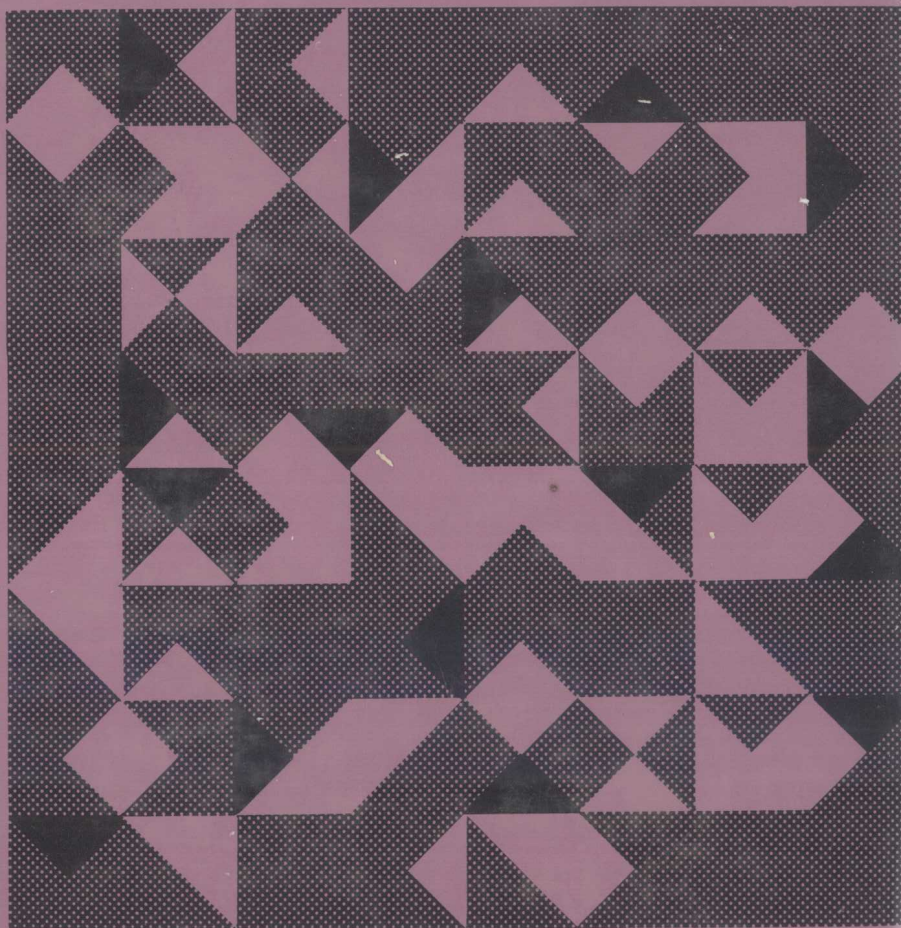


食品科学

市野一磨 豊島治男 根来秀夫
新崎輝子 森本茂美



産業図書

食品科学

市野 一磨
豊島 治男
根来 秀夫 共著
藤原 輝子
森本 茂美

産業図書

著者略歴 (五十音順)

市野一磨：昭和10年 大阪大学工学部卒
現在 松陰短期大学家政学科教授(工博)
豊島治男：昭和18年 大阪大学工学部卒
現在 甲南女子大学短期大学家政科教授 (匠博)
根来秀夫：昭和19年 大阪大学工学部卒
現在 神戸女学院大学家政学部教授 (理博)
新崎輝子：昭和11年 旧大阪府立女子専門学校卒
現在 神戸山手女子短期大学家政科教授 (理博)
森本茂美：昭和23年 大阪大学工学部卒
現在 松陰短期大学家政科教授 (工博)

食 品 科 学

定価 1350 円

昭和44年5月25日 初版
昭和51年2月25日 第7刷



著者	市野一磨 豊島治男 根来秀夫 新崎輝子 森本茂美
発行者	森田勝久
発行所	産業図書株式会社

東京都千代田区外神田1-4-21
郵便番号 101-91
電話 東京 (253) 7821(代表)
振替口座 東京 27724番

序

家政学における衣、食、住の科学は重要な研究課題であるが、特に食品の科学的解明は、科学的技術の急激な変革のなかで、必須な条件となっている。

我々が生活機能を維持するためには、その基本条件として、タンパク質、炭水化物、脂肪、ビタミン、無機質などの各栄養素を含む食物を摂取しなければならない。また文化の向上とともに、栄養の面からもよりすぐれ、嗜好的にもより好ましい食品に加工、貯蔵する方法が研究されてきている。

