**تعاريف بعض المصطلحات التغذوية :**

التغذية Nutrition :

هي علم وفن يدمج بين الكيمياء الحيوية والفسلجة ويبحث عن العلاقة بين أعضاء الجسم وتجهيزها بالعناصر الغذائية وتهيئة البيئة المثلى لنمو الخلايا والمحافظة عليها ونموها وتكاثرها أو هي عملية تجهيز الخلية بالمحيط الكيماوي الخارجي والذي تحتاج إليه لأداء وظائفها المتمثلةفي عدة تفاعلات كيميائية حيوية تحدث في الخلية لغرض النمو والتكاثر والأنتاج, أو هي عملية تناول الغذاء من قبل الحيوان ومن ثم هضمه وامتصاصه وتمثيله إلى أنتاج وتكاثر وتتم عملية تجهيز الغذاء وفق التسلسل التالي

**Ingestion--→digestion --→absorption ---→ metabolism ---→excretion** تناول الغذاء: هي عملية أخذ الغذاء من قبل الحيوان بواسطة فمه.

الهــضم:هو عملية تكسير وتفكيك جزيئات الغذاء الكبيرة إلى مركبات ابسط حتى تتمكن من المرور عبر الغشاء المخاطي المبطن للقناة الهضمية إلى مجرى الدم واللمف لغرض امتصاصها والاستفادة منها . ويقسم الهضم في الحيوان إلى ثلاثة أنواع هي:

1-**الهضم الميكانيكي:** هو عبارة عن عمليات المضغ والتقلصات العضلية للقناة الهضمية.

2-**الهضم الكيمياوي:**هو الهضم الذي يتم بواسطة أفراز الأنزيمات من الغدد والأعضاء الخاصة بذلك مثل المعدة والصفراء والبنكرياس.

3-**الهضم الميكروبي:**هو الهضم الذي يحدث بواسطة البكتريا (البروتزوا) والأحياء المجهرية الموجودة في الكرش. أما بالنسبة للحيوانات بسيطة المعدة فيحدث النشاط الميكروبي في الأمعاء الغليظة.

الأمتصاص:هو عملية عبور الجزيئات الغذائية المهضومة من الجهاز الهضمي إلى الأوعية الدموية وتتم هذه العملية في منطقة الزغابات.

التمثيل الغذائي: هي عملية بناء أو هدم ويقصد بالبناء هو عملية بناء أنسجة جديدة وأصلاح الأنسجة التالفة أما الهدم فهو عملية إتلاف الأنسجة القديمة.

طرح الفضلات: هي عملية التخلص من نواتج الهضم.

العنصر الغذائي nutrient:هو ذلك المركب الكيمياوي الذي يستخدم في عملية النمو والتكاثر والإدامة بشكل طبيعي وهناك ستة مجاميع من العناصر الغذائية وهي الماء والكربوهيدرات والدهون والبروتينات والفيتامينات والأملاح المعدنية.

تركيب جسم الحيوان وغذائه

يتكون جسم الحيوان من الماء والعناصر العضوية واللاعضوية الموجودة في الطبيعة :

1. **الماء:** تتباين نسبة الماء في جسم الحيوان تبعا لعمره فالحيوان حديث الولادة يحتوي على نسبة ماء (75 – 80) % ماء اما الحيوان المسمن البالغ فيحتوي على 50%ماء . وتعزى الاختلافات في نسبة الماء في الجسم إلى خزن الدهون في الجسم حيث تنخفض نسبة الماء في حيوانات التسمين وتؤثر الاختلافات في نسبة دهن الجسم على نسب المكونات الأخرى فعندما تكون نسبة الدهن في العجول النحيفة 18% والماء57% عند زيادة نسبة الدهن إلى 41% بتسمين العجول نجد ان نسبة الماء انخفضت إلى 42% .
2. **المادة الجافة Dry Matter:**وتقسم إلى

**أولا": المادة العضوية** :

1. **الكربوهيدرات:**تحتوي الاجسام الحيوانية على كمية قليلة جدا من الكربوهيدرات مقارنة بالاجسام النباتية ويرجع السبب في ذلك إلى ان جدران الخلايا النباتية تتكون بصورة اساسية من الكربوهيدرات بينما تتكون جدران الخلايا الحيوانية بدرجة رئيسية من البروتينات هذا من جهة , ومن جهة اخرى فان النباتات تقوم بتخزين الطاقة بصورة رئيسية على شكل كربوهيدرات مثل النشأ بينما تخزن الطاقة في الحيوانات على شكل دهون.
2. **الدهون :** يعتبر الدهن هو المحتوى الاكثر تغيرا في جسم الحيوان ويتأثر ترسيب الدهن بالعديد من العوامل وأهمها التركيب الوراثي والقدرة البايولوجية التي تعزى اليها الاختلافات الفردية ونوعية الغذاء وتركيبه الكيمياوي والحالة الصحية وبعض الاجراءات الادارية . وتتزايد النسبة المئوية للدهون بتقدم العمر ويكون لنوعية العليقة ومستوى التغذية تأثير كبير على هذه النسبة. ويكثر الدهن في الانسجة الدهنية وتحت الجلد وحول الامعاء والكليتين وبعض الاعضاء الاخرى ويوجد ايضا في العضلات والعظام.
3. **البروتين :** توجد البروتينات في جميع الخلايا و تعد العنصر الأساسي بعد الماء في الأعضاء و الأنسجة الطرية في الجسم مثل العضلات والأوتار والأنسجة الرابطة. ويمثل البروتين القسم الأكبر من المركبات الحاوية على النتروجين في كل من الاجسام الحيوانية والنباتية (في النباتات فأن القسم الأعظم من البروتين يكون بصورة أنزيمات). تتكون الأنسجة الطلائية التي تشمل الجلد والشعر بصورة رئيسية من الكيراتين Keratin وهو بروتين خاص يقوم بأعباء الحماية والمقاومة, في حين تتكون الانسجة الرابطة الموجودة في انحاء الجسم من ألياف بروتينية غير ذائبة تتكون عادة من الكولاجين Collagen,أما المخ والأعصاب فتتألف من انسجة عصبية تتكون بصورة رئيسية من مواد دهنية مختلفة ومن معقدات الدهون والبروتينات والكربوهيدرات.
4. **الحوامض النووية :** وتشابه البروتينات في كونها تابعة للمركبات الحاوية على النتروجين وهي تلعب دورا مهما في عملية تصنيع البروتين في جميع الكائنات الحية و كذلك تقوم بحمل المعلومات الوراثية للخلية الحية.
5. **الحوامض العضوية :** وتشمل حامض الستريك والماليك والفورميك والسكسونيك وحامض البايروفيك وبالرغم من وجودها بكميات قليلة الا انها تلعب دورا كمركبات وسطية في عمليات الهدم والبناء التي تحصل في الخلية. اما الحوامض العضوية الأربعة والتي تأتي من عمليات التخمر في الكرش فتشمل حامض الأستيك والبروبيونيك والبيوتريك واللاكتيك.
6. **الفيتامينات :** وتوجد في النباتات والحيوانات بكميات قليلة جدا , بعضها ضروري جدا في تكوين الأنزيمات. وتتمكن النباتات من صناعة جميع الفيتامينات التي تحتاجها في عمليات البناء والهدم بينما لاتتمكن الحيوانات من صناعة جميع الفيتامينات أو أن لها القدرة المحدودة جدا على صناعة الفيتامينات ولذلك فهي تعتمد في حصولها على الفيتامينات من مصدر خارجي.

**ثانيا" : المادة غير العضوية** : وتضم جميع المواد الموجودة في النباتات والحيوانات بدون الكاربون والهيدروجين والأوكسجين والنتروجين. ويعتبر الكالسيوم والفسفور المكون الرئيسي للرماد في اجسام الحيوانات بينما يعتبر البوتاسيوم والسيلكون المكون الرئيسي للرماد الموجود في اجسام النباتات.

**الدم The blood**

یلعبالدمدورامحوریافيالتغذیةلأنهالوسطالذيتنتقلمنخلالهالعناصرالغذائیةإلىمختلف إنحاءالجسموبواسطتهأیضایتمالتخلصمنالفضلاتالناتجةمنالأیضالغذائي. ویشكلالدمحوالي %10-5 منوزنالجسمتبعالنوعالحیوانوحالتهالغذائیة،كماانلحجمالدمعلاقةمباشرةمعنشاط الأنسجةفيالجسمولذلكنجداننسبةالدمفيالجسمتقلبزیادةالأنسجةالدهنیة،ویشكلالبروتینالجزء الأكبرمنالمادةالجافةللدم.

**تقدیرالتركیبالعامللجسم Estimation of gross body composition**

دراسةالتركیبالعامللجسمتساعدالباحثینعلىفهمالتغیراتالحاصلةخلالمرحلةتطورالجسم والتيلایمكنالاستدلالعلیهابمجردمعرفةوزنالحیوانأومستوىإنتاجه. ومنالطرقالمستخدمةفي تقدیرالتركیبالعامللجسم:

1. **طریقةالذبحأوطریقةالذبحالمقارن Comparative slaughter technique**

تتلخص هذه الطریقة بذبح الحیوانات ومن ثم تحلیلها كیمیائیا بالكامل ، وهذه الطریقة محدودة الاستخدام لأنها تحتاج إلى عمل مرهق ومكلف بالإضافة إلىان استنباط المعلومات لا یتم بالذبح لمرة واحدة،حیث انالمعلومات المتعلقة بالتركیب قد تتغیر تبعا لنوع الغذاء.

1. **تقنیات التخفیف diluting technique**

وتعتمد هذه التقنیات على أساس وجود علاقة عكسیة بین نسبة الماء والدهن في الجسم.

1. **طریقة رید و مساعدیه Reid and coworker's method**

تعتمد هذه الطریقة على قیاس المحتوى المائي في الجسم ومن ثم حساب المحتوى الدهني باستخدام **المعادلة التالیة**:

**X=355.88+0.355y-202.91 log y**

حیث تمثل**X** النسبة المئویة للدهن ویمثل **Y** النسبة المئویة للدهن ویمثل من الدهن یحتوي على حوالي % 80.3 بروتین و % 19.7 رماد.

