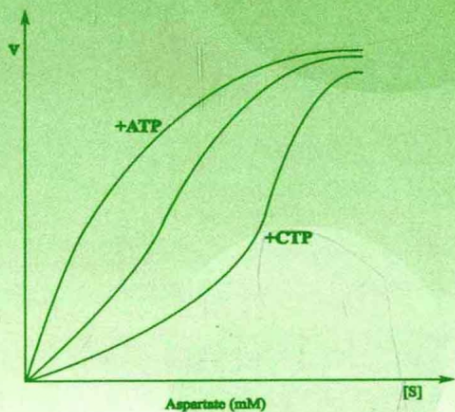


南省高等教育面向21世纪教学改革教学用书

生物化学学习指导

主编 王林嵩 陈晓虹



气象出版社

责任编辑 张 斌
封面设计 陈晓虹



+ATP

ISBN 7-5029-2892-8



9 787502 928926 >

ISBN 7-5029-2892-8/G · C

定价: 15.00 元



河南省高等教育面向 21 世纪教学改革教学用书

生物化学学习指导

主编：王林嵩 陈晓虹

气象出版社

内 容 简 介

本书以基础生物化学为主线,扼要地介绍了蛋白质、糖类、脂类和核酸的化学及代谢、酶与维生素及基因表达与调控等基础生物化学的重点内容和基本概念。并在此基础上配以习题及简要题解,以指导学生的学习及复习。习题的内容既照顾广度也顾及深度。因此,除可以作为大专院校生物及相关专业学生的学习指导用书外,尚可作为报考研究生的复习资料及有关专业教师的参考资料。

责任编辑:张 斌 终审:纪乃晋

气象出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路46号 100081)

信息产业部电子第二十二研究所印刷厂印刷

* * *

开本:787×1092 1/32 印张:8.25 字数:210千字

2000年4月第一版 2000年4月第一次印刷

印数:1~2000册

ISBN 7-5029-2892-8/G·0895

定价:15.00元

前 言

生物化学——生命的化学,随着现代科学技术的发展,已成为现代生物学的基础学科,生物学各个研究领域都需要应用“生物化学”的知识。然而许多学生都感到生物化学头绪多,不容易掌握其中的规律。作为教学改革之一,需压缩讲课学时,给学生以更多自学时间,实行考教分离,使考试更客观。为此,作为河南省高等教育面向二十一世纪教学改革内容之一——建立生物化学试题库,我们在教学组近年来所用生化试卷及所收集的中科院、北京师范大学、北京大学等学校研究生入学生物化学试题的基础上,整理编写了这本书,以图指导学生复习巩固所学的知识,并通过学生们的使用不断改进和完善。

编写本书的具体分工是:第一章由河南师范大学陈晓虹同志撰写;第二章由南阳理工学院王冬梅同志撰写;第三章和第六章由焦作教育学院邢智峰同志撰写;第四章由河南师范大学王林嵩同志和商丘农校张霁同志共同撰写;第五章由张霁同志撰写;第七章由商丘教育学院王启明同志撰写;第八章由王冬梅同志、王启明同志及河南师范大学王琳同志共同撰写;第九章和第十章由焦作教育学院刘永英同志撰写。

当然,由于生物化学的内容繁杂,所涉及的新概念特别多。本书以我们教学为主,在编排上以减少章节为主,不当之处恳切希望广大读者和专家批评指正。

编者

2000年4月

目 录

第一章	蛋白质化学及氨基酸代谢	(1)
第二章	酶	(78)
第三章	维生素及辅酶	(115)
第四章	生物氧化	(122)
第五章	糖化学和糖代谢	(137)
第六章	脂化学和脂代谢	(172)
第七章	核酸及核苷酸代谢	(190)
第八章	核酸的合成	(227)
第九章	蛋白质的生物合成	(254)
第十章	基因调控与基因工程	(266)

第一章 蛋白质化学及氨基酸代谢

本章内容提要

蛋白质是一类重要的生物大分子,其分子量介于 6,000 到 1,000,000 道尔顿或更高,蛋白质就其化学结构来说,是由二十多种 L-氨基酸通过肽键而组成的多肽链。有些蛋白质是由一条多肽链组成,有些是由多条多肽链组成(后者称为寡聚蛋白)。蛋白质根据组成,大致可分为两类:简单蛋白质和结合蛋白质;也可根据蛋白质分子外形的对称程度分为纤维状蛋白质和球状蛋白质。此外,近年来有些学者提出依据蛋白质的生物功能进行分类。

