

模块一 糖与食品加工



江苏食品职业技术学院食品工程系



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE



1.1 概述

一、糖的概念



“糖”和“碳水化合物”是什么关系呢？



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

1、糖与碳水化合物的关系

过去把糖类叫做碳水化合物，因为当时发现它们的组成符合通式 $C_m(H_2O)_n$

如：葡萄糖 $C_6H_{12}O_6$

实际上，糖类中的氢、氧原子的个数比并不都是2:1，也不以水分子的形式存在

如：鼠李糖 $C_6H_{12}O_5$ 脱氧核糖 $C_5H_{10}O_4$

另，有些符合 $C_m(H_2O)_n$ 通式的物质不是碳水化合物

如：甲醛 CH_2O

乙酸 $C_2H_4O_2$

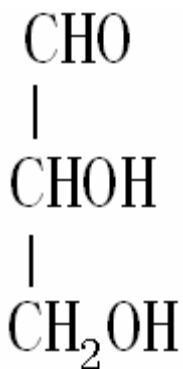


江苏食品职业技术学院

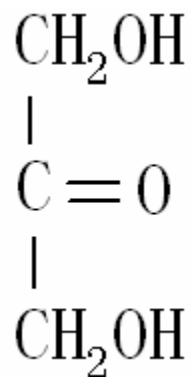
JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

