

食品科学

高职高专食品类专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN SHIPINLEI ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

食品生物化学 与应用

主 编◇魏强华 姚勇芳

SHIPIN SHENGWU

HUAXUE YU YINGYONG



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

内 容 提 要

食品生物化学课程主要讲授食品成分的组成、结构、性质和加工保藏过程中的化学变化及在人体内的代谢。根据“少上课、上好课”的教学理念,本书按照高职“理论必需、应用为主”的要求,采用项目任务教学法,对教学内容进行优化和精简,有所为有所不为,突出重点和应用;采用案例教学,增加具体应用案例(如小食品制作、生活问题),将食品加工、食品安全、食品创新等知识和案例融汇其中,增强了教学和实验的趣味性,同时增加了专业英语内容,努力激发学生的兴趣,培养学生的思维表达和自主学习能力;采用层次编写格式,增加“补充”“拓展”“思考”“练习”等内容,并提供答案,从而提高了教材的可读性,有助于启发学生的思维。

本书适合作为高职高专食品营养与检测、食品加工技术、食品营销等专业的教材,同时也可作为食品行业的管理、技术人员和食品爱好者参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

食品生物化学与应用/魏强华,姚勇芳主编. —重庆:重庆大学出版社,2015.7

高职高专食品类专业系列规划教材

ISBN 978-7-5624-9119-4

I. ①食… II. ①魏…②姚… 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 121011 号

食品生物化学与应用

主 编 魏强华 姚勇芳

策划编辑:梁 涛

责任编辑:文 鹏 姜 凤 版式设计:梁 涛

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

万州日报印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:308千

2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-9119-4 定价:29.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

SHIPIN

高职高专食品类专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN SHIPINLEI ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

编委会

总主编 李洪军

包志华	冯晓群	付 丽	高秀兰
胡瑞君	贾洪锋	李国平	李和平
李 楠	刘建峰	刘兰泉	刘希凤
刘 娴	刘新社	唐丽丽	王 良
魏强华	辛松林	徐海菊	徐衍胜
闫 波	杨红霞	易艳梅	袁 仲
张春霞	张榕欣		

高职高专食品类专业系列规划教材

GAOZHI GAOZHUAN SHIPINLEI ZHUANYE XILIE GUIHUA JIAOCAI

参加编写单位

(排名不分先后, 以拼音为序)

安徽合肥职业技术学院

重庆三峡职业学院

甘肃农业职业技术学院

甘肃畜牧工程职业技术学院

广东茂名职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广西工商职业技术学院

广西邕江大学

河北北方学院

河北交通职业技术学院

河南鹤壁职业技术学院

河南漯河职业技术学院

河南牧业经济学院

河南濮阳职业技术学院

河南商丘职业技术学院

河南永城职业技术学院

黑龙江农业职业技术学院

黑龙江生物科技职业学院

湖北轻工职业技术学院

湖北生物科技职业学院

湖北师范学院

湖南长沙环境保护职业技术学院

内蒙古农业大学

内蒙古商贸职业技术学院

山东畜牧兽医职业学院

山东职业技术学院

山东淄博职业技术学院

山西运城职业技术学院

陕西杨凌职业技术学院

四川化工职业技术学院

四川烹饪高等专科学校

天津渤海职业技术学院

浙江台州科技职业学院



食品生物化学课程主要讲授食品成分的组成、结构、性质和加工保藏过程中的化学变化及在人体内的代谢。该课程是高职食品营养与检测、食品加工技术、食品营销等专业的基础课程,内容主要涵盖糖类、脂类、蛋白质、水、酶、食品的色香味化学、物质代谢等。

现有的高职高专食品生物化学或生物化学教材往往是本科教材的压缩,内容烦琐,重点不突出;理论知识偏多,文字堆积现象严重,不适合高职高专学生的学习习惯;同时,实际应用案例偏少,理论和实践不能充分结合,可读性不强,不符合高职高专工学结合的要求。

根据“少上课、上好课”的教学理念,本书进行了以下改进:

①按照高职“理论必需、应用为主”的要求,采用项目任务教学法,对教学内容进行优化和精简,有所为有所不为,突出重点和应用。

②采用案例教学,增加了具体应用案例(如小食品制作、生活问题),将食品加工、食品安全、食品创新等知识和案例融汇其中,增强了教学和实验的趣味性,同时,增加了专业英语内容,努力激发学生的兴趣,培养学生的自主学习能力。

