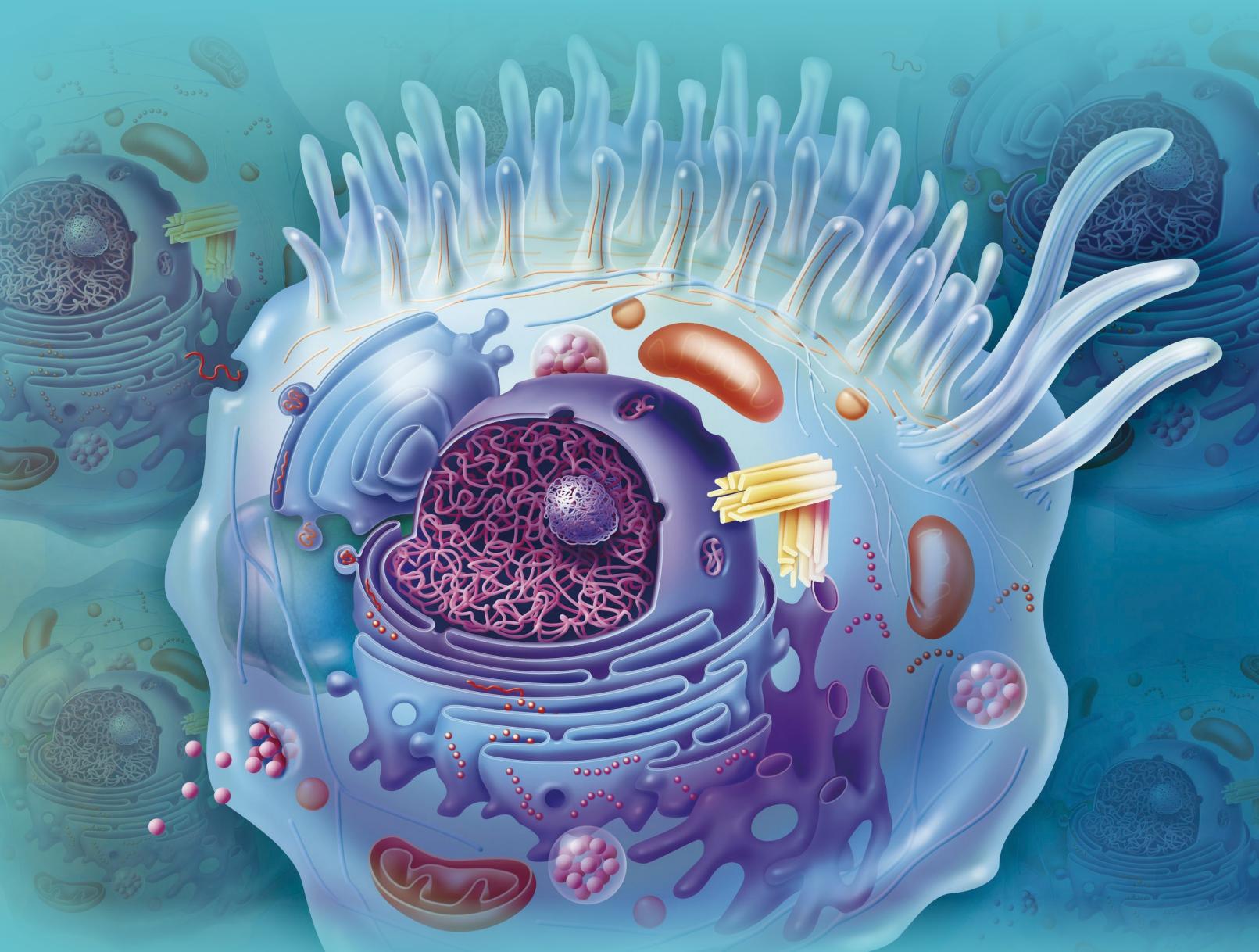


普通高中

生物学

教学参考资料

必修 1 分子与细胞



上海科学技术出版社

普通高中

生 物 学
教学参考资料

必修 1 分子与细胞

上海科学技术出版社

主 编：赵云龙 周忠良

本册主编：周忠良

编写人员：（以姓氏笔画为序）

朱 静 任 华 李小方 杨雪峰

张秀珍 胡向武 柯文汇 鲍晓云

图书在版编目（CIP）数据

普通高中生物学教学参考资料·必修1：分子与细胞/
上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写；赵
云龙、周忠良主编。——上海：上海科学技术出版社，
2021.8（2022.8重印）
ISBN 978-7-5478-5369-6

I. ①普… II. ①上… ②赵… ③周… III. ①生物课
—高中—教学参考资料 IV. ①G633.913

中国版本图书馆CIP数据核字（2021）第106170号

责任编辑：何孝祥 吴 珂

封面设计：蒋雪静

普通高中 生物学教学参考资料 必修1 分子与细胞

上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

出 版 上海世纪出版（集团）有限公司 上海科学技术出版社

（上海市闵行区号景路159弄A座9F-10F 邮政编码201101）

发 行 上海新华书店

印 刷 上海中华印刷有限公司

版 次 2021年8月第1版

印 次 2022年8月第2次

开 本 890毫米×1240毫米 1/16

印 张 11

字 数 264千字

书 号 ISBN 978-7-5478-5369-6 / G · 1057

定 价 33.00元

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究

如发现印装质量问题或对内容有意见建议，请与本社联系。电话：021-64848025

全国物价举报电话：12315

目 录

致教师 / 1

第1章 走进生物学 / 9

第1节 生物学是与人类生活密切相关的自然科学 / 13

第2节 实验探究是学习生物学的重要途径 / 16

第3节 细胞是生物体结构的基本单位 / 21

第2章 细胞的分子组成 / 26

第1节 C、H、O、N、P、S等元素组成复杂的生物分子 / 31

第2节 蛋白质和核酸是重要的生物大分子 / 35

第3节 糖类和脂质是细胞的结构成分和能源物质 / 44

第4节 水和无机盐是生命活动的必需物质 / 52

第3章 细胞的结构 / 56

第1节 细胞由质膜包裹 / 61

第2节 细胞各部分结构既分工又合作 / 66

第4章 细胞的代谢 / 77

第1节 细胞通过质膜与外界进行物质交换 / 83

第2节 酶催化细胞的化学反应 / 91

第3节 细胞通过分解有机分子获取能量 / 100

第4节 叶绿体将光能转换并储存在糖分子中 / 109

第5章 细胞的生命进程 / 123

- 第1节 细胞通过分裂实现增殖 / 128
- 第2节 细胞通过分化形成多细胞生物体 / 136
- 第3节 细胞衰老和死亡是自然的生理过程 / 141

附录 / 146

- 附录1 教材“自我评价”与“学业评价”参考答案 / 146
- 附录2 《练习部分》参考答案 / 155
- 附录3 《实验与活动部分》“学业评价”参考答案 / 164
- 附录4 试剂配制和仪器使用 / 166
- 附录5 教学参考书目 / 169

致 教 师

沪科版《普通高中教科书 生物学》(以下简称“教材”)由上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会组织编写,依据教育部颁布的《普通高中课程方案(2017年版 2020年修订)》《普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订)》(以下简称“《课程标准》”),结合上海课改30余年取得的经验和成果,并在原高中《生命科学》基础上编修而成。本教材于2020年经国家教材委员会专家委员会审核通过,与教材配套的本书及《练习部分》《实验与活动部分》由上海市中小学教材审查委员会审查通过,是高中生物学课程实施的基本教学资源。

一、教材编修理念

1. 落实立德树人根本任务,落实课程新理念

立德树人是发展中国特色社会主义教育事业的核心所在,是培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人的本质要求。高中生物学课程要求以提高学生生物学学科核心素养为宗旨,成为树立社会主义核心价值观、落实立德树人根本任务的重要载体。

本套教材在第1章第1节中,以杂交水稻技术、基因编辑、免疫治疗等生物学研究成果对农业和人类健康的贡献等作为案例,特别注重我国科学家的研究成就和贡献,凸显生物学学科的价值。教材在内容选择和栏目设计上充分体现课程德育要素,融入社会主义核心价值观教育和中华优秀传统文化教育,培养学生树立远大理想和崇高追求,强化生物安全、伦理和法制观念,强化生命安全和健康教育。

2. 内容选择、栏目设计突出对学生学科核心素养的培养

生物学是自然科学中的一门基础学科,是研究生命现象和生命活动规律的科学,作为农业、医药、环境等科学和技术的基础,对社会、经济和人类生活产生越来越大的影响。学科育人价值集中体现在学科核心素养中。

生物学学科核心素养包括生命观念、科学思维、科学探究和社会责任。教材在内容选择以及阐述生物学概念时,注重引导学生用相应的生命观念阐述或解释生命现象,养成用生命观念进一步认识生命现象和生命活动规律的思维习惯,建立科学的世界观;在解决生物学问题过程中,能基于事实和证据,运用科学方法认识生命现象及规律、解决实际问题,逐步培养和发展科学思维;在科学探究过程中,掌握生物学研究的基本技术、思路和方法,提高善于探究、勇于创新、乐于合作的实践能力;在相关议题讨论过程中,能基于生物学知识和方法作出理性判断,辨别迷信与伪科学,崇尚健康文明

的生活方式。

教材通过功能清晰的栏目培养学生的学科核心素养。例如，“学习提示”栏目引导学生用生命观念认识相关概念；“课前活动”栏目(图标为“小金鱼”)培养学生归纳与概括、演绎与推理等思维方法；“思维训练”“科学史话”栏目引发学生思考科学家解决生物学问题的思维过程；“探究”系列栏目注重科学探究方法和过程的设计与实践；“生物学与社会”栏目注重引导学生用生物学知识解决生活、社会中的现实问题。学业评价方面，注重促进学生学科核心素养的形成。在每节和每章内容结束后，分别设置“自我评价”和“学业评价”栏目，围绕大概念、学科核心素养发展进行阶段性评价。

3. 注重教学情境设计，引导学习方式转变

教材注重真实情境的创设，引导学生在情境中通过归纳、推理等方法，并利用探究实验、调查、模型建构等实践活动，解决核心问题或完成相关任务，切实提升解决真实问题的能力。教材内容的选择符合学生的认知基础、心理特征和认识规律，呈现方式有利于学生通过活动建构新概念。体例上，每节正文开始之前，通过节引言和课前活动，设置真实的情境并提出相关问题，通过活动或问题引发学生主动学习的兴趣和积极性。对于生物学原理、过程、方法、技术和工程等，注重让学生通过实践来学习，通过设置验证性实验、探究性实验、研究性实验(实验设计)、模型建构等，培养学生运用科学方法解决实际问题的能力。

二、教材体例结构

本套教材共五册：《分子与细胞》《遗传与进化》《稳态与调节》《生物与环境》和《生物技术与工程》。前两册为必修，后三册为选择性必修，分别按照《课程标准》必修课程“分子与细胞”“遗传与进化”模块和选择性必修课程“稳态与调节”“生物与环境”“生物技术与工程”模块编制。

1. 以章为单元的教材体例

本教材以章为单元编写，每章一般由3~4节内容组成，每节下分3~4目。章的功能性结构要素依次分别为章名、章引言、节、本章回顾(本章小结、学业评价)，相应的功能分别为创设情境、问题引导、单元目标和任务活动、总结回顾、单元评价等具体作用见表1。

表1 单元结构体例

功能	要素	具体作用
创设情境 问题引导	章名	概括主题内容，反映核心内容，指向《课程标准》中的大概念
	章引言	高度概括本章内容及特点，以情境和提问的方式引出本章的学习
	章头图	生动形象地展示本章聚焦的内容，引发学生自主学习兴趣
单元目标 单元任务 单元活动	节名	用短句形式概括本节内容，与《课程标准》中重要概念或次位概念对应，支持概念教学
	学习目标 概念聚焦	从学科核心素养角度明确本节学习目标；提出本节建构的核心概念

(续表)

功能	要素	具体作用
	节引言	创设情境、问题导入,引导学生带着问题学习
	课前活动	以情境化活动的形式切入正题,通过设置问题,激活前概念,引出新内容
	目名	概括主题内容,反映本节的核心概念
	内容栏目	用生物学事实、规律来说明、阐述各级核心概念,在展示过程中体现科学思维和方法
单元回顾 单元评价	本章小结	系统总结本章的概念、方法和应用,并体现素养培养
	学业评价	创设真实情境,设问指向学科核心素养不同水平,为教师、学生提供评价参考

章名聚焦相关概念中的关键对象。章引言凸显情境教学和问题引导的理念,每一章的章引言以情境开始,配合章头图,通过问题引出本章主题。情境通常是来自学生熟悉的生活或学习场景,提示学习生物学是为了增长科学知识、解决现实生活和社会问题。例如,《分子与细胞》第2章引言:“无论是重达上百吨的蓝鲸,还是小到不足万亿分之一克的细菌,当深入分子层面时会发现……”,结合章头图中的蓝鲸、细菌、分子模型等图片要素,在设置情境的同时传递了一个观念:在分子层面上,生物具有统一性。再如《分子与细胞》第4章引言:“在体育课上快速跑完800m后,会气喘吁吁……”以学生熟悉的生活经验为情境,以物质和能量为主线,将“肺呼吸”与“细胞呼吸”连接起来,使原本“看不见”的细胞呼吸变得“可见”。

每节内容由节引言开始,以自我评价结束,主体包括学习目标、概念聚焦、内容阐述(分目)、实验活动和相关栏目。节标题和目标题均指向相应的概念。关于节的具体内容详见本书正文解读。

本章小结在每一章结尾系统总结本章的概念、方法和应用,并体现素养培养。学业评价以综合题形式对单元进行评价,创设真实情境、设问指向学科核心素养不同水平,为教师、学生提供评价参考。

2. 以大概念组织内容框架

“内容聚焦大概念”是《课程标准》提出的基本理念之一。生物学课程中,大概念包括了对原理、理论等的理解和解释,是生物学学科知识的主干。聚焦概念可以精简容量,突出重点。《课程标准》以具有学科逻辑、符合高中学生认知特点的重要概念组成课程的内容要求。为了便于教师围绕生物学大概念组织开展教学活动,教材在节、目等层面均以概念组建内容框架。这些概念是依据《课程标准》的内容要求而选取的,保障教学符合《课程标准》的要求。教材选取有代表性的生物学事实,通过归纳、演绎等方法,以图文的方式阐述、说明概念,促进学生对生物学概念的建立、理解和应用。例如,关于细胞有丝分裂,《课程标准》内容要求是“描述细胞通过不同的方式进行分裂,其中有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性”。对此,教材从结构与功能角度,选用“从染色质到染色体”“染色体被平均分配”“纺锤丝保障染色体向两极移动”等3个生物学事实,对有丝分裂是如何保证遗传信息在亲代和子代细胞间的一致性进行描述,支持概念形成。与传统教材表述相比,精简了教学内容。

3. 创设情境引导教学

《课程标准》的“教材编写建议”中提出：“教材的编写，应重视情境创设。有效的教学情境，能够激发学生的好奇心和求知欲……”本教材不仅在内容呈现方式上注重情境的创设，而且在教材体例上有所创新。在每一节正文前，设置了“课前活动”，在活动中创设学习情境并提出本节核心问题。例如，《分子与细胞》分册教材中共有 16 节，共设置了 16 个课前活动，从简单的列表回顾前概念开始，有归类、比较分析、资料查阅及演示实验等多种形式。通过课前活动将学生引入一个学习环境，在此学生的前概念得到激活，并带着问题进入主题学习，在学习过程中不断完善前概念，形成新概念。课前活动为学生的主动学习创设情境，也为教师的教学提供引导和参考。

4. 丰富的栏目设计辅助发展学科核心素养

学生的学科核心素养是在学习过程中逐步养成的。因此，教材不仅在正文阐述中注重培养学科核心素养，还根据正文内容设计了各种相应的栏目，帮助学生更好地认识、理解相关内容，提高学习兴趣，有利于学生学科核心素养的培养。根据功能可将栏目分为引导提示类、拓展学习类、发展素养类、科学史类、评价类等，每个栏目功能定位具体见表 2。

表 2 栏目功能定位

栏目类型	栏目名称	栏 目 功 能
引导提示	学习提示	提示生命观念，提示跨学科的学习内容，或引发深层思考的问题
	安全提示	设置在实验与活动指导的相关部分，对实验操作中可能出现的安全问题作出警示
拓展学习	广角镜	对学生可能感兴趣的内容进行适当拓展，提供有利于学生理解教学内容的案例；或介绍重要科学研究方法，为科学探究提供支持；体现分层教学，为学有余力的学生提供拓展学习的素材
	前沿视窗	呈现与本章节内容相关领域的前沿研究成果，有助于拓展学有余力学生的学科视野和钻研精神，也体现生物学科快速发展的特性
发展素养	思维训练	通过对学科经典案例问题进行剖析，培养学生的科学思维
	生物学与社会	介绍与学生的社会阅历、生活经验相结合的学科应用案例；注重科学、技术和社会之间的相互关系；加深学生理解生物学对人类社会发展的重要价值，有助于学生社会责任素养的养成
科学史	科学史话	结合主题内容，引入学科发展过程中重大研究成果的研究历程，突出中国科学家的贡献，培养学生的求是精神和科学思维，帮助学生理解科学的本质，学习科学家孜孜不倦的科研精神，体现生物学学科独特的育人价值
评价类	自我评价	阶段性评价本节内容的达成情况

学习提示设置在教材边栏空白处，有助于学生自主学习。安全提示一般出现在实验与活动相关内容旁，加强生命安全与健康教育。广角镜内容一般是拓展内容，供不同层次学生学习使用。思维训练结合思考题引导学生分析科学家解决问题的思维过程。科学史话介绍相关科学内容的发展历程，进一步发展科学思维和科学精神。生物学与社会在每章设置 1~2 个，体现学科育人价值。前沿

视窗在每章设置 1 个,帮助学生拓展学科视野,关注学科发展。

三、教材使用建议

1. 教学聚焦大概念

概念教学是《课程标准》倡导和要求的教学模式。教材的学科知识框架围绕大概念和重要概念建构。教师在教学中,应当依据重要概念精选恰当的内容和教学模式,以有利于促进学生对生物学概念的建立、理解和应用为原则,适当增减生物学事实和案例。教学活动的目的不是停留在让学生记住零星的生物学事实层面,而是通过对事实的抽象和概括,帮助学生建立生物学概念,并以此逐步建构学科知识框架。此外,教学中要关注学生头脑中已有的前概念,尤其是错误的前概念,在教学过程中帮助学生消除错误概念,建立科学概念。在教学过程中,可结合教学目标,根据学生实际情况,适当精简教学内容、突出重点,以保证学生有主动学习的时间和空间,让学生能更加深刻地理解和应用相关概念。

2. 注重科学探究活动

生物学是一门以实验为基础的自然学科,生物学课程高度关注学生学习过程中的实践经历,强调通过探究性学习活动加深对概念的理解,提升对知识的应用。

例如,《分子与细胞》教材安排了 9 个学生实验和 3 个演示实验。与以往实验相比,教材对部分实验做了改进,引入分光光度计和传感器等仪器的使用,部分实验由原来的定性检测发展为定量测定;增加对实验数据处理和实验结果的图表表示、对探究实验的实验设计和实施等要求(见《实验与活动部分》)。实验要求虽有增加,但这些与科学思维、科学探究等学科核心素养的落实密切相关。具体的解读详见每一节的“实验与活动建议”。在教学过程中,需确保教材中的实验和活动能顺利开展。在探究活动中,注重培养学生的创新意识和探究能力,使学生掌握生物学探究的基本思路、方法和原理,进而能用科学的方法解决现实生活中的生物学问题。

此外,还要注重活动过程中的安全教育,建议让学生在第一次进入实验室前先阅读学校制定的实验室安全守则;在实验过程中,安全使用实验器具和实验药品,妥善处理实验废弃物,增强学生自我保护意识和环境安全意识。

3. 充分利用信息化技术和数字资源

近年来,教育信息化不断发展,新技术、新设施、新资源不断涌现。在教学过程中,可结合实际情况,利用好信息化技术和数字教学资源。在相关实验活动中使用数字化仪器设备、软件等进行观察、测量、记录、计算、分析,既体现了学科技术发展,也可拓展学生学科视野,培养学生科学思维和科学探究能力。此外,通过实验视频、模拟动画、图文资料、3D 模型、动态交互等数字资源,可以更加直观有效地呈现生物学中物质与能量的转换、细胞结构之间的相互联系、细胞分裂过程等动态过程。通过改进学习方式,提高学生的学习兴趣,促进学生生物学学科核心素养发展。

4. 关注学科的社会应用价值

高中阶段是学生面临专业选择、职业规划的重要时期。学生对于学科的社会应用和相关职业既感兴趣,但又缺乏一定的了解。生物学在医药健康、工农业、环境科学等领域都有重要的应用和发展前景。教材在相关主题和栏目中对一些生物学应用进行针对性介绍,既有机融合所蕴含的生物学知识,也体现学科育人价值。在教学过程中,可结合学生实际情况,展开讨论、参观、调查等实践活动,进一步关注生物学学科的社会应用价值,提高学生社会责任感。

5. 用教材资源做好多元评价

课程通过教材及配套的《练习部分》《实验与活动部分》为学生提供多种评价途径,其中,《练习部分》主要为理论课教学提供习题,《实验与活动部分》为实验与活动提供记录评价。

《练习部分》为教材每一节内容提供了练习题,依据教学内容安排选择题和综合题,题量及顺序与建议课时匹配。在每章最后设置本章综合练习题,即单元评价。在全书最后,还提供一定的拓展研究小课题,既可以作为长周期作业,也可以作为学生的自主研究课题,供教师根据学生的特点选用或参考。

《实验与活动部分》对应教材中的“探究”系列活动,作为学生的实验和活动记录册。《实验与活动部分》中的“自我评价”表供学生回顾实验要点,检查达成情况。教师应关注学生的成长,并给予鼓励。

四、《分子与细胞》分册教材编写说明

细胞是生物体结构与生命活动的基本单位。细胞生物学是生物学的重要基础。通过本模块的学习,学生将从分子、细胞等微观层面更深入地理解生命的本质。因此,必修 1《分子与细胞》是学习高中生物学的基础。本册教材的内容框架、内容呈现形式、实验与活动设计等说明如下。

1. 基于大概念的内容框架

物质组成、结构层次、新陈代谢、增殖是生物的基本生命特征。本册教材以细胞为对象,阐述这些基本生命特征的现象和生理活动过程。《课程标准》的内容要求基于大概念组织课程的内容框架,将细胞的基本生命特征凝练为 2 个大概念:细胞是生物体结构与生命活动的基本单位;细胞的生存需要能量和营养物质,并通过分裂实现增殖。《课程标准》在这 2 个大概念下共列出了 6 个重要概念、23 个次位概念,对细胞的生命特征进行归纳和描述,组成高中生物学课程必修 1 的内容框架。本册教材基于高中生物学课时要求和学生认知规律,对这 23 个次位概念进行重新组合,形成 5 章共 16 节内容(其中有 2 节为绪论),以生物学概念的形式形成课程学习内容框架。

第 1 章“走进生物学”解答“为什么要学习生物学”“如何学习生物学”“为什么高中生物学从细胞开始”等问题;第 2 章“细胞的分子组成”解答“组成细胞的元素和分子有何特点”等问题;第 3 章“细胞的结构”解答“细胞作为生命活动基本单位,具有哪些基本结构,它们在生命活动中起什么作用”等问题;第 4 章“细胞的代谢”解答“支持生命活动的能量来自哪里”等问题;第 5 章“细胞的生命进程”解答

“生命进程在细胞层面是如何进行的、有何规律”等问题。

通过本册的学习,学生将进一步了解生命的物质性和统一性,细胞生命活动中物质、能量和信息变化的统一,细胞结构与功能的统一,生物体部分和整体的统一等,有助于唯物主义世界观的形成。

2. 有利于学科核心素养培养的内容呈现形式

《课程标准》要求将课程知识的学习过程提升为学生生物学学科核心素养的发展过程。教材通过多种途径达成此要求。

本册教材从“结构与功能”“物质与能量”角度分析阐述相关生物学知识和概念。本册教材所涉及的生物学知识和概念,是学生形成结构与功能观、物质与能量观等生命观念的基础。本册教材的内容组织和呈现方式,有助于学生在学习生物学知识的过程中逐步形成生命观念。例如,在阐述蛋白质结构与功能时,首先举例说明蛋白质的多种功能,接着从氨基酸序列角度分析蛋白质结构多样性的原因,再举例说明蛋白质结构与功能的关系,用结构与功能观分析蛋白质结构与功能多样性的原因。类似地,在阐述“细胞呼吸”概念时,从“能量转换”角度切入,分析物质变化与能量转换的关系。

本册教材通过活动培养科学思维,帮助学生建构新知识和概念。本册教材在每一节内容的开始都设置了课前活动,作为学习情境。活动形式多样,有信息查询、数据分析、演示实验等。虽然形式不同,但共同的目的都是使学生激活前概念、思考新问题,并带着问题进入每一节的学习。例如,“细胞是生物体结构的基本单位”一节,在课前活动中提供一组动植物组织照片,引导学生对照片中各类细胞的形态结构进行分析,通过归纳和概括,建立“生物体由多种多样的细胞构成”概念。这些内容在初中曾经学习过,本节作为高中生物学课程的第3课时重新回顾,将高中和初中生物学课程有效衔接起来,同时学生也经历了“图文说明”的学习过程。又如,“酶催化细胞的化学反应”一节,虽然学生对“酶”有一定的了解,但是对催化作用没有感性认识。教材通过课前活动“观察酶的催化作用”演示实验,使“催化”概念变得“可视化”,增加学生对酶的感性认识,同时生成新的问题:酶为何有如此高的催化能力?为本节学习创设一个“像科学家那样思考”的学习情境。

3. 提升学生科学探究能力的实验与活动设置

《课程标准》在模块1的教学提示中提出:在本模块的教学中,教师要组织好观察、实验等探究性学习活动,帮助学生增加感性认识,克服对微观结构认识的困难,使学生领悟科学研究的方法并习得相关的操作技能。本册教材选择其中9个教学活动作为学生实验与活动,从定性观察到定量检测,引入分光光度计等常用仪器,从验证操作逐步提升到自主设计探究实验。教材在实验与活动的设置中,对实验数据记录和处理、实验结果的图表呈现和分析等方面提出了要求,并增加了实验评价。实验与活动难度虽有增加,但这些与科学思维、科学探究等学科核心素养培养密切相关。

4. 课时安排

按《课程标准》要求,生物学必修模块“分子与细胞”建议在高中一年级开设,共计36课时,各章课时建议安排见表3。

表3 《分子与细胞》课时建议

章	建议课时
第1章 走进生物学	3
第2章 细胞的分子组成	7
第3章 细胞的结构	6
第4章 细胞的代谢	14
第5章 细胞的生命进程	6

第1章 走进生物学

进入21世纪,生物学的发展对人类生产生活的影响越来越大,尤其是在工农业生产、医药健康和生态发展等领域。这使我们深刻地感受到,立足现代生活及社会发展,人们需要具备一定的生物学学科素养。本章作为高中生物学课程的绪论,通过典型案例呈现高中生物学课程的学习价值、学习方法,解答高中生物学课程学习为何从细胞开始;通过实验观察回顾并提升对细胞的认识,进入高中生物学课程的学习。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章共3节,第1节“生物学是与人类生活密切相关的自然科学”、第2节“实验探究是学习生物学的重要途径”主要是依据《课程标准》中对于课程性质的描述:“它(生物学)是农业科学、医药科学、环境科学及其他有关学科和技术的基础……正在对社会、经济和人类生活产生越来越大的影响。”“生物学课程要求学生主动地参与学习,在亲历提出问题、获取信息、寻找证据、检验假设、发现规律等过程中习得生物学知识,养成科学思维习惯,形成积极的科学态度,发展终身学习及创新实践能力。”第3节“细胞是生物体结构的基本单位”是依据《课程标准》内容要求“1.3 各种细胞具有相似的结构,但在形态与功能上有所差异”。

探究·实验1-1“用高倍镜观察动植物细胞”是依据《课程标准》教学提示中要求开展的教学活动“使用光学显微镜观察各种细胞”。

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够:观察多种多样的细胞,说明这些细胞具有多种形态和功能,但同时又都具有相似的基本结构。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:本章帮助学生树立的生命观念主要是结构与功能观。教材结合显微镜观察实验“用高倍镜观察动植物细胞”和课前活动“显微镜下的细胞”,帮助学生了解不同细胞的形态结构与功能,对相关内容进行分析阐述,使学生初步树立细胞结构与功能相适应的观念。

科学思维:本章在建构各项概念的过程中,注意应用科学思维模式,如举例说明、归纳总结等。通过实例说明生物学与人类生活关系密切,通过归纳总结得出“细胞是生物体结构的基本单位”等生物学概念,通过科学史话“细胞的研究之路”展现科学家的研究思路,帮助学生加深对科学研究过程和本质的理解,总体达到《课程标准》中科学思维学业水平1的要求。

科学探究：生物学是实验科学，学习生物学必须学会实验探究的基本方法，熟练使用实验仪器，分析表达实验结果。在本章第2节中，通过实验探究案例，展示科学探究活动的基本过程、思路和原则；通过设置观察实验，让学生开始熟悉高中生物学实验室，学习使用实验器具，总体达到《课程标准》中科学探究学业水平1的要求。

社会责任：本章第1节选用生物学原理在杂交水稻、基因编辑、免疫治疗、发酵工程和生态保护等社会生产生活领域的应用案例，说明生物学课程的价值，启发学生的社会责任感，达到《课程标准》中社会责任学业水平1的要求。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章是整个高中生物学的第1章，具有绪论和铺垫作用。教材第1节选取的案例分别涉及遗传、分子、免疫、发酵和生态，分别属于高中阶段生物学必修和选择性必修课程的范畴。第2节列举的实验探究基本思路和原则，是为后续进行探究实验作准备。第3节归纳总结显微镜下的细胞形态结构与功能关系，是高中生物学后续章节的基础，对应《课程标准》内容要求1.3。《课程标准》内容要求是按照生物学学科体系安排学习次序，从分子到细胞结构、再到各种细胞的异同。考虑到学生在初中阶段学习的生物学课程内容，与生物分子相比，学生对显微镜下的细胞更加熟悉。因此，从学生认知规律角度考虑，教材调整了编排次序，从学生熟悉的角切入课程学习，希望能以此将初高中生物学内容有机连接。此外，教材这样的编排次序，还可以使学生在后续学习细胞中的结构和生物分子时，能有一个直观的细胞形象，可将细胞内的各类结构进行定位。因此，本章是高中生物学课程的导论，其中第3节是学生进入《分子与细胞》学习的情境。

2. 本章各节之间的关系

本章是高中生物学课程的导入，教材从三个维度引领学生进入生物学课程学习（图1-1）。

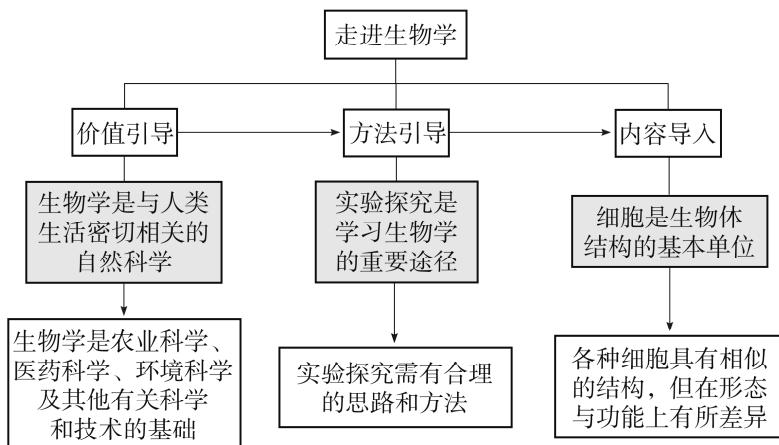


图1-1 第1章各节概念之间的关系

第1节介绍生物学的价值：生物学与人类生活密切相关，对人类社会发展具有推动作用，旨在使学生意识到学习生物学课程的价值。第2节介绍学习生物学的基本方法：实验探究是学习生物学的重要途径，旨在使学生初步掌握科学探究的基本思路和方法。第3节则引领学生进入本册教材主要内容的学习：细胞是生物体结构的基本单位，旨在使学生建构“各种细胞具有相似的基本结构，但在形态与功能上有所差异”的概念，为进入高中生物学学习建立基础。

三、本章教学目标

回顾总结生物学研究重大成果及其应用于人类生活的案例，认同生物学课程学习的价值所在；举例说明生物学实验探究活动的基本步骤；学会高倍镜操作方法，使用高倍镜观察细胞结构，并能用图文等方式说明观察结果；比较分析不同生物组织中的细胞形态特征，说明细胞是生物体结构的基本单位；从结构与功能角度，归纳真核细胞与原核细胞的区别。

四、本章课时建议

本章建议3课时，具体见表1-1。

表1-1 第1章课时安排

教学内容	课时建议
第1节 生物学是与人类生活密切相关的自然科学	0.5
第2节 实验探究是学习生物学的重要途径	1.5
第3节 细胞是生物体结构的基本单位	1

其中，第2节中的探究·实验1-1“用高倍镜观察动植物细胞”1课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能从结构与功能相适应角度举例说明“细胞是构成生物体的基本单位”“细胞形态和功能多样”等生物学事实和概念，初步建立结构与功能观。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能运用归纳与概括的方法得出“各种细胞有相似的基本结构，但在形态与功能上有所差异”概念，列表比较原核细胞和真核细胞的结构异同。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能初步学会使用高倍镜观察动植物细胞，用图示和规范的术语描述观察结果。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能举例说出生物学研究的社会应用价值。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是使学生在学完一节内容后,对相关内容进行回顾和思考。本章为绪论,评价题多为开放题。例如,第1节的第3题要求学生结合教材内容,进行自我思考,能提出感兴趣的生物学问题;第2节的第2题要求学生思考获取实验原理和方法的途径等,是对教材内容的引申,引导学生辨别网络上的信息,注重从专业网站和数据库中检索信息。

(2) 学业评价

本章设置了4道学业评价题,以真实情境为题干,侧重对生物学概念的构建以及生命观念、科学思维和科学探究能力的培养。

第1题:以显微镜下观察到的植物组织为情境,分析图中细胞的种类和形态结构,要求学生能够举例说明形态与功能之间的关系(生命观念水平1)。

第2题:以显微镜下观察到的单细胞草履虫和变形虫为情境,要求学生掌握显微镜操作方法和认识单细胞生物的结构(科学探究水平1)。

第3题:旨在引导学生关注生活中的生物学现象,学会观察现象并发现问题,学会遵循生物学探究步骤设计并实施方案,并能在解决实际问题的过程中,进一步归纳和演绎实验探究的基本步骤和实验设计的基本原则(科学探究水平2,科学思维水平1)。

第4题:旨在引导学生寻找和梳理自己感兴趣的或想要了解、学习的生物学问题,并能在后续的学习过程中不断进行思考,从而形成学科学习的正确思维方式,提高学习能力。本题是开放性问题,建议教师在课程学习之初,引导学生积极思考,做一个主动学习者(科学思维水平3)。

第1节 生物学是与人类生活密切相关的自然科学

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 举例说明生物学研究成果推动人类社会的进步。
- (2) 通过了解现代生物学研究成果与人类的密切关系,感悟学习生物学的价值所在。

这两项目标是围绕学生对课程价值的认同而设立。目标(1)包含了科学思维培养的要求：能认识到相关概念是基于科学事实,通过归纳与概括等方法形成的(水平1)。目标(2)包含了社会责任素养要求：能对有关生物学的社会热点议题进行理性判断(水平1)。

2. 概念聚焦

“生物学与人类生活密切相关”是依据课程性质提升而成的概念。建构这样的概念,需要对系列生物学事实进行归纳、演绎,教材中列举了部分生物学事实供参考(表1-2)。

表1-2 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
生物学与人类生活密切相关	基于遗传学原理的杂交水稻育种技术可提高粮食产量
	基因编辑技术改造生物遗传特性,可用于疾病治疗、农作物品种培育等领域
	免疫治疗方法可用于特异性杀伤肿瘤细胞
	现代发酵技术在人类生产和生活中广泛应用
	生态学原理可用于指导可持续发展

3. 学习内容

进入21世纪,随着现代生物学的发展,生物学原理和技术在社会和生活中的应用越来越广,与人类生活的关系也越来越紧密,因此对公民素养提出了新要求：需要人们具有一定的生物学知识去辨别、判断社会上和生活中的生物学话题,同样也需要有更多未来的建设者加入生物学相关研究和行业生产中。如何让学生感知到学习生物学的价值？教材精选了五个案例：杂交育种解决人类粮食问题、基因编辑改造生物的遗传特性、免疫治疗成为治疗肿瘤的新途径、现代发酵工程是解决规模化生产和能源短缺的新思路、生态文明建设改善人类生存环境。以这些案例为代表的生物学原理、技术的广泛应用,与我们的生活密切关联。

第1目：杂交水稻技术的发展为我国乃至世界的粮食供给作出重大贡献。杂种优势是遗传育种的重要发现，但是杂种子代遵循性状分离的遗传规律，使得优势性状无法稳定保持。杂交水稻需要专门的技术选育种子，在生产和技术上都困难重重。我国科学家经过长期不懈的研究，首先突破了杂交水稻育种难题，在此基础上不断进行科技创新，由传统育种技术向现代育种技术发展，使得水稻产量大大增加。遗传学原理和现代生物技术的结合，将促使杂交水稻育种技术向更新方向发展。袁隆平院士是中国杂交水稻研究的奠基人，为杂交水稻技术的发展作出重大贡献。将这个案例放在第1目，不仅展示了生物学原理对保障人类粮食生产的巨大应用价值，也体现了我国科学家不断进行科技创新、造福人类的科学精神，是立德树人的好素材。教材图1-1是袁隆平院士在杂交水稻田工作的场景，能使学生对杂交水稻技术留下较直观的印象。特别需要说明的是，袁隆平院士也十分关心基础教育，教材此部分内容的编写和照片授权得到了袁院士及其团队的专业指导和支持。

第2目：基因编辑技术为农业和医学提供了更广阔的发展空间。基因编辑技术是在21世纪得以迅速发展的重要新技术，尤其是CRISPR/Cas9技术的应用，弥补了转基因技术的不足。转基因技术是将整段外源基因转入受体生物细胞，虽然能使受体生物得到新的性状，但是该技术转入的外源基因的位置具有随机性和不确定性，使得应用受阻。新的基因编辑技术，操作简便，并且能够实现定点修饰，这为许多由基因突变引起的疾病带来了彻底治愈的希望。教材图1-2是示意图，其中剪刀代表核酸酶，能在特定的位点切开DNA链。与传统改善性状的思路不同，从遗传物质入手，通过改变基因来寻求解决生物学问题，也是科学思维的重要体现。

第3目：免疫治疗开启清除肿瘤细胞新途径。对人体自身免疫系统的激发，可能是未来治疗癌症、艾滋病等疾病的突破口。结合基因编辑，免疫治疗可能是治疗许多疾病的新途径。教材图1-3是示意图，显示T淋巴细胞识别并攻击肿瘤。让学生认识到人体自身免疫功能在疾病治疗方面具有的重要作用，有助于学生形成正确的生命观念。

第4目：现代发酵工程在人类的生产和生活中广泛应用。在酿造业，传统发酵工艺的运用已有悠久的历史。现代发酵工程技术结合基因工程和细胞工程等技术，在医药、食品、化工、新能源开发等方面极具潜能。教材图1-4展示的是工厂中进行发酵的设备。这一目旨在使学生了解生物技术不是只存在于实验室和科学研究中心，也已广泛应用于工业化生产，转化为我们日常生活中触手可及的产品，是工程思维的体现。

第5目：生态学原理指导人类可持续发展。人类发展过程中带来了生态问题，而人与自然是命运共同体，生态文明建设可造福人类。根据生态学原理可以指导人类可持续发展，实现人与自然和谐共生。教材图1-5是上海中心城区内世纪公园的照片，显示出我国城市发展理念中生态文明建设的实例。这一目旨在使学生从生物学角度理解“绿水青山就是金山银山”的发展理念，形成生态文明意识，培养社会责任感。

二、教学建议

本节内容建议0.5课时，与第2节第1目合并为1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 设计情境,结合教材、实际生活和已学知识,引入课程学习

本节是高中学生的第一堂生物学课。学生对于高中阶段课程的学习有新鲜和向往,也有陌生和困惑。此时的教学模式对学生高中阶段的学习、思维习惯养成有很大影响。另外,此时学生对一些在初中阶段学习的生物学知识和概念可能已经模糊。本节的主题之一是通过回顾生物学与人类关系的案例来说明课程学习的价值,以情感价值观教育为主。因此,建议围绕主题,创设情境,引入教学。除了教材提到的案例内容外,还可结合实际生活中的生物学应用,如抗生素、疫苗、DNA 指纹等,设计情境。此外,通过初中阶段课程的学习和日常媒体的报道,学生应该知道一些生物学重大成果,但可能是零星杂乱的或是流于表面的认识。教师可以利用课前活动栏目,为本节学习设置一个“追踪生物学大事件”的情境。

(2) 师生互动,回忆、归纳、总结,提升学生对生物学课程价值的认识

本节需要建构的概念是关于生物学的价值所在,而非案例涉及的具体生物学原理。因此,建议教师不要将学生的注意力聚焦在明白教材所提供案例的生物学机理上,而是以案例作为话题,引导学生参与到讨论中,注重价值和思维的引导。仔细分析教材提供的五个主题案例可以发现,教材侧重于举例说明生物学应用的价值,并不在此深入介绍原理,因为在后续课程内容中会深入讨论。因此,教师可以引导学生说出更多的案例,帮助学生把原有零星、不明确的知识点进行梳理、归纳,从而提升认识。

2. 栏目使用建议

本节未设置其他教学辅助栏目。

第2节 实验探究是学习生物学的重要途径

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 说出生物学实验探究活动的基本步骤。
- (2) 学会使用高倍镜观察细胞。
- (3) 尝试运用比较和归纳等方法,以文、图、表等方式说明实验结果。

这三项目标是依据《课程标准》中科学探究素养要求设定的。目标(1)要求结合具体案例进行识记生物学实验探究活动的基本步骤(水平1),在后续实践中将逐步完善。目标(2)要求熟练使用常见的实验器具(水平2)。目标(3)是科学思维和科学探究素养要求的结合(水平2)。目标(2)和目标(3)要求通过实验操作进行落实。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念对于培养学生的科学思维、科学探究等学科核心素养具有重要作用。教材通过系列生物学实验探究案例和实践,帮助学生建构这些概念(表1-3)。

表1-3 本节核心概念及相关生物学实践

核心概念	生物学实践
实验探究是学习生物学的重要途径	课前活动“我做过的生物学实验”
实验探究需要遵循合理思路和方法	探究·实验(案例)“探究NaCl含量对小麦幼苗生长的影响”
显微镜是生物学实验探究的重要工具	探究·实验1-1“用高倍镜观察动植物细胞”

3. 学习内容

《课程标准》确定的生物学学科核心素养4个维度中,与实验探究直接相关的包括科学思维和科学探究,因此实验探究是学习生物学的重要途径。对于高中学生来说,生物学实验并不陌生,或多或少都有实验经历。部分学生可能还会知道对照原则、单一变量原则等实验设计的基本规则。但是,学生对“规范的或者合理的探究实验基本步骤应该有哪些?其内在逻辑又是怎样的?”等问题可能缺乏整体认识。教材本节内容根据《课程标准》中关于科学探究素养的质量描述,分2目提出了2个概念。

第1目:实验探究需要合理的思路和方法。教材选用一个符合高中学生认知水平的、可以在高中实验室中实施的实验“探究NaCl含量对小麦幼苗生长的影响”作为案例,说明生物学实验探究的

基本步骤：提出问题、作出假设、设计方案、实施方案、获取数据、分析数据并得出相应结论，然后验证假设是否正确、问题是否得到解决；在此过程中，还需要查阅资料，可能还会产生一些需要进一步探究的新问题……此案例也是为后续课程中学生设计实验作参考。

第2目：实验探究需要熟练的技能。《课程标准》教学提示中要求开展教学活动“使用光学显微镜观察各种细胞”，教材在第1章中设置“高倍镜观察实验”，让学生在进入高中课程学习时，对初中学习的显微镜实验技术和细胞的相关知识进行回顾和总结，以提高实验操作能力和建构新概念，包括熟悉高倍镜的使用方法，能用高倍镜观察动植物组织中的细胞，对观察到的细胞特征进行归纳描述，尝试分析其形态结构与功能之间的关系。这是包含了对科学探究、科学思维和生命观念等学科核心素养的培养。

二、教学建议

本节内容建议1.5课时。其中，课堂教学0.5课时，实验与活动教学1课时。

1. 课堂教学建议

本节主要建构与科学探究相关的概念：实验探究需要合理的思路和方法，主要达成的学习目标是能“说出”实验探究的基本步骤。学生在初中阶段或多或少有过生物学实验的经历，对其步骤有所了解。建议教师在高中生物学课程开始时，让学生养成在原有生物学概念的基础上建构新概念的学习习惯。在教学过程中，教师可通过课前活动引导学生回顾前概念，提出新问题，并寻找证据解决问题。

(1) 列表归纳，创设学习情境

教材在节引言中通过回顾初中生物学实验操作的场景，以此为情境，引导学生进一步熟悉生物学实验探究的基本步骤和要求。在教学过程中，可通过填写课前活动中的表格，让学生从问题、仪器和方法、结论等角度回顾初中做过的实验。每个学生有不同的经历，可能难以独立将表格全部填满，全班学生填写的表格汇总起来也可能还达不到要求，由此产生课堂生成性问题，形成学习的氛围和情境。教师需要灵活掌握进度，不宜求全，可引导学生带着问题学习新知识并建构新概念，或留一些问题待本节内容学完后再重新补充教材表1-2。

(2) 解读案例，归纳出实验探究的基本流程

在教学过程中，教师可引导学生阅读教材探究·实验案例“探究NaCl含量对小麦幼苗生长的影响”，分析探究问题的来源、假设、实验设计、实验步骤，如何进行实验记录、数据分析，实验结论是否支持假设等，总结出探究实验的基本流程，并结合教材图1-6认识探究实验的基本步骤。

教学中可能需要对一些问题进行解释和说明。
①学生可能会对本实验选题产生疑问，原始的问题是“土壤盐碱化对农作物生长的影响”，为什么探究的是“NaCl含量对小麦幼苗生长的影响”？因为盐碱土壤的成分复杂，本探究实验首选盐碱土壤中含量高的NaCl进行探究，作为单因子影响实验。
②本实验中，除自变量(NaCl浓度)外，还有许多其他会影响实验结果的变量，如温度、光照等，各组需要控制一致。
③实验记录表设计：如实记录实验数据也是科学探究素养之一，是每个学生都必需的。

能力,通常需要在设计实验方法时就做好实验数据收集的记录表设计。④实验结果的表述:对于实验结果的表述,通常要求能从多个角度全面呈现,本实验中从定性照片和定量数据统计图两个角度直观展现实验结果,同时用文字准确、严谨地描述实验结果。有关结果记录表格设计、实验结果呈现方式和描述等,是学生需要养成的科学探究素养,需要教师强调并在后续实验报告中多次实践。⑤实验结论的推导:实验结论是在分析实验结果的基础上,对一开始所提出的假设(问题)作回应。结论的推导过程是科学思维的直接体现,需要注意结论的准确性和严谨性。

2. 实验与活动建议

探究·实验 1-1 用高倍镜观察动植物细胞

本实验是高中生物学课程中的第一个学生实验,教师应介绍生物学实验室环境、安全守则等。与初中相比,高中生物学实验室使用的仪器和试剂数量更多,操作相对更复杂。因此,在学生第一次进入高中生物学实验室开始做实验前,必须先进行安全教育。

本实验的目的是通过显微镜观察动植物细胞,使学生学会使用高倍镜,为以后的生物学观察实验打下基础,如观察植物细胞叶绿体和细胞质的流动、质壁分离、有丝分裂等实验,同时也为学生认识细胞的多样性和统一性、初步建立细胞结构与功能的关系奠定基础。

(1) 显微镜的使用

学生在初中已学过光学显微镜的基本构造和使用方法,并掌握了低倍镜的操作方法。在本实验中,可先复习显微镜的基本构造和低倍镜的使用,在此基础上学会高倍镜的使用。

关于显微镜的基本构造,可以参照《实验与活动部分》图 1-1 认识显微镜的各部分结构。教学中引导学生关注:①电源开关和光亮度调节旋钮的位置;②目镜和物镜上标注的放大倍数;③粗准焦螺旋、细准焦螺旋的旋转方向与载物台升降的关系;④片夹旋钮与玻片移动方向的关系。熟悉了这些细节有助于正确使用显微镜。不同实验室配置的显微镜类型会有差异,有些可能是学生以前没有使用过的类型。建议教师在实验前,先说明本校配置的显微镜与《实验与活动部分》中列举的是否一致,并将差异部分列出。建议教师引导学生结合实物熟悉显微镜结构,不要只讲“课件上的显微镜图”,而让实物在旁边“休息”。

在复习低倍镜的使用和学习高倍镜的使用时,教师可将整个操作过程分解成几个步骤:对光→安放标本装片→调焦→低倍镜观察→移动装片将想要进一步放大观察的细胞移至视野中央→转换高倍镜→调焦观察。强调操作过程中需注意:①将低倍镜转换成高倍镜的方法是转动物镜转换器,不可直接扳动物镜;②用高倍镜观察时,只能通过旋转细准焦螺旋来调节焦距,还要注意物镜与装片的距离,避免两者相碰;③如光线较暗,可调节光圈(有些显微镜可通过调节亮度调节旋钮)使视野明亮。可以让学生按教师要求,与教师同步进行操作,使整个实验有序进行。

(2) 装片的观察

本实验选择了两种永久装片——蚕豆叶下表皮细胞装片和人血涂片,分别作为植物和动物细胞的代表进行观察,也为后续学习细胞的结构做铺垫。

从蚕豆叶下表皮细胞装片中可以观察到表皮细胞、保卫细胞和气孔。表皮细胞扁平,形状不规

则,排列紧密,保护叶片不受病菌等侵害,通常不含叶绿体;保卫细胞呈半月形,成对组成气孔,通常含有叶绿体。

从人血涂片中可观察到红细胞和白细胞。人类成熟的红细胞呈双面凹的圆饼状,无细胞核及线粒体等细胞器,呈红色。在高倍镜视野中,红细胞小且数量多,边缘颜色比中间深;白细胞有多种,比红细胞大,具有细胞核(多数形状不规则)。本实验不要求学生对白细胞再进行分类。

学生在初中时可能已经看过蚕豆叶下表皮细胞、保卫细胞、血细胞等。在本实验中,建议教师首先要关注每一位学生是否正确使用高倍镜进行观察,其次是关注学生是否正确记录观察结果,最后是完善《实验与活动部分》表 1-1,为学习第 3 节做好准备。

(3) 实验结果记录和分析讨论

本实验结果的记录,要求学生能通过绘图的方式,记录在高倍镜下观察到的细胞形态、部分组成结构、细胞之间的排列方式等,并填写表格比较不同动植物细胞的异同。关于细胞的功能,要求能通过查阅资料进行了解。在此基础上,进一步思考、归纳总结出细胞形态结构与功能之间的关系,初步建立结构与功能相适应的观点。

“如实记录实验结果,并分析得出结论”是《课程标准》中科学探究素养的要求(水平 1)。建议教师从第一次学生实验开始,就引导学生养成如实记录实验结果的习惯,并根据《实验与活动部分》的“分析与讨论”题进行讨论、归纳或推理得出结论。本实验结果记录在中《实验与活动部分》的表 1-1 中。表格第 2 列要求学生绘制显微镜下观察到的细胞简图,每种细胞可以绘制 2~3 个,显示细胞的形态结构及其与周边细胞的关系,并能作出适当的图注;第 3、4 列要求用文字描述;最后一列“主要功能”,需要学生查阅资料后填写。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节共设置了 2 个学习提示。第 1 目中的学习提示引导学生将新建构的概念与前概念进行比较,引发学生总结思考。教学过程中,可作为问题,引导学生进一步完善课前活动表 1-2。探究·实验 1-1 中的学习提示,通过设问的方式,提示学生通过自主实践发现:片夹移动方向与视野中物体移动方向相反。

(2) 安全提示

本栏目是对学生第一次进入高中生物学实验室做实验前进行实验室安全教育。在教学过程中,教师可结合学校实际情况,加强实验室安全教育。

三、拓展资料

1. 使用显微镜的注意事项

- (1) 拿取显微镜时,应一手握住镜臂,一手托住镜座,轻拿轻放,切勿用一只手斜提或前后摆动。
- (2) 擦拭目镜、物镜或反光镜上的灰尘或污物时,必须使用专用的擦镜纸,切勿用手指、手帕、纱布和普通纸擦拭,以免损伤精密的光学部件。

(3) 镜检时,如有必要使镜筒倾斜,注意倾斜角度不能超过 45° ,以免造成翻倒。转动粗准焦螺旋时,要轻轻转动,不要用力过猛,以防部件损伤,调节失灵。切忌一面从目镜进行观察,一面使镜筒下降,这样很容易使物镜与标本装片碰撞而造成损坏。

(4) 载物台要保持清洁干燥。如使用新鲜材料做临时装片,必须要在载玻片上加盖盖玻片。切勿让材料、水滴、试剂直接触碰到物镜或载物台。显微镜的任何部位如沾上异物,应立即擦拭干净,以免镜头等被污染或腐蚀。

(5) 高倍镜使用完毕后取装片时,须先移开物镜再取出装片,以免取装片时磨损镜头的镜面。绝对禁止随意取出目镜或拆下显微镜的其他部件,以免造成损坏。

(6) 显微镜使用完毕后,需复原,还要用擦镜纸擦净目镜和物镜,用清洁纱布擦净镜体,然后再转动转换器,把两个物镜偏到两旁,并将镜筒下降,然后将显微镜平稳地放入镜箱内保存。

2. 白细胞分类

根据形态结构差异可将白细胞分为颗粒和无颗粒两大类(图 1-2)。颗粒白细胞(粒细胞)中含有特殊染色颗粒,细胞核可分为多叶,用瑞氏染色可分辨出 3 种颗粒白细胞:嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞和中性粒细胞。嗜酸性粒细胞颗粒通常被染成红色,嗜碱性粒细胞颗粒通常被染成蓝色,中性粒细胞颗粒染色较浅。无颗粒白细胞包括单核细胞和淋巴细胞,细胞核较大,单个不分叶。血液中绝大部分的粒细胞是中性粒细胞,每微升血液中约有 4 500 个中性粒细胞,其在血液的非特异性免疫系统中起着十分重要的作用,包括趋化作用、吞噬作用和杀菌作用等。

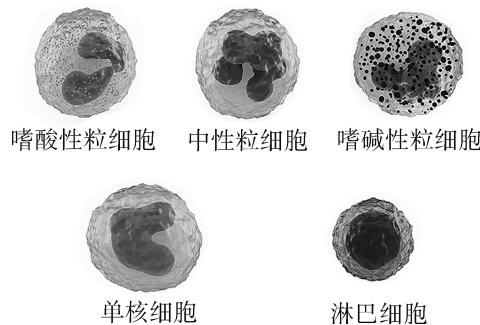


图 1-2 白细胞示意图

第3节 细胞是生物体结构的基本单位

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 举例说明细胞形态与功能的多样性。
- (2) 描述原核细胞与真核细胞的区别。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.3.1 和 1.3.2, 从生命观念、科学思维等维度设定的。目标(1)要求能够举出不同生物细胞的例子, 在此基础上归纳得出“细胞形态与功能多样”的概念, 建构结构与功能观(水平 2)。目标(2)要求在归纳总结真核细胞特征的基础上, 列表比较原核细胞和真核细胞的结构特征, 描述两者的区别, 建构概念的同时培养科学思维方法(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.3 而选取的。高中生物学课程是以细胞为基础帮助学生建构生物学知识体系。《课程标准》建议以生物学概念建构合理的知识框架, 本节的“细胞是构成生物体的基本单位”“各种细胞有相似的基本结构”“原核细胞没有核膜”等生物学概念, 帮助学生理解为什么高中生物学从细胞开始。《课程标准》要求通过对生物学事实进行抽象和概括, 帮助学生建立生物学概念。本节教材通过系列生物学事实来说明和描述相关概念(表 1-4)。

表 1-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞是构成生物体的基本单位	绿眼虫、草履虫等生物体由 1 个细胞构成
	高等植物和动物的机体组织由许多细胞组成
各种细胞有相似的基本结构	光学显微镜下可以观察到真核生物细胞具有质膜、细胞核等基本结构
	原核细胞有质膜和拟核
原核细胞没有核膜	细菌、蓝细菌等原核细胞的拟核无核膜包被

3. 学习内容

本节内容主要是帮助学生建构“各种细胞具有相似的基本结构, 但在形态与功能上有所差异”概念。教材节引言从科学思维角度提出问题, 引导学生进行思考: 20 世纪初, 美国生物学家威尔逊就提出从细胞中寻找生物学问题的答案, 其依据是什么? 教材运用生物学学科思维方法, 通过对不同生物组织的功能及其组成细胞的形态举例, 说明细胞形态与功能的关系, 使学生建立“结构与功能相

适应”的观念，养成科学思维习惯。

课前活动中提供 6 幅不同生物的个体或组织学照片(教材图 1-11)，让学生“看见”组织和细胞。其中，绿眼虫、草履虫为单细胞生物，一个细胞即为一个个体。从图片中可以看到绿眼虫圆形的细胞核、多个叶绿体和鞭毛等结构，以及草履虫的伸缩泡。柿的胚乳、植物叶片横切、动物小肠上皮绒毛和骨骼肌都是多细胞生物的组织，图片显示这些组织由不同形态的细胞组成，每个细胞均有质膜、细胞核等结构。教材通过设置此活动，让学生进行小组活动，结合初中生物学关于组织和细胞的概念，通过列表归纳这些细胞的形态结构和功能，从而概括出“细胞的形态和功能是多种多样的”“细胞是生物体结构的基本单位”等生物学概念。学生可能无法准确回答“思考与讨论”题 2：“为什么说细胞是生物体结构的基本单位？”教材分 3 目对此进行详细的说明和描述。