2、糖的概念

糖主要由碳、氢、氧三种元素构成，是一类多羟基**醛**、多羟基**酮**或是它们的缩聚物或衍生物。如：



甘油醛



二羟基丙酮

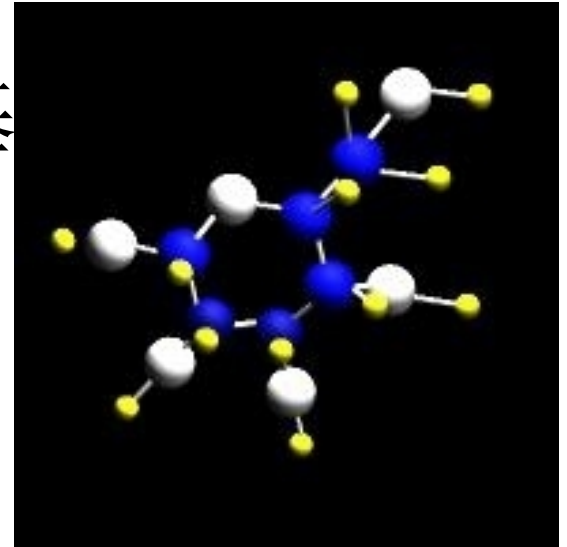


单 糖

具有1个自由醛基或酮基以及两个以上羟基的糖类物质。

醛糖：含醛基的单糖

酮糖：含酮基的单糖。
不能被水解。



葡萄糖



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

低聚糖（寡糖）

由2-10个单糖通过糖苷键连接形成的直链或支链的低度聚合糖类。

依据水解后生成的单糖分子数目，分为二糖、三糖、四糖、五糖等。

二糖最为常见，如：蔗糖、麦芽糖、乳糖。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

多 糖

同聚多糖：由一种单糖分子缩合而成的多糖，叫做同聚多糖。常见有：淀粉、糖原、纤维素等。

杂聚多糖：有不同的单糖分子缩合而成的多糖，叫做杂聚多糖。常见有：果胶质、半纤维素等。



二、糖的分类

依据水解程度分

单糖：不能再水解的糖；

寡糖：水解能生成2~10个单糖分子的糖；

多糖：能水解生成许多单糖的高分子化合物

依据组成成分

同聚多糖：由一种单糖组成的多糖；

杂聚多糖：多种单糖或单糖衍生物组成的多糖。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

单糖细分

根据碳原子多少分为：三碳糖（丙糖）、四碳糖（丁糖）、五碳糖（戊糖）六碳糖（己糖）

✚ 自然界中最重要的是戊糖和己糖

✚ 最简单的单糖是2个三碳糖：甘油醛（醛糖）和二羟丙酮（酮糖）



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

多糖细分

植物性多糖（淀粉：支链淀粉、直链淀粉）

动物性多糖（糖原：肝糖原、肌糖原）

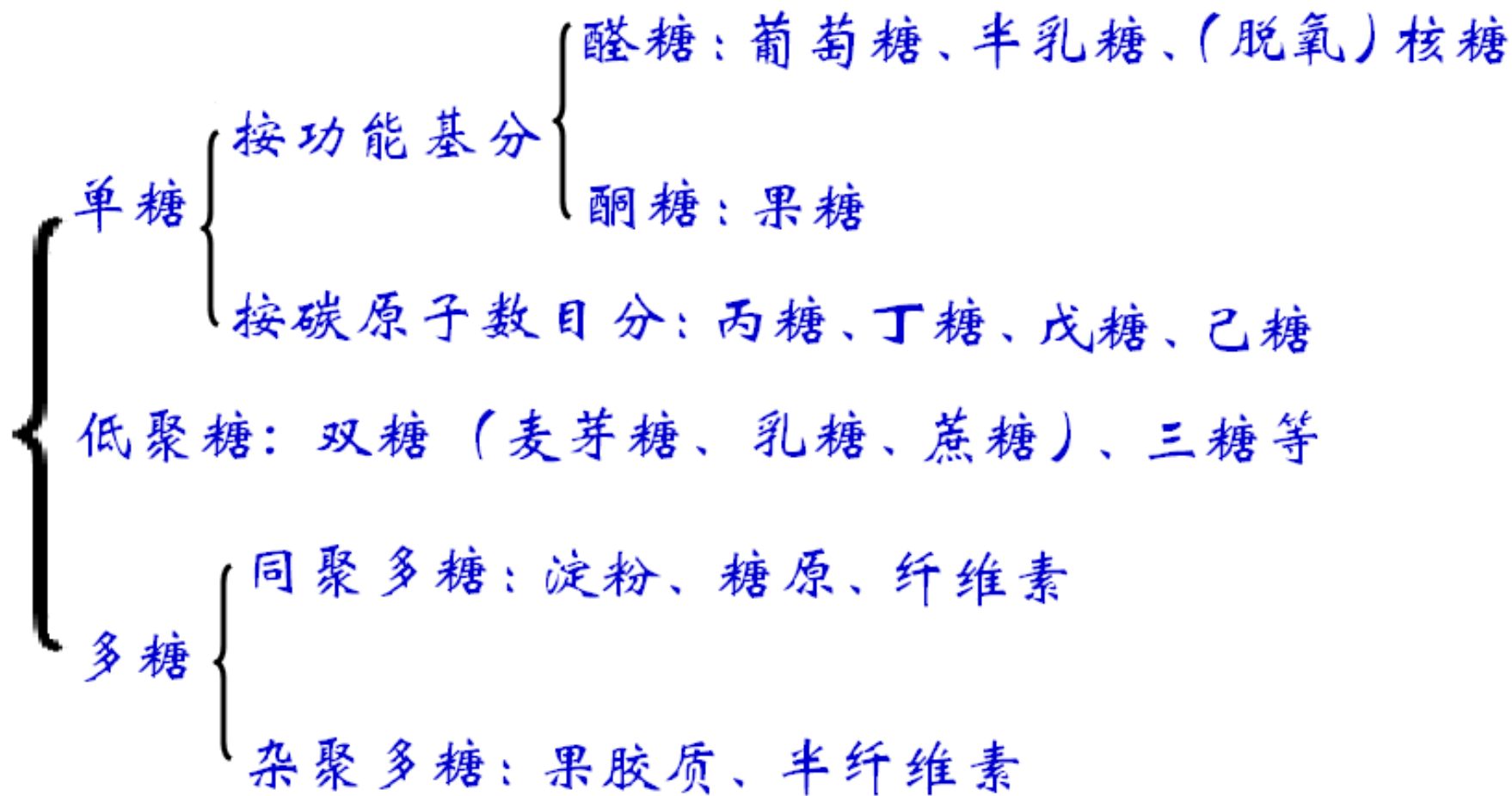
杂聚多糖（果胶质、半纤维素）

同聚多糖（淀粉、纤维素）



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE





三、糖类的生物学功能

- 1、提供**能量**的主要来源。
- 2、构成**组织**的重要物质。
- 3、特殊的**生理**功能