**تركیبالنباتاتومنتجاتهاComposition of plants and their products**

یتكونالتركیبالكیمیائيللنباتاتمننفسالعناصرالموجودةفيأجسامالحیواناتولكنبكمیات ونسبتختلفاختلافاواسعا،وانالاختلافاتالموجودةبینالأنواعالمختلفةمنالنباتاتتكونأكثرمما هيعلیهفيالأنواعالمختلفةمنالحیوانات. ویعدالماءكماهوالحالمعالحیواناتالمكونالأساسي للنباتاتالخضراءوتتناقصنسبتهبتقدمعمرأونضجالنبات.

یرجعالاختلاففيتركیبالنباتاتوالحیواناتإلىتركیبالمادةالجافةففيالنباتاتتتكونأساسامن الكربوهیدراتحیثیدخلهذاالعنصرفيبناءهیاكلالنباتاتكماأنهیعملكموادغذائیةاحتیاطیةلها، بینمافيالحیواناتفأنالمكونالأساسيللمادةالجافةفیهاهوالبروتیناتالتيتدخلفيتركیبهیاكل الحیواناتویعملالدهنكمادةاحتیاطیةللطاقة،وبالرغممنالكمیاتالقلیلةمنالكربوهیدراتالموجودةفي جسمالحیوانإلاإنهاتعتبرالمصدرالرئیسيفيغذاءمعظمالأنواعحیثیستخدمهاالحیوانكمصدر للطاقةأویحولهابسرعةإلىدهونویخزنهافيالجسم. ویشكلالبروتینالجزءالرئیسيفيالأنسجة النشطةللنباتولذلكفأنالأوراقتكونغنیةبهذاالعنصرأكثرمنالسیقان، \ففيالجتتحتويالأوراق علىحوالي21.3%بروتینفیماتحتويالسیقانعلى 9.6 % فقطولهذاالسببفأندریسالبقولیات الذيیحتويعلىنسبةكبیرةمنالأوراقمثلدریسالجتودریسالبرسیمیحتويدائماعلىبروتین أكثرممایحتویهدریسالحشائشمثلدریسالتایموثي timothy hayوكلماتقدمتالنباتاتفيالنضج ینتقلالبروتینمنأجزاءهاالخضراءإلىالبذوروذلكلتوفیراحتیاجاتالنموخلالعملیةالإنبات،ولهذا نجدانالبذورعندالنضجتحتويعلىنسبةمنالبروتیناكبرممافيباقيأجزاءالنبات)5%بروتین فيسیقانالذرةمقابل9.1% فيالحبوب).

أنالطاقةالمخزونةفيمعظمالبذورمثلالذرةوالحبوبالأخرىتخزنبشكلأساسيبصورةكربوهیدرات ولكنفيالبذورالزیتیةمثلفولالصویاوبذورالقطنوالكتانفأنالطاقةتخزنفیهابصورةدهونوهيتستخدمكمصدرتجاريللزیوت. وبعداستخراجالزیتیستخدمالمتبقيمنهاعلىشكلكسب meals لتغذیةالحیوان،والبذورالزیتیةغنیةبالبروتینأكثرمنالحبوب (% 34.9 فيفولالصویامقابل % 9.1 في حبوب الذرة ).

باستثناءالبذورالزیتیةفأنالكربوهیدراتهيالعنصرالأساسيفيجمیعالمنتجاتالنباتیةوهذاینطبق علىالنباتككل. وتختلفطبیعةهذهالكربوهیدراتإذاكانتلبناءالهیكلالنباتيعنهاإذاكانتكمادة احتیاطیةلتوفیرالطاقة،ففيالبذورفأنهاتوجدبصورةنشأوهيكربوهیدراتمخزونةإمافيالسیقان وبنسبةاقلفيالأوراقفأننسبةمنالكربوهیدراتتوجدبصورةسلیلوزوهوالتركیبالأساسيلهیكل النبات،ویعملالسلیلوزالموجودفيالغلافالخارجيللبذوركهیكللمقاومةالظروفالخارجیة.

والسلیلوزوالموادذاتالعلاقةبهیصنفهكیمیائيالتغذیةكألیافخام،قابلیتهعلىالهضماقلبكثیرمن النشا.

تتباینالنباتاتالمختلفةفيقیمتهاالغذائیةلدرجةكبیرةوذلكحسبقابلیتهاللهضم،وانالموادالغذائیة التيتحتويعلىنسبةعالیةمنالسلیلوزوالموادالمرتبطةبهمثلالدریسوالتبنوالسایلجرديءالنوعیة یكونمعاملهضمهامنخفض،ویشیرمصطلحالعلفالمركزإلىتلكالموادالتيتنخفضفیهانسبة الألیافالخامویكونمعاملهضمهامرتفعویشملذلكالبذورومنتجاتهاالثانویةكالنخالة.

**التركیباللاعضويللنباتات Inorganic composition of plants**

تختلفنسبةالرمادفيالنباتاتاختلافاكبیراتبعالنوعالنباتوأجزاءهالمختلفة،ومنالضروري الأنتباهإلىحقیقةانالمحتوىمنالعناصرالمعدنیةفيالأنسجةالنباتیةالمختلفةتختلفعماهوعلیه الحالفيالأنسجةالحیوانیة. ولتوضیحهذهالحقیقةیلاحظانعنصريالكالسیوموالفسفوریشكلانأكثر من % 70 منالرمادالحیوانيالاانهمالایشكلانبصورةعامةسوىجزءاضئیلامنالرمادالنباتي باستثناءالبقولیاتالتيتكونغنیةبالكالسیوم،بینمانجدانالبوتاسیومیشكلنسبةاكبرمنهمافي الأنسجةالنباتیةلكنهقلیلالأهمیةفيتغذیةالحیوان. ویوجدالكالسیومبصورةأساسیةفيالأجزاء الخضراءوتكوننسبتهفيالأوراقأكثرمننسبتهفيالسیقانوتكونالبذورفقیرةفيالكالسیوممقارنةمع أجزاءالنباتالأخرىوبدوناستثناء. أماالبذورالزیتیةفإنهاأغنىبالكالسیوممنبقیةأنواعالبذور الأخرى. وفیمایتعلقبمحتواهامنالفسفورفإنالبذورأغنىأجزاءالنباتبهوالأوراقأغنىبهمن السیقان.

**المنتجاتالثانویةللحبوب Cereals by product**

تعتمد حیوانات الحقل في تغذیتها على النبات ولا یشمل ذلك المحاصیل العلفیة والبذور والجذور فقط وإنما یشمل كذلك المنتجات الثانویة التي تنتج من عملیات تصنیع المواد النباتیة المختلفة وخاصة البذور التي تصنع لاستخدامات الغذاء البشري. وتشمل 1- النخالة والمواد المجروشة من معامل طحن الحبوب،فالأنسجة الجنینیة مثلا تتكون من النشا مع كمیات قلیلة من الكربوهیدرات الأقل هضما، على العكس من ذلك نجد ان قشرة البذور تتمیز باحتوائها على نسبة عالیة من السلیلوز والمواد ذات العلاقة واللازمة لتأمین الحمایة غیر أنها تكون غنیة بالبروتین وفیتامیناتB والدهون والعناصر المعدنیة أكثر من الأنسجة الجنینیة وأكثر من البذور الكاملة. وتكون الأجنة غنیة بالبروتینات والدهون بشكل خاص مع كمیات قلیلة من السلیلوز مقارنة مع أجزاء النبات الأخرى.وتستخدمالنخالةالتيتمثلأغلفةالبذوروالأجنةوتعتبرموادثانویةلعملیاتطحنالحبوبفيتغذیة الحیوانوتشكلحوالي % 30 منالكمیةالكلیةللحبوبالتيتدخلإلىالمطاحنفیماتشكلنسبةالطحین الذيسیستخدمفيتغذیةالإنسانحوالي % 70 منتلكالكمیةوتتألفمنالأنسجةالجنینیةللحبوب. وبالرغممنالقیمةالغذائیةالمرتفعةللمنتجاتالثانویةلعملیاتالطحن،فانذلكلاینطبقعلىجمیعتلك المنتجات،فجریشالشوفانمثلاوهوالناتجالثانويمنصناعةطحینالشوفانیحتويعلىاقلمن نصفكمیةالبروتینوأكثرمنضعفكمیةالألیافالخامالموجودةفيحبوبالشوفاننفسهاوذلكلأن معظمالجریشسیتكونمنالقشوروعلیهفإنهاستكونمنخفضةالهضموقیمتهاالغذائیةستكونمنخفضة تبعالذلك.

2- أوراقالحنطة المجروشةتعتبرمادةعلفیةاغنىبالبروتینوالدهونوالعناصرالمعدنیةوالفیتامیناتمقارنة معاللبالداخليلكنمعاملهضمهایكوناقلنظراللكمیاتالكبیرةمنالكربوهیدراتالمعقدةالموجودة فیها.

3- الكسب تنتج من البذور النباتیة التي استخلصت زيتها مثل كسبةفولالصویاوبذورالقطنوالكتان وتعتبرمنتجاتثانویةمرتفعة الهضموذاتقیمةغذائیةجیدةلاحتوائهاعلىنسبةعالیةمنالبروتینبشكلخاص.

**العلاقةبینتركیبجسمالحیوانوتركیبالغذاء**

**Relationship between composition of feed and animal's body**

الحیواناتبسیطةالمعدةتحتاجإلىموادمركزةسهلةالهضمتحتوىعلىنسبةقلیلةمنالالیاف وتكونالأعلافالخشنةقلیلةالأهمیةتبعالذلك،علىالعكسمنذلكنجدأنالحیواناتالمجترةتحتاج إلىكمیاتكبیرةمنتلكالأعلاف. منهنایمكنادراكأهمیةالمجتراتفىالمزارعلاستغلالهافى تحویلبقایاالمحاصیلعدیمةالنفعإلىمنتجاتحیوانیةتصلحلتغذیةالانسانكاللحموالحلیبوغیرها. ولایجبالاهتمامبكمیةالغذاءالأنتاجيدونالاهتمامبمحتواهمنالعناصرالغذائیةكماهوالحالمع الغذاءالمإلىء. وأیاكاننوعالإنتاجفیمكنتحقیقهبواسطةالتربیةوالتغذیةالصحیحةللحیوان،فالحیوان الصغیرالذىلمیكتملنمواعضاؤهیجبأنیعطىالعناصرالغذائیةاللازمةلهمنبروتینودهن وكربوهیدراتوماءوعناصرمعدنیةلبناءمكوناتجسمهكاللحموالعظموالدهن،وفىالوقتنفسهیجب أنیغطيالغذاءاحتیاجاتالجهدالعضليالملازملحیاةالحیوان. أمافىالحیواناتالبالغةفیجبامدادها بأغذیةقادرةعلىتلبیةاحتیاجاتهاالإنتاجیة،فإذاكانالمطلوبزیادةالكتلةالبروتینیةفىجسمالحیوانفیتوجبإضافةالبروتینفيالعلائقوعندالتسمینیتوجباضافةالنشاأوالسكر،امالأغرضالعمل فتكونالموادالكربوهیدراتیةالمختلفةهىالاساس.