③为每个项目内容配备课件、视频,采用辅助视频讲解,把难懂的食品生物化学知识变得形象生动。鼓励多开设课程实验和学生自主实验,以实现理论与应用相结合。

④采用层次编写格式,增加“补充”“拓展”“思考”“练习”等内容,并提供答案,提高了教材的可读性,有助于启发学生的思维。

本书由广东轻工职业技术学院的魏强华、姚勇芳担任主编,姚莉、王霞、钟旭美、汪宁、马海霞、李兰岚担任副主编,邓毛程教授担任主审。其中任务 1.2、任务 1.3、任务 2.3、任务 3.3、任务 3.4、任务 7.3、任务 8.1、附录由广东轻工职业技术学院魏强华编写;任务 1.4、任务 4.1、任务 4.2、任务 7.2 由广东轻工职业技术学院姚勇芳编写;任务 7.1、任务 8.2、任务 8.3 由广东科贸职业学院姚莉编写;任务 6.1、任务 6.2、任务 6.3 由茂名职业技术学院王霞编写;任务 5.1、任务 5.2 由阳江职业技术学院钟旭美编写;任务 1.1、任务 3.1、任务 3.2 由广东科贸职业学院汪宁编写;任务 2.1 由中国水产科学研究院南海水产研究所马海霞编写;任务 9.1、任务 9.2 由黑龙江生物科技职业学院张在国、湖南食品药品职业学院李兰岚编写;项目 0 绪论由广东轻工职业技术学院司徒满泉编写;任务 2.2 由益海(广州)粮油工业有限



公司谢育贤、广东轻工职业技术学院司徒满泉编写。

本书适合作为高职高专食品营养与检测、食品加工技术、食品营销等专业的教材,同时也可作为食品行业的管理、技术人员和食品爱好者参考用书。

本书参考了许多书籍、期刊文献,包括大量网上资料,在此一并表示感谢。由于编者水平有限,书中难免会有错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

2015年5月



项目 0 绪论	1
任务 0.1 食品的概念	2
任务 0.2 食品生物化学的研究内容	2
任务 0.3 食品生物化学的学习方法	3
项目 1 糖类	4
任务 1.1 糖类概述	5
任务 1.2 单糖和低聚糖的性质	9
任务 1.3 淀粉	16
任务 1.4 膳食纤维	23
项目 2 脂类	29
任务 2.1 脂类概述	30
任务 2.2 脂肪酸结构	35
任务 2.3 脂肪的性质	40
项目 3 蛋白质	53
任务 3.1 蛋白质概述	54
任务 3.2 氨基酸的结构及物理性质	57
任务 3.3 氨基酸的化学性质	60
任务 3.4 蛋白质的理化性质	66
项目 4 水	77
任务 4.1 食品中的水	78
任务 4.2 水分活度	82
项目 5 矿物质与维生素	88
任务 5.1 矿物质	89
任务 5.2 维生素	92



项目 6 核酸	95
任务 6.1 核酸的化学组成	96
任务 6.2 核酸的结构	102
任务 6.3 核酸的性质	105
项目 7 酶	109
任务 7.1 酶的概述	110
任务 7.2 酶的催化特点	112
任务 7.3 影响酶促反应速率的因素	117
项目 8 食品的色香味化学	128
任务 8.1 食品色素	129
任务 8.2 味感及味感物质	142
任务 8.3 嗅感及嗅感物质	148
项目 9 物质代谢	151
任务 9.1 糖类分解代谢	152
任务 9.2 脂类分解代谢	159
附录	164
附录 1 自主实验	164
附录 2 课程实验指导书	164
附录 3 测试题和答案	181
附录 4 思考练习答案	196
参考文献	199

项目0 绪论



项目描述

本项目主要介绍食品生物化学的概念、研究内容和学习方法。

学习目标

- ◎掌握食品生物化学的研究内容。
- ◎理解食品生物化学的学习方法。

能力目标

- ◎能用食品生物化学知识和实验,解决生活及食品加工中的问题。
- ◎能通过网络、视频,自主学习食品生物化学课程。
- ◎激发学生对专业的兴趣和热爱;培养学生发现问题、分析问题和解决问题的能力;提高学生的思维动手表达能力。

