

GAOZHONGSHENGWU
AOLINPIKE JINGSAIJIAOCHENG

高中生物

奥林匹克

竞赛教程



浙江教育出版社

高中生物

奥林匹克

竞赛教程

- 高中数学 奥林匹克竞赛教程
- 高中生物 奥林匹克竞赛教程
- 高中化学 奥林匹克竞赛教程
- 高中物理 奥林匹克竞赛教程

ISBN 7-5338-3183-7



0 1>

9 787533 831837

ISBN 7-5338-3183-7/G·3161

定价:24.00 元

高中生物奥林匹克 竞赛教程

主 编 沈复初
副主编 方红峰

浙江教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高中生物奥林匹克竞赛教程/沈复初主编. —1 版.
杭州: 浙江教育出版社, 1999. 1 (2006. 2 重印)
ISBN 7-5338-3183-7

I. 生... II. 沈... III. 生物课-高中-教学参考资料 IV. G634. 913

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 027461 号

责任编辑 蒋 婷
装帧设计 韩 波
责任出版 程居洪

高中生物奥林匹克竞赛教程

主 编 沈复初

副主编 方红峰

浙江教育出版社出版发行(杭州市天目山路 40 号 邮编 310013)

富阳美术印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 26.75 字数 540000 印数 5000

2004 年 5 月第 2 版 2006 年 2 月第 7 次印刷

ISBN 7-5338-3183-7/G·3161 定价:24.00 元

联系电话:0571—85170300—80928

E-mail: zjjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com

序

当前,“知识经济”“信息时代”频频出现于各种媒体,如何培养面向未来的“创新”人才是教育部门必须思考的。

“创新”的基础在于青少年的兴趣。有兴趣,就会孜孜以求、持之以恒。许多大师回顾自己所以能取得成就,很重要的是青少年时代对某些事物产生了浓厚的兴趣,从而为他终身从事这一领域的探索奠定了基础。

生物学可以说是与人类关系最密切的一门科学,大量生物现象的奥秘有待于研究和开发,最终造福于人类。因此,促使广大青少年重视生物课程学习,提高学习兴趣显得十分重要,而国际、国内生物学奥林匹克竞赛,正是激发兴趣、造就人才的途径之一。

国际生物学奥林匹克竞赛已举办九届,我国也多次派代表参加,各省、市每年都要组织辅导和选拔,但与数、理、化奥林匹克竞赛相比,还缺乏经验。由于国际生物学奥林匹克竞赛纲要(IBO)涵盖的范围极广,某些界线也较模糊;由于近几年全国中学生生物学竞赛(NBO)的试题变动比较大,这就给竞赛的辅导工作带来了困难。为此我们组织有教学经验的教师,研究了这些年来资料(包括纲要、试题及部分教材),对照国际生物学奥林匹克竞赛纲要理论部分,把辅导内容按知识分为五个部分,把试题对照这五个部分的知识点进行归类,从而可以看出竞赛纲要与试题之间的对应关系,也可以说是这几年研究的成果。

本书共分五章。第一章细胞生物学,第二章植物的解剖、生理和分类,第三章动物的解剖、生理和分类,第四章遗传与进化,第五章生态学和动物行为学。每章分为两节,第一节是知识提要,主要对 IBO 纲要进行阐释和说明;第二节是试题及分析,将 IBO 竞赛的典型试题作为例题进行分析,其余作为思考题。在每道试题后面用罗马数字标出该题属于哪一届试卷。每章最后提供参考答案,并对该内容在历届试卷中的分布作了统计,从中可以看出近年来各知识点分布状况。

本书最后有 5 个附录,分别为 IBO 纲要、NBO 章程、NBO 纲要及 2003 年、2004 年 NBO 试题。

本书可作为高中学生生物学竞赛辅导用书,也可供生物教师教学参考。

本书由沈复初主编,方红峰任副主编并负责统稿,杜近义编写第一章,钱湫泓编写第二章,蒋龙文编写第三章,徐建忠编写第四章,李世德编写第五章,附录由方红峰和徐建忠收集整理。

限于水平,不足之处欢迎批评指正。

沈复初

2004 年 11 月

目 录

第一章 细胞生物学

第一节 知识提要	1
一、细胞的化学成分	1
二、细胞器	7
三、细胞代谢	21
四、蛋白质合成	27
五、物质通过膜的转运	28
六、有丝分裂和减数分裂	29
七、微生物学与生物技术	34
第二节 试题及分析	39
一、化学成分	39
二、酶类	42
三、细胞主要结构	46
四、细胞代谢	55
五、物质通过膜的转运	59
六、细胞周期	61
思考题参考答案	68
本章内容在一至九届国际生物学奥赛试卷中的分布统计表	69

