

الكربوهيدرات (السكريات)

هي المركبات الكيميائية التي تحوي على عنصر الكربون (C) والهيدروجين (H) والأكسجين (O) ويتواجد فيها الأوكسجين والهيدروجين بنفس نسبة تواجدهما في الماء (٢ : ١) وتكون صيغتها العامة : $C_n H_{2n} O_n$ حيث ($n=3$) وما فوق.

- ويطلق عليها اسم مائيات الفحم والكربوهيدرات هي مركبات عضوية تشكل المصدر الرئيسي للطاقة في جسم الكائن الحي حيث تدخل في تفاعلات الاستقلاب (هدم وبناء) بهدف إنتاج الطاقة . ويمكن الحصول عليها من مصدرين نباتي وحيواني حيث تكون نسبتها في النبات من ٨٠ - ٩٠ % من وزن النسيج الجاف حيث تدخل في تركيب جدار الخلية والمواد الادخارية أما نسبتها في المصدر الحيواني (دم - بول - الحليب) فلا يتجاوز ٢% وتتركز على هيئة سكر متعدد هو الغليكوجين الذي يوجد بشكل أساسي في الكبد والعضلات.
- والسكريات هي مشتقات ألدهيدية و كيتونية لحولات متعددة الزمر الهيدروكسيدية حيث يمكن التحول من شكل لآخر.
- تقسم السكريات إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي :
 - ١ - سكريات أحادية بسيطة .
 - ٢ - سكريات ثنائية (قليلة التعداد) .
 - ٣ - سكريات كثيرة التعداد .

أولاً:" السكريات الأحادية البسيطة : هي سكريات بسيطة لا يمكن تحليلها إلى وحدات أصغر ولها تصنيفان :

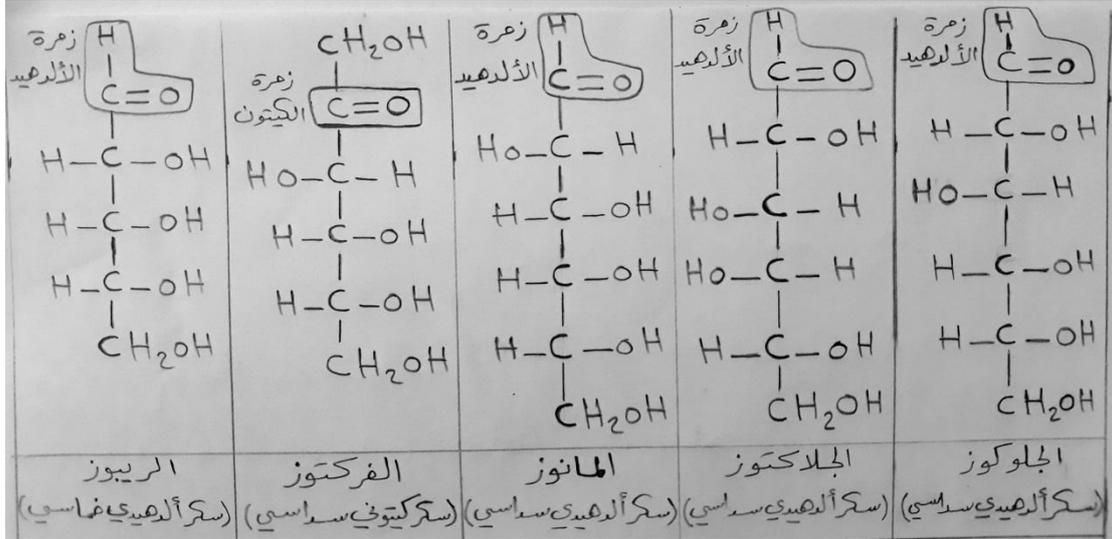
حسب عدد ذرات الكربون الداخلة في تركيبها تقسم إلى :