教学提示

◎教师应提前在网上下载相关视频,结合视频辅助教学,激发学生学习该课程的兴趣。可根据实际情况,开设课程实验和自主实验。



任务 0.1 食品的概念

根据 2009 年 6 月 1 日起施行的《中华人民共和国食品安全法》规定,食品是指各种供人食用或饮用的成品和原料以及按照传统既是食品又是药品的物品,但不包括以治疗为目的的物品。

由此可见,食品既包括食品原料,也包括加工制作后的食品。

任务 0.2 食品生物化学的研究内容

食品生物化学(food biochemistry)主要研究食品成分的组成、结构、性质和加工保藏过程中的化学变化及在人体内的代谢。

食品生物化学是食品专业的基础学科,也是食品加工技术的基础,它对开发食品资源、研究食品工艺、选择食品保藏技术、完善食品质量管理等具有重要作用。例如,昆虫(黄粉虫、蝗虫、蜂蛹、蚂蚁、金蝉等)营养结构比畜禽肉合理(高蛋白、低脂肪),同时口味独特。昆虫资源开发已成为食品研究热点,而这有赖于食品生物化学理论做基础。

食品生物化学对食品工业的影响,见表 0.1。

表 0.1 食品生物化学对食品工业的影响

食品工业	影响方面
果蔬加工贮藏	化学去皮、护色、质构控制、维生素保留、脱涩去苦、打蜡涂膜、化学保鲜、气调贮藏、活性包装、酶促榨汁、过滤和澄清及化学防腐
肉品加工贮藏	宰后处理、保汁和嫩化、护色和发色、提供肉糜乳化力、凝胶性和黏弹性、超市鲜肉包装、烟熏剂的生产 and 应用、人造肉的生产、内脏的综合利用等
饮料工业	速溶、克服上浮下沉、稳定蛋白质饮料、水质处理、稳定带肉果汁、果汁护色、控制澄清度、提高风味、白酒降度、啤酒澄清、啤酒泡沫和苦味改善、防止啤酒异味、果汁脱苦、大豆饮料脱腥等
乳品工业	稳定酸乳和果汁乳、开发凝乳酶代用品、乳清的利用、乳品的营养强化等
焙烤工业	生产高效膨化剂、增加酥脆性、改善面包呈色和质构、防止产品老化和霉变等
食用油脂工业	油脂精炼、巧克力调温、油脂改性、DHA 和 EPA 的开发利用、食用乳化剂生产、抗氧化剂、减少油炸食品吸油量等
调味品工业	生产肉味汤料、核苷酸鲜味剂、碘盐等
基础食品工业	面粉改良、精谷制品营养强化、水解纤维素和半纤维素、生产高果糖浆、改性淀粉、氢化植物油、生产新型甜味剂、生产新型低聚糖、改性油脂、分离植物蛋白质、生产功能性肽、食品添加剂生产和应用等
食品检验	检验标准的制定、快速分析、生物传感器的研制等

任务 0.3 食品生物化学的学习方法

1) 增强专业和课程兴趣

本书以发生在学生周围的事物及问题为主线,将专业知识融汇其中,扩大学生的知识面,同时使学生掌握实用技术,努力培养学生的思维动手表达能力。

2) 明确课程的知识体系,善于归纳总结,并在理解的基础上加强记忆

食品生物化学知识繁多。许多食品成分的组成、结构、性质,在理解的基础上还是需要记忆的,这样在应用的时候就得心应手,会感到很方便。

3) 注重理论联系实际

这要求一方面注重所学知识在专业中的应用,另一方面注重实验操作。毕竟在动手实践中,学生更容易理解掌握食品生物化学的知识和原理。



拓展训练

查找课外书籍,阅读食品生物化学的发展历史。



思考练习

写下几个你所了解的食品问题,讨论其中包含的食品生物化学知识。



项目1 糖类

项目描述

本项目主要介绍单糖、低聚糖、多糖的结构、性质及在食品加工中的应用。

学习目标

- ◎掌握糖类的概念及分类。
- ◎掌握单糖、低聚糖、多糖的结构及其与食品加工有关的性质。

能力目标

- ◎能掌握单糖、低聚糖和多糖在食品加工中的应用。
- ◎学生能通过网络、视频,自主学习糖类化学的课程。

教学提示

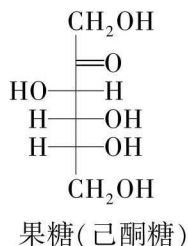
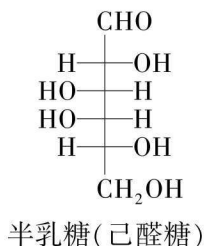
◎教师应提前在网上下载相关视频,结合视频辅助教学,包括还原糖的测定等视频。可根据实际情况,开设果胶提取、淀粉提取、小食品制作等实验。

