

农林院校必修课程

考试辅导丛书

生物化学

杨在清 夏 涛 主编

● 紧扣教学大纲

● 梳理知识体系

● 解读重点难点

● 网罗名校真题

● 精讲单项考点

● 引导复习路径

 科学技术文献出版社

《农林院校必修课考试辅导》丛书

生物化学

主 编	杨在清	夏 涛	
副 主 编	甘 莉	丰明乾	孙 超
	李维林		
参编人员	熊传喜	崔克辉	丰胜求
	刘湘新	赵会贤	陈 鹏
	李维林	孙 超	丰明乾
	甘 莉	夏 涛	杨在清

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

图书在版编目(CIP)数据

生物化学/杨在清等主编. -北京:科学技术文献出版社,
2003.10

(农林院校必修课考试辅导丛书)

ISBN 7-5023-4386-5

I. 生… II. 杨… III. 生物化学-高等学校-自学参考
资料 IV. Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 070902 号

出 版 者 科学技术文献出版社
地 址 北京市复兴路 15 号(中央电视台西侧)/100038
图书编务部电话 (010)68514027, (010)68537104(传真)
图书发行部电话 (010)68514035(传真), (010)68514009
邮 购 部 电 话 (010)68515381, (010)68515544-2172
网 址 <http://www.stdph.com>
E-mail: stdph@istic.ac.cn
策 划 编 辑 袁其兴
责 任 编 辑 袁其兴
责 任 校 对 唐 伟
责 任 出 版 王芳妮
发 行 者 科学技术文献出版社发行 全国各地新华书店经销
印 刷 者 北京国马印刷厂
版 (印) 次 2003 年 10 月第 1 版第 1 次印刷
开 本 850×1168 32 开
字 数 500 千
印 张 16.625
印 数 1~6000 册
定 价 25.00 元

© 版权所有 违法必究

购买本社图书,凡字迹不清、缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换。

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本书内容基本建立在王镜岩、朱圣庚、徐长发教授主编的《生物化学》第三版的基础上,并结合我国农林院校的教学特点,按照农林院校生物化学教学大纲的章节顺序进行编排,每章都包括教学大纲的基本要求、知识要点、重点与难点、典型例题解析、单元自测题和参考答案。知识要点概括了每一章的主要内容,可以作为复习的提纲,帮助学生全面深入地掌握生物化学的基本内容。结合各章的重点内容及农林院校的专业特点,精选了一些典型例题,基本涵盖了生物化学考试的重点与难点,有助于提高学生分析问题解决问题的能力。针对性地安排了大量与实际考试题型相似的练习题,可帮助学生复习巩固生物化学的基本知识。

本书可作为农林院校硕士研究生生物化学入学考试复习指导书,也可作为大学本科生物化学学习辅导教材。本书旨在指导学生系统全面地复习生物化学的所学知识,熟练掌握其基本理论,提高学生运用所学的生物化学基本原理去分析问题和解决问题的能力。

科学技术文献出版社是国家科学技术部系统唯一一家中央级综合性科技出版机构,我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干。