第 1 目：生物体由多种多样的细胞构成。教材此部分承接课前活动，首先通过对绿眼虫、草履虫的观察，得出单细胞生物“一个细胞即为生物体”的概念，进一步概括其形态结构与功能的关系；然后通过分析动植物组织图片，回顾组成动植物个体的结构层次，从宏观生物体结构组成开始，逐层深入到细胞层面，通过列举组成小肠绒毛和植物叶片的细胞及其形态与功能，揭示组成生物体细胞形态和功能的多样性。至此，学生通过将“生物体”与“细胞”概念关联，逐步建立“细胞是构成生物体的基本单位”概念。

第 2 目：不同形态和功能的真核细胞具有相似的基本结构。教材以人体细胞为例，结合脂肪细胞、神经细胞的照片资料(教材图 1-12)，描述不同真核细胞具有共同基本结构，即质膜、细胞核以及线粒体、内质网、高尔基体、核糖体等细胞器，推断细胞是生物体完成生命活动的基本单位，并说明这也正是节引言中威尔逊所提观点的依据之一。由此显示，合理的科学思维和科学推断对科学进步的推动作用，提示科学思维的重要性。

第 3 目：原核细胞没有由核膜包被的细胞核。教材结合细菌结构模式图(教材图 1-18)，描述原核生物细胞结构，并说明细菌等原核生物细胞有质膜、核糖体和拟核，无核膜和其他细胞器。

至此，学生通过比较和归纳，可以概括得出：“细胞是构成生物体的基本单位”“各种细胞具有相似的结构，但在形态与功能上有所差异”等概念。

二、教学建议

本节内容建议 1 课时。

1. 课堂教学建议

本节部分内容学生在初中阶段已经学习，因此，建议教师采用多种教学方法，避免单一讲授。

(1) 情境导入，问题引领

教师可根据教材节引言中提出的问题和课前活动导入，用事先准备好的问题串引导学生分析生物组织图片。例如，关于绿眼虫和草履虫，学生在初中阶段可能已经学习过，因此，教师可从结构与功能角度，对细胞核、伸缩泡、纤毛等结构的功能提出思考题，或比较叶绿体、食物泡与营养方式的关系等，通过对运动、排泄、营养物质来源、生殖等基本生命活动的分析思考，得出单细胞生物“一个细胞即为生物体”的概念。问题引领的方式同样也可用于对多细胞生物细胞功能的讨论。

教师还可以根据学情灵活处理,如从探究·实验 1-1 中建立的“细胞形态结构和功能多样性”概念导入,也可以事先准备更多的细胞类型供学生观察和分析。

(2) 实例观察,归纳概括

用生物学事实说明问题、建构概念,是科学思维培养的重要途径。鉴于本节内容涉及的生物学事实,大多数都是学生已知的,用举例说明、归纳概括的方法建构新概念,显得更为重要。因此,建议教师在教学过程中能充分利用组织结构图片等资源,引导学生仔细分析多种细胞形态结构与功能的关系,建构“细胞是生物体结构的基本单位”概念。

例如,引导学生通过观察比较教材图 1-11 中两种植物组织,比较和归纳得出:柿的胚乳细胞体积大,相互之间无规则地挤在一起;组成叶片栅栏组织的叶肉细胞则整齐地排列在叶片上表面。进一步引导学生分析细胞形态结构与功能的关系:前者是储存营养物质的细胞,其功能与细胞排列方式无关;后者是进行光合作用的细胞,整齐排列在叶片表面,这样每个细胞都可能受到阳光照射,有利于光合作用的进行。

又如,引导学生比较教材图 1-11 中植物叶片和小肠上皮绒毛中各种细胞的形态和排列方式,结合教材中的描述,从结构与功能角度,归纳和概括“细胞是生物体结构的基本单位”概念。

在分析实例的基础上进行归纳与概括,所建构的概念有生物学事实作为载体和基础,这样的学习才是扎实的。

(3) 小组学习,生生互动

本节学习是建立在学生回顾和思考基础上的,每个学生的思维表达显得尤为重要。小组讨论、组内互动进行分析,可以在有限的时间内给学生更多的发言机会。因此,建议教师将学习任务下达到小组,充分讨论后再集中归纳得出共同结论。

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节设置了 2 个学习提示。课前活动中的学习提示是对科学思维方法中归纳推理方法的解释。该课前活动需要运用此方法开展,在后续课程中也将经常使用。所以,教材在首次提到该方法时,引导师生注意学科核心素养的培养。第 1 目中的学习提示是对初中相关知识的回顾,教师在教学过程中可以引用。

(2) 科学史话“细胞的研究之路”

《课程标准》在“模块 1 分子与细胞”的说明中指出:“学习细胞的发现、细胞学说的建立和发展,有助于学生加深对科学研究过程和本质的理解。”在初中生物学中,细胞的发现和细胞学说建立已经有过介绍,学生对其中的部分经典内容并不陌生。教材从技术发展对科学研究促进作用的视角,将光学显微镜、电子显微镜、大分子结构分析技术的应用等技术发展线索,与细胞的发现、细胞学说的建立和发展、细胞器功能研究和分子生物学研究这条学科发展线索相结合,编排细胞研究历史,可启发学生思考科学本质涉及的“科学工作依赖观察和推论”等内容。教师可以根据实际情况安排学生学习本栏目。

(3) 广角镜“支原体和衣原体”

本栏目是关于支原体和衣原体的展开介绍,是对原核生物的拓展,侧重于预防病原体导致的疾病,可用于生命安全与健康教育。关于生物分类在初中生物学已经学习,这里不宜过多展开。

三、拓展资料

1. 眼虫

眼虫隶属原生动物门,鞭毛纲,一般呈绿色、梭形,长约 $60\mu\text{m}$,前端钝圆,后端尖(图1-3)。体前端有一个胞口,向后连接一个膨大的储蓄泡。鞭毛从胞口伸出,为运动胞器。鞭毛基部有一个眼点和感受器,能感光。大而圆的细胞核位于虫体中部稍后;细胞质内有叶绿体,能进行光合作用。眼虫一般生活在有机质丰富的水沟、池沼或环流中,温暖季节可以大量繁殖;无光时能通过体表吸收水中的有机质。伸缩泡位于储蓄泡旁,可调节水分平衡。

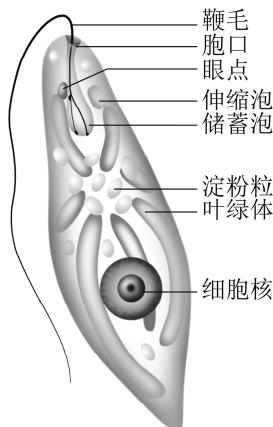


图1-3 眼虫示意图

2. 草履虫

草履虫隶属原生动物门,纤毛虫纲,是单细胞生物,生活在淡水中,以有机碎屑为食。其体长圆形,前端较圆,后端尖;体表布满纤毛,为运动胞器(图1-4)。显微镜下可见其细胞前后各有一个伸缩泡,交替收缩调节渗透压。

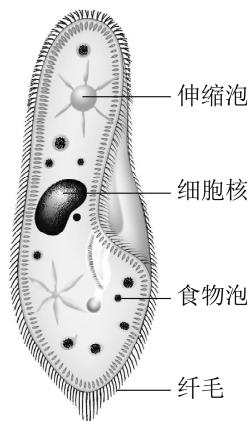


图1-4 草履虫示意图

3. 柿胚乳细胞

柿胚乳细胞呈多角形，壁厚，细胞腔小，原生质体位于细胞腔中。高倍镜下可以看到相邻细胞的细胞壁上存在有胞间连丝。柿胚乳是储存组织，细胞壁为次生壁，储存半纤维素等营养物质。

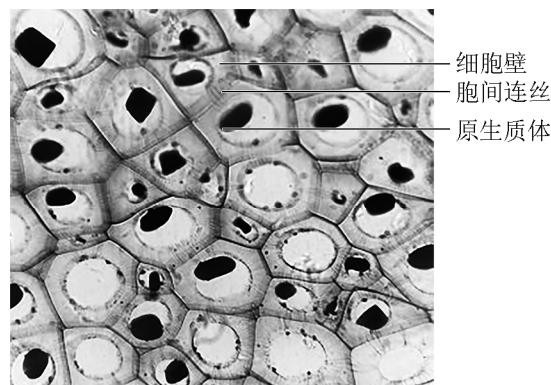


图 1-5 柿胚乳组织

第2章 细胞的分子组成

蛋白质、核酸、糖类、脂质、水和无机盐等是组成细胞的重要分子,使学生认识细胞中各种分子的结构与功能是本章的主要教学任务。本章内容从分子水平阐述细胞生命活动的物质基础,主要包括细胞中分子的元素组成、结构特点及主要生物学功能。通过对细胞中分子的种类、结构和功能的学习,认识生命的物质性、统一性、差异性和复杂性,从而初步形成结构与功能相适应的生命观念,也为后续学习细胞的结构、代谢和生命进程建立基础。同时,通过对生物分子的定性检测和定量分析实验,使学生增加对生物分子的感性认识,并学会一定的生物学测定方法,进一步提高科学探究能力。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“1.1 细胞由多种多样的分子组成,包括水、无机盐、糖类、脂质、蛋白质和核酸等,其中蛋白质和核酸是两类最重要的生物大分子”。教材结合学科内在体系和教学目标,分4节进行概述和说明(表2-1)。

表2-1 第2章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 C、H、O、N、P、S等元素组成复杂的生物分子	1.1.1 说出细胞主要由C、H、O、N、P、S等元素构成,它们以碳链为骨架形成复杂的生物大分子
第2节 蛋白质和核酸是重要的生物大分子	1.1.6 阐明蛋白质通常由20种氨基酸分子组成,它的功能取决于氨基酸序列及其形成的空间结构,细胞的功能主要由蛋白质完成
	1.1.7 概述核酸由核苷酸聚合而成,是储存与传递遗传信息的生物大分子
第3节 糖类和脂质是细胞的结构成分和能源物质	1.1.4 概述糖类有多种类型,它们既是细胞的重要结构成分,又是生命活动的主要能源物质
	1.1.5 举例说出不同种类的脂质对维持细胞结构和功能有重要作用
第4节 水和无机盐是生命活动的必需物质	1.1.2 指出水大约占细胞重量的2/3,以自由水和结合水的形式存在,赋予了细胞许多特性,在生命活动中具有重要作用
	1.1.3 举例说出无机盐在细胞内含量虽少,但与生命活动密切相关

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了1个学生实验(表2-2)。

表2-2 第2章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质	学生实验	检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够:从结构与功能相适应这一视角,揭示细胞由多种多样的分子组成,这些分子是细胞执行各项生命活动的物质基础。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:本章通过比较地壳与细胞中的元素组成,说明生物界与非生物界在元素组成上具有统一性和差异性,使学生形成生命具有物质性和特殊性的观念;通过分析蛋白质、核酸、糖类、脂质等各种分子的结构特点、主要功能及分子结构与功能之间的关系,使学生从分子层面形成结构与功能相适应的观念;通过举例说明水和无机盐的功能,使学生认识其对生命活动的重要性。

科学思维:本章主要培养的科学思维方法包括归纳与概括、演绎与推理等。通过图和表的形式直观分析各种分子的结构和功能,形成相关生物学概念。通过教材表2-1、图2-2、图2-4、图2-6、图2-12和图2-19等,引导学生形成比较、分析、归纳的思维方式;通过课前活动中分析或填写表格的形式,培养学生归纳、概括、分类等思维方式;通过生物学与社会“胆固醇与人体健康”,引导学生理性辩证地看待胆固醇在人体健康中的作用,培养学生实事求是、客观地认识事物和批判性思维的思考方式。

科学探究:本章通过“检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质”实验,帮助学生逐步提升科学探究素养。首先通过给定实验方法步骤,以直观的生化检测方法鉴别已知的还原糖、蛋白质和脂肪等物质;在此基础上,设置鉴定某种食物样品中的营养成分和蛋白质定量测定实验,使学生学会用分光光度计进行定量分析的方法,并能用图表等形式表达实验结果。

社会责任:本章主要通过广角镜“元素与人体健康”、生物学与社会“胆固醇与人体健康”,以及相关评价题,在拓宽学生视野的同时,引导学生对于合理膳食、健康生活等社会议题进行科学理性的分析,养成良好膳食习惯,同时能做好社会宣传。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

分子是组成细胞的基本成分,也是生物体的基本成分。蛋白质、核酸、糖类、脂质、水和无机盐等,不仅是细胞和生物体的结构成分,也是细胞和生物体各项生命活动的物质基础。蛋白质、核酸、糖类、脂质等生物分子也是生态系统中能量传递的物质基础。因此,本章内容为整个高中生物学学习做铺垫,许多概念在后续章节会进一步展开,如转运蛋白、酶、受体、激素、抗体等蛋白质的作用特点,核酸储存与传递遗传信息的方式,营养物质的代谢,磷脂的结构特征,无机盐具有维持内环境稳态的作用等。因此,在本章中这些概念不过多展开,只从物质类别角度进行整体认识。

2. 本章各节之间的关系

细胞中多种多样的分子可分为无机物和有机物两大类,无机物包括水和无机盐等,有机物包括糖类、脂质、蛋白质和核酸等,其中蛋白质和核酸是“两类最重要的生物大分子”。教材顺着学生的认知特点,先从元素组成和碳骨架开始认识生物分子的总体特征,再逐一展开分析蛋白质、核酸、糖类和脂质等分子,使学生在掌握不同分子结构和功能的基础上,形成结构与功能相适应的观念,最后再认识水和无机盐的重要作用。本章各节概念之间关系如图 2-1 所示。

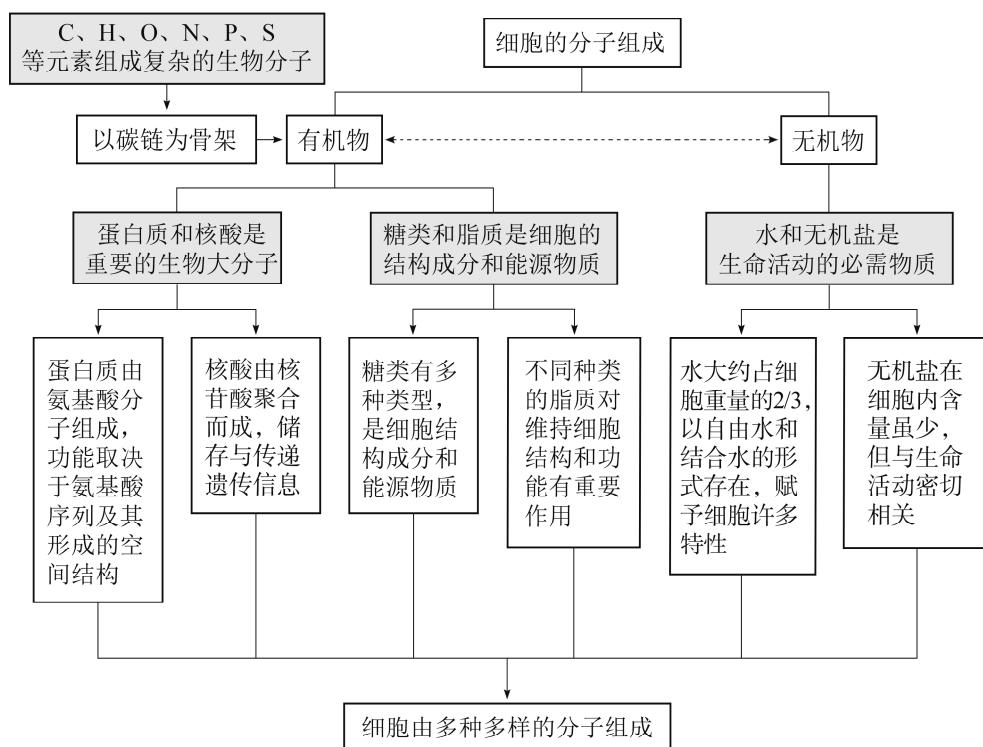


图 2-1 第 2 章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

归纳和概括细胞中的元素组成特点;分析分子结构图,归纳氨基酸分子的结构特点;举例说明蛋白质分子在生命活动中的作用,蛋白质的功能与其空间结构、氨基酸序列的关系;概述糖类、核酸等生物分子的结构特点及在生命活动中的作用;举例说明水和无机盐在生命活动中的作用;从分子层面建立结构与功能相适应的生命观念,进一步认识到生命的物质性、统一性、差异性和复杂性。

定性检测和定量分析生物组织中的营养物质,增加对生物分子的感性认识,学会一定的生物学测定方法,进一步提高科学探究能力;能从生命的物质性角度,认识生命健康与营养膳食之间的关系,从而形成健康饮食的生活方式。

四、本章课时建议

本章建议 7 课时,具体见表 2-3。

表 2-3 第 2 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 C、H、O、N、P、S 等元素组成复杂的生物分子	0.5
第 2 节 蛋白质和核酸是重要的生物大分子	1.5
第 3 节 糖类和脂质是细胞的结构成分和能源物质	2
第 4 节 水和无机盐是生命活动的必需物质	1
学习交流与评价	2

其中,第 3 节中的探究·实验 2-1“检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能认识到细胞中的分子主要由 C、H、O、N、P、S 等元素组成;认识到各种分子在细胞中的功能与其结构密切相关;从分子层面感悟到生命的物质性、统一性、差异性和复杂性。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能运用归纳与概括、演绎与推理等方法说出各种分子在生命活动中的作用与其分子结构密切相关;理性分析营养物质在生命健康中的作用。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能初步学会对生物组织中还原糖、脂肪和蛋白质进行定性检测的方法,初步学会用分光光度法定量分析蛋白质含量的方法;运用已学知识和技能解决生活中的实际问题。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否认识到生命健康与营养膳食之间的关系,养成健康饮食的生活方式。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其评价目标是使学生在学完本节内容后,对相关生物学概念进行巩固和理解,发展学科核心素养。例如,第 1 节的第 1 题要求以特定的事实和证据为基础形成简单的生物学概念(科学思维水平 2);第 1 节第 2 题要求基于事实和证据,运用归纳的方法概括出生物学规律(科学思维水平 2)。

(2) 学业评价

本章设置了3道学业评价题,以真实情境为题干,围绕学科核心素养,侧重生物学概念的构建、生命观念的理解和应用及信息的分析能力。问题的呈现形式有填空、选择和阐述等。

第1题:本题要求能根据各种分子的关系图进行简单分析推理。第1小题要求学生据图推测核酸和蛋白质的元素组成(生命观念水平1,科学思维水平1);第2小题是对核酸和蛋白质的元素组成的比较(生命观念水平1,科学思维水平2);第3小题是根据物质在细胞中的主要功能,推测其种类(生命观念水平1,科学思维水平1);第4小题根据物质在细胞中的主要功能,推测其种类,并进一步对抗体、葡萄糖、雌激素、胰岛素、磷脂和淀粉酶等物质进行归类(生命观念水平2,科学思维水平2);第5小题是实验设计题,根据“检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质”的实验原理,对未知物质进行检测(科学探究水平2)。

第2题:本题以结构较简单的蛋白质的氨基酸序列为情境,要求能分析情境和图示中的信息。第1小题要求学生能阐述氨基酸的结构特点及肽键的结构(生命观念水平1);第2小题要求学生据图分析人胰岛素和牛胰岛素的异同(科学思维水平1);第3小题要求学生结合牛胰岛素对糖尿病患者的疗效不理想这一真实情境,分析蛋白质的功能与其结构之间的关系(生命观念水平2,科学思维水平2)。

第3题:本题情境为食品外包装的营养成分表,提供了蛋白质、糖类、膳食纤维、脂肪等营养物质的含量和营养素参考值等信息,要求学生能分析不同营养物质在细胞中的作用;引导学生结合所学,关注日常生活中食品的营养成分,关注膳食营养和膳食健康(生命观念水平1,社会责任水平2)。

第1节 C、H、O、N、P、S等元素组成复杂的生物分子

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 说出组成细胞的主要元素。
- (2) 初步学会用比较归纳的方法建构生物学概念,认同组成细胞的元素都来自自然界。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.1.1,结合学科核心素养的培养要求设定的。目标(1)要求说出细胞组成元素的相关概念(水平 1);目标(2)中“比较归纳的方法”属于科学思维范畴,“组成细胞的元素来自自然界”是辩证唯物主义观点,因此要求在建构概念的同时,关注学科核心素养的培养和唯物主义世界观的养成(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.1.1 而选取的,是进一步学习生物分子结构与功能的基础,教材通过系列生物学事实来概述(表 2-4)。

表 2-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞主要由 C、H、O、N、P、S 等元素构成	组成细胞的元素均可在自然界中找到
	C、H、O、N、P、S 总含量占细胞干重 90%以上
	蛋白质、核酸、糖类、脂质等生物分子主要由 C、H、O、N、P、S 等元素组成
C、H、O、N、P、S 等元素以碳链为骨架形成复杂的生物分子	碳元素占细胞干重 40%以上
	生物分子中,碳原子与周边的碳或其他原子通过化学键结合,形成相对稳定的分子结构
	葡萄糖、氨基酸等分子由碳骨架周边连接其他基团组成

3. 学习内容

细胞结构和生命活动的物质基础是各种分子,而各种分子都由元素组成。学习细胞中的主要元素及其形成生物分子的方式,有助于从整体上认识细胞中的分子,从元素水平认识生命的物质性、统一性和特殊性。本节教学重点是学会用比较归纳的方法构建生物学概念“C、H、O、N、P、S 等元素组成复杂的生物分子”,教学难点是如何归纳出不同元素通过碳骨架形成复杂的生物分子。

元素概念是学生在初中化学课程中已经学习过的。本节引言从生物学与化学之间跨学科联系

角度切入,引导学生思考生命本质的物质性:“各种元素怎样形成细胞中的生物分子?”

教材在课前活动中,以表格形式列举了“部分元素在人体细胞、玉米细胞和地壳中的含量”,引导学生通过比较分析表中数据,归纳人体细胞和玉米细胞中元素分布的异同点,为达成学习目标提供了活动情境。通过元素种类比较,学生可以发现,生物体细胞中的元素在地壳中均有存在,帮助学生运用事实和证据形成“组成生物体的元素来自自然界”的观点。但对于此观点的内涵,学生可能无法准确说出,需要带着问题开始本节内容的学习。

教材分 2 目,通过归纳与概括、举例说明等方式,阐述细胞中的元素组成特点。

第 1 目:细胞主要由 C、H、O、N、P、S 等元素构成。教材此部分首先是承接课前活动中提出的问题,提出两个概念:①组成细胞的元素都可以在地壳中找到,说明生命的物质性;②细胞与地壳中元素的分布有差异,体现生命的特殊性。通过进一步比较不同细胞中的元素组成,强化两个概念:一是说明人体和玉米细胞中元素组成基本相似,这与细胞中主要生物分子的元素组成有关,体现了生命的统一性;二是指出 C、H、O、N、P、S 等元素在人体细胞和玉米细胞中的含量不同,与细胞中生物分子的含量有关,体现了生命的多样性。

除了 C、H、O、N、P、S 等主要元素外,教材中还介绍了一些微量元素,侧重其在机体中作用,某些元素的缺乏会导致相关疾病的发生,体现生命健康教育。

第 2 目:元素以碳链为骨架形成生物分子。不同元素是如何组成复杂生物分子的呢?从元素含量和生物分子组成方式看,碳元素至关重要,教材中提出一个观点:蛋白质、核酸、糖类和脂质等组成细胞的生物分子都可以看成是碳的化合物,进而提出“碳骨架”的概念。生物大分子由小分子作为基本单位而组成,通过比较葡萄糖、氨基酸等分子结构,归纳出“在生物分子结构中,碳元素以直链或支链的形式构成分子骨架”等概念。

二、教学建议

本节内容建议 0.5 课时,可融合在后续蛋白质、核酸、糖类或脂质等內容的教学中。

1. 课堂教学建议

在教学过程中,可围绕“细胞中的分子主要由 C、H、O、N、P、S 等元素组成”和“细胞中的元素以碳链为骨架形成生物分子”这两个概念展开教学。教师可选择合适的教学策略,开展多种形式的教学活动,促进概念的建构。在教学过程中,可按教材编排组织教学,为学习生物大分子做铺垫。

(1) 情境设置:比较人体和玉米细胞及地壳中的元素种类和含量

生命来自自然,是辩证唯物主义生命观,是生物学学习的基本观念。自然科学学科教育要求以事实为依据建构观念,探索事物发展规律。因此,教学中可以先引导学生分析本节教材课前活动中人体、玉米细胞及地壳中的元素种类和含量,通过分析数据,使学生认同“组成生物体的元素在地壳中均能找到”的观点。教师可以表格形式列举 C、H、O、N、P、S、Si 等 7 种元素分别在人体、玉米细胞及地壳中的含量,首先引导学生尝试回答“思考与讨论”题 1,从元素组成和含量方面归纳人体和玉米细胞中的元素分布共同特点是主要含有 C、H、O 等元素,其中 C 含量最高。然后可以进一步归纳出:这 7 种元素在细胞和地壳中都有分布,但 C 含量在细胞中较高而在地壳中甚微;Si 含量在地壳

中较高而在细胞中含量甚微；其他元素的含量在细胞与地壳中也存在较大差异。最后可提升思维难度，引导学生通过比较分析、归纳推理，从元素组成的角度理解生命的统一性和特殊性。

(2) 利用教材提供的资料，引导学生认识不同生物细胞中元素组成存在差异

教材表 2-1 中数据显示，组成人体细胞和玉米细胞的主要元素种类相同，但含量有差异。教学中可引导学生阅读教材第 25 页第 2 段内容，通过图示、列表等形式呈现“蛋白质主要由 C、H、O、N、S 构成，核酸主要由 C、H、O、N、P 构成，糖类和脂质主要由 C、H、O 构成”等事实，引导学生尝试分析不同分子中元素组成差异与细胞中元素组成差异之间的关系，也可带着这个问题到后续相关内容学习。

(3) 利用教材提供的示意图，引导学生归纳得出“碳骨架”概念

认识生物分子的“碳骨架”结构，有助于学生学习细胞呼吸、光合作用中物质与能量转换的内容。碳与碳的连接方式是有机化学内容，高中此阶段的学生可能还不具备相关知识基础。因此，在教学中不宜深入讨论。建议教师利用教材中的分子结构示意图，如教材图 2-3“生物分子的基本组成单位分子结构示意图”、图 2-6“不同种类氨基酸的结构式”、图 2-11“核苷酸分子结构示意图”、图 2-15“葡萄糖环状结构”、图 2-18“脂肪分子的结构示意图”和图 2-19“磷脂分子结构示意图”等，归纳出碳与碳的连接方式，从而建构“C、H、O、N、P、S 等元素以碳链为骨架形成复杂的生物大分子”概念。

(4) 通过案例分析的方式，说明“微量元素”在机体健康中的重要作用

细胞中除了大量元素外，还有许多微量元素。建议此处侧重分析组成生物分子的微量元素与机体健康的关系。关于无机盐的作用，将在第 4 节中阐述，这里不宜展开。建议引导学生从案例分析开始，如地方性甲状腺肿是缺碘或长期碘摄入量不足而导致的，说明微量元素在生物体中含量虽少，但不可或缺。

教师也可先进行本章第 2、3 节的教学，然后总结细胞中分子的元素组成。例如，结合生物分子结构图示，归纳总结生物分子的元素组成。教学中可引导学生回顾氨基酸的结构通式，以及生活经验“蛋白质在灼烧时具有臭味”和相关化学知识，归纳总结出蛋白质主要由 C、H、O、N、S 构成；回顾脱氧核苷酸和核糖核苷酸的基本结构组成，归纳总结出核酸主要由 C、H、O、N、P 构成；回顾单糖、双糖和多糖的种类及其相互转化关系，结合图 2-15“葡萄糖环状结构”，归纳总结出糖类主要由 C、H、O 构成；回顾脂肪和磷脂的结构图示，归纳总结出脂质主要由 C、H、O 构成，其中磷脂还含有 N、P；进一步归纳和概括：这些元素以碳链为骨架形成复杂的生物分子。

2. 栏目使用建议

本节设置的教学辅助栏目是广角镜“元素与人体健康”，旨在说明微量元素在人体中的重要作用，相关元素的缺乏会引发一些生理、心理疾病，且摄入量需要均衡。在教学过程中，可作为情境或案例，加强生命健康教育。

三、拓展资料

1. 生物体的元素组成

在生物体内至少可以找到约 62 种元素，常见的约有 29 种，其中重要的约有 24 种。这些常见的

元素绝大部分属于元素周期表上原子序数较低的元素。按其在生物体内的含量不同,可分为常量元素和微量元素。按元素的生物学功能分类,大致类型如表 2-5 所示。

表 2-5 生物体中元素的主要类型

元素类型	元素及作用举例
构成细胞的基本元素	如 C、H、O、N、P、S 等,是构成蛋白质、核酸、糖类和脂质等生物分子的基本元素
调节机体生命活动的元素	如 Na、K、Ca、Mg、Cl 等,以离子形式维持细胞渗透压
与蛋白质结合的元素	Fe 参与构成血红蛋白、细胞色素等
	Cu 参与构成血蓝素、细胞色素氧化酶等
	Co 参与构成维生素 B ₁₂
	Zn 参与构成 DNA 聚合酶
	I 参与构成甲状腺球蛋白
	Se 参与构成谷胱甘肽过氧化物酶
	Mo 参与构成固氮酶
	Mn 参与构成超氧化物歧化酶

2. 生物分子的碳骨架

蛋白质、核酸、糖类和脂质等生物分子都含有碳元素,碳元素在生物分子中的含量最高。碳原子相互连接起来,构成各种生物分子的骨架。碳原子除了与碳原子相连外,还可与其他原子或基团相连,常见的有 H、O、N、P、S 组成原子团(又可称为功能基团),主要有羟基(—OH)、羧基(—COOH)、氨基(—NH₂)、磷酸基(—H₂PO₄)、巯基(—SH)等。这些功能基团几乎都是亲水性基团,使得生物分子具有亲水性,有利于其存在于细胞中,可引起生物分子之间特定的化学反应。

第2节 蛋白质和核酸是重要的生物大分子

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过分析归纳,认识细胞中蛋白质的主要功能。
- (2) 通过比较分析,概括出氨基酸分子在结构上的共同特点。
- (3) 举例说明蛋白质的功能与其空间结构、氨基酸序列之间的关系。
- (4) 说出核酸由核苷酸组成,能储存与传递遗传信息。

这四项目标是依据《课程标准》内容要求 1.1.6 和 1.1.7,结合学科核心素养培养要求设定的。目标(1)要求用细胞生命活动由特定蛋白质承担的案例,建构“细胞的功能主要由蛋白质完成”的概念(水平 2)。氨基酸是组成蛋白质的基本单位,知道氨基酸的结构是认识蛋白质的基础。氨基酸种类常见有 20 种,分子结构虽各不相同,但结构上有共同特点,目标(2)对此的要求是通过比较分析进行概括(水平 2)。目标(3)要求能够举例说明蛋白质结构与功能相适应的概念(水平 2)。目标(4)要求能说出核酸的种类、分子结构组成和主要功能(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.1.6 和 1.1.7 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 2-6)。

表 2-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
蛋白质由氨基酸分子组成	常见组成蛋白质的氨基酸有 20 种
	氨基酸分子通过肽键连接形成肽链
细胞的功能主要由蛋白质完成。 蛋白质的功能取决于氨基酸序列及其形成的空间结构	质膜上的受体蛋白、绝大多数酶、血红蛋白等是生命活动中具有重要功能的蛋白质
	肽链通过折叠形成蛋白质的特定空间结构
	血红蛋白中一个氨基酸被替换,导致空间结构改变,引发镰状细胞贫血
核酸由核苷酸分子聚合而成	DNA 由 4 种脱氧核苷酸组成
	RNA 由 4 种核苷酸组成
核酸是储存与传递遗传信息的生物大分子	DNA 分子的脱氧核苷酸序列中蕴含遗传信息
	RNA 参与遗传信息的传递与表达

3. 学习内容

本节内容由引言和 5 个目的内容组成。前 3 目是关于蛋白质的阐述,后 2 目介绍核酸。高中学生对蛋白质的认知,可能大部分属于营养物质层面,对蛋白质的结构及其在细胞中的功能可能也有一些了解,但还不全面。因此,节引言通过列举胰岛素、血红蛋白等学生已知的蛋白质功能切入,引发学生思考:细胞内还有哪些蛋白质,各有什么功能?提出蛋白质和核酸作为细胞中重要的两类生物大分子,并引导学生关注它们的结构与功能之间的关系。

教材课前活动“蛋白质的结构与功能”中,学生通过回顾、查资料的方法填写表格,归纳和概括蛋白质的功能,可以完成“思考与讨论”的问题 1。问题 2 的目的是引导学生关注蛋白质的氨基酸组成,以及蛋白质分子具有的几个结构层次,它们之间具有一定的相关性。学生可能无法回答出这个问题,可以带着该问题进入本节学习。

关于蛋白质概念的认知逻辑,教材是按照先“功能”后“结构”的顺序组织相关内容的,一方面是引起学生的学习兴趣,另一方面是从学生相对熟悉的内容切入,以此降低学习难度。

第 1 目:蛋白质是生命活动的主要承担者。首先是对课前活动的总结,通过图示和文字,列举人体内几种常见蛋白质的名称和功能,引导学生归纳和概括出“细胞的主要功能由蛋白质完成”“蛋白质是生命活动的主要承担者”等概念。

第 2 目:蛋白质由氨基酸组成。首先是通过氨基酸结构通式的图示,揭示氨基酸结构的共同特点;然后通过列举具体几种氨基酸的结构图式,对氨基酸结构通式作进一步的解释和说明,也为学习“肽键”概念作准备;接着以两个氨基酸之间脱水缩合为例,结合反应图示,阐明“氨基酸连接形成肽”的概念;最后通过 T4 溶菌酶的具体案例,结合图示,直观说明“氨基酸序列”的概念。至此,已经比较完整地阐明了“蛋白质由氨基酸分子组成”的概念,也为建构“蛋白质空间结构”的概念作准备。

第 3 目:蛋白质的功能取决于其结构。教材通过两种蛋白质的实例及其空间结构图,说明每种蛋白质都有特定的空间结构。通过乳糖酶催化的实例,说明蛋白质功能与其空间结构密切相关。至此,需要阐明蛋白质的功能与空间结构和氨基酸序列之间的关系,教材通过镰状细胞贫血的案例进行说明。此外,还列举了影响蛋白质空间结构的因素,如高温、强酸、强碱等,为后续学习作准备,也进一步说明了蛋白质的空间结构与功能密切相关。

第 4 目:核酸由核苷酸聚合而成。教材通过分子结构示意图的方式,运用比较的方法,概述核酸的种类、核苷酸的种类及分子结构组成,进而概述核苷酸通过脱水缩合形成长链状的核酸。教材这里没有说明“磷酸二酯键”的概念,一方面是降低学习难度,另一方面是因为关于 DNA 的合成过程将在《遗传与进化》分册中学习。

第 5 目:核酸储存与传递遗传信息。教材通过图示,从结构与功能相适应的角度,概述 DNA 分子的脱氧核苷酸排列顺序蕴含遗传信息。关于“细胞中的 RNA 分子传递遗传信息”的概念,教材中提示将在《遗传与进化》分册中学习。教材通过举例的方式,提出了“部分病毒的遗传信息储存在 RNA 分子中”的概念,是对“核酸储存与传递遗传信息”概念的补充和完善,而病毒具体的遗传机制将在《遗传与进化》分册中学习。

本节中关于“核酸”的概念,主要侧重其分子结构组成、结构与功能相适应的关系。这部分内容与《遗传与进化》分册联系紧密,为后续学习“遗传信息传递”概念做铺垫。

二、教学建议

本节内容建议 1.5 课时。其中,蛋白质相关内容 1 课时、核酸相关内容 0.5 课时。

1. 课堂教学建议

关于“蛋白质”概念,教学过程中可依据大分子的结构层次和学生认知规律,按照“功能-结构-结构与功能的关系”的逻辑顺序组织教学。

(1) 结合活动和具体案例,引导学生认识蛋白质功能的多样性

生物界的蛋白质种类繁多,教学中可利用课前活动“蛋白质的结构与功能”,引导学生查阅资料或预习教材内容。大多数学生对于“蛋白质”的概念是建立在食物的营养组成基础上,可以此为情境吸引学生兴趣完成活动,但建议教师最终要将蛋白质功能与“生命活动承担者”联系起来。

对于教材图 2-4 列出的多种蛋白质的功能,如果教师采用单纯讲授的方法,也许学生也能建构新概念,但学生的理解是处于被动状态。因此,建议教师结合课前活动的内容,引导学生通过交流、归纳得出结论。学生刚进入高中学习,学习习惯和能力方面还有待进一步培养,因此在教学中应注意循序渐进。例如,可以让学生准备一种蛋白质的数据,通过小组或全班数据汇总完善查阅到的信息。教师在举例时,应根据学生的认知水平,重点放在蛋白质功能多样性方面,避免在此对“受体”“抗体”等结构进行深挖阐述。

(2) 利用教材中氨基酸分子的图示,引导学生归纳总结氨基酸的结构特点

在查阅和分享资料时,学生会关注到所有蛋白质都是由氨基酸组成的。那么,氨基酸有哪些结构特点?教学中可从图 2-6 中选择一种氨基酸结构式,先辨认碳链,再明确氨基($-NH_2$)和羧基($-COOH$)与碳链的关系,然后比较不同种类氨基酸的结构式,引导学生通过观察、比较,归纳出氨基酸的结构通式、R 基的位置和内涵。

(3) 利用教材中肽形成的图示,引导学生理解肽链的形成

教学中可以教材图 2-7“氨基酸分子脱水缩合形成二肽”为例,说明肽键是由一个氨基酸氨基上的“ $-H$ ”与另一个氨基酸羧基上的“ $-OH$ ”发生脱水缩合而形成的。结合教材图 2-8“T4 溶菌酶的氨基酸序列示意图”,解释多个氨基酸分子通过肽键连接可形成不同长度的肽链。需要注意的是,每条肽链的一端是氨基,另一端是羧基,表明氨基酸序列具有一定的方向性。肽链的氨基酸序列是蛋白质分子的一级结构。蛋白质分子结构多样性的原因之一是组成肽链的氨基酸数目、种类、排列顺序的多样性。

(4) 利用教材中的图示及案例,引导学生建构“蛋白质的功能取决于其结构”的概念

教学中可结合教材图 2-9“蛋白质空间结构模型图”,说明一条和多条肽链形成的蛋白质分子的空间结构。可通过镰状细胞贫血的案例,说明肽链中某一关键位点上氨基酸的改变,可能会使蛋白质功能发生巨大变化。也可通过高温、强酸、强碱使蛋白质变性等案例,说明蛋白质空间结构的改变,会导致蛋白质功能发生改变。教学中,也可以广角镜“蛋白质空间结构的测定”为情境,从科学家

测定蛋白质空间结构的意义角度,强调蛋白质的功能取决于氨基酸序列及其空间结构;引导学生将教材图 2-10“T4 溶菌酶空间结构模型图”与教材图 2-8“T4 溶菌酶的氨基酸序列示意图”进行比较,直观感受蛋白质的氨基酸序列与其空间结构。

(5) 利用教材中的结构示意图,引导学生归纳总结核苷酸的结构特点

教学中可结合教材图 2-11“核苷酸分子结构示意图”,引导学生通过读图比较归纳出:核苷酸是由一分子磷酸、一分子五碳糖和一分子含氮碱基构成的。利用教材图 2-12“组成 DNA 和 RNA 的核苷酸结构示意图”,引导学生通过比较分析归纳出脱氧核苷酸和核糖核苷酸的相同点和不同点。

(6) 利用教材中的结构示意图,帮助学生理解遗传信息储存在核苷酸序列之中

教学中可结合教材图 2-13“DNA 双链的结构示意图”说明:在核酸分子中,4 种不同核苷酸的排列方式不同,而组成核酸的核苷酸数量众多,导致其排列顺序极其多样,这是核酸储存遗传信息的结构基础。教师可以具体实例为情境,如人体某染色体中 DNA 的核苷酸数等,再加以分析说明。

教师也可依据学生认知特点,创设情境,有序开展概念教学。在教学中,可利用多媒体技术,展示不同功能的蛋白质及其结构,从而引入“蛋白质的功能具有多样性”“细胞的功能主要由蛋白质完成”等概念;利用分子结构模型,说明氨基酸的结构特点;利用计算机模拟程序,了解蛋白质空间结构;利用 DNA 分子模型,概述 DNA 中储存着大量的遗传信息。

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节的学习提示通过设问的方式,提示学生关注 DNA 和 RNA 分子中碱基的种类不同。两者的不同点比较明显,可引导学生分析教材图 2-12 进行自主归纳和概括。

(2) 广角镜“人体必需氨基酸”

从营养学角度拓展学生对氨基酸的认识,强调有些氨基酸只能来自食物,提示饮食与健康的关系。

(3) 广角镜“蛋白质空间结构的测定”

蛋白质功能与结构关系紧密,测定蛋白质结构对于研究其功能非常重要。本栏目提示了物理学方法、计算机技术在蛋白质结构研究中的应用,教学中可用于解读教材中蛋白质三维结构图的来源。同时,教材图 2-8 与图 2-10 属于同一种蛋白,比较后可以帮助学生理解一级结构和空间结构的概念(概念可视化)。

(4) 前沿视窗“细胞内多余的蛋白质如何被降解”

本栏目作为拓展,引导学生思维的提升。教材中介绍了蛋白质的合成,学生可能会有疑问:“细胞内的蛋白质会分解吗,如何分解?”蛋白质参与细胞内的各种生命活动,因此,细胞内的蛋白质种类多样。细胞中多余的蛋白质通常被水解成氨基酸重新利用。细胞是如何辨别这些蛋白质的?本栏目简要介绍了泛素学说,用于拓展学生的视野。

三、拓展资料

1. 氨基酸的分类

从蛋白质的水解产物中分离出来的常见氨基酸有 20 种。根据 R 基的极性,可将氨基酸分为两类:极性氨基酸和非极性氨基酸(表 2-7)。

表 2-7 氨基酸的分类

分类标准		氨基酸名称	三字母符号	单字母符号
极性	带正电	精氨酸	Arg	R
		组氨酸	His	H
		赖氨酸	Lys	K
	带负电	天冬氨酸	Asp	D
		谷氨酸	Glu	E
	不带电	丝氨酸	Ser	S
		苏氨酸	Thr	T
		天冬酰胺	Asn	N
		谷氨酰胺	Gln	Q
		半胱氨酸	Cys	C
非极性		甘氨酸	Gly	G
		酪氨酸	Tyr	Y
		丙氨酸	Ala	A
		缬氨酸	Val	V
		亮氨酸	Leu	L
		异亮氨酸	Ile	I
		甲硫氨酸	Met	M
		苯丙氨酸	Phe	F
		色氨酸	Trp	W
		脯氨酸	Pro	P

2. 蛋白质分子的空间结构

氨基酸通过肽键连接成肽,一个蛋白质分子可由一个或多个肽链组成,可包含近百个乃至上千个氨基酸。蛋白质分子常形成不同的空间结构,蛋白质的功能与其空间结构密切相关。根据科学家研究,蛋白质的结构分为一级结构、二级结构、三级结构和四级结构。

蛋白质的一级结构: 蛋白质分子中,由肽键连接起来的各种氨基酸的排列顺序。

蛋白质的二级结构: 蛋白质肽链通过折叠和盘绕形成的结构,主要包括 α 螺旋、 β 片层、 β 转角,

通过骨架上的羟基和酰胺基团之间形成的氢键维持。

蛋白质的三级结构：处于天然折叠状态蛋白质分子的三维构象，是在二级结构上进一步盘绕、折叠形成的，主要依靠氨基酸侧链之间的疏水相互作用、氢键、范德瓦耳斯力和静电作用维持。

蛋白质的四级结构：有些蛋白质分子由一条肽链构成，只有一、二、三级结构，并无四级结构。但有些蛋白质分子由多条肽链构成，每一条肽链的三级结构称为蛋白质分子的亚基，它们相互之间依靠静电引力、分子引力、氨基酸侧链的相互作用等，构成更为复杂的空间结构，称为蛋白质分子的四级结构。在有四级结构的蛋白质分子中，亚基是独立的结构单位，可以分离，但分离后一般失去生物活性，如血红蛋白有4条肽链：2条 α 链和2条 β 链。血红蛋白有携氧的功能，而单个 α 亚基或 β 亚基携氧能力大大降低。

3. 几种蛋白质的结构与主要功能

(1) 血红蛋白

人的血红蛋白含574个氨基酸，由珠蛋白和血红素组成。珠蛋白是由两对不同的珠蛋白链(α 链和 β 链)组成的四聚体(图2-2)。血红蛋白存在于红细胞中，主要功能是负责运输 O_2 和 CO_2 。血红蛋白与血液中的 O_2 结合，形成氧合血红蛋白，并将 O_2 运输到组织细胞，供人体细胞正常代谢所需。血红蛋白也能与组织细胞代谢产生的 CO_2 结合，然后通过血液循环运输到肺部，将 CO_2 排出体外。

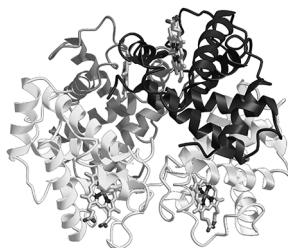


图2-2 血红蛋白空间结构图

(2) 胰岛素

胰岛素是由胰岛 β 细胞受内源性或外源性物质(如葡萄糖、乳糖、核糖、精氨酸、胰高血糖素等)刺激而分泌产生的一种蛋白质类激素，由A、B两条肽链组成(图2-3)。人胰岛素由51个氨基酸组成，其中A链有21个氨基酸(图中浅色部分)，B链有30个氨基酸(图中深色部分)。胰岛素是机体内唯一能降低血糖的激素，同时能促进糖原、脂肪、蛋白质合成。

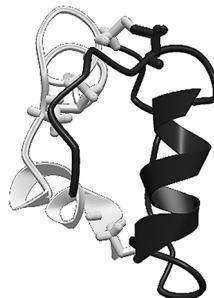


图2-3 胰岛素空间结构图

(3) 生长激素

生长激素是由人体脑垂体前叶分泌的一种肽类激素,由 191 个氨基酸组成,空间结构如图 2-4 所示。生长激素能促进骨骼、内脏和全身生长,促进蛋白质合成,影响脂肪代谢,在人体生长发育中起着关键性作用。

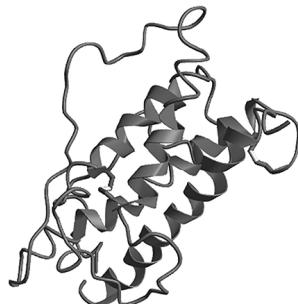


图 2-4 生长激素空间结构图

(4) G 蛋白偶联受体(GPCR)家族

GPCR 是细胞表面受体中最大的家族,这类受体的共同点是其结构中都有七个跨过磷脂双分子层的 α 螺旋结构(图 2-5),大约由 300~400 个氨基酸组成。已知激素、神经递质、糖类等物质都可以与不同的 GPCR 结合,激活细胞不同的应答反应,引发细胞相应的生理活动变化。一些特殊的 GPCR 也可以被非化学性的刺激源激活,如在感光细胞中的视紫红质可以被光所激活。与 GPCR 相关的疾病有许多,并且大约 30%~40% 的药物都以 GPCR 作为靶点。



图 2-5 GPCR 中 β_2 肾上腺素受体空间结构图

4. 蛋白质的变性

实践告诉我们:吃鸡蛋前要将鸡蛋煮熟,并且知道熟鸡蛋的蛋白会变成固态,不再溶于水;为了防止病人不受感染,必须对医疗器具进行消毒。我们为什么要对鸡蛋和医疗器具进行这样的处理?或者说这样处理的根据是什么呢?从生化观点来看,是利用蛋白质分子在物理或化学因素的影响下,原有的空间结构发生改变,从而造成蛋白质分子原有的理化性质和生物活性的改变,这种现象在

生物化学上叫做蛋白质的变性。

能使蛋白质变性的因素很多,化学因素有强酸、强碱、重金属离子、某些弱酸、尿素、酒精、丙酮等;物理因素有加热(70~100℃)、剧烈振荡或搅拌、超声波、强磁、紫外线及X射线等。

蛋白质变性后首先是失去其原有的生物活性,如酶失去催化能力,激素失去调节活性等。蛋白质生物活性的丧失是蛋白质变性的主要特征。

蛋白质变性在实际应用上具有重要意义。在临床工作中经常应用酒精、加热、紫外线等方式来消毒、杀菌,使细菌和病毒的蛋白质变性而失去其致病性和增殖能力。在血液化验中常用钨酸或三氯醋酸使血液中的蛋白质变性沉淀,然后取其滤液进行血液中非蛋白质成分的分析。在重金属盐中毒急救时,也常常利用蛋白质的这一特性。例如,汞中毒早期可以服用大量乳制品或鸡蛋清,使蛋白质在消化道中与汞盐结合成变性的不溶解物,然后再设法将其从胃中洗出,以阻止有毒的汞离子吸收入体内。

一般认为,蛋白质的变性主要是蛋白质分子的空间结构发生了改变。因为蛋白质分子是通过氢键、离子键等形成一定的空间构型的,而促使变性的理化因素可以使氢键、离子键等断裂,导致蛋白质分子从原来有序的、卷曲的、紧密结构变为无序的、松散的伸展结构。但在变性过程中,蛋白质分子中的肽键并未断裂,它的化学组成也没有改变,也就是说蛋白质的一级结构并没有改变。

5. 从蛋白质数据库中查阅相关信息

蛋白质功能的正常执行与蛋白质的空间结构密切相关,因此了解蛋白质的空间结构对揭示蛋白质功能十分关键。目前主要通过X射线晶体衍射法来解析蛋白质的空间结构,也可通过核磁共振波谱、冷冻电镜三维重构、各种光谱技术检测、显微技术和计算机模拟等技术手段来实现。已经解析的蛋白质空间结构可在一些数据库中查阅,如NCBI(美国国家生物技术信息中心)。现以T4溶菌酶为例,介绍如何查阅已被解析的蛋白质空间结构。

(1) 在数据库中检索

打开NCBI首页,选择数据库“Structure”,在检索栏目输入想要查找的蛋白质名称(注:只能输入英文名称),例如“T4 lysozyme”,点击搜索,检索条目会出现T4溶菌酶在不同细胞中、不同条件下已经被解析出的空间结构。

(2) 在检索结果中找到符合要求的条目

根据想查阅的T4溶菌酶结构,点击进入相应的条目。例如,选择“PDB ID: 7LZM”的结构,点击标题进入详细页面。

(3) 查看蛋白质三维(3D)空间结构

在新的页面中会展示大肠杆菌T4溶菌酶的空间立体结构及相关文献等信息。点击“Molecular Graphic”图左下角的“3D view”按钮,会发现蛋白质结构图转变为动态图,自动旋转展示不同角度T4溶菌酶的3D结构。可用鼠标点击蛋白质3D结构图,按住鼠标左键,移动鼠标,3D结构图会随鼠标移动而转动,便于从不同角度观察蛋白质空间结构。

6. 核酸组成的发现史

1868年,德国化学家霍佩-赛勒(Hoppe-Seyler)的一位学生,瑞士的米歇尔(F. Miescher)在研究

豚血细胞的化学成分时,意外发现了在细胞核中的一种物质,当时,他把新发现的这种物质称为“核素”。之后,霍佩-赛勒的另一位学生,德国的科塞尔(A. Kossel)发现,核素是蛋白质和核酸的复合物,经水解后发现组成核酸的基本成分有鸟嘌呤、腺嘌呤、胸腺嘧啶和胞嘧啶,还有具有糖类性质的物质和磷酸。此后,又一位科学家斯托伊德尔(H. Steudel)发现,核酸中的糖类是单糖,且每种嘌呤或嘧啶碱基、磷酸的比例为1:1:1。科塞尔因其在核酸化学领域的开创性工作,获得1910年诺贝尔生理学或医学奖。1911年,科塞尔的学生列文(P. A. T. Levine)对核酸作了进一步的研究,发现核酸中的糖类是核糖或脱氧核糖。1934年,列文发现核酸可以被分解为含有1个嘌呤、1个核糖(或脱氧核糖)和1个磷酸的片段,称之为核苷酸。他认为核酸是由五碳糖与磷酸基团组成的长链,每一个五碳糖上再接一个碱基。这个模型后来被称为核酸结构的四核苷酸假说。之后,英国生物化学家托德(A. R. Todd)成功地合成了核苷酸,并于1955年成功合成了二核苷酸。托德因其在核苷酸合成及核苷酸辅酶方面的贡献,获得1957年诺贝尔化学奖。

第3节 糖类和脂质是细胞的结构成分和能源物质

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过分析归纳,概述糖类的类型及其在细胞中的作用。
- (2) 通过实例分析,说出不同脂质对维持细胞结构及在生命活动中的作用。
- (3) 通过探究实验,学会检测生物组织中还原糖、脂肪和蛋白质的方法。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 1.1.4 和 1.1.5 及相关活动建议设定的。目标(1)提出了对糖类的学习要求,能通过分析归纳细胞中常见的单糖、双糖和多糖及其作用,进行概述(水平 1)。目标(2)提出了对脂质的学习要求,能通过磷脂参与细胞质膜结构组成、脂肪储存能量等实例,归纳和概括出脂质在细胞生命活动中的作用(水平 2)。目标(3)是对实验技能和方法的要求,学会一定的检测方法(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.1.4 和 1.1.5 而选取的,教材通过系列生物学事实进行概述和举例说明(表 2-8)。

表 2-8 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
糖类有多种类型,既可以组成细胞结构,又是生命活动的能源物质	糖类包括单糖、双糖和多糖等
	葡萄糖是组成淀粉、糖原和纤维素等多糖分子的基本单位,也是细胞生命活动的主要能源物质
	核糖、脱氧核糖是组成核酸的重要成分
	淀粉和糖原分别是植物和动物体内糖类能源的储存形式
	纤维素是植物细胞壁的主要成分
不同的脂质对维持细胞结构与功能有重要作用	脂肪是细胞中储能效率最高的物质
	磷脂参与细胞质膜的组成
	固醇主要包括胆固醇、植物固醇和酵母固醇等,参与细胞质膜的构成

3. 学习内容

教材节引言从糖类和脂质作为营养物质的角度切入,学生对此情境较为熟悉。但是,学生可能

无法准确地进行物质分类,教材通过设问的方式引发学生思考“哪些物质属于糖类?哪些属于脂质?糖类和脂质在细胞中又有怎样的作用?”接着,在课前活动中,对一些常见物质进行分类,一方面激活学生的前概念,并使学生带着问题进入本节的学习;另一方面是让学生熟悉归类的方法,在学习过程中逐步养成科学思维方式。

第1目:糖类既是能源物质也是结构成分。教材首先通过分子式,归纳和概括糖类的元素组成及生物学作用。然后以六碳糖和五碳糖为例,通过结构图示的方式,概述单糖是指不能被水解的最简单的糖。其中,葡萄糖是细胞生命活动的主要能源物质,含5个碳原子的核糖和脱氧核糖是核苷酸分子的重要组成部分。再以蔗糖、乳糖和麦芽糖为例,概述双糖是由两个单糖经脱水缩合连接在一起形成的。以图示的方式重点介绍了麦芽糖的合成和水解,说明单糖通过脱水缩合可以形成双糖,双糖通过水解可以重新分解为单糖。蔗糖和乳糖分别是植物和动物中常见的双糖。最后以淀粉、糖原、纤维素等常见的多糖为例,结合结构图示,概述多糖是由许多单糖分子经脱水缩合后连接形成的大分子。生物体内的糖类大多数以多糖形式存在:淀粉是植物体中的能源物质,糖原是动物体中的能源物质,纤维素则是植物细胞壁的主要成分,它们都是由葡萄糖为基本单位脱水缩合而成的。

第2目:脂质对维持细胞结构与功能有重要作用。脂质的分类依据比较复杂,教材从溶解性的角度概述脂质的共同特性是难溶于水,然后分别结合结构图示概述脂肪、磷脂的结构特点,并举例说明脂肪和磷脂的功能。通过教材图2-18说明脂肪分子是由1分子甘油和3分子脂肪酸组成,为后续脂肪代谢做铺垫。通过教材图2-19说明磷脂分子的头部具有亲水性、尾部具有疏水性,在水溶液中形成微团或双分子层结构,后者是质膜的基本骨架,体现了物质分子的结构与其功能相适应的观念,同时为后续学习质膜的结构特点和功能做铺垫。关于固醇,教材通过举例说明固醇的种类及胆固醇、性激素和维生素D的生物学作用。

二、教学建议

本节内容建议2课时。其中,课堂教学1课时,实验与活动教学1课时。

1. 课堂教学建议

学生对食物中一些糖类和脂质的名称比较熟悉,但是对哪些物质属于糖类或脂质,以及它们在细胞中有何作用等都缺乏系统认识,概念不一定清晰。本节内容是高中生物学基础,难度不高,《课程标准》的要求是“概述”和“举例说出”,属于水平1、水平2。因此,教师需要选择合适的教学策略调动学生思维,避免单一讲授。在建构概念的同时,关注学生科学思维的养成。

(1) 情境导入,主动建构糖类和脂质的概念

在教学过程中,可结合课前活动“生活中的糖类和脂质”列举的10种物质,要求学生对这些物质进行区分。学生可能会根据自己的生活经验和已学知识进行区分,但缺乏科学依据且非系统。教师不必马上纠正,带着课堂中新生成的问题进入本节学习,在学习中解答问题。在本节结束时,引导学生再次解答课前活动中的“思考与讨论”题,指导学生如何对物质进行科学归类。通过对“糖类都是甜的,甜的就是糖类”进行辨析,结合糖类的元素组成和分子式 $C_n(H_2O)_m$,依据糖类分子的结构层

次,分别说明单糖、双糖和多糖的结构特点及在细胞中的作用。关于脂质的分类,可从“难溶于水”的特性角度,结合脂肪、磷脂的元素组成和结构特点进行归纳,并说明各类脂质的主要作用。

教材表 2-3 中,属于糖类的有:脱氧核糖、葡萄糖、糖原、淀粉、纤维素;属于脂质的有:橄榄油、胆固醇、磷脂。阿斯巴甜是甜味添加剂,化学名为天门冬酰苯丙氨酸甲酯,化学式为 $C_{14}H_{18}N_2O_5$,不是糖类或脂质物质。木糖醇,别名戊五醇,化学式为 $C_5H_{12}O_5$,是从植物中提取的甜味剂,归属醇类。