第二章 植物的解剖、生理和分类

第一节 知识提要	70
一、种子植物的形态解剖	70
二、植物系统分类	92
三、植物生理	103
第二节 试题及分析	122
一、种子植物的形态解剖	122
二、植物系统分类	130
三、植物生理	138
思考题参考答案	158
本章内容在一至九届国际生物学奥赛试卷中的分布统计表	159

第三章 动物的解剖、生理和分类

第一节 知识提要	160
一、动物分类、形态与解剖(重点是无脊椎动物)	160
二、人体及动物(重点是脊椎动物)生理	185

第二节 试题及分析	214
一、动物分类、形态与解剖	214
二、人体及动物生理	228
思考题参考答案	254
本章内容在一至九届国际生物学奥赛试卷中的分布统计表	255
第四章 遗传与进化	
第一节 知识提要	256
一、遗传	256
二、变异	272
三、进化	275
四、生物界级分类	283
第二节 试题及分析	287
一、遗传	287
二、变异	310
三、进化	315
思考题参考答案	328
本章内容在一至九届国际生物学奥赛试卷中的分布统计表	329
第五章 生态学和动物行为学	
第一节 知识提要	330
一、生物与环境的关系	330
二、种群	335
三、群落	338
四、生态系统	341
五、污染	344
六、动物行为	345
第二节 试题及分析	349
一、生物与环境的作用	349
二、种群	358
三、群落	364
四、生态系统	368
五、动物行为	377
思考题参考答案	387
本章内容在一至九届国际生物学奥赛试卷中的分布统计表	388
附录 1 国际生物学奥林匹克竞赛纲要	389
附录 2 全国中学生生物学联赛、竞赛章程(草案)	397
附录 3 全国中学生生物学竞赛大纲(试行)	400
附录 4 2003 全国中学生生物学联赛理论试卷	401
附录 5 2004 全国中学生生物学联赛理论试卷	414

第一章 细胞生物学

第一节 知识提要

一、细胞的化学成分

尽管细胞形态多样,功能各异,但其化学成分基本上是相似的。这里所提化学成分主要是指构成细胞的各种化合物,包括水、无机盐、糖类、脂类、蛋白质和核酸等。

(一) 糖类

糖类含 C、H、O 三种元素,其比例一般为 1 : 2 : 1,其分子式为 $(\text{CH}_2\text{O})_n$,例如葡萄糖为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 。对大多数糖来说, $(\text{CH}_2\text{O})_n$ 的通式是适用的。也有例外的情况,如乙酸分子式为 $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$,符合 $(\text{CH}_2\text{O})_n$,但并不是糖,而鼠李糖 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_5$ 不符合该通式,但是糖。糖类分为单糖、双糖、多糖三大类。糖类是细胞生命活动的重要能源物质,又是重要的生物大分子的结构成分,具有重要功能。

1. 单糖

单糖是最简单的糖,不能再被水解为更小的单位。单糖通常含 3、4、5、6 或 7 个碳原子,分别称为丙糖、丁糖、戊糖、己糖和庚糖。

细胞中重要的单糖有:

(1) 丙糖

如甘油醛和二羟丙酮。它们的磷酸酯是细胞呼吸作用及光合作用中重要的中间代谢物。

(2) 戊糖

戊糖中最重要的是核糖、脱氧核糖和核酮糖。核糖和脱氧核糖是核酸的重要成分,核酮糖是重要的中间代谢物。

(3) 己糖

葡萄糖、果糖、半乳糖等都是己糖。所有己糖的分子式均为 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$,但结构各不相同。其中葡萄糖是植物光合作用的产物,也是细胞的重要能源物质之一。

2. 双糖、寡糖、低聚糖

双糖是由两分子单糖缩合脱水生成的。例如两分子葡萄糖缩合形成麦芽糖:
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \longrightarrow \text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O}$ 。麦芽糖和蔗糖以及纤维二糖是植物细胞中重要的双糖。麦芽糖是淀粉的基本结构单位,纤维二糖是纤维素的基本结构单位。动物细胞中重要的双糖是乳糖,存在于哺乳类动物的乳汁中。

