

科学教育专业系列教材



# 生命科学通论

胡兴昌 主编

SHENGMING KEXUE TONGLUN

 科学出版社  
www.sciencep.com

科学教育专业系列教材

# 生命科学通论

胡兴昌 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本教材为科学教育专业学生设计编写,主要介绍相关的生命科学的基础知识和基本理论,充分反映生命科学最新进展和成就,突出生命科学与其他自然学科交叉渗透的重要性及所取得的重大成果。全书包括7篇30章,内容包括细胞、遗传及其分子基础、动物的结构与功能、植物的结构与功能、微生物基础、生态与生态系统、生命的进化等。全书体裁新颖,内容完整,注重生命科学素养教育,培养科学思维能力,提高学生整体素质。

本书可作为高等师范院校和相关高校科学教育专业普通生物学课程的教材,也可作为广大生物教师的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

生命科学通论 / 胡兴昌主编. —北京: 科学出版社, 2010. 6

ISBN 978 - 7 - 03 - 027910 - 1

I. ①生… II. ①胡… III. ①生命科学—高等学校—教材 IV. ①Q1-0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 108430 号

责任编辑: 朱 灵 / 责任校对: 刘珊珊  
责任印制: 刘 学 / 封面设计: 殷 靛

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

南京展望文化发展有限公司排版

上海出版印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2010年7月第 一 版 开本: 889×1194 1/16

2010年7月第一次印刷 印张: 29 ½

印数: 1—3 300 字数: 951 000

定价: 58.00 元

---

---

# 《生命科学通论》编委会名单

主 编 胡兴昌

编委会成员 (以姓氏笔画为序)

王锋青(浙江师范大学)

李广林(陕西师范大学)

庞春花(山西师范大学)

胡兴昌(上海师范大学)

侯 峰(西北师范大学)

袁学文(广东第二师范学院)

龚大洁(西北师范大学)

章 骏(上海师范大学)

薛良义(宁波大学)

# 前 言

生命科学是研究自然界各种生命现象本质及其生理活动规律的科学,具有很强的实践性。了解和学习生命科学知识是认识生物界的前提,只有认识和了解生物界的客观规律,才能用科学的、辩证的观点看待问题,才能更好地促进人与自然的和谐统一,推动社会和经济的可持续发展。本教材定位于科学教育专业普通高等教育,适用于以能力培养为目标的科学教育专业培养方向。将生命科学深入浅出地介绍给读者,让读者了解生物界的基本概貌、普遍规律以及生命科学的发展动态,为读者学好专业知识、形成职业能力打下坚实的基础,为全面提高读者的生命科学素质服务。

本教材根据科学教育专业特点,从实际需要出发,对其他同类书籍已加以详细介绍的内容,本书在具体编写过程中做了详略方面的取舍,有的部分采用了文献综述的形式,这样做既避免了重复,也使全书的脉络更加清晰。本教材以生物体的基本结构和生命活动的基本规律为重点,有选择地介绍了生命科学的相关知识。其内容从生命的物质基础入门,衍射到生命活动的基本单位——细胞;从生物物质代谢深入到生物遗传的本质,直至现代的分子生物学技术,从分子水平上阐述了生物的奥秘;同时还从动物、植物、微生物等不同的生物类群上宏观地描述了生物界的整体面貌。全教材共分7篇30章,主要涉及细胞、遗传及其分子基础、动物的结构与功能、植物的结构与功能、微生物基础、生态与生态系统、生命的进化等内容。本教材内容翔实、简明扼要、图文并茂、编写新颖,既重视基础性和科学性,又适应科学教育专业的发展方向,突出学科知识的基础性和应用性。为了帮助读者更方便地学习本教材,每篇设有篇目介绍,简要介绍本篇的基本的概念、知识范畴和主要内容,每一章的学习除内容正文外,还设有“本章学习内容分析、本章学习目标预设、本章学习过程设计”。章前的导读给出了本章的主要内容、重点、难点及学习方法,指导读者自学,方便教师讲授,章后设有针对关键问题提出的具有启发性的习题与思考,重点突出,着眼基础,同时注重内容的典型性和综合性,使读者既加深理解生命科学的基本概念、基本知识、基本

