**وزارة التعليم العالي والبحث العلمي المادة :.تغذية حيوان متقدم**

**جامعة بغداد – كلية الزراعة مدرس المادة :.أ.د.شاكر عبدالامير العطار**

**قسم الانتاج الحيواني**

**المرحلة : دراسات عليا العام الدراسي :. 2016/2017**

**المحاضرات النظرية**

**ـــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ**

**معلومات عامة حول طرق تقدير القيمة الغذائية(تقييم الأغذية) للمواد العلفية للحيوانات المجترة والعوامل المؤثرة عليها**

أن التطور السريع والمذهل في علم التغذية للحيوان والإنسان وبحثه في تفاصيل دقيقة وتشعبه في المجال، أصبح يفرض تطورا ودقة وتشعبا في تقنية تحليل المواد والعناصر الغذائية والطرق والأساليب المختلفة في تكوين العلائق واختيار المواد لها، وبالرغم من أن لتحليل التقريبي لتحديد بعض العناصر الغذائية الأساسية مثل:الرطوبة والبروتين والدهن والألياف .. الخ في المواد الغذائية قد استعمل بشكل مكثف في بداية القرن التاسع عشر إلى منتصفه ، غير أن التوسع في معرفة تفاصيل المتطلبات الغذائية للحيوان والإنسان وزيادة معرفة تفاعلاتها ودوراتها، وتصفياتها الحيوية داخل جسم الكائن الحي، قد نبهت العلاقة الحيوية بين المواد الغذائية وأجهزة الجسم إلى قصور الطرق التقريبية المستعملة (والمركزة غالبا على التفاعلات الكيميائية) لتحديد العناصر الغذائية بأكثر دقة أن وتفصيل كما ونوعا (وبالذات ) نجد أن .. لتراكيب التفصيلية واستعمالات الألياف والرماد المستخلص الخالي من النتروجين من قبل جسم الحيوان لا تستطيع الطرق التقليدية أن تعطى صورة واضحة ومفصلة عنها ،وقد انعكس هذا على حسابات التغذية من مقننات وهضم واحتياجات المادة الغذائية، فعلى سبيل المثال تم تخطى استعمال مجموع العناصر الغذائية المهضومة (TDN)، كمؤشر لحساب المتطلبات الغذائية للحيوان واستعيض عنه في معظم الأنظمة الغذائية بحساب السعرات الحرارية واعتبارها دليلا على تقدير الاحتياجات الغذائية واستعملت في حساب وتحديد المتطلبات الغذائية في شكل طاقة مهضومة وطاقة أيضية (تمثيلية) و طاقة صافية.

ويتجه علم التغذية اليوم نحو تجديدات وتحولات على المستوى العالمي في وضع المواصفات القياسية والتصنيفات للمواد الغذائية من حيث: تكوينها واستعمالاتها، وتطوير أساليب استنباطها وطرق إعدادها لإدخالها في إطار استعمالها كغذاء مقبول.. وهذا ناتج لتعدد نواتج التصنيع الغذائي وتطور أساليب استخلاص المواد الغذائية كيميائيا وميكانيكيا وتعدد تسمياتها العلمية. كما أن هناك الجديد ناتج عن التعمق في معرفة تجارب الحيوان من الناحية السلوكية والفسيولوجية في التغذية على المركبات الغذائية الجديدة التي تداخلت مكوناتها من مواد طبيعية (حبوب – بقوليات – الخ) ومواد صناعية "يوريا – بايورت .. الخ" ومخلفات تصنيع "الكسب من المعاصر".

وهناك العديد من الوسائل التي تتبع لتقييم الأغذية تسلسل في أهميتها وفى تكاملها لبعضها حتى يمكن الوصول في النهاية إلى الشكل المرضى الذي به تحكم على قيمة غذاء ما ويمكن ذكر هذه الطرق بما يتمشى مع التسلسل المنطقي في الحكم على قيمة الغذاء أو بمعنى أخر تقييمه. ويتطلب تقييم مواد العلف معرفة قيمتها الغذائية وهذه تتطلب معرفة القيمة الحرارية أو النشوية والقيمة البروتينية لهذه المواد.

نرجع الان الى السؤال المهم **لماذا اصبحت TDN تقديرها غير صحيح وطريقة غير مفيدة؟**

1-TDN تعتمد على التحليل التقريبي Proximate analysis للمواد العلفية وحسب المعادلة التالية :

TDN= DCP%+DCF%+DNFE%+(DEE×2.25)

لذلك فان TDN متاتية من DCPو DCF .

DCP= نسبة العنصر الغذائي ( التحليل التقريبي ) × معامل هضمه

حيث ان الناتج جاء من ضرب Factor معين في التحليل الكيمياوي للعناصر الغذائية الموجودة في المادة العلفية .

2- TDN تعتمد على DCP أي ان كل النتروجين الموجود في الروث مصدره من الغذاء في حين ان النتروجين الموجود في الروث Feces مصدرة من النتروجين الداخلي والمخاط والانسجة المتهرئة من جدار القناة الهضمية وهذه مصدرها ليس الغذاء المتناول .

لذلك فان DCP فيها نسبة من الخطاً ( خطأ في التقدير Underestimate) .

3- TDN تعتمد على DCF والذي جاء من الالياف الخام CF والتي يتم تحليلها حسب طريقة ويندي Weendy التي تقسم الكاربوهيدرات الى CFو NFE وفي هذه الطريقة فان هنالك Soluble في الالياف سوف يخرج مع الراشح عند تقدير الالياف وهذا به خطأ .

لذلك جاءت طريقة Van soest (1963) والتي تعتمد على تقسيم الكربوهيدرات الى جدار الخلية Cell wall ومحتوى الخلية Cell Content .

تقسيم الالياف حسب طريقة Van Soest

مستخلص الألياف المتعادل (NDF) سيليلوز – هيمسيليلوز - لكنين

مستخلص الالياف الحامضي ADF) ) سيليلوز – لكنين

مستخلص الالياف الحامضيADL) (لكنين فقط

NDF-ADF= Hemicellulose

ADF-ADL=Cellulose

بينما طريقة ويندي Weendy قسمت الكاربوهيدرات الى CFوNFE

CF: صعبة الهضم ( سليلوز ، هيميسيليلوز، لكنين )

NFE: سهلة الهضم ( سكريات ، نشويات )

وتمييز هذين الجزئين (CFوNFE) عليها انتقاد وخطأ حيث عندما نعطي الكاربوهيدرات الى الحيوانات المجترة فانها تستطيع هضم الالياف CF كما تهضم الكاربوهيدرات الاخرى NFE.

لذلك اوجد الباحثون طريقة ادق للاعلاف الخشنة والخضراء وخاصة في تغذية المجترات لتقسيم الكاربوهيدرات الى :

محتويات جدار الخلية Cell wall content : والذي يضم سليلوز ، هيميسيليلوز، لكنين

محتويات داخل الخلية Cell content : والذي يضم السكريات والنشويات

ويعتمد الاختلاف على نوع النبات ومرحلة النضوج وطريقة التحليل

لذلك فان TDN تعطي تقييم غير حقيقي للطاقة الموجودة في العلف

**ولمعرفة القيمة الغذائية لمواد العلف يلزم معرفة ما يلي:**

1. التركيب الكيميائي للمادة الغذائية.

2. القيمة الهضمية للمادة أو للمركبات الغذائية بها.

3. القيمة الحرارية أو القيمة النشوية لهذه المادة.

4. القيمة البيولوجية لبروتين هذه المادة.

كما هو معلوم ليس المهم فقط ما تحتويه مواد العلف من عناصر غذائية، بقدر ما هو مهم القدر المهضوم من محتواها الغذائي، وعلى ذلك ليس المهم فقط تحليل مادة علف لمكوناتها، بل يجب تدعيم هذه النتائج بتقييم مادة العلف من حيث معاملات مكوناتها لمعرفة قيمة مادة العلف الإنتاجية. ويتم حساب معاملات الهضم Digestion Coefficients بعمل تجارب هضم Digestion Trials على الحيوانات ***In Vivo*** في صناديق الهضم Metabolic Cages سواء بالتغذية المباشرة أو غير المباشرة لمادة العلف المختبرة، وحساب المتناول منها والخارج في الروث وحساب معاملات الهضم الظاهرية، أو أن تقدر في المختبر ***In Vitro*** وهى تختلف لحد كبير أو بسيط لاختلاف ظروف المختبر عن القناة الهضمية للحيوان.

**الهضمDigestion :**

هو عملية تحضير الغذاء للامتصاص من قبل القناة الهضمية ويدل على التغيرات التي تحدث على الغذاء نتيجة لعملية اللاكل والهضم الميكروبي في الكرش والأجزاء الأخرى من المعدة والامعاء وهو جميع العمليات المتعاقبة التي تتم على الغذاء أثناء مروره في القناة الهضمية ويكون من نتيجتها تحويل مكونات الغذاء المعقدة إلى مواد بسيطة يمكن للكائن الحي امتصاصها واستخدامها كمصدر للطاقة وبناء أنسجته واحتياطي غذائه، والهضم قد يكون داخل الخلية في الكائنات الدقيقة وقد يكون خارج الخلية وفى هذه الحالة يلزم تفتيت الغذاء خارج الخلية إلى مواد بسيطة يمكن امتصاصها وهو في الغالب في حيوانات المزرعة وحيدة المعدة أما في المجترات فإنه قد يتم الهضم داخلياً لبعض الأحياء الدقيقة في الكرش الفائدة هذه الأحياء وبعد موتها يتم هضمها في بقية القناة الهضمية خارجياً لفائدة الحيوان المظيف.

**تقييم الاغذية The Evaluation of Foods**

ان القيمة الكامنة ( المحتملة) لغذاء لتجهيز نوع معين من المادة الغذائية من الممكن تقديرها بواسطة التحليل الكيمياوي لكن القيمة الفعلية للغذاء المقدم للحيوان من الممكن التوصل اليه فقط بعد ان يضع في الحساب الفقد الذي يحدث اثناء الهضم و الامتصاص و التمثيل الغذائي.

**معامل الهضم**  **Digastability**

**معامل الهضم** : تعرف على انها ذلك الجزء من الغذاء الذي لايفرز في البراز الذي يفترض ان يكون ممتص من قبل الحيوان و على شكل نسبة المئوية وتسمى ايضاً نسبة الهضم في الغذاء.

**المتناول – المطروح**

**معامل الهضم= -------------------×100**

**المتناول**

**أسباب أهمية دراسة الهضم:**

• تقييم مدى استفادة الحيوان من عنصر غذائي معين أو مادة علفية أو عليقة، وحساب كمية استهلاك العناصر الغذائية المهضومة .

• دراسة تأثير طرق تحضير وتجهيز العلف والإضافات الغذائية، والخلط الأمثل لمكونات العليقة على هضم المواد الغذائية.

• دراسة تأثير عمر الحيوان والاختلافات التي ترجع إلى نوع الحيوان وما شابه ذلك.

أنواع الهضم ثلاثة هي هضم ميكانيكي و ميكروبي و أنزيمي

**المهضوم فسيولوجيا:**هو مقدار الجزء الذى يتحول إلى مركبات بسيطة يمكن امتصاصها إذا سمحت الفرصة لذلك تتراوح نسبته من صفر إلى 100 %.

**المهضوم حقيقياً:**بعض المهضوم فسيولوجيا قد لا تسمح له الفرصة لامتصاصه لسرعة مرور المواد الغذائية في القناة الهضمية أو بطيء سرعة الامتصاص أو وجود ما يثبط الامتصاص وفى هذه الحالة ينضم الجزء المهضوم الغير ممتص إلى الجزء غير المهضوم وكلاهما يخرجاً مع الروث، ولذلك يعبر عن الجزء المهضوم حقيقة بأنه يساوى الفرق بين المأكول من المركب الغذائي والخارج منه في الروث ومصدره الغذاء المأكول.

**المهضوم ظاهرياً:**لما كان بعض المركبات الخارجة من الروث يكون مصدرها الحيوان نفسه كالأنزيمات والعصارات الهاضمة وهذه تختلط بالجزء غير المهضوم من الغذاء المأكول ولا يسهل فصلها، ولما كانت هذه المركبات عبارة عن طاقة غذائية يخسرها الحيوان لذلك اصطلحت أن تضم هذه المركبات وتحسب ضمن الجزء غير المهضوم، وبذلك يكون المهضوم ظاهرياً هو الفرق بين المركب الغذائي المأكول والخارج في الروث من كل المصادر السابقة (من الغذاء نفسه أو من الحيوان) وإذا عبر عن ذلك بنسبة مئوية يسمى هذا بمعامل الهضم الظاهري.

**معامل الهضم الظاهري Apparent Digestibility** :

هو محصله استفادة الحيوان من المركب الغذائي بسبب أكله وخروج غير المهضوم منه في الروث مختلطاً بمركبات من الحيوان نفسه نتيجة لعمليات التمثيل الغذائى في الحيوان وتسمى هذه مركبات الروث التمثيلية Metabolic Fecal تميزاً لها عن المركبات الموجودة في الروث التى مصدرها الغذاء المأكول.

ويسجل معامل الهضم كنسبة مئوية وهو يدل على كمية المهضوم ظاهرياً من المركب الغذائى من كل مائة جزء مأكول منه منسوباً بنفس الوحدات ويسمى (معامل الهضم الظاهرى Apparent ) أو (النسبة الهضمية للمركب الغذائى).

**طرق تقدير معامل الهضم**

1- **تقدير معاملات الهضم Digestion Coefficients للمواد الغذائية باستخدام الحيوانات *In Vivo* Digestion**

* 1. تقدير معاملات هضم المواد المالئة Roughages ، طريقة التغذية المباشرة Direct feeding ، أو طريقة تجارب الهضم Digestion Trials .
  2. تقدير معاملات هضم المواد المركزة Concentrates ، طريقة التغذية غير المباشرة Indirect feeding ، أو طريقة الفرق By difference method.
  3. تقدير معاملات الهضم باستخدام الدلائل (المرقمات) Markers technique
  4. استخدام المواد المشعة لتقدير معامل الهضم الحقيقى.
  5. استخدام تجارب الهضم لتقدير كمية العلف المأكول أثناء الرعى بواسطة الحيوانات.

**2- تقدير معاملات الهضم بطرق مختبرية *In Vitro* Digestion.**

* + 1. استخدام ميكروفلورا الكرش في تقييم مواد العلف (تقدير الهضم مختبريا ***In Vitro*** أو الكرش الصناعى).
    2. الهضم المختبري بطريقة إنتاج الغازProduction System ***In Vitro*** Digestibility by Gas
    3. استخدام أكياس البولستر لقياس التحلل (اختفاء المادة الغذائية في الكرش)  
        Bags technique ، أو (*In sacco*)، أو (*In situ*). Dacron bags tech.

وفيما يلي توضيح بشئ من التفصيل لها :

1- تقدير معاملات الهضم Digestion Coefficients للمواد الغذائية باستعمال الحيوانات ***In Vivo***

1. **طريقة التغذية المباشرة Direct feeding**

حيث يتم استخدامها في تقدير معاملات هضم المواد المالئة Roughages ، أو طريقة تجارب الهضم Digestion Trials . ويمكن**تبسيط الخطوات التى تتبع في تقدير معاملات الهضم على النحو التالى:**

1- تحليل المادة الغذائية تحليلا كيماوياً.

2- يختار الحيوان المناسب، ففى الحيوانات المجترة يفضل الكبش التام النمو أو يكون ذكراً مخصياً ليسهل فصل البول عن الروث، وعادة تجرى على الغنم لتمثيل المجترات ولا يقل عدد الحيوانات عن 2، وقد يكون 4 حيوانات وأحيانا 6، ويوضع الحيوان في صندوق مخصوص يسمى صندوق الهضم يمكن بواسطة جمع البول والروث بسهولة دون إختلاطاتهما ، ويمكن وضع العليقة اليومية وماء الشرب بطريقة مضبوطة.

3- تغذى ذكور العجول أو ذكور الأغنام على المادة المالئة المراد تقدير معاملات هضمها لفترة تتراوح ما بين 10-14 يوم ويطلق على هذه الفترة (الفترة التمهيدية  
 Preliminary period )

والغرض من إجراء هذه الفترة هو:

1. تعويد الحيوان على الظروف الجديدة الموضوع فيها.( صندوق الهضم.)
2. معرفة كمية الأكل اليومية اللازمة للحيوان.
3. تأقلم الأحياء الدقيقة في كرش الحيوان على المادة المختبرة(تعويد الحيوان على العليقة الجديدة المقدمة اليه سواء من حيث نوعيتها او كميتها او مواعيدها.)
4. تفريغ القناة الهضمية من اثار الغذاء السابقة ( التأكد من خلو القناة الهضمية من آثار الغذاء السابق )ومن البديهى أنه لا داعي لجمع الروث خلال هذه الفترة.

4- بعد مضى الفترة التمهيدية يبدأ في جمع الروث الذى يخرجه الحيوان يومياً ويوزن وتؤخذ منه عشر الكمية لتجفيفها على درجة حرارة(60-70°م) تجفيفاً أولياً، وذلك لعمل عينة مركبة من الروث الجاف أولياً وبعد خلط الروث الجاف أوليا ووزنه يؤخذ منه عينة لتقدير المادة الجافة به على درجة 105°م ويطحن الباقى لتجهيز عينة منه لتحليلها كيماوياً. وكذا توزن الكمية المستهلكة من المادة الغذائية المختبرة وعادة ما تستغرق فترة الجمع هذه حوالى 5-7 أيام وتسمى هذه الفترة فترة الجمع Collection period وهذه الفترة تعتبر كافية لقياس معاملات هضم المادة المالئة. وكلما طالت فترة الدور الرئيسى كلما قلت الاختلافات في عينات الروث. وأحيانا يفضل عدم تجفيف الروث ويحفظ في حجرة التجميد حيث يطحن ثم يحفظ مجمد (على صورة مسحوق).

5- يلاحظ وزن الحيوان قبل الدور الرئيسى وبعده.

6- يعطى الحيوان عليقة حافظة طوال فترة التجربة مرتين يومياً، إحداهما في الصباح والأخرى في المساء في مواعيد منتظمة.

