

高等学校试用教材

黄厚哲 编著

# 生物学概论

高等教育出版社

## 内 容 提 要

生物科学是研究生命的科学,是新技术革命和改造自然的一个重要方面军。本书系统地阐述了生物科学的基础知识、基本理论、当代新成就和发展动向,并对生物工程技术作了扼要介绍。内容着重说明生命活动的规律和调控机制,阐发自然界固有的辩证联系。全书按课本形式编写,分7篇共18章,各章后附启发思考问题,适于作为大学生物学教本、中学教师参考书、医、农院校师生及生物学科以外工作者窥探生物学领域全貌的引导。

高等学校试用教材

生物学概论

黄厚哲 编著

\*

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 29.5 插页 2 字数 671,000

1984年4月第1版 1984年11月第1次印刷

印数 00,001—10,260

书号 13010·0993 定价 5.05 元

# 目 录

## 第一篇 绪论——生命与生物科学

第一章 生物学	1
第一节 生物学	1
自然科学 (1) 生物学的性质和任务 (2) 生物学的分科 (3) 生物学发展简史 (4) 生命科学的发展动向 (5)	
第二节 生物学与辩证唯物主义	6
唯物主义生命观 (6) 唯物辩证法与生物学 (7)	
第三节 生命的基本特征	8
生命的起源 (9) 生物界的统一性——生命的基本特征 (11)	
问题	13

## 第二篇 生命的基础

第二章 生命的物质基础	14
第一节 生物的基本组成	14
元素组成 (14) 水 (16) 无机盐与机体内环液 (17)	
第二节 基本有机物	20
简单有机物 (21) 脂类 (22) 糖类 (24)	
第三节 承担生命的大分子	29
蛋白质 (29) 核酸 (37) 小结——关于核酸蛋白整合体系 (44)	
问题	45
参考书	45

## 第三章 细胞——生命的结构基础

细胞学说的建立 (46)	
第一节 原生质与细胞	46
原生质概念 (46) 原生质是有结构的胶系 (47)	
第二节 细胞	49
细胞的大小和形态 (49) 细胞的基本构造 (50)	
第三节 细胞增殖与细胞生活史	58
细胞增殖 (58) 细胞增殖周期 (60) 性细胞与减数分裂 (63)	
第四节 细胞生长、分化与组织形成	64
细胞生活史 (64) 细胞分化 (65)	

问题	71
参考书	71
第四章 代谢——生命存在的依据	72
第一节 新陈代谢与酶	72
新陈代谢概念 (72) 酶与催化反应 (73) 酶的作用过程 (75) 细胞的酶系 (79)	
第二节 基本的物质代谢	80
糖解 (80) 三羧酸循环 (82)	
第三节 细胞的能量代谢	83
细胞呼吸与氧化磷酸化 (84) ATP 利用: 生物功 (86)	
第四节 光合作用	89
光合作用的生物学观 (89) 光合作用 (91) 光呼吸与四碳植物的特点 (95)	
第五节 生物固氮与化学合成	95
生物固氮与固氮酶 (95) 生物的化学合成 (97)	
问题	99
参考书	99

## 第三篇 个体生物学

第五章 高等植物体的结构、功能与调控	100
第一节 高等植物体	100
高等植物体的构成 (100) 植物的根系 (101) 根的生长发育及其调控 (104) 茎与植株生长 (106) 茎的生长发育与调控 (110) 叶的构造、功能及其调控 (112)	
第二节 植物的营养生活	114
植物的水代谢和无机元素营养 (114) 植物的有机营养 (119)	
第三节 植物的感应活动及其调控	122
第四节 植物生长的调控	124
植物生长调节剂 (124) 开花素与光敏色素 (127)	
问题	129
参考书	129
第六章 高等动物体的结构、功能与调控	130
动物生活与器官系统的进化 (130)	
第一节 动物的营养与食物的消化吸收	130

动物营养(131) 食物消化与吸收(134)	
第二节 体液循环系统.....137	
循环系统(137) 血液(142) 免疫作用(146)	
第三节 呼吸系统.....152	
动物呼吸系统(152) 哺乳动物呼吸器的构造、活动与调控(153) 体内气体交换机制(154)	
第四节 动物排泄与排泄系统.....155	
动物的排泄系统(155) 尿液生成(157)	
问题.....158	
参考书.....158	
<b>第七章 动物的感应活动与调控.....159</b>	
第一节 运动与效应器.....159	
运动系统(159) 脊椎动物的运动系统(160)	
第二节 动物的感受器.....163	
皮层直接感受器(163) 化学感受器(164) 特化感受器(165)	
第三节 神经系统与神经调控.....169	
神经系统的结构与功能(169) 中枢神经系统和高级神经活动(173) 外周神经系统的活动(178)	
第四节 内分泌系统.....179	
动物的内分泌腺与激素(180) 各种重要激素的作用(182) 昆虫外激素通讯与蜕皮激素(187) 动物体的自动调控原理(188)	
第五节 动物行为.....190	
动物行为概述(190) 动物行为的构成(191) 动物行为的来源(195) 动物的集群行为与通讯(198) 动物行为的进化(199)	
问题.....200	
参考书.....200	

## 第四篇 繁殖发育与遗传变异

<b>第八章 生物的繁殖.....201</b>	
第一节 无性繁殖.....202	
无性繁殖方式(202)	
第二节 有性生殖.....205	
有性生殖方式(205) 种子植物的有性生殖(概述)(209) 动物界的有性生殖(210)	
第三节 减数分裂.....214	
减数分裂变化过程(214)	
问题.....216	
参考书.....216	
<b>第九章 种子植物的生殖与发育.....217</b>	