- ١- السكريات الثلاثية (ترايوزات) $C_3 H_6 O_3$ مثل : الجليسر ألدهيد - وثنائي هيدروكسي الأستون وهذان المركبان ناتجان عن أكسدة الغليسرين في موقعين مختلفين .
- ٢- السكريات الرباعية (تتروزات) $C_4 H_8 O_4$ مثل التريوز .
- ٣- السكريات الخماسية (بنتوزات) $C_5 H_{10} O_5$ مثل : الأرابينوز- الريبوز - والريبوز منقوص الأوكسجين حيث أن الريبوز والريبوز منقوص الأوكسجين يدخلان في تركيب الأحماض الأمينية والنكليوتيدات الحرة .
- ٤- السكريات السداسية (هكسوزات) $C_6 H_{12} O_6$ مثل : الجلوكوز- الجالاكتوز - الفركتوز - المانوز .

حسب الزمرة الوظيفية الموجودة فيها إلى :

١/ سكريات ألدهيدية (ألدوزية): وهي السكريات الحاوية في تركيبها على زمرة الألدهيد CHO حرة مثل الجلوكوز- والجالاكتوز .

٢/ سكريات كيتونية (كيتوزية): وهي السكريات الحاوية في تركيبها على زمرة الكيتون CO مثل الفركتوز .



*ملاحظة : يرفق كل سكر أحيانا بالحرطين L أو D وذلك حسب توضع الزمرة الهيدروكسيلية لذرة الكربون ما قبل الأخيرة فعندما تتوضع زمرة الهيدروكسيل على اليمين نرفق السكر بالرمز D أما عندما تتوضع الزمرة الهيدروكسيلية على اليسار نرفق السكر بحرف L



٢- قليلة الخواص الكيميائية للسكريات الأحادية : ١- تذوب بسهولة في الماء .

الذوبان في الكحول الايثيلي .

٣- لا تذوب في الايتر .

٤- القدرة الاختزالية للسكريات : هناك نوعان من السكريات الأحادية منها يملك القدرة على

اختزال الشوارد المعدنية في مركباتها وهي الأكثر انتشارا في الطبيعة وسكريات لا تملك

القدرة الاختزالية وهي قليلة الانتشار في الطبيعة .

وتنشأ القدرة الاختزالية من وجود الوظيفة الأدهيدية والكتونية حيث تستطيع هذه الوظيفة أن تحول الشوارد المعدنية مثل النحاس والفضة من رقم أكسدة مرتفع إلى رقم أكسدة أقل ويظهر ذلك في اختبار فهلنغ حيث تترسب شوارد النحاس (ذات رقم أكسدة +٢) على شكل أكسيد النحاسي CU_2O (رقم أكسدة +١) .

- أما إذا احتوى المحلول على شوارد الفضة فيترسب معدن الفضة بشكل حر وهذا ما نستفيد منه في صناعة المرايا .

٥- تأثير الحموض المعدنية : عند تسخين السكريات البسيطة الخماسية والسداسية مع حمض معدني قوي مثل حمض الكبريت تتحول السكريات إلى مركبات الفورفورال إذا كان السكر خماسي وتتحول إلى هيدروكسي ميتيل الفورفورال إذا كان السكر سداسي حيث تعطي هذه المركبات بوجود النفثولات مركبات ملونة .

٦- تكوين الرابطة الجليكوزيدية : نلجأ إلى التركيب الحلقي للسكريات نتيجة ندرة السكريات ذات البنية الخطية (غير الحلقية) والتي لا تعطي تفسير واضح للخواص الفيزيائية الكيميائية لها .

-حيث تقترب الزمرة الكربونيلية (الأدهيدية أو الكتونية) من الهيدروكسيل المرتبط بذرة الكربون رقم ٤ أو ٥ .