如：糖蛋白在免疫、细胞识别、血型区分等多种生理功能中的作用。



四、糖的结构

单糖的结构

1、相关概念

不对称碳原子：指4个价键与4个不同的原子或原子团相连接的碳原子。

旋光性：是指物质能使平面偏振光的偏振面发生旋转的性质。

旋光体：能使平面偏振光的偏振面发生旋转的物质，其分子是不对称分子，含有不对称的碳原子。

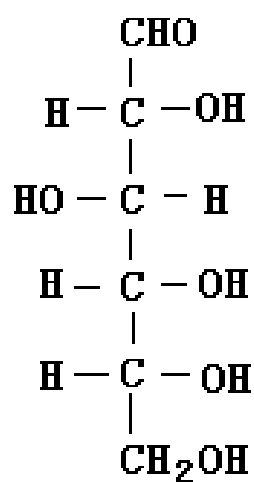
旋光性规定：+为右旋，-为左旋。

构型规定：以**甘油醛**为标准，D型（-OH在右）L型（-OH在左）

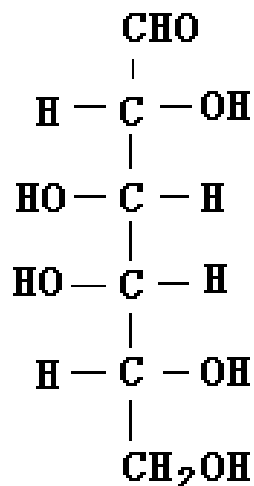


2、结构

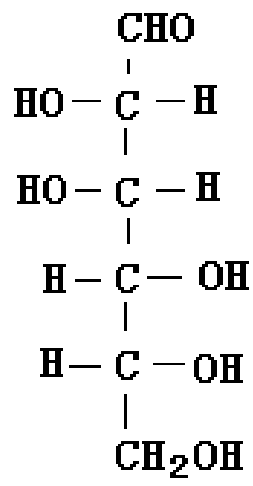
1) 单糖的链状结构



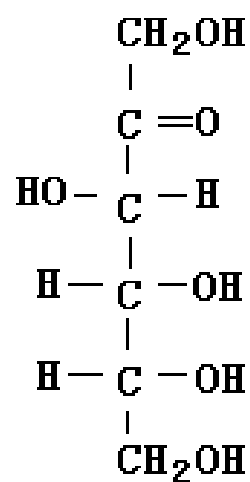
葡萄糖



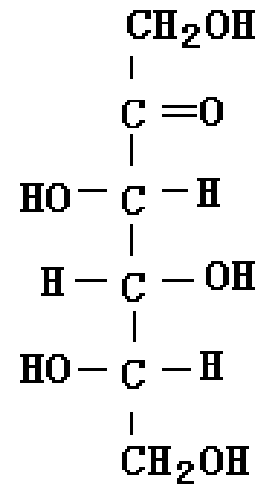
半乳糖



甘露糖



果糖



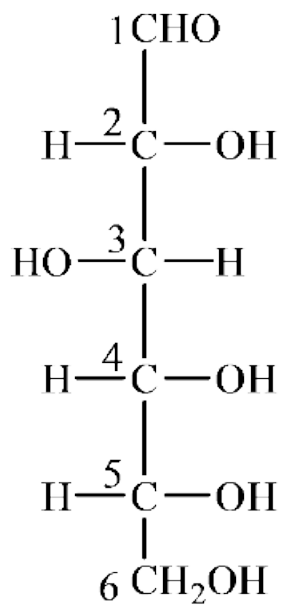
山梨糖



江苏食品职业技术学院

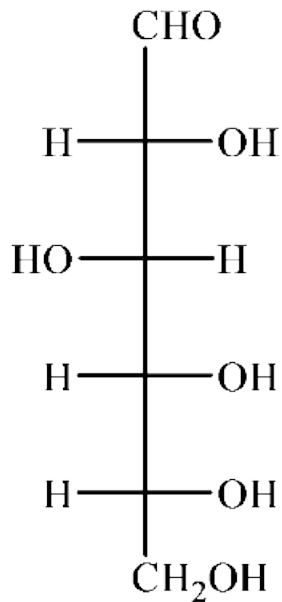
JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

构型式的简写，用长线表示碳链，用短线表示羟基，如：**D-(+)-葡萄糖**



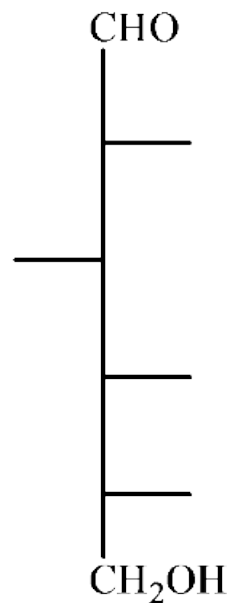
D-(+)-葡萄糖

$\frac{1}{4}$



D-(+)-葡萄糖

\gg



D-(+)-葡萄糖



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

2) 单糖的环状结构

单糖不仅以直链结构存在，还以环状结构存在。

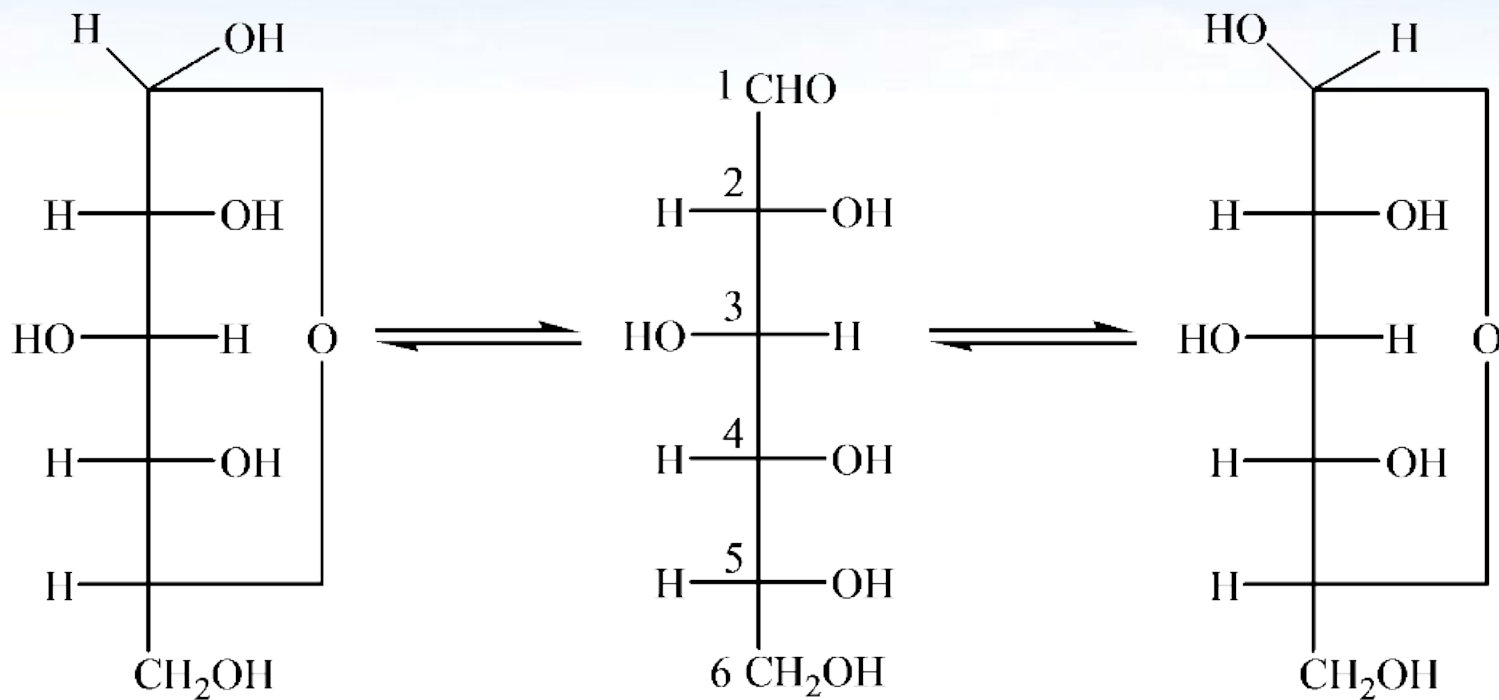
链状结构中的醛基形成环状结构时，与自身的羟基缩合形成**半缩醛**。

例：环状 α -葡萄糖和 β -葡萄糖的开链式进行互变



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE



α -D-(+)-glucopyranose (36.4%)

