

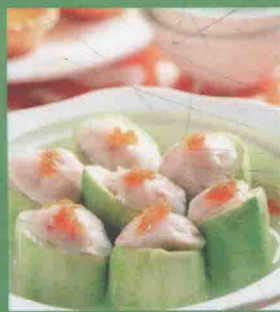
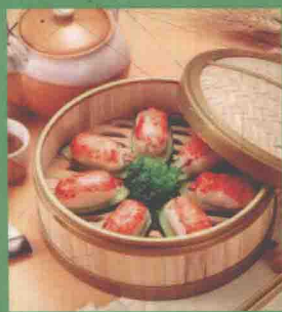


“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

食品生物化学实训教程

(第二版)

张邦建 崔雨荣 主编



科学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

食品生物化学实训教程

(第二版)

主 编 张邦建 崔雨荣

副主编 庞彩霞 魏 元 李 卿

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书的主要内容包括糖类、脂类、蛋白质、酶、核酸、维生素、水与矿物质、物质代谢等实训模块,每个模块又包括背景知识、技能训练及拓展知识三部分。

本书可作为职业教育轻化工类、生物技术类、食品类等专业的教材,还可作为相关科研院所实验技术人员的参考资料和相关企业该类技术工种的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

食品生物化学实训教程/张邦建,崔雨荣主编.—2版.—北京:科学出版社,2015

“十二五”职业教育国家规划教材·经全国职业教育教材审定委员会审定
ISBN 978-7-03-043047-2

I. ①食… II. ①张…②崔… III. ①食品化学-生物化学-高等职业教育-教材 IV. ①TS201.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 012823 号

责任编辑:沈力匀 / 责任校对:马英菊
责任印制:吕春珉 / 封面设计:马晓希

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年3月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2016年1月第 二 版 印张:15 1/2

2016年1月第一次印刷 字数:380 000

定价:36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VP04)

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

第二版前言

《食品生物化学实训教程》是在原普通高等教育“十一五”国家级规划教材《食品生物化学实训教程》的基础上修订而成的。在编写过程中,编者总结了教学、科研及生产实践经验,查阅了大量相关资料,以食品工业生产所需知识为核心,以满足食品生物专业课程及生产需求为目标,以方便学生学习为出发点,在保留实训项目导引的基础上,把知识点、线更加简洁、条理化,将理论知识融入实训原理之中,改变了理论和实训相分立的局面。通过本书的引导,将课堂教学搬到实验室,真正实现“教、学、做”一体化的教学模式,增强教学效果。

本书由来自不同高校长期从事教学、生产一线,具有深厚理论基础和丰富教学实践经验的教师和企业高级技术人员参与编写工作,并吸收了行业专家、企业高级管理人员的意见和建议。由张邦建、崔雨荣担任主编,庞彩霞、魏元、李卿担任副主编。包头轻工职业技术学院侯建平教授担任主审。

参加本书编写的人员具体分工如下:包头轻工职业技术学院张邦建、魏元负责编写糖类,呼和浩特职业学院庞彩霞、内蒙古伊利乳业集团质量管理部许树琴负责编写脂类,包头轻工职业技术学院崔雨荣、内蒙古农业大学职业技术学院赵雪平负责编写蛋白质和酶,包头轻工职业技术学院张记霞、韩文清和成宇峰负责编写核酸,包头轻工职业技术学院王倩倩、内蒙古蒙牛乳业集团质量监督中心李卿负责编写维生素,魏元、庞彩霞同时负责编写水与矿物质,张邦建、张记霞也负责编写物质代谢,沈弘负责编写附录一至附录三。

本书编写过程中得到了教育部高等学校高职高专食品类专业教学指导委员会主任委员贡汉坤、副主任委员逯家富、委员江建军、王尔茂、莫慧萍、朱维军等老师和科学出版社沈力匀编审的悉心指导,谨在此表示衷心感谢。并对所参考书籍、资料(包括网上资料)、文献的作者,因难以一一鸣谢,在此一并致谢。

