Carbohydrates

General characteristics

- The term came from the hydrate (H_2O) of carbon (C) < جاء المصطلح من هيدرات الكربون (H_2O) (C)
- It has the general formula $(CH_2O)_n$ < له الصيغة العامة (CH_2O)،
- The most abundant compounds found in nature < أكثر المركبات وفرة في الطبيعة
- Used as source of energy and energy storage < تُستخدم كمصدر للطاقة وتخزينها
- Can be converted into fats and proteins يمكن تحويله إلى دهون وبروتينات
- Important in the formation of genes, vitamins and drugs < مهم في تكوين الجينات والفيتامينات والأدوية
- Participate in biological transport < تُشارك في النقل البيولوجي

Classification of carbohydrates

- Monosaccharides:
  - Trioses, tetroses, pentoses and hexoses
  - Examples: glucose, galactose, mannose, fructose

ثلاثيات، رباعيات، خماسيات، وسداسيات

- Disaccharides: 2 monosaccharides covalently linked (e.g. Sucrose, maltose, lactose)

> السكريات الثنائية: سكريتان أحاديتان مرتبطتان تساهميًا (مثل السكروز، والمالتوز، واللاكتوز)

- Oligosaccharides:
  - Tri, tetra, penta up to 9 or 10 units covalently linked

> ثلاثي، رباعي، خماسي يصل إلى 9 أو 10 وحدات مرتبطة تساهميًا

- Polysaccharides or glycans
  - Simple polysaccharides (starch, glycogen, amylopectin)

> عديدات السكاريد البسيطة (النشا، الجليكوجين، الأميلوبكتين)

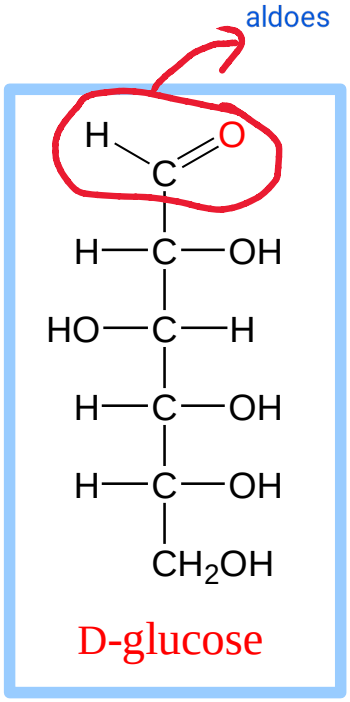
  - Complex carbohydrates (nucleic acid, glycoproteins, glycolipids, ...etc)

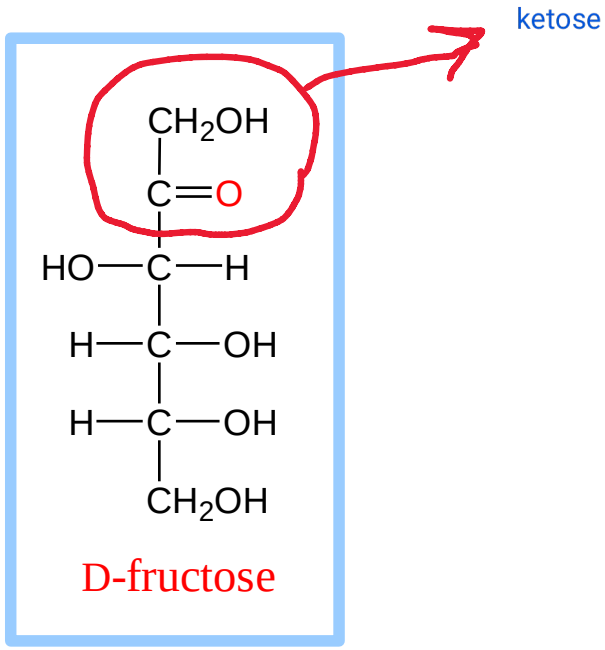
> الكربوهيدرات المعقدة (الحمض النووي، البروتينات السكرية، الدهون السكرية، إلخ)

