

经全国中小学教材审定委员会
2002年审查通过

全日制普通高级中学教科书（选修）

生物

全一册

人民教育出版社生物室 编著

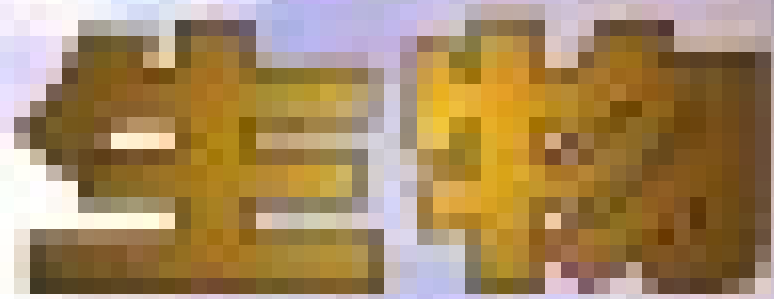


SHENGWU

人民教育出版社

SHENG GUO

SHENG GUO



SHENG GUO

SHENG GUO



全日制普通高级中学教科书（选修）

生物

全一册

人民教育出版社生物室 编著



人民教育出版社

全日制普通高级中学教科书(选修)

生 物

全一册

人民教育出版社生物室 编著

*

人 民 教 育 出 版 社 出 版

(北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编:100081)

网址: <http://www.pep.com.cn>

黑 龙 江 省 出 版 总 社 重 印

黑 龙 江 省 新 华 书 店 发 行

黑 龙 江 新 华 印 刷 二 厂 印 装

*

开本: 889毫米×1194毫米 1/16 印张: 7 字数: 120 000

2004年6月第1版 2006年4月黑龙江第9次印刷

印数: 50 000 (2006 秋)

ISBN 7-107-15202-5 定价: 8.12 元
G·8292 (课)

著作权所有·请勿擅用本书制作各类出版物·违者必究
如发现印、装质量问题,请与当地新华书店或印厂联系调换。

地址: 阿城市通城街 电话: 53755467 邮编: 150301

说 明

一、《全日制普通高级中学教科书（选修）生物》是根据教育部2002年颁布的《全日制普通高级中学课程计划》和《全日制普通高级中学生物教学大纲》的规定，遵照1999年全国教育工作会议的精神，在《全日制普通高级中学教科书（试验修订本·选修）生物》的基础上进行修订的。此次修订的指导思想是：遵循“教育要面向现代化，面向世界，面向未来”的战略思想，贯彻教育必须为社会主义现代化建设服务，必须与生产劳动相结合，培养德、智、体、美全面发展的社会主义事业的建设者和接班人的方针，以全面推进素质教育为宗旨，全面提高普通高中教育质量。

普通高中教育，是与九年义务教育相衔接的高一层次的基础教育。高中教材的编写，旨在进一步提高学生的思想道德品质、文化科学知识、审美情趣和身体心理素质，培养学生的创新精神、实践能力、终身学习的能力和适应社会生活的能力，促进学生的全面发展，为高一级学校和社会输送素质良好的合格的毕业生。

本书为全一册，供高中三年级一学年使用。

二、本书的试验本由赵占良主持编写工作。编写人员是赵占良、张军、刘真、王真真、李红、柴西琴（按执笔章节顺序）。责任编辑是张军。

叶佩珉编审参加了本书编写提纲和样章的讨论，并提出了许多指导性意见。

参加本书讨论的有朱正威、郑春和、曹保义、刘启宪、王惠弟、刘毓森、薛静尧、陈志祺、乐建峰等。

三、参加本书修订的执笔人是赵占良、张军、刘真、王真真、李红、柴西琴（按执笔章节顺序），责任编辑是张军。

四、本书的美术编辑是林荣桓，参加图稿绘制的有李宏庆、林荣桓、张蓓、魏秀怡、何慧君、王俊宏、杨巽英、郭威。为本书提供照片的有岱天荣、靳玉祥、董志刚、崔丽筠、陈克林、姚建、邓佳、中国科学院微生物研究所、中国人民解放军第六九零一工厂等。为本书摄影的有陈圣西、刘小放、关锡良等。

五、本书在编写过程中，得到了许多专家、教师和教学研究人员的大力支持和帮助。北京大学翟中和院士、陈守良教授、吴鹤龄教授，北京师范大学孙儒泳院士、王玢教授，国家环境保护总局任耐安同志，国家杂交水稻工程技术研究中心袁隆平院士，中国科学院微生物研究所孙万儒研究员，中国科学院植物研究所张其德研究员、靳玉祥研究员、桂耀林研究员，中国科学院遗传研究所黄华梁研究员，中国科学院生态环境研究中心王如松研究员，中国农业科学院郭三堆研究员，中国医学科学院基础医学研究所章静波研究员，北京医科大学钱玉昆教授，分别审阅了有关章节的初稿。天津市教育教研室和天津市南开中学等单位，为本书中的实验、实习等项目做了大量的工作，提供了有利条件。在此一并表示衷心的感谢。

