

食品工業化學

Food & Drug Technology

吳松雄 編著

文化服務社 總經銷

食品藥物工業化學

Food & Drug Technology

吳松雄 編著

江苏工业学院图书馆
藏书章

文化服務社 總經銷

自序

近年來我國食品化學工業，突飛猛進，但國內有關食品化學工業方面之參考書或教科書，尚鮮有系統之介紹，即使有，內容已屬陳舊，難於滿足學生慾望及技術人員之參考。編者曾任教於農、工業專科學校及服務於化學、食品工廠。尤其於任職經濟部工業局期內，曾參加各種技術研究會議，並常至國內各工廠查訪，發覺有些技術人員對於基本食品化學知識不甚了解，只知道機械操作而已。如果發生品質問題，不知如何去追究，予以改善。有鑒於此編者曾費時叁年，蒐集各國資料，編成此書，共計十六章。其內容特色注重於食品營養成分之構造、性質、抽出（合成）、分佈，食品製造時化學變化原理，食品工業廢水處理，食品塑膠包裝材料之性質，製造及其採用選擇。本書適合於大專食品、化工、藥學、家政及護理等科系學生教材，亦可作為高職學校進修及各有關工廠之技術人員之參考資料。

本書承蒙國立台灣大學醫學院教授董大成博士，經濟部工業局陳組長嚴森，省立嘉義農專校長余傳弢博士，食品加工科主任徐仁忠教授之鼓勵及恩師日本明治大學教授中野政弘博士，谷口宏吉博士，松井薰明講師，聯合國 FAO/WHO 委員村田希久博士，日本工學院大學工業化學系教授草野邁博士，化學工學教授福岡文雄博士，及佐佐木研究所生化主任岩波俊夫博士之教導，深致謝意。同時對內人，舍妹之協助一併致謝。

茲以編印時間匆促，錯誤難免，歡迎國內專家學者及先輩惠予指正。

吳松雄 識於台北

中華民國 62 年 5 月

目 錄

第一篇 總 論

第一章 碳水化合物化學 1

- 1-1 概 論 1
- 1-2 單醣類 5
- 1-3 雙醣類 8
- 1-4 低級多醣類 13
- 1-5 多醣類 13
- 1-6 醣類之消化吸收及營養功能 23

第二章 蛋白質化學 26

- 2-1 蛋白質 26
- 2-2 氨基酸 34
- 2-3 肽鏈及多肽 41
- 2-4 蛋白質分子之大小及形態 42
- 2-5 蛋白質之主要功用 46

第三章 無機質及水份 49

- 3-1 食品酸性與鹼性 49
- 3-2 無機質之功用 50
- 3-3 水 56

第四章 油脂化學 60

- 4-1 脂肪及其脂質 60
- 4-2 油脂酸敗 77
- 4-3 油脂主要試驗名稱 83

4-4 食用動植物油種類	83
第五章 酵素化學	87
5-1 酵素化學種類	87
5-2 影響酵素反應速率之因子	93
5-3 反應速度論之基礎	98
第六章 維他命化學	107
6-1 維他命A	107
6-2 維他命D	117
6-3 維他命E	122
6-4 維他命F	128
6-5 維他命K	129
6-6 維他命B ₁	133
6-7 維他命B ₂	140
6-8 菸鹼酸	146
6-9 泛酸	150
6-10 維他命H	154
6-11 膽鹼	158
6-12 對氨基苯甲酸	159
6-13 維他命B ₇	160
6-14 葉酸	160
6-15 維他命B ₁₂	162
6-16 硫辛酸	165
6-17 維他命B ₁₃	165
6-18 維他命C	166
6-19 芸香武	170
6-20 維他命L	171
第七章 代謝作用	172
7-1 前言	172

7-2 高能量化合物.....	172
7-3 糖質代謝.....	177
7-4 脂肪代謝.....	189
7-5 蛋白質代謝.....	195

第二篇 各 論

第八章 食品罐頭工業.....200

8-1 罐頭內面之腐蝕.....	200
8-2 柑橘罐頭.....	213
8-3 鳳梨罐頭.....	218
8-4 石刁柏(蘆筍)罐頭.....	220
8-5 竹筍罐頭.....	223
8-6 洋菇罐頭.....	225
8-7 豌豆罐頭.....	226
8-8 果汁飲料製品.....	228

