

高等学校试用教材

普通生物学

南开大学 武汉大学 复旦大学 四川大学 编

A black and white photograph of a tropical forest scene. In the foreground, a dirt path leads through dense vegetation. To the left, there is a small thatched-roof hut. The background shows tall trees and a bright sky. The overall scene is lush and natural.

高等教育出版社

高等学校试用教材

普通生物学

南开大学 武汉大学 复旦大学 四川大学 编

高等教育出版社

本书着重从生命活动的共同规律来阐述生物科学的基本知识和基础理论，并力求反映近代生物学的新成就。内容包括生命物质基础、生命基本单位——细胞及其代谢、生物体的结构与功能、生殖与发育、遗传与变异、生物的进化、生物的种类、生物与环境以及动物的行为等十二章。

本书可作为大专院校普通生物学教材，也可作为从事与生物学有关的农、林、医等方面的工作者以及中学生物教师参考之用。

高等学校试用教材

普通生物学

南开大学、武汉大学、复旦大学、四川大学 编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

二二〇七工厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 27.75 字数 634,000

1983年9月第1版 1984年4月第1次印刷

印数 00,001—12,300

书号 13010·0923 定价 2.70 元

前 言

生物学是研究生命的科学。生命是人类知识范围内最富于魅力的现象，其本质问题尤为奥妙、复杂。近年来由于在生物科学领域中取得了惊人的进展，进一步显示出它对人类生活和生产实践的巨大影响，对国民经济的重要性也日益为人们所认识。目前，普通生物学不仅是生物系和医、农院校的一门基础课，而且在理科、文科、工科和管理学科中许多系或专业都纷纷要求开设普通生物学课。因此，普通生物学教材已成为当前最急需的教材之一。

普通生物学涉及的范围极其广泛，内容十分丰富。但限于篇幅，显然在一本书中不可能包罗所有内容。因此，在编写过程中，我们力求做到：在保持本书的系统性和完整性的基础上，努力贯彻少而精的原则；在着重介绍基本知识和基础理论的同时，注意联系生产实践，努力反映最新成就和进展，并且尽可能地把结构与功能、生物与环境统一起来。

全书共分十二章，体系安排大体是从分子水平开始，逐步上升到细胞、器官、个体和群体生物学水平。

鉴于不同的科学领域要求生物学方面的知识不尽一致，开设普通生物学的学时不同，讲授内容的侧重点也不完全一样。同时，考虑到教材还应对学生有一定的参考价值。因此，书中所编的内容略为偏多，各校在采用本教材时，可根据不同需要自行取舍。

每章之末附有复习思考题，供学生自学时参考。对这些问题的认真思考，将有助于加深对本课程内容的理解。

本书最后列有主要参考书目，是供学生进一步了解有关章节时选读用的，不是编写本书的全部参考书目。

本书审稿会于1982年11月在天津召开，参加审稿会的有北京大学陈阅增教授、张宗炳教授、武汉大学熊全洙副教授、北京师范大学彭奕欣副教授、以及北京大学、西北大学、四川大学、南开大学和人民教育出版社的代表。与会代表对初稿进行了认真审阅，提出了许多宝贵的修改意见。此外，厦门大学黄厚哲教授和武汉大学杨弘远教授也提出了书面审查意见。我们对参加审稿会议和提出书面审查意见的所有同志表示衷心的感谢。

本书由南开大学张銮光，武汉大学刘正雄、杨昌凤、杨代淑、黄诗笺，复旦大学洪黎民、吴人坚、赵广铃、陈建华，四川大学韩福山、胡琳贞十一位同志共同编写，各章后面附有编者姓名。全书最后由张銮光校阅，并在名词和术语上进行了统一。但由于时间仓促，加以编者水平所限，书中错误和不妥之处在所难免，我们衷心欢迎读者提出批评指正。

编 者

1983年1月

• 1 •

目 录

第一章 绪论	1
第一节 生命的基本特征.....	1
第二节 生物科学与人类.....	3
第三节 生物科学的分科.....	5
第四节 生物科学的研究方法.....	6
第五节 生物科学发展概述.....	9
复习思考题.....	13
第二章 生命的物质基础	14
第一节 原生质的基本概念.....	14
第二节 原生质的无机物组成.....	15
第三节 原生质的有机物组成.....	16
复习思考题.....	32
第三章 细胞	33
第一节 概述.....	33
第二节 细胞的结构和功能.....	35
第三节 细胞的增殖.....	53
第四节 细胞的生长和分化.....	61
复习思考题.....	62
第四章 代谢	63
第一节 新陈代谢与酶.....	63
第二节 细胞能量代谢与生命活动.....	70
第三节 细胞的基本物质代谢过程.....	75
第四节 光合作用与固氮作用.....	82
复习思考题.....	90
第五章 高等植物体的结构与功能	91
第一节 植物的组织.....	92
第二节 根.....	95
第三节 茎.....	106
第四节 叶.....	115
第五节 营养器官的变态.....	119
第六节 花、果实和种子.....	121
第七节 植物生长物质及其调节作用.....	129
第八节 植物的运动.....	132
复习思考题.....	133

