

生物化学

辅导与习题精选

主 编 余 琼

副主编 李盛贤 赵丹丹 刘丽萍

哈尔滨工业大学出版社

生物化学

辅导与习题精选

主 编 余 琼

副主编 李盛贤 赵丹丹 刘丽萍

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书是根据普通高等院校《生物化学》教学大纲的要求,以沈同、王镜岩主编的《生物化学》为基础,配合李盛贤教授等编著的《生物化学》教材,同时将国内外著名大学生物化学考研试题汇集在一起,并结合作者在长期教学过程中积累的经验编写的。

本书包括糖类、脂质和生物膜、蛋白质化学、核酸化学、酶学、维生素和辅酶、生物氧化、糖代谢、脂类代谢、蛋白质和氨基酸的代谢、核酸代谢、蛋白质的生物合成、细胞代谢和基因表达的调控等内容。每章后均附有参考答案。

本书内容丰富,习题设计新颖、启发性强,适合报考研究生的学生自我评价和复习使用,也可作为高等院校生物制药、生物技术、生物工程、生物法检和食品工程等专业的学生和教师的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

生物化学辅导与习题精选.余琼主编.——哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2007.6

ISBN 978-7-5603-2477-7

I.生… II.余… III.生物化学-高等学校-教学参考资料 IV.Q5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 018868 号

责任编辑 杜 燕

封面设计 卞秉利

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 肇东粮食印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 16.75 字数 400 千字

版 次 2007 年 7 月第 1 版 2007 年 7 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-2477-7

印 数 1~3 000 册

定 价 23.80 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

序

《生物化学》是一门用化学的理论和方法研究生命科学的学科,是化学和生物学的两个一级学科交叉渗透形成的一门新兴学科。从化学角度看,其研究对象极为复杂;从生命科学角度看,其研究内容抽象而深入;从发展角度看,其发展速度极快。对于生命科学领域的本科生和研究生来说,《生物化学》是一门非常重要而且又难学的课程。因此,黑龙江大学生命科学学院余琼(博士、教授)和李盛贤教授主持编写了《生物化学辅导与习题精选》,帮助生命科学专业在读本科生和研究生解决在学习相关课程时遇到的困难和疑问。此外,近年来,社会对高层次人才的需求与日俱增,越来越多的本科毕业生和在职人员有志于报考硕士研究生,为了进一步学习深造。本书可以帮助报考生物制药、生物技术、生物法检、生物工程、食品工程等专业及其相关专业研究生的考生系统复习《生物化学》,并在较短的时间内使其达到较好的效果。《生物化学辅导与习题精选》是根据普通高等院校《生物化学》教学大纲的要求,以沈同、王镜岩主编的《生物化学》为基础,配合黑龙江大学生命科学学院李盛贤教授主编的 21 世纪高等学校教材《生物化学》编写的。在编写过程中,作者们花费了大量的时间和精力针对各章的重点与难点,全面系统地设计了一系列试题。另外,本书的编写者精心挑选了国内外在生物化学方面较强的数十所院校近年来的考研试题的精华部分,按章节编排在一起,使学生和考生能清楚地了解各高校在生物化学考研方面的基本情况,并由此清晰、准确地把握近年来考研趋向,使学生对知识点有更深入的理解。本书的作者是生物化学、生物化学实验及相关课程教学第一线的教师,他们治学严谨,勤于钻研,勇于创新,积累了丰富的教学经验和科研经验。相信本书的出版,对读者考研复习或学习相关专业基础课程能起到帮助作用。本人愿将此书推荐给生命科学及相关专业的本科生、硕士生及相关教师与研究人员作为考研和教学参考。

周东坡

2007 年 5 月

前 言

生物化学是生物科学中最活跃的分支学科之一,是现代生物学和生物工程技术的重要基础课程。工业、农业、医药、食品、能源、环境科学等越来越多的研究领域都以生物化学理论为依据,以其实验技术为手段。生物化学是高等院校生命学科各专业及相关学科普遍开设的重要专业基础课程。打好坚实的生物化学基础,使学生对该学科的基本理论与基本研究技术的原理有较全面和清晰的理解,对相关专业知识的学习和研究有所帮助。为了使广大学生较快和较好地掌握生物化学知识,我们特编写本书,供大家阅读,以巩固课堂学习的理论知识和实验技能,同时也有助于报考生物制药、生物技术、生物法检、生物工程、食品工程等专业及其相关专业研究生的考生进行系统复习。

本书共 13 章,基本涵盖了国内高等院校基础生物化学和普通生物化学教学大纲中列出的主要内容。

参加本书编写的教师有:余琼(第 4、5、6、10、11 章),李盛贤(第 8、12 章),赵丹丹(第 3、7、13 章),刘丽萍(第 1、2、9 章)。

本书的编写得到了黑龙江大学生命科学学院院长平文祥教授、副院长李海英教授等的大力支持;黑龙江大学教学名师周东坡教授为本书写序;徐华峰老师,王超、孙怡宁、迟双会、杨光等同学对本书的编写做了很多的基础工作;本书在编写过程中征求了多所高校同行的意见,得到多位热心人士的帮助,在此一并表示真诚的感谢!