寡糖是少数单糖(1~10 个)缩合成的聚合物。低聚糖是指 20 个以下的单糖缩合成的聚合物。

3. 多糖

多糖由多个单糖分子缩合而成。 n 个单糖缩合成多糖时将脱去 $(n-1)$ 个水。植物细胞中重要的多糖是淀粉和纤维素。动物细胞中最重要的多糖是糖原(或称动物淀粉)。淀粉和糖原是储藏能量的物质,纤维素是植物细胞壁的组成物质。淀粉遇碘变为深蓝色,糖原遇碘变为红褐色。

多糖有纯多糖、杂多糖之别。纯多糖由一种单糖构成,如淀粉、糖原、纤维素均为来源不同或糖苷键不同的低聚糖。杂多糖如半纤维素、动物结缔组织的透明质酸,则均由两种以上的单糖构成。

其他如几丁质、胞壁质的多糖链、果胶也属多糖。其中,几丁质是昆虫和甲壳类外骨骼的主要成分;胞壁质是细菌细胞壁的主要成分;果胶存在于相邻植物细胞壁之间的中层内。

糖类与脂类或蛋白质结合在一起分别形成糖脂或糖蛋白。细胞的许多生物学作用与糖脂或糖蛋白有关。糖脂是构成生物膜的物质。细胞膜表面的糖脂和糖蛋白是细胞识别的分子基础。

(二) 脂类

脂类的化学结构差异很大,但具有共同的特性,即均不溶于水,而溶于非极性有机溶剂。脂类主要组成元素也是 C、H、O,但氢氧元素含量之比远大于 2,所以不同于糖类。生物体含有的脂类主要有脂肪、磷脂、糖脂、固醇等。

脂肪是生物体贮存能量的主要形式。1 g 脂肪贮存的能量是 1 g 葡萄糖或 1 g 氨基酸所贮存能量的两倍。

磷脂是由 1 分子甘油和 2 分子脂肪酸以及 1 分子磷酸结合而成。磷脂分子是构成生物膜的脂双分子层结构的基本物质,由于其头部具有亲水性而尾部具有疏水性,因而在细胞结构中具有重要意义。磷脂的种类很多,如脑磷脂、神经磷脂,存在于动物的神经组织中;卵磷脂又称蛋黄素,在蛋黄中的含量可达 8%~10%。

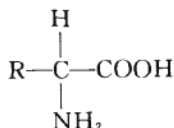
固醇主要包括胆固醇、性激素和维生素 D 等。胆固醇存在于动物体内,参与生物膜的组成。固醇对维持生物体正常的新陈代谢具有积极的作用。

(三) 蛋白质

蛋白质是细胞结构的重要成分,其含量占细胞干重的 50% 以上。它是细胞生命活动所依赖的物质基础。各种蛋白质都是由 C、H、O、N 和 S 等元素组成的,蛋白质中 N 的含量约占 16%。

1. 氨基酸

氨基酸是蛋白质的基本结构单位。目前天然蛋白质中已知的氨基酸均属 L- α -氨基酸。存在于蛋白质中的氨基酸共有 20 种,其结构通式(环状的脯氨酸例外)为:



R 基团的不同决定各种氨基酸在溶解度以及其他特性上的不同。根据 R 基团的特

性,氨基酸可分为5类:①R基团无极性,疏水。蛋白质分子中含有这些疏水氨基酸的部分在水中往往折叠到大分子的内部而远离水相;在强疏水环境中,例如在细胞膜的脂类层中就暴露在大分子的外面而与脂类分子相邻。②R基团为芳香族,无极性,较疏水。③R基团有极性,不带电荷,亲水。蛋白质分子中具这类氨基酸的部分在水相中大多露在蛋白质分子表面与水接触。④R基团带负电(酸性)。⑤R基团带正电(碱性)。

20种氨基酸的名称及三字字母缩写分别是:丝氨酸(Ser),苏氨酸(Thr),天冬酰胺(Asn),谷氨酰胺(Gln),酪氨酸(Tyr),半胱氨酸(Cys),天冬氨酸(Asp),谷氨酸(Glu),组氨酸(His),赖氨酸(Lys),精氨酸(Arg),甘氨酸(Gly),丙氨酸(Ala),缬氨酸(Val),亮氨酸(Leu),异亮氨酸(Ile),苯丙氨酸(Phe),甲硫氨酸(Met),脯氨酸(Pro),色氨酸(Trp)。其中8种为人体必需氨基酸。它们是亮氨酸、异亮氨酸、缬氨酸、苏氨酸、蛋氨酸、色氨酸、赖氨酸和苯丙氨酸。这20种氨基酸均由遗传密码子所决定。