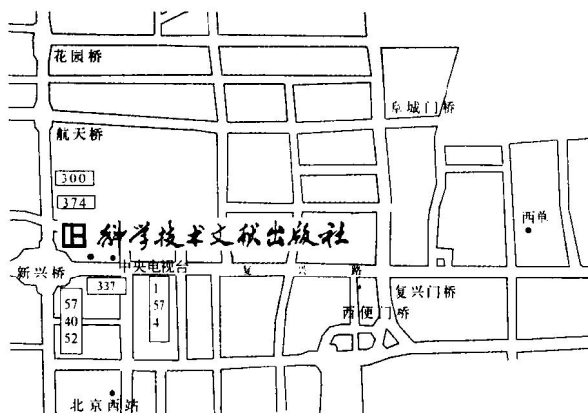
前 言

本书内容基本建立在王镜岩、朱圣庚、徐长发教授主编的《生物化学》第三版的基础上,并结合我国农林院校的教学特点,按照农林院校生物化学教学大纲的章节顺序进行编排,每章都包括教学大纲的基本要求、知识要点、重点与难点、典型例题解析、单元自测题和参考答案。知识要点概括了每一章的主要内容,可以作为复习的提纲,帮助学生全面深入地掌握生物化学的基本内容。结合各章的重点内容及农林院校的专业特点,精选了一些典型例题,基本涵盖了生物化学考试的重点与难点,有助于提高学生分析问题解决问题的能力。针对性地安排了大量与实际考试题型相似的练习题,可帮助学生复习巩固生物化学的基本知识。

本书可作为农林院校硕士研究生生物化学入学考试复习指导书,也可作为大学本科生生物化学学习辅导教材。本书旨在指导学生系统全面地复习生物化学的所学知识,熟练掌握其基本理论,提高学生运用所学的生物化学基本原理去分析问题和解决问题的能力。

书中全部习题都有参考答案,便于学生自学。在附录中还选取了近几年部分农业院校硕士研究生入学考试试题和参考答案,以供考生参考。

在编写本书的过程中,编著者力求比较全面地覆盖生物化学教学大纲的全部内容,突出重点和难点,排除错误和不严谨之处,为读者奉献一本高质量的学习辅导书。但由于生物化学内容繁杂,发展迅速,且编著者水平有限,故书中难免疏漏,不当之处恳请广大读者谅解和指正。



科学技术文献出版社方位示意图

目 录

第一章	糖类	(1)
第二章	脂质	(29)
第三章	氨基酸和蛋白质	(47)
第四章	酶	(91)
第五章	核酸化学	(119)
第六章	维生素与辅酶	(158)
第七章	激素	(177)
第八章	抗生素	(200)
第九章	糖代谢	(227)
第十章	脂类代谢	(256)
第十一章	氨基酸代谢	(281)
第十二章	核酸的降解和核苷酸代谢	(304)
第十三章	生物氧化与氧化磷酸化	(322)
第十四章	DNA 的复制、修复与重组	(353)
第十五章	RNA 的生物合成	(386)
第十六章	蛋白质的合成	(411)
第十七章	细胞代谢和基因表达的调控	(446)
第十八章	基因工程基础	(471)

附录

华中农业大学 2002 年硕士研究生入学考试生物化学试题(A) ...	(492)
华中农业大学 2002 年硕士研究生入学考试生物化学试题(B) ...	(500)
西北农林科技大学 2002 年硕士研究生入学考试生物化学试题 (农学类专业).....	(507)
西北农林科技大学 2001—2002 学年第一学期农学类专业基础生 物化学课程考试 AB 卷(A 卷)	(513)

第一章

糖 类

一、教学大纲基本要求

糖的分类、结构、性质和分析方法,以及部分的生物学功能。主要内容有:单糖的结构和性质,重要的单糖及其衍生物;还原性二糖和非还原性二糖的结构和性质;均一多糖和不均一多糖的结构和性质;结合糖(肽聚糖、糖蛋白、蛋白聚糖)的结构和性质等。

二、本章知识要点

(一)糖的概述

1. 糖类的存在与来源

糖类广泛存在于生物界,特别是植物界。糖类物质按干重计算在植物

中占 85%~90%,在细菌中占 10%~30%,在动物中小于 2%。动物体内糖的含量虽然不多,但其生命活动所需能量主要来源于糖类。

2. 糖类的生物学作用

- (1)提供能量。植物的淀粉和动物的糖原都是能量的储存形式。
- (2)物质代谢的碳骨架,为蛋白质、核酸、脂类的合成提供碳骨架。
- (3)细胞的骨架。纤维素、半纤维素、木质素是植物细胞壁的主要成分,肽聚糖是细胞壁的主要成分。
- (4)细胞间识别和生物分子间的识别。细胞膜表面糖蛋白的寡糖链参与细胞间的识别。一些细胞的细胞膜表面含有糖分子或寡糖链,构成细胞的天线,参与细胞通信。