7- تحضر العلائق الخاصة بالدور الرئيسى مرة واحدة في بداية التجربة بسرعة وتوضع في أكياس، يؤخذ جزء من مادة العلف لتقدير الرطوبة والتحليل الغذائى ويجب أن تجرى التحاليل على عينات مزدوجة للمقارنة بين النتائج وأخذ المتوسط.

8- تراقب الحالة الصحية للحيوان طوال فترة التجربة.

9- يجرى تقدير ماء الشرب وكذلك البول الناتج لتتبع حالة الحيوان أثناء التجربة.

10- في أخر أيام التجربة توزن العليقة المتبقية إن وجدت مع تقدير الرطوبة ثم يطرح هذا الغذاء المتبقى مما أعطى للحيوان في الدور الرئيسى.

11- في حالة الأغذية الخضراء التى قد يتغير تركيبها من يوم لآخر أثناء التجربة يؤخذ كل يوم عينة ممثلة من المادة المأكولة لتجفيفها أولياً (نحو 100 غم) ثم تجمع العينات اليومية أثناء الدور الرئيسى لتكوين عينة مركبة مجففة أولياً تمثل الغذاء المأكول يومياً ومتوسط كمية المادة الجافة المأكولة يومياً.

12- بعرفة المادة الغذائية المأكولة وتركيبها الكيماوى يمكن تقدير كمية المركبات الغذائية المأكولة وبعرفة المادة الجافة الخارجة في الروث يوميا تركبيها الكيماوى يقدر كمية المركبات الغذائية الغير مهضومة ومن ذلك يمكن تقدير الكميات المهضومة والنسبة الهضمية لكل مركب غذائى ومنها تحسب النسبة المئوية للمهضومة منة في الغذاء المأكول.

وعلى ذلك فمن تجربة الهضم يمكن معرفة المادة المالئة المستهلكة يومياً وتحليلها الكيماوي وكذا متوسط وزن الروث اليومي وتحليله الكيماوي، وهذه المعلومات كافية لحساب معاملات الهضم للمادة المالئة.

1. **طريقة التغذية غير المباشرة Indirect feeding:**

وتستعمل لتقدير معاملات هضم المواد المركزة Concentrates وتسمى أيضاً بطريقة الفرق By difference method

حيث ان أغلب اغذية الحيوانات المجترة عادة من المواد المركزة والمواد المالئة ولهذا فعند تقدير معاملات الهضم لمكونات غذاء مركز فإنه يلزم تغذية هذا الغذاء المركز مع غذاء مالئ قد سبق تقدير معاملات الهضم لمكوناته المختلفة بالطريقة السابقة. ثم تجرى تجربة هضم يقدر فيها الجزء المهضوم من المادة المالئة فقط ويكون الناتج هو المهضوم من المادة المركزة. وبحساب الجزء المهضوم من الغذاء المركز إلى القدر المستهلك الكلى يمكن حساب معاملات هضم مكونات الغذاء المركز.

**الشروط الواجب توفرها عند اجراء تجارب الهضم في الحيوان**

* 1. يفضل استخدام اكثر من الحيوان الواحد و ذلك لاختلاف العمليات الايضية من حيوان اخر كذلك كلما يزاد عدد الحيوانات يقل الخطا التجريبي.
  2. يفضل استخدام الذكور على الاناث و ذلك لسهولة جمع الروث و الادراربصورة منفصلة في الذكور .حيث يتم فصل الروث عن الادرار بواسطة اسلاك مشبكة ( منخل ) ترتب بشكل خاص بحيث تسمح للبول بالمرور من خلالها .
  3. استخدام اقفاص الهضم (استخدام حقيبة الجمع في للابقار).
  4. بجب ان تكون الحيوانات المستخدمة في التجربة سليمة من الامراض وحالتها الفسيولوجية جيدة.
  5. عادة يتم اختيار حيوان واحد او حيوانين في تجارب الاستجابة Response باعتبار ان التجربة الاستجابة يتم فيها توزيع الحيوانات باشكل متساوي على المعاملات و يكون جمع الحيوانات من نفس السلالة و نفس الجنس( ذكور) و عمر متقارب مع اوزان المتقاربة يبقى الفرق فقط في النوع او مستوى الاعلاف المقدمة له.

عندما يتناول الحيوان الغذاء الجزء الذي يخرج مع الروث من المواد الغذائية يسمى المواد غير المهضومة اما الجزء الذي يمتص في الجسم يسمى المواد الغذائية المهضومة وعادة تقدر كمية المواد المهضومة على صورة نسبة مئوية من المادة التي يتناولها الحيوان و تسمى هذه النسبة معامل الهضم Digestion Coefficient و يحسب كما يلي:

**كمية المادة المتناولة – كمية المادة المطروحة مع الروث**

**معامل الهضم%= ----------------------------------x 100**

**كمية المادة المتناولة**

باعتبار ان كمية المتناولة - كمية المطروحة = المادة المهضومة

1. **تقدير معاملات الهضم باستخدام الدلائل Markers technique.**

تستغرق تجارب الهضم وقتا طويلا وتحتاج لمجهود كبير ولها فأحيانا يلجأ الباحثون إلى طريقة سهلة ولكنها غير مباشرة لتقدير معاملات الهضم لمكونات مواد العلف وهى استخدام الدلائل. والفكرة الأساسية في استخدام الدلائل أنه عند إضافة الدليل في الغذاء وقياس تركيزها في الغذاء والروث يمكن معرفة معاملات الهضم للغذاء .

في بعض الحالات فان نقص الاجهزة الملائمة للقيام بالتجربة يجعل من غير الممكن عمليا قياس الغذاء المتناول والروث الخارج بصورة مباشرة و كمثال اذا غذيت الحيوانات كالمجاميع من المستحيل قياس الغذاء المتناول لكل حيوان. ان معامل الهضم من الممكن قياسه بواسطة اضافة بعض المواد التي لاتضهم نهائيا إلى الغذاء اذا كانت هذه المواد الكاشفة في الغذاء بتراكيز معينة فان هذه المواد ستظهر في الروث و يؤخذ نماذج صغيرة من الروث لكل حيوان و تقيرها فان النسبة بين هذه التراكيز تعطي تقديرا للمعامل الهضم وكمثال اذا ازداد تركيز هذه المواد من 1% في الغذاء المتناول إلى 2% في الروث الخارج فهذا يعني ان 50% من المادة الجافة قد هضمت و امتصت

**الدليل في الروث – الدليل في العلف**

**معامل الهضم= -------------------------------×100**

**الدليل في الروث**

ان هناك مشكلة معينة لقياس معامل هضم للأعلاف الخضراء التي تؤكل من قبل الحيوانات عن طريق الرعي لانه من الطبيعي جدا قياس محتوى هذه الاعلاف من اللكنين.

ان سبب صعوبة القياس هو ان الحيوانات عندما ترعى فانها تختار ما تاكله من المرعى وهي عادة تفضل النباتات الصغيرة العمر على كبيرة العمر واوراق النباتات على سيقانها وبذا يكون محتوى الاعلاف الخضراء المتناولة من الحيوانات اوطأ من المحتوى الحقيقي لهذه الاعلاف من اللكنين وان هذا يعني ان تقدير معامل الهضم في هذه الحالة يجب ان يعتمد كلياً على مركبات الروث . كما ان هنالك علاقة موجبة بين تركيز النتروجين في الروث ومعامل هضم المادة الجافة في الاعلاف الخضراء .

**ويشترط في المادة المستخدمة كدليل ما يلي:**

* يجب ان يكون خامد Inert
* يجب ان يكون غير قابل للامتصاص والهضم والتايض في القناة الهضمية
* يسهل تمييزها في كل من الغذاء والروث.
* غير قابلة للهضم أو للامتصاص بواسطة أنسجة الجسم.
* يجب ان لايكون له تأثير على الافرازات في القناة الهضمية والهضم والامتصاص والحركة الطبيعة للقناة الهضمية
* يجب ان لايكون له تاثيرعلى ضار على الاحياء المجهرية في القناة الهضمية
* ليس لها تأثير فسيولوجي ضار وبدون تاثيرات سامة
* يسهل تقديرها كيماويا.اي يجب ان يكون له خواص فيزوكيمياوية قابلة للقياس بدقة وبسهولة في كافة اجزاء القناة الهضمية .
* يسهل خلطه بالغذاء بحيث يبقى متوزع بشكل متجانس مع المواد المهضومة .

**استعمال الادلة**

* عمليا ليست المواد المستعملة كدليل تستوفي جميع معايير الادلة المثالية .
* الادلة المستخدمة ليست فقط تقيس قابلية الهضم في جميع القناة الهضمية ولكنها ايضاً تقيس الهضم في الاجزاء المختلفة من القناة الهضمية ولقياس وقت احتجاز المواد المهضومة Digesta .
* الادلة المختلفة لها نسب مختلفة والتي تجعلها افضلية للمقاييس المعينة .

ومن الواضح أنه عند استعمال الدلائل فلا داعى لمعرفة كمية الغذاء المستهلكة وكمية الروث المفروزة - والدلائل أما أن تكون:-

**مادة في تركيب الغذاء (وتسمى دليل داخلي Internal marker)** وهى تستعمل في تقدير معامل الهضم الظاهري، مثل اللجنين، والكروموجين Chromegens ، ومجاميع الميثوكسيل Methoxyl group ، والسليكا Celica.

**مادة مضافة (وتسمى دليل خارجي External marker)** وهى تغذى للحيوانات لحساب الروث الناتج دون استخدام أكياس لجمع الروث، مثل أكسيد الكروميك Chromium oxide ، أكسيد الحديد.

ويمكن توضيحها بالشكل (1-1) :

**شكل (1-1) : مخطط يوضح انواع الادلة المستخدمة لتقدير معامل الهضم**

**اولاً : الادلة الداخلية Internal marker**

1- اللكنين Lignin

* استعمل على نطاق واسع في الماضي
* هنالك مشاكل هامة في قياس اللكنين

1. ضعف التعريف الكيمياوي للكنين
2. اختلاف التقنيات المختبرية ( ADL، برمنكنات اللكنين ) تودي الى اختلاف كبير في النتائج عند حساب قابلية الهضم

* استرجاع متناقض للكنين . حيث يعرف الان بانه يتحلل ويتغير خلال مروره في القناة الهضمية وقد يصل الاسترجاع Recovery الى 53%
* ان الاسترجاع الناقص للدليل يؤدي الى عدم امكانية قياس قابلية الهضم
* في الوقت الحاضر فان اللكنين لا يستعمل كدليل لقياس قابلية الهضم .

2- السليكا Silica

* استعملت في الماضي ولكن في الوقت الحاضر ليست مستعملة على نظاق واسع كدليل.
* استرداد او استرجاع اكثر من اللازم من السليكا في الروث يحدث نتيجة تقدير اكثر من اللازم Overestimate لقابلية الهضم .
* يحدث استرداد اكثر من اللازم من السليكا خاصة عند رعي الحيوانات وتناولها الرمل.

3 –Acid –Insoluble Ash (AIA)

* مستعمل على نظاق واسع في الماضي وما زال مستعمل اليوم
* يزود بنتائج مشابهة لمجموع الروث الكلي
* تقنية تحليلية دقيقة وهي الغليان في HCl.
* بعض الاعلاف تحتوي على كميات قليلة من AIA لذلك فان هذا الدليل غير مناسب لجميع الحالات . الحبوب منخفضة بمحتواها من AIA وان مقدار الخطا التحليلي كبير نسبة الى المحتوى المطلق AIA في الحبوب .

4- Indigestible ADF

* تقنية حديثة بالمقارنة مع الادلة التي نوقشت سابقاً ، وكثير الاستعمال في الوقت الحاضر
* يزود نتائج مشابهة لمجموع الروث الكلي .
* التقنية التحليلية له تتضمن هضم مختبري *Invito* للاعلاف والروث في سائل الكرش ويتبعها تحليل ADF على المتبقي من تجربة الهضم المختبرية .

**ثانيا :الادلة الخارجية External Markers**

**1-** الأغذية المصبوغة : Stained Feed

* الأغذية المصبوغة بأصباغ مختلفة غير قابلة للرفض.
* استعملت على الاغلب في الماضي لقياس وقت الاحتجاز وليست مستعملة لقياس قابلية الهضم .
* صبغات مختلفة بالامكان استعمالها كدليل لاعلاف مختلفة في العليقة
* عيوبها بان الجزيئات الملونة تقاس بشكل بصري أي احتمال حدوث خطأ بشري عائد الى القائم بالفحص .
* ليست مستعملة على نطاق واسع في الوقت الحاضر .

2- اوكسيد الكروم Chromic Oxide Cr2O3

* استعمل كدليل خارجي على نحو واسع لقياس قابلية الهضم ومرور المواد المهضومة .
* استرداد او استرجاع اوكسيد الكروم في الروث غير كامل .
* توفر تقنيات تحليلية موتقة لقياس Cr.
* العيوب بانه يتنقل كمعلق في المواد المهضومة بنسب مختلفة من المراحل الجزيئية او السائلة وقد يكون له اختلاف نهاري ويومي في مروره في الكرش .
* يجب ان لا يستعمل لقياس وقت احتجاز المواد المهضومة .

3- عناصر الارض النادرة Rare Earth Element

* تستعمل Lathanum(La)و Samarium(Sm)و Cerium(Ce)وYlerbium (Yb) في قياس قابلية الهضم ومعدل المرور .
* تتوفر تقنيات تحليلية كاملة وموثوقة لقاس الاسترداد في الروث .
* يجب ان ترتبط هذه المواد بجزيئات المواد العلفية .
* العيوب التي تم ملاحظتها هجرة هذه العناصر بعيداً عن جزيئات الاعلاف وتحدث الهجرة الاكبر في الظروف الحامضية .
* يستعمل لقياس معدل مرور المواد السائلة .

4-Chromium Mordanted Fiber

* ان عملية Mordanting تؤدي الى تشكيل العقد القوية بينCr وجدران الخلايا النباتية .
* الثبات في ظروف سائل الكرش والظروف الحامضية .
* يستعمل بشكل موثوق جدا لقياس قابلية الهضم ومرور المواد المهضومة
* العيوب بان كثافة Mordanted Fiber اكبر من جزيئات المادة لذا فقد لا تتدفق بنفس النسبة.
* عملية Mordanting معقدة جداً وخطر سمية الكروم على الانسان .
* على الرغم من عيوب فانه كثير الاستعمال في الوقت الحاضر .

Water Soluble Markers

1- PEG-Polyethylene glycol

* قابلة للذوبان في الماء – تقريباً استرداد كامل .
* المشاكل بالقياس التحليلي
* تستعمل على نطاق واسع في الماضي ولايستعمل بدرجة كبيرة في الوقت الحاضر .

2- Cr-EDTA and Co-EDTA

* حلت محل PEG كدليل للحالة السائلة .
* قابلة للذوبان بسهولة ، القياس التحليلي دقيق .
* كميات قليلة من Cr-EDTA قد ترتبط بجزيئات المادة وتمتص وتطرح في الادرار .

**الحالات التي تستعمل فيها الادلة :**

**اولا: في حالة العلف المتناول مروف ولكن الروث المجموع غير معروف**

* الادلة الخارجية او الداخلية من الممكن ان تستعمل لقياس انتاج الروث
* في حالة الدليل الخارجي فان الدليل اما ان يخلط بالعليقة او ان يعطى بكميات ثابتة .
* عينات الروث المجموعة لسبعة ايام ويتم تحليلها لمعرفة تركيز الدليل وحسب المعادلة التالية :

**marker dose (g/d)**

**Fecal production = -------------------------**

**marker concentration in feces (g/d)**

وفي حالة استخدام الادلة لتقدير معاملات هضم مكونات المادة الغذائية مثل البروتين نستخدم المعادلة التالية :

**معامل هضم البروتين = 100- (100 × × )**

**%الدليل في الروث**

**%البروتين في الروث**

**%البروتين في الغذاء**

**%الدليل في الغذاء**

**ثانيا: في حالة عدم معرفة العلف المتناول وكذلك كمية الروث المطروحة والمطلوب هو قياس معامل الهضم**

* دليل خارجي يجب ان يستعمل
* عادة يستعمل في تجارب الرعي والصعوبة في الحصول على عينة ممثلة للعلف الذي استهلكه الحيوان بالرعي بسبب انتقائية الحيوان للعلف.

حيث نستخدم المعادلة التالية :

**المادة الجافة الماكولة =**

**%للمرقم الداخلي في العلف**

**وزن المرقم الداخلي في روث الناتج**

**المادة الجافة الماكولة =**

**%للمرقم الداخلي فيه**

**وزن الروث ×% للمرقم الداخلي فيه**

**فوائد استعمال الادلة**

1- عدم إطالة الدور الرئيسى.

2- لا يجمع الروث كمياً بل يكتفى بأخذ عينه يومين منه تجفف وبمعلومية نسبة المرقم في كل من الغذاء والروث يمكن معرفة نسبة المرقم وهى تساوى نسبة المادة الجافة.

معامل الهضم الظاهرى =( 100 – نسبة المرقم الغذائى×نسبة المركب)

**الفرق بين معامل الهضم الظاهري والحقيقي**

الروث يتضمن المكونات التالية

* مصدر غذائي
* مصدر داخلي endogenous
* مصدر مايكروبي

وهذا يمثل مكونات غير غذائية في الروث مما يعني قيم معاملات الهضم الظاهرية ما عدا الالياف .

**2- تقدير معاملات الهضم بطرق مختبرية *In Vitro* Digestion.**

**2-1- استخدام ميكروفلورا الكرش في تقييم مواد العلف (تقدير الهضم مختبرياًDigestion *In Vitro* أو الكرش الصناعى).**

اتجه التفكير في إيجاد طريقة سهلة وسريعة ودقيقة يمكن بها تقييم معامل الهضم في المختبر هو إيجاد ظروف مطابقة لما يحدث على الغذاء داخل القناة الهضمية للحيوان والتى تتلخص في الآتي:

1- التعرض للعاب.

2- التخمر في الكرش.

3- الهضم الأنزيمي في المعدة الحقيقية.

