

全国生物学联赛

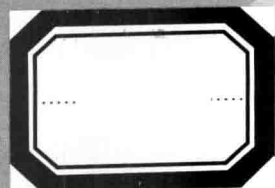
许 晖 编著

知 识 详 析

QUANGUO SHENGWUXUE LIANSAIL
ZHISHI XIANGXI



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS



全国生物学联赛

许 晖 © 编著

知识详析

QUANGUO SHENGWUXUE LIANSAI
ZHISHI XIANGXI



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

全国生物学联赛知识详析/许晖编著. —广州: 暨南大学出版社, 2013. 11
ISBN 978 - 7 - 5668 - 0685 - 7

I. ①全… II. ①许… III. ①生物课—高中—教学参考资料 IV. ①G634. 913

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 178137 号

出版发行: 暨南大学出版社

地 址: 中国广州暨南大学

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编: 510630

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 佛山市浩文彩色印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 15

字 数: 374 千

版 次: 2013 年 11 月第 1 版

印 次: 2013 年 11 月第 1 次

定 价: 29.80 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

目 录

1	生物化学	1
2	细胞生物学	39
3	微生物学	53
4	植物生理学	66
5	植物学	84
6	动物生理学	112
7	动物学	141
8	遗传学	164
9	进化生物学	196
10	生态学	208
11	动物行为学	227

生物化学

1. 乳糖作为一种糖苷,其生物合成时的糖基供体是()。

A. α -葡萄糖

B. β -半乳糖

C. α -葡萄糖和 β -半乳糖

D. α -葡萄糖或 β -半乳糖

参考答案 B

知识详析 单糖的半缩醛(酮)羟基能与醇或酚的羟基缩合脱水而生成缩醛(或缩酮),称为糖苷。在糖苷中,含半缩醛(酮)羟基的糖部分称为糖基,与之缩合的糖或非糖部分称为糖苷配基,其键称为糖苷键。参与形成糖苷键的醛糖 C_1 (或酮糖 C_2)的部分即为糖基。如果糖苷配基也是糖,就可缩合形成双糖、寡糖和多糖。

一种情况是,双糖的糖苷配基上的羟基也是半缩醛(酮)羟基,即双糖中两个单糖的异头碳都参与了糖苷键的形成,则此双糖无还原性末端,也无变旋现象,如蔗糖(图 1-1-a)为葡萄糖(α_1)-果糖(β_2)。另一种情况是,双糖分子中还保留有游离的半缩醛(酮)羟基,就仍然具有还原性末端,有变旋现象,如乳糖(图 1-1-b)为半乳糖(β_1)-葡萄糖(α_4),则半乳糖是糖基,葡萄糖是糖苷配基。

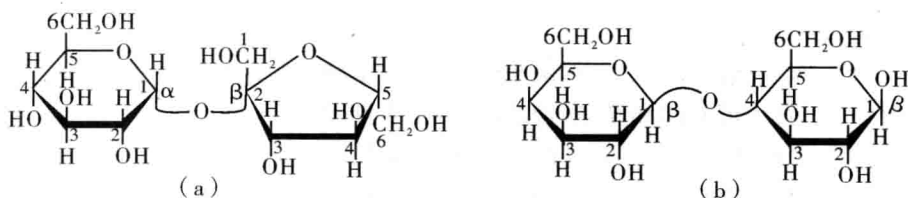


图 1-1 蔗糖(a)和乳糖(b)

2. 在 pH 值 = 5.12 时进行电泳,下列蛋白质移向负极,且速度最快的是()。

A. 血红蛋白(pI = 7.07)

B. 胸腺组蛋白(pI = 10.8)

C. β -球蛋白(pI = 5.12)

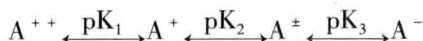
D. 血清清蛋白(pI = 4.64)

参考答案 B

知识详析 氨基酸是两性电解质。 $-\text{NH}_3^+$ 、 $-\text{COOH}$ 可以提供 H^+ , 是酸性基团;
 $-\text{NH}_2$ 、 $-\text{COO}^-$ 可以接受 H^+ , 是碱性基团。氨基酸的羧基、氨基以及侧链上的其他可解离基

团都有一个特定的 pK 值。 pK 是基团解离常数的负对数,在数值上等于该基团半数被解离时的 pH 值。氨基酸解离出 H^+ 时,通常按照“先羧基后氨基、先 α -碳原子后 R 基”的顺序。

氨基酸所携带的净电荷为零时的 pH 值称为氨基酸的等电点 (pI),氨基酸在 pH 值低于 pI 值的溶液中携带净正电荷,在 pH 值高于 pI 值的溶液中携带净负电荷。如果某氨基酸在水中有多个电离,则不同可解离基团的 pK 编号从酸性最强的基团开始,分别用 pK_1 、 pK_2 、... 来表示。 pI 值是氨基酸所携带的净电荷为零的状态时相邻两侧 pK 值的算术平均值。每一种氨基酸都有特定的等电点。例如,某氨基酸的解离方程式为:



则该氨基酸的 $pI = (pK_2 + pK_3)/2$ 。又如,对丙氨酸溶液滴定测得 $pK_1 = 2.3$, $pK_2 = 9.7$, 则丙氨酸的 $pI = (2.3 + 9.7)/2 = 6$ 。