عموماالتغذیةالصحیحةهىالتغذیةاللازمةللحصولعلىأكبرإنتاجبأقلكمیةمنالغذاءولذلكیجب الالمامبتركیبموادالعلفواهمیتهاكغذاءمإلىءأومنتج. والحیواناتالمجترةمثلالماشیةوالأغنام والماعزتقومباجترارالغذاءالذىقامتبتناولهمسبقاوتمضغهمرارالتأمینالطحنالجیدویمكنهاذلك منالأستفادةمنالطاقةالكامنةفيالعلفالخشنذيالمحتوىالمرتفعمنالالیافبواسطةعملیات التخمرالمیكروبىالتىتحدثنتیجةلنشاطأحیاءالكرشالتيتعیشبصورةتكافلیةمعالحیوان المضیف.

**الطاقــــة Energy :**

تتكون كلمة الطاقة energy من مقطعين (in) وتعني (في) والمقطع (ergy) ويعني (الشغل) وبذلك يمكن ان تعرف الطاقة على انها المقدرة على انجاز الشغل هذا من وجهة نظر الفيزياويين أما من وجهة نظر البايولوجيين فان الشغل هو أحد أوجه استخدام الطاقة وللطاقة أشكال عديدة منها الميكانيكية والحرارية والكهربائية والضوئية والذرية والشمسية والكيميائية (الجزيئية). ومصدر الطاقة الرئيسي هو الشمس:

مخطط

Co2 + ماء + عناصر لا عضوية في التربة

التركيب الضوئي

طـــــــاقـــــــــــــــــــــة  
يتمكن النبات من حبسها واستخدامها في فعالياته الحيوية

ان اكثر اشكال الطاقة أهمية بالنسبة للكائنات الحية هي الطاقة الجزيئية (الكيمياوية) أي الطاقة المحصورة في جزيئات المادة الغذائية وعلى هذا الأساس فان عالم التغذية يتعامل مع الكيفية التي يتم فيها تحولات الطاقة الكامنة في جزيئات المادة الغذائية إلى طاقة حركية من خلال التفاعلات الكيمياوية التي تحدث خلال عمليات التمثيل الغذائي أو الشغل أو انتاج الحرارة في جسم الكائن الحي.

وظــائف الطاقـــة :

1. ادامة فعاليات الجسم الحيوية والمحافظة على حياته.
2. تمكن الجسم من القيام بالأعمال الحركية الضرورية لفعالية الحركات.
3. تمكن الكائن الحي من القيام بالأعمال الكيمياوية كحركة المواد الغذائية ضد قوة التركيز.
4. تمكن الجسم من القيام بصناعة المركبات المهمة كالأنزيمات والهرمونات.

قياس الطاقة :

تقاس الطاقة بالسعرات الحرارية (calories) والسعرة الحرارية هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غم واحد من الماء درجة مئوية واحدة وهناك وحدات اكبر مثل (الكيلو سعرة = 1000سعرة , والميكاسعرة) وان قياس الطاقة يشتمل على حساب الطاقة الكلية الناتجة من أكسدة المادة الغذائية خار الجسم أ كسدة كاملة أو بعبارة أخرى حرق المادة الغذائية بوجود الأوكسجين فقط.

مصادر الطاقة في غذاء الحيوان :

1. الكربوهيدرات : تعتبر الكربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة في غذاء الحيوانات.
2. الدهون:وتأتي في المرتبة الثانية بعد الكربوهيدرات كمصدر طاقة في غذاء الحيوان وهي تعطي طاقة مقدارها 2.25 بقدر طاقة الكربوهيدرات وتضاف الدهون بنسبة محدودة في علائق الحيوانات وذلك لنها تسبب تزنخ أو أو أكسدة المواد الغذائية وبالتالي عدم استساغتها من قبل الحيوان.
3. البروتينات : وهي لا تستخدم بكثرة كمصدر طاقة وذلك للأسباب التالية:
4. مكلفة من الناحية الإقتصادية.
5. اضطرار الجسم إلى بذل مجهود كبير من أجل تحويلها إلى سكر الكلوكوز كمصدر للطاقة.
6. اجهاد الجهاز البولي لان الكلية تقوم بتكوين كمية كبيرة من حامض اليوريك من كميات النتروجين الناتجة من تمثيل الأحماض الأمينية إلى سكر الكلوكوز.

مصير الطاقة في الجسم :

1. الطاقة الكلية Gross Energy : وهي كمية الطاقة الكيمياوية الموجودة في المادة الغذائية والناتجة من تأكسد وحدة وزنية معينة من المادة الغذائية أكسدة كاملة وتقاس كمية الحرارة الناتجة بجهاز المسعر bamb calorimeter.
2. الطاقة المهضومة Digestible Energy : وهي كمية الطاقة الكلية مطروحا منها الطاقة المفقودة في الروث الناتج من استهلاك كمية معينة من المادة العلفية.

3- الطاقة الممثلة Metabolisable Energy : وهي كمية الطاقة المهضومة مطروحا منها مجموع الطاقةالمفقودة في الإدرار والغازات القابلة للإشتعال.

1. الطاقة الصافية Net Energy : وهي عبارة عن الطاقة الممثلة مطروحا منها طاقة الفقد الحراري (الحرارة الزائدة) والطاقة الصافية تستخدم للإدامة والإنتاج.

الهضـــم Digestable

الهضم في اللبائن وحيدة المعدة:

يمكن التعبير عن الجهاز الهضمي في هذه الحيوانات بانه عبارة عن انبوب يمتد من الفم إلى المخرج عمله تناول وسحق وهضم وامتصاص وطرح الفضلات ويتألف من الفم والمريء والمعدة والامعاء الدقيقة والغليظة . هذا وان عملية نقل المواد على طول الجهاز الهضمي وايصالها إلى الأغشية المخاطية وامتصاصها تتم بواسطة الحركة التمعجية لجدار الامعاء والتي تتم بفعل تقلص وانبساط العضلات الدائرية المبطنة لجدار الامعاء. وتعتبر الأمعاء الدقيقة الموقع الرئيسي لإمتصاص المواد الغذائية المهضومة بواسطة تراكيب صغيرة على شكل نتوءات تشبه الأصابع تسمى بالزغابات وهذه تعمل على زيادة المساحة السطحية المتوفرة لإمتصاص المواد الغذائية وتحتوي كل زغابة على شريان صغير ووريد مع انبوب تصريف للجهاز اللمفاوي.

هضم العناصر الغذائية :

1. **الماء** : لا يتغير الماء بعمليات الهضم ولكنه يحتاج اليه لاتمام هذه العمليات ويدخل الماء إلى الجهاز الهضمي عن طريق ماء الشرب والماء الموجود في الغذاء وكذلك يأتي من اللعاب والعصارات الهضمية.
2. **المواد المعدنية** : من المهم ادراكه ان هناك فقط هضم حقيقي قليل جدا للمواد المعدنية (بمعنى التجزئة الكيمياوية) وكذلك فان المواد المعدنية أما ان تتحرر من المواد العضوية المعقدة إلى السوائل المائية في الجسم وربما بفعل تغيرات pH وعوامل أخرى تترسب في القناة الهضمية.

أو بفعل Hcl العصير المعوي تذاب وتوجد كأيونات.

1. **الكربوهيدرات:**

أ/ في الفم يهاجم أنزيم الأميليز الموجود في اللعاب ptyalin النشأ ويحوله إلى مالتوز Maltosestarchptylaindextrine

يوجد أنزيم ptyalin في لعاب الإنسان والخنازير فقط ولا يحول هذا الإنزيم كل المواد النشوية إلى مالتوز وذلك لقصر الوقت الذي يتعرض فيه الغذاء إلى تأثير هذا الإنزيم . حيث ان تأثيره يستمر طول فترة وجود الغذاء في الفم وحتى وصول الكتلة الغذائية إلى الجزء الأمامي من المعدة ولكن عندما تتشرب الكتلة الغذائية بالعصير المعدي فان ذلك العصير بتأثيره الحامضي يوقف عمل التايلين.

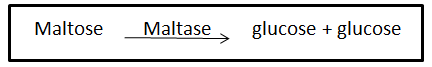
ب/ المعدة : يحصل بعض التحلل اللاانزيمي بواسطة حامض Hcl الموجود في العصير المعدي.

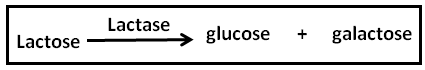
ج/ الامعاء الدقيقة:

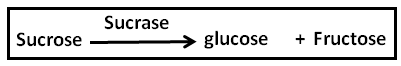
1. يهاجم انزيم الاميليز البنكرياسي النشأ ويحوله بأكمله إلى مالتوز

Maltose Starch  Pancreatic amylase

1. يحتوي العصير المعوي على ثلاثة أنزيمات هي المالتيز واللاكتيز والسكريز والتي تعمل على المالتوز واللاكتوز والسكروز وكما يلي :



****



بما ان النشأ هو المكون الرئيسي لمعظم العلائق الإعتيادية فان الجزء الكبير من الناتج النهائي لهضم الكربوهيدرات يتكون من الكلوكوز وبعض الكلاكتوز عند التغذية على الحليب وعند التغذية على السكروز ينتج الفركتوز.

ح/ الأمعاء الغليظة :

لاتؤثر الأنزيمات الهاضمة على بعض المواد الكربوهيدراتية مثل السيليلوز وانصاف السيليلوز حيث ان هذه المواد تهضم من قبل الأحياء المجهرية الموجودة في الأمعاء الغليظة وخصوصا الأعور. الناتج النهائي لهضم السيليلوز هو الأحماض الدهنية الطيارة مثل الأسيتيك والبيوتريك والبروبيونيك واللاكتيك.

**4- الدهون :**

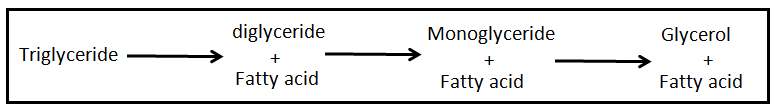
1. الفم : لايوجد أي انزيم قادر على الدهون.

