

奥林匹克

生物

竞赛集训教材

主编：黄国强 汪训贤

高中



★
奥林匹克思维训练系列

知识出版社

★
奥林匹克思维训练系列

奥林匹克 **生物**

竞赛集训教材

高中



★ 知识出版社 ★

总编辑:徐惟诚 社 长:田胜立

图书在版编目(CIP)数据

奥林匹克生物竞赛集训教材. 高中/黄国强, 汪训贤编. - 北京:知识出版社, 2002. 8

ISBN 7-5015-3547-7

I. 奥... II. ①黄... ②汪... III. 生物课-高中-教材 IV. G634.911

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050220 号

策划设计:可一工作室

责任编辑:徐 扬 盛 力

编 者: 奥林匹克思维训练教材编写组

出版发行: 知识出版社 (北京阜成门北大街 17 号)

(电话:88372203 邮编:100037)

<http://www.ecph.com.cn>

印 刷: 南京玄武湖印刷实业有限公司

经 销: 全国新华书店

版 次: 2002 年 8 月第 1 版

印 次: 2002 年 11 月第 2 次印刷

印 张: 14

开 本: 850 × 1168 1/32

字 数: 327 千字

ISBN 7-5015-3547-7/G · 1917

定 价: 16.90 元

前 言

全国中学生生物联赛、全国中学生生物竞赛是在中国科学技术协会、国家教育部和国家自然科学基金委的领导和支持下，由中国动物学会、中国植物学会联合主办的群众性生物学科竞赛活动。目的是为了提高中学生生物学教学水平，促进中学生生物学课外活动，向青少年普及生物学知识，提高青少年的生命科学素质，同时为参加国际生物学奥赛做准备。以联赛阶段为例，竞赛内容涉及了普通动物学、普通植物学、生理卫生，高中生物的遗传、生理、生化、进化生态等方面的内容，知识的深度和广度在现行中学教学大纲的基础上有所提高和扩展。

作者依据国际中学生生物学奥林匹克竞赛(IBO)纲要和全国中学生生物学联赛、竞赛章程(草案)的精神，结合两位作者多年指导学生参加竞赛的成功经验，经过精心的组织、策划，编写出版了这本高中生物竞赛的辅导用书。

全书以新教材为线索，注重结合竞赛学生的自学要求，对知识进行点拨和拓展，以“知识精讲”、“例题解析”和“巩固练习”三个环节贯穿始终，并在书后附有适量的综合测试题。

“知识精讲”部分，针对中学教材中的重点、难点、疑点问题进行剖析，同时，对于竞赛中必须涉及但又超出中学教材要求的部分内容进行了必要的拓展。本书克服了一些竞赛书籍内容过偏或

知识过于陈旧的不足，作者在编写过程中参阅了一些国内外的新版普通生物学教材，注意适当地把握内容的深度和广度，在文字表达上也力求深入浅出，增加可读性，以适应中学生自学阅读的需要。

“例题解析”部分，选用一些具有代表性、启发性的问题进行精讲、分析，不仅注重知识的提示，还特别注重解题思路和方法的点拨。作者力求让同学们既了解知识的来龙去脉，也学会一些分析解决问题的方法和思路。

“巩固练习”部分，有针对性地设计和选用一些好题、新题，以期对解决教材中的重点问题，特别是竞赛的热点问题有一定的帮助。

本书二位主编黄国强、汪训贤老师，都是湖南师大附中的生物金牌教练，他们辅导的学生多次获得国际生物奥赛金牌，辅导生物竞赛的经验十分丰富，他们全力编写的这本书，旨在通过教师的指导和学生的自学，使学生深刻领会生物学知识的精髓，充分拓展生物学知识的层面，灵活运用所学的生物学知识，独立解决学习中的问题。因此既可以帮助学生参加生物奥林匹克竞赛，也可以帮助学生参加高考，尤其是参加目前的理科综合和文理大综合考试。