第一节 种子植物的生殖.....217	
裸子植物的生殖(217) 被子植物的生殖(219)	
第二节 种子与果实.....224	
种子(224) 果实(227)	
第三节 高等植物的个体成长.....228	
种子萌发(228) 植株成长及其调控(230)	
问题.....233	
参考书.....234	
<b>第十章 动物的生殖.....235</b>	
第一节 动物生殖的多样性.....235	
动物生殖的适应性(235)	
第二节 高等动物的生殖系统.....237	
第三节 高等动物生殖功能及其调控.....238	
问题.....241	
参考书.....241	
<b>第十一章 动物个体发育.....242</b>	
生物个体发育概述.....242	
第一节 动物胚胎发育.....243	
受精作用(243) 卵裂过程与囊胚形成(243) 原肠形成(244) 神经系统发生和器官原基形成(246) 器官建成基本原理简介(247)	
第二节 动物个体成长.....248	
幼体营养生长(248) 成体生殖生长(252)	
第三节 有关动物发育的若干生物学问题.....253	
细胞核质功能协调问题(254) 关于胚胎发育中的动力学问题(255)	
问题.....256	
参考书.....256	
<b>第十二章 遗传与变异.....257</b>	
前言——遗传变异的研究.....257	
第一节 无性繁殖下的遗传与变异.....257	
第二节 有性杂交的遗传基本规律.....259	
孟德尔分离律(259) 孟德尔自由组合律(263) 连续的数量性状遗传(266)	
第三节 染色体遗传与基因学说.....268	
染色体遗传(268) 基因学说要点(272)	
第四节 遗传变异.....274	
突变(274) 染色体组变异(276) 细胞质遗传作用(281)	
第五节 基因与遗传.....283	
基因的物质实体(283) 基因表达及其调控(285)	
第六节 遗传工程与生物工程技术.....288	
遗传工程(288) 生物工程技术概述(295)	
问题.....300	

参考书.....300

## 第五篇 生物界

### 第十三章 原始生物类型.....302

第一节 类病毒与病毒.....302

类病毒(302) 病毒(303)

第二节 原核生物界.....305

细菌(306) 蓝藻(310) 原绿藻(313) 放线菌(313) 原核生物的进化及其在自然界的地位(314)

问题.....315

参考书.....315

### 第十四章 原生生物界与真菌界.....316

真核生物与原生生物.....316

第一节 介核生物.....317

裸藻类(317) 甲藻类及其他(319) 夜光虫(319)

第二节 原生生物代表型.....320

原生藻类(320) 原生动物的代表型(321)

第三节 真菌界.....322

粘菌(322) 真菌(323)

第四节 地衣.....326

问题.....327

参考书.....327

### 第十五章 植物界.....328

植物界的进化概述.....328

第一节 藻类.....329

绿藻类(329) 硅藻与金藻(332) 红藻和褐藻(333)

第二节 苔藓植物.....335

第三节 蕨类植物.....336

第四节 种子植物.....337

裸子植物(338) 被子植物(339) 生物分类的等级(340)

问题.....341

参考书.....341

### 第十六章 动物界.....342

动物界的进化.....342

第一节 原生动物.....343

原生动物简介(343) 原生动物的类型(344) 原生动物在自然界的地位(344)

第二节 无体腔动物.....345

海绵动物门(345) 腔肠动物门(345) 扁形动物门(347)

第三节 低等体腔动物.....351

线形动物门(351) 环节动物门(352) 软体动物门(354)

第四节 高等无脊椎动物.....356

节肢动物门(356) 棘皮动物门(360)

第五节 脊索动物.....360

脊索动物的共同特征(360) 原索动物亚门(361)

脊椎动物亚门(363)

第六节 动、植物界的系统发育.....370

问题.....371

参考书.....371

## 第六篇 进化论

引言——达尔文学说与进化论的发展.....372

### 第十七章 生物进化与进化论.....375

第一节 生物进化史.....375

地质学与古生物学研究(375) 生物进化史(376)

分类学与生物系统发育(381)

第二节 进化证据略述.....383

第三节 进化的机制.....387

变异的来源(387) 种群基因库(390) 种群基因库

变迁(392) 自然选择与进化(395)

第四节 生物进化概述.....399

生物进化(399) 物种形成(401)

第五节 生物进化上的有关问题.....404

人类的起源(404) 生命起源的研究(406)

问题.....409

参考书.....410

## 第七篇 生态学

### 第十八章 生态学.....411

第一节 生物与无机环境.....411

生物与无机环境(412) 生物与环境相适应(414)

第二节 生物与有机环境.....416

种间联系(416) 种间互作与对抗(421)

第三节 种群生态学.....423

种群(423) 种群兴衰(424) 种群周期波动(428)

第四节 群落生态学.....428

生物群落(428) 大群落的地理分布(430) 生物群落演替(435)

第五节 生态系统.....438

生态系统的能量流动(438) 生态系统的物质循环(441)

第六节 生态平衡、人与生物圈 .....	444	(二) 大肠杆菌细胞化学组成与合成 (Lehninger 和 Watson) .....	454
生态平衡(444) 人与生物圈(447)		(三) 生物界主要门类(按五界系统, 略有简化) .....	455
问题 .....	452	.....	455
参考书 .....	453	(四) 外文参考书刊 .....	458
附录 .....	454	图版 .....	见书末插页
(一) 生物界的短与长 .....	454		

# 第一篇 绪 论

## 生命与生物科学

### 第一章 生 物 学

宇宙的究竟、物质的至微、生命的奥秘，这是自然科学今后集中探讨的三大领域。生物学(Biology)或生物科学(Biological sciences)是研究生命的科学部门，因此，又称为生命科学(Bio-sciences)。