本書は食品を構成する諸因子について食品化学、酵素学、香味の化学、材料、加工、貯蔵などの諸観点から記述を試みた。最近では食品の種類が著しく増加し、加工法、調理法も進歩し、さらに食品添加物も複雑化している。本書が家政学専攻学生の教科書として、また食品関係者および研究者の座右の書として、食品の適正かつ合理的な発展の一助となれば幸いである。しかし、紙数に限りがあり、記述し尽せなかったものもあり、また不備な点もあらうかと思われるが、おおかたの御叱正を得てより完全なものとしたい。

執筆は第1章 市野一磨、第2章 藤原輝子、第3章 森本茂美、第4章 豊島治男、第5章、第6章 根来秀夫が担当した。

最後に、巻末に掲げた諸氏の著書を参考させていただいたことを感謝する。

執筆者一同

目 次

1. 食品の三大要素	1
1.1 炭水化物	1
1.1.1 糖類の分類	1
1.1.2 デンプン	12
1.1.3 デンプンの化学構造	14
1.1.4 デンプン粒	16
1.1.5 デンプンのヨウ素呈色反応	16
1.1.6 デンプンの加水分解	18
1.1.7 デンプンの老化現象	19
1.1.8 繊維素	20
1.2 タンパク質	20
1.2.1 タンパク質の分類	21
1.2.2 タンパク質の一般性状	23
1.2.3 タンパク質の化学構造	25
1.2.4 タンパク質の加水分解	27
1.2.5 アミノ酸	27
1.2.6 アミノ酸の性質	33
1.2.7 ポリペプチド	34
1.3 脂 質	36
1.3.1 脂質の分類	36
1.3.2 油脂の構造	37
1.3.3 脂肪酸	38
1.3.4 脂肪酸の性質	40
1.3.5 油脂の性質	41
1.3.6 植物油脂	43
1.3.7 動物油脂	44
1.3.8 油脂の酸敗	45
1.3.9 ろ う	46
1.3.10 複合脂質	47
1.3.11 誘導脂質	48
2. 酵 素	49
2.1 酵 素 と は	49
2.1.1 酵素の本態	50
2.1.2 酵素の作用機作	53
2.1.3 酵素作用の阻害と賦活	56
2.1.4 補 酵 素	57
2.1.5 酵素の分布	60
2.1.6 酵素の分類、命名法	61
2.2 食 品 酵 素	62
2.2.1 炭水化物の分解酵素	64
2.2.2 脂質の分解酵素	66
2.2.3 タンパク質分解酵素	67
2.2.4 酸化還元酵素	69
2.2.5 食品の褐変と酵素	71
2.2.6 アミンの生成	76
2.2.7 腐敗と発酵	77
2.3 食品保存中の酵素的変化	82
2.3.1 果実の追熟と酵素	82
2.3.2 組織の破壊とビタミンC酸化酵素	84
2.3.3 肉類の熟成	85
2.3.4 魚肉の鮮度低下と臭気成分	86