والجزء الغير ذائب بعد ذلك يعتبر غير مهضوم ويخرج مع الروث، فاللعاب يمكن تحضيره من مركبات كيماوية مشابهة لما تفرزه الغدد اللعابية للحيوانات والكائنات الدقيقة التى تعيش في الكرش يمكن الحصول عليها من كروش الحيوانات بإحدى الطرق أما الهضم في المعدة الحقيقية فيتم أساساً يفعل أنزيم الببسين إلى يمكن تحضيره مختبرياً.

**1- تجربة الهضم في المختبر *In Vitro*:**

هنالك عدة محاولات لتقدير معامل هضم الغذاء في المختبر وذلك باعادة انتاج التفاعلات التي تحدث في القناة الهضمية للحيوانات ويتم اجراء هذه التجربة خارج كرش الحيوان باستخدام التالي :

1. المادة العلفية المراد معرفة معامل هضمها.
2. انابيب الأختبار.
3. توفير سائل الكرش (40 مل).
4. اللعاب وذلك باستخدام مجموعة من الاملاح.
5. حمام المائي مع الحركة و درجة حرارة الحمام المائي 37 °م.
6. توفير غاز CO2 باستمرار حتى تكوين نفس ظروف نفس كرش الحيوان.

و يتم اجرائها خلال 48 ساعة للمواد العلفية الخشنة أي مرحله واحدة للهضم المايكروبي او 72 ساعة للمواد العلفية المركزة و يستخدم فيها حامض HCl لقتل البكتريا ثم تهضم بانزيم الببسين لمدة 48 ساعة أخرى . حسب طريقة Tilley وTerry (1963)

**2- استخدام أكياس النايلون Nylon Bags او Dacron Bag technique**

يتم هذه التجربة داخل الكرش الحيوان باستخدام اكياس النايلون مصنوعة من مادة بولستر و تكون هذه اكياس ذات مسامات تسمح بدخول الأحياء المجهرية الموجودة داخل كرش الحيوان بالدخول إلى داخل الاكياس و عدم الخروج المادة العلفية بالخروج إلى خارج أكياس النايلون.

طريقة اجراء التجربة.

**مدى فعالية وصحة معامل الهضم :**

1. ان الافتراضية التي تعتمد على ان جزء الغذاء المهضوم و الممتص من الممكن تقديره و ذالك بطرحه من الجزء المفرز مع الروث فيلاحظ في المجترات ان غاز الميثان المتحرر من عملية التخمر الكاربوهيدرات يفقد و يطرحه الحيوان و لا يمتص و ان هذا الفقدان يعود إلى اعطاء تقدير اكثر مما هو عليه بالنسبة للمحتوى غذاء المجترات من الكاربوهيدرات والطاقة المهضومة.
2. ان مصدر الخطأ الاكثر اهمية ظهر عن طريق الحقيقة التي تقول انه ليس كل الفضلات هو عبارة عن غذاء غير مهضوم و ان جزء من هذه المادة في الفضلات عبارة عن انزيمات بالاضافة إلى بعض المواد المفرزة في الامعاء(gut) والتي لم يعاد امتصاصها بالاضافة إلى بعض المواد الخلوية من بطانة الامعاء .لهذا اذا غذيت الحيوانات على عليقة خالية من النتروجين فانها تستمر في افراز النتروجين في الفضلات و بما ان هذا النتروجين قد اخذ من الجسم و ليس من الغذاء بصورة المباشرة قد تسمى بنتروجين الفضلات التمثيليMetabolic Origin .
3. ان المواد المفرزة مع الفضلات و التي تاتي عن طريق الغذاء مباشرة تعود الي تقدير جزء الغذاء الممتص من قبل الحيوان باقل من كميته الحقيقية ان القيمة التي تحصل عليها في التجارب الهضم تسمى بمعامل الهضم الظاهريِ Apparaent Digestability و ذالك لتفريقها عن معامل الهضم الحقيقي لانه من غير الممكن فصل مكونات الروث الاتية عن طريق الغذاء مباشرة عن تلك الاتية عن طريق الحيوان.

**العوامل المؤثرة على معامل الهضم في المجترات :**

**Factors Affecting on Digestibility in Ruminants**

هنالك عدد كبير من العوامل التي تؤثر على هضم المادة العلفية او العلائق من قبل المجترات :

1. **تركيب الغذاءFeed Composition :** ان قابلية الهضم للغذاء تعود إلى تركيبه الكيمياوي و غذاء مثل الشعير و الذي يختلف قليلا نسبيا في تركيبه من نموذج إلى اخر سيظهر اختلافات قليلة في قابلية الهضم ان اغذية أخرى وبخاصة العلف الاخضر الطازج او المحفوظ سيكون اقل ثبوتاً في تركيبه لذلك تكون لاختلافات في قابلية الهضم اكبر وان جزء الالياف الخام في الغذاء له التاثير الاكبر على قابلية الهضم وتعتبر الالياف الخام وتركيبها الكيماوي مهمان .ان محتوى داخل الخلية(Cell Content )في الاعلاف الخشنة على الاغلب تهضم بصورة كاملة ولكن محتوى جدار الخلية Cell Wall Content)) والتي تتكون بصورة رئيسية من السليلوز والهيميسيليلوز لاتهضم بصورة جيدة اذا كانت غالبيتها مرتبطة مع اللكنين . لذا فان زيادة محتوى كثير من الاغذية من الالياف الخام ب 1% يسبب تقليل النسبة الهضمية للمكونات الغذائية العضوية بـ 0.7-1 وحدة في المجترات .
2. **مكونات العليقةRation Composition :** ان نسبة هضم الغذاء لا تتاثر فقط بتركيب الغذاء وانما تتاثر ايضاً بتركيب بقية الاغذية التي تستهلك مع ذلك الغذاء وان هذا التاثير المشترك او التضامني للاغذية قد ابرز اعتراض مهم لتقدير نسبة الهضم للاغذية المركزة وكمثال على ذلك نموذج الشعير تختلف نسبته الهضمية اعتمادا على كون هذا الشعير سيؤكل مع الدريس او مع السايلج. وان جزء من هذا التاثير يمكن تفسيره بواسطة ما استجد عن معلومات عن الهضم في المجترات . ان زيادة نسبة الكاربوهيدرات المذابة في الغذاء سيؤثر بصورة سلبية على هضم السليلوز من ناحية أخرى اذا كانت العليقة تحتوي على كميات كبيرة من العلف الخشن (Roughage) فان معامل الهضم سيكون منخفض بسبب زيادة نسبة الالياف الخام فيه وان القيمة النسبية الطبيعية للعلف الخشن إلى المركز في العليقة هي 70 : 30 والسبب في انخفاض معامل الهضم في الاعلاف الخشنة ذات نسبة الالياف المرتفعة هو انخفاض النمو المايكروبي ( Microbial Growth) والفعالية المايكروبية (Microbial Activity ) وبالتالي انخفاض تصنيع البروتين المايكروبي (Microbial Protein ). في كرش الحيوان المجتر.
3. **تحضير الاغذية Diets Preparation:** ان المعاملات الاكثر شيوعا للغذاء هي التقطيع ، التكسير او الطحن والطبخ فلأجل الحصول على اعلى معامل هضم للحبوب يجب تكسيره بالنسبة للماشية و طحنه بالنسبة للخنازير و الا فسوف يمر الغذاء عبر الجهاز الهضمي دون ان يهضم. فهنالك معاملات كثيرة تعامل بها الاعلاف الخشنة وان اخف هذه المعاملات هي عملية فصل القشور وكان لها تاثير قليل على نسبة الهضم . وان المعاملة الاكثر شدة هي عملية الطحن الدقيق والتي عادة تعقب بعملية صنع الاقراص Pellet التي كان لها تأثير واضح على الطريقة التي تهضم بها العلف الخشن ومن ثم على نسبتها الهضمية . الاعلاف الخشنة الغير معاملة تمر عبر الكرش اسرع من المقطعة ولذلك فان المركبات الليفية لا تتخمر بصورة كاملة . والاعلاف الخشنة مثل تبن الحبوب والذي يكون فيه السليلوز مخلوطا او مرتبطاً بجزء كبير من اللكنين ربما يحتاج إلى معاملة كيمياوية كالمعاملة بالقواعد كهيدروكسيد الصوديوم والامونيوم والكالسيوم وذلك لفك الارتباط وزيادة نسبة الهضم للمادة الجافة في التبن من 40% إلى 60-70%. كما ان النسبة الهضمية للبروتين في بعض انواع البروتين النباتي المركز تتحسن بالمعاملة الحرارية التي تحطم مانع الانزيم الموجود في الغذاء مع الاحتاط ان الحرارة الزائدة اثناء المعاملة قد تؤدي إلى تفاعل الاحماض الامينية لللايسين مع مجموعة الالديهايد في جزيئات السكر لتكوين معقد غير قابل للهضم .
4. **عوامل الحيوانAnimal Factor:** الغذاء الواطئ الألياف يهضم بصورة جيدة في المجترات و غير المجترات و لكن الغذاء الأكثر من ناحية الألياف يهضم بصوة افضل من قبل المجترات.وليس هنالك فروقات كبيرة بين القابلية الهضمية للاغنام والابقار .

وجد من الابحاث ان الماشية عموماً تهضم الاعشاب بصورة افضل من الأغنام بينما كانت الأغنام اكثر كفاءة في هضم المواد العلفية المركزة وبخاصة هضم مستخلص الايثر . كما وجد ايضا بانه لاوجد فروقات معنوية بين الماشية والأغنام في هضم المادة الجافة او البروتين الخام او في هضم الطاقة المهضومة .وأشارت أبحاث أخرى إلى إن الهضم كان متشابها جداً بين الماشية والأغنام ولكن الأغنام كانت تميل لهضم دريس الحشائش ، ذي النوعية الرديئة أو المنخفض بمحتوياته من البروتين بصورة أفضل من الماشية وقد أشارت أبحاث أخرى إلى أن الماشية هضمت الألياف الخام بصورة أفضل قليلا من الأغنام أما بالنسبة لهضم البروتين الخام فقد كان أفضل من قبل الأغنام وذلك عند تغذيتها علائق مرتفعة بمحتوياتها منه.

1. **مستوى التغذيةFeeding level** : إن زيادة كمية الغذاء المتناولة من قبل الحيوان تسبب معدل مرور هضمي أسرع وفي هذه الحالة فان الغذاء سيتعرض لأنزيمات الهضم التي تفرزها الأحياء المجهرية لفترة اقل و بالتالي سيقلل هذا من نسبة الهضم.يعتبر مستوى التغذية تعريف مناسب بالنسبة لكمية الغذاء التي يحتاجها الحيوان للإدامة وان زيادة مستوى التغذية بوحدة واحدة ( ليضاعف مستوى الإدامة ) يقلل من القابلية الهضمية للمادة الجافة للأغذية بالنسبة للمجترات بـ 1-2 وحدة مئوية.هذا التأثير لمستوى التغذية هو تأثير معقد ، ودرجة تأثيره تعتمد بصورة خاصة على طبيعة الغذاء فالنسبة الهضمية للمادة الجافة للحشائش المحفوظة أو الجافة قد اختزلت ب 1-3 وحدة فقط عند زيادة المتناول ب50-100% . إن تأثير مستوى التغذية بالنسبة للأعلاف المركزة يكون أكثر تعقيداً لأنها تؤكل من قبل المجترات مع الأعلاف الخشنة وإذا زادت كمية الأعلاف الخشنة والمركزة بنفس الكمية ولم يتغير تركيب الغذاء فان تأثير مستوى التغذية سيكون بنفس درجة التأثر للأعلاف الخشنة لوحدها من ناحية أخرى إذا زادت كمية الأعلاف المركزة وحدها أو تغير تركيب العليقة فان الاختزال في النسبة الهضمية يكون اكبر وبالتالي فان التأثير قد يعود جزئياُ إلى التأثير التضامني للغذاء .
2. **سرعة مرور المادة العلفية Out Flow Rate :** كلما كانت مدة بقاء المادة العلفية في كرش الحيوان اقل كلما كان معامل الهضم اقل وهذه تعتمد على نوع المادة العلفية ومستوى الغذاء المتناول

**Digestibility↓ ← Out Flow Rate↑ ← Level of Intake↑**

1. **عمر النبات Forage Maturity** : لوحظ أن العطاء العلف الخشن الناضج mature roughage للحيوان يؤدي إلى انخفاض معامل الهضم مقارنة بإعطائه أعلاف خشنة فتية ويعود ذلك إلى زيادة نسبة الألياف في النباتات الناضجة مقارنة بالفتية
2. **تكرار التغذية Feeding Frequency** : إن زيادة عدد مرات التغذية تؤدي إلى زيادة الهضم . حيث أن زيادة عدد مرات التغذية يودي إلى فقدان اقل للحرارة وتحسين احتجاز النتروجين على الرغم من أن التأثير على الهضم يكون قليلاً
3. **التأثيرات المرافقة Associative Effect للمواد العلفية :** قد تكون موجبة او سالبة فان تغذية المواد العلفية سوية فان جزء من التأثير المرافق يرجع إلى تزويد توليفات أكثر مثالية من العناصر الغذائية ( في حالة التأثير الموجب )، أو قد يرجع جزئياً من التأثير إلى تغير هضم العليقة الأساسية
4. **التأقلم إلى التغيرات العليقية :** بعكس الحيوانات ذات المعدة البسيطة ، فأن المجترات لا تستطيع المعيشة بصورة طبيعية على العلائق التي تحدث فيها تغيرات واضحة لنوع العلف المستهلك من يوم إلى آخر . وان تغير العلائق يؤدي إلى تغير في مجاميع الأحياء المجهرية الموجودة في الكرش . وتحتاج هذه المجاميع إلى فترات زمينة كي تتأقلم للمصادر المختلفة من المواد الغذائية. حيث تؤدي التغيرات المفاجئة للعليقة إلى انخفاض الهضم إلى اقل مما هو متوقع لحين تأقلم الأحياء المجهرية لتلك التغيرات . وأشارت الأبحاث إلى أن الحيوانات المجترة تحتاج إلى 2-3 أسبوع على الأقل للتأقلم للتغيرات العليقية من خلال اختبارات الهضم .
5. **الشهية**
6. **نقص العناصر الغذائية :** لقد بين في العديد من التجارب إن النقص الجزئي أو الكلي للبروتين يؤدي إلى انخفاض واضح في هضم الطاقة (وكذلك انخفاض استهلاك العلف ) وقد يرجع هذا بدرجة كبيرة في المجترات إلى خفض فعالية الأحياء المجهرية .

**تحسين القيمة الغذائية للأعلاف منخفضة القيمة الغذائية:**

لقد بينت أكثر الدراسات والبحوث السابقة ان إمكانية استخدام الأعلاف منخفضة القيمة الغذائية محدودة نتيجة للأسباب والعوامل السابقة الذكر، لذا يمكن زيادة إمكانية استخدام هذه الأعلاف في تغذية الحيوانات المجترة عن طريق تحسين قيمتها الغذائية وذلك لسد النقص الحاصل في الأعلاف الخشنة وزيادة الأستفادة من بقايا المحاصيل الزراعية والصناعية.

**مكونات الخلية النباتية:**

تتكون الخلية النباتية من جزأين رئيسين: الأول هو مكونات الخلية(Cell Content)، والتي تتكون من الدهون والسكريات والأحماض العضوية والنشا والمركبات النيتروجينية غير البروتينية وجزئيات ذائبة مثل التانين ومواد أخرى   
(Van Soest، 1966)، وتتمثل محتويات هذا الجزء نسبة منخفضة من المادة الجافة وتمتاز بارتفاع قابلية هضمها؛ حيث تصل إلى 98% في الحيوانات المجترة وغير المجترة  
(Van Soest، 1967). أما الجزء الثاني فهو محتويات جدار الخلية النباتية( Cell Wall Conten) والذي يمثل نسبة عالية من المادة الجافة ويمتاز بانخفاض معامل الهضم. وانخفاض سرعة مروره من الكرش مما يؤدي بالنتيجة إلى انخفاض المتناول من الغذاء   
(Blaxter وزملاؤه، 1961).

**التركيب الكيميائي لجدار الخلية النباتية**

تتكون جدران الخلايا النباتية عادة من حوالي 35- 50% سليلوز و 20 – 35% هيمي سليلوز و 10 -25 % لكينين من المادة الجافة (sticklen ، 2008).السليلوز هو عبارة عن β-glucan غير قابل للذوبان في الماء ويتكون من جزيئ خطي يصل حوالي الى 15000 D-anhydroglucopyranase يرتبط به آصرة β(1-4) .Anhydrocellobiose هو وحدة مكررة من السليلوز ويتناوب 180ْ مع انصاف الكلوكوز المجاورة وكما موضح في الشكل (2-1) ويتم محاذاة اللييفات على نحو متوازي لتكوين مناطق بلورية مع اقصى الآصرة الهيدروجينية وفي مناطق اخرى من اللييف يتكون سليلوز غير بلوري اقل تنظيماً من البلوري ويعتقد ان endoglucanases تعمل على المناطق غير المتبلورة ونهاية السلسلة تكون بمثابة المادة الاساس للexoglucanases وهذه الانزيمات تنتج Disaccharide cellobiose وكما مبين في الشكل 1 والذي يتحلل الى جزيئتين من الكلوكوز الاحادي بواسطة β-glucosidase (Bhat و Hazlewood ، 2001 و zang و lynd ، 2004 و Aro و ، 2005 و sticklen ، 2008). ويعد الزايلان المكون الأساسي للهيمي سليلوز وتكون نسبته حوالي 30-35% من جدار الخلية النباتية للنباتات الموسمية (الاعشاب والحبوب) و 15-30 % في الاخشاب الصلبة و 7-10 % في الخشب الناعم.(wilkie ، 1979 ; ladisch وزملاؤه ، 1983 و Sjostrom ، 1993). وقال Mazzia و Walker (2008) إن الاياف هي جدران الخلايا النباتية والتي تحتوي على البكتين ، الهيميسليلوز ، السليلوز واللكنين وهذه الاجزاء المختلفة تظهر درجات مختلفة من التحلل والهضم داخل الكرش

ويكون معظم الجدار الخلوي في مراحل النمو الأولى من حياة النبات رقيقاً. ويحوي على طبقة رقيقة من السليلوز فضلاً على البكتين والهيمسليلوز، وبعض البروتين   
(Darvill وزملاؤه، 1980). وخلال تقدم مرحلة النمو يصبح الجدار أكثر ُسمكاً لحدوث ترسب للكنين ما بين الخلايا وجدار الخلية الأولى، وينتشر اللكنين على الطبقة الثانوية من الجدار الخلوي. وبتقدم عمر النبات يصبح اللكنين محيطاً بجدار الخلية الأولى، ثم يبدأ بالانتشار خلال جدار الخلية الثانوي مع تطور نمو الجدار (Calvin، 1967). ويرتبط السليلوز مع اللكنين بأواصر قوية مما يعيق البكتريا المحللة للسليلوز من مهاجمته وبالتالي هضمه (Hartley، 1982؛ Aman, Theander ،1984).