生命科学研究范围正在日渐加深和扩大，不仅要研究微生物、植物、动物和人体的生命活动规律，而且要研究小至生物大分子(biomacromolecule)的基团行为，广至地球表面生物圈(biosphere)的将来动态，延伸至玄古生命的发生和宇宙中生命存在的问题。人们研究生命不独为了打开自然的奥秘，实亦为了突破自然的限制，开发生命的潜在伟力。生命科学在飞跃，几十年来成就确实辉煌。但是，就生命奥秘的深广度而言，当今只不过是开始。科学界认为生命的研究已经面临突破期，21世纪将是生命科学兴盛的世纪。

### 第一节 生 物 学

#### 自 然 科 学

生物科学是自然科学的一个部门。自然科学是研究存在于自然界的物质运动变化规律的学问。人们认识了这些规律，就可以运用这些知识作指导，通过实践来改造自然界。例如，认识了水、电、核子的运动规律，就可利用水力、电力和核能为人类服务。自然规律是无限深广的，科学的发展是永无止境的，人类的开发利用将随着对自然规律认识的扩大和加深而提高。

自然科学是以实验为基础的科学。广泛的实践和专门的实验是人们认识自然的法宝。经过实验和反复检验，人们对自然规律的认识逐渐扩大和加深，于是建立了一门一门的自然科学。

人们习惯上按照各门科学的内容和性质把自然科学分为基础科学和应用科学。基础科学又分为数学、物理学、化学、天文学、地学和生命科学。数学是各门科学的基础，物理学和化学是物质运动和变化的规律的科学。物理学和化学有时合称物理科学。天文学和地学是综合的科学。生命科学则是高度综合的科学。有时前五门合称为非生命科学而与生命科学相对应。

随着科学的发展，人们对自然界的物质运动的认识不断深入，于是便成立了多种多样的分支学科。各门学科向纵深方向发展，基础科学便不断互相渗透，形成了新的边缘学科。例如，物理学、化学与生物学相渗透，形成了生物物理学和生物化学；数学与生物学相结合，形成了生物统计

学和生物数学。自然科学日新月异，不断在深入客观自然界各微妙领域，同时也不断在互相渗透。纵深发展与广泛渗透是科学辩证运动的大势所趋，各门学科都无例外。

### 生物学的性质和任务

生物学是自然科学的基础科学之一。生物学是研究生命的科学。它是研究生物界演变和生命活动的规律及其本质的学问。

我们的生活和生产相当大部分是同生物界，同各种生物的生命活动密切联系着的。我们每天靠动物、植物和它们的产品来维持生命，我们的衣着主要也靠动、植物来供应。我们随时抗御着细菌的攻击，培植有利的动植物，对付有害的生物。人类必须为生产而斗争，也必须为生存而斗争。生产斗争和生存斗争必须借助于科学知识和技术力量，生物学可以提供这部分知识和力量。

生物学是研究生命活动规律的科学，又是人类征服自然的有力武器，这两方面是统一的。人们要征服自然，改造自然，改进我们的生产，就必须按客观规律办事。生物学对客观规律的认识越充分，便越能加强人们利用自然，改造自然的能力。研究有益生物的生长规律，有助于我们提高生产率；研究有害生物的活动规律，有利于我们防除其危害。运用这些规律和知识就可以增进我们改造自然的力量。

生物学与农业、医药和轻工业生产关系极其密切，它是这些部门的科学基础。

农业是生产性的行业。农作物种植、森林造伐、禽兽饲养、鱼类养捕以及轻工业原料生产，主要都是和生物打交道。生物学是基础学科，它研究各种生物的生存、活动、生长、繁殖的规律和所需要的条件。这些研究可以为农、林、牧、副、渔和轻工业服务。孟德尔用豌豆，摩尔根用果蝇研究了生物的遗传变异基本规律。这两种材料与农田种植的稻、粱、菽(大豆)、麦、棉、果、蔬虽有不同，与蚕、鱼、禽、畜相去更远，但由此研究所得的规律却可以为培育良种服务。这是生物学为征服自然，改造农业生产服务的一例。科学界正在研究固氮酶基因的转移和植物利用光能的秘密，这些研究一旦成功对农业发展将起巨大的促进作用。

医药卫生业以人类健康成长为第一服务目标。人类本身也是一种生物，人们不能违反生命活动的基本规律而生存。人病有几千种，所用的药材达几万项。病有病理，药有药理，病理、药理的依据在于人的生命活动有一定规律。细胞的发现和研究，巴甫洛夫在生理学上的成就，为医药部门奠定了基础。维生素和激素的发现，使人们掌握了调节人体机能的杠杆。抗菌素的发现为人们除病却灾创造了有利条件。由此可见生命活动基本规律的研究可为医药部门开辟新途径。

最近生物科学在分子生物学方面有了进一步发展，遗传工程逐渐成为新的产业，它将为新世纪的农、工、医、卫生开辟新天地。这一些都依赖于生物学的基本规律的探索。

人类生活于一定环境之中，人类的生产活动会在大自然中留下印记。土地利用不当，工业生产失控，都会遗下灾难性后果。现在人类的生存环境已受到破坏，粮食生产不够丰富，人口增长率太高，这些都是有待改善的问题。我们要建设社会主义的强盛国家，要开发生物资源，要使大好河山保其美，农工百业有个大发展，就应研究生命活动的规律。只有掌握了客观规律，按规律



行事,才能建设好我们的国家。

在大自然的奥秘面前,人类还处在初步觉醒阶段。发展生物学将使我们逐渐成熟起来。这是我们学习生物学的目的和任务。

### 生物学的分科

生物学是广泛而综合的科学。生物界有 200 万物种,遍布海陆空三界,生命存在表现于蛋白质大分子的反应,细胞的活动,几百亿个体的生存斗争,直至生物圈的潜移演变。生命现象无限多,规律无所不在,这些都是生物学的研究范围。