+112.5°

D-glucose (open chain)

β -D-(+)-glucopyranose (63.6%)

+18.7°



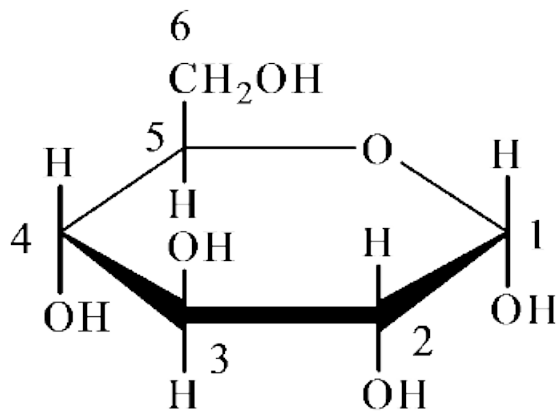
江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

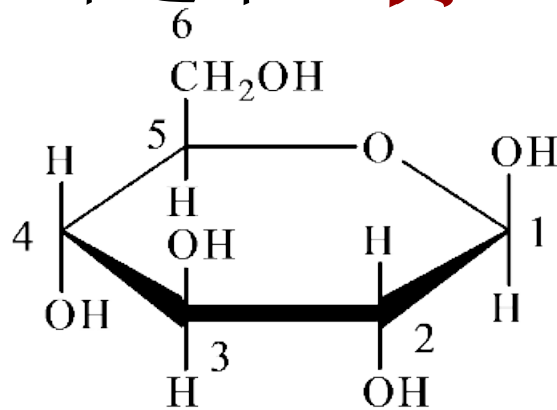
环状结构哈沃斯透视式的两条要求：

1) 直链式右边的一OH写在Haworth环下面，左边一OH写在环上面。

2) 未成环的多余碳原子，如氧桥向右，则写在环之上，反之，则写在环之下。例：



α -D-(+)-glucopyranose

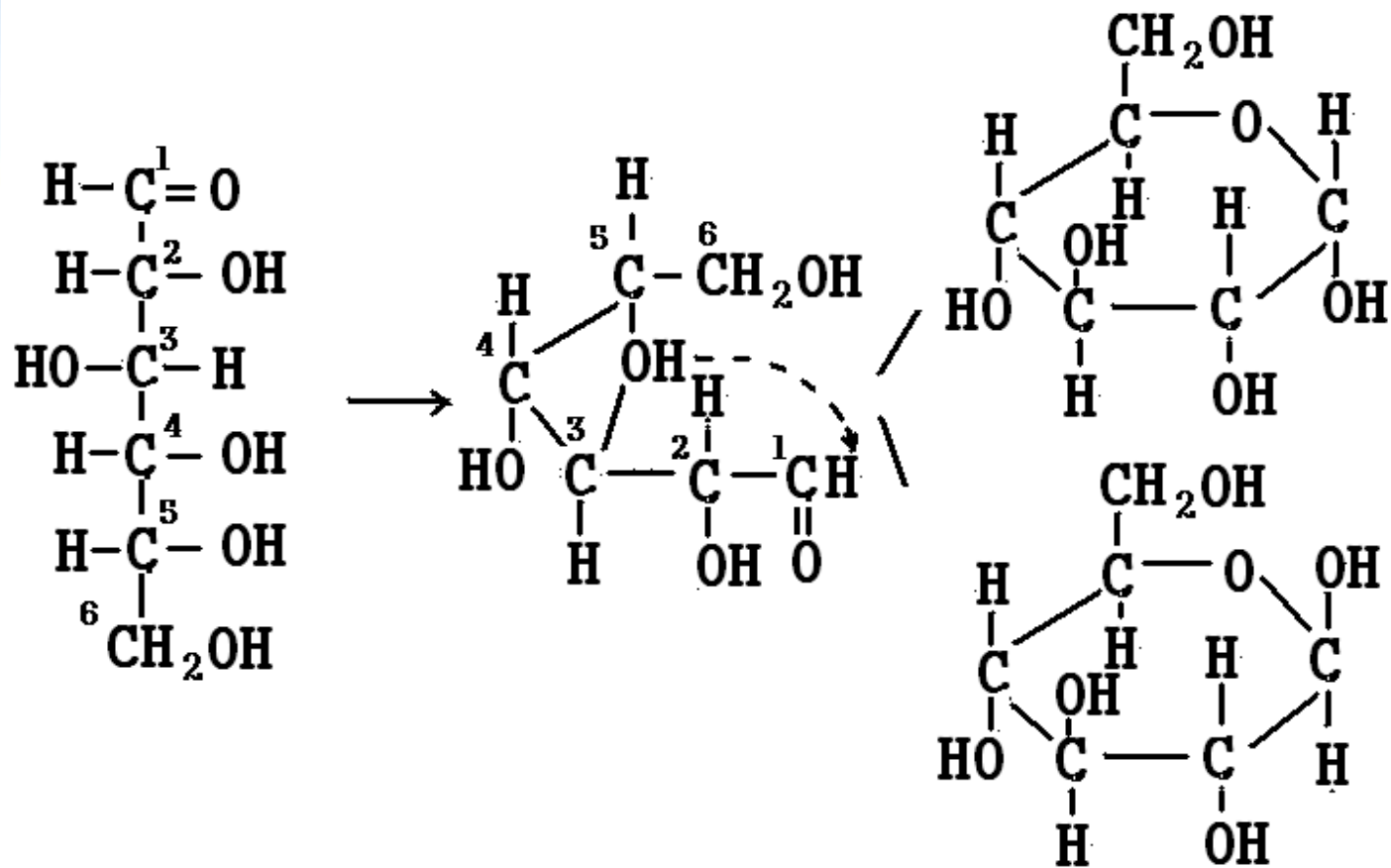


β -D-(+)-glucopyranose



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE



葡萄糖开链结构式改写为环式的过程



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

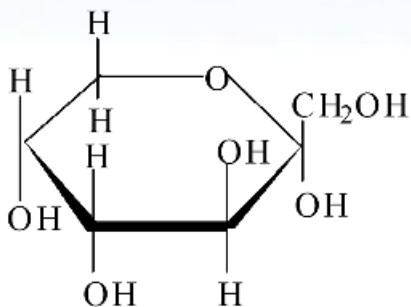
单糖分子内的**醛基**或**羰基**可与C₅上的羟基缩合成**六**元环的**半缩醛**（**呋喃糖**），也可以与C₄的羟基缩合形成**五**元环的**半缩醛**（**吡喃糖**）。