**طرق تحسين القيمة الغذائية للأعلاف منخفضة القيمة الغذائية:**

إن المساحات المحددة لزراعة الاعلاف في معظم دول بلدان العالم الثالث ومن ضمنها العراق محدودة وقليلة، هذا يؤدي إلى شحة واضحة في المواد العلفية الخضراء مما يدفع بالضرورة إلى استخدام بقايا ومخلفات المحاصيل الزراعية والصناعية مثل القصب البري و الاتبان وسعف النخيل وبثل التمر وغيرها من البدائل العلفية ذات القيمة الغذائية المنخفضة ، ان افتقار هذه المواد للطاقة المهضومة والبروتين وارتفاع نسبة الكربوهيدرات المرتبط مع اللكنين تعد من المشاكل الرئيسة التي تعاني منها هذه المواد. هذا بالإضافة إلى ضعف الكمية المأكولة منها وبناءاً على كل هذه الأسباب تعتبر القيمة الغذائية لهذه المواد قليلة. ان رفع القيمة الغذائية للاعلاف المنخفضة النوعية يتم بطرق عدة منها المعاملات الفيزيائية التي تشمل الجرش والتقطيع وعمل الأقراص الغذائية او باستخدام المعاملات الكيميائية والمايكروبية) حسن وزملاؤه ، 2008(. إذ ان الهدف الرئيس لهذه المعاملات هو تعريض أكبر قدر ممكن من الكاربوهيدرات البنائية والمتمثلة بالسليلوز والهيميسليلوز للانزيمات التي تفرزها الاحياء المجهرية (البكتريا البروتوزوا) في الكرش وان المعاملة الميكروبية قد تتجاوز معظم مساوئ المعاملة الكيميائية , ويتم في هذه المعاملة هضم اللكنين ولا تجعلة حراً والذي يكون ساماً ومثبطاً لنشاط الاحياء المجهرية داخل الكرش. إن الاستخدام التجاري للأنزيمات في الاعلاف لتغذية الابقار لايزال محدود جداً وعلى الرغم من زيادة تكاليف الاعلاف وانخفاض تكاليف الانزيمات لاتزال الجهود البحثية متواصلة لتطوير وتثمين الاضافات الانزيمية للمجترات، إن اضافة انزيمات cellulases ,hemicellulases ,proteases, ferulic acid esterase هي من الاهتمامات الرئيسية لدى الباحثين في هذا المجال(Beauchemin وHoltshausen ، 2010). وكما تساعد في التغلب على عدم كفاية الهضم في الحيوانات الصغيرة وذلك قد يرجع الى عدم كفاية انتاج الأنزيم وخلال فترات الأجهاد مثل الفطام والتطعيم والأجهاد البيئي (**Hutcheson** ، 2002) .

في الواقع فإن هنالك عامل مهم ويلعب دورا كبيرا في هضم الاعلاف وهو محتوى المادة العلفية من اللكنين اذ ان اللكنين يمنع الكائنات الدقيقة في الكرش من الوصول الى السيليلوز والهيميسليلوز

**الاساليب المتبعة لتحسين القيمة الغذائية للأعلاف رديئة النوعية:**

وتوجد اساليب عديدة لتحسين القيمة الغذائية للأعلاف رديئة النوعية :-

1. المعاملة الفيزيائية
2. المعاملة الكيميائية
3. المعاملة المايكروبية
4. استخدام الانزيمات المحللة للألياف
5. الإضافات الغذائية

### 1- المعاملة الفيزيائية:

1. هي من الطرق الرئيسية التي تعمل على تحسين القيمة الغذائية للمخلفات الزراعية   
   . ويتم عن طريق تقليل حجم الأجزاء بالطحن أو الجرش أو التقطيع أو عمل الأقراص الغذائية والنقع بالماء والمعاملة بالبخار تحت الضغط. أو المكعبات العلفية.
2. ان معظم المعاملات الفيزيائية تؤثر في الاتحاد بين اللكنين والكاربوهيدرات البنائية (السيليلوز والهيمسليلوز) في جدار الخلية النباتية، حيث تتحرر الأجزاء القابلة للهضم وتسهل على الأحياء المجهرية مهاجمتها؛ حيث تزداد المساحة السطحية التي تتعرض للفعل الميكروبي وزيادة معدل سرعة اختفائها ومرورها عبر الكرش .
3. وقد وجد Van Soest ان كبس العلف أو عمل الأقراص الغذائية وترطيب المواد الخشنة بقليل من الماء هي من الطرائق المهمة حيث انها تسهل تناول الحيوان للمادة الخشنة وعدم بعثرتها و تطايرها أثناء تغذية الحيوان عليها ودخولها في الانف والعينين، فضلاً عن إمكان خلط أجزاء العليقة ببعضها وعدم ترك فرصة للحيوان للاختيار وانتقاء ورفض أجزاء منها. كما وجد أيضاً عند نقع مواد العلف والمخلفات الخشنة في الماء يؤدي إلى زيادة المأكول والأستفادة من مكوناتها، وذلك نتيجة لانتفاخ جدران الخلايا مما يساعد على انفصال مكوناتها من السليلوز والهيمسليلوز واللكنين عن بعضها، وإتاحة فرصة أكبر لفعل الأحياء الدقيقة والعصارات الهاضمة بالكرش عليها، ولعل في الطريقة المتوارثة بدول الخليج والعراق وإيران من نقع نوى البلح في الماء لمدة يومين قبل تقديمها للأغنام والأبقار، لأثر انتفاخ الخلايا في زيادة درجة الأستساغة والمأكول ورفع القيمة الهضمية   
   كما وجد ان تقطيع الأعلاف الخشنة يمكن التغذية عليها بفقد وبرفض أقل وزيادة الكمية التي يأكلها الحيوان منه تطوعاً ويضاعف المتناول منها ويقلل من المجهود الفسيولوجي المبذول من قبل الحيوان في قضم وتقطيع تلك الأعلاف إلى أجزاء أصغر، ليسهل مرورها خلال القناة الهضمية وزيادة استيعاب القناة الهضمية نتيجة زيادة كثافة الغذاء , مما يؤدي إلى زيادة تعريض الأسطح النباتية لفعل العصارات الهضمية والأحياء المجهرية في الكرش. حيث أشار Blaxter وزملاؤه ،(1956) إلى مدة بقاء الأعلاف الخشنة في الكرش دون تقطيع هي (103) ساعة وعند تقطيعها انخفض الوقت إلى 72 ساعة وعند جرشها انخفض الوقت إلى 53 ساعة، ويعتبر الجرش عاملاً رئيسياً في التأثير على القيمة الغذائية لانه يؤدي إلى الأستفادة الأفضل للمركبات الغذائية التي يهضمها الحيوان   
   . ان نوع العلف الخشن وشكله الفيزيائي لهما تأثيره الواضح على كمية المتناول، فقد أشار ( Campling وFreer، 1966) إلى ان الكمية المتناولة من تبن الشوفان المجروش والمعمول على شكل أقراص قد ازدأدت بمقدار 26% عند تقديمه لأبقار الحليب مقارنة مع التبن المقطع، وأيده بذلك Minson، (1963) ان تقديم الأعلاف الخشنة على شكل مكعبات قد زاد من التناول الحر.
4. أما Perry، (1980) و Kawamoto وزملاؤه ،(2000) فقد لاحظوا تحسن القيمة الغذائية لكوالح الذرة عند تقديمها كأقراص غذائية. وأكدSampelayo وزملاؤه ،(1998) زيادة الهضم والأستفادة من النيتروجين والطاقة المتأيضة لانتاج الحليب عند تغذية الماعز دريس الجت على شكل أقراص مقارنة مع دريس الجت المقطع.
5. كما أكد Capper وزملاؤه، (1989) ان تقديم تفل الزيتون على شكل مكعبات قد زاد من التناول الحر وانخفض معامل الهضم وأيده بذلك Hassoun،   
   (1989).
6. ومن الطرائق الأخرى للمعاملة الفيزيائية هي عملية فصل قشرة النواة، إما بالغربلة أو بتيارات الهواء فقد أشار Nefzaoui ،(1983) ان الغربلة هو أسلوب معالجة فعال جداً من أجل تحسين القيمة الغذائية للتفل من حيث تحسن قابلية المادة العضوية للهضم والمادة الأوزتية للهضم.

### 2 - المعاملة الكيميائية:

1. تستخدم المعاملات الكيميائية لتحسين القيمة الغذائية للأعلاف الخشنة رديئة النوعية عن طريق تحسين معامل هضمها وزيادة كمية المتناول منها ، وقد أشار Berger وزملاؤه ،(1980) إلى ان نوع المعاملة ومستواها وطبيعتها لها تأثير على كمية الأعلاف الخشنة المتناولة وتهدف المعاملات الكيميائية إلى تحسين القيمة الغذائية للأعلاف منخفضة القيمة الغذائية، ويحدث ذلك عن طريق تكسير الأواصر التساهمية بين اللكنين والهيمسليلوز والسليلوز وينتج عن ذلك انتفاخ الألياف خاصةً بلورات السيليلوز ويؤدي تمزيق جدرانها إلى زيادة ذوبان جزيئات الهيمسليلوز. مما يسهل على الأحياء المجهرية وانزيم السليليز ويزيد نشاطهما في الكرش مما يؤدي إلى مهاجمة المركبات الكربوهيدراتية ويؤدي هذا إلى زيادة كمية العلف المتناول وزيادة هضمها.
2. وتتضمن المعاملات الكيميائية المعاملة بالقواعد المختلفة ومن أهمها: المعاملة بهيدروكسيد الصوديوم، وهيدروكسيد الأمونيوم واليوريا، فضلاً على المعاملة بالأحماض والمواد المؤكسدة. وسيتم في هذا الجزء من الأطروحة التركيز على المعاملات الكيميائية وباستخدام القواعد.

### A- المعاملة بهيدروكسيد الصوديوم:

1. ان هيدروكسيد الصوديوم (Sodium Hydroxide, NaOH) من القواعد الأكثر استعمالاً في معاملة الأعلاف الخشنة المنخفضة القيمة الغذائية، التي تعمل على تشقق الخلايا النباتية وحدوث انكماشات فيها وتفصيص الألياف الخام وفك الارتباط بين اللكنين (غير قابل للهضم) وبين السيليلوز والهيمسليلوز القابل للهضم بواسطة الأحياء الدقيقة للكرش، ويحدث ذلك عن طريق تكسير الأواصر التساهمية والأواصر الهيدروجينية التي تربط اللكنين مع الكربوهيدرات في جدار الخلية النباتية بين السيليلوز والهيمسليلوز وجعلها أكثر قابلية للهضم, وزيادة معامل الهضم وبالتالي زيادة في كمية المادة الجافة المتناولة والأستساغة، وهذا يؤدي إلى زيادة في كفاءة الأستفادة من الأعلاف الخشنة رديئة النوعية (حسن وزملاءه 1988و1999 و2005و2006و2008و2009و2010).
2. وتوجد عدة طرق لمعاملة الأعلاف الخشنة بهيدروكسيد الصوديوم، ومن هذه الطرق هي المعاملة بالرش التي استخدمها حسن وحسن،(2005)، إذ عامل سعف النخيل المجروش بهيدروكسيد الصوديوم بنسبة 4% على أساس المادة الجافة وباستعمال مدد حضن، 0، 15، 30 يوماً، وقد أدى ذلك إلى زيادة معامل هضم المادة العضوية والمادة الجافة من 31.27 و37.10 إلى 35.41 و40.74%، وهذا ما أشار إليه احسن وزملاءه (1999) عند رش القصب المجفف المجروش بنسبة 4% من هيدروكسيد الصوديوم، فلاحظ زيادة في معامل هضم المادة العضوية من 31.10 إلى 43.04، كما أشار إليه Joshi وزملاؤه ، (1984) عند رش البكاز بنسبة 4% من هيدروكسيد الصوديوم، ولوحظ زيادة في معامل هضم المادة الجافة والمادة العضوية والألياف الخام مقارنة مع غير المعامل. واتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه السامرائي، (2001) لدى استخدام كوالح الذرة الصفراء المجروشة المعامل بهيدروكسيد الصوديوم بنسبة 4% فلوحظ زيادة في معامل الهضم للمادة العضوية من 40-58.3%، كما حصل زيادة في الأس الهيدروجيني من 5.8-9.
3. أما طريقة التغطيس التي وضعها Backman ، (1921) وتشمل تغطيس ونقع  
    (Soaking) بالات التبن في محلول هيدروكسيد الصوديوم البارد لمدة 3 أيام، ومن ثم غسل البالات بالماء للتخلص من آثار القاعدة المتبقية، لوحظ تحسن في معامل هضم التبن مع فقدان يصل إلى 20% من المركبات الذائبة التي تفقد عند الغسل، بالإضافة إلى ان ماء الغسل يؤدي إلى تلوث التربة وقد انتشرت هذه الطريقة بشكل واسع كما وجد عند تغطيس التبن بنسبة   
   4% في محلول هيدروكسيد الصوديوم كان معامل هضم التبن غير المعامل 45.7 % ، ارتفع إلى 50.2% بنسبة 12% حتى بلغ 71.2%، مما أدى إلى تحسن في معامل هضم المادة العضوية (البيطرة العربية، 2005).
4. لقد بينت الدراسات والبحوث العديدة التي أجريت ان هناك تأثيراً لمستوى المعاملة بهيدروكسيد الصوديوم على تفل الزيتون وهو نفس ما يحدث في حالة التبن، وعند المعالجة بكميات صغيرة من هيدروكسيد الصوديوم تقل عن 4% لا يظهر أي تأثير على قابلية المادة الجافة للهضم في المختبر، ولكن تزيد هذه القابلية بالتدريج حتى تصل إلى 50 أو 70% عند إضافة 6% أو 8% من هيدروكسيد الصوديوم، وتقل القابلية للهضم عند غسل التفل وترشيحه، بحيث يستبعد منه هيدروكسيد الصوديوم. (Nefzaoui، 1979؛ Abdouli، 1979؛ Gooden، 1920؛ Jones وKlopfenstein ، 1967). ووجد Olelad وزملاؤه ،  
   (1970) ان معاملة تبن الشعير بنسبة 4% من هيدروكسيد الصوديوم أدى إلى زيادة معامل هضم المادة الجافة في الحيوان من 37 إلى 52% ، وتحسين القيمة الغذائية للمواد السليولوزية من دون ان يسبب تأثيراً سلبياً على الحيوانات المجترة التي تتغذى على هذه الأعلاف، وهذا ما أكدته نتائج (Xande وDemarquilly، 1983؛ Lohan وRathee، 1983؛ Itoh، 1983).
5. وجد كل من Nefzaoui وZidani، (1987) ان تفل الزيتون يكون غنياً باللكنين وفقيراً بالمادة الخشبية أو السليلوزية، والتفل الذي يعالج بالمواد القلوية تزيد قابليته للهضم في المختبر بمقدار أربعة أمثال تقريباً. كما وجد Vaccarino وزملاؤه، (1982) عند معاملة تفل الزيتون الخالي من النواة بهيدروكسيد الصوديوم وبنسبة صفر،3،6،9% على أساس المادة الجافة، ولمدة حضن 150 دقيقة في درجة حرارة 70م، أدى إلى زيادة في معامل هضم المادة العضوية مختبرياٌ من 15.8 إلى20.7،32.3و50.8% وزيادة في معامل هضم المادة الجافة مختبرياً من9.7 إلى8.8،27.2 و31.9% واتفقت هذه النتيجة مع ما توصل إليه Vaccarino وزملاؤه، (1986). وأجرى Nefzaoui وزملاؤه، (1981) مقارنة بين تفل زيتون غير معامل ومعامل بهيدروكسيد الصوديوم بنسبة 4% وبالأستعاضة عن الشعيربالتفل غير المعالج بنسبة 40%، وقد تبين انه لم يحدث أي تغيير في نموها، وعند معالجة التفل بهيدروكسيد الصوديوم بنسبة 4% حدثت زيادة في الوزن وتحسن في نسبة استهلاك العلف في تغذية قطيع يتألف من عشرة ذكور من أغنام في سن 15-16 شهراً.
6. وبين Karam، (1981) ان استخدام تفل الزيتون بنسبة 20-30% من وزن العليقة لتسمين الأغنام والمعامل بهيدروكسيد الصوديوم لا تسبب تأثيراً سلبياً في أوزانها. كما بين حرب وزملاؤه، (1986) عند إحلال تفل الزيتون محل التبن بنسبة 20% من وزن العليقة المستخدمة في تسمين الحملان العواسي، يؤدي إلى انخفاض معنوي في تكلفة العليقة دون ان يسبب انخفاضاً معنوياً في معدل الزيادة اليومية في أوزان الحملان.كما بين Nefzaoui وزملاؤه ، (1982) عند معاملة تفل الزيتون بهيدروكسيد الصوديوم وبنسبة صفر،4،6و8%(مادة جافة) حدوث زيادة في معامل الهضم المختبري للمادة الجافة من51.68إلى62.86،62.46و78.51%، وزيادة معامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 51.22إلى62.00،60.55،و77.67% للتفل غير المعامل والمعامل على التوالي.وبين Nefzaoui،  
   (1999) عند معاملة تفل الزيتون بمحلول هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 6% من المادة الجافة يؤدي إلى زيادة كمية المتناول و استهلاك الماء وإفراز البول عند الحيوان. وبين أيضاً تأثير المحلول وبنفس النسبة على متوسط المادة الجدارية في التفل المستهلك المغربل، حيث كانت الأجزاء الجدارية 60.1% غير المعامل والمعامل أصبحت 47.2%، واللكنين غير المعامل 26.8%، والمعامل 17.5%، والسليلوز غير المعامل 10.2%، والمعامل 8.3%.