3. 糖类的元素组成和分类

糖类物质是多羟基(2 个或以上)的醛类或酮类化合物,以及它们的衍生物或聚合物。绝大多数的糖类化合物都可以用通式 $C_n(H_2O)_n$ 表示,据此可分为醛糖和酮糖。还可根据碳原子数分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖等。最简单的糖类就是丙糖(甘油醛和二羟丙酮)。糖的通俗名称一般是根据来源进行命名。

4. 糖的种类

根据糖的结构单元数目多少分为:

- (1)单糖:不能被水解成更小分子的糖。
- (2)寡糖:2~6 个单糖分子脱水缩合而成,以双糖最为普遍,意义也较大。
- (3)多糖:均一性多糖:淀粉、糖原、纤维素、半纤维素、几丁质(壳多糖)。不均一性多糖:糖胺多糖类(透明质酸、硫酸软骨素、硫酸皮肤素等)。
- (4)结合糖(复合糖、糖缀合物):糖脂、糖蛋白(蛋白聚糖)、糖-核苷酸等。
- (5)糖的衍生物:糖醇、糖酸、糖胺、糖苷等。

(二)旋光异构

1. 异构现象

同分异构或称异构是指存在两个或多个具有相同数目和种类的原子并因而具有相同相对分子量的化合物的现象。同分异构主要有两种类型:一

是结构异构。这是由于分子中原子连接的次序不同造成的,包括碳架异构体、位置异构体和功能异构体。原子连接在一起的次序叫做化合物的构造,用结构式表示。二是立体异构。立体异构体具有相同的结构式,但原子在空间的分布不同。原子在空间的相对分布或排列称为分子的构型。区分立体异构体之间的差别必须用立体模型、透视式或投影式。

立体异构又可分为几何异构和旋光异构或光学异构。几何异构也称为顺反异构,是由于分子中双键或环的存在或其他原因限制原子间的自由旋转引起的。旋光异构是由于分子存在手性造成的。旋光异构体是一组至少存在一对不可叠合的镜像体的立体异构体,一般都具有旋光性,除非异构体出现对称元素而失去手性。分子所采取的特定形态称为构象。

组成、构造、构型和构象四个术语有明确的不同含义,不应混用。

2. 光性

当光波通过尼科尔棱镜时,由于棱镜的结构只允许沿某一平面振动的光波通过,其他光波都被阻断,这种光称平面偏振光。当这种光通过旋光物质的溶液时,光的偏振面向右(顺时针方向或正向,符号 $+$)旋转或向左(逆时针方向或负向,符号 $-$)旋转。使偏振面向右旋的称右旋光物质,使偏振面向左旋的称左旋光物质。

3. 不对称碳原子

不对称碳原子是指与4个不同的原子或原子基团共价连接并因而失去对称性的四面体碳,也称手性碳原子、不对称中心或手性中心,常用 C^* 表示(图1-1)。

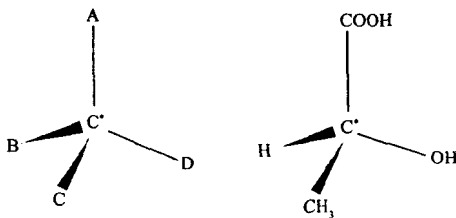


图 1-1 含不对称碳原子的化合物

有机化合物的旋光性与分子内部的结构有关,根据对称性原理,凡是分子中存在对称面(镜面)、对称中心或四重交替对称轴等对称元素之一的,都可以和他的镜像叠合,因而都没有旋光性;凡是分子中没有上述三种对称元素的都不能与它的镜像叠合,因而都有旋光性。

(三) 单糖

1. 单糖的链状结构

确定链状结构的方法(葡萄糖):