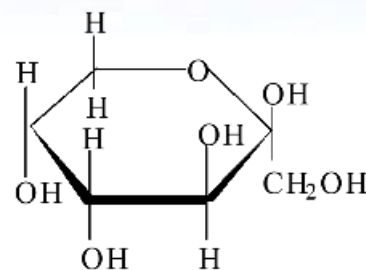
江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

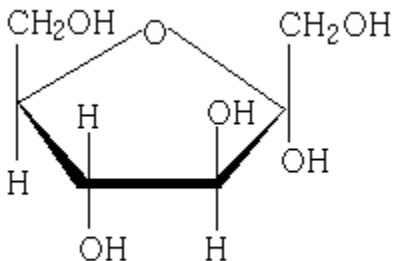
例：果糖哈武斯式结构图



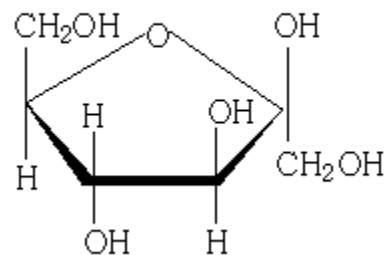
α -D-(-)-吡喃果糖



β -D-(-)-吡喃果糖



α -D-(-)-呋喃果糖



β -D-(-)-呋喃果糖



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

图例说明:

透视式中，D-、L-和 α -、 β -构型的确定是以C₅上的羟甲基和半缩醛羟基在含氧环上的排布决定，如果氧环上的碳原子按顺时针方向排列时，**羟甲基**在平面之上为D-型，在平面之下为L-型。在D-型中，**半缩醛羟基**在平面之下为 α -型，在平面之上为 β -型。



2、低聚糖的结构

醛糖 C_1 （酮糖在 C_2 ）上半缩醛的羟基（-OH）和其它单糖的羟基经脱水，通过缩醛式结合而成。

参与聚合的单糖均是一种或二种以上。

3、多糖的结构：许多单糖或其衍生物通过糖苷键缩合而成。



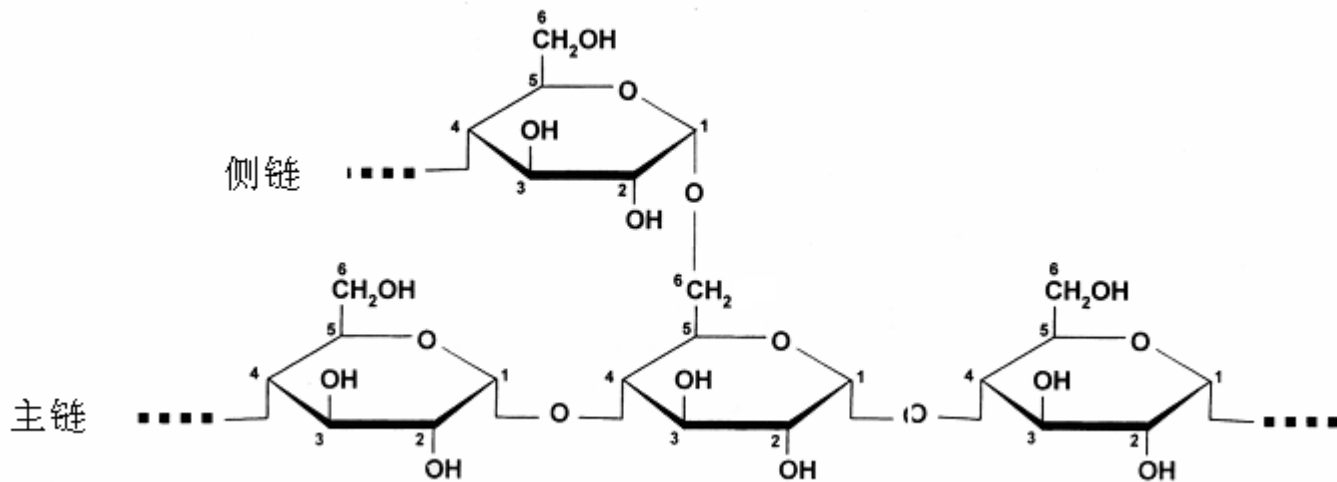
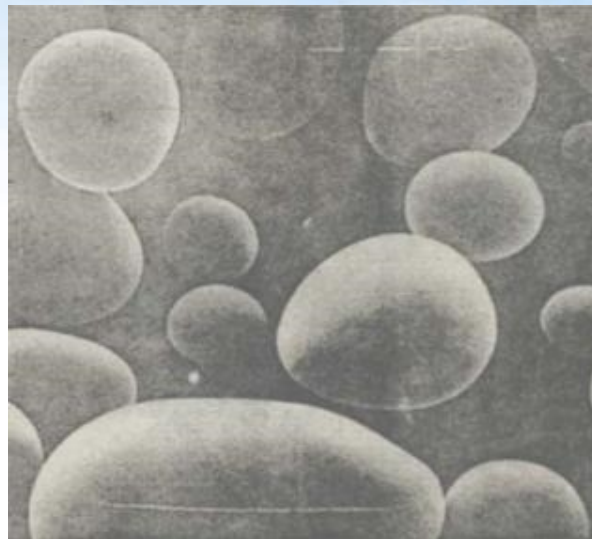
江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

