



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

陈阅增

(第4版)

普通生物学

主编 吴相钰 陈守良 葛明德



高等教育出版社

014057091



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

陈阅增

CHEN YUEZENG PUTONG SHENGWUXUE

Q1
05-4

普通生物学

(第4版)

主 编 吴相钰 陈守良 葛明德

编 者 (按姓氏笔画排序)

许崇任 陈守良 吴相钰 林稚兰
尚玉昌 葛明德 戴灼华



高等教育出版社·北京



北航 01742309

Q1
05-4

014027031

内容简介

《陈阅增普通生物学》第4版的修订按照普通生物学课程的基础性、通论性和入门性的要求,参考国外的生物学教材,对第3版有关章节的内容进行了必要的增删和不同程度的修改,使本书更加符合普通生物学课程的性质和任务,更好地适应广大读者和教师的需要。

全书共分7篇39章,涉及细胞、动物的形态与功能、植物的形态与功能、遗传与变异、生物进化、生物多样性的进化、生态学与动物行为等内容。

本书具有较好的广度和深度,深入浅出,可读性强,可作为生命科学类各专业本科生的基础课教材,也可供中学生物学教师及相关科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

陈阅增普通生物学 / 吴相钰, 陈守良, 葛明德主编.

—4版. —北京: 高等教育出版社, 2014.8

ISBN 978-7-04-039631-7

I. ①陈… II. ①吴… ②陈… ③葛… III. ①普通生物学—高等学校—教材 IV. ①Q1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第095905号

策划编辑 王莉
责任绘图 宗小梅

责任编辑 王莉
责任印制 毛斯璐

封面设计 刘晓翔

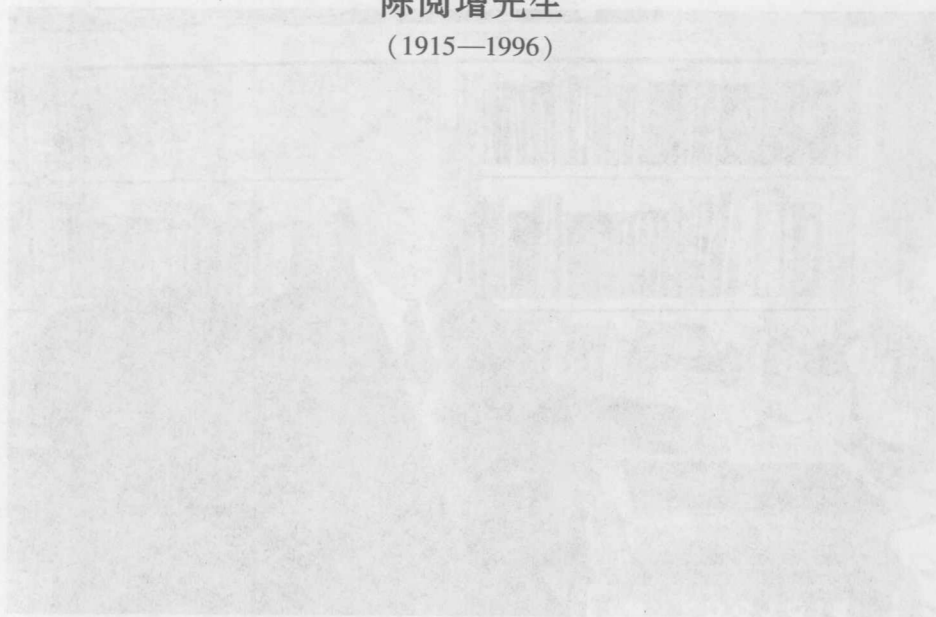
出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 北京中科印刷有限公司
开本 889mm×1194mm 1/16
印张 34.5
字数 1 000 千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>

版 次 1997年7月第1版
2014年8月第4版
印 次 2014年8月第1次印刷
定 价 59.00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 39631-00

