

● 医学类高职高专配套教材

生物化学 学习指南

主 编 阎瑞君 徐烈英
副主编 宋亚男 吕文华 司继雷 仲其军

上海科学技术出版社

医学类高职高专配套教材

生物化学学习指南

主 编

阎瑞君 徐烈英

副主编

宋亚男 吕文华 司继雷
仲其军

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

生物化学学习指南 / 阎瑞君, 徐烈英主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2008.8
医学类高职高专配套教材
ISBN 978-7-5323-9383-1

I. 生... II. ①阎...②徐... III. 生物化学-高等学校: 技术学校-教学参考资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 053531 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市兴达印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 6.5

字数: 149 千字

2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

定价: 12.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向承印厂联系调换

前言

为了更好地帮助学生掌握或熟悉生物化学及其相关学科的基本理论和基本知识,加强学生的科学思维方法与创新能力的培养,促进学生综合素质的提高,我们以全国医学高职高专“十一五”规范教材《生物化学》作为蓝本,组织编写了这本《生物化学学习指南》。

本书共分为三部分内容。第一部分是重点内容。它是教材的“精髓”,其文字简明扼要,条理清晰,提纲挈领,可使学生对理论知识的记忆变得更加容易和牢固。第二部分内容是复习考试题。试题题型分为名词解释、填空题、A型选择题(单项选择题)、B型选择题、X型选择题(多项选择题)及问答题。本书试题量多,覆盖面广,选项典型新颖,理论联系实际,兼顾广度和深度,多形式、多层次、多题型命题,以强化训练。这些试题可供学生在学完每一章后进行自我检测,或教师对学生阶段测试、期中及期末考试的参考。第三部分内容是试题答案,供学生在自我检测时作为评分的依据。

本书在编写时得到全体编委所在单位领导和上海科学技术出版社的大力支持和帮助,在此深表谢意!由于时间仓促,书中难免会有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2008年1月

前言

医学类高职高专配套教材

作者名单

一为了更好地帮助学生学习本课程,本书在编写过程中参考了国内外相关教材及文献,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进,力求做到概念清晰、重点突出、由浅入深、循序渐进。

(按姓氏笔画为序)

规范教材《生物化学》作为蓝本,主要参考了《生物化学学习指南》。

本书共分为三部分内容。第一部分是绪论,它是教材的“精髓”,其文字简明扼要,条理清晰,提纲挈领,可使学生对理论知识的记忆变得轻松、牢固。第二部分内容是复习考试题。

试题题型分为名词解释、填空题、王随心 王惠敏 司继雷 单项选择题(多项选择题)

及问答题。本书试题量多,覆盖吕文华 仲其军 杨智英 实际,覆盖面广,深度、多形式、多

层次、多题型命题,以强化训练。宋亚男 张文利 陈希元 章后进行自我检测,或教师对学生

进行阶段测试、期中及期末考试范 例 周 妍 徐烈英 答案,供学生在自我检测时作为评

分的依据。孟晨阳 侯朝霞 郭幼红

本书在编写时得到全体编郭桂平 聂书萍 陶玉春 出版社的大力支持和帮助,在此深

表谢意!由于时间仓促,书中难阎瑞君 不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年1月

目 录

第一章	蛋白质的结构与功能	1
第二章	核酸的结构与功能	8
第三章	酶	14
第四章	维生素	21
第五章	糖代谢	26
第六章	脂类代谢	34
第七章	生物氧化	42
第八章	氨基酸代谢	49
第九章	核苷酸代谢	56
第十章	物质代谢的调节	61
第十一章	遗传信息的传递与表达	66
第十二章	血液生物化学	73
第十三章	肝生物化学	77
第十四章	水与无机盐代谢	83
第十五章	酸碱平衡	90

第一章

蛋白质的结构与功能

一、重点内容

(一) 蛋白质的分子组成

1. 蛋白质的元素组成 蛋白质分子主要由碳、氢、氧、氮及硫等元素组成。氮是蛋白质元素组成中的一种特征性成分,各种蛋白质的含氮量很接近,平均为 16%。以生物样品的含氮量推算蛋白质大致含量的测算公式为:

每克样品中含氮量(g) $\times 6.25 \times 100 = 100$ 克样品中蛋白质含量

2. 蛋白质的基本组成单位——氨基酸

(1) 氨基酸的结构特点 均为 L- α -氨基酸。

(2) 氨基酸的分类

1) 非极性氨基酸 R 侧链为烃基的非极性基团,具有疏水性质。

2) 极性中性氨基酸 R 侧链上有羟基、巯基等极性基团,具有亲水性质。

3) 酸性氨基酸 R 侧链上有羧基,在水溶液中能解离出 H^+ ,而使氨基酸带负电荷。

4) 碱性氨基酸 R 侧链上有氨基、胍基或咪唑基,在水溶液中能结合 H^+ ,而使氨基酸带正电荷。

3. 蛋白质分子中氨基酸的连接方式

(1) 肽键 1 分子氨基酸的 α -羧基与另 1 分子氨基酸的 α -氨基脱水缩合而成的酰胺键称为肽键。肽键是蛋白质分子中的主要化学键。

(2) 肽 由氨基酸通过肽键连接而成的化合物称为肽。

由两分子氨基酸脱水缩合而成的肽称为二肽。例如甘氨酸和甘氨酸脱水后以肽键相连,缩合生成的甘氨酰甘氨酸是最简单的二肽。二肽再以肽键与另一分子氨基酸缩合生成三肽,依次生成四肽、五肽……一般十肽以下称为寡肽,大于十肽的称为多肽。多肽分子中的氨基酸相互连接,形成长链,称为多肽链。多肽链有两端,具有方向性。有自由氨基的一端称为氨基末端或 N-端;有自由羧基的一端称为羧基末端或 C-端。肽链中的氨基酸分子因形成肽键失去部分基团,而非原来的完整分子,被称为氨基酸残基。习惯上将多肽链的 N-端写在左侧, C-端写在右侧,氨基酸残基编号依次从 N-端向 C-端排列。

(二) 蛋白质的分子结构

蛋白质分子结构分为基本结构和空间结构,基本结构即它的一级结构,空间结构包括二级、三级、四级结构。

1. 蛋白质的一级结构

(1) 蛋白质一级结构的概念 蛋白质的一级结构是指蛋白质多肽链中氨基酸的排列顺序。

(2) 维持一级结构的化学键 即肽键。

2. 蛋白质的二级结构

(1) 蛋白质二级结构的概念 蛋白质的二级结构是指多肽链主链原子的局部空间排列, 不包括氨基酸残基侧链的构象。

(2) 维持二级结构的化学键 即氢键。

(3) 肽键平面的概念 肽键的键长在 C-N 单键和 C=N 双键的键长之间, 所以肽键具有部分双键性质, 不能自由旋转, 因此使参与肽键形成的 6 个原子共处于同一平面上, 该平面称为肽键平面。

(4) 蛋白质二级结构的基本类型

1) α -螺旋 α -螺旋是指多肽链中多个肽键平面通过氨基酸残基的 α -碳原子有规律的旋转, 所形成的螺旋状稳定结构。

2) β -折叠 β -折叠是一种肽链相当伸展, 各肽键平面之间折叠成锯齿状结构, 相邻肽键平面间的夹角为 110° , R 基团交错伸向肽键平面的上、下方。

3) β -转角 此结构出现于肽链进行 180° 回折的转角部位, 称为 β -转角。

4) 无规卷曲 除上述结构外, 肽链其余部分表现为无确定规律的环或卷曲结构, 习惯上称为无规卷曲。

5) 模体 在许多蛋白质分子中含有 2 个或 3 个具有二级结构的肽段, 在位置上相互接近, 形成一个特殊的空间结构, 称为模体。

3. 蛋白质的三级结构

(1) 蛋白质三级结构的概念 蛋白质的三级结构是指整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置, 包括主链构象和侧链构象的所有原子在三维空间的排布。

(2) 维持蛋白质三级结构稳定的因素 包括疏水作用力、氢键、离子键和二硫键等, 其中以疏水作用力为主。

蛋白质分子在形成三级结构的过程中, 其疏水侧链聚向分子内部, 亲水侧链则分布于分子表面, 因此增加了蛋白质的水溶性。由一条多肽链构成的蛋白质, 具有完整的三级结构就具有全部生物学功能, 三级结构一旦破坏, 生物学活性也就随之丧失。

4. 蛋白质的四级结构

(1) 蛋白质四级结构的概念 由两条或两条以上多肽链组成的蛋白质, 其中每一条具有完整三级结构的多肽链称为亚基, 各亚基以非共价键相互连接, 蛋白质分子中各亚基之间的空间排布及相互接触关系, 称为蛋白质的四级结构。

(2) 维持蛋白质四级结构稳定的主要因素 有疏水作用力, 也包括氢键、离子键及范德华力等。

具有四级结构的蛋白质只有形成完整的各亚基聚合体时才具有生物活性, 单独存在的亚基并无生物学功能。在四级结构的蛋白质分子中, 亚基可以相同也可以不同。

(三) 蛋白质结构与功能的关系

1. 蛋白质一级结构与功能的关系 蛋白质的一级结构与其功能密切相关。已有大量的实验结果证明, 一级结构相似的多肽或蛋白质, 其空间构象以及功能也相似。

由于基因突变所致的蛋白质一级结构改变后,表现出生理功能异常而引起的疾病,称为分子病。

2. 蛋白质空间结构与功能的关系 蛋白质的空间结构是其生物学功能的基础,空间结构发生变化,其功能也随之改变。蛋白质分子的空间结构决定了蛋白质的生理功能。

(四) 蛋白质的理化性质

1. 蛋白质的两性解离 蛋白质分子多肽链两端除分别有自由的 α -氨基和 α -羧基外,R侧链上尚有游离的极性基团。包括能解离出 H^+ 的酸性基团和能结合 H^+ 的碱性基团。因此,蛋白质分子具有两性解离的性质,是两性电解质。蛋白质在水溶液中的解离程度和状态与溶液 pH 值和蛋白质游离基团的性质、数目有关。当蛋白质溶液处于某一 pH 值时,其分子解离成正、负离子的趋势相等,即净电荷为零,蛋白质颗粒呈兼性离子状态,此时溶液的 pH 值称为该蛋白质的等电点(pI)。蛋白质溶液的 pH 值大于其 pI 时,酸性基团电离度增强,该蛋白质颗粒带负电荷,反之则带正电荷。