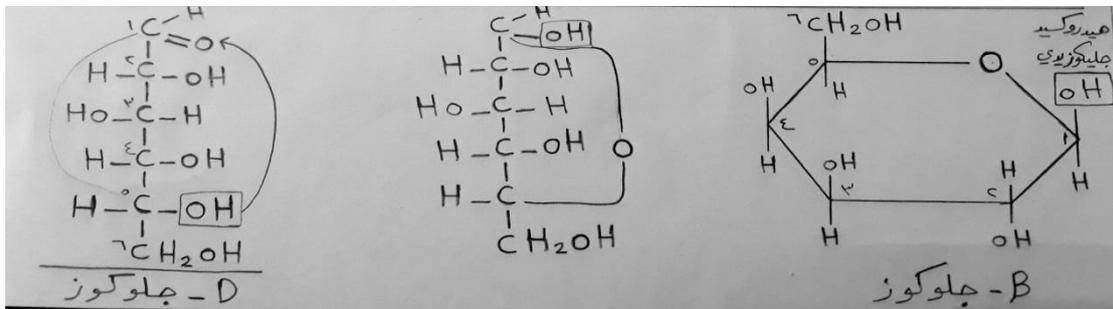
-يتشكل هيدروكسيل جديد يسمى الهيدروكسيد الجليكوزيدي .

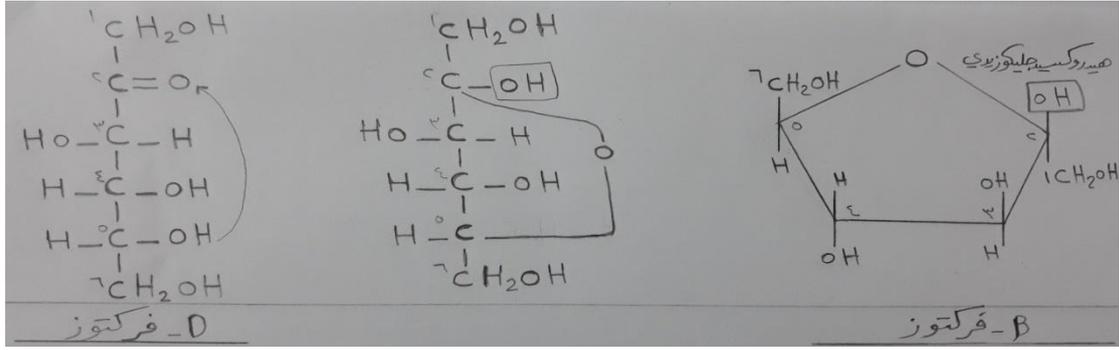
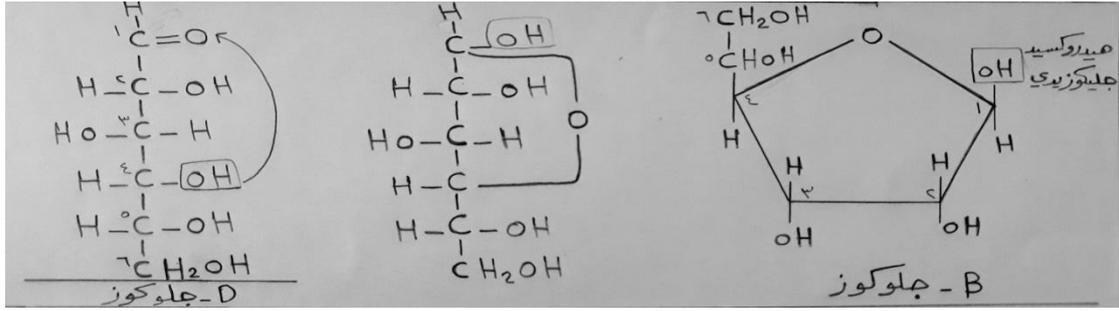
-يتشكل جسر أوكسجيني بين ذرات الكربون المرتبطة .

-تشكيل مركب حلقي إما أن يكون خماسي (الفورفورال) أو مركب سداسي (البييران) .

*في السكريات الأدهيدية يكون الهيدروكسيد الجليكوزيدي دائما مرتبط بذرة الكربون الأولى حيث يتم الارتباط بين ذرة الكربون ١ و ٤ أو بين ذرة الكربون ١ و ٥ .