理论和生命活动的基本规律,又能有针对性地体会生命科学的基本研究方法,提高用所学知识分析问题和解决问题的能力。在每章后还设有“相关链接”,提供了一些相关网站,读者如有兴趣深入研究,可按照网址查阅相关资料,极大地方便了读者查询有关知识和感兴趣的问题,以便加深对理论知识的理解。本教材改变传统“讲义”式教材的风格,将教材的功能定位于注重能力,伦理、审美和情感的人格发展,开阔思路、提高兴趣,强调在自学中实践,在实践中体验。

本教材由上海师范大学、陕西师范大学、浙江师范大学、西北师范大学、山西师范大学、宁波大学和广东第二师范学院等7所高校联合编写。本教材内容新颖,概念准确,条理清晰,语言深入浅出,文字通俗易懂,可读性强,有利于读者更好地认识和了解生命的现象、起源、本质、特征、发展规律,以及各种生物之间和生物与环境之间的相互关系,掌握生命科学的基本知识、基本理论,以及生命科学的热点问题和新的进展。本教材可作为高等院校科学教育专业教材,也可作为综合性大学、师范、农林、医药院校有关专业本科生、研究生及教师的参考用教材。由于编者水平有限,本教材虽然经反复修改和审校,在文字内容和编写体例等方面缺点错误在所难免,恳请广大读者和同仁批评指正。