特选

第六章 高等动物体的结构与功能	135
第一节 动物的组织	135
第二节 皮肤系统	141
第三节 运动系统	142
第四节 消化系统	146
第五节 循环系统	150
第六节 呼吸系统	162
第七节 排泄系统	166
第八节 生殖系统	169
第九节 神经系统和感觉器官	171
第十节 内分泌系统	184
复习思考题	188
第七章 动物的行为	190
第一节 动物行为的主要类型	190
第二节 行为的发生	198
第三节 行为的生理基础	204
第四节 行为的遗传和进化	207
复习思考题	208
第八章 生物的繁殖和发育	209
第一节 生物繁殖的基本类型	209
第二节 被子植物的生殖和发育	216
第三节 高等动物的生殖与发育	226
复习思考题	248
第九章 遗传与变异	249
第一节 遗传学两个基本定律	250
第二节 染色体与遗传	256
第三节 连锁与交换	258
第四节 性别决定与伴性遗传	262
第五节 变异	265
第六节 细胞质与遗传	270
第七节 基因与遗传	273
第八节 DNA 的复制	278
第九节 转录与转译	285
第十节 遗传工程	295
复习思考题	298
第十章 生物类群	299
第一节 生物分类概述	299
第二节 病毒界	303
第三节 原核生物界	307
第四节 真菌界	313
第五节 植物界	319

动物体的组织

皮肤系统

运动系统

消化系统

循环系统

呼吸系统

排泄系统

生殖系统

神经系统和感觉器官

内分泌系统

复习思考题

动物的行为

动物行为的主要类型

行为的发生

行为的生理基础

行为的遗传和进化

复习思考题

生物的繁殖和发育

生物繁殖的基本类型

被子植物的生殖和发育

高等动物的生殖与发育

复习思考题

遗传与变异

遗传学两个基本定律

染色体与遗传

连锁与交换

性别决定与伴性遗传

变异

细胞质与遗传

基因与遗传

DNA 的复制

转录与转译

遗传工程

复习思考题

生物类群

生物分类概述

病毒界

原核生物界

真菌界

植物界

• 2 •

第一章 绪 论

第一节 生命的基本特征

生物学(Biology)是研究生物体的生命现象和生命活动规律的科学, 又称生命科学(Bio-science)。它是自然科学的基础学科之一。

物质世界是由生物界和非生物界两部分组成的。生物界包括遍布地球上的各种菌藻草木、虫鱼鸟兽和人类本身。生物的种类繁多, 从微小的枝原体到参天大树, 从地面的爬虫到天上的飞鸟, 种类不下 200 万种。各种生物在形态、结构、生活习性以及对环境的适应方式等许多方面千差万别, 变化无穷, 共同组成了五彩缤纷而又生机勃勃的生命自然界。非生物界包括生物界以外的全部无生命物质, 例如空气、阳光、岩石等等, 又称无生命自然界。在构成生物体的各种元素中, 没有任何一种为生物体所特有, 而在非生物界找不到的, 由此说明生物界与非生物界有着共同的物质基础。另一方面, 原始的地球上并没有生命, 只是当地球发展到一定阶段的时候, 才由非生命物质逐渐演化发展, 产生了原始的生命。尔后, 又经过三十多亿年的漫长岁月, 才由原始生命逐渐形成现代地球上这样形形色色, 丰富多彩的生物界。因此, 生物界是由非生物界起源和发展起来的, 生物不能离开非生物而生活。同时, 生物的生命活动又给非生物界以重大影响。如此种种, 均表明生物界与非生物界之间是密切相关的。

但是, 生物界与非生物界之间又存在着本质的区别, 这就是一切生物都具有生命。它们是活的物体, 即在生物体的整个运动过程中, 贯穿了物质、能量和信息三者的变化、协调和统一, 形成了有组织有秩序的活动。生物体的这种运动和变化, 既复杂而又迅速, 为无生命物质所不具备。换言之, 只有能进行新陈代谢、自动调节和自我增殖的系统才是有生命的。正是具有生命这一点, 不仅把整个生物界统一起来, 同时也把生物界与非生物界区别开来。