在本书使用过程中，欢迎广大师生和读者提出宝贵的意见和建议。

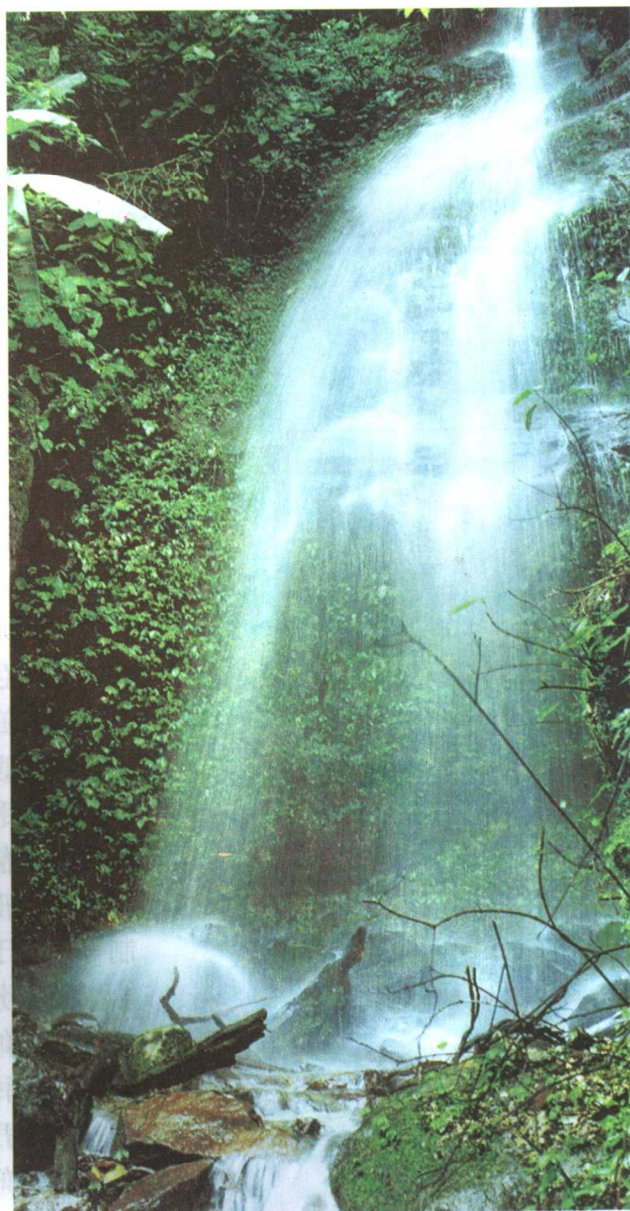
人民教育出版社生物室

2002年3月

目 录

绪论	1
【研究性课题】 收集有关生物工程产业发展的信息	4
第一章 人体生命活动的调节和免疫	5
第一节 人体的稳态	6
一 内环境与稳态	6
【实验一】 温度对酶活性的影响	8
二 水和无机盐的平衡和调节	8
三 血糖的调节	11
四 人的体温及其调节	14
第二节 免疫	17
一 特异性免疫	17
二 免疫失调引起的疾病	22
第二章 光合作用与生物固氮	26
第一节 光合作用	27
一 光能在叶绿体中的转换	27
二 C_3 植物和 C_4 植物	29
● 课外读 如何鉴别 C_3 植物和 C_4 植物	31
三 提高农作物的光能利用率	32
第二节 生物固氮	33
● 课外读 生物固氮研究的前景	37
第三章 遗传与基因工程	39
第一节 细胞质遗传	40
● 课外读 希望的田野 ——记“杂交水稻之父”袁隆平	45
第二节 基因的结构	46

第三节 基因工程简介	49
一 基因工程的基本内容	49
二 基因工程的成果与发展前景	53
● 课外读 基因工程的延伸——蛋白质工程	57
第四章 细胞与细胞工程	59
第一节 细胞的生物膜系统	60
● 课外读 细胞的骨架系统	63
第二节 细胞工程简介	64
一 植物细胞工程	64
【实习】学习植物组织培养技术(选做)	68
二 动物细胞工程	70
● 课外读 核移植技术漫谈	73
第五章 微生物与发酵工程	74
第一节 微生物的类群	75
第二节 微生物的营养、代谢和生长	78
一 微生物的营养	78
二 微生物的代谢	82
三 微生物的生长	84
● 课外读 食品的保存	87
【实验二】学习微生物培养的基本技术	87
【实验三】自生固氮菌的分离(选做)	91
第三节 发酵工程简介	93
● 课外读 发酵工程的发展简史	97
第四节 酶工程简介(选学)	98
【研究性课题】调查生物工程制品在社会生活中的应用情况	102
附录: 部分中英文名词对照表	103