第九章 食油煉製工業.....232

9-1 油脂煉製法.....	232
9-2 原料油.....	240
9-3 粕之脫溶劑.....	240
9-4 溶劑蒸氣回收.....	242
9-5 油脂精製.....	242
9-6 硬化油.....	253
9-7 人造奶油.....	256
9-8 食油利用上問題.....	256

第十章 澱粉工業.....257

10-1 澱粉之特性.....	257
10-2 大豆粉.....	261
10-3 小麥粉.....	268

10-4	玉米澱粉.....	272
10-5	甘薯粉.....	277
10-6	可溶性澱粉.....	284
10-7	α -澱粉	286
第十一章	速食麵	288
11-1	前 言.....	288
11-2	速食麵之製造.....	288
11-3	湯原料.....	293
第十二章	乾燥食品工業.....	296
12-1	前 言.....	296
12-2	食品乾燥方法.....	296
12-3	食品乾燥前處理.....	304
12-4	影響食品乾燥效率因素.....	310
12-5	各種食品乾燥之實際.....	313
12-6	乾燥食品之貯藏.....	322
第十三章	食品添加物合成工業.....	333
13-1	食品香料.....	333
13-2	食用色素.....	352
13-3	食品乳化劑.....	355
13-4	食品抗氧化劑.....	358
13-5	食品防腐劑.....	362
第十四章	醱酵及其合成工業.....	369
14-1	微生物之生理.....	369
14-2	酒 精.....	372
14-3	甘 油.....	382
14-4	麥氨酸.....	389

14-5	乳 酸	393
14-6	檸檬酸	396
14-7	綠 藻	399
14-8	酵 母	401
14-9	抗生素	406

第十五章 食品塑膠包裝材料工業 416

15-1	食品包裝材料概論	416
15-2	賽璐芳	418
15-3	聚乙 烯	421
15-4	聚丙 烯	427
15-5	聚氯乙 烯	431
15-6	聚偏二氯乙 烯	436
15-7	聚酯樹脂	438
15-8	聚苯乙 烯	442
15-9	醋酸乙 烯酯	446
15-10	聚碳酸酯樹脂	449
15-11	氨基樹脂	451
15-12	石碳酸樹脂	458
15-13	樹脂成型加工	466
15-14	合成樹脂包裝之衛生問題	476
15-15	果實蔬菜之包裝	478
15-16	食油包裝	481
15-17	乾燥食品包裝	485
15-18	冷凍食品之包裝	487

第十六章 食品工業用水及廢水處理 490

16-1	食品工業用水處理	490
16-2	食品工業廢水處理	509
16-3	鍋爐用水處理	534

附 錄

附(一)	耗與吋換算表	537
附(二)	常用度量衡表	538
附(三)	攝氏與華氏溫度比較表	539
附(四)	氣壓與水之沸騰點之關係表	540
附(五)	食鹽濃度表	541
附(六)	高壓釜之壓力表之示度與溫度	542
附(七)	溶劑性質	543
附(八)	工業原料比重	544
附(九)	食品工廠建築及設備之設置標準	545
(經濟部於民國62年2月15日公佈)		