(2) 通过实例分析,厘清单糖、双糖和多糖的结构及其主要功能

关于糖类的结构,建议在教学中通过分析具体实例的方式展开教学。例如,葡萄糖的结构有 2 种存在形式(直链结构和环状结构),可引导学生比较教材图 2-3 与图 2-15:前者是葡萄糖的直链结构示意图,更有助于学生后续理解细胞呼吸等过程中葡萄糖的氧化分解;后者是更常见的环状结构示意图,更有助于学生理解单糖连接形成双糖和多糖。引导学生分析教材图 2-16 中麦芽糖糖分子水解和脱水缩合的反应式,使学生建立单糖与多糖的转换关系。在此基础上,解读教材图 2-17,可以进一步认识葡萄糖、麦芽糖、淀粉、糖原和纤维素的结构特点和相互关系。淀粉的结构特点(显色反应)在后续实验中会利用到,糖原的概念在血糖平衡中会利用到。因此,在教学过程中,教师在达成本节教学目标的同时,还要关注本节内容对后续课程学习的支持。

关于多糖的功能,同样是由葡萄糖连接形成的多糖,淀粉和糖原是能源物质,纤维素是结构物质。在教学过程中,提示学生关注教材图 2-17“多糖种类及其结构示意图”中这 3 种多糖分子内葡萄糖的不同连接方式,有助于学生理解结构与功能的关系。

(3) 关注磷脂分子的特点,为细胞质膜结构学习做铺垫

脂质分子结构多样,其共同的特点是难溶于水。引导学生观察教材图 2-18 中脂肪(甘油三酯)分子结构示意图,可以看到 3 条疏水的长链脂肪酸;进一步比较教材图 2-19 可以看到,磷脂分子有 2 条疏水的长链脂肪酸和一个亲水的基团,这样的结构在水中的分布具有特定的规律,这些是学生认识生物膜结构与功能的基础,在教学中需要关注。

本节内容与营养和健康关系紧密。胆固醇的作用和生物学与社会“胆固醇与人体健康”内容,可以为学生建构正确的营养与健康观念提供帮助,建议教师指导学生阅读。

2. 实验与活动建议

探究 · 实验 2-1 检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质

本实验是高中阶段的第一个生化实验,培养学生运用科学的检测方法对食物中还原糖、脂肪、蛋白质等成分进行定性检测;学会用分光光度法和标准曲线法,定量测定食物样品中的蛋白质含量;学会记录观察和测量结果。与传统实验相比,教材在实验中增加了使用分光光度法进行蛋白质定量测定内容,是对《课程标准》中“重视定量实验”要求的落实。通过观察和解释实验现象和数据,提高学生的科学思维能力,同时也为学生体会生命的物质性建立基础。

(1) 准备实验

本实验是采用新鲜样品进行测定,因此,实验前需要配制试剂和准备样品,并进行预实验。试剂配制方法可参考本书的附录 4。

① 准备检测还原糖的食物样品

用于检测还原糖的食物样品可以是水果、蔬菜,以梨为例:称取梨肉 20 g,切碎,加蒸馏水至总质量为 100 g;用食品搅拌机研磨,制成质量分数为 20% 的梨肉匀浆;过滤,取过滤液进行鉴定实验。

② 准备适合蛋白质含量测定的样品

鸡蛋清、市售脱脂牛奶、黄豆粉浸出液等蛋白质含量较高,可用于进行蛋白质成分测定。以黄豆粉浸出液的制备为例:称取黄豆粉 2 g,加蒸馏水至总质量为 100 g;用玻璃棒搅拌均匀,静置一段时间;取上层浸出液,4000 r/min 离心 5 min,取上清液进行成分鉴定和蛋白质含量测定实验。

③ 制备标准浓度蛋白质溶液

以 10 mg/mL 牛血清白蛋白溶液为例:称取 1 g 牛血清白蛋白,用蒸馏水溶解并定容至 100 mL。

④ 确定蛋白质样品稀释倍数

蛋白质定量测定采用的是分光光度法,分光光度计有工作范围限制。教师在实验前需要先通过预实验测定样品的蛋白质含量,计算样品的稀释倍数,在正式实验时告知学生,以提高实验的成功效率。通常使稀释后的样品中蛋白质含量在标准曲线的中间值为宜。

(2) 实施建议

本实验分为已知成分鉴定、食物样品中营养成分鉴定、食物中蛋白质含量测定等三部分进行。教师要关注并引导学生注意实验安全,尤其是在加热、使用酸碱等腐蚀性试剂时。

① 已知成分的鉴定

此部分实验结果和现象是已知的,学生按照《实验与活动部分》给出的方法正确操作就能出现预期的结果。此部分实验侧重基本技能训练,实验操作前教师应先引导学生仔细阅读实验操作步骤,尤其是要明确选用的鉴定试剂等。实验操作过程中注意引导学生观察颜色变化等实验现象。此部分实验的结果可作为后续“食物样品中的营养成分鉴定”实验的阳性对照,因此教师应提醒学生保留并及时记录此部分实验结果。

② 食物样品中的营养成分鉴定

教师可提供一种或多种食物样品供学生鉴定。若有多重食物样品,则建议分组,每个小组测定一种,然后共享实验结果;引导学生将“已知成分的鉴定”实验结果作为阳性对照,以蒸馏水的鉴定结果作为阴性对照,观察食物样品的显色反应结果与哪一组的结果更接近,从而得出结论。

③ 食物中蛋白质含量的测定

实验从定性走向定量,是从验证走向探究的需要。本次实验是学生第一次使用分光光度计进行定量测定,因此教师要提醒学生在操作中每一步都要严格按照操作规程进行,以减少操作引起的误差。例如,明确移液枪的用法,准确量取液体;明确比色皿拿取方式(拿毛面)等。有条件的学校可通过视频微课的形式呈现,供学生课前学习,教师在课上讲解和示范其中的重点操作。

本实验内容较多,考虑到学生的实验操作技能尚不熟练,建议教师在预实验时制作有效量程的标准曲线,并将数据提供给学生作参照,但学生仍需在《实验与活动部分》相应部位独立绘制曲线。教师需向学生说明标准曲线制作的要点及意义。同时,此实验中的标准曲线是以线性回归方程来描述蛋白质浓度与吸光度之间的关系,而高中数学课程此时可能还未涉及线性回归方程,学生可能在理解上有困难,因而需要教师对标准曲线的绘制及作用进行一定的说明。在实验前,教师应通过预实验对待测样品中蛋白质浓度进行估算,才能保证学生实验的顺利进行。待测样品的吸光度应在标

准曲线范围内,如果太高,应对样品进行稀释。

(3) 分析与讨论

《实验与活动部分》中有2个讨论题,这是为学生分析实验结果提供的参考,教师可以根据学生的实际情况进行调整。

学生应该能描述“食物样品中的营养成分鉴定”实验结果,将结果(数据)与“已知成分鉴定”实验结果进行比对,并用实验原理推断出自己小组的实验结论。学生也可以引用其他小组的结果佐证自己的结论。这里需要注意讨论题中的“主要营养物质”。学生很可能在得到阴性结果时,直接认为所测物质不存在,忽略了测试方法的灵敏度。比如在梨汁中,蛋白质检测的结果可能是阴性,然而梨的细胞中肯定有蛋白质存在。教师应关注这些课堂生成的思维冲突问题,引导学生深入思考,避免直接给出结论,以此培养学生的批判性思维。同时,教师可引导学生关注食物中营养物质含量的不同,从而制定适合自己的健康膳食计划。

标准曲线中蛋白质浓度与吸光度之间的关系比较容易观察,这里需注意学生的表述是否规范,如可用“线性关系”“正相关”“蛋白质浓度越大,吸光度越大”,或直接用函数方程式表示。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节设置2个学习提示:课前活动中的提示学生关注归类的科学思维方法;第1目中的提示在体内多糖水解为单糖,为后续学习物质跨膜运输做铺垫。

(2) 广角镜“如何检测生物组织中的淀粉”

本栏目是结合正文内容为探究·实验2-1做铺垫。检测淀粉的试剂碘溶液是棕黄色的,与淀粉分子结合显现出蓝色。此方法在后续课程的学习或探究实验中会利用到,建议教师引导学生阅读并归纳鉴定方法。

(3) 广角镜“分光光度法”

本栏目是对探究·实验2-1中的实验原理的补充,说明定量测定的原理,对学生解释实验数据有一定的指导作用,建议引导学生阅读并归纳测定方法。

(4) 生物学与社会“胆固醇与人体健康”

胆固醇是重要的脂类物质,因与人体健康关系密切而备受关注,而且大众对此还有不少认知误区。本栏目是引导学生将学习内容与生活联系,培养社会责任素养,建议教师引导学生阅读。

三、拓展资料

1. 糖类概述

糖类广泛存在于生物界,特别是植物界。按干重计,糖类约占植物体的85%~90%,占细菌的10%~30%,在动物体内所占比例小于2%。动物体内糖类的含量虽然不多,但其生命活动所需能量主要来源于糖类。糖类是地球上数量最多的一类有机化合物。地球上糖类的根本来源是绿色植物的光合作用。大多数糖类由C、H、O等3种元素组成,其分子式为 $(CH_2O)_n$ 或 $C_n(H_2O)_m$ 。其中,

H 和 O 的原子数比例是 2 : 1, 犹如 H₂O 中 H 和 O 之比。因此, 过去曾误认为这类物质是碳的水合物, 也因此得名“碳水化合物”。但后来发现, 有些糖类, 如脱氧核糖(C₅H₁₀O₄), 其分子中 H 和 O 之比并非 2 : 1; 而一些非糖物质, 如甲醛(CH₂O)、乙酸(C₂H₄O₂)和乳酸(C₃H₆O₃)等, 其分子中 H 和 O 之比是 2 : 1, 所以用“碳水化合物”这一名称并不恰当。1927 年, 国际化学名词重审委员会曾建议用“糖族”一词代替“碳水化合物”。但由于“碳水化合物”这一名称沿用已久, 至今英文中仍然在使用它。

糖类是细胞中非常重要的一类有机化合物, 其作用主要有以下几个方面。

作为生物体的结构成分: 植物的根、茎、叶中含有大量的纤维素、半纤维素和果胶等, 这些物质是构成细胞壁的主要成分; 聚肽糖是细菌细胞壁的结构成分; 昆虫和甲壳动物的外骨骼——壳聚糖(甲壳质)也是糖类。

作为生物体的主要能源物质: 糖类在生物体内通过生物氧化释放能量, 供生命活动的需要。生物体内作为能源储存的糖类有淀粉和糖原。

在生物体内转变为其他物质: 有些糖类是代谢的中间产物, 通过这些中间产物为合成其他生物分子(如氨基酸、核苷酸、脂肪酸等)提供碳骨架。

作为细胞识别的信息分子: 糖蛋白是一类在生物体内分布极广的复合糖, 其糖链可能起着信息分子的作用。细胞识别、免疫、代谢调控、受精作用、个体发育、癌变、衰老、器官移植等, 都与糖蛋白的糖链有关。

2. 营养物质鉴定试剂及反应机理

(1) 班氏试剂

柠檬酸钠和碳酸钠都属强碱弱酸盐, 均可水解产生 OH⁻, 当 CuSO₄ 溶液和柠檬酸钠/Na₂CO₃ 溶液混合时, Cu²⁺ 和 OH⁻结合生成 Cu(OH)₂。柠檬酸钠和 Na₂CO₃ 是一对缓冲化合物, 所产生的 OH⁻数量不多, 与 CuSO₄ 溶液混合后产生的 Cu(OH)₂ 浓度相对较低, 不易形成沉淀析出, 所以由 A 液和 B 液混合后形成的班氏试剂可较长期保存。

Cu(OH)₂ 与可溶性还原糖在加热条件下, 先变成黄色的 CuOH(氢氧化亚铜), 然后再变成 Cu₂O(氧化亚铜)沉淀(颗粒小为黄色, 颗粒大为红色), 而葡萄糖本身氧化为葡萄糖酸。反应式如下。



(2) 双缩脲试剂

双缩脲(H₂N—CO—NH—CO—NH₂)能在碱性条件下与 CuSO₄ 溶液产生双缩脲反应。而肽键与双缩脲所含的“—CO—NH—”基团相同, 所以也能发生此类反应。

双缩脲反应(biuret reaction)是肽和蛋白质所具有、而氨基酸没有的一种颜色反应。一般含有两个或两个以上肽键的化合物与 CuSO₄ 溶液都能发生双缩脲反应, 生成紫色的复合物在 540 nm 波长下具有特定吸收峰。所以, 利用这个反应不仅可鉴定蛋白质的存在, 而且可以借助分光光度计测定蛋白质的含量。

双缩脲试剂是指能与具有两个及两个以上肽键的化合物发生紫色反应的试剂, 并不意味着这试

剂中含双缩脲化合物。双缩脲试剂中真正起作用的是 CuSO_4 , 而 NaOH 是为了提供碱性环境, 酒石酸钾钠可以保护反应生成的络合铜离子不被析出变为沉淀, 从而有利于提高所测吸光度的准确度。在有条件的情况下, 可以向试剂中加入抗氧化剂碘化钾, 会延长试剂的使用寿命。双缩脲试剂需保存在塑料瓶或涂有石蜡的玻璃瓶中, 否则试剂会变质。使用前需检查并确认试剂无沉淀或变质的现象, 若发现有此现象则不可使用。

使用双缩脲试剂鉴定蛋白质含量时, 需在滴加试剂后反应 20 min 或 37 °C 水浴 10 min, 待反应充分、稳定后进行检测, 显色后 30 min 内可进行吸光度测定, 但不可放置时间过长。

(3) 苏丹 IV 染液

苏丹染液和脂肪有比较强的亲和力, 因此苏丹染液常用于鉴别脂肪。其中猩红色的苏丹 IV 与脂肪亲和力最强, 遇脂肪快速变红色, 故可利用萃取原理来鉴定脂肪的存在。

当食物样品溶液中脂肪含量少时, 可将苏丹 IV 染液沿管壁缓缓加入 1~2 滴后, 静置片刻, 观察液面颜色变换, 然后用吸管吸取液面的液体置于显微镜下观察是否有呈红色的油滴。或在脂肪含量较高的生物组织薄切片中滴加苏丹 IV 染液, 用显微镜观察显色现象。

3. 利用标准曲线法求出待测溶液的浓度

采用标准曲线法分析待测溶液的浓度是众多方法中较简便的一种。首先配制浓度由小到大的系列标准溶液, 分别测出它们的(或反应后的)吸光度。然后以各管的浓度为横坐标, 各管的吸光度为纵坐标, 在电子表格软件上作图得出标准曲线。在标准液的一定浓度范围内, 溶液的浓度与其吸光度之间呈线性关系, 超过该浓度范围后, 两者之间的关系不再呈线性。双缩脲法测定牛血清白蛋白溶液浓度的线性关系, 其浓度范围是 0~14 mg/mL。

在制作标准曲线时, 一般最少需配制 5 种浓度(具有一定的梯度)的标准溶液, 测出的数据应基本落在同一直线上, 这样的曲线才是标准曲线。以蛋白质浓度标准曲线为例, 标准曲线的制作方法如下。

(1) 输入数据

在电子表格中分别输入“浓度”与“吸光度”数值, 如表 2-9。

表 2-9 蛋白质浓度与吸光度数据表

蛋白质浓度(mg/mL)	2	4	6	8	10
吸光度($A_{540\text{nm}}$)	0.125	0.252	0.416	0.558	0.689

(2) 生成散点图

选中上述两行数值, 点击: 插入-图表-散点图, 即可生成散点图。

(3) 生成曲线图

点击选中图中所有散点, 右击弹出对话框, 选择“添加趋势线”, 可见拟合虚线生成。

(4) 生成关系式

双击标准曲线, 右侧弹出“设置趋势线格式”, 拉至最下, 勾选“显示公式”“显示 R 平方值”, 查看

关系式和曲线拟合度(R^2 理论值应大于 0.99),如图 2-6。

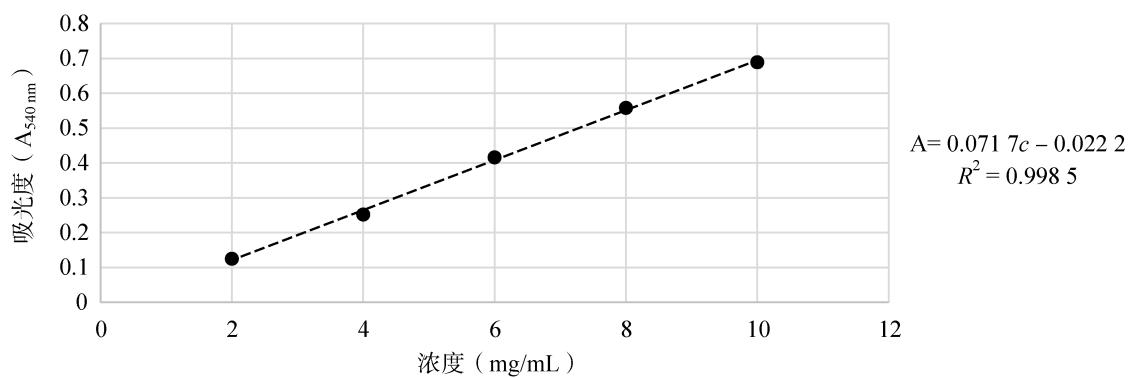


图 2-6 蛋白质浓度标准曲线

(5) 计算样品蛋白质浓度

测定待测样品反应后的吸光度,根据标准曲线的关系式计算样品中的蛋白质浓度(注: 公式见图 2-6,式中 A 表示吸光度;c 表示蛋白质浓度,单位为 mg/mL)。

第4节 水和无机盐是生命活动的必需物质

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 说出水在生命活动中的重要作用。
- (2) 举例说明无机盐与生命活动有着密切关系。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.1.2 和 1.1.3 设定的。目标(1)要求以细胞中水的含量、存在形式和水的特性为依据,说出水在细胞生命活动中的作用,即以事实为依据建构概念(水平 2)。细胞中的无机盐含量少、种类多、作用机理复杂,目标(2)对此提出的要求是通过举例说明明确所建构的概念(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.1.2 和 1.1.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述和举例说明(表 2-10)。

表 2-10 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
水构成细胞的内外环境,大部分生命活动在水中进行	水约占细胞总质量的 2/3
	水以自由水和结合水形式存在于细胞中
	水分子具有极性,细胞中的大部分化学反应在水环境中进行
无机盐在细胞中的含量虽少,但不可或缺	Fe 是构成血红蛋白的必需元素
	Mg 是构成叶绿素分子的必需元素
	血液中的 Ca^{2+} 含量低会引发肌肉抽搐
	血液中的 HCO_3^- 、 HPO_4^{2-} 和 H_2PO_4^- 可调节细胞内外溶液酸碱度的变化

3. 学习内容

对于水和无机盐的重要性概念,学生相对比较熟悉,教材节引言以此为切入。但是,水和无机盐在细胞中以怎样的形式存在? 在生命活动中发挥什么作用? 对于这些问题学生无法准确回答。教材设置课前活动“生物体中水的分布”,使学生通过分析表格中的信息,归纳生物体中的含水量与其代谢程度之间的关系。本节课前活动有 2 个教学功能。一是创设学习情境:学生知道水是重要的,但可能无法说出其内涵;知道细胞含有大量的水,但不一定知道不同生物、不同器官的含水量存在差

异。因此,教材用表格的方式列出一些学生熟悉的生物及人体器官组织的水含量数据,引导学生思考生物体中水的分布是否有规律可循,将学生引入本节关于水的学习环境。二是“列表比较”这一学习方式的应用:通过表格中列与列、行与行之间的比较,寻找事物间的规律,归纳得出结论。通过表格信息的比较归纳可以发现:水生生物体内水分含量高于陆生生物;休眠种子水分含量低;人体中,骨骼、牙齿等水分含量远低于代谢旺盛的器官。通过“思考与讨论”题2,引导学生将“含水量”与“代谢程度”建立关联,体现结构与功能相适应的生命观念。

第1目:水赋予细胞生命特性。教材此部分首先承接课前活动中的问题,以表2-5列出的数据为依据,指出生命活动旺盛的组织和细胞中含水量高、缺水会影响生命活动、水是细胞化学反应的场所等生物学现象。接着通过图示方式呈现水分子表面有弱正、负电荷分布的特点,说明水分子的极性;以水中 Na^+ 、 Cl^- 分别与水分子的O、H端结合导致快速溶解为例,解释了水为物质运输和化学反应提供介质的原理。这样的方式便于学生对水是极性分子、水是生命活动的重要场所、大部分化学反应在水中进行等概念做出阐释,为后续细胞质膜结构形成、质膜的保护和物质转运功能,以及选择性必修相关内容学习做基础知识铺垫。水在细胞中存在两种形式:自由水和结合水。教材以水稻种子晒干储存和吸水发芽为例,简要说明细胞中水的这两种存在形式的生理意义,同时也是为课前活动中思考题的解答提供依据。

第2目:无机盐与生命活动密切相关。教材以举例说明的方式阐述了“生物体中常见的无机盐离子”“无机盐与生命活动的关系”概念。教材以 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^+ 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 及 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等常见离子为例,说明无机盐在细胞中的存在形式,为后续的学习做好铺垫。结合分子结构图、生命现象图,列举了Fe是构成血红蛋白分子的必需元素,Mg是构成叶绿素分子的必需元素,缺乏这些元素会引发相应的缺乏症。有些无机离子对调节机体代谢活动和内环境稳定具有重要作用。教材分别列举血液中 Ca^{2+} 的正常值及低于正常值而引发的症状,以及血液中 HCO_3^- 、 HPO_4^{2-} 和 H_2PO_4^- 等无机离子在调节细胞内外溶液酸碱度的过程中发挥的重要作用,建构了“无机盐在细胞中含量很少,但作用不可或缺”的概念。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

建议在教学中围绕“水赋予细胞生命特性”和“无机盐与生命活动密切相关”概念开展教学。教师可选择合适的教学策略,开展多种形式的教学活动,促进概念的建构。

(1) 结合生命现象合理设问,引导学生主动思考水赋予细胞的生命特征

教材课前活动以表格方式呈现出不同生活环境、不同组织细胞中的含水量,旨在使学生通过比较分析,说明水与生命活动的关系。在教学过程中,可结合教材表2-5“某些生物体及人体不同组织器官中的含水量”,引导学生根据生物学现象归纳、推理和分析:“不同生物体中含水量不同,其生物学意义是什么?”“比较人体中不同组织器官(如血液和心肌),以及同一组织器官不同发育阶段(如成人脑和胎儿脑)的含水量,可推理出的结论是什么?”“休眠种子中还有一定水分,可说明什么?”

教师可提供一些具体的实例或引导学生结合生活中的一些实例,在真实的情境中揭示出生命现象中所蕴含的生物学概念。例如,结合教材中列举的种子晒干储存和吸水萌发的案例,引导学生思考水在细胞中的存在形式,呈液态可自由流动的自由水、与其他分子结合在一起的结合水;通过观察教材图2-21“水分子模式图”,分析水的极性;结合教材图2-22显示的NaCl在水中迅速溶解机理,思考极性赋予水分子的生物学意义等,从而提出水在细胞中的生理功能。

(2) 通过分析实例,建构“无机盐与生命活动密切相关”的概念

无机盐的重要性概念难度不大,但教学中需要注意:学生很可能会因缺少相关生物学事实和现象为支撑,导致泛泛而谈。因此,建议教学中应关注学生科学思维的培养,让学生通过对生物学事实的分析、归纳,得出结论,建构概念。教师可以结合教材中的实例和列出的多种离子,鼓励学生查阅这些离子与机体健康关系的资料,并在课内展示交流,列表分析它们在生物体内的作用,建构“无机盐与生命活动密切相关”的概念。

此阶段学生刚进入高中生物学学习,教学时要关注学生的认知基础。关于无机离子的作用机理,有些将在《稳态与调节》分册中做详细介绍,此处不宜分析过深。此外,采用互动交流式教学时,要关注全体学生的能力发展。

2. 栏目使用建议

本节设置的教学辅助栏目是第2目中的学习提示。本栏目与学习内容紧密结合,提示学生结合所学思考生活中常见的现象,拓展学生思维的同时,提醒学生关注知识应用和健康生活。学生有“汗水中含有盐分”的认知,因此能够得出正确答案。

三、拓展资料

1. 水在生物体内的作用

水是生命存在的必要条件。首先,水是细胞内良好的溶剂。水分子的极性强,能使溶解于水中的许多物质解离成离子,有利于体内化学反应的进行。生物体内的大部分物质都溶解于水,生物体内的大部分生化反应在水中进行,各种代谢过程(如营养物质的吸收、代谢废物的排出)也需有水的参与。其次,水的比热容和蒸发热大。水能吸收较多的热而自身的温度升高并不多,蒸发少量的水就能散发大量的热,对维持生物体体温的稳定有很大的帮助。此外,对于植物体而言,水还能维持细胞的形态,使植物枝叶挺立,有助于接受阳光和进行气体交换,保证正常的生长发育。

2. 植物体的必需元素

生物体内的必需元素是如何确定的呢?以植物为例,如果只根据灰分分析得到的数量来确认,是不够准确的,因为元素含量与其重要性之间不一定呈正相关。有些元素在植物生长中不太需要,但体内大量积累;有些元素在植物体内较少,却是植物绝对必需的。采用水培法(溶液培养法)可以确定哪些元素是植物生长所必需的。水培法是在含有全部或部分营养元素的溶液中栽培植物的方法。研究植物的必需元素时,可在人工配成的混合营养液中除去或加入某些元素,观察植物的生长

发育和生理状况的变化。当除去培养液中的某种元素时,如果植物的生长发育正常,就可以初步推断这种元素不是植物生长发育所必需的;如果植物生长发育不正常,但当补充某种元素后又恢复正常状态,即可判定该元素是植物所必需的。由于水培法对每一种元素都能控制自如,所以能准确地肯定植物必需的元素种类,为化学肥料的应用奠定理论基础。这种培养技术不仅适用于实验室研究,也逐渐应用于农业生产。

借助水培法,早期已经证明了钾(K)、钙(Ca)、镁(Mg)、硫(S)、磷(P)和氮(N)等元素是植物生长所必需的。后来借助配方药品的纯化,又陆续证明了锰(Mn)、硼(B)、锌(Zn)、铜(Cu)、钼(Mo)、氯(Cl)等元素同样是植物正常生长所必需的。但植物对 Mn、B、Zn、Cu、Mo、Cl 等元素的需要量极微,稍多即发生毒害。上述各种必需元素是目前所了解的,随着技术的不断改进与发展,今后可能还会有其他元素被证明是植物生长所必需的。

3. 人体元素的组成及含量

可以把自己的身体想象成一个巨大的充满水的容器,在这个容器中存在着各种各样的化学物质,各种元素的含量如表 2-11 所示。

表 2-11 人体中的各种元素及其含量

元素	含量(%)	元素	含量(%)	元素	含量(%)
碳(C)	18.5	钙(Ca)	1.5		
氢(H)	9.5	钾(K)	0.4		
氧(O)	65	钠(Na)	0.2		
氮(N)	3.3	氯(Cl)	0.2	硼(B)、锰(Mn)、铬(Cr)、钼(Mo)、钴(Co)、铜(Cu)、硅(Si)、锡(Sn)、锌(Zn)、铁(Fe)、碘(I)、钒(V)、氟(F).....	<0.01
磷(P)	1	镁(Mg)	0.1		
硫(S)	0.3				

4. 水稻生长发育所需要的营养元素

水稻是我们的主要粮食作物之一。正常情况下,水稻的生长发育需要 16 种营养元素,包括碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、磷(P)、钾(K)、硅(Si)、钙(Ca)等。其中,C、H、O 可以从水和空气中获得,其他元素主要从土壤中获得。水稻是一种典型的喜硅作物,它的一生对 Si 的需求量都很高,约为 N 的 10 倍,P 的 20 倍。虽然土壤中 Si 的含量高,但水稻对其利用率却很低,因此提高水稻对 Si 的吸收对其增产起着重要作用。水稻在苗期,其胚乳细胞中的蛋白质已消耗殆尽,必须由根系从土壤中吸收 N,以合成自身的蛋白质,补充营养的需要。因此,水稻苗床一定要施足氮肥。水稻生长发育的各个时期都需要 P,以幼苗期和分蘖期的吸收量最多,特别是在插秧后 20 天左右,水稻对 P 的吸收达到高峰。因此,在水稻生长发育的早期施足磷肥对其生长极为重要。

第3章 细胞的结构

本章基于细胞结构模型,在亚显微结构水平阐述细胞各部分的结构特征、各部分之间分工合作完成生命活动的证据和机理。从组成细胞质膜结构的分子特征,推理和演绎质膜功能的结构基础;通过实例说明细胞各部分的分工合作;通过显微镜观察、模型建构,使学生感悟细胞生命活动的结构基础,完善“细胞是生物体结构和生命活动的基本单位”概念。本章内容是高中生物学的基础部分,为学生学习后续课程做好知识和能力方面的铺垫。

章引言通过设问“还记得光学显微镜下形态各异的细胞吗?”启发学生回顾各种形态的细胞,将学生的思绪带入到细胞的形态结构中;进一步设问“在微小的细胞内,复杂的生命活动是如何有条不紊地进行的?”引出本章所要解决的核心问题,从结构与功能角度,激发学生对细胞结构进一步学习和探究的兴趣。

章首页的细胞结构模式图展示了细胞亚显微结构,浓缩了本章的内容,立体、生动,让学生感受到微小的细胞内还有许多自己不知道的结构,能够激发学生进一步去探索和发现的欲望。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“1.2 细胞各部分结构既分工又合作,共同执行细胞的各项生命活动”。教材结合学科内在体系和教学目标,分2节进行概述、阐明和举例说明(表3-1)。

表3-1 第3章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 细胞由质膜包裹	1.2.1 概述细胞由质膜包裹,质膜将细胞与其生活环境分开,能控制物质进出,并参与细胞间的信息交流
第2节 细胞各部分结构既分工又合作	1.2.2 阐明细胞内具有多个相对独立的结构,担负着物质运输、合成与分解、能量转换和信息交流等生命活动
	1.2.3 阐明遗传信息主要储存在细胞核中
	1.2.4 举例说明细胞各部分结构之间相互联系、协调一致,共同执行细胞的各项生命活动

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章教材安排了2个学生实验与活动(表3-2)。

表3-2 第3章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验与活动名称	实验性质	《课程标准》要求
观察叶绿体和细胞质流动	学生实验	观察叶绿体和细胞质流动
制作真核生物的结构模型	学生活动	尝试制作真核细胞的结构模型

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够:建构并使用细胞模型,阐明细胞各部分结构通过分工与合作,形成相互协调的有机整体,实现细胞水平的各项生命活动。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:本章内容是培养学生生命观念中“结构与功能观”的良好教学素材。教材第1节从质膜分子组成的角度切入,结合第2章中学习的磷脂分子结构特点,概述磷脂分子以双分子层形式构成质膜的骨架,并在中间形成疏水区域,与细胞内外的环境相适应;结合第2章中学习的蛋白质和糖类的功能,概述膜蛋白、糖蛋白、糖脂等成分与质膜的物质交换和信息交流等功能密切相关。第2节从细胞亚显微结构、内膜系统、遗传信息储存与传递等方面,使学生形成“细胞内的各种细胞器、细胞核的功能都与其形态结构相适应”的观念。

科学思维:本章主要运用的思维方法是通过细胞模型形成生物学概念。教材通过流动镶嵌模型,帮助学生建立质膜“保护细胞”“控制物质”“参与细胞间信息交流”等概念,并用“膜蛋白参与细胞间信息交流”的概念解释Ⅱ型糖尿病、炎症反应等现实生活问题。通过“细胞结构模型的搭建”活动,落实“用图文、模型等方式进行表达并阐述细胞相关概念”的科学思维素养要求(水平3)。

科学探究:本章主要培养的科学探究能力体现在观察实验和模型制作活动中。“观察叶绿体和细胞质流动”实验,培养学生熟练使用高倍镜,绘图记录实验结果和讨论分析实验数据等能力;“制作真核细胞结构模型”活动中培养小组合作、展示交流等能力(水平2)。

社会责任:细胞的结构为生物学最基础的内容,就知识体系而言,与社会责任的联系相对较少。教材主要通过生物学和社会“线粒体与疾病”、前沿视窗“肿瘤的靶向治疗”及相关评价题,在拓宽学生视野的同时,引导学生关注细胞结构研究的社会价值,提升学生的学习兴趣。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章从亚显微水平阐述细胞的结构、各部分结构的功能及相互协作关系,是以第2章相关分子结构特点和主要功能的内容为基础。例如,质膜功能的概念建立在磷脂和蛋白质等相关概念基础上,细胞核功能的概念建立在DNA、RNA等相关概念的基础上。高中阶段学习的生物学相关生命活动,基本上都是建立在细胞或细胞之间协作基础上,因此本章也为学生后续学习细胞的代谢、细胞的生命进程、遗传与进化、稳态与调节等内容提供基础。例如,质膜控制物质进出细胞、线粒体和叶

绿体的结构与功能等概念,是第4章细胞的代谢中物质跨膜运输方式、细胞呼吸和光合作用中的物质变化与能量转换等概念的基础;中心体、微管蛋白等概念是有丝分裂概念的基础;细胞核、核糖体等是遗传信息传递的结构基础;内环境稳定、神经和体液调节、免疫应答等都以细胞质膜的结构为基础……因此,本章内容是学生学习高中生物学的基础,教学中可以通过一些具体案例让学生知道基础知识在学科发展中的重要作用。

2. 本章各节之间的关系

细胞作为一个完整的生命活动单位,由质膜、细胞质和细胞核组成。这些结构由怎样的成分构成?它们在细胞生命活动中承担着怎样的功能?教材顺着学生的认知规律,从细胞的边界——质膜逐一展开分析。关于细胞内部的结构及其功能,教材侧重各类细胞器的形态和功能分析,以及这些结构之间的相互联系,呈现“细胞内部各结构不是孤立的,而是在结构和功能上紧密联系,合作分工承担生命活动”,体现细胞内部结构的复杂性和生理活动的相关性。而这些生命活动又受到细胞核这一控制中心的调控,让细胞这一微观世界的结构组成和特定功能有机地呈现在学生面前(图3-1)。教材在内容编排过程中,穿插科学技术发展和科学方法的提示,如同位素标记法、模型建构法等,引导学生思维不断深入,更好地认识细胞的结构特点,更好地理解结构与功能的关系。

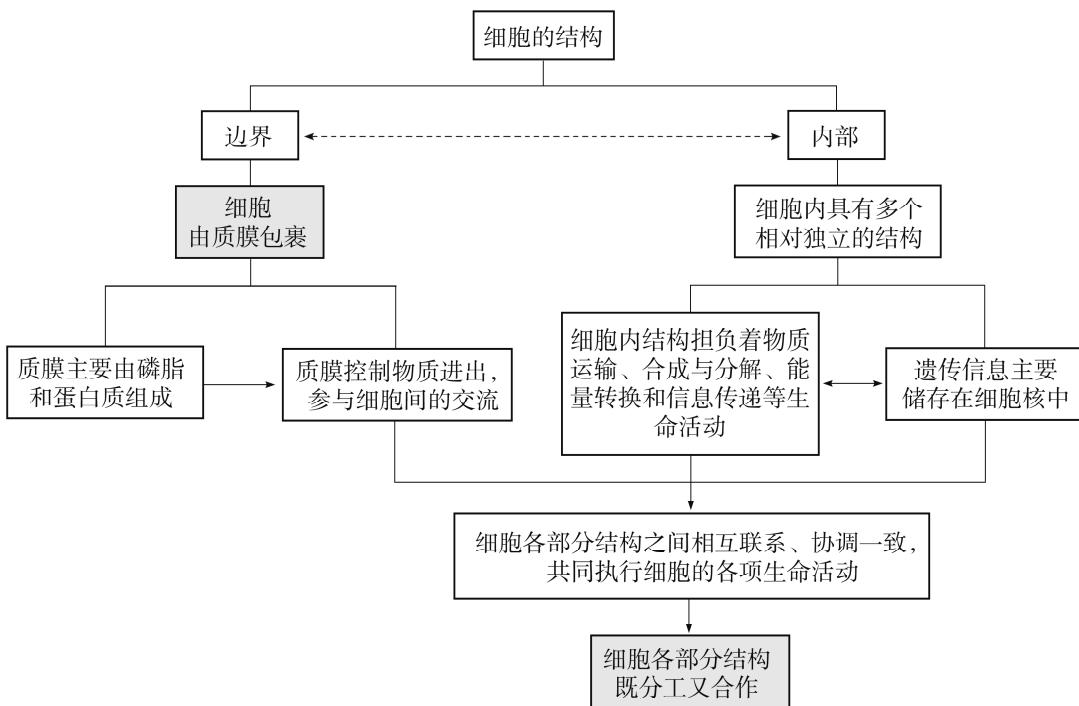


图3-1 第3章各节概念之间的关系

三、本章教学目标

结合质膜流动镶嵌模型,阐明质膜分子结构组成与功能的关系,认同生物学研究的社会价值;动手建构细胞结构模型,树立模型与建模的思维方法,更好地认识细胞结构与功能的统一性,认识细胞

各结构的相互关系和整体性;结合实例说明细胞各结构之间能相互分工合作、协调一致,共同完成细胞的各项生命活动。

观察叶绿体和细胞质的流动,初步学会观察和比较、假设与证明的科学探究方法,感性认识细胞结构的相互关系,并在动手操作中提升实验操作技能。

四、本章课时建议

本章建议 6 课时,具体见表 3-3。

表 3-3 第 3 章课时安排

教学内容	课时建议
第 1 节 细胞由质膜包裹	1
第 2 节 细胞各部分的分工与合作	4
学习交流与评价	1

其中,第 2 节中的探究·实验 3-1“观察叶绿体和细胞质流动”1 课时、探究·建模 3-2“制作真核细胞的结构模型”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能从结构与功能角度说出:质膜主要由磷脂双分子层和蛋白质组成;磷脂双分子层是质膜的基本骨架,形成疏水屏障,将细胞与其生活环境分开;膜蛋白能控制物质进出细胞,并参与细胞间信息交流。学生是否能认可:细胞核内储存的遗传信息控制着细胞的生命活动;真核细胞内有多种相对独立的结构,它们具有特定的功能;细胞各部分结构之间相互联系、协调一致,完成细胞的各项生命活动。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能在分析相关生物学事实的基础上,运用归纳与概括的方法,用文字或图示的方式表达和解释质膜的功能与其与结构的关系;举例说明细胞各部分结构之间通过相互协作完成生命活动。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能熟练使用高倍镜观察细胞;用模型表达对细胞结构与功能的认识,并与他人展开合作与交流。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能认同细胞研究对健康生活及社会应用具有价值。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完本节内容后,检查对相关学习目标的达成情况,通常围绕重要概念和学科核心素养进行。例如,第1节的第1题,要求学生能归纳质膜的功能与其结构之间的关系,树立结构与功能观,进一步发展归纳与概括的能力(生命观念水平1,科学思维水平1);第2节第2题,要求学生结合胰岛素分泌和合成的生命活动,说明细胞各结构之间是如何分工合作的(生命观念水平2)。

(2) 学业评价

本章设置了2道学业评价题,以真实的情境为题干,并设计了若干个问题。问题的呈现形式有填空、填表、选择、阐述、图示作答等。题目围绕核心概念,侧重对基本概念的掌握和学科核心素养的形成。

第1题:以细胞质膜结构模型图为情境,根据形态特征识别质膜的组成成分,并结合质膜的结构和功能进行分析判断。第1小题识图指出质膜成分和组成质膜的骨架(生命观念水平1)。第2小题通过选择题的方式判断质膜的结构与功能(生命观念水平2)。第3小题引导学生从分子组成角度分析质膜中磷脂双分子层形成的原因(科学思维水平2)。

第2题:以科学家发现囊泡的调控机制为情境,提出“细胞质不同部位间的物质运输转移主要通过囊泡进行”的概念,让学生结合分泌细胞的结构与功能示意图分析、解决问题。第1小题要求识图写出结构名称,要求学生掌握细胞器的形态特征(生命观念水平1)。第2小题要求读图分析能产生囊泡的结构(科学思维水平1)。第3小题要求归纳各结构的功能(生命观念水平1)。第4小题要求正确表述结构之间的关系,要求学生掌握细胞内结构之间相互联系、协调一致,共同执行细胞的各项生命活动(科学思维水平2)。第5小题结合情境和所学的细胞质膜的识别功能,推理囊泡是怎样实现精准识别,从而将物质准确运输到目的位置(科学思维水平3)。

第1节 细胞由质膜包裹

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 概述细胞质膜的主要功能。
- (2) 从结构与功能相适应的角度,解释质膜的结构特征。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 1.2.1 设定的。目标(1)为知识识记要求,是认识结构与功能关系的基础(水平 1)。目标 2 包含了建构生命观念(结构与功能观)的要求(水平 2),也包含科学思维的要求,需要结合流动镶嵌模型,分析解释质膜的分子组成及结构特点,归纳出质膜的分子组成与质膜功能的关系(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.2.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来概述(表 3-4)。

表 3-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞都由质膜包裹	质膜将细胞与其生活环境分开
	质膜由磷脂、蛋白质、固醇和糖类等分子组成
	质膜的基本骨架为磷脂双分子层
细胞质膜能控制物质进出并参与细胞间的信息交流	质膜上的转运蛋白具有与外界进行物质交换的作用
	质膜上糖蛋白和糖脂等具有信息识别与交流的作用

3. 学习内容

本节重点是质膜的结构和功能,而组成质膜的生物分子是其结构和功能的基础。教材分 2 目,从结构描述到功能分析,并结合实例进行概述。

教材在节引言中设置情境,将质膜类比为“边界线”“围墙”,并提出了质膜相关功能,学生较容易理解。但是,对于这些功能的结构基础是什么,学生无法准确说出,以此作为问题引导,进入本节学习。

课前活动“质膜中的主要成分”以表格的形式,列举部分生物细胞质膜主要成分及其含量,并设置“思考与讨论”题。通过比较、归纳和概括的方法说出不同生物的细胞质膜组成成分共同特点是含有蛋白质和磷脂;差异是有些质膜中含有固醇,且各成分含量不同。此外,结合第 2 章学习的生物分

子的特性和功能,推测主要成分的作用。学生应该具备分析表格归纳信息的能力,但是推理能力可能较欠缺,可以带着问题进入正文的学习。

第1目:质膜主要由磷脂和蛋白质组成。教材回答了课前活动中提出的问题,概述不同生物质膜的分子组成:磷脂和蛋白质是主要成分,还有一定量的固醇和糖类。结合流动镶嵌模型,介绍细胞质膜的结构,以及磷脂、蛋白质、多糖等分子的作用。磷脂是构成质膜及真核细胞内膜系统结构基本骨架的主要分子,对磷脂双分子层的了解有助于学生建构细胞质膜的相关概念及建立结构与功能观。对于磷脂双分子层的概念,在第2章中已经初步涉及,教材此处结合磷脂分子具有亲水头部和疏水尾部的两性结构特点,从磷脂分子的排列方式展开,阐述磷脂双分子层形成疏水屏障,起到维持细胞内环境稳定的作用,并通过临床诊断肝功能指标的案例进行反证。然后,逐一介绍质膜中的蛋白质、多糖、胆固醇等结构成分在质膜中的作用,得出质膜的结构特点。

流动性是质膜的重要特性,也是后续学习各结构间的联系及胞吞、胞吐作用等概念的基础。教材通过“思维训练”栏目,从科学实验证据引导学生得出质膜的流动性特点。

第2目:质膜参与细胞的物质交换和信息交流。质膜包裹细胞,并将细胞与外界隔开。除此之外,质膜还具有怎样的功能呢?关于质膜控制物质进出的重要作用将在第4章重点讨论,因此教材这里做了简化处理,只重点分析质膜的信息交流功能。信息交流概念比较抽象,学生不容易理解。神经调节、激素调节在初中生物学中已经学习过,教材引用神经突触和激素调节模式图说明受体等膜蛋白的功能,并引用Ⅱ型糖尿病、炎症反应两个临床案例进一步说明膜蛋白、糖类等在细胞间信息交流中的作用。教材通过多维度帮助学生建构“质膜参与细胞间信息交流”的核心概念,体现结构与功能相适应的生命观念,同时展现从事实归纳概括出概念的科学思维过程。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

本节重点是让学生从结构与功能相适应的角度认识质膜的结构组成和特点,养成从生物学事实中归纳与概括、演绎与推理出概念的思维方法。

(1) 通过前概念和活动等创设情境,用问题导入学习

学生经过初中生物学及高中第1章第3节的学习,应该都知道细胞具有质膜包裹的事实。因此,建议进入本节学习时,借助教材的课前活动,通过对教材表3-1的分析比较,建立关于质膜的学习情境,引出学生有关质膜的前概念,在此基础上进一步用问题导入质膜结构与功能的学习。需要注意的是,教材表3-1中列出了质膜成分之一的固醇,结合教材第2章第3节内容可以知道,动物细胞质膜中是胆固醇,植物细胞则是植物固醇。

教师也可以从其他角度创设学习情境,如以质膜结构模型研究的科学史资料组织教学。

(2) 通过分析模型,建立质膜结构与功能的概念

通过课前活动“质膜中的主要成分”,激发学生思考,归纳分析得出质膜的主要成分。但是,这些

成分是怎样构成质膜的？分别具有怎样的作用？通过引导观察质膜结构的流动镶嵌模型，说出各成分的分布和特点。联系第2章学习的磷脂分子有亲水性头部和疏水性尾部的结构特点，分析得出质膜骨架结构——磷脂双分子层的结构特点是内部形成疏水性屏障，从而将细胞与生活环境隔开，保护着细胞内部。这里是结构与功能相适应的体现，可以通过动画展示磷脂分子在水溶液中的分布，更加形象地呈现。关于质膜“保护细胞”的功能，可以从“若质膜有损伤，会出现什么问题”角度引导学生思考，建议通过实例直观地反映质膜将细胞与其生活环境分开，如教材以肝细胞质膜受损导致谷丙转氨酶进入血液为例。

（3）结合具体案例说明质膜参与细胞的物质交换和信息交流

活细胞需要与外界进行物质交换和信息交流。物质交换在第4章中有专门叙述，这里可以简化。关于质膜参与细胞间的信息交流的内容，《课程标准》的要求是“概述”，因此，建议在教学中以学生较为熟悉的生物学事实为依据，结合图示或动画，阐述质膜参与信息交流和细胞识别的功能，并明确膜蛋白、糖蛋白、糖脂的作用，树立结构与功能观，如用教材中列举的靶细胞质膜上的受体接受神经递质和激素携带的信号、胰岛素受体结构发生改变导致Ⅱ型糖尿病、白细胞识别凝集素模式图作为情境。需要注意的是：①教材图3-3的两个案例是说明神经调节和激素调节中的受体是膜蛋白，不必对受体这一概念作深入解释；②Ⅱ型糖尿病模型中，糖转运蛋白移动机理复杂，超出学生的认知基础，此处不宜深入，以免偏离教学主线；③炎症反应机理、凝集素等概念不宜深度展开。

2. 栏目使用建议

（1）学习提示

关于水分子具有极性以及磷脂分子在水中的行为，第2章已有介绍，此处是提示学生注意知识的联系。教学中可以结合图示模型（教材图2-19），帮助学生从稳定性的角度理解磷脂双分子层的结构及其形成的机理。

（2）思维训练“膜蛋白流动性的实验证据”

这是一个经典的证明质膜具有流动性实验。其中，荧光抗体是用来标记特定蛋白质以显示其在细胞中位置的常用方法。本栏目可作为教学情境，引导学生思考：生物分子很小，不一定能直接观察，可以用间接的方法获得证据，通过逻辑推理得出结论。“思考与讨论”参考答案：1. 膜蛋白不易观察，通过特定的抗体将荧光连接到蛋白质上，在荧光显微镜下可以根据荧光的位置确定蛋白质的位置。2. 因为荧光抗体与膜蛋白结合，荧光抗体的位置能反映膜蛋白的位置。用不同颜色的荧光抗体标记不同细胞的膜蛋白，一段时间后细胞融合，随着融合时间的延长，两种颜色的荧光抗体逐渐混合分布，表明荧光抗体位置发生改变，可以推测膜蛋白分子在运动，即具有一定的流动性。

三、拓展资料

1. 质膜的结构模型研究

1935年，英国丹尼利（J. Danielli）和达夫森（H. Davson）根据质膜的表面张力比油-水界面的张力低得多，推测膜中含有蛋白质，并提出了质膜的“蛋白质-脂类-蛋白质”三明治式结构模型。该模型

认为,质膜由双层脂类分子及其内外表面附着的蛋白质构成。

1959年,罗伯逊(J. D. Robertson)用超薄切片技术获得了清晰的质膜电镜照片。在电镜下看到,质膜呈“暗—亮—暗”三层结构,这就是所谓的“单位膜”模型。该模型认为,质膜厚约7.5 nm,由厚约3.5 nm的双层脂分子和内外表面各约2 nm厚的蛋白质构成。该模型的不足之处有:把质膜结构描写成静止不变的;无法解释膜的功能活动;各种质膜有各自的特定厚度,并不都是7.5 nm等。随后的一些实验,如细胞融合结合荧光抗体标记实验证明,质膜中的蛋白质是可流动的;电镜冷冻蚀刻技术显示,脂质中存在蛋白颗粒。

1972年,辛格(S. J. Singer)和尼克森(G. L. Nicolson)通过对已有模型进行不断修正,提出了“流动镶嵌”模型。该模型认为,质膜骨架是磷脂双分子层,蛋白质分子以不同的方式镶嵌其中,质膜的表面还有糖类分子,形成糖脂、糖蛋白;质膜的内外表面上,脂类和蛋白质的分布不平衡,反映了质膜两侧的功能不同;脂双层具有流动性,其脂类分子可以自由移动,蛋白质分子也可以在脂双层中横向移动。该模型突出了膜的流动性和不对称性,其局限性在于不能说明质膜在变化过程中如何保持完整性和稳定性等。

1975年,沃勒克(D. F. Wallach)在流动镶嵌模型的基础上,提出了“晶格镶嵌”模型。该模型强调质膜流动的整体性,用膜脂可逆地进行无序(液态)和有序(晶态)的相变来解释质膜的流动性。质膜中镶嵌的蛋白质和它周围的脂类分子形成晶格状态,这些不移动的脂类分子称界面脂质,而流动的脂质呈小片、点状分布。所以脂质的流动是局部的,并非整个脂双层都在流动。

1977年,杰恩(M. K. Jain)和怀特(H. B. White)提出了“板块镶嵌”模型。该模型认为,在脂双层中有许多大小不同的彼此运动的脂质“板块”,“板块”之间被无序的流动脂质所分割开。

人们对质膜结构的研究还在继续。随着技术的发展,人们对质膜结构与功能的理解将会更加深入。

2. 细胞识别

细胞识别是细胞对同种或异种细胞及对自己或异己分子的认识和辨别。通过细胞表面受体与胞外信号分子的选择性相互作用,导致一系列的生理生化反应,实现信号传递。

动物细胞间有多种细胞连接方式,如间隙连接,在相邻细胞间形成孔道结构。植物细胞之间一般通过胞间连丝相互连接(图3-2):植物细胞壁中有小的开口,相邻细胞的质膜伸入孔中,彼此相连,两个细胞的滑面内质网也彼此相连,构成胞间连丝。胞间连丝不仅使相邻细胞的质膜、细胞质基质、内质网交融在一起,而且也是植物细胞间物质运输和信息传递的重要渠道。

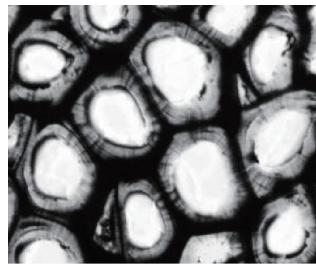


图3-2 马钱子细胞之间的胞间连丝

3. Ⅱ型糖尿病的受体信号途径

大部分哺乳动物细胞都是利用血糖作为主要能源。血液中的葡萄糖通过细胞表面葡萄糖转运蛋白(GLUT)完成跨膜运输,出入细胞(小肠上皮细胞吸收葡萄糖除外)。如果血糖代谢发生全身性的紊乱,可能引发糖尿病。这与 GLUT 家族的功能正常发挥密切相关,其中 GLUT2 和 GLUT4 尤为重要。GLUT2 是胰岛 β 细胞质膜上的转运蛋白,在血糖浓度升高时,促进 GLUT2 对葡萄糖的转运功能,继而刺激胰岛素释放。GLUT4 在脂肪细胞和肌细胞中表达,一般存在于骨骼肌、脂肪细胞的细胞质中,不能起转运葡萄糖的作用,仅在胰岛素的信号刺激下,才能转运到细胞质膜上,促进血液中葡萄糖(血糖)进入上述组织中储存起来。完成葡萄糖转运后,GLUT4 通过内吞作用转返回细胞内。如果 GLUT4 减少或者正常转运至质膜上的过程受到干扰,即使体内有胰岛素产生,也无法完成将血糖运入脂肪细胞和肌细胞中存储的过程。这时肌肉、脂肪等对胰岛素的敏感性降低,可能导致胰岛素抵抗发生。

4. 炎症反应

炎症反应是常见的病理过程,在毛囊炎、扁桃体炎、肺炎、肝炎、肾炎等各部位的组织器官炎症中都会发生。急性炎症发生时会有红肿、发热、白细胞增多等反应。

细菌等病原体感染机体需要突破由皮肤、黏膜及其分泌物等组成的“第一道防线”,然后才能入侵机体。此外,我们体内的免疫系统也随时“待命”,以抵抗病原体的入侵。在伤口发生感染时,中性粒细胞(白细胞的一种)迁移到感染后发生炎症的部位,吞噬、杀伤病原微生物,保护我们机体免受进一步感染。

在细菌感染初期,感染处的血管内皮细胞在质膜表面形成特殊的膜蛋白(凝集素),可被白细胞表面的糖蛋白和糖脂特异性识别,引起白细胞在感染处的血管内皮细胞上黏附、聚集;白细胞移动并穿过血管壁进入感染组织,从而杀灭细菌(教材图 3-4)。在此过程中,血管内皮细胞表面的凝集素和中性粒细胞质膜表面的糖蛋白、糖脂起到了重要作用。两种细胞表面的生物分子相互特异性识别,完成了随血液流动而快速移动的中性粒细胞的黏附和定位。

第2节 细胞各部分结构既分工又合作

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 结合电镜照片,概述动植物细胞内部结构特点及其主要功能。
- (2) 举例说明细胞各部分结构能分工合作,共同执行细胞的各项生命活动。
- (3) 通过显微镜观察,感性认识细胞质是流动的。
- (4) 搭建并展示细胞的结构模型,解释各部分结构的分工合作。

这四项目标是依据《课程标准》内容要求 1.2.2、1.2.3、1.2.4 和相关活动建议,从生命观念、科学思维、科学探究等维度设定的。目标(1)除了知识要求外,还包括基于特定生物学事实形成生物学概念的能力要求(水平 2)。目标(2)用行为动词“举例说明”提出了质量水平要求(水平 2)。目标(3)要求通过正确使用显微镜进行观察认识相关生物学现象(水平 2)。目标(4)要求用模型解释细胞各部分结构的分工合作,是重要的生物学思维和能力(水平 3)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 1.2.2、1.2.3 和 1.2.4 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 3-5)。

表 3-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞内有多个相对独立的结构,各结构有独特的功能	核糖体、内质网、高尔基体、线粒体、叶绿体、液泡、溶酶体等是独立的细胞内结构
	各种细胞器在细胞生命活动中具有特定的功能
遗传信息主要储存在细胞核中	细胞核由核膜、核仁、染色质、核基质等组成
	遗传物质 DNA 主要分布在细胞核中
细胞的生命活动由各部分结构相互合作,共同完成	核糖体、内质网、高尔基体、囊泡等细胞结构合作完成分泌蛋白的合成、加工和分泌等过程

3. 学习内容

“细胞是生物体结构和生命活动的基本单位”这个大概念从第 1 章开始阐述。第 1 章中是基于光学显微镜下、组织学水平的分析归纳得出的结论,而学生对于细胞内部大部分结构的认识是不完整的。教材在本节引言中提示在电子显微镜下能更清晰地看到细胞内的结构,并设问这些结构“具有

什么功能”“如何合作完成生命活动”，从结构与功能角度引发学生思考。

细胞的结构对于高中学生来说已经不陌生，但学生对此的认识可能存在差异。教材通过课前活动，以填表比较的方式，引导学生回顾有关细胞结构的前概念，开启细胞内部结构及其功能等概念的建构过程。

教材用 3 目对 3 个核心概念进行阐述和说明，通过 1 个实验和 1 个建模活动帮助学生建构概念。

第 1 目：细胞内具有多种相对独立的结构。教材用模型图结合电镜照片的方式展现动物细胞、植物细胞内部的亚显微结构，并配以文字对图示进行解释。然后，以类比的方式描述细胞器的功能。这样的呈现方式适合以学生为主体的互动讨论式学习，也符合生物学学科思维培养的需求。教材在对细胞内细胞器的结构特点归纳时，引出了“生物膜”“内膜系统”的概念。内膜系统的存在，将微小的细胞内部分空间隔成许多相对独立的结构空间，在完成生命活动过程中可以互不干扰，也可以相互合作，为后续举例说明各种细胞器的分工合作建立基础。

“细胞骨架”的概念是近年来研究较多，也是细胞内物质运输、有丝分裂过程中染色体定向移动的基础。教材简要介绍细胞骨架在维持细胞形态、维持细胞内各部分的空间格局及在细胞内的物质运输中的作用。

为了让学生对细胞器有更加直观的感性认识，教材安排了“观察叶绿体和细胞质流动”的探究实验。学生通过操作、观察，直观感受细胞质的流动性和叶绿体的真实存在，认识细胞质的流动性与生命活动有关。本实验可以使学生进一步熟悉显微镜的操作，学会临时装片的制作方法，为后续第 4 章的“观察植物细胞质壁分离”实验做好能力铺垫。

第 2 目：遗传信息主要储存在细胞核中。细胞核作为细胞内部的重要结构，是细胞的控制中心，为后续学习细胞增殖和遗传信息传递建立结构基础。细胞核为何是细胞的控制中心呢？教材从细胞核的结构开始分析，用亚显微结构模式图直观呈现细胞核的各部分结构，然后引入了染色质的组成成分、染色质与染色体的关系、染色体与 DNA 的关系，为第 5 章细胞增殖的学习埋下伏笔。关于“遗传信息主要储存在细胞核中”的概念，教材是通过示意图的方式展示核酸指导蛋白质合成的基本过程来建构这一概念。这里有三层意图：①将“遗传信息”的物质载体(DNA)与功能(指导蛋白质的合成)建立联系，“DNA 主要分布在细胞核中”是第 2 章已经学习过的概念，因此可以阐明本核心概念；②类似 mRNA 这样的生物大分子可以经核孔快速通过核膜，这与质膜上的物质跨膜运输不同；③为后续学习遗传信息的传递和蛋白质合成的具体过程做细胞结构方面的铺垫。