2. 蛋白质的高分子性质

(1) 蛋白质溶液是稳定的胶体溶液 蛋白质颗粒表面大多为亲水基团,可吸引水分子,使其表面形成一层水化膜;蛋白质在大于或小于其等电点的 pH 值溶液中,颗粒表面带有同种电荷。以上两种因素,使蛋白质颗粒难以相互聚集从溶液中沉淀析出。

(2) 蛋白质不能透过半透膜 人体的细胞膜、线粒体膜和毛细血管壁都具有半透膜性质,有助于各种蛋白质规律地分布在生物膜和血管壁的内外,对维持水与无机盐代谢具有重要意义。

3. 蛋白质的沉淀与变性

(1) 蛋白质的沉淀 蛋白质从溶液中析出的现象称为蛋白质的沉淀。常用的沉淀蛋白质的方法有以下几种。

1) 盐析 在蛋白质溶液中加入大量的中性盐(如硫酸铵、硫酸钠和氯化钠等),使蛋白质从溶液中析出的现象称为盐析。盐析一般不引起蛋白质变性。

2) 有机溶剂沉淀 有机溶剂如甲醇、乙醇和丙酮等,能破坏蛋白质颗粒表面的水化膜,使蛋白质沉淀析出。在常温下用有机溶剂沉淀蛋白质往往引起其变性。

3) 重金属离子沉淀 重金属离子如 Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Hg^{2+} 、 Pb^{2+} 等,可与蛋白质阴离子结合成不溶性的蛋白盐而沉淀。重金属盐沉淀蛋白质易使其变性。

4) 生物碱试剂沉淀 生物碱试剂(如苦味酸、三氯乙酸、钨酸等)能与蛋白质的阳离子结合生成不溶性的蛋白盐而沉淀。生物碱试剂沉淀蛋白质易使其变性。

(2) 蛋白质的变性 在某些理化因素的作用下,蛋白质分子严格的空間结构遭到破坏,从而导致其理化性质的改变和生物学活性的丧失,称为蛋白质的变性。

1) 影响蛋白质变性的因素 物理因素有高温、高压、超声波、紫外线、X 射线等;化学因素有强酸、强碱、重金属离子、有机溶剂及生物碱试剂等。

2) 蛋白质变性的本质及变性后的特征 蛋白质变性的本质主要是次级键破坏。变性后的蛋白质表现为生物学活性丧失、溶解度降低、分子黏度增加、易被蛋白酶水解。

3) 蛋白质的复性 当蛋白质变性程度较轻,在消除变性因素后,可使蛋白质恢复或部分恢复其原有的空间结构和功能,称为蛋白质的复性。

4) 蛋白质变性在临床中的意义 如用乙醇、紫外线、高温、高压等使细菌蛋白质变性,从而达到消毒灭菌的作用。在保存具有生物学活性的蛋白质如酶、疫苗、血液等制剂时,应避免接触变性因素。

4. 蛋白质的紫外线吸收 由于蛋白质分子中含有共轭双键的酪氨酸和色氨酸,因此在紫外区 280 nm 波长处有最大吸收峰。

5. 蛋白质的呈色反应 蛋白质分子可与某些化学试剂发生显色反应,生成有色化合物,其颜色深浅与样品中蛋白质含量成正比。

二、试题

(一) 名词解释

1. 编码氨基酸 2. 肽键 3. 肽 4. 多肽链 5. 氨基酸残基 6. 蛋白质的一级结构
7. 蛋白质的空间结构 8. 蛋白质的二级结构 9. 蛋白质的三级结构 10. 亚基 11. 蛋白质的四级结构 12. 模体 13. 锌指结构 14. 分子病 15. 蛋白质的等电点 16. 蛋白质的沉淀 17. 盐析 18. 蛋白质的变性 19. 蛋白质的复性 20. 单纯蛋白质 21. 结合蛋白质

(二) 填空题

1. 蛋白质分子主要由碳、氢、_____、_____及硫等元素组成。
2. _____是蛋白质元素组成中的特征性成分,其含量平均为_____。
3. 蛋白质的基本组成单位是_____,参与人体蛋白质组成的共有_____种。
4. 非极性氨基酸是 R 侧链为_____的非极性基团,具有_____性质。
5. 极性中性氨基酸是 R 侧链上有羟基、_____等极性基团,具有_____性质。
6. 谷胱甘肽是由谷氨酸、_____和_____组成的三肽。
7. 多肽链中有自由氨基的一端称为_____;有自由羧基的一端称为_____。
8. 蛋白质溶液的 pH 值大于其 pI 时,该蛋白质颗粒带_____电荷,反之则带_____电荷。
9. 根据蛋白质分子组成特点,可将蛋白质分为_____和_____。
10. 根据蛋白质分子的形状,可分为_____和_____两类。
11. 根据蛋白质的功能,可将蛋白质分为_____和_____两类。

