الهضم الميكروبي للكربوهيدرات

ان الكرش يجهز مكان ملائم لنشـــاط الاحياء المجهرية المتمثلة بالبكتريا والهدبيات وتعتبر البكتريا من اهم هذه الاحياء المجهرية اذ تقوم بتجزئة الكاربوهيدرات الى سكريات بسيطة حيث تستطيع الاستفادة منها كمصدر للطاقة وصـنع بعض العناصـر الغذائية ومجموعة فيتامين B وانتاج الاحماض الدهنية الطيارة وهي حامض الخليك الذي يمثل 4/3 من الاحماض الكلية وحامض البروبيونك والبيوترك اضـــافة الى تكوين الغازات مثل غاز الميثان وثاني اوكسيد الكاربون والهيدروجين.

انتاج اللعاب

ان الحيوانات المجترة تفرز كميات كبيرة من اللعاب القاعدي الذي يقاوم التغيرات في الاس الهيدروجيني خلال عمليات اســتهلاك العلف واجتراره،ففي الاغنام توجد خمســة مجاميع من الغدد المزدوجة وثلاث مجاميع من الغدد غير المزدوجة او الفردية.

الغدد المزدوجة توجد على كل جهة من جانبي الوجه وتشمل:

1-الغدة النكفية:تمتد من قاعدة الاذن الى النهاية الخلفية للفك الاسفل.

2-الغدد اللعابية:توجد في قاعدة الفك الاعلى والفك الاسفل.

3-الغدد الواقعة تحت الطواحن:التي توجد في الوجنة.

4-الغدد التحت لسانية البطنية توجد تحت اللسان

5- الغدد الشدقة:توجد في الوجنة.

اما الغدد غير المزدوجة فهي:

1-الغدة الحنكية الموجودة في الحنك.

2-الغدة البلعومية توجد بالقرب من البلعوم

3-الغدة الشفوية توجد في زوايا الفم.

يكون انتاج اللعاب في الاغنام حوالي 6-10 لتر / يوم ،اما في الابقار البالغة فتنتج 150 لتر/ يوم

ويبين الشكل 3 موقع وشكل الغدد اللعابية

وظائف اللعاب

1- اللعاب مادة مساعدة في المضغ والبلع:غالبا ما يكون علف المجترات جافا ما عدا النباتات الورقية الطازجة اي العلف الاخضر ،اضافة الى كون العلف المركز ذو طبيعة غبارية بحيث يكون من الصعب استهلاكه دون التاثير المرطب للعاب.

2- الفعالية الانزيمية للعاب:يحتوي لعاب العديد من اللبائن على اميليز اللعاب لكنه لايوجد في المجترات وانما توجد انزيمات تعمل على الكليسريدات الثلاثية القصيرة السلسلة وفعالية محددة من انزيم اللايبيز.

3- يقوم اللعاب بمعادلة حموضة المعدة وذلك بوجود املاح الصوديوم والبوتاسيوم التي تفرز في اللعاب اما حموضة المعدة فهي متاتية من الحوامض المنتجة خلال عملية التخمر.

4- اللعاب يزود الاحياء المجهرية في الكرش بالعناصر الغذائية المتيسرة ومنها اليوريا والفسفور والمغنسيوم والكلور الموجودة بتراكيز مرتفعة نسبيا في اللعاب .

5- للعاب خواص مضادة لتكوين الرغوة التي تحدث في الكرش وهذا ما يمنع الاصابة بحالات النفاخ.

العوامل التي تؤثر في كمية ونوعية اللعاب

1- يكون انتاج اللعاب اكثر اثناء استهلاك العلف مما في فترة الراحة.

2- يتاثر بالطبيعة الفيزيائية للعلف المستهلك ومحتواه من الرطوبة.

3- يتاثر اللعاب باستساغة العليقة فالعلف المستساغ يحفز على افراز كميات اكثر من اللعاب.

الطرق المستخدمة في تقدير الهضم:

1- الطريقة التقليدية – وتتضمن:

أ-وضع الحيوانات التجريبية في اقفاص هضم خاصة او في حضائرخاصة.

ب-اعطاء الحيوانات عليقة متجانسة وبكميات معينة ومحددة

ج- وزن المتبقي من العلف واخذ نماذج منه لغرض التحليل

د-جمع البراز واخذ عينات منه

هـ – تعويد الحيوانات على استهلاك العليقة المراد قياس معامل هضمها لفترة تسمى فترة تمهيدية حتى تتمكن احياء الكرش المجهرية من التاقلم على العليقة

و- تقدم للحيوانات كمية محددة من العلف وذلك للتقليل من اختيار الحيوان لمواد علفية معينة دون اخرى.

