تغذية الحيوان

المحاضرة الأولى

التوسع والتطور في علم التغذية:

بدأ التطور السريع في علم التغذية بشكل بعد التجارب التي اجراها العالم لافوازيه بعد ان وضع القواعد والاسس الكيمياوية للتغذية من خلال تجارب التنفس وفي الربع الأول من القرن التاسع عشر ومن استعراض دراسات الفسلجة فقد ثبتت الحاجة الى والمركبات الغذائية المتعددة والتي تشمل الكربوهيدرات والبروتين والدهن، كما قدم العالم بابكوك افتراضا بان تغذية الابقار على عدة مواد علفية من مصادر نباتية مختلفة فان ذلك يؤدي الى عدم معرفة ما يوفره كل مصدر من احتياجات الحيوان ومن هنا جاءت فكرة استخدام التجارب بالاعتماد على الأغذية النقية باستخدام مصدر نباتي واحد والتي أدت الى اكتشاف اول فيتامين عام 1913 . كما كان لعلماء الفيزياء دورا مهما في تطور علم التغذية من خلال اكتشاف الاشعة السينية والنظائر والكروماتوغراف والتي ساعدت في تحديد تركيب بعض الانزيمات والاحماض النووية. أيضا ساهم العاملون في مجال علم الميكروبات بشكل فعال في الاكتشافات التي تتعلق بالأحياء المجهرية وسلالاتها بالكرش والامعاء للحيوانات ودورها في الهضم وصحة الحيوان فضلا عن أهميتها في تسريع تطوير تكوين أغذية الحيوانات. يعتبر علم الوراثة من العلوم المهمة التي ساهمت في تطور علم التغذية اذ ان زيادة الكفاءة الوراثية للحيوانات وزيادة انتاج الحيوانات من اللحم والحليب دفع علماء التغذية الى تحديث برامج التغذية اعتمادا على نوع الإنتاج والحاجة الفعلية من المركبات الغذائية.

جسم الحيوان وغذاءه:

يحتوي غذاء وجسم الحيوان على نفس المكونات من المركبات الغذائية لكن مع اختلاف نسبة كل مركب وقد تم اثبات ذلك بعد التجارب التي اجراها لويز وكلبرت البريطانيان وذلك بتحليل الجثث الكاملة للحيوانات وتلتها دراسات مشابهة من باحثين اخرين بعد ذلك مما وفر معلومات كثيرة عن تركيب أنواع مختلفة من الحيوانات ومغذاة على مستويات مختلفة من التغذية وأشارت ان الأنواع المختلفة من الحيوانات كانت متشابهة جدا بالتركيب إذا ما قورنت على أساس المادة الجافة.

الماء والمواد العضوية:

ان نسبة الماء في جسم الحيوان تتناقص تدريجيا مع التقدم بالعمر اذ تكون في الابقار عند 95% في الجنين عند بداية الحمل مباشرة وتنخفض الى 75–80% عند الولادة وبعد خمسة أشهر من العمر تصل النسبة الى 66–72% ثم تنخفض الى حوالي 50% عتد عمر البلوغ وتعزى هذه الاختلافات الى ترسيب وخزن الدهن في الجسم على حساب الماء، وقد لوحظ ان الحيوانات المسمنة بشكل جيد تصل نسبة الماء فيها الى 40%.ايضا فان توزيع الماء في الجسم يختلف تبعا لاعضاء الجسم اذ يشكل 90–92% من تركيب الدم و 72–78% من تركيب العضلات و45% من تركيب العظام و5% من تركيب مينا الاسنان.

على خلاف الماء فان نسبة الدهن بالجسم تزداد تدريجيا مع تقدم العمر اعتمادا على الحالة التغذوية وهذا يؤثر على بقية المكونات الأخرى مثل الماء والبروتين. (الجدول 2–1 في الكتاب صفحة 16)، ويرتفع نسبة الدهن عادة في الانسجة الدهنية وفي مناطق خزن الدهن بالجسم تحت الجلد وحول الأمعاء والكليتين. ايضا فان الدهن يتواجد في تركيب كل خلية بالجسم بشكل مختلف من صنف الدهن (فوسفولبيد او كلايكولبيد وغيرها). اما البروتينات فتوجد في تركيب كل خلية حية في الجسم في العضلات والاوتار والانسجة الرابطة ، كما توجد كمية قليلة من الكربوهيدرات بشكل كلوكوز وكلايكوجين.

المواد اللاعضوية:

تشمل المادة اللاعضوية بالجسم اعدادا كبيرة من العناصر المعدنية التي تتوزع في مناطق الجسم ولها وظائف بنائية متعددة بالجسم وعموما يلاحظ ان جميع العناصر باستثناء الكالسيوم توجد بنسبة اقل من 1% وبالرغم من هذه النسبة الطفيفة الا انها ضرورية للحياة وان نسب العناصر المعدنية تتغير بالجسم بتغير العمر ودرجة التسمين، ان الكالسيوم هو اكثر المعادن في الجسم ويوجد بالعظام والاسنان، كذلك الفسفور يكون متحد مع الكالسيوم لتكوين الهيكل العظمي حيث يتواجد حوال 80% منة والبقية 20% في انسجة الجسم متحدة مع البروتينات والدهون بشكل املاح غير عضوية. أيضا الكبريت يكون موجود في جميع انحاء الجسم ضمن جزيئات البروتين. اما الصوديوم البوتاسيوم والكلور فتوجد

بشكل املاح غير عضوية في سوائل الجسم. المغنسيوم يكون موجود الجزء الأكبر منه في العظام والحديد في الدم ومكون ضروري للهيموغلوبين. بقية العناصر الأخرى كلها مهمة ولها مهام بنائية وايضية بالجسم.

دور الماء واحتياجاته بالجسم

سبق وان ذكرنا ان الماء يكون اكثر من 50% من الجسم وان انسجة عديدة تحتوي 70-90% من الماء. ان الماء ليس مادة خاملة او مذيبة فقط بل هو مادة مهمة للحياة اذ ان فقد أشار العام (روبنر Rubner) ان الجسم يتمكن من العيش حتى اذا فقد معظم الدهن واكثر من نصف البروتينات لكنه يهلك اذا فقد 10% من الماء.

خواص ووظائف الماء:

يمكن تلخيص اهم خواص الماء فيما يلي:

1-يعتبر الماء مذيبا جيدا لذلك له أهمية كوسط للانتشار وله القدرة على التأين.

2- الماء له حرارة نوعية عالية وهذا يسهل امتصاص الحرارة الناتجة عن الفعاليات الايضية.

3- للماء أهمية فسلجية من خلال التوتر السطحي وتكوين الهيدرات كما انه مادة عازلة كهربائيا.

اما وظائف الماء بالجسم فهي متعددة وتشمل:

1-الماء مهم لتنظيم حرارة الجسم من خلال تنظيم امتصاص حرارة التفاعلات بالجسم.

2- نقل المواد المهضومة والمواد المتايضة وفضلات الايض بالجسم.

3- الماء مذيب جيد ووسط للتفاعلات الخلوية فهو أساسي لتفاعلات تحلل الدهون والبروتينات والكربوهيدرات.

4- وجود الماء في المفاصل مهم لتزييتها وتسهيل حركتها.

5- الماء الوجود بالدماغ تحافظ على الجهاز العصبي.

6- الماء في الاذن يقوم بنقل الصوت، كما للماء علاق بالرؤيا في العين.

الماء التاكسدي او الايضي:

يحصل الكائن الحي على احتياجاته من الماء اما م ماء الشرب او الماء الموجود بالغذاء او من الماء الناتج عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث بالجسم ويسمى هذا بالماء الايضي او ماء الاكسدة ولتوضيح ذلك فعندما تتأكسد جزيئة من الكلوكوز لانتاج الطاقة فان النواتج النهائية تكون 6 جزيئات من الماء وثنائي أوكسيد الكربون. وعند اجراء حسابات لهذه المعادلة نجد ان 60% من وزن الكلوكوز قد تحول الى ماء، كما ان البروتينات تنتج 42% من وزنها ماء بينما يرتفع هذا الرقم بالدهون الى 100%.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

ان للماء الايضي دورا مهما في بعض الظروف الفسلجية الخاصة مثل توفير احتياجات الماء لموازنة الماء المفقود اثناء التنفس والتبخر خلال فترة السبات عند هدم البروتينات والدهون والكربوهيدرات لتوفير الطاقة اللازمة للفعاليات الحيوية.

تأثيرات العطش:

تختلف الحيوانات في قدرتها على خزن الماء وتحملها للعطش ويشير الباحث ادولف ان الانسان يشعر بسرعة بالعطش عند حرمانه من الماء لفترة وجيزة في جو حار وجاف ويزداد هذا التاثير اذا وصل العجز بالماء في الجسم الى 4-5% حيث تقل الشهية للطعام مع الشعور بعدم الراحة واذا وصل النقص الى 6-10% فان ذلك يسبب الصداع وعدم تناسق حركة أجزاء الجسم وتقل القدرة على الكلام ويصاب بضيق التنفس، واذا بلغت النسبة 10-12% فان ذلك يؤدي الى صعوبة بالبلع والاصابة بالهذيان ويتثنى الجلد وتكون لعيون غائرة، وفي حال ان حدث نقص في ماء الدم فان ذلك يؤدي الى زيادة لزوجة الدم ويصعب على القلب ضخ الدم الى المناطق العميقة مما يتسبب في زيادة مميتة في درجة الحرارة لذلك فان نقص الماء بنسبة 12% يعتبر مميتا للإنسان.

العوامل التي تتحكم بإبراز الماء والحاجة اليه:

يحتاج الجسم للماء في حالات عديدة منها:

1-يعد الماء ضروري لبعض العمليات الإنتاجية مثل انتاج الحليب والبيض.

2- الجسم يحتاج الماء بكميات كبير لتعويض النقص المفقود بالقناة الهضمية والكليتين والرئتين والجلد وهذا الفقد يتناسب مع حجم الجسم.

3- في بعض الحالات المرضية مثل الاسهال يتم فقد كمية كبيرة من الماء.

4- كلما زادت العناصر اللاعضوية والبروتين بالغذاء أدى الى زيادة الفقد وبالتالي تزداد احتياجات الجسم للماء. ان سبب الحاجة الى للماء بشكل اكبر مع تغذية البروتينات هي قلة الماء الايضي المتكون ن ايض البروتين مقارنة بالدهون والكربوهيدرات. أيضا فانه في الثدييات يكون ناتج الهدم النهائي للبروتين هو اليوريا وتكون ذائبة بالماء والمحاليل المركزة فيه تكون سامة لهذا تستلزم كميات كبيرة من الماء لتخفيفها والتخلص منها، بينما يطرح في الطيور نواتج هدم البروتين بشكل حامض اليوريك بشكل مادة صلبة مع فقد كمية قليلة من الماء.

5- يشكل الفقد في هواء الزفير المشبع بالماء جزءا مهما من الماء المفقود من الجسم ويزداد هذا الفقد من زيادة النشاط الفيزياوي الذي تزداد فيه التبادل الغازي للرئة.

6- الفقد عن طريق التعرق لغرض تنظيم حرارة الجسم اذ يزداد هذا الفقاد مع زيادة النشاط العضلي والحرارة.

ملاحظة: في العديد من الحيوانات تكون عدد الغدد العرقية قليلة ولذا يشكل الفقد عن طريق هواء الزفير دور مهم للتخلص من الحرارة وبناء على ذلك يسمى ابراز او طرح الماء عن طريق الجلد والرئتين بالتعرق غير المحسوس.

الطاقة الحيوية وتحولاتها:

ان جميع العمليات التي تجري في الجسم نتيجة لهضم الطعام وتمثيله تتضمن تغيرات بالطاقة، إن كلمة الطاقة مشتقة من كلمة يونانية (en) وتعني الشغل وكان العالم توماس يونك أول من استعمل هذه الكلمة عام 1807 وعرفها على انها القدرة على إنجاز عمل وهناك أشكال متعددة للطاقة منها:

الطاقة الحرارية:

تتحول جميع صور الطاقة بنفس الكمية الى طاقة حرارية وذلك حسب القانون الأول للديناميك حيث ان كل جزيئة كيميائية تتميز باحتوائها على كمية من الطاقة تكتسبها خلال عملية تكوينها. ان **فرق الطاقة** والتي يرمز لها بالرمز ( ) وهي عبارة عن الفرق الحراري بين المواد الناتجة من التفاعل والمواد المتفاعلة وقد يكون هذا الفرق موجب او سالب اعتمادا على التفاعل اذا كان يحرر الطاقة او يستهلك الطاقة وتقاس الطاقة بوحدة **السعرة** calorie تعرف بأنها كمية الحرارة اللازمة لرفع حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة من 14.5 الى 15.5 ، ولكون هذه الوحدة صغيرة تستخدم وحدات أكبر مثل الكيلو سعرة (= 1000 سعرة) او الميكا سعرة (= 1000000 سعرة)، كذلك تستخدم وحدة الجول (Joule) البريطانية لقياس او التعبير عن قيمة الطاقة (سعرة = 4.185 جول).

الطاقة الكلية (طاقة الاحتراق):

عند احتراق ماده ما كليا فان تتاكسد وتعطي ثنائي اكسيد الكربون وماء وغازات اخرى فان الحرارة الناتجة عن هذه العملية تسمى الحرارة الكلية او حرارة الاحتراق وهذا القياس هو البداية في تحديد القيمة الحرارية للغذاء (طاقة الغذاء) المتناول وتتم هذه العملية بواسطة جهاز المسعر الحراري وتبين نتائج حرق المركبات الغذائية المختلفة ان المواد الدهنية تحتوي ضعف ما تحتويه المواد الكربوهيدراتية من الطاقة وان المواد البروتينية تكون الطاقة فيها وسط بين المجموعتين وهذه الفروقات تعتمد على العناصر الأولية التي تتكون منها كل مجموعة وبشكل

خاص كمية الاوكسجين التي تدخل في تركيب كل جزئية ففي حالة الكربوهيدرات فان كميه الاكسجين المتوفرة في الجزيئات كافي للاتحاد مع كل الهيدروجين الموجود في الجزيئة ولهذا فان الحرارة الناتجة تنتج من اكسده او حرق الكربون اما في حاله الدهون فان كمية الاوكسجين قليلة نسبيا وبالتالي في عمليه الاكسدة تحتاج الى سحب كميه اكبر من الاكسجين الخارجي لحرق كل من الهيدروجين والكربون وان حرق غرام واحد من الهيدروجين يعطي اربعة اضعاف ما يعطيه الكربون. كذلك فان الحرارة اللي تنتج من حرق البروتين تأتي من اكسده كل من الكربون والهيدروجين وان النيتروجين الموجود بالبروتين لا يعطي حرارة لكونه موجود في حالة حرة على شكل غازات ولهذا لا تحدث له عمليه اكسدة.

الكربوهيدرات: 4.15 كيلو سعرة/ غم

الدهن: 9.40 كيلو سعرة/ غم

البروتين: 5.65 كيلو سعرة / غم

الطاقة الكيمياوية :

ان شكل الطاقة التي تتم من خلالها العمليات الايضية بالجسم للنباتات والحيوانات يكون كيميائيا كل اصرة بين الذرات تمثل المصدر الكامن للطاقة الكيمياوية والتي تتحرر عند تكسر هذه الأواصر في عمليات الهدم وعلى عكس ذلك فإن تكوين مركبات كيمياوية من وحدات بسيطة في عمليات البناء تحتاج إلى الطاقة. وعموما فان التفاعلات التي تحدث بالجسم تكون بنوعين، الاول منتج للطاقة (excergonic reactions) وهي نوع التفاعلات الهدمية وعند حدوثها فإنها تحرر الطاقة، اما النوع الثاني فيكون مستهلك للطاقة (endergonic reactions) وهي نوع التفاعلات البنائية وتكون مستهلكة للطاقة. يتم نقل الطاقة من التفاعلات المنتجة لها الى التفاعلات المستهلكة لها عن طريق مركب وسطي يسمى الادينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) وهذا المركب يتكون من قاعدة نيتروجينية وهي الأدنين اضافة الى سكر الريبوز وفوسفات، وعند الحاجة للطاقة فانه يتحول الى (ADP او AMP) وبالعكس، كما وان الطاقة الفائضة عن الحاجة يتم خزنها بشكل مؤقت في مركبات معينة مثل

الكلايكوجين في العضلات والكبد وفوسفات الكرياتين او تخزن بشكل دائمي مثل النسيج الدهني. إن كمية الطاقة التي تتحرر من التحلل المائي الادينوسين ثلاثي الفوسفات تحت الظروف القياسية عندما تكون قيمة الأس الهيدروجيني 7 ودرجة الحرارة 25 فانه يعادل 7 كيلو سعرة.

الإنزيمات

تعرف الإنزيمات على أنها عوامل محفزة حيوية تفرز من خلايا الجسم. وظيفة الإنزيمات تسريع حدوث التفاعلات بالخلايا دون أن تؤثر في النواتج النهائية للتفاعل او توازن الطاقة في التفاعلات التمثيلية. يمكن للإنزيمات من زيادة سرعة التفاعل بمقدار 1000 ضعف او أكثر مقارنة بإجراء نفس التفاعل في المختبر، ويتم تحويل المواد إلى نواتجها بمرحلتين: في المرحلة الأولى، يتحد الانزيم مع المادة في مواقع محددة وفي المرحلة الثانية يتحرر من المادة بعد تكوين النواتج ثم يتحد مع جزيئة اخرى وهكذا. **والانزيمات تتميز بصفات عديدة** منها (1) التخصص بالعمل اذ ان انزيم اليوريز يؤثر باليوريا والاستريز يؤثر في استرات الحوامض الدهنية، (2) تعمل الأنزيمات ضمن مدى ضيق من درجة الحموضة، (3) الإنزيمات حساسة لدرجات الحرارة وفي اللبائن الحرارة المثلى 37 مئوية، (4) تمتلك الإنزيمات قابلية تأثير قوية اذ تبين ان جزيئة واحدة من الإنزيم يمكن ان يجزئ ثلاث ملايين جزيء من بيروكسيد الهيدروجين.

يتكون الانزيم من جزئين الأول بروتيني يسمى ابو إنزيم (Apoenzyme) والثاني يسمى بالعامل المساعد (Cofactor) او مساعد الانزيم وهو ضروري لنشاط الانزيم. وقد يكون هذا الجزء مركب عضوي مثل الفيتامينات ومعادن مثل النحاس والحديد والكوبلت وغيرها.

تقوم الانزيمات بالعديد من التفاعلات بالجسم تشمل:

1- التحلل المائي Hydrolysis وهو فصل المركب الى قسمين.

2- نقل المجموعة group transfer وهو نقل مجموعة من الذرات من جزئية الى اخرى.

3- التاكسد والاختزال oxidation reduction .

4- التكثيف condensation وهو ربط جزيئتين.

5- التناظر isomerization وهو اعادة الترتيب داخل الجزيئة.

يتم تسمية الانزيمات باضافة المقطع ase الى نهاية اسم المادة التي يعمل عليها الانزيم مثل مالتيز maltase و سكريز sucrase .