由于作者水平有限,书中不妥和疏漏之处在所难免,欢迎使用者批评指正。

第一版前言

为认真贯彻落实教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》中提出的“加大课程建设与改革的力度，增强学生的职业能力”的要求，适应我国职业教育课程改革的趋势，我们根据食品行业各技术领域和职业岗位（群）的任职要求，以“工学结合”为切入点，以真实生产任务或/和工作过程为导向，以相关职业资格标准基本工作要求为依据，重新构建了职业技术/技能和职业素质基础知识培养两个课程系统。在不断总结近年来课程建设与改革经验的基础上，组织开发、编写了高等职业教育食品类专业教材系列，以满足各院校食品类专业建设和相关课程改革的需要，提高课程教学质量。

能承担普通高等教育“十一五”国家级规划教材《生物化学实训教程》的编写任务，是我们的光荣，同时也深感责任重大。针对当前生物化学及生物化学实训教材版本繁多，教材内容与高等职业教育实际教学脱离的现状，为了能编写出一本与实际教学紧密结合的教材，我们博采各家所长，特组织来自全国各高校长期从事教学、生产第一线，具有深厚理论基础和丰富实践经验的教师参与本书的编写工作。

本书突破原生物化学实验的固有体系，以实训项目作引导，按知识点、线循序渐进，将理论知识融入实训原理之中，实训内容按模块设置，彻底改变理论、实训相分立的局面，推进课程改革、教法改革，增强了理论联系实际的功能。

生物化学课作为应用专业技术基础课程，多年的教学经验使我们对传统的课堂教学模型产生了质疑，即使教师在课堂上将生物化学知识与生活、生产实际紧密联系，学生依旧茫然。为了便于学生的理解，调动学生主动学习的积极性，我们希望通过本书的引导，可以将课堂教学搬到实验室，以实现“教、学、做”一体化的模式。

考虑到全国举办食品类专业的高职院校较多，专业方向和定位上总有差别，一门课程在教学内容选取与课时安排上或有出入，我们采取了广泛取材、整体融合的技术处理，旨在兼容各家所需，也为轻化工类、生物技术类、食品类专业选用教材提供了方便。

本书编写分工为：包头轻工职业技术学院崔雨荣编写了蛋白质实训模块，魏小雁编写维生素化学实训模块，韩文清、张记霞编写核酸化学实训模块，张邦建、张义华编写物质代谢实训模块，张邦建、沈弘编写了附录一、二、三，包头轻工职业技术学院崔雨荣和湖北生物科技职业学院向金梅编写酶化学实训模块，湖北生物科技职业学院吴芬编写脂类化学实训模块，广州轻工职业技术学院黄敏编写糖类化学实训模块。张邦建、崔雨荣任主编，韩文清任副主编，包头轻工职业技术学院教授侯建平任主审。



本书经教育部高职高专食品类专业教学指导委员会组织审定。在编写过程中，得到教育部高职高专食品类专业教学指导委员会、中国轻工职业技能鉴定指导中心的悉心指导、科学出版社的大力支持，谨此表示感谢。在编写过程中，参考了许多文献、资料，包括大量网上资料，难以一一鸣谢，在此一并感谢。

限于作者水平，试图改革创新，书中不妥和疏漏之处在所难免，欢迎使用者批评指正。

目 录



第二版前言



第一版前言

实训模块一 糖类	1
背景知识	1
复习与回忆	1
基础知识	4
技能训练	13
实训项目举例	13
还原糖和总糖的测定	13
可选实训项目	16
实训一 焦糖的制作及食品非酶褐变程度的测定	16
实训二 淀粉糖浆的制备及其葡萄糖值的测定	18
实训三 食品中蔗糖含量的测定	21
实训四 粗纤维含量的测定	23
实训五 果胶质含量测定(重量法)	25
拓展知识	27
一、糖与食品加工技术的关系以及在食品工业中的应用	27
二、生化检测技术介绍:紫外-可见分光光度技术	29
实训模块二 脂类	33
背景知识	33
复习与回忆	33
基础知识	33
技能训练	37
实训项目举例	37
油脂酸价的测定	37
可选实训项目	39
实训一 卵磷脂的制备及鉴定	39
实训二 油脂皂化价的测定	40
实训三 食品中粗脂肪含量的测定	42
拓展知识	44
一、脂质与食品加工技术的关系以及在食品工业中的应用	44
二、生化检测技术介绍:气相色谱层析	45
实训模块三 蛋白质	48
背景知识	48
复习与回忆	48
基础知识	48
技能训练	61



