الكاربوهيدرات (السكريات) Carbohydrate

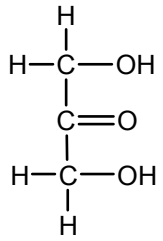
مقدمة: السكريات عبارة عن مركبات الديهايدية أو كيتونية متعددة الهيدروكسيل أو مشتقاتها، أو مركبات عند تحللها ينتج عنها الديهايد أو كيتون كحولي متعددة الهيدروكسيل، لها صيغة أولية $(CH_2O)_n$ حيث أن (n) هي عدد ذرات الكاربون فعندما $n \geqslant 3$:

$n = 3 \Longrightarrow$ تسمى trioses

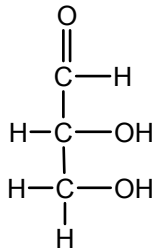
$n = 4 \Longrightarrow$ تسمى tetroses

$n = 5 \Longrightarrow$ تسمى pentoses

وهي إما تكون على شكل ثنائي هيدروكسي اسيتون أو كليسرالديهايد كما موضح في الشكل الآتي:



ثنائي هيدروكسي اسيتون



كليسرالديهايد

تصنيف الكاربوهيدرات (السكريات) Classification of Carbohydrates

1. سكريات أحادية (Mono saccharides) وتدعى السكريات البسيطة.
2. سكريات قليلة الوحدات (Oligo saccharides).
3. سكريات متعددة (Poly saccharides).

1. السكريات الأحادية (Mono saccharides)

وهي تلك السكريات التي لا تتحلل إلى أبسط من ذلك باستخدام حوامض أو قواعد أو الإنزيمات ولهذا تعتبر من أبسط السكريات التي يتم الحصول عليها بواسطة تحليل السكريات الأكثر تعقيداً. ومن الأمثلة عليها الكلوكوز – الرايبوز – الفركتوز – الكلاكتوز وتمتاز السكريات الأحادية بأنها مختزلة لأنها تحتوي على مجموعة كاربونيل حرة (مجموعة وظيفية).

2. السكريات الثنائية (سكريات قليلة الوحدات) (Oligo saccharides)

تتألف من سلاسل قصيرة من السكريات الأحادية (10-2) وحدة من السكريات الأحادية التي ترتبط مع بعضها بأواصر كلايكوسيدية من نوع (glucosides 4-1) أو (glucosides 6-1) من الأمثلة الشائعة عليها هي السكريات الثنائية (disaccharides) التي تحتوي على وحدتين من السكريات الأحادية مثال عليها:

1) السكروز (في البنجر) يتألف من اتحاد وحدتين (سكر الفركتوز + سكر الكلوكوز).
2) المالتوز (في الشعير) يتألف من اتحاد وحدتين من (سكر الكلوكوز).
3) اللاكتوز (سكر الحليب) يتألف من اتحاد وحدتين (سكر الكلوكوز + سكر الكالاكتوز).

إن السكريات القليلة الوحدات تكون إما مختزلة أو غير مختزلة فمثلاً المالتوز واللاكتوز من النوع المختزل لاحتوائهما على مجموعة كاربونيل حرة قابلة للاختزال أما السكروز فهو سكر غير مختزل لعدم احتواء تركيبه على مجموعة كاربونيل حرة.

تتحلل السكريات قليلة الوحدات إلى سكريات أحادية وذلك بواسطة حامض معدني أو قاعدة مع التسخين أما في جسم الإنسان فانها تتحلل بفعل الإنزيمات التي يفرزها جسم الإنسان.

3) السكريات المتعددة (Poly saccharides)

تتألف السكريات المتعددة من ارتباط سلاسل طويلة جداً من وحدات بنائية لسكريات أحادية من نوع واحد مثل النشا Starch (وحدات متكررة من سكر الكلوكوز) مرتبطة بأواصر كلايكوسيدية مع حذف جزيئة ماء وتتحلل بالحوامض أو القواعد أو الإنزيمات.