经测定, $25^\circ C$ 时各类氨基酸的等电点为:酸性氨基酸 $pI = (pK_1 + pK_2)/2 < 7$; 中性氨基酸也是 $pI = (pK_1 + pK_2)/2 < 7$, 但数值很接近于 7; 碱性氨基酸 $pI = (pK_2 + pK_3)/2 > 7$ 。

3. 氨基酸在等电点时具有的特点是()。
- A. 不具正电荷 B. 不具负电荷
- C. 溶解度最大 D. 在电场中不泳动

参考答案 D

知识详析 在等电点溶液中,氨基酸所携带的净电荷为零,但并非不具有正、负电荷。此时,处于离子状态的氨基酸之间的排斥力和溶解度都最小,在电场中不泳动。

4. 下列哪些是碱性氨基酸()。
- A. 组氨酸 B. 蛋氨酸
- C. 精氨酸 D. 赖氨酸

参考答案 ACD

知识详析 组成蛋白质的二十种氨基酸中,除甘氨酸没有手性碳之外,其他十九种氨基酸都含有手性碳,其中苏氨酸和异亮氨酸含有两个手性碳。

(1) 芳香族氨基酸。芳香族氨基酸包括苯丙氨酸 (259nm)、酪氨酸 (278nm) 和色氨酸 (279nm), 这三种氨基酸的紫外吸收峰出现在 280nm 附近, 故测定蛋白质溶液 280nm 处的吸光度是估算蛋白质浓度的一种方法。一般情况下, 色氨酸是蛋白质中含量最少的氨基酸。

(2) 酸性氨基酸。酸性氨基酸包括天冬氨酸和谷氨酸, 这两种氨基酸的侧链上都含有一个可解离的羧基, 在生理 pH 条件下, 它们都携带净负电荷。

(3) 碱性氨基酸。碱性氨基酸包括赖氨酸、精氨酸和组氨酸, 在生理 pH 条件下, 它们都携带净正电荷。其中组氨酸所含有咪唑基的 pK 值为 6.0, 故组氨酸是唯一一个在生理 pH 条件下具有缓冲作用的氨基酸。

5. 在等电聚焦电泳过程中,随着蛋白质样品的迁移,电流的变化为()。

- A. 越变越大,当样品到达其等电点位置时,电流达到最大值
- B. 越变越小,当样品到达其等电点位置时,电流达到最小值,接近于零
- C. 基本不变,为一恒定值
- D. 不确定

参考答案 B

知识详析 等电聚焦电泳的基本原理是:利用一系列等电点(pI)彼此接近的两性电解质的混合物,在凝胶(聚丙烯酰胺凝胶、琼脂糖凝胶或葡聚糖凝胶等)内制造一个 pH 梯度,然后把等电点不同的蛋白质混合物加入凝胶介质中,在电场中经过一定时间的电泳后,各种蛋白质分别聚焦在各自等电点相应的 pH 位置上,从而形成分离的蛋白质区带。此时各种蛋白质所带净电荷为零,凝胶介质中两性电解质也不带净电荷,故电流接近于零。

6. 不连续聚丙烯酰胺凝胶电泳比一般电泳的分辨率高,是因为具有()。

- A. 浓缩效应
- B. 电荷效应
- C. 分子筛效应
- D. 黏度效应

参考答案 A

知识详析 (1)电泳。带电颗粒在电场的作用下,向着与其电性相反的电极移动,称为电泳。任何一种物质之所以能够用电泳方法得到分离,是由于其本身自带的解离作用或是由于其表面上吸附有其他带电质点。不同的带电颗粒在同一电场中泳动的速度不同,常用泳动度(或迁移率)表示它们泳动的速度。影响迁移率的主要因素有:

①带电颗粒的性质。带电颗粒的性质是指颗粒的大小、形状及所带净电荷的数量。一般来说,颗粒所带的净电荷多、直径小而近于球形,则泳动速度快;反之,则慢。

②电场强度。电场强度越高,带电颗粒的移动速度越快。根据电场强度大小,可将电泳分为常压电泳和高压电泳。

③溶液的 pH 值。溶液的 pH 值决定了带电颗粒解离的速度,也决定了物质所带净电荷的多少。

④溶液的离子强度。在保持有足够缓冲能力的前提下,溶液的离子强度要求最低。溶液的离子强度越高,带电颗粒的泳动速度越慢;反之,越快。

⑤电渗作用。在有支持物的电泳中,影响电泳的另一个重要因素是电渗作用。电渗是指在电场中液体对固体支持物的相对移动。这是由于滤纸的纤维间有大量孔隙,带有负电荷,可以吸引正离子,因此电泳介质沿管壁会带有相对较多的正电荷。在电场中,带负电荷的蛋白质向正极移动,介质却向负极移动,从而对蛋白质颗粒的泳动起到阻碍作用。例如,在 pH 值 = 8.6 的样品中进行血清蛋白纸电泳时,γ-球蛋白与其他蛋白质一样带负电荷,应该向正极移动,可它却向负极移动,这就是电渗作用的结果。由此可见,若电渗方向与样品的电泳移动方向一致,则样品的表现迁移率就加快;反之,则减慢,甚至向相反方向移动。

(2)几种常见的电泳方法:

①醋酸纤维素薄膜电泳。以醋酸纤维素薄膜为支持物的电泳,其电渗作用虽高,但很均一,不影响样品的分离效果。不足之处是分辨率比聚丙烯酰胺凝胶电泳低。

②琼脂糖凝胶电泳。目前多采用琼脂糖凝胶作为电泳支持物来进行平板电泳,其优点是区带整齐、分辨率高、重复性好、电泳速率快、样品易洗脱。不足之处是电渗作用较大。

③聚丙烯酰胺凝胶电泳(PAGE)。以聚丙烯酰胺凝胶作为支持介质的电泳,其具有透明、化学稳定性高、无电渗作用、分辨率高等优点。不足之处是制备凝胶的操作过程较为复杂、电压较高、电泳时间较长。根据其有无浓缩效应,分为连续系统和不连续系统两大类。连续系统电泳体系中缓冲液的 pH 值及凝胶浓度相同,带电颗粒在电场中泳动主要依靠电荷效应和分子筛效应。不连续系统由于缓冲液离子成分、pH 值、凝胶浓度及电位梯度的不连续性,带电颗粒在电场中泳动不仅有电荷效应和分子筛效应,还有浓缩效应,因而其分离条带的清晰度及分辨率均较前者高。

④SDS - 聚丙烯酰胺凝胶电泳。电泳时,将足够量的 SDS 和巯基乙醇加入蛋白质样品溶液中,可使所有的蛋白质 - SDS 复合物的形状相似,且都带上相同密度的负电荷,其电荷量大大超过蛋白质分子原有的电荷量,从而消除了不同蛋白质原有的电荷差别。因此该电泳技术使蛋白质的迁移率不再受到电荷和形状的影响,而仅取决于其相对分子质量的大小。

⑤等电聚焦电泳(见第 5 题知识详析)。

7. 变性蛋白质的特性有()。

- A. 溶解度显著下降
- C. 易被蛋白酶水解

- B. 生物学活性丧失
- D. 凝固或沉淀

参考答案 ABC

知识详析 天然蛋白质因受物理或化学因素的影响,其分子内部原有的高度规律性结构发生了变化,致使蛋白质的理化性质和生物学性质都有所改变,但蛋白质的一级结构并不被破坏,这种现象被称为变性。能使蛋白质变性的因素有很多,化学因素有加入强酸、强碱、尿素、胍、去污剂、重金属盐、三氯醋酸、磷钨酸、苦味酸、浓乙醇等,物理因素有加热、剧烈振荡或搅拌、紫外线及 X 射线照射、超声波等。不同蛋白质对各种因素的敏感程度是不同的。

蛋白质变性后首先失去其生物学活性,同时还表现出各种理化性质的改变,如溶解度降低、易形成沉淀析出、结晶能力丧失等。变性蛋白质的肽链松散,使反应基团暴露,从而易被蛋白酶消化分解。如果蛋白质的变性作用不过于剧烈,在一定条件下就可以恢复活性,称为蛋白质的复性。但如果变性时间过长、条件加剧,则变性程度会加深,从而达到不可逆的变性,蛋白质的结絮、凝固就是变性程度加深的表现。在急救重金属盐中毒(如氯化汞)时,给患者吃大量乳品或蛋清,其目的就是使乳品或蛋清中的蛋白质在消化道中与重金属离子结合,形成不溶解的变性蛋白质,从而阻止重金属离子被吸收入体内。

8. 蛋白质分子中某些氨基酸或某些特殊结构与某些试剂反应后能产生一定的颜色,在两液层之间出现紫色环的是()。

- A. 双缩脲反应
- C. 酚试剂反应
- E. 茚三酮反应

- B. 乙醛酸反应
- D. 米伦反应

参考答案 B

知识详析 (1)双缩脲反应。若将尿素加热到 180°C , 两个尿素分子可缩合形成一个双缩脲分子, 同时放出一分子氨。双缩脲在碱性溶液中能与硫酸铜反应生成紫红色络合物, 这一反应即被称为双缩脲反应。多肽和蛋白质分子中都含有许多个与双缩脲结构相似的肽键, 因此也能发生双缩脲反应。双缩脲反应常用来定性或鉴定蛋白质和含有两个以上肽键的多肽, 也可根据此反应产生的颜色在 540nm 处比色, 进行定量测定。

(2)酚试剂(福林试剂)反应。酪氨酸中的酚基能将福林试剂中的磷钼酸及磷钨酸还原成蓝色化合物, 这一反应被称为酚试剂反应。这一反应常用来定量测定蛋白质含量, 其灵敏度比双缩脲法高。

(3)乙醛酸反应。在蛋白质溶液中加入乙醛酸, 并沿试管壁慢慢注入浓硫酸, 会在两层之间出现紫色环, 这一反应被称为乙醛酸反应。凡含有吡啶基的化合物都有这一反应。

(4)米伦反应。蛋白质溶液中加入米伦试剂后即产生白色沉淀, 加热后沉淀变为红色, 这一反应被称为米伦反应。酚类化合物都有这一反应。

(5)茚三酮反应。除脯氨酸、羟脯氨酸与茚三酮反应产生黄色物质外, 其余的 α -氨基酸与茚三酮反应均产生蓝紫色物质, 这一反应常用来定性或定量测定各种 α -氨基酸。多肽和蛋白质也能发生此反应, 但灵敏度较差。

9. 下列()可用于可溶性蛋白质的含量测定。

A. 双缩脲法

B. 考马斯亮蓝法

C. 紫外吸收法

D. 速度区带离心法

参考答案 ABC

知识详析 可溶性蛋白质的含量测定, 除前述的双缩脲法和酚试剂法之外, 常用方法还有以下几种:

(1)考马斯亮蓝法。蛋白质可在室温下被考马斯亮蓝染色, 反应迅速, 生成物稳定, 测定蛋白质含量的灵敏度较高, 近年来被广泛使用。

(2)紫外吸收法。由于蛋白质分子中的苯丙氨酸、酪氨酸和色氨酸在 280nm 左右有强烈的光吸收, 故可利用这一性质测定溶液中的蛋白质含量。此法不需发生任何反应, 直接测定蛋白质溶液的 $A_{280\text{nm}}$ 和 $A_{260\text{nm}}$ 即可。计算公式为:

$$\text{蛋白质的质量浓度 (mg/mL)} = 1.45A_{280\text{nm}} - 0.47A_{260\text{nm}}$$

(3)凯氏定氮法。如果需测定包括可溶性蛋白和不溶性蛋白在内的总蛋白含量, 只能使用凯氏定氮法。这一方法的原理是: 蛋白质的平均含氮量为 16% , 即每 1g 蛋白质中的氮相当于 6.25g 的蛋白质, 因此可以在对样本进行无机化处理, 分别测定总氮含量和无机氮含量。计算公式为:

$$\text{蛋白质含量} = (\text{总氮含量} - \text{无机氮含量}) \times 6.25$$

凯氏定氮法的缺点是不能区分蛋白氮和非蛋白有机氮, 计算时只能将所有的有机氮均

看作是蛋白氮,因此把计算出的蛋白质含量称为粗蛋白含量。此外,通常计算时所用的系数 6.25 对某些蛋白质也是不合适的,需使用校正后的系数。

(4)其他方法。微量的可溶性蛋白可用免疫学方法测定;有活性的酶蛋白和激素蛋白可直接测定其生物学活性;对蛋白质混合物进行凝胶电泳后染色,再进行扫描分析,或用图像分析系统进行分析,可以测定各种蛋白质成分的相对含量。

10. 以下是对一些有机大分子研究技术的叙述,不正确的是()。

- A. 免疫荧光技术可进行特异性蛋白抗原的定位、定性研究
- B. 原位杂交技术可进行细胞内特异性核酸序列的定位、定性研究
- C. 放射性同位素标记技术可进行细胞内生物大分子的定位、定性和半定量研究
- D. 显微分光光度法测定技术可进行 DNA 的测序研究

参考答案 D

知识详析 (1)免疫荧光技术。免疫荧光技术是将免疫学方法(抗原—抗体特异结合)与荧光标记技术结合起来,去研究特异性蛋白抗原在细胞内分布的方法。由于荧光素所发出的荧光能在荧光显微镜下检出,因而可利用这一技术对蛋白抗原进行细胞定位。

(2)原位杂交技术。原位杂交技术的基本原理是,利用核酸分子单链间互补的碱基序列,将有放射性或无放射性的外源核酸(探针)与组织、细胞或染色体上待测的 DNA 或 RNA 片段互补配对,结合成专一的核酸杂交分子,再通过一定的检测手段将待测核酸片段在组织、细胞或染色体上的位置标记出来。该技术需具备三个重要条件:①进行组织、细胞或染色体的固定;②有能与特定核酸片段互补的探针;③有与探针结合的标记物。

(3)放射性同位素标记技术(放射自显影技术)。放射性同位素标记技术利用放射性同位素的电离辐射对乳胶(含 AgBr 或 AgCl)的感光作用,可对细胞内生物大分子进行定性、定位与半定量研究,主要用于研究化合物在机体、组织和细胞中的分布、定位、排出以及合成、更新、作用机理、作用部位。

(4)分光光度法。物质的吸收光谱与它们本身的分子结构有关,不同物质由于其分子结构的不同,对不同波长的光线的吸收能力也不同。在一定条件下,其吸收程度与该物质的浓度成正比。分光光度法是通过测定被测物质在特定波长处或一定波长范围内对光的吸光度或发光强度,对该物质进行定性和定量分析的方法,其理论依据是朗伯—比尔定律(该定律描述了有色溶液对单色光的吸收程度与溶液的浓度及液层厚度间的定量关系)。分光光度法所使用的光谱范围为 $200\text{nm} \sim 10\mu\text{m}$,其中 $200 \sim 400\text{nm}$ 为紫外光区; $400 \sim 760\text{nm}$ 为可见光区; $760\text{nm} \sim 10\mu\text{m}$ 为红外光区。而显微分光光度法测定技术就是光学显微镜放大技术与光度测量技术相结合,对样品微区中物质进行定量分析的一种技术,其测定装置为显微分光光度计。

11. 下面哪些蛋白质上的氨基酸残基可能会被修饰()。

- A. 丙氨酸
- B. 丝氨酸
- C. 苯丙氨酸
- D. 甘氨酸
- E. 赖氨酸

参考答案 BE

知识详析 蛋白质的化学修饰是指通过引入或除去化学基团,使蛋白质的共价结构发

生改变。脯氨酸、赖氨酸的侧链基团可发生羟基化作用；苏氨酸、丝氨酸、酪氨酸的羟基可发生磷酸化作用（如糖原磷酸化酶）；丝氨酸、苏氨酸、天冬酰胺可通过 N-糖苷键或 O-糖苷键连接糖基形成糖蛋白；赖氨酸、谷氨酸可发生甲基化作用；谷氨酸、天冬氨酸可发生羧化作用。

