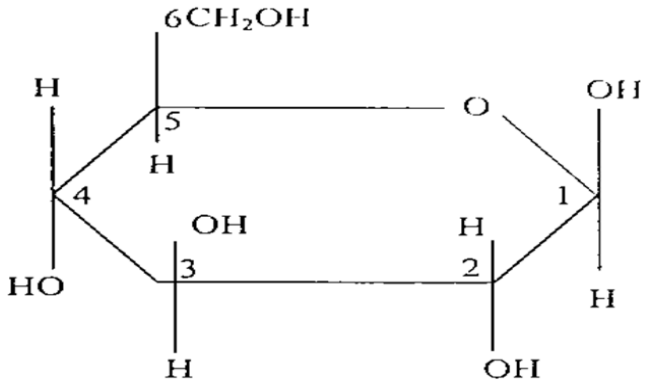
أهم السكريات الأحادية

1- سكر الكلوكوز (سكر العنب) : D- Glucose

ويسمى كذلك بسكر الدم، ويعتبر من السكريات الاحادية السداسية الألديهيدية وهو سكر واسع الانتشار، ويدخل في تركيب الأنسجة والسوائل الحيوية والدم عند الإنسان والحيوان، وهو من السكريات الذائبة في الماء ويتبلور بشكل جيد من محاليله المائية، ويدخل في تشكيل جزيئات السكريات المتعددة مثل النشا والكلايكوجين والسليلوز، وكما انه يدخل كذلك في تراكيب السكريات الثنائية مثل السكروز واللاكتوز والمالتوز.

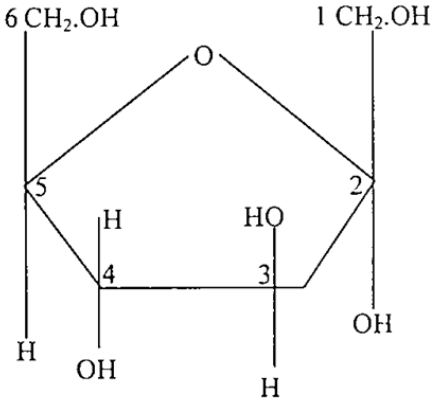


β - D – Glucose

كلوكوز - D- β

2 – سكر الفركتوز (سكر الفواكه) : D- Fructose

من السكريات الاحادية الكيتونية، ويوجد بشكل حر في العديد من الفواكه والثمار، ويمكن الحصول عليه من تميؤ السكروز او السكر المتعدد المعروف بالأنيولين (Inulin)، وبالإمكان بلورته من محاليله المائية على شكل بلورات أبرية، وهو سكر سريع التأكسد وبالإمكان اختزاله الى كحول السوربيتول والمانيتول وله درجة حلاوة أكبر من حلاوة سكر الشمندر.

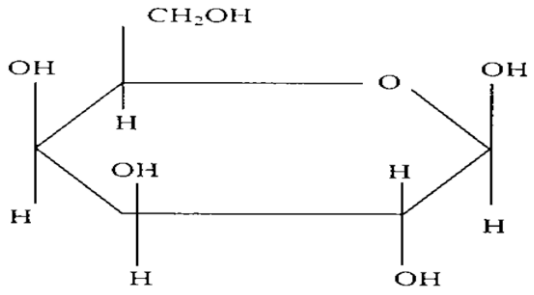


α - D – Fructose

α -D- فركتوز

3–سكر الكلاكتوز (سكر الحليبD– Galactose :)

يشبه في تركيبه سكر الكلوكوز، الا ان مجموعة الهيدروكسيل (OH–) المرتبطة بذرة الكربون الرابعة (C4) تكون الى اليسار في الكالكتوز والى اليمين في سكر الكلوكوز، كما انه يعتبر من السكريات الاحادية السداسية الألديهيدية ويشكل جزءاً من سكر الحليب، ولا يوجد بشكل حر في الأنسجة النباتية، ويدخل في تركيب بعض السكريات الثلاثية وبالإمكان بلورته بسهولة من محاليله المائية.



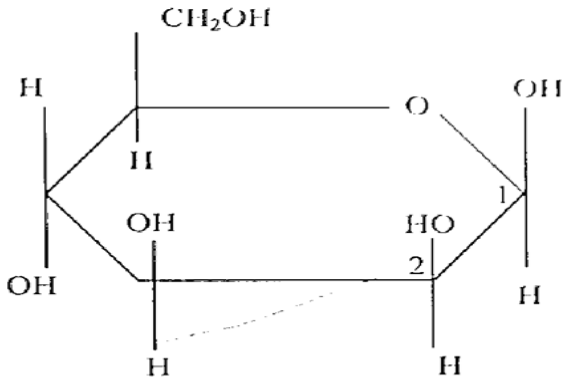
β - D – Galactose

β -D- كالكتوز

4–سكر المانوز: (D– Mannose) :

يعتبر من السكريات الأحادية السداسية الألديهيدية الواسعة الانتشار، ويوجد بشكل حر في تركيب القشور الخارجية لبعض الحمضيات والثمار في عدد من النباتات، يشابه تركيبه تركيب سكر الكلوكوز

ألا ان مجموعة الهيدروكسيل (OH−) في ذرة الكربون الثانية تكون الى اليمين في سكر الكلوكوز والى اليسار في سكر المالتوز.