最后，由于我们业务及知识水平所限和编写时间仓促，疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

《奥林匹克思维训练教材丛书编委会》

目 录

绪 论	/1
第一篇 生物的结构	/8
第一章 细 胞	/8
第一节 生命的物质基础	/8
第二节 细胞的结构与功能	/22
第三节 细胞分裂和分化	/42
第二章 植物的组织和器官	/55
第三章 动物的形态结构	/69
第一节 无脊椎动物	/69
第二节 脊索动物	/77
第二篇 生物的新陈代谢	/87
第一章 新陈代谢概述	/87
第一节 酶	/87
第二节 ATP 与核苷酸衍生物	/91
第三节 新陈代谢的基本类型	/92
第二章 绿色植物的新陈代谢	/103
第一节 水分代谢	/103
第二节 矿质代谢	/114
第三节 光合作用	/124
第四节 呼吸作用	/137
第三章 人和动物的新陈代谢	/146
第三篇 生物的生殖和发育	/165
第一章 生物的生殖	/165
第二章 生物的发育	/178

第四篇 生命活动的调节	/191
第一章 植物的激素调节	/191
第二章 人和动物生命活动的调节	/206
第五篇 遗传和变异	/223
第一章 遗传的物质基础	/223
第一节 DNA 是主要的遗传物质	/223
第二节 DNA 的结构和复制	/234
第三节 基因的表达	/246
第二章 遗传的基本规律	/260
第一节 基因的分离规律	/260
第二节 基因的自由组合规律	/275
第三节 基因的连锁和交换定律	/287
第三章 性别决定与伴性遗传	/300
第四章 生物的变异	/312
第六篇 生物的进化	/325
第七篇 生物与环境	/341
第一章 生物与环境的相互关系	/341
第二章 种群和生物群落	/354
第一节 种 群	/354
第二节 生物群落	/359
第三章 生态系统	/365
第一节 生态系统的组成和结构	/365
第二节 生态系统的能量流动和物质循环	/368
第三节 生态环境的保护	/374
生物综合测试题	/383
参考答案与解题提示	/398
附录:全国中学生生物联赛理论试卷(一)	/409
全国中学生生物联赛理论试卷(二)	/421

绪 论



一、生命的基本特征

要同学们去判断一个事物是有生命的还是无生命的,是活的还是死的,并不是很困难的事情,但是给生命下确切的定义还是不容易。我们可以综合考虑生物与非生物的一系列特征,来认识生命的本质,从而把生物和非生物区别开来。

现行的高中教材上,主要从六个方面讨论了生物体都具有的基本特征。第一,是认为生物体具有共同的物质基础和结构基础。第二,生物体都具有新陈代谢作用。第三,生物都有应激性。第四,生物都有生长、发育和生殖现象。第五,生物都有遗传和变异的特性。第六,生物体都能适应一定的环境,也能影响环境。

参加竞赛学习的同学,还可以查找一些资料,从下面这几个方面进行学习和拓展:

1. 病毒是什么样的生物?

生物体具有严整的结构。除病毒等少数种类外,生物体都是由细胞构成的。也就是说,病毒是比较特殊的,它属于无细胞结构,非细胞形态的微生物。一般来说,病毒结构比较简单,仅由蛋白质和核酸构成。一种病毒中只含有一种核酸,即含 DNA 或 RNA。只含 DNA 的称 DNA 病毒,只含 RNA 的是 RNA 病毒。病毒通常很小,首次发现(1898 ~ 1899 年)引起烟草花叶病的病毒,可以顺利地通过细菌所不能穿透的瓷滤器,所以也叫滤过性病毒。

病毒不能独立生活,营专性寄生。根据寄主的不同来分类,病毒可分为三类:一是植物病毒,如烟草花叶病毒;二是动物病毒,如鸡瘟病毒;三是细菌病毒,也叫噬菌体。

最近人们发现一种比病毒更简单的生命形式,叫类病毒。它大约只有普通病毒的几十分之一,身体由小分子的核酸构成,没有蛋白质。有人发现它是马铃薯纺锤块茎的病原体。

2. 怎么理解应激性和反射?