**B-المعاملة بهيدروكسيد الأمونيوم**

لقد أشار Shahiduzzaman، (1986) إلى ان الأمونيا لها الأفضلية فيزيادة محتوى النيتروجين للعلف الخشن المعامل بها مقارنة مع القواعد الأخرى. ويتم استعمال الأمونيا في معاملة الأعلاف الخشنة بشكل غاز الأمونيا أو سائل الأمونيا (هيدروكسيد الأمونيا NH4OH)، أو تتولد من تحلل اليوريا، إذ تعمل على تحسين معامل الهضم وكمية المتناول   
(Brown وزملاؤه، 1987؛ Bensalem وزملاؤه، 1994)، ولا تظهر المعاملة بالأمونيا مخلفات قاعدية مع فضلات الحيوان مع سهولة تطبيقها حقلياً وزيادة استساغة الحيوان للعلف، وتمتاز المعاملة بالأمونيا على المعاملة بالقلويات الأخرى في انها ترفع من نسبة البروتين الخام في المواد الخشنة لأكثر من الضعف، وذلك لارتباط نحو 1% نيتروجين بالمادة أثناء المعاملة. (Martynov، 1972؛ Hassan وزملاؤه، 1996) وأكد ذلك Fahmay وφroskov، (1984).

ان المعاملة بالأمونيا تُحسن معامل هضم المادة الجافة بمعدل 5-15% للعلف الخشن مقارنة بغير المعامل، حيث تزيد من درجة تحلل الأواصر بين السليلوز واللكنين في العلف الخشن، وتؤدي إلى انتفاخ الخلايا النباتية، وهذا يزيد من إمكانية تحطيم جدار الخلية وتعرضها لتأثير الأحياء المجهرية في كرش الحيوان (Trakaw وFiest، 1969؛ Zorrila وزملاؤه، 1985).

**العوامل الرئيسية التي تؤثر في كفاءة معاملة الأعلاف الخشنة بالأمونيا**

**1. مستوى الأمونيا المستعمل في المعاملة:**

يزداد تأثير معاملة الأعلاف الخشنة بزيادة مستوى الأمونيا المستخدمة في المعاملة، ويرافق هذه الزيادة زيادة كمية الأمونيا المفقودة، فقد أشار Sundestol وزملاؤه، (1978) إلى ان معاملة تبن الشعير بـ ‍1%، تؤدي إلى حصول زيادة في معامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 45 إلى 53% وعند زيادة المستوى إلى 2.5 و4% فيزداد معامل الهضم للمادة العضوية من 61 إلى 64 على التوالي.

كما أشار Borhami وSandstol، (1982) زيادة كبيرة في معامل هضم المادة العضوية عند معاملة تبن الشوفان بزيادة مستوى الأمونيا من 3 إلى 4% (على أساس المادة الجافة). وبين Nelson وزملاؤه، (1984) انه عند معاملة كوالح الذرة الصفراء بالأمونيا وبنسبة صفر، 2، 3، 4% (مادة جافة) حدوث زيادة في معامل الهضم المختبري للمادة الجافة من 43.16 إلى 61.03، و61.69 و65.94%، وزيادة في محتوى النيتروجين من 0.31 إلى 1.60، و2.05، و2.82% غير المعاملة والمعاملة على التوالي.

وبين Fahmy وφroskov، (1984) ان عند معاملة تبن الشعير بـ 3.5% أمونيا يؤدي إلى زيادة في درجة تحلل المادة الجافة من 29 إلى 37.6%، وزيادة في درجة تحلل المادة العضوية من 25.4 إلى 35.3%، وزيادة محتوى النيتروجين من 0.77 إلى 1.28%، وانخفاض مستخلص الألياف ألحامضي من 47.7 إلى 54.3%، وزيادة في معامل هضم المادة العضوية في الحيوان من 55.4 إلى 62.3% لتبن الشعير المعامل وغير المعامل على التوالي. ولاحظ Haddad وزملاؤه، (1995) عند معاملة التبن بمستوى 3 و5% هيدروكسيد الأمونيوم، حصول ارتفاع في محتوى التبن من البروتين الخام من 5.8 إلى 10.5 و11.0%، وانخفاض في مستخلص الألياف المتعادل من 76.6 إلى 66.6، و63.8%، وانخفاض في محتوى الهيمسليلوز من 22.4 إلى 13.5، و11.2% تبن الحنطة غير المعامل والمعامل وعلى التوالي، وحصول زيادة في متناول التبن من 1100 إلى 1200 غم /يوم، مقارنة مع 822غم/ يوم للتبن غير المعامل. وأشار Hassan وزملاؤه، (1996) عند معاملة تفل التمر الجاف بنسبة3.3% هيدروكسيد الأمونيا إلى حصول زيادة في مستوى النيتروجين من 1.08-3% من المادة الجافة وزيادة في درجة تحلل المادة الجافة في الكرش من 58 إلى 74%، وزيادة في درجة تحلل مستخلص الألياف المتعادل وألحامضي لتفل التمر المعامل بغير المعامل.

ووجد φroskov وزملاؤه، (1988) عند معاملة تبن الشعير بنسبة 3% أمونيا زيادة في محتوى النيتروجين من 0.79 إلى 1.58%، وانخفاضاً في مستخلص الألياف المتعادل من 24.3 ، 33.4، و36.0% إلى 33.0، 46.5، 53.8% (للأوقات 24، 48، 72 ساعة) للتبن غير المعامل والمعامل على التوالي، وحصول زيادة في درجة تحلل المادة الجافة في الكرش باستخدام الثيران. واتفقت هذه النتائج مع نتائج Adebwale وزملاؤه، (1989) عند معاملة كوالح الذرة بالأمونيا.وأشار السامرائي، (2001) إلى حصول زيادة في معامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 40 إلى 56.5%، وزيادة محتوى النيتروجين الكلي من 0.45 إلى 1.42%، وزيادة النيتروجين الأمونيوني من 1.1 إلى 4.4 غرام لكل كغم مادة جافة عند معاملة كوالح الذرة الصفراء المجروشة بهيدروكسيد الأمونيوم بنسبة 3.3%، وحصل على نتائج مماثلة. الدراجي، (1996)، حيث ارتفع معامل هضم المادة العضوية من 31.10 إلى 39.10% وزيادة محتوى النيتروجين من 0.74% إلى 1.53% عند معاملة القصب المجفف المجروش بهيدروكسيد الأمونيوم بنسبة 3.3%.كما أشار حسن وحسن، (2005) إلى ارتفاع معامل الهضم المختبري للمادة الجافة من 31.27 إلى 34.55%، وزيادة في معامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 37.10 إلى 40.09% وزيادة محتوى النيتروجين الكلي من 3.81 إلى 8.99غم/كغم مادة جافة، وانخفاض في محتوى اللكنين من 113.05 إلى 91.58غرام /كغم مادة جافة، عند معاملة سعف النخيل المجفف المقطع بهيدروكسيد الأمونيوم بنسبة 3.3%.

وأما الباحث Nefzaoui وزملاؤه، (1982) فقد بينوا عند معاملة سيلاج تفل الزيتون المستهلك بهيدروكسيد الأمونيا بالمستويات صفر، 2، 4، 6، 8% (مادة جافة) فانه يؤدي إلى ارتفاع في معامل الهضم للمادة الجافة من 51.68 إلى 60.25، و58.32 و 63.04، و64.28، ومعامل الهضم للمادة العضوية من 51.23 إلى 61.53، 60.36، 63.86، و65.34 وزيادة في محتوى مستخلص الألياف ألحامضي من 36.73 إلى 45.88، 38.89، و48.18 و49.87 ومحتوى النيتروجين من 59.32 إلى 81.34، و83.80، 86.90 و89.54 للتفل غير المعامل والمعامل على التوالي . كما أشار Nefzaoui وزملاؤه، (1983) عند جمع التفل المغربل بعد مزجه بالمولاس في أكياس من البلاستيك وإضافة الأمونيا إليه بنسبة 3% بواسطة الحقن Injection، تبين حدوث تحسن كبير في القيمة الغذائية خصوصاً زيادة في الآزوت (+200%)، وتحسن قابلية جميع المواد المغذية للهضم وخصوصاً المواد النتروجينية (+90%) وزيادة كمية الاحتفاظ بالآزوت.

### 2. نسبة الرطوبة:

وجد انه لا تأثير للأمونيا إذا كان التبن أو القش شديد الجفاف، وللحصول على أفضل النتائج يجب إضافة الرطوبة في المادة المعاملة، لان زيادة الرطوبة تؤدي إلى سرعة في التفاعل، حيث توفر التلامس الأفضل ما بين جزئيات الأمونيا وجدار الخلايا النباتية؛ مما يؤدي إلى سهولة كسر الأواصر بين الهيمسليلوز واللكنين، وبالتالي ذوبان الهييمسليلوز بدرجة أكبر، وتعمل أيضاً على تحسين استساغة العلف لدى تغذية الأغنام، وكذلك فان الرطوبة تساعد على احتجاز النيتروجين، مما يقلل من عملية الفقد من الأمونيا المرافقة للمعاملة  
 (Solaiman وزملاؤه، 1979).

وأشار السامرائي، (2001) عند معاملة كوالح الذرة الصفراء المجفف المجروش بهيدروكسيد الأمونيوم بطريقة رطبة وبمستوى رطوبة صفر، 30، 60% أدى إلى زيادة عالية المعنوية (P<0.01) في كمية النيتروجين الأمونيوني من4 إلى 4.4 و5.2، وكمية السليلوز من 301.17 إلى 293.65 و279.11، ومعامل الهضم المختبري للمادة الجافة من 51.53 إلى 52.19، و53.57، ومعامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 54.77 إلى 56.67، و57.26، والأس الهيدروجيني من 5.63 إلى 6.44، و7.64 على التوالي. واتفقت هذه النتائج مع نتائج (الدراجي، 1996؛ حسن وزملاؤه، a1998).وفي دراسة Ikem وFelix ،(1992) تبين عند معاملة التبن بـ 4% أمونيا وبنسبة رطوبة 65% فانه تؤدي زيادة في كمية العلف المتناول من 15 إلى 20 غم/كغم من وزن الجسم.

**3. درجة حرارة المعاملة:**

لدرجة الحرارة تأثير كبير على المعاملة بالأمونيا من حيث انخفاضها وارتفاعها في سرعة تفاعل الأمونيا؛ فانخفاض درجة حرارة المحيط يؤدي إطالة المدة الزمنية اللازمة للوصول إلى أعلى سرعة تفاعل وأعلى معامل هضم للمادة العضوية (Sundstol وزملاؤه، 1978). وأكد حسن وحسن، (2005) إلى ان ارتفاع درجات الحرارة أدت إلى زيادة عالية المعنوية (P<0.01) في كمية نيتروجين الأمونيا من 2.05 إلى 2.40، و2.57، ومعامل الهضم المختبري للمادة الجافة من 31.88 إلى 32.26، و40.91، وأعلى معامل هضم للمادة العضوية من 37.28 إلى 39.82، و43.72 بزيادة درجة الحرارة، وارتفاع عالي المعنوية (P<0.01) في كمية النيتروجين الكلي من 7.61 إلى 8.26، و8.28، وزيادة كمية السليليوز من 392.88 إلى 394.41 و395.81 في درجتي حرارة 20 و 40 درجة مئوية، مقارنة مع صفر درجة مئوية عند معاملة سعف النخيل المجفف بهيدروكسيد الأمونيا. وهذا ما أكدته نتائج (الدراجي، 1996؛حسن وزملاؤه، b1998؛ والسامرائي، 2001).

### 4. مدة الحضن:

وهي من العوامل التي تؤثر في الوصول إلى حالة تفاعل الأمونيا مع المادة المعاملة بها. ويتأثر هذا العامل بانخفاض نسبة الرطوبة ودرجة حرارة المعاملة. ووجد Sundstol وزملاؤه ، (1978) ان مدة الحضانة تستمر على الأقل 8 أسابيع إذا كانت درجة حرارة المحيط أقل من 5 درجات مئوية ومن 4-8 أسابيع عندما تكون درجة الحرارة بين 5-15 درجة مئوية، ومن 1-4 أسابيع عندما تكون درجة حرارة المحيط من 15-30 درجة مئوية للوصول إلى حالة تفاعل الأمونيا.

ومن طرق معاملة الأعلاف الخشنة بهيدروكسيد الأمونيوم، هي طريقة الحقن بالكومةالمغطاة Covered Stack التي استخدمت في بالات التبن وقش الحنطة ويتم رص البالات فوق لفائف البولي إيثلين مع ترك مسافة خالية من جميع الجهات قدرها 0.7م، وتغطى الكومة بالمشمع العلوي وتجمع أطراف المشمعين العلوي مع الأرضي وتلف بإحكام، بغرض منع تسرب الأمونيا، وتغرس انبوبة حقن الأمونيا في وسط الكومة بمعدل 3% من وزن البالات، وتترك الكومة لإتمام التفاعل لمدة أسبوعين صيفاً، وثلاث أسابيع أو أكثر شتاءاً وبعد إتمام عملية التفاعل يرفع الغطاء وترك البالات للتهوية للتخلص من الأمونيا الزائدة لمدة 3 إلى4 أيام (فؤاد،1993).

بينما وجد السامرائي، (2001) ان أفضل مدة حضن هي 30 يوماً مقارنة مع مدتي حضن صفر، 15 يوماً عند معاملة كوالح الذرة المجروشة بهيدروكسيد الأمونيوم، حيث أدت إلى زيادة عالية المعنوية (P<0.01) في كمية المادة العضوية من 694.31 إلى 818.50،  
 و 923.80، وفي كمية النتروجين الكلي من 1.49 إلى 1.51، و1.92علي التوالي، مع زيادة فترة الحضن، كما لوحظ زيادة عالية المعنوية في الأس الهيدروجيني 6.18 إلى 6.21، و6.54، ومعامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 49.23 إلى 53.46، 54.67 على التوالي، وأكدته نتائج حسن وحسن، (2005).

### C- المعاملة باليوريا

تعتبر اليوريا من المواد المستخدمة في تحسين القيمة الغذائية للأعلاف الخشنة رديئة النوعية، والتي تلقى اهتماماً كبيراً وإقبالاً في بلدان العالم، وهي تستخدم كسماد وأيضاً كمصدر للنيتروجين غير البروتيني (NPN) في غذاء المجترات وهى رخيصة الثمن وتتوفر بكميات كبيرة، وتُعد اليوريا مصدراً غير مباشر للأمونيا؛ حيث ان عملية تحلل اليوريا تحدث بفعل وجود انزيم اليوريز Urease الذي تفرزه الأحياء المجهرية الموجودة على سطح المخلفات الزراعية الحقلية والتي يكون مصدرها من التربة أو من الجو، ومع إضافة الماء إلى اليوريا والخزن في ظروف لاهوائية فان اليوريا سوف تتحلل إلى أمونيا وأكسيد الكاربون، وهذه الطريقة هي أقل خطورة من الطرائق الأخرى التي تحتاج إلى التعامل مع الأمونيا السائلة (Berger وزملاؤه، 1994).

وتعتبر اليوريا إحدى مخلفات الصناعات النفطية وهي ذات قيمة غذائية عالية إذا استخدمت في تكوين العلائق المركزة للحيوانات المجترة، وتُعد مادة سامة عند تحللها بالكرش، لذا وجب الاحتياط عند استخدامها للحصول على أحسن النتائج. ومن مواصفات اليوريا المستخدمة في العلائق:

- يوريا التغذية تحتوي على 45% آزوت تساوي 45×6.25= 281% من ما يعادل بروتين (هي ليست بروتين).

- تحتوي يوريا التغذية على مضاد للتكتل.

- لون اليوريا الطبيعي أبيض.

- رائحة اليوريا بها رائحة الأمونيا الخفيفة.

- لا تستخدم اليوريا إلا في علائق الحيوانات المجترة البالغة (أبو بكر،1982).

وقد أمكن استخدام اليوريا بنسبة 1-2.5% في العليقة المركزة وأعطت نتائج مرضية (Conrad وHibbs، 1968؛ Huber، 1975).

ويمكن الأستفادة من نايتروجين اليوريا بنسبة 25% مما تحتاج إليه الحيوانات من النيتروجين، ولا يستفاد من اليوريا إذا ازدأدت عن هذه النسبة(Panichayoakarn وPromma،1983)، فكلما زادت كمية البروتين ونقصت كمية المواد النشوية (السكر والنشا) في الخلطة كلما قلت نسبة استخلاص البروتين من اليوريا، وكلما نقصت كمية البروتين وزادت كمية المواد النشوية في الخلطة كلما زاد مقدار الأستفادة من اليوريا التي تكمل جزءاً من البروتين في الخلطة، وعند إدخال اليوريا في أعلاف الحيوانات المجترة لأول مرة يجب ان تتم إضافة اليوريا تدريجياً حتى تصل إلى النسبة المطلوبة خلال أسبوعين أو ثلاثة أسابيع، وهذا يعطي الكائنات الدقيقة في الكرش وقتاً للتأقلم على مصدر النيتروجين الجديد، علماً بان إعطاء كميات متزايدة من اليوريا خلال فترة قصيرة يكون ساماً للحيوانات، وتقدم الخلطات المحتوية على اليوريا لأبقار اللب بعد ان يصبح عمرها ستة أشهر، وتعطي للحملان بعد ان يصبح عمرها أربعة أشهر، وذلك عندما يتم نضوج الكرش. وتضاف سلفات المغنيسيوم بنسبة 0.5% من الخلطة المركزة في أعلاف الحيوانات المجترة لانها تزيد من الأستفادة من نيتروجين اليوريا (الخوجه، 1982) ولكون اليوريا مادة صلبة كيميائية ونسبة الملمس 98% فيمكن نقلها والتعامل معها بسهولة (Sundstol وCoxworth، 1984).

وتعدّ اليوريا مادة حافظة وتمنع نمو العفن في الأعلاف المعاملة (Zaman وOwen، 1990) وان لليوريا تأثيراً فعالاً في تحسين القيمة الغذائية للأعلاف الخشنة الرديئة النوعية  
 (Ben-Salem وزملاؤه، 1994). وقد أشارGoodchild وزملاؤه، (1992) إلى إضافة انزيم اليوريز إلى التبن المعامل باليوريا مع رفع درجة الحرارة المعاملة قد يؤدي إلى تقليل الفترة الزمنية للمعاملة مع زيادة معامل هضم المادة العضوية، وزيادة المتناول من المادة الجافة في العلف، وانخفاض في مستخلص الألياف المتعادل ومستخلص الألياف ألحامضي عند معاملة تبن الشعير المقطع وغير المقطع بنسبة 4% يوريا. كما أشار Mira وزملاؤه،  
 (1981) إلى ان اليوريا بعد المعاملة مباشرة لم تحسن القيمة الغذائية للتبن وذلك نتيجة انخفاض نشاط انزيم اليوريز وانخفاض درجة حرارة المعاملة والزيادة المحدودة في الأس الهيدروجيني. كما أشار حسن وزملاؤه، (1998) إلى ان إجراء المعاملة دون حضن لم تحسن معنوياً القيمة الغذائية للقصب المجفف المجروش والمعامل باليوريا، وذلك بسبب انخفاض نشاط انزيم اليوريز في تحليل اليوريا إلى أمونيا.ان ارتفاع درجة حرارة المعاملة وزيادة مدة الحضن قد أدى إلى زيادة في النيتروجين غير الأموني في العلف المعامل، كما ان زيادة كمية السيليلوز كانت نتيجة لفعل الأمونيا على الأصرة التساهمية بين اللكنين والهيمسليلوز أو اللكنين والسيليلوز وقد أدى ذلك إلى زيادة كمية سيليلوز وانخفاض كمية اللكنين(Wanapat وزملاؤه، 1982؛ Goodchild وزملاؤه، 1992؛ حسن وزملاؤه، 1998؛حسن وحسن،2005). وجد الخوجة وزملاؤه، (1982) عند استخدام اليوريا في علائق الماشية بنسبة 3% حيث تم استخدام عليقتين: العليقة (أ) تحتوي على العلف المركز التجاري فقط والعليقة (ب) تحتوي على العلف المركز التجاري مضافاً إليه 3% من اليوريا إضافة إلى تقديم تبن الشوفان بصورة حرة أمام الحيوان، وبمقارنة المجموعتين اتضح انه لا يوجد أي تأثير معنوي لإضافة اليوريا للعليقة المركزة، فمتوسط الزيادة اليومية تحت عليقة الشاهد وعليقة الاختبار هي654، 633 غم في اليوم. ومتوسط كمية العلف المستهلك 8.5 كغم، و8 كغم لكل كغم زيادة في الوزن على التوالي وحتى عند استخدام اليوريا إلى حد 50% من البروتين في العليقة المركزة وجد انخفاضاً طفيفاً في متوسط انتاجية الحليب اليومية. (O,Donovan وزملاؤه، 1971؛ O,Donovan وزملاؤه، 1972).وعند إضافة اليوريا مع العلائق ذات النسب العالية من العلف الخشن تكون الأستجابة متفاوتة تتراوح من سلبية إلى قليلة الإيجابية (Loosli وMcDonal، 1976).

كما لاحظ O,Donovan، (1968) عند إجرائه لسلسلة من التجارب على عجول نامية بتغذيتها بتبن الشعير بصورة حرة مع إضافة كمية محددة من العلف المركز المضاف مقدارها 2.7 كغم للرأس يومياً المضاف إليه اليوريا بنسبة 3%، وجد انه لا توجد استجابة معنوية من استخدام اليوريا. وتعتبر اليوريا مادة سامة إذا ما استهلكت بكمية كبيرة نتيجة تحلل اليوريا السريع وظهور كمية كبيرة من الأمونيا في المعدة مما يستدعي بعض الاحتياطات عند تغذية العجلات النامية بعلائق تضاف إليها اليوريا، فقد تم تحبيبها اليوريا قبل الخلط منعاً لتكتلها وضماناً لتجانس توزيعها في العلف المركز (Helmer وBartley، 1971).

وقد أشار كل من Nguyen Troung Tien، (1993) وNguyen Xuan Ba ،(1997) ان أفضل زيادة نسبة للمعاملة باليوريا هي 3% وأفضل مدة حضن هي 10 أيام ولا تزيد على 30 يوماً، وهذا ما أشار إليه Panichayakarn وPromma، (1983) عدم التحسن في معامل الهضم المختبري للمادة الجافة عند زيادة نسبة اليوريا من 4-10%. كما بين Al-Jassim وزملاؤه ،(1997) عند استعمال تفل الزيتون بنسبة الشاهد، 10، 20، 30%، مكان الشعير وكان التفل معاملاً باليوريا، حيث وجد انه لا فرق في الزيادة الوزنية في تسمين حملان العواسي عن الشاهد.

وبين حسن وحسن ،(2005) حصول زيادة عالية المعنوية (P<0.01) في كمية النيتروجين الكلي من 3.81 إلى 11.56، ونيتروجين الأمونيا 0.11 إلى 5.42، ومعامل الهضم المختبري للمادة الجافة من 31.37 إلى 33.96، ومعامل الهضم المختبري للمادة العضوية 37.10 إلى 43.57 عند معاملة سعف النخيل المقطع والمعامل باليوريا بنسبة 7.17% مقارنة بغير المعاملة وهذا ما أكدته نتاج حسن وزملاؤه، (1998) عند معاملة القصب المجفف المجروش باليوريا.

### D- المعاملة بهيدروكسيد الكالسيوم (Ca(OH)2)

يمتاز هيدروكسيد الكالسيوم بسهولة وأمانة استعماله وانخفاض سعره مقارنة بالقواعد الأخرى، فلا تحتاج عند المعاملة بهيدروكسيد الكالسيوم إلى تجهيزات حماية كالتي تستعمل عند المعامل بالقواعد الأخرى. ولكن عيوبه تكمن في انه يُعد من القواعد الضعيفة قليلة الذوبان في الماء، حيث تتفاعل ببطء مع مكونات جدار الخلية النباتية، مما يحتاج إلى مدة طويلة وحرارة عالية، وهذا يتطلب إتمام المعاملة في ظروف لا هوائية وبوجود الرطوبة العالية (Rounds وزملاؤه،1976). ان المعاملة بهيدروكسيد الكالسيوم تُزود العليقة بعنصر الكالسيوم الذي غالباً ما تفتقر إليه معظم الاتبان والأعلاف الخشنة(Owen وزملاؤه،1984). مع ظهور الأعفان في أثناء المعاملة (Paterson وزملاؤه، 1980). وهذا ما أكده كل من Owen وNwadukwe، (1980) وBass وزملاؤه (1982) وHadjipanayiotou   
(1984)، عند معاملة تبن الشعير بهيدروكسيد الكالسيوم، فضلاً على عدم استساغة العلف بسبب المستويات العالية من هيدروكسيد الكالسيوم التي تبقى في العلف بعد المعاملة. وقد أشار Gharibe وزملاؤه (1975) وZaman وOwen، (1990) إلى ان معاملة الاتبان بهيدروكسيد الكالسيوم بدرجات حرارة عالية ومدة حضن لفترة 150 يوماً في ظروف لا هوائية قد أدى إلى تحسن معامل الهضم للمادة الجافة بمقدار 13%، وهذا يقارب التحسن الذي يحصل عليه بفعل استخدام هيدروكسيد الصوديوم.

وتوجد طريقتان للمعاملة بهيدروكسيد الكالسيوم، هما: التغطيس والرش، وتعد طريقة التغطيس أقل كفاءة في تحسين القيمة الغذائية للتبن، وذلك لانخفاض المتناول من المادة الجافة بسبب قلة الشهية. وقد أشار السلطان وزملاؤه (2000) إلى ان المعاملة بهيدروكسيد الكالسيوم كان لـه تأثير معنوي (P<0.05) في معامل الهضم المختبري للمادة الجافة والمادة العضوية.

وبين Wilkerson وGonzales، (1978) ان معاملة تبن الشعير بهيدروكسيد الكالسيوم بنسبة 4% تؤدي إلى زيادة معامل الهضم من 47.6 إلى 50.7% مقارنة مع استعمال هيدروكسيد الصوديوم الذي أدى إلى زيادة في معامل الهضم إلى 65.9%، حيث كانت مدة المعاملة ثلاثة أيام، ومبيناً ان قلة تأثير هيدروكسيد الكالسيوم تعود إلى انخفاض ذوبانه الثابت في الماء، وهذا يؤدي إلى ضعف قابليته في تحسن معامل هضم المواد العلفية مقارنة بهيدروكسيد الصوديوم. ومن خلال الدراسات والأبحاث التي أجريت أصبح التوجه الان إلى استخدام مزيج من هيدروكسيد الكالسيوم مع أحد القواعد الأخرى.

وقد أشار العاني وزملاؤه ،(1998) إلى معاملة التبن باليوريا مع هيدروكسيد الكالسيوم قد أدت إلى زيادة محتوى البروتين الخام بمقدار 2-3 مرة مقارنة مع التبن غير المعامل، وخفض محتواه من مستخلص الألياف المتعادل بمقدار 1-4% فضلاً عن انخفاض محتواه من الهيمسليلوز بمقدار 20%.

**E- المعاملة بمزيج من الهيدروكسيدات**

ان الأعلاف الخشنة المعاملة بالمواد الكيميائية السابقة الذكر لغرض تحسين القيمة الغذائية تسبب مشاكل للحيوانات عند التغذية، ولغرض تلافي أو تقليل هذه المشاكل تم استعمال مزيج من بعض هذه المواد الكيميائية وخصوصاً الهيدروكسيدات. حيث ان المعاملة بالمزيج تتفوق على بقية المعاملات، لا سيما إذا ما شملت المعاملة مزيجاً من الأمونيا واليوريا؛ لانها تزود الأحياء الدقيقة بمصدر نيتروجيني غير بروتيني، وكذلك إذا اشتملت المعاملة مزيجاً من اليوريا وهيدروكسيد الكالسيوم فانها تعطي استجابة أكثر بزيادة الهضم؛ بسبب تزويد العلف المعامل بالكالسيوم وتأثير اليوريا الوقائي من الأعفان مع زيادة محتوى النيتروجين أيضاً   
(Saadulla وزملاؤه، 1981؛ Verma، 1981). كما لاحظ العاني وزملاؤه، (1998) عند معاملة تبن الشعير باليوريا وبنسبة 5% أو اليوريا مع هيدروكسيد الكالسيوم وبنسبة 5% لكل منهما ان المعاملة باليوريا أو اليوريا مع هيدروكسيد الكالسيوم قد أدت إلى انخفاض في محتوى التبن من مستخلص الألياف المتعادل بمقدار 1-4% مقارنة بالتبن غير المعامل كما انخفض محتوى الهيمسليلوز بمقدار 9% و12% على التوالي وعزوا ذلك إلى ان تأثير الأمونيا المتحررة من اليوريا وتأثير هيدروكسيد الكالسيوم الذي أدى إلى كسر الأواصر التي تربط بين السيليلوز واللكنين بالهيمسليلوز مما سبب في تحرره وذوبانه في المحلول القاعدي، فضلاً عن ان هيدروكسيد الكالسيوم يزيد من تحلل اليوريا إلى هيدروكسيد الأمونيوم   
(Vansoest، 1994). أما Zaman وOwen ، (1995) فقد لاحظا ان خليطاً من هيدروكسيد الكالسيوم واليوريا ممكن ان يكون كيميائياً بديلاً عن هيدروكسيد الصوديوم أو الأمونيا لتحسين القيمة الغذائية للأتبان.

وفي دراسة لـHaddad وزملاؤه ، (1994) لمعرفة تأثير المعاملة بمزيج من هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 2.5% وهيدروكسيد الكالسيوم بنسبة 2.5% في معاملة تبن الحنطة لاحظوا حصول انخفاض في مستخلص الألياف المتعادل والهيمسليلوز وبصورة معنوية وانخفاضاً غير معنوي في محتوى مستخلص الألياف ألحامضي. كما بين Pradhan وزملاؤه ، (1997) ان إضافة اليوريا إلى هيدروكسيد الكالسيوم حسّن من معامل الهضم المختبري للمادة الجافة. واتفقت هذه النتائج مع نتائج Cook وزملاؤه، (1982) عند معاملة كوالح الذرة الصفراء بمزيج من هيدروكسيد الكالسيوم وهيدروكسيد الصوديوم بنسبة 1:3 ومزيج من هيدروكسيد الكالسيوم وهيدروكسيد الأمونيوم بنسبة 3:3، ولوحظ ان هناك زيادة في معامل هضم المادة الجافة في المختبر من 48.8% إلى 58.6 و67.2% للكوالح غير المعاملة والمعاملة على التوالي، كما كان هناك تحسن في معدل الزيادة الوزنية وكفاءة التحويل الغذائي.

وبين Asadpuor وKlopfenstein ، (1979) تأثير معاملة تبن الحنطة بمزيج من هيدروكسيد الصوديوم بنسبة 5% وهيدروكسيد الكالسيوم بنسبة 2%، حيث أدى إلى زيادة في معامل هضم المادة الجافة في الحيوان من 47.6 إلى 56.5% للتبن غير المعامل والمعامل على التوالي، وأيده بذلك Kategile وزملاؤه ، (1981) عند معاملة الذرة الصفراء بمزيج من هيدوركسيد الكالسيوم بنسبة صفر، 2.5 و5% وهيدروكسيد الصوديوم بنسبة صفر، 10، 15% حيث أدى إلى وجود زيادة معنوية في هضم المادة الجافة والمادة العضوية ومحتويات جدار الخلية، في حين ان معاملة عرانيس الذرة بمزيج من هيدروكسيد البوتاسيوم وهيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم وبنسبة 4% لكل منهما، وقد أدى ذلك إلى تحسن في كمية المتناول من العرانيس ومعامل هضمها (Klopfenstein وWood، (1970).واتفقت هذه النتائج مع نتائج Anderson وRalston ، (1973) عند معاملة مزيج من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد البوتاسيوم بنسبة 5% لكل منهما وقد لاحظا تحسن معامل هضم المادة الجافة لتبن الشوفان.

أما عند معاملة تبن الحنطة بمزيج من هيدروكسيد الصوديوم وهيدروكسيد الكالسيوم بنسبة صفر:صفر، 3:1، و1:3 و2:3، 1:4، 0:4 فقد أدى إلى حصول تحسناً معنوياً في معامل الهضم المختبري للمادة الجافة للتبن المعامل مقارنة مع غير المعامل، وان استعمال نسب عالية من هيدروكسيد الصوديوم كانت ذات فعالية أكثر في تحسن معامل هضم التبن، وكانت قيم معاملات المختبرية للمادة الجافة هي: 41.6، 56.15، 62.47، 71.60، 73.65، 71.65% للتبن غير المعامل والمعامل على التوالي. وكانت قيم معاملات هضم المادة العضوية باستخدام الحملان (invivo) هي: 51.49، 58.02، 58.40، 62.15، و65.31% للتبن المعامل وغير المعامل على التوالي (Leosing وKlpofenstein، 1981). واتفقت هذه النتائج مع ما وجده (Weller وKlpofenstein، 1975).

وقد أشار السلطان وزملاؤه، (2000) إلى تأثير معاملة كوالح الذرة الصفراء المجروشة بهيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الكالسيوم أو اليوريا أو هيدروكسيد الأمونيوم أو مزيج من هذه القواعد لمعرفة أفضل معاملة كيميائية في تحسين القيمة الغذائية لكوالح الذرة الصفراء المجروشة، فلاحظوا وجود زيادة عالية المعنوية(P<0.01) في معامل الهضم المختبري للمادة الجافة والمادة العضوية لكوالح الذرة المجروشة والمعاملة بمزيج يتكون من: 2.5% هيدروكسيد الصوديوم و2.5% هيدروكسيد الكالسيوم ومزيج يتكون من 2.5% هيدروكسيد الصوديوم و2.5% هيدروكسيد الأمونيوم. ووجد ان المعاملة الثانية تفوقت على باقي المعاملات.

كما أشار السامرائي، (2001) عند معاملة كوالح الذرة الصفراء المجروشة باستعمال مزيج من 4% هيدروكسيد الصوديوم و3.3% هيدروكسيد الأمونيوم وباستخدام درجتي حرارة 20، 40 درجة مئوية وثلاثة مستويات رطوبة (صفر، 30، 60%) وثلاث مدد حضن (صفر، 15، 30 يوماً) وقد أدى ذلك إلى تحسن في معامل الهضم المختبري للمادة العضوية من 40 إلى 69.4 ومحتوى النيتروجين الكلي من 0.45 إلى 1.1%. وكان أفضل مستوى رطوبة هي 60% وأفضل مدة حضن هي 30 يوماً للتأثير في معامل الهضم المختبري للمادة العضوية ومحتوى النيتروجين.

**مميزات ومساوئ المعاملة الكيميائية:**

**مميزات ومساوئ المعاملة الكيميائية:**

على الرغم من ان المعاملة بهيدروكسيد الصوديوم تؤدي إلى تحسين القيمة الغذائية ومعامل هضم المادة المعاملة به، إلا انه هناك مساوئ لاستخدام هيدروكسيد الصوديوم في المعاملة الكيميائية، وأهم هذه المساوئ هي:

- زيادة كمية الصوديوم في كرش الحيوان، وتصاحب هذه الزيادة رفع الأس الهيدروجيني، وبالنتيجة يرتفع الضغط الأزموزي في سائل الكرش، مما يقلل من نشاط وفعالية الأحياء المجهرية في الكرش (Maeng وزملاؤه،1971؛ Berger وزملاؤه، 1979).