第 3 目：细胞生命活动由各结构合作完成。《课程标准》要求举例说明此概念，因此教材以消化酶的合成和分泌过程为例。学生在初中已经学过消化酶，应该知道其作用及作用场所。教材以科学家的研究过程作为案例，以图文的方式阐述在消化酶合成和分泌过程中，内质网、高尔基体、运输囊泡之间分工合作的证据。从个例推向一般，通常一个现象和证据是不够的，但教材限于篇幅，只能做到举例说明，教师在教学中可以用更多的例子加以说明。本案例中，学生可能存在两个知识盲点：一个是关于同位素标记，这是生物学研究中用途较多的标记法，在后续光合作用研究、遗传物质研究中也有应用，教材以“广角镜”的形式做了适当拓展，以免教师在教学中花较多时间加以讲解；另一个是关于蛋白质的合成过程，这属于《遗传与进化》分册的内容，这里不做深入展开。最后教材强调了线粒体在这个过程中的作用，既完善了“细胞结构之间相互联系、协调一致，共同执行细胞的各项生命活动”的概念，又为第 4 章中细胞呼吸的学习留下一个链接点。

细胞各部分结构形态各异又各具功能,但是只能在电子显微镜下才能清晰观察到。如何让学生对细胞结构有一个立体的、直观的认识?教材安排了探究·建模 3-2“制作真核细胞的结构模型”活动,旨在让学生在自主建构细胞模型中培养建模思想,提高动手能力和创造性,进一步加深理解细胞各部分的形态结构。同时,在与同学的分工合作中体验细胞各结构之间分工和合作的重要意义;通过展示与分享,进一步树立结构与功能相适应的观念。在其他版本教材中,模型制作活动可能是作为情境或任务引入,放置在理论学习前面进行。本教材的意图是使学生通过理论学习后进一步提升和再现,且希望学生能将细胞内某些动态的生命活动过程体现在模型中,因此增加了关于模型设计的要求。

二、教学建议

本节内容建议 4 课时。其中,课堂教学 2 课时,实验与活动教学 2 课时。

1. 课堂教学建议

本节重点是让学生概述细胞内各种细胞结构的名称、结构特点和主要功能,阐明遗传信息主要储存在细胞核中,并能举例说明细胞内各结构通过分工合作执行生命活动。同时,进一步提升学生的图文阅读、分析能力。

(1) 创设情境,激活思路

在教学过程中,可利用教材课前活动,创设细胞结构的学习情境。学生对细胞器有一定的认知,但并不完善。教师可让学生边讨论边填教材表 3-2,并就填表过程中生成的问题,提问在电子显微镜下看到的细胞结构是怎样的,这些结构分别承担怎样的功能,导入第 1 目的教学。

教师也可根据学生的学情特点,自主设计教学情境。例如,可以从教材广角镜“差速离心法分离细胞各种结构”入手,提问:“大部分细胞器如此微小,科学家是如何研究的呢?”“科学家分离出来的细胞器究竟有哪些?”然后,介绍差速离心法分离细胞器的主要过程,并能突出技术进步对生物学研究带来的作用,感受科学家的研究精神。

(2) 结合照片与模型,建构“多种相对独立结构”的概念

在教学过程中,可指导学生解读教材图 3-5 和图 3-6 的动植物细胞亚显微结构模型及电镜照片,了解细胞内的各种结构。首先,引导学生继续完成教材表 3-2 的填写,将动植物细胞亚显微结构的名称列表,认识这些结构;然后,引导学生分析对比细胞器的电镜照片与立体模型,如线粒体内膜向腔内折叠、凸起形成“嵴”的结构,电子显微镜下看到的是两层膜构成的扁平结构,在立体模型中则是片状结构。教材用比较精炼的文字描述了各种亚显微结构的功能,教学中建议学生阅读教材,归纳总结并记入表 3-2 中,引导学生关注细胞各部分结构的形态结构与功能的关系,交流和讨论它们的功能。教师用问题引导,如“动植物细胞结构上有哪些差异?”“能否按照有无膜结构对各种细胞器进行分类?有哪几类?”“按照各细胞器的功能,你能发现哪些细胞器之间有合作关系?”让学生思考并比较动植物细胞内结构的异同,寻找各种细胞器结构与功能上的相互联系,为后面的教学埋下伏笔。

关于细胞骨架的概念,在教学中应注意,骨架不是刚性结构,而是可变化重组的。

(3) 通过对比显微镜照片和立体模型图,阐明细胞核的结构与功能

在第2课时“阐明遗传信息主要储存在细胞核”时,建议将细胞的组织学照片、电镜照片和立体模型结合分析。学生对光镜下的细胞核是熟悉的,通常染色较深。在电子显微镜下,学生会看到核的细微结构,如核膜、核仁和核基质等;在细胞核的立体模型(教材图3-11)中,可以获得更多的信息,如核孔、核仁的立体结构等。这样,在第5章进行有丝分裂观察实验时,学生对细胞核和染色体行为会有更好的理解。

“遗传信息主要储存在细胞核中”的概念在后续课程中将有更加详细的阐述,本节中要求“阐明”即可,建议通过实例分析阐述。教师也可以通过“黑白美西螈核移植实验”“伞藻核移植实验”等情境导入。考虑课时关系,也可以结合教材图3-12“核酸指导蛋白质的合成过程示意图”或相关动画,引导学生通过细胞中存在的生物学现象来推断核质关系:细胞核中储存遗传信息的DNA通过mRNA进入细胞质指导蛋白质合成。教师要关注概念中“主要”的含义,明确线粒体、叶绿体中都有少量的遗传物质。通过图文表述、以事实为例的阐述,都是科学思维培养的有效途径。

(4) 沿着科学研究过程,说明“细胞的生命活动由各结构合作完成”

这部分内容教材的案例和阐述已经非常清楚。在教学中,建议采用多媒体技术将内容形成动画,或通过活动使蛋白质合成、加工和分泌过程在各种细胞结构之间动起来,形象展现细胞结构之间的相互协作。教师在教学中需要注意:①引导学生回顾第2章中氨基酸、肽链与蛋白质结构之间的关系,使学生明白从氨基酸到蛋白质的空间结构,需要经过多种细胞器加工完成;②内质网、高尔基体与运输囊泡都是由磷脂双分子层为骨架的生物膜结构,因此,既可以相互融合,也可以分开产生新的囊泡。在教师的引导下,使学生尝试描述氨基酸参与蛋白质的合成和分泌的过程,并尝试建构细胞结构之间相互合作关系的概念框架图,提高推理和概念建构能力。另外,有一个值得思考的问题:为何需要用膜包裹的囊泡来运输分泌蛋白,而不是暴露在基质中直接进行运输?这与质膜保护细胞内环境稳定的功能及第4章质膜的选择透过性相关联。

2. 实验与活动建议

探究·实验3-1 观察叶绿体和细胞质流动

(1) 材料的选择

实验材料的选择应考虑取材方便、制片简单、观察效果好等。教材中本实验选择的材料是新鲜的黑藻或葫芦藓。除此之外,菠菜、芦荟等植物的叶片也可以选用。黑藻叶片只有两层表皮细胞,细胞内含较多叶绿体,且体积大,便于在显微镜下观察。黑藻幼嫩叶片比老化叶片的细胞活力更高、代谢速率更快,因此更容易观察到叶绿体的流动现象。但要注意控制适宜的温度,环境温度在20~25℃时,比较容易观察到黑藻幼叶的胞质环流。若环境温度较低时,应提前数天在恒温的水族箱中培养,将水温设为25℃,特别注意水温不能超过30℃。

(2) 临时装片的制作与观察

制作临时装片的步骤:取一块干净的载玻片,在中央滴加1~2滴蒸馏水,用尖头镊子直接撕取

一片幼嫩的黑藻叶片放置在水滴中,用镊子和解剖针展平叶片,盖上盖玻片。注意叶片要保持湿润在水中,一旦细胞失水,细胞就会死亡。

临时装片的观察:由于黑藻有两层表皮细胞,因此在显微镜下观察时应注意对焦,选择细胞较大、叶绿体较清晰的一层表皮细胞进行观察。若叶绿体较小,以细胞壁或其他结构为参照,仔细观察,可以观察到叶绿体的运动。在观察时,提醒学生在高倍镜下注意观察叶绿体的形态、分布,以及叶绿体是否发生自转、是否会环绕细胞运动。虽然显微镜成像是倒立的虚像,但上下、左右均颠倒后,显微镜下所观察到的细胞质流动方向与实际的环流方向仍保持一致。通常,每天的 10:00 至 16:00,细胞质流动速度相对较快,是较理想的观察时段。

(3) 探究外界环境因素对细胞质流动和叶绿体分布的影响

丙二酸钠可抑制 ATP 形成。用 0.2 mol/L 丙二酸钠溶液处理样品,可观察到细胞质流动减缓或停止。低温也影响细胞质流动,叶片置于冰水中 15 min 后,细胞质的流动速率降低。

光照强度会影响叶绿体分布,可将黑藻置于不同光照条件下观察叶绿体的分布。较强光线下(调亮显微镜光源),叶绿体会发生趋避强光的现象,集中分布在细胞四周,相互遮蔽,同时叶绿体以侧面对着光源;而弱光下(调暗显微镜光源),叶绿体分布分散,且以最大的表面向着光源。通过对丙二酸钠加入与否、常温和冰水条件、弱光和强光下叶绿体的观察,可以使学生初步体会细胞器运动、分布与外界环境的关系。

(4) 实验结果

① 在显微镜下观察到的细胞质流动是环流式,其方向为顺时针或逆时针(图 3-3)。

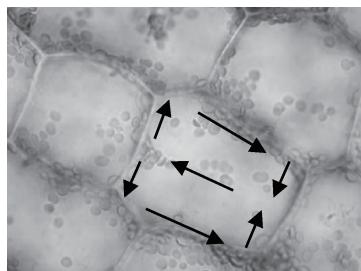


图 3-3 显微镜下观察到的细胞质流动方向示意图

② 将黑藻叶片置于 0.2 mol/L 丙二酸钠溶液和冰水中,可观察到叶绿体流动速率减慢了。由于丙二酸钠可抑制细胞能量的产生,胞质环流是需要消耗能量的,因此胞质环流减慢。在冰水中,温度迅速下降,细胞代谢速率降低,能量供应减少,同样使胞质环流减慢。

(5) 分析与讨论

① 叶绿体沿细胞外层按一定方向进行环流,同时在细胞内围绕液泡进行小范围环流。方向不唯一,有的是顺时针方向环流,有的是逆时针方向环流。由于叶绿体存在于细胞质基质中,细胞质基质中存在细胞骨架结构,引导叶绿体按一定的方向运动,因此通过观察叶绿体的运动,可判断细胞质处于流动状态。

② 胞质环流需要能量。丙二酸钠可抑制细胞能量的产生,减少能量供应。在滴加丙二酸钠溶液后,叶绿体流动速率减慢了,由此判断胞质环流需要能量。胞质环流一方面能够不断的分配各种营

养物和代谢物,使它们在细胞内均匀分布;另一方面在外界环境改变时,能调节细胞器的形态、分布,以适应环境的变化。

探究·建模 3-2 制作真核细胞的结构模型

本活动是学生在高中阶段需要进行的非常重要的模型建构活动。模型建构是指利用生活中的材料、工具等,把抽象的、不容易观察的事物具体化、形象化。建议教师在教学中鼓励学生大胆创新设计,在材料的选择、模型的制作和展示交流过程中,帮助学生建构概念,为认识事物提供一种新的思路,进一步建立细胞结构与功能观、细胞的局部与整体观。

(1) 模型制作形式举例

- ① **实物模型:**用橡皮泥、琼脂、泡沫塑料、纸板、细铁丝、大头针等材料制作模型。
- ② **计算机三维动画模型:**用计算机三维动画软件完成模型制作。
- ③ **3D 打印模型:**用 3D 打印技术设计并打印模型。

(2) 实物模型制作活动建议

① **课前准备材料:**教师准备橡皮泥或黏土若干套、硬纸盒、琼脂等材料,启发学生利用生活中常见物品,如面粉、黄豆、泡沫塑料、毛线、废弃的纸片、细铁丝、大头针等。有条件的学校也可鼓励学生利用 3D 打印技术来制作实物模型。

② **课前制备“细胞质基质”:**将琼脂与清水在烧杯中混合,配置成质量分数为 3% 的琼脂溶液;加热,用玻璃棒充分搅拌,直至琼脂熔化。将琼脂倒入碗中,静置冷却,或放入冰箱中冷却约 8 min。待琼脂凝固后,将碗倒扣在桌面上,形成半圆形的“细胞质基质”。

③ **课前设计制作方案:**布置学生课前分组讨论:制作什么类型的细胞?模拟什么样的生命活动?选择怎样的材料?生物建模是一种科学探究过程,既要动脑又要动手,完成模型后还需进一步地展示和说明成果。因此,一节课的时间往往不够,需要教师在课前先布置任务,建议学生通过查阅资料,了解不同细胞含有的细胞器种类、大小、形态结构及空间位置等信息。学生可自行收集与模型制作有关的实验材料,在课上小组讨论、分工合作,共同完成模型的制作,也可以在课后继续进行,直到各小组模型全部制作完成。完成模型制作后,还需要进行模型展示、交流和评价环节。教师可以预留 7 天左右时间,完成整个模型建构活动。

④ **教师给予适当指导:**课堂上教师明确活动目标,并展示细胞结构模型或往届学生优秀模型作品,让学生对细胞结构模型有一定的直观了解,同时拓展视野和思路。

建模需要注重科学性和美观性。细胞结构模型的建构是在生物学知识基础上建立的模型,其第一原则是要体现科学性。模型建构不是在搭玩具,而是“做中学、玩中学”,重点在“学”上。模型是思维的一种呈现,通过模型体现出思维的科学性。同时模型的建构没有唯一的标准答案,建模的过程也是一种创造性过程,关注作品科学性的同时也要展现美观性和创意。鼓励学生发挥想象力、创造力,呈现不同的思维方式。

教师指导学生小组分工,可选取不同颜色的橡皮泥或黏土,按照一定的比例捏成各种细胞结构的形态(提示:核糖体最小,直径约为 25~30 nm;中心体直径约为 0.2~0.4 μm;线粒体直径约为 0.5~1 μm,长度约为 1~3 μm;溶酶体直径约为 0.2~0.8 μm;细胞核直径约为 5~10 μm),合理布局,最终组装成模型。建模前期工作准备充分,建构模型这一环节也就水到渠成了。

(3) 展示交流

学生展示本组模型，小组间进行交流和评价。模型建立后需要小组同学对照设计方案，进行检验，发现其中的问题并加以完善。模型制作完成后，学生可以发挥各自特长，采用不同形式进行展示，便于大家对小组所制作的模型有更全面的认识。在展示的过程中讲述模型建构的设计思路，阐释建构模型的科学性，描述模型的个性化设计和创新性设计点等。各组依次展示并介绍模型作品，先完成自我评价，随后小组之间进行互评。评价标准可参考《实验与活动部分》中的各项指标，强调科学性是第一位的，其次再考虑创新性、美观性、环保性等。还可组织答辩环节，对其他小组的模型进行多方评价，达到取长补短、修正完善的目的，最后还可以引导学生谈谈生物模型建构过程中的感悟。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节共3个学习提示。第1目中的提示内膜系统的作用，有助于学生树立结构与功能观，可用于教学中的说明；第2目中的提示核仁较大与蛋白质合成旺盛的关系，是结构与功能相适应的体现，可用于教学中的说明；第3目中的提示蛋白质分泌旺盛的细胞中线粒体、核糖体数量较多的生物学现象，可用于引导学生思考结构与功能之间的关系。

(2) 广角镜“差速离心法分离细胞各种结构”

要研究细胞各部分结构及其功能，需要分离得到相对纯净且完整的结构。细胞的各种结构是如何分离得到的？科学家利用不同结构的质量大小和密度差异，用差速离心法获得。本栏目介绍差速离心法的原理，以及细胞各结构相对质量大小。离心法是生物学研究常使用的分离纯化技术，这里作为知识拓展供学生阅读。

(3) 广角镜“同位素标记法”

如何对细胞中的分子进行定位？第1节介绍了荧光抗体标记定位蛋白质的方法。这里介绍同位素标记法的基本原理，是对正文中相关内容的补充和解释。同位素标记法在后续课程中还会有所涉及，教师可以建议学生自主阅读，也可以融入讲课中介绍。

(4) 广角镜“3D打印细胞模型”

这里拓展介绍了使用3D打印技术建构细胞模型的现实应用，提示可考虑在活动中使用新技术建构细胞模型。已经装备了3D打印机的学校，可以进行尝试。

(5) 生物学与社会“线粒体与疾病”

细胞的多种氧化反应是在线粒体中进行的，因此，线粒体也是细胞内产生自由基最多的场所，多种疾病与线粒体异常有关。本栏目为学生提供生物学概念的应用拓展，提升社会责任素养。教师可以此为主题，引导学生课外查阅更多资料做健康专题交流。

(6) 前沿视窗“肿瘤的靶向治疗”

靶向治疗是肿瘤治疗研究的热点，原理是以肿瘤细胞质膜表面特异性膜蛋白为靶点的药物治疗。这里以专题的形式使学生意识到对“膜蛋白”等概念学习和研究的价值，提升社会责任素养。

三、拓展资料

1. 叶绿体

高等植物的叶肉细胞一般含 50~200 个叶绿体,可占细胞质的 40%。细胞中叶绿体的数目因物种类型、生态环境、细胞生理状态等而异。在藻类中,叶绿体形状多样,有网状、带状、裂片状、星形等,而且体积巨大。叶绿体由叶绿体外膜、内膜、类囊体和基质组成,因此含有 3 种彼此分开的腔:膜间隙、基质和类囊体腔。

类囊体是由单层膜围成的扁平小囊,沿叶绿体的长轴平行排列。类囊体膜上含有光合色素和电子传递链组分,是光能向化学能转化的场所,又称光合膜。类囊体膜的主要成分是蛋白质和脂质,脂质中的脂肪酸主要是不饱和脂肪酸,具有较高的流动性。类囊体膜的内在蛋白主要有细胞色素 b_6f 复合体、铁氧化还原蛋白、黄素蛋白、光系统 I、光系统 II 复合物等。许多类囊体像圆盘一样叠在一起,形成基粒。基粒一般由 10~100 个类囊体组成。每个叶绿体中约有 40~60 个基粒。叶绿体形成类囊体增大内膜面积,为反应提供场所。贯穿在两个或两个以上基粒之间的、没有发生垛叠的类囊体称为基质类囊体。由于相邻基粒经网管状或扁平状基质类囊体相连,全部类囊体实质上是一个相互贯通的封闭系统。

叶绿体基质是内膜与类囊体之间的部分,主要成分包括碳同化相关的酶类(如 RuBP 羧化酶)、叶绿体 DNA、RNA 和核糖体等。叶绿体具有自身的 DNA 和蛋白质合成体系,能合成自身需要的部分蛋白质,为半自主性细胞器。

叶绿体是进行光合作用的场所,含有叶绿素、胡萝卜素和叶黄素,其中叶绿素的含量最多,所以呈绿色。几乎可以说一切生命活动所需的能量都来源于太阳能(光能)。由于叶绿体在形态、结构、化学组成、遗传体系等方面与蓝细菌相似,人们推测叶绿体可能也起源于内共生的方式,是由寄生在细胞内的蓝细菌演化而来的。

2. 线粒体

线粒体是一些大小不一的球状、棒状或细丝状颗粒,一般长约 1~3 μm ,但因生物种类和生理状态而异。在光学显微镜下,需经特殊的染色才能加以辨别。不同生物的不同组织中的线粒体数量差异很大,如肝细胞中约有 1000~2000 个线粒体,酵母细胞的大型分支只有 1 个线粒体,大多数哺乳动物的成熟红细胞不具有线粒体。一般来说,代谢活动越旺盛的细胞中线粒体越多。

线粒体由外至内可划分为线粒体外膜、线粒体膜间隙、线粒体内膜和线粒体基质四个功能区。线粒体内膜含有的蛋白质比外膜多,向内折叠形成嵴,增大了线粒体内膜的表面积。线粒体嵴上有许多有柄小球体,即线粒体基粒,基粒中含有 ATP 合酶。线粒体基质中含有参与三羧酸循环、脂肪酸氧化、氨基酸降解等生化反应的酶,以及线粒体自身的 DNA、RNA 和核糖体。

线粒体内发生有机分子最终彻底氧化的共同途径——三羧酸循环与氧化磷酸化。在有氧呼吸过程中,1 分子葡萄糖经过糖酵解、三羧酸循环和氧化磷酸化将能量释放后,可产生 30~32 分子 ATP。如果细胞所在环境缺氧,则会转而进行无氧呼吸。此时,糖酵解产生的丙酮酸继续在细胞质基质中被 NADH 还原成乙醇或乳酸等发酵产物,但不产生 ATP。所以在无氧呼吸过程中,1 分子葡

葡萄糖只能产生 2 分子 ATP。可见,线粒体对细胞能量供应具有重要作用。

3. 内质网

内质网膜约占细胞总膜面积的一半,在真核细胞内结构中膜面积最大,由波特(K R. Porter)等于 1945 年发现。他们在观察组织培养细胞时,发现细胞质内部具有网状结构,取名为内质网。后来发现,内质网不仅仅存在于细胞的“内质”部,通常还与质膜和核膜相连,并且与高尔基体关系密切,还常伴有许多线粒体。

电镜下观察,内质网膜厚度约为 5~6 nm,按形态结构的不同分为粗面内质网和滑面内质网。粗面内质网大多为扁平状的囊,少数为球形或管泡状的囊。在靠近细胞核的部分,囊泡可与细胞核的外膜连接。粗面内质网的表面所附着的核糖体是合成蛋白质的场所,新合成的蛋白质进入内质网的囊腔内。粗面内质网既是新合成的蛋白质的运输通道,又是核糖体附着的支架。滑面内质网的囊壁表面光滑,没有核糖体附着。滑面内质网的形状基本上都是分支小管及小囊,有时小管排列得非常紧密,以同心圆形式围绕在分泌颗粒和线粒体的周围。因此,滑面内质网在切面中所看到的形态,与粗面内质网有明显的不同。它可能参与糖原和脂质的合成、固醇类激素的合成,以及具有分泌等功能。在胃组织的某些细胞的滑面内质网上曾发现有 Cl^- 的积累,说明它可能与 HCl 的分泌有关。在小肠上皮细胞中,可以观察到它与运输脂肪有关。在心肌细胞和骨骼肌细胞中的滑面内质网,可能与传导兴奋的作用有关。在平滑肌细胞中,发现它与 Ca^{2+} 的摄取和释放有关。

4. 高尔基体

高尔基体最早发现于 1855 年。1898 年,意大利神经学家、组织学家高尔基(C. Golgi)在光学显微镜下研究银盐浸染的猫头鹰神经细胞时观察到了其清晰的结构,定名为高尔基体。高尔基体是由两种膜结构,即扁平膜囊和大小不等的囊泡组成。在一般的动植物细胞中,3~7 个扁平膜囊重叠在一起,略呈弓形。弓形囊泡的凸面称为形成面,或未成熟面;凹面称为分泌面,或成熟面。小囊泡散在扁平膜囊周围,多集中在形成面附近。高尔基体的主要功能将内质网上合成的蛋白质进行加工、分拣与运输,然后分门别类地送到细胞特定的部位或分泌到细胞外。从内质网运输来的小囊泡与高尔基体膜融合,将内含物转移至高尔基体腔中。在高尔基体腔中,新合成的蛋白质肽链继续完成修饰和包装。高尔基体还合成一些分泌到胞外的多糖和修饰细胞质膜的分子。同时,在内质网上合成的新膜转移至高尔基体后,经过修饰和加工,与运输囊泡膜融合,使新形成的膜整合到质膜上。初级溶酶体的形成过程与分泌颗粒的形成类似,也起自高尔基体囊泡。植物细胞分裂时,高尔基体与细胞壁的形成有关。

5. 溶酶体

溶酶体首次发现于 1955 年。溶酶体内已发现有 60 余种酸性水解酶,包括蛋白酶、核酸酶、磷酸酶、糖苷酶、酯酶、磷脂酶及硫酸酶等。这些酶控制多种内源性和外源性大分子物质的消化分解。这些水解酶在 pH 5 左右时活性最佳,但其周围胞质中 pH 约为 7.2。溶酶体膜内含有一种特殊的转运蛋白,可以利用 ATP 水解的能量将胞质中的 H^+ 泵入溶酶体,以维持其低 pH 环境。一旦溶酶体膜

破损，水解酶逸出，将导致细胞自溶。

溶酶体具有一定的防御作用，能将细胞吞噬的食物或致病菌等大颗粒物质消化，残渣通过胞吐作用排出细胞。在细胞分化过程中，某些衰老的细胞器和生物大分子等陷入溶酶体内并被消化，这是机体自身更新组织的需要。溶酶体中还能实现细胞内的消化，如内吞低密度脂蛋白获得胆固醇。

6. 细胞骨架

细胞骨架是指真核细胞中的蛋白纤维网络结构，发现较晚，通常被认为是一种广义的细胞器。广义的细胞骨架包括细胞核骨架、细胞质骨架、细胞膜骨架和胞外基质所形成的网络体系。细胞骨架由三类微管蛋白纤维组成，即微管、微丝和中间丝。

微管是细胞骨架的主干，也是某些细胞器的主体。例如，中心粒是由9组3联微管组成。微丝主要由肌动蛋白构成，和肌球蛋白一起作用，使细胞运动（如参与植物细胞的细胞质流动、肌肉细胞的收缩）。中间丝直径介于微管和微丝之间，其化学组成比较复杂。构成中间丝的蛋白质常见的有波形蛋白、角蛋白、结蛋白、神经元纤维、神经胶质纤维等。中间丝使细胞具有张力和抗剪切力。

细胞骨架不仅在维持细胞形态、保持细胞内部结构的有序性、承受外力等方面起重要作用，而且还参与许多重要的生命活动。例如，核分裂和胞质分裂与细胞骨架有关，由微管构成的纺锤体在细胞分裂中牵引染色体分离；细胞内的各类小泡和细胞器可沿着细胞骨架定向转运，完成物质的转运；在肌肉细胞中，细胞骨架和它的结合蛋白组成动力系统；白细胞的迁移、精子的游动、神经细胞突起的伸展等都与细胞骨架有关。

7. 囊泡运输

细胞内合成的部分蛋白质，如分泌到细胞外的蛋白质（唾液淀粉酶、抗体等），是通过囊泡运输过程完成的。内质网上合成的蛋白质，经折叠形成空间结构后，包裹在囊泡中转运至高尔基体。囊泡与高尔基体融合，使蛋白质进入高尔基体中进行加工修饰和分选。随后，高尔基体形成小囊泡，包裹外分泌的蛋白质转运至质膜，并与质膜融合，将蛋白质分泌到细胞外。整个过程中，蛋白质在不同结构间的穿梭都要通过过渡性小囊泡进行转运。囊泡运输是一种高度有序的定向运输，各类运输囊泡之所以能够被准确地运到靶细胞器，主要是通过细胞器和小囊泡表面一些特殊的膜蛋白之间的相互识别而完成的。例如，膜蛋白SNARE蛋白家族，成员之间互相特定识别，完成囊泡与高尔基体、质膜等之间的识别融合。囊泡运输机制的发现者们被授予了2013年诺贝尔生理学或医学奖。

8. 胞质环流

在植物细胞和其他细胞中，细胞质的流动是围绕中央液泡进行的环形流动模式，这种流动称为胞质环流。

在胞质环流中，细胞周质区的细胞质是相当稳定的、不流动的，只是靠内层部分的胞质溶胶在流动。在能流动和不流动的细胞质层面有大量的微丝平行排列，同叶绿体锚定在一起。胞质环流是由肌动蛋白和肌球蛋白相互作用引起的。胞质环流能够不断地分配各种营养物和代谢物，使它们在细胞内均匀分布，对细胞的营养代谢具有重要作用。

在显微镜下可观察胞质环流按照一定方向流动,但胞质环流不是只按一个方向流动,不同植物、不同细胞有所差别。

9. 模型与建模

人们按照特定的科学目的,在一定的假设条件下,再现原型的某种本质特征(如结构特性、功能、关系、过程等)的物质形式或思维形式的类似物,称为模型。作为一种现代科学认识手段和思维方法,建模具有两方面的含义:一是抽象化,二是具体化。一方面,可以从原型出发,根据某一特定目的,抓住原型的本质特征,对原型进行抽象、简化和纯化,建构能反映原型本质的模型,并进而通过对模型的研究获取原型的信息,建立相应的理论。另一方面,高度抽象化的科学概念、假说和理论要正确体现其认识功能,又必须具体化为某个特定的模型,才能发挥理论指导实践的作用。所以,建模作为一种认识手段和思维方式,是科学认识过程中抽象化与具体化的辩证统一。建模的过程是思维与行为相统一的过程。通过对科学模型的研究来推知原型的某种性能和规律,借助模型来获取、拓展和深化对原型的认识的方法,就是科学研究中常用的建模方法。

模型模拟类实验方法在现代生命科学中发挥越来越大的作用,是现代高中生必须了解和应用的重要科学方法。模型模拟类实验强调的不是实验操作本身,而是训练学生的思维活动并在活动中获取相关知识。通过建构模型,学生可以深入理解相关知识和概念,逐步将学习到的新知识与原有知识建立联系,建构完整的知识体系。同时,建模是一种创造性活动,可使学生在动脑的同时积极动手,经过不断的分析、创新、修正完成模型建构,有利于培养学生的思维品质、促进学生自主学习和发展学生的探究能力。此外,建模思维还有助于学生将来进行科学研究、走入社会参加工作,更好地解决生活和工作中的问题。

第4章 细胞的代谢

细胞的生命活动需要能量。对大多数细胞来说,生命活动所需能量来自细胞中的物质代谢。细胞的代谢既是生物学学科知识体系的重要基础,也是科学的研究的前沿,在高中生物学学科体系中占有重要地位。教材从物质和能量角度,对“细胞通过质膜与外界进行物质交换”“酶催化细胞的化学反应”“细胞通过分解有机分子获取能量”“叶绿体将光能转换并储存在糖分子中”等4个概念进行解释、说明,帮助学生建立“细胞的生存需要能量和营养物质”的概念,树立物质与能量观、结构与功能观;通过系列实验,在帮助学生理解概念的同时,提升实验探究能力和解决问题的能力。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“2.1 物质通过被动运输、主动运输等方式出入细胞,以维持细胞的正常代谢活动”“2.2 细胞的功能绝大多数基于化学反应,这些反应发生在细胞的特定区域”。教材结合学科内在体系和教学目标,分4节进行阐述、说明和解释(表4-1)。

表4-1 第4章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第1节 细胞通过质膜与外界进行物质交换	2.1.1 阐明质膜具有选择透过性
	2.1.2 举例说明有些物质顺浓度梯度进出细胞,不需要额外提供能量;有些物质逆浓度梯度进出细胞,需要能量和载体蛋白
	2.1.3 举例说明大分子物质可以通过胞吞、胞吐进出细胞
第2节 酶催化细胞的化学反应	2.2.1 说明绝大多数酶是一类能催化生化反应的蛋白质,酶活性受到环境因素(如pH和温度等)的影响
第3节 细胞通过分解有机分子获取能量	2.2.2 解释ATP是驱动细胞生命活动的直接能源物质
	2.2.4 说明生物通过细胞呼吸将储存在有机分子中的能量转化为生命活动可以利用的能量
第4节 叶绿体将光能转换并储存在糖分子中	2.2.3 说明植物细胞的叶绿体从太阳光中捕获能量,这些能量在二氧化碳和水转变为糖与氧气的过程中,转换并储存为糖分子中的化学能

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章教材安排了4个学生实验和3个演示实验(表4-2)。

表4-2 第4章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
细胞质膜透性的模拟实验	演示实验	通过模拟实验探究膜的透性
观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响	学生实验	观察植物细胞的质壁分离和复原
观察酶的催化作用	演示实验	探究酶催化专一性、高效性及影响酶活性的因素
探究温度对淀粉酶活性的影响		
探究不同供氧环境下酵母的呼吸方式	演示实验	探究酵母菌的呼吸方式
叶绿体色素的提取分离及叶绿素含量的测定	学生实验	提取和分离叶绿体色素
探究影响光合作用强度的环境条件	学生实验	探究不同环境因素对光合作用的影响

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应该能够:从物质与能量视角,探索光合作用与呼吸作用,阐明细胞生命活动过程中贯穿着物质与能量变化。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念:细胞的代谢过程是一系列物质变化与能量转换过程,并发生在特定的细胞结构中。对细胞代谢的学习,有助于学生形成物质与能量观、结构与功能观。教材第3节从生命活动直接能源物质的角度切入,直接建立细胞中物质与能量的联系,并进一步阐述生物通过细胞呼吸分解有机物获得能量的过程,说明细胞的生命活动需要能量和营养物质;第4节从物质转变与能量转换的角度,说明叶绿体色素捕获光能并将这些能量经卡尔文循环储存在糖分子中的过程。教材通过以上两节使学生树立物质与能量观,落实《课程标准》提出的“运用物质与能量观念,举例说明光合作用和呼吸作用中的物质与能量转换”学业质量水平要求。此外,结构与功能相适应的生物学事实和案例贯穿整章教材,如从质膜结构特点角度阐明质膜具有选择透过性,从酶的结构特点角度说明酶催化特性,结合细胞呼吸和光合作用发生的场所说明其主要过程,有助于进一步提升学生的结构与功能观。

科学思维:细胞的代谢过程比较抽象,但其中的生物学事实和证据比较明确,可将科学思维培养渗透在每一个概念的形成过程中。教材基于疏水性小分子、亲水性小分子、离子、大分子物质通过质膜的方式等生物学事实,归纳和概括质膜具有选择透过性;基于过氧化氢酶的催化效率高于无机催化剂的实验证据,运用推理的方法,说明大多数酶是一类具有催化能力的蛋白质;通过实验探究获取数据,归纳和概括温度、pH等环境因素对酶的活性、光合作用效率的影响规律;通过结构示意图、过程示意图和结果示意图等,运用模型与建模的方法,阐述、解释物质跨膜运输方式、酶作用特点、细胞呼吸、光合作用等过程。此外,教材还注重科学史教育,通过思维训练和科学史话,侧重分析光合作用研究历程中所蕴含的科学思维方法。

科学探究:细胞代谢的过程和规律就是通过科学探究获得的,因此本章的学习对提升学生科学

探究能力具有重要作用。教材通过4个学生实验和3个演示实验,使学生能掌握显微镜测量、分光光度法、层析法等生物学常用实验方法,提升记录结果、分析数据、推导结论等能力,能根据科学探究的基本思路、方法和原则设计并实施实验。此外,教材还关注学生探究能力水平的逐级提升,实验4-2要求在给定方案中选取恰当方案并实施(水平2),实验4-4要求能够针对特定情境提出探究的问题,设计并实施探究实验方案(水平3)。

社会责任:本章涉及的代谢知识是健康生活的基础,也是现代医学、药学研究的重要领域,有许多案例可以帮助学生建立健康生活的理念。同时,认识酶、呼吸作用、光合作用等在工业、医药业和现代农业中有广泛的应用,可帮助学生认同健康文明的生活方式、关注学科的社会价值,并参与绿色学校等活动。教材主要通过广角镜“酶抑制剂”、生物学与社会“酶与美食”“充分发挥光合作用效率的现代设施农业”、前沿视窗“光能转换超分子机器——光合膜蛋白复合体”及相关评价题等体现和落实社会责任。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

细胞的代谢过程由一系列分子的生化反应组成,这些反应发生在细胞特定的区域和结构中。因此,本章是在第2章“细胞的分子组成”和第3章“细胞的结构”基础上,进一步阐释、说明细胞的生命活动。蛋白质、糖类和脂肪是细胞代谢所需要的营养物质,第2章中对这些营养物质结构和功能的阐述为本章物质代谢概念的学习提供很好的基础。例如,磷脂的结构特点和膜蛋白的功能是质膜选择透过性的基础,“蛋白质空间结构与功能相适应”的概念是酶的催化特性及其受环境因素(温度、pH等)影响的基础,碳骨架概念、葡萄糖等分子结构是有机物分解、光合作用糖合成过程的基础。本章不仅以细胞结构相关概念为学习的基础,同时也进一步加深学生对细胞结构多样性和统一性、各结构功能及其相互联系的认识。例如,质膜的选择透过性是质膜结构特点决定的,演绎出细胞内具有膜结构的细胞器也有类似的透过性;线粒体内膜的嵴向内延伸可以为细胞有氧呼吸中氧化磷酸化提供更大的膜面积;叶绿体中类囊体的叠层结构扩大膜面积,提供足够多的吸收和转换光能的色素和蛋白质等分子。

细胞是生物体结构与生命活动的基本单位。本章阐述的细胞代谢相关概念,是后续学习“稳态与调节”“生物与环境”的基础。例如,质膜的选择透过性是理解内环境稳定相关概念的基础,胞吞、胞吐与细胞免疫密切相关,细胞呼吸是糖脂代谢的基础,细胞呼吸、光合作用中的物质和能量转换是生物圈中物质循环和能量流动的基础。为此,教材在相关教学内容中,以案例的形式与后续课程的学习进行链接。

2. 本章各节之间的关系

本章的主题是细胞的代谢,主要帮助学生建立“细胞的生存需要能量和营养物质”的概念。教材以“快速跑完800m会气喘吁吁、满头大汗”“小麦种子萌发时,容器中的CO₂浓度和温度都会升高”“幼苗生长过程中需要阳光”等学生生活或学习中遇到的事件为情境,通过问题引导学生进一步思考:从细胞代谢的角度如何解释这些生理现象?维持细胞代谢的物质是如何进出细胞的?生命活动

可利用的能量是如何转化来的？带着这些问题，教材分别从“细胞的营养物质来源”和“细胞生存需要的能量”两条主线，分4节逐步进行阐述和举例说明（图4-1）。

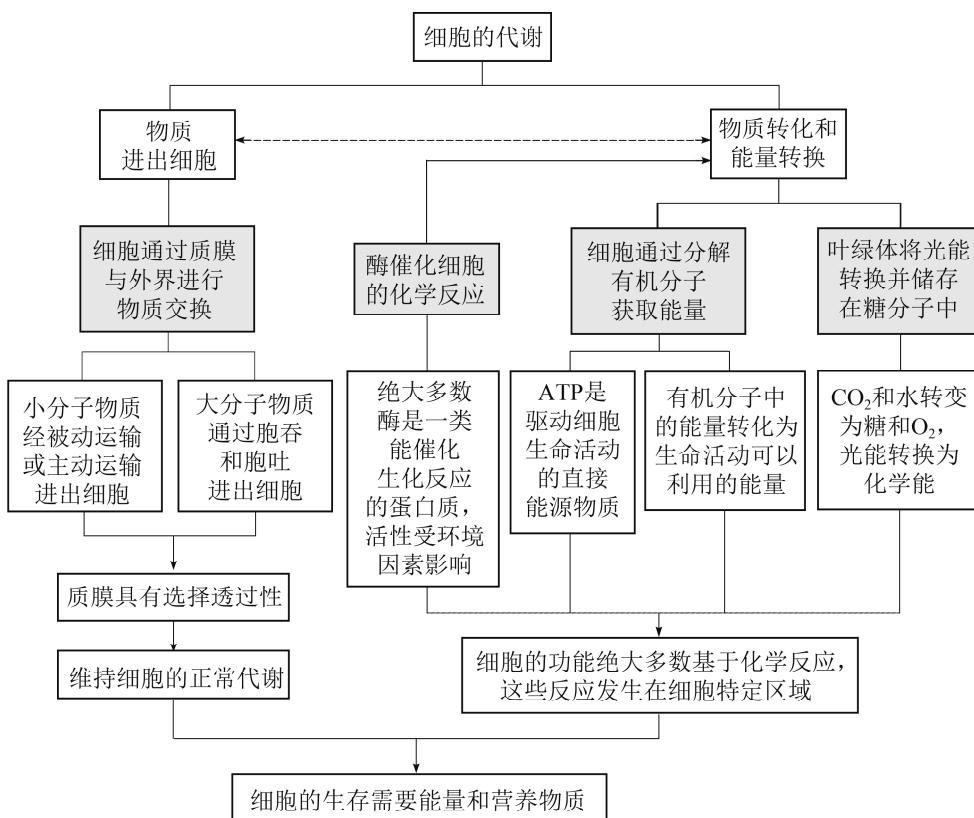


图4-1 第4章各节概念之间的关系

第1节举例说明营养物质及代谢产物进出细胞的方式和特点，可以看作是讨论细胞物质与能量代谢中物质的“来源”和“去路”，其中O₂、CO₂、H⁺等物质跨膜运输是第3节和第4节学习的基础。第2节解释生命活动化学反应高效、有序发生的重要条件——酶的催化作用，也是第3节和第4节学习的基础。第3节和第4节从物质转变和能量转换的角度，阐述细胞生存所需能量的形式和来源。第3节先解释ATP是驱动生命活动的直接能源物质，如第1节中的主动运输，然后说明生物通过细胞呼吸分解有机物产生ATP，即细胞通常是通过分解有机分子，将有机分子中的能量转换为生命活动所需的能量形式，这些有机分子通过质膜从外界获得，代谢产物通过质膜排出细胞；第4节则通过植物叶绿体光合作用说明有机物中的能量来自光能转换。由此可见，4节内容形成一个说明细胞代谢过程的闭环。

三、本章教学目标

基于质膜的结构特点，阐明质膜具有选择透过性，举例说明物质进出细胞的方式及特点；根据酶在化学反应中的作用及其结构特点，说明绝大多数酶是具有催化生化反应的蛋白质，其催化活性受环境因素（如温度、pH等）的影响；用图和文字解释ATP是驱动细胞生命活动的直接能源物质；结合物质分解与合成、能量转换过程示意图，说明细胞通过分解有机物产生ATP、植物细胞的叶绿体从太

阳光中捕获能量并将 CO_2 和 H_2O 转变为糖和 O_2 。在此过程中,进一步树立结构与功能观、物质与能量观,发展归纳与概括、推理与演绎、模型与建模等科学思维。阅读光合作用研究史,关注科学家的研究思想和科学精神。

学会观察实验现象、测量和记录数据、分析和交流实验结果;在给定的条件下,设计并实施“探究影响光合作用强度的环境条件”实验,依据实验结果提出自己的观点,并能尝试解决现实生活问题。

四、本章课时建议

本章建议 14 课时,具体见表 4-3。

表 4-3 第 4 章课时安排

教学内容	建议课时
第 1 节 细胞通过质膜与外界进行物质交换	2
第 2 节 酶催化细胞的化学反应	3
第 3 节 细胞通过分解有机分子获取能量	2
第 4 节 叶绿体将光能转换并储存在糖分子中	5
学习交流与评价	2

其中,第 1 节中的探究·实验 4-1“观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响”1 课时,第 2 节中的探究·实验 4-2“探究温度对淀粉酶活性的影响”1 课时,第 4 节中的探究·实验 4-3“叶绿体色素的提取分离及叶绿素含量的测定”1 课时、探究·设计 4-4“探究影响光合作用强度的环境条件”2 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能说出组成质膜的各种分子与物质进出细胞方式的关系;认可酶的催化作用是生命活动中的化学反应能够高效进行的保障,酶种类多样性是蛋白质结构与功能多样性的体现(结构与功能观延伸发展);举例说明生命活动需要能量,说出食物中的营养物质与细胞生命活动所需能量之间的关系;认可生命活动所需的营养物质,最初是由植物叶绿体通过光合作用利用太阳能以 CO_2 和 H_2O 为原料合成的;认识到物质变化和能量转换是生命的基本特征。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能在分析相关生物学事实的基础上,运用归纳与概括的方法,用文字或图示的方式表达和解释细胞通过质膜与外界进行物质交换的规律,环境因素(如温度, pH 等)影响酶活性的规律,细胞呼吸、光合作用中物质与能量转换的基本过程等。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能熟练使用高倍镜进行观察和测量,初步学会使用分光光度计进行酶活性测定实验;能如实记录实验结果,并对结果进行分析讨论,从而得出合理的结论;能设计探究实验方案,与小组同学合作完成“探究影响光合作用强度的环境条件”,完成实验报告并与他人展开交流。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能认同营养均衡与健康的科学依据,养成健康生活习惯;认同酶作用机制、光合作用原理等生物学原理的社会应用价值,积极参与绿色学校建设活动。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是帮助学生在学完每节内容后,评价对相关学习目标的达成情况,通常围绕重要概念和学科核心素养进行。例如,第1节的第1题,要求通过列表比较物质跨膜运输方式,并举例说明质膜具有选择透过性,进一步发展归纳与概括能力(科学思维水平2);第2题则是实验4-1的延伸,要求结合所学习的选择透过性原理,对结果做出预测和解释(科学思维水平3)。

(2) 学业评价

本章设置了6道学业评价题,以真实情境为题干,围绕学科核心素养,侧重对酶的催化作用、细胞呼吸、光合作用等重要生物学概念的掌握,对物质与能量观等生命观念的理解和运用,对图文信息的分析和实验设计等素养的评价,问题的呈现形式有填空、选择和阐述等。

第1题:唾液淀粉酶是学生初中阶段接触过的一种酶。在此熟悉的情境中,学生通过对系列问题的解答,可以将新学的知识与原有的概念对接,能从蛋白质结构与功能角度分析酶的工作特点,学会酶活性检测的实验方法(生命观念、科学探究水平2)。

第2题:本题是以叶片的光合作用过程为情境的读图题,问题从水平1递进到水平2。结合教材光合作用过程中的物质与能量转换,分析图示,问题(1)(2)(3)通过归纳和概括可以回答(生命观念、科学思维水平1),问题(4)则需要有适当的推理能力(科学思维水平2)。

第3题:对应《课程标准》对科学思维“以特定的生物学事实为基础形成简单的生物学概念,并用文字或图示的方式正确表达”相关要求,以第4节课前活动的演示实验为情境,给出一组数据,要求制图并分析、解释(科学思维水平2、科学探究水平1)。

第4题:评价是否树立结构与功能观、物质与能量观等生命观念。学生需要用这些观念来分析两种不同光合作用方式的植物所呈现的生物学原理,并基于生物学原理对事实进行解释(生命观念、科学思维水平3)。

第5题:基于给定的条件设计实践方案;关注生物技术在生产、生活中的应用。将酵母无氧呼吸(发酵)原理应用于生活和生产(科学探究水平3、社会责任水平2)。

第6题:运用物质与能量观和细胞呼吸原理,通过科学实践,尝试解决现实生活中的生物学问题(社会责任水平3)。

第1节 细胞通过质膜与外界进行物质交换

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

(1) 从结构与功能相适应的角度,解释细胞质膜具有选择透过性。

(2) 举例说明被动运输、主动运输、胞吞和胞吐的特点和区别。

(3) 学会使用显微镜观察细胞质壁分离现象,探究外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 2.1.1、2.1.2、2.1.3 及相关活动建议设定的。目标(1)要求结合质膜的结构及磷脂、蛋白质分子的特点等,从结构与功能角度分析,有助于学生内化知识,也有助于学生生命观念的发展(水平 2)。目标(2)要求“举例说明”,融入了科学思维发展要求,也就是在建构概念过程的同时要有科学思维方法训练(水平 2)。目标(3)则属于科学探究要求,需要通过实验 4-1 达成(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.1.1、2.1.2 和 2.1.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来阐明和举例说明(表 4-4)。

表 4-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞质膜具有选择透过性	小分子、疏水性物质容易透过质膜 亲水性有机分子、离子需借助质膜上转运蛋白才能穿过质膜
小分子物质经被动运输、主动运输进出细胞	O_2 、 CO_2 和乙醇等以自由扩散的方式顺浓度梯度直接透过质膜(被动运输) 葡萄糖、氨基酸和一些离子等需要借助质膜上的转运蛋白顺浓度梯度穿过质膜(被动运输) H_2O 可以通过磷脂分子间隙进出细胞,也可以借助质膜上的水通道蛋白迅速通过质膜(被动运输) 细胞质膜因生命活动需要,也可以逆浓度梯度转运 Na^+ 、 K^+ 等,但需要载体蛋白和能量(主动运输)
大分子物质通过胞吞和胞吐进出细胞	变形虫从环境中摄取食物、白细胞吞噬细菌和病毒等通过胞吞方式完成 胰腺细胞通过胞吐方式分泌胰蛋白酶原

3. 学习内容

细胞代谢所需的物质通常需不断地从外界获得,同时有些代谢产物也需排出细胞。因此,细胞的代谢与物质的跨膜运输密切相关。

本节引言设置“食物中的大分子营养物质需要被消化分解才能被吸收”的情境。学生通过初中阶段的学习及生活经验,对这一情境应该有一定的了解,可作为前概念引入。但是,“食物的消化吸收”与“细胞对营养物质的吸收”“细胞质膜的结构”之间有何关联,大部分学生还不能很好解答。

教材以此为切入点,设计课前活动“细胞质膜透性的模拟实验”。通过透析袋模拟细胞质膜实验展示物质透过现象,使概念“可视化”,让学生通过实验现象初步认识“膜对不同物质的透过性有差异”。用透析袋模拟细胞质膜,透析袋相当于一种半透膜,有一定的孔径,大分子不能穿过,水分子和一些小分子物质能自由进出,并趋向内外平衡。用淀粉代表细胞内的大分子及颗粒物,颜色变化结果表明,大分子的淀粉不能穿过透析袋,水和小分子的碘可以穿过。虽然在原理上,透析袋与细胞质膜差异很大,但能帮助学生直观认识“膜对不同物质的透过性有差异”。该活动要求学生在看到实验结果前先进行假设,然后再尝试解释,使学生学会思考,养成科学思维习惯。

教材分3目,从质膜选择透过性的结构基础分析,到小分子物质透过性的案例分析,最后是大分子与颗粒物通过质膜主要途径的举例说明。

第1目:细胞质膜具有选择透过性。从质膜的磷脂双分子层结构特点,联系课前活动演示实验的结果,以及科学家通过人工合成磷脂双分子层膜透过性实验,说明膜对不同物质的透过性有差异,展现了膜结构与功能的关系。磷脂双分子层是细胞质膜的结构基础, O_2 、 CO_2 、 H_2O 等生命活动代谢中的小分子可以自由快速通过,氨基酸、葡萄糖分子和无机离子不能自由通过,由此引出膜蛋白在物质运输中的作用,并在第2目中具体展开。

第2目:小分子物质经被动或主动运输进出细胞。以几种小分子物质进出细胞的典型方式说明主题,落实《课程标准》内容要求“2.1.2 举例说明有些物质顺浓度梯度进出细胞,不需要额外提供能量;有些物质逆浓度梯度进出细胞,需要能量和载体蛋白”。教材从两个角度举例说明小分子物质透过细胞质膜的原理和过程。一是透过方式,一些分子能直接透过质膜,大多数分子和离子需要膜蛋白的协助转运;二是分子透过质膜的动力,是浓度梯度(渗透压),还是需要细胞提供能量。由此引出了被动运输(自由扩散、协助扩散)和主动运输等概念。这部分内容相对比较抽象,教材通过“可视化”图解的方式降低难度。水是细胞中最常见的物质,教材在此仅提出了“渗透”概念来解释水的透过原理,更深入的“渗透压”概念会在后续《稳态与调节》分册中继续学习。因此,第2目可以看作是进一步说明“细胞质膜是怎样选择透过的”。教材凸显膜蛋白的功能,进一步发展结构与功能观。

第3目:大分子物质通过胞吞和胞吐进出细胞。通过列举大分子物质出入细胞的实例,并简要说明胞吞和胞吐过程,完善“质膜具有选择透过性”概念。本章的主题是关于“物质和能量代谢”,关于胞吞的机理留待后续选择性必修相关主题讨论。关于胞吐,教材沿用了第3章第2节中“细胞分泌蛋白质”的相关案例做进一步说明,也使学生对细胞结构与功能的理解进一步完善。

探究·实验4-1:观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响。本实验是高中生物学中的经典实验。与传统实验侧重“验证植物细胞吸水和失水的渗透原理”相比,本实验以观察植物细胞质壁分离和复原为活动载体,培养学生使用显微镜进行观察的能力、学习细胞测量的方法等,进一步落实对科学探究能力的培养。在此基础上,加入了细胞原生质体长度(或面积)定量测定并制作相关变

化曲线,由定性观察向定量测定转变。此外,在结果讨论中,提供了一组用 KNO_3 溶液处理的实验数据,并要求与蔗糖溶液处理的实验结果进行比较,用质膜选择透过性原理分析解释,可以帮助学生加深对质膜选择透过性特点的认知,落实《课程标准》学业质量水平要求“能运用结构与功能观分析生命现象,探讨生命活动规律”。

二、教学建议

本节内容建议 2 课时。其中,课堂教学 1 课时,实验与活动教学 1 课时。

1. 课堂教学建议

教材在编写过程中充分关注学生的学法和教师的教法。在教学过程中,可依据教材编排顺序组织教学。

(1) 以学生熟悉的生活常识为情境,通过问题导入学习

“食物中含有营养物质”“食物需要消化才能被吸收”“消化过程”等是学生每天都经历的生活情境和学习过的知识。知道“是什么”,但不一定明白“为什么”。教学中用“食物为何需要被消化分解成小分子?”这一问题引发学生进一步思考,导入本节主题。以学生现有的知识结构为基础,用贴近生活的问题引导学生进一步思考,可以为学生建构“细胞与外界物质交换”相关概念建立基础。在教学过程中,可以用食物、消化系统等图解,引导学生进入“食物消化”情境中思考:“生物体需要将食物中的营养物质消化到何种程度才能吸收?”“消化吸收过程与消化系统中小肠上皮细胞结构有何关系?”