生物界也存在少量的D-型氨基酸,它们主要存在于原核细胞和一些植物细胞中,但不能参与蛋白质组成。

2. 肽键、肽和多肽

一个氨基酸分子中的 α -羧基($-\text{COOH}$)和另一个氨基酸分子中的 α -氨基($-\text{NH}_2$)缩合脱水,形成的酰胺键($-\text{NH}-\text{CO}-$)称为肽键,脱水缩合形成的化合物叫肽。由两个氨基酸缩合而成的肽是二肽,如果再以同样方式连接新的氨基酸,则可形成三肽、四肽……直至多肽。通常称相对分子质量在1500以下的为肽,大于1500的称为多肽。多肽是蛋白质分子的亚单位。肽键是氨基酸在蛋白质分子中的主要连接方式。肽链的顺序方向定义为从氨基端到羧基端。故一般写多肽分子式时,将N末端写在左侧,C末端写在右侧。

3. 蛋白质结构

蛋白质是由各种氨基酸通过肽键连接而成的多肽链,再由一条或一条以上的多肽链按各自特殊的方式组合而成为具有完整生物活性的分子。组成蛋白质分子的多肽链通常以二硫键互相连接。例如,胰岛素的A链和B链即依靠二硫键相连接。二硫键的存在使肽链能够折叠并可把不同的肽链连接在一起形成稳定的蛋白质三维结构。由于肽链数目、氨基酸组成及其排列顺序的不同,使氨基酸具有不同的空间结构,从而形成不同的蛋白质。通常将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。

一级结构是指蛋白质分子中由肽键连接起来的各种氨基酸的排列顺序。与一级结构相关的因素包括氨基酸的种类、肽链的连接方式以及肽链中氨基酸排列的线性顺序。胰岛素是第一个被阐明其一级结构的蛋白质。

二级结构是指蛋白质分子中肽链内部或肽链之间靠氢键维持其稳定性的折叠或卷曲、盘绕的三维空间结构。例如肽链内的氢键使肽链形成 α -螺旋结构,肽链间的氢键使肽链形成 β -折叠结构。

三级结构是指蛋白质分子在二级结构的基础上进一步卷曲折叠构成的近似球状的结构。例如酶、多种蛋白质激素、抗体以及细胞质中和细胞膜中的蛋白质都是具三级结构的球蛋白。

四级结构是指由二条或二条以上的具有三级结构的多肽组成的蛋白质分子中各条多

肽的结合方式及其在空间的相互关系。其中每一条多肽称为亚基,亚基单独存在时没有生命活力,只有聚合成四级结构才具有完整的生物活性。

一级结构称为蛋白质的初级结构或称为化学结构,其余的为蛋白质的空间结构,通常称为蛋白质的构象或高级结构。

4. 蛋白质的化学分类

根据蛋白质的分子组成可将蛋白质分为简单蛋白质和结合蛋白质两大类。

简单蛋白质完全水解的产物为 α -氨基酸,即只由 α -氨基酸组成。因此,简单蛋白质又称单纯蛋白质,如球蛋白、白蛋白、组蛋白等。

结合蛋白质由简单蛋白质和非蛋白质两部分组成。非蛋白质部分通常称为辅基。辅基可以是核酸、糖类、脂类、色素、磷酸,由此组成的结合蛋白质分别称为核蛋白、糖蛋白、脂蛋白、色蛋白、磷蛋白。

5. 蛋白质的功能分类

根据蛋白质的功能大体分为结构蛋白和酶。结构蛋白参与细胞结构的组成。酶是活细胞产生的具极高催化效率的一类蛋白质,生物体内的绝大多数化学反应都需要在酶的催化作用下才能进行。

6. 蛋白质的变构作用和变性

含2个以上亚单位的蛋白质分子的构象发生变化称为蛋白质的变构作用。这种作用有可能导致蛋白质的活性发生变化。

在外界理化因子作用下蛋白质的空间结构发生改变和破坏,从而失去原有的生物学活性,这种现象称为变性。

(四) 酶类

酶是由活细胞产生的具催化作用的蛋白质。酶只能催化在热力学范围内允许进行的化学反应,能加快所催化的化学反应速度使其达到平衡状态,但不能改变该反应的平衡常数。酶催化的化学反应叫作酶促反应。