生命运动的主要物质基础是两类高分子的有机化合物——核酸(DNA、RNA)和蛋白质, 而生命的基本特征则主要表现在以下几个方面。

新陈代谢(metabolism) 生物的新陈代谢包括物质代谢和能量代谢两个方面, 由两个既矛盾又统一的作用组成: 一个是生物体从外界摄入物质, 经过一系列转化与合成过程, 将其转变为自身的组成物质, 并贮存能量, 叫做同化作用(assimilation)。另一个是生物体将其自身的组成物质加以分解, 释放其中所贮存的能量, 把分解所产生的废物排出体外, 叫做异化作用(dissimilation)。异化作用所释放的能量, 一部分用于合成新的物质, 一部分变成热, 维持一定的体温, 还有一部分供其它生命活动之需。同化作用和异化作用是相互矛盾的。前者是从外界吸收物质和能量, 合成有机物, 建设自身; 后者却是向外界排出物质和能量, 分解有机物, 破坏自身。但是, 这两个作用又是同时进行, 相互依存的, 有机体正是在这种不断的建设与破坏中得到更新。

新陈代谢是最基本的生命过程,为其它一切生命现象的基础。在自然界中,虽然非生物也能与外界环境进行物质交换,但交换的结果却不象生物那样得到自我更新,而是导致自身的毁灭。例如铁氧化后变成了锈,岩石风化后变成了母质,蜡烛燃烧后本身消失,变成了二氧化碳和水蒸汽。对于非生物来说,它愈是与外界环境隔绝,就愈能得到保存。由此可见,外界环境是生物生存的必要条件,但却是非生物破坏的原因,这正是生物与非生物在与环境的相互关系方面的本质区别。

生长(growth)、发育(development)和繁殖(reproduction) 任何生物体在其一生中都要经历从小到大的生长过程,这是由于同化作用大于异化作用的结果。单细胞生物的生长,主要依靠细胞体积与重量的增加。多细胞生物的生长,主要是依靠细胞的分裂来增加细胞的数目。此外,在生物体的生活史中,其构造和机能要经过一系列的变化,才能由幼体形成一个与亲体相似的成熟个体,然后经过衰老而死亡。这个总的转变过程叫做发育。但在高等动、植物中,发育一般是指达到性机能成熟时为止。当有机体生长发育到一定大小和一定程度的时候,就能产生后代,使个体数目增多,种族得以绵延,这种现象叫做繁殖。繁殖保证了生命的连续性,并为生生不息的生物界提供了进一步发展的可能。

遗传(heredity)、变异(variation)与进化(evolution) 生物有机体在繁殖时,通常都产生与其自身相似的后代,这种现象叫做遗传。但是,后代与亲代之间以及后代各个体之间总有些差异,这种现象叫做变异。遗传和变异都是普遍的生命现象,二者同时存在。其中,遗传是相对的和保守的,而变异则是绝对的和前进的。正是由于具有遗传性,才能保持种的相对稳定和生物类型间的区别。但又因为生物具有变异性,所以才可能产生新的性状,导致物种的变化发展。假如只有遗传而没有变异,那么生物界就没有进化的原材料,遗传只是简单的重复;同样,只有变异而没有遗传,变异就不能延续,无法形成稳定的新类型,生物也不能进化。遗传和变异这一对矛盾,相反相成,相互转变,成为生物变化发展的内在依据。遗传、变异、加上自然选择的长期作用,导致了整个生物界的向上发展,即由低等到高等、由简单到复杂逐渐演变,这就是生物的进化。在进化过程中,形成了生物适应性和多种多样的类型。遗传、变异和进化,构成了生物的种族发展史。

感应性(irritability)与运动(movement) 生物体对刺激发生反应的特性,叫做感应性。外界环境中的光线、温度、声音、电流、食物、化学物质、机械刺激和地心引力等的改变都可构成刺激。在大多数情况下,生物体都以某种形式的运动来对刺激作出回答。虽然一切生物都具有感应性,但在表现形式上,却随着生物的进化程度和生活方式的不同而有所区别。单细胞生物常以趋性(taxis)回答光、温度、或化学物质等的刺激。植物则以不平衡的生长运动[即向性(tropism)]来回答外部刺激,例如植物地上部分的向光性是对光的反应,根的向地生长是对地心引力的反应。高等动物由于有神经系统和分化程度不同的感受器(receptor)与效应器(effector),因而反应的方式愈益复杂和完善,形成了有规律的反射活动(reflex),能在迅速的运动中摄取食物,或者躲避敌害与不良环境。因此,感应性与运动,在生物对环境条件的适应上具有重要的意义。

第二节 生物科学与人类

生命之谜,魅力无穷。有关生命起源、物种形成、基因表达及其调控、心身问题、衰老问题、光合作用与固氮作用的机制等,都是有待深入研究的生物学重大理论问题。然而,生命科学的重要性,不仅限于其学科本身,而且也直接关系到与人类福利有关的各门科学技术领域。这种关系,广泛体现在人类生活的各个方面。

一、生物资源的利用与科学管理

生物资源是人类赖以生活的物质基础,也是国民经济建设不可缺少的原材料。形形色色的动、植物,为人类提供了各种粮食、油料、蔬菜、水果、鱼、肉、蛋、奶等食品,以及衣着的主要原料——棉、麻、毛、丝;房屋、家俱、桥梁和铁道枕木等所需的大量木材来自于植物;现代工业的主要能源——煤炭、石油、天然气,均来自古代生物的遗体;在轻工业方面,橡胶、纺织、酿造、制革、造纸、油漆、染料、香料、油脂等工业的原料都主要来自于生物。另外,防治疾病的中药材主要来源于野生植物和动物,抗菌素主要来源于微生物,许多激素类药物从动物内脏中提取。