وبعد اجراء عملية التحليل الكيميائي للعلف المقدم وللبراز يمكن معرفة الفرق بين كمية العنصر الغذائي المستهلك وكمية نفس العنصر في البراز.

2- الطرق المعتمدة على الكاشف:ان الكواشف المستخدمة في تقدير الهضم هي بعض المواد التي لاتهضم نهائيا واما ان تكون كواشـف طبيعية (داخلية) وهي موجودة في تركيب النباتات مثل اللكنين والسـلسـيكا وكروموجينات النباتات او خارجية تضاف الى العليقة مثل ثالث اوكسيد الكروم والحديد.وتظهر في البراز بتراكيز معينه

ويمكن معرفة معامل الهضم من المعادلة التالية:

$$\text{معامل الهضم} = \frac{\text{الكاشف في البراز} - \text{الكاشف في الغذاء}}{\text{الكاشف في البراز}} \times 100$$

العوامل التي تؤثر على الهضم

1- مستوى التغذية:ينخفض الهضم الحقيقي للعناصر الغذائية العضوية بزيادة مستوى الغذاء المستهلك بسـبب المرور السـريع لهذه المواد في القناة المعدية – المعوية وهذا يؤدي الى تقليل الوقت المتاح للاحياء المجهرية الموجودة في الكرش او الامعاء لتخمير هذه المواد اضـافة الى تقليل الوقت المتاح للعصـارات الهضمية للتاثير عليها.

2- كمية الالياف او كمية اللكنين في العلف:يقل هضم المواد العلفية مع زيادة نسبة الالياف واللكنين في المادة العلفية المتناولة.

3- الاختلافات التي ترجع الى نوع الحيوان هناك اختلافات واضحة في معامل الهضم بالنسبة لاختلاف انواع الحيوانات المجترة.

4- نقص العناصـر الغذائية:ان النقص الجزئي او الكلي للبروتين يؤدي الى انخفاض واضـح في هضـم الطاقة (كذلك انخفاض اسـتهلاك العلف) وقد يرجع السـبب الى خفض فعالية الاحياء المجهرية.كما ينخفض الهضـم في الكرش نتيجة نقص العناصـر اللاعضـوية كالمغنسـيوم والفسـفور والكبريت والحديد والكوبلت والمنغنيز والخارصين.

5- عوامل تؤثر على الشـهية:ان اي عامل يؤثر على اسـتهلاك العلف بصـورة كبيرة يكون له تاثير على الهضم وقد يكون هذا العامل الطبيعة الفيزيائية للعليقة او وجود او غياب بعض العناصـر الغذائية او العوامل التي تؤثر على الشهية.

6- تكرار التغذية :ان زيادة عدد مرات التغذية تؤدي الى زيادة الهضم.

7- طرق تحضـير العلف:ان طحن الحبوب او تحويلها على شـكل رقائق يؤدي الى زيادة الهضـم،وقد يؤدي عملية التسخين الى تحسن نوعية بعض البروتينات ولكن الحرارة الزائدة قد تؤدي الى تقليل الهضم.

8- التاثير المترابط للمواد العلفية:هذا يعني تاثير عملية خلط الاعلاف المختلفة عند تكوين العليقة بحيث يكون احدها مكمل للاخر.

9- التاقلم الى تغيرات العلف:بعكس الحيوانات ذات المعدة الوحيدة فان المجترات لاتستطيع التاقلم بسهولة عند حدوث تغيرات في نوع العلف المستهلك بين يوم واخر لان تغير العليقة يؤدي الى تغير في مجاميع الاحياء المجهرية في الكرش والتي تحتاج الى فترات زمنية كي تتاقلم للمصادر المختلفة من المواد الغذائية ولهذا فان التغير المفاجئ يؤدي الى انخفاض الهضم.

المركبات الغذائية وايضها

الايض Metabolism :هو مجموع المتغيرات التي تجري على الغذاء خلال عملية تحوله الى مركبات روثية.فمن الناحية الغذائية هناك عمليتان ضروريتان للحياة الاولى هي تحول العناصر الغذائية الى سوائل وانسجة والعملية الثانية هي طرد الفضلات خارج الجسم وهذه الفضلات هي مركبات بسيطة مثل ثاني اوكسيد الكاربون والماء.تبدأ عملية الايض من الهضم ثم امتصاص المواد المهضومة لتدخل هذه المواد في عمليات التركيب والهدم او ما يسمى بالايض الوسطي.