胡兴昌

2010年2月于上海

# 目 录

前言

## 第一章 绪 论

1

- 第一节 生命的基本特征 /1
- 第二节 生命的物质组成 /3
- 第三节 生命科学的研究方法 /9
- 第四节 科学家的现状与发展趋势 /10

## 第一篇 细 胞

### 第二章 细胞的结构

15

- 第一节 细胞膜 /15
- 第二节 细胞质和它的细胞器 /18
- 第三节 细胞核与染色体 /26

### 第三章 物质运输与信号传递

32

- 第一节 细胞的物质运输 /32
- 第二节 细胞通讯与细胞识别 /37
- 第三节 细胞的信号传递 /40

### 第四章 细胞的增殖与分化

48

- 第一节 细胞周期 /48
- 第二节 细胞分裂 /51

- 第三节 细胞分化 /55
- 第四节 癌细胞 /57

## 第五章 细胞代谢

61

- 第一节 细胞与能量 /61
- 第二节 酶在细胞代谢中的作用 /62
- 第三节 细胞呼吸 /66
- 第四节 影响细胞代谢的因素 /70

## 第六章 细胞衰老与凋亡

72

- 第一节 细胞衰老 /72
- 第二节 细胞凋亡 /76

# 第二篇 遗传及其分子基础

## 第七章 遗传物质的结构与功能

85

- 第一节 DNA 的结构与功能 /85
- 第二节 RNA 的结构与功能 /90
- 第三节 遗传密码子与蛋白质合成 /92

## 第八章 遗传的基本定律

97

- 第一节 分离定律 /97
- 第二节 自由组合定律 /102
- 第三节 连锁遗传 /104

## 第九章 染色体的结构与功能

108

- 第一节 染色体的结构 /108
- 第二节 染色体的功能 /112
- 第三节 染色体的异常 /114
- 第四节 性别决定与遗传 /117

## 第十章 基因表达与调控

121

- 第一节 基因与基因表达 /121
- 第二节 基因表达的调控 /124
- 第三节 基因突变 /132
- 第四节 人类基因组 /134

# 第三篇 动物的结构与功能

## 第十一章 消化系统

141

- 第一节 动物的营养 /141
- 第二节 人消化系统的结构与功能 /142



第三节 营养缺乏与肥胖症 /148

**第十二章 循环系统**

152

第一节 动物的循环系统 /152

第二节 血液的组成与功能 /154

第三节 人循环系统的结构与功能 /159

第四节 高血压与冠心病 /162

**第十三章 呼吸系统**

165

第一节 气体的交换 /165

第二节 人呼吸系统的结构和功能 /169

第三节 吸烟与呼吸系统疾病 /173

**第十四章 渗透调节和排泄**

176

第一节 无脊椎动物和脊椎动物的渗透调节器官 /176

第二节 肾的构造 /179

第三节 尿的生成 /182

第四节 尿的浓缩与稀释 /184

第五节 排尿及其调节 /186

**第十五章 神经系统**

188

第一节 神经系统概述 /188

第二节 神经冲动的产生和传导 /192

第三节 神经系统的进化 /193

第四节 人神经系统的结构与功能 /194

**第十六章 内分泌系统**

202

第一节 概述 /202

第二节 人内分泌系统的结构与功能 /207

**第十七章 免疫系统**

215

第一节 先天性和获得性免疫 /215

第二节 免疫系统 /217

第三节 抗原和抗体 /219

第四节 免疫应答 /223

第五节 免疫系统的功能异常 /226

**第四篇 植物的结构与功能**

**第十八章 植物的形态与功能**

233

第一节 植物的组织与器官 /233

第二节 植物的生长和繁殖 /249

第三节 植物的光合作用 /253

第十九章 植物的营养

258

第一节 植物的营养与生长 /258

第二节 植物养分的吸收与运输 /261

第二十章 植物的调控系统

265

第一节 植物激素 /265

第二节 植物生长的调控 /270

第五篇 微生物基础

第二十一章 原核微生物

275

第一节 细菌 /275

第二节 放线菌 /280

第三节 蓝细菌 /281

第四节 支原体 /282

第五节 立克次体 /282

第六节 衣原体 /283

第二十二章 真核微生物

285

第一节 真核微生物的类群 /285

第二节 酵母菌 /287

第三节 霉菌 /290

第四节 蕈菌 /291

第二十三章 病毒

293

第一节 病毒的结构与组成 /293

第二节 病毒的复制 /296

第三节 亚病毒因子 /299

第四节 病毒与宿主的相互作用 /301

第五节 几种常见病毒 /303

第六篇 生态与生态系统

第二十四章 个体生态

309

第一节 生物物种及个体生态 /309

第二节 环境及生态因子 /310

第三节 几种生态因子对生物的影响 /313

第四节 生物对环境的适应及生物对环境的改造作用 /319

## 第二十五章 种群生态

323

- 第一节 生物种群及种群生态 /323
- 第二节 种群的基本特征 /324
- 第三节 种群动态及调节 /329
- 第四节 种群的进化 /335
- 第五节 种内关系 /337
- 第六节 种间关系 /340

## 第二十六章 群落生态

347

- 第一节 生物群落及群落生态 /347
- 第二节 群落的基本特征 /348
- 第三节 群落的物种组成 /349
- 第四节 生物群落的结构 /352
- 第五节 生物群落的动态 /357
- 第六节 生物群落的分类与排序 /361
- 第七节 地球上主要生物群落 /363

## 第二十七章 生态系统生态

369

- 第一节 生态系统与生态系统生态 /369
- 第二节 生态系统概述 /370
- 第三节 生态系统生物生产 /378
- 第四节 生态系统的分解作用 /381
- 第五节 生态系统能量流动 /383
- 第六节 生态系统物质循环 /384
- 第七节 生态系统的信息传递 /389

# 第七篇 生命的进化

## 第二十八章 生命的起源与进化

395

- 第一节 生命的起源 /395
- 第二节 生物进化的证据 /399
- 第三节 植物的进化 /403
- 第四节 动物的进化 /410

## 第二十九章 人类的起源和进化

417

- 第一节 人类的起源 /417
- 第二节 人类的进化 /418

## 第三十章 生物的多样性

422

- 第一节 物种多样性 /422
- 第二节 遗传多样性 /425

第三节 生态系统多样性 /427

第四节 生物多样性的保护 /429

参考文献

---

435

索引

---

439

# 第一章 绪 论

生命科学(life science)是研究生命体及其运动规律的科学,既研究生命活动现象及其本质,又研究生命与环境之间的相互关系。广义的生命科学包括生物技术(biotechnology)、医学(medicine)、农学(agriculture)、生物学(biology)及其与其他学科交叉的领域。