生命现象万分复杂,因此,生物学的分科就十分繁多。各个分支学科分别研究生命运动的一个领域或一个侧面,它们互相补充互相推动,从而使生物学不断向深广两方面发展。

生物科学大体可分为三大类。

#### (一) 基础的生物学科 (fundamental bio-sciences)

(1) 生物化学 (biochemistry) 是应用化学的、物理化学的成就和手段来研究生命规律和机理的学科。半世纪来,生物化学的进展为生物科学奠定了新基础。

(2) 生物物理学 (biophysics) 是生物化学的姊妹学科,它侧重于研究生命现象的物理特性和规律。

(3) 分子生物学 (molecular biology) 以生化和生物物理学为基础,着重研究与生命本质有关的生物大分子的结构、功能及其作用机理。近 30 年来它成了生物科学的前沿学科。

(4) 细胞生物学 (cell biology) 研究细胞的基本构造和生命活动规律的学科。这门学科为生物体的构造和生命活动基本规律的研究开辟了新的领域。

(5) 微生物学 (microbiology) 研究病毒、细菌、真菌等生命活动基本现象和规律的学科。这门学科为人类征服病原体和利用微生物开辟了新的前景。

#### (二) 个体生物学科

以各门各类动、植物为对象来研究其生命活动规律的学科,称为个体生物学。个体生物学包括的分支学科十分繁多,举例如下:

(1) 各种专科生物学,如鱼类学、藻类学、昆虫学等。

(2) 分类学,研究生物类型和它们的进化系统。如种子植物分类学、昆虫分类学等。

(3) 研究各类生物的形态、构造、胚胎发育等学科,分别称为形态学、解剖学和胚胎学。

(4) 生理学,研究动、植物器官活动规律的学科。

(5) 遗传学,研究生物的遗传变异规律的学科。

#### (三) 综合性生物学科

综合研究生物圈的演变的学科包括下列几个方面:

(1) 生态学 研究生物群体的演变及其与环境的交互作用的科学。这门科学与生物资源开发利用和环境建设,关系极为密切。生态学研究最近极受重视,发展相当迅速。

(2) 生物地理学 研究生物的地理分布和发展前景的学科。

(3) 古生物学, 研究生物类型的历史和演变规律的学科。

(4) 进化论, 研究生物种群演变、物种形成的基本规律, 包括了生命起源、细胞起源和人类起源的研究。进化论是一门高度综合的生物学科。

(5) 生物工程学与生物技术学(bioengineering and biotechnology) 是生物科学, 特别是遗传学, 与工程技术相结合的学科。它的研究范围十分广阔, 分支相当繁茂, 发展极为迅速。其中包括: 生物工程学, 利用生物和它的产品(例如酶)来改造自然物, 改革生产工艺的科学; 仿生学(bionics), 研究生物体的某种装备的工作原理, 用来开发新生产技术的科学; 遗传工程, 利用分子遗传学的成就, 按人们的设计对生物本性进行改造的科学。这些分支学科具有巨大的生命力, 它们的进展都能扩大生物科学在医学、农学(农、林、牧、渔)、轻工业(药、食、衣、用)等方面的应用, 同时提高了生物科学的水平。

### 生物学发展简史

科学的发展与社会生产的需要是密切联系的, 发展的速度和具体特色又与当时科学技术水平(反映了当时社会生产水平)不可分离。生物科学的发展明显地反映了这种关系。

人类在生产斗争和生存斗争的实践中认识了有用(食用、衣用、药用)的植物、动物和有害的动、植物, 也逐渐认识这些动、植物生长的条件和活动的规律。斗争实践使人们逐步掌握了狩猎、饲养和种植的技术, 有关生物的知识也在实践中萌芽。

我国有古老的农业历史。古代劳动人民在生产斗争中积累了不少生物学知识。我国古代的生物学知识有自己的特点, 这些特点可概括为两条: 一是历史久而知识丰富精湛, 二是学与用相结合, 寓学理于应用。

据考古发掘证明, 我国在公元前 5,000 年, 即已种植水稻, 猪的饲养始于公元前 3,000 年, 蚕桑的利用在公元前 2,700 年已经兴起。

奴隶社会时代, 农业和畜牧业有较大的发展。《诗经》记载的生物学知识是相当丰富的。封建社会时代盛行小农经济, 生产知识的积累更加可观。这些生物学知识与农业、医药应用知识汇合为一。我国汉代, 开始有了农书和本草(药书)著作, 北魏出现了贾思勰的农书《齐民要术》, 唐宋两代留下不少记载作物、果树、花草品种的谱书。明代朱橚的《救荒本草》(15 世纪初)和医药家李时珍的《本草纲目》(16 世纪后期)是世界上最早的植物学著作。

西欧在 15 世纪文艺复兴后期, 资本主义生产开始兴起。当时搜集生物资源材料为发展生产所需要。因此, 自 16 世纪至 18 世纪兴起了博物学, 逐渐开展植物分类、动物分类工作。18 世纪瑞典人林奈(Linnaeus, 公元 1707—1778)的《自然系统》一书, 代表了博物学阶段中生物学方面的巨大成就。

资本主义生产发展要求更好地开发生物资源。科学技术水平提高, 显微镜制造更加精良, 促进了生物学向微观方向发展。19 世纪初生物学从博物学脱胎出来。1838—1839 年施莱登(Schleiden)和施旺(Schwann)两人提出了“细胞学说”, 1859 年达尔文(C. Darwin)出版了《物种起源》, 生物学向前旺盛发展。这是生物学发展的第一阶段, 称为描述性生物学阶段。