(三) A 型选择题

1. 测定 100 克生物样品中氮的含量是 1.5 克时,该样品中蛋白质含量是 ()
A. 6.25% B. 12.5% C. 9.375% D. 15% E. 15.63%
2. 下列氨基酸中属于非编码氨基酸的是 ()
A. 亮氨酸 B. 半胱氨酸 C. 丝氨酸 D. 组氨酸 E. 鸟氨酸
3. 下列氨基酸中经过加工、修饰的是 ()
A. 羟脯氨酸 B. 苏氨酸 C. 缬氨酸 D. 赖氨酸 E. 苯丙氨酸
4. 下列氨基酸中属于碱性氨基酸的是 ()
A. 谷氨酸 B. 谷氨酰胺 C. 精氨酸 D. 酪氨酸 E. 甲硫氨酸
5. 下列关于多肽链的书写,正确的是 ()
A. 从氨基末端开始自左向右书写 B. 从羧基末端开始自左向右书写 C. 从氨基末端开始自右向左书写 D. 从羧基末端开始自右向左书写 E. 从任一端任一方向书写皆可
6. 维系蛋白质一级结构的主要化学键是 ()
A. 盐键 B. 二硫键 C. 疏水键 D. 氢键 E. 肽键
7. 蛋白质分子中维系 β -折叠稳定的化学键是 ()
A. 盐键 B. 氢键 C. 二硫键 D. 范德华力 E. 疏水键
8. 维系蛋白质四级结构稳定的因素中不包括的是 ()

A. 疏水作用力 B. 范德华力 C. 二硫键 D. 氢键 E. 盐键

9. 关于蛋白质结构的叙述中错误的是 ()

A. 一级结构是蛋白质空间结构的基础 B. 蛋白质的分子结构分为基本结构和空间结构

C. 蛋白质的二级结构不包括氨基酸残基侧链的构象 D. 蛋白质都具有四级结构 E. 蛋白质变性时其空间结构遭到破坏

10. 与氧亲和力大的血红蛋白构象是 ()

A. 松弛型 B. 紧密型 C. 顺式 D. 反式 E. 线性

11. 正常人血红蛋白和镰刀状细胞贫血患者的血红蛋白的区别是 ()

A. α 链和 β 链数目不等 B. α 链 N 端的第六位氨基酸残基不同 C. β 链 N 端的第六位氨基酸残基不同 D. α 链、 β 链的连接方式不同 E. α 链、 β 链所含的氨基酸残基的数目不同

12. 处于等电点的蛋白质的带电状态是 ()

A. 带正电荷 B. 静电荷为零 C. 带负电荷 D. 负电荷数多于正电荷数 E. 正电荷数多于负电荷数

13. 当蛋白质分子带负电荷时,其溶液的 pH 值是 ()

A. 大于 7.0 B. 小于 7.0 C. 等于该蛋白质的等电点 D. 大于该蛋白质的等电点 E. 小于该蛋白质的等电点

14. 从蛋白质溶液中除去小分子物质常用的方法是 ()

A. 电泳法 B. 超滤法 C. 透析法 D. 沉淀法 E. 层析法

15. 下列蛋白质沉淀方法中一般不引起蛋白质变性的是 ()

A. 有机溶剂沉淀 B. 盐析 C. 重金属离子沉淀 D. 生物碱试剂沉淀 E. 苦味酸沉淀

16. 蛋白质变性后下列化学键中未遭到破坏的是 ()

A. 氢键 B. 盐键 C. 疏水键 D. 肽键 E. 范德华氏力

17. 蛋白质分子在紫外 280 nm 处之所以有最大吸收峰,其原因是 ()

A. 含有共轭双键的酪氨酸和色氨酸 B. 蛋白质分子中有肽键 C. 蛋白质分子中含多个氢键 D. 氨基酸残基中含羟基 E. 氨基酸残基中含巯基

(四) B 型选择题

A. 谷氨酸 B. 甘氨酸 C. 半胱氨酸 D. 脯氨酸 E. 羟赖氨酸

1. 属于非编码氨基酸的是 ()

2. 含有两个羧基的氨基酸是 ()

3. 含有“S”元素的氨基酸是 ()

4. R 侧链为 H 的氨基酸是 ()

5. 属于亚氨基酸的是 ()

A. 肽键 B. 二硫键 C. 氢键 D. 次级键 E. 3',5'磷酸二酯键

6. 连接人胰岛素 A、B 两条肽键的化学键是 ()

7. 蛋白质分子结构中不存在的化学键是 ()

8. 在蛋白质的各级结构中都存在的化学键是 ()

9. 维持蛋白质三级结构的化学键是 ()

A. 由其特定的构象所决定 B. 由 4 个亚基构成的四聚体 C. 朝向分子外部 D. 聚向分子内部 E. 锌指结构

10. 上述被选答案中,被称作模体的是 ()