尽管在编写过程中对书稿做了多次审定,鉴于编者水平有限,时间仓促,不足和疏漏之处在所难免,热切欢迎使用本书的教师和同学给予指正。

编 者

2007 年 5 月

目 录

第1章 糖类	1
1.1 糖类概述	1
1.2 单糖的结构和性质	1
1.3 寡糖的结构和性质	2
1.4 同聚多糖和杂聚多糖	2
1.5 复合糖	2
习 题	3
答 案	6
第2章 脂质和生物膜	10
2.1 脂类概述	10
2.2 单脂的结构和性质	10
2.3 复脂的结构和性质	10
2.4 其他脂质的结构和性质	11
2.5 脂质的分离提取与鉴定	11
2.6 生物膜	11
习 题	12
答 案	18
第3章 蛋白质化学	22
3.1 蛋白质的基本结构单位——氨基酸	22
3.2 肽和肽键	23
3.3 蛋白质的分子结构	24
3.4 蛋白质的理化性质	25
3.5 蛋白质及氨基酸的分离纯化与测定	25
习 题	26
答 案	41
第4章 核酸化学	55
4.1 核酸的分类	55
4.2 DNA 的结构	55
4.3 RNA 的结构	56
4.4 核酸的性质	57
习 题	59
答 案	68

第5章 酶 学	73
5.1 酶学概述	73
5.2 酶的结构与功能的关系	73
5.3 酶催化反应的机制	74
5.4 酶促反应动力学	74
5.5 酶的制备	76
习 题	76
答 案	91
第6章 维生素和辅酶	101
习 题	102
答 案	108
第7章 生物氧化	115
7.1 生物氧化的概念和特点	115
7.2 线粒体氧化体系	115
7.3 ATP 的生成、转移、储存和利用	116
7.4 非线粒体氧化体系	117
习 题	117
答 案	129
第8章 糖代谢	138
习 题	138
答 案	143
第9章 脂类代谢	145
9.1 脂肪代谢的概述	145
9.2 脂肪的分解代谢	145
9.3 脂肪的合成代谢	146
9.4 磷脂代谢	147
9.5 胆固醇代谢	147
9.6 脂类代谢调控	147
9.7 脂质代谢在工业上的应用	148
习 题	148
答 案	153
第10章 蛋白质和氨基酸代谢	156
10.1 蛋白质生物合成体系	156
10.2 蛋白质生物合成过程	156
10.3 真核生物与原核生物蛋白质合成的区别	161
10.4 蛋白质合成后的加工和折叠	161
10.5 蛋白质的运输	161

10.6	遗传密码的概念	161
10.7	密码子和反密码子	162
10.8	密码子的通用性、密码子的简并性、密码子的变偶性及各自的生物学意义	162
10.9	遗传密码的特点	163
10.10	核糖体及多核糖体的概念、核糖体的功能、原核生物与真核生物核糖体的差异	163
10.11	转氨反应	165
10.12	蛋白质的需要量和营养价值	165
10.13	蛋白质的消化、吸收与腐败	165
10.14	泛 肽	166
10.15	联合脱氨基作用	166
10.16	腺嘌呤核苷酸循环	166
	习 题	166
	答 案	185
第 11 章	核酸代谢	198
11.1	核酸降解及核酸分解和合成代谢	198
11.2	DNA 的复制	199
11.3	RNA 的生物合成	200
	习 题	200
	答 案	215
第 12 章	蛋白质的生物合成	225
12.1	蛋白质合成体系	225
12.2	蛋白质合成	225
12.3	蛋白质的翻译后加工	225
	习 题	225
	答 案	231
第 13 章	细胞代谢和基因表达的调控	235
	习 题	238
	答 案	247
	参考文献	257

第1章 糖 类

1.1 糖类概述

糖主要由 C、H、O 三种元素组成,从化学角度来看,糖是一类多羟基醛或多羟基酮及其缩聚物和衍生物。糖包括羟醛(醛糖)、羟酮(酮糖)及其衍生物,其中有单糖、二糖、寡糖、多糖及糖蛋白与蛋白多糖。除了最简单的酮糖二羟丙酮以外,其他的糖都是手性分子,表现出光学活性。对于给定的单糖,有可能存在着 2^n 个立体异构体, n 为手性碳的数目。