- (1)与 Fehling 试剂或其他醛试剂反应,含有醛基。
- (2)与乙酸酐反应,产生具有 5 个乙酰基的衍生物。
- (3)用钠、汞剂作用,生成山梨醇。

最简单的单糖之一是甘油醛,它有 2 种立体异构形式。这两种立体异构体在旋光性上刚好相反,一种为右旋型异构体,或 D 型异构体;另一种为左旋异构体,或 L 型异构体。

以甘油醛的两种光学异构体作对照,其他单糖的光学异构与之比较而规定为 D 型或 L 型。链状结构一般用 Fisher 投影式表示。

2. 单糖的环状结构

在溶液中,含有 4 个以上碳原子的单糖主要以环状结构存在。单糖分子中的羟基能与醛基或酮基可逆缩合成环状的半缩醛。环化后,羰基 C 就成为一个手性碳原子,称为端异构性碳原子。环化后形成的两种非对映异构体称为端基异构体,或头异构体,分别称为 α -型及 β -型头异构体。环状结构一般用 Haworth 结构式表示,或用构象式表示,构象式最能正确地反映糖环的折叠形结构。

3. 变旋现象

在溶液中,糖的链状结构和环状结构(α 、 β)之间可以相互转变,最后达到一个动态平衡,称为变旋现象。例如:从乙醇水溶液中结晶出的 D-glucose 称为 α -D-(+)-Glucose($[\alpha]_D^{20} = +113^\circ$),从吡啶溶液中结晶出的 D-glucose 称为 β -D-(+)-glucose($[\alpha]_D^{20} = +18.7^\circ$)。将 α -D-(+)-葡萄糖与 β -D-(+)-葡萄糖分别溶于水,放置一段时间后,其旋光率都逐渐转变为 $+52.7^\circ$ 。原因

就是葡萄糖的不同结构形式相互转变,最后各种结构形式达到一定的平衡,其中 α 型占36%, β 型占63%,链式占1%。

4. 单糖的物理性质

- (1)旋光性:是鉴定糖的一个重要指标。
- (2)甜度:以蔗糖的甜度为标准。
- (3)溶解性:易溶于水而难溶于乙醚、丙酮等有机溶剂。

5. 单糖的化学性质

(1)变旋:在溶液中,糖的链状结构和环状结构(α 、 β)之间可以相互转变,最后达到一个动态平衡,三者间的比例因糖种类而异。其中,只有链状结构才具有氧化还原反应。

(2)异构化(弱碱的作用):单糖对稀酸相当稳定,但是在碱性溶液中能发生多种反应,产生不同的产物。异构化就是其中的一种。单糖的异构化是室温下碱催化的烯醇化作用的结果。在碱性水溶液中,单糖发生分子重排,通过烯二醇中间物互相转化,称酮-烯互变异构。

在强碱溶液中,单糖发生降解以及分子内的氧化和还原反应。

(3)单糖的氧化反应:能被弱氧化剂(如Fehling试剂、Benedict试剂)氧化的糖称为还原性糖,所有的单糖都是还原性糖。氧化只发生在开链形式上。

在氧化剂、金属离子如 Cu^{2+} 、酶的作用下,单糖可以发生几种类型的氧化:醛基氧化生成糖酸;伯醇基氧化生成醛酸;醛基、伯醇基同时氧化生成二酸。单糖氧化形成的羟基可以进一步形成环状内酯。

内酯在自然界中很普遍,如L-抗坏血酸,又称 V_C ,就是D-葡萄糖酸的内酯衍生物。分子量176.1,它在体内是一种强还原剂。豚鼠、猿和人不能合成 V_C ,缺乏抗坏血酸将导致坏血病,腿部等开始出血、肿胀,逐渐扩展到全身。柑橘类果实中含有丰富的 V_C 。