11. 蛋白质分子在形成三级结构的过程中,其疏水侧链总是 ()
 12. 血红蛋白分子的组成是 ()

(五) X型选择题

1. 关于肽键的叙述,正确的有 ()
 A. 肽键的键长介于单键和双键之间 B. 肽键各原子之间可以自由转动 C. 肽键具有部分双键的性质 D. 肽键参与肽键平面的形成 E. 肽键是非共价键
2. 参与谷胱甘肽形成的氨基酸有 ()
 A. 谷氨酸 B. 胱氨酸 C. 甘氨酸 D. 半胱氨酸 E. 谷氨酰胺
3. 关于一级结构的叙述正确的有 ()
 A. 是指蛋白质多肽链中氨基酸的排列顺序 B. 维持一级结构的化学键是肽键 C. 世界上首先被明确一级结构的蛋白质是胰岛素 D. 一级结构是决定空间结构的唯一因素 E. 有些蛋白质的一级结构中还含有二硫键
4. 蛋白质二级结构的主要形式有 ()
 A. α -螺旋 B. β -折叠 C. β -转角 D. 无规则卷曲 E. 模体
5. α -螺旋的结构特点有 ()
 A. 右手螺旋结构 B. 螺旋每上升一圈包含 3.6 个氨基酸残基 C. 依靠氢键维持螺旋结构的稳定 D. 螺距 0.54 nm E. R 侧链伸向螺旋外侧
6. β -折叠的结构特点有 ()
 A. 肽键平面之间折叠成锯齿状 B. R 基团伸向肽键平面的上、下方 C. 依靠氢键稳定 β -折叠结构 D. 相邻肽键平面间的夹角为 90° E. 氢键方向与 β -折叠长轴平行
7. 与 β -转角形成有关的氨基酸有 ()
 A. 脯氨酸 B. 甘氨酸 C. 苏氨酸 D. 谷氨酸 E. 色氨酸
8. 维系蛋白质空间结构的次级键有 ()
 A. 离子键 B. 氢键 C. 疏水作用力 D. 范德华力 E. 二硫键
9. 关于蛋白质四级结构中亚基的叙述,正确的有 ()
 A. 亚基可以相同亦可不同 B. 亚基数至少是两个 C. 亚基单独存在均有生物活性 D. 亚基都具有完整的三级结构 E. 亚基间以共价键连接
10. 能破坏蛋白质颗粒表面水化膜的物质有 ()
 A. 甲醇 B. 生理盐水 C. 乙醇 D. 硫酸铵 E. 丙酮
11. 下列金属离子中,能使蛋白质变性的有 ()
 A. Ag^+ B. Hg^{2+} C. Na^+ D. K^+ E. Pb^{2+}
12. 蛋白质与氨基酸相似的性质有 ()
 A. 高分子性质 B. 紫外吸收性质 C. 变性作用 D. 胶体性质 E. 两性解离及等电点
13. 下列属于结合蛋白质的有 ()
 A. 核蛋白 B. 球蛋白 C. 清蛋白 D. 糖蛋白 E. 脂蛋白

(六) 问答题

1. 蛋白质的元素组成特点如何?有何实际意义?
 2. 简述参与人体蛋白质组成的 20 种氨基酸的结构特点及分类。
 3. 溶液的 pH 值对蛋白质的带电状态有何影响?
 4. 为什么蛋白质溶液是稳定的胶体溶液?

5. 哪些理化因素可以使蛋白质变性? 蛋白质变性后有何特征性改变? 举例说明在实际工作中如何利用和避免蛋白质变性。

三、试题答案

(一) 名词解释(略)

(二) 填空题

1. 氧 氮 2. 氮 16% 3. 氨基酸 20 4. 烃基 疏水 5. 巯基 亲水 6. 半胱氨酸 甘氨酸 7. 氨基末端 羧基末端 8. 负 正 9. 单纯蛋白质 结合蛋白质 10. 球状蛋白质 纤维状蛋白质 11. 活性蛋白质 非活性蛋白质

(三) A型选择题

1. C 2. E 3. A 4. C 5. A 6. E 7. B 8. C 9. D 10. A 11. C 12. B 13. D 14. C 15. B 16. D 17. A

(四) B型选择题

1. E 2. A 3. C 4. B 5. D 6. B 7. E 8. A 9. D 10. E 11. D 12. B

(五) X型选择题

1. ACD 2. ACD 3. ABCE 4. ABCDE 5. ABCDE 6. ABC 7. ABE 8. ABCDE 9. ABD 10. ACDE 11. ABE 12. BE 13. ADE

(六) 问答题

1. ①氮是蛋白质元素组成中的一种特征性成分, 各种蛋白质的含氮量很接近, 平均为16%; ②由于蛋白质是生物体内的主要含氮物质, 因此测定生物样品的含氮量就可推算出蛋白质的大致含量。即: 每克样品中含氮克数 $\times 6.25 \times 100 = 100$ 克样品中蛋白质含量。

2. 结构特点: ①均为 α -氨基酸(脯氨酸为 α -亚氨基酸); ②除甘氨酸外, 其他氨基酸都存在D-型和L-型两种同分异构体, 天然蛋白质的氨基酸均属L-型。