- زيادة استهلاك الحيوان للماء وبالتالي يؤدي إلى زيادة تبول الحيوان وتبلل الفرشة، وبالنتيجة تؤدي إلى مشاكل صحية للحيوان ومنها التهاب القدم.  
(Owen وJuyasuria، 1990).

- مادة خطرة كاوية للجلد ومرتفعةالثمن، ومتلفة للملابس لذلك تحتاج إلى حذر شديد في تداولها.

- يسبب أيضاً تلوث البيئة حيث تؤدي إلى ارتفاع نسبة الصوديوم في التربة وعن طريق الخارج مع فضلات الحيوان مما يؤدي إلى اختلال التوازن في العناصر المعدنية في التربة مسبباً تشتت جزيئات التربة (Klopfenstein، 1978؛ يوسف، 1994) .

- لا تناسب الحيوانات الحوامل التي قاربت الولادة، وذلك حتى لا يخل الصوديوم الزائد بميزان الكالسيوم إلى الفسفور في جسمها .

- ترفع من طاقة التبن ولا ترفع محتواها من البروتين .

- تؤثر على صحة الحيوانات التي تتغذى على التبن المعامل لمدة طويلة   
(Klopfenstein، 1978؛ يوسف، 1994) .

**مساوئ المعاملة بالأمونيا:**

الأمونيا مرتفعة الثمن وخطرة عند التعامل معها وتعتبر مادة سريعة الاشتعال لذلك يجب اتخاذ التدابير الوقائية عند استعمالها لتأثيرها الضار على العيون والأغشية المخاطية  
 (Sundstol، 1988) .

أشار Sundstol وزملاؤه، (1978) وSundstol وCoxworth ، (1984) إلى ان المعاملة بالأمونيا تحتاج إلى فترة زمنية أطول من تلك التي تحتاجها المعاملة بهيدروكسيد الصوديوم وتحتاج أيضاً إلى نظام محكم السد للمحافظة على نيتروجين الأمونيا من التطاير.

فقدان كمية كبيرة من النيتروجين خلال المعاملة وبعدها ويكون الفقد حوإلى 40-60% من النيتروجين المستخدم في المعاملة، حيث أشار Sundstol وزملاؤه ، (1978) عند معاملة بالات التبن بالأمونيا حصول إلى فقدان كبير في كمية النيتروجين يصل إلى 60-70% من الأمونيا المضافة بمستوى 2 و4%.

الأمونيا المتسربة بعد فتح الكومة المعاملة عامل ملوث للبيئة .

ارتفاع ثمن لفائف (رولات) البولي إيثلين .

تحتاج إلى جو صافي مستقر لا تسقط به الأمطار أو الثلوج (البيطرة العربية، 2005) .

**مميزات المعاملة بالأمونيا:**

سهولة تخلل غاز الأمونيا وانتشاره في جميع أجزاء بالات الكومة .

كفائتها في معاملة وحفظ المخلفات الزراعية المحتوي على رطوبة مرتفعة نسبياً .

تجمع بين معاملة البالات وتخزينها في معاملة واحدة .

سهولة تداول التبن أو القش المعامل .

تحسن طعم المخلفات الزراعية وتحسن من قيمتها الهضمية ويزداد البروتين .

زيادة انتاج اللبن في الحيوانات الحلابة .

زيادة معدلات النمو في حيوانات التسمين .

تقليل كمية العلف المركز لتحقيق نفس معدلات الانتاج وبالتالي ترخيص وحدة الانتاج سواء لحم أو لبن (البيطرة العربية، 2005).

**3- المعاملة الميكروبية:**

**مميزات ومساوئ المعاملة الكيميائية:**

ان استخدام المعاملة المايكروبية في تحسين المخلفات الزراعية أرخص من المعاملات الكيميائية، ولكن ما يؤخذ عليها هو تلوث المادة الخشنة خلال المعاملة بالكائنات الحية الدقيقة غير مرغوبة، وذلك لان إجراء المعاملة البيولوجية تعتمد أساساً على استخدام كائنات حية دقيقة لها فاعلية عالية في التمثيل الغذائي للجنين، ولكن يكون معدل تكسيرها للسيليلوز والهيمسليلوز قليلاً وإضافة إلى ذلك فان هذه الكائنات تكون قادرة على ما يلي:

- تخليق البروتين ذو النسبة العالية من الأحماض الأمينية الأساسية اللازمة للمجترات وهو ما يسمى بالبروتين وحيد الخلية Signal Cell Protein (SCP) وذلك بنموها على المواد السيليلوزية .

تحويل المصادر النيتروجينية الرخيصة الثمن مثل اليوريا إلى بروتين تستخدمه في بناء أجسامها (المجترات).

انتاج منتج خال من السموم أو غير مسبب لأحداث المرض. تنمو بسرعة في الوسط الموجودة فيه (مخلفات المحاصيل الزراعية) والأفضلية في الظروف غير معقمة (الهايشة، 2005).

توجد انواع من البكتريا المستعملة في انتاج بروتين وحيد الخلية Cellulomonas, Pseudomonas, Methanomonas، وانواع من الفطريات منها Penicillium, Trichoderma, Fusarium, Rhizopus, Aspergillus Fungi، وانواع من الطحالب أيضاً منها: Chlorella, Algeaspirulina والتي لها القابلية على تحليل اللكنين (Kerr وزملاؤه، 1984؛ البيطرة العربية، 2005). والمواد السليليوزية الأخرى عن طريق إفراز الانزيمات الهاضمة من خلال توفير الظروف المثلى مع بقاء المواد الغذائية فترة كافية في الكرش؛ حتى يتسنى لهذه الأحياء من تحليل المواد الغذائية (Sundstol، 1988). وأخرى محللة للألياف والتي تفرز انزيم السليليز بكميات كبيرة (James وRussely، 1998).

**ومن العوامل المؤثرة على المعاملة المايكروبية بالفطريات للمواد الخشنة هي:**

* نوع سلالة الفطر.
* نوع المادة الخشنة المعاملة.
* المعاملات السابقة Pre-treatment سواء طبيعية (كالمعاملة بالبخار على درجات حرارة معينة، الترطيب بالماء، التقطيع والطحن)، أو كيماوية (كالمعاملة بالقلوي حيث يساعد على فصل اللكنين من المادة اللجنوسيليلوزية وأيضاً مصدر النيتروجين المستعمل).
* درجة الحرارة ودرجة PH أثناء التخمر والزمن اللازم لإتمام التخمر.
* درجة الرطوبة فانخفاضها يعوق نمو الفطر كما ان ارتفاعها إلى أكثر من 50% يعوق التبادل الغازي ويسمح بالنمو السريع للبكتريا الملوثة المصاحبة للفطر.
* الوسط الغازي فتزداد سرعة التحلل بوجود كفاية الأكسجين مع إزالة معظم ثاني أكسيد الكربون.
* مدى انتاج البروتين ذي القيمة الحيوية المرتفعة. (يوسف، 1994).

هذا وتعتبر الفطريات من أهم الأحياء الدقيقة التي تنمو طبيعياً على الاتبان والأحطاب والأخشاب والمواد السيليلوزية عموماً، وهناك ثلاثة انواع من الفطريات المحللة للمخلفات الزراعية والأخشاب، حيث تتضمن النوع الأول فطريات التعفن الحلو(Sweet Rot Fungus) فانه يستهلك ويحلل السكريات الذائبة، ويؤدي ذلك إلى خفض شديد في الطاقة وفي المادة الجافة مع زيادة في البروتين، أما النوع الثاني فتشمل فطريات التعفن البني (Brown Rot Fungus)، ويتكاثر على المخلفات في وسط حمضي (على درجة 2-3 PH ) ويعمل على تحليل السيليلوز والهيمسليلوز مع فعالية محددة تجاه اللكنين، ويكون الناتج بني اللون، وأما النوع الثالث الفطر الأبيض (White Rot Fungus) فانه ينمو ويتكاثر بواسطة انزيمات السليوليز أو سائل الكرش، ومعروف بتحليله الكامل للكنين إضافة إلى السيليلوز والهيمسليلوز، وهذا الفطر مناسب لمعاملة المخلفات الزراعية وخاصة فطر Coprinus sp. (Szklarz وزملاؤه، 1989؛ البيطرة العربية، 2005)،والتي تعد أول سلالة تم استخدامها في المعاملة البيولوجية في السويد (Zadrazil، 1984).

أما Khazaal ،(1990) فقد أشار إلى فطريات التعفن الأبيض التي تفرز انزيم Ligninase الذي يحلل اللكنين ويحسن الهضم في المجترات. وهذا ما أكده Wood وSmith، (1987) حيث رأى ان مجموعة فطريات التعفن الأبيض تمتاز بكفاءة فعاليتها الانزيمية المسؤولة عن تحلل الكربوهيدرات البنائية غير الذائبة ذات الأوزان الجزيئية العالية مثل السيليلوز الهيمسليلوز واللكنين إلى وحدات أبسط ذات وزن جزيئي قليل تزود الفطريات بالطاقة، فضلاً على إفراز الفطريات للانزيمات المحللة للبروتينات والدهون.

وبين Hassan، (1996) ان المعاملة بالفطريات تؤدي إلى تحلل الكربوهيدرات المعقدة إلى سكريات بسيطة بفعل التحلل الانزيمي فضلاً على ارتفاع المحتوى البروتيني في المعاملة، نتيجة نمو الفطر في الوسط الزرعي والذي يمثل بروتيناً أحأدى الخلية، وقابلية بعض الفطريات كفطر التعفن الأبيض على تثبيت النيتروجين الحر مَما يفسَر نمو هذه الفطريات في أوساط ضعيفة في محتواها النيتروجين (Cho وزملاؤه، 1981). وان نجاح معاملة المخلفات الزراعية بالفطريات يتوقف على اختيار النوع المناسب من الفطر وضمان عدم نمو انواع أخرى قد تكون ضارة بالأحياء الدقيقة داخل كرش الحيوان بإفرازها مواد سامة، والحصول على منتج وفير، محتواه عالٍ من البروتين ذي القيمة الحيوية المرتفعة وان تكون التكلفة اقتصادية (مصطفى، 2005).كما بين Chadha، (1992) ان هناك زيادة في تحلل الألياف الخام والمحتوى البروتيني ومعدل نمو الوسط الزرعي في الأوساط التي يضاف إليها مكملات غذاٍئية بروتينية مثل كسبة فول الصويا وكسبة بذور القطن ومخلفات الدواجن، بسبب تأثر نمو الفطر بالمحتوى البروتيني الموجود أصلاً في الوسط الزرعي الخام غير المزروع بالفطر. ويمكن ان تستعمل المخلفات الزراعية بعد معاملتها بالفطر وإضافة المكملات البروتينية كأعلاف حيوانية ذات قيمة غذائية جيدة (Hassan، 1996) فضلاً على ان الفطريات الغذائية Mushroom لها دور كبير في تفسخ المخلفات الزراعية والغابات ومخلفات الحيوانات (Webester، 1980).وتعد المعاملة البايولوجية من الطرق المهمة لتحسين القيمة الغذائية للأعلاف الخشنة المنخفضة النوعية ويمكن استخدام المخلفات الزراعية بعد تنمية الفطريات عليها كأعلاف حيوانية سهلة الهضم وذات قيمة غذائية عالية، نتيجة وجود الأحياء المجهرية المنتخبة وتحت ظروف بيئية مناسبة، ممَا يؤدي إلى تكاثر الأحياء المجهرية ونموها على السطح الخارجي للأجزاء الصلبة للنبات، ومهاجمة انزيمات الأحياء المجهرية للمادة الكربوهيدراتية النباتية، وتكون نواتجها متيسرة بصورة أفضل للهضم من قبل الأحياء المجهرية في كرش الحيوان (نذير وحسن، 1999؛ Weiland، 1988)، مع تجنب نوع الأحياء المجهرية التي لها المقدرة على انتاج مواد عالية السميّة التي تسبب في انخفاض قابلية الأحياء المجهرية على الحياة أو تقليل الطاقة داخل الخلايا (James وRussly، 1998) ولها تأثير يتناسب مع أداء الحيوان الانتاجي (Erasmus وزملاؤه،2000) وأشار Zadrazil وDube (1992) إلى ان معاملة المخلفات الزراعية بالفطريات الغذائية هي إحدى تطبيقات تخمير الأوساط الصلبة والتي تتضمن تهيئة الأوساط الصلبة مثل المخلفات الزراعية بظروف تكيف عديدة تصبح جاهزة للتلقيح بالكائن المجهري المطلوب، كما أشار Krause وزملاؤه، (1998) إلى ان استعمال خليط من الانزيمات المحللة للألياف كانزيم السليليز في علائق عالية بمحتواها من الحبوب يمكن ان يؤدي إلى تحسن من هضم الألياف ويقلل من مستخلص الألياف ألحامضي ومستخلص الألياف المتعادل والأستفادة من الحبوب.

وبين Wood وSmith، (1987) ان استعمال المعاملة المايكروبية في المخلفات الزراعية والأدغال يُعَدُ من أوسع التقنيات لمعاملة المخلفات اللكنوسليلوزية وتحويلها إلى منتوجات مفيدة مثل غذاء للاستهلاك البشري أو أعلاف حيوانية أو غاز حيوي (Biogas) أو ترب عضوية متحللة. كما بين (Schiere وTamminga، (1996) بانه من الممكن تحسين معامل الهضم فضلاً على عدم فقدان المادة العضوية مع وجود مخاطر في تكوين السموم الفطرية المتكونة نتيجة التلوث بالأحياء المجهرية.وأشار Zadrazil وزملاؤه، (1990) إلى ان هناك فقداناً في المادة الجافة المهضومة مع زيادة في معاملات الهضم للمواد اللكنوسليلوزية عند استعمال الفطريات المحللة للجنين. كما أشار Quimiuo، (1990) إلى حصول زيادة في أوزان الأبقار والأغنام بعد تناول العلف المحضر من مخلفات الفطر الغذائية مقارنة بعليقة السيطرة. وبين Quimiuo، (1990) وNatarajan وزملاؤه، (1993) ان الأعلاف المخضرة أو الناتجة بطريقة استزراع الفطريات الغذائية لا تحتوي على سموم فطرية، والتي ربما تتكسر ان وجدت في المخلفات الزراعية بفعل انزيمات هذه الفطريات.وقد أجريت دراسة في جامعة(2005) Watterloo حول تحسين القيمة الغذائية للمخلفات الزراعية كالاتبان على مستوى كبير باستخدام المعاملة البيولوجية، وقد عوملت المخلفات الزراعية بالقلويات على درجة حرارة عالية، ثم عودلت القلوية وَبُرَدَت، ثم أضيفت أملاح نيتروجينية وقد تم بعد ذلك إجراء الإدخال والتلقيح Inoculation بفطر Cheatomium Cellulolyticum مع مراعاة التحكم في التخمر لمدة أربع ساعات، وقد وصلت نسبة البروتين في الوسط الناتج 12% بروتين، وهذه العملية فعّالة، **ولكن توجد بعض المساوئ منها:**

* ضرورة إجراء المعاملة الأولية بالحرارة والقلويات .

التلوث بالكائنات الحية الدقيقة غير مرغوبة. وللتغلب على العامل الأول يتم بإضافة بعض المركبات الذائبة (جلوكوز، مولاس) إلى الوسط. أما العامل الثاني المحافظ على درجة PH الوسط بحدود 3 وبدون تأثير ضار على نمو الفطريات، (البيطرة العربية، 2005).

لذلك تعد المعاملة الميكروبية أكثر أهمية مستقبلاً من بقية المعاملات؛ وذلك لانها تعمل على تحسين الهضم والمتناول مع انخفاض تكاليفها ولأسباب تتعلق بالمحافظة على البيئة  
(Edelmann وزملاؤه، 2000).

من المعروف ان بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تحتوي على انزيم السليليز مثل البكتريا اللاهوائية وفطريات التعفن الابيض *Peurotus Osteatus* تستطيع ان تحلل اللكنين في جدران الخلايا النباتية ، وقد استخدمت عدة سلالات فطرية لغرض تحلل اللكنين مثل *Asprigullus Niger و A. Terrus و Fusarium Moniliforme و Chaetomoum Cellulyticum* ومع ذلك وجد العديد من فطريات التعفن الابيض تعمل بشكل مناسب على تحلل اللكنين اذ تعمل على مهاجمة الهيكل البنائي للكنين (Asmare ، 2014).

بشكل عام فإن الاحياء المجهرية الدقيقة المستخدمة لهذا الغرض يجب ان تحتوي على عدد من الخصائص:-

1. يجب ان تكون قادرة على النمو في مجموعة واسعة من الكاربون.
2. لها معدلات نمو عالية لتقليل حجم التخمرات .
3. ذات كفاءة عالية في تحويل المادة الاساس الى كتلة حيوية ذات محتوى عالي من البروتين (Asmare ، 2014).

وقام Mazzia و Walker (2008) بإضافة خميرة الخبز *Saccharomyces cerevisiae* لقدرتها للحفاظ على استقرار pH الكرش مما يقلل من خطر ارتفاع حموضة الكرش وبالتالي يؤدي الى زيادة انتاج الحليب وزيادة المواد الصلبة بالحليب وذلك عن طريق تحسين كفاءة الأعلاف .