在学习中,区分和比较基本概念是非常重要的,一种基本功,一般是通过

比较、分析概念之间的内涵和外延来正确理解基本概念。

先比较两个概念的内涵。反射是动物通过神经系统对内、外刺激作出有规律性的反应的过程。强调要有神经系统的参与。而应激性是一切生物对外界刺激都能发生反应的现象。它不一定有神经系统的参与。

再从两个概念的外延部分看：应激性所涉及的范围比反射大，也可以说应激性包括了反射。反射中又包括了条件反射和非条件反射。

3. 如何理解生物基本特征间的相互关系？

首先可以将生物的七个基本特征分成三个方面。在结构方面是：生物都具有严整的结构，除病毒等少数生物外，细胞是生物体结构和功能的基本单位。在生理方面是：生物除具有新陈代谢这一最基本的生命特征外，还有生长和发育、应激性、生殖、遗传和变异等特征。在与环境关系方面是：生物既能适应环境，也都能影响环境。

其次要寻找这些特征之间的内在联系。生物体都生活在一定的环境中，适应并影响周围的生活环境；同时对外界环境的刺激能产生一定的反应而表现出应激性和适应性；生物体不停地与周围环境之间进行物质和能量交换就必须依靠新陈代谢（生物进行各项活动的基本单位是细胞）。当新陈代谢过程中同化作用超过异化作用时，生物体就会体现生长现象，生长发育到成熟就有了生殖能力，就能通过生殖产生后代；后代与亲代基本相同，但又必有或多或少的差异，这就是遗传和变异的特性。

二、了解一些生物学家和生物学的发展史

人类生命科学的发展离不开社会进步和广大科学工作者的不懈努力。同学们特别应当了解一些为之作出了贡献的中外科学家，了解一些科学发展的历程，并且从中学学习他们的科学思想和人格品质。

1. 贾思勰

我国古代北魏时期的农学家，山东益都人，著《齐民要术》。这部著作论述了有关耕作技术、选种、栽培、嫁接、养殖、植保、资源和产品加工方面的知识。涉及到了农业生产的许多方面，是当时黄河中下游地区劳动人民家业生产经验的系统总结，在世界农学史和生物史上都有重要地位。

2. 李时珍

我国明代医药学家和博物学家，湖北蕲春人，著《本草纲目》。该著作共52卷，其中光植物药就记载了一千多种，并且根据植物的根、茎、叶、花和果实的特点及生长环境等因素进行综合比较、分类。是一部对世界医学和生物学有巨

大影响的著作。李时珍的学识和成果来自于他本人的勤奋学习和努力实践,同时也与他善于广泛收集和吸取古今中外劳动人民的各种成就分不开。

3. 罗伯特·虎克(R. Hooke)

17 世纪的英国科学家。他是最早应用显微镜观察植物组织的学者。虎克将软木(栓皮栎的木栓层部分)切成薄片,放在他自己制造的光学显微镜下观察,发现软木薄片上有许多蜂窝状的小室,并命名为“cell”——细胞。他当时所观察到的是只有细胞壁的死细胞。虎克的工作使人们对于生物结构的认识进入了细胞这个微观领域。由于细胞这个词是他最早提出的,所以人们一般都认为他是最早发现细胞的人。

4. 列文虎克(A. V. Leeuwenhoek)

荷兰人,微生物学先驱,最早的显微镜制造家。他观察了血循环,研究了原生动物、细菌和哺乳动物的精细胞。列文虎克对横纹肌、血管、牙齿、眼珠水晶体、皮肤、骨骼的显微结构均作过研究报道。

5. 林耐(Carl von Linne)

18 世纪瑞典博物学家,是动、植物分类学家和“双名法”的创始人。双名法就是用拉丁文拼写的属名+种加词作为物种的学名。属名在前,字头要大写,种加词在后,字头一般小写。种加词之后,附定名人姓名,多用缩写形式。

6. 施莱登(M. J. Schleiden)和施旺(T. Schwann)

两人均系 19 世纪的德国学者。随着显微镜制造技术的提高,施莱登对于植物细胞进行了大量的研究工作,证明细胞是构成植物体的基本单位。多数植物是由细胞和细胞的变态构成的。施旺则对于动物细胞进行了大量的研究工作。证明了细胞是一切动物体共有的结构特征。他还进一步指出了动物和植物在结构上的统一性。两位学者的工作,为细胞学说的建立作出了重要的贡献。

7. 达尔文(Charles Robert Darwin)