生物和它所处的环境共同组成生物圈(biosphere),包括岩石圈、水圈和大气圈。地球大约在 46 亿年前形成,约 38 亿年前就出现了生命,经过亿万年的自然选择和进化,形成了种类繁多、丰富多彩的生物界。迄今,地球上至少存在过 1 700 万种生物,其中约 1 500 万种已经灭绝,现在大概还有 200 万种。地球上形形色色的生物,千差万别的生命活动,都表现出生命的基本特征——新陈代谢,生长、发育和繁殖,应激性和适应性,遗传、变异和进化等。

生命科学研究从最简单的生命(如病毒)到最复杂的生物(如人类),以及各种动物、植物和微生物等生命物质的结构和功能,发生和发展的规律,生物之间以及生物与环境之间的相互关系。其目的是为了阐明生命的本质,探讨其发生和发展的规律,以便有效地控制生命活动和能动地加以利用,更好地为人类服务。

生命世界包罗万象,生命现象复杂微妙。生命的产生、进化和发展是人们长期探索的课题,认识生命世界必须从了解生命的基本知识开始。

近年来,由于生命科学研究对象的重要性和复杂性,以及人类生存发展的迫切需要,加上物理学、化学、计算机科学和哲学的支持,生命科学出现了革命性的变化,成为科学革命的中心。生命科学的发展和进步,也向数学、物理学、化学、信息学、材料学及许多工程科学提出了新的问题、新的思路和新的挑战,带动了其他学科的发展。生命科学不但成为 21 世纪自然科学的带头学科,而且自然科学、社会科学和人类学等,都可以在生命科学领域发生交叉,因此它正在成为一门“公共基础学科”和“中心学科”。另外,现代生物技术的快速发展,又为医药、农业、环境工程和其他行业开辟了更加广阔的前景。

**本章学习内容分析** 生命科学是自然科学的一个重要组成部分,它和人类的生产、生活息息相关,已成为 21 世纪倍受关注的重要学科,其发展突飞猛进,对人类社会的进步产生了巨大的推动作用。学好本章内容将有助于了解生命科学的概貌,为深入学习生命科学的具体内容打下基础。本章从生命的基本特征、物质组成、生命科学的研究方法、研究现状及发展趋势等方面展开介绍,以生命的基本特征和物质组成为重点,简要说明相关领域的前沿知识。

**本章学习目标预设** 认识生命科学在自然科学中的地位及其对人类社会发展的意义,了解生命科学的研究对象、研究内容和研究方法,明确生命的基本特征及其物质组成,大致了解生命科学的研究现状和发展趋势,形成学好生命科学、运用生命科学的正确态度。

**本章学习过程设计** 生命科学的研究对象具有复杂性、多样性、统一性等特点。在本章学习过程中,需要从整体上把握生命科学的全貌,通过理论学习,了解生命科学的研究对象、研究内容和研究方法,并对生命科学的基本知识形成初步认识。也可通过课后习题、课外阅读、课件浏览、小组讨论等形式,对课堂学习进行延伸,有助于对相关内容进行更好的学习。

## 第一节 生命的基本特征

生物种类非常多,数量非常大,生命现象错综复杂,给生命下一个定义无疑是困难的。但是从错综复杂的生命现象中,找出一些共性,即生命的基本属性和特征,是完全可以做到的。从目前人类所知来看,

生命具有以下特征。

## 一、化学成分的同—性

地球上没有特殊的生命元素,构成一切生物体的元素,都是普遍存在于无机界的碳(C)、氢(H)、氮(N)、氧(O)、磷(P)、硫(S)、钙(Ca)等天然元素。目前已在动物体内发现 50 多种元素,植物体内超过 60 种。在动植物体内发现的各种元素中,有一些还不知道其在生命现象中的作用,但至少要有 30 种元素参与生物的组成,其中含量最多的是 C、H、N、O、P,它们是构成生物体必不可少的元素。这些元素构成了生物特有的基础物质,包括 5 种核苷酸、20 种氨基酸,以及糖类、脂肪、核酸等,它们是生物构建和一切生命活动的基础。

## 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的,而是严整有序的。生命的基本组成单位是细胞(cell),包括原核细胞(prokaryotic cell)和真核细胞(eukaryotic cell),细胞内各种结构单元(细胞器)都有特定的结构和功能。多细胞生物形成有序的组织(tissue)、器官(organ)和系统(system)。失去有序性,例如将细胞打成匀浆,生命也就完结了。