Monosaccharides

- Either aldose or ketose

< إما ألدوز أو كيتوزي

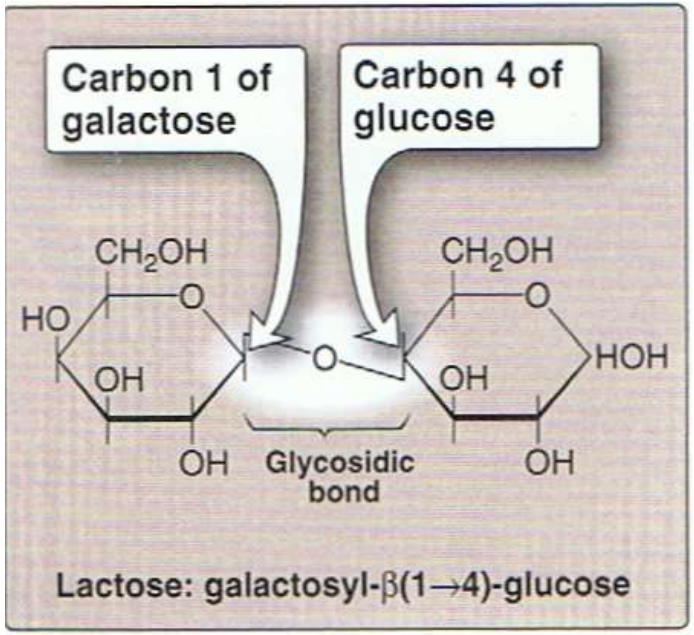




Glycosidic bond

it is a covalent Bond

- For di- and polysaccharides < للسكريات الثنائية والمتعددة
- Can form O- or N-glycosidic bond < يمكن أن تشكل رابطة جليكوسيدية O- أو N-



هو نفس المالتوز عباره عن two
بس الفرق بين الفا وبيتا glucose

Disaccharides

- **Maltose**: is a disaccharide with an α(1 → 4) glycosidic link between C1 - C4 OH of 2 glucoses.

المالتوز: هو سكر ثنائي برابطة جليكوسيدية α(1 – 4) بين C1 - C4OH لجزيئي الجلوكوز.

- **Cellobiose**: is the otherwise equivalent β anomer (O on C1 points up) linked by β(1→ 4) glycosidic linkage

السيلوبيوز: هو الأنومير β المكافئ (حيث يشير α على C1 إلى الأعلى) المرتبط برابطة جليكوسيدية β(1 4)

- **Sucrose**, common table sugar, has a glycosidic bond linking the anomeric hydroxyls of glucose & fructose. the linkage is α(1→2)

يحتوي السكروز، سكر المائدة الشائع، على رابطة جليكوسيدية تربط بين الهيدروكسيلات الشاذة للجلوكوز والفركتوز. الارتباط هو (1->2)

- **Lactose**, milk sugar, is composed of galactose & glucose, with β(1→4) linkage from the anomeric OH of galactose.

> يتكون اللاكتوز، سكر الحليب، من الجلاكتوز والجلوكوز، مع ارتباط B(1 → 4) من OH الشاذ للجلاكتوز.

Polysaccharides

> تخزن النباتات الجلوكوز على شكل أميلوز أو أميلوبكتين، وهما بوليمران من الجلوكوز يُطلق عليهما مجتمعين اسم النشا.

- **Plants** store glucose as **amylose** or **amylopectin**, glucose polymers collectively called starch.

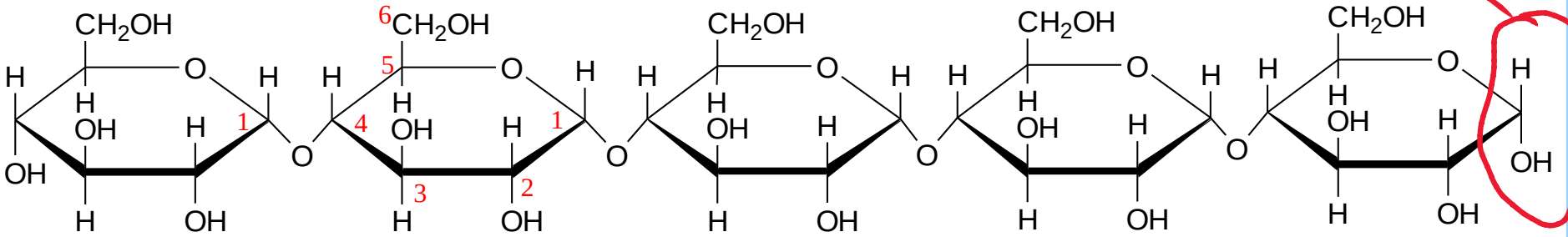
> يقلل تخزين الجلوكوز في شكل بوليمري من التأثيرات الأسموزية.