1. 酶的化学结构

酶的化学本质是蛋白质,它具有蛋白质的一切通性,在化学组成或化学结构上也与一般蛋白质相同。

2. 酶蛋白和辅酶

按化学组成,可将酶分为简单蛋白质酶类和结合蛋白质酶类。简单蛋白质酶类分子完全由氨基酸组成。

结合蛋白质酶类分子由简单蛋白质和辅助因子两部分组成,将组成酶的简单蛋白质部分称为酶蛋白或主酶,辅助因子可以是简单的离子或有机物。酶蛋白或辅助因子单独存在时没有催化活性,只有当两者结合在一起组成全酶才具有酶的作用。将有机物辅助因子称作辅酶。

酶催化反应的专一性和高效性主要决定于酶蛋白,辅助因子主要是对电子、原子或某些基团起传递作用。

3. 酶的活性部位

酶的催化作用只在酶分子的某个区域发生。这一区域是酶分子中能同底物结合而起

催化反应的空间,是酶活性的关键结构部位,故称酶的活性部位或活性中心。

酶的活性部位基团可分为两类。一类为直接与底物结合的基团,称为结合基团,它决定了酶的专一性。一类为直接参与催化反应的基团,称为催化基团,它决定了催化反应的性质。也存在一些基团同时具有这两种性质。

酶的高度特异性显然与酶的活性部位相关。

4. 酶作用的模型:酶与底物的结合

1890年, E. Fischer 提出“钥匙—锁”模型,以说明酶和底物结合的机理。此学说认为底物和酶分子的关系,就像钥匙与锁的关系一样,一把锁只能被一把钥匙打开,或是被构造上相近的钥匙打开(图 1-1)。这在一定程度上解释了酶促反应的特性,如专一性。但该学说把酶的结构看成固定不变是不切实际的,并且该模型不能解释可逆反应。此外,底物和产物的结构不同,为什么不同的钥匙能开同一把锁? 1958年, D. E. Koshland 提出了“诱导—楔合”理论,克服了“钥匙—锁”模型的缺点,认为酶与底物结合时,底物能诱导酶分子的构象发生变化,使酶能与底物分子很好的结合,从而发生催化作用(图 1-2)。

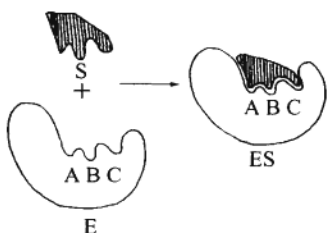


图 1-1 酶与底物结合的锁与钥匙模型

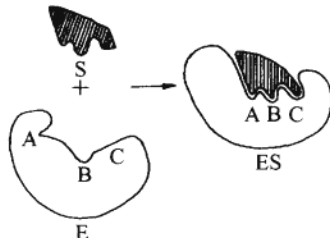


图 1-2 酶与底物结合的诱导楔合模型

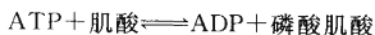
5. 酶的变性

酶的化学本质是蛋白质。因此,当酶受外界理化因素如强酸、强碱、重金属盐、有机溶剂、生物碱、高温、紫外线等影响时,其分子内部原有的高度规律性结构(空间结构)会发生改变和破坏,导致酶的催化功能丧失,这种现象称为酶的变性。

6. 酶的命名

习惯命名法:一般采用底物和反应类型来命名,有时还冠以酶的来源或其他特征,如异柠檬酸脱氢酶、牛胰蛋白酶等。对水解酶类习惯上只用底物名称,如淀粉酶、蛋白酶、核酸酶等。

系统命名法:国际酶学委员会提出的系统命名法规定,每种酶的名称应明确写出底物及催化反应的类型,同时还要有一个由 4 个数字组成的系统编号。现以催化下列反应的酶作为例子来说明:



该酶的习惯名称是肌酸激酶。系统名称是 ATP-肌酸磷酸转移酶,它的系统编号是 EC2.7.3.2。

系统命名原则及系统编号是相当严格的,一种酶只有一个名称和一个编号。国际酶学委员会规定在发表以酶为主题的论文时,在第一次出现酶的正文处要标明酶的系统编号,平时仍可使用习惯名称。

7. 酶作用的特性

(1) 酶促反应条件温和,可在常温常压下进行,并且催化效率很高。

(2) 酶具有高度的特异性(或专一性)。一种酶只能催化一种反应或一组密切相关的反应(作用专一性);一种酶只能催化一种底物或一类分子结构相似的底物的反应(底物专一性)。(原因可参考酶与底物结合的机理。)