生物资源属于可更新的资源。但是,如果盲目滥用或管理不当,也会造成生物资源枯竭,并会破坏生态平衡;另一方面,如果对生物资源不充分利用,又会造成浪费。因此,要作到生物资源的合理利用与科学管理,就必须深入研究生态系统的结构与功能,特别要深入研究生物种群数量的变动规律及其调节控制机制。

二、生物科学与农业和医学的关系

生物科学的理论是农业和医学的基础。生物科学上的每一新理论、新概念或新成就,都会丰富农学和医学的理论,并将其实践提高到新的水平。

在农业上,应用现代遗传学的理论,在改造基因方面,采用辐射、化学诱变、原生质分离与融合技术、核代换技术等,为育种工作开辟了新的前景。花粉培养、组织培养和细胞杂交等新技术的研究与利用,也对创造新品种起着巨大作用。广泛开展生物防治、施放引诱剂或忌避剂干扰害虫的行为、施用保幼激素或抗保幼激素干扰害虫的生理等手段,不断为植物保护工作开辟着新的领域。过去,对植物必需的矿质元素的研究,曾奠定了施用化学肥料的理论基础。今天,对光合作用、固氮作用等机制的研究和解决,必将使整个农业生产的面貌焕然一新。事实上,现在人类正面临世界性粮食危机,对粮食问题的研究已成为生命科学中的一个重要的研究课题。

在医学上,病理解析是与生命剖析有着密切关系的一个重要的生命科学问题。一切疾病的防治,包括遗传疾病的防治、原子武器和生物武器等对人类损伤问题的防治等,都离不开生命科学的研究。特别是当前对威胁人类健康最后的难症——癌症问题所展开的研究,更赋予生命科学最现实的意义。

在药理学方面,人们除不断发掘治疗疾病有效的天然药物外,还有大量的合成新药问世。而如何提高药物的疗效和降低其副作用,这固然要研究药物进入生物体的吸收、分布、代谢和排泄

等规律,同时也要研究药物和体内酶的阻抑、活化与诱导等作用的关系,这也是生物科学所要研究的课题之一。

三、生物科学与环境保护

自本世纪六十年代以来,随着工业技术的飞速发展,农药、化肥的大量使用,工业“三废”的任意排放,加之核武器的试验等,都带来了严重的环境污染问题,使人体的健康受到明显的危害,例如现代所流行的心血管疾病、癌症、肝病和呼吸系统的疾病等所谓的“文明病”,都与环境的恶化有关。此外,更由于世界人口的急剧膨胀和自然资源的空前破坏等原因,迅速改变着人类生存的周围环境,造成了对人类本身的巨大威胁。

目前,科学技术正向着解决公害、改善环境和节约能源的方向发展。而在这方面,最基本的问题是在于研究人类生产活动和生活过程中有害物质的产生根源,有毒物质对生物体的危害与防治等。各种生物与其周围环境之间,包括各种生物的生命活动之间存在着极其复杂的关系。搞清这些关系,对于解决能源、环境污染、人口问题和自然资源的保护等紧急课题起着重要的作用。相反,如果人们违背了这些基本规律而轻举妄动,就必然会遭到大自然的无情惩罚。我国黄土高原由肥美的森林草原生态系统变成荒山秃岭,黄河的水由清澈如镜变成黄色野马,时时泛滥成灾,这正是封建帝王掠夺式开发所致。现在,长江的污染也日益严重。据调查,江水中酚、氰化物、铬、砷、油类等毒物检出率都较高,尤其是某些江段的岸边水流污染十分严重,直接危害工农业生产和居民健康。

四、生物科学与工程技术

地球上的生物,经过亿万年的进化,形成了变化无穷的形态和各种精巧奇妙的结构,也形成了一整套有关进行化学反应、能量转换、信息传递和物质输送等高效技能,其种种优异特征都是当代工业技术所望尘莫及的。深入研究和仿效这些优异特性,必将引起整个工程技术系统的巨大变革而为人带来众多的利益。今天,仿生学的成就正在向人们展示那大放异彩的诱人前景。

蜂窝的精巧结构、王莲(*Victoria amazonica*)奇特的叶脉、充分利用阳光的叶镶嵌现象等,为建筑学提供了宝贵的启示;

根据蜜蜂(*Apis mellifera*)精确的导航本领制成的偏光天文罗盘,已用于航海和航空,避免迷失方向;

昆虫的复眼由很多小眼构成,萤火虫(*Luciola terminalis*)的每个小眼都可独立成像,由此制成复眼透镜,用于电影摄影等;