蛋白质的结构可由四个不同的组织层次来表述,即一级结构,二级结构,三级结构和四级结构。

一级结构就是共价主链的氨基酸顺序,有时也称化学结构,肽键是连接多肽链主链氨基酸残基的共价键,是刚性平面结构,一个给定的肽链构象可由一对二面角(ψ, Φ)来规定。

二级结构指蛋白质多肽链中有规则重复的构象,取决于氨基酸的 R 基之间的短程顺序,有 α -螺旋, β -折叠等形式。另外在球状蛋白质中经常可以看到由若干二级结构单元组合在一起形成有规则的组合件,称为超二级结构,如 $\alpha\alpha$ 组合、 $\beta\alpha\beta$ 组合、 $\beta\beta\beta$ 组合等。

三级结构指多肽链借助各种次级键盘绕成具有特定肽键走向的紧密球状结构,通常且由两个或多个在空间上可明显区分区域构建而成,这些区域被称为结构域或辖区。

四级结构是指寡聚蛋白质中各个亚基之间在空间上的相互关系或结合方式。

蛋白质的生物功能决定于它的高级结构。高级结构是由一级结构即氨基酸顺序决定的,一级结构的变化也会影响蛋白质的生物功能,如镰刀型红细胞贫血症。

蛋白质的生物功能是蛋白质分子的天然构象所具有的性质，蛋白质受到某些物理化学因素作用时，引起生物活性的丧失，溶解度的降低以及其它的物理化学常数的改变，这种变化称为蛋白质的变性作用。其实质是维持高级结构的次级键遭到破坏而造成的天然构象的解体，但未涉及共价键的破裂。有些变性是可逆的(能够复性)有些则不能。

蛋白质经酸、碱水解后可产生它的基本构造单位 α -L-氨基酸，其中 Trp、Tyr 和 Phe 的 R 基含有苯环共轭双键系统，在近紫外区有光吸收，这是紫外法测蛋白质含量的基础。

根据侧链基团(R-)的化学结构分为脂肪族氨基酸和芳香族氨基酸；根据 R-的极性可分为非极性 R 基氨基酸，不带电荷的极性 R 基氨基酸，带正电荷的 R 基氨基酸和带负电荷的 R 基氨基酸。

氨基酸是两性电解质，当 pH 接近 1 时，氨基酸的可解离基团全部质子化，当 pH 在 13 左右时，则全部去质子化。某一氨基酸处于净电荷为零的兼性离子状态时的介质 pH 称为该氨基酸的等电点或等离子点用 pI 表示，。

所有的 α -氨基酸都能与茚三酮发生颜色反应， α -NH₂ 与 DNFB 作用产生相应的 DNP-氨基酸(Sanger 反应)； α -NH₂ 与 PITC 作用形成相应氨基酸的苯氨基硫甲酰衍生物(Edman 反应)，胱氨酸中的二硫键可用氧化剂(如过甲酸)或还原剂(如巯基乙醇)断裂，而双缩脲反应则是蛋白质多肽链独具有的反应。

依据氨基酸的酸碱性质和极性大小可对其进行分析分离，其分离方法有：分配层析法，薄层层析法，离子交换层析法，气相色谱和高效液相色谱等。

蛋白质也是两性电解质，它的酸碱性质主要决定于肽链上可解离的 R 基团。各种蛋白质都有自己特定的等电点，当 $\text{pH} > \text{pI}$ 时蛋白质分子带负电荷，当 $\text{pH} < \text{pI}$ 时带正电荷。蛋白质处于等电点

时,溶解度最小。

蛋白质一级结构的测定方法为:N-末端氨基酸的测定;二硫键的断裂和多肽的分离;氨基酸组成的测定;多肽链特异性的断裂;肽段的氨基酸顺序测定(Edman法和酶解法);氨基酸顺序排列;二硫键位置的确定。