生物科学就像这神秘的雅鲁藏布大峡谷，有许多未知的领域等待着人们去探索。

绪 论

历史的脚步已经迈进 21 世纪。

在 20 世纪，生物科学蓬勃发展，硕果累累。特别是 20 世纪 50 年代以来，随着分子生物学的发展，人们对生命现象和规律的研究已经深入到分子水平；20 世纪 70 年代以来，以基因工程为核心的生物技术迅猛发展，极大地推动了医药、农业和有关工业朝高科技方向发展。

展望21世纪,人类社会可以说是希望与挑战并存。一方面,科学技术的发展更加迅速,而生物科学作为自然科学领域的带头学科,将会结出更加丰硕的果实;另一方面,人类社会面临的人口、粮食、资源、环境和健康问题将更加突出,而这些问题的解决,都将在很大程度上依赖于生物科学的进步。因此,学习高中生物选修课的内容,对于我们适应21世纪的挑战,具有非常重要的意义。

生物科学与人体健康

人,既是生物科学的研究主体,又是生物科学的研究对象。关于人体的结构和生理的知识,是生物科学的重要方面,也是医药科学的重要基础。人类自古以来就受疾病的困扰。古人研究动植物,大都是出于两个目的:一是为获得食物;二是为治病疗伤。而研究人体的结构和生理,则主要是出于后一个目的。由此可见,生物科学研究的重要目的之一,就是要促进人类自身的健康。在现代社会,随着生活水平的提高,公众的自我保健意识也在迅速提高。怎样才能拥有一个健康的身体呢?我们在初中生物课和高中生物必修课中,已经学习了不少关于人体生理和卫生保健的知识。我们知道,人类的许多疾病与生命活动的调节和免疫有关。因此,研究人体生命活动的调节机制、免疫机制等,对于增进人体健康具有重要意义。

随着分子生物学的发展,科学家们正在试图从分子水平上探寻疾病的产生原因和治疗方法。乙肝疫苗等生物工程药物的问世,各种癌基因的陆续发现,人类基因组的研究,基因诊断和基因治疗的研究等,向人们展示出在分子水平上预防和治疗疾病的美好前景。

生物科学与农业

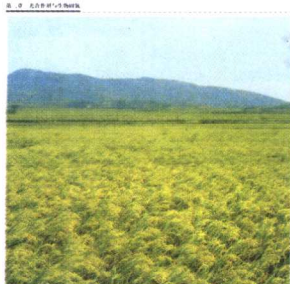
粮食问题是当今世界面临的重大问题之一。从1985~1995年,世界人均每年占有粮食由415 kg下降到378 kg,全球饥饿和营养不良人口由5.5亿增加到8亿。粮食危机的主要原因是粮食产量的增长赶不上人口的增长,还有耕地的逐年减少等。怎样才能提高粮食产量呢?重要途径之一就是依靠科技进步,而生物科学和生物技术将在这方面发挥不可估量的作用。

从生物学角度来看,粮食生产的过程实质上是作物进行光合作用的过程。研究光合作用的机理和不同作物光合作用的碳代谢类型,探索提高作物光合作用效率的途径,对于提高粮食产量具有重要意义。大量施用化肥能够保证作物生长对氮、磷、



第一章 人体生命活动的调节和免疫

生物科学的发展,为人类认识生命活动的调节和免疫提供了新的方法和手段。本章主要介绍人体生命活动的调节和免疫,以及它们在人体健康中的作用。通过学习,使学生了解人体生命活动的调节和免疫的基本原理,掌握相关的实验技能,并能运用所学知识解决实际问题。



第二章 光合作用与生物固氮

光合作用是生物圈中最重要的生理过程之一,也是生物固氮的基础。本章主要介绍光合作用的机理和生物固氮的原理,以及它们在农业生产中的应用。通过学习,使学生了解光合作用和生物固氮的基本原理,掌握相关的实验技能,并能运用所学知识解决实际问题。

钾等营养元素的需要,从而使粮食增产,同时却又造成土壤板结和环境污染。我们知道,自然界中有一些微生物具有自身固氮的能力,豆科植物能够与固氮菌互利共生,从而能够利用空气中的氮。如果研究清楚生物固氮的原理,并运用一定的技术手段,使更多的作物也具有直接或间接固氮的本领,不仅可以提高这些作物的产量,还可以少施化肥,减少环境污染。