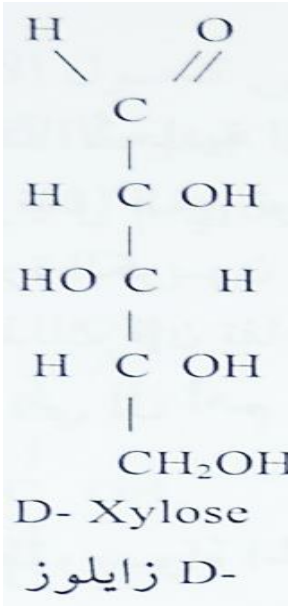


β - D – Mannose

مانوز - D- α

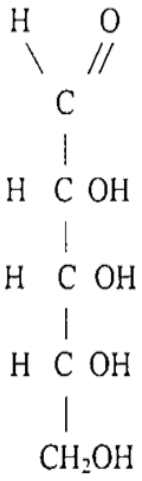
5- سكر الزايلوز (D- Xylose) :

من السكريات الأحادية الخماسية الألديهيدية يدخل في تراكيب المواد المخاطية النباتية وجدران الخلايا النباتية.



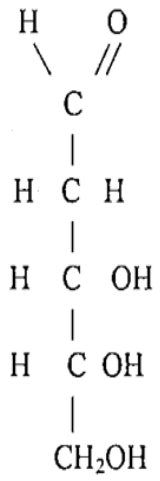
6- سكر البنتوز (D- Pentose) :

سكر خماسي الديهيدي، وهو من السكريات الاحادية البسيطة المهمة اذ أنه يدخل في تركيب الحامض النووي الرايبوزي (RAN) والعديد من النيوكلوتيدات الحرة وبعض الأنزيمات المرافقة –Co) enzymes). سكر البتوز منقوص الأوكسجين يدخل في تركيب جزيئة الـ DNA.



D- Ribose

D – رايبوز



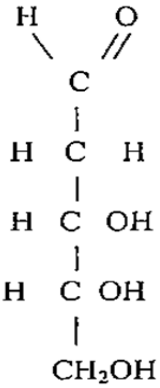
D – Deoxy- ribose

D – دي أوكسي رايبوز

لمشتقات الحيوية للسكريات الأحادية :

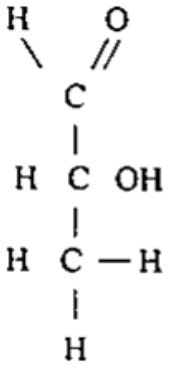
1– سكريات الديوكسي : (Deoxy Sugars)

تمثل سكريات الديوكسي مجموعة من السكريات الاحادية التي يتم منها استبدال مجموعة هيدروكسيلية واحدة او أكثر بذرات الهيدروجين، حيث يدل الرقم الذي يوضع أمام اسم السكر على رقم ذرة الكربون التي استبدلت مجموعتها الهيدروكسيلية بذرة الهيدروجين. ومن أبرز الأمثلة على هذا النوع من السكريات هو سكر : (2– ديوكسي – D – رايبوز) الذي يدخل في بناء التركيب الابتدائي لجزيئة الحامض النووي الديوكسي رايبوزي (DNA).



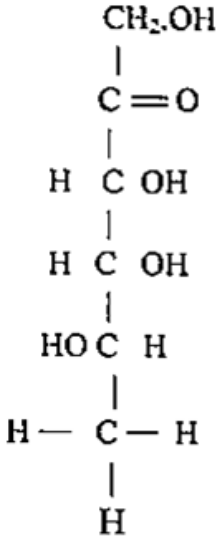
2- Deoxy – D - Ribose

تتميز هذه السكريات بإعطاء معظم التفاعلات السكريات الأحادية ولكنها تفشل في اعطاء كشفاً إيجابياً مع الفنيل هايدرازين وتكوين معقد الأوسازون، وذلك لعدم وجود مجموعة هيدروكسيل على ذرة الكربون رقم (2)، وتدخل هذه السكريات في تركيب الجدر الخلوي في البكتريا، بالإضافة الى سكر 2- دي اوكسي D- رايبوز فهنالك العديد من هذه السكريات موجودة بالطبيعة. منها على سبيل المثال السكريات التالية :



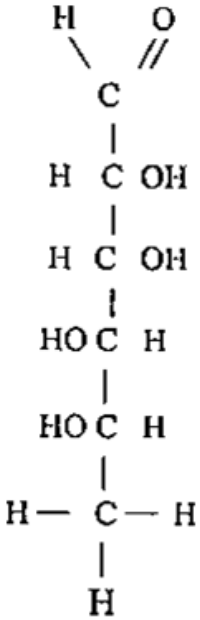
3 – Deoxy glyceric aldehyde

(I)



6 – Deoxy – L- Fuculose

(II)



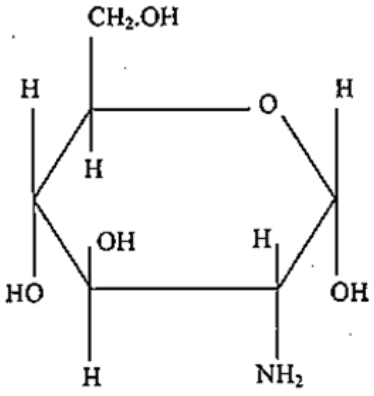
6 – Deoxy – L- Mannose

(III)

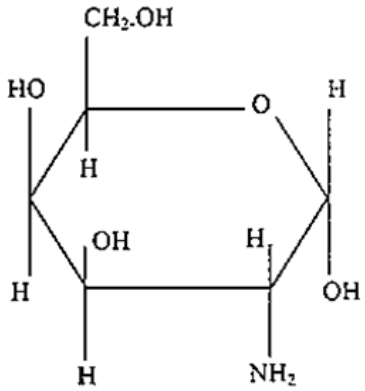
اذ يوجد سكر 3– دي أوكسي كليسيريك ألديهيد في خشب نبات الجوز، ويوجد سكر 6– دي أوكسي –L– مانوز في العديد من المركبات الكلايكوسيدية.