اولا:الكربوهيدرات Carbohydrates

الكربوهيدرات عبارة عن مركبات كيميائية غذائية متعادلة تتكون من ذرات الكربون والهايدروجين والاوكسجين وان نسبة الهيدروجين الى الاوكسجين كنسبتهما في الماء وهي 2 ذرة هيدروجين:1 ذرة اوكسجين،تكون الصيغة الجزيئية العامة لها هي $C_X(H_2O)_Y$،وتمثل الكاربوهيدرات اكبر جزء من الغذاء الحيواني لان ثلاث ارباع المادة الجافة للنباتات تحتوي على كاربوهيدرات ،وتتكون الكاربوهيدرات من عملية التركيب الضوئي في النبات حيث ان الكلوروفيل (الصبغة الخضراء في النبات) تلتقط الطاقة الشمسية وتحولها الى طاقة كيميائية تتكون من الكليكوز وحسب المعادلة التالية:

$$6CO_2 + 6H_2O + 673\ Kcal \text{ -------}\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

تصنيف الكربوهيدرات

ان كلمة سكر (sugar) تطلق على الكربوهيدرات التي تحتوي على اقل من عشرة سكريات احادية في السلسلة و السكريات المتعددة فتطلق على جميع السكريات ماعدا السكريات الاحادية ،اما السكريات المتعددة المتجانسة فتقسم حسب نوع السكر الداخل في تكوينها حيث تتحول الى مكوناتها الاصلية عن طريق تاثير الانزيمات المتخصصة او الاحماض و السكريات المتعددة غير المتجانسة وهي خليط من السكريات المتعددة

وتنتج عند التحلل انواع من السكريات الاحادية المختلفة ، ولهذا يمكن تصنيف الكربوهيدرات الى الاصناف التالية:

اولا :السكريات الاحادية Mono saccharides:

يتم تقسيم السكريات الاحادية حسب عدد ذرات الكاربون المكونة لجزيئة السكر وتشمل:

أ–السكريات الثلاثية ذرات الكاربون $C_3H_6O_3$ حسب عدد ذرات الكاربون الموجودة في جزيئات السكر ،وهي ناتج وسطي لسكريات اخرى .

ب– السكريات الرباعية ذرات الكاربون $C_4H_8O_4$ ،وهي ناتج وسطي لسكريات اخرى

ج–سكريات خماسية ذرات الكاربون Pentoses ($C_5H_{10}O_5$): قد تكون موجودة بصورة حرة في الطبيعة او تتكون من اثناء عملية التخمر لبعض المنتجات مثل الارابينوز Arabenose الذي يدخل ضمن تركيب الهمسليلوز ويعتبر احد مكونات الصمغ ،الزايلوز Xylose ويشكل جزءا من الهمسليلوز ،الرايبوز Ribose ويوجد في جميع الخلايا الحية حيث يدخل في تركيب الحامض النووي (RNA).

د– سكريات سداسية ذرات الكاربون Hexoses تكون الصيغة الجزيئية للسكريات السداسية هي $C_6H_{12}O_6$ ومنها:

1– سكر الكليكوز Glucoses (سكر القصب) شكله النقي يكون على شكل بلورات بيضاء لها القابلية على الذوبان في الماء ،يوجد بصورة حرة في الطبيعة مثلا في النباتات والفواكه والخضر والعسل وسائل المخ او مرتبط مع مركبات اخرى ليكون السكريات المتعددة و السكريات المعقدة والكلايكوسيدات

2– سكر الفركتوز Fructose (سكر الفواكه) يكون على شكل بلورات صلبة بيضاء اللون ذات طعم حلو مميز يوجد بصورة حرة او مرتبط في الخضر والفواكه والعسل

3– سكرالمانوز Mannose :لايوجد بشكل حر في الطبيعة انما يكون مرتبط مع مواد او سكريات اخرى حيث يوجد في الخمائر والفطريات والبكتريا.

<u>الخواص العامة للسكريات الاحادية</u>

1– تمتاز بقدرتها على التاكسد والتحول الى احماض وذلك لوجود مجموعة اللالدهايد او مجموعة الكيتون
2– يمكن اختزال السكريات الى كحولات
3– تكون جميع السكريات الاحادية فعالة ضوئيا

ثانيا:السكريات الثنائية Disaccharides ($C_{12}H_{22}O_{11}$) : تتكون هذه السكريات من اتحاد جزيئتين من السكريات السداسية مع طرح جزيئة ماء

$2C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$

ومن هذه السكريات:

أ- سكرالسكروز Sucrose يوجد في القصب والبنجر السكري لذلك يسمى سكر القصب او سكر البنجر اضافة الى وجودة في الجزر والفواكه ،يتكون من اتحاد جزيئة كلوكوز مع جزيئة فركتوز .