培育农作物新品种也是提高粮食产量的重要途径。传统的杂交育种和诱变育种,对提高粮食产量起到了至关重要的作用。但是,杂交育种具有周期长、难以克服远缘杂交的障碍等不足;而诱变育种则具有很大的盲目性。现在通过基因工程和细胞工程来培育新品种,将其他生物决定优良性状的遗传物质定向引入农作物中,使农作物育种获得了许多突破性的成果。

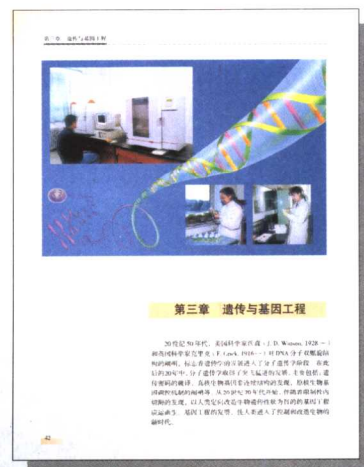
生物科学与生物工程产业

1973年,美国科学家科恩(S. N. Cohen, 1935—)等将一种细菌的DNA转移到另一种细菌内,使后一种细菌表现出这两种细菌的性状,第一次实现了不同种生物间的DNA重组。对于这一重要成果,当时谁也说不清它的用途。但是,二十多年后的今天,在这一成果的基础上,DNA重组等技术迅速发展,并迅速转化为生产力,已经形成一个年产值上千亿美元的新兴产业,这就是生物工程产业。

生物工程主要包括基因工程、细胞工程、发酵工程和酶工程。生物工程的兴起标志着人们从认识生命活动的奥秘,到按照人们的愿望改造生物的巨大飞跃。与传统的理化技术相比,生物工程的特点是利用生物资源的可再生性,在常温常压下生产产品,从而能够节约资源和能源,并且减少环境污染。例如,作为洗涤剂原料的脂肪酸,原来是在高温(250℃)、高压(5000 kPa)条件下使脂肪分解而制成的。1982年,日本开发出用生物技术大规模生产脂肪酸的新工艺,用经过加工的脂肪酶,在常温、常压下就可以将脂肪分解成脂肪酸和甘油,不仅减少了能耗和污染,还使生产成本降低了一半。

生物科学与资源利用和环境保护

地球是人类赖以生存的惟一家园。然而,随着人类社会工业化的进程,由于资源的大量消耗和废弃物的大量产生,我们的家园出现了日益严重的资源危机和环境危机。我们知道,天然生态系统内物种之间存在着食物链和物质多级利用的关系,从而使有限的空间内能够养育众多的生物种类,并且能够保持



第三章 遗传与基因工程

20世纪90年代,美国科学家沃森(J. Watson, 1928—)和克里克(F. Crick, 1916—)对DNA分子结构进行了深入研究,揭示了DNA分子的双螺旋结构。沃森和克里克的研究为分子遗传学奠定了基础,也为基因工程的发展提供了理论依据。基因工程是指将一种生物的遗传物质(基因)转移到另一种生物体内,使其在新的生物体内表达,从而产生新的性状。基因工程在农业、医药、工业等领域都有广泛的应用。



第四章 细胞与细胞工程

细胞是生物体的基本单位,也是生物体进行生命活动的基本单位。细胞工程是指将一种生物的细胞转移到另一种生物体内,使其在新的生物体内表达,从而产生新的性状。细胞工程在农业、医药、工业等领域都有广泛的应用。细胞工程的研究和应用,为人类提供了许多新的生物产品,也为人类的健康和福祉做出了重要贡献。



第五章 微生物与发酵工程

微生物是指肉眼看不见,需要用显微镜才能看到的微小生物。微生物在自然界中广泛分布,它们在生态系统中扮演着重要的角色。发酵工程是指利用微生物的代谢活动,将一种物质的化学能转化为另一种物质的化学能,从而产生新的物质。发酵工程在食品、医药、工业等领域都有广泛的应用。发酵工程的研究和应用,为人类提供了许多新的生物产品,也为人类的健康和福祉做出了重要贡献。

生态系统的相对稳定。生物圈中的物质是可以被生物反复利用的,生物群落的物质生产几乎是无废料的生产过程。这就在协调人与环境的关系方面给人类以极大的启示。如何根据生态学原理,改进人们的生产和生活方式,实现经济和社会可持续发展,是摆在全人类面前的重大课题。

随着21世纪的来临,人类社会将进入知识经

济时代。在知识经济时代,智力资源(或称知识资源)将成为最重要的资源,包括生物科技在内的高技术产业将成为第一支柱产业。让我们努力学习生物科学的知识和方法,随时关注生物科学的新进展,不断培养自己的创新精神和实践能力,将来为我国的社会主义现代化建设事业贡献自己的聪明才智。

复 习 题

1. 高中生物选修课的主要内容有哪些?