131	.....	1-21
132	.....	2-21
133	.....	3-21
134	.....	4-21
135	.....	5-21
136	.....	6-21
137	.....	7-21
138	.....	8-21
139	.....	9-21
140	.....	10-21
141	.....	11-21
142	.....	12-21
143	.....	13-21
144	.....	14-21
145	.....	15-21
146	.....	16-21
147	.....	17-21
148	.....	18-21
149	.....	19-21
150	.....	20-21
151	.....	21-21
152	.....	22-21
153	.....	23-21
154	.....	24-21
155	.....	25-21
156	.....	26-21
157	.....	27-21
158	.....	28-21
159	.....	29-21
160	.....	30-21
161	.....	31-21
162	.....	32-21
163	.....	33-21
164	.....	34-21
165	.....	35-21
166	.....	36-21
167	.....	37-21
168	.....	38-21
169	.....	39-21
170	.....	40-21
171	.....	41-21
172	.....	42-21
173	.....	43-21
174	.....	44-21
175	.....	45-21
176	.....	46-21
177	.....	47-21
178	.....	48-21
179	.....	49-21
180	.....	50-21
181	.....	51-21
182	.....	52-21
183	.....	53-21
184	.....	54-21
185	.....	55-21
186	.....	56-21
187	.....	57-21
188	.....	58-21
189	.....	59-21
190	.....	60-21
191	.....	61-21
192	.....	62-21
193	.....	63-21
194	.....	64-21
195	.....	65-21
196	.....	66-21
197	.....	67-21
198	.....	68-21
199	.....	69-21
200	.....	70-21
201	.....	71-21
202	.....	72-21
203	.....	73-21
204	.....	74-21
205	.....	75-21
206	.....	76-21
207	.....	77-21
208	.....	78-21
209	.....	79-21
210	.....	80-21
211	.....	81-21
212	.....	82-21
213	.....	83-21
214	.....	84-21
215	.....	85-21
216	.....	86-21
217	.....	87-21
218	.....	88-21
219	.....	89-21
220	.....	90-21
221	.....	91-21
222	.....	92-21
223	.....	93-21
224	.....	94-21
225	.....	95-21
226	.....	96-21
227	.....	97-21
228	.....	98-21
229	.....	99-21
230	.....	100-21

第一篇 總論

第一章 碳水化合物化學

1-1 概 論

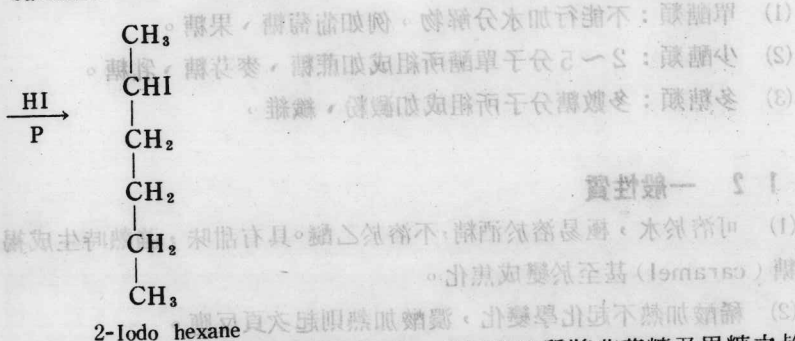
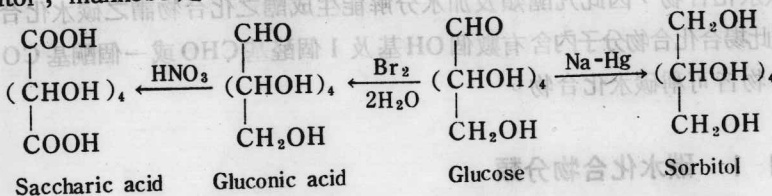
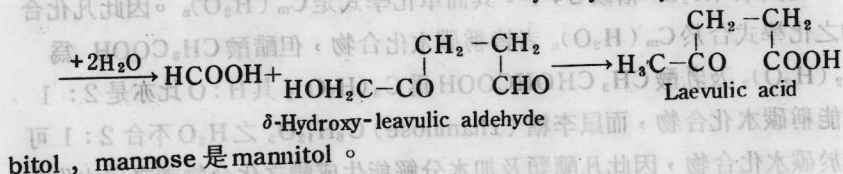
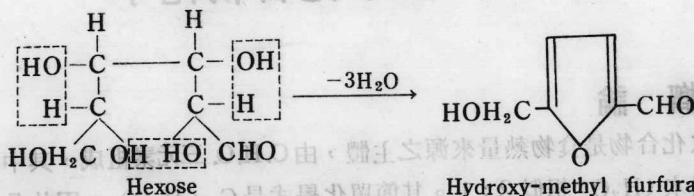
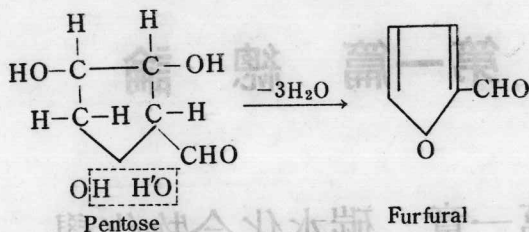
碳水化合物是食物熱量來源之主體，由 C, H, O 三元素組成，其中 $H : O$ 之比與水 (H_2O) 相似 $2 : 1$ 。其簡單化學式是 $C_m (H_2O)_n$ 。因此凡化合物之化學式合於 $C_m (H_2O)_n$ 者皆稱碳水化合物，但醋酸 CH_3COOH 為 $C_2 (H_2O)_2$ 及乳酸 $CH_3CHOHCOOH$ 為 $C_3 (H_2O)_3$ 其 $H : O$ 比亦是 $2 : 1$ ，不能稱碳水化合物，而鼠李糖 (rhamnose) $C_6H_{12}O_5$ 之 H_2O 不合 $2 : 1$ 可屬於碳水化合物，因此凡醣類及加水分解能生成醣之化合物謂之碳水化合物，依此場合化合物分子內含有數個 OH 基及 1 個醛基 CHO 或一個酮基 CO 之化合物皆可稱碳水化合物。