(4)单糖的还原反应:单糖可以被还原成相应的糖醇。例如:D-葡萄糖被还原成D-葡萄糖醇,又称山梨醇。

糖醇主要用于食品加工和医药业,山梨醇添加到糖果中能延长糖果的货架期,因为它能防止糖果失水。用糖精处理的果汁中一般都有后味,添加

山梨醇后能去除后味。人体食用后,山梨醇在肝中又会转化为果糖。

(5)形成糖酯与糖醚:单糖的许多化学行为很像简单的醇,例如糖的羟基可以转变为酯基或醚基。

糖的酯化通常是在碱催化下用酰氯或酸酐进行的。所有的羟基,包括异头碳羟基都能被酯化。

生物体中最常见也是最重要的糖酯是磷酸糖酯和硫酸糖酯。磷酸糖酯及其衍生物是糖的代谢活性形式(糖代谢的中间产物)。硫酸糖酯主要发现于结缔组织的蛋白聚糖中,由于硫酸糖酯带电荷,因此它能结合大量的水和阳离子。

在甲基亚磺酰甲基钠存在下用碘甲烷或在碱性条件下用硫酸二甲酯处理糖或糖苷,可以得到它的甲醚衍生物,此反应也称为糖的甲基化。糖的甲基化在环状结构及寡糖和多糖的结构分析中起重要作用。

(6)形成糖苷:单糖环状结构上的半缩醛羟基与醇或酚的羟基缩合失水成为缩醛式衍生物,通称为糖苷。糖苷对碱溶液稳定,但易被酸水解成原来的糖和配基。

(7)糖脎反应(亲核加成):苯肼与还原糖反应生成含有两个苯腙基的衍生物就是糖脎。糖脎反应发生在醛糖和酮糖的链状结构上。糖脎相当稳定,且不溶于水,易结晶,可以根据结晶的形状,判断单糖的种类。

6. 重要的单糖

(1)丙糖:D-甘油醛、二羟丙酮。

(2)丁糖:D-赤鲜糖、D-赤鲜酮糖。

(3)戊糖:D-核糖、D-脱氧核糖、D-核酮糖、D-木糖、D-木酮糖。

(4)己糖:D-葡萄糖(α -型及 β -型)、D-果糖。

(5)庚糖:D-景天庚酮糖。

7. 重要的单糖衍生物

(1)糖醇:单糖的羰基被还原生成糖醇,自然界广泛存在的己糖醇有山梨醇、D-甘露醇、半乳糖醇、肌醇等。其他糖醇有丙三醇(甘油)、赤藓糖醇、木糖醇和核糖醇。糖醇是生物体的代谢产物,不少糖醇也是工业产品,并用于制药和食品工业。

(2)糖酸:依氧化条件不同,醛糖被氧化成3类糖酸,即醛糖酸、糖二酸和糖醛酸。常见的糖醛酸有D-葡萄糖醛酸、D-半乳糖醛酸和甘露糖醛酸,它们是很多杂多糖的构件分子或组成成分。葡糖醛酸是肝脏内的一种解毒剂,它与类固醇及一些药物、胆红素(血红蛋白的降解物)结合增强其水溶性,使之更易排出体外。

抗坏血酸(维生素C)即苏糖型-2-烯醇己糖酸-1,4-内酯,是生物体内重要的抗氧化剂之一。

(3)氨基糖(糖胺):氨基糖是分子中的一个羟基(通常是C₂位)被氨基取代的单糖,氨基糖的氨基有游离的,但多数被乙酰化形成N-乙酰糖胺。具有代表性的氨基糖及其衍生物是葡糖胺、N-乙酰葡糖胺、半乳糖胺、N-乙酰半乳糖胺、甘露糖胺、鼠李糖胺和岩藻糖胺等。

胞壁酸和神经氨酸也是氨基糖的衍生物,称酸性氨基糖或酸性糖。

(4)糖苷:单糖的半缩醛羟基与其他分子的醇、酚等羟基缩合,脱水生成缩醛式衍生物,称糖苷。

糖苷物质与糖类的区别:糖是半缩醛,不稳定,有变旋;苷是缩醛,较稳定,无变旋。糖苷大多数有毒,不少还是剧毒物质,但微量时可作药用。常见的有苦杏仁苷、强心苷、毛地黄毒苷、乌本苷、花色苷、橘皮苷、芸香苷、根皮苷、皂苷等。