- Glucose storage in **polymeric** form **minimizes osmotic effects**.
- **Amylose** is a glucose polymer with **α(1→4)** linkages.

> الأميلوز هو بوليمر جلوكوز بروابط a(1 → 4).

- The end of the polysaccharide with an anomeric C1 not involved in a glycosidic bond is called the **reducing end**.

> يُطلق على نهاية عديد السكاريد التي تحتوي على ذرة كربون أنوميرية C1 غير مشاركة في رابطة جليكوسيدية اسم النهاية المختزلة.



amylose

يعني باختصار انه بتشابهوا 100% بكل شيء ما عدا كربونه واحده فقط اذا كانت الOH عاليمين الثانيه رح تكون على اليسار وهكذا ولكن يجب ان تكون نفس الكربونه هي التي اختلفت

فبالتالي بناء علهذا الحكي بامكاننا نقول :

glucose and galactose are C4 epimers
glucose and mannose are C2 epimers
galactoseand mannose are isomers not epimers

Sugar isomers

- Compounds with the same chemical formula are called isomers.

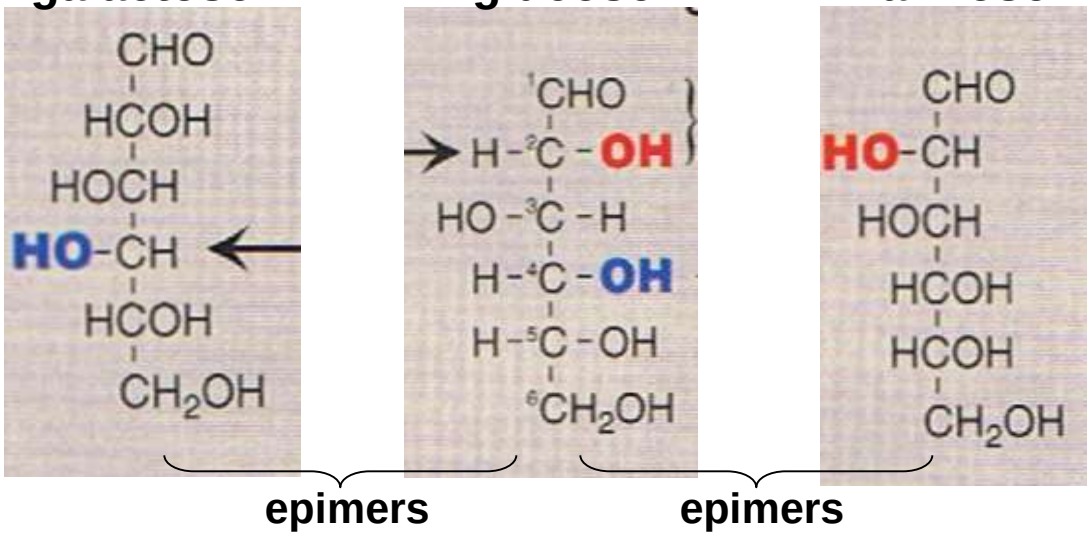
> تُسمى المركبات التي لها نفس الصيغة الكيميائية بالمتشكلات.

- **Epimers**: If two monosaccharide isomers differ in configuration around one specific carbon atom (with the exception of the carbonyl carbon), they are defined as epimers of each other.