蛋白质是亲水胶体,其分子周围的双电层和水化层是稳定蛋白质胶体系统的主要因素。

测定蛋白质分子量的最主要的方法是利用超速离心机的沉降速度法和沉降平衡法;凝胶过滤法是一种简便的方法,SDS-凝胶电泳法用于测蛋白质亚基的分子量。

对蛋白质混合物进行分离主要依据蛋白质在溶液中的下列性质:①分子大小;②溶解度;③电荷;④吸附性质;⑤对其它分子(配基)的生物学亲和力等;方法有:透析、超滤,柱电点沉淀法、盐析和有机溶剂分级沉淀法,密度梯度离心法,凝胶电泳法,等电聚焦,凝胶过滤柱层析,离子交换柱层析,还有 HPLC 和亲和层析等。

蛋白质制品的纯度鉴定常用的方法有:电泳分析、沉降分析和扩散分析等,但任何单独一种鉴定方法都只能认为是蛋白质分子均一性的必要而非充分条件。

氨基酸的代谢有多种途径,一种是经生物合成形成蛋白质,一种是进行分解代谢。氨基酸的分解主要在肝中进行,氨基酸的分解一般是先脱去氨基,脱氨基的方式在不同生物不完全相同,氧化脱氨普遍存在于动植物中;非氧化脱氨作用主要见于微生物中,转氨基作用也是去氨基的一种重要方式,由转氨酶催化,以磷酸吡哆醛作为辅酶,与转氨作用相偶联的还有以谷氨酸脱氢酶为中心的联合脱氨以及以腺苷酸循环为主的联合脱氨。

组织中游离的氨主要以谷氨酰胺的形式由血液循环运至肝脏,肌肉中通过葡萄糖-丙氨酸循环将氨运到肝脏,而氨的排泄主要是在肝脏中通过尿素循环生成尿素排出体外;有些生物也以尿

酸的形式排出体外。

氨基酸脱去氨后的碳骨架— α -酮酸先形成能够进入三羧酸循环的化合物,再进行氧化,形成 CO_2 和水,产生 ATP,也可转化为糖和脂肪,其碳骨架进入三羧酸循环的途径是:通过形成乙酰 CoA, α -酮戊二酸,琥珀酸,延胡索酸和草酰乙酸。

氨基酸脱酸生成的胺如组胺、色胺、酪胺、 γ -氨基丁酸等。

不同生物合成氨基酸的能力不同,合成的种类也不完全相同,凡是机体不能自己合成,必需来自外界的氨基酸称为必需氨基酸;凡机体能自己合成的氨基酸称为非必需氨基酸,高等植物能合成自己生长所需的全部氨基酸,人和大白鼠需要 10 种必需氨基酸。

有许多重要的生物活性物质来源于氨基酸,如谷胱甘肽、肌酸、卟啉、短杆菌肽等等。D-氨基酸,大多由 L-氨基酸经消旋酶作用形成的。

一、是非题

1. 纤维蛋白原分子转变为纤维蛋白是通过凝血酶原的激活。

答:(\times)

2. 结构域也是蛋白质三维折叠中的一个层次。

答:(\surd)

3. 溴化氰只断裂由甲硫氨酸残基的羧基参与形成的肽键。

答:(\surd)

4. DPG 是肌红蛋白的一个别构效应物。

答:(\times)

5. 多聚 Lys 在 pH12 溶液中呈规则的 α -螺旋。

答:(\surd)

6. SDS-PAGE 测定蛋白质分子量的方法是基于各种蛋白质所带电荷差异。

答:(\times)

7. 赖氨酸的 pI 是 9.74, 它在 $pH8$ 的溶液中解离为正离子。

答: (✓)

8. 蛋白质变性后分子量变小。

答: (×)

9. 确定蛋白质标准溶液浓度的最根本的方法是紫外吸收法。

答: (×)

10. 血红蛋白结合氧的位点由血红素辅基提供。

答: (✓)

11. 刚性平面结构的肽单位是蛋白质主链骨架的重复单位。

答: (✓)

12. 在酸性条件下, 茚三酮与 20 种氨基酸都能生成紫色物质。

答: (×)

13. 血红蛋白比肌红蛋白携氧能力高, 这是因为它有多个亚基。

答: (×)

14. 必需氨基酸是指在活细胞中不能合成, 需要人工合成的氨基酸。

答: (×)

15. 人体内仅含有 α -氨基酸。

答: (×)