生物界是一个多层次的有序结构。细胞以下无生命的物质,包括细胞器(如线粒体)、大分子(如蛋白质)、小分子(如水)、原子(如碳)和亚原子颗粒(如中子、质子、电子)。而在细胞层次之上,还有组织(如肌肉)、器官(如肝脏)、系统(如呼吸系统)、个体(如青鱼)、种群(如长江中所有青鱼)、群落(如长江中的所有生物)、生态系统(如长江)等层次。

## 三、新陈 代 谢

新陈代谢(metabolism)是生命的最基本特征之一,广义上泛指生物体与周围环境进行物质和能量交换的过程。新陈代谢分为合成代谢和分解代谢两个方面。生物体摄取营养,转化成自身的组成物质并储存能量的过程,称为合成代谢或同化作用。生物体将自身的组成物质分解,并释放能量的过程,称为分解代谢或异化作用。

在新陈代谢中,涉及物质代谢和能量代谢两个部分。物质代谢是指物质在细胞内合成和分解的过程,能量代谢是指生物体内新陈代谢过程中,能量的释放、转变和利用。物质代谢总是伴随着能量代谢。例如,生物体内的糖酵解和三羧酸循环,能使葡萄糖彻底氧化成二氧化碳(CO<sub>2</sub>)和水,并产生大量能量。

## 四、生长、发育和繁殖

生长(growth)是生物体或细胞从小到大的过程。当物质代谢中同化作用超过异化作用,生物体或细胞的体积和质量增加,伴随而来的是细胞分裂,细胞数目增多,生物体积增大。这种现象在多细胞生物中更为明显。

发育(development)是细胞的分化和形态的形成,是结构和功能从简单到复杂的过程。高等动物从受精卵形成胚胎,再孵化或分娩,并长成性成熟,直至逐渐衰老的过程,称为个体发育。高等动物的个体发育常分为两个阶段:① 胚胎发育阶段,指受精卵发生卵裂,形成 2 个或 3 个胚层,并分化为组织、器官和系统,直至形成独立生活的幼体或胎儿;② 胚胎后发育阶段,是从卵孵化或从母体分娩出的胎儿,经过幼体到性成熟,直到成年期和老年期。高等植物的个体发育不但包括根、茎、叶的形成,也包括繁殖器官的形成。

繁殖(reproduction)是指生物体产生新个体的过程。由于生物新个体的产生,使个体有限的寿命得以延长。不同物种的繁殖方式多种多样,大多数生物有一定的繁殖期和繁殖地。

## 五、遗传、变异和进化

任何一个生物个体都不能长期存在,它们通过生殖产生子代使生命得以延续。子代与亲代之间,在形态构造、生理功能上出现相似的现象称为遗传(heredity)。它是亲代的性状在下一代的表现,是遗传物质从上代传给后代的现象。遗传过程包括遗传信息的复制、演变、重组、传递和表达。遗传信息以遗传密

码的形式贮存在基因内,后代总是表现出与亲代相似的特征和类型。

在有性生殖过程中,伴随遗传信息的突变和重组,子代表现出不同于亲代的特征,导致亲代和子代之间、子代个体之间不会完全相同,而是出现一些差异,称为变异(variation)。变异也指同一起源个体间的差异,包括遗传相同而环境不同的环境变异(又称非遗传变异),环境相同而遗传不同的遗传变异。

从 38 亿年前地球上出现生命开始,就有了生物进化。现在地球上的生物,都是长期进化的结果。遗传变异经自然选择或遗传漂变,导致生物进化。进化(evolution)也称演化,是指生物体的结构由简单到复杂,生物种类由少到多,生物由低级到高级的发展过程。遗传、变异和进化是紧密相连的。

## 六、稳态、应激性和适应性

为使各项生理过程以最佳状态进行,生物体内体液的化学成分以及内环境的其他方面,维持在恒定状态的生理现象称为稳态(homeostasis),也称平衡,例如酸碱平衡、体温恒定等。现在稳态的概念已从个体范围扩展到细胞、群落和生态系统。它们在外界影响下,以各自特有的机制保持动态的稳定平衡。