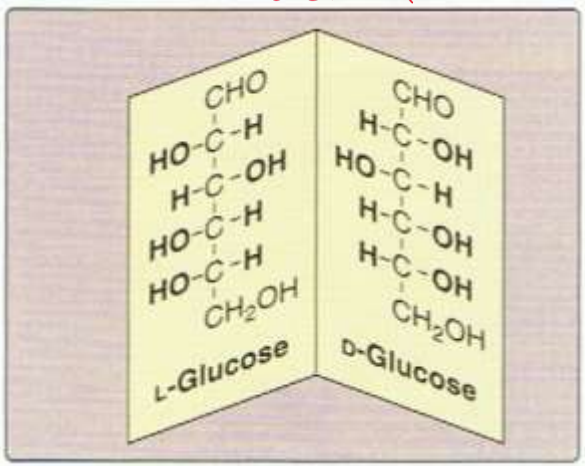
> المتماثلات الفراغية: إذا اختلف متشكلان من السكريات الأحادية في التكوين حول ذرة كربون محددة (باستثناء ذرة كربون الكربونيل)، فإنهما يُعرفان بأنهما متماثلان فراغيان لبعضهما البعض.

- If a pair of sugars are mirror images of each other (enantiomers), the two members of the pair are designated as D- and L-sugars.

galactose **glucose** **Mannose**



إذا كان زوج من السكريات صورتين متطابقتين (متماثلين ضوئياً)، يُشار إلى كل منهما بالسكر D والسكر L.



α and β sugars

- When a sugar cyclizes, an anomeric carbon is created from the aldehyde group of an aldose or keto group of a ketose.

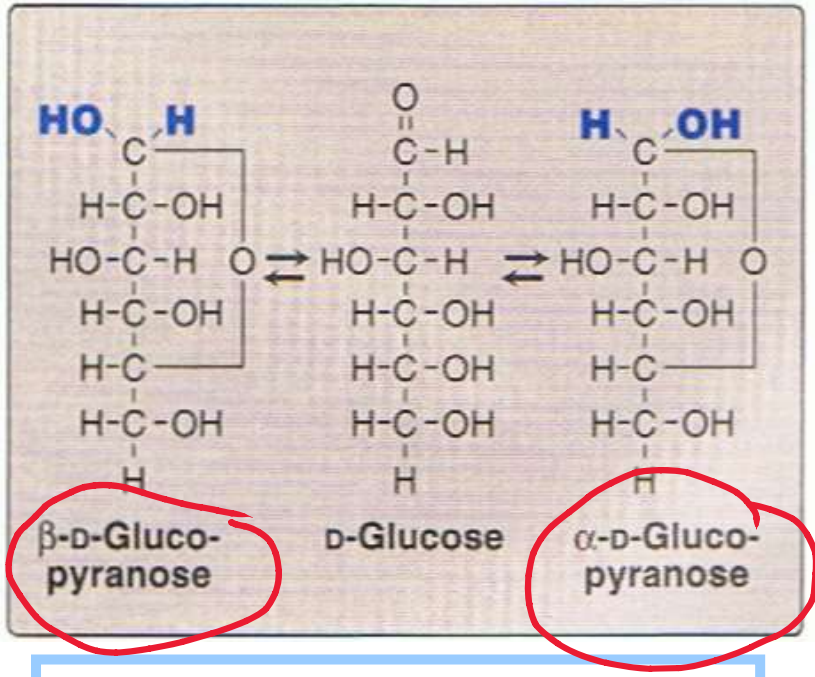
عندما يتحول السكر إلى حلقة، تتكون ذرة كربون أنوميرية من مجموعة الألدهيد في الألدوز أو مجموعة الكيتو في الكيتوز. <

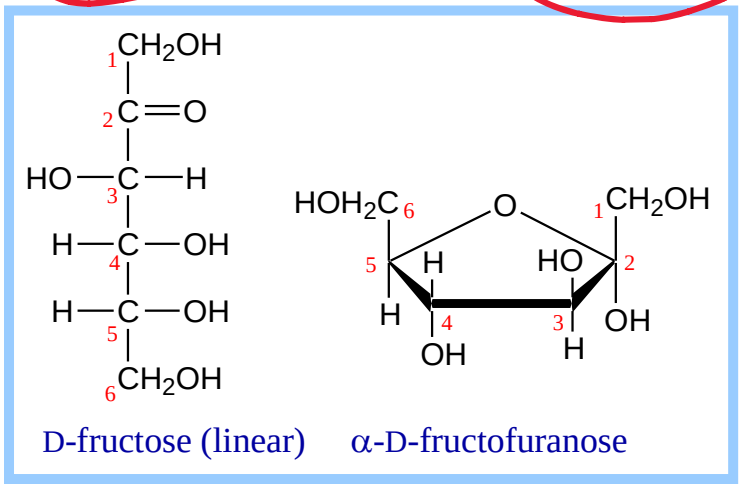
- Glucose forms an intra-molecular hemiacetal, as the C1 aldehyde & C5 OH react, to form a 6-member pyranose ring, named after pyran