1.1.1 糖的命名与分类

- (1)根据来源命名,如核糖、葡萄糖、果糖、麦芽糖、蔗糖和乳糖。
- (2)根据碳原子数命名,如丙糖、丁糖、戊糖、己糖等。
- (3)根据羰基位置命名,如醛糖、酮糖等。
- (4)根据糖分子数命名,如二糖、三糖、四糖、五糖、六糖。
- (5)根据糖类物质能否水解以及水解后的产物,可将糖分为单糖、寡糖和多糖。

1.1.2 糖的生物学功能

糖是物质代谢的主要能源来源,也是用于合成其他生物分子的碳源,还是蛋白质中识别因子的成员。

1.2 单糖的结构和性质

在溶液中许多单糖主要是以环状结构形式存在,与其开链形式处于平衡状态之中。

1.2.1 单糖的物理性质

单糖具有旋光性、甜度、水溶解性等物理性质。

1.2.2 单糖的结构

单糖可以经分子内反应形成环状结构(半缩醛或半缩酮),并使羰基碳转化为手性碳(异头碳),异头碳取代物的构型存在着 α - 或 β - 构型,即存在着两个光学异构物(异头物)。

1.2.3 单糖的化学性质

单糖是多羟基的醛或酮,具有羰基和羟基的性质,其中羰基参与的化学反应有氧化、还原、与苯肼加成、异构化,羟基参与的反应有成酯、成醚、脱水、脱氧、氨基化。异头羟基可参与成苷反应。

带有游离半缩醛羟基的糖称为还原糖。还原糖容易被较弱的氧化剂,例如 Cu^{2+} 、 Ag^{+} 氧化。Fehling 试剂(含有酒石酸钾钠、氢氧化钠和 CuSO_4)与葡萄糖反应,葡萄糖被氧化成葡糖酸,而 Cu^{2+} 被还原为 Cu^{+} 。利用 Fehling 反应可定性测定还原糖的存在。

1.3 寡糖的结构和性质

在寡糖和多糖中,单糖单位之间是通过涉及异头碳的键(糖苷键)连接的。最常见的两种类型是 $\alpha(1\rightarrow4)$ 和 $\beta(1\rightarrow4)$ 糖苷键,都是由一个糖的异头碳羟基与另一个糖的第4位羟基缩合形成的,由于异头碳上的构型不同,而有 α -和 β -之分。另一种糖苷键是 $\alpha(1\rightarrow6)$ 糖苷键,出现在支链淀粉和糖原分子中。

1.3.1 二糖

四种重要的二糖是麦芽糖、纤维二糖、乳糖和蔗糖。乳糖是纤维二糖的差向异构体,是奶中糖的主要成分。许多植物都可合成蔗糖,它是在自然界中发现的最丰富的糖。由于蔗糖中的两个单糖的异头碳都参与了糖苷键的形成,所以蔗糖没有还原性。

1.3.2 三糖

三糖是由三个单糖缩合而成的糖,常见的有棉子糖、龙胆三糖、松三糖。

1.3.3 四糖、五糖和六糖

水苏糖是四糖,毛蕊花糖是五糖,筋骨草糖是六糖。它们一般存在于植物中。

1.4 同聚多糖和杂聚多糖

1.4.1 同聚多糖

同聚多糖是由同一种单糖或单糖的衍生物聚合而成,常见的有淀粉、糖原、右旋糖酐、纤维素、壳多糖等。

淀粉和糖原是主要的储存多糖,而纤维素和几丁质是主要的结构多糖。直链淀粉中的葡萄糖单位之间靠 $\alpha(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接,支链淀粉和糖原中除了含有 $\alpha(1\rightarrow4)$ 糖苷键外,在分支点外还含有 $\alpha(1\rightarrow6)$ 糖苷键。纤维素是生物圈中最丰富的有机化合物,葡萄糖之间靠 $\beta(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接。几丁质是自然界中另一类丰富的酮多糖,它的单糖单位是 $\beta(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接的N-乙酰葡萄糖胺。

1.4.2 杂聚多糖

杂聚多糖是指水解产物为一种以上单糖或单糖衍生物的多糖,其中有的还含有非糖物质。常见的有琼脂、果胶物质、半纤维素、树胶、细菌多糖、糖胺聚糖等。

1.5 复合糖

重要的复合糖包括肽聚糖、糖蛋白和蛋白聚糖。

1.5.1 肽聚糖

肽聚糖是细菌细胞壁的主要成分,肽聚糖的聚糖成分是重复的二糖聚合物,肽聚糖是由N-乙酰葡萄糖胺和N-乙酰胞壁酸交替连接的杂聚多糖与不同组成的肽交叉连接形成的大分子。