تكون السكريات المتعددة على نوعين: إما متجانسة Homo poly saccharides

أو غير متجانسة Hetero poly saccharides

آ. **متجانسة Homo poly saccharides**: تتحلل السكريات المتعددة إلى عدد كبير من السكريات الأحادية من نوع واحد مثل النشا والكلايكوجين والسليلوز (الكلوكوز) والاينولين (الفركتوز).

ب. **غير متجانسة Hetero poly saccharides**: تتحلل السكريات المتعددة إلى وحدات مختلفة والتي ينتج من تحليلها مواد مختلفة مثل الحوامض السكرية أو السكريات الأمينية ومركبات أخرى غير سكرية مثل الهيبارين أو البكتين ، الصمغ (gums) وحامض الهايلورونك (hyalurenic acid).

وظائف السكريات

1. مصدر كبير للطاقة عند تقويض الكلوكوز (مسار الكلايكولسز).
2. خزن الطاقة المشتقة من الكاربوهيدرات على شكل ATP , GTP , GMP وقوة مختزلة بشكل NADH.
3. تدخل في توليد مكونات الخلية مثل البروتينات والدهون.
4. تدخل في التركيب البنائي لجدار الخلية.

الاختبارات والكشوفات العملية عن السكريات

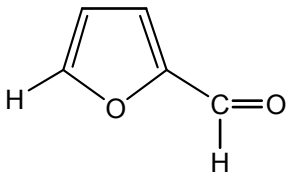
اختبر إذابة السكريات وسجل النتائج مع الماء ، الكحول ، الاثير ، الاسيتون.

(1) كشف مولش Molisch's test

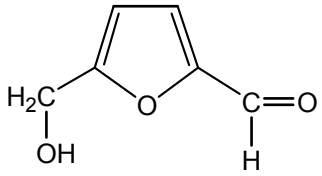
ملاحظة: تتفاعل جميع السكريات مع محلول مولش ولذلك يعتبر هذا الاختبار عام لجميع السكريات.

مبدأ الكشف:

- حامض الكبريتيك المركز H_2SO_4 ينتزع جزئية ماء H_2O من السكر الأحادي (عند وجود سكريات قليلة الوحدات أو سكريات متعددة فانها أولاً تتحلل إلى سكريات أحادية ثم تفقد جزيئة ماء) لينتج الفوفورال Furfural في حالة السكريات الأحادية خماسية الكاربون (pentoses) أو 5-هيدروكسي مثيل فوفورال في حالة السكريات سداسية الكاربون (hexoses)



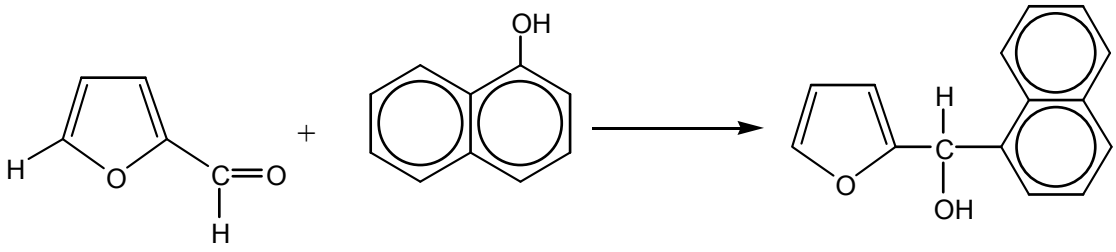
Furfural



5-hydroxy methyl furfural

سكريات متعددة $\xrightarrow[\text{تكسير جزيئات}]{H_2SO_4\ (con.)}$ **سكريات أحادية** $\xrightarrow[-H_2O]{H_2SO_4}$ **فورفورال**