2. 学习高中生物选修课有什么意义?

研究性 课题

收集有关生物工程产业发展的信息

目的要求

1. 了解我国和部分发达国家生物工程产业发展的情况。
2. 提高收集和处理信息的能力以及语言表达能力。

提示

1. 关于当地生物工程产业发展的情况,应当走访有关部门(如科技、轻工业、贸易等行业管理部门或协会)和生物工程公司,了解当地生物工程产业的主要产品、年产值、生产规模变化及赢利情况。
2. 关于我国其他地区和美国、日本等发达国家生物工程产业发展的情况,可以通过报纸、杂志、广播、电视、互联网等媒体,收集有关主要产品、产值等方面的信息。
3. 可将当地与其他地区、我国与其他国家生物工程产业发展的情况进行对比分析。
4. 应当通过分析和整理收集到的信息,预测生物工程产业的发展趋势。

讨论

1. 为什么近年来生物工程产业能够迅猛发展?
2. 生物工程产业今后的发展趋势是怎样的?



第一章 人体生命活动的调节和免疫

正如上面的照片所展现的,抗洪战士通过大量排汗来散热,进而调节体温;同时又需要不断补充含盐的水,并且通过自身的调节减少排尿量,以维持体内水和无机盐的平衡;高强度的体力劳动迅速消耗体内的糖类等有机物,需要及时补充食物,以维持体内血糖的平衡,满足身体对营养的需要;洪水中含有不少有毒物质和病原体,要靠自身的免疫功能来抵抗疾病的侵袭。由此可见,人体生命活动的调节和免疫,对于维持人体的健康有着非常重要的意义。

第一节 人体的稳态

在高温下剧烈运动的人要大量喝水，水中还要放些食盐。糖尿病患者不宜吃甜食。你知道这是为什么吗？无论在冰天雪地的严冬，还是在酷暑难当的盛夏，人的体温总是维持在 37°C 左右。人是怎样维持体温恒定的？体温与健康有什么关系？这些问题都与人体的稳态有关。

一 内环境与稳态

组成人体的细胞数以亿计，其中绝大多数细胞不能直接与外界环境接触。那么，这些与外界环境隔离的体内细胞生活在什么样的环境中？它们是怎样与外界环境进行物质交换的呢？

内环境

人体内含大量的液体，这些液体统称为体液。体液可以分为两大部分：存在于细胞内的部分，叫做细胞内液；存在于细胞外的部分，叫做细胞外液。细胞外液主要包括组织液（组织间隙液的简称）、血浆（血液的液体部分）和淋巴等。人体内的细胞外液，构成了体内细胞生活的液体环境，这个液体环境叫做人体的内环境。

体液的各个部分之间既是彼此隔开的，又是相互联系的。细胞浸浴在组织液中，在细胞内液与组织液之间只隔着细胞膜，水分和一切能够透过细胞膜的物质，都可以在细胞内液与组织液之间进行交换（图1-1）。在组织液与血浆之间只隔着毛细血管壁，水分和一切能够透过毛细血管壁的物质，都可以在两者之间进行交换。组织液还可以渗入毛细淋巴管形成淋巴。因此，人体内的细胞就可以通过内环境，与外界环境之间间接地进行物质交换了。具体地说，就是由呼吸系统吸进的氧和消化系统吸收的营养物质先进入血液，然后再通过组织液进入体内细胞；同时，体内细

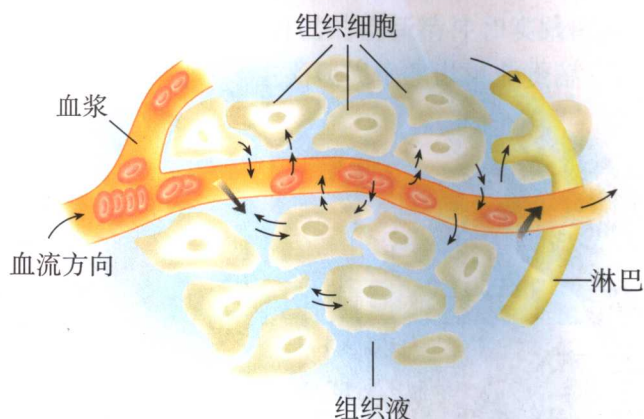


图1-1 体内细胞与内环境之间物质交换示意图

胞新陈代谢所产生的废物和二氧化碳，也要先进入组织液，然后再进入血液而被运送到泌尿系统和呼吸系统，排出体外。

由此可见，体内的细胞只有通过内环境，才能与外界环境进行物质交换。

稳态的概念

内环境是体内细胞生存的直接环境。细胞与内环境之间、内环境与外界环境之间不断地进行着物质交换，因此，细胞的代谢活动和外界环境的不断变化，必然会影响到内环境的理化性质，如pH、渗透压、温度等。那么，内环境的理化性质会不会经常发生剧烈的变化呢？下面以内环境的pH为例来说明。