16. α -氨基酸都有不对称的 α -碳原子。

答: (×)

17. 氨基酸的 α - NH_2 与苯异硫氰酸盐作用生成相应的苯氨基硫甲酰衍生物。

答: (✓)

18. Asp 的 $pI=2.97$, 在 $pH5$ 的溶液中解离为正离子。

答: (×)

19. 根据氨基酸的极性性质, 可用纸电泳将它们分开。

答: (×)

20. 肽键可以自由旋转。

答:(×)

21. 基因表达的产物都是蛋白质。

答:(×)

22. 胍解法用来测定肽链 C 一端的氨基酸。

答:(√)

23. 维持蛋白质三级结构最重要的键为氢键。

答:(×)

24. 纸电泳是利用氨基酸的等电点不同把它们分开。

答:(√)

25. Gln 的合成是体内储氨、运氨、解除氨毒的一种重要方式。

答:(√)

26. 氨基酸的分解代谢总是先脱去氨基,非氧化脱氨基作用普遍存在于动植物中。

答:(×)

27. 蛋白质分子的亚基也称结构域。

答:(×)

28. 肌红蛋白和血红蛋白亚基在一级结构上有明显的同源性,它们的构象和功能十分相似,所以它们的氧结合曲线也是相似的。

答:(×)

29. α -螺旋是蛋白质二级结构中的一种,而 β -折叠则是蛋白质的三级结构。

答:(×)

30. 膜蛋白的跨膜肽段的二级结构大多为 α -螺旋。

答:(√)

31. 在免疫测定中,单克隆抗体比多克隆抗体具有对抗原更强的专一性。

答:(√)

32. 所有的氨基酸中,因 α -碳原子是一个不对称碳原子,因此都具有旋光性。

答:(\times)

33. 由于多肽链中存在甘氨酸, α -螺旋被中断,并产生一个结节。

答:(\times)

34. 目前采用酸水解蛋白质的方法,可用于分析定量测定组成蛋白质的各种氨基酸。

答:(\times)

35. 赖氨酸是必需氨基酸,粮食中含量少,可作添加剂,增加粮食中赖氨酸含量,以提高谷类蛋白质营养价值,因此,赖氨酸添加量越多越好。

答:(\times)

36. 能使蛋白质二硫键打开的试剂是碘乙酸。

答:(\times)

37. α -角蛋白具有三螺旋结构。

答:(\times)

38. 蛋白质变性作用和核酸变性作用的共同特点是无一级结构的破坏。

答:(\checkmark)

39. 尿素生物合成中所需的酶之一是氨甲酰磷酸合成酶。

答:(\checkmark)

40. 蛋白质样品经酸水解成氨基酸混合物,可用氨基酸自动分析仪准确测定所有氨基酸含量。

答:(\times)

41. 测定焦谷一组一脯氨酸三肽的游离氨基和羧基呈阴性。

答:(\times)

42. 在超离心场中分析,如果发现蛋白质是均一的,那么离子交换层析也肯定是均一的。

答:(√)

43. 组氨酸和精氨酸是人体的半必需氨基酸。

答:(√)

44. 一个氨基酸残基就是一个肽单元。

答:(×)

45. 蛋白质在进化过程中构象是易变的。

答:(√)

46. 蛋白质在热力学上最稳定的构象是自由能最低的结构。

答:(√)

47. 所有蛋白质的克分子消光系数都是一样的。

答:(×)

48. 构成蛋白质的 20 种氨基酸可通过转变成乙酰 CoA、 α -酮戊二酸、草酰乙酸、柠檬酸和苹果酸等五种物质而进入 TCA 循环。

答:(×)

49. 组氨酸的咪唑基作为催化中最有效最活泼的功能基团与其解离常数($pK = 6.0$)有关。

答:(√)

50. 在谷氨酸、半胱氨酸、亮氨酸和丝氨酸中只有亮氨酸是生酮氨基酸。

答:(√)

51. 谷胱甘肽是 γ -谷氨酰胱氨酰甘氨酸的简称。

答:(×)

52. 苯丙氨酸在 280nm 处有最大光吸收。

答:(×)

53. 形成稳定的肽链空间结构,非常重要的一点是肽链 $-CO-NH$ 中的四个原子以及和它相邻的两个 α -碳原子处于同一个平面。

答:(√)