- يتحد الفوفورال مع محلول α-نفثول الكحولي (Molisch) ليكون حلقة بنفسجية اللون



Furfural

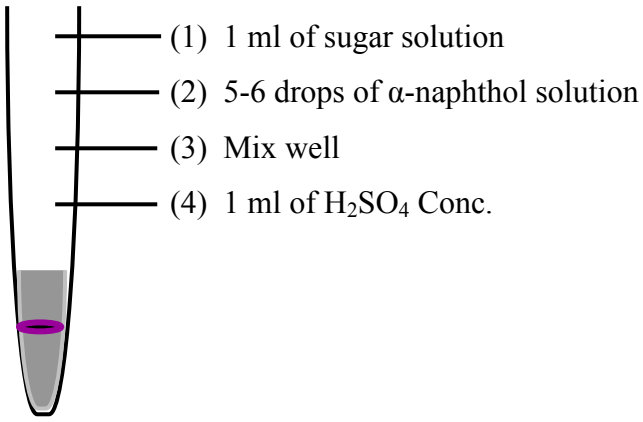
α-naphthol
(Molisch)

α-naphthol furfural
محلول بنفسجي

مكونات كشف مولش: يتكون من (α–نفثول الكحولي) الذي يحضر بإذابة (5) غم من α–نفثول + 100 ml ايثانول.

طريقة العمل:

1) يؤخذ (1 ml) من محلول الاختبار (السكر).
2) يضاف إلى محلول الاختبار (5–6) قطرات من محلول α–نفثول الكحولي (Molisch) ويرج جيداً.
3) تمسك انبوبة الاختبار بشكل مائل ويضاف (1 ml) H_2SO_4 المركز ببطء بشكل قطرات على الجدران لحين ظهور طبقتين (طبقة الحامض هي السفلى) وتفصل بين الطبقتين حلقة بنفسجية اللون.



H.w

– ظهور حلقة خضراء اللون بدلاً من الحلقة البنفسجية؟

– ظهور حلقة سوداء اللون بدلاً من الحلقة البنفسجية؟

الصفة الاختزالية:

تمتلك السكريات الأحادية والسكريات القليلة الوحدات الصفة الاختزالية ويعزى سبب ذلك إلى مجموعة الكاربونيل (C=O) التي تتأكسد إلى مجموعة كاربوكسيل. لذا وبشكل عام تعتبر السكريات التي تمتلك مجموعة كاربونيل حرة ذات صفة اختزالية.

(2) كشف بندكت Benedict's test

هو كشف عن السكريات المختزلة (ve+) وغير المختزلة (ve-)

بصورة عامة:

- السكريات الأحادية جميعها مختزلة (ve+)
- السكريات قليلة الوحدات مختزلة (تحتوي C=O حرة) وغير مختزلة (لا تحتوي C=O حرة).
- السكريات المتعددة غير مختزلة.

مبدأ الكشف:

تتأكسد مجموعة الكاربونيل الحرة إلى مجموعة كاربوكسيل بينما يختزل النحاسيك Cu^{+2} إلى النحاسوز Cu^{+1} . ويستخدم هذا الكشف لبيان وجود السكر في الإدرار.

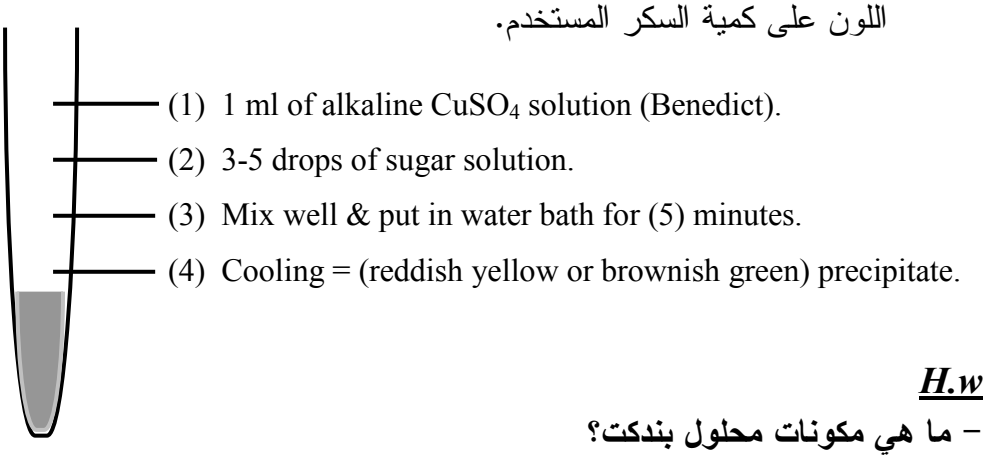
$$\text{Sugar} + Cu^{+2}SO_4 \xrightarrow[\text{وسط قاعدي}]{OH^-} Cu_2{}^{+1}O$$