(2) 目 次

2.4 食品加工への酵素の利用	87
2.4.1 酵素の生産	88
2.4.2 果汁製造とペプチナーゼ	89
2.4.3 フレーバー酵素	89
2.4.4 酵素の除去と酸化酵素の利用	91
2.4.5 食品加工へのプロテアーゼの利 用	91
3. 食品の色, 味, 香り	95
3.1 色	95
3.1.1 色素の分類	95
3.1.2 発酵食品	95
3.1.3 野菜と果実	99
3.1.4 獣 肉	100
3.1.5 魚 類	101
3.1.6 甲 殻 類	102
3.1.7 人工着色料	102
3.2 味	103
3.2.1 呈味成分の定性, 定量法	104
3.2.2 塩 味	107
3.2.3 甘 味	108
3.2.4 酸 味	113
3.2.5 苦 味	115
3.2.6 旨 味	119
3.3 香 り	124
3.3.1 香氣成分の定性, 定量法	126
3.3.2 発酵食品	131
3.3.3 野 菜 類	139
3.3.4 果 実 類	140
3.3.5 嗜 好 品	142
3.3.6 人工香料	143
4. 食 品 材 料	149
4.1 肉 類	149
4.1.1 牛 肉	153
4.1.2 豚 肉	153
4.1.3 鶏 肉	154
4.1.4 鯨 肉	154
4.2 乳 類	154
4.3 卵 類	159
4.3.1 卵の構造	159
4.3.2 卵の成分	161
4.4 魚 介 類	164
4.5 豆 類	169
4.5.1 大 豆	169
4.5.2 あ ず き	172
4.5.3 落 花 生	174
4.5.4 そのほかの豆類	175
4.6 穀 類	176
4.6.1 米	177
4.6.2 小 麦	181
4.6.3 大麦, 裸麦	185
4.6.4 えんばく	186
4.6.5 雑 穀	186

4.7 い も 類	189		
4.7.1 甘 藷	189	4.7.3 そのほかのいも類	193
4.7.2 馬 鈴 薯	191		
4.8 蔬 菜 類	193		
4.8.1 葉 菜 類	196	4.8.3 根 菜 類	198
4.8.2 茎 菜 類	197	4.8.4 果 菜 類	200
4.9 果 実 類	201		
4.9.1 仁 果 類	204	4.9.3 核 果 類	207
4.9.2 漿 果 類	206	4.9.4 堅 果 類	208
4.10 海 藻 類	209		
5. 食 品 加 工	211		
5.1 食品加工の目的および意義	211		
5.2 農 産 食 品	213		
5.2.1 精 米	213	5.2.5 小麦の加工品	217
5.2.2 米の二次加工	215	5.2.6 でんぷんおよびその加工品	219
5.2.3 精 麦	215	5.2.7 大豆製品	221
5.2.4 小 麦 粉	215		
5.3 園 芸 食 品	222		
5.3.1 果汁飲料	222	5.3.4 トマトピューレ、トマトケチャ ップ	226
5.3.2 果実加工と酵素	224	5.3.5 ジャム、ゼリー、プレザーブ、 マーマレード	226
5.3.3 粉末ジュース	225		
5.4 畜 産 食 品	227		
5.4.1 牛乳の処理加工品	227	5.4.3 肉 製 品	235
5.4.2 卵 製 品	233		
5.5 水 産 食 品	237		
5.5.1 魚介類製品	237		
5.6 嗜 好 食 品	240		
5.6.1 製 茶	240	5.6.3 コーヒー	242
5.6.2 ココア、チョコレート	241		
5.7 発 酵 食 品	242		
5.7.1 アルコール飲料	244	5.7.3 醬 油	252
5.7.2 味 噌	251	5.7.4 納 豆	253

(4)	目	次
5.7.5 食 酢	254	5.7.6 漬 物 255
5.8 新 し い 食 品	257	
5.8.1 インスタント食品	257	5.8.2 一 般 食 品 258
5.9 強 化 食 品	260	
5.10 食 品 添 加 物	262	
5.11 加熱による食品香気の改良	265	
6. 食 品 貯 蔵	273	
6.1 食品の変敗および貯蔵の原理	273	
6.2 乾 燥 脱 水	276	
6.2.1 食品乾燥の目的	276	6.2.3 乾 燥 方 法 278
6.2.2 微生物と水分	277	6.2.4 乾燥食品の貯蔵 280
6.3 冷 蔵 冷 凍	281	
6.4 塩 蔵	284	
6.5 糖 蔵, 砂糖漬	285	
6.6 酢 漬	285	
6.7 燻 煙	286	
6.8 ガ ス 貯 蔵	287	
6.9 酵素処理による変質防止	288	
6.10 防 腐 剤	289	
6.11 抗 生 物 質	292	
6.12 放 射 線 処 理	293	
6.13 食 品 包 装	294	
6.13.1食品包装の目的	294	6.13.2食品の種類と包装法 295
6.14 加熱による方法	296	
6.15 缶 詰	299	
6.16 ビ ン 詰	304	
参 考 文 献	305	
索 引	309	