实训项目举例	61
蛋白质的两性反应和等电点的测定	61
可选实训项目	63
实训一 氨基酸的纸层析技术	63
实训二 蛋白质及氨基酸的呈色反应	65
实训三 蛋白质的透析	69
实训四 牛奶中水解蛋白类物质的测定	70
实训五 牛奶热冲击实验	71
实训六 SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳法测定蛋白质相对分子质量	72
实训七 牛奶酸度测定——酒精实验	76
拓展知识	77
一、蛋白质与食品加工技术的关系以及在食品工业中的应用	77
二、生化检测技术介绍	78
实训模块四 酶	87
背景知识	87
复习与回忆	87
基础知识	87
技能训练	103
实训项目举例	103
酶的特性实验	103
可选实训项目	106
实训一 血清碱性磷酸酶的测定	106
实训二 过氧化氢酶(CAT)活力的测定	109
实训三 过氧化氢酶、过氧化物酶的作用	111
实训四 碱性磷酸酶的反应动力学性质	113
实训五 淀粉酶活力的测定	120
拓展知识	122
一、酶与食品加工技术的关系以及在食品工业中的应用	122
二、酶的固定化技术	124
实训模块五 核酸	127
背景知识	127
复习与回忆	127
基础知识	127
技能训练	136
实训项目举例	136
酵母蛋白质和 RNA 的制备(稀碱法)	136
可选实训项目	138
质粒 DNA 的提取、酶切与鉴定	138
拓展知识	141
一、生物大分子的提取	141
二、核酸的提取和沉淀分离	144
三、离心技术	146
实训模块六 维生素	151
背景知识	151
复习与回忆	151

基础知识	152
技能训练	160
实训项目举例	160
胡萝卜中维生素 A 和维生素 E 的测定	160
可选实训项目	164
实训一 维生素 C 的定量测定	164
实训二 食品中维生素 D 的测定	166
拓展知识	168
一、维生素在食品工业中的应用	168
二、高效液相色谱法	171
实训模块七 水分与矿物质	174
背景知识	174
复习与回忆	174
基础知识	174
技能训练	179
实训项目举例	179
水的硬度检测	179
可选实训项目	183
实训一 食品中的水分测定	183
实训二 食品中锌的测定	185
实训三 食品中钙含量的测定 (原子吸收分光光度法)	186
实训四 食品中铁、镁、锰的测定	188
拓展知识	191
一、水分和矿物质与食品加工技术的关系以及在食品工业中的应用	191
二、生化检测技术介绍	194
实训模块八 物质代谢	198
背景知识	198
复习与回忆	198
基础知识	198
技能训练	214
实训项目举例	214
糖代谢实训 (乳酸发酵)	214
可选实训项目	216
实训一 脂肪转化成糖的定性实验	216
实训二 发酵过程中中间产物的鉴定	218
实训三 转氨酶测定	221
拓展知识	224
物质代谢的调控	224
附录一 实训室工作管理条例	228
附录二 生物化学实训试剂的管理	232
附录三 容量仪器的使用方法	234
主要参考文献	238

实训模块一

糖 类

背景知识

复习与回忆

有机化合物遍布自然界，人们的衣、食、住、行都和有机化合物密切相关。人体及其他生物体中存在的蛋白质、核酸等都是有机化合物。生物化学研究的基本物质也多为有机化合物，因此，这里对相关有机化合物的特点和性质进行复习与回忆。

一、有机化合物的定义与特点

有机化合物是指含碳化合物或碳氢化合物及其衍生物。组成有机化合物的元素较少，除 C 和 H 两种主要元素外，还有 O、N、P、S、卤素（F、Cl、Br、I）及某些金属元素等。尽管如此，有机化合物的数目却远远超过无机化合物。目前人类已知的有机化合物达 8000 多万种，而且结构比较复杂。

有机化合物与无机化合物在性质上有着不同的特性，过去人们常用有机化合物的这些特性来与无机化合物相区别。现将有机化合物的共同特性叙述如下：

- (1) 有机化合物一般可以燃烧，而大多数无机化合物不易燃烧。
- (2) 有机化合物的熔点较低，一般不超过 400°C ，而无机化合物一般熔点较高，难以熔化。
- (3) 有机化合物大多难溶于水，易溶于非极性或极性小的溶剂，当然，也有一些有机化合物在水中有较大的溶解度。
- (4) 有机化合物反应速度较慢，通常通过加热或加催化剂提高反应速度，且副反应较多，而很多无机化合物溶液反应瞬间即可完成。