عملية التاكسد – الاختزال الحيوية:

ان المواد الناتجة عن تمثيل السكريات والأحماض الدهنية والأحماض الامينية تتحد مع الاوكسجين في خلايا الجسم المختلفة لتنتج ثنائي اوكسيد الكربون والماء كناتج نهائي. وهذه العملية تعرف بالتاكسد الحيوي. ويحدث الاختزال مع كل عملية تاكسد. ان تاكسد جزيئة يشمل اتحاد الاوكسجين او ازالة هيدروجين او فقدان إلكترونات أما الاختزال يحدث عند اكتساب الكترونات او اضافة هيدروجين.

ان عملية التاكسد التي تحدث داخل الجسم معقدة جدا وتحتاج سلسلة من التفاعلات التي تسيطر عليها الإنزيمات في كل مرحلة من التفاعل وخلال هذه العملية تتحرر الطاقة على شكل ATP ليستفيد منها في العمليات الفسلجية المختلفة.

دورة حامض الكربوكسل الثلاثي (دورة كرب):

يحدث التاكسد الخلوي في الكربوهيدرات والدهون وسلسلة الكربون للحامض الاميني في دورة كرب (دورة حامض الكربوكسيل الثلاثي) والتي تعرف ايضا بدورة حامض الستريك، اذ يجب ان تتاكسد الكربوهيدرات والدهون والبروتينات مسبقا الى حامض البيروفيك قبل دخولها الى الدورة باستثناء عدد من الأحماض الأمينية التي تدخل الدورة من مسالك مختلفة. ان الناتج النهائي لهذه الدورة هو ثنائي اكسيد الكربون والماء والطاقة. يمكن **تعريف دورة حامض الكربوكسيل الثلاثي بأنها حوض ايضي تدمج فيه النواتج الوسطية لهدم الكربوهيدرات والدهون والبروتينات لإنتاج الطاقة** لقد تم اكتشاف هذه الدورة من قبل العالم كرب في أواخر ثلاثينات القرن الماضي بعد سلسلة من التجارب باستخدام النظائر المشعة كما تم عزل الإنزيمات التي تشترك بهذه الدورة.

ان الخطوة الاولى لحدوث الدورة هو تحويل حمض البيروفيك إلى المركب أستيل كوأي (acetyl CoA) بواسطة المرافق الانزيمي كوانزيم أي ونزع جزيئة من Co_2 وزوج من أيونات الهيدروجين (H_2) بعدها يتكاثف استيل كواي مع حامض الاوكزالواستيت ليكون حامض الستريك (citrate) الذي بدوره يتحول الى ايزو ستريت (isocitrate) في هذه المرحلة من الدورة يتم نزع مجموعة ثنائي اوكسيد الكربون وزوج من ايونات الهيدروجين التي تنتقل عن طريق المرافق الانزيمي (NAD) الذي يتحول الى (NADH+H) الى نظام سلسلة نقل الإلكترون لإنتاج الطاقة بشكل ATP ويكون ناتج التفاعل المركب الفاكيتوكلوتاريت وفي هذه المرحلة يتم اضافة جزيئة ماء مع نزع جزيئة ثنائي اوكسيد الكربون وزوج من ايونات الهيدروجين وإنتاج مباشر للطاقة (مول واحد) عن طريق تحويل GDP الى GTP وينتج عن هذه المرحلة حامض سكسنيت (succinate) الذي يتحول إلى فيوماريت (fumarate) بعد نزع زوج من أيونات الهيدروجين ونقلها عن طريق المرافق الانزيمي FAD الى سلسلة نقل الالكترون لإنتاج الطاقة ثم في هذه المرحلة من الدورة يتم اضافة جزيئة ماء الى الفيوماريت لإنتاج الماليت (maalate) وعند هذه المرحلة من الدورة يتم نزع زوج من أيونات الهيدروجين وتنقل عن طريق المرافق الانزيمي NAD الى سلسلة نقل الالكترون لإنتاج الطاقة ليتكون بعدها المركب اوكزالواسيتيت، ثم تعاد الدورة مرة اخرى بعد تكثيفه مرة اخرى مع جزيئة من استيل كواي. وكما موضح في الرسم التوضيحي التالي.

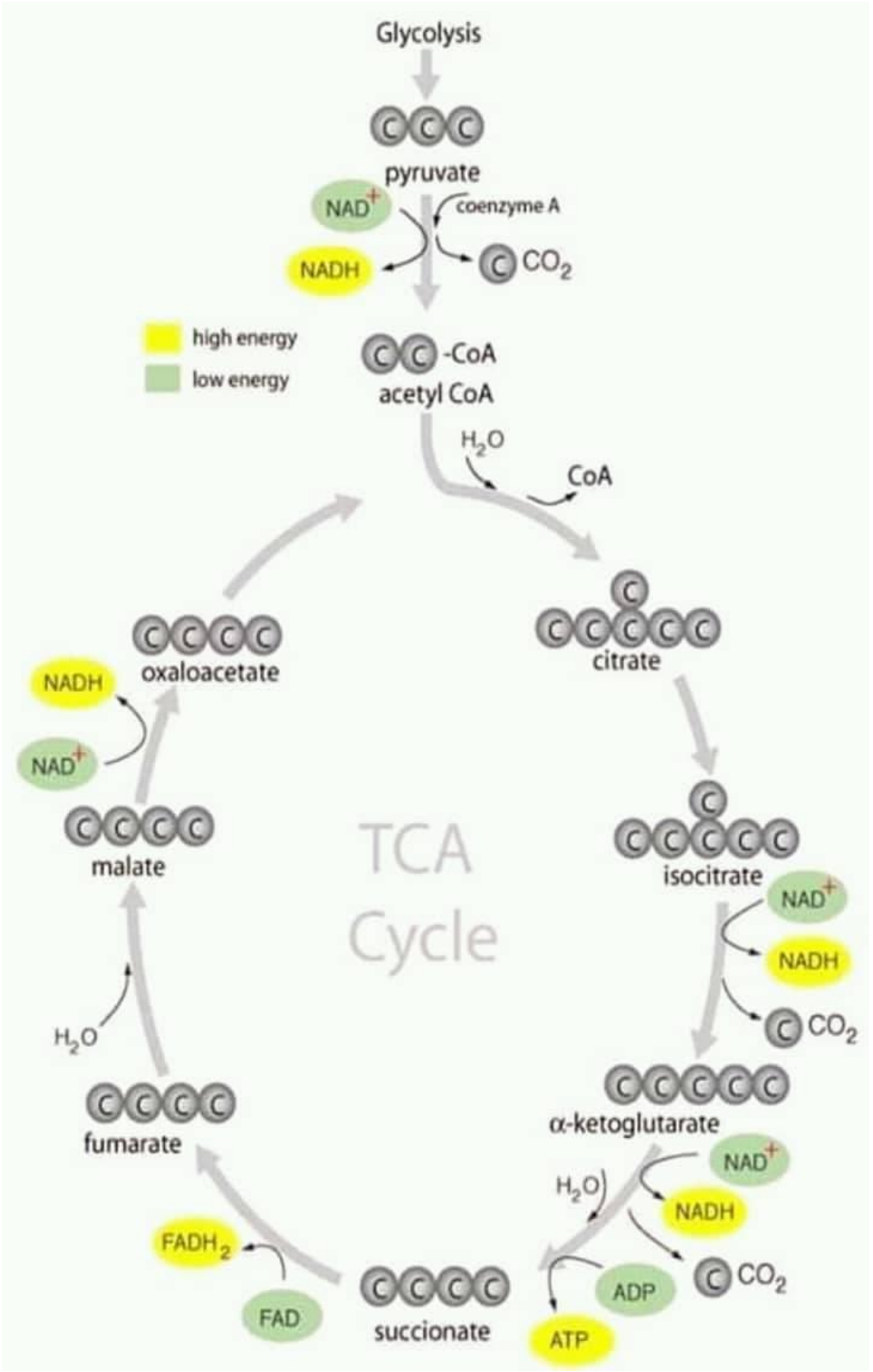
وبشكل ملخص يتم خلال الدورة إنتاج ما يلي :

1- جزيئين من CO_2

2- أربعة أزواج من الإلكترونات (هيدروجين) تنتقل الى نظام سلسلة نقل الالكترونات لإنتاج الطاقة عبر (NAD) ثلاث ازواج وعبر (FAD) زوج واحد

3- انتاج مباشر للطاقة من تحول ADP الى ATP

ان كل زوج من الالكترونات التي تدخل سلسلة نقل الإلكترون عبر المرافق الانزيمي NAD يعطي (3 مول من ATP) بينما FAD يعطي (2 مول ATP) وبالتالي تكون المحصلة النهائية للدورة إنتاج 12 مول من ATP.


Glycolysis
pyruvate
NAD+
coenzyme A
NADH
CO2
high energy
low energy
-CoA
acetyl CoA
H2O
CoA
citrate
isocitrate
NAD+
NADH
CO2
α-ketoglutarate
NAD+
H2O
NADH
CO2
ADP
ATP
succionate
FADH2
FAD
fumarate
H2O
malate
NADH
NAD+
oxaloacetate
TCA
Cycle

عمليات الهضم في الحيوانات المختلفة

يعرف الهضم سلسلة على أنه مجموعة العمليات التي يتم بواسطتها تجزئة الاغذية الى اجزاء صغيرة الى ان تتحول الى مواد ذائبة سهلة الامتصاص. يتم الهضم في الجهاز الهضمي بطريقتين ميكانيكية إنزيمية حيث ان الاحياء المجهرية بالكرش توفر إنزيمات هضم لا يمكن أن توفرها أنسجة الثدييات ، أن المضغ في الفم هو أول عمليات تحضير الغذاء ميكانيكيا و بواسطته يتم تكسير جزيئات الغذاء الكبيرة وتختلط مع اللعاب لتسهيل البلع وهناك فروقات كبيرة بين الحيوانات المختلفة في كيفية مضغ الغذاء وذلك تبعا لنوع الغذاء وتركيب الفم والاسنان ، فمثلا المجترات تطحن ما تتناوله الحشائش والمواد العلفية الخشنة بصورة جيدة الا انها تمضغها بشكل أفضل عند الاجترار اما الحبوب فإن المجترات تبتلعها مباشرة بعد مضغها بشكل قليل. اما الحيوانات اكلة اللحوم فإنها تبتلع قطعا كبيرة من اللحم بعد مضغها قليلا في حين أن الدواجن تبتلع الحبوب كاملة لعدم وجود الأسنان ثم تطحن في القانصة.

أعضاء الهضم:

تختلف انواع الحيوانات كثيرا في تشريح وفسلجة أعضاء القناة الهضمية والاختلافات بين المجترات وغير المجترات على قدر كبير من الاهمية الغذائية لأنها تؤثر على طبيعة عمليات الهضم ونوع الغذاء الذي تتناوله، ان ابسط أجهزه الهضم موجودة في الكلاب والانسان و آكلات اللحوم حيث يشمل على المرئ والمعدة والأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة وتشكل المعدة والامعاء الغليظة 15 الى 20% من مجموع سعة الجهاز الهضمي بينما تكون سعة الأمعاء الدقيقة حوالي 70% .

ويلاحظ توسع الاعور الامعاء الغليظة في الخنازير والحيوانات القارضة ليشكل 4% من مجموع سعة الجهاز الهضمي والباقي يتوزع بشكل متكافئ بين المعدة والأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة.

في الحصان الأرنب تكون سعة المعدة اقل من 10% من مجموع الجهاز الهضمي وسعة الاعور 15%وسعة الأمعاء الدقيقة 45%.

ان المجترات تختلف عن بقية الثدييات إذ يكون الجزء الأمامي من المعدة متضخم ويحتوي على ثلاث اجزاء اضافية هي الكرش والشبكية والورقيه وتكون سعة الكرش والشبكية حوالي 50% من مجموع الجهاز الهضمي وهذه السعة ضرورية لاستيعاب لتقوم الأحياء الدقيقة بتحطيم السليلوز والمواد الكربوهيدراتية المعقدة والتي لا تستطيع إنزيمات اللبائن من تحطيمها أما القلنسوة او ما يسمى بالورقية والمعدة الحقيقية فتشكل

كل منها حوالي 6–8% من سعة الجهاز الهضمي وبذلك تشكل الاقسام الاربعة حوالي 60–65% من السعة الكلية للجهاز الهضمي والأمعاء الدقيقة 25% والامعاء الغليظة 10% والاعور اقل من 5%.

في الدجاج والديك الرومي هناك تركيبة خاصة القناة الهضمية فبعد ابتلاع الغذاء مباشرة يمر عبر المريء إلى الحوصلة حيث يخزن الغذاء ويترطب فيها ثم يمر إلى المعدة الحقيقية التي هي عبارة عن جزء طويل يفرز العصارة الهضمية بغزارة وفيه تختلط هذه العصارة مع الغذاء ثم يمر إلى القانصة وهو عضو عضلي يحتوي على نتوءات تساعد في طحن البذور والحبوب الصلبة قبل مرورها الى الأمعاء الدقيقة و للدجاج أعوران لكن ليس لهما أهمية التغذية.

عادة يتكيف الجهاز الهضمي للحيوانات مع نوع الغذاء المتناول حيث يزداد حجم المعدة والأمعاء عند تناول غذاء ذو حجم كبير وزن خفيف ويقل حجم المعدة والأمعاء عند تناول الأغذية المركزة المرتفعة بالطاقة الجدول في الصفحة 62 من كتاب ذو الرقم 4– 1 يبين الاختلافات في سعة الجهاز الهضمي بين الانسان والأنواع المختلفة من الحيوانات وهذه الاختلافات تنشأ نتيجة اختلاف في نظام التغذية.

الهضم الإنزيمي:

لقد عرف علماء اليونان قبل ألفي عام أهمية (المضغ) وهو تقليل أجزاء الغذاء لخلطه مع اللعاب ليسهل بلعه. لقد جمع رومر عام 1750 العصارة المعدية من معدة حيوان الفالكون الذي سبق أن دربه على بلع الاسفنج ولاحظ أن عصير المعدة يحلل اللحم ويمنع التعفن، كما قام سبالانزاني ب ببلع أكياس صغيرة تحتوي على الغذاء مصنوعة من الكتان المجمعة هذه الأكياس بعد مرورها من القناة الهضمية ولا حظ ذوبان الغذاء واختفائه من الأكياس كذلك بين وليم براوت وجود حامض الهيدروكلوريك في المعدة بصورة حرة عام 1824 ، وقام العالم شوان بعزل انزيم البيبسين المركز من المعدة اوضح انه يختزل او يحلل البروتينات الى ببتونات وبين كل من تدمان وجملن اللذان يعدان أول من درس العاب والعصير البنكرياسي في الإنسان و انواع مختلفة من الحيوانات ان النشويات تتحول الى سكر في الأمعاء الدقيقة.

الهضم في الحيوانات غير المجترة:

إن الجدول (4–1) في الصفحة 65 من الكتاب يبين الإنزيمات الرئيسية بالقناة الهضمية والمواد التي تعمل عليها وكذلك نواتج التحلل، الجليسريدات الثلاثية والمواد الدهنية الاخرى التي تتحلل بواسطة انزيم الليبيز تتحول الى جلسريدات احاديه واحماض دهنية حرة الذي يفرز من الغشاء المبطن للمعدة والبنكرياس،

تتأثر البروتينات بالإنزيمات التي تفرز من المعدة والبنكرياس والأمعاء الدقيقة العديد من الانزيمات تجزئة البروتينات المختلفة الى احماض امينية ونواتج نهائية قابلة للامتصاص. كذلك تتكسر الكربوهيدرات مثل

النشا والدكسترين الجليكوجين إلى سكر الجلوكوز بواسطة انزيم الاميليز الذي يفرز من الغدد اللعابية والبنكرياس

انزيم المالتيز يجزئ السكر الثنائي مالتوز الى جلوكوز اما انزيم السكريز فانه يجزئ السكروز إلى جلوكوز وفركتوز كما يتحلل سكر اللاكتوز بفعل انزيم اللاكتيز إلى كالاكتوز وكلوكوز

أن نواتج التحلل هذه تمتص بسهولة في الجهاز الهضمي لكن في بعض الحالات القليلة فان اللاكتيز والسكريز لا تفرز في بعض الحيوانات وبذلك فهي لا تستفاد من اللاكتوز السكروز اما النشا فإن هضمه يعتمد بدرجة كبيرة على مصدره ونوع الحيوانات مثال ذلك نشا الذرة لا يهضم بصورة جيدة في الكلاب ويتم الاستفادة منه بشكل إذا تم طبخه بينما في الحيوانات الزراعية الأخرى فإن عملية الهضم متساوية في كلا الحالتين بينما نشأ الحنطة يتم الاستفادة منه في جميع الحيوانات حتى في حالة عدم طبخه. ان عملية الهضم هذه تكون متشابهة في جميع أنواع الحيوانات في معدة الحيوانات المجترة التي تكون فيها مسالك مختلفة اخرى للهضم.

الهضم الميكروبي للكربوهيدرات :

ان القناة الهضمية في جميع الحيوانات لا تستطيع ان تفرز الأنزيمات التي تحلل السيليلوز والسكريات المعقدة ذات الوزن الجزيئي المرتفع إلا أنها تتحلل بفعل الأنزيمات التي تفرزها البكتيريا التي توجد في منطقة محصورة ومحددة من الجهاز الهضمي وبالرغم من ذلك فإنها ذات أهمية كبيرة في حالة الأرانب والخيول، هذه البكتيريا التي توجد في الجهاز الى تكون في حالة علاقة تعايشية مع الحيوان المضيف ويكون هذا واضحا في المجترات وذلك لان الكرش يجهز البيئة المناسبة لنشاط وعمل هذه الأحياء المجهرية بالمقابل فإن هذه البكتيريا تحلل الكربوهيدرات المعقدة الى مواد ابسط يمكن أن يستفاد منها الى الأمعاء الدقيقة ، ايضا فان هذه الأحياء الدقيقة تقوم بصنع بعض العناصر والمركبات الغذائية الاخرى خاصة الاحماض الامينية و فيتامين (ب). كما بين تابينير عام 1884 ان كميات كبيرة من الأحماض الدهنية الطيارة وخاصة أن حامض الخليك تنتج من تخمر السيلولوز في انبوب اختبار وذلك عندما اضاف له بكتيريا من كرش الثور، هذه الأحماض الدهنية تمثل نواتج نهائية لتفاعلات وسطية عديدة تحدث بالكرش على المواد الغذائية، ان حوالي 40-80% من الغذاء عموما و80% من الكربوهيدرات يهضم بالكرش ويشكل حامض الخليك حوالي ثلثين الى ثلاثة ارباع الأحماض المتكونة اعتمادا على كمية المادة الجافة المتناولة وطبيعة هذه المادة ونوع الحيوان

لقد تبين من خلال الدراسات باستخدام النظائر المشعة ان هناك احماض دهنية اخرى تنتج بكميات محدودة مثل حامض الفالريك وايزوفاليريك وايزوبوتيريك ، كما ان انه معدل تبدل حامض الخليك إلى البيتوتيريك يشكل 4-5 % من حامض البيوتيريك وعموما فقد لوحظ أن معدل التركيز الجزيئي مجموع الاحماض الدهنيه الطياره 65% حامض الخليك و20% حامض البروبيونيك و 9% حامض البيوتيريك.