血浆是内环境的重要组成部分。人体在新陈代谢过程中，会产生许多酸性物质，如乳酸、碳酸；人的食物（如蔬菜、水果）中往往含有一些碱性物质，如碳酸钠。这些酸性和碱性的物质进入血液，就会使血液的pH发生变化。但是，通过实际测定发现，正常人血液的pH通常在7.35~7.45之间，变化范围是很小的。这是什么原因呢？原来，血液中含有许多对酸碱度起缓冲作用的物

质——缓冲物质，每一对缓冲物质都是由一种弱酸和相应的一种强碱盐组成的，如 $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$ 、 $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 等。当机体剧烈运动时，肌肉中产生大量的乳酸、碳酸等物质，并且进入血液。乳酸进入血液后，就与血液中的碳酸氢钠发生作用，生成乳酸钠和碳酸。碳酸是一种弱酸，而且又可以分解成二氧化碳和水，所以对血液的 pH 影响不大。血液中增多的二氧化碳会刺激控制呼吸活动的神经中枢，促使呼吸运动增强，增加通气量，从而将二氧化碳排出体外。当碳酸钠进入血液后，就与血液中的碳酸发生作用，形成碳酸氢盐，而过多的碳酸氢盐可以由肾脏排出。这样，由于血液中缓冲物质的调节作用，可以使血液的酸碱度不会发生很大的变化，从而维持在相对稳定的状态。

内环境的其他理化性质，如温度、渗透压、各

种化学物质的含量等，也都能够维持在一个相对稳定的状态。生理学家把正常机体在神经系统和体液的调节下，通过各个器官、系统的协调活动，共同维持内环境的相对稳定状态，叫做稳态。

稳态的生理意义

机体的新陈代谢是由细胞内很多复杂的酶促反应组成的，而酶促反应的进行需要温和的外界条件，例如温度、pH 等都必须保持在适宜的范围内，酶促反应才能正常进行。可见，稳态是机体进行正常生命活动的必要条件。当稳态遭到破坏时，就会引起细胞新陈代谢紊乱，并导致疾病。例如，当血液中钙、磷的含量降低时，会影响骨组织的钙化，这在成年人表现为骨软化病，在儿童则表现为骨质生长障碍、骨化不全的佝偻病。血钙过高则会引起肌无力等疾病。

复 习 题

一、判断题

1. 细胞浸浴在组织液中，组织液就是细胞的内环境。 ()
2. 体内细胞只通过内环境就可以与外界环境进行物质交换。 ()

二、选择题

1. 人体新陈代谢中的化学反应主要发生在：

- (A) 消化道内； (B) 肾脏内；
(C) 细胞内； (D) 内环境。

答 []

2. 人体的内环境是指：

- (A) 组织液； (B) 血液；
(C) 细胞内液； (D) 细胞外液。

答 []

3. 下列有关稳态的叙述中，正确的是：

- (A) 稳态主要是机体通过各个器官、系统的协调活动来维持的；
(B) 稳态是机体在神经系统的调节下，通过各个器官、系统的协调活动来共同维持的；
(C) 在正常情况下，内环境的各项理化性质是保持不变的；
(D) 在正常情况下，内环境的各项理化性质是经常处于变动之中的，但都保持在适宜的范围内。

答 []