19世纪中后期,资本主义生产有了巨大发展,自然科学在物理学带动下有了较大的成就。物理科学通用的实验方法以及物理化学的成就和实验技术逐渐引进到生物学研究中来,使生物学又有了新的进步。20世纪前后,生物学迈进到第二阶段,称为实验生物学阶段。

实验生物学的主要特点是:引用物理学、化学成就和技术来进行生物学问题的研究,发展了边缘学科。其中,生物化学蓬勃兴起,影响最大。生物学家更多地应用实验手段来考察生命过程,使生物学获得新进展。例如,胚胎学发展出实验胚胎学;细胞学与遗传学相结合,形成了细胞遗传学等等,实验生物学阶段的生物学逐渐变成以分析生命活动的规律为主要研究目标。

20世纪30年代以来,物理学和化学的深入渗透,实验生物学和遗传学的进步,生物化学的壮大,使生物学研究目标集中于与生命的本质密切相关的生物大分子,即核酸、蛋白质和酶三个方面。30年代前后,关于蛋白质分子结构,酶的性质和功能的研究有了巨大进展。40年代,科学家反复验证了遗传因子的物质实体是脱氧核糖核酸(DNA),核酸的化学构成研究有了新的突破。1953年,华特生(Watson)与克里克(Crick)阐明了DNA分子结构近似双链螺旋形。这些成就综合起来,标志着生物学发展进入了一个新阶段,这就是分子生物学阶段。

70年代以来,生物科学在分子生物学带动下取得了很大的进展,遗传工程逐渐兴起,在80年代前后几年间,又为生物技术革命开辟了新天地。生物科学已跨进了解决生命之谜的门槛,新的成就即将接踵而来。

### 生命科学的发展动向

最近半世纪以来,生物科学的发展主流在于数、理、化诸学科与生物学科间的相互渗透。生物学与化学相结合建立了生物化学;生物化学与细胞遗传学相结合,发展出分子生物学。它们标志着近代生物科学发展的主流方向。目前生物科学已走进人工合成基因并用它来改造生物本性的领域。综合现代各学科的成就,结合各现代学科之所长,成了发展生物学的主要趋向。

生态的研究最近特别引起重视。它代表了生物科学的另一发展动向。环境污染已威胁了人类的生存,经济建设需要合理规划,这些问题都急切需要解决。发展生态研究将为人类改善环境,提高生产提供科学依据。

仿生学和生物工程学与生物技术学都是生物学与工程技术科学的结合物。分析自然界几亿年进化中优选出来的器官构造原理和功能特性,从中萃取出新的设计思路,对我们工程技术的革新将有极大的帮助。

近几十年来生物科学的发展有两大趋向是较明显的。其一,生物科学的研究课题愈来愈综合,愈来愈带根本性。一方面是向生命的本质问题进攻,另一方面是向改造大自然的伟大事业前进。这两者都是生物学根本的课题。其二,生物学研究已越出了“纯生物学”范围,数、理、化的渗透不仅是不可免,而且是不可少。当前的科学研究趋向是对生物学问题进行数、理、化分析,电子计算机运算,工程学模拟。未来的生物学必然是数、理、化、工、地、生大综合的科学。这个大综合的生物学将是21世纪的带头学科。

## 第二节 生物学与辩证唯物主义

自然科学是研究物质运动变化规律的学问；生物学是研究生命的科学。生命现象极为多样而复杂，从现象看，生命是至为奥秘的，从细菌的繁殖至人的思考都是生命现象。生命是什么？生命是属于哪一类物质的哪种性质的运动？生命也有客观规律吗？生命是可认识的吗？有生命与没有生命有无严格的分界线？生命与灵魂或精灵是否一样？奥秘莫测的生命是科学所能探究的吗？这一大堆的问题是几千年来人们争论不休的课题。生物学家要从事生命研究，要解答这些问题必须借助于正确的哲学。以下我们对这些问题作简要介绍，详细内容在各章中阐明。

### 唯物主义生命观

生命是什么？唯物主义和唯心主义的理解是对立的。唯心主义认为生命是灵魂或某种精神注入生物躯壳而产生的。生机论(vitalism)认为生命来自超物质的“entelechy”，这是科学所无法分析的。机械论者(mechanist)认为生物体就如同机器，生命就是机器运转。一切唯心论者都认为生命不可认识，而机械论者则取消了生命。二者对生物科学的发展都是有害的。

辩证唯物主义认为世界是物质性的，种种生命现象都有其物质基础，超物质的精灵主宰是不存在的，因而生命是科学可认识的。这样，辩证唯物主义就为生物科学提供了理论依据，并指导科学沿着正确的方向发展。科学家向这个方向努力，就可发现和分析生命现象的物质基础，揭示其规律，以推动科学前进。按辩证唯物主义观点，世界上只有未被认识的东西并没有不可认识的事物。生命现象确实较为复杂而奥秘，但终究可以用科学方法进行探索。

辩证唯物主义认为物质世界是多样性的世界，物质和运动是不可分离的。多样性的物质世界包含着多样性的物质运动形态。力学的(机械的)、物理的、化学的、生物学的(生命的)诸种基本的物质运动形态之间既有质上的差别又有内在的一致性。按照这种观点，有生界与无生界是可以过渡的；地球上的生命是由无生界演变发生的；生命的本质是可以认识的；生命的发生是可以研究的，生物界的进化是有规律可寻的；人的思考是大脑的活动机能，也是可知的。按照辩证唯物主义，生命现象和生命过程包含着力学的、物理的、化学的变化，可以而且必须借助于数、理、化诸科学来揭示其内涵的各个侧面。辩证唯物论又认为物质运动的低级形态与高级形态，是有质的区别的，不能将生命现象还原为某种机械的作用、物理的运动和化学的反应；不可抹煞生命现象的质的特殊性和其规律的客观实在性。例如，科学可以探讨人体由那几种元素构成，但不能认为将元素混合就可以成为有生命的人。