12. 一个人是 A、B、AB 还是 O 型血，由其红细胞表面的化学标记物所决定，这些标记物是（ ）。

- A. 脂类 B. 寡糖链 C. 多肽 D. 抗体

参考答案 B

知识详析 A、B、O 血型系统中各种血型抗原的特异性，由其红细胞上膜脂或膜蛋白所连接的寡糖链所决定。A 血型的寡糖链末端连有 N-乙酰半乳糖胺，B 血型的寡糖链末端连有半乳糖，O 血型的寡糖链末端没有这两种糖基，AB 血型的红细胞膜上则同时存在这两种寡糖链。

13. tRNA 中，假尿嘧啶与核糖以（ ）相连。

- A. C-N B. C-C C. N-N D. C-O

参考答案 B

知识详析 核苷是由戊糖和含氮碱基生成的糖苷（图 1-2），戊糖的 C_1 通常与嘌呤碱的 N_9 或嘧啶碱的 N_1 相连，分别形成 C_1-N_9 键或 C_1-N_1 键。tRNA 中有少量尿嘧啶的 C_5 与核糖的 C_1 相连，形成 C_1-C_5 键。这是一种碳苷，因其核糖与碱基的特殊连接方式而被称为假尿苷。



图 1-2 核苷的结构

14. 以下关于 DNA 分子的构象的说法，正确的是（ ）。

- A. DNA 的二级结构存在 A、B、Z 等多种构象
B. B 型 DNA 是右手螺旋，其他是左手螺旋
C. 不同构象的 DNA 的转录活性不一样，B 型最高
D. 三股螺旋 DNA 存在于基因调控区和其他重要区域
E. 细胞内 A、B、Z 型 DNA 在一定生理条件下可互相转变

参考答案 ADE

知识详析 DNA 链中有不少单键可以旋转，因此，DNA 在一定条件下会呈现出不同的

二级结构类型。Waston 和 Crick 依据相对湿度 92% 的 DNA 钠盐而得到 X 射线衍射图,提出了双螺旋结构,称为 B - DNA,是右手螺旋,与细胞内的 DNA 非常相似。相对湿度 75% 的 DNA 钠盐的结构有所不同,称为 A - DNA,也是右手螺旋。A - DNA 与 RNA 分子中双螺旋区以及 DNA - RNA 杂交分子的构象很接近,据此推测,在转录时,DNA 分子发生 B 型到 A 型的转变。A 型、B 型是 DNA 二级结构的两种基本构象,是天然 DNA 的主要结构形式。

将人工合成的 DNA 片段 d(CpGpCpGpCpGp)制晶体,进行 X 射线衍射分析时,发现该片段形成锯齿形的左手螺旋,命名为 Z - DNA。在鼠类和各种植物的完整细胞核等自然体系中也找到了含有 Z - DNA 的区域。用甲基化的 d(CpGpCpGpCpGp)作为实验材料,会发现在接近生理条件盐浓度时,DNA 可以从 B 型转变为 Z 型。当双螺旋 DNA 处于高度甲基化状态时,基因表达受到抑制,反之,则得到加强,这说明 B - DNA 与 Z - DNA 的相互转变可能与基因表达的调控有关。

关于 DNA 二级结构的 C 型、D 型和 E 型的研究较少。DNA 二级结构还存在三股螺旋构象,存在于基因调控区和其他重要区域,具有重要的生理意义。

15. DNA 变性过程中,将会出现的现象是()。

- A. 断裂
- B. 黏度下降
- C. 沉降速度增加
- D. 紫外光吸收增加
- E. 双螺旋之间氢键断裂

参考答案 BCDE

知识详析 双链核酸的变性是指双螺旋区氢键断裂,空间结构被破坏,从而形成单链无规则线团状态的过程。核酸变性只涉及次级键的变化,而磷酸二酯键的断裂则称为降解。核酸变性后,260nm 的紫外光吸收值明显增加,即产生了增色效应。同时,黏度下降,浮力密度升高,生物学功能部分或全部丧失。凡破坏氢键、阻碍碱基堆积作用以及增加磷酸基静电斥力的因素,均可促成变性作用的发生。

加热 DNA 的稀盐溶液,达到一定温度后,260nm 的吸光度骤然增加,表明这时两条链开始分开。吸光度约增加 40% 后,变化趋于平坦,表明这时两条链已经完全分开。DNA 热变性是一个突变的过程,类似于结晶的熔解,因此将紫外光吸收增加量达到最大增量一半时的温度值,称为熔解温度(T_m)。双链 RNA 比双链 DNA 要稳定,同样序列的双链 RNA 比双链 DNA 的 T_m 大约高 20℃。RNA - DNA 杂合双链的 T_m 则介于双链 RNA 和双链 DNA 之间。

影响双链核酸 T_m 的因素有:①G - C 含量。②溶液的离子强度。核酸在离子强度较低的介质中, T_m 较低。如果是在纯水中,DNA 在室温下即可变性。③溶液的 pH。高 pH 值下,碱基易失去质子而丧失形成氢键的能力,当 pH 值 > 11.3 时,DNA 完全变性。此外,若 pH 值 < 5.0,DNA 易脱嘌呤。④变性剂。甲酰胺、尿素、甲醛等可以破坏氢键,妨碍碱基堆积,使 T_m 下降。