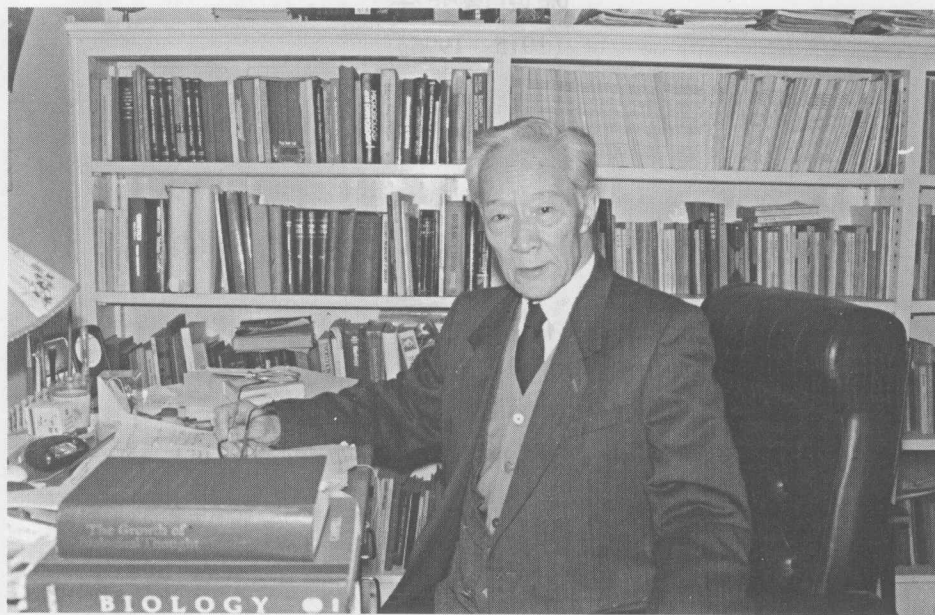
谨以本书纪念北京大学生物学教授
陈阅增先生
(1915—1996)



北京出版社

暨清华大学北京生命科学研究所

图书馆



陈阅增先生

第4版前言

陈阅增先生亲自主编的《普通生物学》于1997年出版后,我们根据陈先生的遗愿,于2005年修订完成了《陈阅增普通生物学》第2版。这次修订对第1版的结构做了变动,将动物和植物的结构和生活分别讲述;除两章外,更新全部内容,重新编写了各章。2009年,我们又根据使用本教材的教师和学生的意见进一步修订改写全书各章,出版了《陈阅增普通生物学》第3版。

第3版出版后,我们继续关注生命科学的重大进展和国际上生物学课程的改革情况,准备在适当的时候再做进一步的修订。2012年6月,全体编者讨论了第3版的修订问题。我们认为,第3版总体上是符合教学需要的,但由于生命科学的新进展,有些章节应做一些修订和补充。例如,近年来由于分子生物学和细胞超微结构研究的发展,逐步形成了新的生物界多级分类系统,即三域多界的分类系统;最近新发现的巨型病毒,拓展了人们对病毒的认识;生物物种的保护和保护生物学问题更加引起人们的重视,需要列入普通生物学的教学内容,等等。经过全体编者的努力,现在完成了修订工作,《陈阅增普通生物学》第4版即将呈献给读者,请读者批评指正。

在这个时刻,积极参加本书编写并做出重大贡献的葛明德教授,不幸因癌症过世。葛明德教授长期担任北京大学生物学系副主任,协助生物学系主任陈阅增教授的教学行政管理工作。20世纪90年代,葛明德教授又积极协助陈阅增教授编写《普通生物学》第1版。陈阅增教授逝世后,他参加《陈阅增普通生物学》第2版、第3版和第4版的主编和编写工作,以完成陈阅增教授的遗愿。他发现身患癌症后,仍坚持在治疗过程中,在家人的协助下完成了编写任务。葛明德老师长期对北京大学生物学系的建设和《陈阅增普通生物学》编写所作的贡献,我们是不会忘记的。

吴相钰 陈守良

2013年9月16日

第3版前言

《陈阅增普通生物学》(第2版)在2005年1月出版后受到高等学校生物学教师的重视和欢迎。北京师范大学彭奕欣教授认为,第2版是一部能较好地体现陈阅增先生编写思想并能与时俱进的普通生物学好教材,值得向读者郑重推荐。清华大学、上海交通大学、南京大学等院校采用第2版作为生物学课程的教材。第2版还受到中学生物学教师的关注,用作教学参考书;还被有关方面推荐为中学生物学“奥赛”的首选参考书。2007年3月,《陈阅增普通生物学》(第2版)被北京市教育委员会评为“2006年北京高等教育精品教材”。出版近4年以来,第2版的累计印数已达14.9万册。

参加第2版修订的作者虽然多主编过本专业的大学教材,但大多没有大学普通生物学的教学经验,此前也没有编写过普通生物学教材,因此,书中出现不少的缺点和错误。许多老师和同学们在使用过程中发现教材中的缺点错误都及时反映给我们,我们非常感谢。我们只有在实践中学习,努力提高编写水平。正如我们在第2版前言所指出的,“一本好的教科书,往往需要经过多次的修订才能臻于完善”,因此,我们在2006年3月又启动了第3版的修订工作。