(3) 在细胞内,酶的活性受温度调控。

8. 酶活性的抑制

酶可被某些化学物质所抑制,结果使活性降低,或酶分子本身受到破坏,起抑制作用的物质称为抑制剂。酶的抑制剂分为不可逆抑制剂和可逆抑制剂两类。

不可逆抑制剂与酶的功能基团结合,使之永久失活,甚至使酶分子受到破坏。许多毒物都是不可逆抑制剂,例如氰化物抑制细胞色素氧化酶,神经毒气抑制乙酰胆碱酯酶等。杀虫剂和一些抗生素药物也是通过对酶的不可逆抑制来起作用的,例如,青霉素不可逆的抑制细菌转肽酶,从而影响新细胞壁的产生,阻碍细菌生长,起到杀菌作用。

可逆抑制剂又分为竞争性抑制剂和非竞争性抑制剂。竞争性抑制剂的结构往往和底物相似,所以能和底物竞争酶活性中心的结合位点,使酶不能与底物结合,因而酶的活性下降。例如,丙二酸的结构与琥珀酸脱氢酶的底物琥珀酸(丁二酸)相近,因此丙二酸是该酶的竞争性抑制剂。提高底物浓度可解除竞争性抑制。非竞争性抑制剂的结构和底物不同,它们不与底物竞争酶的结合位点,而是与酶分子的其他部位可逆地结合,引起酶分子形状的变化,使活性中心不能再与底物结合,从而抑制酶促反应。

9. 底物浓度、温度与酶促反应速度的关系

(1) 底物浓度对酶促反应速度的关系

参见图 1-3。当底物浓度较低时,增加底物浓度,反应速度迅速增加,此时酶促反应速度与底物浓度成正比;当底物浓度继续增加,则反应速度增加逐渐变慢;当底物浓度达到一定限度时,反应速度达到最大,此时再增加底物浓度,反应速度不再增加,即反应速度不再受底物浓度的影响。

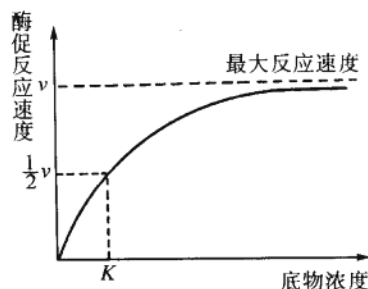


图 1-3 底物浓度对酶反应速度的影响

(2) 温度对酶促反应速度的影响

一般的讲,随着温度的升高(从 0°C ~ 40°C),酶促反应速度也逐渐增加。但由于酶的化学本质是蛋白质,升高到一定温度(一般为 60°C),酶蛋白将变性而失活,从而降低酶促反应速度。

通常动物体内酶的最适温度在 37°C ~ 50°C ,而植物体内酶的最适温度在 50°C ~ 60°C 。

(五) 核酸

最早发现核酸的是 Miescher。1870 年,他从脓细胞核中分离出一种酸性物质,当时命名为核素。

核酸是由许多单核苷酸组成的大分子化合物。核苷酸是核酸的基本结构单位。核酸分为脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA),组成元素为 C、H、O、N、P 等。

组成 DNA 的核苷酸是脱氧核糖核苷酸,碱基为腺嘌呤(A)、胸腺嘧啶(T)、鸟嘌呤(G)、胞嘧啶(C)。DNA 为遗传信息的携带者,主要存在于细胞核内的染色质中,线粒体、叶绿体中也有。支持 DNA 是遗传物质的第一个结论性实验是肺炎双球菌的转化实验,从 S 型肺炎双球菌中提出的 DNA 可以使无荚膜的肺炎双球菌(R 型)转化成有荚膜的类型(S 型)。

组成 RNA 的核苷酸是核糖核苷酸,碱基为腺嘌呤、鸟嘌呤、胞嘧啶和尿嘧啶(U)。RNA 在原核和真核细胞中并非遗传信息的携带者,但某些病毒 RNA 亦可贮存遗传信息和作为基因组 RNA。RNA 在细胞核内产生,然后进入细胞质中。RNA 的功能主要是参与蛋白质的生物合成。一般将 RNA 分为 3 类:信使 RNA(mRNA)、转运 RNA(tRNA)、核糖体 RNA(rRNA)。

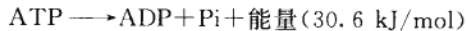
Watson 和 Crick 建立的 DNA 双螺旋结构属 DNA 的二级结构。