1. 食品の三大要素

1.1 炭水化物 carbohydrate

糖類と繊維は一般式 $C_m(H_2O)_n$ で書き表わすことができる。これを炭水化物というが炭素、水素、酸素の三元素より成り、その形は炭素と水の結合したものであるところからこのように呼ばれる。しかし酢酸 $C_2(H_2O)_2$ 、乳酸 $C_3(H_2O)_3$ のように炭素と水の結合した形をした分子もあるので、厳密に化学的には分子中に2個以上の OH 基と1個のアルデヒド基 (CHO) またはケトン基 (CO) をもつ化合物およびこれが縮合した形の化合物をいう。

1.1.1 糖類の分類

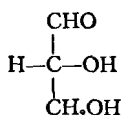
糖類は主として分子の大きさに基づいて分類する。すなわち酸や酵素によってさらに簡単な糖に分解するか否か、また糖が何個縮合してできているかによって次のように分類される。

単糖類 monosaccharide		
3 炭糖	triose	$C_3H_6O_3$
4 炭糖	tetrose	$C_4H_8O_4$
5 炭糖	pentose	$C_5H_{10}O_5$
6 炭糖	hexose	$C_6H_{12}O_6$
7 炭糖	heptose	$C_7H_{14}O_7$
2 糖類	disaccharide	$C_{12}H_{22}O_{11}$
3 糖類	trisaccharide	$C_{18}H_{32}O_{16}$
4 糖類	tetrasaccharide	$C_{24}H_{42}O_{21}$
多糖類 polysaccharide		
誘導糖質 sugar derivatives		

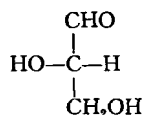
a) 単糖類 monosaccharide

単糖類とは C, H, O の三元素より成る最少の炭水化物の単位で、加水分解によってさらにより小さな分子の糖にはなりえない。水に溶けて甘く旋光性を有する。アルデヒド基をもつ単糖類をアルドース aldose, ケトン基をもつものをケトース ketose という。

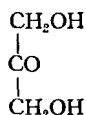
3 炭糖 triose 3 炭糖には 2 種類あり生物体の新陳代謝の中間物として存在し、また工業的用途があるところから生産もされている。



D-グリセリンアルデヒド
(グリセロース)



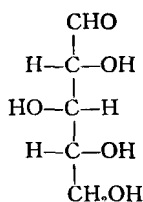
L-グリセリンアルデヒド



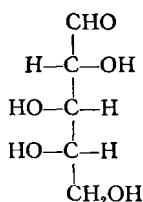
デヒドロオキシアセトン

グリセリンアルデヒド (グリセロース) には不斉炭素 1 個があるので D 型と L 型の 2 種ある。OH を右に書いて D 型を、左に書いて L 型を表わす。

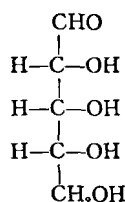
5 炭糖 pentose 自然界には遊離状態でごく少量存在するが、多くは多糖類のペントサン pentosan の形で多数結合して存在する。これを加水分解すれば 5 炭糖となる。5 炭糖は甘味があるが消化吸収されない。次の四つの化合物がある。



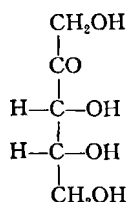
キシロース



アラビノース



リボース

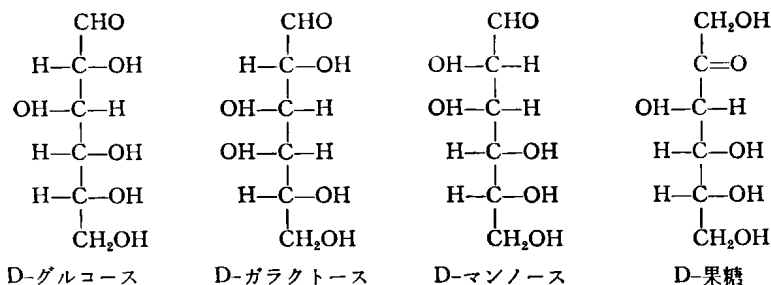


リブロース

6 炭糖 hexose 6 炭糖は自然界に広く分布し、単糖類の中で最も重要である。良く消化吸収されるブドウ糖 glucose, 果糖 fructose, ガラクトース galactose, マンノース mannose の 4 種があるが、そのうちアルデヒド基を有するブドウ糖, ガラクトース, マンノースをアルドヘキソース aldohexose,