从第1版到第2版,《陈阅增普通生物学》的框架结构作了较大的调整,做到了与近年来国际普通生物学教学的发展趋势接轨。第3版修订的目的在于使本书更加符合普通生物学课程的性质和任务,要按照普通生物学课程的基础性、通论性和入门性的要求,参考国外的生物学教材,对有关章节的内容进行必要的增删。使本书能更好地适应广大读者和教师的需要,力争与国际上有影响的普通生物学教材同步。

第2版中的第1、3、5章基本上是沿用陈阅增先生第1版的原稿。第3版中的这3章都在原有的基础上进行改写增补,其他各章也都作了不同程度的修改。第1章由葛明德执笔,第2~5章由吴相钰执笔,其他各章的执笔人均同第2版。

北京师范大学彭奕欣、刘恩山教授,四川大学王喜忠教授,南京大学肖信生、陈建秀教授,中国科学院微生物研究所程光胜研究员,北京大学胡适宜、汪劲武、周曾铨、任淑仙、陈建国教授,上海交通大学的有关同学等对第2版中的问题以及如何修改提出了宝贵的批评建议,我们谨此致谢!

我们竭诚欢迎广大教师和读者对《陈阅增普通生物学》(第3版)提出批评和建议。

吴相钰 陈守良 葛明德
2008年11月30日

第2版前言

我国著名生物学家、北京大学原生物学系主任陈阅增教授(1915—1996)主编的《普通生物学——生命科学通论》于1997年7月出版。本书是第2版,编写仍然遵循第1版的原则。这里首先对陈阅增教授和他编写此书的指导思想作简要介绍。

陈阅增1937年毕业于北京大学生物学系,1950年获英国剑桥大学博士学位。他是一位严谨而又勤奋的科学家,在原生动生物学、细胞学等方面取得不少重要成果。他是鞭毛虫吞食性营养的发现者。他对杆囊虫营养的研究堪称原生动生物学的一项经典性工作。他和他的学生曾对四膜虫和游仆虫的有性生殖进行系统的细胞学研究工作,取得了一些重要研究成果。他曾任中国动物学会副理事长、中国大百科全书生物学编辑委员会副主任、教育部理科生物学教材编审委员会主任等职。

陈阅增长期在北京大学生物学系任教,1956年任副系主任,主管教学等业务工作。在长达30年的时间里,他将全部精力倾注于生物学系的学科建设、专业建设和课程建设。“文革”以后,他于1978年出任生物学系主任,着手恢复和重建生物学系各专业的教学、科研秩序。陈阅增认为,当时存在着一种专业愈分愈细、基础愈搞愈窄的倾向,不利于人才的培养,因此力主“宽口径,厚基础”。他主张开设普通生物学课程,并把它作为重点进行建设。陈阅增关于开设此课程和编写普通生物学的思想,可以概括为以下几点:

1. 生物界既有极大的多样性,又有高度的统一性。生物界是一个整体。在生物大分子的结构与功能,生物体的稳态、发育、遗传、适应与进化等方面都存在着对生物界普遍适用的规律。生命科学内容丰富多彩,是完整的、系统的知识体系。因此普通生物学应该成为生物学专业学生的一门基础课,一个首先必须达到的知识平台。

2. 普通生物学是一门具有通论性质的课程,它的任务应该是帮助学生了解生命科学的全貌和获得普遍的规律性的知识。这些知识可能是比较“古老”的,也可能是比较新的科学成果。如果涉及比较深奥的知识,则应该进行深入浅出的介绍,而把详尽的论述留给后续的课程。

3. 生物界是由多个结构层次组成的。在各个层次之间既有自下而上的因果关系,也有自上而下的因果关系。在普通生物学中既要重视分子、细胞层次的生物学知识,同样不可忽视宏观层次的生物学知识,不能有所偏废,而要让它们相得益彰。

4. 科学没有国界,生物学没有国界。现代生物学的成就是全人类的共同财富。20世纪90年代以来,国际上出版的普通生物学教科书,其框架结构逐步趋向一致,趋向稳定。共同特点就是按生物界的结构层次来安排内容,即以分子、细胞、个体直到生物圈为序,这是很有道理的。我们编写普通生物学也应如此。普通生物学应选取那些最合适的材料去说明生物学的基本概念和原理,而不管这些材料来自何方。同时,我们也必须看到,我国也有一些科学材料对于说明生物学重大问题很有价值,也应该采纳。20世纪30年代,我国著名生物学家陈桢教授在编写复兴高级中学教科书《生物学》时,援引中国金鱼的材料说明人工选择,效果极佳。这个事例很值得

我们学习。

5. 生命科学博大精深。要做好普通生物学教材的编写工作,应组织几个有广博基础,又学有专攻的教师协作进行,这就必然会遇到写作风格问题。陈阅增认为,假如有一个统一的体例,大家都用规范的现代汉语来写作,都力求文字平实和明白如话,那么把大家写的东西放在一起大体上就是协调的。在其他方面个人风格有差异也就无关大局了。