五、常见多糖的结构

1 淀粉

1) 淀粉分子的结构





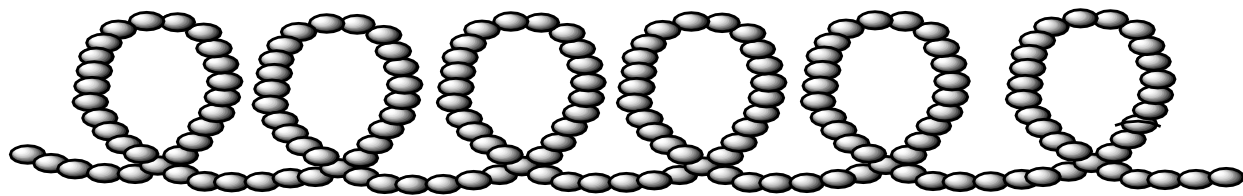
江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

淀粉分类：直链淀粉和支链淀粉

直链淀粉： 又称可溶性淀粉，其构成的基本单元是 α -D-吡喃葡萄糖，由数百到数千个 α -D-吡喃葡萄糖通过 α -1,4-苷键结合成链状，是个直链多糖。

直链淀粉分子量60000左右，相当于由300~400个葡萄糖缩合而成。



直链 淀粉结构示意图



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

直链淀粉中，每个螺旋有六个葡萄糖残基（一个螺旋圈所含葡萄糖残基数称聚合度），聚合度在**60**个以上时遇碘呈蓝色。所以，**直链淀粉**遇碘呈蓝色。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

支链淀粉： 又称胶体淀粉， α -D-吡喃葡萄糖通过 α -1,4-苷键连接成主链，通过 α -1,6-苷键或其它方式连接支链。

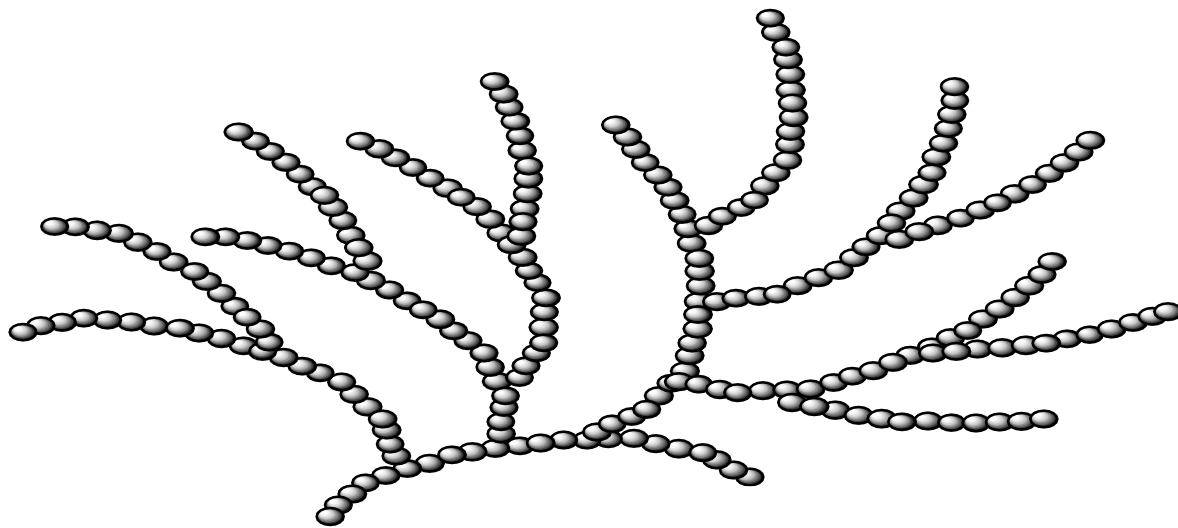
支链淀粉分子量 20×10^4 以上，相当于由1300个以上葡萄糖组成，分枝短链的长度平均为24~30个葡萄糖残基。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