(2) 通过模拟实验等活动,学会模型与建模的思维方法

对引言中提出的问题,可以通过实验进行观察。由于质膜结构极其微小,营养物质通过质膜不易观察,可以通过模拟的方法初步建立透过性模型。在教学过程中,可将课前活动“细胞质膜透过性的模拟实验”作为演示实验。此实验操作难度不大,但需要时间较长。因此,建议预先制作成微课,在课堂中使用;有条件的学校也可以改为学生实验。不管采用哪一种教学实施方法,都需要先让学生阅读并了解实验原理和步骤,然后对实验结果做出预测,并填写在教材表 4-1 中。学生经历了初中有关光合作用实验和第 2 章的学习后,对“淀粉遇到碘呈蓝色”的概念是掌握的,因此有做出预测的部分知识储备。实验观察结束后,建议分别请预测完全正确的学生和预测与实际有差异的学生回答“思考与讨论”题 1,引导对实验结果进行描述和解释:透析袋 A 中颜色变为蓝色,透析袋 B 中颜色变为棕黄色,烧杯 A、烧杯 B 中颜色无变化,这是因为由于淀粉是大分子,无法出透析袋,而外界溶液中的碘分子可以进入透析袋。然后引导学生回答“思考与讨论”题 2,目的是将演示实验结果导向本节主题。此时,应该有学生回答不出或只能部分回答,教师不需要给出正确答案,借此引导学生带着问题进入本节学习,埋下伏笔,在本节学习完成后回答这个问题。

(3) 以结构与功能相适应的观念分析、解释现象,建构“质膜具有选择透过性”概念

经过课前活动的模拟实验,学生了解了半透膜允许小分子物质透过、不允许大分子物质透过的特点,这是由半透膜上的孔径大小造成的。然而,细胞质膜的磷脂双分子层结构与此有何异同? 教

师可以引导学生通过分析教材中列出的人工合成磷脂双分子层对不同分子、离子的透过性实验结果,结合示意图,归纳总结出气体、水、乙醇等小分子可以通过质膜上磷脂双分子层之间的空隙进出细胞,而带电荷的离子和亲水性有机分子则不能直接通过磷脂双分子层进出细胞,必须借助质膜上的转运蛋白进出。同时结合第3章细胞质膜的分子组成和结构特点,建构“质膜的结构决定其具有选择透过性的功能”的观念。

(4) 引导学生用模型和案例进行分析、归纳,建构“物质跨膜运输”概念

在讨论物质进出细胞的方式时,可以组织学生分析讨论课前活动中“碘分子进入透析袋”现象发生所需的动力,归纳得出“扩散”的概念。结合教材图4-4、图4-5,通过对水、葡萄糖、氨基酸、 Na^+ 、 K^+ 等生命活动需要的有机小分子及离子透过质膜方式的案例分析,归纳出物质跨膜运输方式及其特点、参与物质运输的膜蛋白种类及其工作特点。可以从浓度梯度、能量、载体等角度进行归纳和比较。例如,被动运输的共同点为小分子物质均由高浓度向低浓度方向运输,不需要细胞提供能量;自由扩散不需要转运蛋白,协助扩散需要借助转运蛋白。主动运输的特点:逆浓度梯度进出细胞,需要载体蛋白,需要细胞提供能量。需要注意的是,应突出主动运输能够保证活细胞“主动”选择所需要的营养物质、排除废物和有害物质,这对活细胞完成各项生命活动具有重要作用。最后归纳和概括得出重要概念:物质通过被动运输、主动运输等方式进出细胞,以维持细胞的正常代谢活动。

(5) 通过列举实例和联系案例,说明大分子物质进出细胞的方式

除小分子可以被细胞选择性吸收、排出外,部分大分子也可以通过胞吞、胞吐的方式进出细胞,这样物质进出细胞的整体框架就基本构建完成了。可以联系学生已经学习过的,且与生活密切相关的实例,如单细胞生物摄食、白细胞吞噬细菌和病毒、胰腺细胞分泌胰蛋白酶原等,使学生更容易理解胞吞、胞吐。通过分析教材图4-6建立该过程模型,并与被动运输、主动运输进行对比分析,得出大分子物质进出细胞不是穿过质膜,而是借助质膜的流动性来实现的。仔细观察图4-6A,会发现大分子物质与质膜上的受体结合后才能被转运进细胞,强调该过程具有一定的选择性,也可以认为是一种特殊的“主动”运输。最后再进一步联系实例,认识胞吞、胞吐对生命活动的意义。

在教学过程中,也可调整教学顺序,以实验引导教学,通过对实验结果的分析、讨论,建立相关概念,提升科学思维和科学探究能力。例如,通过探究·实验4-1,使学生感性认识细胞对物质的吸收过程;小组分析实验数据,通过比较蔗糖与 KNO_3 实验数据之间的差异,联系教材提供的被动运输和主动运输原理,归纳总结被动运输和主动运输的特点和区别,从结构与功能角度解释“质膜具有选择透过性”。

2. 实验与活动建议

演示实验 细胞质膜透性的模拟实验

首先剪取长度为10~15 cm的透析袋,手揉开后是一个圆柱形。用夹子夹紧一端,从另一端加入试剂至离此端5 cm处(不能过满,防止吸水膨胀),再用夹子夹紧此端;检测并确保加入的溶液不会漏出;用清水冲洗,除去表面黏附的部分试剂。选择一个较大的烧杯,加入蒸馏水,将透析袋浸没在水中,再滴加显色试剂,放置一段时间并观察颜色变化。

实验组中透析袋内加入的试剂可以是淀粉溶液或蛋白清溶液等大分子物质,对照组加入的是蒸馏水;加入烧杯内的显色剂则相应是碘液或双缩脲试剂。通过显色反应,了解物质是否进出透析袋。由于小分子物质进出半透膜需要有内外浓度差,因此滴加的显色试剂的量要多一些,缩短观察现象的时间。

对于实验结果的分析讨论,可引导学生先思考并讨论“预测结果与实际结果是否相同?从大分子和小分子透过性角度分析实验现象”。学生根据第2章营养物质鉴定实验中的显色反应,能够预测并解释实验现象、观察并解释颜色变化。由于淀粉和蛋白质是大分子,无法出透析袋,而外界溶液中的碘分子、 Cu^{2+} 等离子可以进入透析袋,因此可直接观察到实验组透析袋内的淀粉遇碘变蓝色或蛋白质变紫色。另一个问题是“根据实验结果,尝试解释细胞质膜具有选择透过性”,将模型与质膜建立联系。这个问题学生一般不容易回答,可以引导学生尝试结合在第3章中学习过的质膜的结构特点和模拟实验结果进行思考,如磷脂双分子层排列紧密,不允许大分子物质直接通过;质膜上的膜蛋白参与物质交换等。

探究·实验 4-1 观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响

通过观察植物细胞在不同溶液中的失水和吸水现象,能使学生更好地理解渗透作用原理和细胞质膜的选择透过性。此外,通过本实验,使学生熟练使用显微镜、学会测量细胞的方法,并能对实验数据进行记录、处理、绘制曲线、分析、比较和表达。

(1) 材料准备与处理

本实验选用紫色洋葱鳞叶外表皮细胞,这是由于其外表皮细胞为单层,且具有大型液泡,内含花青素,使液泡呈紫色,能在显微镜下确定原生质体与细胞壁的位置关系,便于观察细胞是否发生失水和吸水现象。其他有类似性质的植物材料,均适合用于该实验。尝试在教学中使用多种材料,可拓宽学生视野和培养创造性思维。

(2) 实验方法与操作

引流方法: 引流是本实验操作中难点之一。教师可以通过现场演示或者播放视频来讲解,强调在盖玻片一侧缓慢持续滴加试剂(一次不能滴太多),同时用吸水纸在盖玻片对侧边缘吸引,使试剂顺利通过盖玻片下方,充分接触实验材料,保证材料充分浸润在试剂中。

定量测量细胞发生质壁分离程度和数据记录: 同一视野下,不同细胞的质壁分离状态有差异。有些细胞形状不规则,有些细胞形状相对规则。教师要指导学生寻找并选择原生质体收缩形状规则的细胞进行连续观察。因为需要间隔1 min 测量,所以建议每个学生连续观察1个合适的细胞,小组或班级学生共享各自测量的数据计算平均值。测量方法有两种,可选择合适的实施:①使用目镜测微尺,固定选取一个细胞,每隔1 min 分别测量原生质体与细胞的相对长度(所占的格数),填写在实验记录表中,并计算其比值(l_2/l_1)。②有些显微镜连接计算机,具有摄像功能,可每隔1 min 进行拍照,然后利用与显微镜配套程序的细胞测量功能,分别对细胞原生质体与细胞进行面积测量,并计算其比值(S_2/S_1)。

这两种比值都能表示细胞质壁分离的程度,或者细胞失水程度。有条件的学校建议使用软件测量和计算的方法,因为这种方法不受原生质体形状的影响,且是在拍摄记录后再进行测量和计算,每位学生可以测量多个细胞,减少系统误差。

质壁分离的细胞发生复原：细胞质壁分离后复原的关键是蒸馏水清洗速度。在引流过程中，表皮组织周边的复原速度快于中央，如果选择测量的细胞在表皮组织中央，需要多次引流才能清晰看到细胞复原现象。

(3) 数据处理

将根据两种测量方法计算得到的数据绘制在坐标曲线图中，横坐标为时间(min)，纵坐标为 l_2/l_1 或 S_2/S_1 值，用曲线连接；也可以使用电子表格中的插入“带平滑线和数据标记的散点图”功能绘制曲线。通过曲线图可以更加直观地看出随时间变化，30%蔗糖溶液对植物细胞质壁分离程度的影响。

(4) 分析与讨论

对结果的分析、讨论和表达是发展学生科学思维、提升科学探究能力的有效途径。实验结束后，教师要组织学生对实验结果进行分析。

教材中讨论题1和2需要学生就实验数据和曲线图进行分析和解释，教师要关注学生的表达是否科学和严谨。讨论题3列出了“某小组观察洋葱外表皮细胞在3% KNO₃溶液中的质壁分离实验”的数据，要求学生与自己用30%蔗糖溶液进行实验得到的数据进行比较，目的是要求学生用“质膜具有选择透过性”概念解释特定条件下发生的生物学事实。这是一个相对开放的思考讨论题，学生能够用细胞质膜的特点为理论依据进行合理解释，逻辑推理过程成立就应该达到要求。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节有2个学习提示。第1目中的学习提示，依据培养生命观念的需要，提示学生从结构与功能相适应的角度分析质膜的选择透过性。第2目中的学习提示，与批判性思维相关。对于Na⁺，教材只举了钠钾泵例子，部分学生可能会误以为只有这一种运输途径，提示还有其他途径运输Na⁺。

(2) 广角镜“扩散”

本栏目是从学生熟悉的物质扩散现象角度，形象地说明扩散是从高浓度向低浓度方向发生的，有助于学生理解物质通过扩散方式进出细胞。在教学过程中，可引导学生阅读并归纳扩散的方向性。

三、拓展资料

1. 小肠上皮细胞质膜上的葡萄糖转运

人和大多数动物是通过消化道吸收营养物质的。当小肠上皮细胞中的葡萄糖浓度大于肠腔时，细胞仍然能逆浓度梯度从肠腔中吸收葡萄糖分子。葡萄糖转运蛋白参与此跨膜运输过程，转运蛋白由细胞内外的Na⁺电势梯度驱动(图4-2)，此类转运方式也称协同转运。而在小肠上皮细胞的基底膜侧，葡萄糖则为单向的被动运输(图4-3)。此外，肾小管上皮细胞也以类似的机制从原尿中吸收葡萄糖。

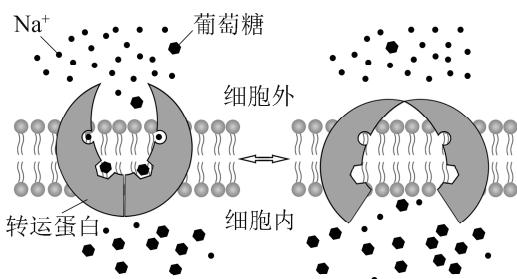


图 4-2 Na^+ 驱动葡萄糖转运示意图

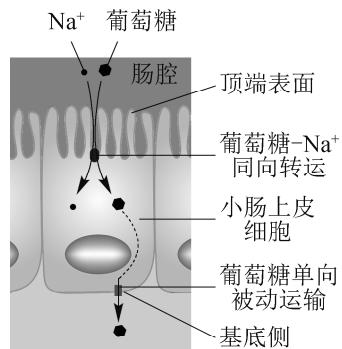


图 4-3 小肠上皮细胞吸收葡萄糖的示意图

2. 水孔蛋白

水分子可以通过简单扩散方式穿过磷脂双分子层,但是速度缓慢,对于肾小管、集合管、泪腺、唾液腺等具有水分重吸收或分泌功能的器官,仅仅依靠简单扩散是不能满足功能需求的。20世纪80年代,科学家在红细胞质膜上发现了第一个水孔蛋白AQP1。这是一个由四个亚基组成的膜蛋白,每个亚基单独形成一个供水分子通过的中央孔(图4-4),直径约0.28 nm。AQP1只允许水分子快速通过,不允许离子或其他溶质通过。之后研究发现,水孔蛋白是一个很大的家族,目前已知的种类已超过200种。

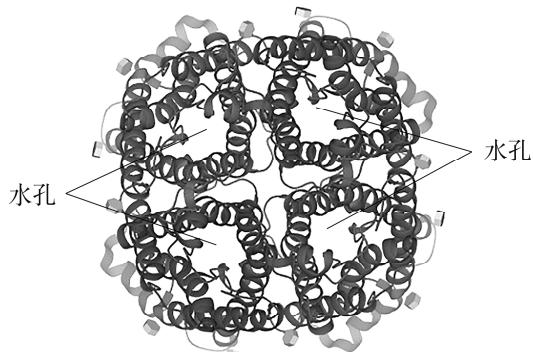


图 4-4 水孔蛋白空间结构模型图

3. 显微测微尺

显微测微尺分为目镜测微尺(简称目微尺)和物镜测微尺(简称台微尺),两尺需配合使用。目微尺是一块可放在目镜内的圆形小玻片,在它的中央刻有刻度,尺长5~10 mm,分成50~100小格,每5小格之间有一长线隔开。台微尺是在一块载玻片中央,用树胶封固一圆形玻片内的标尺,尺全长1 mm,分成10大格,每1大格又分10小格,共100小格,每1小格为0.01 mm。台微尺专门用于标定目微尺每格的长度。使用不同目镜和物镜进行观察时,由于它们的放大倍数不同,目微尺每小格所代表的实际长度也就不一样。在同一放大倍数下,目微尺测量结果可表示相对大小,也可以用台微尺对目微尺进行标定。

显微测微尺的使用方法:

- (1) 将目镜从镜筒中取出,旋下目透镜。
- (2) 将目微尺有刻度的一面向下放在目镜镜筒的光阑上。

- (3) 旋上目透镜,将目镜放回镜筒上,即可在目镜中看清目微尺。
- (4) 将台微尺置于载物台上,使刻度面朝上。将台微尺移至视野正中。按照正确使用低倍镜、高倍镜的方法,调焦至能看清台微尺上的刻度。
- (5) 转动目镜和移动台微尺,使两尺平行,再使两尺左边的一刻线重合,然后自左向右找出两尺另一次重合的刻线。分别记录下两条重合刻线间台微尺和目微尺的格数,按下列公式计算目微尺每1小格的实际长度: 目微尺每1小格的长度(μm) = 重合的台微尺的小格数 / 重合的目微尺的小格数 $\times 10$ 。(注: 若在低倍镜下测量标本, 目微尺的标定应在低倍镜下进行; 而若要在高倍镜下测量标本, 应在高倍镜下标定目微尺。台微尺与目微尺的比值因不同的放大倍数而不同。因为台微尺的每小格绝对长度为 $10 \mu\text{m}$, 所以不论在低倍镜还是高倍镜下该计算公式都有“ $\times 10$ ”)
- (6) 取下台微尺,换上需要测量的标本(玻片),即可用目微尺进行标本测量。通过移动标本,测出细胞所占目微尺的小格数,将此结果乘以每1小格所代表的长度,即可求出单个细胞的大小。

第2节 酶催化细胞的化学反应

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 从蛋白质结构与功能相适应的角度,说出酶作用的特点。
- (2) 运用实验数据解释温度、pH 等条件对酶活性的影响。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.1 及相关活动建议设定的。目标(1)要求在建立“绝大多数酶是一类能催化生化反应的蛋白质”概念时,用实例说明酶具有催化功能;从蛋白质本质的角度,用结构与功能观解释酶的作用特点(水平 1)。目标(2)则是要求通过实验探究,归纳分析实验数据,推断得出结论,建立“酶活性受到环境因素(如温度、pH 等)的影响”概念(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.2.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 4-5)。

表 4-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
酶能催化生化反应,大多数酶是蛋白质	酶使细胞内生化反应高效、稳定进行
	酶的种类很多,通常每一种酶参与一种或一类化学反应
	大多数酶是蛋白质,其结构决定功能的专一性
酶活性受温度、pH 等环境因素的影响	酶的作用需要适宜的温度,通常高温会破坏酶的结构
	酶的作用有其适宜的 pH 范围

3. 学习内容

细胞的功能绝大多数基于化学反应,酶是加快化学反应的催化剂。在细胞代谢过程中,酶是必不可少的条件之一。绝大多数酶的本质是蛋白质,种类多样。随着人们对酶研究的深入,各种酶在生活中的应用越来越广泛。本节内容的学习,帮助学生进一步认识酶的本质、在生命活动中的作用及其社会应用价值。

通过初中生物学的学习,学生对唾液淀粉酶、胃蛋白酶等的消化作用已经有一些前期认识,节引言以此作为情境。但是这些酶都是在细胞外起作用的酶,且学生对酶的功能认识局限于消化作用,并且是抽象的。教材在回顾这些概念的基础上提出了深层次问题:酶有怎样的结构?酶有什么作

用？用问题导入本节的学习内容。

教材安排演示实验“观察酶的催化作用”作为课前活动。该实验现象非常明显：无机催化剂 FeCl_3 可以加快 H_2O_2 分解，而新鲜肝脏匀浆液可以使 H_2O_2 急剧分解，产生含 O_2 的气泡量远多于 FeCl_3 。这些现象背后存在怎样的机理？教材围绕实验现象，分3目进行阐述和说明：酶的催化有何特点？酶是如何催化的？环境因素是如何影响酶活性的？另外安排了一个半自主设计实验，帮助学生达成学习目标。

第1目：酶是生物催化剂。通过分析课前活动的演示实验，阐明酶是生物催化剂的概念。首先，通过反应式解释催化剂概念：酶既不是底物也不是产物，只是具有催化功能；接着通过实验数据、酶催化反应案例说明酶的高效性和专一性等特点；最后以白化病的案例反证酶对细胞生命活动的重要性。教材采用归纳与概括、演绎与推理等方法阐述生命现象及规律，力图体现学科思维方法，培养学生的学科核心素养。

第2目：酶的功能与其分子结构相关。教材以图文结合的方式，以乳糖酶为例说明催化底物分解的过程。通过实例解释酶的结构与功能关系，也是第2章中提到的蛋白质结构与功能关系的体现，进一步说明了“绝大多数酶是一类能催化生化反应的蛋白质”这一核心概念。

第3目：酶活性受环境因素影响。通过理论与实践相结合的方式，建构“酶活性受环境因素影响”的概念。教材通过探究·实验4-2“探究温度对淀粉酶活性的影响”，让学生完善实验设计、实施实验方案、获取数据，并通过分析数学模型（温度影响酶活性曲线图）建构概念。学生在解释酶活性影响曲线时，酶的最适温度、高温会使酶失活等生物学事实相继呈现，本节的概念也随之建构，同时学生科学探究能力也得到培养。在此基础上，教材以胃蛋白酶和唾液淀粉酶为例，结合图示，概述pH对酶活性影响的规律，使“酶活性受环境因素影响”概念得到进一步完善；在探究·实验4-2中以“拓展探究”的形式，引导学生对相关概念设计实验进行探究。

二、教学建议

本节内容建议3课时。其中，课堂教学2课时，实验与活动教学1课时。

1. 课堂教学建议

在建构生物学概念的同时，关注发展学生的结构与功能观，提升演绎与推理、数据分析、结果表达、实验设计等学科核心素养。建议通过师生互动，引导学生通过生物学事实案例分析、推理得出结论。

（1）通过演示实验设置情境，直观感受酶的催化作用

用演示实验“观察酶的催化作用”（有条件的学校也可作为学生实验）为本节设置一个研究情境：滴加新鲜动物肝脏匀浆液（或土豆匀浆液）可以促进 H_2O_2 溶液剧烈分解释放 O_2 。大量气泡产生的现象使抽象的“催化剂”概念“可视化”，给学生强烈的视觉冲击，留下深刻印象。同时，与无机催化剂效果的对比，有助于建立“生物催化剂”的概念。由实验现象引出“酶是什么？”“酶的作用有什么特点？”等生物学机理的探讨。

(2) 通过比较、分析、归纳,建立“酶是生物催化剂”的概念

结合课前活动中的实验现象,分析 H_2O_2 分解反应式,学生会看到,底物和产物中均没有酶,得出酶是一种催化剂的概念。引导学生比较无机催化剂与酶的催化效率,也可提供酶催化速率相关数据,归纳得出酶具有催化效率高的特点,并引出酶活性概念。

(3) 通过归纳和图示,建立“绝大多数酶是蛋白质”的概念

在第 2 章第 2 节蛋白质功能的学习中,学生已经初步了解细胞中的酶绝大多数是蛋白质。通过对教材广角镜“核酶”的阅读,帮助学生了解“核酶的发现丰富和发展了酶的概念”。回顾第 2 章中关于蛋白质结构与功能的关系,解读教材图 4-12“酶(乳糖酶)催化底物(乳糖)水解示意图”。用结构与功能观,可以解释酶的多样性和专一性原理。教师可以提供更多学生熟悉的酶催化反应的案例,师生共同归纳得出酶具有种类多样性和底物专一性的特点。

(4) 通过具体实例,了解酶在社会生产生活中的应用

可利用教材在本节的生物学与社会,举例说明酶在食品工业中的应用。有条件的学校可引导学生在线查阅更多资料,了解酶的用途,培养学生关注酶在社会生产生活中重要应用的社会责任素养。

(5) 结合探究活动,归纳总结“酶活性受环境因素影响”的概念

在教学过程中,可先实验探究,后归纳和总结。第 2 课时完成探究·实验 4-2 的设计和操作,并通过实验获得不同温度条件下淀粉酶催化活性的相关数据(具体见“实验与活动建议”)。第 3 课时建议采用小组学习方式。首先共享实验获得的数据,绘制温度对淀粉酶活性影响曲线。阅读教材第 79 页第一段,用科学术语解读曲线的变化规律及其生物学含义。教师可引导学生查阅更多关于酶最适温度的研究资料,归纳得出结论。解读教材图 4-14,先讨论同一种酶在不同 pH 条件下活性的变化,并与温度影响曲线进行比较;然后讨论不同酶,如唾液淀粉酶、胃蛋白酶等最适 pH 与其工作环境的关系,得出“酶的作用需要有适宜的环境条件”的概念。

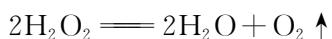
也可先进行理论阐述和实验设计,后进行实验探究。第 2 课时首先阅读教材第 79 页关于温度、pH 对酶活性影响的案例及图 4-14,归纳得出结论:温度、pH 等影响蛋白质结构的环境因素可以影响酶的活性;每种酶有其特定的温度、pH 等工作环境;来自不同生物的同一类酶,最适工作环境不一定相同。然后引导学生完善探究·实验 4-2 的实验方案,熟悉实验原理和实验仪器等。第 3 课时实施探究·实验 4-2(具体见“实验与活动建议”部分)。

2. 实验与活动建议

演示实验 观察酶的催化作用

本实验设置了 3 组比较:蒸馏水、无机催化剂 $FeCl_3$ 溶液、新鲜动物肝脏匀浆液。与传统实验不同的是,本实验未设置高温处理的肝脏匀浆液组。通过对产生的气泡量及火星复燃亮度的比较,让学生直观感受催化作用及生物催化剂的高效性。

H_2O_2 分解反应方程式为:



H_2O_2 在常温和中性条件下,分解速度非常缓慢。因此,滴加蒸馏水组,几乎看不到气泡产生;加

入 FeCl_3 溶液组,可以看到有少量气泡产生;加入新鲜动物肝脏匀浆液组,出现大量气泡。通过观察、比较,学生能直观感受到生物催化剂的高效性。因此,建议在本实验中,通过比较实验组与对照组、不同实验组之间(相互对照)的实验现象,归纳得出:①催化剂在化学反应中可提高反应速率;②与无机催化剂相比,生物组织中的催化剂——酶的作用效率更高(表 4-6)。通过比较分析,培养学生归纳、推理等科学思维习惯。

表 4-6 实验比较组别及归纳出的结论

比 较 项	归 纳 结 论
FeCl_3 溶液组、新鲜动物肝脏匀浆液组与蒸馏水组	催化剂在化学反应中的作用是加快反应速率
FeCl_3 溶液组与新鲜动物肝脏匀浆液组	与无机催化剂相比,生物组织中的催化剂——酶的作用效率更高

实验中需要注意的是,酶的催化效率高,滴加新鲜动物肝脏匀浆液需要逐滴滴加,以免外溢。同时,肝脏组织中的其他物质会影响气泡破裂,可以将带火星的线香插入大气泡中进行观察。

探究·实验 4-2 探究温度对淀粉酶活性的影响

本实验的教学目标有:探究温度对酶活性影响的基本规律;初步学会设计探究方案;运用科学术语报告实验结果。目标包含了核心概念的建构和科学探究素养的培养。

本实验为半自主设计实验。学生以填空等方式完善《实验与活动部分》“实验方案”中的假设、变量设置及操作步骤,并设计结果记录表等。学生第一次完成实验设计,需要教师给予必要的指导。由于不同批次酶制剂的最适温度、活性都可能会有差异,同一批次酶制剂的活性也会因保存时间和条件不同而发生改变,为了能够更好地给予学生指导和帮助,建议教师做好预实验。

(1) 实验试剂准备

本实验使用的试剂配制方法见附录 4。注意:

- ① 配制好的淀粉溶液容易变质,需要 4℃ 保存,并于 1 周内使用。
- ② 淀粉酶是一种蛋白质,配制好的溶液常温下容易被污染和降解。建议配置成稀释 100 倍 (100×) 的母液,分装在 2 mL 的离心管中,−20℃ 保存;实验课前取出,缓冲液稀释后放置于 4℃ 冰箱备用;使用时取出,确保学生尽可能用新稀释的酶溶液。
- ③ 有条件的学校可购置配制好 DNS 试剂,但需要做预实验检查效果。

(2) 预实验

确定淀粉酶的适宜工作温度:对于新购置的酶制剂(不同来源的淀粉酶最适工作温度会有差异),可按教材中探究·实验 4-2 的操作步骤,设置 7 个温度梯度(通常以商家提供的最适温度为中间点,高温为 85℃ 和低温为 4℃,高温、低温与中间点温度之间各设置 2 个温度点);根据温度对酶活性影响曲线确定最适温度。

确定淀粉酶合适的工作浓度:酶的活性对实验的效果有很大影响,酶制剂存放长时间后,其活性会下降。因此,实验前应对酶的活性做检测,以确定学生实验时滴加酶制剂的浓度。具体方法是,在所选用的淀粉酶的最适温度条件下(如 65℃),用教材中提供的方法,进行几组预实验。通常可以用教材

给出的酶溶液浓度(0.005%)及其2倍和1/2进行预试验。在完成吸光度测试后,选用在可测量范围内(吸光度范围0~1.5),吸光度最大的一组所对应的淀粉酶溶液浓度作为学生实验用酶溶液的浓度。

(3) 实验设计

假设:《实验与活动部分》在假设部分留出了三个空给学生做出判断。对于高温和低温对酶活性影响的假设,教材第79页第1段可以作为学生判断依据。人的唾液淀粉酶最适温度范围为35~40℃,但是,通常商业供应的淀粉酶是微生物制剂,适宜工作温度较高。教师可以告诉学生实验所使用淀粉酶的工作温度参数,完成第3空。教师也可以让学生按照自己的认知做出假设,当实验结果与假设不一致时,再加以说明。结果与假设的不一致,是引起认知冲突、促进深入思考的契机。

变量设置:依据影响因素设置自变量的变化梯度(实验分组),是探究实验设计的基础。实验分组数量影响实验的精确度,最基本的组数是5组,分布在最适温度及低于和高于此温度(各设置2组)。教师也可以根据实际情况增加温度梯度,由一个大组中不同小组合作完成,并共享数据。

因变量:即检测指标,对于淀粉酶的活性,既可以测定底物淀粉被水解的速率,也可以测定水解产物(还原糖)的生成速率。淀粉可以用碘溶液显色,还原糖可以用DNS试剂显色,用分光光度计测定特定波长下的吸光度表示颜色深浅。装备了分光光度计的学校,建议用DNS试剂检测还原糖的生成速率;未装备的学校,可以用碘溶液测定淀粉的水解速率。

其他变量保持一致:这里指除了自变量(温度)外可能影响实验结果的实验条件,如酶和实验试剂的浓度与用量、反应的时间等。

(4) 组织实施

本实验实施过程相对复杂,建议教师根据班级学生的实验能力,以小组合作方式组织实验。2人一组,若干小组组合成一个大组,共同完成一个实验方案。

各试管中反应进行的时间是比较难保持一致的变量。建议教师在学生开展小组实验前,引导小组学生合理分工,如一名学生负责试剂加样,另一名同学负责计时;同一实验方案的大组,用同一台分光光度计测吸光度,以减少仪器测量误差。

实验中注意安全,如NaOH是腐蚀性化学试剂,操作时应提醒学生安全操作;涉及加热设备的,避免触碰,要使用试管夹夹取加热的试管等。

(5) 实验结果的记录

使用DNS法检测还原糖时,还原糖量越多,溶液颜色越深。通过这一现象,学生可以感性认识不同温度条件下淀粉酶催化淀粉分解的速率。

使用分光光度计测定溶液在540 nm波长下的吸光度,获得实验数据,示例如表4-7;绘制温度对淀粉酶活性影响曲线,示例如图4-5,使实验探究的结果实现从定性到定量的转变。

表4-7 各试管反应温度、颜色变化和吸光度值

试管号	1	2	3	4	5	6
温度(℃)	0	22	35	45	65	85
颜色变化	+	++++	++++	++++	++++	++
A _{540nm}	0.170	0.849	1.122	1.271	1.383	0.450

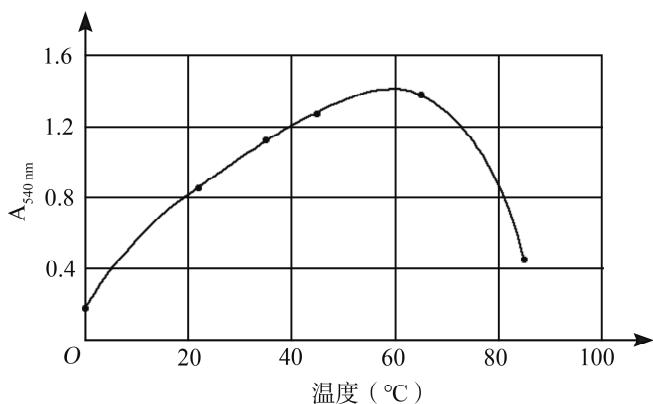


图 4-5 不同温度条件下溶液吸光度变化曲线

(6) 实验结果的分析与讨论

根据观察不同温度条件下溶液颜色变化规律,以及分析溶液吸光度随温度变化曲线,可以发现:在一定范围内,酶活性随温度升高而上升;超过最适温度后,酶活性会随温度升高而迅速下降。

教师可引导学生根据实验结果,准确表达自己的实验结论,并与实验前的假设进行比较,分析导致不同的原因。

(7) 实验报告

这是学生第一次学习撰写完整的实验报告,教师需要给予指导。在《实验与活动部分》中,可以看到实验报告主要包括引言、材料与方法、实验结果、分析与讨论等部分。这与学科论文的格式基本一致,这里可以通过简述的方式填写。

如果第 2、3 课时先实验后讨论,建议请学生在实验操作前,先完成实验报告的引言、材料与方法部分,作为实验预习。其中,实验方法部分可以参考教材表 4-3 的形式,内容参考探究·实验 4-2 的实验步骤。

实验报告的实验结果部分绘制的曲线以温度为横坐标,以吸光度为纵坐标。这部分的文字主要描述吸光度随温度的变化规律。分析与讨论部分应根据实验原理、酶的蛋白质特性,对实验结果的现象、数据进行分析,包括其中包含的生物学原理(温度与酶活性关系),得出温度对淀粉酶活性影响的实验结论。如果结论与假设不一致,分析可能的原因;如果结论与假设一致,则可以讨论其他问题,如影响实验成功的因素(包括分组情况、控制变量等)、得出的实验结论在酶应用中有何指导意义等。

3. 栏目使用建议

(1) 广角镜“核酶”

该广角镜设置意图是解答酶的本质概念中“绝大多数”的含义,即有少部分酶是非蛋白质类的。核酶的发现至今有很长时间了,深入研究则是近年来的热点。关于核酶部分的教学内容在此不适宜展开,学生只需知道并不是所有的酶都是蛋白质,有一些酶的本质是 RNA 即可。

(2) 广角镜“酶抑制剂”

本栏目链接在第 2 目后,是对酶活性中心的结构与功能关系的应用和拓展,也是酶的工作原理在药物设计中的应用案例。除了人工酶抑制剂外,自然界中的许多生物毒素也是通过对猎物神经系统

统酶类的抑制起作用的。这部分内容可作为培养结构与功能观、创造性思维、解决社会现实问题能力的教学素材和情境使用。

(3) 生物学与社会“酶与美食”

酶被人工生产并广泛应用于社会生产各个领域，在多个版本的生物学教材中都有酶的应用相关内容。本教材在正文中没有列出酶的应用，而是以栏目的形式，选择了酶在食品生产中作为添加剂应用的案例，贴近学生生活。以“酶与美食”为标题，通过生物学与社会栏目供学生拓展阅读，增强学生的社会责任感。

以上3个栏目的内容难度不大，学生可以自行阅读理解。建议在第1课时教学的课内或课外作为情境或拓展使用。

三、拓展资料

1. 酶的化学组成

单纯蛋白质酶：有些酶的化学组成只有多肽，成分中除了氨基酸不含任何其他分子，属于单纯蛋白质酶，如胰脏的核糖核酸酶、淀粉酶等。

结合蛋白质酶：有些酶的化学组成中除了蛋白质外，还含有一些对热稳定的非蛋白质类小分子物质或金属离子，即由蛋白质部分和非蛋白质部分组成。其中，蛋白质部分称为酶蛋白，非蛋白质部分称为辅酶(或辅基)。酶蛋白与辅酶(或辅基)结合所组成的复合物称为全酶，即全酶=酶蛋白+辅酶(辅基)。在催化生化反应时，酶蛋白和辅酶(或辅基)同时存在才起作用，两者各自单独存在时均无催化作用。酶蛋白部分决定酶催化的专一性，辅酶(或辅基)在酶催化中通常是起着电子、原子或某些化学基团的传递作用。大部分辅酶是维生素或维生素的衍生物。

2. 酶催化作用的基本原理

酶具有催化作用，能使化学反应加速进行。根据化学反应理论，一个化学反应的发生，其反应物分子先要具备或获得足够的能量，即超过该反应必需的能阈，使其分子变为激活状态。处于激活状态的分子称为活化分子。使一般分子变为活化分子所需的能量称为活化能。在一个反应体系中，活化分子越多，反应就越快；增加活化分子的数目就能提高反应的速率。

酶的催化作用就是降低化学反应所需的活化能。在催化反应中，只需较少的能量就可使反应物分子进入激活状态，所以与非催化反应相比，其活化分子的数量大大增加，导致反应速率提高。

酶为什么能有效地降低化学反应中所需要的活化能？一般可用中间产物学说来解释。中间产物学说的要点是，在酶促反应中，反应物(S)先与酶(E)结合形成不稳定的中间产物(ES)，然后使中间产物再分解，释放出酶(E)并生成产物(P)。此过程可用下式表示：



这样，就使原来没有酶存在时的 $S \rightleftharpoons P$ 一步反应，分成 $E + S \rightleftharpoons ES$ 和 $ES \rightleftharpoons E + P$ 两步反应，而这两步反应所需要的活化能均比原来一步反应时小得多。酶之所以能降低反应活化能，是由于酶与反应物生成中间产物，从而改变反应途径，使反应沿着所需活化能少的“迂回”道路进行。

关于酶与底物(反应物)如何结合形成中间产物,又如何完成催化反应,目前有锁-钥匙学说和诱导契合学说两种。

锁-钥匙学说认为,酶分子和底物的关系,就像锁和钥匙的关系一样,底物的结构必须要和酶活性部位的结构相吻合。这一学说在一定程度上解释了酶促反应的特性,但实际上,酶的活性中心并不像这个模型中所显示的那样具有刚性,并且这个模型不能解释酶促反应的可逆过程。

诱导契合学说认为,酶活性部位的结构具有一定的可塑性。当底物分子与酶分子接近时,在底物分子的诱导下,酶活性部位的构象发生变化,有利于与底物相配合。酶与底物互补契合,结合成中间产物,促使底物发生反应。近年来,酶的 X 射线衍射研究证明,酶与底物结合时,酶活性部位的构象确有变化。

3. 核酶

核酶是一类独特的 RNA 分子,具有自我剪切和催化性质,是 20 世纪 80 年代初期美国科学家切赫(T. Cech)和阿尔特曼(S. Altman)分别发现的。与蛋白质催化剂相比,细胞内 RNA 催化剂的种类是极少的。现在已知的几十种天然 RNA 催化剂的绝大部分参与 RNA 的加工。RNA 催化剂比蛋白质催化剂的催化效率低,有的 RNA 催化剂具有多种酶的功能。例如,原生动物四膜虫的 rRNA 前体的内含子序列具有核糖核酸酶等 5 种酶的活性,其水解 RNA 的速率为每分钟两次,而胰 RNA 酶的作用速率则为每秒钟数千次。核酶的发现,不仅打破了“酶都是蛋白质”的传统观念,为研究生命起源和进化提供了新的思路,也开辟了 RNA 研究的新纪元。此后,一系列的有生物活性的 RNA 分子被发现。切赫和阿尔特曼也因对 RNA 催化剂研究的突出贡献,获得 1989 年诺贝尔化学奖。

到目前为止,发现的核酶大约有 7 种类型,包括锤头状核酶、发夹状核酶、丁型肝炎病毒核酶、VS (Varkud satellite)核酶、I 类内含子核酶、II 类内含子核酶和催化 pre-tRNA 加工成熟的 RNase P 中的 RNA 成分。按它们的作用方式可分为剪切型(把 RNA 前体的多余部分切除)和剪接型(把 RNA 前体的内含子部分切除,并把不连续的外显子部分连接起来)。根据所作用的底物不同,又可分成自体催化和异体催化两类。绝大多数 RNA 催化剂以自身为底物进行自体催化,可以是自我剪切,也可以是自我剪接。

根据核酶的特点,人们已成功地设计并合成了各类核酶,应用于抗病毒、抗肿瘤研究,并取得了很大的进展。

抗 HIV 病毒: 20 世纪 90 年代,人们发现核酶可以有效地在细胞中抑制 HIV21 的增殖。科学家将一种锤头状核酶和人类 tRNA 上的反密码子环相连,结果表明,该核酶对 HIV21 的复制有较强的抑制作用。目前,已有多项应用核酶技术的 HIV 基因治疗方案获准进入临床 I 期实验,并取得了可喜的成果。

抗乙型肝炎病毒(HBV): 既然核酶可专一型地切割 RNA 分子,应用核酶技术阻断 HBV 复制和基因表达也是有可能的。科学家设计发夹核酶并转入肝细胞后,83% 的 HBV 复制受到抑制,同时 HBV 表面抗原聚合酶和 X 抗原的表达也相应降低。

4. 影响酶促反应的因素

酶促反应的速率以单位时间(每分钟)内底物减少量或产物生成量来表示。研究某一因素对酶促反应速率的影响时,应在保持其他因素不变的情况下,只改变该影响因素进行探究实验。

影响酶促反应速率的因素通常有：酶的浓度、底物浓度、pH、温度、抑制剂、激活剂等，其对酶促反应影响的规律特点如下。

酶浓度：在底物足够、其他条件固定的条件下，且反应系统中不含有抑制酶活性的物质及其他不利于酶发挥作用的因素时，酶促反应的速率与酶浓度成正比。

底物浓度：在底物浓度较低时，反应速率随底物浓度增加而增加，反应速率与底物浓度几乎成正比；在底物浓度较高时，底物浓度增加，反应速率也随之增加，但不成正比（增加的速率下降）；当底物浓度很大，且达到一定限度时，反应速率就达到一个最大值，此时即使再增加底物浓度，反应速率几乎不再增加。

pH：每一种酶只能在一定的 pH 范围内才表现活性，低于或超过这个范围，酶活性下降，甚至会失去活性。

温度：在一定温度范围内，酶促反应速率随温度的升高而增加；但当温度升高到一定限度时，酶促反应速率不仅不再增加，反而随着温度的升高而下降。

激活剂：激活剂可以提高酶活性，但不是酶活性所必需的。激活剂大致分两类，无机离子和小分子化合物。

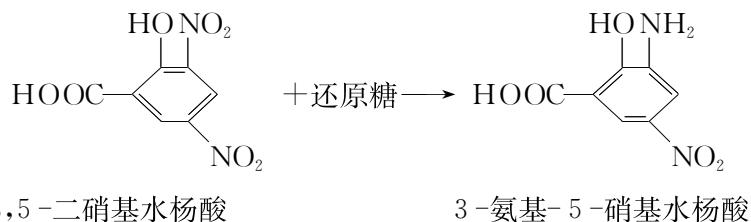
5. α -淀粉酶

α -淀粉酶是一类能内切淀粉分子中的 α -1,4 糖苷键，使淀粉链水解断裂为短链糊精、寡糖和少量麦芽糖和葡萄糖的酶。 α -淀粉酶的最适 pH 约为 4.5~7.0，不同来源的 α -淀粉酶最适 pH 不同。从人唾液和猪胰腺中得到的 α -淀粉酶的最适 pH 范围较窄，约为 6.0~7.0；枯草杆菌 α -淀粉酶的最适 pH 范围较宽，约为 5.0~7.0；嗜热脂肪芽孢杆菌 α -淀粉酶的最适 pH 约为 3.0；高粱芽 α -淀粉酶的最适 pH 范围约为 4.8~5.4；小麦 α -淀粉酶的最适 pH 约为 4.5。

根据 α -淀粉酶的热稳定性可分为耐高温 α -淀粉酶和中温 α -淀粉酶。常见的耐高温 α -淀粉酶有枯草杆菌 α -淀粉酶（最适温度约为 65°C）、地衣芽孢杆菌 α -淀粉酶（最适温度约为 92°C）、淀粉液化芽孢杆菌 α -淀粉酶（最适温度约为 70°C），这两种酶制剂已被广泛地应用于食品加工中。探究·实验 4-2 中建议选用中温 α -淀粉酶。

6. DNS 法测还原糖含量

还原糖分子中含有游离醛基或能异构化为醛基的酮基，具有还原性。还原糖在碱性条件下，水浴加热后可与 3,5-二硝基水杨酸（DNS，黄色）发生反应，生成 3-氨基-5-硝基水杨酸（棕红色），反应式如下：



3-氨基-5-硝基水杨酸在 540 nm 波长下有最大吸收峰，而且在一定范围内，还原糖的量与 540 nm 波长下吸收度呈正相关。因此，利用分光光度法，结合标准曲线（以葡萄糖为标准液），便可计算出样品中还原糖的含量。

第3节 细胞通过分解有机分子获取能量

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 用文字和图示解释 ATP 是驱动生命活动的直接能源物质。
- (2) 从物质与能量角度说明细胞呼吸过程。
- (3) 通过探究酵母的呼吸方式,认识不同条件下细胞获取能量的方式不同。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.2、2.2.4 及相关活动建议设定的。目标(1)要求除了建构概念外,还包括用图文进行解释(水平 2),区别于单一的文字记忆。目标(2)要求以细胞呼吸过程为载体,培养物质与能量观(水平 2)。目标(3)要求能够用细胞呼吸原理解释“探究酵母呼吸方式”实验的结果,尤其是物质和能量变化的差异(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.2.2 和 2.2.4 而选取的,是学生建立物质与能量观的重要载体,教材通过系列生物学事实来解释和说明(表 4-8)。

表 4-8 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
驱动细胞生命活动的直接能源物质主要是 ATP	ATP 分子由腺苷连接 3 个磷酸基团组成
	ATP 是活跃的能量载体,其磷酸基团水解可释放大量能量
	ATP 参与多项生命活动并为之提供能量
	ATP 与 ADP 可以相互转换
细胞的有氧呼吸可以生成大量的 ATP	葡萄糖在细胞质基质中氧化分解为丙酮酸
	有氧条件下,丙酮酸进入线粒体,彻底氧化分解为 CO ₂ ,产生大量 ATP 和热能
生物体通过细胞呼吸分解有机分子获得能量	无氧条件下,丙酮酸在细胞质基质中转换为乳酸,或分解为 CO ₂ 和酒精,产生少量 ATP 和热能
	氨基酸脱氨基后可以进入糖代谢途径
	脂肪酸在线粒体中氧化分解产生 ATP 和热能

3. 学习内容

教材在节引言中,以与学生生活有关的几项人体活动所消耗能量的数据为情境,从物质与能量

角度提出“细胞生命活动能直接利用的能源物质是什么”“食物中的有机分子是如何转化为直接能源物质的”等与本节内容有关问题，引导学生带着问题进入本节学习。

将演示实验“探究不同供氧环境下酵母的呼吸方式”放置在课前活动，为本节学习创设一个与细胞呼吸相关的研究情境。通过实验，可以检测到：在有氧条件下，细胞消耗 O₂、产生 CO₂；在缺氧条件下，分解产物除 CO₂ 外，还有乙醇。酵母细胞内发生的物质变化过程是怎样的？酵母在分解葡萄糖过程中获得了什么？其中蕴含了怎样的生命活动规律？由此引出对实验结果背后原理的深层次思考。教材从 3 个层次（3 目）分析、说明实验结果背后的生物学机理，阐述细胞生命活动中物质与能量的关系。

第 1 目：ATP 是生命活动的直接能源物质。以 ATP 为例，说明驱动生命活动需要活跃的直接能源物质。结合 ATP 分子结构特点，解释其承载高能量的特点，并用“能量载体”作比喻。细胞内物质运输、分子运动、化学反应等都需要能量。教材以肌细胞收缩过程中肌动蛋白移动为例，用图文结合的形式，说明 ATP 作为直接能源物质驱动生命活动的过程。

这里需要注意的是，教材图 4-17 中用“~P”表示水解可释放大量能量，但并没有提到“高能磷酸键”的概念。国内外教材一般都不再用“高能磷酸键”来解释。

第 2 目：有氧呼吸产生大量 ATP。以葡萄糖氧化分解为例，说明细胞产生 ATP 的途径。首先，以葡萄糖氧化分解总反应式说明反应的底物和产物，印证酵母细胞呼吸实验现象。以葡萄糖氧化分解过程中发生能量转换事实，说明生命活动中的物质与能量关系。这里，教材根据化学反应发生的场所，将有氧呼吸分为两个阶段：在细胞质基质中进行的糖酵解和在线粒体中进行的三羧酸循环、氧化磷酸化。正文中只出现电子传递链和 ATP 生成，没有出现“氧化磷酸化”概念，是为了简化过程、减少新名词，从而降低学习难度。同时，通过广角镜“线粒体中 ATP 的生成”，更详细地介绍线粒体中氧化磷酸化的过程，满足不同层次学习的需求。

教材从物质和能量两条线介绍有氧呼吸。物质线是含 6 碳的葡萄糖分解为 2 个含 3 碳的丙酮酸，丙酮酸进入线粒体后逐步分解成 CO₂。在能量主线中，除了 ATP 外，强调了电子载体辅酶 I (NADH) 的功能（没有沿用“H 质子”概念）。葡萄糖氧化分解释放出电子和 H⁺（教材此处表述为 H，降低难度），将氧化型的 NAD⁺ 还原成 NADH，并生成少量 ATP。NADH 在线粒体内膜上被氧化，并将能量传递给 ADP 形成 ATP 和热能，电子最终传递给 O₂ 生成 H₂O。可以看出，教材分物质和能量两条线，有助于学生建立物质与能量观。

第 3 目：无氧呼吸产生少量 ATP。教材举例说明在缺氧条件下细胞分解有机物获取能量的途径，强调在缺氧条件下，葡萄糖没有被彻底分解，其产物是乳酸，或是酒精和 CO₂。在此过程中，虽然生成的 ATP 很少，但能给细胞的生命活动以短暂补偿，显示生物体对环境变化的适应性。但需要注意的是，乳酸、酒精的大量积累对细胞是有害的。酵母的酒精发酵原理和乳酸菌的乳酸发酵原理在人们日常生活和生产中早已广泛应用，联系生活实际应用，可激发学生学习热情。

第 4 目：其他有机分子也可被氧化分解。在前面学习的基础上，对细胞能量代谢概念作进一步的补充完善。不仅是葡萄糖，储存在脂肪、氨基酸等有机分子中的能量均可在细胞中通过氧化、有氧呼吸过程生成 ATP 和热能。以乙酰辅酶 A 和三羧酸循环为基础，通过教材图 4-24 说明蛋白质、脂肪等营养物质氧化分解的途径。一方面是补充完整“有机分子供能”的概念，另一方面是帮助学生从代谢途径的生物学事实出发，科学地理解不同营养物质之间的代谢关联，为认识均衡营养和养成健

康饮食习惯提供理论依据。

二、教学建议

本节内容建议 2 课时完成。

1. 课堂教学建议

细胞的生存需要能量和营养物质。关于营养物质,经过第 2 章和本章第 1 节的学习,学生已经知道蛋白质、脂肪和糖类是营养物质,并且知道了这些物质消化分解为小分子物质后是如何进出细胞的。但是,对于储存在营养物质中的能量与驱动细胞生命活动的直接能源之间、能量代谢与呼吸等生理活动之间等关系的认识并不清晰,尚处于原初认识阶段。

本节是帮助学生建立“细胞的生存需要能量和营养物质”概念的关键,是树立物质与能量观的关键。由于“能量”“营养物质”与我们的生活、健康密切相关,因此,本节也是学生建立科学健康饮食和生活观念的基础。本节主要介绍发生在细胞中的化学反应,学习内容基本上是由系列化学反应组成,高中此阶段学生学习可能有一定难度。如果单一由教师讲述,学生只能处于被动记忆。因此,建议充分利用教材正文提供的 7 幅示意图等,以事实为依据,通过师生共同分析,引导学生积极思维,在此过程中培养学生科学思维习惯和方法。

(1) 创设情境,导入学习

在教学过程中,可以课前活动的演示实验“探究不同供氧环境下酵母的呼吸方式”作为情境,通过分析实验现象和相关数据,探讨酵母细胞内的葡萄糖分解反应、物质与能量转换过程,提出问题,引入本节学习。教师可用视频微课等形式展示实验过程,引导学生思考。对于“思考与讨论”题 1,学生可根据实验结果分析有氧和无氧条件下产物的不同,但对其原因并不清楚,需要通过本节学习后完成。对于“思考与讨论”题 2,学生根据前概念可能会直接回答:“酵母分解葡萄糖过程中获得能量。”但是,还不能回答出能量的载体是什么、如何驱动生命活动、与葡萄糖之间是什么关系等深层次问题。这些问题正是本节教学的切入口。

教师也可通过引导学生观察、分析 ATP 作用实验,设计情境,引入本节内容的学习。例如,可用“荧光素酶催化荧光素发光”实验导入:取 2 支试管,分别加入荧光素溶液,然后向试管中滴加荧光素酶,没有荧光出现;向其中一支试管中滴加葡萄糖溶液,无荧光出现;向另一支试管中滴加 ATP 溶液,会出现荧光。根据实验现象提出问题:为什么葡萄糖不能激发酶的催化作用,而 ATP 却可以?结论是:ATP 是驱动生命活动的直接能源物质……由此切入本节学习。

(2) 结合图示和具体案例,解释 ATP 是生命活动的直接能源物质

“直接能源物质”是本节需建构的重要概念。经过第 2 章的学习,学生知道糖类和脂肪可以作为能源物质,为生命活动提供能量。但是对供能过程是不清晰的,或者说是不准确的。教师需要说明:直接的供能物质是细胞中类似于 ATP 分子的能量载体。教材列出了 ATP 分子结构示意图,教师可引导学生将其与腺苷酸比较,指出磷酸基团的功能。除了使用本节教材上的图示外,也可将 ATP 与发生在细胞质膜上的主动运输示意图结合起来进行举例。从特殊到一般的推理过程有助于学生对

“ATP 驱动生命活动”概念的建立。由于 ATP 驱动生命活动的机制非常复杂,需要有更多的背景知识才能详细解读,这超出高中学生的认知。因此,建议教师在介绍 ATP 作用时,举例说明现象,避免深入讨论类似磷酸基团转移等分子作用机理。

“ATP 与 ADP 的相互转换”这一内容是帮助学生理解“能量载体”特点的关键。教学中应强调:①类似于 ATP 的分子非常活跃,因此,其在细胞内数量有限,需要不断地补充;②ATP 与 ADP 的转换不是简单的可逆反应,需要提供能量和酶才能将 ADP 与磷酸基团结合形成 ATP。细胞通常是通过氧化分解有机分子,利用其中的能量,在酶催化下,使 ADP 与磷酸基团结合形成 ATP。由此导入细胞呼吸内容的学习。

(3) 从物质变化和能量转换的角度,结合图示,说明细胞有氧呼吸的基本过程

有氧呼吸是真核细胞最常见的分解有机物获取能量的生理活动,由系列化学反应组成,大部分反在线粒体中进行。其他版本教材一般把细胞有氧呼吸过程按糖酵解、三羧酸循环和氧化磷酸化等 3 个阶段进行阐述。如前所述,本教材按反应发生场所将有氧呼吸分为 2 个阶段,并简化对化学反应过程的阐述,仅描述了发生在线粒体中的丙酮酸彻底氧化分解和能量转换现象,没有解释机理。在教学过程中,教师可根据学生的学习需求及学业水平要求对此做调整。例如,对于三羧酸循环,可用反应流程图(图 4-6)进行解释和说明,ATP 的生成(氧化磷酸化)可借助教材广角镜“线粒体中 ATP 的生成”中的图示和文字进行解释和说明。

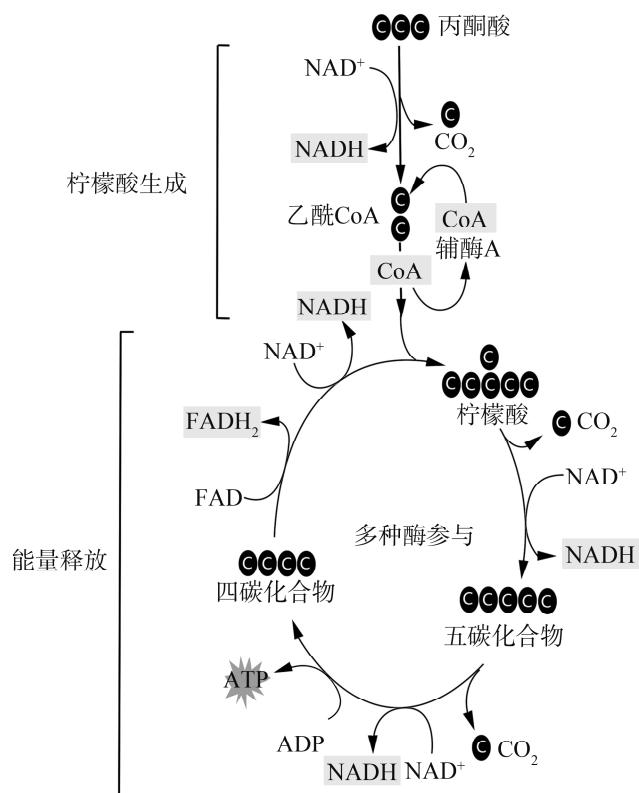
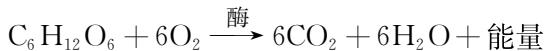


图 4-6 三羧酸循环示意图

在能量转换方面,不仅要关注 ATP 形成的量,也要关注多于 50% 能量“以热能的形式散失”的生理学功能,可以结合温度对酶活性影响的事实,帮助学生理解维持体温对生命活动的重要性。

至此,教师可以引导学生归纳总结,解释葡萄糖氧化分解反应式:



说出反应式中物质的变化、能量的转换过程,以及线粒体的结构和功能。如果是以课前活动的演示实验导入本节课的,至此可以对“思考与讨论”题2做出回答。

(4) 通过建立反应式等活动,说明细胞无氧呼吸的基本过程

围绕着生命观念和科学思维素养培养,建议用无氧条件下酵母呼吸实验案例作为问题情境导入教学,引导学生在葡萄糖有氧分解基础上推导酵母无氧呼吸的反应式。无氧条件下,方程式删去反应物中的 O_2 ,产物中有乙醇($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)。反应场所方面,因为无氧,线粒体内膜上的电子传递链停止工作,丙酮酸和NADH都不进入线粒体,化学反应仅在细胞质基质中进行;能量转换方面,NADH只能在细胞质基质中将电子和 H^+ 传递给乙醇,没有ATP产生。因此,无氧呼吸产生少量的ATP。书写反应式是一个建模过程,需要使用一系列的科学思维方法。这个活动不仅可以帮助学生厘清无氧条件下的物质与能量的转换,同时也提升学生自主学习能力。

(5) 从分子结构式角度,分析氨基酸、脂肪等有机物的氧化分解

氨基酸和脂肪是学生熟悉的营养物质,“这些物质如何为生命活动提供能源”是学生关心的问题之一,解答此问题本身就是很好的情境。建议选取第2章中部分氨基酸和脂肪的分子结构式作为模板,引导学生移除氨基酸分子中的氨基模拟转氨基作用,并观察剩下的化合物分子结构。学生很快会想到剩下的是以碳链为骨架的有机分子,可以参与到糖的代谢途径中。同样的方法也可以用于脂肪酸氧化过程的分析。

需要说明的是,脂质、氨基酸种类很多,细胞中还有其他代谢途径,这里仅仅是一些基本的案例。无氧呼吸和氨基酸、脂肪等氧化分解从不同角度证明了线粒体是细胞能量供应的重要细胞器。

2. 实验与活动建议

演示实验 探究不同供氧环境下酵母的呼吸方式

本实验是高中生物学中的一个经典实验,由于操作装置复杂,通常作演示实验。教材将此实验放置在本节的课前活动,并设置了两道“思考与讨论”题,其目的是作为导入本节学习的问题情境。在教学过程中,教师可根据学情做灵活处理,可作为课前活动演示实验,也可适当增加课时进行学生实验。

在本节课前活动中列出了实验的简要操作方法,其中以下几个步骤和参数设置是实验成功与否的关键。

酵母培养液的配制:称取10 g干酵母,加入到200 mL 5%葡萄糖溶液中培养10 min。

实验进行的顺序:如果只有1套装置,建议先做有氧呼吸实验,因为无氧呼吸需要向瓶子中加入石蜡油封液面。

有氧环境的创造:做有氧呼吸实验时,先连接进气管和出气口的球胆,向酵母液中注入空气2~3 min后,插上 CO_2 电极,打开记录仪开始记录。

无氧环境的创造:做无氧呼吸实验时,加石蜡油后需等一会儿,让培养液中残留的溶解氧耗尽后

再插入电极测量并记录数据。

产物的比较和分析：①传感器记录的是测试瓶液面以上空间中的 CO₂ 浓度变化。两种环境条件下，气体的体积不一样，所以得到的变化曲线斜率只能比较相对大小。如果要做绝对排放量比较，需要排除干扰后精确计算。②在有氧呼吸实验中，溶液的氧饱和度是有限的，虽然注入空气，但是几分钟内就会被酵母消耗完毕。因此，产物中可能因部分酵母处于无氧的微环境而产生酒精。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节共 4 个学习提示。第 1 目中的学习提示，用学生熟悉的事件进行类比，使学生形象理解 ADP 与 ATP 之间的转换。第 2 目中第 1 个学习提示是关于葡萄糖氧化分解的热能。在分析细胞呼吸产生的能量时，学生往往对 ATP 的作用比较清楚，而忽略了释放的热能的作用。这里从“浪费”这一表面认识的角度进行提示，有一定的启发思辨作用：可以回答“浪费”，因为没有充分利用生成 ATP，进化上不“完善”；也可以回答“不浪费”，因为可以维持细胞和生物体内的温度。第 2 目中第 2 个学习提示则是提示关注有氧呼吸过程中的物质变化与能量转换，培养物质与能量观。第 3 目无氧呼吸的学习提示，是提示学生关注和思考日常生产生活中氧的重要性。在课堂教学中，教师可将此提示作为问题进行适时提问，促进学生思考，并可延伸到生命安全与健康教育。

(2) 广角镜“细胞内的‘能量载体’分子”

细胞内能量载体分子有多种，这里列举了几种在高中生物学教材中会出现的分子，是对正文内容的拓展，也是对学生思维的拓展。作为栏目，既解释和说明了正文中出现的问题，又能减少学生需要记忆的知识点。

(3) 广角镜“线粒体中 ATP 的生成”

本栏目是发生在线粒体中的三羧酸循环、氧化磷酸化过程的图文简述。这些内容是对细胞呼吸中物质变化和能量转换的适宜性解读，但是其中涉及的名词概念较多，有部分一线教师和专家认为超出了高中生的认知水平。教材将其作为广角镜放置在第 2 目结尾，是供教师选择使用和有需求的学生阅读。必修课学业水平合格性考试评价，可使用其中的一些分子或过程作为证据。学业水平等级性考试评价可选择部分过程作为例证或情境，如三碳、四碳、五碳氨基酸氧化分解时，脱氨基后可转化为三羧酸循环中的化合物等。

三、拓展资料

1. ATP/ADP 在细胞内的动态平衡

ATP 是活细胞内一种特殊的能量载体，在细胞核、线粒体、叶绿体及细胞质基质中广泛存在，并不断与 ADP 发生相互转变。ATP 在细胞内的含量是很少的，储存在人体内的 ATP 不到 1 g。而一个成年人一天大约需消耗 45 kg ATP，即每个细胞每秒大约可形成 1 000 万个 ATP。ATP 的消耗与再生的速率是相对平衡的，保证 ATP 的含量维持在一个相对稳定的、动态平衡的水平，这对于构成细胞内稳定的供能环境具有十分重要的意义。

2. ATP 的利用

ATP 中的能量可以直接转换成多种形式的能量,驱动生命活动的进行。这些能量的形式主要有以下 6 种。

渗透能: 细胞的主动运输是逆浓度梯度进行的。物质通过主动运输进行跨膜移动消耗的能量,可称为渗透能,一般来自 ATP。

机械能: 细胞内各种结构的运动都是在做机械功,所消耗的是机械能。例如,肌细胞的收缩、草履虫纤毛的摆动、精子鞭毛的摆动、有丝分裂过程中染色体的运动、腺细胞对分泌物的分泌等,都是由 ATP 提供能量来完成的。