19 世纪英国博物学家,进化论最伟大的奠基人。青少年时期的达尔文对自然界有浓厚的兴趣。这种爱好,对于他后来从事的科学研究产生了良好的影响。青年时期,曾在爱丁堡大学学医,然后到剑桥大学学神学,但他的主要精力和兴趣依然是研究自然界。1831~1836 年,达尔文以博物学家的身份,随海军勘探船作了 5 年的环球考察。这是他一生事业的关键,为创建进化论打下了坚实的基础。在此次航行考查后,经过 20 多年的努力,他在 1859 年完成和出版了著名的《物种起源》。在这部重要的著作中,他用极其丰富的、确凿可靠的材料,提出了以自然选择学说为基础的生物进化理论,在当时被誉为 19 世纪自然科学的三大发现之一。

8. 巴甫洛夫:(Иван Петрович Павлов)

20 世纪俄国著名生理学家,条件反射研究的创始人。通过大量的实验研究,揭示了条件反射形成的基本条件、方式和过程。他是生理学与医学相结合的积极倡导者,认为用生理学方法研究机体病态的发生和治疗是生理学的重要任务,于 1904 年获得诺贝尔生理学和医学奖。

9. 孟德尔(G. Mendel)

19 世纪奥国人(现在捷克的布尔诺),近代遗传学的奠基人。孟德尔当时是一位酷爱自然科学的牧师,他做了大量的生物杂交试验工作,并且从中总结和指出了一整套科学的杂交研究方法,还开创性地引进和运用数理统计方法来计算分析遗传学问题。其中,从豌豆的试验中取得了重大成果:提出了两个遗传的基本规律,即分离规律和自由组合规律。

10. 摩尔根(T. H. Morgan)

20 世纪最重要的生物学家之一。在其科学研究中,最著名的成果是对果蝇的研究。1910 年,他在一个培养瓶里意外地发现了罕见的白色眼睛的雄性果蝇,这种突出的变异现象引起了他的关注。其后,他通过大量杂交实验进行分析研究。1926 年,摩尔根发表了《基因论》,提出基因连锁互换规律,成为当代遗传学的经典规律之一。

11. 沃森(J. D. Watson.)和克里克(F. H. C. Crick)

20 世纪两位杰出的分子生物学家。1953 年沃森和克里克用 X 射线衍射法得出了著名的 DNA 双螺旋结构模型,被公认是 20 世纪生物学上最伟大的成就之一。两人也因此同时荣获诺贝尔奖。

三、现代生物学的发展

21 世纪的带头学科是什么?很多人都看好生命科学。这不仅因为生命科学进展非常快,新成果层出不穷,还因为生命科学的研究可望解决许多人类当今面临的重大难题,如食品问题、健康问题、环境问题等等。下面我们介绍几点生物学发展方面的实例。作为一个生物学爱好者,平常应当注意这方面的动向,更多、更广泛地积累一些资料,充实我们的学习内容。

总的来说,现代生物学是兼向微观和宏观两个方向发展的。

首先值得一提的是分子生物学。从分子水平上来研究生命现象的物质基础的学科叫分子生物学。它是生物学研究向微观方向深入产生的一门科学。从 20 世纪 40 年代起,随着生物化学、微生物学和遗传学等学科的发展,以及这些学科的密切结合,分子生物学开始出现。在分子生物学的带动下,生物科学的众多分支学科都迅猛发展,取得了一系列划时代的成就,使生物科学成为当代

成果最多和最吸引人的学科之一。

其次是在生物工程方面发展迅猛,硕果累累。生物工程(也叫生物技术)是生物科学与工程技术有机结合而兴起的一门综合性科学技术。它以生物科学为基础,运用科学原理和工程技术手段来加工或改选生物材料(如DNA、蛋白质、染色体、细胞等),生产出人类所需要的生物或生物制品。生物工程如蛋白质工程、酶工程、细胞工程、基因工程等的各项技术在医药、农业、开发能源和环境保护方面都有着广泛的应用。

再就是生态学的研究受到高度的重视,并且取得了显著的进展。生态学的原理,已成为人类谋求与大自然和谐相处,实现社会和经济可持续发展的理论基础。生态学的研究,也为解决人类社会面临的人口问题、环境污染问题、资源问题和粮食问题提供了广阔的前景。



【例1】 以下不具有细胞结构的是 ()