- 淀粉结构中聚合度在20~60个时遇碘呈紫红色。所以，支链淀粉遇碘呈紫红色。



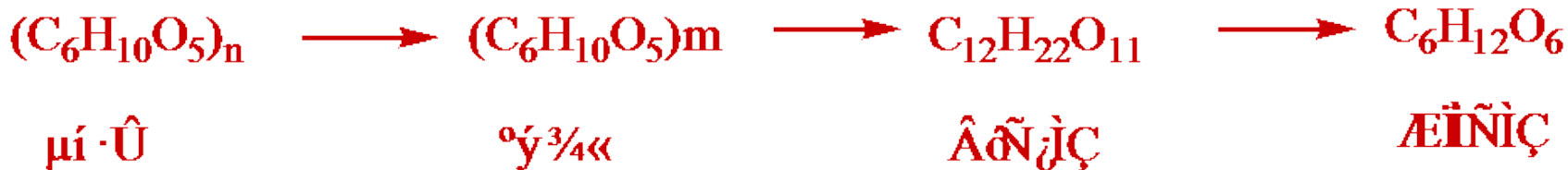
支链淀粉结构示意图



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

淀粉水解过程:





江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

部分谷物淀粉中直链、支链淀粉含量 单位：%

名称	直链淀粉	支链淀粉	名称	直链淀粉	支链淀粉
大米	17	83	高粱	27	73
糯米	0	100	荞麦	28	72
玉米（普通）	22	78	甘薯块根	20	80
小麦	24	76	马铃薯块根	22	78



2糖原

由 α -D-葡萄糖结合而成的，结构与支链淀粉相似。分枝更多，每个枝更短。每个分枝长度相当于12~18个葡萄糖残基。

类似于淀粉的结构中聚合度在20个左右时遇碘呈红色。所以糖原遇碘呈红色。

糖原为白色粉末，能溶于水及三氯醋酸，不溶于乙醇及其他有机溶剂，遇碘显红色，无还原性。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

3果胶





江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE



浙江九旭药业有限公司





瓜尔胶



琼脂条



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

1.2 糖的性质

一、单糖的性质

由于单糖的某些结构的共同性，决定了它们具有一些共同性质：均为白色结晶体，能任意比例溶入水，大多是有甜味，有旋光性和某些相同的化学反应等。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

(一) 单糖的物理性质

1. 旋光性

糖的比旋光度是指1ml含有1g糖的溶液在其透光层为0.1m时使偏振光旋转的角度,通常用 $[\alpha]_t^\lambda$ 表示。t为测定时的温度, λ 为测定时的光的波长,一般采用钠光,用符号D表示。

表1: 几种糖的比旋光度



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

表1 各种糖在20℃（钠）光时的比旋光度数值（度）

糖类名称	比旋光度	糖类名称	比旋光度
D-葡萄糖	+52.2	D-甘露糖	+14.2
D-果糖	-92.4	麦芽糖	+130.4
D-半乳糖	+80.2	蔗糖	+66.5
L-阿拉伯糖	+104.5	糊精	+195
D-阿拉伯糖	-105.0	淀粉	+196
D-木糖	+18.8	转化糖	-19.8



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

2. 溶解度

单糖分子中的多个羟基可增加其水溶性，尤其在热水中的溶解度。

单糖不溶于丙酮、乙醚等有机溶剂。

各种单糖的溶解度不一样，如：
果糖溶解度最高，其次葡萄糖。

温度对溶解过程和溶解速度具有决定性影响。



3. 甜度

通常以蔗糖（非还原糖）为基准物。

一般以10%或15%的**蔗糖**水溶液在
20℃时的甜度为1.0

果糖的甜度为1.5

葡萄糖的甜度为0.7

该甜度是相对的，又称为**比甜度**。



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

表2 单糖的比甜度

糖类名称	比甜度	糖类名称	比甜度
蔗糖	1.00	α -D-半乳糖	0.27
α -D-葡萄糖	0.70	α -D-甘露糖	0.59
β -D-呋喃果糖	1.50	α -D-木糖	0.50