54. 胰岛素在体内是由先分别合成 A、B 两条链,然后再通过正确匹配的二硫键连接而成。

答:(×)

55. 丝氨酸是蛋白质的磷酸化位点,因此蛋白质中含有的丝氨酸残基均能被磷酸化。

答:(×)

56. 谷氨酸的 $pI=3.22$,在 $pH=5$ 的溶液中,解离为正离子。

答:(×)

57. 镰刀型红细胞贫血症是一种先天性遗传病,其病因是由于血红蛋白的代谢障碍。

答:(×)

58. 两条单独肽链经链间二硫键交联,组成蛋白质分子,这两条肽链是该蛋白的亚基。

答:(√)

59. 在蛋白质和多肽分子中,只存在一种连接氨基酸残基的共价键—肽键。

答:(×)

60. 蛋白质在小于等电点的溶液中,向阳极移动,而在大于等电点的溶液中向阴极移动。

答:(×)

61. 嗜盐菌视紫红蛋白与视网膜视紫红蛋白不同,前者经光照后导致跨膜质子梯度,后者导致跨膜 Na^+ 流动。

答:(√)

62. 所有外来蛋白质都是抗原,因此都能引起抗体产生。

答:(×)

63. 嗜盐菌视紫红蛋白与视网膜视紫红蛋白都起质子泵的作用。

答:(×)

64. 电泳和等电聚焦都是根据蛋白质的电荷不同,即酸碱性质不同的两种分离蛋白质混合物的方法。

答:(√)

65. 单克隆抗体和多克隆抗体的区别在于后者可以抗多种抗原。

答:(×)

66. 与肌红蛋白不同,血红蛋白由四个亚基组成,因此提高了它与氧的结合能力,从而增加了输氧的功能。

答:(×)

67. 凝胶过滤法可用于测定蛋白质的分子量,分子量小的蛋白质先从柱上流出,分子量大的后流出。

答:(×)

68. 茚三酮与 Pro 反应生成黄色化合物。

答:(√)

69. 溶液中的氢原子是来自于蛋白质表面的氢原子。

答:(×)

70. 蛋白质之所以有不同构象是由于肽键可以自由旋转。

答:(×)

71. 通过转氨基作用可使氨基酸脱氨,从而生成相应的酮酸和 NH_3 。

答:(×)

二、选择题

1. 破坏 α -螺旋的氨基酸残基是:

A. Val B. Pro C. Gly D. Ala

答:B

2. 在含血红素的蛋白质中,唯一和血红素共价结合的蛋白质是:

A. 血红蛋白 B. 肌红蛋白 C. CytC D. 过氧化氢酶

答:C

3. 以下哪种氨基酸的侧链基团的 pK 值接近生理 pH:

- A. Glu B. Lys C. Cys D. His

答:D

4. 对一个混合的氨基酸溶液,下述哪种实验可以检测其中的 Tyr:

- A. Sakaguchi reaction
 B. Million reaction
 C. Xanthoproteic reaction
 D. Adamkiewicz-Hopkins-Gole reaction

答:B

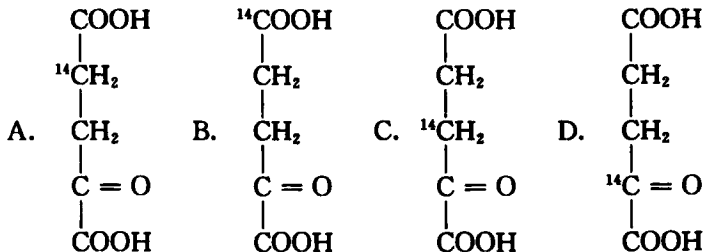
5. 硫酸铵盐析法纯化蛋白质:

- A. 往往用于一系列纯化步骤的早期
 B. 往往用于一系列纯化步骤的晚期
 C. 是根据蛋白质的分子量来分离蛋白质
 D. 根据蛋白质的分子结构来分离蛋白质

答:A

6. 当¹⁴C 标记的 Ala 在动物组织中氧化后就得到 α-酮戊二酸,它的哪个 C 原子被标记?

(附:被标记的 Ala 为: ¹⁴CH₃-CH-COO⁻)



答:A

7. 某一氨基酸在 pH4 的溶液中带负电荷,其等电点必需: