡破坏,生物就出现病变,甚至发生死亡。

在稳态的获得和保持过程中,负反馈(negative feedback)是共同的也是基本的机制。所谓反馈(feedback)是指系统当中的某一成分变化引起其他成分发生一系列的变化,而后者的变化最终又反过来影响首先变化的成分。各种类型的系统都有反馈现象。如果反馈的作用能够抑制或减少最早发生变化的成分的改变,那么,这种反馈就称为负反馈;反之,如果反馈的作用能够加剧或增加最

早发生变化的成分的改变,则称为正反馈(positive feedback)。负反馈抑制变化因此能够维持系统的稳态,相反,正反馈加剧变化因此使系统更加偏离稳态。

二、生命的物质基础

自然界是物质世界,一切生物都是由各种元素组成。生物体中的组成元素约 30 种,其中重要元素有 24 种。碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、硫(S),生物大分子和大部分有机物主要由这 6 种元素构成的,称构成元素。如 C、H、O、N、S 是蛋白质的组成成分,C、H、O、N、P 是核酸的组成成分。Fe、Cu、Mo、Co、Zn、Mn、V、I 等常与蛋白质结合,如血红蛋白含 Fe,血蓝蛋白含 Cu 等等。其他如锰(Mn)、碘(I)、钼(Mo)、钴(Co)、锌(Zn)、硒(Se)、铜(Cu)、铬(Cr)、锡(Sn)、钒(V)、硅(Si)及氟(F)等 12 种为微量元素。它们的含量虽少,但在生物大分子中处于关键地位,如 Mo、Fe 分布在固氮酶分子、Mg 在叶绿素分子、Fe 在血红蛋白分子、Zn 在胰岛素分子、Co 在维生素 B₁₂ 分子、I 在甲状腺素分子等等,这些元素对有关分子的生物学功能是不可缺的,也是不可取代的。如缺 Mo 则固氮酶不能产生,缺 Fe 则血红蛋白不能合成。

生物由必需的元素组成,这是指构成成分而言。但是,各种必要的元素即使按精确的比例混合在一起也并不能组成一个生物体。各种元素必须组成化合物才有生物学意义。生物体内的化合物分为无机物和有机物两大类。据分析,动物体约含有 75% ~ 85% 的水、10% ~ 20% 的蛋白质、2% ~ 3% 的脂质、1% 的核酸、1% 糖类和 1% 的无机盐。水和无机盐属于无机物,呈离子状态,在动物细胞内呈游离状态或与有机物结合。蛋白质、核酸、脂质、糖类属于有机物,在细胞内常常彼此结合,构成复杂的大分子。

1. 水

水是生物构成物质中最的一种,也是生命代谢活动的最重要介质。动物幼体含水量平均为 80% 左右,初孵出蝌蚪的含水量达 95%。动物活组织含水在 60% ~ 70% 以上,腔肠动物水母体内含水量达 98%。动物体代谢旺盛时,含水量比较高,不活动或休眠时含水量较低。

生物体内的水分大致可分为两种状态:一种是吸附和结合在有机固体物质(主要是蛋白质物)上的水分,称束缚水(bound water)。这部分水是生物体的构成物,不蒸发、不流动、也不析离;另一种是填充在有机固体物质颗粒之间的间隙里,为自由水(free water),可沿毛细管流动,易蒸发,加压可析离。自由水是生物体代谢的介质。生物体内的自由水和束缚水可以相互转化。自由水向束缚水转化较多时,机体代谢强度下降,但抗寒、抗热、抗干旱的能力提高。当自由水比例上升时,机体代谢活跃,生长迅速。由此可见,生物体内水分的存在状态对生命活动有重要的调控作用。

水生动物离不开水环境,陆生动物也发展了各种机制防止体内水分的蒸发和散失。水分子是由 H⁺ 和 OH⁻ 结合而成,具有极性,因此水是很好的溶剂,生物体内许多物质能溶解于水。生物机体是一个水液反应体系,在常温下生物借体内液体水进行代谢,水分处于不断的转换过程中。一方面从外界吸收水分,进入体内后水分不断地流动,以完成各种生命活动,如物质输送、消化、吸收、呼吸等等;另一方面机体在生活过程中也不断地向外界散发水分,以完成排泄、盐水平衡、体温调节,维持内环境的稳定等。当生物体内液态水汽化时吸收大量的热,于是生物体不致因受热而遭受破坏。这就是生物有一定抗热性的原因。人体暴露于强日光下,由于大量出汗,当失水量达 12% 时,即进入热死(explosive heat death)状态。生物体内所含的自由水在低温下能冻结,成为冰晶释出。