过去预测海上风暴要用雷达站、水声站、甚至气象卫星进行综合观测,十分麻烦。现在模仿水母感觉器的风暴预测仪器能提前 15 小时作出预报,装置简单,操作方便。

类似例子,举不胜数。除这些之外,目前仿生学还正在探讨一些意义更为重大深远的课题,比如:

模仿生物体内高效、无污染的换能体系→充分利用太阳能。能源问题已成为当前世界各国

经济发展中头等重要的问题,而生物体内广泛进行着光能、电能、化学能和机械能等的相互转换,其效率之高令人惊叹。生物总是保持在能量消耗的最低状态,并且以最少的能量最有效地做功。因此,仿效生物高效利用太阳能的技能,对于解决能源危机具有重要的意义。

明确酶的作用机制→催化剂的改良。酶能在常温、常压的复杂体系中高效、专一和有条不紊地催化生物体内各种各样的化学反应,这是非生物催化剂所无法比拟的。因此,深入研究酶的作用机制,用以指导制备具有酶功能的催化剂,将对整个化学工业产生巨大的推动作用。

明确生物膜的结构和功能→工业上膜的改进。海带能从海水中富集碘,比海水中碘浓度提高千倍以上,石毛藻能浓缩铀,浓缩率高达750。生物膜的高效、专一的主动运输能力,同样使化学工作者万分惊奇。深入研究生物膜的结构与功能,有助于促进工业上膜的改进,以显著提高对物质的输送、分离和浓缩效能。

综上所述,我们可以看到,生命科学的研究,对于发展工农业生产、合理开发与利用自然资源、防治疾病、延年益寿、人口控制、保护环境、提高人民生活水平和健康水平等方面,都日益显示出巨大的作用。现代社会和科学技术的许多问题都离不开现代生物学,生命科学已成为横跨科学而出现在50年代以后的科学舞台上。

第三节 生物科学的分科

现代生物科学所研究的范围极其广泛而复杂,根据对生物学中各种特殊矛盾的研究,建立了许多不同的分支学科。

一、以研究的对象分,主要有:

植物生物学(Plant biology)——研究植物的形态构造、分类、生理、生态、分布、发生、遗传和进化的科学。

动物生物学(Animal biology)——研究动物的形态构造、分类、生理、生态、分布、发生、遗传和进化的科学。

微生物学(Microbiology)——研究微生物的形态、构造、分类、遗传变异及生理生化等生命活动规律的科学。

病毒学(Virology)——研究病毒的形态、构造、增殖、遗传变异等生物学特征,以及病毒病的发生发展规律的科学。

人类学(Anthropology)——研究人类的体质特征、类型及其变化规律的科学。

古生物学(Palaeobiology)——研究保存在地层中的各种古代生物的遗体和遗迹的科学。

二、以研究生命现象的角度不同,主要有:

形态学(Morphology)——研究生物形态结构的特点,形态形成的规律,以及形态与周围环境条件的关系。

生理学(Physiology)——研究生物体内生命活动的各种过程,以及这些过程在有机体个体发育和系统发育中,因生活条件不同而发生变化的规律性。

生态学(Ecology)——研究生物与环境的相互关系。

胚胎学(Embryology)——研究动、植物的胚胎形成和发育的规律。

分类学(Taxonomy)——研究各类生物间的异同点、亲缘关系和起源演化。

遗传学(Genetics)——研究生物的遗传和变异。

进化论(Theory of Evolution)——研究生物界发生发展的规律。

三、根据对生物的不同结构水平的研究,又分化出下列各学科:

群体生物学(Population biology) 如群体遗传学、植物群落学等。

个体生物学(Individual biology) 如行为生物学、人体测量学等。

细胞生物学(Cell biology) 如细胞化学、细胞遗传学等。

分子生物学(Molecular biology) 从分子水平上研究生命现象的物质基础,主要是蛋白质与核酸的结构与功能。

四、根据与其它学科的关系来看,主要有以下一些“边缘学科”:

生物化学(Biochemistry)——运用化学理论和方法研究生物的化学组成(如蛋白质、核酸、脂类和糖类等)与化学变化规律,以阐明生命现象的实质。

生物物理学(Biophysics)——研究生命现象中的物理学与物理化学的规律及其在生命活动过程中的意义,以及各种物理因素对机体的作用与机制。

生物数学(Biomathematics)——主要是指用于生物科学研究中的数学理论与方法,包括生物统计学、生物微分方程、生态系统分析、生物控制以及运筹对策等,为生物科学的研究工作从定性转入定量创造条件。

仿生学(Bionics)——研究生物的结构、功能、能量转换和信息过程等方面的优异特征,并将其移植于工程技术,以创造新型的或改进旧有的机械、仪器及建筑结构等。

此外,尚有许多其它的分科,各个分科还分为许多分支,充分显示出现代生物科学的复杂性和多样性。但是另一方面,生物科学愈发展,问题也愈集中,许多分支学科只是在不同层次上,从不同侧面用不同方法去探索同样的问题。