ب- المعدة : لاتهضم الدهون في المعدة.

1. الأمعاء الدقيقة : تفرز الصفراء bile من الكبد وتمر إلى الأثني عشري عن طريق قناة الصفراء وتحتوي الصفراء على أملاح الصوديوم وهي :

* صوديوم كلايكوكوليت Sodium glycocholate .
* صوديوم توركوليت Sodium taurocholate.

واملاح الصفراء هذه تلعب دورا مهما في هضم الدهون حيث انها تنشط لايبيز البنكرياس وتستحلب الدهون .

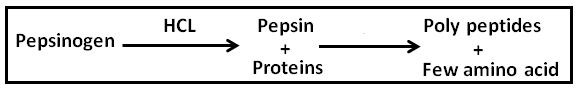


ولذلك تحتوي الأمعاء الدقيقة على مستحلب الدهون وأملاح الصفراء وال diglyceride و Monoglyceride والأحماض الدهنية الحرة والكليسرول وذلك لعدم اكتمال هضم الدهون.

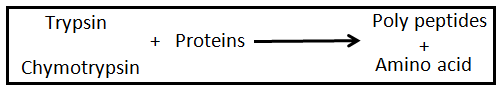
**5 – البروتينات :**

أ – الفم : لا يحتوي اللعاب على أنزيم قادر على هضم البروتين.

ب – المعدة : يحتوي العصير المعوي gastric juice على البيبسينوجين pepsinogenالذي ينشط بواسطة حامض الهيدروكلوريك Hcl (0.1N) ويحول إلى بيبسين pepsine والذي بدوره يهاجم البروتين منتجا ببتيدات متعددة وعدد قليل من الاحماض الامينية



ج – الأمعاء الدقيقة : يحتوي العصير المعوي Intestinal juice على التربسينوجين Trypsinogen والكيموتربسينوجين chymotrypsinogen ويحفز التريبسينوجين بواسطة الانتروكاينيز ويحوله إلى تربسين والذي بدوره ينشط الكيموتربسينوجين ويحوله إلى الكيموتربسين وكل من التربسين والكيموتربسين تعمل على البروتين بنفس الطريقة التي يعمل بها البيبسين وتنتج ببتيدات متعددة ولكن هذه الأنزيمات غير مسؤولة عن التكسير النهائي للبروتين إلى الاحماض النهائية.



و بعد انتاج الببتيدات المتعددة يستمر التحلل لينتهي بانتاج الاحماض الأمينية.

**6 – الفيتامينات:**

توجد الفيتامينات المختلفة في النباتات أما بصورة حرة أو مرتبطة مع مواد مثل البروتين لان عمليات الهضم لا تؤثر على الفيتامينات الموجودة بالصورة الحرة وانما تعمل على تجزئة المركبات التي يرتبط معها الفيتامين ومن ثم تحرير الفيتامين.

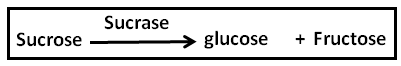
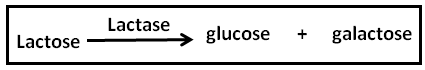
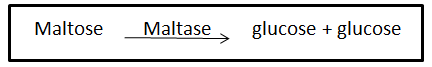
**الهضم في المجترات Digestion in the ruminants**

تقسم معدة المجترات البالغة إلى أربعة أقسام (الكرش Rumen والشبكية Reticulum والورقية Amasum والمعدة الحقيقية Abomasum , أما في الحيوانات الصغيرة في مرحلة الرضاعة فان الكرش والشبكية يكونان صغيران نسبيا وبذلك ينتقل الحليب مباشرة إلى الورقية والمعدة الحقيقية بواسطة طية تشبه الانبوب تعرف باخدود المريء أو الشبكية وعندما تبدأ هذه الحيوانات بأكل المواد العلفية يبدأ الكرش والشبكية بالاتساع إلى أن تكون حوالي 85% من السعة الكلية للمعدة وتقسم محتويات الكرش إلى طبقتين :

1. الطبقة السائلة Liquid phase : وتوجد في الجزء الأسفل من الكرش وتحتوي على الأجزاء الصغيرة والعالقة من المواد الغذائية.
2. الطبقة الصلبة Solid phase : وتوجد فوق الطبقة السائلة وتحتوي على الأجزاء الأخشن من المواد الغذائية.

يحدث الهضم الميكروبي للغذاء نتيجة فعل الأنزيمات التي تفرزها البكتريا (البروتزوا) ويتراوح عدد 109– 1010 في الملم من محتويات الكرش وهذه البكتريا ذات أنواع وسلالات مختلفة وعددها يعتمد على طبيعة الغذاء المأكول , فالعلائق المحتوية على كميات كبيرة من الأعلاف المركزة تحتوي على أعلى عدد من الأحياء المجهرية بينما التغذية على علائق مرتفعة بالسكريات الذائبة تمتاز بانخفاض أعداد البكتريا, كما وان اللعاب له دور مهم كمحلول منظم وبالتالي يؤثر على pHسائل الكرش وهذا ينعكس على البكتريا التي تتوفر في الكرش.

أولا"- هضم الكربوهيدرات: معظم الكربوهيدرات يتم هضمها في الكرش عن طريق الأحياء المجهرية وينتج عن هذه التخمرات كميات كبيرة من الأحماض الدهنية الطيارة ( الأستيك والبروبيونيك والبيوتريك ) وغازات الميثان وثاني أوكسيد الكاربون ومركبات وسطية أخرى وهذه النواتج تعتبر المصدر الرئيسي للطاقة, واما الأنزيمات التي تقوم بعملية هضم الكربوهيدرات فهي:

1. أنزيم ألفا – أميليز : يوجد في اللعاب والبنكرياس وبعض الأحياء المجهرية وهذا الانزيم يقوم بتحليل الآصرة الكلايكوسيدية الموجودة في النشأ والكلايكوجين.
2. هضم السكريات الثنائية
3. يتحلل السيليلوز إلى كلوكوز بفعل أنزيم السيليليز المفرز من الأحياء المجهرية الموجودة في كرش الحيوانات المجترة فيتحول السليوبايوز الذي يتحول بدوره إلى كلوكوز.

ثانيا" – هضم الليبيدات : تعتبر الدهون الموجودة في أغذية المجترات دهون غير مشبعة حيث تحتوي على نسبة كبيرة من الحوامض الدهنية اللينوليك واللينولينيك وعلى الرغم من ان هناك أدلة كثيرة على حدوث تحلل للدهون في الكرش فان أهم تحوير يحدث في الكرش هو الهدرجة للحوامض الدهنية غير المشبعة وتؤثر هذه الصفة على نوعية الدهون المترسبة في جسم الحيوان والتي هي غنية بالحامض الدهني المشبع (الستريك) لذلك فان دهنالجسم للحيوانات المجترة هو أصلب من دهن الجسم للحيوانات الأخرى المغذاة على نفس العليقة.

ثالثا" – تخليق الفيتامينات : تخلق الأحياء المجهرية الموجودة في الكرش جميع فيتامينات ب المركبة, وتقوم أو تتمكن الأحياء المجهرية من تخليق فيتامين B12 عند تجهيزها بعنصر الكوبلت وبالتالي فان تخليق B12 لايعتمد على توفره في العليقة المغذاة فقط.

رابعا" – هضم البروتين : تتحلل بروتينات الغذاء بواسطة الأحياء المجهرية إلى ببتيدات وحوامض أمينية وبعض الحوامض الأمينية تتكسر إلى حوامض عضوية وأمونيا وثاني أوكسيد الكاربون وذلك بعملية سحب الأمينات والمخطط التالي يبين هضم وتمثيل المركبات النتروجينية في الكرش:

ا**لأستفادة من المركبات النتروجينية غير البروتينية من قبل المجترات**

لقد أثبتت التجارب بان الحيوانات المجترة تستطيع المعيشة على علائق خالية من البروتين كليا" ولكنها تحتوي على نايتروجين بصورة عضوية أو غير عضوية .

عمليا تستلم المجترات معظم النتروجين في أغذيتها على شكل بروتين ولكن الأغذية الطبيعية قد تحتوي على أكثر من 30% من النتروجين الموجودة فيها على صورة مركبات نتروجينية غير بروتينية كالأحماض الأمينية, اضافة إلى ذلك فانه من الشائع استخدام مركبات نتروجينية غير بروتينيةكاضافات غذائية (نتروجينية) إلى اغذية المجترات ومن المركبات الشائعة الاستخدام اليوريا وحامض اليوريك والبيورين والأمونيا. وان اليوريا التي تدخل الكرش تتحلل بسرعة إلى أمونيا بواسطة انزيم اليوريز والذي تفرزه البكتريا

وعموما يمكن الحصول على أعلى استفادة من اليوريا كمصدر نتروجيني :

1-عند تغذيتها مع الكربوهيدرات السريعة الذوبان وبالأخص النشأ.

2-عندما تكون محتويات العليقة الكلية من النتروجين منخفضة.

3-عندما تقدم العليقة اليومية على شكل وجبات صغيرة وخلال فترات زمنية متباعدة.

\*\* ان التحلل السريع لليوريا في الكرش قد يؤدي إلى وجود تراكيز عالية من الأمونيا في سائل الكرش وهذه قد تكون خطرة وتؤدي إلى تسمم الحيوان حيث ان الامتصاص السريع للأمونيا في الكرش قد يكون أسرع من قابلية الكبد على اعادة تحويلها إلى يوريا وبذلك يزداد تركيز الأمونيا في الدم إلى ان يصل إلى المستوى السام. ولغرض تخليق البروتين الميكروبي تحتاج البكتريا إلى مصدر طاقة وان افضل مصدر للطاقة لغرض تحويل الأمونيا إلى بروتين ميكروبي هو الكربوهيدرات الذائبة وخصوصا النشأ , اذ ان الاحياء المجهرية تستطيع تخليق الأحماض الأمينية الأساسية .

\*\* ان كمية البروتين التي تدخل المعدة الحقيقية ومن ثم تهضم وتمتص في الأمعاء الدقيقة لا تعتمد على كمية البروتين الموجودة في الأغذية فاذا كان الغذاء منخفضا بالنتروجين فقد تزداد كمية النتروجين والبروتين نتيجة التخمرات في الكرش وصناعة البروتين الميكروبي وعلى العكس من ذلك اذا كان الغذاء يحتوي على كميات كبيرة من النتروجين فقد يفقد الكثير منه على صورة أمونيا في الكرش وبذلك تصل كميات اقل من البروتين إلى الأمعاء الدقيقة مقارنة بالكميات الموجودة بالأغذية.