ان الغازات المتكونة بالكرش تشتمل على غاز الميثان وثنائي اوكسيد الكربون والهيدروجين .

العوامل التي تنظم هضم الميكروبات للالياف:

1- تتغير كمية المادة الكربوهيدراتية المهضومة تبعا لنوع وعدد الميكروبات وهي تتأثر بصفات الغذاء.

2- اضافة السكريات سريعة التحلل مثل المولاس والسكر تسبب انخفاض هضم الالياف وذلك لأن البكتيريا تفضل مهاجمة الكربوهيدرات البسيطة. وهذا يحدث أيضا مع زيادة نسبة النشا بالعليقة.

3- نوع او طبيعة مصدر الألياف تؤثر في قدرة البكتريا على الهضم. ان احلال دريس البرسيم يحفز نشاط الاحياء المجهرية وذلك لاحتوائه على الفيتامينات والعوامل التي تحتاجها لنموها كما انها غنية بالبروتين الذي يحفز البكتريا على تجزئة الألياف.

4- يختلف هضم الألياف باختلاف نوع الحيوان إذ يمكن اكلات الاعشاب ان تهضم 50% على الأقل من الألياف على عكس آكلات اللحوم.وهذا يرجع الى الاختلاف التشريحي للجهاز الهضمي.

5- الألياف الموجودة في النباتات تامة النمو تكون أقل هضما من تلك الموجودة في النباتات النامية. والسبب في ذلك يرجع إلى زيادة محتوى اللجنين في مكونات الألياف مع تقدم النبات ومرحلة النمو.

6- اجزاء النبات المختلفة مثل إذ أن الأجزاء الصلبة مثل الساق يكون منخفضة الهضم مقارنة بالأوراق بسبب سهولة نفاذ الإنزيمات

الأعلاف خفيفة الوزن :

إن محتويات العلف من المواد الخام من العوامل المهمة في تحديد قيمة العليقة ويستخدم المصطلح Bulk لقياس وزن حجم معين من الحبوب مثلا فان لتر الواحد من الشوفان يعادل 0.45 كغم بينما يزن اللتر الواحد من الذرة 0.75 كغم، ان المادة الاولى هي أخف وزنا من المادة الثانية على الرغم ان لهما نفس الحجم ، ان الأعلاف المركز التي تتميز بهذه الصفة تحتوي نسبة كبيرة من الألياف الخام حيث تكون المسافات كبير بين جزيئاتها وتزداد هذه الصفة مع زيادة الأعلاف الخشنة بمكونات العليقة أن الدرجة المرغوبة من هذه الصفة في العليقة تتوقف على نوع الحيوان وحجمه و تركيب الجهاز الهضمي إضافة

الى مستوى الانتاج، ان العلائق المرتفعة بهذه الصفة تقلل من تناول العلف وقد لا توفر الحاجة الفعلية للحيوان من المركبات الغذائية للانتاج ، بالمقابل فإن العلائق منخفضة الألياف يمكن ان تسبب سوء الهضم بسبب التأثير السلبي في بيئة الكرش (انخفاض pH) سائل الكرش ويتم معالجة مثل هكذا حالة بإضافة معدلات الحموضة مثل بيكربونات الصوديوم والبوتاسيوم لمنع التغير المفاجئ في الحموضة والقاعدية في الكرش.

القابلية الهضمية للحيوانات المختلفة:

تختلف قدرة الحيوانات على هضم الأعلاف الخشنة التي تحتوي على الألياف حيث يلاحظ أن المجترات قامت بهضم مركبات غذائية أكثر بصورة ملحوظة مقارنة الخنازير والارانب، اما الحصان في انه اقل كفاءة بقليل مقارنة بالأبقار بالنسبة هضم الدريس الجيد الان الفرق يكون كبيرا جدا في هضم الدريس الرديء الذي يحتوي نسبة عالية من الألياف. ان سبب ذلك يرجع الى التخمر البكتيري المكثف الذي يحدث في الكرش في المجترات الذي يسبب زيادة في هضم السليلوز والكربوهيدرات المعقدة بصورة كاملة.

إن أكثر الحيوانات غير المجترة لا تتمكن من النمو والتكاثر بصورة اعتيادية إذا تناولت أغذية مرتفعة بالألياف بسبب عدم تمكنها من في هذا النوع من الغذاء.

تأثير مستوى الغذاء المتناول في الهضم :

– ان خفض مستوى التغذية يؤدي الى زيادة كفاءة الحيوان في الهضم والاستفادة من الغذاء ويعزى سبب ذلك إلى زيادة فترة بقاء الغذاء بالجهاز الهضمي واسباب اخرى ايضية.

– الحيوانات غير المجترة يمكنها تناول ثلاث اضعاف احتياجاتها للإدامة دون ان يؤثر ذلك في الهضم بدرجة ملحوظة.

– يكون تأثير زيادة مستوى الأعلاف المركزة في الهضم أكبر مقارنة بزيادة تناول الأعلاف الخشنة في المجترات.

الكربوهيدرات وايضها

تعتبر الكربوهيدرات اكبر مكونات غذاء الحيوانات وذلك لان الماده الجافه النباتية تحتوي نحو ثلاث ارباعها من الكربوهيدرات وبالتالي فان الحيوانات تعتمد في الحصول على غذائها على الكربوهيدرات بشكل أساسي، تنتج الكربوهيدرات في الطبيعة (النباتات) عن طريق تخليقها ضوئيا حيث ان الكلوروفيل يمتص طاقة الضوء من الشمس وتحويلها إلى طاقة كيميائية تساعد وتحولها الى كلوكوز.

تصنيف الكربوهيدرات:

تقسم الكربوهيدرات باختصار الى أصناف هامة في تغذية الحيوانات كما يلي:

1- السكريات الاحادية monosaccharides وتشمل:

- السكريات خماسية الكربون مثل الزايلوز والرايبوز والارابينوز.
- السكريات سداسية الكربون مثل الكلوكوز والفركتوز والكالاكتوز والمانوز.

2- السكريات الثنائية disaccharides وتشمل:

السكروز والمالتوز واللاكتوز والسيلوبيوز

3- السكريات الثلاثية trisaccharides وتشمل :

الرافينوز

4- السكريات المتعددة polysaccharides وتشمل:

- البنتوزان وهي تعطي عند تحللها التام سكريات خماسية ومن الامثلة على البنتوزان:

  ارابيان وزايلان.
- هكسوزان وهي تعطي عند تحللها سكريات سداسية ومن الامثلة عليها:

  النشأ وسليلوز وكلايكوجين واينولين و دكسترين

- سكريات متعددة مختلطة مثل الهيميسليلوز و البكتين والصمغ .

وفيما يلي استعراض لبعض السكريات التي لها اهمية كبيرة في التغذية:

-1حامض الكلوكورونيك: ينتج من اكسدة الكلوكوز اذ تعمل كمادة مضادة للتسمم حيث تتحد مع الفينولات وتكون مواد غير سامة تطرح خارج الجسم، كما أنه ينتج خلال عمليات الأيض بالجسم. كما ويرتبط حامض الكلوكورنيك مع سكر (كلوكوزامين) وهو سكر اميني حلت فيه مجموعة أمين (NH_2) بدل من مجموعة

هيدروكسيل (OH) ويوجد في الكيتين المغلف للافقاريات والميوسين في العصير المعدي واللعاب. إذ يشكل المركبان أحد مكونات الغضاريف المهمة.

-2سكر اللاكتوز: هو سكر الحليب ويتكون من جزيئة من الكلوكوز وأخرى من الكالاكتوز وهو سكر يميني الدورة وتقدر حلاوته حوالي سدس حلاوة السكروز ويشكل حوالي نصف المادة الجافة بالحليب. يساعد اللاكتور في تكوين الحموضة في الأمعاء مما يشجع امتصاص وتمثيل الكالسيوم والفسفور ويثبط نمو البكتريا الضارة والعفن.

-3السيليلوز: عبارة عن كربوهيدرات معقدة مكونة من سلاسل مستقيمة من الكلوكوز ولا يتحلل الا بالاحماض القوية. ان الجهاز الهضمي للثدييات لا تحتوي انزيمات لتحليله لكن البكتريا في الكرش تستطيع تحليله وهذا له اهمية في التغذية. ان السيليلوز يوجد بصورة نقية بالقطن بينما في النباتات واغلفة البذور يكون متحدا مع العديد من المركبات الأخرى وخاصة اللكنين.

-4البنتوسانز : كربوهيدات متعددة تختلف عن السيليلوز اعطائها سكريات خماسية عند تحللها ، وهي اقل مقاومة للاحماض من السليلوز، يشكل البنتوسانز حوالي 20% ن السكريات المعقدة في الدريس وبسبة اقل في الاعلاف المركزة.

-5الهيميسليلوز: تعرف على انها مركبات كربوهيدراتية لا تذوب بالماء ولكنها تذوب بالمحاليل القلوية والاحماض المخففة الى سكريات بسيطة مثل الكلوكوز والاربيان والزيلان اضافة الى احماض يورينية مثل حامض كلوكويوريونيك وكلاكتويوريونيك.

6- اللكنين: مركب معقد غير قابل للهضم وله تركيبة كيمياوية متعددة ويوجد في الاجزاء المتخشبة من النبات والسيقان والجذور. يتكون اللجنين من الكربون والهيدروجين والاوكسجين لكن نسبة الكربون اكثر بكثير مما هو عليه في الكربوهيدرات. يحتوي ايضا على النتروجين بنسبة 1-5% .

أيض الكربوهيدرات:

هناك عمليتان ضروريتان للحياة هما تحول العناصر الغذائية من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون الى سوائل وانسجة وطرد الفضلات المتمثلة بثنائي اوكسيد الكربون والماء. إن مجموع المتغيرات التي تجري على الغذاء خلال تحوله إلى روث يسمى (الايض) والخطوة الاولى في هذه العملية هي الهضم ثم تمتص المواد المهضومة وتدخل في عمليات البناء والهدم.

امتصاص السكريات وايض الكلايكوجين:

ينتج عن هضم الكربوهيدرات في الامعاء الكلوكوز بشكل اساسي اضافة الى السكريات الأخرى والتي تنتقل الى الكبد حيث تتحول الى كلايكوجين وهو الشكل الذي تستخدم به جميع الكربوهيدرات بجسم الحيوان إذ يخزن في الكبد بشكل رئيسي وبكميات محدودة في انسجة الجسم الاخرى خاصة العضلات، يعتبر الكلايكوجين مصدر سهل التيسر للطاقة بالجسم لاستخدامها عند الحاجة. كما أنه يوفر ميكانيكية لحفظ مستوى السكر بالدم، حيث يمنع من ارتفاع السكر بالدم (Hyperglycemia) كما يمنع من انخفاض السكر وحدوث (Hypoglycemia). ان عملية تكوين الكلايكوجين بالكبد يسيطر عليها هورمونات معينة الادرينالين والدايابيتوجينيك تعمل على زيادة مستوى السكر والأنسولين يخفض مستوى السكر بالدم.

إن تفاعلات تكوين الكلايكوجين تكون كما يلي:

$$\text{Glucose} + \text{ATP} \longrightarrow\longrightarrow \text{Glucose } 6\text{-phosphate} + \text{ADP}$$

$$\text{Glucose } 6\text{-phosphate} \longrightarrow\longrightarrow \text{Glucose } 1\text{-phosphate}$$

$$\text{Glucose } 1\text{-phosphate} + \text{UTP} \longrightarrow\longrightarrow \text{UDP- Glucose} + \text{pyrophosphate}$$

$$\text{UDP- Glucose} \longrightarrow\longrightarrow \text{Glycogen} + \text{UDP}$$

امتصاص الأحماض الدهنية الطيارة والاستفادة منها:

تنتج في الكرش كميات كبيرة من الأحماض الدهنية الطيارة الخليك والبروبيونيك والبيوتيريك بفعل الأحياء المجهرية على الغذاء وتمتص هذه النواتج عبر جدار الكرش والشبكية بشكل رئيسي والورقية والأمعاء الغليظة إلى مجرى الدم وتذهب إلى الكبد. هذه الاحماض تمر عبر جدار الكرش الى الكبد حيث يتايض البروبيونيك والبيوتيرك بشكل كامل في جدار الكرش والكبد أما حامض الخليك فينتقل الى الكبد ثم جهاز الدوران والموقع الرئيسة لاكسدته هي الانسجة الدهنية والعضلية .

حامض الخليك يعد المصدر الرئيس للطاقة بالمجترات حيث يتحول حامض الخليك (acetic acid) إلى أسيتيل كو أنزيمِ (Acetyl CoA) وهذا التفاعل يحتاج الى جزيئتين من ATP ثم يدخل الى دورة حامض الكربوكسيل الثلاثي (دورة كرب) وبالتاكسد التام الى ثنائي اوكسيد الكربون والماء ينتج 10 جزيئات من ATP ويكون الناتج الصافي لكل جزيئة من حامض الخليك هو (8 جزيئات ATP) بعد خصم الجزيئتين التي

استخدمت بداية العملية لتنشيط الحامض. اضافة الى ذلك فان حامض الخليك يمكن ان يستخدم مباشرة من الغدة اللبنية لتكوين الدهون اذ تعتبر الخلات المصدر الرئيس للدهن بالحليب.

حامض البروبيونيك هو الحامض الوحيد الذي المكون للكلوكوز بصورة معنوية وهذه العملية مهمة جدا في المجترات لمنع حدوث حالة لان كمية الكلوكوز التي تدخل دم المجترات من الجهاز الهضمي قليلة بسبب تخمر معظم الكربوهيدرات في الكرش الى احماض دهنية كما أن إنتاج الكلوكوز من البروبيونيت يوفر مقدار كافي من الكلوكوز بالدم لمنع الإصابة بالكيتوسز Ketosis . يتفاعل حامض البروبيونيك مع الكوانزيم اي ليكون بروبينايل كو اي (propionyl CoA) الذي بدوره يتحد مع جزيئة من ثنائي اوكسيد الكربون ليكون ميثايلمالونايل كوانزيم اي ($CH3-CH-COOH-COS.COA$) وهذا المركب يتحول الى سكسنيل كو انزيم اي ($COOH-CH2-CH2-COS.COA$) الذي يدخل الى دورة كرب والناتج من الاكسدة الكاملة للبروبيونيك ينتج 18 جزيئة ATP وبعد خصم الطاقة اللازمة خلال سلسلة التفاعلات والبالغة 4 جزيئات ATP يكون صافي الانتاج (14 جزيئة من ATP).

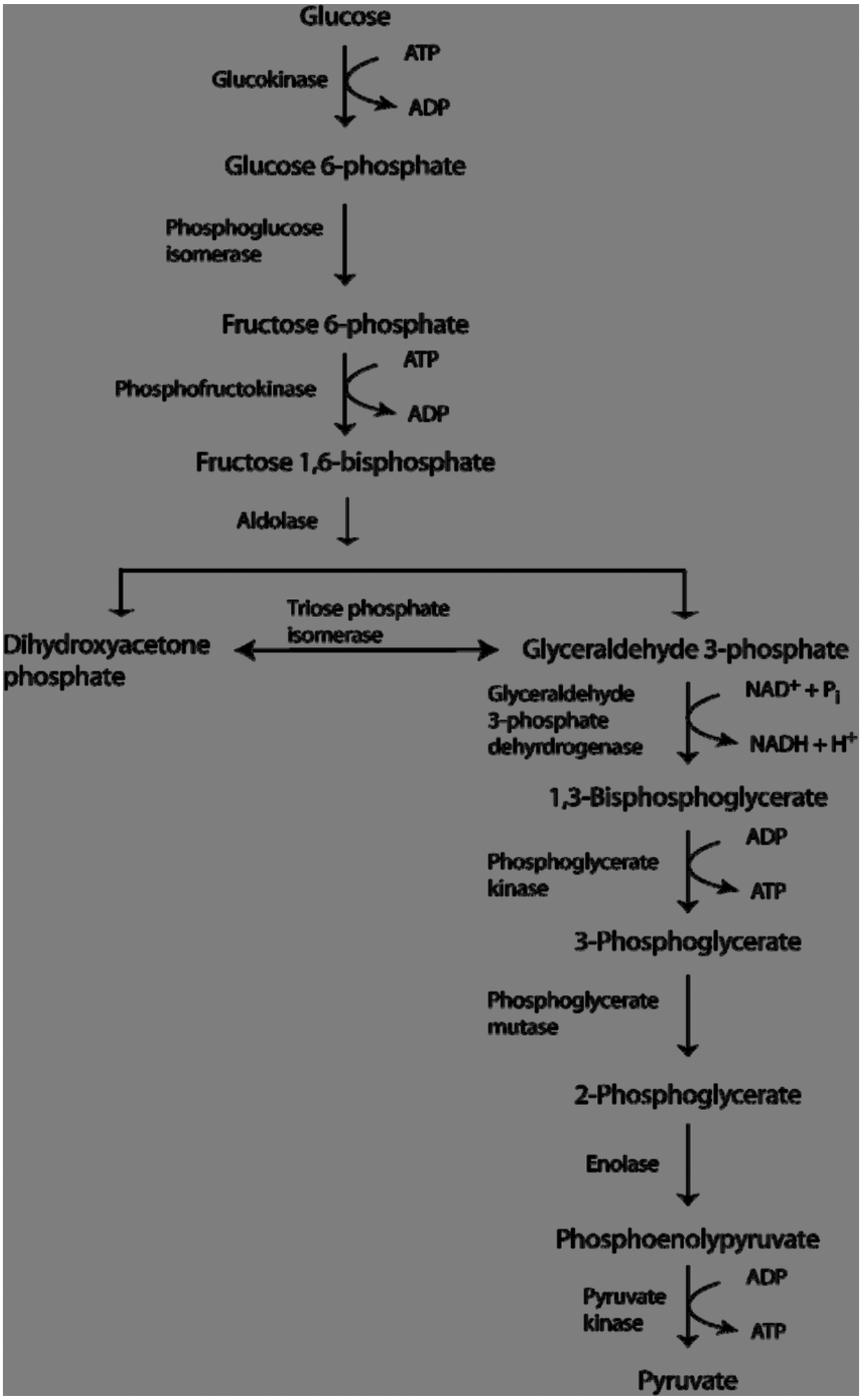
حامض البيوتيريك يتحول الى بيوتيرايل كوانزيم اي (Butyryl CoA) وخلال التفاعلات الوسطية يتم تحويله الى استايل كوانزيم أي (Acetyl CoA) الذي يدخل دورة كرب وينتج عند التاكسد التام الى ثنائي اوكسيد الكربون والماء 27 جزئية من ATP وبعد خصم الطاقة المصروفة خلال سلسلة التفاعلات والتي تقدر بحوالي 7 جزيئات ATP يكون الناتج الصافي 20 جزيئةِ ATP.