第四节 生物科学的研究方法

一、生物科学的一般研究方法

不同的科学,根据其研究的对象、目的和任务不同,往往有不同的研究方法。生物科学的研究方法,一般是描述(description)、比较(comparison)、实验(experimentation)。此外,还有历史的方法(historical method)。

描述法:所谓描述 就是对于所观察的事物现象的真实记述,也可加以适当的说明。当然,它必须以正确的观察作为基础。生物科学的每门分科里都有描述的问题,比如,对各种生物形态结构的描述,对某一动物或高等植物胚胎发育过程的说明,或者对某次实验现象的记载等等。描述法能够为有关的研究提供可靠的科学事实,因而是研究生物科学的一种基本方法。

比较法:这是分析各种事物之间的异同和内在联系的一种重要方法,它使人们对生命现象

的认识比单纯的描述更深一步。比如,分类学中各级分类单位的特征概括,来自于对不同生物的系统比较。在解剖学和胚胎学等方面的比较研究,揭示了各类生物之间不同程度的亲缘关系,从而为生物进化论提供了有力的证据。

实验法: 即在一定的人工控制的条件下,从事对各种生命现象的观察及对生命本质的研究,它既可提供第一手的感性材料,同时又可检验认识是否正确。比如,通过对植物细胞、组织或器官的人工离体培养,可以有目的地控制植物生长发育所需要的外界条件;可以研究形态建成、胚胎发生、分化及反分化等问题;也可探明细胞分裂、分化的原因,细胞中生物合成的条件,细胞呼吸与酶的活动等问题,还可以通过人工离体培养的植物花粉、幼胚、茎端或单个体细胞得到纯系品种,以及缩短育种周期或克服杂种不孕性等,对于推动植物学的发展和生产实践上的应用,都具有很大的价值。又比如,用高能辐射和化学物质等引起突变、运用遗传学定律进行选种育种、运用免疫学原理提高异体器官的移植成功率等等,都属于实验的范畴。由于实验法常常借助于精密的科学实验技术和物理仪器,例如层析、电泳、分级离心、冰冻蚀刻、质谱仪、核磁共振仪、放射性同位素示踪、X射线衍射仪和电子显微镜等等,并可根据需要而改变条件,从而引起研究对象的不同反应。因此,精密的实验常常能使人们对生命现象的观察更正确、更深刻,有助于更好地揭示生命现象的本质。

历史法: 历史的方法具有双重的含义。一方面,历史法是指根据现在所观察的生命过程及其规律来推论过去所发生生命过程。达尔文(Darwin)就是应用历史方法获得了巨大的成就。他根据当时生物学的知识,研究生物的多样性及对环境适应的原因,得出了生物在环境的长期作用下逐渐变化发展的进化理论。另一方面,生命是连续的,各种生物都有自己的发展过程,个别的生物体只不过是整个生命链条中的一个环节。因此,只有把它放在整个生命的历史中去考察,才能真正理解各种生命现象的特点及本质。

上述几种方法,虽然各有特点,而且在生物科学发展的前期主要是对生物界丰富多彩的物种和千变万化的现象进行观察、描述、分门别类和综合比较。现代则以实验法为主,广泛采用化学和物理学的方法研究生命现象。但是,它们之间并不是各不相干的。从认识论的角度看,它们都只不过是人们在研究生命现象及其规律时的手段,在整个现代生物科学的研究中,都是不可缺少的。

二、系统论与生物科学

在近代生物科学的研究中,对生命现象的解剖越来越细,近几十年来,更是深入到分子一级的水平,并已对生物学产生全面的革新作用,取得了辉煌的成就。但是,也有不少学者看到了这种只重分析与实验,不重联系与综合的方法的缺点。由于只注意“树木”,不注意“森林”,故对“森林”总不能全面认识。似乎人们知道得越细、越多,反而对全貌的认识更模糊。因此,许多人主张采用系统论的方法研究生命科学。

一般系统论(General system)是美籍奥地利生物学家贝塔朗菲(L. von Bertalanffy)于1948年首创的。强调要从生物的整体出发,把生物整体及其环境作为一个大系统来研究。他运用逻辑

辑推理和数学的最新成就,找到了适合一切综合系统的模式、原则和规律,确定了适用于系统的一般原则,后来又把它发展为试图包括控制论、信息论与集合论等的理论与方法,统称为系统论。目前,系统论正以一种时髦的方法论流派活跃于国际学术界。