DNA 分子通常是双链的, RNA 分子一般是单链的。

(六) 其他重要化合物

1. ADP 和 ATP

ADP 即二磷酸腺苷,它由 AMP 即单磷酸腺苷的磷酸上与一分子磷酸结合(磷酸化)生成;ATP 即三磷酸腺苷,它由 ADP 再次磷酸化生成。AMP 磷酸化生成 ADP,ADP 磷酸化生成 ATP 的过程形成的焦磷酸键含有很高的能量,故称为高能磷酸键,用“~”表示。故 ATP 可写成 A—P~P~P。在细胞中,通常只有后一个高能键水解释放能量。高能磷酸键的能量一般通过下述反应释放出来:



ATP 在所有生物系统化学能的贮存和利用的过程中起着关键的作用。生物体内通过氧化磷酸化(或底物磷酸化)作用使 ADP 转变成 ATP。绿色植物还可通过光合磷酸化作用使 ADP 转变成 ATP。绝大多数情况下,细胞的需能过程如生物合成、主动运输、运动等均由 ATP 提供能量。

2. NAD^+ 和 NADP^+

在细胞内发生的氧化还原反应中常包含着电子和氢的传递转移。细胞中能直接从底物中取得电子和氢的传递体叫初级电子受体,电子和氢再经它们传递给其他传递体。 NAD^+ 和 NADP^+ 为常见的初级电子受体,是许多脱氢酶的辅酶,分别称为辅酶 I 和辅酶 II。在它们参与的脱氢反应中,它们接受了底物分子的电子和氢后,从氧化态 NAD^+ 或 NADP^+ 转变为还原态 NADH 或 NADPH ,当它们将电子和氢再传递给其他电子受体后又恢复为氧化态。

在有氧呼吸中 NADH 可通过电子传递链传递电子,最终使氢和分子氧结合生成水,在电子传递过程中释放的能量合成 ATP。 NADH 在某些还原反应中起供氢体作用。

NADPH 在脂肪酸等还原性生物合成途径中以及其他许多还原反应中起供氢体作用。

二、细胞器

绝大多数细胞只能借助显微镜才能观察到。例如,普通复式光学显微镜是常用的观

察细胞的工具;暗视野显微镜、相差显微镜可用于观察活细胞;电子显微镜可用于显示细胞的细微结构。

真核细胞有细胞器。细胞器分布在细胞质基质内,是具有一定结构和功能的亚细胞结构。各类细胞器在结构和起源上有联系。图 1-4 为细胞模式图。

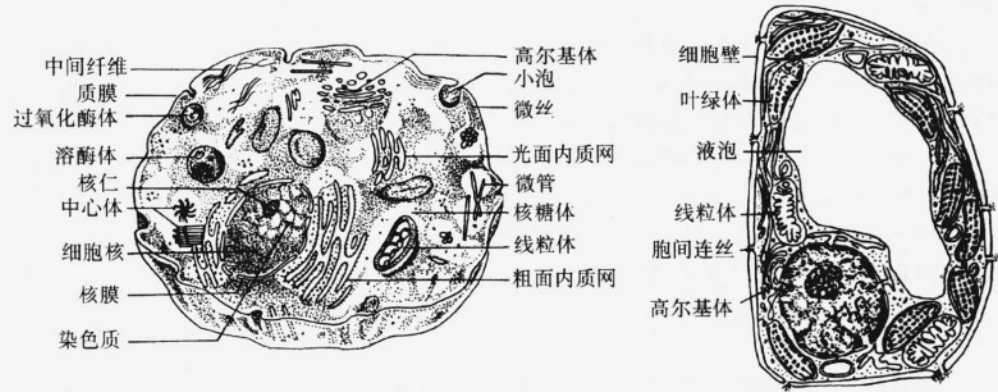


图 1-4a 动物细胞模式图

图 1-4b 植物细胞模式图

(一) 细胞核

细胞核可认为是细胞内最大的细胞器。在真核细胞中,除高等植物成熟的筛管以及哺乳类成熟的红细胞外,都含有细胞核。通常,一个细胞中只含有一个核。

1. 细胞核的结构

细胞核包括核膜、核质(核透明质)、染色质(染色体)、核仁。

(1) 核膜

核膜为双层膜(内膜和外膜)。外膜与(粗糙型)内质网相连,形成一连续系统。故也有认为外膜实为围膜的内质网部分。

核膜上的小孔称核孔。它是核内部与细胞质之间的通道,但是核内外的物质并不能经过核孔进行自由扩散。大分子蛋白质如合成 DNA 或 RNA 所需的酶以及染色体的组蛋白等大都是通过核孔进入细胞核的。核内生成的各种 RNA 等也是通过核孔进入细胞质的。它们与核孔复合体上的受体蛋白结合,通过“主动运输”过程进出。