**الكربوهيدرات Carbohydrates**

الكربوهيدرات هي كلمة مشتقة من الكلمة الفرنسية هيدريد الكاربون وتطلق على المركبات الكيمياوية المتعادلة والتي تتكون من الكاربون والهيدروجين والأوكسجين وان نسبة الهيدروجين إلى الأوكسجين كنسبتها بالماء والصيغة العامة لها **(CnH2nOn)**, وتصنف الكربوهيدرات إلى قسمين هما السكريات واللاسكريات.

تقسم السكريات إلى :

أولا" السكريات الاحادية : وهي تلك السكريات التي لا يمكن تحليلها إلى صور أبسط وتمتلك الصيغة الكيميائية **(CnH2nOn)** وتقسم هذه المجموعة إلى أربعة أقسام اعتمادا على عدد ذرات الكاربون الموجودة في جزيئة السكر إلى :

السكريات الثلاثية وصيغتها الكيمياوية **C3H6O3 .**

السكريات الرباعية وصيغتها الكيمياوية **C4H8O4.**

السكريات الخماسية وصيغتها الكيمياوية **C5H10o5.**

السكريات السداسية وصيغتها الكيمياوية **C6H12O6.**

وتعتبر السكريات الثلاثية والرباعية نواتج وسطية في عمليات الهدم والبناء للسكريات الأخرى , أما السكريات الخماسية والسداسية فيمكنها ان ترتبط مع بعضها بعد طرح جزيئة ماء عند ربط أي سكرين منها بآصرة كيمياوية وبذلك تؤلف السكريات الثنائية والثلاثية والسكريات المتعددة والتي تحتوي على عدد من السكريات الاحادية تحتوي على مجموعة الديهايد (CHO) ولذلك فان السكريات التي تحتوي على هذه المجموعة تصنف ضمن مجموعة الألدوسز (aldoses) , اما القسم الآخر من السكريات الأحادية قد يحتوي على مجموعة كيتون (CO)بدلا من مجموعة الألديهايد وبناءا" على ذلك فان السكريات الحاوية على مجموعة كيتونية تصنف ضمن مجموعة الكيتوسز(Ketoses) .

**خواص السكريات الأحادية**

1. تعمل السكريات الأحادية عمل المواد المختزلة وذلك لوجود مجموعة الألديهايد أو الكيتون الفعالة فيها ولذلك يمكن أكسدتها إلى عدد من الحوامض.
2. ان جميع السكريات فعالة ضوئيا بصورة طبيعية.
3. في ظروف معينة يمكن اختزال السكريات إلى كحولات تسمى poly hydric alcohol فمثلا" الكلوكوز ينتج السوربيتول.
4. تتفاعل السكريات الأحادية مع حامض الفسفوريك وتنتج السكريات الفسفورية التي تلعب دورا مهما في عمليات الهدم والبناء.
5. تتكون السكريات الأمينية من استبدال مجموعة الهيدروكسيل الموجودة على ذرة الكاربون (2) بمجموعة أمين (NH2) مثل أمين الكلوكوز.

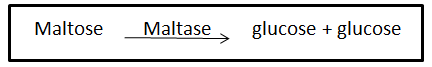
**سكر الرايبوز :** وهو سكر أحادي خماسي الكربون يوجد في جميع الخلايا الحية وذلك لكونه يدخل في تركيب الحامض النووي المسمى (RNA) وكذلك يعتبر أحد مكونات بعض الفيتامينات والأنزيمات, ومن أهم مشتقات سكرالرايبوز هو الديوكسي رايبوز والذي يدخل في تركيب الحامض النووي المسمى DNA.

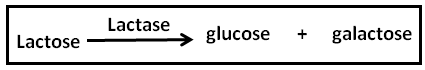
**سكر الكلوكوز :** وهو سكر أحادي سداسي ذرات الكربون يسمى بسكر القصب والدكسترين ويوجد بصورة حرة بالنباتات والفواكه والعسل والدم واللمف أو مرتبطة مع مركبات أخرى ليكون عدد من السكريات المتعددة والسكريات المعقدة والكلوكوسيدات. وسكر الكلوكوز بالصورة النقية يكون على شكل بلورات بيضاء لها القابلية على الذوبان بالماء.

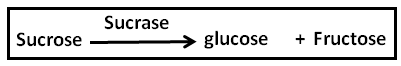
**ثانيا" السكريات الثنائيةDisaccharides**

وهي السكريات التي تتكون من اتحاد جزيئتين من السكريات الأحادية بعد طرح جزيئة ماء 2C6H12O6 C12H22O11+ H2O

وتوجد هذه السكريات في الطبيعة باعداد كبيرة وتختلف عن بعضها البعض بنوع السكريات السداسية الداخلة بتكوينها وطريقة ارتباطها.







**ثالثا" السكريات الثلاثيةTrisaccharides**

وتنشأ السكريات الثلاثية من اتحاد ثلاثة جزيئات من السكريات الأحادية

3C6H12O6 C18H32O16 + 2H2O

ويعتبر سكر الرافينوز من أهم السكريات التابعة لهذه المجموعة ويوجد هذا السكر في النباتات بكثرة كسكروز ويوجد في قصب السكر والمولاس اثناء تحضيره وكذلك في بذور القطن. وينتج من تحلل سكر الرافينوز سكر الكلوكوز والفركتوز والكالكتوز.

**رابعا" السكريات الرباعية**

تتكون هذه السكريات الرباعية من اتحاد اربعة جزيئات من السكريات الأحاديةC24H42O21 + 3H2OC6H12O64

ومن أهم الأمثلة هو سكر الستاجيوز في بذور النباتات البقولية والذي ينتج عند تحلله سكر الكالكتوز والفركتوز والكلوكوز.

**اللاسكريات : وتقسم إلى**

**أولا" السكريات المتعددة المتماثلة: ومميزاتها**

1. وزنها الجزيئي عالي.
2. تتألف من اتحاد اعداد كبيرة من السكريات الخماسية أو السداسية.
3. عدم وجود المذاق السكري.
4. عدم وجود الخواص التفاعلية للسكريات من نوع الألدوسز أوالكيتوسز.
5. بعضها مخزون على هيئة نشأ في النبات أو موجود بصورة مواد تركيبية مثل السيليلوز.

هذه المجموعة تتألف من اتحاد عشرة جزيئات أو أكثر من السكريات الأحادية.

**النشأ :** تخزن الكربوهيدرات في النباتات بصورة نشأ ويوجد في البذور بنسبة 70% تقريبا وكذلك يوجد في الفواكه والدرنات والجذور بنسبة 30% ويكون على هيئة حبيبات ذات أحجام وأشكال مختلفة مع اختلاف النبات. حبيبات النشأ تتألف من طبقات مركزة ويعتبرالكلوكان من المكونات الرئيسية لهذه الحبيبات وقد تحتوي أيضا" على مكونات ثانوية مثل البروتين والحوامض الدهنية والمركبات الفسفورية وجميع هذه المكونات تؤثر على خواص النشأ. ويتألف النشأ من اتحاد نوعان من السكريات المعقدة وهما الأميلوز والأميلوبكتين ويمكن كشفهما عن طريق التفاعل مع اليود فالأميلوز يعطي لون أزرق غامق والأميلوبكتين يعطي لونا" أرجوانيا" .

**مميزات النشأ :**

1. حبيبات النشأ لا تذوب بالماء البارد ولكنها تذوب بالماء الفاتر أو الساخن نتيجة تمزق أغلفة الحبيبات وينتج عن هذه العملية محلول جلاتيني.
2. من استهلاك الحيوانات للنشأ اشتقت وحدة لقياس الطاقة عند تكوين العلائق يطلق عليها اسم معامل النشأ نتيجة استهلاك الحيوان كميات كبيرة من الحبوب ومشتقاتها.

**الكلايكوجينGlycogen** :

مصطلح يطلق للدلالة على السكريات المعقدة ذات التفرعات الكثيرة والتي يمكن استخلاصها من الحيوانات والأحياء المجهرية فالكلايكوجين موجود في الكبد والعضلات والأنسجة الحيوانية الأخرى ويشابه الكلايكوجين الأميلوبكتين وعادة يطلق عليه اسم النشأ الحيواني, ويعتبر الكلايكوجين مصدر رئيسي للكربوهيدرات المخزونة في داخل جسم الحيوان ويلعب دورا مهما في طاقة الهدم والبناء في الجسم . أما الدكسترين فيعتبر مركبا" وسطيا عند تحلل النشأ والكلايكوجين .

مميزات الدكسترين :

1. قابليته العالية على الذوبان في الماء.
2. يتفاعل مع الماء ويعطي اللون الأحمر.

**ثانيا" السكريات المعقدة غير المتماثلة :**

1. **اللكنين :** لايعتبر اللكنين من الكربوهيدرات ولكن اتحاده مع الكربوهيدرات دائما" جعله يصنف ضمن الكربوهيدرات ويعتقد ان وحدة بناءه هي فينيل البروبان.

يقاوم اللكنين التحليلات الكيمياوية ولذلك فانه لايتأثر بالأنزيمات الهاضمة لذلك يلاحظ بان تقدم النبات بالعمر وزيادة نسبة اللكنين في جدران خلاياها سيؤدي إلى انخفاض قيمتها الغذائية نتيجة صعوبة هضمها.

**أيض الكربوهيدرات :**

ان ناتج الهضم الرئيسي للكربوهيدرات في الحيوانات بسيطة المعدةهو الكلوكوز مع كميات قليلة من الكالكتوز والفركتوز , تمتص هذه السكريات البسيطة وتتجمع بالقرب من الشعيرات الدموية لتذهب إلى الكبد عن طريق الوريد البابي الكبدي والذي ربما جزء منه يتحول إلى كلايكوجين والذي يخزن في الكبد كخزين من الطاقة السريع التحول إلى كلوكوز ثانية أو يتحول إلى ألفا – كليسيرو فوسفات والذي يستعمل في تصنيع الكليسيريدات الثلاثية , أما الجزء الاخر من الكلوكوز غير المتحول ينقل بواسطة الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة لكي يستعمل \*\* كمصدر للطاقة أو لانتاج مركبات وسطية تستعمل في تصنيع الاحماض الدهنية والأحماض الامينية غير الأساسية أو لتصنيع الكلايكوجين ويخزن في العضلات كخزين من الطاقة سريع التحول حيث يتحول الكلايكوجين إلى حامض الأسيتيك إلى الكبد ليتحول إلى كلوكوز. ان كلوكوز الدم يأخذ بالارتفاع بعد تناول وجبة الأكل ولكن هذا المستوى من الكلوكوز ينخفض ويصل إلى المستوى الطبيعي بعد عدة ساعات.