*أما في السكريات الكتونية يكون الهيدروكسيد الجليكوزيدي مرتبط بذرة الكربون الثانية حيث يتم الارتباط بين ذرة الكربون ٢ و ٥ أو بين ذرة الكربون ٢ و ٦ .

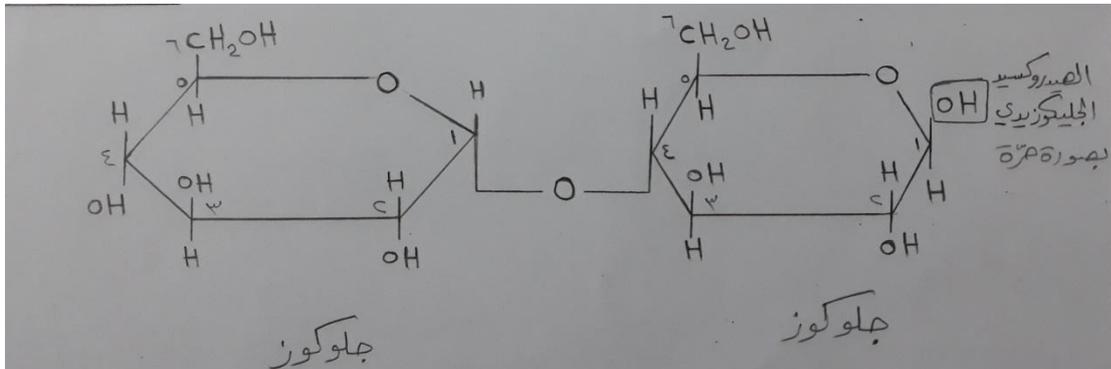




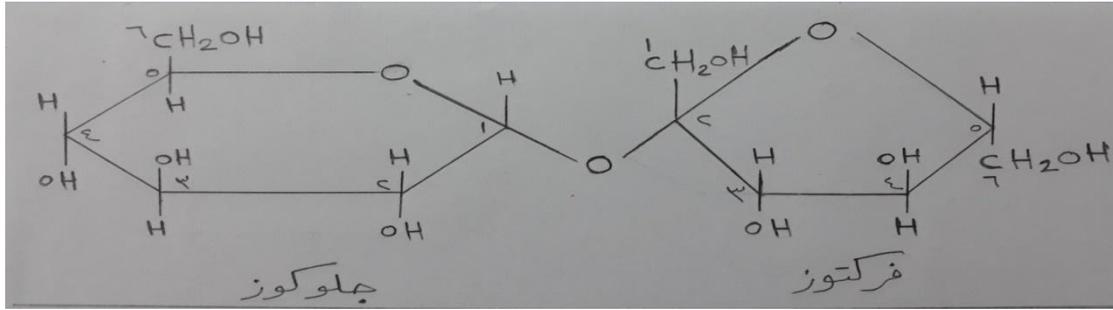
ملاحظة : عندما يقع الهيدروكسيد الجليكوزيدي المرتبط بذرة الكربون (الأولى أو الثانية) في الجهة العلوية للحلقة نرسم له بالرمز بيتا β وعندما يقع الهيدروكسيد الجليكوزيدي في أسفل الحلقة نرسم له بالرمز ألفا α كما هو موضح في الصيغ السابقة .

ثانياً: السكريات الثنائية (قليلة التعدد) : هي من أكثر أنواع السكريات انتشاراً في الطبيعة وهي المركبات التي تعطي عند تحليلها مائياً من اثنين إلى تسع وحدات من السكريات الأحادية البسيطة ومن أمثلتها : المالتوز - السكروز - اللاكتوز .

*****المالتوز:** يعرف باسم سكر الشعير ويتواجد في الحبوب وهوسكر ثنائي يتكون من جزيئين من سكر الجليكوز (سكر سداسي بسيط) بحيث تقع الرابطة مابين الهيدروكسيد الجليكوزيدي الموجود على ذرة الكربون الأولى بالنسبة للسكر الأول مع الهيدروكسيد الغولي الموجود على ذرة الكربون الرابعة للسكر الثاني وتشكل رابطة جليكوزيد- جلوكوز ويتصف المالتوز بخواص إرجاعية نظراً لاحتواء السكر الثاني على مجموعة هيدروكسيد جليكوزيدي حرة .