《普通生物学——生命科学通论》自1997年出版以来,到2004年一共印刷了16次,累计达22万册。这个数字说明,这是一本受欢迎的比较好的教科书。其重要原因之一,就是主编有一个好的指导思想。这个数字也说明了,社会上确实需要这样一种类型的教科书。然而,一本好的教科书,往往需要经过多次的修订才能臻于完善。1996年10月,当陈阅增教授得知本书即将出版时,曾明确表示,对于已完成的书稿并不满意,出版后将留下诸多遗憾。可惜这时他已患晚期肺癌,没有时间去进一步的修改工作了。

2002年,北京大学生命科学学院将修订《普通生物学——生命科学通论》的工作提到日程上来,长远目标是经过几次修订,使之成为一本优秀教科书。我们接受学院领导的委托,按照陈阅增教授提出的编写思想,进行了调整、重写或补充,经过近3年的工作,第2版的书稿已经完成,即将交付出版。为了纪念陈先生,我们将此书定名为《陈阅增普通生物学》。

第2版和第1版一样,也是按生物界的结构层次从低到高安排内容。我们参考国外比较著名的同类教科书,将总体字数(包括图、表)大体控制在90万左右,对篇章结构作了比较大的调整。第1版共计三大部分19章,第2版共计7篇36章。有些调整是陈阅增教授生前就明确要做的。例如,在第1版中动物和植物的结构与功能是在个体生物学的大标题下,按功能将动物和植物对照起来论述的。20世纪七八十年代,有一些国外著名教科书也是这样处理的,如S. L. Weinberg的Biology: an Inquiry into the Nature of Life。正如陈阅增教授后来所说,动物和植物在细胞层次上存在高度的统一性而在个体层次上则表现为重大的差异,在教科书中还是分开来论述为好。现在第2版已经改了过来。有些调整则是根据生物学发展的动向做出的。例如,当人们跨进21世纪时,生物学完成了人类基因组的测序工作,这不是基因组研究的终结,而是它的开始。人们不再将基因的功能局限于编码蛋白质,而是涉及基因调控等重要领域,这将使人们对生命核心机制的认识大大向前推进。为此,我们专设人类基因组一章,为今后能及时地反映有关成就预留了空间。

由于第2版在框架上作了较大的调整,全书36章中有33章是重写的,第1,3,5这三章则对第1版相应章节作了修订和补充。

这一版重写各章的撰写人和审读人如下:

篇次	章次	撰写人	审读人	审读人所在单位
1	2,4	吴相钰	徐长法	北京大学生命科学学院
2	6~8,13~15	陈守良	蔡益鹏	北京大学生命科学学院
	9~10,12,16	陈守良	黄祚强	北京大学生命科学学院
	11	陈守良	王重庆	北京大学生命科学学院
3	17~19	吴相钰	高信曾	北京大学生命科学学院
4	20~24	戴灼华	吴鹤龄	北京大学生命科学学院

续表

篇次	章次	撰写人	审读人	审读人所在单位
5	25~27	葛明德	胡文耕	中国社会科学院哲学研究所
6	28	林稚兰	黄秀梨	北京师范大学生命科学学院
	29	葛明德	高信曾	北京大学生命科学学院
	30	许崇任	程红	北京大学生命科学学院
	31	葛明德	胡文耕	中国社会科学院哲学研究所
7	32~36	尚玉昌	蔡晓明	北京大学生命科学学院

第1章生物界与生物学,第1版为陈阅增、葛明德编写,这一版由葛明德修订,周曾铨审读。第3章细胞的基本形态、结构与功能,第1版为陈阅增编写,这一版由丁明孝修订,陈建国审读。第5章细胞的分裂和分化,第1版为陈阅增编写,这一版由丁明孝修订,张传茂审读。

我们非常感谢周曾铨教授组织本书的编写,翟中和院士对本书的关心以及许多位同仁的关爱。特别要感谢上述各位审读者在百忙中对初稿提出许多宝贵意见,为本书增色不少。最后,还要感谢高等教育出版社生命科学分社为本书的出版所做的大量工作,特别是王莉编辑所付出的辛劳。

由于我们的水平和能力所限,本书中错误和不妥之处在所难免。由多位作者执笔,虽然编写前多次商议,编后又进行统稿加工,但前后矛盾或呼应不到之处仍可能不少。敬希读者、有关教师和专家不吝赐教,谨此预致谢忱! 通讯地址:100871,北京大学生命科学学院。