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

(二) 单糖的化学性质

1. 美拉德反应：又称羰氨反应，是指羰基与氨基经缩合、聚合反应生成**类黑色素**的反应。

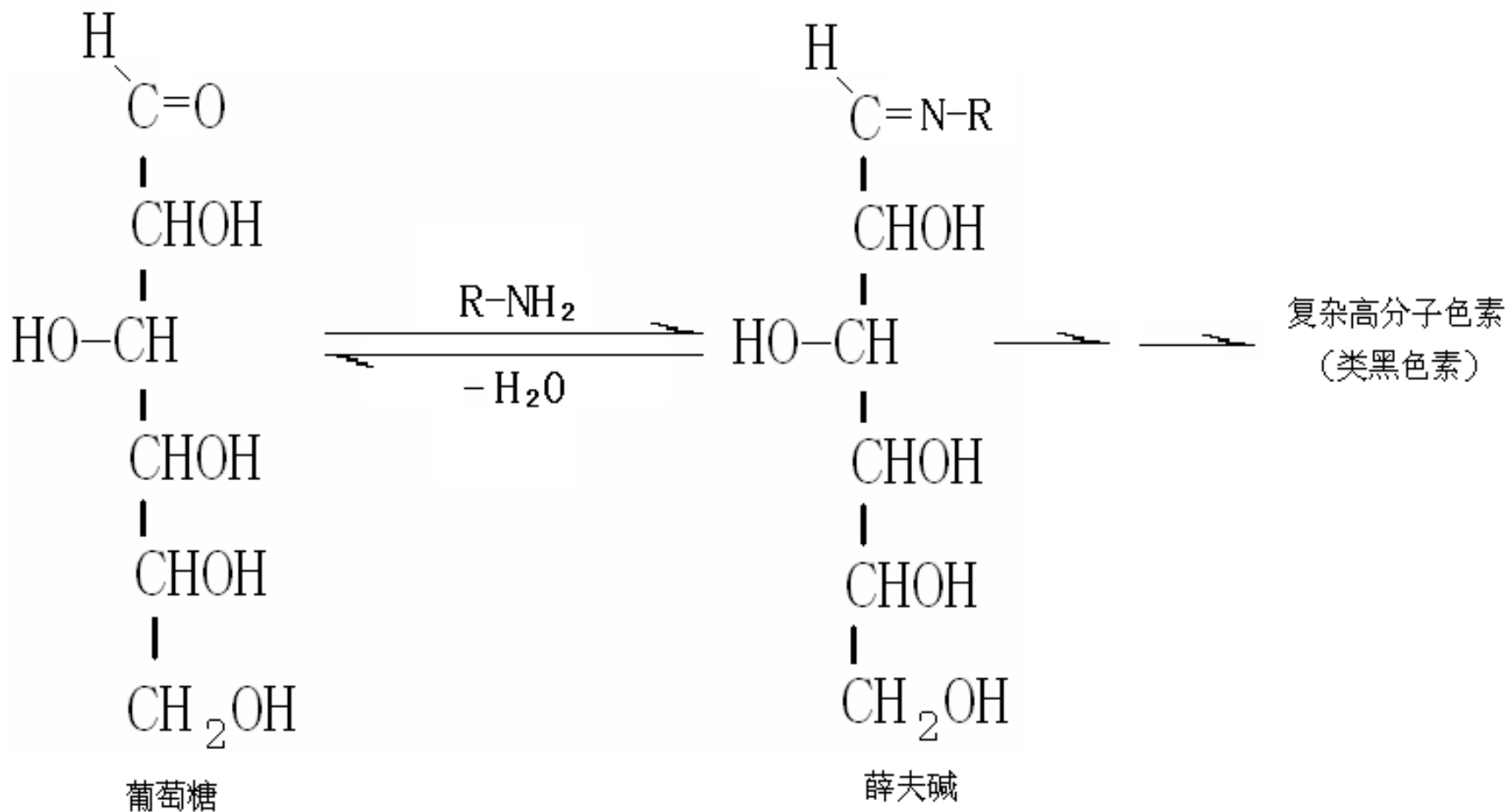




江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

美拉德反应





江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

影响美拉德反应的因素：

中等水分含量、pH7.8~9.2时反应速率最快，铜、铁等金属离子也能促进反应进行。

控制（弱化）美拉德反应措施：

降低水分含量，避免铜、铁等金属离子的影响、降低温度、降低pH值、用亚硫酸处理或去除一种作用物（一般是降还原糖的含量）



江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

2. 焦糖化反应:



焦糖色素

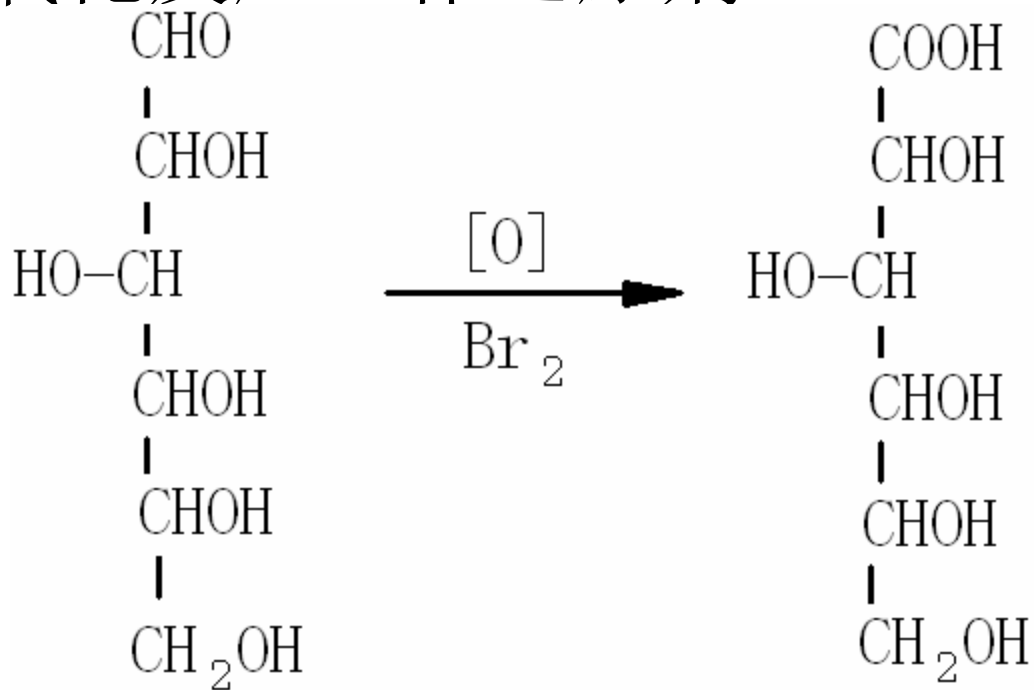


江苏食品职业技术学院

JIANGSU FOOD SCIENCE COLLEGE

3. 单糖的氧化还原反应

1) 氧化反应（作还原剂）



葡萄糖

葡萄糖酸

醛糖可使溴水褪色，而酮糖不具备此性质

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/235002240110011200>