هدم الكلوكوز

ايض الكلوكوز

ان الطريق الرئيس لهدم الكلوكوز الى بايروفيت يتم من خلال سلسلة من التفاعلات خلال مسلك glycolytic pathway يشترك فيه احد عشر انزيما وكما مبين في الرسم الاتي. تحت الظروف الهوائية فان كل جزيئة كلوكوز تعطي جزيئتين من البايروفيت تتاكسد الى استايل كوانزيم اي وتدخل دورة كرب لانتاج الطاقة . اما تحت الظروف اللاهوئية كما في الجهد العضلي واستنفاذ الاوكسجين من العضلات فان الناتج يكون اللاكتيت بدل البايروفيت حيث يغادر اللاكتيت العضلات الى الكبد ليتحول هناك الى بيروفيت واستايل كوانزيم اي لإنتاج الطاقة.

التفاعل	جزيئات ATP المتحصلة
تحول جزيئة كلوكوز الى بايروفيت	8
تحول جزيئتين من البايروفيت الى استايل كوانزيم اي	6
تحول جزيئتين من استايل كوانزيم اي الى 2CO وماء	24
المجموع	38



هناك مسلك آخر لهدم الكلوكوز يسمى مسلك هيكسوز فوسفيت (Hexose phoshate shunt) حيث يضاف الفوسفات الى الكلوكوز للتنشيط ويتحول إلى glucose−6−phosphateثم تستمر سلسلة التفاعلات التي ينتج عنها سحب الهيدروجين التي ترتبط مع المرافق الانزيمي (NADP) اضافة الى العديد من المركبا الوسطية مثل سكر الرايبوز المهم في تكوين الاحماض النووية. ان المسلك الكلي للتفاعل يمكن اختصاره بالمعادلة الاتية :

$$\text{glucose-6-phosphate} + 12\ \text{NADP} \rightarrow\rightarrow CO2 + PO_{-3} + 12\ NADPH_2$$

ان اكسدة الكلوكوز في هذا المسلك الذي يحدث في الأنسجة الدهنية يعطي 36 جزيئة من ATP التي تأتي من اكسدة الهيدروجين ويكون الحاصل النهائي 35 جزيئة بعد خصم الجزيئة التي استخدمت في التنشيط بداية المسلك.

تحول السكر الى دهن:

ان قابلية الكبد وانسجة الجسم الاخرى على خزن السكر على شكل كلايكوجين هي قابلية محدودة محدودة ولهذا فعند استهلاك كميات كبيرة من الكربوهيدرات اكثر من الحاجة الآنية لأغراض الطاقة فان السكر يتحول إلى دهون تخزن بالجسم وقد تم الاستدلال على ذلك من خلال تجارب الذبح على توائم الخنازير ذات احجام واوزان متساوية ذبح عدد من الخنازير بداية التجربة وحللت، بينما غذيت البقية على عليقة معروفة التركيب ذات مستوى منخفض من الدهون وبعد فترة من الزمن تم تحليل الحيوانات بعد الذبح ومقارنتها مع المجموعة الاولى وقد دلت النتائج على ان الخنازير قد خزنت كمية من الدهن اكثر من دهن وبروتين الغذاء المتناول وهذا يدل على ان الكربوهيدرات هي مصدر الدهن ، كلك اشار Jourdan وزملاؤه ان دهن الحليب يتكون من الكربوهيدرات.

ان تكوين الدهن من الكلوكوز يشمل على تكوين اثنين من المكونات هما الحامض الدهني والكلسيرول وفي كلتا الحالتين فان الكلوكوز يتهدم اولا بعملية glycolytic لانتاج البايروفيت والذي يستخدم لانتاج الاسيتايل كوانزيم اي (acetyl CoA) الذي يعطي نقطة البداية لتكوين الدهن . ان هذه العملية معقدة لكن باختصار فان جزيئة 2CO تضاف الى الاستايل كو انزيم اي بعملية تسمى (Carboxlation) بوجود الطاقة حيث يتحول الى مالونايل كوانزيم اي ويتم هذا التفاعل بوجود البايوتين كعاكل مساعد ، يتم تفاعل المالونايل كوانزيم اي الناتج مع جزيئة اخرى من الاستايل كوانزيم اي لتكوين بيوتيرايل كوانزيم اي وكنتيجة لتكرار عملية التكثيف هذ تتكون الاحماض الدهنية ذات السلاسل الطويلة.

ولغرض تكوين الكلسيرول فان المركب الناتج من هدم الكلوكوز (فوسفات الاسيتون ثنائي الهيدروكسيل) Dihydroxyaxeton phosphate يتم اختزاله الى كلسيرول فوسفيت glycerol–phosphate والمركب الاخير تضاف اليه جزيئتين من الاسايل كواي (Acyl CoA) ليتحول الى استر ثم تضاف اليه جزيئة اخرى (ثالثة) من الاسايل كواي ليتكون الكلسيرول.

البروتينات وايضها

يعد البروتين مركب اساسي للأعضاء والأنسجة الطبيعية في جسم الحيوان ولهذا من الضروري تجهيز الجسم بكميات مستمرة منه في الغذاء لغرض النمو وترميم الأنسجة ولذلك فان تغيير البروتين الغذاء الى بروتين الجسم يعتبر جزءا هاما جدا من عمليات الايض الغذائية ان مصطلح البروتين يشمل مجموعه كبيره من المواد المتشابهة كثيرا ولكن لكل منها خواص فيسيولوجيه متميزة، كما تختلف البروتينات من نبات الى اخر وهي تختلف عن البروتين الحيواني، أيضا فان من الحيوانات لها بروتيناتها الخاصة.

تتكون البروتين من العناصر الأولية الأساسية الكربون والهيدروجين الاكسجين ومن البروتينات تحتوي على الكبريت وبعضها يحتوي على الحديد والفسفور.

تصنيف البروتينات:

1- **البروتينات البسيطة:** تشمل هذه المجموعة على بروتينات تعطي عند التحلل المائي احماض امينيه ومشتقاتها فقط وتضم هذه المجموعة الالبومين والغلوبيولينات والكلوتينات والبروتينات الموجودة في الأنسجة العضوية والبروتينات الذائبة في الكحول والمواد الشبه الزلالية.

2- البروتينات المرتبطة: تشمل البروتينات البسيطة المرتبطة مع جذر غير بروتيني مثل

أ- البروتينات النووية: تتكون من جزيئات البروتين واحده مرتبطة مع حامض نووي موجودة في اجنه البذور والانسجه الغديه

ب- البروتينات الكربوهيدراتية: هي مركبات تتكون من جزيئات بروتين مع ماده كربوهيدراتية عدا الحامض النووي مثل الميوسين

ج- البروتينات الفوسفاتية: هي مركبات تتكون من جزيئات بروتين مرتبطة مع ماده تحتوي على الفسفور مثل الكازين

د- الهيموكلوبينات: مركبات تتكون من جزيئات بروتين مرتبطة مع الهيماتين

هـ- البروتينات المرتبطة مع اللسثين: مركبات تتكون من جزيئات بروتين مرتبطة مع اللسيثين مثل الانسجة الليفية

3- البروتينات المشتقة: تتكون هذه المجموعة من مركبات تمثل المنتجات المتغيرة او المجزئة بفعل الحرارة العوامل الفيزيائية والكيميائية من البروتينات المتكونة طبيعيا و هذه المجموعة الكبيرة لهذا قسمه الى مجموعه مجموعات ثانويه

أ- بروتينات مشتقة اولية: مثل البروتيانات والبروتينات المتخثرة والميتابروتينات

ب- بروتينات مشتقة ثانوية: مثل البروتيوزات والببتونات والببتيدات

الأحماض الامينية : تمثل الاحماض الأمينية الناتج النهائي لعمليه هدم البروتين حيث انها الوحدات البنائية التي تتكون منها بروتينات الجسم كما تمثل نواتج وسطيه لعمليه هضم البروتين هناك 25 حامض اميني مختلف موجود في البروتينات صنف الاحماض الأمينية الى ما يلي

- الأحماض الامينية الاليفاتية:

1- احماض امينية حاوية على مجموعة واحدة من الامين والكاربوكسيل مثل الالنين والكلايسين والفالين والسيرين والثريونين.

2- احماض امينية تحتوي مجموعة امين واحدة ومجموعتي كاربوكسيل مثل السبارتك والكلوماتيك

3- الأحماض الامينية الحاوية على مجموعتي امين ومجموعة كاربوكسيل واحدة مثل الارجنين واللايسين والسترولين.

4- الأحماض الامينية الحاوية على الكبريت مثل الميثيونين و السيستين

- احماض امينية حاوية على حلقة اروماتية مثل التايروسين والفينايل الانين

- احماض امينية حاوية على حلقات مختلفة مثل الهستدين والبرولين والتايروسين الهيدروكسي برولين

التايروسن ثنائي اليود والثايروكسين: هما حامضان امينيان يحتويان على اليود و يوجدان في الغدة الدرقية.

خواص البروتينات:

1- البروتينات يمكنها ان تتحد مع الحوامض والقواعد بسبب احتوائها على مجموعة امين ومجموعة هيدروكسيل.

2- لكل بروتين درجة تركيز هيدروجيني يميل عندها الى الحامضية والقاعدية بالتساوي.

3- للبروتينات خواص غروية بالمحاليل فهي لا تنفذ خلال الاغشية والمواد الهلامية.

4- تختلف البروتينات في درجة ذوبانها بالمحاليل المختلفة.

5- يمكن ترسيب البروتينات بواسطة العديد من المحاليل مثل سلفات الصوديوم وسلفات المغنيسيوم.

6- تتغير القيمة الغذائية للبروتينات تبعا للعوامل الفيزياوية.

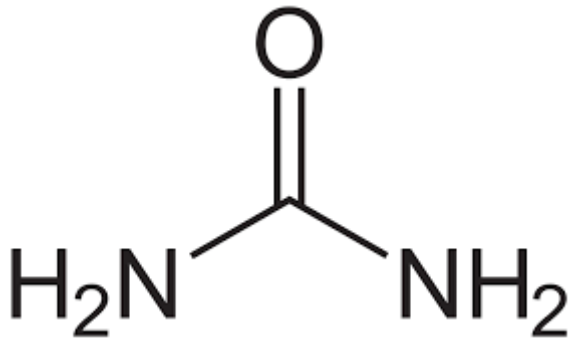
المركبات النيتروجينية غير البروتينية (Non Protein Nitrogen) :

المركبات النيتروجينية الموجودة في الأغذية هي الاميدات الاحماض الأمينية الحرة والكلوكوسيدات النيتروجينة والالكلويدات واملاح المواد النيتروجينية الاخرى ، ان الاميدات والاحماض الأمينية الحرة هي الوحيدة التي توجد بشكل واسع وبكميات كبيره في الاغذية فهي توجد بكثرة في النبات في مراحل نموها الاولى السريعة وقد تصل نسبه المركبات النيتروجينية غير البروتينية حوالي ثلث نسبه النيتروجين الكلى في حشائش المرعى ن كما ان البذور النامية تحتوى على مستوى عالي من مركبات النيتروجين غير البروتينية في بداية نموها ثم تنخفض عندما تكبر، كذلك ترتفع في السيلاج وذلك لان هذه المحاصيل تقطع وهي صغيره لتخميرها كما ان عمليه التخمر تسبب في انتاج هذه المركبات النيتروجينية بسبب تحلل البروتينات. تستغل هذه المركبات النيتروجينية بشكل كفوء في الحيوانات المجترة وان مدى الاستفادة منها

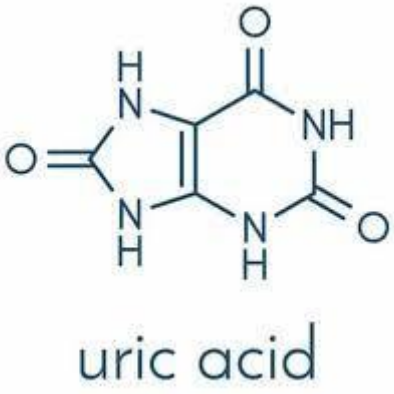
يعتمد على توفر مصدر سريع التحلل من الطاقة مثل المولاس او النشا اذ يمكن ان تستغل كمصدر رخيص الثمن لتكوين البروتين الميكروبي عالي القيمة الغذائية.

اليوريا:

هي اميد ثنائي لحامض الكربونيك وناتج نهائي لتهدم البروتينات في الثدييات وغالبية الاسماك. اما حامض اليوريك فهو ناتج اساسي لهدم البيورين في الانسان وهدم البروتينات بالطيور والزواحف كما انها نواتج افرازية اساسية بالحشرات.



الصيغة التركيبية لليوريا



الصيغة التركيبية لحامض اليوريك

في المجترات يمكن استخدام اليوريا في التغذية كمصدر للنتروجين فهي مصدر رخيص الثمن اذا ما قورنت مع مصادر البروتين الاخرى مثل كسبة فول الصويا حيث تستطيع بكتريا الكرش

من الاستفادة من النيتروجين الناتج عن تحلل اليوريا بالكرش التي عادة ما يكتمل تحللها خلال ساعة ونصف ويستخدم في تكوين البروتين الميكروبي، ان مدى الاستفادة من اليوريا يعتمد على نسبة البروتين بالعليقة فكلما قلت نسبة البروتين بالعليقة زادت نسبة استغلال اليوريا وقلت الكمية التي تطرح في الادرار وبالعكس.

الأحماض الامينية ونوعية البروتين

تم تحديد اهمية الأحماض الامينية في التغذية اعتمادا على تجارب التغذية باستخدام الاغذية النقية واستخدام الأحماض الامينية النقية كمصدر للبروتين اذ تم معرفة اهمية كل حامض اميني ودوره في الايض والانتاج، واستنادا الى هذه الدراسات تم تقسيم الأحماض الامينية الى قسمين اساسية وغير اساسية

1- الأحماض الامينية الاساسية هي تلك الأحماض الامينية التي لا يستطيع الجسم من تكوينها او يكونها بكمية قليلة لا تلبي حاجة الحيوان وبالتالي فمن الاساسي تواجدها في غذاء الحيوان.

2- الأحماض الامينية غير الاساسية هي مجموعة الأحماض الامينية التي يستطيع الجسم من تكوينها بكمية تكفي حاجة الحيوان للإدامة والنمو والإنتاج.

وعليه فان محتوى البروتين من الأحماض الامينية يمكن ان يحدد نوعية البروتين في الاغذية وقيمة هذه الاغذية اذ كلما احتوى الغذاء على كمية من الأحماض الامينية الاساسية تتناسب مع احتياجات الحيوان للإدامة والنمو والانتاج كانت قيمة البروتين الغذائية عالية وبالعكس.

ملاحظة: بسبب قابلية المجترات على الاستفادة من المركبات النيتروجينية اللابروتينية فان نوعية البروتين او الأحماض الامينية الاساسية غير ضرورية في هذه الحيوانات باستثناء الحيوانات ذات الانتاج العالي وذلك لان كمية البروتين الميكروبي التي تتكون بالكرش غير كافية لسد حاجة الحيوانات ويمكن ان يؤدي تغذية الأحماض الامينية الاساسية الى تحسن او زيادة الانتاج.

اختلاف البروتين الحقيقي عن البروتين الخام:

ان البروتين الخام مصطلح يطلق على البروتينات التي تتكون من الأحماض الامينية ومصادر المركبات النيتروجينية اللابروتينية ويمكن الحصول على نسبة البروتين الخام بضرب نسبة النيتروجين الكلي في المعامل 6.25 (هذا المعامل يمثل معدل نسبة النيتروجين في

المواد الغذائية المختلفة اذ تمثل 16% من قيمة البروتين، اي ان قسمة 100 على 16 = 6.25). اما البروتين الحقيقي فهو يطلق على البروتينات التي تتكون حصرا من الأحماض الامينية فقط.

تمثيل البروتين بالكرش:

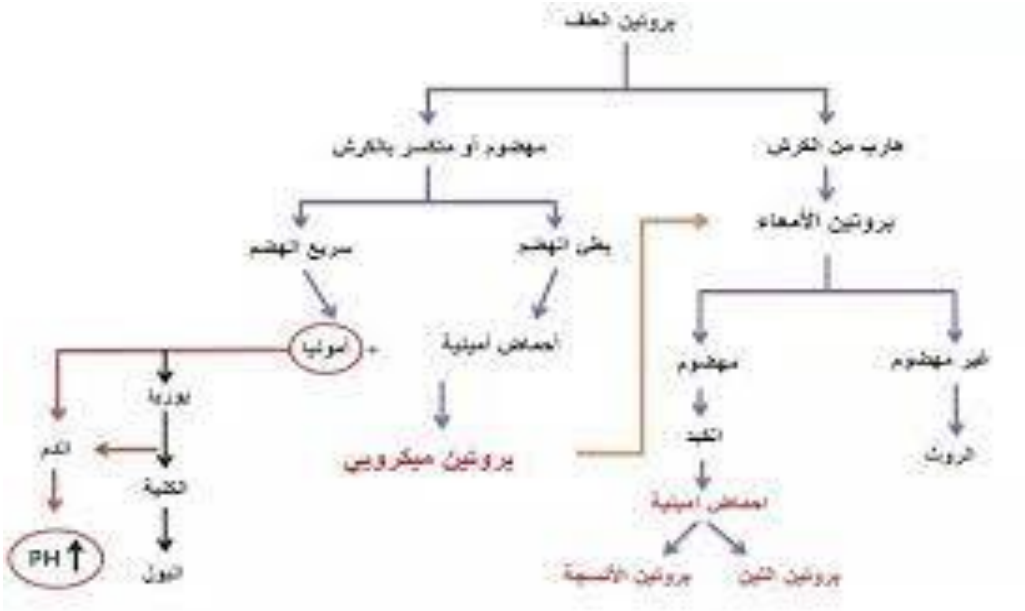
يمكن تلخيص تمثيل البروتين بالكرش بالنقاط التالية:

1- جزء من بروتين الغذاء يهرب من التحلل او الهضم بالكرش والامعاء (بروتين غير مهضوم) ويطرح في الروث

2- جزء من البروتين المتناول يهرب من التحلل بالكرش لكنه يهضم بالأمعاء ويتحول الى احماض امينية تمتص وتنقل الى الكبد ثم تصرف الى انسجة الجسم او الغدة اللبنية.

3- ان جزء المركبات النتروجينية اللابروتينية في الغذاء تتحلل بسرعة بالكرش وتتحول الى امونيا اذ يتم الاستفادة من قسم منها في بناء البروتين الميكروبي اما القسم الاخر فانه ينتقل الى الكبد ويتحول الى يوريا تطرح خارج الجسم عبر الكليتين مع الادرار

4- الجزء الأكبر من بروتين الغذاء يتحلل ببطء بالكرش الى أحماض أمينية والتي يستفاد منها بشكل كبير في تكوين البروتين الميكروبي أما الأحماض الأمينية التي لا يستفاد منها فانها تنزع منها مجموعة الامين وتمتص الى الكبد وتتحول الى يوريا أما السلسلة الكربونية فيتم تحويلها الى أحماض دهنية طيارة.