吴相钰 陈守良 葛明德
2004年7月

郑重声明



北航 C1742309

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

目 录

1 绪论:生物界与生物学 1

- 1.1 生物的特征 1
- 1.2 生物界是一个多层次的组构系统 3
- 1.3 生物界的多级分类系统 4
- 1.4 生物和它的环境形成相互联结的网络 6
- 1.5 在生物界巨大的多样性中存在着高度的统一性 7
- 1.6 研究生物学的方法 7
- 1.7 生物学与现代社会生活的关系 9

第1篇 细胞

2 生命的化学基础 12

- 2.1 原子和分子 12
- 2.2 组成细胞的生物大分子 16
- 2.3 糖类 18
- 2.4 脂质 21
- 2.5 蛋白质 22
- 2.6 核酸 25

3 细胞结构与细胞通讯 29

- 3.1 细胞的结构 29
- 3.2 真核细胞的结构 32
- 3.3 生物膜——流动镶嵌模型 45
- 3.4 细胞通讯 48

4 细胞代谢 52

- 4.1 能与细胞 52
- 4.2 酶 55
- 4.3 物质的跨膜转运 57
- 4.4 细胞呼吸 63
- 4.5 光合作用 70

5 细胞的分裂和分化 79

- 5.1 细胞周期与有丝分裂 79
- 5.2 减数分裂将染色体数由 $2n$ 减为 n 89

5.3 个体发育中的细胞 91

第2篇 动物的形态与功能

6 脊椎动物的结构与功能 96

- 6.1 动物是由多层次的结构所组成的 97
- 6.2 动物的结构与功能对生存环境的适应 102
- 6.3 动物的外部环境与内部环境 102

7 营养与消化 105

- 7.1 营养 106
- 7.2 动物处理食物的过程 111
- 7.3 人的消化系统及其功能 111
- 7.4 脊椎动物消化系统的结构与功能对食物的适应 116

8 血液与循环 118

- 8.1 人和动物体内含有大量的水 118
- 8.2 血液的结构与功能 119
- 8.3 哺乳动物的心脏血管系统 123

9 气体交换与呼吸 129

- 9.1 人的呼吸系统的结构与功能 129
- 9.2 人体对高山的适应 133
- 9.3 危害身体健康的呼吸系统疾病 134

10 内环境的控制 135

- 10.1 体温调节 136
- 10.2 渗透调节与排泄 138

11 免疫系统与免疫功能 143

- 11.1 人体对抗感染的非特异性防卫 143
- 11.2 适应性免疫(免疫应答) 146
- 11.3 免疫系统的功能异常 151

12 内分泌系统与体液调节 153

- 12.1 体液调节的性质 153
- 12.2 脊椎动物的体液调节 155
- 12.3 激素与稳态 157

- 13 神经系统与神经调节 162**
- 13.1 神经元的结构与功能 163
- 13.2 神经系统的结构 166
- 13.3 脊椎动物神经系统的功能 170
- 13.4 人脑 172
- 14 感觉器官与感觉 178**
- 14.1 感觉的一般特性 178
- 14.2 视觉 179
- 14.3 听觉与平衡感受 183
- 14.4 化学感受性:味觉与嗅觉 186
- 14.5 皮肤感觉 186
- 15 动物如何运动 188**
- 15.1 动物的骨骼 189
- 15.2 人类的骨骼 190
- 15.3 肌肉与肌肉收缩 193
- 15.4 骨骼与肌肉在运动中的相互作用 195
- 16 生殖与胚胎发育 197**
- 16.1 有性生殖与无性生殖 197
- 16.2 人类的生殖 199
- 16.3 人类胚胎的发育 208

第3篇 植物的形态与功能

- 17 植物的结构和生殖 216**
- 17.1 植物的结构和功能 216
- 17.2 植物的生长 222
- 17.3 植物的生殖和发育 227
- 18 植物的营养 234**
- 18.1 植物对养分的吸收和运输 234
- 18.2 植物的营养与土壤 238
- 19 植物的调控系统 244**
- 19.1 植物激素 244
- 19.2 植物的生长响应和生物节律 249
- 19.3 植物对食植动物和病菌的防御 251

第4篇 遗传与变异

- 20 遗传的基本规律 256**
- 20.1 遗传的第一定律 257
- 20.2 遗传的第二定律 259
- 20.3 孟德尔定律的扩展简介 261

- 20.4 多基因决定的数量性状 262
- 20.5 遗传的染色体学说 263
- 20.6 遗传的第三定律 269
- 20.7 细胞质遗传 270

21 基因的分子生物学 272

- 21.1 遗传物质是 DNA(或 RNA)的证明 273
- 21.2 DNA 复制 275
- 21.3 遗传信息流是从 DNA 到 RNA 到蛋白质 276
- 21.4 基因突变 283