\*\*عند ارتفاع مستوى الكلوكوز في الدم يحفز البنكرياس على افراز هرمون الانسولين والذي يعمل على :

1-زيادة أكسدة الكلوكوز من قبل الخلايا.

2-يحفز على تحول الكلوكوز إلى كلايكوجين وتكوين الدهن لكي ينخفض مستوى الكلوكوز في الدم .

\*\*عند انخفاض مستوى الكلوكوز في الدم فان ذلك الانخفاض يحفز الغدة الادرنالية لتزيد من افرازاتها من هرمون الابنفرين في الدم والذي يعمل على :

1-تحفيز الكبد والعضلات على تحويل الكلايكوجين إلى كلوكوز.

2-يزيد تصنيع الكبد للكلوكوز منالأحماض الأمينية ومواد أخرى غير كاربوهيدراتية.

\*\*وكذلك فان انخفاض مستوى كلوكوز الدم عن المستوى الطبيعي يحفز البنكرياس على افراز هرمون كلوكاكون والذي يحفز الكبد فقط على تحويل الكلايكوجين إلى كلوكوز وهكذا يقوم الجسم بالمحافظة على مستوى كلوكوز الدم.

\*\* ان تحول الكلوكوز إلى كلايكوجين يتم من خلال سلسلة من التفاعلات تدعى تخليق الكلايكوجين glycogenesisويمكن تلخيصها بما يلي:

\*\*ويتحول الكلايكوجين إلى كلوكوز عن طريق سلسلة من التفاعلات تدعى بالتحلل المائي للكلايكوجين glycogenolysis. هذا وان قابلية الجسم على تكوين وخزن الكلايكوجين محدودة وبالتالي فعند تناول كميات كبيرة من الكربوهيدرات أكبر من قابلية الجسم على خزنها بصورة كلايكوجين سيؤدي إلى تحول الكلوكوز إلى دهن لغرض الخزن واستخدامه عند الحاجة. ويمكن تصنيع الكلوكوز في الجسم من مواد غير كاربوهيدراتية ( دهون أو أحماض أمينية) وغيرها بواسطة سلسلة من التفاعلات تدعى بسلسلة تخليق الكلوكوز من مواد غير كاربوهيدراتية حيث تعتبر جميع الأحماض الأمينية غير الأساسية وكذلك بعض الأحماض الأمينية الأساسية هي مولدات الكلوكوز والتي عند تأيضها تتحول بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى مركبات وسطية وهذه بدورها تتحول إلى كلوكوز.

**الأحماضالدهنیةالطیارةكمصادرللطاقة Metabolism of VFA as a source of energy**

ان معظم كربوهيدرات العلف المتناول في الحيوانات المجترة تتحول في الكرش الى أحماض دهنية طيارة بواسطة الأحياء المجهرية الموجودة في الكرش ومن أهم هذه الأحماض الأستيك والبروبيونيك والبيوتريك . يتحول حامض البيوتريك في جدار الكرش الى الى بيتا – هيدركسي بيوتريك (BHBA) وبعد ذلك يدخل الوريد البابي الكبدي حيث ينتقل مع حامض الاسيتيك والبروبيونيك الى الكبد . يمر حامض الأسيتيك وحامض بيتا – هيدركسي بيوتريك (BHBA) من الكبد بواسطة الدم الى أنسجة الجسم المختلفة لكي تستعمل كمصدر للطاقة في تصنيع الأحماض الدهنية وغيرها من المركبات الوسطية المهمة, اما حامض البروبيونيك فيتحول في الكبد الى كلوكوز ويدخل في بحرة الكلوكوز داخل الجسم ويمكن تلخيص المسار الايضي وكمية الطاقة المنتجة كالتالي :

1. يمتص حامض الاسيتيك الى الدم وينقل الى الكبد ومنه يتوزع على انسجة الجسم حيث يستعمل كمصدر للطاقة اذ يتحول الى اسيتيل كو انزايم A وهذا بدوره يتأكسد عن طريق دورة الحامض ثلاثي الكاربوكسيل . ان صافي ماينتج من طاقة عند تأيض مول واحد من حامض الاسيتيك عن هذا المسارهو 10 مول من ATP اي 80 كيلو كالوري.
2. حامض البروبونيك يتأيض في الكبد ويتحول الى سكسنيل كو انزايم A ومن ثم يتحول الى فوسفو اينول بايروفيت وبعدها يتحول الى كلوكوز بعد مروره بسلسلة تفاعلات. ان صافي ماينتج من طاقة عند تأيض مول واحد من حامض البروبيونيك عن هذا المسار هو 17 مول من ATP اي 136 كيلو كالوري .
3. حامض البيوتريك يتأيض في خلايا جدران الكرش ويتحول الى بيتا– هيدروكسي بيوتريك قبل ان ينتقل الى الكبد ومنه يتوزع الى انسجة الجسم المختلفة حيث يستعمل كمصدر للطاقة اذ يتحول في الانسجة عند تأيضه الى اسيتيل ك انزايم A والذي يتأيض عن طريق دورة الحامض ثلاثي الكاربوكسيل. ان صافي ماينتج من طاقة عند تأيض مول واحد من حامض البيوتريك عن هذا المسار هو 25 مول من ATP اي 200 كيلو كالوري .

وعلى الرغم من ذلك فان من الضروري جداتوفیربعضالكلوكوزفيتلكالأنسجةلتخلیقالكلیسرول لاسترة الأحماض الدهنية حيث ينتج الكليسرول بصورة phosphateglycerol خلال مسارالتحللالكلایكولي،لأنالكلوكوزیقومبادواراخرىفيالمجتراتلایمكنتأمینهاعنطریق acetateكتخلیقسكریاتاخرىمثلالفركتوزواللاكتوز،الأولیخلقمنالكلوكوزفيالكبدتستخدمها الأجنةكمادةقابلةللتأكسداماالسكرالثانيفانهیخلقمنالكلوكوزایضافيانسجةالضرعویفرزفي الحلیبكعنصرغذائياساسيلتغذیةالحیواناتحدیثةالولادة. كماانبعضالأنسجةتحتاجالى الكلوكوزكمصدررئیسيللطاقةكماهوالحالمعكریاتالدمالحمراءوالدماغوالأنسجةالعصبیة.

يتضحمماتبیناهمیةمساراتتخلیقالكلوكوزمنالمصادرغیرالكربوهیدرات gluconepgenesis فيالمجتراتلتأمیناحتیاجاتهامنالكلوكوزلتنظیممستوىالسكرفيالدمفضلاعنالوظائفاالمهمة المذكورةوالتىلابدیلعنالكلوكوزلأتمامها،ویعد propionateالمصدر الرئيسي لتلك المسارات بالأضافةالىكلمنالكلیسرولواللاكتیتوالأحماضالأمینیة.

**الكربوهيدرات 2 Carbohydrates**

**الهضمالأنزیميللكربوهیدراتEnzymatic digestion of CHO**

تشكلالكربوهیدراتعادةنسبةكبیرةمنالغذاءویكونمعظمهاموجودبصورةسكریاتمتعددة )نشویاتأوسكریاتمعقدة(،وحیثانعملیةالهضمتمثلمرحلةاعدادعناصرالغذاءللأمتصاصو أنالكربوهیدراتلایمكنامتصاصهافيالأثنيعشريإلاعندوجودهابصورةسكریاتأحادیةأوثنائیة فأنالسكریاتالمتعددةیجبأنتتجزأالىهذهالمركباتالأبسط،ویتمذلكبواسطةأنزیمالأمیلیز amylaseالذيیفرزمن البنكریاسفيالمجترات )فيغیرالمجتراتیفرزایضافياللعاب)،ویعمل الأمیلیزالىتجزئةالنشاالىمالتوزوكلوكوز،وینتجمنالتحللالكاملللنشابواسطةأنزیمالأمیلیز حوالي% 88 مالتوزو% 12 كلوكوز،ویعملالأمیلیزایضاعلىالسكریاتالمتعددةالنشویةوالسكریات الثلاثیةویجزئهاالىسكریاتأحادیةوثنائیة.

**الهضمالمیكروبيللكربوهیدرات**

**Microbial digestion of CHO (fermentation)**

یجريالهضمالمیكروبيفيالمجتراتفيالشبكیةوالكرشحیثیعتبرهذانالعضوانوعاءفعال للتخمریتمفیههضمالكربوهیدراتوعناصرالغذاءالأخرىنتیجةلنشاطالأحیاءالمجهریةالموجودة فیهماحیثتعیشمجامیعكبیرةجدامنالبكتیریاقدیصلعددهاالى 109خلیة/ملفضلاعنوجود أنواعمنالهدبیاتوالسوطیاتولكنبأعدادأقل. ویشكلالكرشوالشبكیةحوالي % 85 منالسعةالكلیة للمعدةالتيتتباینتبعالحجمالحیوانوسلالته،ففيالأبقارالبالغةتتراوحتلكالسعةبین 110–235 لتر وتبلغسعةالكرشلوحده 102 –148 لتر , سعةالورقیة 7- 8 لتر فیماتبلغسعةالمعدةالرابعة 20-10 لتر , امافيالأغناموالماعزفانسعةالكرشتبلغ 13 -23 لتر , 2-1 لتر للشبكية , 0.9-0.3 لتر للورقية , 3.30 -1.75لتر للمعدة الرابعة .

ویحتويسائلالكرشعلىكمیاتكبیرةمن **α**-amylase الذيیفرزفيالكرشلانعداموجودهفي اللعابفضلاعنوجودعددآخرمنالانزیماتالمحللةللموادالكربوهیدراتیةالتيتفرزهامجموعةمن البكتیریاالمحللةللنشویات amylolytic bacteria وتضماكثرتلكالسلالاتشیوعا:

***Baceroides amylophilus, Streptococcus bovis, Succinomonas amylolytica***

وتسمحالمزایاالتشریحیةوالفسلجیةللقناةالهضمیةللمجتراتبحدوثالتخمرللغذاءفيهذینالعضوین وتشملتلكالمزایاالسعةالملائمةوالمرورالبطئللغذاءخلالهماووجودبیئةسائلةذاتأسهیدروجیني مقاربالىالتعادلوأخیراالإزالةالمستمرةللمنتجاتالذائبةللتخمر،وتتهیأهذهالظروفوبشكلمثاليفي الشبكیةوالكرش.