电能: 大脑的思考过程中伴随着神经冲动在神经纤维上的传导,以及电鳐、电鳗等动物体内产生的生物电等,这些电能是由 ATP 提供的能量转换而来的。

化学能: 细胞内物质的合成需要化学能,如小分子物质合成为大分子物质时,需有直接或间接的能量供应。另外,细胞内物质在分解的开始阶段,也常需要化学能来活化,成为能量较高的物质(如葡萄糖活化成磷酸葡萄糖等)。可以说,在生物体内的物质代谢中到处都需要由 ATP 转换为化学能,以维持代谢反应的进行。

光能: 目前关于生物发光的生理机制还没有完全研究清楚,但是已经知道,生物体用于发光的能量直接来自 ATP,如萤火虫的发光等。

热能: 生物体中有机物氧化分解释放的能量,一部分用于生成 ATP,还有一部分转换为热能并通过各种途径向外界环境散发,其中一部分热能用于维持体温。通常情况下,热能的形成往往是细胞能量转换和传递过程中的“副产品”。此外,ATP 驱动生命活动释放的能量中,一部分能量也能用于维持生物体的体温。

3. 糖异生作用

生物体内的非糖物质(如氨基酸、乳酸、甘油等)转变为葡萄糖和糖原的过程称为糖异生作用。糖异生作用主要发生在肝中。在饥饿或酸中毒时,肾也可成为糖异生的重要器官。

糖异生作用的代谢途径主要是糖酵解的逆过程。糖酵解的大多数反应是可逆的,只有少数几步反应,如葡萄糖磷酸化、含 3 碳的磷酸烯醇式丙酮酸转变成丙酮酸等过程,因释放了大量的能量而不可逆。生物体通过一些特殊的酶或转变途径完成糖异生作用。丙酮酸羧化是其中的一个重要环节。丙酮酸羧化酶(存在于线粒体中)催化丙酮酸羧化生成草酰乙酸,再经磷酸烯醇式丙酮酸羧激酶(存在于细胞质中)催化,将草酰乙酸转变为磷酸烯醇式丙酮酸。糖异生作用是肝中乳酸转变为糖的重要途径,也是氨基酸转变成糖的重要途径,对维持血糖的相对恒定具有重要作用。

4. 转氨基作用

在转氨酶的催化下, α -氨基酸和 α -酮酸之间发生氨基转移,结果使原来的 α -氨基酸转变为相应的 α -酮酸,而原来的 α -酮酸在接受氨基后转变为相应的 α -氨基酸(图 4-7)。

体内转氨酶种类很多,专一性强,如谷丙转氨酶只能催化谷氨酸和丙酮酸之间的氨基转移(图 4-8)。

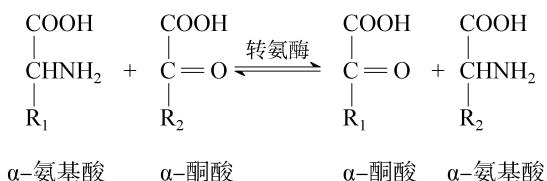


图 4-7 转氨基作用示意图

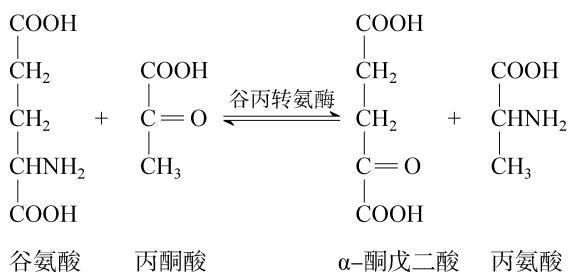


图 4-8 谷丙转氨酶作用示意图

5. 营养物质之间的相互关系

生物体的新陈代谢是一个完整、统一的过程，是在各个反应过程相互作用与制约下进行的。各类物质的代谢相互影响、相互转变。生物体内糖类、脂肪和蛋白质相互转变的关系如下。

糖类代谢与蛋白质代谢的相互关系：糖类是生物体重要的能源和碳源。糖类可用于合成各种碳链结构，经氨基化或转氨基作用后，可生成相应的氨基酸。例如，糖类在代谢过程中可产生丙酮酸，丙酮酸经三羧酸循环可转变成 α -酮戊二酸和草酰乙酸。这三种酮酸均可经加氨基或转氨基作用分别形成丙氨酸、谷氨酸和天冬氨酸。糖类还可以转变成其他非必需氨基酸，但糖类不能在体内合成必需氨基酸。

蛋白质可在体内转变成糖类，如用蛋白质饲养患糖尿病的狗，则食物中 50% 以上的蛋白质可以转变为葡萄糖。蛋白质转变成糖类的步骤是：首先分解为氨基酸，经脱氨基作用可变为 α -酮酸； α -酮酸再经过一系列反应转变为糖类。现已了解到亮氨酸、赖氨酸外，其他组成蛋白质的天然氨基酸均可转变为糖类。

糖类代谢与脂肪代谢的相互关系：由糖类转变为脂肪的过程在生物体内较易进行。例如，以含糖类很高的饲料喂养家畜，可以获得肥育的效果。又如，许多微生物可在含糖的培养基中生长，在细胞内合成各种脂质（某些酵母合成的脂肪可达干重的 40%）。糖类转变为脂肪的大致步骤是：糖类先经糖酵解生成磷酸二羟丙酮和丙酮酸；磷酸二羟丙酮可还原为甘油，丙酮酸经氧化脱羧后转变为乙酰辅酶 A，然后再缩合生成脂肪酸；脂肪酸和甘油再经合成途径生成甘油三酯。

在生物体内，脂肪分子在酶作用下可水解为甘油和脂肪酸。甘油可经磷酸化转变成 α -磷酸甘油，再转变成磷酸二羟丙酮，然后沿糖酵解途径的逆反应转变成糖类。脂肪酸在氧化分解过程中可生成乙酰辅酶 A。在植物或微生物体内，乙酰辅酶 A 经复杂的代谢过程可转变为糖类。在动物体内，乙酰辅酶 A 主要通过三羧酸循环而氧化成 CO₂ 和水，生成糖类的机会很少。

脂肪代谢与蛋白质代谢的相互关系：甘油可先转变为丙酮酸，再转变为草酰乙酸和 α -酮戊二酸，然后接受氨基而转变为丙氨酸、天冬氨酸和谷氨酸。脂肪酸在动物体内，一般难以用来合成氨基

酸。在植物和微生物体内,由于存在乙醛酸循环,可通过这条途径来合成氨基酸。例如,含有大量脂肪的植物种子在萌发时,由脂肪酸和铵盐形成氨基酸的过程进行得极为活跃。某些微生物利用醋酸或石油烃类物质发酵产生氨基酸,可能也是通过乙醛酸循环途径。

蛋白质转变成脂肪,在动物体内也能进行。有些氨基酸,如苯丙氨酸、酪氨酸、赖氨酸等,可以在代谢过程中生成乙酰辅酶A,再沿着脂肪酸合成途径生成脂肪酸。另一些能够转变成糖类的氨基酸可直接或间接地转变成丙酮酸;通过丙酮酸,可转变为甘油,也可转变为乙酰辅酶A,再转变成脂肪酸。

第4节 叶绿体将光能转换并储存在糖分子中

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 从物质与能量角度,以文字或图示的形式说明光合作用的过程。
- (2) 学会色素分离和光合作用速率测定方法,设计实验探究影响光合作用的因素。
- (3) 举例说明环境因素对光合作用的影响。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 2.2.3 及相关活动建议设定的。目标(1)要求在光合作用概念建构过程中,融入物质与能量观的建立、科学思维的养成等学科核心素养培养的要求(水平 2)。目标(2)要求培养科学探究能力,教材通过设置 2 个实验探究活动帮助学生达成此目标(水平 3)。目标(3)要求学以致用,增强社会责任感:光合作用是植物从环境中获取生长所需物质和能量的主要途径,了解光合作用与环境关系,关注生物学在农业生产领域的应用、养成环境保护意识与行为(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.2.3 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 4-9)。

表 4-9 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
叶绿体是植物光合作用的场所	叶绿体具有适应光合作用的结构
	光合作用色素位于类囊体膜上
光合作用将光能转换并储存为糖分子中的化学能	在光反应过程中,光能转换为 ATP 和 NADPH 中活跃的化学能
	在光反应过程中, H_2O 发生光解,释放 O_2
	在碳反应过程中, CO_2 被固定生成糖,将 ATP 和 NADPH 中活跃的能量转换并储存为糖分子中的化学能
光合作用的速率受多种环境因素影响	光是光合作用的能量来源
	CO_2 和 H_2O 是光合作用的原料
	温度影响光合作用过程中酶的活性和蛋白质的功能

3. 学习内容

光合作用是地球上产生生物能源物质的重要生命活动,在各学段生物学课程都会有相关阐述。

教材围绕 3 个学习目标,设置了理论阐述和 2 个实验探究活动。

在节引言中,教材以初中阶段学习的光合作用内容作为情境,唤醒学生的前概念。在此基础上,引导学生对光合作用的场所、过程及基本条件进行深度思考,导入本节学习。

课前活动“探究植物进行光合作用的条件”是大部分学生在初中生物学课程中见到过的活动,可以作为回答引言中所提出的问题而进行的探究。实验设计中包含了三组对照实验:叶—根(或茎)、 NaHCO_3 溶液—蒸馏水、白光—黑暗—绿光。学生根据已有知识,能够正确预测实验结果,并说出理由:第一组结果说明光合作用在叶片(叶绿体)中进行;第二组结果说明光合作用需要 CO_2 ;第三组结果说明光照是光合作用的必要条件,且白光比绿光更有效。但是,叶绿体的结构与光合作用有何关联?叶绿体是如何捕获光能的?又是怎样固定 CO_2 合成糖的?带着这些问题,教材分 3 目开始阐述和说明。

第 1 目:叶绿体是植物光合作用场所。学生在初中阶段已经建立这个概念,但不一定能说出其内涵,因为缺乏对叶绿体结构的认识。因此,教材中直接过渡到类囊体结构特点的分析,帮助学生完善这个概念。通过叶绿体结构模式图并结合“学习提示”,展现了“叶绿体中类囊体膜面积非常大”的概念;正文则描述了类囊体膜上分布有色素和蛋白质等结构特点。通过图文结合的方式,从结构与功能角度展现了叶绿体结构与光合作用之间的关系。

叶绿体色素是植物捕获和转换光能的重要物质,教材中除了正文介绍外,还安排了提取和分离叶绿体色素实验。通过实际操作、观察等活动,使学生加深对光合作用色素的感性认识,为理解光合作用过程中物质变化与能量转换做好铺垫。对于叶绿体色素的特性,主要是说明了其对光的选择吸收:教材正文通过吸收光谱图和“思维训练”栏目,建立了光与色素分子之间的联系,为学习光反应做铺垫。光合色素有特定的吸收波长,这不仅体现生物对环境的适应,而且也是提高光合作用效率的有效途径之一,同时也解答了课前活动中绿光下气泡产生少的原因。

第 2 目:光合作用是物质和能量的转换过程。此部分重点是突出物质与能量观的培养。光合作用过程的化学反应式是学生所知道的,属于前概念,由此导入并始终以物质变化和能量转换为主线,逐步解释底物的作用和产物形成的机理,以及其中伴随的能量转换。依据《课程标准》要求,教材中以光反应过程中发生的“光能的捕获与转换”“水的光解”“高能化合物的形成”三个阶段,简要说明“叶绿体从太阳光中捕获能量”的生物学事实。以 ATP、NADPH 参与 CO_2 和 H_2O 合成糖的过程(卡尔文循环),说明能量的转换和储存。教材中图 4-30、图 4-31 等示意图帮助学生理解光反应和碳反应过程。最后,教材中举例说明了光反应和碳反应之间的相互促进和相互制约关系,这种关系是建立在物质与能量相互联系的基础上。

第 3 目:光合作用受环境因素影响。《课程标准》在教学活动中建议“探究不同环境因素对光合作用的影响”,第 3 目是为设计实验做知识铺垫。用光合速率作为衡量光合作用强度的指标,分别从光、 CO_2 、水和温度等四个方面简要说明环境因素对光合速率的影响。

光合作用原理有很好的应用价值,为培养学生社会责任感提供教学素材。教材中为设计探究实验设置了问题情境——为学校建设植物培养温室提供合适的环境条件数据,也可通过“生物学与社会”栏目为设计探究实验提供选题思考或情境。

二、教学建议

本节内容建议 5 课时。其中,课堂教学 2 课时,实验与活动教学 3 课时。

1. 课堂教学建议

学生在初中阶段已经学习过“植物叶片能进行光合作用”的概念,知道植物细胞能利用光将 H₂O 和 CO₂ 合成糖类物质并释放 O₂。经过高中阶段对细胞结构、细胞呼吸等章节的学习,学生已经知道如何用结构与功能观、物质与能量观等观念分析相关生物学事实。因此,本节教学中,通过列举事实,引导学生通过归纳与概括,以文字、图示等形式分析说明叶绿体结构、类囊体膜结构特点对光合作用的适应,以及光能转变并储存为糖分子中化学能的过程,提升学生的生命观念和科学思维等素养。在探究·实验 4-3 和探究·设计 4-4 中,落实实验设计、提高科学探究素养。

(1) 设置情境,导入教学

用教材提供的课前活动“探究植物进行光合作用的条件”,创设以光合作用研究为主题的教学情境。通过结果预测,引导学生回顾光合作用场所和光合作用的条件。由于实验需要一定的时间,建议教师课前按教材提供的方法做好预实验,同时录制成视频,上课时播放视频。先让学生看教材并填写表格进行结果预测,再播放实验结果供学生比较,然后进行小组讨论并交流思考题;也可根据学生的预测直接进入正文。由于大部分学生对这个活动有很好的前概念,学生的预测通常是合理、正确的。但是,对于更深度的问题“叶绿体具备怎样的适应性结构”“光是如何起作用的”“CO₂ 怎样转变为糖”“O₂ 来自哪里”“研究光合作用的意义”等,学生还不能回答,让学生带着这些问题开始本节学习。

(2) 结合图片和模型,说明叶绿体结构对光合作用的适应

经历探究·实验 3-1,学生对高倍镜下的叶绿体有了感性认识。建议结合章首图、叶绿体结构示意图(教材图 4-25),从叶片—叶肉细胞—叶绿体—类囊体逐层解析,用模型和数据来建构“叶绿体结构与功能相适应”的概念。通过对图示和模型的描述及“学习提示”中的数据,帮助学生建构“类囊体膜面积增大以接受足够多的光能”的概念。可通过展示叶片结构模型,观察到叶片扁平,能最大程度地接受阳光照射;上下表层覆盖近似透明的表皮细胞,其间分布有气孔,使得阳光可直接透过表皮细胞,O₂ 和 CO₂ 则经气孔出入叶片;展示探究·实验 3-1 拍摄的显微镜照片,可以看到叶肉细胞内有 20~100 个椭圆球状绿色的叶绿体,是高等植物进行光合作用的场所;展示电子显微镜下的亚显微图片,可以看到叶绿体由双层膜包围,内含基质和类囊体;进一步展示模型图,可以发现类囊体是由单层膜构成的扁平囊状结构,由数个类囊体垛叠起来所形成的结构叫基粒,形似叠放的硬币或空心饼,这种垛叠大大增加了类囊体片层的总面积,有助于捕获更多光能。

特定的吸收光谱是植物对光照环境的适应。类囊体为什么是绿色的?用问题导入光合作用色素的阐述。如果已经进行了探究·实验 4-3,则可展示叶绿体色素的层析图,说明光合色素的组成和相对比例;叶绿体色素在吸收、传递光能中起着重要作用,每种色素具有各自的吸收光谱。若还没进行探究实验,则建议利用思维训练栏目中的恩格曼实验,首先引导学生思考恩格曼设计实验的思维逻辑是如何应用演绎与推理的;再将教材图 4-27“恩格曼实验结果”与图 4-26“叶绿体色素吸收光谱”进行比较、分析,将光合作用有效光源与光合作用色素联系起来,引导学生认识其生物学意义。学生在初中物理课程中已经学习过光学相关知识,因此可以由学生讨论得出结论:叶绿素主要吸收红橙光和蓝紫光。通过前面的学习,学生能理解无论是晴天(红橙光比例高)或阴天(蓝紫光比例高)绿色植物都能通过叶绿素利用太阳光进行光合作用,体现了生物对环境的适应性。

(3) 通过多媒体和活动,从物质变化和能量转换角度,形象展现光合作用基本过程
光合作用过程是本节核心内容之一,也是重点和难点。在光合作用的光反应与碳反应教学中,因为都是较为深奥的化学反应过程,且又无法通过实验让学生看到这些变化,所以教学中可采取图解、多媒体动画等方式展示相关过程,让学生能较直观看到光合作用过程中物质的微观变化和能量的传递过程,降低对这部分知识内容的理解难度。在阐述光合作用过程中,应注重利用科学实验证据和培养科学思维方法。同时,需要设计系列活动创设情境,让学生参与其中,主动思考和学习,而非被动接受。例如,①关于水的光解与 O₂ 的释放:介绍科学史话中鲁宾和卡门的同位素标记实验证明 O₂ 来自底物 H₂O 的分解,以及更早的时候英格豪斯通过 500 多次实验证明了光照的作用。设问: H₂O 中的 O 是如何分解出来的? 光起什么作用? 带着问题,结合类囊体上光反应过程示意图进行解释,加深学生的理解。②关于 ATP 的形成:用类比的方法降低学习难度,比如 ATP 的形成,教材的提法体现了化学渗透学说,有一定的难度,但有助学生理解普遍存在于生物体的能量转换过程,在线粒体内膜上也有同样的机理。教师可以用水电站的水轮发电机比喻 ATP 合酶,将水的流动驱动发电比喻 H⁺ 流出驱动 ATP 的合成:类囊体内 H⁺ 的累积,形成内外 H⁺ 不平衡(势能),内部的 H⁺ 经 ATP 合酶流向膜外时,驱动 ATP 合成,物质变化伴随能量转换。③关于 CO₂ 固定与糖分子合成(碳反应):碳反应的本质是将光反应产物 ATP 和 NADPH 中活跃的化学能转换成糖分子中稳定的化学能。高等植物中有卡尔文循环、C4 途径和景天酸代谢(CAM)三条途径。教材仅以最基本的卡尔文循环为例说明碳反应过程中物质与能量的关系,是突出主干、建构大概念的需求。学生在初中阶段已经实践过萨克斯的淀粉生成实验,知道通过光合作用可产生淀粉。但是,学生并不清楚 CO₂ 是如何成为糖的。建议让学生带着问题,沿着卡尔文的研究过程,学习卡尔文循环。此外,流程图是高中生物学中重要的图示之一,建议用流程图帮助学生理解卡尔文循环过程,尤其是其中的物质变化和能量转换。其中,三碳化合物的还原是光反应和碳反应的重要连接点:三碳化合物接受 NADPH 携带的电子和 H⁺ 后,还原成储能更多的磷酸甘油醛,光反应产生的 ATP 和 NADPH 主要用于此。这里可以与细胞有氧呼吸进行比较,帮助学生理解物质变化与能量转换。最后建议引导学生用光合作用反应式归纳光合作用过程,说出反应式中每一项所携带的信息。在总结归纳的基础上,让学生参照表 4-10 的形式学会整理知识,体现教学过程中学法的引导。

表 4-10 光合作用过程中光反应和碳反应的比较

比较项	光反应	碳反应
进行场所		
物质变化		
能量转换		
联系		

教学中应注意以下问题:①碳反应在暗中能进行,在有光的情况下也能进行;②强调光合作用不是一步化学反应,而是由一系列复杂反应所组成的,以其中的物质变化和能量转换为线索;③教师应在讲解完光反应和碳反应过程的基础上,引导学生归纳出概念,并总结出它们的内在联系,即光反应的产物 NADPH 及 ATP 为碳反应中三碳化合物的还原提供能量(活跃的化学能)。

(4) 通过实例分析影响光合作用的因素,通过实验探究规律

在课前活动中探究了光合作用条件,在科学史话中也提出了影响光合作用的一些因素,均可作为实例或情境,再结合总反应式,分析讨论光照、CO₂、水和温度对光合作用的影响。学生已经经历过“酶活性受温度、pH 等环境因素影响”概念的得出,具备相关推理能力,只需在讨论中作适当引导,建议注重让学生自主分析。

以上只是理论分析和推理,通过设计并探究环境因素对光合作用速率的影响,可从实践角度检验和加深认识,进一步发展科学探究能力,具体见实验与活动建议“探究·设计 4-4 探究影响光合作用强度的环境条件”部分。

2. 实验与活动建议

探究·实验 4-3 叶绿体色素的提取分离及叶绿素含量的测定

在实验 2-1 中已经学习了生物组织中营养物质的鉴定和蛋白质含量测定方法,本实验主要学习物质的提取和分离方法。“样品选择—组织破碎—提取—层析分离”,是提取和分离生物组织中物质的基本步骤,也是生物学研究的常用方法,其中蕴含着对生物结构、物质性质的认识。本实验主要根据叶绿体色素存在的场所、脂溶性、吸光特性等设计。在教学中,教师应该让学生知道主要步骤的操作原理和作用。此外,定量测定叶绿素含量,并比较分析同一植物不同发育程度叶片(嫩叶、成叶、老叶)叶绿素含量的差异,可让学生从叶绿素含量变化角度直观地认识叶片生长至衰老过程,加深对生命进程、生物结构与功能关系的理解。

(1) 组织教学

本实验设计了定量测定,实验结果的不确定性和难度增加。因此,需要教师根据学生特点预先做好设计。例如,可将学生分成若干个大组,大组内再分小组,分别完成实验数据的一部分,最后汇总各组数据进行全班共享。相同材料的小组可共享实验数据,计算平均值;不同材料之间可进行比较分析。色素分离和叶绿素含量测定可以用一份提取的样品完成。本实验流程如图 4-9 所示。

(2) 材料准备

叶绿体色素是脂溶性的,减少材料中的水分可以提高提取效果。教材中建议将材料先进行“60℃恒温干燥”预处理,教师需要在实验前一天(提前 24 h 以上)将待测的植物叶片放置在恒温干燥箱中处理。叶绿素含量测定实验需要比较不同部位叶片,因此,在材料预处理时需要一并做好分类处理。

(3) 色素提取

① **研磨:** 1 g 干燥后的菠菜叶,一次性加 95%乙醇 6 mL 左右(植物不同,95%乙醇的用量可能会有差异,建议教师通过预实验确定 95%乙醇的用量。部分植物使用无水乙醇提取效果可能更好)。干燥后的叶片易磨碎,且 pH 对其影响极小,可不用加石英砂和碳酸钙(注意:如是新鲜叶片,则需要加)。

② **过滤:** 过滤前,先用一小团脱脂棉堵在漏斗口。注意脱脂棉要少,否则过滤时滤液会被大量吸入脱脂棉中。有条件的学校,建议采用离心法: 4 000 r/min 离心 5 min,取上清液。

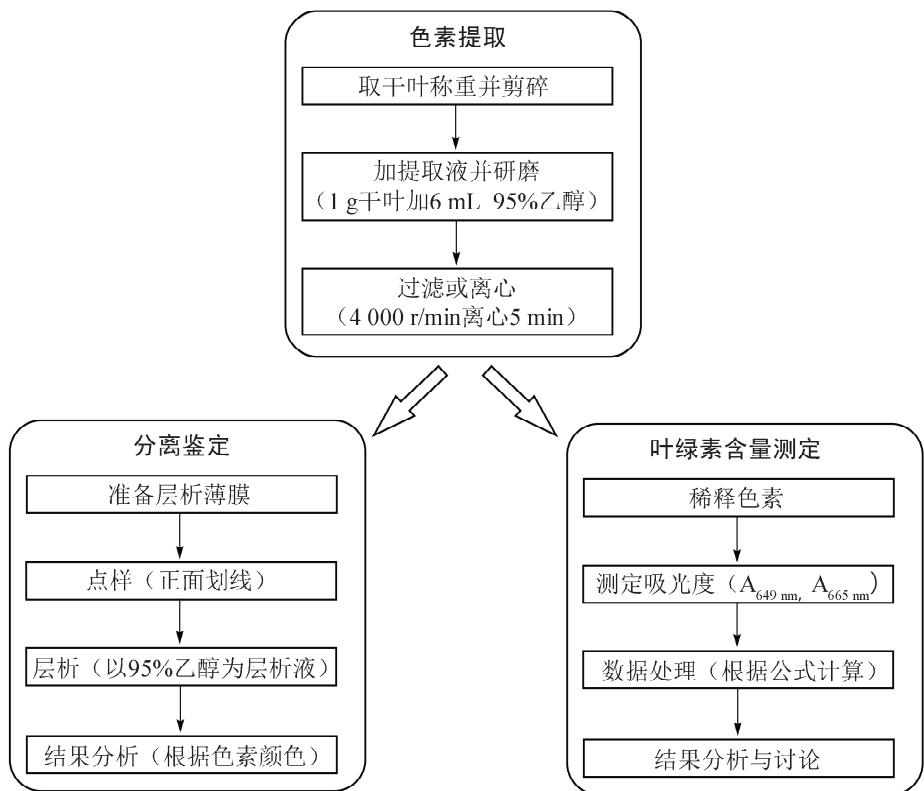


图 4-9 实验流程图

(4) 分离鉴定

① 层析薄膜的准备：与传统方法不同，本教材建议用聚酰胺薄膜作为吸附载体进行层析分离，这是根据层析液进行的改变（滤纸层析效果不佳）。市面上购置的聚酰胺薄膜通常是8 cm×8 cm，需要预先剪裁成2 cm×8 cm长条。

② 点样：聚酰胺薄膜在使用时分正反两面，正面（薄膜）不反光，背面（支撑材料）反光。教师需提醒学生在正面划线点样。划线时注意不要太用力、不要停顿，待前次划线干燥后再进行重复划线。

③ 层析：许多研究采用丙酮作为层析液，但考虑其毒性较大，因此教材中改用95%乙醇作为层析液。注意：将层析液倒入烧杯中时，量不要过多，只要没过烧杯底部即可；薄膜条应斜插进层析液中，使顶端与烧杯口持平，并用培养皿盖住烧杯。

④ 结果分析：叶绿体色素本身有颜色，可以作为判断依据。叶绿素a呈蓝绿色，叶绿素b呈黄绿色，叶黄素呈黄色，胡萝卜素呈橙黄色。需要注意的是，与传统叶绿素分离实验相比，本实验的吸附载体和层析液都作了改变，层析结果中色素条带的排列顺序也发生了改变，从顶端至划线端依次为叶黄素、胡萝卜素、叶绿素a、叶绿素b。类胡萝卜素有多种，由于层析液的改变，结果可能还会出现其他条带。这要求学生能根据实验现象实事求是地判断，不要求刻意记忆顺序。

(5) 叶绿素含量的测定

一株植物的不同部位叶片中，叶绿素含量是相同的还是变化的？用分光光度法可以测定并获得结论，实验步骤包括提取色素、稀释色素、测定吸光度、数据处理。

① 提取色素：建议每一组学生都使用本组叶绿素分离实验所提取的色素，这样一次提取液就可以

完成全部实验。因此,教师在分组的同时要确定每一组选用的材料(什么部位的叶片)。

② **稀释色素**: 通常提取液中叶绿素浓度过高,超出分光光度计的量程,因此教师需要在实验前经预实验判断所选叶片提取液的稀释倍数。一般提取液大约稀释 100 倍,使其吸光度在 0.2~0.8 之间。

③ **测定吸光度**: 每个样品需要在两个不同的波长下(649 nm 和 665 nm)测定吸光度,每次改变波长都要调零后再测量。

④ **数据处理**: 指导学生按照《实验与活动部分》中的结果记录表进行数据记录,再根据叶绿素含量计算公式确定各色素含量。不同的提取液,其公式有差异,浓度单位均为 mg/L。表 4-11 为预实验测得菠菜叶绿素含量的相关数据,仅供参考。

表 4-11 菠菜不同部位叶片叶绿素含量测定结果

叶片部位		外部叶片(成熟叶)	内部叶片(嫩叶)
$A_{649\text{nm}}$		0.318	0.119
$A_{665\text{nm}}$		0.762	0.226
叶绿素含量(mg/L)	叶绿素 a	8.61	2.41
	叶绿素 b	2.41	1.35

(6) 分析与讨论

第 1 小题中一个小组的一次实验结果,样本数量太少,不能完全排除误差,不足以用来说明生物学规律。因此,建议教师引导学生在共享全班数据的基础上,归纳得出关于菠菜光合色素种类、特点等结论,并进行描述。教师也可以引入其他分离方法得出的实验结果让学生比较分析,引发思考。

第 2 小题的生物学基础是随着叶片的衰老,部分叶绿素被分解并运送至生长的叶片,有些色素继续保留。这是《课程标准》关于学科核心素养的要求:在某一给定的情境中,运用生物学规律和原理,对可能的结果和发展趋势做出预测和解释(科学思维水平 3)。学生的解释符合生物学规律即可。

第 3 小题是通过实验结果,说明叶片的生长过程。

探究·设计 4-4 探究影响光合作用强度的环境条件

本实验是落实本节学习目标 2、3 的重要教学环节,建议 2 课时完成。

高中学生第一次自主设计与实施探究实验方案有一定的难度。因此,第 1 课时教师应指导学生阅读教材内容和相关资料,通过创设情境使学生“针对特定情境提出可探究的生物学问题”,并根据给定的条件设计探究实验方案,通过小组交流讨论完善方案以便实施。第 2 课时组织学生实施实验方案。

(1) 创设情境,为提出可探究的问题做好铺垫

提出问题是设计探究实验的第一步,需做好相关准备工作,如结合情境解决实际问题、了解相关变量的影响作用、了解探究的基本步骤等。因此,教师应:①创设现实生活中的相关情境,或者学习“生物学与社会”栏目提供的现代农业设施,了解控制环境条件、提高光合作用效率对农业生产的意

义;有条件的学校可以带领学生参观现代设施农业。②引导学生阅读相关资料,指导学生阅读教材第3目,了解光、CO₂、H₂O和温度等环境因素对光合效率的影响。③引导学生阅读教材第1章第2节,回顾探究实验的基本步骤、设计原则和注意事项等。

(2) 选题设计,小组讨论确定要探究的问题

教材中为学生设计实验提供了应用情境——学校准备建设植物培养温室。现代设施农业中,人工为农作物提供合适的生长环境,可以保障农作物,尤其是各种蔬菜的全年供应。什么样的环境条件是合适的,需要实验研究和生产实践检验。教材中设计这样的情境,主要是为了激发学生的创造力,提高社会责任意识。因此,教师应鼓励学生的创意,尽量不要被传统的“环境因素影响”实验束缚。

影响光合作用的环境条件很多,常见的有光照(光强和波长)、温度、CO₂等。其中,光照、温度是常探究的条件。在温室中,除了自然光照外,需要人工控制的灯光作为补充光源,可以是白炽光,也可以是单色光(特定波长)。学生可以选择上述环境因素进行研究,也可以自选感兴趣的的因素。这样的情境设置可以使学生的选题相对集中,便于在现有实验室条件下完成,提高选题的可操作性。在实际教学中,教师需要根据实验室条件确定其可行性。

(3) 实验方案设计

完成选题后,教师指导学生完成《实验与活动部分》中的“实验设计”:①要准备的生物材料,如青菜、菠菜、黑藻或其他植物叶片;实验室所具备的实验条件,如实验仪器、试剂等。②可选择的光合作用强度测定指标及方法:由于CO₂的消耗不易控制,故常用O₂的产生速率表示光合作用速率;可采用O₂传感器测定,如条件不足,也可采用半定量的方法——真空渗水法(具体方法参考《实验与活动部分》附录部分)。③自变量设定:自变量的设定方法可参考表4-12。④除选定的自变量外,各组其他的环境因素都需要控制一致且适宜,如选择光照强度为自变量,则温度(均为室温25℃)、CO₂浓度(均用0.1%NaHCO₃溶液)、容器大小、培养液体积、植物的数量或质量等各实验组均需要一致。⑤设计分组和结果记录:可通过设计表格,确定分组情况和数据统计的方法。

表4-12 自变量的设定方法

探究因素	自变量设定方法
光照强度	采用相同光照强度(如60W)、不同照射距离(如10cm、20cm、30cm)
	采用相同照射距离(如5cm)、不同光照强度(如20W、40W、60W)
光的颜色(波长)	采用的不同LED灯控制不同颜色的单色光(如红光、黄光、蓝光、绿光)
CO ₂ 浓度	采用不同浓度的NaHCO ₃ 溶液(如0.1%、0.2%、0.4%)
温度	采用不同水浴温度(如4℃、25℃、40℃、60℃)

(4) 方案讨论与交流

在实施实验前,组织各小组交流并完善实验方案。

(5) 实施实验方案

教师需要依据学生的实验设计做好实验器材准备,提醒学生做好实验记录,并在实验过程中给

予适当的帮助。建议鼓励学生通过查阅资料,自主解决所遇到的问题。

(6) 完成实验报告

指导学生完成《实验与活动部分》中的“实验报告”。报告每一项条目后的括号内提示了该条目需要报告的基本内容和形式,如“3. 实验结果(用图文表述)”要求将实验数据计算后用图表示,并用文字对结果做简明描述。最后可根据各组探究结果,回归一开始在情境中提出的问题,提出建设性解决方案。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节有 7 个学习提示。第 1 目中的第 1 个关于类囊体总面积大,有利于光合作用过程中的光吸收,提示结构与功能相适应。第 1 目中的第 2 个,以隐含生物学问题的著名诗句来引起学生注意,用提问的方式提示学生关注生活中的生物学现象,能用生物学原理进行解释,养成思辨的习惯。教学中可作为情境问题引发学生思考讨论,在学生开放性答案的基础上,共同学习叶绿体色素的内容,也可在本目教学内容完成后转换为思考题进行提问。第 2 目中的第 1 个,以提问的形式,提示将叶绿体类囊体膜上的电子传递与线粒体内膜上的电子传递链做比较,侧重能量的转换过程。第 2 目中的第 2、3 个,用归纳的方式,提示光合作用过程中的物质变化与能量转换。第 2 目中的第 4 个,提示学生关注光合作用的生物学意义,同时也提示教师在教学中引导学生从物质与能量观的角度理解植物在生态系统中的重要地位,结合光合作用物质转变过程中还释放 O₂,引导学生理解“植树造林、绿化环境”等措施的理论基础,提高学生保护环境的意识,培养社会责任。第 3 目中的学习提示是对教材图 4-37 的解读,提示一般实验测定光合速率的方法,为探究实验做铺垫。

(2) 思维训练“恩格曼的光合作用光谱实验”

恩格曼的光合作用光谱实验设计,是很典型的演绎推理思维过程。在生物学研究中,对于无法直接测定的数据,可以考虑用间接测定方法获取。恩格曼在当时的实验条件下,无法获得精准波长的光,也无法测量微环境中的 O₂。他巧妙地用棱镜和两种生物的生物学行为来推断出结论。在教学中,教师注意引导学生思考并说出恩格曼的逻辑推理过程。

“思考与讨论”题参考答案:1. 巧妙地用棱镜将光分成不同颜色的光束;选取丝状水绵作为光合作用效率的研究材料,其不同部位可接受不同颜色的光;以好氧菌的分布来确定微环境中的 O₂ 含量变化。2. O₂ 是植物光合作用的产物之一,O₂ 的产量可反映光合作用强度;如果不同波长(颜色)光的条件下光合作用强度不同,则释放的 O₂ 量就不同。在此假设前提下,不同颜色的光照射到丝状水绵不同部位,就会出现 O₂ 在不同部位释放量的差异;而需氧细菌会向 O₂ 含量高的地方运动,因此,相比 O₂ 含量低的地方,O₂ 含量高的地方需氧细菌数分布更多。由此从细菌的分布推论出水绵光合作用的有效光源。

(3) 科学史话“光合作用研究历程”

科学史教育在生物学教学中占有重要地位,对提高学生的科学精神和科学思维、科学探究素养有重要价值。光合作用研究历史是经典的生物科学史,蕴含很多科学探究和科学思维方法,例如从经验到定量实验,从假设到验证,实验设计如何保证单因素变化而其他因素的一致性,归纳、演绎的

方法等,在高中生物学教学中有很好的科学教育价值。教材中依据研究主题和成果,将典型的研究案例进行归类并附加总结标题,点明了这些研究在历程中的意义,增加了可读性。在教学过程中,可用作科学史教育,也可取其中内容作为学习资料融入光合作用过程的教学中,重在提升学生的科学思维和学习科学家的探究精神。

(4) 生物学与社会“充分发挥光合作用效率的现代设施农业”

本栏目介绍了现代设施农业中通过改善光合作用条件来提高产量,可作为探究·设计 4-4“探究影响光合作用强度的环境条件”的情境。由于篇幅问题,教材提供的资料非常简短,教学中可组织学生实地参观或查阅更加丰富的资料。

(5) 前沿视窗“光能转换超分子机器——光合膜蛋白复合物”

学生对光合作用在粮食生产、植物种植管理上的应用相对熟悉,而对其在能源开发和再生能源的应用方面相对陌生。通过本栏目,学生一方面了解光合作用高效的光能转换机制目前已经深入研究到分子、原子水平,是精妙且复杂的生物学过程;另一方面认识到由于发展可再生新能源势在必行,全世界多国科学家都在瞄准该方向深入研究,我国也已具备相关研究技术实力,且已在该领域的研究中处于领先地位,鼓励学生的信心和增强对国家的荣誉感。这方面的研究每年都有新的进展,教学中可建议有兴趣的学生查阅资料,追踪了解国内外的研究成果。

三、拓展资料

1. 叶绿体色素简介

在叶绿体内,结合在类囊体膜上的色素可以分为两类:一类具有吸收和传递光能的作用,包括绝大多数的叶绿素 a,以及全部的叶绿素 b、胡萝卜素和叶黄素;另一类是少数处于特殊状态的叶绿素 a,这种叶绿素 a 能被光能激发,释放出高能电子,并传递给相邻的电子受体,将光能转化为化学能。这两类色素,前一类又称为捕光色素,后一类又称为反应中心色素。在类囊体膜中,上述色素不是散乱地分布,而是与各种蛋白质结合成复合物,共同形成光系统。

2. 光合作用的过程

(1) 光合作用反应中心叶绿素 a 的被激发和水的光解

光系统由色素和多种蛋白质组成。其中,捕光色素又被形象地称为天线色素,它由叶绿素 a、叶绿素 b、叶黄素、胡萝卜素等色素分子组成。这些色素分子有序地排列,使捕获的光能够从一个色素分子传递给另一个色素分子,并最终将能量汇集到光系统的反应中心的特殊叶绿素 a 分子。反应中心是由蛋白质和一对特殊的叶绿素 a 分子组成的复合体。在这个复合体中,能量被捕获并用于激发这对特殊的叶绿素 a 分子中的电子,从而使叶绿素 a 分子释放出高能电子;被光激发释放出的电子被迅速传递给相邻的电子受体。失去电子的叶绿素 a 分子呈高氧化状态,从 H₂O 中获得电子而恢复到稳定状态,而 H₂O 则被裂解,释放出 O₂ 和 H⁺。

(2) 高能电子沿光合电子传递链传递并驱动 ATP 和 NADPH 的合成

在叶绿体类囊体膜上存在两种光系统:光系统Ⅱ和光系统Ⅰ。如图 4-10 所示,在光系统Ⅱ中,

从反应中心(P680)叶绿素a分子中释放的高能电子，沿着类囊体膜中的一系列电子传递体传递，构成光合电子传链。高能电子先传递到电子传递体质体醌(PQ)，然后就像接力赛跑中的接力棒一样，依次传递给细胞色素 $b_{6}f$ 复合物(Cyt $b_{6}f$)、质体蓝素(PC)。光系统I反应中心(P700)的叶绿素a分子吸收光能被激发后，释放一个高能电子，传递到铁氧还蛋白(Fd，一种含有铁硫的蛋白质)，最后传递到NADP⁺，NADP⁺接受两个电子和一个H⁺生成NADPH。光系统I反应中心的叶绿素a所失去的电子则由质体蓝素(PC)所传递的电子补充。

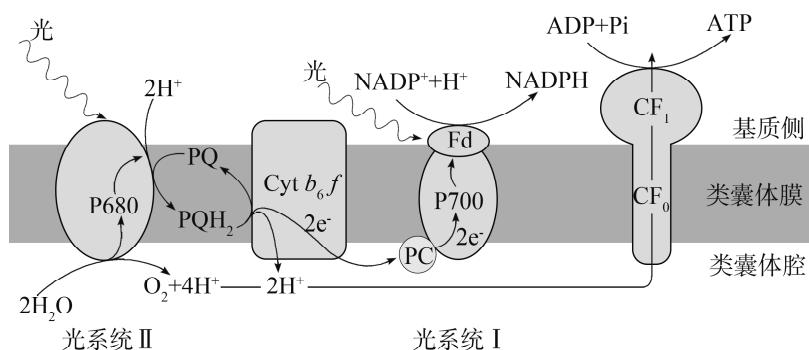


图 4-10 类囊体膜上光合磷酸化示意图

随着光反应的不断进行，类囊体腔中的水不断被光解，积累大量的H⁺。同时，与电子传递偶联的PQ穿梭，也将H⁺从叶绿体基质运入类囊体腔(图4-10)。当H⁺达到一定浓度时，类囊体膜内外产生一定的电化学势，使镶嵌在类囊体膜上的ATP合酶活化，形成质子通道，H⁺沿质子通道进入膜外，驱动ATP的形成。这种由光照引起的电子传递与磷酸化作用相偶联而生成ATP的过程称为光合磷酸化。据研究，在光合作用进行时，类囊体腔与叶绿体基质中的H⁺浓度相差1000倍。这样，当1 mol的H⁺从腔内转移到基质中时，将释放约17 kJ的能量。而使1 mol ADP磷酸化为ATP所需能量约为42 kJ。因此，每形成1 mol ATP约需要3 mol H⁺的转移。

至此，光合作用形成了还原性强的物质NADPH和高能物质ATP，为CO₂的固定和还原提供了能量准备。可见，光反应的实质是叶绿体色素接受光能，并在类囊体上将光能转变成储存在ATP、NADPH中活跃的化学能。

(3) CO₂的固定和还原

CO₂的固定和还原发生在叶绿体基质中，是通过卡尔文循环进行的。首先，1分子CO₂与1,5-二磷酸核酮糖(RuBP)结合，再加上H₂O，生成2分子的3-磷酸甘油酸。这一反应是由叶绿体基质中的RuBP羧化酶/加氧酶催化的。在ATP和NADPH的参与下，3-磷酸甘油酸被还原为3-磷酸甘油醛(PGAL，三碳糖)，此时，光合作用的贮能过程也就完成了。经过3轮循环，就会产生6分子3-磷酸甘油醛，其中5分子3-磷酸甘油醛经过一系列生化反应，重新生成1,5-二磷酸核酮糖，为新一轮反应提供CO₂的受体，维持卡尔文循环；还有1分子3-磷酸甘油醛可被转移到叶绿体外的细胞质基质中，迅速转化为葡萄糖-1-磷酸和果糖-6-磷酸；经过进一步的转化，形成磷酸蔗糖并经水解而变成蔗糖，供植物体所有细胞利用。3-磷酸甘油醛也可留在叶绿体中，主要被转化为淀粉，并暂时储存在叶绿体基质中。

3. 光的波长对光合作用的影响

光合作用的强弱与光的波长有关。在可见光的波长范围内，在不同波长条件下，光合作用的效率是不同的。由于叶绿体色素吸收光的高峰是在红橙光和蓝紫光部分，所以，在其他条件相同的情况下，多数植物在红橙光和蓝紫光下光合作用效率要高于黄绿光。多数植物对绿光吸收很少，没有被吸收的绿光被反射，使其呈现绿色。而能够进行光合作用的红藻及蓝细菌中存在一种光合作用辅助色素——藻胆素。红藻中的藻胆素主要吸收绿光，吸收峰约在 565 nm，呈红色。蓝细菌中的藻胆素主要吸收橙黄光，吸收峰约在 620 nm，呈蓝色。藻胆素在光合作用中只起吸收及传递光能的作用，将所吸收的光能传递给叶绿素。科学研究表明，在不同波长光的条件下，不但光合作用的强弱有差异，而且光合作用的产物也不完全一样。例如，植物在蓝紫光的照射下生长，其光合作用产物中蛋白质和脂肪的含量就会增加；而在红光照射下生长，其光合作用产物中糖类的含量就会比较多。

人们根据上述科学原理，在需要人工补充光照的温室和塑料大棚中栽培农作物时，就可根据所需要的光合作用产物的类型来选择适合的光源及玻璃或塑料薄膜的颜色了。例如，冷光镝灯的光谱成分接近于太阳光，且辐射出的热能比较少，是一种比较好的人工光源；又如，氙灯的可见光部分也近似于太阳光，但其紫外光和红外光则比太阳光的多，使用时应隔以玻璃或水层以吸收其紫外线或红外线。相比之下，日光灯的蓝紫光和绿光比太阳光的多，而红光比太阳光的少；普通的白炽灯则蓝紫光比太阳光的少而红外光比太阳光的多。科学家通过实验还发现，蓝色塑料薄膜育秧时有壮秧的效果，这一结果现已在不少地区的水稻育秧中得到应用。

4. 影响光合作用的外界因素

光照强度：在一定范围内，随着光照强度的增加，植物光合作用固定 CO₂ 的速度也相应增加。但当光照强度达到一定时，光合作用的强度不再随着光照强度的增加而增强。植物在进行光合作用的同时也在进行呼吸作用，当植物在某一光照强度条件下，光合作用所吸收的 CO₂ 与呼吸作用所释放的 CO₂ 量达到平衡时，这一光照强度称为光补偿点，这时光合作用强度主要是受光反应产物的限制。当光照强度增加到一定强度后，植物的光合作用强度不再增加或增加很少时，这一光照强度称为植物光合作用的光饱和点，此时的光合作用强度受暗反应系统中酶的活性和 CO₂ 浓度的限制。

光补偿点在不同的植物中是不一样的，主要与该植物的呼吸作用强度有关，与温度也有关系。一般阳生植物的光补偿点比阴生植物高，阳生植物的光饱和点也高于阴生植物。所以在栽培农作物时，阳生植物种植在阳光充足的环境中才能提高光合作用效率，增加产量；而阴生植物应当种植在阴湿的环境中，才有利于生长发育，若光照强度大，常常发生光抑制而不利于其生长发育。例如，人参、三七、胡椒等的栽培，就必须栽培在阴湿的环境中，才能获得较高的产量。

植物在进行光合作用的同时也在进行着呼吸作用，总光合作用是指植物在光照下制造的有机物的总量。净光合作用是指在光照下制造的有机物总量中扣除掉在这一段时间中植物进行呼吸作用所消耗的有机物后，净增的有机物的量。

温度：植物所有的生理过程都受温度的影响，光合作用也不例外。在一定的温度范围内，在正常的光照强度下，提高温度会促进光合作用的进行。但提高温度也会促进呼吸作用，所以植物净光合作用的最适温度不一定就是植物体内酶的最适温度。

CO₂ 浓度：CO₂ 是植物进行光合作用的原料，只有当环境中的 CO₂ 达到一定浓度时，植物才能

进行光合作用。植物能进行光合作用积累有机物质的最低 CO_2 浓度称为 CO_2 补偿点, 即在此 CO_2 浓度条件下, 植物通过光合作用吸收的 CO_2 与植物呼吸作用释放的 CO_2 相等。环境中的 CO_2 低于这一浓度时, 植物的光合作用就会低于呼吸作用, 导致有机物的消耗大于积累, 长期如此植物就会死亡。一般来说, 在一定的范围内, 植物光合作用的强度随 CO_2 浓度的增加而增加, 但达到一定浓度后, 光合作用强度就不再增加, 这时的 CO_2 浓度称为 CO_2 的饱和点。空气中高浓度的 CO_2 对植物光合作用的影响大多是间接的。由于人类生产、生活使大气中 CO_2 浓度持续升高, 导致环境温度升高, 产生“温室效应”, 从而间接影响光合作用。

必需矿质元素的供应: 绿色植物进行光合作用时, 需要多种必需的矿质元素。如 N 是叶绿素和催化光合作用过程各种酶及 NADPH 和 ATP 的重要组成元素, P 也是 NADPH 和 ATP 的重要组成元素。绿色植物通过光合作用合成糖类, 以及将糖类运输到块根、块茎和种子等过程中, 都需要 K。Mg 是组成叶绿素分子的必需元素, 没有 Mg 就不能合成叶绿素。

5. 聚酰胺薄膜层析分离

聚酰胺是一类化学纤维原料, 对很多极性物质具有一定的吸附作用, 这是由于聚酰胺分子中的“—CO—”和“—NH—”能与被分离物质分子中的“—OH”和“=O”形成氢键。如酚类(包括黄酮类、鞣质等)和酸类(核苷酸、氨基酸等)是以其羟基与酰胺键的羰基形成氢键。与被分离物质形成氢键能力的强弱, 决定其吸附能力的差异。层析时, 流动相从薄膜表面流过, 被分离物质在溶剂和薄膜之间发生吸附与解吸附、再吸附、再解吸附, 从而使混合物中不同吸附能力的物质发生分离, 相同吸附能力的物质聚集在一起, 最终达到物质分离的目的。

6. 叶绿素含量测定的原理

在入射光波长固定的情况下, 被测物质的吸光度(A)与物质的透光(或吸光)系数、物质的浓度及物质的厚度成正比。当物质的透光系数固定时, 同等厚度的物质, 其吸光度之比即是其浓度之比。

吸光度与浓度的定量关系可用郎伯-比耳(Lambert-Beer)定律表示: $A = -\lg I/I_0 = -\lg T = KcL$ 。式中: I 为透射光强度; I_0 为入射光(或称发射光)强度; T 为透射比; K 为吸光系数; L 为光通过长度; c 为被测样品浓度。

如果混合液中有两个组分, 它们的吸收光谱中最大吸收峰虽然有明显的差异, 但彼此有些重叠, 在这种情况下要分别测定两个组分, 可根据郎伯-比耳定律, 通过代数方法, 计算得到两种组分的含量。

根据郎伯-比耳定律, 最大吸收峰不同的两个组分(用 a 和 b 表示)的混合液, 它们的浓度(c)与吸光度(A)之间的关系如下。

$$A_1 = c_a \cdot k_{a1} + c_b \cdot k_{b1} \quad (1)$$

$$A_2 = c_a \cdot k_{a2} + c_b \cdot k_{b2} \quad (2)$$

式中: c_a 为组分 a 的浓度(g/L); c_b 为组分 b 的浓度(g/L); A_1 为混合液在波长 λ_1 (即组分 a 的最大吸收峰波长)处的吸光度; A_2 为混合液在波长 λ_2 (即组分 b 的最大吸收峰波长)处的吸光度; k 为组分的比吸收系数, 即当组分浓度为 1g/L 时在特定波长下的吸光度, k_{a1} 即为 1g/L 组分 a 在波长 λ_1

处的吸光度, k_{b1} 即为 1 g/L 组分 b 在波长 λ_1 处的吸光度, k_{a2} 即为 1 g/L 组分 a 在波长 λ_2 处的吸光度, k_{b2} 即为 1 g/L 组分 b 在波长 λ_2 处的吸光度。

叶绿素 a 和叶绿素 b 在 95% 乙醇中的最大吸收波长分别为 665 nm 和 649 nm, 从文献中可以查到叶绿素 a 和叶绿素 b 在 95% 乙醇中的比吸收系数 k 值(表 4-13)。

表 4-13 叶绿素 a 和叶绿素 b 在 95% 乙醇溶液中的比吸光系数

波长(nm)	比吸光系数	
	叶绿素 a	叶绿素 b
665	83.31	18.60
649	24.54	44.24

将表中数值代入上式(1)、(2), 则得:

$$A_{665\text{nm}} = 83.31 \times c_a + 18.60 \times c_b$$

$$A_{649\text{nm}} = 24.54 \times c_a + 44.24 \times c_b$$

据此可列出下列关系式(浓度的单位由 g/L 换算成 mg/L, c_T 表示总叶绿素浓度):

$$c_a = 13.70 A_{665\text{nm}} - 5.76 A_{649\text{nm}}$$

$$c_b = 25.80 A_{649\text{nm}} - 7.60 A_{665\text{nm}}$$

$$c_T = c_a + c_b = 6.10 A_{665\text{nm}} + 20.04 A_{649\text{nm}}$$

需要注意的是, 由于叶绿素在不同溶剂中的吸收光谱有差异, 因此在测定其他溶剂所提取的叶绿素时, 计算公式也有所不同。

第5章 细胞的生命进程

细胞是生物体生命活动的基本单位,发生物质与能量代谢,也经历生长、增殖、分化、衰老与死亡等生命进程。那么,从一个受精卵到一个完整的生物个体,细胞会经历怎样的生命进程?在这些生命进程中,细胞会发生哪些变化?细胞在这些变化中又如何保持亲子代间遗传信息的一致?这些变化对生物体而言又有怎样的意义?本章围绕这一系列的问题,引导学生沿着细胞增殖、分化、衰老和死亡这一生命进程,感悟其对个体生长、发育的重要意义,认识到细胞衰老和死亡是一种自然的生理过程。同时,通过本章的学习,学生会发现研究细胞的生命进程会为人类相关疾病的治疗提供新的路径和可能。

本章主题“细胞的生命进程”对于学生是个全新的概念。学生在看到本章标题时,通常会想到生物体的生命进程,这是他们熟悉的内容。学生可能会提出疑问:“细胞的生命进程和生物体的生命进程是否一样?”因此,章引言就从学生熟悉的生物体生命活动开始,列举大家熟悉的、普通的生物体生长案例,引出问题:“细胞经历了哪些变化?”。在章引言中,植物和动物两种生命体各举一例,为本章全篇围绕动植物个体展开细胞生命进程的描述做铺垫。“细胞的这些变化对生物体而言有何意义?”是引发学生对细胞生命活动意义的思考(或许学生不能回答这个问题,但学完本章内容后,他们会有自己的答案),同时也体现出本章教学对学科核心素养培养的重要性。学习细胞生命进程的现象和相关知识点固然重要,但结合这些知识融入对学生生命观和价值观的培养更为关键。章引言中最后一句:“通过对细胞重要生命阶段的学习,你将了解细胞的生长、增殖、分化、衰老和死亡等生命进程。”概括出本章的中心内容,让学生对细胞的生命进程先建立感性的初步认知。

本章的章首图选用了细胞有丝分裂时期典型结构的荧光显微图,视觉冲击感强烈,可第一时间吸引学生的注意力。图片也寓意了渺小细胞的生命活动虽然肉眼不可见,但依然绚丽多彩,引人入胜。

一、本章对应的《课程标准》要求

1. 内容要求与教学活动

本章内容框架的确定和主要内容的编写是依据《课程标准》内容要求“2.3 细胞会经历生长、增殖、分化、衰老和死亡等生命进程”。教材结合学科内在体系和教学目标,分3节进行描述和说明(表5-1)。

表 5-1 第 5 章内容与《课程标准》要求对照表

教材内容	《课程标准》要求
第 1 节 细胞通过分裂实现增殖	2.3.1 描述细胞通过不同的方式进行分裂,其中有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性
第 2 节 细胞通过分化形成多细胞生物体	2.3.2 说明在个体发育过程中,细胞在形态、结构和功能方面发生特异性的分化,形成了复杂的多细胞生物体
第 3 节 细胞衰老和死亡是自然的生理过程	2.3.3 描述在正常情况下,细胞衰老和死亡是一种自然的生理过程

根据《课程标准》教学提示中提出的活动要求,结合实际课时,本章安排了 1 个学生实验(表 5-2)。

表 5-2 第 5 章实验和活动与《课程标准》要求关系

实验名称	实验性质	《课程标准》要求
观察植物根尖细胞有丝分裂	学生实验	制作和观察根尖细胞有丝分裂简易装片,或观察其永久装片

2. 学业要求

《课程标准》关于本章学习的学业要求是学生应能够观察处于细胞周期不同阶段的细胞,结合有丝分裂模型,描述细胞增殖的主要特征,并举例说明细胞的分化、衰老、死亡等生命现象。对此,教材从以下几个方面进行落实。

生命观念: 教材从结构与功能角度,解释有丝分裂过程中遗传信息在亲代和子代细胞中保持一致性的结构基础,说明细胞分化的物质基础,描述细胞衰老和死亡过程中的结构变化;对细胞增殖、分化、衰老和死亡等生命进程的阐述,很好地从细胞生物学角度诠释了唯物主义的生命观念,引导学生树立尊重生命、热爱生命的积极生命观。

科学思维: 教材通过探讨和阐释“细胞的生命进程”相关现象及规律,发展学生的科学思维。例如,通过有丝分裂的实验探究和模型建构,体现从现象到本质的过程,发展学生模型与建模的科学思维;从各种细胞分化的实例、细胞衰老和死亡的案例中,归纳细胞分化的概念和本质、细胞衰老和程序性死亡的概念和特点等,发展学生抽象与概括思维;从解释因细胞生命进程的平衡被打破所引起各种疾病的发病机制,提出相应诊断、治疗和预防方法,发展学生运用科学思维方法认识事物、解决实际问题的思维习惯和能力。

科学探究: 教材通过探究·实验 5-1“观察植物根尖细胞有丝分裂”,使学生学会制作临时装片,并能尝试观察、提问、描述、分析、比较和归纳细胞分裂过程中发生的变化,交流和分析实验结果,得出实验结论,养成尊重事实和证据、崇尚严谨和务实的科学探究态度,进一步提高动手实践能力。

社会责任: 细胞生命进程的平衡被打破后,会引起肿瘤、神经退行性疾病、自身免疫疾病等。这些疾病发生的病因及药物的研发、治疗方法的发现都是基于科学家揭示了细胞增殖、分化、衰老和死亡机理。这是教材中隐含的一条线索,有助于培养学生的生命安全与健康观念以及社会责任素养。此外,教材还通过前沿视窗“细胞周期相关蛋白质的研究与药物开发”、生物学与社会“干细胞在医学上的应用”等栏目凸显社会责任意识的培养。