1-1-1 碳水化合物分類

- (1) 單醣類：不能行加水分解物。例如葡萄糖、果糖。
- (2) 少醣類：2~5 分子單醣所組成如蔗糖、麥芽糖、乳糖。
- (3) 多糖類：多數糖分子所組成如澱粉、纖維。

1-1-2 一般性質

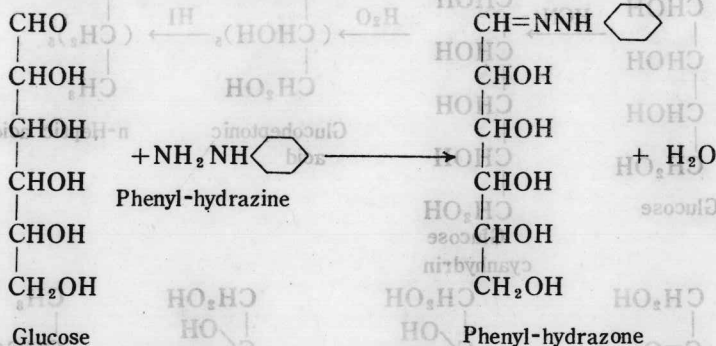
- (1) 可溶於水，極易溶於酒精，不溶於乙醚。具有甜味，強熱時生成褐色焦糖 (caramel) 甚至於變成焦化。
- (2) 稀酸加熱不起化學變化，濃酸加熱則起次頁反應。
- (3) aldose 被臭水、稀硝酸及 2 價水銀鹽類氧化生成 aldonic acid (C_6 場合は hexonic acid, glucose 是 gluconic acid) 用強氧化劑如濃硝酸時成為 dicarboxylic acid，單醣類被還原時變為 glycitols。如 glucose 是 sor-



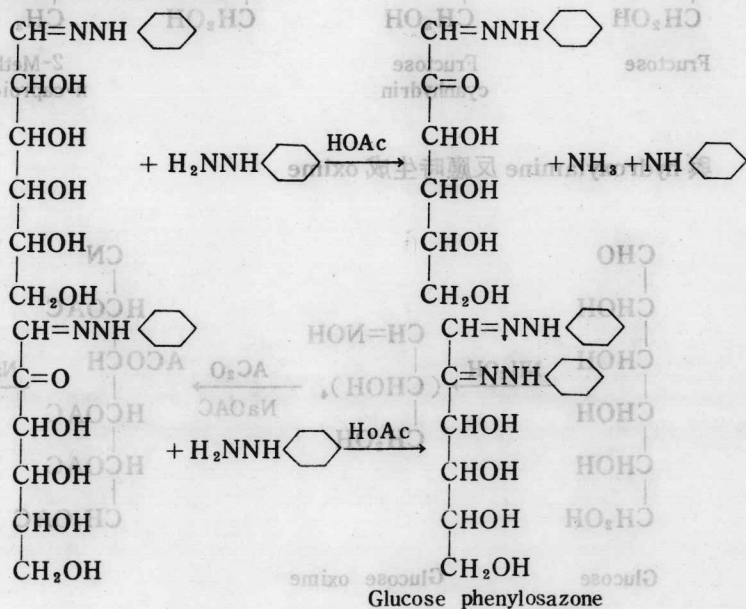
與自化物不起氧化作用，利用此性質將葡萄糖及果糖之鹼液中加入碘液時，glucose 氧化變成 gluconic acid 由此碘消費量可定量 glucose 此法即是 will stätter 法。