三、简答题

为什么说内环境的相对稳定是人体进行正常生命活动的必要条件？



【实验一】 温度对酶活性的影响

实验原理

淀粉遇碘后，形成紫蓝色的复合物。淀粉酶可以使淀粉逐步水解成麦芽糖和葡萄糖^①。麦芽糖和葡萄糖遇碘后不显色。

目的要求

1. 初步学会探索温度对酶活性的影响的方法。
2. 探索淀粉酶在不同温度下催化淀粉水解的情况。

材料用具

质量分数为2%的新鲜淀粉酶溶液。

试管，量筒，烧杯，滴管，试管夹，酒精灯，三脚架，石棉网，温度计，火柴。

质量分数为3%的可溶性淀粉溶液，热水，冰块，碘液。

方法步骤

1. 取3支试管，编上号，然后分别注入2 mL可溶性淀粉溶液。
2. 另取3支试管，编上号，然后分别注入1 mL

新鲜淀粉酶溶液。

3. 将装有淀粉溶液和酶溶液的试管分成3组，分别放入热水（约60℃）、沸水和冰块中，维持各自的温度5 min。

4. 分别将淀粉酶溶液注入相同温度下的淀粉溶液中，摇匀后，维持各自的温度5 min。

5. 在3支试管中各滴入1~2滴碘液，然后摇匀。

6. 观察这3支试管中溶液颜色的变化情况，并将观察结果记录在《实验报告册》上。

结论

分析实验结果，得出合理的结论，将结论填写在《实验报告册》上。

讨论

1. 为什么在第4个步骤之前，要同时控制好酶溶液和淀粉溶液的温度？
2. 在第4个步骤中，为什么仍需维持各自的温度5 min？

二 水和无机盐的平衡和调节

小资料

人体各组织或器官的含水量

组织或器官	含水量 / %
血液	83.0
皮肤	72.0
骨骼	22.0
肌肉	75.7
脂肪	10~30
肝	68.3
心	79.2
肺	79

水的平衡

人体内水的来源是饮水、食物中所含的水和代谢中产生的水。其中，饮水和食物中所含的水是人体所需水的主要来源(表1-1)。

表1-1 正常成年人每天(24 h)水的摄入量和排出量

摄入量 / mL		排出量 / mL	
来自饮水	1 300	由肾排出	1 500
来自食物	900	由皮肤排出	500
来自物质代谢	300	由肺排出	400
		由大肠排出	100
共 计	2 500	共 计	2 500

^①淀粉水解过程中，不同阶段的中间产物遇碘后，会呈现红褐或红棕等颜色。

人体内水的排出有四条途径(表1-1)。其中,皮肤的排出量是指在没有明显出汗的情况下,由皮肤表层蒸发的水汽。肺的排出量是指随呼气而出的水汽。大肠的排出量是指饮食中的水以及消化液在消化道被吸收后所余下的水。肾脏排尿是人体排出水的最主要途径。机体能够通过调节排尿量,使水的排出量与摄入量相适应,以保持机体的水平衡。

无机盐的平衡

人每天都要通过饮食摄取一定量的无机盐,同时也要排出一定量的无机盐。一般情况下,人体摄入和排出的无机盐是保持平衡的。人体内的无机盐有多种,而且大多以离子状态存在,如 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 HCO_3^- 等。下面以 Na^+ 和 K^+ 为例来说明。

钠 Na^+ 的主要来源是食盐。正常成年人每天要通过饮食摄入6~10g食盐,而且几乎全部由小肠吸收。 Na^+ 的主要排出途径是经肾脏随尿排出,排出量几乎等于摄入量。另外,还有极少数的 Na^+ 随汗液和粪便排出(图1-2)。

钾 人每天从食物中摄取2~4g K^+ ,其中绝大部分被消化道吸收,未被吸收的部分则随粪便排出。 K^+ 的主要排出途径是经肾脏随尿排出,其排出特点是多吃多排,少吃少排,不吃也排。所以长期不能进食的病人,应注意适当补充钾盐。

在人体内,血液与组织液中的 K^+ ,组织液与细胞内液中的 K^+ ,都在不断进行交换,这种交换保持着动态平衡,因此,血液、组织液和细胞内液中的 K^+ 的含量能够维持在相对稳定的状态(图1-3)。在临床上常把血钾(指血清中的 K^+)含量作为诊断某些疾病的指标。

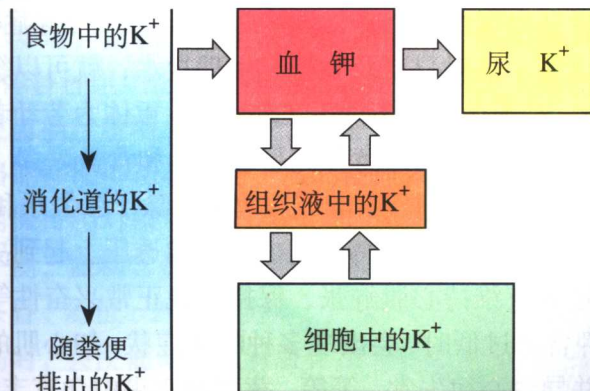


图1-3 K^+ 的动态平衡示意图

肾脏排尿主要是排出体内多余的水分吗?

大量出汗后为什么要喝盐水?

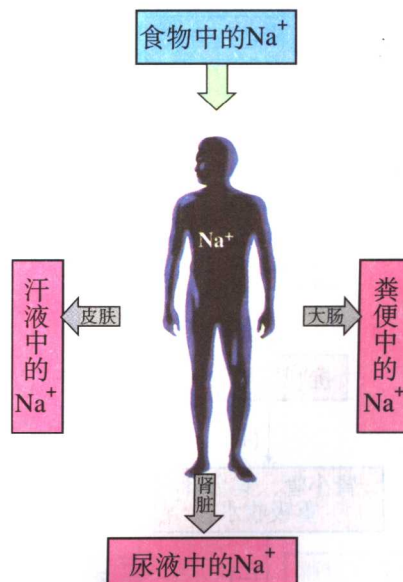


图1-2 Na^+ 的来源和去路示意图

有人说:“一个人一天内不吃饭、不喝水,但只要没有大、小便,就可以维持体内水和无机盐的平衡”,这种说法对吗?为什么?