نيتروجين الروث:

المركبات النيتروجينية بالروث تشمل جزئيا على نيتروجين الغذاء غير المهضوم او غير الممتص والجزء الآخر يحتوي على النيتروجين التمثيلي وهذا الجزء يشمل على مواد من اصل جسمي مثل عصارة الصفراء و عصارات هضمية اخرى والخلايا الطلائية للقناة الهضمية نتيجة مرور الغذاء عليها وبقايا البكتريا ، ان كمية الجزء التمثيلي يتأثر بكمية المادة الجافة المتناولة ومعامل هضمها وحجم الحيوان، اذ مع زيادة كمية الغذاء المتناول تزداد الافرازات وكذلك يزداد بناء وتجديد الخلايا في القناة الهضمية ، اما تأثير حجم الجسم فقد وضحته الدراسات اذ انه عند نفس الكمية المتناولة من العلف فان الحيوانات ذات الحجم الاكبر تفرز نيتروجين تمثيلي اكثر، كما انه عند نفس المستوى من الغذاء المتناول كلما ارتفع معامل هضم البروتين فانه تزداد نسبة النيتروجين التمثيلي. لا يوجد طريقة لفصل النيتروجين التمثيلي عن النيتروجين غير المهضوم من أصل غذائي لكن يمكن قياسه عن طريق استخدام علائق خالية من النيتروجين او باستخدام كميات قليلة صغيرة من البروتين معامل هضمها 100%. وحسب طريقة (توماس– ميشيل) لتقدير القيمة الحيوية للبروتين فقد قدر النيتروجين التمثيلي بكمية 0.1 غم/ 100 غرام من المادة الجافة المتناولة في الفئران وحوالي 0.5 غرام م 100غرام مادة جافة متناولة في المجترات.

معامل الهضم الظاهري والحقيقي للبروتين:

معامل هضم الحقيقي البروتين يعبر عن الجزء الغير المهضوم فقط من الغذاء تمييزاً له عن معامل الهضم الظاهري الذي يمثل مجموع ما يفرز من النيتروجين من أصل الغذاء و النيتروجين تمثيلي، ان النيتروجين التمثيلي الملفوظ في الروث يمثل خسارة يجب ان تؤخذ بنظر الاعتبار وهي مرتبطة كما ذكرنا سابقا مع كميه الغذاء المستهلك ككل ولهذا فان معامل هضم البروتين المقدر غالبا ما تمثل معامل الهضم الظاهري.

التكوين الحيوي للبروتين:

لغرض تكوين البروتينات في الخلايا فانه يستلزم توفر الأحماض الامينية التي تعد المكونات البنائية للبروتين، يتم اولا استنساخ شريط DNA الخاص بالبروتين المراد تكوينه والذي يحتوي على تسلسل الاحماض الامينية في تركيب البروتين وانواعها، يرتبط أحد شريطي DNA مع RNA المراسل (mIRNA) الذي تنتقل اليه المعلومات في نواة الخلية ثم ينفك ويذهب للارتباط مع الرايبوسومات حيث موقع بناء البروتين في السايتوبلازم.

يتم تنشيط الحامض الاميني بواسطة ATP والمرافق الانزيمي الخاص بكل حامش اميني ثم ترتبط مع rRNA الذي يسمى بالناقل لكي بنقلها الى الرايبوسومات اذ ترتبط مع بعضها حسب المعلومات في DNA والمتوفرة في mRNA بواسطة الاصرة الببتيدية وبعد انتهاء تكوين البروتين يتم انفصاله عن الرايبوسوم. ان هذه العملية لا تكتمل ما لم تتوفر كافة الأحماض الامينية بما يتلاءم مع وجودها بالأنسجة كما انها لا تخزن بالأنسجة ولهذا فان الخليط الغير كامل منها يهدم باستمرار ولا يحتفظ به لحين وصول الحامض الاميني المفقود.

الهدم الداخلي والخارجي للبروتين:

افترض العالم فولين عام 1905 نظرية تنص على وجود شكلين لهدم البروتين وهذين الشكلين مستقلان ومختلفان تماما عن بعضهم البعض، الشكل المتغير الذي سماه بالهدم الخارجي يعتمد على مستوى البروتين المستهلك أما النوع الثابت وهو الهضم الداخلي يتناسب

مع حجم الجسم أو بعض العوامل الجسمية الأخرى وتبعا لهذه النظرية فان الهدم الداخلي في مثل العمليات التمثيلية والتي تعتبر ميزة ويمكن توضيحها كما ذكرنا سابقا بإفراز النيتروجين على الرغم من التغذية على علائق خالية من البروتين ولكنها كامله بالعناصر الاخرى

ان هذه النواتج النهائية التي تفرز في الفضلات تميل لان تكون ثابتة لكل وحدة من حجم الجسم ولا يتأثر خواص او كمية بروتين الغذاء النيتروجين الناتج عن الهضم الداخلي الذي يطرح خارج الجسم يجب تعويضها لإدامة وسلامة الأنسجة البروتينية في الجسم، اما الهدم الخارجي يمثل هدم المركبات النيتروجينية الغذائية والتي لم تدخل تكوين الانسجة بالجسم.

الليبيدات (الدهون) وايضها

المواد النباتية والحيوانية تحتوي على مجموعة من المركبات غير الذائبة في الماء لكنها تذوب في الايثر والكلوروفورم والبنزين تسمى الليبيدات وتشمل ايضا على الدهون وبعض المواد ذات العلاقة بها او المواد المشتركة معها مثل الفوسفوليبيدات والستيرولات بعض المركبات وكما هو الحال في الكربوهيدرات فان الدهون تحتوي على الكربون والهيدروجين لكن نسبتها اعلى بكثير من الكربوهيدرات وكما موضح في الجدول التالي:

المادة	الكربون	الهيدروجين	الاوكسجين
الدهن	77	12	11
الكربوهيدرات	44	6	50

تصنيف الدهون:

الليبيدات البسيطة: وهي استرات الأحماض الدهنية مع كحولات مختلفة.

الدهون: في استرات الأحماض الدهنية مع الجلسرين.

الشموع: في استرات الأحماض الدهنية مع كحولات غير الجلسرين.

الليبيدات المركبة: استرات الأحماض الدهنية التي تحتوي على مجاميع اخرى بالإضافة الكحولات والأحماض الدهنية.

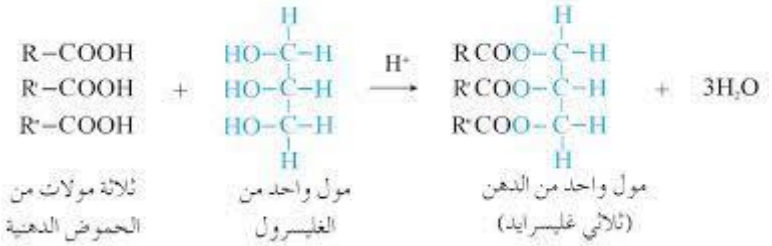
الفوسفولبيدات : هون تعويضية تحتوى على حامض الفوسفوريك والنيتروجين مثل الليسيثين و السيفالين والسفينغومايلين.

الكلايكولبيدات: مركبات تتكون من الأحماض الدهنية مع كربوهيدرات وتحتوي على النتروجين لكن لا تحتوي على حامض الفوسفوريك.

الليبيدات المشتقة: وهي مواد تشتق من المواد السابقة غالبا ما تكون كحولات ذات أوزان جزيئية عالية توجد في الطبيعة مرتبطة مع احماض دهنيه ويذوب في المذيبات العضوية.

تركيب الدهون :

تتركب جزيئة الدهن من ارتباط الكليسيرين (كحول ثلاثي الهيدروكسيل) مع ثلاث جزيئات من الأحماض الدهنية والتي عادة يرمز لها بصيغة (R–COOH) مع ازاحة ثلاث جزيئات ماء .



ان الأحماض الدهنية قد تكون متشابهة أو مختلفة وكمثال اذا ارتبط الجلسرين مع ثلاث جزيئات من حامض البالمتيك فإن الدهن الناتج يكون كليسيريد ثلاثي بسيط ويسمى (Tripalmitin) تراي بالمتين اما اذا ارتبط مع جزيئة من كل من الاوليك والبالماتيك والستيريك فان الدهن الناتج يكون كليسيريد ثلاثي مختلط (palmiti–eleo–starin) . وهذا التفاعل يكون عكسي بمعنى انه يمكن ان يتحلل الدهن الى كليسيرين واحماض دهنية، أما مصطلح (زيت) تستخدم للتصنيف الصناعي للدهون وتدل على ان تلك الدهون سائلة عند حرارة الغرفة ومعظم الدهون النباتية تكون بشكل زيوت والسبب في ذلك يرجع الى طبيعة الأحماض الدهنية المكونة للدهن والتي غالبيتها تكون طويلة السلسلة وغير مشبعة (تحتوي على واحد او أكثر من الاصرة المزدوجة).

العدد اليودي: ان الدهون غير المشبعة ترتبط بسهولة مع اليود حيث ان ذرتين من العنصر ترتبط مع كل اصرة مزدوجة ولهذا فان الرقم اليودي يعد مقياسا لعدم التشبع **ويعرف على انه عدد غرامات اليود التي تمتصها 100 غرام من الدهن.**

عدد التصبن: عندما يغلى الدهن مع قاعدة مثل هيدروكسيد الصوديوم فإنه ينفصل الى كليسيرين وأملاح قاعدية للأحماض الدهنية وهي تسمى بالصابون والعملية تسمى التصبن وهذه العملية تحدث أثناء الهضم تحت تأثير أملاح الصوديوم الموجودة في إفرازات الصفراء وكمية القاعدة اللازمة للتصبن تؤخذ كمقياس لطول سلسلة الحامض الدهني فكلما صغرت جزيئة الدهن كلما ازداد عدد الجزيئات في الغرام الواحد من الدهن ولهذا تزداد كمية القاعدة اللازمة ويسمى هذا بعدد التصبن.

تزنخ الدهون: ان التغيرات التي تطرأ على الدهن بفعل الاكسدة الو التحلل مسؤولة عن تزنخ الدهن وتسبب انتاج البيروكسيدات وهذه لتغيرات تحدث بفعل الحرارة والضوء والرطوبة، ان الدهون المتزنخة تكون ذات نكهات وروائح غير مرغوبة وتقلل من تقبلها كغذاء وبالامكان منع تزنخ الدهون بإضافة بعض المواد التي تعيق عملية التزنخ تسمى مواد مانعة الاكسدة مثل فيتامين E.

دهون الجسم : تصنف دهون الجسم الى مجموعتين وهي الجزء الثابت constant element والجزء المتغير variable element حيث تم الاعتماد على هذا التصنيف بناء على حقيقة أنه خلال الفترات التي يكون فيها الغذاء المستهلك غير كافي فان الجزء المتغير سيجهز الجسم بالطاقة اللازمة للفعاليات الحيوية المختلفة في حين أن الجزء الثابت يبقى متكاملا للمحافظة على التركيبات المهمة، أن الجزء الثابت يمثل ذلك الجزء الضروري الذي ينظم أعمال الخلية ويتكون أساسا من الفوسفوليبيدات و الاسترولات أما الجزء المتغير وهو الجزء الأكبر فيمثل الدهون التي تترسب في الجسم والتي توفر احتياطي للطاقة وهذا الدهن المخزون يتكون أساسا الكليسيريدات الثلاثية.

أيض الليبيدات:

على الرغم من أن كمية الدهون في غذاء الحيوانات بعد الفطام قليلة الا ان لها اهمية غذائية كبيرة كونها تلعب دورا حيويا كما انها تتكون بالجسم بكمية كبيرة وفي الحليب.

– **هضم الدهون** : في الحيوانات المجترة تتحلل الدهون بالكرش بشكل كبير الى كليسيرين واحماض دهنية اذ يتخمر الكليسيرين الى حامض البروبيونيك، بينما يتم اضافة الهيدروجين الى الأحماض غير المشبعة وتحول الى الشكل المشبع، ان منتجات التحلل بالكرش تمر الى الأمعاء الدقيقة باستثناء الكليسيرين

المتخمر. اما في الحيوانات ذات المعدة البسيطة (غير المجترة) تتحلل الكليسيريدات الثلاثية إلى كليسيريدات احادية وأحماض دهنية حرة بفعل انزيم اللايبيز الذي يفرز من البنكرياس بمساعدة عملية التصبن والاستحلاب بفعل أملاح الصفراء والليسثين . وتتشابه عملية هضم الدهن في المجترات وغير المجترات في منطقة الأمعاء. ان الدهون تكون ذات قابلية عالية للهضم وهذه القابلية تتأثر بطول سلسلة الحامض الدهني وحالة التشبع فكلما زاد طول سلسلة الحامض الدهني انخفض هضم الدهن. فان هضم الدهن أقل اكتمالا لأن السيليلوز غير المهضوم الذي يحيط بالدهن يعيق عملية الهضم بشكل كامل، ايضا فان مستخلص الايثر في غذاء آكلات الأعشاب يحتوي نسبيا كمية أكبر من الدهن غير قابل للامتصاص مثل الصبغات.

امتصاص ونقل الدهون

ان المواد الذائبة في الماء الناتجة من عملية الهضم مثل الأحماض الدهنية والكولين يمكن ان يمتصها الغشاء المخاطي في الأمعاء مباشرة، اما الكليسيريدات الأحادية والأحماض الدهنية غير الذائبة فإنها تستحلب بواسطة عصارة الصفراء وتحول الى معقد يسمى المذيلة (micelle) حيث تستطيع استقبال انزيم اللايبيز وتصبح قابلة للذوبان.

(1)- اذ يتم امتصاص الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة مباشرة الى مجرى الدم ثم إلى الكبد .

(2)- الأحماض الدهنية طويلة السلسلة أكثر من 14 ذرة كربون والكليسيريدات الأحادية فإنها تمتص عبر الغشاء المخاطي وتحول الى كليسيريدات ثلاثية مرة اخرى و تربط مع البروتين لتكون كايلومايكرون بعدها تنتقل عبر الجهاز اللمفاوي بسبب وزنها الجزيئي الكبير ثم تدخل الدم قرب القلب في القناة الصدرية ثم تذهب الى الكبد .

الكايلومايكرون : هو مركب غروي معقد تتكون من الكليسيريدات الثلاثية مع كميات قليلة من الفوسفولبيدات والبروتينات ويمثل الشكل الذي تنتقل فيه الكلسريدات الثلاثية من الأمعاء الى الكبد والانسجة الدهنية.

خزن الدهن : الطاقة المخزونة في الجسم تكون على شكل كليسريدات ثلاثية بصورة عامة وهذا الحزن يحدث في الانسجة الدهنية اما مباشرة من الأحماض الدهنية في الغذاء أو تكوينه من الكربوهيدرات او بعض الاحماض الامينية ان الانسجة الدهنية يمكنها إزالة الأحماض الدهنية او الكلوكوز من الدم لتكوين الكليسريدات الثلاثية وبما يتناسب مع احتياجات الجسم وعلى وجه التقدير فإن 50% من الانسجة الدهنية توجد تحت الجلد ويسمى دهن تحت الجلد subcutaneous fat وباقي الدهن يتوزع حول الأعضاء خاصة الكليتين والأمعاء والعضلات. أن الانسجة الدهنية ليست خاملة وإنما مجهزة بالأعصاب والأوعية الدموية ونتيجة لذلك فإنه يحدث فيها تفاعلات مختلفة مثل تحويل الاحماض الدهنية المشبعة الى غير مشبعة، كما ان الأحماض الممتصة تتداخل مع الأحماض الدهنية المخزونة وبعض الأحماض تتحول الى اخرى باستمرار والبعض الاخر قد يتجزأ او يرتبط مع الكليسرين ويعود ثانية للخزن.

لقد أوضحت الدراسات أن الدهون المترسبة في الجسم تختلف في محتواها من الماء اذ يتراوح بين 4.5-14.5% والمحتوى من النتروجين يتراوح بين 0.18-0.63%. عندما يتم استهلاك المخزون الدهني لتجديد الطاقة فإن الماء يبقى بدلا من الدهن وتم الاستدلال بذلك في حالة الإنسان بعد تقدير الماء المستهلك والماء الخارج. وهذا ما يلاحظ في الاشخاص السمان حيث تبقى أوزانهم ثابتة أو تزداد عند نقص الغذاء المتناول لان الماء كان يخزن بالجسم بالرغم من استنفاذ الدهن.

مصدر الغذاء وطبيعة الدهن بالجسم:

كما ذكر سابقا ان الدهن المترسب بالجسم مصدره الكربوهيدرات والأحماض الدهنية المختلفة وهذه الحقيقة توضح سبب الاخلاف في درجة صلابة والتي تعتبر عاملا مهما في القيمة التسويقية لتربية الحيوانات، وعموما فان الدهون المتكونة من الكربوهيدرات أكثر تشبعا ولذا فهي تكون دهن جسم أكثر صلابة من الدهون الموجودة في المصادر النباتية. بينما تتباين النتائج عند استخدام بذور زيتية تختلف في المحتوى من الأحماض الدهنية غير المشبعة اذ مع زيادة الأحماض غير المشبعة تقل صلابة الدهن وتكون أكثر ليونة وهذا التأثير قد يتأثر بعدة عوامل مثل (1) مع تقدم العمر تزداد صلابة الدهن بسبب زيادة معدل الترسيب الذي يتسبب بزيادة الدهن المكون من الكربوهيدرات (2) يتغير تركيب الدهن حسب نوع العليقة إذ مع زيادة التغذية على عليقة غنية بالدهون غير المشبعة ترسب الدهون بالجسم يكون اقل صلابة ويتغير نحو الصلابة مع التغذية على علائق غنية بالدهون المشبعة. هذا الكلام ينطبق كذلك على دهن الحليب اذ ان طبيعة وكمية دهن الغذاء تؤثر كثيرا في طبيعة دهن الحليب.

هدم الدهون:

يتحلل الدهن الى جزيئة واحدة من الكليسيرين وثلاث أحماض دهنية، يتايض الكليسرين اذ يتحول اولا الى فوسفات كليسرين ثم إلى فوسفات الاسيتون ثنائي الهيدروكسيل (Dihydroxyacetone phosphate) واخيرا الى استيل كوانزيم اي (acetyl CoA) والذي يدخل الى دورة كرب، ان الهدم التام للكليسرين الى ثنائي اوكسيد الكربون والماء ينتج 22 جزيئة من ATP.