(4) 醣之還原作用：單醣於鹼性溶液加熱生成 carbonyl 型糖。尤其 dienol 及其中間產物具有強還原作用，能將重金屬鹽類 (Cu, Bi, Ag 等) 還原。依此方法能檢出單醣或定量作用。

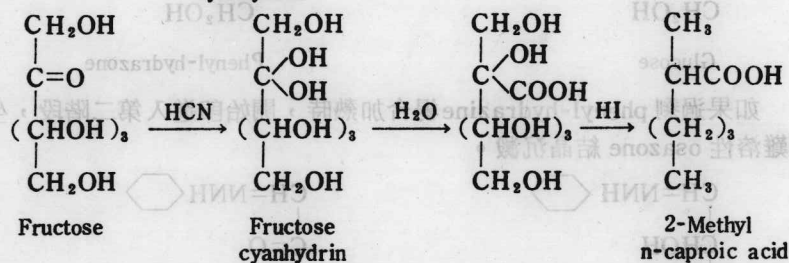
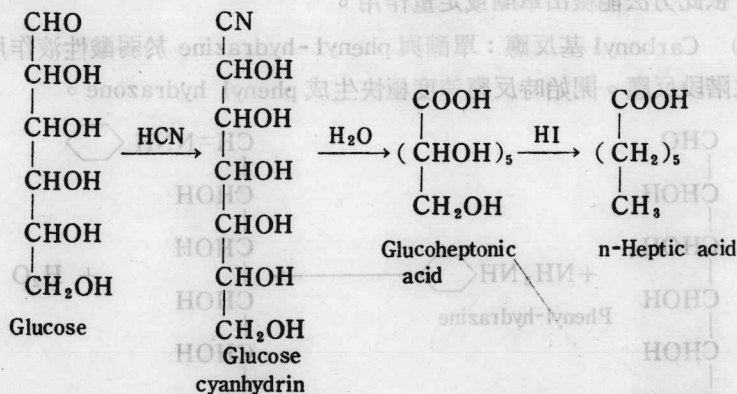
(5) Carbonyl 基反應：單醣與 phenyl-hydrazine 於弱酸性液作用時，行二階段反應。開始時反應速度極快生成 phenyl hydrazone。



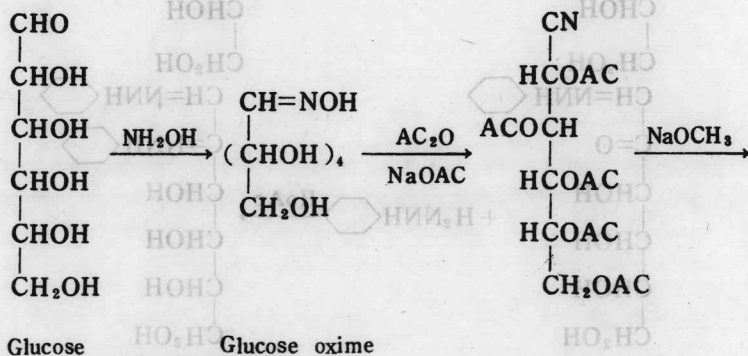
如果過剩 phenyl-hydrazine 場合加熱時，開始即進入第二階段，生成水難溶性 osazone 結晶沉澱。