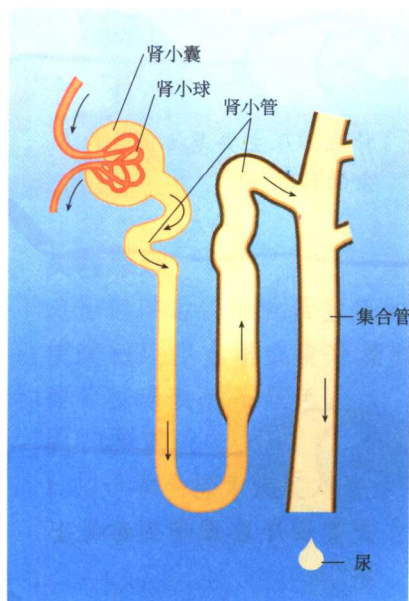


图 1-4 肾小管和集合管

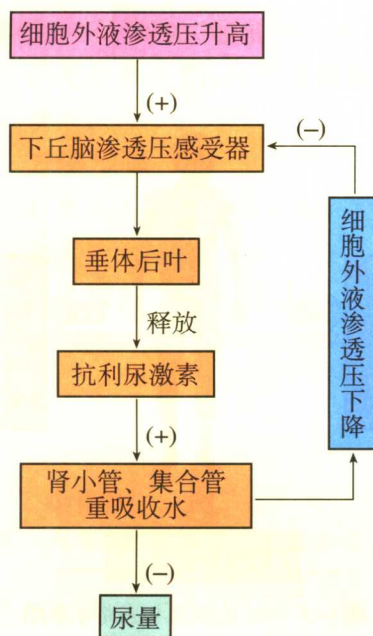


图 1-5 抗利尿激素作用示意图

水和无机盐平衡的调节

正常成年人每天滤过肾小球的水、 Na^+ 和 K^+ 等有 99 % 以上被肾小管和集合管重吸收。

肾小管和集合管对水的重吸收，是随着体内水的出入情况而变化的。当人饮水不足、体内失水过多或吃的食物过咸时，都会引起细胞外液渗透压升高，使下丘脑中的渗透压感受器受到刺激。这时，下丘脑中的渗透压感受器一方面产生兴奋并传至大脑皮层，通过产生渴觉来直接调节水的摄入量；一方面使由下丘脑神经细胞分泌、并由垂体后叶释放的抗利尿激素增加，从而促进了肾小管和集合管对水分的重吸收，减少了尿的排出，保留了体内的水分，使细胞外液的渗透压趋向于恢复正常（图 1-4，图 1-5）。相反，当人因饮水过多或是盐丢失过多而使细胞外液的渗透压下降时，就会减少对下丘脑中的渗透压感受器的刺激，也就减少了抗利尿激素的分泌和释放，肾脏排出的水分就会增加，从而使细胞外液的渗透压恢复正常。

当血钾含量升高或血钠含量降低时，可以直接刺激肾上腺，使醛固酮（一种激素）的分泌量增加，从而促进肾小管和集合管对 Na^+ 的重吸收和 K^+ 的分泌，维持血钾和血钠含量的平衡。相反，当血钾含量降低或血钠含量升高时，则使醛固酮的分泌量减少，其结果也是维持血钾和血钠含量的平衡。

由此可见，人体内水和无机盐的平衡，是在神经调节和激素调节共同作用下，主要通过肾脏来完成的。

水和无机盐平衡的意义

当人在高温条件下工作、剧烈运动或是患某些疾病（如剧烈呕吐、严重腹泻）时，都会丢失大量的水和无机盐（主要是钠盐）。这时如果不及时补充水和食盐，就会导致机体的细胞外液渗透压下降并出现血压下降、心率加快、四肢发冷等症状，严重的甚至昏迷等。这时只要及时补充生理盐水，就可以缓解上述症状。因此，对于在高温条件下工作的人、重体力劳动者或是某些病人来说，应当特别注意补充足够的水和食盐。

人在大量出汗、剧烈呕吐或腹泻时，除了丢失水和 Na^+ 外，还会丢失 K^+ 。 K^+ 不仅在维持细胞内液的渗透压上起到决定性作用，而且还具有维持心肌舒张、保持心肌正常兴奋性等重要作用。当血钾含量过低时，会出现多种临床症状，如心肌的自动节律异常，并导致心律失常，等等。蔬菜和水果中含有丰富的 K^+ ，只要保持合理膳食，就能满足机体的需要。

另外，人体每昼夜有 35 ~ 50 g 的代谢废物必须要随尿液排