二、有机化合物的分类

有机化合物种类繁多，可分为烃和烃的衍生物两大类。根据有机化合物分子的碳架结构，还可分为开链（链状）化合物、碳环化合物和杂环化合物三类。根据有机化合物分子中所含官能团的不同，又分为烷、烯、炔、芳香烃和醇、醛、羧酸、酯等。

1. 按碳架结构分类

1) 开链化合物

这类化合物分子中的碳原子相互连接成链状，因其最初是在脂肪中发现的，所以又



叫脂肪族化合物。其结构特点是碳原子与碳原子间连接成不闭合的链。

2) 碳环化合物

碳环化合物（含有完全由碳原子组成的环），又可分为脂环族化合物（在结构上可看成开链化合物闭环而成的）和芳香族化合物（含有苯环）两个亚类。

3) 杂环化合物

这类化合物的环除含碳原子以外，还含有其他元素的原子，故叫做杂环化合物。

2. 按官能团分类

决定有机化合物化学性质的主要原子或原子团称为官能团或功能基。含有相同官能团的化合物，其化学性质基本相同。常见的有机化合物及官能团见表 1-1。

表 1-1 常见的官能团及相应化合物的类别

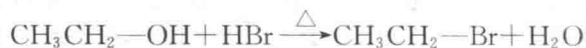
官能团名称	官能团	化合物
碳碳双键	$C=C$	烯烃
碳碳叁键	$C\equiv C$	炔烃
羟基	$-OH$	醇、酚
醚基	$C-O-C$	醚
醛基	$-CHO$	醛
羰基	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C- \end{array}$	酮等
羧基	$-COOH$	羧酸
酰基	$\begin{array}{c} O \\ \\ R-C- \end{array}$	酰基化合物
氨基	$-NH_2$	胺
硝基	$-NO_2$	硝基化合物
巯基	$-SH$	硫醇、硫酚

三、有机化合物反应的基本类型

有机反应是指涉及分子中化学键的断裂及新的化学键的形成，同时生成新的分子的过程，分为自由基反应、离子型反应和协同反应。除此之外，若从反应物和产物之间的相互关系看，有机反应又可以分为以下几类。

1. 取代反应

取代反应即反应物的一个原子（团）被另一个原子（团）取代。取代反应可细分为亲核取代反应、亲电取代反应、自由基取代反应等。例如



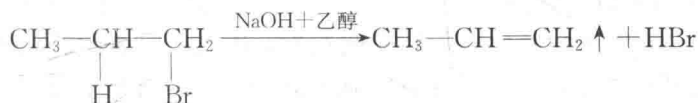
2. 加成反应

加成反应即反应物的不饱和键破裂的反应。加成反应涵盖卤化反应、水合反应、氢化反应和卤化氢加成等反应，主要类型包括亲电加成反应、亲核加成反应和自由基加成反应等。例如



3. 消去反应

消去反应即从反应物分子中除去 2 个或几个原子(团)的反应。有机分子(醇/卤代烃)相邻两碳原子上脱去水/卤化氢分子后, 2 个 C 原子均有多余价电子而形成新的共价键。例如

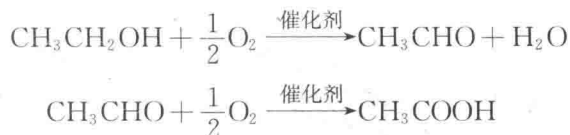


4. 重排反应

重排反应即反应物分子的碳骨架结构发生重新组合的反应。

5. 氧化还原反应

氧化还原反应即反应物被氧化或还原的反应。常见的官能团氧化还原反应包括炔烃到烯烃、烯烃再到烷烃的还原, 以及醇到醛、醛再到羧酸的氧化等。例如



四、有机化合物结构的相关概念

1. 同系物

结构相似, 在分子组成上相差一个或若干个 $-\text{CH}_2$ 原子团的物质, 互称为同系物。

2. 同分异构现象

化合物具有相同的分子式, 但具有不同的结构式的现象, 叫做同分异构现象, 具有同分异构现象的化合物互称为同分异构体。同分异构可分为构造异构和立体异构。

1) 构造异构

构造异构是指分子式相同, 但分子中原子的连接顺序或结合方式不同的现象, 主要包括碳架异构、位置异构、官能团异构、互变异构 4 种。

2) 立体异构

立体异构包括构型异构和构象异构两种。

构型是指分子中原子在空间的不同排布方式, 构象是指仅仅由于分子中碳碳单键的旋转, 而引起分子中各原子在空间的不同排布方式。构型异构包括以下 2 种:

(1) 顺反异构。由于双键或环的存在使分子中某些原子或基团在空间排列位置不同而产生的, 如果 2 个相同的基团在同一侧, 则为顺式; 在相反侧, 则为反式。例如, 如图 1-1 所示, 顺-2-丁烯和反-2-丁烯, 顺-1,4-二甲基环己烷和反-1,4-二甲基环己烷。

(2) 对映异构。由于分子中含有手性碳原子(连有 4 个不同原子或基团), 原子在空间的排列方式不同而使 2 个分子之间具有实物与镜像的关系, 称为对映异构, 如图 1-2 所示。

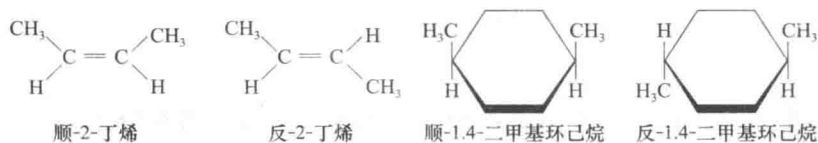


图 1-1 顺反异构体

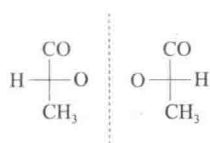


图 1-2 对映异构体

含有手性原子的物质才有对映异构体，才有旋光活性。能使偏振光振动平面向右旋转的叫右旋，用“+”表示；向左旋转的叫左旋，用“-”表示。旋转的角度叫旋光度，通常采用旋光仪测定，并通过计算得到旋光率。人为规定右旋甘油醛为 *D* 构型，左旋甘油醛为 *L* 构型，其他化合物通过与甘油醛对照来确定构型。“*D*，*L*”表示的是构型，“+，-”表示的是旋光方向，两者没有必然的联系，如图 1-3 所示。

构象异构是指由于围绕 σ 键旋转而产生的分子中原子或基团在空间不同的排布方式。如图 1-4 所示为 1-溴丙烷的全重叠构象和对位交叉构象：

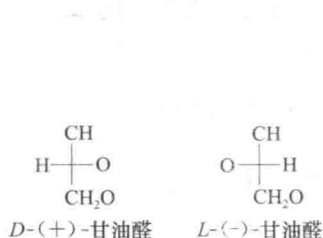
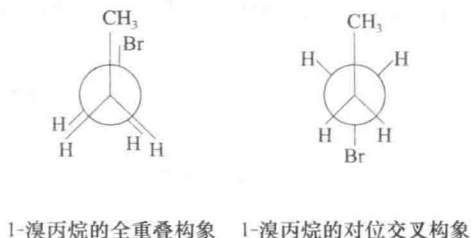
图 1-3 甘油醛的 *D*，*L* 构型

图 1-4 1-溴丙烷的构象异构体

基础知识

一、糖类概述

1. 定义及分类

糖是一大类有机化合物，其化学本质为多羟基醛或多羟基酮类及其衍生物或多聚物，广泛分布于生物体内，其中以植物中的含量最多，为干重的 85%~95%，而在微生物和动物中分别占干重的 10%~30% 和 2%。糖是自然界最丰富的物质之一，为了学习和研究的方便，常根据糖类聚合程度的不同，将糖类分为单糖、寡糖、多糖及多糖衍生物四大类。其中，单糖是最简单的碳水化合物，不能再水解成更小单位，易溶于水，可直接被人体吸收利用；寡糖（又称低聚糖）指聚合度小于或等于 10 的糖类，按水解后所生成的单糖分子的数目，寡糖可分为二糖、三糖、四糖、五糖等，其中以二糖最为重要；多糖又称多聚糖，是由许多单糖分子结合而成的高分子化合物，聚合度大于 10。多糖一般无甜味，不溶于水。