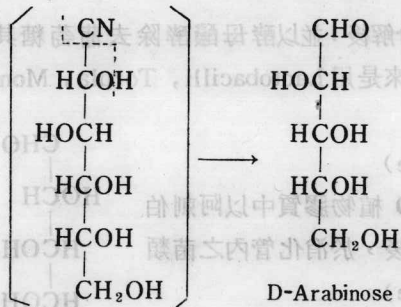


與 HCN 作用生成 cyanhydrin，此再加水分解則被還原成比原來糖多一個碳原子之醣類 (kiliani 法)。



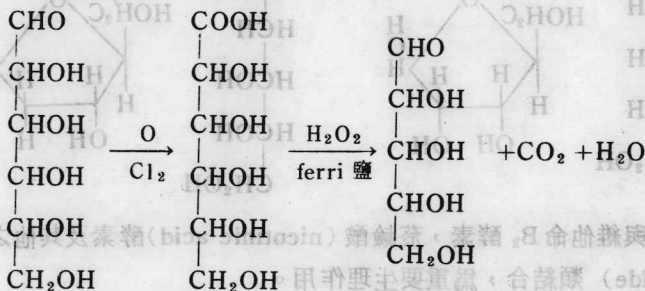
與 hydroxylamine 反應時生成 oxime



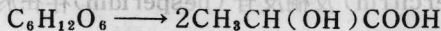
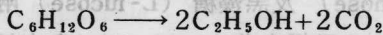


D-glucose oxime 與 1,3-dinitro-4-fluorobenzene 於微鹼性液中生成 D-arabinose。

又單醣類以 Cl_2 氧化生成 aldonic acid，此酸再被 H_2O_2 及 ferri 鹽氧化生成比原來醣之碳原子少一個之化合物。



(6) hexose 於酵母發酵產生酒精，乳酸菌發酵產生乳酸



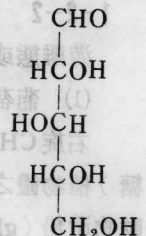
1-2 單醣類 (Monosaccharide)

1-2-1 五碳糖 (Pentose)

多數分子縮合成 Pentosan。於植物體含多量。

(1) 木糖 (D-Xylose)

右旋 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CHO}$ 於莖葉內以木聚糖 (xylan) 存在，動物攝食後，在消化管內菌類消化成木糖 (xylose)。



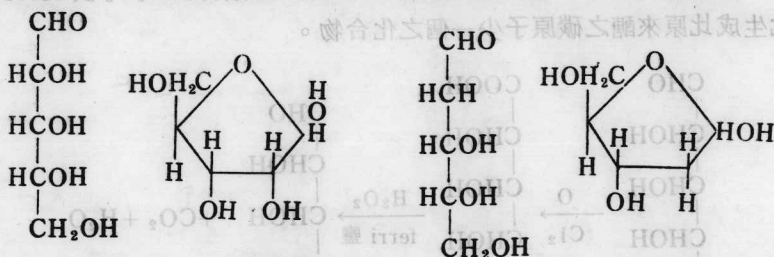
以前將玉米之穗軸用酸加水分解後，並以酵母醱酵除去葡萄糖其母液用濃縮法使其結晶而得之，近年來是用 *Lactobacilli*, *Torula*, *Monilia* 特殊細菌培養而得之。

(2) 阿刺伯糖 (L-Arabinose)

右旋 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_3\text{CHO}$ 植物膠質中以阿刺伯聚糖 (Araban) 存在，動物攝食後，於消化管內之菌類作用變為阿刺伯糖 (L-Arabinose)。

(3) 核糖 (D-Ribose) 及 (Deoxy-ribose)

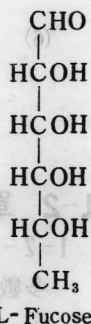
核糖 (ribose) 左旋；是 RNA 糖分，而 deoxyribose 是 DNA 糖分。核糖 (ribose) 是與肌肉運動關係密切之 ATP 結合的，除



此之外亦與維他命 B_2 酵素，菸鹼酸 (nicotinic acid) 酵素及其他之核苷酸 (nucleotide) 類結合，為重要生理作用。

(4) Methyl pentose 類

主要鼠李糖 (rhamnose) 及黑藻糖 (L-fucose) 兩種，前者以槲苔 (quercitrin) 及橘皮苷 (hesperidin) 存在於植物界，而後者以黑藻聚糖 (fucosan) 存在於海藻中。