2 – السكريات الأمينية : (Amino Sugars)

عند استبدال احد المجاميع الهيدروكسيلية في السكريات الاحادية البسيطة بمجموعة أمينية –) (NH2 يظهر نوع جديد من السكريات يسمى بالسكريات الأمينية. وعلى الرغم من إمكانية تصنيع العديد من هذه المركبات مختبرياً فإنه لا يوجد منها في الطبيعة الا أعداداً محدودة جداً، مثل السكر الأميني الكلوكوز – أمين (D– glycosamine) واللاكتوز – أمين (D – galactosamine). اذ يوجد الكلوكوز – أمين في عدد من السكريات المتعددة مثل السكر المتعدد الكايتين (Chitin) ذو الوظيفة التركيبية حيث يدخل في تركيب الطبقة الخارجية الصلبة في العديد من الحشرات وكذلك في السرطانات البحرية – اما السكر الاميني الكلاكتوز – أمين فهو يدخل في تكوين الغضاريف (Chondroitin) كمكون أساسي. وهنالك العديد من مركبات المضادات الحيوية تحتوي في صيغتها التركيبية على بعض السكريات الامينية والذي يعتقد ان الفعالية الحيوية لهذه المضادات تعود الى السكريات الامينية. وفي أدناه بعض الامثلة عن السكريات الامينية :



2- Amino 2- Deoxy- D-glucose
Glucosamine or Chitosamine



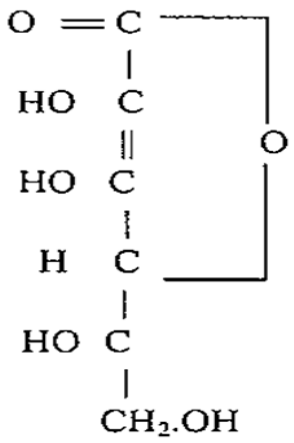
2- Amino 2- Deoxy- D-galactose
Galactosamine or Chondrosamine

وتوجد هذه السكريات بهيئة ألفا (a) أو بيتا (B).

تنتج السكريات الأحادية البسيطة مثل D – الكلوكوز (D– glucose)، ثلاثة أنواع من الاحماض السكرية عند اكدستها، منها يحتوي على مجموعة كربوكيسلية واحدة تستحدث بسبب اكسدة مجموعة

الألديهيد فيسمى الحامض الناتج D – حامض الكلوكونيك (D– gluconic Acid) وهو أحد المركبات الوسطية في أيض الكلوكوز في بعض الكائنات الحية، ومنها ما يحتوي على مجموعتين كربوكيسليتين، بسبب تأكسد مجموعة الألديهيد ومجموعة الهيدروكسيل على ذرة الكربون الاخيرة (مجموعة الكحول الاولي) فيدعى المركب الناتج D– حامض كلوكاريك او يسمى في بعض الأحيان حامض D– كلوكا سكاكريك (D– glucaricacid or D– glucosaccharic)اضافة الى امكانية الحصول على نوع ثالث من الاحماض السكرية ينتج من أكسدة مجموعة الكحول الأولي .

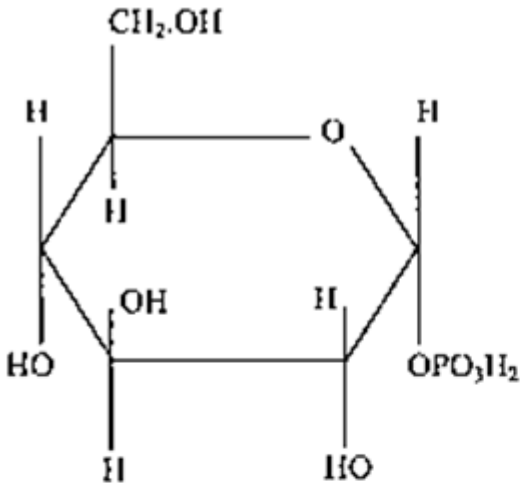
ان من أهم الاحماض السكرية هو حامض الاسكوربيك (فيتامين C) والذي يؤدي نقصه عند الإنسان الى الاصابة بمرض الاسقربوط وفي أدناه الصيغة التركيبية لهذا الحامض :



حامض الاسكوربيك (فيتامين C)

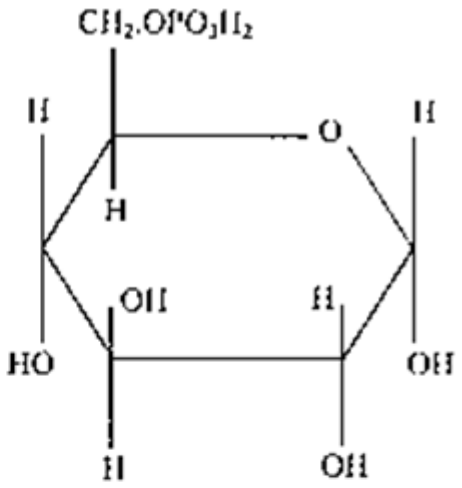
1- استرات حامض الفوسفوريك :

تكون السكريات الاحادية البسيطة مشتقات لأسترات حامض الفوسفوريك، وتوجد هذه المشتقات في جميع الخلايا الحية وهي عبارة عن مركبات وسطية في العمليات الأيضية للمركبات السكرية ومنها على سبيل المثال :



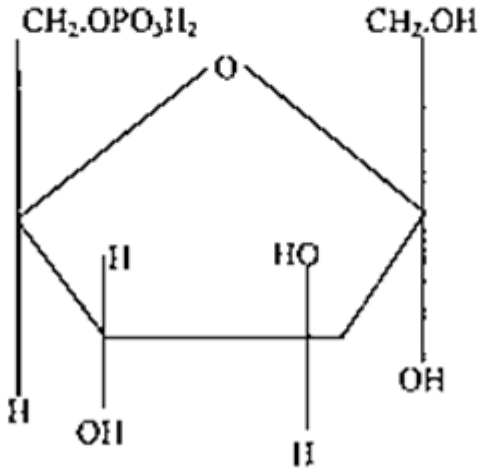
α - D – glucose – 1- phosphate

α- D – كلوكوز – 1 – فوسفات



α - D – glucose – 6- phosphate

α- D – كلوكوز – 6 – فوسفات



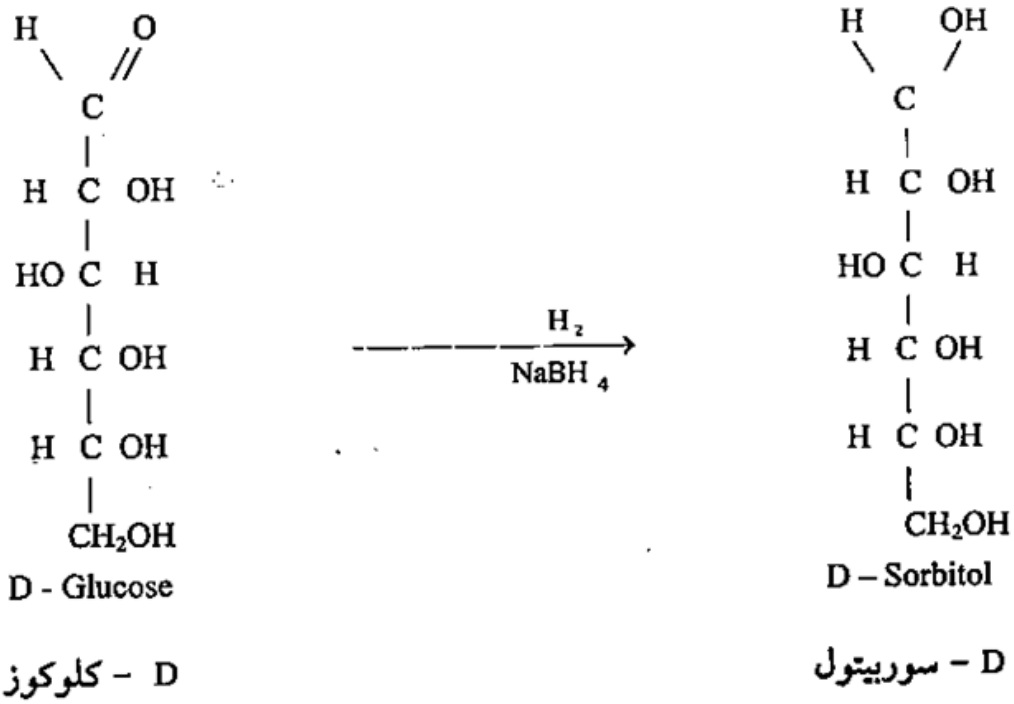
α - D – Fructose- 6- Phosphate

α- D- فركتوز – 6 – فوسفات

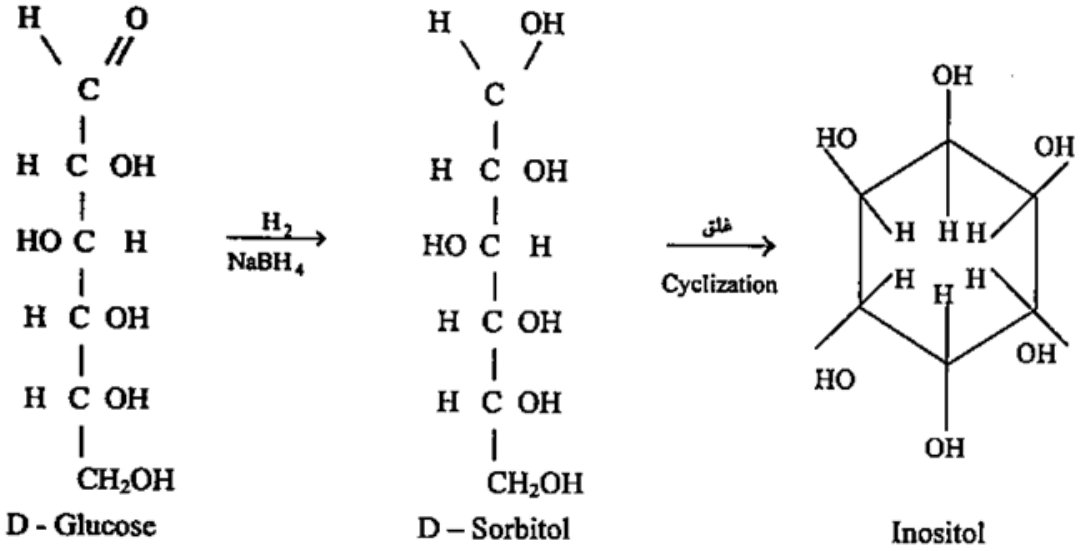
اختزال السكريات الأحادية:

عند معالجة السكريات البسيطة، سواءً الحادية على مجموعة الألديهيد او مجموعة الكيتون مع غاز الهيدروجين بوجود عوامل مساعدة مثل بوروهيدريد الصوديوم، او بتأثير بعض الانزيمات نحصل على

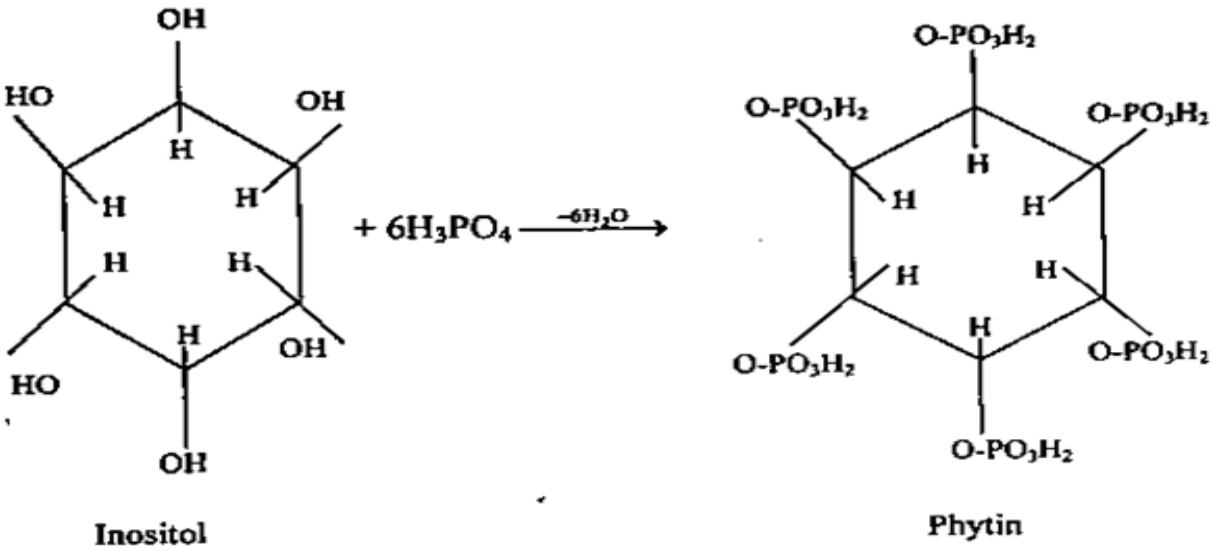
كحولات سكرية عديدة الهيدروكسيل. فعند اختزال سكر الكلوكوز على سبيل المثال نحصل على الكحول المتعددة الهيدروكسيل المعروف بالسوربيتول (Sorbitol). ان كحول السوربيتول يتواجد في العديد من الفواكه وأنواع التوت البري، ويستخدم بديلاً عن السكر في تحليله كثيراً من أصناف الأطعمة المجهزة والمعلبة.



كذلك بالإمكان الحصول على كحول الأينوسيتول (Inositol) وهو مركب حلقي مشتق من الكلوكوز بعد تحول مجموعة الألديهيد فيه الى كحول ثانوي وارتباط ذرة الكربون رقم (1) مع ذرة الكربون رقم (6).



ويوجد الكحول المتعدد الهيدروكسيل الحلقي الأينوسيتول (Inositol) في العضلات ويسمى بسكر العضلة (Muscle Sugar)، كما انه أحد مكونات فيتامين (B) المعقد (Vitamin B– Complex) يتفاعل الأينوسيتول مع ستة جزيئات من حامض الفوسفوريك مكوناً أستراً فوسفاتياً يدعى بحامض ألفيتك (Phytic Acid). ومن خواص هذا الحامض قدرته العالية على تكوين أملاح غير ذائبة مع عنصري الكالسيوم والمغنيسيوم في الأمعاء يطلق عليها بالفايتين (Phytin)، وبذلك فهو يحد من امتصاص هذه العناصر في الأمعاء.