2. 生理功能

糖类是生物体内重要的营养物质，其生理功能如下。

- (1) 提供和储存能量。
- (2) 构成组织及重要的生命物质。



- (3) 起到节约蛋白质的作用。
- (4) 具有解毒功能。
- (5) 提供膳食纤维。

二、单糖的结构及性质

常见的单糖为含有 3~6 个碳原子的多羟基醛或多羟基酮。按其分子中 C 原子数目的多少,单糖可分为丙糖、丁糖、戊糖和己糖等,其中以己糖和戊糖最为重要。

1. 单糖的构型及结构

由于单糖分子中含有多个手性碳原子,可形成多种立体异构体,并有 *D* 型和 *L* 型两种构型,而在自然界中的单糖都是以 *D* 型结构存在的。一般来说,含有不对称碳原子的化合物都有旋光性,其中能使偏振光平面发生顺时针旋转者,称为右旋,用“+”表示;发生逆时针旋转者,称为左旋,用“-”表示。

单糖结构的表示方法有直链结构式、环状结构式等形式,现以葡萄糖的结构为例来进行讨论。

1) 葡萄糖的直链结构式

葡萄糖的分子式为 $C_6H_{12}O_6$, 分子中存在多个不对称碳原子,可形成多种异构体。以甘油醛分子作为基准进行构型划分,可将葡萄糖划分为互为镜像关系的 *D* 型和 *L* 型两大类,其直链式结构如图 1-5 所示。

2) 葡萄糖的环式结构式

葡萄糖的一些理化性质与其链式分子结构不符,如葡萄糖不具备醛类的某些典型反应。于是 1926 年 Haworth 提出用透视式表达葡萄糖的环状结构,故透视式也称哈沃斯式。它认为葡萄糖的醛基与分子中的羟基($-OH$)可发生加成反应,分子环化为环状半缩醛结构式。醛基与 C_4-OH 成氧桥结合,形成五元环,也可与 C_5-OH 结合形成六元环。五元环和六元环分别与呋喃环和吡喃环相似,因此 *D*-葡萄糖有呋喃糖和吡喃糖之分,但由于六元环比五元环稳定,天然葡萄糖分子主要以吡喃环结构存在,如图 1-6 所示。

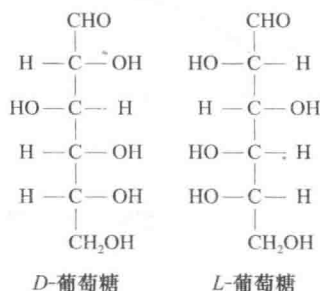


图 1-5 葡萄糖直链结构式

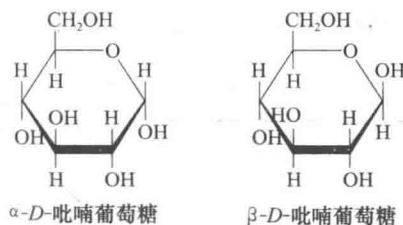


图 1-6 *D*-葡萄糖的吡喃型结构式

葡萄糖分子内形成半缩醛后,半缩醛羟基有两种不同的排列方式,即 *D*-葡萄糖的羰基碳原子上的羟基如位于环平面下方,称为 α -型;羰基碳原子上的羟基如位于环平面上方,称为 β -型。由此产生了 α -型和 β -型两种异构体。