1.5.2 糖蛋白

大多数糖蛋白可以按照使蛋白质与它的糖连接的键的性质分为3类:O-糖苷键型糖蛋白、N-糖苷键型糖蛋白和连有磷脂酰肌醇-聚糖的糖蛋白。在大多数的O-糖苷键型糖蛋白中,主要的键是N-乙酰葡萄糖胺和一个丝氨酸或苏氨酸残基之间形成的键。

1.5.3 蛋白聚糖

软骨中的主要蛋白聚糖是大分子的聚合物,主要由透明质酸、硫酸软骨素、硫酸角质素、特殊的核心蛋白和连接蛋白组成。

习 题

一、解释题

1.糖 2.醛糖 3.酮糖 4.异头物 5.异头碳 6.变旋 7.单糖 8.糖苷 9.糖苷键 10.寡糖 11.多糖 12.还原糖 13.糖原 14.淀粉 15.极限糊精 16.肽聚糖 17.糖蛋白 18.蛋白聚糖 19.酸性黏多糖 20.糖基化位点

二、填空题

- 1.蛋白聚糖是由_____和_____共价结合形成的复合物。
- 2.直链淀粉遇碘呈_____色,支链淀粉遇碘呈_____色,糖原遇碘呈_____色。
- 3.麦芽糖是由两分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
- 4.糖原和支链淀粉在结构上很相似,都由许多_____组成,它们之间通过_____和_____两种糖苷键相连。两者在结构上的主要差别在于糖原分子比支链淀粉_____、_____和_____。
- 5.纤维素是由_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
- 6.蔗糖是由一分子_____和一分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
- 7.糖类是具有_____结构的一大类化合物。根据其分子大小可分为_____、_____和_____三大类。
- 8.脂多糖一般由_____、_____和_____三部分组成。
- 9.人血液中含有最丰富的糖是_____,肝脏中含有最丰富的糖是_____,肌肉中含有最丰富的糖是_____。
- 10.肽聚糖的基本结构是以_____与_____组成的多糖链为骨干,并与_____肽连接而成的杂多糖。
- 11.乳糖是由一分子_____和一分子_____组成,它们之间通过_____糖苷键相连。
- 12.直链淀粉的构象为_____,纤维素的构象为_____。
- 13.糖苷是指糖的_____和醇、酚等化合物失水而形成的缩醛(或缩酮)等形式的化合物。
- 14.糖肽的主要连接键有_____和_____。
- 15.多糖的构象大致可分为_____,_____,_____和_____四种类型,决定其构象的主要因素是_____。
- 16.糖胺聚糖是一类含_____和_____的杂多糖,其代表性化合物有_____,_____和_____等。
- 17.鉴别糖的普通方法为_____试验。
- 18.常用定量测定还原糖的试剂为_____试剂和_____试剂。

19. 自然界较重要的乙酰氨基糖有_____、_____和_____。
20. 判断一个糖的 D-型和 L-型是以_____碳原子上羟基的位置作依据。
21. 糖类物质的主要生物学作用为(1)_____ (2)_____ (3)_____。

三、选择题

1. 图 1.1 所示的结构式代表哪种糖? ()

- A. α -D-葡萄糖
C. α -D-半乳糖
E. α -D-果糖

- B. β -D-葡萄糖
D. β -D-半乳糖

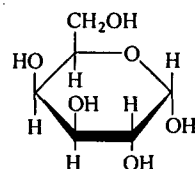


图 1.1

2. 下列哪种糖无还原性? ()

- A. 麦芽糖
C. 阿拉伯糖
E. 果糖

- B. 蔗糖
D. 木糖

3. 下列有关葡萄糖的叙述,哪个是错误的? ()

- A. 显示还原性
C. 莫利希(Molisch)试验阴性
E. 新配制的葡萄糖水溶液其比旋光度随时间而改变
- B. 在强酸中脱水形成 5-羟甲基糠醛
D. 与苯肼反应生成脎

4. 葡萄糖和甘露糖是 ()

- A. 异头体
C. 对映体
E. 非对映异构体,但不是差向异构体

- B. 差向异构体
D. 顺反异构体

5. 图 1.2 所示的结构式代表哪种糖? ()

- A. α -D-吡喃葡萄糖
C. α -D-呋喃葡萄糖
E. α -L-呋喃葡萄糖
- B. β -D-吡喃葡萄糖
D. β -L-呋喃葡萄糖

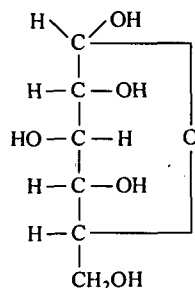


图 1.2

6. 下列哪种糖不能生成糖脎? ()