(5)脱氧糖:脱氧糖是指分子的一个或多个羟基被氢原子取代的单糖,它们广泛地分布在植物、细菌和动物中,重要的有6-脱氧D-甘露糖、3,6-二脱氧D-甘露糖、L-鼠李糖、L-岩藻糖和2-脱氧D-核糖等。岩藻糖常见于一些糖蛋白中,如红细胞表面ABO血型决定簇。

(四)寡糖

寡糖是由2~20个单糖通过糖苷键连接而成的糖类物质,有的结构非常复杂。单糖残基的上限数目并不确定,因此寡糖与多糖之间并无绝对界限,寡糖与聚糖常是同义的。寡糖常常与蛋白质或脂类共价结合,以糖蛋白或糖脂的形式存在。连接它们的共价键类型主要有两大类:N-糖苷键型和O-糖苷键型。N-糖苷键型:寡糖链与多肽上的Asn的氨基相连。这类寡糖链有三种主要类型:高甘露糖型、杂合型和复杂型。O-糖苷键型:寡糖链与

多肽链上的 Ser 或 Thr 的羟基相连,或与脂的羟基相连。

1. 二糖(双糖)

二糖是最简单的寡糖,由 2 分子单糖缩合而成。二糖在自然界中含量丰富,它是人类饮食中主要的热源之一。在小肠中,二糖必须在酶的作用下水解成单糖才能被人体吸收。如果这些酶有缺陷的话,那么人体摄入二糖后由于不能消化就会出现消化病。未消化的二糖进入大肠,则会在渗透压的作用下从周围组织夺取水分(腹泻),结肠中的细菌消化二糖(发酵)产生气体(气胀和绞痛或痉挛)。

(1)蔗糖:蔗糖俗称食糖,是最重要的二糖。植物的茎、叶都可以产生蔗糖,它可以在整个植物体中进行运输,也是光合产物的运输形式之一。蔗糖的正规名称是葡萄糖- α , β (1-2)-果糖苷,无变旋现象,无还原性,不能成脎。

(2)麦芽糖:麦芽糖即葡萄糖- α , α (1-4)-葡萄糖苷和葡萄糖- α , β (1-4)-葡萄糖苷,是直链淀粉的水解中间物。异麦芽糖(α (1-6)键型)是支链淀粉和糖原的水解产物。麦芽糖有变旋现象,在水溶液中能形成 α 、 β 和开链的混合物,麦芽糖还具有还原性,而且能成脎。食品工业中麦芽糖用作蓬松剂,防止烘烤食品干瘪,以及用作冷冻食品的填充剂和稳定剂。

(3)纤维二糖:纤维二糖属于次生寡糖,是纤维素的降解产物和基本结构单位,自然界中不存在游离的纤维二糖。纤维二糖[葡萄糖- β (1,4)-葡萄糖苷]由 2 分子 β -葡萄糖以 β -(1,4)糖苷键连接而成,有变旋现象,具有还原性,能成脎。

(4)乳糖:顾名思义,主要存在于哺乳动物的乳汁中,即半乳糖- β , α (1-4)-葡萄糖苷和半乳糖- β , α (1-4)-葡萄糖苷。有变旋现象,具有还原性,而且能成脎。

2. 三糖

最常见的三糖是棉子糖,棉子糖广泛地分布于高等植物界,是非还原性糖。棉子糖完全水解产生葡萄糖、果糖和半乳糖各一分子。其他三糖还有:龙胆糖、龙胆三糖和松三糖等。

3. 四糖、五糖和六糖

常见的有:水苏糖(四糖)、毛蕊花糖(五糖)、筋骨草糖(六糖)等。