分类: 根据R的结构可将20种氨基酸分为4类: ①非极性侧链氨基酸; ②非电离极性侧链氨基酸; ③酸性侧链氨基酸; ④碱性侧链氨基酸。

3. ①蛋白质分子具有两性解离的性质, 是两性电解质。蛋白质在水溶液中的解离程度和状态与溶液pH值和蛋白质游离基团的性质、数目有关; ②当溶液的pH值等于蛋白质的pI时, 蛋白质分子呈兼性离子状态, 即净电荷为零; ③当溶液的pH值小于蛋白质的pI时, 蛋白质分子带正电荷; ④当溶液的pH值大于蛋白质的pI时, 蛋白质分子带负电荷。

4. ①蛋白质颗粒表面大多为亲水基团, 在分子表面形成一层水化膜; ②蛋白质分子在大于或小于其等电点的pH值溶液中, 颗粒表面带同种电荷。③以上两种因素, 使蛋白质颗粒难以相互聚集从溶液中析出。

5. 1) ①影响蛋白质变性的物理因素有高温、高压、超声波、紫外线、X射线等; ②化学因素有强酸、强碱、重金属离子、有机溶剂及生物碱试剂等。

2) 蛋白质变性后其生物学活性丧失、溶解度降低、分子黏度增加、易被蛋白酶水解。

3) 如用乙醇、紫外线、高温、高压等使细菌蛋白质变性, 从而达到消毒灭菌的作用。又如在保存具有生物学活性的蛋白质如酶、疫苗、血液等制剂时, 应避免接触变性因素。

第二章

核酸的结构与功能

一、重点内容

天然核酸可分为脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核苷酸(RNA)两大类。DNA 主要生理功能是作为遗传的物质基础;RNA 主要生理功能是参与遗传信息的传递与表达;某些病毒的 RNA 也可作为遗传信息的载体。

(一) 核酸的化学组成

1. 核酸的元素组成 核酸由 C、H、O、N、P 等 5 种元素组成,其中 P 的含量比较恒定,为 9%~10%。

2. 核酸的基本组成单位——核苷酸 核苷酸是核酸的基本组成单位。核苷酸经完全水解生成碱基、戊糖和磷酸。

(1) 碱基 包括嘌呤碱和嘧啶碱两类。嘌呤碱主要有腺嘌呤(A)和鸟嘌呤(G);嘧啶碱主要有胞嘧啶(C)、尿嘧啶(U)和胸腺嘧啶(T)。组成 DNA 的碱基是 A、G、C、T,组成 RNA 的碱基是 A、G、C、U。此外,在核酸分子中还含有微量的稀有碱基。

(2) 戊糖 DNA 含 D-2-脱氧核糖, RNA 含 D-核糖。

(3) 核苷 碱基与戊糖通过糖苷键连接而成的化合物称为核苷。在核苷分子中,戊糖 C-1' 上的羟基与嘧啶碱的 N-1 或嘌呤碱 N-9 上的氢原子脱水缩合生成糖苷键。

(4) 核苷酸 核苷分子中戊糖的自由羟基与磷酸以酯键相连接而成的化合物称为核苷酸。

(5) 体内重要的游离核苷酸及其衍生物

1) 多磷酸核苷酸 含有 1 个磷酸基的核苷酸称为一磷酸核苷(NMP)。其磷酸基进一步磷酸化则生成二磷酸核苷(NDP),后者再磷酸化则生成三磷酸核苷(NTP)。含有两个及两个以上磷酸基的核苷酸称为多磷酸核苷。NDP 和 NTP 中的磷酸酐键水解时释放出约 30.7 kJ/mol 的能量,又称高能磷酸键,以“~”表示。含高能键的化合物称为高能化合物。其中 NDP 分子中含有 1 个高能键,NTP 分子中含有 2 个高能键。它们水解时可释放大量能量,供生命活动需要,其中以 ATP 最为重要。

2) 环化核苷酸 5'核苷酸上的磷酸基与核糖 C'-3 上的羟基脱水缩合形成酯键,产生 3',5'-环化核苷酸。主要有 3',5'-环化腺苷酸(cAMP)和 3',5'-环化鸟苷酸(cGMP)。环化核苷酸的主要生理功能是参与细胞信号转导,是某些激素发挥作用的第二信使。

3) 核苷酸衍生物 如辅酶 I (NAD^+)、辅酶 II (NADP^+)、辅酶 A (CoA-SH) 及黄素腺嘌呤二核苷酸(FAD)等分子中都含有腺苷酸。它们是一些重要酶的辅酶,在生物氧化和物质代谢中发挥重要作用。

3. 核酸分子内核苷酸的连接方式 核酸是由许多核苷酸分子连接而成的,其连接方式是由1个核苷酸C-3'上的羟基与相邻核苷酸C-5'上的磷酸基以3',5'磷酸二酯键相连,脱水缩合形成无分支的线性大分子,称多核苷酸链。在多核苷酸链中,相同的戊糖与磷酸交替连接成分子骨架,而四种不同的碱基则伸向骨架的一侧。多核苷酸链具有方向性,每条多核苷酸链上具有两个不同末端,戊糖5'磷酸基指向的一端称5'末端,戊糖3'羟基指向的一端称3'末端。习惯上将5'端写在左边,将3'端写在右边,即按5'→3'书写。