ملاحظة:

تقل القوة الاختزالية بزيادة عدد وحدات السكر فيها وبذلك تحتوي السكريات المتعددة على عدد كبير من السكريات الأحادية مقابل مجموعة كاربونيل حرة واحدة وهي غير كافية لاختزال أيونات النحاسيك في المحلول.

طريقة العمل:

1) نضع (1ml) من محلول بندكت (كبريتات النحاسيك $CuSO_4$) في انبوبة اختبار.
2) نضيف (3-5) قطرات من محلول السكر.
3) نمزج مكونات أنبوبة الاختبار جيداً ثم توضع في حمام مائي مغلي ولمدة (5) دقائق.
4) بعد التبريد نلاحظ تكون راسب، إما (أصفر- أحمر) أو (أخضر- قهوائي) يعتمد اللون على كمية السكر المستخدم.



H.w

- ما هي مكونات محلول بندكت؟

- السكروز يعطي كشف سالب ve-؟

(3) كشف بارفويد Barfoed's test

يستخدم هذا الكشف للتمييز بين السكريات الأحادية والسكريات الثنائية المختزلة في المحاليل المخففة إذ يعطي نتيجة موجبة (+ve) مع جميع السكريات الأحادية ذات التركيز (0.1 %) فما فوق، بينما لا تعطي السكريات الثنائية نتيجة موجبة (+ve) إلا إذا كانت بتراكيز عالية التخفيف.

مبدأ الكشف:

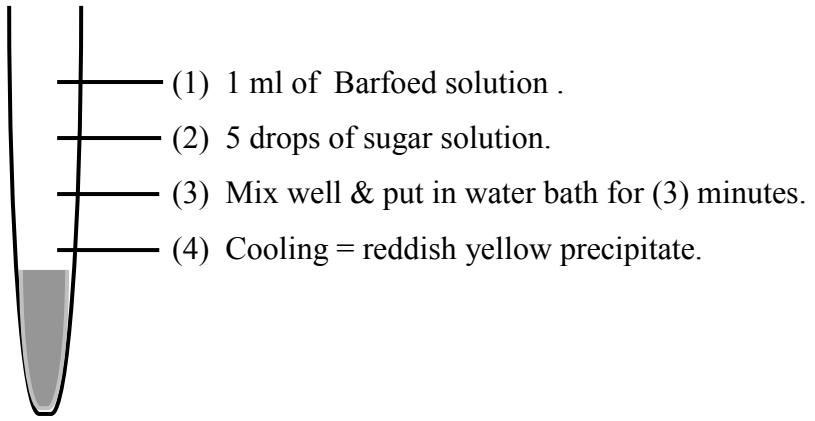
تتأكسد السكريات الأحادية بصورة أسهل من السكريات الثنائية في المحاليل الحامضية الحاوية على أيونات النحاسيك التي تختزل إلى أيونات النحاسوز على هيئة راسب أصفر محمر.

$$\text{Sugar} + Cu^{+2} \xrightarrow{H^+} Cu_2^{+1}O$$

مكونات محلول بارفويد: خلات النحاس البلورية $Cu(CH_3COO)_2$ + حامض الخليك الثلجي CH_3COOH

طريقة العمل:

1) نضع (1ml) من محلول بارفويد في انبوبة اختبار.
2) نضيف (5) قطرات من محلول السكر.
3) بعد المزج نضع الأنبوبة في حمام مائي مغلي ولمدة (3) دقائق فقط.
4) نبرد أنبوبة الاختبار ونلاحظ لون الراسب المتكون (أصفر محمر).



H.w

- **لا يستخدم هذا الكشف لتشخيص الكلوكوز في الإدرار؟**
- **يوضع محلول الاختبار في حمام مائي مغلي لمدة (3) دقائق فقط. لماذا؟**