اما تكسير الحامض الدهني فيتم بواسطة عملية بيتا اوكسديشن (B-Oxidation) اذ يتم خلالها ازالة جزيئتين من الكاربون في كل دورة على شكل استايل كوانزيم اي، فعند أخذ الحامض الدهني البالمتيك كمثال وهو يتكون من 16 ذرة كربون فهو يتحد مع الكوانزيم اي لكي ينشط ومن خلال سلسلة تفاعلات عملية B-oxidation فان الحامض يتجزأ الى حامض دهني يتكون من 14 ذرة كربون واستيل كوانزيم اي (الذي يحتوي ذرتي الكربون المنسلخة) وينتج خلال العملية 5 جزيئات من ATP. وتستمر عملية التجزئة على الحامض الدهني المكون من 14 ذرة كربون بحيث في النهاية تكون المحصلة إنتاج 8 جزيئات من استيل كوانزيم اي. وكمية الطاقة المنتجة كما في الجدول الاتي:

مرحلة التفاعل	الطاقة المصروفة ATP	الطاقة الناتجة ATP
تنشيط حامض البالمتيك الى بالموتايل كو اي	2	—--
بالموتايل كو اي الى 8 استيل كو اي	------	7*5 = 35
استيل كو اي الى ماء وثنائي اوكسيد الكربون	-------	12*8 =96
مجموع ATP الناتجة من الحامض البالمتيك	-------	129

الاحماض الدهنية الاساسية:

لقد اوضحت الدراسات التي اجريت من قبل العالمان Bur and Bur ان تغذية الفئران على عليقة خالية من الدهن تسبب تقرن جلد الفئران وانخفاض النمو والتناسل وادرار الحليب وان اضافة اللينوليك النقي كان له تأثير في منع وعلاج هذه الحالة لكن الأحماض المشبعة لم تكن مؤثرة وقد وجد مفعول جزئي لكل من حامض اللينولينك والاراجدونيك ومنذ ذلك الحين عدت هذه الأحماض بالأحماض الدهنية الاساسية وتم تشخيص اعراض نقصها في جميع الحيوانات الزراعية وكذلك في الاطفال، وقد ثبت عدم تكوينها من قبل بكتريا الكرش. ان اللينوليك يعد فسلجيا هو الحامض الدهني الأساسي اذ يمكن تكوين كل من اللينولينك والاراجيدونيك من اللينوليك بوجود فيتامين B12 كعامل مساعد.

الكيتوزية: هي حالة فسيولوجية وليست مرضية سببها تراكم المركبات الكيتونية الثلاث (الاسيتون والاسيتواسيتيت وبيتا هيدروكسي بيوتيريك) في الدم والتي تتكون نتيجة لعدم تصريف الاستيل كوانزيم اي الناتجة عن هدم الدهون ضمن المسلك الطبيعي لها في دورة كرب في الكبد بسبب نقص oxaloacetate نتيجة عدم التغذية على كمية كافية من الكربوهيدرات هذه الحالة تسبب (1) زيادة تراكم الكيتونات بالدم مؤديا للاصابة بالاسيتونيميا وزيادة ظهورها بالبول يسبب اسيتويوريا (2) استهلاك المخزون القاعدي للدم مسببا حموضة الدم (3) انخفاض قدرة الدم على التخلص من ثنائي اوكسيد الكربون وهذا يسبب الاغماء (4) استهلاك احتياطي الكلايكوجين في الجسم وفقدان الشهية وانخفاض نسبة السكر بالدم (5) انخفاض انتاج الحليب.

بالإمكان معالجة هذه الحالة عن طريق (1) الحقن بالكلوكوز (2) الحقن بهرمون الكورتيزون الذي يؤدي إلى إنتاج الكلايكوجين من هدم البروتين (3) التغذية على صوديوم بروبيونيت وبروبيلين غلايكول باعتبارهما مصدر تصنيع الكلوكوز المضاد لمسببات الكيتوسز.

هضم البروتينات في الحيوانات غير المجترات

يتم هضم البروتين الغذائي المتناول من قبل الحيوان عبر القناه الهضمية بواسطه الانزيمات حيث تتأثر البروتينات بالأنزيمات التي تفرز في المعدة و من البنكرياس وفي الامعاء الدقيقة حيث تعمل هذه الانزيمات على تجزئه البروتينات المختلفة الى احماض امينيه ونواتج نهائية قابله للامتصاص.

ان اهم الانزيمات التي تعمل على هضم البروتينات **هي:**

الرنين: يفرز من البطانة المخاطية للمعدة يعمل على تخثر بروتين الحليب.

الببسين: يفرز من البطانة المخاطية للمعدة يعمل على تحلل البروتينات الى ببتيدات متعددة.

تربسين: يفرز من البنكرياس يعمل على تحلل نواتج هدم البروتينات وينتج عن ذلك الببتيدات والبروتيوس الاحماض الأمينية.

كيموتربسين و كاربوكسي ببتيديز: نفس التربسين

امينو ببتيديز: يفرز من الامعاء الدقيقة يعمل على تحلل نواتج هضم البروتينات الى ببتيدات واحماض امينية.

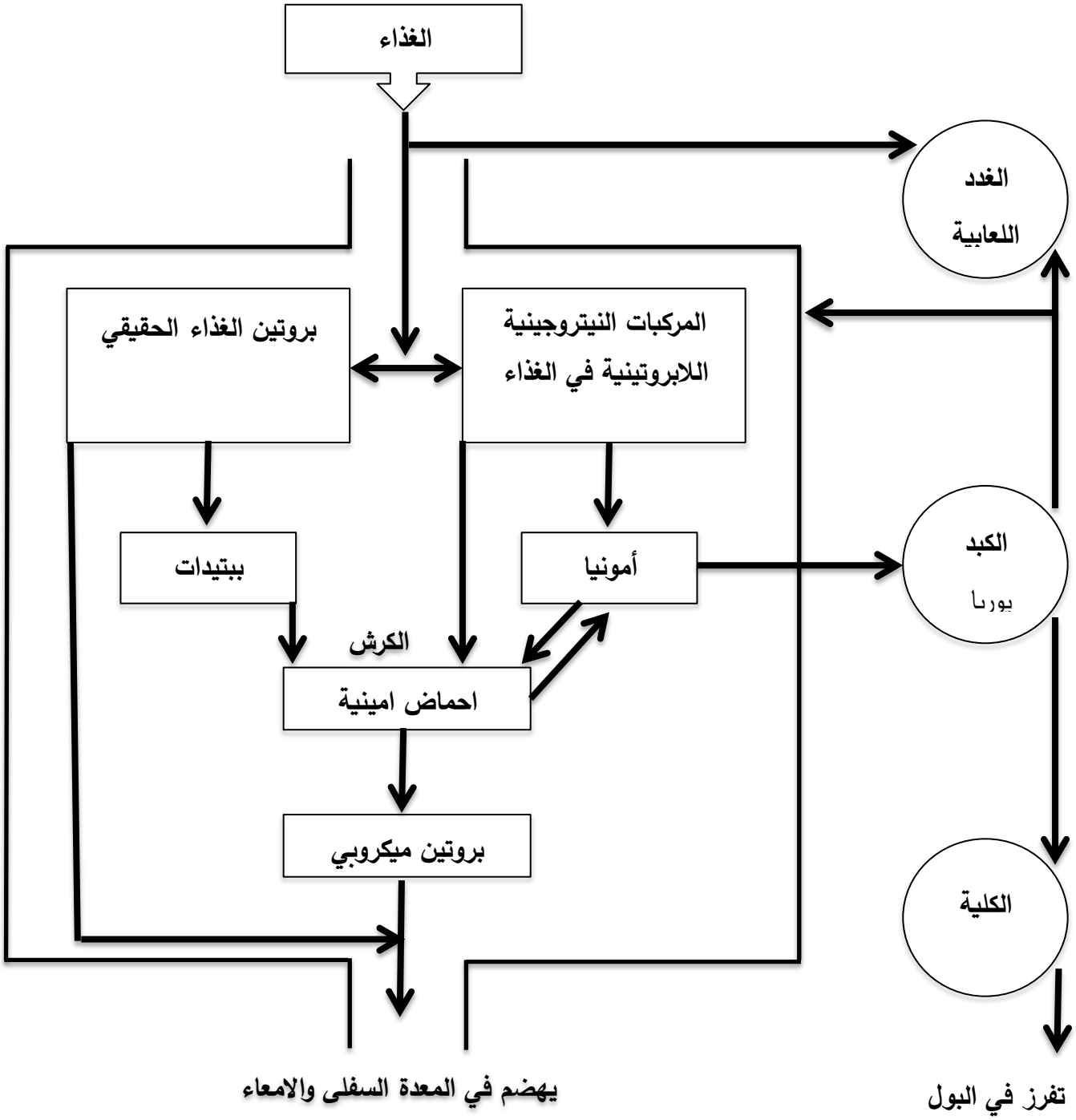
ان عمليه الهضم الانزيمي للبروتين مهمه جدا وخاصه لتوفير الاحماض الأمينية اللازمة في بناء بروتين الخلايا والأنسجة وهذا يعني ان البروتين المعقد والصعب الهضم يمكن ان يؤدي الى نقص احد الاحماض الأمينية اللازمة في بناء البروتين و بالتالي الى عدم اكتمال عمليه البناء.

هضم البروتين في الحيوانات المجترة

يختلف هضم البروتين في الحيوانات المجترة عما هو عليه في الحيوانات اللامجترات حيث يتم هضمه كما وضح في اعلاه بواسطه الانزيمات التي تفرز من القناه الهضمية اما في الحيوانات المجترة فيكون الهضم في مرحلتين **الاول** في الكرش والهضم **الثاني** في الامعاء

الهضم في الكرش: من المعروف ان الكرش يحتوي على عدد كبير من الاحياء المجهرية التي تعيش بصوره تعايشيه مع الحيوان الذي يتناول الغذاء ويقدمه للأحياء المجهرية التي تقوم بمهاجمته فتعمل على تحليله وتمثيله لما تحتاجه لا دامه الحياه وتكاثرها والحيوان بدوره يستفاد من نواتج الهضم هذه.

المخطط التالي يمكن ان **يوضح** هضم تمثيل البروتين في الكرش.



ومن ملاحظه الشكل في اعلاه نجد ان بروتين الغذاء المتناول يمكن ان يخضع لسلسله من العمليات تنتقل نواتجها الى القناه الهضمية. فيلاحظ ان جزء من البروتين الغذائي يمكن ان يجتاز الكرش بدون اي تغيير وهذا يعتمد على نوع البروتين المتناول فكلما قلت درجه تحليل البروتين اي زياده مقاومه البروتين للتحلل من قبل الاحياء المجهرية زادت كميه البروتين الذي يجتاز الكرش الى الامعاء وبدون تحلل ان الجزء الاكبر من البروتين يتحلل داخل الكرش وينتج الببتيدات والاحماض الأمينية والامونيا وبوجود الأحماض الدهنية الطيارة والكلوكوز التي تستخدم كمصدر للطاقة من جهة والسلسلة الكاربونيه، من جهة اخرى تقوم الاحياء المجهرية

ببناء البروتين الميكروبي وبتكاثر الأحياء المجهرية في الكرش فأن كميات كبيره من هذه الاحياء تنتقل الى الامعاء والتي تمثل البروتين الميكروبي.

في المرحلة الثانية من الهضم التي تتم في الامعاء وحيث يهضم البروتين الميكروبي وبروتين الغذاء الذي اجتياز الكرش بدون تحلل بواسطه الانزيمات التي تفرز من الامعاء والتي ينتج عنها الاحماض الامينية، يمكن ان تمتص وتذهب الى خلايا الجسم المختلفة للاستفادة منها .

مركبات النيتروجينية غير البروتينية Nitrogen Compound Non Protein

يطلق تسميه البروتين الخام على جميع المركبات النيتروجينية الموجودة في الأغذية وهي بذلك تشمل البروتين الحقيقي والمركبات النيتروجينية اللابروتينية (NPN) وهي توجد في الأغذية منها الاميدات والاحماض الأمينية الطليقة واملاح الامونيا. ان الاميدات والاحماض الأمينية الحرة هي التي توجد بشكل واسع وبكميات كبيره في الاغذيه فهي تشكل حوالي ثلث النيتروجين الكلي في حشائش المراعي والبذور الناميه التي تحتوي على نسبه عالية من (NPN) في البداية ولكنها تنخفض عند الكبر. ويحتوي السيلاج نسبه مرتفعة من (NPN) حيث يصنع من المحاصيل التي تقطع وهي صغيره من جهة وعمليات التخمر التي تحدث للنبات اثناء التخمر من جهة أخرى. بالإضافة الى ان (NPN) الموجود في الأغذية يوجد عدد من المواد المهمة في التغذية، اما المنتجات الوسطية او النهائية لعمليات تمثيل البروتين او كمكونات ضرورية فعال للأنسجة والافرازات.

اليوريا Urea

هو اميد ثنائي لحامض الكربونيل وناتج نهائي اساسي لتأيض النيتروجين في الثدييات، وحماض اليوريك هو الناتج النهائي لتهدم البيورين في الانسان ولهدم البروتين في الطيور.

حامض الهيبوريك hipuric acid

يوجد بكميات ملحوظة في البول للحيوانات اكلة الاعشاب وبكميات اقل في بول الحيوانات الاخرى، والخليط المكون من حامض البنزويك Benzoic Acid والحامض الاميني الكلايسين Glycine يسمى بنزويك كلايسين Benzoyl Glycine والذي يعتبر مضاد للتسمم حماض البنزويك لا يتمكن الجسم من استغلاله بل يكون ضارا حيث يعاد تشكيلة وذلك بارتباطه مع الكلايسين و ينتج ماده غير سامه يسهل التخلص منها.

امكانيه استخدام المركبات النيتروجينية غير البروتينية (NPN) في تغذيه المجترات

بالنظر لعمليه هضم البروتين في الكرش والتي سبق ان شرحت سابقا فان بالإمكان الاستفادة من (NPN) في تغذيه المجترات حيث ان وجود نسبه محدودة من هذه المادة لا تزيد عن 2 % من مكونات

العليقة اذا ما يعادل حوالي ثلث بروتين خام العليقة. وهنا لا بد من الإشارة الى ان استخدام هذه المواد في تغذيه المجترات يتطلب توفير وجود بعض الشروط منها توفر مصدر سريع التحلل من الطاقة اذ ان عاده تتحلل بسرعه داخل الكرش او تصل الى اعلى مستوى لها بعد ساعتين ولكي تستفيد الاحياء المجهرية من هذه المادة وتحويلها الى ماده بروتينيه داخل جسمها، ان الفكرة الأساسية من امكانيه استخدام (NPN) في علائق المجترات هي ان (NPN) تتحلل بفعل الاحياء المجهرية تنتج الامونيا والتي تعتبر المصدر الرئيسي لتجهيز النيتروجين للأحياء المجهرية التي بدورها تعيد بناء الاحماض الأمينية الخاصة بناء اجسامها وكنتيجة لتكاثر الاحياء المجهرية التي تشكل كتله بروتينيه التي تندفع الى الجزء الخلفي من القناه الهضمية اذ تهضم هذه الكتلة البروتينية بفعل الانزيمات التي تفرز من القناه الهضمية حيث تتحرر الاحماض الأمينية والتي تمتص وتذهب الى خلايا الجسم.

نيتروجين الروث **Fecal nitrogen**

المركبات النيتروجينية التي تفرز في الروث تحتوي جزئياً على نيتروجين الغذاء المهضوم او غير الممتص والجزء الاخر يحتوي على ما يسمى نيتروجين الروث التمثيلي وهذا الجزء التمثيلي يشمل موادا من اصل جسمي كعصارة الصفراء وعصارات هضمية اخرى كالخلايا الطلائية من القناه الهضمية التي تتلف نتيجة مرور الغذاء عليها و كبقايا البكتيريا ايضا وعلى اي حال فاذا ما تكلمنا بشكل محدود فان النيتروجين في البقايا البكتيرية يجب اعتبار ان جزءا منه على الاقل من اصل غذائي.

ووجود نيتروجين الروث التمثيلي بهذا التميز عن النيتروجين غير المهضوم يوضح حقيقه انا الروث المفرز خارج الجسم عند التغذية على علائق خاليه من النيتروجين يحتوي دائما على مركبات نيتروجينيه والسبب في هذا التميز هو ان هذين الجزئيين هما من اصول مختلفة.

اما الجزء التمثيلي للنيتروجين **يعتمد على**

١- كميه المادة الجافه الكلية المستهلكة ومعامل هضمها، ولهذا فان النيتروجين التمثيلي يزداد بزياده الغذاء المتناول والسبب هو زياده افراز العصارات الهاضمة وكذلك يتعاظم بناء وتجديد الخلايا التي تحد القناه الهضمي.

٢- حجم الجسم: كذلك يزداد نيتروجين الروث بزياده حجم الجسم وذلك لان بعض المكونات النيتروجينية للصفراء وربما بعض الافرازات الهاضمة الاخرى التي تمثل الافرازات الهضمية للتمثيل الجسمي غير مرتبطة مع الغذاء المتناول.

٣- عند مستوى معين من الغذاء المتناول كلما زاد معامل هضم البروتين كلما زادت نسبه نيتروجين الروث.

٤- في حالة اكلاة الحشائش التي تناول بروتين ذات معامل هضم منخفض فان نسبه النيتروجين التمثيلي يكون منخفض.

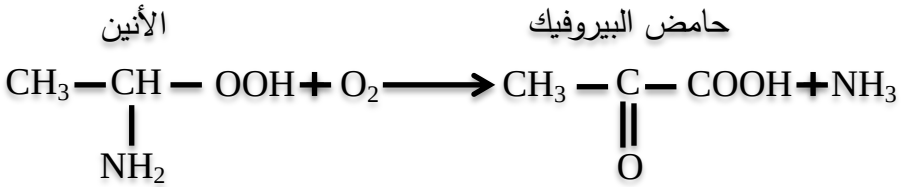
تصريف الاحماض الأمينية الممتصة

نواتج هضم المواد النيتروجينية تدخل مجرى الدم الامعاء على شكل احماض امينيه وكميات صغيره من الامونيا والببتيدات. ان الاحماض الأمينية يمكن ان تظهر بإحدى الطرق التالية:

١- يتم تمثيلها الى انسجه بروتينيه كمكونات للأنسجة لتكوين البروتين من المركبات النيتروجينية الإفرازية خاصه لإفراز الحليب وبناء الأنسجة المتهدمة وصنع الانزيمات.

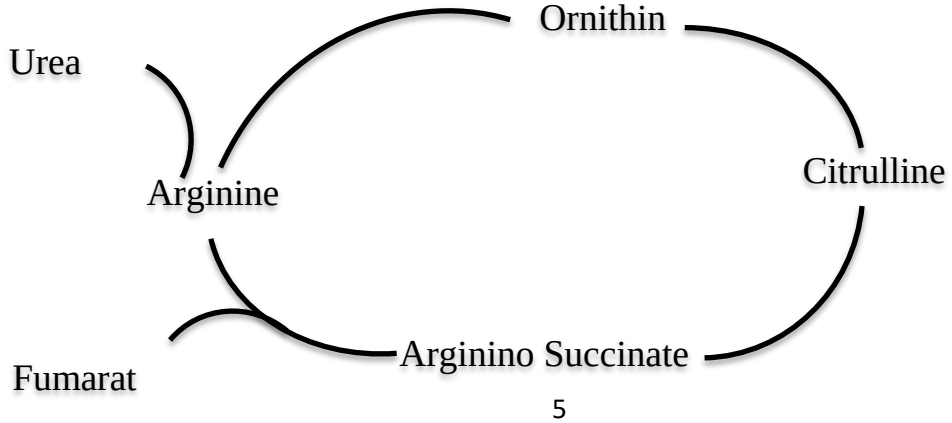
وفي بعض الحالات تكون هنالك حاجه في لواحد او اكثر من الاحماض الأمينية الخاصة كمثال فان الفينايل الانين والتيروسين هما الوحيدان اللذان في تركيب هرموني الثيروكسين والادرينالين.