22 基因表达调控 286

- 22.1 基因的选择性表达是细胞特异性的基础 286
- 22.2 原核生物的基因表达调控 287
- 22.3 真核生物的基因表达调控 289
- 22.4 发育是在基因调控下进行的 293

23 重组 DNA 技术简介 297

- 23.1 基因工程的相关技术 298
- 23.2 基因工程主要的工具酶 300
- 23.3 基因克隆的质粒载体 301
- 23.4 重组 DNA 的基本步骤 302
- 23.5 基因工程的应用及其成果简介 304
- 23.6 遗传工程的风险和伦理学问题 306

24 人类基因组 308

- 24.1 人类基因组及其研究 309
- 24.2 人类遗传性疾病 311
- 24.3 癌基因与恶性肿瘤 315

第5篇 生物进化

25 达尔文学说与微进化 322

- 25.1 进化理论的创立:历史和证据 323
- 25.2 生物的微进化 330
- 25.3 自然选择 335

26 物种形成 343

- 26.1 物种概念 343
- 26.2 物种形成的方式 345

27 宏进化与系统发生 352

- 27.1 研究宏进化依据的科学材料 353

- 27.2 生物的宏进化 356
- 27.3 生物的系统发生 364
- 27.4 进化与发育的修饰 367

第6篇 生物多样性的进化

28 生命起源及原核生物多样性的进化 372

- 28.1 生命的起源 372
- 28.2 原核生物多样性的进化 376
- 28.3 处于生物与非生物之间的病毒 382

29 真核细胞起源及原生生物多样性的进化 385

- 29.1 真核细胞的起源 385
- 29.2 原生生物多样性的进化 386
- 29.3 多细胞真核生物的起源及进化 393

30 绿色植物多样性的进化 395

- 30.1 绿藻和陆生植物的起源 395
- 30.2 陆生植物的世代交替和对陆地生活的适应 397
- 30.3 陆生植物多样性的进化 398

31 真菌多样性的进化 405

- 31.1 真菌是重要的分解者 406
- 31.2 真菌多样性的进化 406

32 动物多样性的进化 410

- 32.1 动物种系的发生 411
- 32.2 无脊椎动物多样性的进化 413
- 32.3 脊索动物多样性的进化 423

33 人类的进化 433

- 33.1 人类与灵长目 433
- 33.2 人类的进化过程 438

第7篇 生态学与动物行为

34 生物与环境 450

- 34.1 环境与生态因子 451

- 34.2 生物与非生物环境之间的关系 451

- 34.3 生物与生物之间的相互关系 453

35 种群的结构、动态与数量调节 457

- 35.1 种群的概念和特征 457
- 35.2 种群的数量动态 460
- 35.3 种群的数量调节 464

36 群落的结构、类型及演替 467

- 36.1 群落的结构和主要类型 468
- 36.2 物种在群落中的生态位 471
- 36.3 群落的演替及其实例 473

37 生态系统及其功能 477

- 37.1 生态系统的基本结构 478
- 37.2 生态系统中的生物生产力 480
- 37.3 生态系统中的能量流动和物质循环 482
- 37.4 人类活动对生物圈的影响 487

38 生物多样性及保护生物学 491

- 38.1 生物多样性包括3个层次 492
- 38.2 生物多样性下降的原因 492
- 38.3 濒危物种的鉴别和分类 494
- 38.4 生物多样性的热点区域与保护生物学 495
- 38.5 物种保护 495
- 38.6 生境保护 496

39 动物的行为 498

- 39.1 本能行为和学习行为 499
- 39.2 动物行为的生理和遗传基础 504
- 39.3 动物的防御行为和生殖行为 506
- 39.4 动物的社群生活与通讯 510
- 39.5 利他行为和行为节律 515

参考文献 519

索引 525

1

绪论:生物界与生物学

- 1.1 生物的特征
- 1.2 生物界是一个多层次的组
构系统
- 1.3 生物界的多级分类系统
- 1.4 生物和它的环境形成相
互联的网络
- 1.5 在生物界巨大的多样性
中存在着高度的统一性
- 1.6 研究生物学的方法
- 1.7 生物学与现代社会生活
的关系



地球,人类的家园——登月飞船所拍摄的地球照片

地球表层空间是生命的家园。从赤道到极地,从雨林到沙漠,到处都有生命的踪迹。地球上的生物有着巨大的多样性。支原体(*mycoplasma*)是最小的单细胞生物,直径仅有100 nm;北美的一株巨杉(*Sequoia gigantea*)高达83 m,重达6 167 t。在生命个体的寿命上,细菌(*bacteria*)一般每一分钟分裂一次;有一株被砍伐的巨杉的树龄,高达3 200年。在细胞组成上,变形虫(*amoeba*)是单细胞生物,而我们人则是多细胞生物。在营养方式上,有些生物是自养的,如绿色植物、红藻、蓝细菌,有的则是异养的,如真菌、细菌、原生动物、动物。