ب-المالتوز Maltose : سكر المالتوز يسمى بسكر الشعير او المالت يتكون من جزيئتين من سكر الكليكوز يمتاز بعدم ذوبانه في الماء وليس له مذاق سكري ،لايوجد بشكل حر في الطبيعة انما ينتج من تحلل النشا والكلايكوجين بواسطة الانزيمات او الاحماض المخففة

ج-اللاكتوز Lactose . سكراللاكتوز ويسمى بسكر الحليب ،يتكون من جزيئة من سكر الكليكوز وجزيئة من سكر الكلاكتوز ويكون اقل حلاوة من سكر الكليكوز .

د--سكر السليوبيوز لايوجد بشكل حر في الطبيعة وانما يدخل في بناء السليلوز يتكون من جزيئتين من الكليكوز.

ثالثا: سكريات الثلاثية Trisaccharidse ($C_{18}H_{32}O_{16}$)

وهي عبارة عن اتحاد ثلاثة جزيئات من السكريات الاحادية وكما يلي

$3C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O$

ومن هذه السكريات:

أ- سكر الرافينوز Raffinose يتكون من جزيئة من سكر الكلوكوز وجزيئة من سكر الفركتوز وجزيئة من سكر الكلاكتوز ،يوجد في قصب السكر والنباتات والمولاس .

رابعا:السكريات الرباعية Trtrasaccharidse

تتكون عند اتحاد اربعة جزيئات من السكريات الاحادية وكما يلي :

$4C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_{24}H_{42}O_{12} + 3H_2O$

ومن انواعه سكر الستاجيوز الذي يتكون من جزيئة من سكر الكليكوز وجزيئتين من سكر الكلاكتوز وجزيئة من سكر الفركتوز ،يوجد في بذور النباتات البقولية.

خامسا:السكريات المتعددة المتماثلة Homopolysaccharidse

تتكون من اتحاد اعداد كبيرة من السكريات الاحادية (عشرة جزيئات او اكثر) تمتاز بوزن جزيئي عالي وعدم وجود المذاق السكري مثل النشا والسليلوز والكلايكوجين والدكسترين.

<u>السليلوز</u>

وهو مركب معقد غير قابل للذوبان يتكون من السكر الثنائي السليوبيوز المتكون من سكر الكليكوز المرتبط مع بعضها بآصرة من نوع بيتا 4-1 ،ويعتبر المركب الرئيسي لجدار الخلية النباتية وهذا يعتمد على أجزاء

النبتة وعمرها حيث يترسب بدرجة اكبر في السيقان الخشبية أكثر مما في الأوراق إضافة إلى زيادة ترسبه بتقدم عمر النبات مع تكوين مركب الهمسليلوز و اللكنين ،يتحلل السليلوز بالتسخين في محلول حامضي ليكون الكليكوز ولا يوجد أنزيم في الجهاز الهضمي للحيوان له القدرة على هضم السليلوز ولكنه يهضم بفعل الأنزيمات المفروزة من قبل أحياء الكرش المجهرية

سادسا:السكريات المتعددة غير المتماثلة Heteropolysaccharides او المختلطة مثل الهمسليلوز والبكتين والاصماغ.

الهمسليلوز

ويسمى أنصاف السليلوز يتكون من السكر الثنائي زايلوبيوز وهو جزء من جدار الخلية النباتية وهضمه أكثر من السليلوز من قبل الأنزيمات المفروزة من قبل أحياء الكرش المجهرية

اللكنين

يمثل الجزء الأغلب من جدار الخلية النباتية المكونة للاجزاء المتخشبة من النباتات كالكوالح والقشور والسيقان والاوراق اضافة مع السليلوز والهمسليلوز ،وتترسب مادة اللكنين بتقدم عمر النبات حتى تعطيه القوة والاسناد لرفع السيقان والبذور عند نضجها وهو مركب معقد غير قابل للهضم بالانزيمات الهاضمة للجهاز الهضمي او انزيمات الاحياء المجهرية ،يحتوي على الكاربون والهيدروجين والاوكسجين لكن نسبة الكاربون اكثر بكثير مما هو عليه في الكاربوهيدرات مع وجود النتروجين في تركيبه،ولا يعتبر اللكنين من المركبات الكربوهيدراتية ولكنه يذكر معها بسبب وجوده مع هذه المواد الكربوهيدراتية ولعلاقته المباشرة مع السليلوز حيث يرتبط باواصر قوية معه مما يجعل من الصعب على الانزيمات المفرزة من قبل الاحياء المجهرية في الكرش من الاستفادة من السليلوز.