といい、果糖のようにケトン基をもつものをケトヘキソーズ ketohexose という。

Fischer の式



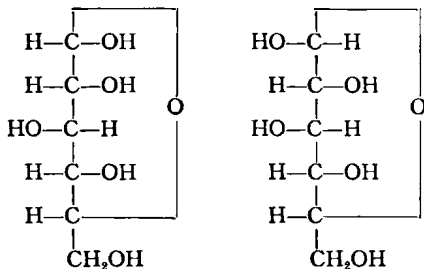
上式で下から二つ目の炭素原子についている OH が右側についているものが D 型を、左側についているものが L 型を表わす。これは構造を示すもので旋光性を示すものではない。

上述の立体構造が Fischer によって決められたが、なお性質を説明するに充分でない。たとえば、単糖類はアルデヒドの性質をもちながら Schiff の反応を呈しないし、また精製した D-グルコースの結晶を水に溶かした直後と時間が経過した後ではその旋光度が異なる。メタノールに溶かして HCl ガスを吹込むと methylglucoside が得られるが、これには性質の異なった 2 種類ができることなどから D-グルコースに α と β の 2 種がある。

糖類のアルデヒドは反応性が

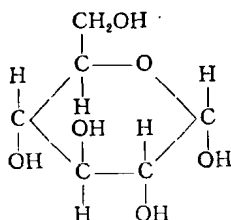
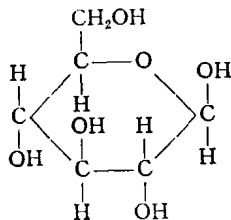
Fischer-Tollens の式

弱く、一種の環状構造であると考えると一番上の炭素原子もまた不斉となり D-グルコースに 2 種あることが理解される。右の式を六角の形の環状式で書く



水溶液の中では α , β 両型は

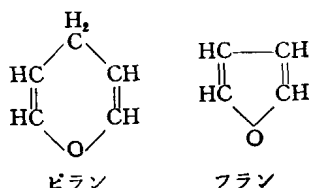
互いに移動し $\alpha : \beta = 2 : 3$ のとき平衡に達する。このとき旋光性が変化するの

 α -D-グルコース β -D-グルコース

で、これを変旋光 *muta-rotation* という。 α -型グルコースは β -型よりも甘く、このためグルコース溶液をつくって長く放置すると β 型が増加する

ので甘味は減少する。実際の自然界では環状構造で存在する。これを Haworth の環状構造式という。6角型はピラン *pyran* に似ているのでピラノース *pyranose* 型の糖といい、果糖は C_2 と C_5 の間にリングをつくり5角のフラン *furan* に似た形で表わしうるのでフラノース *furanose* とも呼ばれる。

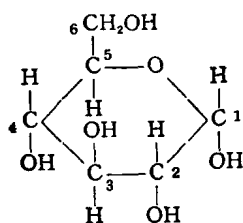
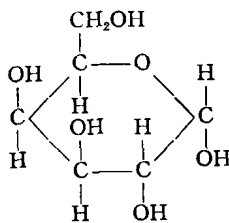
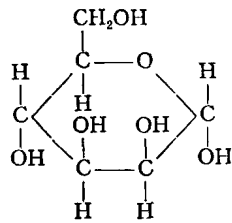
Haworth の環状構造式



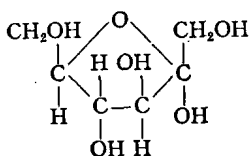
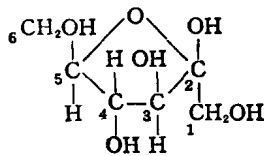
ピラン