有人把一般系统论的原则归纳为四条:一是整体性原则;二是相互联系的原则;三是有序性原则;四是动态原则,而以后面两条原则为核心。它与热力学第二定律的含义不同。热力学第二定律说的是一个封闭系统(同周围环境没有能量和物质交换的有限大的系统)的熵只能增加,越变越无序,而不是走向有序。但一般系统论强调系统的开放性,即系统同周围环境有能量和物质的交换。它把生物和生命现象的有序性与目的性同系统的结构稳定性联系起来:因为有序,才能使系统结构稳定;因为有目的,系统才能走向最稳定的结构。

系统论的方法,是从系统的观点出发,着重从整体与部分之间,整体与外界环境之间的相互联系、相互作用和相互制约的关系中综合地、精确地考察对象,以达到最佳地处理问题。由于生命现象的高度复杂性,系统学说目前在生物学方面还处于萌芽阶段,理论的具体化和定量结果还很少。但在神经和激素的作用、酶形成及酶作用的调节控制机制以及生态系统的结构机制等问题上都已取得了一些成绩,对生物科学的进一步发展提供了重要的线索。

三、辩证唯物论与生物科学

辩证唯物论是马克思主义的科学认识论,也是我们研究生物科学的正确指导思想。

树立唯物主义的观点,就是要反对唯心主义的“神创论”、“物种不变论”和“生机论”,承认生命是有物质基础的,生命是物质运动的一种形式。生命的运动,建立在力学、物理学及化学的运动的基础上,但又发展到与它们不同的更高级和更复杂的形式。生命现象有它的客观规律,这些规律可以被人们所认识,并被运用来改造自然界。只有从唯物主义的生命观出发,我们才能把生物科学的研究建立在牢固可靠的基础上,否则就会陷入神秘主义的迷途。

按照辩证的观点,生物体的运动、变化是绝对的,静止、平衡是相对的,即使具有高度稳定性的基因和物种,也不会永恒不变。内因是“变”的根据,外因是“变”的条件,外因通过内因起作用。对生命过程的研究,主要就是研究内因与外因相互作用的规律。

树立辩证的观点,就是要认识生物体的各个组成部分之间,生物的结构与机能之间,生命活动的各种局部现象之间,都是互相联系、互相制约的。同样,生物的同化与异化、遗传与变异、个体发育与系统发育、宏观与微观、以及生物与环境之间,都是对立统一的关系。因此,我们在研究生命现象及其活动规律的时候,绝不能将这些互相关联的事物分割开来,而是要从分析到综合、从局部到整体、从各种矛盾的产生、发展到消亡,加以全面的考虑。

树立辩证的观点,还要求我们正确认识生物界的多样性与同一性问题。地球上生命的具体表现形式是极其多种多样的,绝不能用局部现象代替一般的规律。但是它们又都遵循着某些共同的规律。因此,我们必须根据矛盾的特殊性与普遍性的辩证统一关系,努力从那些千变万化的现象和错综复杂的联系中去探讨生命的本质。

自从十九世纪达尔文的进化论确立以来,现代生物科学的发展,不断地丰富着辩证唯物论的

宝库。但是,由于生命现象的高度复杂性,目前在生物科学中还充满了许许多多的未知数,某些现象还是当代的知识水平所无法解释的。对待这样的问题,首先就是要尊重客观事实,用艰苦的研究工作去寻求正确的答案。此外,在许多问题上,由于不同的研究者所选取的材料或研究的具体条件不同,常常得出不同的结果,或者对同一结果作出不同的解释,甚而导致产生不同的学派。所有这些,都是正常的现象。对于这类分歧,简单地套用一般的哲学理论是不能解决问题的,正如恩格斯所说:“事情不在于把辩证法的规律从外部注入自然界,而在于从自然界中找出这些规律并从自然界里加以阐发。”

第五节 生物科学发展概述

一、生物科学发展简史

同其它自然科学一样,生物科学也是在人类的生产实践活动中产生的,并且随着社会生产力和整个科学技术的发展而发展。

原始社会是人类的童年。人们为了生存,不得不采集植物的果实、根、茎和进行狩猎等活动。在实践中,他们接触到形形色色的动植物,也看到生物的生生死死,产生了“事物变化不居”的朴素的唯物主义思想。但因为当时的生产力极为低下,人们对于复杂的生命现象感到神秘莫测,因而又产生了“万物有灵”的迷信观念,认为事物变化的原因是不可知的。

从奴隶社会到封建社会,随着劳动工具不断改进,生产力逐步提高,人们对自然界的认识也不断加深。

我国战国末期的荀况认为,自然界的一切事物都各自按照一定的客观规律运动,而与“天意”无关。他说:“天行有常,不为尧存,不为桀亡,”并强调了人在自然界中的重要位置。在“荀子·天论”一书中,他更提出了“制天命而用之”的光辉思想。东汉的王充在“论鬼篇”等著作中,明确指出“鬼”只是人精神上的幻觉。