(2) 核质

核质是富含蛋白质的透明粘稠的液体,主要成分是蛋白质和少量的 RNA。核质不是无结构的液体,而是组成纤维状的网状骨架(核骨架),网的成分是蛋白质,网孔中充满液体。核质布满于细胞核中,染色质和核仁在核质中。

核质是核内代谢反应的场所,在 DNA 复制、基因表达、RNA 加工、参与染色体 DNA 的包装和构建生命活动等过程中起重要作用。

(3) 染色质

染色质只能在电子显微镜下观察到。染色质的主要成分是 DNA 和蛋白质,也含有少量 RNA。蛋白质分组蛋白和非组蛋白两大类。组蛋白富含赖氨酸和精氨酸,所以是碱

性,能与带负电荷(磷酸基团)的 RNA 结合。染色质中组蛋白和 DNA 含量的比例一般为 1 : 1。非组蛋白主要为有关 DNA 复制和转录的酶等。

在光学显微镜下,我们可观察到细胞分裂间期细胞核中染色质分散呈网状的不规则形态结构。而当细胞即将分裂时,染色质通过固缩褶皱,形成形态不同但又各具特征的高度凝集的短棒状的染色体。

染色体的形成保证了真核细胞分裂时能将遗传物质平均分配到两个子细胞中去。

同种生物各类细胞核中 DNA 的含量是恒定的,不会因细胞的分化而丢失。DNA 的含量和染色体的数量相关。例如,精子细胞的 DNA 含量为体细胞的 1/2,其染色体数也为体细胞的一半。

各种生物体内的染色体数目是相对恒定的,这对维持种的稳定性有重要意义。性细胞染色体为单倍体,以 n 表示;体细胞为二倍体,以 $2n$ 表示。有些种染色体成倍增加可以成为 $4n, 6n, 8n$ 等,称为多倍体。同一动物体内也有不同倍数的细胞,如成年大白鼠肝细胞中有 $2n, 4n, 8n, 16n$ 等多倍体细胞。肿瘤细胞的染色体数多高于 $2n$,且为非整倍性。

染色体的数目和大小反映了整个基因组的大小。通常以每单倍体染色体组中 DNA 的质量表示基因组的大小,称为有机体的 C 值。C 是单倍体染色体以 pg(Picogram,即 $10^{-12}g$)来表示的量。每个二倍体细胞的 DNA 量为“2C”值。基因组包含单倍体组中的全部 DNA。

(4) 核仁

核仁是在光学显微镜下观察到的颗粒状结构,没有外膜。是细胞分裂间期细胞核中最明显的结构。各种生物的核仁数目一般都是固定的。核仁的主要成分是蛋白质和 RNA,以及 DNA。核仁的主要功能是进行核糖体 RNA 的合成,核糖体大、小亚基在核仁中组装。因此,蛋白质合成旺盛的细胞常有较大或较多核仁。

2. 细胞核的功能

细胞核的主要功能是贮存和传递遗传信息。通过遗传物质的复制、细胞分裂保持细胞世代之间的连续性,即遗传。通过 DNA 的转录、翻译,在细胞分裂基础上发生细胞分化,即基因的选择表达,使结构和功能发生变化,从而调节控制细胞的各种代谢活动。

(二) 细胞质和细胞质内容物

细胞质是核外部分的总称,由包围于细胞外周的细胞质膜、细胞质液及各种细胞质内容物组成。

1. 细胞质膜(细胞膜)

(1) 细胞质膜的功能

细胞质膜积极参与许多重要的生命活动过程。主要有以下几方面:

①细胞质膜具有选择透过性。它是细胞与外界环境进行物质交换的重要调节者,能阻止一些物质或促进另一些物质出入细胞(图 1-5)。

②细胞质膜能接受信息,感受外界环境的变化并作出

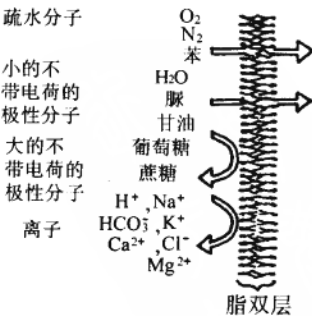


图 1-5 细胞质膜具有选择透过性