フラン

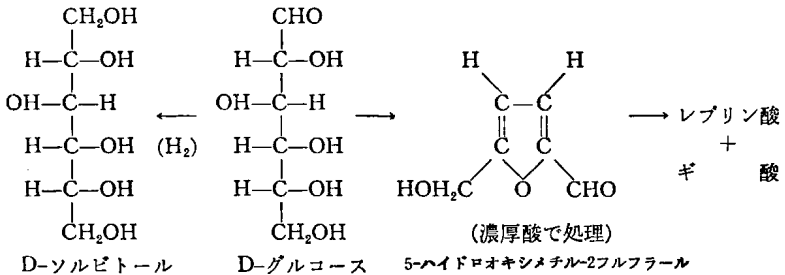
Pyranose form

 α -D-グルコース α -D-ガラクトース α -D-マンノース

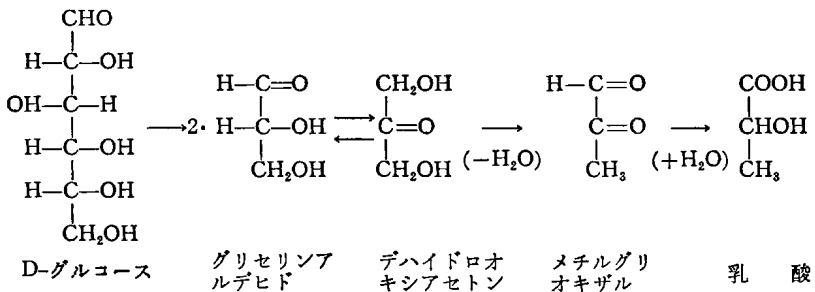
Furanose form

 α -D-フラクトース β -D-フラクトース

ブドウ糖：D-グルコースは果実，花，蜂蜜，血液などに広く遊離状態で存在し，結合状態では2糖類以上の多糖類および配糖体などの構成々分として存在する．普通1分子の結合水をもっているが，無水のものは m. p. 146° でこれ以上に加熱すると褐色化しカラメル化する．甘味は蔗糖の50～60％である．還元すれば6価の糖アルコールである D-ソルビトールとなり，臭素で酸化するとグルコン酸となる．一般に単糖類は希酸に対しては安定であるが，濃塩酸，濃硫酸と煮沸すると脱水作用が起こり 5-ハイドロキシメチルフルフラールとなる．

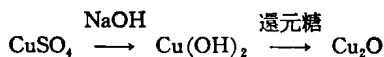


単糖類は酸に対しては比較的安定であるがアルカリ性に対してはきわめて不安定である．希アルカリで冷時でもエピメル化 epimerization が起こり D-グルコースから D-マンノースおよび D-フラクトースを生ずる．濃厚アルカリでは液は黄色となりメチルグリオキザルあるいは乳酸となる．



D-グルコースは加水分解酵素に対してはきわめて安定であるが，生体内においては種々の酵素の作用を受けて最終的には CO_2 と H_2O に分解する．

ブドウ糖のほか果糖，麦芽糖，乳糖は共通して還元性をもっている．すなわち，ほかの化合物を還元して自らは酸化する．この種の糖を総称して還元糖 reducing sugar という．



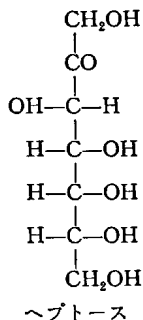
この反応は還元糖の定量に用いられる。

果糖：代表的なケトースで果物、花などに遊離状態で存在し蜂蜜に多い。結合状態としては蔗糖、イヌリンに存在するので、イヌリンを加水分解して製造する。ピラノース型よりもフラノース型で結合している場合が普通である。遊離状態ではこの逆である。ブドウ糖よりも甘く吸湿性が強い。

ガラクトース：セレブロース cerebrose ともいう。2糖類, 3糖類, 4糖類など多糖類の構成分子として結合状態で存在し遊離状態ではほとんど存在しない。水に溶けがたく甘味はグルコースより少ない。寒天または乳糖を加水分解して得られる。

マンノース：多糖類のマンナンなどを構成して存在し、こんにゃくに多い。したがって、こんにゃくを加水分解して得られる。マンノースは微生物にも利用されるので微生物中にも広く存在する。