- A. 葡萄糖
C. 蔗糖
E. 麦芽糖

- B. 果糖
D. 乳糖

7. 图 1.3 所示的结构式代表哪种糖胺聚糖? ()

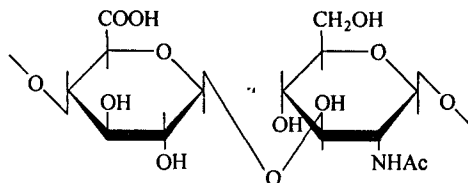


图 1.3

- A. 几丁质(壳多糖)
C. 肝素
E. 硫酸角质素

- B. 硫酸软骨素
D. 透明质酸

8. 下列物质中哪种不是糖胺聚糖? ()

- A.果胶
C.透明质酸
E.硫酸黏液素
- B.硫酸软骨素
D.肝素
- 9.糖胺聚糖中不含硫的是 ()
A.透明质酸
B.硫酸软骨素
C.硫酸皮肤素
D.硫酸角质素
E.肝素
- 10.环状结构的己糖,其立体异构体的数目为 ()
A.4
B.3
C.18
D.32
E.64
- 11.糖原分子中葡萄糖单位之间存在的结合键为 ()
A.只有 β -1,4 糖苷键
B.有 β -1,4 糖苷键与 β -1,6 糖苷键
C.有 α -1,4 糖苷键与 α -1,6 糖苷键
D.有 β -1,6 糖苷键
E.以上都不是

四、判断题

1. α -淀粉酶和 β -淀粉酶的区别在于 α -淀粉酶水解 α -1,4 糖苷键, β -淀粉酶水解 β -1,4 糖苷键。 ()
2. D-葡萄糖的对映体为 L-葡萄糖,后者存在于自然界中。 ()
3. 多糖是相对分子质量不均一的生物高分子。 ()
4. 一切有旋光性的糖都有变旋现象。 ()
5. 脂多糖、糖脂、糖蛋白和蛋白聚糖都是复合糖。 ()
6. 磷壁酸是一种细菌多糖,属于杂多糖。 ()
7. D-葡萄糖、D-甘露糖和 D-果糖生成同一种糖脎。 ()
8. 人体不仅能利用 D-葡萄糖,而且能利用 L-葡萄糖。 ()
9. 由于酮类无还原性,所以酮糖亦无还原性。 ()
10. 果糖是左旋的,因此它属于 L-构型。 ()
11. 糖链的合成无模板,糖基的顺序由基因编码的转移酶决定。 ()
12. α -D-葡萄糖和 α -D-半乳糖结构很相似,它们是差向异构体。 ()
13. D-葡萄糖和 D-半乳糖生成同一种糖脎。 ()
14. 肽聚糖分子中不仅有 L-型氨基酸,而且还有 D-型氨基酸。 ()
15. 糖的变旋现象是由于糖在溶液中起了化学作用。 ()
16. 糖原、淀粉和纤维素分子中都有一个还原端,所以它们都有还原性。 ()
17. 同一种单糖的 α -型和 β -型是对映体。 ()
18. 从热力学上讲,葡萄糖的船式构象比椅式构象更稳定。 ()
19. 醛式葡萄糖变成环状后无还原性。 ()
20. 糖的变旋现象是指糖溶液放置后,旋光方向从右旋变成左旋或从左旋变成右旋。 ()

五、分析计算题

1. 糖类物质如何分类?
2. 什么是单糖的异构化作用?
3. 什么是环糊精? 其结构有什么特点?
4. 什么是同质多糖? 有哪些同质多糖?
5. 什么是杂多糖?
6. 糖蛋白有什么生物学功能?

7. 海藻糖是一种非还原性二糖, 没有变旋现象, 不能生成脎, 也不能用溴水氧化成糖酸, 用酸水解只生成 D-葡萄糖, 可以用 α -葡萄糖苷酶水解, 但不能用 β -葡萄糖苷酶水解, 甲基化后水解生成两分子 2,3,4,6-四-O-甲基-D-葡萄糖, 试推测海藻糖的结构。