(二) 核酸的分子结构

1. DNA 的分子结构

(1) DNA 的一级结构 DNA 是由 dAMP、dGMP、dCMP、dTMP 四种核苷酸组成的多核苷酸链。DNA 的一级结构就是指多核苷酸链中脱氧核苷酸的排列顺序。

(2) DNA 的二级结构 即双螺旋结构,其要点如下:

1) DNA 分子由两条相互平行但走向相反(一条链为5'→3'方向,另一条链为3'→5'方向)的脱氧多核苷酸链组成,两条链以脱氧核糖和磷酸形成的长链为基本骨架,围绕同一中心轴以右手螺旋方式盘绕成双螺旋结构。

2) 在 DNA 双链结构中,两条链位于螺旋的外侧,碱基位于螺旋内侧,两条链间存在 A 与 T 和 G 与 C 之间严格的碱基配对关系,即 A-T, G-C。A 与 T 之间形成两个氢键, G 与 C 之间形成三个氢键。这种相互配对的碱基互称为互补碱基,同一 DNA 分子的两条脱氧多核苷酸链互称为互补链。

3) 螺旋每旋转一周包含有 10 个碱基对,每个碱基对的两个碱基共处同一平面,碱基平面垂直于螺旋纵轴,螺旋直径为 2 nm,螺距为 3.4 nm,相邻碱基间的堆积距离为 0.34 nm。

4) 维持 DNA 双螺旋结构稳定的主要因素是碱基对间纵向的碱基堆积力和碱基对之间横向的氢键。

(3) DNA 的三级结构 DNA 分子在双螺旋的基础上进一步扭转、盘绕形成超螺旋结构,即三级结构。真核生物的 DNA 呈线性,其三级结构形式是 DNA 双链缠绕在组蛋白的八聚体上形成核小体,核小体是染色体的基本单位。

2. RNA 的分子结构 RNA 是由 AMP、GMP、CMP、UMP 等四种核苷酸组成的多聚核苷酸链。RNA 的一级结构是指 RNA 链中核苷酸的排列顺序。

RNA 主要以单链存在,其多核苷酸链可回折形成局部短的双螺旋结构,在双螺旋区 A 与 U, G 与 C 配对,不能配对的区域则形成突环,称为发夹结构,即 RNA 的二级结构。RNA 依其结构和功能的不同可分为以下三种。

(1) 信使 RNA(mRNA) mRNA 是细胞内含量最少、种类最多的 RNA。真核生物 mRNA 的 5'-末端有“帽子”结构,3'-末端多数带有 20~200 个腺苷酸的多聚腺苷酸尾(poly A)。

(2) 转运 RNA(tRNA) tRNA 分子中含有 10%~20% 的稀有碱基,包括双氢尿嘧啶(DHU),甲基化嘌呤(^mG、^mA),次黄嘌呤和假尿嘧啶核苷(Ψ);3'末端是 CCA 结构,5'末端大都为 PG 结构。

tRNA 的二级结构为三叶草结构。组成 tRNA 的几十个核苷酸中存在一些能局部互补配对的区域,形成局部双链,呈茎状。不能配对的部分则膨出形成环状凸起,使 tRNA 分子形成了四臂三环一叉的二级结构,形似三叶草。从 5'端起分别为 DHU 环,反密码环及 TΨ 环。DHU 环以含有 DHU 为特征,反密码环中间的 3 个碱基可与 mRNA 的三联体密码形成碱基

配对,故称为反密码子,在蛋白质合成中解读 mRNA 的密码子,将正确的氨基酸引入合成位点,次黄嘌呤常出现在此环中。

所有 tRNA 的三级结构均呈倒 L 型,其反密码环和氨基酸臂分别位于倒 L 的两端。

二、试题

(一) 名词解释

1. 稀有碱基
2. 核苷
3. 核苷酸
4. 高能磷酸键
5. 多磷酸核苷酸
6. DNA 的一级结构
7. 互补碱基
8. DNA 的三级结构
9. RNA 的一级结构
10. RNA 的二级结构
11. 反密码子
12. 核酶
13. DNA 的变性
14. 热变性
15. 增色效应
16. 解链曲线
17. DNA 的解链温度
18. DNA 的复性
19. 减色效应
20. 核酸分子杂交