二、本章与学科体系内容关系

1. 本章与其他章节之间的关系

本章内容是在学生已经学习了细胞的分子组成、细胞的结构和功能,以及物质和能量代谢的基础上,进一步认识细胞的增殖、分化、衰老和死亡的过程,重点阐述细胞各部分的结构在生命活动中的变化、如何分工合作实现细胞的生命进程。例如,在细胞有丝分裂过程中,染色体和细胞骨架协作完成遗传信息的分配;在细胞衰老过程中,质膜流动性和细胞内酶活性发生改变、细胞代谢变缓等。因此,本章的学习需要以前四章的内容为基础,是对前面相关概念融会贯通的过程。另一方面,本章又与《遗传与进化》分册中减数分裂等内容联系紧密,是学生学习减数分裂的基础。“细胞分化的本质是基因选择性表达的结果”这一概念将在《遗传与进化》分册中进一步建构。

2. 本章各节之间的关系

细胞的生命进程历经细胞增殖、分化、衰老和死亡。学生在高中生物学学习阶段第一次涉及细胞生命进程的概念。整章遵循事物发展规律和思维推理过程,按细胞生命进程的发展顺序编排,有利于学生的理解和掌握。其中,增殖是细胞生命进程的起点,是生物体生长发育的基础,具有“生命开启”的意义,因此,本章将细胞的增殖概念作为第一节内容;随后沿着细胞生命进程的发展过程,对细胞分化、衰老与死亡进行逐一说明。通过微观的细胞生命活动对宏观的生物体生命活动影响的案例分析,使学生能理解细胞的这些历程都是自然发生的生理过程,遵循自然发展规律,从而能更好地理解微观世界的细胞生命活动。本章各节的核心概念包括细胞的增殖方式、细胞有丝分裂的特点、细胞周期的意义、细胞分化的现象与意义、细胞衰老的形态变化、细胞不同死亡方式的特征与意义(图 5-1)。

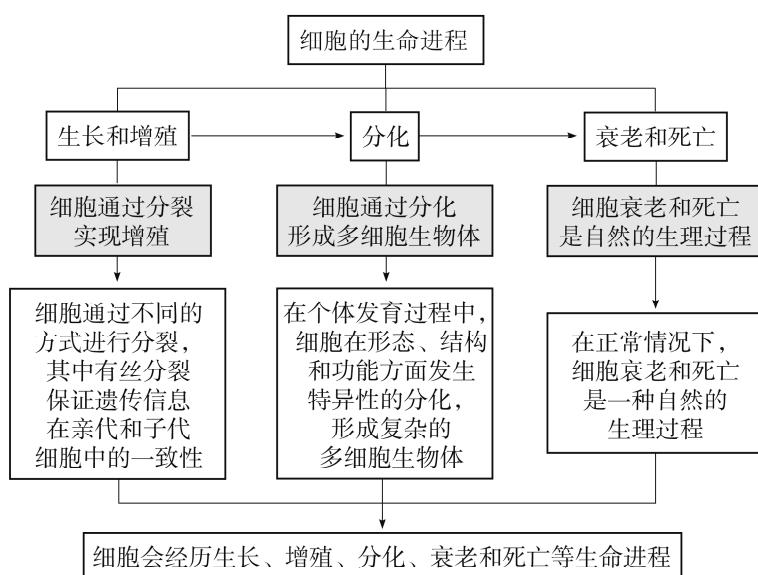


图 5-1 第 5 章各节概念之间相互关系

三、本章教学目标

描述细胞生长、增殖、分化、衰老和死亡是自然生理过程,感悟这些过程对维持正常生命活动的意义;建构有丝分裂模型,阐明有丝分裂的本质及意义,树立结构与功能观,提升模型与建模、归纳与概括等科学思维,以及实验操作和数据统计等科学探究能力;举例说明细胞的生命进程在生产、生活和医学等领域中的应用,解释因细胞生命进程的平衡被打破所引起疾病的发病机制,感悟生物学的学科价值,科学理性地面对疾病,选择健康的生活方式,认识到自身应承担的社会责任。

四、本章课时建议

本章建议 6 课时,具体见表 5-3。

表 5-3 第 5 章单元课时安排

教 学 内 容	课时建议
第 1 节 细胞通过分裂实现增殖	3
第 2 节 细胞通过分化形成多细胞生物体	1
第 3 节 细胞衰老和死亡是自然的生理过程	1
学习交流与评价	1

其中,第 1 节中的探究·实验 5-1“观察植物根尖细胞有丝分裂”1 课时。

五、本章评价建议

1. 评价内容

(1) 学生的生命观念

学生是否能运用结构与功能相适应的观念,描述在细胞有丝分裂过程中,染色体行为、纺锤丝形成等保证子代细胞与亲代细胞中遗传信息的一致性;从形态、结构和功能角度,说明在发育过程中细胞发生特异性分化,描述细胞衰老和死亡现象。

(2) 学生科学思维的发展

学生是否能基于有丝分裂过程中细胞发生的一系列变化和规律,运用归纳与概括、模型与建模等方法,描述有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性;解释因细胞生命进程的平衡被打破所引起疾病的发病机制,并提出相应诊断、治疗和预防方法。

(3) 学生科学探究的能力

学生是否能学会制作根尖分生区细胞有丝分裂的临时装片,学会使用高倍镜观察、记录并描述有丝分裂过程中染色体的行为变化,学会数据统计和分析。

(4) 学生的社会责任意识

学生是否能举例说明细胞的生命进程在生产、生活和医学等领域中的应用,感悟生物学的学科价值,科学理性地面对生老病死,选择健康的生活方式。

2. 评价方式

(1) 自我评价

本章在每节设置了适量的自我评价题,其目的是使学生在学完本节内容后,对相关生物学概念进行巩固和理解,进一步发展学科核心素养。例如,第1节的第1题要求能从结构与功能相适应的角度,举例说明有丝分裂过程中相关结构对保证亲代和子代细胞中遗传信息一致性的作用(生命观念水平2,科学思维水平1)。第2节的第3题要求能运用细胞分裂、分化等概念解释“落地生根”生长的生物学现象(科学思维水平3)。

(2) 学业评价

本章设计了3道“学业评价”题,要求学生运用所学概念,解决真实情境中的相关问题。

第1题:以实验中观察到的显微镜照片为情境,结合细胞周期示意图,要求学生分析有丝分裂过程中的结构变化及其生物学意义(生命观念水平2,科学思维水平2)。

第2题:以科学家发现细胞凋亡重要实验材料秀丽隐杆线虫的发育过程为情境,要求学生能结合相关生物学概念,采用归纳与概括、演绎与推理等方法,解决相关问题(生命观念水平2,科学思维水平2)。

第3题:本题是开放式的题目,引导学生对细胞生命进程意义的思考。需要根据细胞周期、不同细胞分化能力、细胞衰老和死亡的诱因等,结合一些实际案例来进行解答。

第1节 细胞通过分裂实现增殖

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过实验和模型观察，描述细胞增殖的方式和主要特征。
- (2) 学会制作和观察根尖细胞有丝分裂简易装片。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.3.1 及相关活动建议设定的。目标(1)要求结合实验结果和模型进行描述，是学科核心素养培养的需要(水平 2)。目标(2)要求学生能制作简易装片、熟练使用显微镜观察有丝分裂过程中染色体的行为变化(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》概念 2 和内容要求 2.3.1 而选取的，教材通过系列生物学事实来描述(表 5-4)。

表 5-4 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞通过分裂实现增殖	细胞有多种增殖方式
	细胞增殖方式通常是一分为二
细胞有丝分裂中出现的结构保证了亲代的遗传信息准确传递给子代细胞	在有丝分裂过程中，染色质螺旋化形成染色体
	在有丝分裂过程中，染色体被平均分配
	在有丝分裂过程中，纺锤丝保障染色体被平均分配

3. 学习内容

细胞增殖是细胞生命进程的起点，是生物体生长发育的基础。本节分 3 目和 1 个学生实验帮助学生建构相关概念。对于高中学生来说，细胞有丝分裂是比较容易学习和接受的概念：细胞形态变化明显、规律清晰，意义深刻。而细胞周期概念相对比较抽象，因此教材本节先介绍有丝分裂，再介绍细胞周期。学生掌握了细胞分裂相关概念后，更容易接受“细胞具有周期性”的概念。

教材节引言设置了“从婴儿到成年的生长发育过程中，人体细胞的变化”的情境，学生对个体生长发育变化现象比较熟悉，但是对其本质需要进一步思考：“体内的细胞是如何实现增殖的呢？”“新生细胞与亲代细胞是否带有同样的遗传信息？”接下来通过课前活动“成长中的变化”，用与学生自身成长息息相关的变化现象将学生带入“细胞增殖”这个科学问题，激发学习的积极性。课前活动设置

了3个“思考与讨论”题,主要是引导学生思考:个体生长发育过程中,细胞数量、大小、所含遗传信息是否发生变化?为什么是通过分裂实现增殖,而不是细胞不断变大?带着这些问题开始本节内容的学习。

第1目:有丝分裂保证遗传信息的准确传递。教材以动物细胞为对象,用“从染色质到染色体”“染色体被平均分配”和“纺锤丝保障染色体向两极移动”等3个生物学事实说明“有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性”概念,从结构与功能相适应的角度描述有丝分裂过程中细胞发生的系列变化。教材编写和组织方式摒弃了按有丝分裂各时期顺序描述的方式,淡化了对有丝分裂过程中细节特征的描述,而是突出阐述有丝分裂过程中关键性结构的变化,引发学生思考为什么这些典型的结构(如染色体、纺锤丝、纺锤体)会“临时性”出现等。

第一个回答的问题是:在有丝分裂过程中,染色质转变为染色体形态有何作用?教材图5-2中对比两者结构,引发学生思考两者的不同点。此处具有对学生科学思维模式训练的作用:生物学研究中,常通过观察客观现象来分析现象发生本质与原理。在此,教材运用这种思维训练模式,引出对“染色质螺旋化成染色体”科学现象的探索。随后,教材采用了类比的方法对此科学问题进行了解释,让学生能更易理解其中的缘由。最后,教材通过图5-3展现染色体形成的过程,为染色体行为变化的阐述建立基础。

“染色体被平均分配”是保证遗传信息准确传递的关键行为。在此部分,教材结合图5-4对细胞有丝分裂的整体过程进行较为详细的动态性的阐述,使学生形成细胞分裂是个连续动态过程的印象。关于有丝分裂时期,需要强调是为了方便科学研究而人为划分的,各时期之间并没有明显界限。教材采用图文结合方式,将动物细胞增殖过程的真实照片、模式图和文字介绍相结合,简洁清晰地展示每个时期的特征,方便学习阅读,降低理解的难度。对于细胞有丝分裂的细节性描述全部归入图中,意在既不影响教材连贯性,又刻意淡化对各时期细节的繁琐阐述。同时,此图内容多、图形复杂,并配有较详细的文字,用规范的学术语言帮助阅读,适于培养科学思维素养,供不同层次和需求的学生学习。教材引导学生关注图5-4中的纺锤体结构,通过对纺锤体作用的阐述,进一步体现结构与功能相适应的关系。

探究·实验5-1“观察植物根尖细胞有丝分裂”,引导学生根据动物细胞有丝分裂的学习,自主观察总结植物细胞有丝分裂形态变化。同时在实验结果描述和数据分析中,引导归纳动植物细胞有丝分裂的异同,并通过细胞数量的多少引出“细胞周期”的概念。本实验主要目的是使学生通过实验操作,实实在在看到细胞有丝分裂的形态,帮助学生感性认识分裂过程各时期的形态特征,培养观察能力、数据处理能力等科学探究素养,以及实事求是的科学精神。实验从染色、压片开始,简化学生操作步骤,重点放在观察、绘图和结果分析环节。教材已经介绍了动物细胞有丝分裂的过程,没有必要再赘述一遍植物细胞有丝分裂的过程。因为两者的过程基本相似,避免重复。因此,将此部分内容融入探究实验中,让学生通过实验观察和讨论,与动物细胞比较,自主归纳出植物细胞有丝分裂过程,培养学生观察、分析和归纳能力。同时,教材给出了植物有丝分裂过程中典型的显微镜照片,供学生参考和对比自己观察到的视野,降低实验难度。在实验结果分析中,加入了观察结果记录和数据统计分析的要求,以培养学生现象描述和数据分析等科学探究素养。3个分析题的设置,为引出后续“细胞分裂具有周期性”部分做好铺垫。

第2目:细胞分裂具有周期性。从探究实验的结果分析中可以发现,即使在分裂旺盛的组织

中,也并不是 100% 细胞都在分裂,从而引出“细胞周期”的概念。教材重点分析了在分裂间期细胞内进行活跃的物质准备。这些准备工作十分重要,如果发生错误,会影响细胞有丝分裂过程中遗传信息的准确传递。教材列举了不同细胞的细胞周期长短,与细胞生命活动和生物体生命活动相关。

第 3 目:细胞有多种分裂方式。此部分简要介绍不同的细胞会以不同的分裂方式来增殖,与细胞的类型相关,可维持生命的稳定延续和适应环境,体现了细胞增殖方式的多样性。教材通过列举实例并结合图示,概述了无丝分裂的分裂方式及意义;简述减数分裂的作用,为《遗传与进化》分册做铺垫。

二、教学建议

本节内容建议 3 课时。其中,课堂教学 2 课时,实验与活动教学 1 课时。

1. 课堂教学建议

(1) 情境创设,激发探究兴趣

细胞的有丝分裂比较微观、抽象,建议可通过情境将理论的学习与实际应用结合起来,激发学生的学习兴趣,突出科学思维的培养。同时,要注意不同学业水平的要求,所设计情境的类型层次相应也要有所区别。

可通过教材节引言关于从婴儿到成年的成长过程中人体细胞数量的增加,导入本节内容的教学。利用课前活动“成长中的变化”,引导学生通过生活观察并讨论,引出对细胞增殖意义的思考。此活动贴近实际生活,与学生联系紧密,容易引发学生的共鸣。同时,可增加师生和生生互动,激发学生思考,培养学生从生活中发现科学的科学思维习惯。利用学生收集的资料,除了发现自身的成长变化,也可通过对植物生长、家中小动物的观察等,提出相似问题进入本节学习。本活动建议在课前提出活动要求,让学生有一定的准备时间。在课堂中开展讨论,先让学生尝试回答“思考与讨论”中提出的 3 个问题,随后教师进行汇总分析。在此主要培养学生收集资料、推理分析和归纳总结能力。“思考与讨论”问题 1: 学生应该能回答出数量增加,但对于“大小基本不变”可能不是十分肯定,或者不知道。建议教师可给出未成年和成年人同类型细胞图谱,让学生比对大小。问题 2: 随着年龄的增长,体细胞的分裂能力整体呈下降趋势,甚至有些体细胞不再分裂,引导学生从细胞分裂变化角度,科学理解生长速度减缓是趋于成熟的标志,加强生命健康教育。问题 3: 大部分学生无法回答,教师以“遗传信息”作为关键点,进入本节学习。在学习完第 1 目内容后,返回此问题,让学生解答并解释。

学科核心素养水平 3 和水平 4 要求学生的科学思维能够在新的问题情境中,基于事实和证据,采用适当的科学思维方法揭开生物学规律和机制,并选用恰当的方式表达、阐明其内涵。根据这一要求,教学中设计全新、相对复杂的真实应用性情境,并设计探究问题和探究任务。情境设计最好选择能贯穿整个章节教学的情境,以便对情境探究形成一个完整的系列,打通节与节之间的知识壁垒,将整章共 3 节的知识内容有机地联系起来,同时培养学生的整体思维,透彻理解情境中的相关生物学现象。

(2) 关注整体,突出概念教学

本节内容的重点是“描述细胞通过不同的方式进行分裂,其中有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性”。在本节教学中,通过对细胞增殖相关的生物学事实和规律进行梳理,形成“细胞通过分裂实现增殖”的概念。因此,在教学过程中,建议教师不要过多关注有丝分裂各时期细胞内发生的细节变化,应侧重从结构与功能角度,突出细胞增殖过程中出现的形态、结构和行为在细胞生命活动中的作用。

(3) 建构模型,落实科学思维培养

细胞有丝分裂过程中出现的各种变化和现象既抽象又复杂,教师要引导学生聚焦在染色体的行为和变化上,进而揭示有丝分裂的本质和规律,解释和探究情境中的生物学现象,从而落实科学思维的培养。因此,教学中建议从观察具体细胞分裂的现象引入,从学生已有的细胞结构相关概念角度,通过现象和问题分析,引导学生主动探究有丝分裂真实情境和现象中的规律,进而逐步建构“有丝分裂”模型。

初步建构模型:从观察有丝分裂的过程开始,可利用教材图5-4,也可通过动画、真实的细胞分裂过程,或者从根尖细胞有丝分裂的实验观察开始,引导学生在观察诸多细节变化中,发现并关注染色体的变化。学生容易混淆染色质和染色体的形态变化,建议可用实物模拟。在此基础上,通过观察发现细胞中主要的变化集中在染色体行为上,让学生记录染色体的行为和数量变化,并绘制变化过程图,或自制模具模拟染色体的行为变化。

尝试解读模型:从染色体功能的角度,分析模型中染色体行为和数量变化,尝试描述这些变化,思考这些行为和数量变化对细胞自身的意义,从而自主建立“染色体行为和数量变化能保持亲子代细胞间遗传稳定性”的观点。最终透过现象看到本质,理解模型所蕴含的真正含义,并用生物学语言描述有丝分裂过程模型。

补充完善模型:围绕染色体行为变化,从有利于姐妹染色单体准确分离的角度,再次观察并记录分裂过程中细胞中的其他变化,如核仁、核膜和纺锤丝等,思考这些变化对保持亲子代细胞间遗传稳定性的作用。

分期描述特点:根据染色体形态和行为变化,尝试将有丝分裂过程分时期,并描述各时期特点,归纳有丝分裂的意义。最终从感性到理性、从现象到本质、从具体到一般,完成“有丝分裂”概念的建构。

(4) 恰当选用多媒体技术,突破难点

本节的难点是有丝分裂过程中染色体规律性的变化,既抽象又复杂,学生容易混淆。因此,情境的营造很重要,可设置悬念,激发学生的学习动机。利用视频、文字、图像和声音等多媒体技术手段,调动刺激学生的多感官,使情境更丰富精彩,有利于激发学生的情感和认知需求。但是,此过程中要注意技术手段的适切性,建议选择的多媒体要与教学需要相匹配。例如,观察有丝分裂过程,建议先观察真实的细胞有丝分裂,或选用真实且完整的细胞有丝分裂过程视频,在学生有了相关认识后,可结合模拟动画进一步学习。但不建议直接观看模拟动画,因为真实的情境更能使人信服,可拉近与学生的距离。在分析解读模型阶段,最好是学生自制的模型,或选用静态的有丝分裂过程图片,便于仔细观察和辨认。受精卵发育过程的视频是可利用的素材,因为能观察细胞的连续分裂。通过观察

细胞数目的持续增加,感受个体的形成源于细胞的变化,并产生由此带来的震撼。

(5) 联系实验数据,结合图示,建构“细胞周期”的概念

关于细胞周期的教学,可以根据探究·实验“观察植物根尖细胞有丝分裂”中观察到的现象,提出问题:“在细胞分裂旺盛的根尖分生区,具有清晰细胞核的细胞数量较多,还是正在分裂的细胞较多?为什么?”注意这个问题要基于全班各组实验数据分析,因为学生单个视野观察的结果可能会有偶然性。通过分析发现,细胞分裂需要有物质准备阶段。对于连续分裂的细胞来说,它的生长和分裂具有周期性,由此引出“细胞周期”的概念。教师在教学过程中,需要向学生说明:①只有连续分裂的细胞,它的生长和分裂才具有周期性;②注意细胞周期的起点和终点,细胞周期是从一次分裂结束产生新细胞时开始,到下一次分裂完成又产生新细胞时结束。利用教材图5-7,使学生了解细胞周期包括分裂间期和分裂期两个阶段,并注意在细胞周期中,间期经历的时间一般较分裂期长,这也是显微镜下观察到分裂的细胞比间期细胞数量少的原因。由此再重点说明细胞在分裂间期所发生的重要变化,即完成DNA的复制和有关蛋白质的合成,为细胞分裂期做好准备。

(6) 关注生活,迁移应用,增强社会责任意识

迁移应用是发展学生学科核心素养的有效途径之一。可结合教材的前沿视窗“细胞周期相关蛋白质的研究与药物开发”,将细胞周期的知识迁移应用于实际生活中的情境:通过对细胞周期的调控,解决癌症药物研究和开发的问题,达到学以致用的目的。在激发学生学习兴趣、提高学生社会责任感的同时,发展学生解决新问题的素质和能力,包括对新情境的感知和处理能力、知识与新情境的链接、对新问题的认知和解决能力等。

2. 实验与活动建议

探究·实验 5-1 观察植物根尖细胞有丝分裂

(1) 材料准备和处理

① 选择合适的植物根尖材料:选用吊兰为实验材料,原因是其发根容易、细胞大、染色体清楚。实验前三天取吊兰匍匐茎上长出的具有气生根的植株,浸泡于水中,置光照处培养(不必换水)。3天后,一般原绿色气生根顶端会长出2~3 mm长的白色幼根,有时还会从叶基部直接长出若干白色幼根。于上午8:00左右(分裂高峰期),用镊子将上述白色幼根从根基部夹断取下(取分生区部分),放入卡诺固定液中固定1~2 h,取出浸于75%乙醇中保存备用(也可直接保存于该固定液中,或实验时直接从吊兰上取材)。

实验材料也可选用洋葱或大蒜。实验前3至4天将洋葱鳞茎放在一个盛水的广口瓶上(大蒜鳞茎提前2天即可),使其底部浸没于水中。为使洋葱多发根,应选择中等大小、形态扁圆的洋葱鳞茎放在室温15~20℃的环境里;20~30天后,当洋葱鳞茎盘凸出、面积较大时,再逐一放在盛满水的广口瓶上,使其底部浸没在水中发根。若买来的洋葱鳞茎盘大而凸出,则可直接进行发根。洋葱发根与环境温度有关。在15~20℃时,生根多、生长速度快,而且长得较粗壮。当根长至超过1 cm时即可用于实验。

② 解离处理:由于时间关系,建议教师预先将材料进行解离、漂洗后供学生使用。将固定好或

新取下的根尖(一般用分裂高峰期固定的材料观察效果更好),放入20%盐酸中解离8~10 min,解离程度以根尖酥软为宜;之后转入盛有清水的培养皿中漂洗,可用镊子夹住材料漂洗2~3 min。解离后的根尖要进行充分漂洗,否则会对正常染色产生影响。

③ 染色: 染色前可用镊子轻轻将根尖压碎,以便于染色。向根尖滴加1~2滴0.2%龙胆紫,染色1~2 min。在染色时,也可用镊子把根尖轻轻戳几下,使染色更均匀些。

④ 压片: 压片的目的是将根尖压成薄薄的一层细胞。可用拇指垂直向下用力压,如果一次不能压得很薄,可重复操作。但是,压片时应避免使材料研转或盖玻片移动而导致细胞变形和模糊。压片质量直接影响实验观察的效果。实验中常出现由于压片不够均匀,导致显微镜下看到的是一团组织,无法看清细胞和染色体。因此,建议教师能示范压片动作要领,也可以多准备一些材料让学生重复操作。

(2) 实验指导

在实验教学过程中,建议教师指导学生先在低倍镜下找到分生区部位的细胞,仔细观察分生区细胞的特点,再在其中寻找分裂各时期的细胞,然后把要仔细观察的部位移到视野中央,转换高倍镜进行观察。因为显微镜视野中很少有机会同时出现分裂期4个时期的细胞,往往只有1个或2个时期的,所以需要耐心移动载玻片寻找。移动载玻片时,应按一定方向慢慢移动,动作要轻。观察中会发现处于间期的细胞最多,这是因为在细胞周期中,间期的时间最长。

另外,学生观察到的视野可能不方便相互交流和师生互动,不利于结果讨论和教师指导。因此,建议有条件的学校采用数码互动实验室或显微投屏技术,通过软件与显微镜配合使用,使得显微镜实验教学更加有效。通过教师端与学生端计算机的互联,教师不但能观察学生的显微镜视野,而且可对学生实验操作实时指导,使得教学相长,师生间的交流更加方便、有效。

(3) 实验报告

《实验与活动部分》中表5-1要求学生绘制细胞简图并描述细胞特征。部分学生制作的临时装片中可能无法看到所有时期的细胞,因此教师可向这些学生提供永久装片。可在《实验与活动部分》表5-2中汇总全班的数据,也可以小组交流,分析归纳得出各时期的特点。

3. 栏目使用建议

(1) 学习提示

第1目中的学习提示,从DNA复制角度提示了有丝分裂保证亲子代细胞中遗传信息一致性的前提(关于DNA复制的具体机制将在《遗传与进化》分册中展开)。第3目中的学习提示,提示了分裂间期的作用是为分裂期做准备。

(2) 前沿视窗“细胞周期相关蛋白质的研究与药物开发”

本栏目与细胞有丝分裂和细胞周期概念密切相关。虽然栏目内容的专业性较强,术语较多,但旨在引发学生对细胞有丝分裂和细胞周期学习的价值进行思考:科学家们为何要不断研究细胞有丝分裂的特征和原理?其中复杂的细胞行为与我们的生活有何关联?我们学习有丝分裂和细胞周期的意义是什么?以此提升教师的专业知识教学,明示对学生学科核心素养的培养。癌症是学生熟悉的疾病,学生对此疾病发生的原因会有一定的兴趣。在此从细胞周期的角度,比较肿瘤细胞与正常

细胞的差异,突出研究细胞周期进程调控机制的价值所在:科学家通过发现推动细胞周期正常运行的关键酶,然后制备了肿瘤治疗的相关药物。其实,所谓的深奥的科学知识与我们的生活很近。通过相关案例,可激发学生对生物学学习的热情,让学生体会“知识就是力量”。

三、拓展资料

1. 细胞有丝分裂的发现

有丝分裂的发现并不是一蹴而就的,而是随着显微镜的发明、发展,在多位科学家研究的基础上形成的。20世纪以前,世界上只有能够放大到几百倍的光学显微镜。在这样的条件下,发现有丝分裂是很困难的。科学家对有丝分裂的认识开始于发现细胞核与细胞分裂的相关性:1841年,波兰生物学家雷马克(R. Remak)在论文中记载了鸡幼胚有核红细胞分裂成两个子细胞的全过程,并把这一现象当作细胞分裂机制最直接的证据。但是,由于当时显微技术的局限,科学家并没有把染色体与细胞分裂联系起来。1842年,瑞士植物学家内格里(K. W. Von Nageli)出版的著作中对百合和紫露草的染色体在细胞分裂过程中的行为进行了描述:在分裂过程中,细胞中出现一群很微小、生存时间很短的微结构。1848年,霍夫曼斯特(W. Hofmeister)通过研究紫露草小孢子母细胞及雄蕊顶端组织细胞核分裂过程,发现细胞在分裂前虽然核膜消失了,但细胞核的基本成分却始终存在于细胞中。他用碘液染色的方法证实了内格里著作中所说的微结构(后来被命名为染色体)的存在。霍夫曼斯特精确地记载了在紫露草、西番莲科和松树中观察到的有丝分裂过程,这些过程包括:细胞分裂前期细胞核形态的变化,核膜的消失;中期纺锤体和染色体的复合结构;后期两组染色体的产生;末期核膜的重新形成及在两个子细胞中间出现细胞壁。但对细胞分裂过程的描述都集中于植物细胞,由于受显微技术的限制,对动物细胞的研究明显滞后于对植物细胞的研究。1871年,生物学家柯瓦莱夫斯基(K. Alexander)通过对线虫、蝴蝶和其他节肢动物的胚胎发育过程的研究,绘出了动物有丝分裂后期纺锤体和染色体的结构图。1875年,韦特斯基第一次清晰地记载了细胞核分裂前期的结构变化。随后,斯觉斯伯格(S. Eduard)在著作《细胞的形成和分裂》中提出:动物和植物有丝分裂过程具有高度的统一性。这一观点引起了许多科学家的兴趣,并逐步建立起了植物细胞分裂和动物细胞分裂之间的联系。1877年,德国生物学家弗莱明(W. Flemming)在对各种蝶螈细胞有丝分裂进行了研究之后,第一个提出了染色体“纵向分裂”模式,并准确描述了蝶螈细胞有丝分裂前期的显微结构。1882年,弗莱明提出了“有丝分裂”(mitosis)这个名称,并沿用至今,因此目前公认弗莱明是细胞有丝分裂的发现者。

2. 染色体的形成

人的体细胞中有46条染色体,以染色质的状态储存在细胞核中,只有细胞有丝分裂的时候才会组装成为染色体形态。染色质组装为染色体目前有两种模型:多级螺旋模型和放射环模型。这两种模型都分为四级结构:真核细胞中DNA与组蛋白结合组装成核小体结构(一级结构);核小体螺旋盘绕组装成螺线管结构(二级结构),这便是染色质形态。在三级、四级结构层面的组装,两种模型持有不同的观点。多级螺旋模型认为,螺线管结构进一步螺旋化折叠,形成超螺线管(三级结构),最后形成染色单体(四级结构)。该模型中只提到了组蛋白在染色体组装中的作用,但是否还有其他蛋白参

与呢？兰姆林(Laemmli)等人在处理海拉细胞(HeLa 细胞)中期染色体结构时候，发现了组蛋白成分以外的其他非组蛋白成分，以及一些 DNA 侧环结构，于是用放射环模型对染色质形成染色体做了不同的解释：从第三级开始，认为螺线管折叠为放射环，这些环并排沿着染色体纵轴螺旋形成微带，带纵向排列，最后形成染色单体。两种模型中，前者强调了螺旋化，后者强调了环化和折叠。

3. 纺锤丝的形成

在细胞有丝分裂过程中，纺锤丝的形成是标志性事件。纺锤丝属于细胞骨架结构中的微管，由微管蛋白组装形成。在动物细胞分裂前期，纺锤丝由两极的中心体结构开始组装，伸向细胞中央。随着核膜的瓦解，纺锤丝可以捕获细胞内的染色体。染色体着丝粒的两侧分别与细胞两极伸出的一根纺锤丝连接。在纺锤丝的作用下，染色体整齐地排列在细胞中央。此时，由大量纺锤丝纵向排列组成的中间宽、两极小的结构(纺锤状)，称为纺锤体。动物细胞的纺锤体两端有中心体，植物细胞的纺锤体两端没有中心体。细胞分裂由中期向后期推进时，连接染色体的纺锤丝解聚变短，染色体随着变短的纺锤丝向细胞两极移动。纺锤丝的长短变化是微管蛋白的聚合和解聚形成的。

4. 细胞周期中的细胞行为

细胞周期的精确进行对于细胞分裂十分重要。细胞周期的一些时期中存在细胞分裂的检验点，检查细胞分裂过程中的事件是否正常开展。这些检验点主要分布在 G₁ 期、G₂ 期和中期。在 G₁ 期，细胞会检查 DNA 是否完整正确、细胞是否成熟、外界环境是否适宜进行分裂活动等。一旦这个检查工作通过，细胞随即进入 DNA 复制过程(S 期)。如果没有通过检查，细胞可进入休眠期，也可称为 G₀ 期，等待时机成熟后进行分裂。有些细胞的状态会不再满足分裂所需的条件，此时细胞将永久脱离分裂活动，如神经细胞和肌肉细胞。当 DNA 复制完成后，细胞进入 G₂ 期。在 G₂ 期，细胞会检查 DNA 复制是否正确、中心体是否也复制完成等。满足这些条件后，细胞进入分裂期。在中期，细胞需要检查的一项重要事件是纺锤丝是否和染色体正确连接。只有两者正确连接，才能保证染色体正确分配到两个子细胞中。因此，这些检查工作很重要，是保证细胞有丝分裂过程中遗传信息准确传递的重要保障。

第2节 细胞通过分化形成多细胞生物体

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过实例分析,说明复杂的多细胞生物体由细胞分化形成。
- (2) 举例说明细胞分化能力具有差异性。
- (3) 举例说明细胞分化研究对促进农业和医学等发展的意义。

这三项目标是依据《课程标准》内容要求 2.3.2 及学科核心素养要求设立的。目标(1)要求能够通过实例分析,探讨和解释细胞分化相关的生物学现象,提升归纳和概括等科学思维能力,体会结构与功能相适应和细胞分化的生物学意义(水平 2)。目标(2)要求能认识到细胞功能多样性特点(水平 2)。目标(3)是对社会责任素养的落实。通过细胞分化在农业和医学领域的应用实例,感受生物学的重要价值,对相关议题能理性解释和判断,树立为人类造福的态度和价值观,提升解决生产、生活问题的担当和能力(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.3.2 而选取的,教材通过系列生物学事实来说明(表 5-5)。

表 5-5 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
在个体发育过程中,细胞发生特异性分化	人和其他生物的组织器官由多种形态细胞组成
	不同形态细胞具有各自特定的功能
	人体内不同形态、功能的细胞都来自受精卵
植物细胞具有全能性	植物的单个细胞在一定条件下能够发育形成完整的植物体
动物干细胞具有有限的分化能力	动物、人体内的干细胞可分化为特定组织中的细胞

3. 学习内容

依据《课程标准》内容要求 2.3.2,本节内容是帮助学生建构“细胞分化”的相关概念。教材通过案例说明细胞分化是自然界的多细胞生物体中普遍存在的现象。在动植物及人体发育过程中,细胞在形态和功能上发生特异性分化,形成了复杂的多细胞生物体。本节分 2 目,从宏观开始,到微观层面的机制分析,层层深入。教材中还列举了大量的利用细胞分化的科学案例,培养学生生命观念和

社会责任感。

教材节引言通过回顾高等生物体由多种多样的细胞组成,结合成人体内的细胞类型众多等学生熟悉的现象,引发思考:“受精卵是如何形成我们身体内不同类型细胞的?”通过设置课前活动“人体内不同类型的细胞”,用填写表格的形式,进一步引导学生回顾人体细胞的类型、形态特征和功能,在激活学生前概念的同时,营造学习环境。思考与讨论题1就使“细胞分化”的概念呼之欲出,但学生可能无法与“遗传信息”建立联系;通过思考与讨论题2与“遗传信息”联系,学生可能会直接回答“遗传信息有差异”,也可能不确定,带着问题进入正文学习。

第1目:细胞通过分化形成组织器官。与课前活动相联系,通过回顾“有丝分裂”的概念说明人体内细胞均来自受精卵。以人体形态、功能多样的细胞是由胚胎细胞分化形成等生物学事实引出“细胞分化”的概念。此部分仍以人和动物细胞为主线,结合图示列举人体中形态和功能各异的细胞,使学生理解细胞分化的意义;同时,也介绍了植物细胞分化的现象,使学生树立“细胞分化是自然界普遍存在的现象”的观念。在此学生比较容易接受的是“细胞分化的结果是形成结构与功能不同的细胞”概念,对于细胞分化的本质——基因选择性表达的结果,难以领悟。教材中结合案例,提到了“基因选择性表达”,是为了回答课前活动中引出的“遗传信息相同,但细胞形态结构和功能不同”的原因,使学生有初步的印象,但并未深入分析其具体的机制。基因选择性表达的过程将在《遗传与分化》分册中介绍,在此只侧重建构“细胞在形态、结构和功能方面发生分化”的概念。

此部分除了说明“细胞分化”的概念外,也阐述了细胞分化的特征:自然状态下细胞分化过程通常是稳定和不可逆的,是生物体正常发育的基础,也是形成各种组织的基础。

第2目:不同细胞的分化能力具有差异性。此部分主要介绍细胞分化能力的区别,分别以植物细胞和动物细胞为对象,阐明分化的全能性和局限性。关于“细胞全能性”的概念,植物细胞是最典型的举例对象:在合适的条件下,高度分化的植物细胞仍然具有全能性。教材结合实验室中植物细胞组织培养的过程图对此进行说明。对于动物细胞,只有受精卵具有发育成完整个体的全能性。随着细胞分化程度的不断提高,动物细胞发育潜能逐渐变低;高度分化的动物细胞,全能性受到限制。为了能让学生理解不同细胞的分化能力存在差异的现象和意义,教材引入了“干细胞”的概念,结合不同分化能力干细胞的分化图示,说明动物细胞的分化能力,并通过具体案例说明体内干细胞分化的作用,也强调有些组织中的细胞无法得到有效更新,提示要注意生命健康和安全。另外,干细胞在医学上有重要的应用,教材通过“骨髓干细胞移植治疗白血病”的案例对此进行了说明;通过生物学与社会“干细胞在医学上的应用”,列举了干细胞在医学治疗上的发展及应用案例,进一步突出了生物学发展对维护人类健康和医学研究发展的重要性,培养学生的社会责任素养。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 通过情境导入,合理设问

可根据教材节引言中的情境和问题导入,引导学生完成教材课前活动“成长中的变化”。教师可

事先准备一些资料，并圈定一些细胞类型范围，根据学情灵活处理。部分学生填写此表可能会有困难，教师可以在课堂上帮助学生进行集体归纳。对于两个“思考与讨论”题，可用于导入第1目的学习。可引导学生回顾“有丝分裂保证了遗传信息在亲代和子代细胞中的一致性”概念，使学生思考：在遗传信息不变的情况下，如何形成形态和功能各异的细胞？

还可沿用本章第1节“细胞通过分裂实现增殖”中的情境，在探究细胞有丝分裂的基础上，本节进一步探究细胞分化现象。

（2）通过观察和分析实例，归纳“细胞分化”的概念

本节教材中列举了大量的实例来阐明“细胞分化”的概念。建议教学中可充分利用实例，组织学生观察生物体中具有同一来源但形态结构和功能各不相同的细胞，分析、归纳总结“细胞分化”的概念。需要注意的是，本节内容与《遗传与进化》分册内容有关联，教学过程中需要注意把握深浅程度。此处侧重举例说明细胞分化的结果是产生形态、结构和功能方面的差异性，“细胞分化的本质是基因选择性表达的结果”相关概念将在《遗传与进化》分册中展开。

例如，骨髓中的干细胞每秒产生上百万个新的血细胞，有负责运输氧气的红细胞，有成为体内免疫防御系统一部分的免疫细胞，有在凝血中发挥关键作用的血小板。通过图片、视频展示血液中的各种血细胞，引导学生观察各种血细胞形态、结构，并根据形态和结构进行相应的功能分析，再列表比较，从而发现“同样来源于骨髓干细胞，这些血细胞的形态结构和功能却各不相同”的生物学事实，进而提出问题：“为什么这些细胞的形态与功能不同？”引出“细胞分化”的概念，分析细胞分化的结果是形成组织和器官，如血液组织。

又如，成人体内的细胞类型可多达200种，都是通过受精卵有丝分裂而来。教师可以展示受精卵发育过程的图片和视频，引导学生观察发育过程中细胞种类和形态变化，引出“细胞分化”的概念；结合教材图5-10，列举人体中不同类型的细胞：肌细胞、神经细胞、骨细胞等，引导学生观察这些细胞的形态结构和功能，发现“同样来源于受精卵，这些细胞的形态结构和功能却各不相同”的生物学事实，来阐述“细胞分化”的概念，引导学生分析细胞分化的结果。

在上述实例分析过程中，引导学生感悟细胞分化的意义，如使细胞趋向专门化、提高生理功能效率等。在此基础上，再通过问题“已分化的细胞还具有恢复到分化前的状态吗”，激发学生进一步思考细胞分化的特点。

在“不同细胞的分化能力具有差异性”概念的教学中，建议也是通过教材中列举的植物细胞组织培养、干细胞的分化、造血干细胞的分化等实例，引导学生观察不同类型植物细胞和动物细胞的分化能力，再根据分化能力的不同，引出“细胞的全能性”“胚胎干细胞”和“成体干细胞”等概念。

（3）应用迁移，增强责任意识

细胞分化在农业生产和医学健康领域有重要的应用。从培养社会责任素养和落实学科育人价值角度考虑，建议教学中可引导学生从细胞全能性的原理角度思考：植物组织培养技术有何优点？在农业生产上可以有哪些应用？植物组织培养技术的优点包括不受地区和季节限制、培养周期短、可用于制取特殊的生化制品、可短时间内大量繁殖等，可用于拯救濒危植物、解决有些植物产种子少或无的难题、保持母本的优良特性等。还可利用教材中生物学与社会“干细胞在医学上的应用”，引导学生思考干细胞技术的原理及其在疾病治疗方面的应用前景，尝试解释干细胞技术治疗的技术线路等，认识到生物学与社会发展之间的密切联系，关注并积极参与生物技术相关的社会生活问题，形

成造福人类的社会责任意识。

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

本节有两个学习提示。第1目学习提示从多样性角度提出了细胞分化的结果,提示了本节的核心概念。第2目的学习提示引导学生从细胞分裂和分化角度关注干细胞的主要特点。

(2) 广角镜“爱护眼耳”

本栏目可用于生命安全与健康教育,结合细胞分化的知识来解释爱护眼睛和耳朵的必要性,同时也可作为情境教学案例。

(3) 生物学与社会“干细胞在医学上的应用”

本栏目以“干细胞技术的发展和贡献”为主题,紧跟学科发展前沿及趋势,采用案例描述的方式,引发学生关注科学时事,帮助学生理解学习细胞分化的价值所在。建议教师可作为案例引出本节社会责任和关爱生命等学科核心素养主题。

三、拓展资料

1. 细胞分化的本质是基因选择性表达结果

细胞分化的本质是基因选择性表达的结果。细胞选择性表达的基因通常只是全部基因的一部分,这部分基因的表达产物赋予细胞特异性形态特征或功能。例如, β -珠蛋白基因是红细胞功能性基因,胰岛素基因是胰岛 β 细胞功能性基因。还有一些基因,几乎在所有细胞中都会表达,与细胞生存密切相关,如核糖体中蛋白质的基因和组蛋白基因等,如果表达出错可能会直接影响细胞的存活。

2. 类型多样的干细胞

在各种干细胞的研究与应用中,胚胎干细胞是最引人注目的。胚胎干细胞主要是指处于囊胚期的内细胞团。目前,胚胎干细胞技术已经可以做到体外分离、生长、分化,是生物学、医学研究的重要材料。成人体内也有干细胞,能够自我更新并且能够特异性分化成不同组织中的细胞,如造血干细胞、骨髓间充质干细胞、神经干细胞、肝干细胞、皮肤表皮干细胞、肠上皮干细胞。正常情况下,这些干细胞能弥补更新机体内损伤的细胞,有些已成为干细胞治疗中的重要工具,用于维护人类健康。

3. 诱导多功能干细胞

在正常情况下,细胞分化是不可逆的,分化终端的细胞不再具备分化能力。但通过细胞重编程技术,在特定条件下,已分化的细胞可被逆转,恢复为具有分化能力的细胞。2006年,山中伸弥(Shinya Yamanaka)在《细胞》(Cell)杂志上率先报道了其研究成果:把Oct3/4、Sox2、c-Myc和Klf4这四种基因导入小鼠的成纤维细胞,诱导细胞发生转化成为一种与胚胎干细胞相似的细胞,称为诱导多功能干细胞(iPS)。iPS细胞具有与胚胎干细胞相似的特征,在适当诱导条件下定向分化为其他细胞,如血细胞、胰岛细胞等。iPS细胞在细胞治疗中具有很大的应用价值,可改变目前细胞治

疗需要他人捐献干细胞的局限,作为治疗多种疾病潜在的干细胞来源。

4. 植物组织培养技术

植物细胞具有分化的全能性,在特定条件下可生长发育成为完整的植株。利用植物细胞的这种特性,人们创造了植物组织培养技术:在人为创造的一定条件下,将植物的组织(如根、茎、叶等)分离并置于适宜的营养和生长环境中,这些植物组织会去分化,形成愈伤组织;愈伤组织再分化形成不同植物细胞,最终生长成为完整的植株。与通过种子繁殖的传统方法相比,应用植物组织培养技术可缩短农作物培育周期,培育制备改良农作物品种。

第3节 细胞衰老和死亡是自然的生理过程

一、教材分析

1. 学习目标

本节教材中的学习目标包括：

- (1) 通过实例学习,说明细胞衰老和死亡是一种自然生理过程。
- (2) 通过案例分析,阐述细胞不同死亡方式的生理意义。

这两项目标是依据《课程标准》内容要求 2.3.3 及学科核心素养要求设定的。细胞衰老和死亡有复杂的机理,超出高中学生的认知,目标(1)要求通过对系列事实的举例归纳,认同细胞衰老和死亡是自然的生理过程,对学习水平提出要求(水平 2)。目标(2)要求通过对细胞死亡的具体案例分析,归纳出正常生理活动、个体发育、意外伤害等情况下细胞死亡的生物学意义,有助于学生建立科学的人生观和健康观,养成健康的生活方式,并认识到自身应承担的社会责任(水平 2)。

2. 概念聚焦

本节聚焦的核心概念是依据《课程标准》内容要求 2.3.1 而选取的,教材通过系列生物学事实来描述(表 5-6)。

表 5-6 本节核心概念及相关生物学事实

核心概念	生物学事实
细胞的衰老是细胞生命进程的自然规律	正常情况下,记忆力衰退与神经细胞衰老有关,植物细胞叶片衰老可能会导致叶片变黄脱落
	细胞衰老是普遍存在的、不可逆转的自然现象
	衰老的细胞中,细胞结构和代谢发生变化
细胞的死亡是细胞客观存在的生理活动,在生命延续中具有重要的价值	大多数组织细胞会定期更新,如小肠上皮细胞、血细胞
	发育过程中,部分细胞凋亡对组织形态结构形成具有重要作用
	细胞凋亡受遗传信息的控制

3. 学习内容

本节主要从结构与功能变化的角度,描述细胞的衰老和死亡过程及其对生物个体的影响。从宏观现象,渐渐深入到细胞个体特征,遵循学生的认知逻辑,便于学生理解。

教材节引言中引用了苏轼《赤壁赋》对生命短暂而自然永恒的感悟,引出对生命衰老和死亡这个主题的思索。学生对个体的衰老和死亡有一定的认知,以此为情境,引发学生思考:细胞的衰老和死亡过程是怎样的?

教材以特定的生物学事实为基础帮助学生建构概念。在课前活动中,要求学生通过查阅资料,以填写表格的形式列出人体不同细胞的寿命,由此认同细胞自然死亡的事实。通过思考与讨论题2,使学生关注细胞衰老和死亡过程中的结构与功能变化及其对生命的意义。

教材分2目分别对细胞衰老、死亡的概念和过程进行描述。

第1目:细胞存在衰老现象。教材遵循学生的认知规律,以学生熟知的人体衰老及器官衰老引起的变化为情境,引出生物体衰老与细胞衰老之间的联系,使学生建立“细胞衰老是生物体为保护整体的生命延续而存在的自然现象,是细胞整个生命过程里重要的进程之一”的观点。教材为了能让学生更好地理解其中的辩证关系,选用了植物细胞衰老形成秋叶的美景并配插图,使学生能以积极的态度去面对细胞衰老的自然现象。关于细胞衰老的特征,教材从细胞及分子层面描述了细胞衰老造成的一些形态及功能变化:选取了在前几章中学生已经学习过的细胞结构与功能方面的概念来阐述细胞衰老中的变化,便于学生理解,也能更好地归纳并总结细胞衰老的本质变化,进一步树立结构与功能观。在此,用已有的概念和观点来解释新情境中的生物学问题,体现了发展科学思维的要求,也体现出教材的整体性与连贯性。

第2目:细胞具有不同的死亡方式。细胞的死亡与衰老密不可分,一般正常状态下,细胞衰老后会自然死亡。因此,教材紧接着细胞衰老介绍细胞死亡。关于细胞死亡,方式较多、机制复杂,许多问题还在研究中。在此,教材以动物细胞和植物细胞为例,从一些学生熟知的生物学现象出发,结合图片展示,重点介绍细胞程序性死亡方式及其意义,具体的机制不作展开。随后,教材介绍通常是被动死亡的细胞坏死现象,通过列举常见的细胞坏死现象,让学生知道细胞坏死可能会导致的严重后果,并强调生命安全与健康教育。

二、教学建议

本节内容建议1课时。

1. 课堂教学建议

(1) 设计情境,导入新课

教材中引用了关于对生命描述和感慨的诗词,教师也可提供或引导学生去寻找更多相关诗词,并以此为情境,从中挖掘对生命衰老和死亡的情景描述,使学生在感悟生命意义的同时,能从生物学角度解释这些现象,引入细胞衰老和死亡的学习。教师可进一步利用课前活动“细胞的寿命”,引导学生通过数据分析并讨论,从理性的角度认识生命现象,引导学生思考并归纳“不同细胞的寿命长短不同,正常细胞都会死亡”“细胞死亡是自然生理过程”“细胞死亡对生物个体具有积极意义”等概念和观点。在此过程中,引导学生主动探究,通过查阅资料、分析数据得出结论。如部分学生查阅资料能力不足或时间有限,教师可课前准备相关细胞寿命的资料,作为情境资料提供给学生。

此外,学生在本章第1节和第2节中已经学习了细胞增殖和分化的概念,知道人体内新细胞的产生由细胞分裂或者细胞分化而来,以弥补和更新机体内衰老和死亡的细胞。在教学过程中,可以此为情境,引出细胞衰老和死亡现象。

(2) 案例教学,提升思维

在教学中,可以通过细胞衰老和死亡的具体案例,如教材中的秋天植物落叶、蝌蚪发育过程中尾部的消失等案例,让学生直接观察细胞衰老和死亡进程中的形态、结构和功能的变化,从中归纳出细胞的衰老和死亡是一种自然的生理现象,并能思考细胞衰老和死亡对生命个体的意义,从而理性地对待细胞衰老和死亡。在这一过程中,按照认知规律,引导学生从具体的细胞衰老和死亡的生命现象中,基于事实和证据,并联系前面章节内容,从细胞结构和分子层面分析推测细胞衰老和死亡过程中发生的形态和功能变化,建构“细胞衰老”“细胞凋亡”和“细胞坏死”等概念,培养演绎与推理思维。

(3) 基于现象,凸显观念

细胞的衰老和死亡过程中会出现形态结构、物质代谢的变化,引导学生观察相关生物学现象,从物质、结构和功能之间联系的角度,分析推测这些变化对细胞功能的影响,以及对生命与健康的影响,归纳细胞衰老和死亡的特征,树立结构与功能观。

对于细胞衰老和死亡的意义,可引导学生从进化的视角来看待,引导学生思考和分析:细胞衰老与死亡是通过一定时间累积的损伤而导致的,避免了因损伤累积而可能导致的细胞癌变。癌变的细胞具有无限分裂和增殖能力,会危及其他细胞和生物体。细胞衰老和死亡有利于生物体的生存,是经过自然选择的结果。此过程也可潜移默化地使学生形成一定的进化观。

(4) 迁移应用,落实德育

在“细胞坏死”概念教学中,教师可结合教材中列举的伤口组织、糖尿病患者血管损伤等案例,引导学生分析细胞坏死对生命健康的影响,使学生自然形成关爱生命、健康生活等意识。此外,预防衰老和延长寿命是社会生活中备受关注的话题,市场上也出现了多种抗衰老的药物和保健品。教师可组织学生结合所学细胞衰老和死亡的特征,尝试分析这些药物和保健品有效成分和作用原理的“真伪”。在此过程中,学生将所学的知识和概念应用到实际生活和社会议题中,辨别“伪科学”,可进一步增强社会责任感。

2. 栏目使用建议

(1) 学习提示

教材本节有2个学习提示。第1目的学习提示是本节核心概念之一,结合正文中的具体案例,提示学生正确看待细胞衰老的现象。第2目的学习提示旨在通过机体生长发育和正常生理活动中最常见的细胞死亡方式,从“自主性”的角度,提示学生正确看待细胞死亡现象,构建“细胞死亡是正常的生理活动”概念。

(2) 广角镜“细胞自噬”

本栏目介绍细胞死亡的另一种方式——细胞自噬,使得细胞死亡方式的概念相对完整,同时可使学生体会细胞死亡方式的多样性和复杂性。细胞自噬与很多疾病相关,是目前关于细胞死亡方式研究中比较前沿和热门的领域,近几年也取得了许多突破性的研究成果。因此,教材以栏目的形式供学生阅读,以拓宽他们的视野,同时让学生体会科学家对细胞死亡机制研究的不断探索精神,激发学生对科学探究的热情和积极性。

三、拓展资料

1. 引发细胞衰老的“自由基”理论

引发细胞衰老的机制是科学家们一直在研究和探索的问题,对此有一些不同的观点和推导依据。目前普遍被接受的理论是细胞内自由基过度积累可引发细胞衰老。自由基是具有不成对电子的原子、分子或离子,具有极活泼的化学性质。生物体内的自由基有超氧阴离子自由基、羟自由基、脂自由基、过氧化脂质等。在体内,自由基可引起脂质过氧化,使质膜等膜结构饱和脂肪酸相对增多,导致膜变得刚性更大,从而严重影响膜的功能。过氧化脂质可分解成丙二醛。丙二醛具有很强的交联性质,能与蛋白质或核酸交联,从而影响蛋白质或核酸的正常功能。当细胞内的膜系统、蛋白质和核酸的功能无法正常进行时,细胞便进入衰老阶段。自由基和蛋白质或核酸的交联物,通常具有荧光色素性质,难溶于水,不易排除,因此在细胞内堆积,以至妨碍细胞正常生命活动;通常随年龄老化而增加,称为老年色素或脂褐质。

在细胞代谢过程中,氧自由基形成最早,羟自由基作用最强,过氧化脂质连锁循环最持久。抑制氧自由基的产生,可控制其他自由基的形成。活性氧与细胞的许多功能活动和疾病有关,如分裂、吞噬、炎症、衰老和肿瘤等。

细胞内有很多酶可消除自由基对细胞的损伤,如超氧化物歧化酶(SOD)、过氧化物酶、谷胱甘肽过氧化物酶等。一旦这些酶功能受损或失活,细胞便不可逆地进入衰老阶段。线粒体是自由基浓度最高的细胞器,线粒体的老化、形变是细胞衰老的先兆。脑、心和骨骼肌的氧负荷最大,线粒体含量较高,因此是最容易衰老的组织器官。

2. 细胞凋亡过程中的形态变化

细胞凋亡是常见的细胞程序性死亡方式之一,尤其是在动物细胞中更普遍存在。它是生理性、病理性刺激信号引发的细胞有序主动的死亡过程。细胞凋亡维持了多细胞生物体内细胞数量的动态平衡。在胚胎发育阶段,通过细胞凋亡可清除多余的和已完成使命的细胞,保证了胚胎的正常发育;在成年阶段通过细胞凋亡清除衰老和病变的细胞,保证了机体的健康。在细胞凋亡过程中,细胞体积减少,染色质固缩,DNA有序降解,质膜完整,通过膜泡形状的凋亡小体包裹细胞内降解的物质。因为无细胞内容物溢出细胞,因此不会对周围细胞产生影响,也不会引发炎症反应。

3. 细胞凋亡的发现

细胞凋亡是受到基因调控的精确生理活动过程。此过程中,基因如何调控细胞死亡过程?1972年,克尔(J. R. Kerr)等三位科学家提出了细胞凋亡(apoptosis)这一概念。随后,霍维茨(R. Horvitz)在研究线虫发育时发现,秀丽隐杆线虫(*C. elegans*)每个细胞的位置、分裂与命运都是由遗传决定的程序所精确地预先确定的。线虫在幼虫时期有1 090个细胞,随着生长成成虫,其中131个细胞死亡,其中相关的基因有`ced`基因家族。1993年,科学家发现,线虫凋亡相关的基因在结构和功能上与哺乳动物细胞内某些基因相似,其中一些基因表达产物为caspase酶。这种酶可切割细胞内

功能性蛋白质和核酸,引发细胞凋亡。细胞凋亡和线粒体密切相关,当细胞内线粒体受到损伤(如自由基攻击)时,线粒体破膜释放的细胞色素c可诱导 caspase 酶活化。

4. 人体内几种细胞的寿命

细胞死亡是自然的生理过程,人体每天都有大量的细胞衰老和死亡,如小肠上皮细胞、皮肤细胞、血细胞等。人体内几种细胞的寿命如表 5-7 所示。

表 5-7 人体内几种细胞的寿命

细胞类型	细胞寿命	细胞类型	细胞寿命
小肠上皮细胞	约 3~6 天	中性粒细胞	约 2~3 天
皮肤表层细胞	约 14~28 天	血小板	约 14 天
嗜碱性粒细胞	约 10~15 天	红细胞	约 120 天
嗜酸性粒细胞	约 8~12 天		

附录

附录1 教材“自我评价”与“学业评价”参考答案

第1章 走进生物学

第1节 生物学是与人类生活密切相关的自然科学

略。(3个问题均为开放题,不涉及学业水平,关键是回答问题的条理要清晰)

第2节 实验探究是学习生物学的重要途径

- 实验探究基本步骤:提出问题、作出假设、设计方案、实施方案、获取并分析数据、得出结论、验证假设、解答问题。
- 可通过教材、《实验与活动部分》及相关的科学论文获取实验原理和方法。遵循的原则主要有:对照原则、控制变量原则、一定数量的样本和重复等。

第3节 细胞是生物体结构的基本单位

1.