7 炭糖 heptose



光合成の反応の中で中間生産物の一つである。植物には少量含まれる。

b) 誘導糖質 sugar derivatives

5炭糖あるいは6炭糖から誘導されたものと考えられる化合物にメチルペントース, 糖アルコール, アミノ糖などがある。

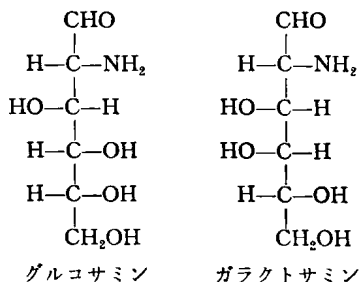
メチルペントース methyl pentose 天然には L-ラ

ムノース L-rhamnose, D-キノボース D-quinovose, D-フコース D-fucose, L-フコース L-fucose の4種類がある。いずれも両端はアルデヒド基とメチル基をもった炭素6個の化合物である。6炭糖の6位の CH_2OH が CH_3 となるか、5炭糖

の2位の $\text{CH}-\text{OH}$ の酸素がとれた形の糖類である。

アミノ糖 amino sugar 6

単糖の C_2 の位置にある $-\text{OH}$ がアミノ基 $-\text{NH}_2$ で置換したものをいい、グルコサミン glucosamine と



ガラクトサミン galactosamine が重要である。

グルコサミンはかに、えびの甲らに含まれるキチン chitin の成分であり、

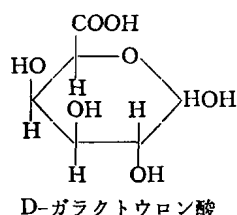
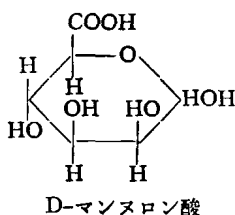
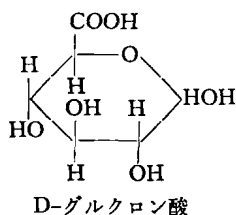
ガラクトサミンは軟骨にあるコンドロイチン硫酸の1成分である。

糖アルコール sugar alcohol 単糖類のカルボニル基 ($-\text{CHO}$ または $=\text{CO}$) が還元されたものである。構造からいえば両端に $-\text{CH}_2\text{OH}$ 基をもっている。

6 単糖 $\left\{ \begin{array}{l} \text{D-ブドウ糖} \rightarrow \text{D-ソルビトール sorbitol} \\ \text{D-マンノース} \rightarrow \text{D-マンニトール mannitol} \\ \text{D-ガラクトース} \rightarrow \text{i-ズルシトール dulcitol} \end{array} \right.$
 5 単糖 D-リボース $\rightarrow$ D-リビトール ribitol またはペンチトール pentitol

ソルビトールは吸湿性の甘味ある結晶で、ビタミンCの原料となる。マンニトールは水溶性の強い甘味があり薬剤に用いられる。

ウロン酸 uronic acid 単糖類の C_6 の位置にある $-\text{CH}_2\text{OH}$ が酸化されて $-\text{COOH}$ になったものをいい、アルドースから生成したものをアルドウロン酸、ケトースから生成したものをケトウロン酸という。アルギン酸の成分であるマンヌロン酸 mannuroic acid とペクチンの構成成分であるガラクトウロン酸 galacturonic acid が重要な化合物である。