السكريات المعدودة (قصيرة السلسلةOligosaccharides)

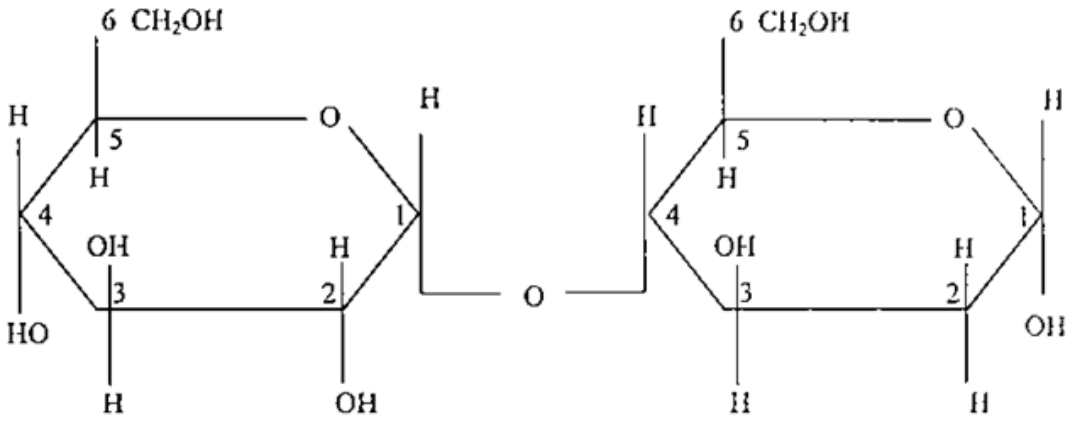
تتضمن السكريات قصيرة السلسلة (Oligo) على مجموعة كبيرة ومهمة من الكربوهيدرات التي قد تكون موجودة بصورة حرة في النباتات والحيوانات او متحدة مع مواد اخرى. يشكل السكروز الذي يوجد في العديد من النباتات وسكر اللاكتوز الذي يعتبر المادة السكرية الأساسية في الافرازات اللبنية اهم السكريات المعدودة الموجودة في الطبيعة. تتألف السكريات المعدودة من وحدات سكرية أحادية ترتبط مع بعضها بواسطة الروابط الكليكوسيدية (Glycosidic linkage) وبالإمكان الحصول على سكريات متعددة تعتراوح عدد وحداتها من السكريات الاحادية ما بين اثنين الى عشرة ترتبط بواسطة جسور اوكسجينية من خلال الروابط الكليكوسيدية، وتكون هذه السكريات عادة مواد متبلورة ذات مذاق حلو وتذوب في الماء، كما ان تفاعلاتها الكيميائية بوجه عام تكون مشابه الى تفاعلات السكريات الاحادية، فاذا وجدت مجموعة الديهيدية حرة يمكن اكسدتها بواسطة محلول فهلنك وتكون مثل هذه السكريات سكريات مختزلة، وتتميز هذه السكريات بإمكانية تحللها مائياً بواسطة الأحماض او الانزيمات الى السكريات الاحادية المكونة لها.

تقسم السكريات المتعددة اعتماداً على عدد السكريات الاحادية الداخلة في تكوين تركيبها، فالسكر الثنائي مثلا يعبر عن السكريات المتعددة التي تتألف من سكربين أحاديين، والسكر الثلاثي الذي يحتوي على ثلاثة وحدات سكرية أحادية

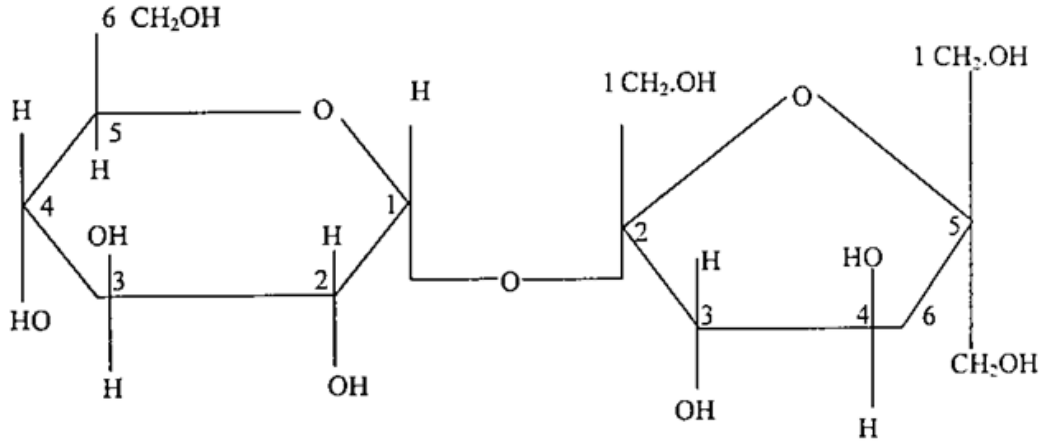
$$\underset{\text{سكر أحادي}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{سكر أحادي}}{C_6H_{12}O_6} \xrightarrow{-H_2O} \underset{\text{سكر ثنائي}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$$

ينشأ الجسر الاوكسجيني عند اتحاد سكربين احاديين بمشاركة مجموعة هيدروكسيلية من ذرة الكربون المختزلة (ذرة الكربون رقم (1) في الألدوز او رقم (2) في الكيتوز) لأحد السكرين مع اي مجموعة هيدروكسيلية من السكر الاحادي الاخر مع فقدان جزيئة ماء وعادة تكون مثل هذه السكريات المتعددة

سكريات مختزلة. وقد ينشأ الجسر الاوكسجيني بين مجموعتين هيدروكسيليتين تعودان الى ذرتي كربون مختزلتين ليتكون نتيجة ذلك سكريات ثنائية غير مختزلة.