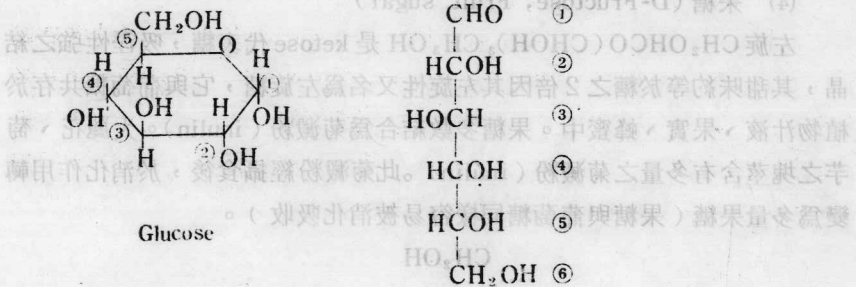


1-2-2 六碳糖 (Hexose)

游離態或縮合物皆多量存在於植物中。

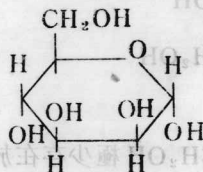
(1) 葡萄糖 (D-Glucose)

右旋 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ 是味甜白色結晶，易溶於水（又稱右旋糖）植物體之各部分皆含有此糖，血液中約含 0.1%。為雙醣類，多醣及動物澱粉 (glycogen) 之構成分。



(2) 甘露糖 (D-Mannose)

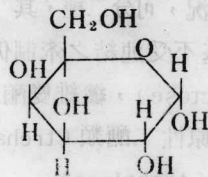
右旋 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ 以游離狀態微量存在於植物體內，大多數以 mannan 多醣類存在於植物種子之細胞膜，如經攝食後於腸內細菌分解為 mannose。



α -D-Mannose

(3) 半乳糖 (D-Galactose)

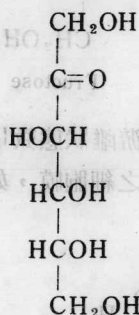
右旋 $\text{CH}_2\text{OH}(\text{CHOH})_4\text{CHO}$ 自然界中幾乎沒有存在者。與葡萄糖結合為乳糖。存在於乳汁中，或以半乳糖膠 (galactan) 存於樹膠海藻類，或與脂肪結合為腦苷脂類 (cerebrosides) 存在於腦神經中，是生理上主要化合物。半乳糖氧化生成難溶性之粘液酸 (mucic acid) 加酒精酵母 (Saccharomyces cerevisiae) 不發酵，此與葡萄糖區別之處。



α -D-Galactose

(4) 果糖 (D-Fructose, Fruit sugar)

左旋 $\text{CH}_2\text{OHCO}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}$ 是 ketose 代表糖，吸溼性強之結晶，其甜味約等於糖之 2 倍因其左旋性又名為左旋糖，它與葡萄糖共存於植物汁液、果實、蜂蜜中。果糖多數結合為菊澱粉 (inulin)。大麗花、荷芋之塊莖含有多量之菊澱粉 (inulin)。此菊澱粉經攝食後，於消化作用轉變為多量果糖 (果糖與葡萄糖同樣容易被消化吸收)。

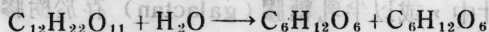


(5) 山梨糖 (D-Sorbose)

左旋 $\text{CH}_2\text{OHCO}(\text{CHOH})_3\text{CH}_2\text{OH}$ 極少存在於植物體內。

1-3 雙醣類 (Diaccharide)

二醣類是二分子單醣類之無水物 (簡式 $\text{C}_{2n}(\text{H}_2\text{O})_{2n-1}$) 因此經酸、酵素作用行加水分解後生成原來單分子之單醣類。



乳糖 + 水 $\longrightarrow$ 葡萄糖 + 半乳糖

蔗糖 + 水 $\longrightarrow$ 葡萄糖 + 果糖

麥芽糖 + 水 $\longrightarrow$ 葡萄糖 + 葡萄糖

二醣類隨其組成單醣及連結狀況，可分二種，其還原性二醣類 (maltose 型二醣類) 即是醛基或酮基不受連結之牽制仍然顯還原性，變旋光，如麥芽糖 (maltose)，乳糖 (lactose)，纖維雙醣 (cellobiose)，gentiose，密二糖 (melibiose)。另一非還原性二醣類 (trehalose 型二糖類) 其性質與前者相反，如蔗糖，海藻糖 (trehalose)。