变性核酸的互补链在适当条件下重新缔合,形成双螺旋的过程,称为复性。变性的核酸复性时需缓慢冷却,故该过程又称为退火。复性后,核酸的紫外光吸收值降低,即产生了减色效应。影响复性速度的因素有:①复性温度不宜过低, $T_m - 25^\circ\text{C}$ 是较为合适的温度;②单链片段的浓度越高,彼此随机碰撞的频率越高,复性速度就越快;③单链片段越大,扩散速度

越慢,链间错配的概率也越高,复性速度就越慢;④在片段大小相似的情况下,片段内重复序列的重复次数越多(复杂度越小),越容易形成互补区,复性速度越快;⑤维持溶液中一定的离子强度,消除磷酸基负电荷造成的斥力,可加快复性速度。

16. 下列有关 RNA 的叙述,正确的是()。

- A. mRNA 分子中含有遗传密码
- B. 原核生物没有 hnRNA 和 snRNA
- C. rRNA 是参与合成蛋白质的场所
- D. tRNA 并不是最小的 RNA

参考答案 ABCD

知识详析 mRNA 作为蛋白质翻译的直接模板,其携带有遗传密码。hnRNA 是真核生物核内不均一的 RNA,需经加工才能成为成熟的 mRNA。snRNA 是细胞内小核的 RNA,它是真核生物转录后加工过程中 RNA 剪接体的主要成分,参与 mRNA 前体(hnRNA)的加工过程。由于原核生物的转录和翻译是同时进行的,不在发生 mRNA 的转录后才加工,因此没有 hnRNA 和 snRNA。合成蛋白质的场所是核糖体,主要由 rRNA 和有关蛋白质组成。tRNA 比 mRNA 和 rRNA 都要小,但有些 snRNA 比 tRNA 还要小。

17. 下列有关核酸的描述,正确的是()。

- A. RNA 易被稀碱水解,DNA 较稳定
- B. DNA 可配对形成双链,RNA 不能
- C. RNA 的等电点(pI)比 DNA 高
- D. 一定条件下,DNA 和 RNA 都可形成双链

参考答案 AD

知识详析 核酸的磷酸基具有酸性,碱基具有碱性,所以核酸属于两性电解质,在溶液中可发生两性电离,具有等电点。DNA 的 pI 值为 4~4.5, RNA 的 pI 值为 2~2.5。RNA 的 pI 值比 DNA 低。这是因为 RNA 中核糖的 2' - OH 通过氢键促进了磷酸基上质子的解离,所以 RNA 能在室温条件下被稀碱水解,而 DNA 由于不存在 2' - OH,不能被稀碱水解。故可利用这一性质测定 RNA 的碱基组成,或除去溶液中的 RNA 杂质。

18. 关于 RNA 介导的基因沉默,不正确的是()。

- A. 特异性地导致 mRNA 的降解
- B. 特异性地抑制 mRNA 的翻译
- C. 抑制 mRNA 的转录
- D. RNA 可来自体内或体外

参考答案 C

知识详析 RNA 介导的基因沉默主要发生在转录后的水平上,是一种普遍存在于生物界,由双链 RNA 特异性诱导同源 RNA 降解的现象。因此,它可特异性地诱导同源 mRNA 的降解,也可特异性地抑制同源 mRNA 的翻译。所用的双链 RNA 既可以来自体内,也可以来自体外。

19. 关于核酶的叙述,正确的是()。

- A. 核酶是世界上首次被发现的一种属于非蛋白质成分的酶
- B. 科学家在四膜虫中首次发现核酶
- C. 核酶的发现使人们改变了过去认为 RNA 比蛋白质更早出现在地球上的观点
- D. 至今为止,核酶只在某些真菌和细菌等少数生物中被发现

参考答案 AB

知识详析 核酶是具有催化能力的 RNA。Cech 首次在原生动物嗜热四膜虫中发现有催化能力的 rRNA 前体,并进一步从该 rRNA 前体中分离得到一段 RNA 序列,称为 L19RNA,其可在体外催化一系列反应。核酶的发现表明,RNA 既能携带遗传信息,又具有生物催化功能,因此人们推测 RNA 很可能早于 DNA 和蛋白质,是生物进化中首先出现的生物大分子。1992 年,Noller 等人证明核糖体中的 23SrRNA 具有核酶活性(肽基转移酶或称转肽酶),能够催化生成肽键。

20. 下列哪些说法可用来解释酶催化的反应机理()。

- A. 酶—底物复合物
- B. 共价催化
- C. 诱导—契合模型
- D. 邻近和定向效应

参考答案 ABCD

知识详析 酶按照催化反应的类型可分为六大类,即氧化还原酶、转移酶、水解酶、裂解酶、异构酶和合成酶。酶促反应与非酶促反应的差别在于有无酶参与反应。酶促反应特点是,酶与底物形成过渡态并稳定过渡态,从而降低了反应的活化能,大大提高了反应速度。酶催化反应机理可分类概述如下:

(1)过渡态优势结合催化(底物形变效应,即张力和形变)。酶与反应过渡态之间的亲和力大于酶与底物或产物之间的亲和力,酶与过渡态之间的结合越紧密,催化反应速度的增幅就越大。其催化机制为:底物结合可诱导酶分子构象变化(诱导—契合),而变化的酶分子又能使底物的敏感键产生“张力”和“形变”,最终使酶—底物复合物进入优势结合状态(过渡态),从而得以大幅度地降低反应活化能。这种效应是提高反应速度的众多因素中最重要的一个,酶—底物复合物分解为产物的过程是总反应的限速步骤。