答 案

一、解释题

1. 糖: 亦称碳水化合物, 是自然界中分布十分广泛的, 分子式为 $C_m(H_2O)_n$ 的有机物。糖存在于植物、动物和微生物中。

2. 醛糖: 一类单糖, 该单糖中氧化数最高的碳原子是一个醛基。

3. 酮糖: 一类单糖, 该单糖中氧化数最高的碳原子(指定为 C-2)是一个酮基。

4. 异头物: 仅在氧化数最高的碳原子上具有不同构型糖分子的异构体。

5. 异头碳: 环化单糖的氧化数最高的碳原子。异头碳具有羰基的化学反应性。

6. 变旋: 指吡喃糖、呋喃糖或糖苷伴随它们的 α -和 β -异构形式的平衡而发生比旋度的变化。

7. 单糖: 由 3 个或更多碳原子组成的具有经验公式 $(CH_2O)_n$ 的简单糖。

8. 糖苷: 单糖半缩醛羟基与另一个分子(例如醇、糖、嘌呤或嘧啶)的羟基、胺基或巯基缩合形成的含糖衍生物。

9. 糖苷键: 一个糖的半缩醛羟基与另一个分子(例如醇、糖、嘌呤或嘧啶)的羟基、胺基或巯基缩合形成的缩醛键或缩酮键。常见的糖苷键有 O-糖苷键和 N-糖苷键。

10. 寡糖: 由 2~20 个单糖残基通过糖苷键连接形成的聚合物。

11. 多糖: 20 个以上的单糖通过糖苷键连接形成的聚合物。

12. 还原糖: 羰基碳(异头碳)没有参与形成糖苷键, 因此可被氧化充当还原剂, 这样的糖称为还原糖。

13. 糖原: 是含有分支的 $\alpha(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接的葡萄糖的同聚物, 支链在分支点处通过 $\alpha(1\rightarrow6)$ 糖苷键与主链相连。

14. 淀粉: 一类多糖, 是葡萄糖残基的同聚物。淀粉有两种形式: 一种是直链淀粉, 没有分支, 只通过 $\alpha(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接葡萄糖残基聚合物聚合而成; 另一种是支链淀粉, 是含有分支的 $\alpha(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接的葡萄糖残基聚合物, 支链在分支点处通过 $\alpha(1\rightarrow6)$ 糖苷键与主链相连。

15. 极限糊精: 是指支链淀粉中带有支链的核心部分, 该部分在支链淀粉经水解酶的作用、糖原磷酸化酶或淀粉磷酸化酶作用后仍然存在。糊精的进一步降解需要去分支酶催化 $\alpha(1\rightarrow6)$ 糖苷键的水解。

16. 肽聚糖: 是 N-乙酰葡萄糖胺和 N-乙酰胞壁酸交替连接的杂聚多糖与不同组成的肽交叉连接形成的大分子。肽聚糖是许多细菌细胞壁的主要成分。

17. 糖蛋白: 是指含有共价连接的葡萄糖及其衍生物残基的蛋白质。

18. 蛋白聚糖: 由杂多糖与一个多肽链组成的杂化的大分子, 多糖是分子的主要成分。

19. 酸性黏多糖: 含有硫酸根的蛋白聚糖, 如硫酸软骨素、硫酸角质素等。

20. 糖基化位点: 糖蛋白分子中可与糖形成连接的特定氨基酸序列, 即天冬酰胺-丝氨酸/苏氨酸。

二、填空题

1. 蛋白质 糖胺聚糖 2. 蓝 紫 红 3. D-葡萄糖 α -1,4 4. D-葡萄糖 α -1,4 和 α -1,6 分支多 链短 结构更紧密 5. D-葡萄糖 β -1,4 6. D-葡萄糖 D-果糖 α, β -1,2 7. 多羟基醛或多羟基酮 单糖 低聚糖 多糖 8. 外层专一性寡糖链 中心多糖链 脂质 9. 葡萄糖 糖原 糖原 10. N-乙酰-D-葡萄糖胺 N-乙酰胞壁酸 四 11. D-葡萄糖 D-半乳糖 β -1,4 12. 螺旋 带状 13. 半缩醛(半缩酮)羟基 14. O-糖苷键 N-糖苷键 15. 螺旋 带状 皱折 无规卷曲 糖链的一级结构 16. 己糖胺 糖醛酸 透明质酸 硫酸软骨素 肝素 17. 莫利希(Molisch) 18. 斐林(Fehling) 班乃德(Benedict) 19. N-乙酰葡萄糖胺 N-乙酰胞壁酸 N-乙酰神经氨酸 20. 离羰基最远的一个不对称 21. (1) 供能 (2) 转化为生命必需的其他物质 (3) 充当结构物质

三、选择题

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

四、判断题

1. 错 2. 错 3. 对 4. 错 5. 对 6. 对 7. 对 8. 错 9. 错 10. 错 11. 对 12. 对 13. 错 14. 对 15. 错 16. 错 17. 错 18. 错 19. 错 20. 错

五、分析计算题

1. 答: 糖的种类很多, 按其分子组成可分为如下几类:

(1) 单糖。单糖是含多羟基的醛类或酮类化合物, 是一类不能再水解的最简单的糖类。根据单糖所含的碳原子数目不同, 可将单糖分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖和庚糖。对每种单糖来说, 又有醛糖(含醛基)和酮糖(含酮基)之分。

(2) 低聚糖。又称寡糖, 由几个单糖分子(通常为 2~6 个)脱水缩合而成。重要的低聚糖有二糖(麦芽糖、蔗糖、乳糖)、三糖(棉子糖)、四糖(水苏糖)。

(3) 多糖。由多个单糖分子脱水缩合而成的高分子化合物, 如淀粉、菊粉、糖原、纤维素、半纤维素、右旋糖酐、香菇多糖等。

(4) 糖的衍生物。包括糖的还原产物、氧化产物、氨基取代物以及糖苷化合物。

(5) 复合多糖。如蛋白聚糖、糖脂、糖蛋白, 它们是糖类与蛋白质或脂质相结合的产物。

2. 答: 单糖的异构化作用是指单糖在弱碱或稀碱溶液中, 分子内原子或集团发生重排, 转变为另一种单糖的反应。例如, 将葡萄糖置于稀碱溶液中, 在常温下, 可转变成果糖、山梨糖和甘露糖。在反应中, 葡萄糖可通过烯醇化产生 1,2-烯醇体或 2,3-烯醇体的中间产物, 然后转变为其他单糖。在这个异构化反应的平衡体系中, 主要成分是葡萄糖, 和果糖, 其他单糖较少。

3.答:环糊精属于寡糖类,是软化芽孢杆菌作用于淀粉的产物,由6~8个葡萄糖分子以 $\alpha(1\rightarrow4)$ 糖苷键连接成环状结构。分子中无游离的半缩醛羟基,是一种非还原糖。图1.4是由6个葡萄糖分子组成的 α -环糊精,其分子结构特点是C-6上的羟基均在大环的一侧,而C-2、C-3上的羟基在另一侧。当多个环状分子彼此叠加成圆筒形多聚体时,圆筒形外壁排列着葡萄糖残基的羟甲基。圆筒内壁由疏水的C—H和氧环组成。因此,筒外壁成亲水性,筒内成疏水性。由于环糊精分子具有这种结构,被广泛用于食品、医学、轻工业等方面,用作稳定剂和乳化剂。