٢-عزل مجموعه الامين من السلسلة الكربونية وأحد طرق العزل يكون بواسطه الأكسدة و تكوين حامض كيتوني.



او يكون نقل مجموعه الامين من حامض الى اخر وتكوين الكلوتاميك ومن ثم نزع مجموعه الامين ويتحول الى امونيا وحامض الفا كيتو كلوتاريك.

ان التخلص من الامونيا هو باتحادها في البداية مع الكاربون لتكوين حامض الكاربامياك Carbamic Acid الذي تحدث له عملية فسفرة ويتحول فيما بعد الى فوسفات الكاربامياك Carbamoyl Phosphate هذا التفاعل يحتاج الى وحدتين من (2ATP) ثم يدخل الى دوره اليوريا Urea وهي ترتبط مع الاورنثين Ornithin وتعطي السيرولين Citrulline والذي يتحول بدوره بواسطه الطاقة الى ارجنينوسكنيت Arginino Succinate الذي ينشطر الى ملح حامض الفيوماريك Fumarat الذي يترك الدورة والارجنين Arginine يتحول إلى يوريا.



العملية الكلية لتكوين جزيئه واحده من اليوريا من جزيئه امونيا تحتاج الى 4 جزيئات من ATP.

- المادة الرئيسية التي تفرز خارجاً في الطيور هي حامض اليوريك بدلا من اليوريا، تنتج الامونيا بواسطه عزل مجموعه الامين تبعا لذلك فأن هذه العملية تسلك مسلكاً مغايراً.
- بعض الاحماض لم تتحلل بشكل كامل مثل حلقه التربتوفان ولكن تفرز في الروث على شكل حلقة اندول Indole وسكاتول Skatole .
- الاختلاف بين هدم الاحماض الأمينية وكلا من الكربوهيدرات والدهون ان نسبه من طاقه البروتين تفقد في البول اضافه الى سحب 4 جزيئات من الATP لتكوين جزيئه اليوريا من جزيئة الامونيا.

العناصر اللاعضوية وأيضها

الوظائف العامة للعناصر اللاعضوية: العناصر اللاعضوية لها وظائف اساسيه في الجسم يمكن ايجازها في النقاط الأتية:

1- تدخل في تركيب العظام والاسنان وتكسب الهيكل العظمي صلابه وقوه.

2- تدخل في تركيب المركبات العضوية مثل البروتينات والدهون.

3- تلعب دورا مهما في عمل الانزيمات ووظائها.

4- تعمل كأملاح ذائبة في الدم وسوائل الجسم.

5- تنظم الضغط الازموزي والتوازن الحامض القاعدي.

6- تؤثر في حركه العضلات وايعازات الاعصاب.

1- الكالسيوم والفسفور: يتكون رماد الجسم من 70% او اكثر من الكالسيوم والفسفور ويوجد هذين العنصرين متحدين مع بعضهما، ونقص احداهما في الغذاء يحدد من القيمة الغذائية معاً.

العلاقة بين الكالسيوم والفسفور وفيتامين D:

ان التغذية الوافية (المناسبة) للكالسيوم والفسفور تتوقف على عوامل **ثلاثة:**

1- وهي توفير كميه كافيه من كل منهما.

2- النسبة الملائمة بين هذين العنصرين.

3- وجود فيتامين D.

وهذه العوامل تعتبر متداخله مع بعضها اذ لابد من توفر الكميات الكافية من الكالسيوم والفسفور كشرط اساسي في التغذية وان الانتفاع منها يكون بكفاءة اعلى عندما تتوفر النسبة المناسبة بينهما. ان النسبة المثالية بين الكالسيوم الى الفسفور هي 2 : 1 وان الزيادة او النقصان عن هذه النسبة تقلل من كفاءة الاستفادة من كل منهما وقد وجد ان العلاقة التي تحتوي 10 اجزاء كالسيوم الى جزء واحد من الفسفور(10 : 1) لا تؤيض بكفاءة وان كانت كميه الفسفور كافيه للتأيض في الحالات الاعتيادية. وهذا يحصل ايضا اذا انعكست النسبة (1 : 10) وان اهميه هذه النسبة تقل عند توفر كميه كافيه من فيتامين D في العليقة ويكون تأيضها اكثر كفاءه، وعند خلو العليقة من الفيتامين يضعف هضم هذين العنصرين وتأيضهما وان كانت بقيه العوامل مناسبه (نسبه الكالسيوم الى الفسفور وكميه كل منهما).ان اهمية هذه العوامل المتداخلة تختلف بين الحيوانات ونوع الوظيفة المراد دراستها.

امتصاص وابراز الكالسيوم والفسفور:

يعتمد امتصاص الكالسيوم والفسفور على قابليه ذوبانها عند التلامس مع الاغشيه الممتصة. وهناك عده عوامل تساعد على امتصاص هذين العنصرين او احدهما دون الاخر وهي:

1- الوسط الحامضي يمنع تكوين فوسفات الكالسيوم الثلاثية غير القابلة للذوبان وبالتالي يزداد الامتصاص.

2- وجود سكر اللاكتوز يوفر وسط حامضي في القناه الهضمية فيساعد على هضمهما وامتصاصهما ومن ثم تأيضها.

3- تناول كميات كبيره من الحديد او المغنيسيوم او الالمنيوم يقلل من امتصاص الفسفور.

4- الاوكاليت والفايتين تقلل من امتصاص الكالسيوم.

5- زياده الاحماض الدهنية في الغذاء يقلل من الاستفادة من الكالسيوم من خلال تكوين املاح الكالسيوم، بالرغم من ان وجود كميه معينه من الدهون يساعد على امتصاصه.

6- ارتفاع نسبة اي منهما على الاخر عن الحد المناسب تؤثر في امتصاص العنصر الاخر.

7- زيادة او نقصان الكميه المتناولة منها ضمن حدود معينه يزيد من كفاءة الامتصاص.

ان مصدر طرح الكالسيوم والفسفور هو الادرار اضافة للروث والكمية التي تطرح في كل من الروث والادرار تختلف باختلاف نوع الحيوان ونوع الغذاء والعمر والروث يعتبر الممر الرئيسي لطرح الكالسيوم في جميع انواع الحيوانات وللفسفور في الحيوانات اكله الاعشاب. في حين يعتبر البول الممر الرئيسي للفسفور في الحيوانات اكلات اللحوم. وان تعبير الامتصاص الصافي يشير الى كميه الكالسيوم والفسفور المتبقية (المحتجزة) في الجسم وهي تقاس بتجارب التوازن عن طريق معرفه الكميه المتناولة والمطروح مع البول والادرار.

2- المغنيسيوم: يوجد بكميات قليله في الجسم الحيوان ويوجد حوالي 70% منه في الهيكل العظمي والبقيه تنتشر في سوائل الجسم والأنسجة الطربة.

وظائف المغنيسيوم:

1- تدخل كمكون اساسي للعظام والاسنان.

2- يعتبر منشط لفعل الانزيمات المختلفة وخاصه الانزيمات ATP و ADP.

3- يساعد في عمليات الجسم المختلفة

4- له دور نافع في منع الكساح من خلال تداخله مع الكالسيوم والفسفور.

اعراض نقص المغنيسيوم:

1- انخفاض مستواه في الدم مع ثبات نسبتي الكالسيوم والفسفور.

2- توسع الأوعية الدموية والتهيج العصبي وطيات في المخ والموت (في الفئران).

3- ترسب كميات كبيره من الكالسيوم في الشرايين والعضلات ونسيج القلب عند اختلاف تراكيز المغنيسيوم والكالسيوم والفسفور.

4- الإصابة بحاله التشنج وسميت بالتشنج الحشيشي.

علاقه المغنيسيوم بالكالسيوم والفوسفور:

يتبع المغنيسيوم والكالسيوم والفسفور من حيث اماكن توزيعه وفي عمليات الايض الغذائي فقد لوحظ من الدراسات المختبرية ان التغذية على عليقه تحتوي كميه كافيه من المغنيسيوم والعناصر الاخرى مع رفع مستوى الكالسيوم او الفسفور او كلاهما ادى الى ظهور اعراض نقص المغنيسيوم وعندما تكون كميه المغنيسيوم المتناول تمثل الحد الادنى فان تأثيره في ترسيب الكالسيوم في الانسجه الطريه وعلى النمو اكثر وضوحا. كذلك فان حقن المغنيسيوم يسبب فقدان كميه من الكالسيوم عن طريق البول مصحوبا بأغراض مرضيه، في حين لوحظ ان تناول المغنيسيوم بدل من حقنه يكون فقدان الكالسيوم قليل او قد لايفقد وهذا يعزي الى الامتصاص الاختباري الذي يمنع معظم المغنيسيوم من الدخول الى مجرى الدم كذلك فان تناول الابقار لكبريتات المغنيسيوم في عليقه فقيره بالفسفور يسبب فقدان مستمراً بالكالسيوم وامكن علاج ذلك بزياده محتوي العليقه من الفسفور.

مما سبق يتضح انه بالامكان اذا كانت كميه الكالسيوم والفسفور واطئه في العليقه فان تناول كميات زائده من المغنيسيوم في الماء او على شكل اضافات غذائيه لا يؤثر على احتباس الكالسيوم لكنه يكثر من احتياجات الحيوان من الكالسيوم والفسفور في العليقة

3- **الصوديوم والبوتاسيوم والكلور:** توجد اغلب هذه العناصر في الانسجه الطريه وسوائل الجسم المختلفه.

وظائف هذه العناصر:

1- تعمل على المحافظه على الضغط الازموزي والتوازن الحامضي والقاعدي.

2- تسيطر على نفاذ العناصر الغذائيه الى الخلايا والايض المائي.

3- يشترك الصوديوم في الايض الغذائي بسرعه فعاله.

4- يشترك الصوديوم في عمليات انقباض العضلات.

5- يعتبر البوتاسيوم مكون اساسي للخلايا و له دور حيوي في العضلات.

اغراض النقص لهذه العناصر

1- فقدان شهيه الحيوان للطعام.

2- ضعف نمو الحيوانات الناميه.

3- نقص وزن الحيوانات تامه النمو وانتاجها.

4- نقص مستوى العنصر في الدم.

5- نقص الصوديوم في الدواجن يسبب تقليل الاستفاده من الغذاء وظهور حاله الافتراس.

6- نقص البوتاسيوم يؤدي الى انخفاض نسبه وجود له بالقلب وظهور بثورات على القلب وعدم انتظام تكوين قنوات الكليه.

هناك علاقه مشتركه بين هذه العناصر، حيث لوحظ ان تناول كميات زائده من البوتاسيوم يؤدي الى زياده احتياج الحيوان في للصوديوم والكلور. وهذا يفسر حاجه الحيوان اكلات العشب الى كميات من الملح الطعام تفوق احتياج الحيوانات الاخرى، وذلك لان الاعشاب تحتوي على كميات كبيره من البوتاسيوم تعادل 18 ضعف ما تحتويه من الصوديوم او في حاله عدم كفايه احد هذين العنصرين في الغذاء فأن اعراض النقص فيه تظهر على الحيوانات بشكل اكثر وضوحا كلما زادت نسبه العنصر الاخر في الغذاء.

4- **الحديد:** يحتوي جسم الحيوان على نحو 0.004 % حديد ويخزن بصوره رئيسيه في الكبد وبدرجه ثابته في الطحال والكليتين، وله وظائف هامة في الجسم وتشمل

1- المكون الرئيسي لماده الهيموكلوبين.

2- عنصر اساسي لقيام كل عضو ونسيج بوظائفه في الجسم.

3- يدخل الحديد في تركيب المواد الناقل للاوكسجين و العوامل المساعده وعلى التاكسد والانزيمات.

اعراض نقص الحديد: هو نقص في تكوين الهيموكلوبين والاصابه بفقر الدم.

امتصاص الحديد والاحتفاظ به: يمتص من الامعاء الدقيقه وقد يمتص من المعده واظهرت الدراسات ان الجسم يحتفظ بالحديد الممتص ولايفرزه بكميات ملحوظة.

وبمعنى آخر أنه بعد خزن الحديد بكمية كافية من الجسم فأن الحيوانات تامة النمو تحتاجه بكميات قليلة ومقدار الحاجة يعتمد على الحالة الانتاجية، حيث يزداد الامتصاص في حالة الحمل وفي الدواجن في حالة وضع البيض. أن تنظيم عملية الامتصاص يتم بواسطة مركب بروتين معقد يسمى فيريتين (Ferrihin) يحتوي 20% حديد وان مقدار الاستفادة من الحديد في القناة الهضمية يعتمد على مصدره في الغذاء، فالحديد الموجود في اغذية غنية بحامض الفايتيك (Phytic) يكون أقل تيسراً للحيوان بسبب ترسبه في الأمعاء على صورة فايتيت Phytatae.

الانيميا الناتجة عن نقص الحديد:

تحدث الأنيميا في أي فترة من فترات الحياة عندما يحصل نقص للحديد لتغطية حاجة الجسم لتكوين الهيموكلوبين وهي شائعة الحدوث في بعض الحيوانات خاصة الصغيرة (الرضيعة) لفقر الحليب بالحديد. تولد الصغار في جسمها كمية مخزونه من الحديد تكفي لسد حاجة الجسم خلال فترة الرضاعة، إلا أن مقدار ما يخزن من الحديد تؤثر فيه عدة عوامل مثل:

1- نوع الغذاء التي كانت تتغذى عليه الأم خلال فترة الحمل.
2- موعد الولادة فالحيوانات التي تولد بوقت مبكر لها مخزون اقل من تلك المولودة في موعدها الطبيعي لان خزن الحديد يحدث في الفترة الأخيرة من الحمل.
3- عدد الصغار المولودة وحجمها.
4- طول فترة الرضاعة.

هذه العوامل يمكن أن تسبب الاصابة بفقر الدم ووجد ان تغذية الحديد مع كمية بسيطة من النحاس يمنع حصول الانيميا (فقر الدم) كما أن اضافة الحديد إلى غذاء الام لا يفيد لغرض زيادة الحديد في الحليب.

5- **النحاس:** يوجد نصف كمية النحاس في الجسم في العضلات كما يخزن في الكبد والعظام وله عدة وظائف في الجسم وتشمل:

1- له دور مهم في بناء الهيموكلوبين وانضاج كريات الدم الحمراء.
2- يدخل كمكون اساسي في بناء الانزيمات أو كمادة نشطة لفعل الانزيمات وخاصة كتليز وأسكوربيل اسيد اكسديز والتيروسينز و السايتوكروم أكسيديز.
3- يدخل في تكوين الهيموساينين في اللافقريات ووظيفته ناقل للأوكسجين.

أعراض النقص: نقص النحاس يؤدي إلى:

1- انخفاض نسبة ما يحتويه الدم والكبد من النحاس.
2- يمكن أن يسبب نقص النحاس إلى الاصابة بالاسهال والانيميا.
3- افتقاد اللون الأسود من صوف الأغنام وضعف نموه.
4- يمنع تكوين الكيراتين وهي المادة الأساسية في تكوين الصوف.
5- حصول تغير في صفات الصوف مثل تخشن واعوجاج الياف الصوف وفقدان اللمعة التموج الاعتيادي.
6- تحول اللون تحول اللون الأبيض في الشعر والصوف إلى اللون الرصاصي بسبب عدم تكوين مادة الميلانين.
7- الاصابة بحالة عصبية Ataxia تظهر على النعاج الحوامل.
8- عدم انتظام تكوين العظام والعرج وانتفاخ المفاصل والسقوط.

هناك تداخل بين عصري النحاس والحديد، فقد لوحظ أن نقص النحاس يسبب نقص امتصاص الحديد مؤدياً إلى حصول حالة من فقر الدم تسمى Microcytic Hypochromic Anemia وان حقن الحيد لا يعالج هذه الحالة وهنا يشير إلى الدور المهم للنحاس في عملية تكوين الهيموكلوبين.

اليود:

يحتوي الجسم كمية ضئيلة من اليود تقدر بـ(0,00004%) وأن نصف محتوى الجسم من اليود يوجد في الغدة الدرقية. تقع الغدة الدرقية أعلى القصبة الهوائية تفرز هرمون الثايروكسين الذي تم عزله بشكل بلورات تحتوي 65% يود، الثايروكسين عبارة عن حامض أميني يحتوي على اليود. كذلك تحتوي الغدة الدرقية على الثايروكسين ثاني اليود ويتمكن الجسم من تصنيع هذه المركبين عند توفر اليود بكمية كافية في الغداء والحامض الأميني التايروسين ارفنيل الانين. إن الوظيفة الاساسية للغدة الدرقية السيطرة على سرعة الايض الاساسي من خلال افراز الثايروكسين وازالتها تسبب تغيرات طبيعية وعصبية وجنسية.

اعراض نقص اليود:

1- الاصابة بتضخم الغدة الدرقية.
2- الحيوانات المولودة حديثاً في امهات تعاني قلة تناول اليود تصاب بالضعف العام وعدم القدرة على الوقوف والرضاعة.
3- اضمحلال النسيج الجرثومي في الذكور.
4- بطئ نمو الجهاز العظمي.

الخارصين (الزنك):

تقدر الكمية الموجودة في الجسم بحوالي 3 ملغم% وأعلى تركيز له في الجلد والشعر والصوف.

وظائفه:

1- يساعد على النمو وتكوين الشعر.
2- له علاقة بعمل بعض الأنزيمات قبل انزيمات التنفس وخاصة انزيم الكاربونيل انهايدريد الموجود في كريات الدم الحمراء والذي يساعد في طرح Co_2.

أعراض نقصه:

1- الاصابة بمرض جلدي (باراكيراتوسس) Parakeratosis والذي يتميز ببثور جلدية وضعف النمو وانخفاض الاستفادة من الغذاء.
2- يسبب نقصه في الدواجن بطئ النمو وقصر وسماكة عظام الأرجل وضعف الريش وانخفاض نسبة المفقس والتشوهات الجينية.
3- في المجترات يسبب صلابة المفاصل وتشقق الجلد وانخفاض كمية العنصر في الدم مع سمك جلد الرقبة.