生物的稳态是相对的,当环境变化时,生物体能随之发生相应的反应,称为应激性(irritability)。它是生物的普遍特性,动物的应激性比较明显,更富有多样性,其感觉器官和运动器官是应激性高度发展的产物。生物体如果丧失应激性,就不能适应变化,生命活动也就随之停止。

在一定范围内,生物体为适应环境变化而产生一定性状和结构的变异,使该生物得以生存和延续,这种现象称为适应(adaptation)。每种生物都有自己特有的生活环境,其结构和功能总是适合于在该环境条件下的生存和延续。

## 第二节 生命的物质组成

在生机盎然的生命世界中,各种生物有着千差万别生命活动,表现出多样性和复杂性。但生命世界在物质组成上却表现出高度的相似性。

生命的进化实际上是高度有序的化学物质的进化,组成生物体的元素在无机自然界中都能找到,没有专属于生命世界的特殊元素。

### 一、组成生命的元素

在元素周期表的 103 种化学元素中,大约 60 种参与了生命的组成,其中 25 种是组成生命不可缺少的。在这 25 种元素中,碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、硫(S)、磷(P)、氯(Cl)、钙(Ca)、钾(K)、钠(Na)、镁(Mg)这 11 种元素在生物体中含量较多,称为常量元素。而另外 14 种元素在生物体中的含量一般低于 0.01%,称为微量元素,包括铁(Fe)、铜(Cu)、锌(Zn)、锰(Mn)、钴(Co)、钼(Mo)、硒(Se)、铬(Cr)、镍(Ni)、钒(V)、锡(Sn)、硅(Si)、碘(I)、氟(F)。

尽管微量元素含量甚少,但在生命活动中起着非常重要的作用,许多微量元素是酶的激活剂或辅助因子,例如,铁是血红蛋白和细胞色素的重要组分;碘是合成甲状腺素不可缺少的元素;铬能协助胰岛素发挥作用;氟关系牙齿健康;钴是维生素 B<sub>12</sub> 的组分;硒参与辅酶 A 和辅酶 Q 的合成;镍能刺激造血功能等。

### 二、生物体内的无机分子

组成生命的元素在生物体内一般以化合物形式存在,包括无机物和有机物。无机物一般指除碳元素以外的各种元素组成的化合物,少数简单的含碳化合物,如 CO、CO<sub>2</sub>、碳酸盐等,也包含在无机物中。生物体内的无机物主要是水和无机盐类。

#### (一) 水

生命起源于水,很多生物至今仍在水中生活,即使是陆生生物,其代谢活动也都在水环境中进行。可以说水是所有生命中最重要物质。

在生物体中,水的平均含量为 65%~90%。不同生物体或同一个体的不同器官中,水的含量差别很大。例如水母身体的 96%~99% 由水组成,幼嫩植物含水量约 70%,细菌芽孢仅含水 30% 左右。人体各器官的含水量也不同,血液的含水量可达 83%,肝脏含水量为 70%,而骨髓中仅含水 22%。

水在生物体内只有一部分以自由形式存在,称为游离水,它可以自由流动,是很好的溶剂和运输工具。另一部分水则以结合水的形式存在,它与生物体内的蛋白质、多糖等物质结合,共同组成生物体的各种结构,难以自由流动。

### 1. 水的特性

水分子由2个氢原子和1个氧原子通过共价键结合而成。由于氧原子捕获电子的能力强于氢原子,因此共用电子对略偏向氧原子,使氧原子略带负电荷,氢原子略带正电荷,所以水分子具有极性。

当2个水分子相互靠近时,其中1个水分子略带负电荷的氧原子与另一个水分子略带正电荷的氢原子之间,就会形成相互吸引的作用力,称为氢键。虽然氢键是弱键,但生物体内水分子数量巨大,它们之间通过氢键相互联系,表现出许多特性,因此氢键也是一种不容忽视的作用力。在水温上升时,大量氢键吸收并贮存很多能量,使水温上升缓慢。同样,当水温下降时,又会形成大量氢键,其中释放的热能可使冷却过程相对较慢。