- A. 枯草杆菌 B. 噬菌体 C. 团藻 D. 草履虫

【解析】 各类生物中,不具有细胞结构的是病毒、类病毒等生物。因此,要根据题意,来找出这类生物:A是原核生物;B是病毒(噬菌体又叫细菌病毒,是专门寄生在细菌细胞内的一类病毒);C是多细胞藻类,D是原生动物,两者都是真核生物。

【答案】 B

【例2】 (高考题) 生物的各个物种既能基本上保持稳定,又能向前发展,这是由于生物体都具有 ()

- A. 遗传性 B. 变异性 C. 适应性 D. 遗传性和变异性

【解析】 解答这类问题必须仔细明辨题干的要求,寻找到最佳的答案。关键是要注意题干中有两层意思。第一是物种保持稳定,这是遗传的特性;第二是物种向前发展、进化,这必须依赖变异。所以,选择D是最佳的。再比如原鸡是家鸡的祖先,二者很相似,说明生物具有遗传性,而二者产蛋量却有差别,这也说明了物种变异和进化的方面。

【答案】 D

【例3】 (1995年上海高考)生物与非生物最根本的区别在于生物体 ()

- A. 具有严整的结构

- B. 通过一定的调节机制对刺激发生反应
- C. 通过新陈代谢进行自我更新
- D. 具有生长发育和产生后代的特征

【解析】 生物与非生物的区别在于生物体具有一些基本的生命特征:如生物体都具有严整的结构;都具有新陈代谢作用;生物都有应激性;都有生长、发育和生殖;都有遗传和变异的特性;生物体都能适应一定的环境,也能影响环境。在这些基本特征中,最根本的一条是具有新陈代谢功能,它是其他各种生命活动的基础,也是生命存在的最基本标志。

【答案】 C

【例4】 (1989年全国高考)一种雄性极乐鸟在生殖季节里,长出蓬松而分披的长饰羽。决定这种性状的出现是由于 ()

- A. 应激性
- B. 多样性
- C. 变异性
- D. 遗传性

【解析】 各种生物都具有上述四种特征。雄性极乐鸟的这一性状是该物种所特有的性状。性状是由遗传物质决定的,是经过自然选择并逐代积累保留下来的遗传现象,由该物种的遗传性所决定,它在每代中都表现出来,与生殖季节中其他因素并无直接关系。

【答案】 D



一、选择题

1. 从地层里挖出的古莲子种在泥塘里仍能长叶、开花,只是花色与现代莲稍有不同。这种现象说明 ()
 - A. 遗传性
 - B. 变异性
 - C. 适应性
 - D. 遗传性和变异性
2. 下列生物中不具有细胞结构的是 ()
 - A. 大肠杆菌
 - B. 烟草花叶病毒
 - C. 衣藻
 - D. 水螅
3. 金鱼是由鲫鱼演变来的。长期的演变,形成了各种各样的品种是因为生物有 ()
 - A. 遗传性
 - B. 应激性
 - C. 变异性
 - D. 严整性
4. 一些同学为了调查鳞翅目昆虫蝴蝶和蛾子的趋光性,白天和晚上各捉了50只虫子。下列叙述正确的是 ()
 - A. 白天捉的主要是蝴蝶,因为蝴蝶有向光性而蛾子没有趋光性

- B. 白天捉的主要是蛾子,因为蛾子有向光性而蝴蝶没有趋光性
 C. 白天捉的蝴蝶多,晚上捉的蛾子多
 D. 白天捉的蛾子多,晚上捉的蝴蝶多
5. 20 世纪著名的生理学家,条件反射理论的创始人是 ()
 A. 林奈 B. 巴甫洛夫 C. 孟德尔 D. 施莱登
6. 下列各项中,不属于应激性的是 ()
 A. 鸟的前肢变成翼 B. 根系朝向水、肥生长
 C. 草履虫避开食盐 D. 狗见到主人摇头摆尾
7. 水稻受灾倒伏后,过一段时间能部分恢复直立状态,这是由于 ()
 A. 茎的背水性 B. 茎的背地性
 C. 茎的向地性 D. 根的固着能力
8. 下面哪种说法是不对的? ()
 A. 病毒没有细胞形态 B. 病毒没有细胞结构
 C. 病毒没有严整的结构 D. 病毒没有独立生活的能力