葡萄糖在水溶液中的存在形式主要以 α -型和 β -型环状结构为主，它们与链式之间的平衡关系如图 1-7 所示。

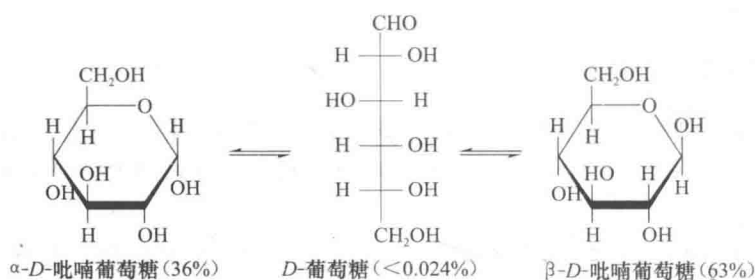


图 1-7 葡萄糖在水溶液中的存在状态

2. 单糖的理化性质

1) 单糖的物理性质

(1) 溶解度。单糖易溶于水，这是由于单糖分子中有许多羟基，增加了它的水溶性，尤其在热水中糖的溶解度极大，但不溶于乙醚、丙酮等有机溶剂。

(2) 甜度。各种糖的甜度不同，通常用感官品评的方法测定，规定蔗糖的甜度为 1，以此为基准，在同样条件下进行各种糖液的比较品评。

(3) 旋光度和比旋光度。单糖分子都有不对称碳原子，其溶液具有旋光性，在一定条件下，测定一定浓度蔗糖溶液的旋光度，可以计算其比旋光度。每种糖都有特征性的比旋光度，据此可以鉴别糖的纯度。也可以在已知比旋光度的情况下，测定样品溶液的旋光度，进而求出纯溶质的浓度。

糖的旋光度一般以比旋光度 $[\alpha]_D^{25}$ 来表示：
$$[\alpha]_D^{25} = \frac{\alpha}{l \times c} \times 100$$

式中： $[\alpha]_D^{25}$ ——比旋光度；

α ——旋光度值；

l ——旋光管长，dm；

c ——每 100mL 溶液中的样品质量，g。

比旋光度仅决定于物质的结构，因此，比旋光度是物质特有的物理常数。常见单糖的比旋光度见表 1-2。

表 1-2 常见单糖的比旋光度 (20℃，钠光)

糖的种类	比旋光度	糖的种类	比旋光度	糖的种类	比旋光度
D-葡萄糖	+52.2	D-甘露糖	+14.2	D-半乳糖	+80.2
D-果糖	-92.4	D-阿拉伯糖	-105.0	D-木糖	+18.8

2) 单糖的化学性质

(1) 与碱的作用。单糖在弱碱作用下，会发生分子内重排，葡萄糖、果糖和甘露糖都可通过烯醇化而相互转化。在体内酶的作用下也能进行类似的转化，如图 1-8 所示。

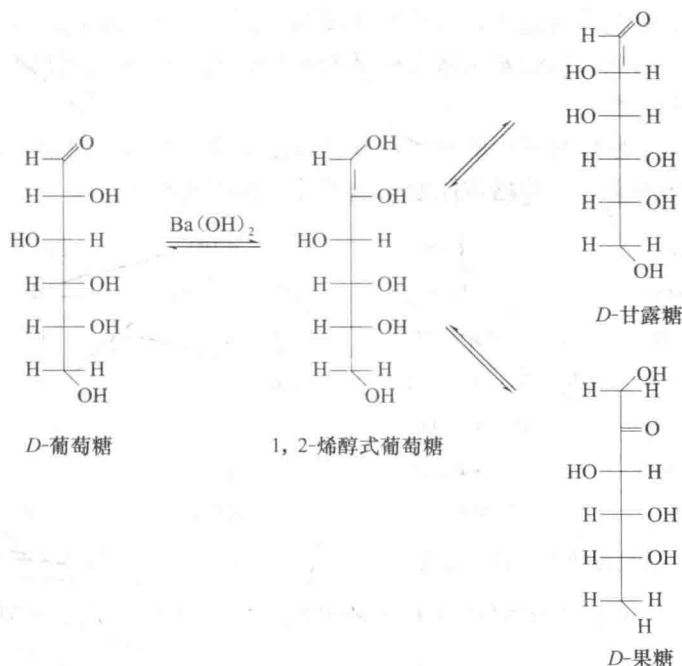


图 1-8 D-葡萄糖在稀碱液作用下的异构化

(2) 氧化反应. 由于醛糖的醛基能氧化成羧基, 酮糖在碱性溶液中可异构化为醛糖, 参与氧化作用, 所以单糖 (包括醛糖和酮糖) 可与菲林试剂 (硫酸铜的碱性溶液) 或班乃迪试剂作用, 使二价铜离子被还原成红色的氧化亚铜沉淀 (图 1-9), 测得氧化亚铜的生成量即可得知溶液中的含糖量, 这个反应常被用来进行糖的定性和定量测定。