任务 1.1 糖类概述

糖类(saccharides)是一切生命体维持生命活动所需能量的主要来源。日常食用的蔗糖、粮食中的淀粉、植物体中的纤维素、人体血液中的葡萄糖等均属于糖类。

1.1.1 糖类概念

糖类又称碳水化合物(carbohydrates),是多羟基醛或多羟基酮及其缩聚物、衍生物的总称。糖类一般由 C、H 与 O 3 种元素所组成。



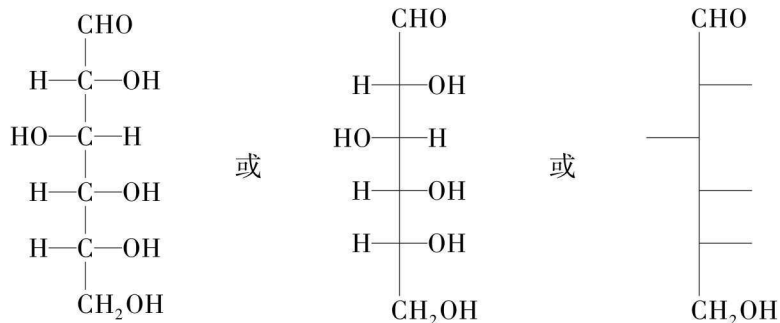
1.1.2 糖类分类

1) 单糖

单糖(monosaccharide)是不能水解成更小分子的多羟基醛或多羟基酮。常见的单糖有葡萄糖(glucose)、果糖(fructose)、半乳糖(galactose)、甘露糖(mannose)、木糖(xylose)、核糖(ribose)和脱氧核糖(deoxyribose)等。

按碳原子数目,单糖可分为丙糖、丁糖、戊糖、己糖等,如核糖、脱氧核糖属戊糖,葡萄糖、果糖和半乳糖属己糖。根据结构,单糖又可分为醛糖和酮糖。多羟基醛称为醛糖,多羟基酮称为酮糖,如葡萄糖为己醛糖,果糖为己酮糖。

葡萄糖与果糖、甘露糖、半乳糖互为同分异构体。天然的葡萄糖,无论是游离的或是结合的,均属 D-型。



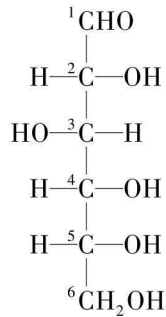
D-葡萄糖(开链结构,也称费歇尔投影式结构、Fischer 投影式结构)



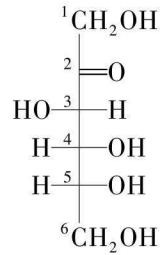
(1) 单糖的构型

单糖分子中碳原子的编号方法为:醛糖从醛基碳开始编号,第1个碳原子用¹C表示,其他碳原子依次用²C,³C,⁴C,⁵C,⁶C等表示;酮糖从距酮基最近的碳的一端开始编号。

单糖的构型(D型、L型)是以距醛基或酮基最远的手性碳原子为标准,由羟基位置来判断。最高编号的手性碳原子上的-OH,在左边的为L型,在右边的为D型。



D-葡萄糖(开链结构)

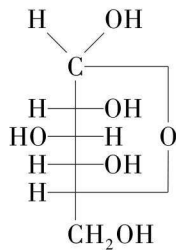


D-果糖(开链结构)

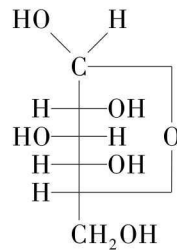
(2) 单糖的环状结构

单糖的开链结构不稳定,在结晶状态和生物体内主要以环状结构存在,并形成半缩醛羟基。环状结构可分为平面环结构和透视环结构两种;根据半缩醛羟基位置,可分为 α -型和 β -型两种。

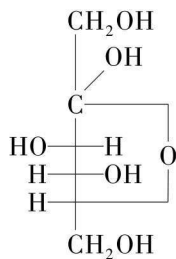
在平面环结构中,半缩醛羟基在右边的为 α -型,在左边的为 β -型,如下所示。