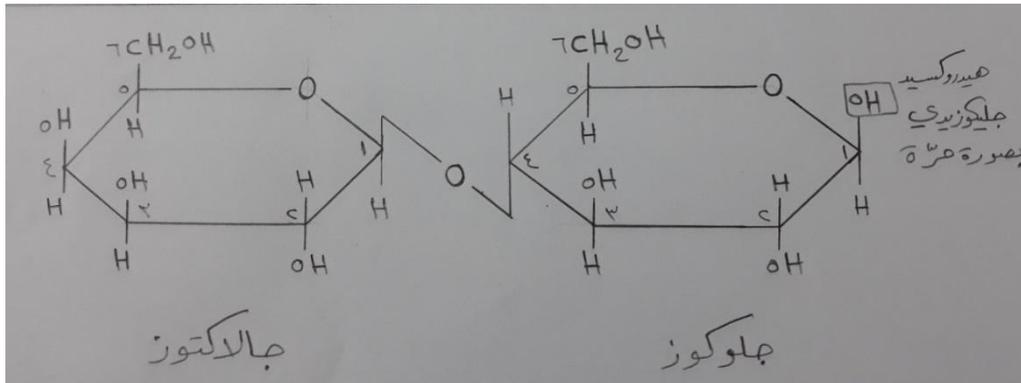


*****السكروز:** يعرف باسم سكر القصب حيث يتواجد بنسبة عالية في قصب السكر والشوندر السكري وهو سكر ثنائي يتكون من اتحاد جزيئة جلوكوز مع جزيئة فركتوز حيث يرتبط الهيدروكسيد الجليكوزيدي الموجود عند ذرة الكربون الأولى للجلوكوز مع الهيدروكسيد الجليكوزيدي الموجود عند ذرة الكربون الثانية للفركتوز بواسطة جسر أوكسجيني وتتشكل رابطة جليكوزيد- جليكوزيد وهنا تختفي القدرة الإرجاعية للسكروز نظرا لمشاركة مجموعتي الهيدروكسيد الجليكوزيدي بالارتباط كمايلي :



*****اللاكتوز:** يعرف باسم سكر الحليب وهو يتواجد في الحيوانات الثديية وهو السكر الوحيد ذو أصل حيواني وليس له أصل نباتي وهو سكر ثنائي يتكون من اتحاد جزيئة جالاكتوز مع جزيئة جلوكوز حيث يرتبط الهيدروكسيد الجليكوزيدي الموجود عند ذرة الكربون الأولى للجالاكتوز مع الهيدروكسيد الغولي الموجود عند ذرة الكربون الرابعة للجلوكوز وتتشكل رابطة جليكوزيد- جليكوز .

لذلك يتصف هذا السكر بالقدرة الإرجاعية نظرا لاحتواء الجزيء الثاني لهذا السكر على مجموعة هيدروكسيد جليكوزيدي حرة .