冰的密度比水小,这种特性使冰位于液态水之上,气温回暖时,水面上的冰能更快融化,给生物的繁衍生息提供适宜的环境。如果冰的密度比水大,沉入水底,上面的水又层层结冰下沉,水生生物将无处藏身。水面上的冰如同绝缘层,使下面的水温保持在冰点以上,对水生生物的生存有利。此外,结冰时散热、冰融化时吸热,这对水温变化具有缓冲作用,也有利于生物生存。

### 2. 水的生理功能

(1) 水是极好的溶剂 水是极性分子,其他带有极性的分子很容易溶于水。这种特性使水在生物体内成为各种物质的良好溶剂。生物代谢中的各种反应就是在水溶液中完成的。

物质溶解在水中,可在细胞内、细胞间运输,将营养物质输送到组织器官,也可将细胞产生的代谢废物运送到排泄器官排出体外,维持正常的新陈代谢。

(2) 水是促进代谢的反应物质和结构物质 水分子极性大,能促进多种物质解离,有利于生物体内化学反应的进行。同时水还能作为反应物,直接参与部分生化反应。

虽然结合水作为细胞结构的组成成分,不能溶解其他物质,不参与代谢活动,但它与其他结构物质一起,共同维持各种组织、器官的形状、硬度和弹性。

(3) 水能维持机体的正常体温 由于水的比热大,当环境温度发生改变时,机体能利用水来缩小体温变化的幅度,使体内的各种代谢活动在一个相对稳定的温度范围内进行。此外,生物体还能通过水的蒸发、排尿、排汗等活动散发热量,保持各器官的温度平衡。

(4) 水能调节各种生理功能 机体通过体液循环,能加强各器官的联系,减少器官间的摩擦和损伤。还能通过润滑和缓冲作用,减少外界冲击对某些重要器官的影响。例如,神经系统中的脑脊液,对保护脑和脊髓非常重要。植物含有大量水分,使枝叶维持坚挺状态,便于接受光照,更好地生长发育。

## (二) 无机盐

细胞中的无机盐常以离子形态存在,如 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HPO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等,它们对维持细胞正常的渗透压和pH,起重要的调节作用。

有些离子是酶的活化剂和调节因子,如 $\text{Ca}^{2+}$ 和 $\text{Mg}^{2+}$ ;有些离子是有机物合成的原料,如 $\text{PO}_4^{3-}$ 是合成磷脂和核苷酸的原料, $\text{Fe}^{2+}$ 是合成血红蛋白的原料等。

生物生存环境的pH一般在3~8.5之间,但每种生物的适宜pH范围要窄得多。细胞中的某些离子对溶液pH的变化有一定的缓冲作用,能使细胞内的pH维持在一个较窄的适宜范围之内。

## 三、生物体内的有机分子

### (一) 糖类

糖类(carbohydrate)是生物界最重要的有机物之一,广泛分布于动物、植物、微生物等各种生物中,在植物体内含量最丰富,约占干重的85%~90%。在微生物中,糖类占菌体干重的10%~30%,而在人和动物体内,糖类仅占干重的2%以下。

糖类主要由碳、氢、氧三种元素组成,本质上是多羟基醛或多羟基酮,及其缩聚物和衍生物。根据糖类分子能否水解以及水解后的产物,可将其大致分成单糖、寡糖和多糖。

#### 1. 单糖

单糖(monosaccharide)是指不能再水解成更小分子的糖,它是构成各种糖分子的基本结构单位。根



据其所含碳原子数的多少,又可分为丙糖(含3个碳原子)、丁糖(含4个碳原子)等,也可相应地称之为三碳糖、四碳糖等。

单糖根据其羰基的特点,又可分为醛糖和酮糖。单糖种类很多,以戊糖和己糖最为重要,其中葡萄糖的数量最多。甘油醛和二羟丙酮是分子量最小的单糖。

单糖分子含有多个羟基,易溶于水,不溶于乙醚、丙酮等有机溶剂,一般无色、有甜味。果糖是自然界迄今所知最甜的糖类。

葡萄糖(glucose)是生物体内最重要的单糖,分子式为  $C_6H_{12}O_6$ ,果糖(fructose)的分子式也是  $C_6H_{12}O_6$ ,但两者结构不同(图1-1)。从其结构式可发现单糖分子的两个特点:一是具有很多羟基,二是具有羰基。羰基可能在分子的一端,形成醛基(如葡萄糖),也可能在分子中间,形成酮基(如果糖)。