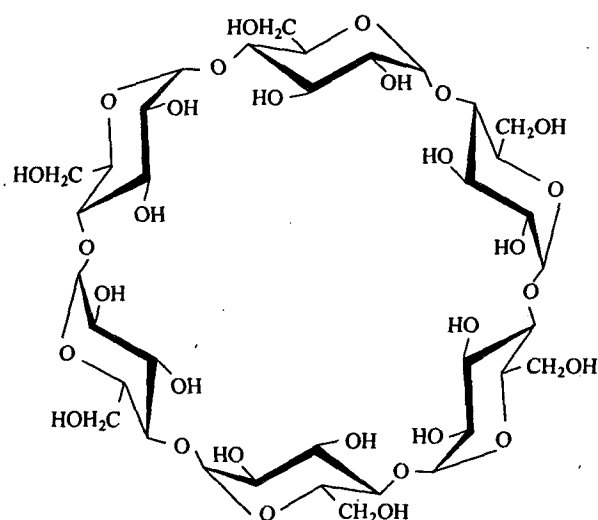


图 1.4 环糊精结构图

4.答:同质多糖是由同一类型的单糖聚合形成的多糖,这类多糖广泛分布在植物、动物、微生物体内,有的是营养性储藏物质,有的是结构物质。

常见的同质多糖有葡聚糖,由葡萄糖聚合而成。此外,果糖、半乳糖、甘露糖、木糖、半乳糖酸及阿拉伯糖也可聚合成相应的同质多糖。

表 1.1 动植物中的同质多糖

名 称	糖 苷 键 ,	存 在
直链淀粉	$\alpha(1\rightarrow4)$	植物
支链淀粉	$\alpha(1\rightarrow4)$ 及 $\alpha(1\rightarrow6)$	植物
纤维素	$\beta(1\rightarrow4)$	植物
糖 原	$\alpha(1\rightarrow4)$ 及 $\alpha(1\rightarrow6)$	动物
香菇多糖	$\beta(1\rightarrow3)$	香菇
昆布多糖	$\beta(1\rightarrow3)$	昆布(海带)
茯苓多糖(支链)	$\beta(1\rightarrow3)$ 及 $\beta(1\rightarrow6)$	茯苓
菊粉(果聚糖)	$\beta(2\rightarrow1)$	大理菊、蒲公英
甘露聚糖(直链)	$\beta(1\rightarrow4)$	禾谷类茎秆
甘露聚糖(支链)	$\beta(1\rightarrow6)$, $\beta(1\rightarrow2)$, $\beta(1\rightarrow3)$	酵母、霉菌、橡树
半乳聚糖(直链)	$\alpha(1\rightarrow4)$	水果果胶质
半乳聚糖(支链)	$\beta(1\rightarrow6)$, $\beta(1\rightarrow3)$	蜗牛
多缩阿拉伯糖	$\alpha(1\rightarrow4)$	花生米
多缩木糖	$\beta(1\rightarrow4)$	玉米芯、芦苇、麻
壳多糖	$\beta(1\rightarrow4)$	昆虫、节肢动物

5.答:由两种以上不同的单糖构成的多糖称杂多糖。常见的有如下几种:

(1)果胶。果胶分子较复杂,其主要的多糖链为D-乳糖醛酸和L-鼠李糖。除此以外还含有阿拉伯寡糖基、甘露寡糖基、木寡糖基及半乳寡糖基为其侧链。果胶存在于植物细胞中,是细胞的黏合物质。

(2)琼脂及琼脂糖。琼脂是琼脂胶和琼脂糖的混合物,是一种海藻多糖。琼脂糖的水解产物中有D-半乳糖和 α -3,6-脱水-L-半乳糖。琼脂胶是一种含硫酸根和羧基的强酸性多糖,主要由硫酸基、甲氧基和丙酮酸组成。

(3)藻酸。也是一种海藻多糖,组成它的单糖是D-甘露糖醛酸和L-古洛糖醛酸。

(4)半纤维素。存在于植物细胞壁中,是植物体中的一种重要的支撑物质,用稀酸水解时可得到多种己糖、戊糖和糖醛酸。

(5)树胶。存在于高等植物细胞壁中,将阿拉伯树胶分解,可得到L-阿拉伯糖、D-半乳糖、L-鼠李糖和葡萄糖醛酸等多种组分。

(6)糖胺聚糖。糖胺聚糖有透明质酸(含 β -葡萄糖醛酸和 β -乙酰氨基葡萄糖)、硫酸软骨素(含乙酰氨基半乳糖和葡萄糖醛酸)、硫酸皮肤素(含L-艾杜糖醛酸和乙酰氨基半乳糖)以及肝素(含D-氨基葡萄糖和L-艾杜糖醛酸)等数种。糖胺聚糖与蛋白质共价结合后形成蛋白聚糖,又称黏蛋白和黏多糖,存在于动物组织和器官中。

6.答:在动植物中存在有各种各样的糖蛋白,它们都有极其重要的生物学功能,其主要功能如下:

(1)具有保护功能。保护组织及黏膜免受损伤和免受微生物、病毒侵染,例如颌下腺颌黏液中糖蛋白,环节动物的表皮胶原以及某些植物凝集素,都具有保护功能。

(2)具有运输功能。如转运甲状腺素的结合蛋白,运输铜的铜蓝蛋白,运输铁的铁蛋白,运输氧的触珠蛋白等。

(3)参与凝血过程。如凝血酶原和纤维蛋白。

(4)决定血型。存在于红细胞中的血型物质,其含糖部分决定生物体的血型。

(5)酶的组成成分。如核糖核酸酶B、胃蛋白酶、血清胆碱酯酶、菠萝蛋白酶,均属糖蛋白。

(6)某些激素本身就是糖蛋白,如促甲状腺素、促卵泡激素、绒毛膜促性腺激素等。

(7)抗凝固作用。南极鳕鱼中存在一种抗冷冻蛋白,使鳕鱼能在寒冷的水中生活。

(8)具有免疫作用。肌体内全部的免疫球蛋白均具有免疫作用。

(9)决定细胞的识别作用。豆科植物细胞的外源凝集素是一种糖蛋白,它对于根瘤菌与豆科宿主间的亲和性起决定作用。花粉能否在柱头上受精萌发也取决于花粉外层的糖蛋白。

7.答:用酸水解海藻糖只生成D-葡萄糖,证明海藻糖由D-葡萄糖组成。海藻糖是一种非还原性二糖,没有变旋现象,不能生成脎,也不能用溴水氧化成糖酸,说明它的两个单糖基通过1,1糖苷键相连。可用 α -葡萄糖苷酶水解,但不能用 β -葡萄糖苷酶水解,说明是 α -糖苷键。甲基化后水解生成两分子2,3,4,6-四-O-甲基-D-葡萄糖,说明其葡萄糖是吡喃型。其结构式为