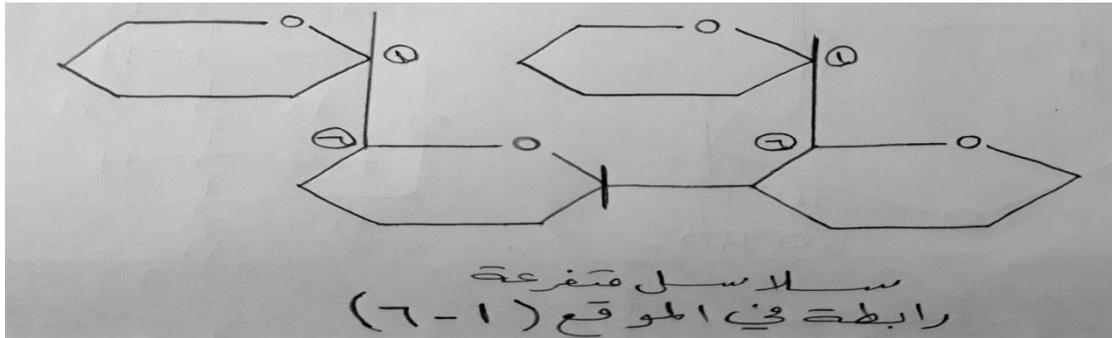
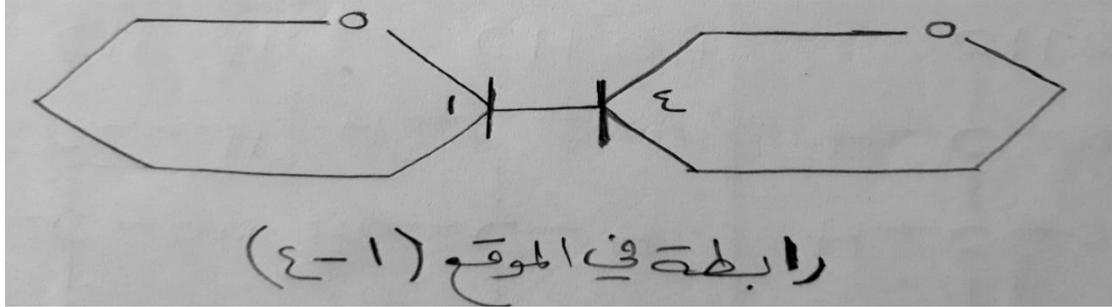


ثالثا:" السكريات المتعددة: تتكون من مجموعة كبيرة من السكريات البسيطة حيث ترتبط هذه السكريات مع بعضها البعض من خلال الرابطة الجليكوزيدية .

للسكريات المتعددة نوعان : ١/ سكريات متعددة متجانسة : والتي تتألف من جذور تابعة لنوع واحد من السكريات البسيطة مثل النشاء- الغليوجين- السيللوز .

٢/ سكريات متعددة غير متجانسة (مختلطة): والتي تتميز كونها تتألف من جذور تابعة لأكثر من نوع من السكريات البسيطة أو أنها تحتوي على عناصر إضافية كالأزوت والكبريت مثل : حمض الهيالورونيك- الهيبارين .

**ومن مميزات السكريات المتعددة وجودها في حالة غروية وامتلاكها وزنا "جزيئيا" "مرتفعاً" وترتبط الجزيئات المكونة لهذه السكريات في الموقع (٢-١) أو (٤-١) حيث تكون على هيئة سلاسل مستقيمة أو ترتبط في الموقع (٦-١) فتكون على هيئة سلاسل متفرعة حيث يوجد تفرع في بنية السكر.



أ/ النشاء: يمثل المخزون الاحتياطي الأكثر أهمية للنبات كونه الناتج الأخير لعملية التمثيل اليخضوري وهو يوجد في الخلايا النباتية والحبوب والبطاطا وهوسكر متعدد متجانس كبير الجزيئات حيث يتكون النشاء من اتحاد نوعين من السلاسل السكرية المتعددة هي: الأميلوز: يتكون من اتحاد جزيئات سكر الجلوكوز في الموقع (٤-١) على شكل سلسلة مستقيمة غير متفرعة ويشكل ٢٠% من جزيئة النشاء .

الأميلوبكتين : يتكون من اتحاد جزيئات الجلوكوز في الموقع (٦-١) على شكل سلسلة متفرعة وهو يشكل الجزء الخارجي من جزيئة النشاء ونسبته ٨٠% منها .

**تعطي جزيئة النشاء بالتفاعل مع اليود اللون الأزرق الغامق .

**يستعمل النشاء في الصناعات الغذائية والنسجية والورق والمواد اللاصقة .

ب/ الغليكوجين: وهو الشكل الإدخاري للسكريات العديدة ضمن جسم الكائن الحي حيث يتركز وجوده في الكبد والعضلات . والتركيب الكيميائي للغليكوجين يماثل التركيب الكيميائي للنشاء مع زيادة عدد الروابط المتفرعة وهو لا يتمتع بخواص إرجاعية .