按照辩证唯物主义观点，生命现象是有规律的。各种生命过程遵循客观规律而发生、发展和转化。规律是客观固有的，不因人或生物的意愿而改变。探索客观规律是科学的任务。

有一种称为目的论(Teleology)的观点是错误的。它认为生物体的任何部分都是为了达到某种目的而存在的，生物的器官结构和它的功能所以能够密切相适应，是由目的决定的。例如，人眼结构为何象自动照相机那样精巧？目的论认为这是为了达到摄取外界影相的目的；植物为何向上长？说是为了吸收阳光。目的论的说法包含着意愿推动变化的因素。眼睛是人体器官之一，

眼球自身是没有意愿的；动物的感光器官是在进化中形成的，眼睛失明并非由失明的目的所决定，植物向阳生长是激素作用的结果，植株是没有意识的。目的论的说法是反科学的，生物界所有的合理的构造都是经过长期进化，从不太合理的构造演进出来的。

恩格斯说：“唯物主义世界观只不过是按照自然界本来面目去了解它，而不附加任何外来的成分。”\*唯物主义的生命观提示我们，科学工作必须深入实际，通过实验和实践来发现规律，努力按照自然本来面目确立观点建立理论。只有这样才能在科学工作中少走弯路，少犯错误，作出更多更好的贡献。

### 唯物辩证法与生物学

辩证法是自然界固有的根本法则，因而也是生物学工作者思想方法的指导原则。

辩证法与形而上学相反，按辩证法，物质世界永远处在运动变化、发生、发展过程中，平衡、静止、不变是相对的，有条件的；稳定态中包含着不稳定的因素，在一定条件下稳固的东西可以转化为不稳固。每一个生物表面看来是面目依旧，实际上每天身体内细胞都在除旧更新。每个生物群体死亡率和出生率有一定比值，生生死死永无宁静。每个物种几百年内看似保持原样，事实上每个世代遗传组成都有变异。在生物界，变是常规。由此可见，生物界一切都在运动变化之中，物种不变论、基因不变论是错误的。物种、基因有较高的稳定性，这才是符合事实的。

在自然界，任何生物系统的变是有发展的，不是乱变，不是幻变，也不会是永远循环的变。植物一年一度春花秋实，乍看起来，年年如此，但实际上包含着发展。幼小的植株在长大，植物群体在扩大，品质一代代有所改变。

按辩证法，事物的变化是分阶段的，在一定阶段内，量变是主要的方面，量变达到一定临界点，新质因素出现，量变引导到质变。在质变新阶段里，旧的规律失效，新的规律起作用。生物个体成长是分阶段的，营养生长有限度，生殖生长接续而起。内外因素作用于生物，也有量变与质变交叉的问题，内外因子作用强(浓)度超过一定界限，有益变为有害。生物科学既要研究量变的过程，也要研究质变的条件。生物学过程都有最适(optimum)量，过量常引起病变。升温促进种子发芽，过热使种子死亡。生物学工作的重要一项是，通过实验确定生命活动的最适条件。

辩证法认为事物发生变化有内因也有外因。内因是决定性的，是变的根据，外因是影响性的，是实现变化的条件。外因通过内因而起作用。种子发芽有内因也有外因。小麦种子包含小麦胚、水稻种子包含水稻胚，活的胚体是种子萌发成小麦幼苗或水稻幼苗的根据。但是种子萌发要有水分和适合的温度，没有这些外在条件，种胚是种胚，不成幼苗，陈种烂谷即使给予水分和温热也长不出苗来。水分、温度、氧气促进了种胚代谢活动，加强了细胞分裂，推动了种子萌芽，可见外因是通过内因起作用的。辩证法指导我们如何正确分析内因与外因的作用和关系。生物学工作者研究生命过程，主要就是研究内因和外因作用的规律。在这种研究中要坚持辩证法，反对外因决定论，也要避免内因无条件作用的偏差。要具体地研究内因，也要研究其它起作用的外

---

\* 引自《苏联共产党(布)历史简明教程》，人民出版社，1954年第八版 145页。

因,分清主要与次要,抓住客观规律。

按辩证法,任何事物都包含着相互矛盾的发展倾向,事物起变化是由事物包含着的相互矛盾的发展倾向决定的。任何因子的作用都有矛盾的两个方面。生命的基础是以蛋白体为主体的新陈代谢,这种新陈代谢包含着同化和异化互相矛盾的两个方面,同化异化相反相成。遗传与变异也是互相矛盾的倾向。各种生物学过程也都包含着具体的矛盾倾向。外因的作用也是矛盾的,也有相反的两方面,温度上升对种子萌发、植物生长和动物繁殖有促进作用,但是温度超过某一定度,将使蛋白质变性、种胚失活,温度的促进作用转化为抑制。日光对植物的光合作用是必要的,但过强的日光引起植物的灼伤等。事实表明,事物矛盾的两方面是可以互相转化,互相过渡的。辩证法指导科学工作者应该从具体事物的内部实有的矛盾发展倾向去研究和分析问题,从外因作用的矛盾倾向去考察问题,这样才能抓住事物变化的根本,发现事物运动变化的规律,分析问题才能符合客观实际而不陷入片面性。

辩证法认为事物的存在状态是有条件的,互相矛盾的两方面可以因条件改变或事物本身的发展而向对立的方面转化。任何生物个体都有生长也有衰老,永生不老是是不可能的。生长素可促进植物生长,大量生长素却能起抑制生长的作用。生物学工作中重要的一项就在找出矛盾双方互相转化的条件。人们认识了生物学过程发生的原因和转化的条件,也就掌握了客观的规律。利用这些规律的知识,人们便可以控制生物学过程,使其为生产服务。