(2)共价催化(亲核催化)。某些酶可以与底物形成瞬时共价键,借助酶进行基团转移而加速反应。

(3)邻近和定向效应。“邻近”是指底物和酶活性部位的邻近,对于双分子反应来说,也包含酶活性部位上底物分子之间的邻近。邻近效应可大大提高酶活性部位上底物的有效浓度,使分子间反应近似于分子内反应,同时还为分子轨道交叉提供了有利条件,使底物进入过渡态的熵变负值减小,反应活化能降低,从而大大增加酶—底物复合物进入过渡态的概率,并排除了底物和催化基团相对移动的可能性,稳定了反应过渡态。

(4)酸碱催化与质子转移通路。酶活性部位上的某些基团可以作为良好的质子供体或受体,对底物进行酸碱催化。

(5)金属离子催化。金属离子参与催化主要有三种方式:结合底物,使底物定向更有利于化学反应;通过金属离子氧化态的可逆变化,中介氧化还原反应;稳定或屏蔽负电荷。

(6)静电催化(微环境效应)。某些反应在低介电常数的介质中,其反应速度会比在高介电常数的水中要快得多。酶活性部位与底物的结合处于一个疏水的微环境,其电荷的相互作用加强。

以上这些因素都能使酶具有高催化效用。但是,对于某一个特定的酶促反应过程来说,所起作用的因素可能只是其中的几个。

21. 酶促反应的初速率()。

A. 与 $[E]$ (酶浓度)成正比

B. 与 $[S]$ (底物浓度)无关

C. 与 K_m (米氏常数)成正比

D. 与 $[I]$ (抑制剂浓度)成正比

参考答案 A

知识详析 通常酶促反应速率在反应的早期阶段保持不变,此后随着反应时间的延长而逐渐降低(原因包括底物浓度的降低、产物对酶的抑制、酶本身的失活等),因此为消除干扰因素,酶动力学测定常常测定的是酶促反应的初速率。

如图1-3所示,当底物浓度较低时,酶促反应速率与底物浓度的关系呈斜率大于零的线性关系,表现出一级反应的特征。当底物浓度非常高时,反应速率几乎保持不变,不随底物浓度增加而增大,表现出零级反应的特征。若底物浓度在两者之间,随着底物浓度增加,反应速率依然升高,但不满足任何一个线性方程,表现出混合级反应的特征。

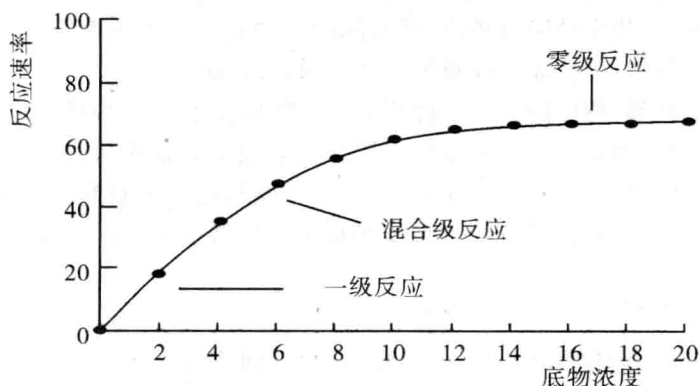


图1-3 底物浓度对酶促反应初速率的影响

酶动力学行为可以用米氏方程来描述: $V = V_{\max} [S] / (K_m + [S])$, 式中 V 表示一个酶促反应的初速率, $[S]$ 表示底物浓度,米氏常数(K_m)在数值上等于最大反应速度($V_{\max}$)一半时的底物浓度(图1-4-a)。 K_m 是酶的特征常数,通过双倒数作图法可获得 K_m 和 $V_{\max}$ (图1-4-b)。 K_m 是酶对底物亲和力的量度; K_m 越小,表明酶对底物的亲和力越大。由米氏方程及酶动力学饱和曲线可知,酶促反应初速率与 $[S]$ 正相关,与 K_m 和 $[I]$ (抑制剂浓度)负相关。

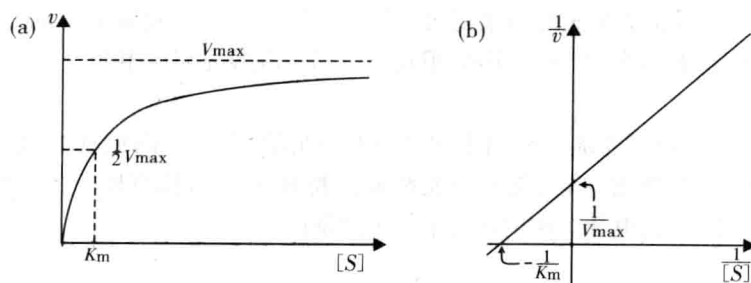


图1-4 K_m 的意义(a)和双倒数法求 K_m 与 $V_{\max}$ (b)

22. 关于酶的竞争性抑制作用的说法,正确的是()。

- A. 抑制剂结构一般与底物结构相似 B. $V_{\max}$ 不变
C. 增加底物浓度可减弱抑制剂的影响 D. 使 K_m 值增大

参考答案 ABCD

知识详析 酶的抑制剂分为不可逆抑制剂和可逆抑制剂两大类。

(1)不可逆抑制剂。不可逆抑制剂与酶的必需基团以共价键结合,导致了酶的永久性失活,其抑制作用不能用透析、超滤等温和的物理手段来解除。例如,青霉素能与细菌糖肽转肽酶活性部位的丝氨酸羟基以共价键结合,使酶永久性失活,从而抑制细菌细胞壁的合成,起到抗菌作用。