二、简答题

9. 蝉一般在 24°C 以下时不鸣叫,而在 24°C 以上光照达一定强度时才鸣叫。这种现象说明生物体具有什么特性? _____。

10. 一切生命活动,如生长、生殖和发育、应激性等都是生物体在不断地与周围环境进行物质和能量交换的基础上实现的。由此可见 _____。

11. 地衣可以生长在岩石上,它分泌的地衣酸可以加速岩石的风化,使岩石变成土壤,有“先锋植物”之称。这说明生物体既能 _____,又能 _____。

12. 导致马铃薯纺锤块茎的病原体是 _____。该病原体的主要结构特征是: _____。

13. 一般来说,生物的种类不会因为个体的死亡而导致该物种的绝灭,这是由于生物体都具有 _____ 特征。生物的“种”能基本上保持稳定,又能向前发展进化,是因为生物体有 _____ 和 _____ 的特性。

14. 动、植物分类所用的“双名法”的创始人是 _____。按照双名法规定,物种的学名由 _____ 组成。_____ 在前, _____ 在后。如果附定名人姓名,则多用缩写形式。

15. 20 世纪以来,威胁人类生存和发展的四大问题主要有 _____。

16. 生物学的研究方向兼向 _____ 和 _____ 两方面发展,前者已经深入到 _____ 水平,后者扩展到了 _____ 领域。

第一篇 生物的结构

第一章 细 胞

第一节 生命的物质基础



一、组成生物体的化学元素

组成生物体的化学元素有几十种。根据它们在生物体内含量的不同,分成大量元素和微量元素两大类。含量占生物体总重量万分之一以上的元素,称大量元素;微量元素则通常是指生物生活所必需,但是需要量却很少的一些元素。还有些元素(如铁),在生物体内含量较小,但比一般微量元素多一些,所以叫做半微量元素。

C、H、O、N、P、S六种元素是组成原生质(即细胞内生命物质)的主要元素,大约共占原生质总量的95%。组成生物体的各种化学元素,都有着其各自不同的作用。在这些元素中,碳元素起着独特的作用。碳原子能和别的原子形成四个强的共价键,特别是碳原子之间能以共价键形成不同长度的链或环,从而生成形形色色的有机生物分子(如糖类、脂类、蛋白质和核酸中都含有碳)。

有些原子,它们原子核内质子数相同,但中子数不同,这些原子就会有不同的质量,但是,在元素周期表中占同一个位置,属于同一种元素,称为同位素。如氢的同位素有氢、氘、氚;碳的同位素有 ^{14}C 、 ^{13}C 、 ^{12}C 。同位素又有稳定同位素和放射性同位素之分。放射性同位素可以用于示踪、治疗疾病、育种、灭菌等方面,还可以通过半衰期的计算,确定古生物化石的年龄。

生物界与非生物界的元素,既存在统一性,又具有差异性。

二、组成生物体的化合物

(一)无机物

1. 水

水是构成细胞的重要成分之一。

水分在细胞内主要有结合水和自由水两种形式。

细胞内与大分子物质结合而不能参与细胞内化学反应的水分子，叫结合水。结合水约占细胞含水量的 4.5% 左右。原生质主要是由蛋白质组成的。蛋白质是大分子物质，其水溶液具有胶体的性质，因此，原生质也是一个胶体系统。蛋白质分子形成空间结构时，疏水基（烷基、苯基）包在分子内部，而许多亲水基（如 $-NH_2$ 、 $-COOH$ 、 $-OH$ 等）则暴露在分子表面。这些亲水基表现出对水有很大的亲和力，容易起水合作用。所以原生质体微粒具有显著的亲水性，在其表面吸引着很多水分子，形成一层水膜。这些被吸附束缚不易自由流动的水分，即是结合水。热带植物的抗热，寒带植物的抗寒，与植物细胞中结合水沸点高、冰点低的特性有关。人和动物的年龄愈大，细胞中的结合水愈少。

生物体内大部分水以游离形式存在。可以自由参与细胞内化学反应的水分子，叫做自由水。自由水是细胞内良好的溶剂，许多物质都溶解在水中。水溶液在生物体内流动，可以把营养物质运送到各个细胞。同时，也把细胞代谢中产生的废物运送到排泄器官或直接排出体外。