辩证法认为自然界是多样而复杂的,事物的运动变化都不是孤立的,而是多方面互相联系、相互制约的。生物界的多面联系尤其突出。在大自然里,草木生长有赖于阳光、水分、肥料、适宜的温度和气候条件;植物茂盛为虫类孳生提供了食料和条件,虫类的繁盛又为鸟类提供食料。生物界有如一环扣一环的网络,各环之间存在着互相调节控制的关系。箭竹多,则大熊猫安,箭竹衰,则大熊猫危。虫多鸟盛,虫绝鸟亡。由于这类交互调控,自然界便形成了平衡系统。不仅生物界有交互调控的关系,生物体的活动也是这样。例如,一呼一吸间,呼气必然引起吸气,吸气必然引起呼气,二者交叉调控,相反而相成。互相联系,交叉调控是生物学的普遍规律。各类生物学过程因其本身的性质不相同,交叉调控的作用机制不相同,运动变化的具体规律也就有差别。因此,辩证法要求我们,对具体事物,对具体变化条件,要作深入实际的具体分析。

总之,自然界是辩证地存在的,生物学过程是辩证地发生的,生物学工作者必须努力掌握辩证法方能较全面地认识自然界,认识生命过程的规律。

### 第三节 生命的基本特征

生命是什么?这是生物科学的中心课题,也是人类的千古难题,因为生命是自然现象中万分复杂的部分。

生物界有接近 200 万不同的物种,每一物种的生命都有各自的特色。生命在地球上存在和演进已有 35 亿年,各个阶段的生命表现形态大不相同。本节将对生命的基本特征作简略介绍。

## 生命的起源

按辩证法,任何事物都有其发生、发展的过程。人们要全面认识世界就应该从其发生、发展开始。

生命的起源问题,至今尚是科学上的悬案。为了广开思路,现在先提出两点科学界的看法。

按照现代已得到的证据,地球以外的星际空间也存在着有机物小分子。有些科学家认为,广大无边的宇宙存在着无尽数的恒星,在某些恒星的外周也有类似太阳周围的生命可能存在的区间。据推测,存在于这类区间的行星(称为类地行星)必然也发生化学演变,极少数的类地行星的化学演变中也可能有生命发生。因此,生命不是地球所特有的,地球上的生命更不是上帝特创的。

地球上生命的来源,已有两种学说。一种学说认为球外空间飘游着生命的胚种,这胚种经太阳光压的推送,进入了地表,地表于是有了生命。此说的弱点是:球外的生命胚种又是从何而来?空间中的生命胚种为何在亿万年、经受星际强烈辐射和“真空”条件,仍能保持生命活性?另一种学说认为地球上的生命是从地表的化学演化(chemical evolution)的自然过程中发生的。这种学说与科学真理较接近。

### (一) 地球的化学演化

自然界一切都是可变的,地球也有演变的历史。太阳系在演变中诞生了九大行星和无数小行星,最初出现的地球可能是熔融状的球团和氛围。在距今约47—56亿地球年之前,岩石逐渐形成,于是地球成为由地核、地幔、地壳和氛围组成的星球。这个星球经过若干亿年的演变和散热,地表温度逐渐冷却至略低于 $100^{\circ}\text{C}$ ( $<373^{\circ}\text{K}$ ),氛围中的水出现为液体。地表进一步冷却,液体水比例增多。约在距今39亿年,水液流汇低地,原始的海洋出现了。海洋的出现标志着地壳表层渐趋稳定,地球表面的化学反应增加了水溶液系统的内容和分量。这是地球表面化学演化新阶段的开始。

原始的地表是岩浆奔流,雷电交加,风雨翻腾的场面。风雨侵蚀、机械搬运和水流携带,使可溶于热水的无机成分集中于原始海洋中。经过成亿年的化学变化和物理因素的促成,约在距今38亿年前,水成岩和层积岩开始形成。在这之后,海水的成分逐渐稳定。古海洋为生命的诞生准备了温浴汤和无机水液环境。

在无机物演化的中后期,空中、水中、地表的 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ 、 $\text{H}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 、磷酸根等物,在紫外线、闪电火花、火山爆发的触发之下,通过无机胶状物的催化作用,产生了种种有机小分子,其中包括简单的有机酸、糖类、脂类等。这些简单有机物互相反应,产生了较复杂的有机物,如各种氨基酸、核苷酸、卟啉等。这是有机物化学演化的初级阶段。

有机物按它们的化学特性进行反应和聚合,衍生出各种复合物和分子量大小不一的类蛋白、聚核苷酸、磷脂、糖脂等。这是有机物复合、聚合阶段。这些有机物通过水流携带,集中在古海水温浴汤中。在海边岩石穴池中,有机物在风浪潮汐激荡和强烈蒸发之下,浓缩成为“营养汤”。

化学演化的最后阶段是大分子的整合(integration)。不同类型的类蛋白可以与糖类、脂类、

金属元素、有机物、或聚核苷酸整合为具有不同理化性能的物块。它们中有的不稳定，易被风浪冲散；有的较稳定，但不具有新的性能，终归也会被淘汰，在亿万个地点的营养汤经亿万次聚了散，散了又聚（当时没有细菌！）的整合作用中，可能出现少数具有初级的催化功能，兼有利用周围物质进行自我复制特性的物质团块。这种团块能分解营养汤中的有机物，合成为它的一个部分。经过自然界的优选，极个别团块被保留下来（其余的被冲散或被分解），这就是原始生命体的“候选者”。脂类具有向液体表面集中的理化特性。脂类与类蛋白复合，可以形成表面膜。上述的有原始生命基本性质的团块若含有脂类蛋白，便能形成表面膜，于是一个与外周溶液环境相对分开，自成液滴样有形体的原始的原生质体（primarg protoplast）便诞生了。这是按照现代的科学知识来推想的生命发生的过程。其中每一步都不是笔直的，而是在成亿年亿万个地点反复发生，经过阳光、闪电、风浪、潮汐考验选择而后完成的。