远在四、五千年前,我国就建立了农业,三千年前开始了室内养蚕,牛痘的应用比西方早八百多年,并且在很早以前就通过人工培育了许多动、植物新品种。在长期的实践中,我国劳动人民积累了丰富的生物学知识。古代著作“诗经”中记载了200多种动、植物,汉朝出版的“神农本草经”记载药物365种。公元六世纪,在后魏学者贾思勰所著的“齐民要术”一书中,总结了我国古代劳动人民改造和控制生物的人工选择、人工杂交、嫁接和定向培育等科学原理与方法,是我国宝贵的农业科学和生物科学巨著。十一世纪,著名科学家沈括在“梦溪笔谈”一书中,对化石作了很多论述。他在古生物学和地质学方面的科学思想,比西方学者的同类观点早四百年。十六世纪,明代杰出的学者李时珍,在其编著的“本草纲目”中,共载药1,892种,附图1,126幅,对动、植物作了详尽的分类,并包含有进化的思想,比西方分类学的创始人林奈(Linné)的“自然系统”一书约早150年。自1656年起,“本草纲目”曾先后被译为拉丁、英、法、日、德、俄等多种文字,在世界上广为流传,影响甚大。我国人民对于遗传、变异和自然选择的认识早于达尔文,并对达尔文的研究产生过一定的影响。事实证明,我们中华民族是一个伟大的、智慧的民族,我国的科学水

平,特别是生物学方面,曾经居于世界首位。

在西方,古希腊的唯物主义哲学家把自然界看作是一个整体,认为万物均在运动变化之中。德谟克利特(Demokritos)反对神创论,认为人的灵魂也是由原子聚合而成,当原子分散时,灵魂也就消亡。古罗马的唯物主义代表人物卢克莱修(Lucretius)明确提出,生物由大地创造,而非神造。

从五世纪开始,欧洲进入封建社会,长达近千年。这是个漫长的、黑暗的时代,宗教神学统治了上层建筑的一切领域,对自然科学进行了毁灭性的摧残。科学成了神学的奴婢,发展非常缓慢。

十五世纪上半叶,欧洲资产阶级兴起,发动了文艺复兴运动,大力提倡发展自然科学。十六世纪欧洲资本主义形成以后,生产力得到提高,工商业日益发展,自然科学在摆脱神学枷锁的艰苦斗争中前进,生物学也有了新的发展。例如,维萨里(Vesalius)用科学方法解剖人体,奠定了解剖学的基础;哈维(Harvey)发现了血液循环,奠定了生理学的基础;显微镜的发明和应用,促进了生物学的发展,并使列文虎克(Leeuwenhoek)发现了微生物世界;俄国的乌尔夫(Wolff)应用比较方法研究鸡胚发育,提出有机体各器官在发育过程中逐渐形成的学说;瑞典学者林奈建立了科学的分类学,创立了双名命名制,从而把所有动、植物纳入一个统一的分类系统,结束了生物分类的混乱状态,对生物学的发展作出了重大贡献。但林奈却是一个特创论者,他相信“物种不变”。

十九世纪,资本主义处于上升阶段。这是生物学发展史上的重要转折点。十九世纪上半叶,在比较解剖学、细胞学、胚胎学、古生物学和生物地理学等许多领域都取得了很大成就。施莱登(Schleiden)和施旺(Schwann)建立的细胞学说(Cell Theory),指出一切动、植物体均由细胞构成,从细胞水平证明了生物界的统一性。但十九世纪生物学上最伟大的成就,乃是达尔文所创立的、以自然选择学说为中心的进化理论。

达尔文(1809—1882),英国伟大的生物学家、进化论的主要奠基人。1809年2月12日生于英国施鲁斯伯里(Shrewsbury)一个医生的家庭中,从小就热爱自然,喜欢采集贝壳、矿物、植物和鸟卵等,并喜欢养狗、骑马和旅行。1825年,达尔文曾于爱丁堡大学学医,后于1827年转至剑桥大学学习神学,1831年毕业。同年12月,他以博物学家的身份参加英国海军贝格尔号舰的环球航行,这对于达尔文的一生具有决定性的意义。在长达五年的航行中,达尔文认真阅读了赖尔(C. Lyell)著的《地质学原理》,结合自己亲身观察到的地层升降等情况,他深信地球是不断变化的。更重要的是,众多的旅行见闻促使他思索物种起源的问题。例如,为什么同一地区的现有种和化石种之间以及远隔重洋的不同地区的物种之间存在着那么多的相似之处?另一方面,为什么在相邻地区中的相近物种之间又存在着种种差异?对这些问题的苦心求索,使达尔文摆脱了“特创论”和“物种不变论”的影响,相信物种是逐渐进化和发展的。航海归来后,达尔文继续搜集大量资料,经过不断的研究,逐渐形成一个系统的进化学说。1858年7月1日,达尔文与英国另一位博物学家华莱士(Wallace)在伦敦林奈学会分别宣读了关于生物进化的论文。1859年11月24日,达尔文发表了他的《物种起源》(On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life)一书,第一版当天