الارتباط في هذا المثال هو (1 – 4) وهو نموذج لسكر ثنائي مختزل والارتباط نشأ بين مجموعة هيدروكسيل لذرة كربون مختزلة التي تحتل الموقع رقم (1) مع مجموعة هيدروكسيل غير مختزلة في الموقع (4).



وفي هذا المثال نموذج لارتباط سكر ثنائي غير مختزل (1 – 2) والارتباط ثم بين مجموعتي هيدروكسيل لذرتي كربون مختزلة.

تخمر السكريات الأحادية:

التخمر (Fermentation) يعني تحول السكريات الاحادية الى الكحول الاثيلي وثاني اوكسيد الكربون بفعل بعض الانزيمات الموجودة في الخمائر، تقوم هذه الانزيمات ومن خلال الاكسدة اللاهوائية بتحويل العديد من السكريات الاحادية الى كحول وثاني اوكسيد الكربون، وهنالك بعض السكريات الخماسية وسكر اللاكتوز والسكريات المتعددة غير قابلة للتخمر.

$$C_6H_{12}O_6 + \text{Enzymes} \xrightarrow{\text{خمائر}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

سكر قابل للتبخر مثل الكلوكوز — الكحول الإثيلي — ثاني أوكسيد الكربون

الدهون : الليبيدات Lipids

نظرة عامة

اللبيدات من المواد الغذائية الرئيسية التي يخزنها الجسم وبكميات كبيرة ويعتمد عليها في الحصول على الطاقة اللازمة للقيام بالنشاطات الحيوية المتمثلة في بناء الخلايا، وتعتبر الدهون والكربوهيدرات والبروتينات أهم المصادر الغذائية للإنسان. ويعطي الغرام الواحد من الدهون من الطاقة بعد التأكسد الكامل الى ثاني أوكسيد الكربون والماء ضعفي ما يعطي الغرام الواحد من الكربوهيدرات او البروتينات، اضافة الى ذلك فان للمركبات الدهنية أهمية خاصة في التراكيب الخلوية، اذ توجد في الكائنات الحية على هيئة شحوم بروتوبلازمية تدخل في تركيب بروتوبلازم الخلية الحية وقد تكون على شكل شحوم احتياطية مخزونة في الانسجة الدهنية. وهنالك أهمية تجارية للشحوم اذ تدخل في صناعة الصابون والمنظفات وعلى نطاق واسع، كما ان لبعض الزيوت أهمية في صناعة الاصباغ.

تتواجد اللبيدات في النباتات والحيوانات فنسبتها في جسم الحيوان تتراوح ما بين (3–15%) كتلة وفي جسم الإنسان حوالي (20%) كتلة، وتوجد بنسب عالية في البذور، فمثلا تبلغ نسبتها في اللوز (55%) والجوز (64%) وفي ثمار الزيتون (20%) واللبيدات مواد لا تذوب في الماء كثافتها أقل من الواحد الصحيح لذلك فهي تطفو على سطح الماء، وتستخلص من الخلايا والانسجة والاعضاء بواسطة المذيبات العضوية مثل الكلوروفورم والبنزين والأيثر والكحول الاثيلي.

تمثل اللبيدات اسماً للعديد من المركبات العضوية غير المتجانسة صنفت جميعا تحت هذا الاسم بسبب ذائبيتها العالية في المذيبات غير القطبية او لعلاقتها الكبيرة بالمركبات التي تذوب في هذا النوع من المذيبات. وتتميز معظم اللبيدات بكونها مركبات ليست من البوليمرات عالية الوزن الجزيئي، فهي تتألف

من جزيئات صغيرة نسبياً ترتبط ببعضها، ويؤلف حامض الخليك احدى هذه الجزيئات التي تترسب لتكوين الاحماض الشحمية، وعلى العموم فان العديد من اللبيدات تحتوي على مجاميع أيونية كربوكسيلية او فوسفاتية او أمينية، اضافة الى امكانية احتوائها على وحدات كربوهيدراتية مستقطبة، تشارك اللبيدات التي تحتوي على كلا النوعين من المجاميع المستقطبة وغير المستقطبة في تكوين الأغشية البايولوجية والسطوح الاخرى التي تفصل بين المواقع المائية وغيرها في الخلايا.

الاحماض الدهنية: (Fatty Acid) :

الأحماض الدهنية عبارة عن أحماض عضوية أليفاتية ذات سلسلة هيدروكاربونية طويلة احادية الكربوكسيل، لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في المذيبات العضوية غير القطبية، وتعتبر الاحماض الدهنية الوحدة الأساسية في بناء العديد من اصناف اللبيدات. ويوجد في الطبيعة من الأحماض الدهنية ما يزيد على عشرين حامضاً دهنيا وهي تتواجد في الشحوم والزيوت الحيوانية والنباتية المختلفة الصالحة للاكل، وحيثما وجدت الاحماض الدهنية في الخلايا او الانسجة حرة او متحدة على شكل مركبات استرية فهي تحتوي على الاغلب عدداً زوجيا من ذرات الكربون. تمثل الصيغة (C_nH_{2n} + COOH) الصيغة الاولية للاحماض الدهنية المشبعة، وتحتوي بعض الاحماض الدهنية رابطة مزدوجة واحدة او أكثر (الاحماض الدهنية غير المشبعة)، تصنف الاحماض الدهنية عادة حسب طبيعة الجزء الهيدروكاربوني الى صنفين الأول يشمل الاحماض الدهنية المشبعة والنوع الثاني يشمل الاحماض الدهنية غير المشبعة والجدول التالي يبين عددا من الاحماض الشحمية المهمة الموجودة في الطبيعة، مشبعة أو غير مشبعة.