细胞名称	形态结构特点	形态结构与功能关系
上表皮细胞	细胞扁平,紧密排列成一薄层,覆盖在叶片表面	细胞薄而透明,便于阳光透过;紧密排列在组织表面,起保护作用
叶肉细胞	长柱形,有叶绿体	长柱形排出一排,充分接受阳光;有叶绿体,适合光合作用

- 草履虫细胞、叶肉细胞、神经细胞、细菌的形态差异大,但都由质膜包裹,其内有细胞质基质、核糖体等结构。
- 结核分枝杆菌细胞细长略弯曲,端极钝圆,大小约为 $2\mu\text{m}\times 0.4\mu\text{m}$,呈单个或分枝状排列,有荚膜、无鞭毛、无芽孢;其细胞壁的脂质含量较高,影响营养物质的吸收,生长缓慢。与动物细胞在结

构上的最大区别是无核膜。结核分枝杆菌能引起人类和畜禽动物的结核病。结核病是一种慢性传染病,其中以肺结核最为常见,其次是消化道、泌尿道,骨骼以及脑部结构。长期以来结核病严重威胁着人们的健康与生命,表现为逐渐消瘦,组织器官形成结节和干酪样坏死,发病率和死亡率高。预防措施主要包括接种疫苗、保持个人卫生、定期体检等。

第1章学业评价

1. (1) B (2) 细胞质 细胞壁 (3) 柿的胚乳细胞体积大,相互之间无规则地挤在一起,具有储存营养物质的作用。蚕豆叶下表皮细胞是透明的,不含叶绿体,形状不规则,对蚕豆叶肉细胞有保护作用;下表皮中,一对保卫细胞构成气孔,是O₂和CO₂进出的通道。
2. (1) C (2) A (3) ABCD (4) 能从结构与功能角度进行比较,列表、绘图比较所知道的单细胞生物(2~3种)的形态、特性等。例如:衣藻,单细胞,球形或卵形,前端有两条等长的鞭毛,能游动;鞭毛基部有两个伸缩泡;在细胞的近前端,有一个红色眼点,能感光;衣藻叶绿体呈杯状,能进行光合作用制造有机物。
3. (1) A (2) C (3) D (4) 略。
4. 略。

第2章 细胞的分子组成

第1节 C、H、O、N、P、S等元素组成复杂的生物分子

1. 依据表2-1所提供的数据可知,C、H、O、N、P、S、Si等元素无论在地壳中还是在人体细胞和玉米细胞中都有分布,可见没有一种元素是生物界所特有的,生物与环境密不可分,生物体是自然界组成的一部分。因此,生物体内与自然环境中的元素具有统一性。
2. 细胞中的生物分子主要包括蛋白质、核酸、糖类和脂质,其中,蛋白质主要由C、H、O、N、S构成;核酸主要由C、H、O、N、P构成;糖类和脂质主要由C、H、O构成。所以说,细胞主要由C、H、O、N、P、S等元素构成。观察教材图2-3半胱氨酸和葡萄糖分子结构示意图发现,这些元素以碳链为骨架形成生物分子。

第2节 蛋白质和核酸是重要的生物大分子

1. 组成生物体蛋白质的氨基酸分子通常有20种,它们在结构上的共同特点是:中心碳原子通过四个共价键分别连接一个羧基(-COOH)、一个氨基(-NH₂)、一个氢原子(-H)和一个侧链(R基)。不同种类的氨基酸的不同点是:R基各不相同。其结构通式:略(可参考教材图2-5)。
2. 组成DNA分子的基本单位是脱氧核苷酸,有4种,分别称为腺嘌呤脱氧核苷酸、鸟嘌呤脱氧核苷酸、胞嘧啶脱氧核苷酸、胸腺嘧啶脱氧核苷酸。
3. 二肽是由两个氨基酸分子通过肽键连接形成的。这三种氨基酸最多可形成9种(3²)二肽,分别为甘-甘、丙-丙、赖-赖、甘-丙、甘-赖、丙-赖、丙-甘、赖-甘、赖-丙。
4. 虽然降钙素和胰高血糖素样肽-1的氨基酸数目相同,但蛋白质的功能取决于氨基酸序列及

其空间结构。这两者可能存在氨基酸序列不同,空间结构也不尽相同。

第3节 糖类和脂质是细胞的结构成分和能源物质

1.

物质		元素组成	实例	在细胞中的作用
糖类	单糖	C、H、O	葡萄糖、果糖、半乳糖、脱氧核糖、核糖	1. 葡萄糖是细胞生命活动的主要能源物质 2. 核糖和脱氧核糖是构成核酸的重要成分
	双糖	C、H、O	蔗糖、麦芽糖、乳糖	
	多糖	C、H、O	淀粉、糖原、纤维素	1. 淀粉是植物细胞中的储能多糖 2. 糖原是动物细胞中的储能多糖 3. 纤维素是构成植物细胞壁的重要成分
脂质	脂肪	C、H、O	皮下脂肪、内脏器官周围的脂肪	1. 细胞中最好的储能物质 2. 维持体温恒定 3. 缓冲和减压
	磷脂	C、H、O、N、P		细胞质膜的基本骨架
	固醇	C、H、O	包括: 胆固醇、植物固醇、酵母固醇	1. 胆固醇是构成细胞质膜结构的重要成分,可以转化为性激素和维生素D;性激素能促进人和动物生殖器官的发育以及生殖细胞的形成;维生素D能有效促进动物肠道对钙和磷的吸收 2. 植物固醇是植物细胞的重要结构成分 3. 酵母固醇是酵母细胞重要结构成分

2. 略。(可从分子结构、特性和功能角度认识)

3. 首先要正确认识脂类物质的功能,主要包括脂肪、磷脂和固醇,其中脂肪是人体能量的重要来源,磷脂和胆固醇是构成细胞质膜的重要成分。然后从形体和健康的角度来看,应该保证营养物质摄入的适量和均衡,同时加强体育锻炼。

4. 可通过取样,对样品中加入双缩脲试剂进行检测,振荡后观察是否出现紫色,若不出现,则说明样品中不含有蛋白质。或者通过双缩脲法和分光光度法测定蛋白质含量,与商品标注的蛋白质含量比较,判断是否合格。在样品中加入碘液,振荡后观察是否出现蓝色,如出现,则说明样品中存在淀粉。

第4节 水和无机盐是生命活动的必需物质

1. 细胞中水的含量最高,约占2/3,以自由水和结合水的形式存在。自由水的含量保障了细胞中无机盐和部分有机物的溶解和运输,同时确保了部分化学反应的正常进行;且水比热容大,能维持细胞温度的相对稳定,有助于细胞生命活动的进行。另外,结合水对维持其他分子的结构和活性起重要作用。因此,细胞缺少水会直接影响其生命活动。

2. 水稻种子在储存入库前晒干的水分是细胞中的自由水,当其含水量小于10%时,细胞生命活动处于相对休眠状态,有利于存放。

3. Mg是构成叶绿素的必需元素;Mn、Zn等是细胞内某些酶的辅助因子,缺乏会影响相应的化

学反应的进行。

4. 生命起源于水环境。对于任何一个生物体而言,水都是不可缺少的。生物体中含水量与其生命活动有关,代谢活动高的器官含水量相对较高。水为细胞中的物质运输和化学反应提供介质。无论是人体还是其他生物体中水的含量低于一定值时,生命活动就会终止。因此,设立世界水日,是为了保护地球上的水资源,也是保护地球上的一切生物。

第2章学业评价

1. (1) 脱氧核糖核酸(DNA) 蛋白质 (2) 磷 氮 (3) 葡萄糖 (4) D (5) 先取2支干净的试管,分别编号为B和D,分别加入2mL的物质B和物质D;在两支试管中均加入1mL的班氏试剂,若加热后出现红黄色沉淀,说明该试管中的物质为葡萄糖;或在两支试管中分别加入双缩脲试剂,若振荡后溶液呈紫色,说明该试管中的物质为蛋白质。

2. (1) R基 中心碳原子上的氨基与羧基脱水缩合形成的化学键 (2) BCD (3) 根据题干信息可知,人胰岛素中有3个氨基酸与牛胰岛素不同,而蛋白质的功能取决于氨基酸的种类、数目、排列顺序及其形成的空间结构,所以两者空间结构不同,导致它们的功能存在一定差异,从而影响治疗效果。

3. 略。(可从蛋白质、核酸、糖类、脂质、水和无机盐的生理功能角度分析)

第3章 细胞的结构

第1节 细胞由质膜包裹

1. 细胞质膜基本骨架为磷脂双分子层,能将细胞与外界隔开,使细胞成为一个独立的结构,保障了细胞内部环境的稳定性。质膜上的蛋白质承担着调控物质进出细胞的功能,使细胞生命活动可以从外界获取营养物质并将代谢废物排出细胞。质膜在细胞识别外界信息和实现细胞间信息的交流中起着非常重要的作用,这与质膜上的糖蛋白和糖脂有关。

2. 植物细胞壁的通透性很大,几乎无法起到保护细胞内部的功能,因此植物细胞边界还是质膜。
3. 细胞质膜上的糖作为细胞识别分子,参与细胞间的信息交流。植物细胞主要通过胞间连丝进行信息交流。

4. 略。(可参考本节“拓展资料”)

第2节 细胞各部分结构既分工又合作

1. 植物叶肉细胞含有叶绿体、线粒体、液泡、核糖体、内质网和高尔基体等细胞器。叶绿体是植物叶肉细胞进行光合作用的场所,由双层膜包被,含有叶绿体色素。线粒体由双层膜包被,内膜折叠成嵴,是细胞有氧呼吸的主要场所,能为叶肉细胞的生命活动提供能量。叶肉细胞含有大液泡,膜内含细胞液,能贮存养料及多种代谢产物,调节细胞的渗透压。核糖体没有膜结构,是合成蛋白质的场所,有的游离在细胞质基质,有的附着在内质网上。内质网是单层膜结构的细胞器,能加工运输蛋白质,也是合成脂质场所。高尔基体由单层扁平膜囊重叠在一起形成,与分泌物形成有关,在植物细胞中还与细胞壁的形成有关。叶肉细胞内含有细胞核,细胞核是储存遗传信息的场所,能调控细胞的

代谢等生命活动。

2. 胰岛 β 细胞内的粗面内质网上附着核糖体,核糖体能利用氨基酸原料合成蛋白质,蛋白质进入内质网初步加工、运输,形成一定的空间结构的胰岛素后,以囊泡的形式与高尔基体融合,高尔基体对蛋白质进一步加工成成熟的胰岛素,再以囊泡的形式与细胞质膜结合,排出细胞。整个过程需要线粒体供能。

3. 略。(可结合制作的细胞模型,从结构与功能角度说明)

第3章学业评价

1. (1) 磷脂 蛋白质 糖蛋白 胆固醇 磷脂双分子层 (2) AD (3) 为磷脂双分子层结构提供证据。磷脂具有亲水性头部和疏水性尾部,在水溶液中亲水性头部朝向细胞内外两侧,疏水尾部相对组成疏水屏障,从而形成磷脂双分子层结构。

2. (1) 细胞核 内质网 高尔基体 细胞质膜 (2) CD

(3)

细胞结构	功 能
内质网	与蛋白质的加工运输以及脂质的合成有关
高尔基体	与物质的加工、运输、转运、分泌有关
细胞质膜	对细胞内部有保护作用,与物质交换、细胞间信息交流有关
线粒体	细胞有氧呼吸的主要场所,为生命活动供能

(4) 例如:核糖体合成的蛋白质 \rightarrow 内质网加工运输 \rightarrow 囊泡 \rightarrow 高尔基体加工、转运 \rightarrow 囊泡 \rightarrow 细胞质膜。 (5) 蛋白质;囊泡膜上的蛋白质与靶点膜上的受体特异性结合,从而将物质准确运输到目的地。

第4章 细胞的代谢

第1节 细胞通过质膜与外界进行物质交换

1.

跨膜方式		浓度梯度	是否消耗能量	是否需要转运蛋白	举 例
被动 运输	自由扩散	顺	否	否	O_2 进入小肠上皮细胞
	协助扩散	顺	否	是	水通过水通道蛋白进入细胞
主动运输		逆	是	是	哺乳动物细胞吸收 K^+ 、排除 Na^+

例如小肠上皮细胞中, O_2 和 CO_2 可顺浓度梯度直接穿过质膜, H_2O 通过水通道蛋白快速通过质膜;而葡萄糖、 K^+ 和 Na^+ 需借助质膜上的转运蛋白逆浓度通过质膜,需要细胞提供能量。

- 推测洋葱表皮细胞发生质壁分离后会出现复原(细胞先失水后吸水)过程。开始时,外界葡萄糖浓度高,导致细胞失水;随着葡萄糖分子进入细胞,细胞内外浓度差减小,水分子渗透进入细胞。
- 略。(可结合教材举例进行查阅资料)

第2节 酶催化细胞的化学反应

- 人体血液中含有过氧化氢酶,可催化 H_2O_2 分解产生 O_2 ,从而产生气泡。
- 绝大多数酶的化学本质是蛋白质,在结构上具有能与底物特异性结合并起催化作用的活性中心,因此一种酶一般只能催化一种或一类反应。
- 每一种酶只能在一定的 pH 范围内才有活性。在一定条件下,每一种酶在某一个特定 pH 时活力最大,这个 pH 称为这种酶的最适 pH。超出这个 pH 范围,pH 过高或过低都会使酶活性降低,甚至失去活性。
- 略。(可结合教材“广角镜”说明)
- 略。(可参考本书“拓展资料”)

第3节 细胞通过分解有机分子获取能量

- 从 ATP 作为直接能源物质角度理解“能量货币”:细胞生命活动无法直接利用有机分子中的化学能,而是通过细胞呼吸将有机分子中的化学能转化为 ATP 中的能量,ATP 通过基团转移或直接水解的方式驱动生命活动的进行。
-

比较项	反应场所	反应条件	物质变化	能量转换
有氧呼吸	细胞质基质、线粒体	氧气充足	$葡萄糖 \rightarrow CO_2 + H_2O$	产生大量 ATP 和热能
无氧呼吸	细胞质基质	缺氧、无氧条件下	$葡萄糖 \rightarrow 乳酸$ (或酒精+ CO_2)	产生少量 ATP 和热能

- 在氧气充足条件下,酵母通过有氧呼吸彻底氧化有机物产生大量 ATP;缺氧或无氧条件下,酵母细胞内有机物氧化不彻底,产生少量 ATP,以适应氧气不足的环境条件。
- 有氧呼吸转换效率= $1161 / 2870 \approx 40.5\%$ 。释放的热能可以维持细胞内的环境温度,为酶催化反应等细胞生命活动提供适宜的条件。
- 略。(可结合日常生活中摄入的营养物质的生物学功能角度分析)

第4节 叶绿体将光能转换并储存在糖分子中

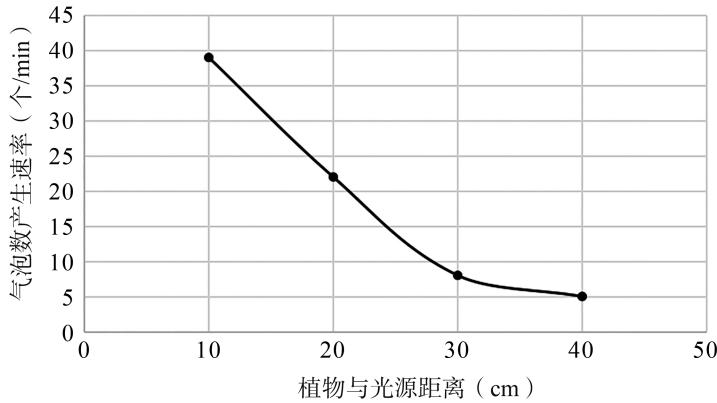
- 同意这个观点。地球上光合作用产生有机物,可作为其他生物的营养物质和能量来源。
- 类囊体是光合作用中光反应的场所,负责吸收光能,并将光能转变成活跃的化学能,伴随氧气的产生;叶绿体基质中含有碳反应的所有酶类,是光合作用碳反应的场所。光反应产生的 ATP 和 NADPH 可为碳反应中有机物合成提供能量;碳反应消耗 ATP 和 NADPH 产生 ADP 和 $NADP^+$,为光反应提供原料。

3. 略。(可结合教材“科学史话”分析)
4. 由于高等植物光合作用中吸收光能的光合色素主要吸收红光和蓝紫光,因此应配置红光或蓝光,或者一定比例的红、蓝光。选择灯的功率主要是考虑合适的温度、湿度和 CO₂ 条件下,光照强度适当低于光饱和强度。因为在一定光照强度范围内,光合速率会随光照强度增加而增加,当光照强度超过一定范围后,光合速率的增加转慢;达到某一光照强度时,光合速率不再增加,出现光饱和,这通常是由于碳反应的限制,不能与光反应同步所致;光是光合作用的能源,然而当光能超过光合系统所能利用的能量时,对光合作用还会有抑制作用。
5. 略。(可结合教材“前沿视窗”了解我国科学家在光合膜蛋白复合体的结构与功能方面的研究)

第4章学业评价

1. (1) A (2) 蛋白质 催化淀粉水解 (3) 37℃ 每一种酶有其特定的工作环境,唾液淀粉酶是人体唾液腺分泌,在口腔工作,人体温度始终维持在 37℃,推测是该酶的最适温度 (4) 不会。淀粉酶具有专一性,不会催化麦芽糖的水解。 (5) 可以通过显色反应检测底物量的减少或者产物量的增加来确定。例如,淀粉遇碘呈蓝色,用碘液检测,观察蓝色是否变淡或消失,检测淀粉量是否减少;或者加入班氏试剂,加热观察是否出现黄红色沉淀,检测是否产生麦芽糖。
2. (1) 光反应 ①过程进行的场所是叶绿体中的类囊体,且通过阶段①产生 ATP (2) H₂O、O₂、三碳糖、CO₂、NADPH (3) 叶绿素 a (4) CO₂ 供应不足会抑制暗反应,从而减少对 ATP 和 NADPH 的消耗,导致 ADP 和 NADP⁺ 不足,不利于光反应的进行,从而降低色素对光能的捕获

3. (1)



- (2) 植物与光源距离在 10~40 cm 范围内,伴随着植物距光源越远,植物每分钟产生气泡数越少。因为植物距光源越远,植物所接受到的光照强度越低,叶绿素吸收光能减少,光反应速率下降,每分钟产生的氧气数减少。

4. (1) a b (2) 阳生植物达到最大光合速率时的光照强度高于阴生植物,表示阳生植物能更充分地利用强光进行光合作用,产生更多的光合作用产物,阴生植物产生的光合作用产物较少。
(3) 光反应与碳反应相互联系,互相提供反应物,碳反应的反应速率无法跟上光反应时,光反应出现了饱和。影响碳反应的因素有 CO₂ 浓度和温度等。CO₂ 是碳反应的底物,CO₂ 不足,限制碳反应;碳反应过程需要酶,在最适温度范围内酶保持较高活性,温度过高或者过低,都会限制碳反应,从而限

制光合速率。（4）植物细胞同时进行光合作用和呼吸作用，光合作用吸收的 CO₂ 部分来自呼吸作用产生的 CO₂。当光照强度低于某一值时，光合速率低于呼吸速率，植物的呼吸作用产生的 CO₂ 量大于光合作用消耗的 CO₂ 量，植物所吸收的 CO₂ 量为负值，即此时细胞表现为释放 CO₂。而当光照强度为 0 时，植物不进行光合作用，只进行呼吸作用，只释放 CO₂，吸收量为负值。

5. (1) 馒头制作过程及原理

制 作 过 程	原 理
将酵母粉加入杯中，加入温水，等待 3~5 min	使酵母活化，在有水且温度适宜的条件下开始繁殖
面粉中加入少许糖，加水和面，盖上盖子，保温 30~32 °C，发酵 1 h	酵母利用面粉中的糖类，在适宜的温度条件下，面团内部的酵母进行无氧呼吸，产生 CO ₂ 气体，使面团膨胀成海绵状结构，口感松软，同时产生酒精，使馒头有特别的风味
发酵后的面团再加入面粉，再进一步和面，发成小块揉至光滑，冷水上锅，水开 10 min 关火再虚蒸 2 min	冷水上锅，使馒头里外受热均匀

(2) 酒酿制作过程及原理

制 作 过 程	原 理
用饭锅煮糯米，烧熟但是饭粒比较硬	煮熟的糯米为发酵提供营养物质
待凉透后把糯米饭放入容器，将混合酒曲与温水，浇盖在米饭上后混合均匀	混合酒曲中包括多种微生物，有霉菌和酵母，可以分级利用淀粉和其他糖类进行呼吸作用。选择凉透的糯米是避免温度太高，杀死酵母，加入温水，使酵母活化，此时 O ₂ 充足，霉菌和酵母都先进行有氧呼吸，迅速繁殖
用手把糯米饭压实，在中间钻一个孔让糯米酒可以冒出来	酵母先进行有氧呼吸，生成大量水，从孔中冒出后，淹没糯米饭及酵母，使其处于无氧环境，此时酵母开始进行无氧呼吸，产生酒精和 CO ₂
容器盖上盖子，放在 30 °C 左右的环境里，24 h 后，闻到酒香，看到糯米饭像浮在酒里即可	在 30 °C 左右环境保温，酵母中酶活性最大，发酵作用更快

6. 水果保鲜就是要抑制水果的呼吸作用，减少营养物质的消耗。温度、O₂ 浓度和 CO₂ 浓度都对呼吸作用有影响。温度影响酶的活性，温度越低，酶的活性也越低，但是不能低于 0 °C，否则植物会遭受冻害，破坏营养物质，且会很快腐烂。空气中 O₂ 浓度较高时会促进有氧呼吸，消耗营养物质；当 O₂ 浓度 <2% 时，出现无氧呼吸，也会消耗营养物质，因此选择 O₂ 浓度在 2%~10% 之间（偏低一些更好），细胞的有氧呼吸和无氧呼吸均会受到显著抑制。CO₂ 浓度高对呼吸作用有抑制作用，但含量超过 10% 会使果实变坏；低于 5% 时（偏高一些更好），保鲜效果好。综上所述，将环境条件控制在温度为 0~1 °C、O₂ 浓度为 2%~4%、CO₂ 浓度为 3%~5%，对梨、柑橘等水果的保鲜效果好。具体方法是：先将水果进行消毒，杀死水果表面的微生物；随后装入保鲜袋中，挤出空气；放置于冰箱的冷藏室中，将温度调至 0~1 °C 进行保存。

第5章 细胞的生命进程

第1节 细胞通过分裂实现增殖

1. 细胞有丝分裂过程中,染色质转变为染色体,纺锤丝形成,每个染色体的着丝粒两侧分别与两极形成的一根纺锤丝相连,分裂中期染色体排列在细胞中央,染色体平均分配等,保证了子代细胞与亲代细胞遗传信息的一致性。
2. 选用分裂旺盛、体积比较大的动物细胞,如外周淋巴细胞等。
3. 略。(可结合教材“前沿视窗”说明)

第2节 细胞通过分化形成多细胞生物体

1. 根据细胞分化能力由高至低分别是受精卵、胚胎干细胞、骨髓干细胞和红细胞。因为,受精卵具有全能性,分化产生胚胎干细胞;胚胎干细胞具有多能性,可分化产生骨髓干细胞;骨髓干细胞具有分化为特定细胞的能力,可分化产生红细胞;红细胞不能分化为其他细胞。
2. 人体内能发现多种干细胞通过分裂分化产生新细胞,以替补死亡的分化细胞。例如,骨髓干细胞分化为白细胞、红细胞和血小板;表皮干细胞分化为表皮组织细胞等。
3. “落地生根”小叶落地后会长成一棵新植株,是细胞的增殖和细胞分化全能性的体现,在此过程中会发生细胞分裂和分化。
4. 略。(可结合教材“生物学与社会”讨论)

第3节 细胞衰老和死亡是自然的生理过程

1. 秋天树叶凋零过程中,叶片细胞在寒冷的环境下,细胞的耗能降低,部分组织细胞会死亡,有利于维持植物的整体生命。
2. 在成长发育中,整个生命体虽然在不断生长,但我们体内的有些细胞也在衰老和死亡。在此过程中,体内会产生多余的、受损的细胞,通过细胞衰老和凋亡清除这些细胞,完成自然更新。
3. 略。(可从正确进行包扎术、固定术等角度检索资料)

第5章学业评价

1. (1) C (2) ABD (3) DNA复制,染色体开始组装;为保证有丝分裂亲代和子代细胞遗传信息的一致性作物质准备 (4) 15:00至22:00之间(15:00至20:00更适宜,因为洋葱根尖细胞有丝分裂前期大致为3小时,中期大致为2小时)
2. (1) 细胞分化、细胞分裂和细胞死亡 (2) AD (3) D
3. 略。(可从细胞功能和遗传信息角度思考)

附录 2 《练习部分》参考答案

第1章 走进生物学

第1节 生物学是与人类生活密切相关的自然科学

【选择题】

1. B 2. A 3. D 4. C 5. ABD

第2节 实验探究是学习生物学的重要途径

【选择题】

1. A 2. B 3. A 4. D 5. ACD

第3节 细胞是生物体结构的基本单位

【选择题】

1. C 2. CD 3. D 4. C 5. D 6. C

【综合题】

1. (1) 5 (2) B (3) AB (4) D

2. (1) ② ③ ④ (2) 质膜、细胞核、细胞质基质等 (3) 洋葱表皮细胞是植物细胞,具有细胞壁,能够保护细胞及维持形态;肌细胞含有肌纤维,具有收缩和舒张的运动特性;神经元质膜向外形成突起,突起分为树突和轴突,具有接受刺激和传递信息的作用。

本章综合练习

1. (1) 甲 (2) 由核膜包被的细胞核 (3) 蓝细菌没有由核膜包被的细胞核 (4) 更换了 40×倍的物镜(图 1 视野中有 8 个细胞,图 2 视野有 2 个细胞,说明图 2 中显微镜放大倍数是图 1 的 4 倍)
2. (1) 酸雨对小麦种子萌发有抑制作用 (2) ① 喷洒清水进行实验 ② 保证一定数量的样本,确保实验数据可靠;相同数量样本控制无关变量 ③ 相同且适宜 控制无关变量、保证小麦生长环境良好 ④ 3 个花盆中种子的萌发率 (3) ① 酸雨对种子萌发率无影响 ② 低 增大 (4) 甲植物。平均受害面积表示植物对 SO₂ 的抗性,平均受害面积越小,表示抗性越大。平均受害面积与气孔密度呈负相关,与每个气孔的面积呈正相关。所以,在酸雨污染较严重的地区,应选用气孔密度大、每个气孔面积小的植物,这样的植物对 SO₂ 的抗性更强,根据表格可知选甲植物

第2章 细胞的分子组成

第1节 C、H、O、N、P、S等元素组成复杂的生物分子

【选择题】

1. C 2. ABC 3. D

【综合题】

1. (1) C、H、O (2) D (3) ②③
2. (1) C、H、O、N、P (2) C 组成细胞的蛋白质、核酸、糖类、脂质等生物分子都含有碳骨架,C的含量高 (3) ABCD

第2节 蛋白质和核酸是重要的生物大分子

【选择题】

1. D 2. C 3. B 4. C 5. C 6. D 7. A 8. B 9. D

【综合题】

1. (1) 氨基 肽键 羧基 (2) 4 3 (3) $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ (4) 4 ②③⑤⑥ (5) 不相同 它们的氨基酸排列顺序不同,导致其空间结构和功能不同 (6) 5⁵
2. (1) 5 7 (2) 乙 乙是单链的结构,通常RNA是单链的;乙中含有碱基U,一般只存在于RNA中,DNA中一般不含碱基U (3) 构成DNA的脱氧核苷酸有4种,且组成DNA的脱氧核苷酸数量众多,其排列顺序多样,可储存大量遗传信息。
3. (1) A 分子中含S但不含P,B分子中含P但不含S元素 (2) 氨基酸 RNA (3) ABC

第3节 糖类和脂质是细胞的结构成分和能源物质

【选择题】

1. B 2. B 3. B 4. ABCD 5. A 6. C

【综合题】

1. (1) 蔬菜、水果 (2) C、H、O 葡萄糖 不同 (3) 脂肪、磷脂和固醇等 脂肪
2. (1) 黄油 脂肪 (2) 全麦面包、土豆 淀粉 (3) AB (4) “管住嘴”,控制饮食防止能量的过度摄入;“迈开腿”,积极运动控制能量的过度积累。(合理即可)

第4节 水和无机盐是生命活动的必需物质

【选择题】

1. A 2. A 3. A 4. ABC 5. A 6. A

【综合题】

1. (1) 水 (2) 下降 上升 (3) 淀粉 植物体内的主要储能物质 (4) 班氏 葡萄糖 果糖 葡萄糖
2. (1) 糖类 为生物体补充能量 (2) 运动过程会流失大量的钠,运动饮料添加钠可以维持体

内钠含量的平衡 离子 (3) 脂肪难溶于水;人体的主要能源物质是糖类,用糖类比用脂肪补充能量的速度更快(合理即可) (4) 不健康。运动过程会大量消耗能量,也会因为排汗而流失无机盐。不运动的条件下,把运动饮料代替水会导致糖类物质和无机盐的过量补充,破坏身体的平衡,加重身体的负担。

本章综合练习

1. (1) 人体细胞和岩石圈元素组成的差异,体现了生命的特殊性 (2) Fe^{2+} 是血红蛋白重要组成部分,对机体供氧起到重要作用; I^- 是甲状腺激素的重要组成部分,缺碘或长期碘摄入不足会导致地方性甲状腺肿 (3) 水 人体正常生理活动离不开水,水是化学反应的介质;水是良好的溶剂,水的流动可以运输人体所需要的营养物质并排除废物;人体还能够通过水来调节体温。(合理即可)

2. (1) 蛋白质 氨基酸 (2) ② (3) 羧基 ⑧ (4) 5 ①③④⑥⑦ (5) 肉毒毒素的本质是蛋白质,蛋白质的功能取决于其空间结构。高温会破坏蛋白质的空间结构,从而使它失活。

(6) 125,本案例中构成蛋白质多样性的原因包括了氨基酸的种类、氨基酸排列顺序的多样。

3. (1) ABCD (2) ABCD (3) 添加氮肥,有利于植物合成蛋白质和核酸等有机物 (4) 不合理。生物自身不能产生新的元素,所有的元素都来自于外界环境。通过查阅资料发现,豆科植物的根部会伴随生长根瘤菌,根瘤菌可以固定空气中的 N_2 ,把 N_2 转化能被植物吸收的含氮物质。

4. (1) ③ ② (2) 其他条件相同且适宜,培养小麦幼苗,做好观察记录 (3) 土培法无法去除土壤中的全部镁元素,从而影响实验结果的准确性

第3章 细胞的结构

第1节 细胞由质膜包裹

【选择题】

1. C 2. B 3. C 4. A 5. ABD 6. C

【综合题】

1. (1) 构成膜结构的磷脂、蛋白质分子几乎都是可以运动的 (2) 温度降低,蛋白质和磷脂分子的运动速率减慢 (3) 具有一定的流动性

2. (1) ① 蛋白质 ② 磷脂 (2) 受体 蛋白质 (3) ② 脂溶性物质具有疏水性,更容易通过质膜中磷脂双分子形成的疏水屏障 (4) Ⅱ型糖尿病 若信号分子是胰岛素,则 a 是胰岛素受体蛋白,当它结构改变,不能正常识别胰岛素,则会影响细胞对葡萄糖的吸收,使血糖偏高,继而可能引发Ⅱ型糖尿病。

第2节 细胞各部分结构既分工又合作

【选择题】

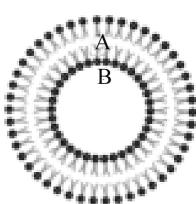
1. C 2. C 3. B 4. C 5. D 6. B 7. ABCD 8. C 9. A 10. B 11. B 12. C

【综合题】

1. (1) 质膜 线粒体 (2) B (3) 微丝 微管
2. (1) 电子 植物 ⑧⑨⑪ (2) ⑤⑬ (3) ⑩ 线粒体 ① 中心体 ⑤ 高尔基体
(4) ⑪ ⑦ 强
3. (1) 核糖体 核仁 (2) 没有营养物质和能量供应 细胞质中已有的物质仍可发挥一定作用
(3) 细胞核和细胞质是相互依存、不可分割的。细胞核控制着细胞质中的代谢活动(合理即可)
(4) 人成熟红细胞中的血红蛋白分子具有携带和运输氧气的功能,没有细胞核等结构可为血红蛋白提供更多空间,为细胞减少物质和能量的消耗。但也因为没有细胞核,所以成熟红细胞的寿命比较短
4. (1) 内质网 高尔基体 溶酶体 (2) 消化衰老无用的细胞器碎片 (3) BD (4) 内质网→高尔基体→细胞质膜 (5) 内质网上的核糖体以氨基酸为原料,合成肽链。随后,这段肽链转移到内质网内加工成较为成熟的蛋白质。然后,内质网膜鼓起、出芽形成囊泡 COP II,包裹着要运输的蛋白质,离开内质网到达高尔基体。囊泡与高尔基体膜融合后,在高尔基体中进一步修饰后,进入新的运输囊泡,并与质膜融合,将蛋白质分泌到细胞外。高尔基体还可形成溶酶体,能消化进入细胞内的异物。整个过程中需要的能量由线粒体提供。

本章综合练习

1. (1) 乙 乙细胞中没有由核膜包被的细胞核 (2) ⑤ 细胞核 ⑧ 拟核 (3) ①⑤ ④
(4) D (5) 真核细胞内大多数结构都由膜包围,这些内膜系统将细胞质分隔成许多功能化区域,同时也为多种酶提供附着位点,使各种代谢反应能够有序地进行,提高了细胞生理生化反应的效率。
2. (1) 真核 (2) D (3) 高尔基体 多种水解酶 (4) 核糖体→③内质网→⑥高尔基体→
⑤运输囊泡→④质膜 (5) 胰岛素受体 信息交流
3. (1)



脂质体由双层磷脂分子组成,磷脂分子的头部具有亲水性,尾部具有疏水性。疏水性药物 A 能与磷脂分子的疏水性尾部结合,亲水性药物 B 能与磷脂分子的亲水性头部结合。(2) 细胞 N 上受体蛋白的结构能识别物质 M 并与之结合,因此在脂质体表面连接上物质 M 后,该脂质体能与细胞 N 特异性结合。(3) 脂质体和细胞质膜均由磷脂双分子层构成,且膜上磷脂分子能运动,因此脂质体和细胞质膜的磷脂分子融合,将药物摄入胞内。

第4章 细胞的代谢

第1节 细胞通过质膜与外界进行物质交换

【选择题】

1. C 2. CD 3. D 4. A 5. A 6. B

【综合题】

- 1.

跨膜方式		特 点			举例
		浓度梯度	是否消耗能量	是否需要转运蛋白	
被动 运输	自由扩散	顺	否	否	O ₂ 进入小肠上皮细胞
	协助扩散	顺	否	是	葡萄糖进入红细胞
主动运输	逆	是	是	是	葡萄糖进入小肠上皮细胞

2. (1) 甲 乙侧具有多糖分子,多糖分子位于膜的外侧 (2) B (3) B (4) c (5) 第(2)小题中,CO₂为疏水性小分子,易从质膜的磷脂分子间透过而从细胞中扩散出来;第(3)小题中,葡萄糖为亲水性小分子物质,不能从质膜的磷脂分子间透过,需通过膜上相应的转运蛋白以及消耗能量,才能进入细胞内。

第2节 酶催化细胞的化学反应

【选择题】

1. B 2. A 3. C 4. A 5. D 6. B 7. B 8. AC 9. B 10. A 11. D 12. C

【综合题】

1. (1) A 在化学反应前后A的形态结构保持不变 (2) 脂肪酸 甘油 脂肪酶 专一
(3) 葡萄糖 葡萄糖 麦芽糖酶 (4) 高效性 (5) 50

2. (1) 2、3 (2) C (3) A (4) ABC

3. (1) 蛋白质已经消耗完(化学反应已经结束) (2) 提前 增加胰蛋白酶的浓度,可以加快反应速率 (3) ③ 增加底物蛋白质的浓度,最终产物量会增加 (4) 生成物量几乎持续为0,因为人胰蛋白酶在pH为2的条件下酶的空间结构被破坏,丧失活性。

4. (1) 蛋白酶 蛋白酶和脂肪酶 (2) 专一性 (3) 洗涤效果相同,因为酶在100℃下失活。

(4) 因为加酶洗衣粉内一般含蛋白酶,羊毛和真丝含蛋白质成分,会被蛋白酶分解而破损。

第3节 细胞通过分解有机分子获取能量

【选择题】

1. D 2. AC 3. B 4. B 5. B 6. A

【综合题】

1. (1) CD (2) ATP结合到肌球蛋白上,并水解释放能量,驱动肌球蛋白构象改变,使肌动蛋

白丝相对移动致肌细胞收缩,所以 ATP 是驱动肌细胞收缩的直接能源物质。

2. (1) 糖酵解 三羧酸循环 (2) 丙酮酸 O₂ (3) NADH C 电子传递链 (4) O₂ H₂O
(4) C (5) C (6) 6O₂ 6CO₂

3. (1) 葡萄糖 ②⑤⑥ ATP (2) 氨基酸 尿素 (3) ② 糖酵解 乳酸 细胞质基质

4. (1) 三羧酸循环 线粒体基质 (2) CO₂、H₂O ATP (3) 葡萄糖供能不足 (4) 糖类不能,因为食谱中糖类较少,人体内葡萄糖供能不足会导致脂肪大量分解供能,脂肪分解形成的乙酰辅酶 A 会大量积聚,进而会转化为酮体,使人患酮血症。 (5) 适当补充含较多淀粉等糖类的食物,以减少人体内脂肪氧化分解供能

第 4 节 叶绿体将光能转换并储存在糖分子中

【选择题】

1. B 2. C 3. A 4. D 5. D 6. B 7. B 8. B 9. A 10. D 11. ABC 12. B

【综合题】

1. (1) ④ 类囊体 红橙光和蓝紫光 (2) O₂ H⁺ ADP+Pi ATP NADP⁺ NADPH
ATP 合酶 (3) AC

2. (1) BCD (2) 图略(“·”主要分布在红橙光和蓝紫光两侧)水绵中的叶绿体色素主要吸收红橙光、蓝紫光,在这两个区域光合作用强产生氧气多,需氧细菌分布于氧气多的部位 (3) ③②①
④ (4) 有一定道理,光反应与碳反应会相互影响,没有 CO₂ 参与,短时间内光反应释放 O₂;如果时间延长,NADPH 得不到利用而积累,会抑制光反应。(合理即可)

3. (1) 略 (2) 植物吸收的 CO₂ 与叶绿体基质中的五碳糖结合,在酶的催化下形成 2 个三碳化合物,三碳化合物在 ATP 的驱动下,接受 NADPH 提供的 H⁺ 和电子,形成三碳糖,将活跃的化学能转变为稳定的化学能,一部分三碳糖再生为五碳糖,继续参与碳反应。 (3) AD (4) ATP 在三碳化合物还原和五碳糖再生过程中被消耗,NADPH 在碳反应三碳化合物的还原过程中被消耗。如果 ATP 和 NADPH 不被消耗,将不能实现活跃化学能转变为稳定化学能,即无法合成有机物储存能量,并且会使叶绿体内 ADP 和 NADP⁺ 的量逐渐减少,最终也可能会导致光反应停止。

4. (1) 10 (2) D (3) CO₂ 浓度、光照强度 (4) 适当增强光照、人工施加 CO₂,如给棉花施农家肥或者 CO₂ 发生器。 (5) 可以。通常,棉花的光合作用强度随光照强度的增大而增大,所以可在外界光照较弱的时候人工补充光照强度以提高光合速率,或者适当延长光照时间以增产;温度通过影响酶的活性影响光合速率,可在白天适当升温以提高净光合速率,夜晚适当降温以减少有机物的消耗,从而增产;一般随 CO₂ 浓度的升高,植物的光合速率增大,所以可在棉花植株周围适当施加 CO₂ 以增产。以上这些均是通过优化外界环境条件来达到让棉花增产的目的。

本章综合练习

1. (1) 磷脂 蛋白质 (2) ② ① 协助扩散 自由扩散 酒精 (3) 协助扩散 主动运输
C (4) 失水 质壁分离 (5) 浇水 施肥

2. (1) 三羧酸循环 细胞质基质 (2) 丙酮酸 NADH ④ (3) ② ③ ④ (4) D 专一性 蛋白质 (5) B

3. (1)

生成过程	生成场所	能量来源	主要功能
三羧酸循环	线粒体基质	丙酮酸氧化分解	驱动细胞生命活动
电子传递链	线粒体内膜	NADH 的氧化	驱动细胞生命活动
光反应	叶绿体类囊体膜	光能	为暗反应提供能量

(2) 线粒体内膜嵴是 H^+ 和 O_2 生成水、释放大量能量的场所, 可促使细胞合成较多 ATP, 心肌、骨骼肌细胞需要大量 ATP 以持续收缩, 因此其线粒体内膜嵴的数量明显多于肝脏细胞。

4. (1) 光反应 (2) ①②③ (3) ③④ (4) ② 一般情况下, 光源距离越大, 光照强度越弱, 叶圆片光合作用越弱, 在相同时间内释放出的 O_2 越少, 叶圆片浮起数量越少 (5) 上部, 上部叶绿素含量高, 可吸收更多的光能, 光反应速率提高, 上部气孔开放度高, 可吸收更多的二氧化碳, 碳反应速率提高, 整个光合速率提高。

第 5 章 细胞的生命进程

第 1 节 细胞通过分裂实现增殖

【选择题】

1. C 2. D 3. C 4. B 5. D 6. A 7. CD 8. C 9. B 10. AC 11. D 12. ABC

【综合题】

1. (1) 不是来自同一生物体。图甲有细胞壁, 图乙没有细胞壁; 图甲无中心体, 图乙有中心体, 纺锤丝由中心体发出, 所以图甲为植物细胞, 图乙为动物细胞。 (2) 分裂前期。该时期, 核膜核仁消失, 为染色体的迁移提供空间; 丝状染色质变成螺旋化后的染色体形态, 便于遗传物质的迁移; 纺锤丝以两极为顶点, 形成纺锤体, 牵引染色体向两极移动, 完成遗传物质的准确分配 (3) 乙

(4)

主要区别点	具体表现	
	甲(植物细胞)	乙(动物细胞)
纺锤体来源	由细胞两极发出纺锤丝, 形成纺锤体	由中心体发出的星射线形成纺锤体
细胞一分为二的方式	细胞赤道面上的细胞板(形成新的细胞壁)使细胞一分为二	赤道面处的细胞膜向内凹陷缢裂, 使细胞一分为二

(5)



2. (1) 中心体 B (2) 中 1 : 2 : 2 (3) AC (4) BCD (5) 长丝状的染色质螺旋成粗短的

棒状染色体,有利于细胞分裂过程中准确地分配给两个子细胞;纺锤丝结构可以牵引染色体向细胞两极移动,保证染色体(遗传信息)的分配。

3. (1) 12.4 (2)③ (2) D (3) 分裂间期 G₁ 期、S 期、G₂ 期

时期	主要生命活动	意 义
G ₁ 期	DNA 合成前期,合成一定数量的 RNA、蛋白质,特别是与 DNA 复制有关的酶	为 DNA 复制做好准备
S 期	DNA 合成期,DNA 的精确自我复制	为子代遗传物质的分配做好物质基础
G ₂ 期	DNA 合成后期,合成组装纺锤体的蛋白质	为细胞分裂完成物质和能量准备

4. (1) G₁→S→G₂→M (2) M (3) G₁ G₂ 和 M S (4) 不一定,因为左侧峰值代表 G₁ 期细胞数量,右侧峰值代表 G₂ 和 M 期细胞数量,不同类型的细胞,在这两段时间的细胞数量比例不一定,所以无法进行判断。

第 2 节 细胞通过分化形成多细胞生物体

【选择题】

1. D 2. D 3. A 4. C 5. D 6. A

【综合题】

1. (1) 植物组织培养技术 (2) C (3) 全能性 (4) 能,动物的每个细胞都是由受精卵分裂分化而来的,都具有全套的遗传物质;不能判断,动物的分裂分化可能和植物细胞存在差异。(言之有理即可)

2. (1) 细胞① (2) D (3) ③ 造血干细胞 (4) 发生了基因的选择性表达

第 3 节 细胞衰老和死亡是自然的生理过程

【选择题】

1. D 2. B 3. ABD 4. C 5. B 6. ACD

【综合题】

1. (1) ABD (2) AB (3) 受到极端的外界因素刺激,导致细胞损伤后死亡

2. (1) 细胞凋亡、细胞坏死 (2) 增加 增加 增加 (3) C (4) 缩短

3. (1) D (2) B (3) 可以,因为有些细胞坏死可能是程序性死亡的一种,受遗传信息控制。

本章综合练习

1. (1) D (2) 龙胆紫或醋酸洋红 染色体的形态和数目 (3) 盐浓度会抑制细胞分裂。从左图可以看出,和对照(盐溶液浓度为 0)相比,其他实验组的有丝分裂指数均下降。 (4) 微核是细胞有丝分裂后期丧失着丝粒的染色体断片,因为没有着丝粒,所以无法在纺锤丝的牵引下向细胞两极移动,分裂末期就不能进入细胞核,从而形成了微核。盐溶液浓度达到 220 mmol/L 时,会极大地抑

制细胞的分裂过程,导致含微核的细胞数量减少。

2. (1) 中(图像略,需表示出染色体排列在细胞中央) $\textcircled{1} \rightarrow \textcircled{3} \rightarrow \textcircled{5} \rightarrow \textcircled{2} \rightarrow \textcircled{4}$ (2) 间 ① 长
(3) B (4) 14:00 (5) C

3. (1) ABC (2) B (3) A (4) 不正确。先大量产生神经细胞再削减数量,能够确保所有的靶细胞都有相应的神经细胞与之结合,从而建立神经网络。多余的神经细胞通过凋亡消除后,生成的物质还可以用于其他细胞的生命活动。

4. (1) 细胞分裂 细胞分化 (2) BCD
(3)

事件	过程Ⅱ	过程Ⅲ
遗传信息改变	×	×
细胞功能改变	×	√
伴随蛋白质合成	√	√
细胞数量增加	√	×

(4) iPS 细胞不同于受精卵: iPS 细胞来源于体细胞(成纤维细胞),分化潜能较小。 (5) 这三种细胞的遗传信息表达的状况不同,蛋白质是生命活动的主要承担者,表中每种细胞均含有特定的蛋白质,使细胞具有相应的形态和功能。而表中三种细胞的基因相同,都只表达了与功能相关的特定蛋白质,所以细胞的形态和功能不同归根结底是因为细胞的遗传信息表达的状况不同。

附录3 《实验与活动部分》“学业评价”参考答案

探究·实验1-1 用高倍镜观察动植物细胞

1. ③②⑥④

2.

视野	物镜放大倍数	视野范围	视野亮度	细胞大小
低倍镜下	10	大	亮	小
高倍镜下	40	小	暗	大

3. ABCD

探究·实验2-1 检测生物组织中的还原糖、脂肪和蛋白质

1. ② N2、M2、R2 ③ N1、M1、R1 ④ N4、M1、R3

2. B 3. 用双缩脲法鉴定尿液待测液中的蛋白质，并利用标准曲线法进行蛋白质含量检测。

探究·实验3-1 观察叶绿体和细胞质流动

1. B 2. A 3. ABCD

探究·建模3-2 制作真核细胞的结构模型

1. B 2. ABD

探究·实验4-1 观察外界溶液对植物细胞质壁分离和复原的影响

1. C 2. ABC 3. CD 4. 当洋葱鳞叶外表皮细胞置于3%的KNO₃溶液时，此时外界溶液浓度较高，细胞失水，出现质壁分离现象。同时细胞质膜具有选择透过性，选择吸收K⁺和NO₃⁻离子，这些离子吸收进入液泡后，增加液泡内溶液浓度，当溶液浓度高于外界溶液时，细胞则吸水，出现质壁分离自动复原的现象。

探究·实验4-2 探究温度对淀粉酶活性的影响

1. ACDEF 2. D 3. 通过测定α-淀粉酶活性与温度的关系曲线，可以大致判断出α-淀粉酶的最适温度范围。由于蜂蜜中的α-淀粉酶和耐高温α-淀粉酶的最适温度有较大差距，因此可为辨别真假蜂蜜提供依据。

探究·实验 4-3 叶绿体色素的提取分离及叶绿素含量的测定

1. AB 2. B 3. C

探究·实验 4-4 探究影响光合作用强度的环境条件

1. ABC 2. AB 3. 第3组温度控制为25℃。理由如下：实验设计要遵循单一变量原则，第1、2和3组之间的光照强度和NaHCO₃溶液浓度不变，因此这三组是以温度为单一变量进行分组的；3组的温度应该是不同于10℃、15℃的温度。又由于3、4和5组NaHCO₃溶液浓度均为4%，光照强度均不同，因此这三组是以光照强度为单一变量进行分组，温度和NaHCO₃溶液均保持不变，由此可以判断3组对应的温度应该为25℃。同时还可以判断3、6、7这三组的单一变量是NaHCO₃溶液浓度，光照强度和温度保持不变，温度均为25℃。

探究·实验 5-1 观察植物根尖细胞有丝分裂

1. A 2. ABCD 3. A

附录 4 试剂配制和仪器使用

一、试剂配制

1. 班氏试剂

A 液：称取 18.75 g 硫酸铜，溶于 100 mL 热水中，冷却后用蒸馏水定容至 150 mL。

B 液：称取 173 g 柠檬酸钠和 100 g 无水碳酸钠，加热水 600 mL，冷却后用蒸馏水定容至 850 mL。实验时，将 A 液缓缓倾注入 B 液，边加边搅拌，临时配制成呈蓝色的班氏(Benedict)试剂。

2. 苏丹IV染液

称取 0.1 g 苏丹IV干粉，溶于 50 mL 丙酮中，再加入为 70% 酒精(体积分数)50 mL，充分混合后使用(密闭保存)。

3. 双缩脲试剂

称取 1.5 g 硫酸铜($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)、6.0 g 酒石酸钾钠($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)和 1 g 碘化钾(KI)，溶于 500 mL 蒸馏水，边搅拌边加入 300 mL 10% NaOH 溶液，最后用蒸馏水定容至 1000 mL，贮存于棕色瓶中(避光保存，如有沉淀出现需重新配制)。

4. DNS 试剂

称 4 g NaOH 溶于 50 mL 蒸馏水中，配制成 2 mol/L NaOH 溶液；称取酒石酸钾钠 18.5 g，加入温度为 40~45 °C 的 50 mL 热水中，然后加入 26.2 mL 2 mol/L NaOH 溶液，再依次加入 3,5-二硝基水杨酸(DNS)0.63 g、苯酚 0.5 g 和亚硫酸钠 0.5 g，搅拌溶解，最后用蒸馏水定容至 100 mL，贮于棕色瓶中备用。建议在一周内使用。

注意事项：

(1) 配制时，建议加入配制好的 NaOH 溶液。若加入 NaOH 粉末容易导致出现絮状物，且在加入 NaOH 的过程中，溶液温度会上升，需要注意控制温度不要超过 48 °C，否则溶液颜色会变黑。

(2) 苯酚(结晶酚)需 40~60 °C 水浴后溶解为液体，待其冷凝后呈片状或者粉末状再进行称量。(毒性大，请在通风橱内完成，不要让学生接触！)

(3) 溶解 3,5-二硝基水杨酸时，需要先将溶液进行水浴加热(40~45 °C，温度过高可能使溶液变黑)，再加入 3,5-二硝基水杨酸粉末(加入速度需快)。若不提前预热，3,5-二硝基水杨酸粉末可能结块，难以溶解。边水浴边搅拌 15~20 min，待其完全溶解。

(4) 待 3,5-二硝基水杨酸粉末溶解完全后再加入苯酚，增强显色效果。若不加苯酚，实验结果显色不明显。

- (5) 在配制溶液的最后一步加入亚硫酸氢钠,起稳定苯酚的作用,消除溶液体系的内部影响。
- (6) 试剂可提前一周配制并储存在棕色瓶中,现配现用也可以。条件允许的情况下,可以直接购买配制好的 DNS 试剂。

二、仪器使用

1. 微量移液器的使用

微量移液器是用来量取液体体积为 $0.1\mu\text{l}\sim 10\text{ ml}$ 的精密仪器,可以有效减小反应体系中溶液体积的误差,提高实验的精确度。气垫式活塞移液器内置活塞系统,活塞的移动距离是由调节轮控制螺杆结构实现的。按下按钮带动推动杆使活塞向下移动,排除活塞腔内的气体;松手后,活塞在复位弹簧的作用下恢复原位,从而完成吸液。排液时,再按下按钮推动活塞下移,从而排出液体。使用移液器时,配合弹簧的伸缩性特点来操作,可以很好地控制移液的速度和力度,从而实现高效和准确的移液操作。气垫式活塞移液器在移液过程中有一段空气存留在系统之中,因此不适宜吸取黏稠度大的液体和一些挥发性液体。

(1) 微量移液器的选择:根据待吸取液体的体积,选择合适量程的微量移液器。通常情况下选择 $35\%\sim 100\%$ 范围进行操作,这个量程对操作者的操作技巧依赖较少,同时可保证移液的准确性和精度。

(2) 量程的调节:旋动旋钮刻度,设定每次取液量目标量程。对于体积要求严格的操作,遵循由大到小原则:当由大量程调至小量程时,通过旋动旋钮刻度迅速调至需要量程,在接近理想值时,将微量移液器横放调至预定值;当由小量程调至大量程时,需注意旋转达到超过预定值,再回调到预定值。

(3) 安装吸头:将微量移液器吸头端垂直插入吸头,轻轻用力压,逆时针旋转安装,切勿用力过猛。

(4) 取液:排空吸头,按动移液器顶部的控制按钮到第一档(中部),再使移液器枪头口垂直进入液面下方,缓慢松开控制按钮,切勿过猛用力,停留靠壁 $1\sim 2\text{ s}$ 。

(5) 排液:排液时,吸头紧贴容器内壁并倾斜 $10^\circ\sim 40^\circ$,尽可能地放于容器底端,先将排放按钮按至第一停点,稍微停顿 1 s 后,待剩余液体聚集后,再按至第二停点将剩余液体全部压出。

(6) 卸去吸头:按压微量移液器上特定的吸头推出按钮将吸头卸下,放入盛有消毒液的容器中。

(7) 复原:使用完毕后,将微量移液器旋至最大量程,并挂回到移液器架上。

2. 分光光度计的使用

大多数物质本身具由一定的颜色;有些物质虽然本身是无色的,但与特定试剂发生反应后可呈现一定颜色。具由颜色的物质,其溶液的浓度越大,溶液颜色越深,对特定波长光的吸收就越大。因此,可以通过测定溶液在特定波长下的吸光强度值来确定溶液的浓度,这种方法称为比色法。分光光度法是其中较为便捷的一种测定方法,它是利用物质所特有的吸光性来鉴别物质或测定其含量的一项技术。在生物学实验中利用分光光度法可使定性实验提升至定量实验。

分光光度计是比色法常用的仪器,其光源有两种类型:白炽灯或氢灯。这里以 722 型分光光度

计(以白炽灯可见光为光源)为例,介绍其使用方法。

- (1) 预热:接通电源,打开仪器开关,打开样品室暗箱盖,将仪器预热 20 min。
- (2) 调节波长:调节波长旋钮选择所需光波波长。
- (3) 调 T(透射比)零:盖上样品室暗箱盖,在 T 模式下以遮光体阻挡光路,按动“0%T”按钮,显示器上显示“00.0”或“-00.0”,便完成调 T 零,随后可将遮光体取出。
- (4) 上样:将对照溶液(无对照溶液时可使用蒸馏水)及待测溶液分别倾倒入干燥、洁净的比色皿中(反复润洗几次,溶液体积不能超过比色皿的 3/4),用擦镜纸擦净外壁,将光面对准光路放入样品室内。
- (5) 调 A(吸光度)零:推动试样架拉手,使装有对照溶液的比色皿对准光路,盖上样品室暗箱盖,切换至 A 模式;在 A 模式下按动“100%T”按钮,显示器上显示“-0.000”或“.000”,便完成调 A 零。
- (6) 测定吸光度:推动试样架拉手,使装有待测溶液的比色皿对准光路,待数值稳定后,读取并记录吸光度。一般吸光度在 0.1~0.8 才与浓度呈线性比例关系。
- (7) 仪器复原:使用完毕后,关闭电源开关,切断电源。样品室用软布或软纸擦净,比色皿洗净、晾干。

比色皿是分光光度计的重要配件,其使用注意事项主要包括:

- (1) 使用比色皿时,手指只能接触两侧的毛玻璃面,切不可接触光面;注意轻拿轻放,防止破损。
- (2) 待测溶液盛装至比色皿高度的 3/4 处即可。光面如有残液可用滤纸轻轻吸干,再用擦镜纸擦拭干净。
- (3) 测量吸光度时,应将比色皿的两个光面对准光线通路。
- (4) 实验完毕后,需将比色皿取出,用水洗涤干净后,再用蒸馏水洗涤数次。洗涤时,不可用手或毛刷摩擦比色皿的光面。

3. 氧气传感器的使用步骤

- (1) 连接氧气传感器和数据采集器。
- (2) 开启数据采集器,采集器会自动识别传感器。
- (3) 将传感器插入到盛有液体的气体采样瓶(注意密封瓶口),探头不能接触到液体。
- (4) 设置采集器:从“基于时间”处进入,设置实验时间和间隔。
- (5) 点击“开始”,传感器会按设置的时间间隔和时长记录数据,并绘制曲线图。
- (6) 采集数据过程中,可分别点击数据采集器屏幕上的图标分别查看数据、图形和数据表格。
- (7) 实验结束后,可将 U 盘插入采集器的 USB 接口,点击屏幕上的“文件”-“输出”,将数据导出。

注意事项:

- (1) 不要把氧气传感器放进任何液体中。此传感器不能测量液体中的溶解氧。
- (2) 在不使用氧气传感器时,要将它垂直放置。不正确的放置方法将减少传感器的使用寿命。

附录 5 教学参考书目

1. 中华人民共和国教育部. 普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订). 北京: 人民教育出版社, 2020.
2. 吴相钰等. 陈阅增普通生物学(第4版). 北京: 高等教育出版社, 2014.
3. 朱圣庚等. 生物化学(上、下册)(第4版). 北京: 高等教育出版社, 2017.
4. 杨荣武. 生物化学. 北京: 科学出版社, 2013.
5. 翟中和等. 细胞生物学(第4版). 北京: 高等教育出版社, 2011.
6. 王小菁. 植物生理学(第8版). 北京: 高等教育出版社, 2019.
7. 李俊等. 生物化学实验(第六版). 北京: 科学出版社, 2020.
8. 李小方等. 植物生理学实验指导(第5版). 北京: 高等教育出版社, 2016.

说 明

本书根据教育部颁布的《普通高中生物学课程标准(2017年版 2020年修订)》和高中生物学教科书编写,经上海市中小学教材审查委员会审查准予使用。

编写过程中,上海市中小学(幼儿园)课程改革委员会专家工作委员会,上海市教育委员会教学研究室,上海市课程方案教育教学研究基地、上海市心理教育教学研究基地、上海市基础教育教材建设研究基地、上海市生命科学教育教学研究基地(上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地)及基地所在单位华东师范大学给予了大力支持。《练习部分》编写人员乔瑜、宋晨辰、顾嘉虹、高超为本书提供附录2参考答案,还有许多学科专家、教育专家、教研人员及一线教师给我们提出了宝贵意见和建议,感谢所有对教材编写、出版提供帮助与支持的同仁和各界朋友!

欢迎广大师生来电来函指出书中的差错和不足,提出宝贵意见。出版社电话:021-64848025。

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条有关规定,我们已尽量寻找著作权人支付报酬。著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

本书部分图片由视觉中国、IC photo等提供。

经上海市中小学教材审查委员会审查
准予使用 准用号 II-GJ-2021022



绿色印刷产品

ISBN 978-7-5478-5369-6

A standard EAN-13 barcode representing the ISBN number 978-7-5478-5369-6. The barcode is black and white, with vertical bars of varying widths.

9 787547 853696 >

定价：33.00 元