(2)可逆抑制剂。可逆抑制剂与酶蛋白以非共价键结合,引起酶活性的暂时性丧失,其抑制作用可通过透析、超滤等手段解除。包括以下三种情况:

①竞争性抑制剂:化学结构与底物相似,能同底物竞争与酶活性部位的结合,从而导致酶促反应被抑制。其特点为:加入抑制剂后, K_m 增大, $V_{\max}$ 不变。

②非竞争性抑制剂:酶可同时与底物及这类抑制剂结合,所形成的三元复合物不能进一步分解为产物,从而导致酶促反应被抑制。其特点为:加入抑制剂后, K_m 不变, $V_{\max}$ 变小。

③反竞争性抑制剂:酶只有在与底物结合后,才能与这类抑制剂结合,形成的三元复合物同样不能分解为产物,从而导致酶促反应被抑制。其特点为:加入抑制剂后, K_m 和 $V_{\max}$ 都变小。

23. 催化性抗体(抗体酶)是以()作为半抗原而制备的。

- A. 底物 B. 过渡态中间物
C. 过渡态中间物的类似物 D. 产物类似物

参考答案 C

知识详析 抗体酶是具有催化能力的免疫球蛋白,又称为催化性抗体。诱导法产生抗体酶的基本原理是:以底物过渡态的类似物作为半抗原,诱导产生抗体。该抗体的抗原结合部位与底物过渡态类似物有互补构象,因此该抗体可与底物结合,并促使底物进入过渡态,从而降低反应活化能。除了诱导法之外,产生抗体酶的方法还有引入法、拷贝法等。

24. 关于同工酶,下列说法正确的是()。

- A. 是由不同亚基组成的多聚复合物 B. 对同一底物具有不同的 K_m 值
C. 在电泳分离时它们的迁移率相同 D. 免疫学性质相同

参考答案 AB

知识详析 同工酶是能催化相同化学反应的一组酶,是由不同亚基组成的多聚复合物。由于它们在分子结构、理化性质、免疫功能和调控特性等方面都有所不同,因此它们的 K_m 值和免疫学性质都不同,电泳分离时的迁移率也不同。

25. 下列关于酶的叙述,正确的是()。

- A. 酶分子都含有辅基或辅酶
- B. 酶抑制剂可用作制备生物印迹酶的模板
- C. 酶的化学本质是蛋白质
- D. 酶都具有立体异构专一性

参考答案 B

知识详析 (1)生物印迹酶。生物印迹是指以天然生物材料(如蛋白质、糖类)为骨架,在其上进行分子印迹而产生具有特异性识别空腔的印迹分子的过程。由于蛋白质含有丰富的氨基酸残基侧链基团,它们与模板分子有很好的识别作用,用这种方法制备的印迹酶就被称为生物印迹酶。制备生物印迹酶的过程为:

①使蛋白质变性,扰乱其天然构象,使其构象柔曲,更具有可塑性。

②加入模板分子,使模板分子与部分变性蛋白质充分混合。模板分子通常是某种酶的抑制剂、底物类似物或过渡态类似物。

③待模板分子与蛋白质相互作用后,再用交联剂交联蛋白质,用以固定其与模板分子相结合的构象。

④经透析或用其他方法除去模板分子,产生具有新的活性中心的蛋白质空穴。

(2)酶的专一性。酶的专一性可分为两种类型:一是结构专一性;二是立体异构专一性。

①结构专一性。结构专一性包括绝对专一性和相对专一性。有些酶对底物具有相当严格的选择,通常只作用于一种特定的底物,称为绝对专一性。有些酶的作用对象不是一种底物,而是一类结构相近的底物,称为相对专一性。相对专一性又可分为族专一性(或称基团专一性)与键专一性。族专一性对底物被作用于化学键两端基团的要求不同,只对其中一个基团要求严格。键专一性只要求作用于底物的特定化学键,对两端基团都没有严格要求。

②立体异构专一性。立体异构专一性包括旋光异构专一性和几何异构专一性。

26. 下列有关变构酶的叙述,正确的是()。

- A. 变构酶一般都是寡聚酶
- B. 变构酶是体内快速调节酶含量的重要方式
- C. 异促效应中,酶活性部位和调节部位不同
- D. 当酶构象改变时,酶活性改变

参考答案 ACD

知识详析 酶活性部位是酶结合和催化底物的部位,通常都具有一个三维结构的疏水裂隙,除了含有疏水性氨基酸残基外,还含有少量的极性氨基酸残基,极性残基常常参与酶的催化反应。

生物体内酶活性的调节可分为两种类型:一是改变酶的数量与分布,二是改变细胞内已有酶分子的活性。后者包括别构(变构)调控、可逆共价修饰、酶原激活、酶抑制等多种方式。

酶活性的别构调控是指酶的调节部位与某些化合物可逆性地非共价结合,使酶分子结构改变,进而改变酶活性。具有别构调控作用的酶称为别构酶,通常是由多个亚基组成的寡聚酶。对酶分子具有别构调节作用的化合物称为效应物。导致酶活性增加的称为正效应物或别构激活剂。导致酶活性降低的称为负效应物或别构抑制剂。如果酶的活性部位和调节