c) 2 糖 類 disaccharide

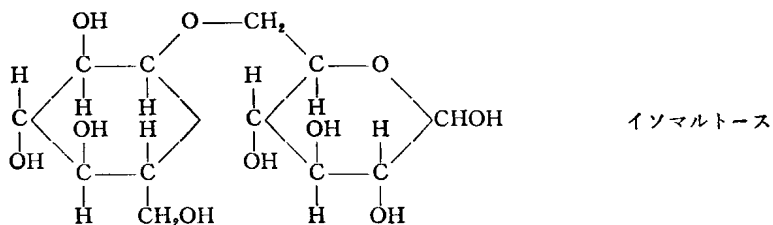
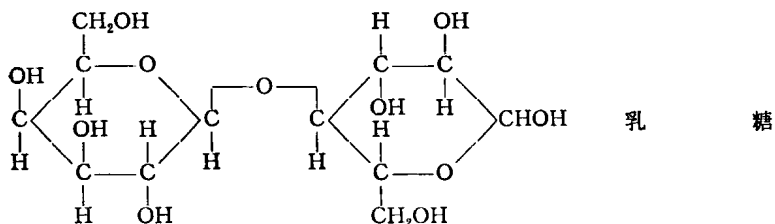
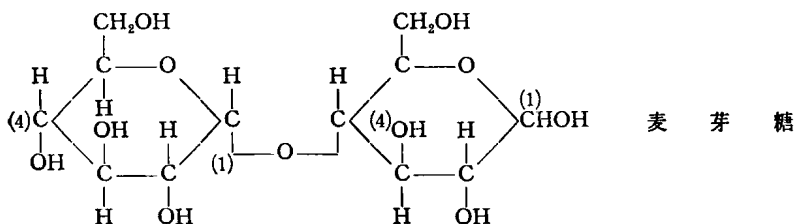
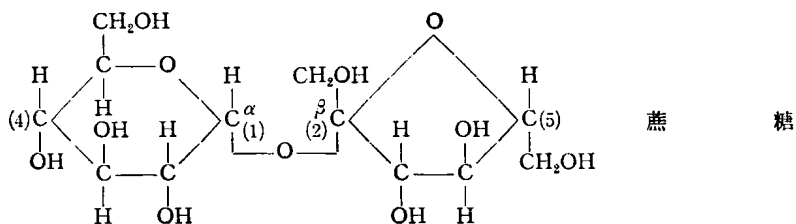
2 分子の 6 単糖がグルコシッド結合 glucosidebinding をしてできたもので 2 分子から水 1 分子が除かれた形で結合しているものである。

蔗糖、麦芽糖、乳糖の3種が重要で、このほかにイソマルトース、ゲンチオビオースなどがある。上記の3種の構成は次のとおりである。

蔗 糖 = ブドウ糖 + 果糖
 麦芽糖 = ブドウ糖 + ブドウ糖
 乳 糖 = ブドウ糖 + ガラクトース

結合してアルデヒド基またはケトン基が残るもの、すなわち、麦芽糖と乳糖は

還元力があるが、蔗糖のようにカルボニル基が互いに結合したものは還元力を示さない。



蔗 糖 sucrose 食用に供せられる最も重要な糖類である。広く植物界に存在し特に甘蔗，甜菜に多く含まれる。蔗糖は希酸または invertase によって転化されブドウ糖と果糖に加水分解され，これを転化糖 inverted sugar という。

蔗糖は水にきわめて易溶で 20°C で 67% 濃度に溶ける。蔗糖は右旋性であるが転化すると果糖の左旋性のほうがブドウ糖の右旋性より強いので転化糖は左旋性となる。

麦芽糖 maltose D-グルコース 2 分子が α -1,4 の結合をした 2 糖類である。デンプンあるいはグリコーゲンをアミラーゼで加水分解する際に多量に生成する。いわゆる麦芽あめの主成分である。水に溶けやすく右旋性で酸あるいは maltase で 2 分子のブドウ糖に加水分解される。麦芽糖の甘味は蔗糖の約 1/3 である。

乳糖 lactose D-ガラクトースと D-グルコースの結合したもので、哺乳動物の乳汁中に 2～7.5% の範囲で含まれる。人乳には 5～7% 含まれ他の糖に対して甘味が少なく、水に対する溶解度も小さく右旋性である。酸または lactase, emulsin によって加水分解され、ガラクトースとブドウ糖になる。

d) 3 糖類および 4 糖類 trisaccharide, tetrasaccharide

3 糖類は $C_{18}H_{32}O_{16}$ の分子式で示される 6 炭糖の 3 分子が縮合したものである。

ラフィノース raffinose : D-グルコース, D-果糖, D-ガラクトースの 3 分子より成り甜菜, 棉実に含まれる。

メレチトース melezitose : D-グルコース, 非還元性の ツラノース 2 分子の結合したものの。

ゲンチアノース gentianose : D-グルコース, 2 分子と果糖の結合したものでゲンチアナの地下茎に存在する。

イソマルトース isomaltose : 3 分子の D-グルコースが β -1,6 結合しているもの。

4 糖類は 6 炭糖が 4 分子縮合してできた糖類で、スタキオース stachyose $C_{24}H_{42}O_{21}$ がこれに属する。スタキオースは、ガラクトース 2 分子, ブドウ糖, 果糖の結合してできたものである。大豆などの種子やチヨロギの根に含まれる。

e) 単純多糖類 simple polysaccharide

多糖類とはその名のとおりの多数の糖が縮合してできたものである。その場合