يشكل الجلوكوز هيمي أسيتالًا داخل الجزيء، حيث يتفاعل الألدهيد C1 مع C5 OH، لتكوين حلقة بيرانوز سداسية، سميت على اسم البيران

- This carbon can have two configuation, α or β. If the oxygen on the anomeric carbon is not attached to any other structure, that sugar is a reducing sugar
  - α (OH below the ring)
  - β (OH above the ring).

، أ أو ب. إذا لم يكن الأكسجين الموجود على ذرة الكربون الأنوميرية مرتبطًا بأي بنية أخرى، فإن هذا السكر هو سكر مختزل





Digestion of carbohydrates

بدنا نكون حافظين كل شغله وين يتم هضمها

- Digestion of carbohydrates begins in the mouth by salivary α-amylase enzyme which breaks α-1,4 glycosidic bond

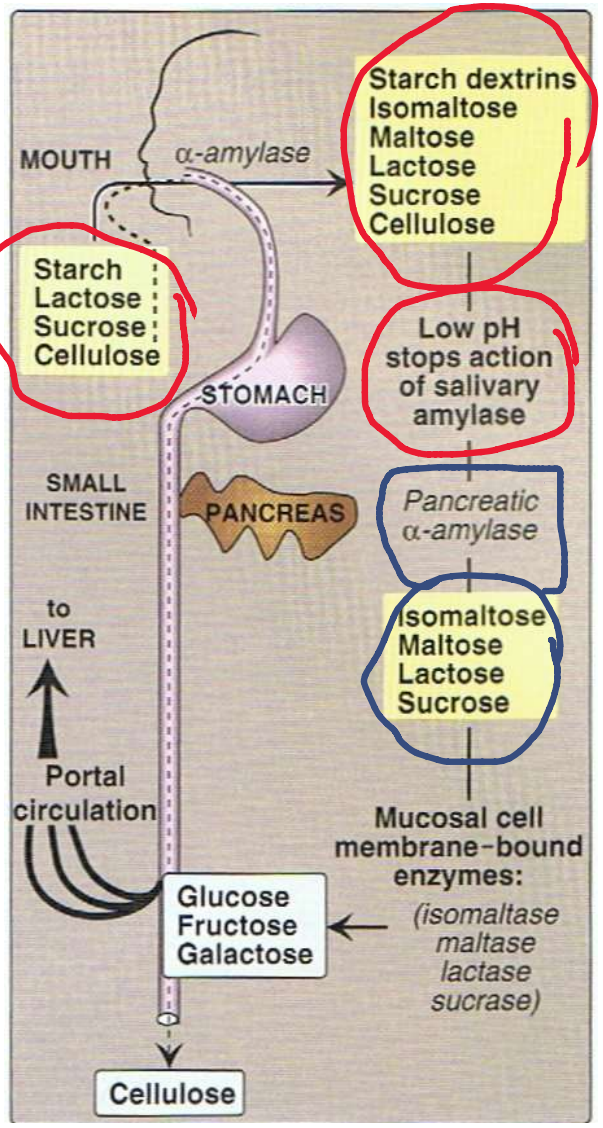
> يبدأ هضم الكربوهيدرات في الفم بواسطة إنزيم ألفا-أميليز اللعابي الذي يكسر الرابطة الجليكوسيدية ألفا-1،4

- The digestion stops in the stomach because the amylase is inactivated by the high acidity