وتختفيالنشویاتوالسكریاتسریعةالتخمرالموجودةفيعلائقالمجتراتبسرعةفيالكرشولایصل منهاالىالأمعاءالدقیقةإلاكمیاتقلیلةفقدلوحظاختفاء % 100- 90 منالكلوكوزوالفركتوز والسكروزالموجودةفيالغذاءخلالساعتینأماالنشویاتفتتخمربسرعةأقلوتضماكثرسلالات البكتیریاالمحللةللسكریات Saccharolytic bacteria شيوعاً:

***Bacteroides rumincola, Butyrivibrio fibrisolvens, Selenomonas ruminantium***

وعنداجراءبعضالمعاملاتكالتحمیص toasting بالحرارةأوالمعاملةببعضالموادالكیمیائیةفان تحللالموادالكربوهیدراتیةالذائبةیمكنانینخفضویؤديذلكالىعبورهامنطقةالتخمرالفعالفيالكرشوالشبكیةالىالأجزاءالخلفیةمنالقناةالهضمیةحیثیعملانزیمالأمیلیزالذيیفرزمن البنكریاسویصبفيالأثنيعشريعلىتحللهاالىمكوناتهامنالسكریاتالأحادیة.

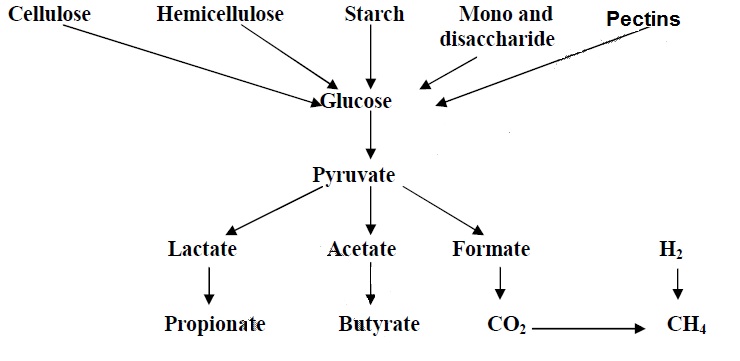
اماالموادالكربوهیدراتیةالمعقدةكالسلیلیوزفانهانادرامایكتملتخمرهافيالكرشفقدلوحظان %56-42 منالزایلوزوالأرابینوزقدتحللخلال 8 ساعاتوعلیهفأنالمخلفاتالغذائیةالتيتمرالى المعدةالحقیقیةوالأمعاءالدقیقةستحتويربماعلىكمیاتكبیرةمنالموادالقابلةللهضموبذلكفأنمرحلة ثانیةمنتخمرالكربوهیدراتستجريفيالأمعاءالغلیظةولكنهاستقتصرعلىالموادالخاضعةلفعل الأنزیماتالمتخصصةبتحلیلالكربوهیدراتالمعقدةوالتيتشملبصورةرئیسیةالسلیلوزوالمكونات الأخرىللألیافالخامفيالنباتات. وتضماكثرسلالاتالبكتیریاالمحللةللموادالسلیلوزیةشیوعا:

Bacteroides succinogenes, Ruminococcus albus, Ruminococcus lavenfaciens

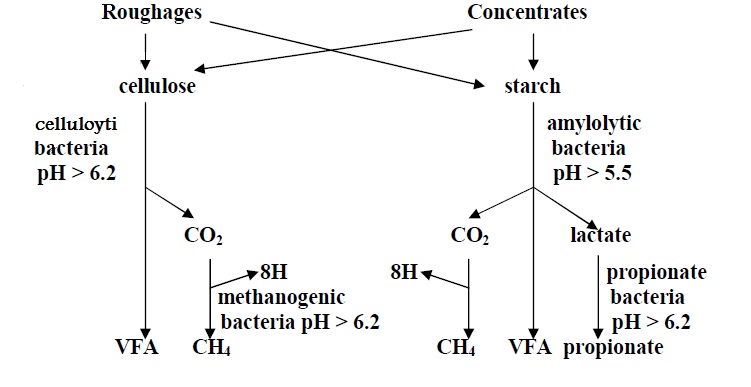
وتعتبردرجةنضجالنباتونسبةاللجنینفیهعاملینغایةفيالأهمیةفيتحدیدالمدىالذيیمكنان تتخمرفیهتلكالمكوناتحیثتؤديزیادةنسبةاللجنینالىانخفاضنسبةالسلیلوزوأشباهالسلیلوزالتي یمكنانتهضممنقبلالحیوانالمجتر،وقداشارتالأبحاثالحدیثةالىانتیسرالسلیلوزللتحلل المیكروبيیمكنانیتغیربمدىكبیر %100 – 0 أعتماداعلىعواملمثلدرجةالحرارةوتبلورالسلیلوز وارتباطهباللجنینوالسلیكافضلاعننسبةالسلیلوزوالهیمیسلیلوزواللجنینفيالمادةالعلفیة. وقدجرت محاولاتعدیدةسجلبعضهانجاحالفكالأرتباطبینالسلیلوزوالهیمیسلیلوزباللجنینوذلكباستخدام المعاملاتالكیمیائیةوالبیولوجیة.

ویؤديتخمرالكربوهیدراتالمستهلكةمنقبلالحیوانبرغمتعقیدهاالىأنتاجمخالیطبسیطةمن VFA و CO2 فیمایؤديالتخمرالمختبريللسلیلوزالنقيأوالنشاأوالكلوكوزبواسطةبكتیریاالكرشالىإنتاج حامض الأسیتیكالبروبیونیكبنسبمتساویةتقریبا acetic and propionic acids ولكن في الكرش یشكلحامضالأسیتیكحوالي 60- % 70 وحامضالبروبیونیك 15)–% 20) وحامضالبیوتیریك butyric حوالي % 15-10 منخلیطالأحماضالدهنیةبالنسبةالىالحیواناتالمغذاةعلىالدریسوالأعشابالأخرى. وترتفعنسبةحامضالبروبیونیكفيالكرشعندمایحتويالغذاءعلىنسبةكبیرة منالسكریاتالذائبةأوالنشویاتوتكونمنخفضةفيالحیواناتالمغذاةعلىالدریسرديءالنوعیة،اما تركیزحامضالأسیتیكفأنهعلىالعكستماماحیثیزدادتركیزهفيالكرشبزیادةالأعشابفيالعلیقة.

ومنالشائعملاحظةحامضاللاكتیكفيالكرشعندتغذیةالحیواناتعلىعلائقتحتويعلىالسكریات الذائبةولكنهذاالحامضغیرمستقرفيالكرشحیثیتخمربدورهالىحامضيالأسیتیكوالبروبیونیك ولذلكیعدهذاالحامضمنالمنتجاتالوسطیةویعتمدتركیزهعلىأعدادالبكتیریاالتيتعملعلىتخمیره الىالحامضینالمذكورین. ولكنعنداستمرارالتغذیةعلىالعلائقالمركزةدونتوفیرالعلفالخشنفأن حامضاللاكتیكسیتجمعفيالكرشویحصلخفضسریعللأسالهیدروجینيوتثبیطنشاطالبكتیریا المحللةللسلیلوزمعامكانیةكبیرةللأصابةبحالة acidosis التيیمكنانتهددحیاةالحیوان. ویوضحالشكل1) ) ملخصمساراتتحللالمكوناتالكربوهيدراتيةالمختلفةفيالمجترات.



ویوضحالشكل ( 2) تحللالمصادرالكربوهیدراتیةوالفعالیةالبكتیریةوظروفالكرشونواتجالتحلل



**غازات الكرش Rumen gases**

یتألفخلیطالغازاتفيالكرشمنغازثانيأوكسیدالكربونوالمیثانوبعضالنتروجینوكمیاتقلیلةمنالأوكسجینوثانيكبریتیدالهیدروجین H2S ولایحتويهذاالخلیطعلىالهیدروجینأوربما یحتويعلىكمیاتقلیلةمنهفيحالاتاستئنافالتغذیةبعدفترةالصیامحیثیظهرمحلالمیثانلعدة أیاملكنهلنیستمرطویلا،ویتكونالمیثاننتیجةلاختزال CO2بواسطةالبكتیریاالمنتجةللمیثان methanogenic bacteria مثل *Methanosarcina barkeri*حیثیعملالهیدروجینوالفورمات كمعطللهیدروجینممایؤديالىخفضتركیزهماأوعدموجودهمافيالكرشبالرغممنانجمیعها تعتبرمننواتجالأیضلبكتیریاالكرش،وتتمیزهذهالبكتیریابحساسیةعالیةللتغیراتفيالغذاءوتؤدي الظروفالتالیةالىخفضانتاجالمیثانالذيیشكل% **40-30** منغازاتالكرش،نتیجةلانخفاضتركیزالهیدروجیناللازملأختزال CO2 **:**

1. زیادةمعدلمرورالغذاء
2. انخفاضفعالیةالأجترار
3. انخفاضالأسالهیدروجینيلسائلالكرش**.**

وترتبطكمیةالمیثانالمنتجةبنواتجتخمرالكربوهیدرات،فعندماتكوننسبةالحبوبمرتفعةفيالغذاءفان نسبة acetate الى propionateستقل(اقلمن ( 3 وتكونكمیةالمیثانمنخفضةوغالبامایحصل تحسنفياداءالحیوانفيمثلهذهالظروفلأنانخفاضانتاجالمیثانسیقللالفقدفيالكربون والهیدروجینواحتجازهمافيpropionateوبالتاليزیادةمستوىالطاقةالممثلةفيالغذاء:

****

وعندماتكونالأعلافالخشنةهيالسائدةفيالغذاءفاننسبةacetate **الى** propionate **ستكون 3:**

****

وتتضحالعلاقةالعكسیةبینانتاجالمیثانو propionate عندزیادةنسبةالعلفالمركزفيالعلیقةفیما تقترنالزیادةفيالمیثانبارتفاعنسبة acetate وانخفاض نسبة propionateبزیادةنسبةالعلفالخشن في العليقة وقدوجدباناستخدامبعضالمضاداتالحیویةمثل monensin یعملعلىاحداثتغیرات فيعشائرالكرشالمیكروبیةبحیثینخفضانتاجالمیثانبالتزامنمعارتفاعنسبة propionate.