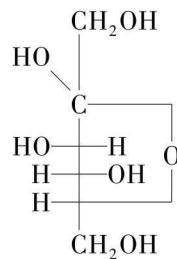
α -D-葡萄糖(平面环结构)



β -D-葡萄糖(平面环结构)

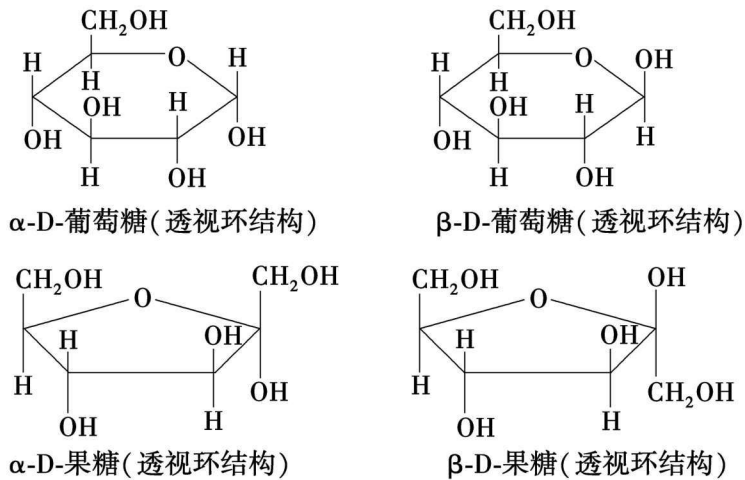


α -D-果糖(平面环结构)



β -D-果糖(平面环结构)

在透视环结构中,半缩醛羟基在环的下方者为 α -型(即 C_1 -OH与 C_5 - CH_2OH 异侧为 α -型),在环的上方者为 β -型(C_1 -OH与 C_5 - CH_2OH 同侧为 β -型),如下所示。



【任务】写出 β -D-果糖顺时针旋转 180° 的结构式。

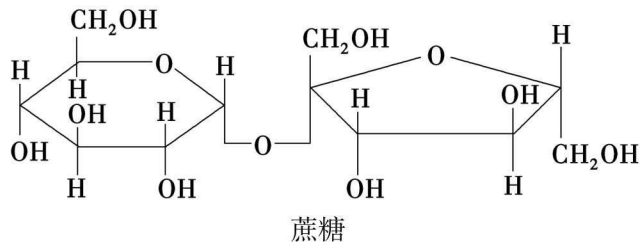
2) 低聚糖

凡仅能水解成 2~10 个单糖分子的糖称为低聚糖(oligosaccharide)(或寡糖)。例如,二糖又称双糖,能水解为 2 分子单糖。

组成低聚糖的单糖可以是相同的,如麦芽糖、纤维二糖。但更多的低聚糖可能是由不同的单糖组成,如蔗糖、乳糖。

(1) 蔗糖

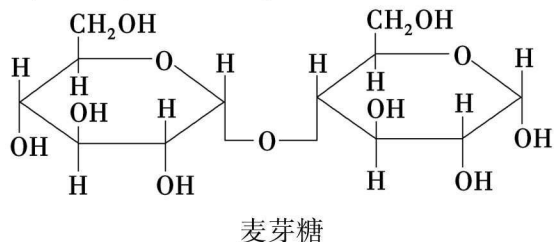
蔗糖(sucrose)由 1 分子 α -葡萄糖 C_1 上的半缩醛羟基与 1 分子 β -果糖 C_2 上的半缩醛羟基脱水,以 α, β -1,2-糖苷键连接而成。由于蔗糖分子中不存在半缩醛羟基,因此,蔗糖是一种非还原性糖。蔗糖广泛分布于植物体内,特别是甜菜、甘蔗中含量高。



【思考】蔗糖的分子量是多少?