在横向上,生物遍布全球;在纵向上,有生物存在的空间的上下距离并不大。大树最高不过100 m,鸟类飞翔最高也不过2 000 m。虽然在4 000 m深的海底仍有细菌存在,但大多数海洋生物聚集在150 m深度以内。在地面以下,一般说来,生物只局限在50 m以内的土层中。由此可见,生物主要分布在大气圈的下层、水圈的上层,以及和它们相接触的岩石圈的表层。它们组成了一个存在有生物的地理圈——生物圈(biosphere)。

1.1 生物的特征

所有的生物体都是非匀质的,它们是由不同的并各具特定功能的部分组成的系统,是自然界最复杂的系统。我们通过介绍生物的共同特征来回答什么是生

命的问题。

1. 特定的组构

生物的第一个基本特征是:细胞(*cell*)是生物体组构(*organization*)的基本单位。所有的生物体都是由一个或多个细胞所组成的。细胞由一层质膜包被。质膜将细胞与环境分隔开来,并成为它与环境之间选择

性地进行物质与能量交换的关口。在化学组成上,细胞与无生命物体的不同在于,在细胞中除了含有大量的水(50%以上)外,含有种类繁多的有机分子,特别是起关键作用的生物大分子:核酸、蛋白质、多糖和脂质。由这些分子构成的细胞是结构异常复杂且高度有序的系统,在一个细胞中可以进行生命所需要的全部基本新陈代谢活动。在多细胞生物中,高度分化的细胞除了基本的新陈代谢活动外,还各有特定的功能。整个生物体的生命活动有赖于其组成细胞的功能的整合。

2. 新陈代谢

在生活的生物体和细胞内,存在着无休止的化学变化,一系列的酶促反应组成复杂的反应的网络。这些化学反应的总和称为新陈代谢(metabolism)。所有生物都要从外部捕获自由能来驱动化学反应。自养生物从太阳光获取能量,利用简单的原料去合成自身复杂的有机分子。异养生物从食物中获得能量,这些食物是其他生物合成的有机物质。异养生物将食物加以分解,释放出其中的能量,并将分解形成的小分子作为合成自身生物大分子的原料。在生物体内随着每一次能的转换,总有一些自由能转变为热,一些富含自由能的大分子转变为简单的代谢废物,从而使系统的无序性增加。因此,生物体和细胞要维持其内部的新陈代谢就需要不断地和环境进行能量和物质的交换。生物体是一个开放的系统。

新陈代谢的每一个反应环节是化学反应,遵循化学规律。但在整体上又突显出生命的属性,如它是自主进行的,并能不断更新自己。

3. 稳态和应激性

生物体内新陈代谢所需要的物理、化学条件(如温度、pH等)被限制在一个很窄的幅度之内。生物体具有许多调节机制,用来保持内部条件的相对稳定,并且在环境发生某些变化时也能做到这一点。这个特性称为稳态(homeostasis)。例如,当某种细胞成分制造得过多时,产生它的过程就会关闭;当细胞中能量的提供不足时,释放能量的过程就会加强。

生物体内或体外物理或化学变化,如温度、压力的变化,光线的颜色和强度的变化,土壤、水中化学成分的变化等,都可能对生物产生影响。生物体能感受这些变化(刺激)并做出有利于保持其体内稳态,维持生命活动的应答,称为应激性(irritability)。生物界有多种多样感受刺激和作出反应的机制。

4. 生殖和遗传

任何一种生物个体都不能长久存活。它们通过生

殖(reproduction)产生子代使物种得以延续。子代具有和亲代相似的性状称为遗传(heredity)。生物界有多种生殖的模式。细菌这样的单细胞生物用分裂成两个子细胞的方式生殖。大多数生物是通过一种特化的生殖细胞进行生殖。无论哪一种模式,都必须将全部遗传信息通过细胞从亲代传递到子代。生殖和遗传的核心机制是DNA的自我复制。DNA所携带的遗传信息,沿着DNA—RNA—蛋白质的途径,表达为性状,从而使亲代性状重现于子代。

5. 生长和发育

某些无生命物体也能“生长”,例如,在食盐的过饱和溶液中可以形成食盐晶体,当更多的盐从溶液中析出时,晶体会“生长”。这是同类物质的聚集。生物的生长(growth)是细胞体积或者数量的增长。从生物体吸收的营养物转化为细胞的组分,中间发生了一系列的变化,而且是在精确调控下完成的。发育(development)是和生长密切相关的过程,在多细胞生物的生活史中,发生了一系列结构和功能的变化,包括组织器官的形态建成、性成熟、衰老等。发育也是一种被精确调控的程序性变化过程。