总之，地球上的生命是由无生命的自然界通过化学演化的长期过程而产生的。现在地球上不能重复这个全过程，因为当时的环境条件，如无氧的还原性环境，没有细菌的分解和其他生物因子的干扰等条件，已经不存在了。不过这过程中的各步都是可以在人工控制下进行模拟实验的（参阅第十七章）。

## （二）生物进化与多样性

地球表面的化学演化创造出原始生命体，从生命的起源来说，这是一次质变。从此以后，化学演化退居后台，生物进化（biological evolution），简称进化，按照新的规律开始登上地球这个大舞台。

据现有的证据，最古老的细菌（bacteria）化石发现于从非洲采得的 34 亿年前形成的水成岩中。据此推测，地球上的生命大约发生在距今 34 亿年之前。经过 34 亿年的生物进化，自然界出现了一个有生命的世界，总称它为有生界（the living world）。

有生界是多样性的。从细菌到人类和大树，形形色色，五采缤纷，总名又叫生物界。生物界中已被认识的现有物种总数几达二百万，加上已经灭绝的，物种总数实难估计。这些生物有的游动于千米深海，有的翱翔于万尺高空，有的遁迹于土壤之中，有的居处于人体之内，而绝大多数则生活于地壳表层。论个体大小，最小者直径不过几纳米（nm），最大的树，高耸地面上百米，地下生根几十米。论生活方式，既有肉食为生自由游走的动物，又有以光合作用自给，定植千年的植物，有几分钟传代的细菌，也有寿长几千年的柏树，凡此种种，都属于生物界范畴之内。

生物界的多样性来源于生物进化。进化的各阶段造就了不同的生物，组成了形形色色不同的生物界。

最早生物界只有一类依赖分解周围有机物过生活的厌气菌。经过几亿年的进化，出现了能利用光能和无机物合成有机物的光合菌。光合菌在进化中出现了一个新类型，它能利用光能将水（ $H_2O$ ）分解，放出氧气，并固定二氧化碳（ $CO_2$ ）为有机物。这类光合菌大大繁盛，促使生物界发生变革。氧气的出现使厌气菌衰退，好气菌繁盛，大地同时被改造为氧化性环境。这些变化为生物界加速进化打了基础。约在距今 14 亿年前，生物界进化出有细胞核（nucleus）和细胞器（organelle）的真核生物（eukaryote）。原先生存的细菌则称为原核生物（prokaryote）。从此以



后生物界开始繁盛了。

真核生物原先是单细胞的。这类生物称为原生生物(protista)。原生生物分支进化,随后发展为光合自养的植物、氧化异养的动物和腐生的真菌。约在距今 6 亿年前,生物界大大繁盛了,大地进入古生代,其后是中生代和新生代。生物界的多样性在进化的各时期都有所发展。

按照生物界进化的顺序,有生界先后出现了五大类群。这些基本类群分别称为界(Kingdom)。

#### (1) 原核生物界(prokaryote)

这是最先繁盛的生物类群。个体由单个细胞构成,细胞小型,结构简单,没有定形的细胞核。代表型:大肠杆菌、蓝菌(即蓝绿藻)

#### (2) 原生生物界(Protista)

这是 15 亿年前开始出现的单细胞真核生物。细胞有了定形的核和细胞器。这类群生物分为两大类型。代表型:眼虫、衣藻、变形虫。

#### (3) 植物界(Planta)

这是能进行光合作用以合成淀粉,细胞壁有纤维素成分的生物类群。个体由多细胞构成。有水生和陆生的种类。代表型:石莼、昆布、凤尾蕨、马尾松、小麦。

#### (4) 动物界(Animalia)

这是依赖摄食外界有机物营生的生物,个体由多细胞构成,细胞之间分化较深刻,胚胎发育过程较复杂。代表型:珊瑚虫、蚯蚓、河蚌、虾、昆虫、鱼、蛇、鸟、兽。

#### (5) 真菌界(Fungi)

这是依赖外界有机物营腐生或寄生生活,个体构造较低级的生物类群。代表型:霉菌、菰。

在这五大基本类群之下,各类都有亚类群及更小的分支,直至最小的类群,称为物种。生物界物种共约有 200 万。此外,还有病毒颗粒,它们是介于生物与非生物之间的物质小粒。

### 生物界的统一性——生命的基本特征

五彩缤纷的生物界是多样的,但又是统一的。多种多样的生物包含有共同性。虎豹不同种,但共属食肉目,稻麦有差别,但同归禾本科。虫鱼鸟兽虽属异类,但它们都是依赖有机物为生的动物。松竹花草形性不一,但它们是营光合作用的植物。动物、植物、微生物二百万物种差异虽大,但也有共性;它们都具有生命,服从于生命运动规律。

生命是什么?生命是超物质的灵魂或生命是物质运动的属性?科学站在唯物论一方,赞同后一答案。那么,这种物质是什么?它的运动属性有哪些?

恩格斯在一百多年前提出的有名的命题回答了第一点:

“蛋白体是生命的唯一的独立的承担者”。“生命是蛋白体的存在方式”。

现代生物科学证明了恩格斯命题的主旨是正确的,但应加以发展。现代科学认为承担生命的“蛋白体”,主要是核酸同蛋白质的整合体系。生命与核酸、蛋白质按规律整合的体系不可分离。