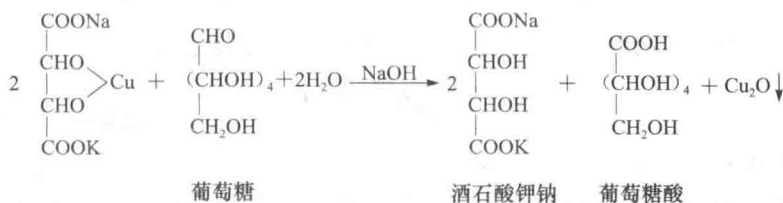
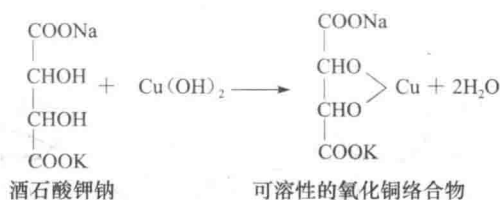


图 1-9 葡萄糖与菲林试剂的反应

单糖能与弱的碱性氧化剂发生反应表明它们具有还原性, 所以把它们称为还原糖。

菲林反应和班乃迪反应可用作还原糖的检验, 但不能区分醛糖和酮糖。当葡萄糖与弱氧化剂溴水作用时, 溴水可把葡萄糖的醛基氧化为羧基, 因此当在醛糖中加入溴水,



稍加热后, 溴水的棕色即可退去, 醛糖生成糖酸 (图 1-10)。这是醛糖特有的反应, 而酮糖则不被氧化, 因此可用溴水来区分醛糖和酮糖; 而用强氧化剂硝酸氧化葡萄糖时, 会生成 1,6-葡萄糖二酸。

(3) 还原反应。单糖分子中的游离羰基易被还原成多元醇。例如, 在钠汞齐及硼氢化钠类还原剂的作用下, 葡萄糖被还原为山梨醇, 如图 1-11 所示。

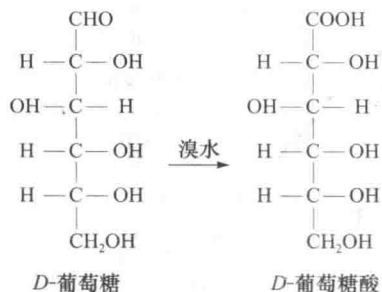


图 1-10 葡萄糖使溴水溶液退色

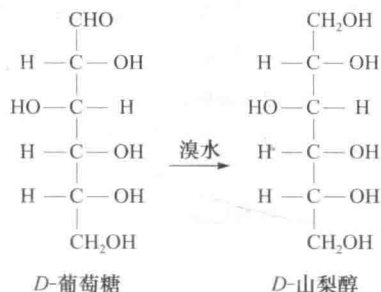


图 1-11 葡萄糖的还原反应

(4) 酯化反应。单糖半缩醛羟基和醇羟基都可与各种酸反应, 生成相应的酯类化合物。

(5) 成苷反应。单糖的半缩醛羟基与醇或酚中的羟基脱水形成缩醛结构物质, 称为糖苷, 此类反应称为成苷反应。糖苷由糖和非糖部分组成, 糖部分称为糖苷基, 非糖部分称为糖配基, 两者之间的化学键称为糖苷键。

3. 重要的单糖及其衍生物

1) D-核糖和 D-2-脱氧核糖

核糖和脱氧核糖是生物体内极为重要的戊糖, 常与磷酸及某些杂环化合物结合而存在于蛋白质中。它们是核糖核酸及脱氧核糖核酸的重要组成部分之一, 其链式结构和环状结构表示如图 1-12 所示。

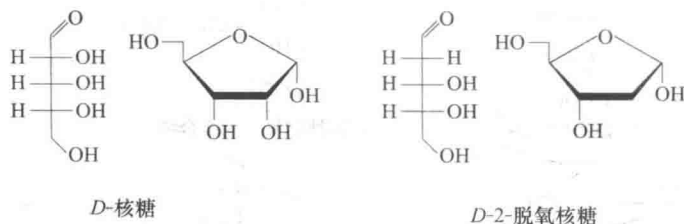


图 1-12 重要核糖的构型

2) D-葡萄糖

D-葡萄糖是自然界中分布最广的己醛糖。由于它是右旋的, 所以也称右旋糖。葡萄糖多结合成二糖、多糖或糖苷而存在于生物体内。植物体内如水果、蔬菜中也有游离的葡萄糖存在, 它是光合作用的产物之一。它也存在于动物的血液、淋巴液和脊髓中。

葡萄糖在医药上用做营养剂, 并有强心、利尿、解毒等作用。在食品工业中用于制作糖浆、糖果等。