(2) 麦芽糖

麦芽糖(maltose)由 1 分子 α -D-葡萄糖 C_1 上的半缩醛羟基与另 1 分子 α -D-葡萄糖 C_4 上的羟基脱水后,以 α -1,4-糖苷键连接而成。





由于麦芽糖分子中仍有一个半缩醛羟基,因此具有还原性,能还原斐林试剂,是一种还原性二糖。

【补充】麦芽糖最初是用大麦芽(富含 β -淀粉酶)作用于淀粉而得名。饴糖是麦芽糖和糊精的混合物,其中麦芽糖占1/3。

(3) 乳糖

乳糖(lactose)由1分子 β -D-半乳糖 C_1 上的半缩醛羟基和另1分子 α -D-葡萄糖 C_4 上的羟基脱水后,以 β, α -1,4-糖苷键相连。乳糖主要存在于哺乳动物乳汁中,通过人体肠道分泌的乳糖酶水解为葡萄糖、半乳糖后,被人体吸收。

【任务】写出乳糖的透视环结构。

3) 多糖

可水解为10个以上单糖分子的糖称为多糖(polysaccharide)。由相同的单糖组成的多糖称为同多糖,如淀粉、纤维素和糖原;由不同的单糖组成的多糖称为杂多糖,如半纤维素、香菇多糖。

多糖是聚合程度不同的物质的混合物,一般不溶于水,无甜味,不能形成结晶,无还原性。多糖在水解过程中,往往产生一系列的中间产物,最终完全水解得到单糖。

4) 结合糖

结合糖也称复合糖或者糖的衍生物,是指糖与非糖物质的结合物,如糖胺、糖酸、糖脂、糖蛋白等。

拓展训练

功能性低聚糖

功能性低聚糖不被人体消化吸收,其主要功能是进入大肠作为双歧杆菌等益生菌的增殖因子,从而改善人体内肠道菌群平衡,此外有润肠通便的作用。

目前,已研究开发成功的功能性低聚糖有70多种,主要有低聚木糖、低聚果糖、低聚异麦芽糖、低聚半乳糖、低聚壳聚糖等。

思考练习

- 蔗糖在蔗糖酶的作用下水解为葡萄糖和()。

A. 麦芽糖	B. 半乳糖	C. 乳糖	D. 果糖
--------	--------	-------	-------
- 下列双糖中不属于还原糖的是()。

A. 麦芽糖	B. 纤维二糖	C. 乳糖	D. 蔗糖
--------	---------	-------	-------

任务 1.2 单糖和低聚糖的性质

1.2.1 单糖和低聚糖的物理性质

1) 甜度

甜味是单糖和低聚糖的重要特性。糖甜味的高低称为糖的甜度。

甜度通常以蔗糖作为基准物,采用感官比较法进行评价。一般规定 10% 的蔗糖水溶液在 20 ℃ 的甜度为 1.0,其他糖在相同条件(温度、浓度等)下与之比较得出相应的甜度(也称相对甜度、比甜度)。常见糖类的相对甜度,见表 1.1。

表 1.1 常见糖类的相对甜度

糖类名称	相对甜度	糖类名称	相对甜度
蔗糖	1.0	木糖醇	1.0
果糖	1.5	山梨糖醇	0.5
葡萄糖	0.7	麦芽糖醇	0.7
半乳糖	0.6	果葡糖浆(转化率 42%)	1.0
麦芽糖	0.6	淀粉糖浆(葡萄糖值 42%)	0.5
木糖	0.5	甘露糖	0.6
乳糖	0.3	转化糖	1.3

糖的甜度依糖的种类的不同而异;糖的浓度越高,甜度越高;相对分子质量越大,聚合度大,甜度值越小。

【思考】蜂蜜很甜,主要含哪些糖?

2) 溶解度

各种单糖和低聚糖都能溶于水,尤其是果糖、蔗糖、葡萄糖易溶于水,但溶解度不同,其中果糖的溶解度最高,其次是蔗糖、葡萄糖、乳糖等。常见糖的溶解度,见表 1.2。

各种糖的溶解度随温度升高而增大,故生产中往往采用热水法溶解糖,并过滤杂质,溶解速度显著加快,且有杀菌、去杂作用。

溶解后的糖可以产生黏度。一般来讲,糖的黏度与分子大小成正比关系。葡萄糖、果糖、糖醇类的黏度较蔗糖偏低,淀粉糖浆的黏度较高。葡萄糖的黏度随温度升高而增大,蔗糖的黏度则随着温度的升高而减小。在生产中,可利用调节糖的黏度来提高食品的稠度和可口性。

【拓展】蜂蜜浓度可通过观察蜂蜜流下的快慢来判断。

果蔬的糖含量(糖度)可用手持式折光仪进行测定,以简便判断果蔬的成熟度和品质。