葡萄糖和果糖属于同分异构体,其差别就在于羰基的位置不同,由此而引起的化学性质也有所差异,与其他分子发生反应的性质不同,甜度也不同,果糖要比葡萄糖甜得多。



图1-1 葡萄糖(a)和果糖(b)的分子结构式

## 2. 寡糖

由2~20个单糖结合而成的糖链,称为寡糖(oligosaccharide),自然界中最常见的寡糖是双糖(disaccharide),由2个单糖通过羟基脱水缩合而成,连接2个单糖的键称为糖苷键。主要的双糖有麦芽糖、蔗糖、乳糖、纤维二糖等(图1-2)。

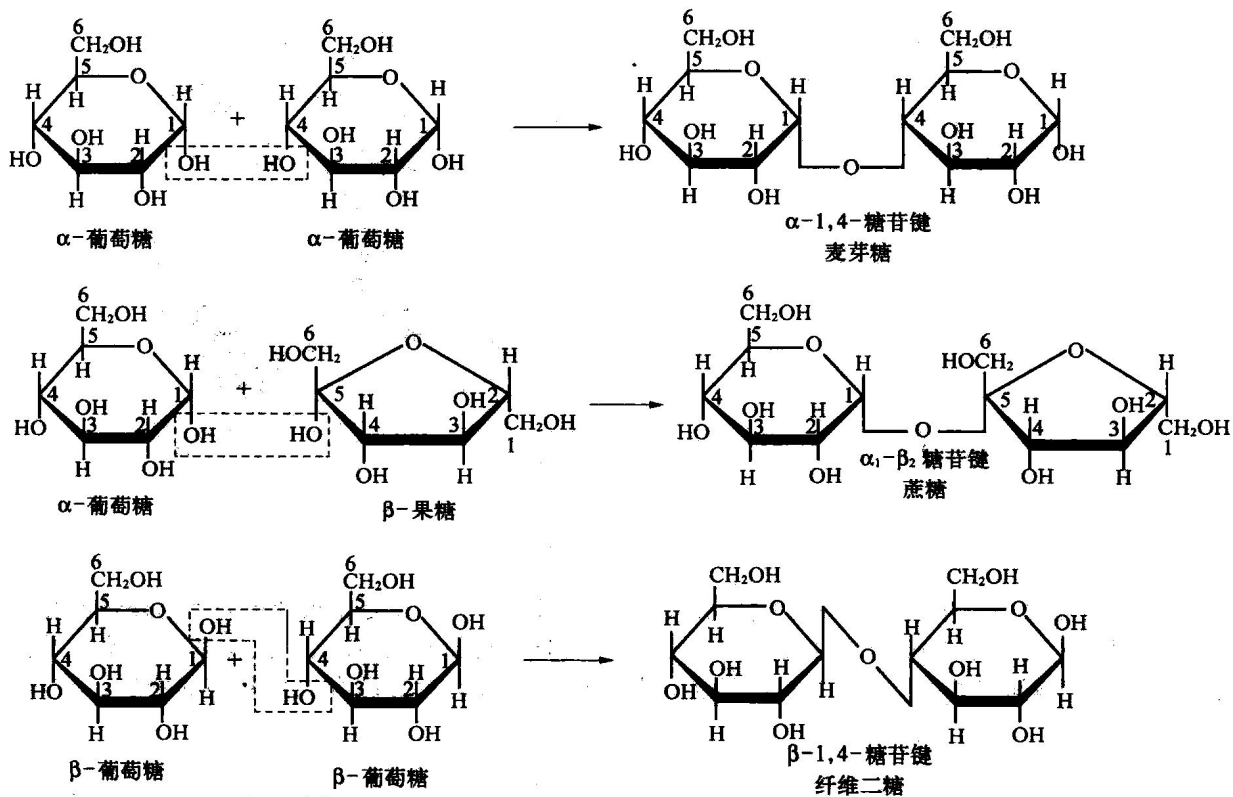


图1-2 主要的双糖及其糖苷键