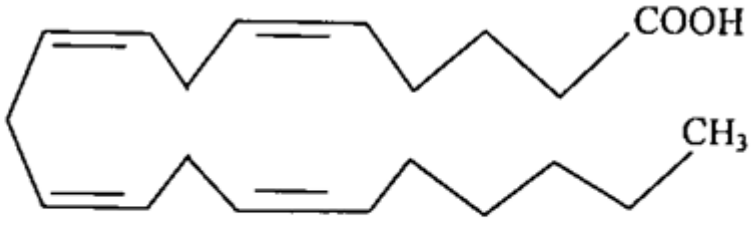
صنف الحامض الشحمي	عدد ذرات الكاربون	الصيغة الكيميائية	الاسم العلمي	الاسم الشائع	درجة الانصهار °(C)
1.الأحماض الدهنية المشبعة	12	$CH_3(CH_2)10COOH$	n- Dodecanoic (دوديكانويك)	Lauric acid (حامض لوريك)	44.2
	14	$CH_3(CH_2)_{12}.COOH$	n- Tetra decanoic (تيترديكانويك)	Myristic (ميراستيك)	53.9
	16	$CH_3(CH_2)_{14}.COOH$	n- Hexadecanoic (هكساديانويك)	Palmitic (بالميتيك)	63.1
	18	$CH_3(CH_2)_{16}.COOH$	n- octadecanoic (اوكتا ديانويك)	Stearic (ستياريك)	69.6
	20	$CH_3(CH_2)_{18}.COOH$	n- Eicosanoic (ايكوسانويك)	Arachidic (اراكيديك)	76.5
	24	$CH_3(CH_2)_{22}.COOH$	n- Tetra cosanoic (تتركوسانويك)	Lignocerie (ليكنوسيريك)	86.0
2.الأحماض الدهنية غير المشبعة	16	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7.COOH$	بالمي اوليك	Palmitoleic	-0.5
	18	$CH_3(CH_2)_7 CH=CH(CH_2)_7.COOH$	اوليك	Oleic	13.4
	18	$CH_3(CH_2)_4CH= CH CH_2CH= CH (CH_2)_7. COOH$	لينوليك	Linoleic	-5.0
	18	$CH_3CH_2CH=CH CH_2 CH= CH CH_2 CH= CH (CH_2)_7. COOH$ (Linolenic لينولينيك)			-11
	20	$CH_3(CH_2)_4 CH= CH CH_2CH= CH CH_2 CH= CH CH_2CH = CH(CH_2)_3.COOH$ (Arachidonic أراكيدونيك)			-49.5

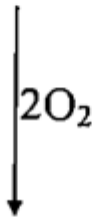
ونقسم الاحماض الشحمية غير المشبعة حسب درجة عدم التشبع، فهنالك الاحماض الشحمية التي تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة وصيغتها الكيميائية العامة ($C_nH_{2n-1}.COOH$) مثل حامض الأولييك (Oliec Acid) والموجود تقريباً في جميع الدهون والزيوت. وهنالك الاحماض الشمحية التي تحتوي على رابطتين مزدوجتين وصيغتها الكيميائية العامة (C_nH_{2n-3})، (COOH مثل حامض

اللينولييك(Linoleic Acid) الموجودة في زيوت بذور العديد من النباتات كالحنطة والفستق (الفول السوداني) وفول الصويا والقطن. كما توجد أحماض شحمية تحتوي على ثلاثة روابط مزدوجة وصيفتها الكيميائية العامة ($C_nH_{2n-5}.COOH$) مثل حامض اللينولينيك (Linolenic Acid) الذي يوجد بوفرة مع حامض اللينولييك وخاصة في زيت بذرة الكتان. كذلك توجد أحماض شحمية تحتوي على أربعة روابط مزدوجة وصيغتها الكيميائية العامة (C_nH_{2n-7})،(COOH، مثل حامض الأراكيدونيك (Arachidonic Acid) والذي يكثر في زيت الفول السوداني.

وهنالك مجموعة من الاحماض الشحمية غير المشبعة تعرف بالبروستاكلانديات (Prostaglandins) وهي مشتقة من حامض الأراكيدونيك الموجود في الفول السوداني وأحماض دهنية اخرى، وقد اكتشفت لأول مرة في السائل المنوي في غدة البروستات، ومن أهم أنواع هذه الحوامض الشحمية هي : A)، B، E، (F حيث يحتوي النوع (E) على مجموعة كيتونية والنوع (F) على مجموعة هيدروكسيلية، وتوجد أحماض البروستاكلاندين في معظم أجزاء الجسم، فهي توجد في السائل المنوي، والرئتين والدماغ والكبد والكريات الحمراء والعضلات.

حامض
الاراكيدونيك





بروستاكلاتدين
(PG E_2)E_2