بالنسبةالىغاز CO2 فانتركیزهیتغیرضمنمدىكبیر % 65-20 في الماشية المغذاة لمرة واحدة في اليوم الیوم،فیمایشكلحوالي % 60 منالغازالموجودفيالكرشللحیواناتالمغذاةبصورةحرة. وینتجذلك الغازخلالتخمراتالكرشوإزالةالأمیناتمنالأحماضالأمینیةومعادلةالأحماضالدهنیةالطیارة الناتجةمنعملیاتالتخمربواسطةالتبادلأوالانتقالمعبیكاربوناتاللعابعبرالخلایاالمبطنةللكرش

خلالامتصاصتلكالأحماض . وتتغیركمیةومعدلانتاجالغازفيالكرشبدرجةكبیرةتبعالنوعالعلیقة والزمنالذيیجريفیهالتقدیرفقدلوحظحصولزیادةكبیرةفيإنتاجالغازاتبعد 4-2ساعة من التغذية قدتصلالى 40 لتر/ساعةلأنمعدلتخمراتالكرشتكونفياوجهاعندتلكالفترةوینخفضتركیزهبالتجشأالىحوالي 20-10 لتر /ساعة .

غاز H2Sیتكونمناختزالالكبریتاتومنتحللالأحماضالأمینیةالحاویةعلى الكبريت . اما O2فانهیدخلالىالكرشخلالتناولالغذاءوالماءوبالانتشارمنالدمویستخدمبسرعةمنقبلالبكتیریا اللاهوائیةالأختیاریةفینخفضتركیزهدائماوهوامرمهملتأمینالظروفاللاهوائیةلأحیاءالكرش.

**امتصاص الكربوهيدرات Absorption of CHO**

تتحللالموادالكربوهیدراتیةالذائبةبسرعةحالدخولهاالىالكرشمنتجةالغازاتوالأحماض الدهنية الطيارة VFA)) التيیكونبعضهاحریمتصعبرجدارالكرشبالأنتشارغیرالفعالاما المتبقيفانهیمتصكأیوناتسالبة anionsبالأنتشارالبسیطوبالتبادلمعالبیكربوناتویصاحب امتصاصتلكالأحماضمنمحتویاتالكرشتراكمCO2داخلالكرشخاصةفيظروفالأس الهیدروجینيالقاعدي. ویزدادامتصاصVFAفيالوسطالحامضيمقارنةمغالوسطالمتعادل والقاعديبسببوجودنسبةكبیرةمنتلكالأحماضبصورةحرةغیرمرتبطةیسهلامتصاصها. كما یزدادالأمتصاصبزیادةطولسلسلةالحامضولذلكفانامتصاص butyrateالذيیتكونمن 4 ذرات كربوناكبرمنامتصاص propionateذيالثلاثذراتكربونوانامتصاصهذاالأخیریكوناكبر منامتصاص acetateذيالذرتینمنالكربون. جدیربالذكرانامتصاصالأحماضالدهنیةالطیارة لایحصلعبربطانةالكرشفقطانمایمكنانیتمایضاعبربطانةالشبكیةوالورقیة.

اماالموادالكربوهیدراتیةالتيتتمكنمنالمرورمنمنطقةالتخمرالفعالفيالكرشفانهاتمتصبعد تحللهاالىسكریاتأحادیةویجريالأمتصاصبسرعةاكبرفيالجزءالأعلىمنالأمعاءالدقیقة بالمقارنةمعالجزءالأسفلمنها،ویعتمدامتصاصالكلوكوزعلىوجودالصودیومحیثیعتبرامتصاصه منالعملیاتالفعالةلأنالانتقالعبرالغشاءالمخاطيالمعويیتمضدالتركیزبینمایتمامتصاص الفركتوزبالانتشارالبسیط.

وتتحللالسكریاتالثنائیةبفعلأنزیماتمتخصصةتسمى disaccharidases تفرزهاالزغاباتالصغیرة المبطنةللأمعاءالدقیقة،حیثتنشطرهذهالسكریاتالىسكریاتأحادیةبسیطة،فیقومأنزیمالسكریز بتحلیلجزیئهالسكروزالىجزیئهمنالكلوكوزوجزیئةمنالفركتوز،وینشطرسكرالمالتوزبفعلأنزیم المالتیزالىجزیئتینمنالكلوكوز،فیمایقومأنزیماللاكتیزبتجزئةاللاكتوزالىجزیئهمنالكلوكوز وجزیئهمنالكلاكتوز،وتنتقلتلكالسكریاتبعدامتصاصهاالىداخلالخلایاالطلائیةللغشاء المخاطيالمبطنللأمعاءالدقیقة.

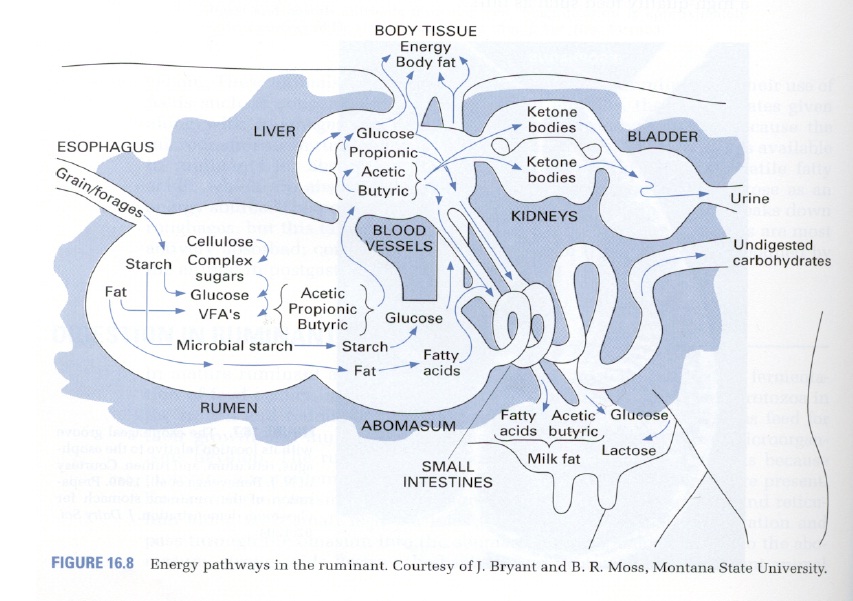
**تمثيل الكربوهيدرات Metabolism of CHO**

قدرتعلقالأمربالتغذیةفأنهناكعملیتانضروریتانجداللحیاةهماتحولالعناصرالغذائیةالى سوائلوأنسجةوالتخلصمنالفضلات،ویتكونالغذاءمنوحداتكیمیائیةمعقدةمثلالكربوهیدراتوالبروتیناتوالشحومفیماتعتبرالفضلاتمركباتبسیطةكغاز CO2والماءومخلفاتأخرى. ویشمل التمثیلالغذائيمجموعةالتغیراتالتيتجريعلىالغذاءخلالتحولهالىفضلات،ویمثلالهضم المرحلةالأولىحیثیتمامتصاصالعناصرالمهضومةلتدخلفيعملیاتالهدموالبناءوالتيتعتبر مركباتالأیض الوسطي intermediary metabolismوالموادالتيستخضعللتفاعلات substrates.

**تحول السكر الى دهون Transformation of sugars into fat**

عند استهلاك الكربوهیدرات بكمیات كبیرة فان كمیة محدودة منها ستخزن بصورة كلایكوجین أما المتبقي فانه یتحول الى دهن وهي العملیة التي تحدث على نطاق واسع في تسمین الحیوانات، وقد وجد بالتجربة عند تغذیة الكربوهیدرات في علیقه ذات محتوى دهني منخفض فان كمیة الدهن المترسب في الجسم تكون اكبرمن مجموع دهن وبروتین العلیقة،وعند تقدیم مثل هذه العلائق الى أبقارالحلیب لوحظ ان كمیة دهن الحلیب لایمكن ان تفسرعلى حساب دهن الغذاء.

ان تخلیق دهون الجسم من الكلوكوز لابد ان یتضمن تخلیق الأحماض الدهنیة والكلیسرول حیث تكون البدایة من التحلل الكلایكولي للكلوكوز glycolytic pathway الذي یستهل بعملیة الفسفرة phosphorylation للكلوكوزوینتهي بإنتاج البایروفات pyruvate الذي یتحول الى acetyl CoA وهو المركب الأساس في تخلیق الأحماض الدهنیة. ونتیجة للظروف اللاهوائیة في الكرش حیث یجري تحلل الكلوكوز والسكریات الأحادیة والثنائیة والنشویات بسرعةلأنتاج الأحماض الدهنیة الطیارة التي تمثل في الواقع الخطوةالأولى لتخلیق الأحماض الدهنیة بمختلف طول سلاسلها الهیدروكربونیة لأن acetate وبخطوة واحدة تتحول الى acetyl CoA الذي وعند توفر الطاقة ATP سیعاني تفاعل إضافة CO2 الى carboxylation ویتحول الى malonyl CoA الذي یتفاعل مع جزیئه أخرى من acetyl CoA لتكوين butyryl CoA ونتیجة لتكرارهذه العملیة تنتج الأحماض الدهنیة ذاتا لسلاسل الطویلة long chain fatty acids إماتخلیق الكلیسرول فان نقطة البدایة فیه هي اختزال مركب فوسفات الأسیتون ثنائیة الهیدروكسیل dihydroxy acetone phosphate الذي ینتج من انشطار مركب fructose-1,6–diphospha خلال التحلل الكلایكولي للكلوكوز الى فوسفات الكلیسرول glycerol phosphate التي تتحول الى فوسفات كلیسرول الثنائیة diphosphate glycerol ثم تتحول الأخیرة الى كلیسرول ثلاثي triglycerol أي كحول ثلاثي الهیدروكسیل وبعملیة استرة الأحماض الدهنیة سترتبط جزیئة حامض دهني بمجموعة هیدروكسیل لتكوین جزیئة دهن وبذلك فان جزیئة هیدروكسیل واحدة سترتبط بها ثلاثة جزیئات من الأحماض الدهنیة في موقع وجود مجموعة الهیدروكسیل. ویوضح الشكل ( 3) مسار تتخلیق الأحماض الدهنیة الطیارة والأستفادة منها في التخلیق الحیوي لدهون الجسم في المجترات.

****