6. 进化和适应

在生殖过程中,遗传物质往往会发生重组和突变,使亲代和子代以及子代不同个体之间出现变异。突变、漂变、基因流、非随机交配和选择使生物种群发生进化(evolution,也称为“演化”),按达尔文的概念,进化是“有修饰的传代”(descent with modification)。选择使生物一代代愈益适应它所处的环境。当我们说一个生物对环境是适应的,指的是这种生物和它具有的某些遗传性状提高了它在特定环境中生存和生殖的能力。进化是生物学中一个重要的基本概念,我们将借助这个概念对生物界的多样性、统一性和适应性做出合理的解释。

上面的叙述并没有穷尽生物的特征,但是它已经可以用来区分生物和非生命物体。综观这些特征,生命(life)只能是生物体和细胞这个复杂系统,而不是其中的任何一种组分的运动形态和属性。我们可以用这些特征来说明一条狗和一块石头的不同到底在哪里。问题出在病毒(virus)上。病毒由蛋白质和核酸(DNA或者RNA)组成,由于没有实现新陈代谢所必需的基本系统,自身不能复制。但是当它接触到宿主细胞时,便脱去蛋白质外套,它的核酸(基因)侵入宿主细胞内,借助后者的复制系统,按照病毒基因的指令复制新

的病毒。今天,许多生物学家认为病毒是处于生物与非生物体的交叉区域的存在物。

1.2 生物界是一个多层次的组构系统

生物界的复杂性,首先表现在它是一个多层次的组构系统,每一个层次都建筑在下一个层次之上。总共有 11 个组构层次构成一个有序的阶层,这些层次是:生物大分子、细胞器、细胞、组织、器官、系统、个体、种群、群落、生态系统和生物圈(图 1.1)。



图 1.1 地球上的物质组织起来形成一个多层次的结构系统

个体(individual)是在自然界能独立存在的基本的生命单位,而它绝不是孤立的存在物。在一个地区,一群互交繁殖的同种个体,构成种群(population)。一个物种可以有多种群,它们分别生活在不同地区。种群之间,由于地理隔离而没有基因交流,由于环境的差异和长期隔离,其中一些种群可能发展成亚种,甚至变成新的物种。可见,种群是物种存在的单位、繁殖的单位和进化的单位。在一个地区,不可能只有一个物种的种群,而同时存在多个物种的种群。在一定空间里,多种生物种群的集合体称为群落(community)。群落并不是任意物种的随机组合。生活在同一群落中不同物种种群之间相互制约又相互依存。群落就是各个物种适应当地环境并彼此适应的产物。群落和它的环境密不可分。我们不能想象在内蒙古草原会出现西双版纳的热带雨林,在长江三角洲会出现可可西里的高寒苔原。在一定的空间内生物成分和非生物成分通过能量流动和物质循环而构成相互依赖又相互制约的生态系统(ecosystem)。地球上许许多多大大小小的生态系统。碧波荡漾的鄱阳湖是一个生态系统,长白山的原始森林是一个生态系统,一个小小的池塘也是一个生态系统。生态系统是地球表面自然界的基本单位。地球上所有生态系统的总和就是生物圈(biosphere),它也是最大的生态系统。

我们可以继续以个体为起点,自上而下地考察个体以下的各个层次。个体可以由一个细胞所组成,也可以由多个细胞所组成。我们人体就是一个复杂的多细胞生物体。在多细胞生物体下面的一个层次是器官系统。在本书第 6 章中将讲到人体至少可以分为 11 个系统(system)。它是由若干个相关器官(organ)组成的能完成特定功能的系统。例如神经系统由脑、脊髓以及分别与之相连的脑神经和脊神经组成(参见图 6.10i)。神经系统的功能是调节各器官各系统,使它们协调一致形成一个整体。脑就是神经系统的一个重要器官(参见图 13.11)。在显微镜下观察脑的切片,可以看到它是由神经细胞(神经元)和对神经细胞起支持作用的胶质细胞交织形成的网络,这就是神经组织。组织(tissue)是由一种或几种细胞结合起来的细胞群,人体中除了神经组织外,还有上皮组织、结缔组织、肌肉组织等。

提到神经元(参见图 13.1),我们就接触到生物体结构的基本单位——细胞。在多细胞生物体中有许许多多不同类型的细胞,它们各自有特定的形态和功能,又具有统一的结构模式。以动物细胞为例,它的最外面是细胞膜,称为质膜。质膜内为细胞质,其中有各种