细胞内自由水和结合水的数量与生物的代谢和抗逆性有关系。一般情况下，自由水占含水量百分比越大，则代谢越旺盛，但抗逆性则弱些；反之，结合水的比例大，则代谢缓慢些，但是抗逆性往往强些。

2. 无机盐

无机盐在细胞内含量很少，大多数无机盐以离子状态存在于细胞中。

无机盐在生物体中有多方面的重要作用，以下例举几个方面的作用：

(1) 参与调节细胞的 pH 值和渗透压。

(2) 有些无机盐是合成重要的生物大分子的原料，如 PO_4^{3-} 是合成核酸、磷脂和三磷酸腺苷的原料， Fe^{2+} 是合成血红蛋白的原料， Mg^{2+} 是合成叶绿素的必需成分，碳酸钙是牙齿和骨骼的重要成分。

(3) 有些无机盐离子如 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等是酶促反应和代谢作用的活化或调节因子。

(4) 有些无机盐还参与细胞分裂有关的信号传导。

(二) 有机物

1. 糖类

糖是多羟醛或多羟酮及其缩聚物和某些衍生物的总称。其通式可写成 $C_n(H_2O)_m$ 。根据原子比，习惯上也俗称为“碳水化合物”。糖类是生物体的基本

营养物质和重要的组成成分,是生物的主要能源物质。

(1)单糖:是构成各种糖类的基本单位,不能再水解成更简单的糖。它的通式可写成 $(\text{CH}_2\text{O})_n$,但 n 通常大于或等于 3。如核糖和脱氧核糖,都是五碳糖。核糖($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$),亦称 D-核糖,是 RNA 的五碳糖;脱氧核糖($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$),亦称 D-2-脱氧核糖,是 DNA 的五碳糖。又如葡萄糖,它是含有 6 个碳原子的己糖,分子式是 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,它的碳链,骨架上的第一个碳原子构成了醛基($-\text{CHO}$),是醛糖。葡萄糖有链状结构,但在水溶液中特别是细胞组织中更多地以环状结构存在。

还有一种果糖,也是含有 6 个碳原子的己糖,分子式也是 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,但结构与葡萄糖不同,是葡萄糖的同分异构体。

(2)二糖:是由两个单糖分子失去一个分子的水缩合形成的化合物。

蔗糖是由葡萄糖和果糖失水缩合而形成的,当其水解时又重新生成葡萄糖和果糖。主要存在于甘蔗、甜菜中,是人们日常食用的食糖。

麦芽糖是由两个分子的葡萄糖缩合而成的。

乳糖在动物中是一种常见的糖,比如存在于乳汁中。它是由一个分子的葡萄糖和一个分子的半乳糖缩合形成的化合物。

以上三种二糖的分子式都是 $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ 。

(3)多糖:是由多个单糖分子缩聚而成的链状大分子,分子量从几千到上百万,多数不溶于水,构成糖的贮藏形式。一般是当细胞原生质中可溶性单糖和双糖过剩时,便形成多糖而贮藏起来;当单糖做为直接能源物质被氧化分解显得短缺时,贮藏的多糖就重新水解成双糖和单糖。生物中,多糖种类比较多,如淀粉、糖元、纤维素、果胶、半纤维素、阿拉伯胶、黏多糖等。

淀粉是植物贮存的养料。其分子式为 $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ 。有直链淀粉和枝链淀粉两类。直链淀粉分子量稍小,与碘作用呈蓝色;枝链淀粉分子量相对大些,与碘作用则呈紫红色。

糖元广泛存在于人和动物体内,肝脏和肌肉中含量最多,其成分似淀粉,故又称动物淀粉。葡萄糖连接方式与枝链淀粉比较相似,只是糖元含枝链较多,分子为球形。糖元遇碘呈红色。肝脏的糖元可分解成葡萄糖进入血液,供组织细胞使用,肌肉中糖元为肌肉收缩所需能量的来源。

纤维素是植物中最普遍的结构多糖。整个生物界的有机碳元素,约 1/2 是以纤维素状态存在于植物细胞壁中。其结构也是由葡萄糖构成的,但是葡萄糖之间连接的化学键与淀粉、糖元都不同。因此,纤维素不溶于水,在人体肠道内不能消化,但能刺激肠道的蠕动,而反刍动物能利用其做养料。因为它们消化