> يتوقف الهضم في المعدة لأن الأميليز يُعطَّل بسبب الحموضة العالية

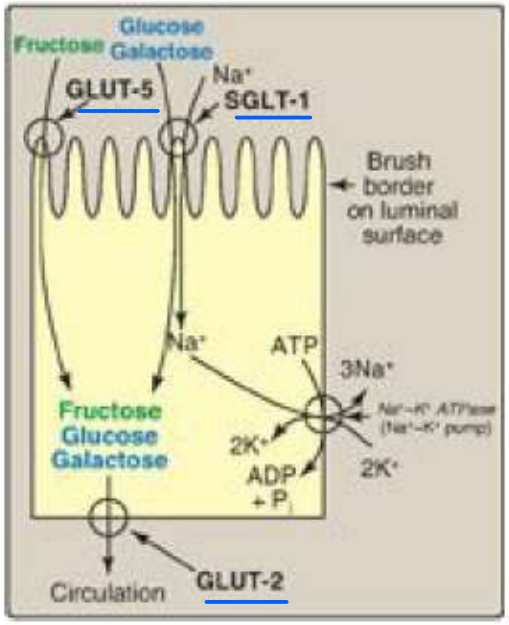
- further digestion of carbohydrates by pancreatic enzymes occurs in the small intestine by pancreatic amylase

> يحدث المزيد من هضم الكربوهيدرات بواسطة إنزيمات البنكرياس في الأمعاء الدقيقة بواسطة الأميليز البنكرياسي



Absorption of monosaccharides

- The duodenum and upper jejunum absorb the bulk of the sugars. يمتص الاثنا عشر والجزء العلوي من الصائم معظم السكريات.
- Insulin is not required for the uptake of glucose by intestinal cells. لا يُعد الأنسولين ضروريًا لامتصاص الجلوكوز بواسطة خلايا الأمعاء.
- galactose and glucose are transported to the mucosal cells by an active, energy-requiring process that involves a specific transport protein and requires a concurrent uptake of sodium ions. يتم نقل الجالاكتوز والجلوكوز إلى الخلايا المخاطية من خلال عملية نشطة تتطلب طاقة، وتتضمن بروتين نقل محدد، وتتطلب امتصاصًا متزامنًا لأيونات الصوديوم.
- Fructose uptake requires a sodium-independent monosaccharide transporter (GLUT-5) for its absorption > يتطلب امتصاص الفركتوز ناقلًا أحادي السكاريد غير معتمد على الصوديوم (GLUT-5) لامتصاصه



لكل السكريات عشان يتم الها absorption هو انهم كل انهم يكونوا على شكل monosaccharide فعشان هيك احنا بنكسرهم

Abnormal degradation of disaccharides

- Because predominantly monosaccharides are absorbed, any defect in a specific disaccharidase activity of the intestinal mucosa causes the passage of undigested carbohydrates into the large intestine.

نظرًا لأنه يتم امتصاص السكريات الأحادية بشكل أساسي، فإن أي خلل في نشاط إنزيمات السكريات الثنائية في الغشاء المخاطي المعوي يتسبب في مرور الكربوهيدرات غير المهضومة إلى الأمعاء الغليظة.

- As a consequence of the presence of this osmotically active material, water is drawn from the mucosa into the large intestine, causing osmotic diarrhea.

ونتيجة لوجود هذه المادة النشطة أسموزيًا، يتم سحب الماء من الغشاء المخاطي إلى الأمعاء الغليظة، مما يسبب إسهالًا أسموزيًا.

- This is reinforced by the bacterial fermentation of the remaining carbohydrate to two- and three-carbon compounds (which are also osmotically active) producing large volumes of CO_2 and H_2 gas, causing abdominal cramps, diarrhea, and flatulence,

ويتعزز هذا بتخمر البكتيريا للكربوهيدرات المتبقية إلى مركبات ثنائية وثلاثية الكربون (وهي أيضًا نشطة أسموزيًا) مما ينتج كميات كبيرة من غاز ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين، مما يسبب تقلصات في البطن وإسهالًا وانتفاخًا.

Abnormal degradation of disaccharides

- Digestive enzyme deficiency
  > نقص إنزيمات الهضم
- Lactose intolerance: lactase deficiency
  > عدم تحمل اللاكتوز: نقص اللاكتاز
- Isomaltase-sucrase deficiency: defect in sucrose degradation (10% of eskimos)
  > نقص إيزومالتاز-سكراز: خلل في تحلل السكروز (10% من الإسكيمو)
- Measurement of hydrogen gas in the breath is a reliable test for determining the amount of ingested carbohydrate not absorbed by the body
  > قياس غاز الهيدروجين في الزفير هو اختبار موثوق لتحديد كمية الكربوهيدرات المتناولة التي لم يمتصها الجسم