ج/السيللوز: يشكل القسم الرئيسي في النباتات حيث يدخل في تكوين الجدر الخلوية لها ويكسبها القساوة والشكل ويمتاز هذا السكر بعدم احتوائه على رابطة تفرعية (تشعبية) حيث يتألف من اتحاد عدد كبير من جزيئات الجلوكوز حيث تكون الرابطة في الموقع (١-٤) .

يتحلل السيللوز الموجود في الألياف النباتية وبمساعدة الجراثيم الموجودة في الكرش والأعور عند الخيل ليكون الأحماض الدهنية الطيارة وهو يستخدم في صناعة الحرير الصناعي .

د/ حمض الهيلورونيك: يدخل هذا الحمض في تكوين الأنسجة الضامة وتركيب السائل مابين الخلوي في الإنسان والحيوان . وتتألف جزيئة هذا الحمض من وحدات متكررة لكل من حمض جلوكوبيورونيك و أستيل جلوكوز أمين .

هضم السكريات داخل جسم الإنسان :

يبدأ هضم الكربوهيدرات الذوابة في الفم حيث تفرز الغدد اللعابية أنزيم الأميلاز الذي يقوم بحلمهة الروابط الجلوكوزيدية الموجودة في نشاء المنتجات الغذائية مثل البطاطا والخبز معطيا " دكستريانات وقليل من المالتوز ويعد الهضم الفموي للكربوهيدرات جزئيا" ومحدودا "لأن فترة اختلاط الطعام باللعاب وتعرضه للأنزيم قصيرا". وعندما يصل الطعام للمعدة ويختلط بالعصارة المعدية فإن نشاط أنزيم الأميلاز اللعابي يتوقف بسبب حموضة المعدة المرتفعة.

- عندما يصل الطعام إلى الأمعاء تستكمل عملية الهضم في الأمعاء الدقيقة بعد أن يتم تعديل حموضة المعدة بواسطة البيكربونات المفروزة من البنكرياس ويتم حلمهة الدكستريانات تحت تأثير الأميلاز البنكرياسي والدكستريناز لإعطاء المالتوز (السكر الثنائي). ثم تفرز أنزيمات من الخلايا المخاطية لجدار الأمعاء لتفكيك كافة السكريات الثنائية فمثلا" يقوم أنزيم المالتاز بتفكيك الرابطة الجلوكوزيدية في المالتوز فيتشكل جزيئين من الجلوكوز – وأنزيم السكراز يقوم بتفكيك الروابط في السكروز وإعطاء جزيئة جلوكوز وجزيئة فركتوز – وأنزيم اللاكتاز يفكك سكر اللاكتوز ويعطي جزيئة جلوكوز وجزيئة جالاكتوز .

- نذكر أن هناك بعض المواليد تحملهم ضعيف للاكتوز الحليب بسبب خمول غدد الغشاء المخاطي للأمعاء المفروزة لأنزيم اللاكتاز.

أما بالنسبة للمواد المائلة كالسيللوز فإنه لا يتأثر بالعصارة الهاضمة عند الإنسان لذا لا يستخدم في توليد الطاقة نظرا" لغياب أنزيم السيللولاز عند الإنسان وبالتالي فإن معظم الكمية الداخلة من السيللوز إلى الجسم مع الغذاء تطرح للوسط الخارجي دون أن يطرأ عليها أي تفكك لكنه يقوم بدور مهم حيث أنه يسهل حركة الأمعاء ويحرض على إفراز العصارات الهاضمة .

تتواجد الأنزيمات المحللة للسيللوز بكثرة في الميكروبات التي تعيش في الجهاز الهضمي في الحيوانات العاشبة والمجتررة مما يجعلها قادرة على هضم كميات كبيرة من السيللوز والاستفادة منه وتحويله إلى جلوكوز وبعض الأحماض الدهنية وتكوين بعض الغازات مثل النشادر NH3 وغاز ثاني أوكسيد الكربون CO2 .