الكوبلت:

الدور الفسيولوجي للكوبلت: كان يعتقد ان للكوبلت دوراً مهماً في النمو البكتيري في الكرش حيث لوحظ تغير عدد ونوع البكتريا في كرش الحيوانات التي تعاني نقص الكوبلت بالرغم من حصولها على كمية كافية من الغذاء. وتم اثبات ذلك عندما تم اكتشاف فيتامين B_{12} الذي يعتبر عامل مشجع للنمو المايكروبي ويحتوي على الكوبلت في تركيبه. وبالرغم من اهمية

فيتامين B_{12} للأيض الغذائي فأن توفيره للمجترات يكون غير ضروري لان البكتريا داخل الكرش تستطيع تكوينه شرط توفير الكوبلت بكمية كافية. لقد لوحظ أن علامات نقص الكوبلت الملحوظة كانت في الحقيقية عبارة عن نقص فيتامين B_{12} حيث قد تبين أن الأغنام التي تعاني نقص الكوبلت تحتوي كمية من فيتامين B_{12} في دمها أقل بكثير من الحيوانات السلمية. كما أن نقص B_{12} في الدواجن لا تعوضه اضافة الكوبلت إلى العليقة كل يجب توفير B_{12} في الحيوانات ذات المعدة البسيطة بالرغم من وجود دلائل تشير إلى تكوينه في الأمعاء الدقيقة بكمية قليلة.

أعراض نقص (الكوبلت)

1- فقدان الشهية والوزن والاصابة بالضعف العام وفقر الدم والموت.
2- انحلال الدهون في الكبد وترسيب مادة الهيموسايدون وهي ناتجة عن تحلل الهيموكلوبين في الطحال.
3- تأخير نمو الصوف وضعف اليافه.
4- انخفاض فيتامين B_{12} في الدم.

السلينيوم:

يعتبر عنصر سام في العليقة لكن يجب توفره بكميات دقيقة في الغذاء ومن وظائفه:

1- يمنع حدوث نخر الكبد والمرض النزفي.
2- يمنع الاصابة بمرض بياض العضلة في الحملان المولودة حديثاً.
3- وجوده في العليقة يخفض نسبة الهلاكات ويحسن النمو.

أعراض النقص

1- تأخر النمو ومشاكل في التكاثر.
2- الأصابة بمرض بياض العضلة.

الكبريت:

يحتوي الجسم 0,15 % كبريت ويوجد في المركبات العضوية خاصة البروتين في الحوامض الامينية الحاوية على الكبريت مثل الميثايونين والسستين.

الوظائف:

1- يدخل في تركيب بعض منظمات النمو كالانسولين والكلوتاثيون من خلال وجوده في الأحماض الامينية.
2- يدخل في تركيب فيتامين الثايامين والبايوتين.
3- يدخل في تركيب اللعاب وبعض الافرازات الأخرى.
4- ايونات الكبريتات تقلل من حدة التسمم بالمولوبيدنوم.

ملاحظة:

تستطيع الحيوانات الاستفادة من الكبريت العضوي بشكل الاحماض الامينية بدرجة عالية وأن استخدام الكبريت اللاعضوية يمكن الاستفادة منه بدرجة عالية وفي المجترات من تكوين الاحماض الامينية إلا أن اهمية أو استخدامه يكون بدرجة قليلة جداً من الحيوانات ذات المعدة البسيطة.

المنغنيز:

يوجد في الجسم بشكل اساسي في الكبد وبكميات اقل في انسجة الجسم الأخرى.

وظائفه:

1- يحسن نمو الحيوانات.
2- يساعد في انطلاق البيضة من المبيض.

أعراض النقص

1- تأخر النضج الجنسي وعدم انتظام انفلاق البيضة من المبيض.
2- الحيوانات التي تغذى على علف ناقص المنغنيز تلد صغار ضعيفة أو ميته مع انخفاض كمية المنغنيز في أجسام المواليد.
3- ضعف تكوين الفرع وعدم افراز الحليب.

المولبدنيوم:

استخدام المولبدنيوم بكميات ضئيلة وهو أساسي للحياة.

وظائفه:

1- يدخل في تكوين انزيم زانثين أوكسديز Xanthine Oxidase الذي له دور أساسي في ايض البيورين.
2- اساسي لنمو الافراخ.
3- يعتبر المولبدنيوم عامل محفز لنمو الاحياء المجهرية داخل الكرش.

يعتبر المولبدنيوم عنصر سام أذا تم تناوله بكميات تزيد عن الحاجة.

الفلورين: يوجد بشكل اباتيت، واهميته تكمن في أنه مكمل لتركيب العظام والأسنان ويمنع خلخلة العظام ونخر الأسنان ومن اهم اعراض نقصه حصول تآكل في الأسنان.

الكروم: لوحظ من الدراسات المختبرية على الفئران أن الكروم يساعد على التمثيل الطبيعي للكلوكوز ونقصه يقلل النمو.

البروم: يلعب البروم دور مهم في زيادة نمو الافراخ ويعمل كمضاد ولموانع النمو.

النترات:

لقد لوحظ أن تغذية الماشية على دريس الشوفان أو بعض النباتات الخضراء الأخرى أدت إلى حالات التسمم تمثلت اعراضها برعشة وعدم التوازن عند المشي وسرعة التنفس والانهاك ثم الموت، وعند اجراء الفحص التشريحي لوحظ أن التسمم ناتج عن تكوين الميثوموكلوبين، وعند فحص عينات الدريس وجد أنها تحتوي على نترات البوتاسيوم بكمية أعلى بكثير من عينات أخرى، وهذه النترات تتحول في القناة الهضمية إلى نتريت الذي يكون الميثوموكلوبين، وقد تم اثبات ذلك عملياً عن طريق ادخال نترات البوتاسيوم في الكرش فظهرت اعراض التسمم بالنتريت على الحيوان بسبب تكون الميثوموكلوبين. وقد تم التوصل إلى أن التسمم بالمراعي يعزى إلى محتويات نباتاته العالية من النترات. أن استخدام النباتات المرتفعة بالنترات في صناعة السايلج يمكن أن يسبب مخاطر للإنسان والحيوان حيث أن غاز اوكسيد النتروجين يتكون في السايلو مباشرة بعد الخزن وهو غاز سام، ورغم انخفاض تركيز النتروجين والنترات في السايلج فيما بعد

إلا أنه يجب أن يخلط مع مواد علفية لتقليل كمية النترات المتناولة. لقد وجد أن المستوى 0,5% يسبب خطورة على الحيوان ويمكن معالجة التسمم بحقن 1–4 من المحلول المائي (1 غم ميثايل ازرق/100 كغم من وزن الجسم).

التوازن الحامضي – القاعدي في العليقة:

أن درجة الحموضه (pH) للدم والسوائل الأخرى في الجسم يجب أن تحفظ في معدل ضيق جداً للمحافظة على الناحية الصحية والوظائف الطبيعية. بالمقابل فأن الغذاء المتناول يظهر معدلات حامضية أو قاعدية حسب العناصر المعدنية المختلفة الداخلة في تركيبه وبالتالي فأن توازن الحامض – القاعدة للعليقة يحدد بقياس معدل الحموضة الطبيعية للمعادن المنتجة للحامض كالفسفور والكبريت والفلورين والمعادن المنتجة للقاعدة مثل الصوديوم والكالسيوم والمغنيسيوم والبوتاسيوم وعند الحساب على هذا الأساس فأن القوة الحامضية للحنطة تعادل 12 مل للحامض الطبيعي/ 100 غم، لذا فهي من الاغذية المنتجة للحامض في حين أن الجت له قوة قاعدية صافية 93 مل فهو من الاغذية المنتجة للقاعدة. إن العلائق المنتجة لكمية عالية من الحامض تقلل من خزين الدم للقاعدة وربما حتى القاعدة الثابتة في العظام. أن بول الحيوانات اكلة الحشائش يكون قاعدي وهذا يعكس حقيقة أن علائق الحيوانات منتجة للقاعدة بينما اكلات اللحوم يكون بولها حامضي. بعض المواد مثل الفواكه الحمضية والسايلج تحتوي كميات عالية من الحامض إلا أنها حوامض عضوية يتأكسد معظمها في الجسم وبالتالي لا تؤخذ بنظر الاعتبار.

الماء الملحي والقاعدي:

إن الماء المجهز للحيوانات في بعض المناطق يحتوي على تراكيز عالية من الأملاح التي تتداخل مع (يؤثر في) النمو والتكاثر وانتاج الحليب وأن الضرر على الانتاج يتوقف على الكمية الكلية المتناولة للأملاح وليس معدن معين. من خلال تأثير الأملاح على الأزموزية. لقد وجد أن التركيز الأعلى للأملاح الذاتية التي يمكن تحملها بأمان تقع بين 1,5–1,7%. والقواعد تعتبر أكثر ضرراً من الأملاح المتعادلة والكبريتات أكثر من الكلوريدات والأملاح غير العضوية أكثر ضرراً من الأملاح العضوية.

الفيتامينات Vitamins

سبق وان ذكر الحيوانات يجب ان تجهز بالعناصر الاساسية الثلاثة التي هي الكربوهيدرات والدهون والبروتينات اضافة إلى الاملاح والمعادن وقد اكتشف مؤخرا بأن هناك بعض الموارد العضوية الغذائية التي لا تجهز من العناصر المذكورة في اعلاه ، عرفت هذه الموارد بالفيتامينات.

وقد عرف الفيتامين: انه هو أحدى مكونات الغذاء الذي ثبت على انه اساس لنوع او انواع من الحيوانات ، وعلى الرغم من ان الفيتامينات اساسية لعملية الايض وليس كغذاء الا انه وجد فيتامين C يعتبر اساسي في الغذاء وخاصة في الانسان و ذلك لعدم تمكن الجسم من احتياجه لهذا الفيتامين .

مجموعة فيتامين B جذورية للايض في المتاجر ولكن ليس من الضروري تزويد الحيوان بهذا الفيتامين و ذلك لأمكانية تصنيعه من قبل البكتريا الكرش.

الفيتامينات الذاتية في الدهن والذائبة بالماء

يقصد بالفيتامينات الذائية في الدهن هي تلك التي يمكن استخلاصها بواسطة مذيبات الدهن مثل A, E, D, K

اما الذائبة بالماء فهي تلك التي يمكن ان تستخلص بالماء مثل فيتامين C, B

فيتامين A:

لا يوجد فيتامين A في المنتجات النباتية بشكل فيتامين A و لكن يوجد كمصدر له على شكل كاروتين حيث يحوله الجسم الى فيتامين A

اعراض نقصه :

1- نقصه بسبب مرض العشو الليلي .
2- في الحالات المتقدمة للنقص يسبب صفات القرنية و الغشاء المخاطي للجنين.
3- الدموع الغزيرة في الابقار من اكثر العلامات وضوحاً و في حالة الافراخ كذلك تحدث زيادة في الافرازات الدمعية بسبب حدوث الالتهابات.
4- نقص فيتامين A يمكن ان يؤدي الى الاصابة بمرض البرد.
5- نقص فيتامين A يمكن ان يؤدي الى الاصابة بأمراض الجهاز الهضمي.

6- يؤثر على نمو العظام من خلال سيطرته على نشاط ناقضة العظم Osteoclasts وبانية العظم Osteoblasts .

7- زيادة فيتامين A من الحد المطلوب يمكن ان يسبب الطرش

8- نقص فيتامين A بسبب تشوهات خلقية في الانسجة الرخوة.

صفات فيتامين (A)

1- مادة عديمة اللون.

2- تتأثر بالتحطيم وبدرجات مختلفة بواسطة عوامل فيزيائية أو كيميائية وهي تختلف كلياً في حساسيتها لمثل هذه العوامل وخاصة الحرارة حيث تزداد الاكسدة بزيادة الحرارة وتوفر الاوكسجين.

تأيض فيتامين A و الكاروتين :

تختلف قابلية امتصاص الكاروتين حسب طبيعة الغذاء ونوع الحيوان وإن اختلاف المصادر الغذائية يعكس هذا التباين

1- الدهون تحفز من امتصاص فيتامين A والكاروتين

2- وجود فيتامين E كمانع للأكسدة يساعد بصورة مباشرة زيادة الاستفادة من الفيتامين .

إن الكاروتين يتحول الى فيتامين A في الكبد ولكن هناك خواطر تشير ان فيتامين A يمكن ان يصنع داخل الامعاء كما لوحظ ان الكاروتين يمكن ان يتحول الى فيتامين A في انسجة الجسم المختلفة.

يعتبر زيت كبد الحوت و بعض الاسماك السيفية اغنى مصدر للفيتامين كما ان الاعلاف الخضراء تكون غنية به ايضاً

فيتامين (D) :

اعراض نقصه:

1- نقصه قد يتسبب في مرض الكساح.

2- لين العظام.

3- تشوهات خلقية في الولادة الحديثة.

4- نقص الفيتامين في الحوامل قد يسبب في اضرار في هيكل العظمي.

5- في الدواجن يسبب نقصه في انخفاض انتاج البيض وانخفاض نسبة الفقس و تكون القشرة رقيقة .
6- يلعب دوراً مهماً في افراز الحليب.

خواصه:

1- يعتبر اكثر ثباتاً من فيتامين A.
2- يحدث تهدم كثير لفيتامين D في المخاليط العلفية.
3- يكون اكثر ثباتاً للأكسدة من فيتامين A.

كيمياء فيتامين D:

إن فيتامينD يمكن انتاجه من ال Sterols عند تعرضها للاشعاع وقد بذل جهود كبيرة في هذا المجال وثم تحضير حوالي عشرة مشتقات لهذا الفيتامين لذلك يطلق عليه بالفيتامين ذو الطبيعة المتعددة. ان D_2 D_3 فقط هما المهمان فيما يخص لوجودهما بالغذاء الاعتيادي.

ضوء الشمس وتغذية فيتامين D:

ان تأثير ضوء الشمس يعتمد طول وشدة الاشعة فوق البنفسجية التي تصل الى الجسم وتكون غير مؤثرة اذا مرت من اخلال زجاج الشبابيك الاعتيادية لان الزجاج لا يسمح بمرور الموجات القصيرة الكافية من خلاله.

إن جلد الحيوان يكون حاوياً على المصدر الاساسي لتكوين فيتامين D وفي حالة توفر الشمس فإنه يتحول الى فيتامين D وان الاشعاع يكون اكثر تأثيراً للجلد العاري من الجلد المغطى.

فيتامين E (توكوفيرولات) (Tocopherols)

الوظائف النقص واعراض:

ان لفيتامين E علاقة للعديد من الوظائف للاجسام غير المرتبطة مع بعضها الا انه:

1- اساسي للتكاثر الاعتيادي لكل من الذكور والاناث.
2- غياب فيتامين E في الاناث الحوامل و ربما يؤدي الى موت الجنين وفي الذكور اضمحلال الخصية.
3- انخفاض نسبة الفقس في الدواجن.

4- نقصه ينتج تغيرات في تخطيط عضلات القلب.
5- نقص الفيتامين في غذاء الكتاكيت ينتج عنه ليونة الدماغ و يؤدي الى عدم قابلية الحيوان على التوازن.
6- نقصه يؤدي الى ضمور العضلات.
7- له تأثير من خلال كريات الدم الحمراء.
8- له تأثير كبير كمضاد للاكسدة.
يوجد هذا الفيتامين في اجنة بذور الحنطة.

فيتامين K

تزداد الفترة الزمنية لتخثر الدم و يقل مستوى البروثرومبين في حالة نقصه.

التكوين البكتيري لفيتامين K:

ليكن تكوينه بواسطة الاحياء المجهرية التي بداخل القناة الهضمية ففي الحيوانات المتجرة يتكون في الكرش ، اما في الحيوانات وحيدة المعدة فأنه يتكون في الامعاء الدقيقة.

يوجد اسباب فسيولوجية عن عدم توقع امتصاص كبير للفيتامين المتكون في الامعاء الغليظة فالخلايا البكتيرية الحادية على الفيتامين متعرضة قليلاً الى فعل الهضم الانزيمي على عكس ما يحدث في المجرات.

فيتامين B1 (الفيتامين) Thiamine:

يعتبر من الفيتامينات الذائبة في الماء وانه ضروري واساسي للنمو و الوظائف الفسلجية بجانب خصائصه ضد التهاب الاعصاب.

وظائف واعراض نقصه (B_1):

1- يعمل كوكو انزيم الكاربوكسليز co-enzime carboxylase وهوا يعمل ككو انزيم لكافة انزيمات الدي كاربوكسيليشن De carloxylation للحوامض الالفاكيتو.
اذ يقوم بتحويل البايروفيت الى الاسيتيت الذي يتحد مع كوانزيم A ليدخل دورة كرب.

2-له علاقة بأمراض التهاب الاعصاب.
3- يسبب انخفاضاً في ضربات القلب وخلل في وظائف الامعاء.
4- يسبب فقدان الشهية والانحلال والتأثير على عملية الهضم.

تعتبر خميرة الخبز من اغنى المصادر بفيتامين B_1 وكذلك الحبوب.

فيتامين B_2 (Riboflavin)

1- عمل ككوانزيم للعديد من انظمة الانزيمات.
2- يلعب دوراً مهماً في تحرير طاقة الغذاء وتمثل العناصر الغذائية.
3- يمكن ان يسب شلل الارجل في الكتاكيت.
4- يمكن ان يسبب نقص الاسهال.
5- نقصه يقلل انتاج البيض.
6- نقصه يسبب انخفاض نسبة الفقس.
7- ينقصه يسبب تعرض في الارجل وتصلب في الجلد.

فيتامين B_{12} (Cyanocoblmin) وعامل البروتين الحيواني.

وظائف واعراض النقص:

1- يعمل ككوانزيم في عدة تفاعلات الطبيعية فهوا ضروري لتكوين مجموعة المثيل في المركبات التي تعطي ذرة كاربون فهوا يلعب دوراً مهماً حامض البربيونيل الناتج من تخمر الكاربوهيدرات في الكرش.

Methyl Melonyl Co A $\longrightarrow$ Succinyl CoA

2- يلعب دوراً مهماً في تكوين البروتين.
3- نقصه يسبب خلل في الجهاز الهضمي والجهاز العصبي.
4- نقصه يؤدي الى ضعف النمو.
5- يؤدي نقصه الى ضعف نسبة الفقس.
6- الكتاكيت حديثة الفقس تظهر عليها علامات النقص وذلك بتشوه العظام.
7- يمكن ان تظهر اعراض نقصه في العجول حديثة الولادة وذلك لعدم قدرة الحيوان على تكوين الفيتامينات داخل الكرش.

فيتامين C Ascorbic Acid

الوظائف واعراض النقص:

1- له علاقة وثيقة في تكوين وادامة المواد الخلوية والتي فيها الكولاجين والمواد ذات العلاقة اساساً لمكونات العظام والانسجة.

2- نقص هذا الفيتامين يؤدي الى مرض الاسقربوط والذي من اعراضه الورم والنزيف واللثة المتقرنة وطراوة الاسنان والعظام الضعيفة وتشقق الشعيرات منتجة النزيف في الجسم.

3- يعتبر كعامل مساعد في بعض التفاعلات الكيمياوية داخل الانسجة حيث له دور مهم في عملية Hydroxylation مثل دورة تكوين الحامض الاميني الهيدروكسي برولين Hydroxy Proline

يخزن هذا الفيتامين في الجسم بدرجة قليلة لذلك يجب تجهيز الحيوان بصورة مستمرة.