(二) 填空题

1. 天然核酸可分为_____和_____两大类。
2. RNA 根据其结构和功能不同又可分为信使 RNA(mRNA)、_____及_____三种。
3. 在真核细胞中,98%以上的 DNA 存在于_____中,少量 DNA 存在于_____内。
4. DNA 主要生理功能是作为_____的物质基础,携带_____。
5. RNA 主要存在于_____中,少量存在于_____。
6. RNA 主要生理功能是参与遗传信息的_____与_____。
7. 核酸由 C、H、O、N、P 等 5 种元素组成,其中_____的含量比较恒定,为_____。
8. 核苷酸经完全水解生成磷酸、_____和_____。
9. 碱基包括_____和_____两类。
10. 嘌呤碱主要有_____和_____。
11. 嘧啶碱主要有胞嘧啶、_____和_____。
12. NDP 分子中含有_____个高能键,NTP 分子中含有_____个高能键。
13. DNA 所含戊糖是_____,RNA 所含戊糖是_____。
14. 多核苷酸链均具有氨基末端和羧基末端,习惯上将_____写在左边,将_____写在右边。
15. 在 DNA 双链结构中,两条链位于螺旋的_____侧,碱基位于螺旋_____侧。
16. 在 DNA 双链结构中,两条链间存在 A 与_____和 G 与_____之间严格的碱基配对关系。
17. 维持 DNA 双螺旋结构稳定的主要因素是_____和_____。

(三) A 型选择题

1. 组成核酸的基本单位是 ()
A. 核糖和脱氧核糖 B. 磷酸和戊糖 C. 戊糖和碱基 D. 核苷酸 E. 磷酸、戊糖和碱基
2. 脱氧核糖核苷酸彻底水解生成的产物是 ()
A. 核糖和磷酸 B. 脱氧核糖和碱基 C. 脱氧核糖和磷酸 D. 磷酸、核糖和碱基 E. 脱氧核糖、磷酸和碱基
3. 核酸对紫外光的最大吸收峰所在波长是 ()
A. 220 nm B. 240 nm C. 260 nm D. 280 nm E. 300 nm
4. 决定核酸具有紫外吸收性质的结构是 ()
A. 嘌呤和嘧啶之间的氢键 B. 碱基和戊糖之间的糖苷键 C. 戊糖和磷酸之间的酯键

- D. 嘌呤和嘧啶环上的共轭双键 E. 核苷酸之间的磷酸二酯键
5. 含稀有碱基较多的核酸是 ()
A. mRNA B. DNA C. tRNA D. rRNA E. hnRNA
6. DNA 对遗传信息的携带和传递的基础是 ()
A. 核苷 B. 戊糖 C. 磷酸 D. 碱基排列顺序 E. 戊糖磷酸骨架
7. 下列不属于 DNA 基本单位的是 ()
A. dAMP B. dGMP C. dCMP D. dUMP E. dTMP
8. 下列关于核苷酸生理功能的叙述, 错误的是 ()
A. 作为生物界的直接供能物质 B. 作为辅酶的组成成分 C. 作为细胞膜的基本结构成分
D. 作为生理调节物质 E. 多种核苷酸衍生物为生物合成过程中的中间物质
9. 属于 AMP 生理功能的是 ()
A. 为生物反应直接供能 B. 作为 RNA 的基本组成单位 C. 贮存化学能 D. 作为
DNA 的基本组成单位 E. 转变为 cAMP
10. DNA 分子中连接各核苷酸的化学键是 ()
A. 磷酸二酯键 B. 糖苷键 C. 氢键 D. 二硫键 E. 碱基堆积力
11. 下列关于 DNA 双螺旋结构学说的叙述, 正确的是 ()
A. 生物细胞中所有 DNA 二级结构都是右手螺旋 B. 碱基配对关系为 A 与 U, G 与 C
C. 戊糖和磷酸组成的骨架在螺旋内侧 D. 碱基平面平行于中心轴 E. 由两条反向平行的
DNA 链组成
12. tRNA 的分子结构特征是 ()
A. 含有密码环 B. 含有反密码环 C. 3'-末端有多聚 A D. 5'-末端有 CCA E. HDU
环中以含有假尿苷为特征
13. 有关 mRNA 的论述, 正确的是 ()
A. mRNA 的所有碱基序列都有编码氨基酸的作用 B. mRNA 在生物细胞内种类最少
C. 真核生物细胞内 mRNA 3'-末端和 5'-末端都有帽子结构 D. mRNA 分子中含有生物遗传
的所有信息 E. mRNA 的碱基序列可以指导多肽链的合成
14. 真核细胞染色质的基本结构单位是 ()
A. 组蛋白 B. 核心颗粒 C. 核小体 D. 超螺旋管 E. α -螺旋
15. 下列组成核小体的是 ()
A. RNA 和组蛋白 B. RNA 和酸性蛋白质 C. DNA 和组蛋白 D. DNA 和酸性蛋白
质 E. rRNA 和组蛋白
16. 能使 DNA 分子的 T_m 值升高的碱基对是 ()
A. G-C B. A-T C. T-C D. A-G E. T-G

(四) B 型选择题

- A. α -螺旋结构 B. 双螺旋结构 C. 发夹结构 D. 超螺旋结构 E. 倒 L 型结构

1. DNA 二级结构是 ()
2. DNA 三级结构是 ()
3. RNA 二级结构是 ()
4. tRNA 三级结构是 ()
A. 信使 RNA B. 核糖体 RNA C. 转运 RNA D. 胞质小 RNA E. 核仁小 RNA