**والسؤال هو كيف تحسن خميرة الخبز SC من هضم الألياف ؟**

تحسن خميرة الخبز هضم الألياف بعدة طرق :-

1. تزيد من عدد الأحياء الدقيقة المحللة للألياف في الكرش .
2. تحفز الأنشطة الأنزيمية (السيليلوز والهيميسليلوز) للبكتريا والفطريات المحللة للالياف.
3. تعمل على خلق بيئة مثالية داخل الكرش لتحلل الألياف إذ أن الأحياء الدقيقة داخل الكرش تعمل في ظروف لاهوائية ، لكن الأوكسجين يكون محصور داخل جسيمات الأغذية ويمكن ان يدخل الى الكرش ويكون مضراً للأحياء الدقيقة المحللة للألياف لذلك فإن خميرة الخبز تقوم بإستهلاك الأوكسجين الداخل للكرش وبالتالي استقرار pH الكرش ومن ثم خلق ظروف مثلى للأحياء الدقيقة .
4. تقوم بتوفير بعض المواد الغذائية مثل (Vitamin B ، الاحماض الامينية و غيرها ) والتي تعتبر ضرورية لتطور هذه الاحياء وهذا بدوره يؤدي الى زيادة كل من الهضم الميكانيكي والهضم الانزيمي وفعالية فطريات الكرش وتوجهها نحو الانسجة النباتية المرتبطة باللكنين وفك الارتباط بين هذه الالياف ومن ثم هضم السليلوز والهيمي سليلوز من قبل الاحياء الدقيقة والفطريات المحللة لها

**4- استخدام الانزيمات المحللة للألياف:**

**مميزات ومساوئ المعاملة الكيميائية:**

**لماذا نستخدم الانزيمات في تغذية الحيوانات المجترة؟**

إن الهدف الاساسي من اضافة الانزيمات في علائق المجترات هو لخفض تكاليف الأنتاج . إن تكاليف الاعلاف والحبوب قد شهدت في السنوات الاخيرة زيادة حادة في الاسعار وبالتالي ارتفاع سعر المنتوج من اللحم والحليب اكثر من اي وقت مضى، لذلك التجأ الباحثون الى تحسين كفاءة التحويل الغذائي (اي تقليل كمية العلف المطلوبة لكل كيلوغرام ناتج) وزيادة اداء الحيوان (زيادة الوزن، زيادة انتاج الحليب اليومي) لذلك ركزت معظم البحوث على الانزيمات المحللة للألياف لتحسين معامل هضم الالياف وبالتالي ممكن ان يؤدي الى زيادة في تناول الطاقة المهضومة من قبل الحيوان ونتيجة لذلك مطلوب اقل تغذية لانتاج 1 كغم من الحليب او زيادة في الوزن الحي أو بدلاً من ذلك المزيد من الحليب او الزيادة الوزنية الناتجة لكل كيلو غرام واحد من العلف المستهلك من قبل الحيوان(Beauchemin وHoltshausen ، 2010).

إن اضافة الانزيمات الى الغذاء تستهدف بشكل اساسي جزء الالياف في الاعلاف (Hristov وزملاؤه ، 2008 ; Tricarico وزملاؤه ، 2008 ; Klingerman وزملاؤه ،2009).

**اختيار الأنزيم :**

بدأت في اوائل الستينات من القرن الماضي اولى محاولات استخدام الانزيمات في الأعلاف الحيوانية وكانت الكثير من تلك المحاولات غير ناجحة بسبب طبيعة الانزيمات المستخدمة ، اذ تم الحصول على البادئ الانزيمي من الاجهزة الحيوانية وكانت سهلة الهضم او معطلة عند مرورها بالقناة الهضمية ، إن شعبية استخدام الانزيمات الغذائية كان نتيجة لعدة اسباب:-

1. السلامة البيئية
2. يقلل من كمية الفضلات الناتجة
3. الحد من كمية المغذيات في الفضلات
4. كفاءة الانتاج الحيواني
5. قد يخفف من الاضطرابات المعوية الناتجة من المسببات المرضية.

ويوضح الجدول (2-1) بعض المنتجات الانزيمية الداخلة في تغذية الحيوانات والكائنات الدقيقة المكونة لها . (**Hutcheson** ، 2002).

**جدول (2-1) بعض المنتجات الانزيمية الداخلة في تغذية الحيوانات والكائنات الدقيقة المكونة لها**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Enzyme extract** | **Type** | **Microorganism** |
| **α-amylase** | **Fungus** | ***Aspergillus niger*** |
| **α –glucanase** | **Fungus** | ***Aspergillus ficuum*** |
| ***Cellulase*** | ***fungus*** | ***Aspergillus candidus*** |
| ***Phytase*** | ***fungus*** | ***Aspergillus sydowl*** |
| ***α-amylase; Protease*** | ***fungus*** | ***Aspergillus oryzae*** |
| ***α-amylase*** | ***bacterium*** | ***Bacillus licheniformis*** |
| ***Phytase*; *α-amylase*** | ***bacterium*** | ***Bacillus subtillis*** |
| ***Xylanase*** | ***fungus*** | ***Trichoderma viridae*** |
| ***α-gulcanase;Protease***  ***Cellulase*** | ***fungus*** | ***Trichoderma reesei*** |
| ***α-galactosidase*** | ***Yeast*** | ***Saccharomyces cerevisiae*** |

قام Andesogan وزملاؤه (2014) بعمل مقارنة لدراسة تأثير كل من Endoglucanase وxylanase ودرجة الحرارة ودرجة الحموضة pH المثالية لها وتأثيرها على النسبة المئوية لإضافة الأنزيمات اهاضمة للألياف .

يعد فطر *Trichoderma reesei* قياسياً لإنتاج ***Cellulase*** تجارياً وهو الأكثر شيوعاً واستخداماً كمصدر لإنتاج ***Cellulase*** وذلك لقدرته على إنتاج كميات كبيرة من الأنزيمات***،Cellulase*** ، ***Cellulase Hemi*** وتقوم بتحليل السليلوز بكفاءة وبالرغم من ذلك فإنه يقوم بتحليل السليلوز بكفاءة قسوى عند pH 5 وبالتالي يعتبر بديل للأحياء الدقيقة التي تفرز كميات وفيرة من السليليز بكفاءة تحلل عالية في ظل ظروف كرش مثالية وكذلك اغلب الزايلنيز الميكروبي يعمل في درجة حرارة معتدلة (40 – 60 مْ) وعند pH 4-6 لذلك يجب اضافة EFE الى الاعلاف عند خزنها في درجة حرارة 50 مْ و pH 4-5.

وفي دراسة قام بها Adesogan وزملاؤه (2014) اذ قام بتلخيص نتائج دراسات سابقة حول اضافة الانزيمات المحللة للألياف بشكل خارجي exogenous fibrolytic enzymes (EFE) الى علائق ابقار الحليب حيث لخص بيانات 20 دراسة و30 تجربة وكان تطبيق الدراسات شملت على اضافة الانزيمات المحللة للألياف الى العلف الخشن ، العلف المركز والخليط مابينهما total mixed ration TMR)) وشملت الدراسة التداخل بين مجموعة من الانزيمات وتبين حصول زيادة في تناول المادة الجافة عند مستوى معنوية (P<0.05) بواسطة الأميليز amylase ، سيللييز – زايلنيز cellulase-xylanase ، سيلليليز – زايلينيز – اميليز cellulose -xylanase-amylase و فيروليك اسيد استريز ferulic acid esterase وكما موضح في الجدول (2-2) في حين ان معدل انتاج الحليب ومعدل الكفاءة الغذائية زادت فقط عند اضافة سيليليز – زايلينيز و اندوكلوكانيز عند مستوى معنوية (P<0.05) على التوالي.

**جدول (2-2) تأثير اضافة مصادر مختلفة من الانزيمات المحللة الالياف بشكل خارجي وبنسب مختلفة على اداء ابقار الحليب .**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ***P*-value** | **SEM** | **Slope1** | **Intercept** | **EFE activity × rate treatment** |
| **<0.001** | **0.88** | **NA2** | **23.4** | **Relationship with DMI, kg/d** |
| **0.029** | **0.17** | **0.38** |  | **Amylase** |
| **0.028** | **0.04** | **0.10** |  | **Cellulase-xylanase** |
| **<0.001** | **1.54** | **9.35** |  | **Cellulase-xylanase-amylase** |
| **0.047** | **17.5** | **36.0** |  | **Ferulic acid esterase** |
| **<0.001** | **1.71** | **NA2** | **29.4** | **Relationship with milk yield, kg/d** |
| **0.017** | **0.07** | **0.19** |  | **Cellulase-xylanase** |
| **<0.001** | **0.09** | **NA2** | **1.47** | **Relationship with feed efficiency3** |
| **0.057** | **0.09** | **0.18** |  | **Endoglucanase-xylanase** |

1Only EFE activities with a significant slope (*P* < 0.10) are reported.

2NA = not applicable.

3Kilograms DMI/kilogram fat-corrected milk yield.

**5- الإضافات الغذائية :**

**مميزات ومساوئ المعاملة الكيميائية:**

**1- المغذيات السائلة :**

ويتكون أساساً من المولاس ومع بعض الإضافات الغذائية التي أهمها اليوريا مع مصدر للفسفور والكبريت وكذلك العناصر المعدنية والفيتامينات. وقد بين مصطفى، (2005) ان مغذي السائل يتركب من 91% مولاس، و2.5% يوريا، و6.5% محلول يحتوي على بعض العناصر المعدنية والفيتامينات، ويخفف السائل قبل استعماله مباشرة في التغذية بمثل حجمه من الماء وذلك قبل إضافته للمواد الخشنة بغرض تدعيم قيمتها الغذائية بالطاقة والآزوت غير البروتيني وبالعناصر المعدنية الهامة لتنشيط الأحياء الدقيقة بالكرش (ويبلغ المقرر اليومي من السائل نحو نصف لتر للرأس من الحيوانات الكبيرة، وربع لتر للرأس من الأغنام والماعز عمرها سنة فما فوق)، وبين أيضاً أهمية السائل في زيادة المأكول من المخلفات الزراعية ومصدر جيد ورخيص للطاقة والبروتين، ومصدر غني بالأملاح المعدنية، ورفع معدلات الهضم للمخلفات الزراعية، وزيادة كمية ماء الشرب لحيوانات اللبن وبالتالي زيادة انتاج اللبن وزيادة الخصوبة والحالة الصحية العامة لوجود الاملاح بصورة متزنة**.**

**2-قوالب المولاس المعدنية:**

كما بين الهايشة، (2005) ان قوالب المولاس المعدنية يتركب من 40 إلى 60%مولاس و10 إلى 20% يوريا و5 إلى 10% ملح طعام ومخلوط أملاح معدنية وفيتامينات، وبالإضافة إلى مواد كيماوية تساعد على تجميد القوالب إلى درجة الصلابة المناسبة وتوضع القوالب المولاسية أمام الحيوان لتلعق منها على فترات طوال اليوم ممّا يضمن إمداد الحيوان بكميات صغيرة ومنتظمة من العناصر الغذائية، تقوم بتنشيط الأحياء الدقيقة بالكرش، ويستهلك الرأس الكبيرة من الماشية من هذه القوالب 30 إلى 500 غرام في اليوم.

**أيض البروتين Protein Metabolism**

البروتينات مركبات معقدة ذات أوزان جزيئية مرتفعة توجد في الطبيعة على شكل غروي، تشبه الكربوهيدرات والدهون من حيث احتوائها على الكربون والهيدروجين والأوكسجين بالإضافة الى احتوائها على نسبة مرتفعة من النتروجين، بعض البروتينات يحتوي على الكبريت وبعضها يحتوي على الحديد أو الفسفور. ومن وجهة نظر علم التغذية فان أهم ما يميز البروتينات هو الأحماض الأمينية التي تعتبر الوحدة البنائية للبروتينات، والتي تختلف في العدد والنوع والتعاقب في السلسلة الببتيدية للبروتين لذلك لا نجد في الطبيعة بروتين يشبه بروتين آخر تماما في سلوكه الفسيولوجي. والبروتين مركب أساسي للأعضاء والأنسجة الطرية في جسم الحيوان ومن الضروري تزويد الجسم بكميات مستمرة منه عن طريق الغذاء وترميم الأنسجة التالفة، ولذلك فان تحويل بروتين الغذاء الى بروتين جسمي يعتبر جزءا مهما جدا في العمليات الحيوية، و يشمل مصطلح البروتين مجموعة كبيرة من المواد المتشابهة كثيرا ولكن لكل منها خواصا وسلوكا فسيولوجيا مميزا، فالبروتينات النباتية تختلف من نبات الى أخر وهي تختلف عن البروتين الحيواني.

وتختلف الأحماض الأمينية من حيث كميتها النسبية والنوعية وذلك من بروتين الى آخر، وهي تمثل الناتج النهائي لتحلل البروتينات بالغلي لعدة ساعات مع الأحماض القوية أو بالتحلل الأنزيمي، كذلك فإنها تمثل الناتج النهائي لعملية هضم البروتين باعتبارها الوحدات البنائية لبروتينات الجسم، أي أنها منتجات وسطية لعمليات التمثيل الهدمي للبروتينات لأن الهضم يمكن اعتباره المرحلة الأولى من عمليات الأيض ألهدمي، ومن المعتقد أن هناك أكثر من 02 حامض أميني مختلف تشترك بالخصائص التالية :

-1 اغلبها مشتق من الأحماض الدهنية ذات الوزن الجزيئي المنخفض.

-2 تمتلك قابلية تدوير اتجاه الضوء في الطبيعة الى اليمين باستثناء الكلايسن الذي يدور الضوء الى اليسار.

-3 اغلبها يذوب في الماء.

-4 تسلك سلوك امفوتيري بسبب وجود مجموعتي الأمين و الكاربوكسيل معا، أي أنها تتفاعل كقاعدة بوجود الأحماض وكحامض بوجود القواعد .

وترتبط مجموعة من الأحماض الأمينية مع بعضها في جزيئة البروتين على هيئة سلاسل قد تضم 100 الى 200 حامض أميني ويكون الارتباط بروابط ببتيدية Peptide linkage بين مجموعة الأمين لحامض أميني ومجموعة الكاربوكسيل لحامض أميني أخر. وتحتوي العديد من البروتينات على عدة سلاسل تضم أحماض أمينيه مختلفة مرتبطة مع بعضها كما ونوعا وترتيبا تبعا لنموذج البروتين المختص. ويبنى كل بروتين بدقة وإحكام ليؤدي وظيفة متخصصة في الجسم ويحتفظ الحامض النووي DNA بتركيب وراثي محدد (شفرة خاصة) لكل بروتين.

في النباتات والخمائر والبكتيريا تستخدم أملاح الأمونيوم والنترات كمركبات نتروجينية أولية لتكوين البروتينات، في الحيوانات يجب توفير الأحماض الأمينية المكونة للبروتين باستثناء المجترات التي بإمكانها تخليق بعض الأحماض الأمينية من مركبات ابسط .

وقد استطاع الباحثين في جامعة الينوى تصنيف الأحماض الأمينية الى أساسية وغير أساسية باستخدام علائق مصممة بصورة كافية لتحقيق النمو الطبيعي، بحيث كان المصدر الوحيد للنتروجين يجهز على شكل أحماض امينية ثم دراسة تأثير إضافة أو إزاحة كل منها، وتشمل مجموعة الأحماض الأمينية الأساسية أحماض: اللايسين، التربتوفان، الهستدين، الفينيل ألنين، الليوسين، الايزوليوسين، الثريونين، الميثيونين، الارجنين، والفالين، فيما شملت مجموعة الأحماض الأمينية غير الأساسية أحماض: الكلايسين، الألنين، السيرين، السيستين، التايروسين، الكلوتاميك، البرولين، الهيدروكسي برولين و السترولين، وبالنسبة الى الأرجنين فقد كان حالة خاصة حيث أن النمو يحدث بغيابه ولكن ليس بمعدلات طبيعية وهذا يعني إن الجسم يتمكن من تخليق هذا الحامض ولكن ليس بالسرعة المناسبة لمواجهة احتياجات النمو. ولهذا فقد عرفت الأحماض الأمينية الأساسية بأنها تلك الأحماض التي لا يمكن أن تخلق في الجسم بالمعدل اللازم للنمو الطبيعي، وقد وجد أن الفئران تحتاج لأغراض الإدامة نفس الأحماض التي تحتاجها للنمو باستثناء الأرجنين. ثم أجريت دراسات على الكلاب ودلت النتائج على أن للكلاب نفس احتياجات الفئران. كما دلت الدراسات التي أجريت على الدواجن بان الكلايسين يخلق داخل الجسم ولكن بكميات غير كافية لمواجهة النمو السريع، لذلك اعتبر هذا الحامض ألأميني ضروري لنمو هذا النوع من الحيوانات، وقد بينت دراسات لاحقة أن الأغذية التي تحتوي على السيرين بكميات تكفي لسد الاحتياجات الأيضية للكلايسين يجعل الكلايسين حامض غير ضروري أو أن السيرين نفسه يصبح ضروري غذائيا عندما يكون الكلايسين المتناول غير كافي. وفي حالة الإنسان فقد أكدت الدراسات بأنه يحتاج للإدامة نفس الأحماض الأمينية التي تحتاجـها الفئران باستثناء الهستدين وبما مجموعه ثمانية أحماض أمينيه، وتفسير ذلك أن الأمعاء تـقوم بتخليق الهستـدين بواسطة أحياء الأعور ولكن ذلك أمر غير مؤكد أو ربما يرجع السبب إلى وجود أنزيم معين يسبب إنتاج الهستدين وهو غير موجود في الأنواع الأخرى.

يتضح مما تبين وجود اختلافات نوعية في الأحماض الأمينية اللازمة للأنواع المختلفة من الحيوانات والوظائف المختلفة للأنواع نفسها وان نسب الأحماض الأمينية للأنواع المختلفة قد تتباين بناءا على النواتج النهائية التي تتكون. بالنسبة للمجتراتفان الأحياء المجهرية التي تعيش في كروشها يمكنها بواسطة الأيض البكتيري تخليق الأحماض الأمينية من المصادر النتروجينية غير البروتينية ولهذا فان خليط الأحماض الأمينية الممتصة قد يحتوي على الأحماض اللازمة للجسم وبكميات كافية ولا يعتمد على ما يتوفر منها في الغذاء ، ولذلك أيضا، فأن المجترات تمتلك القابلية على العيش والبقاء بالتغذية على مستويات منخفضة جدا من البروتين الغذائي، وذلك بالاعتماد على البروتين الميكروبي المصنع في الكرش، وقد أظهرت دراسات أحياء الكرش أدلة على الدور الكبير الذي تقوم به تلك الأحياء في تغذية الحيوان المضيف، ويتم تجهيز الأمعاء الدقيقة بالبروتين اللازم للهضم والامتصاص من خلال أحياء الكرش نفسها فضلا عن البروتين الغذائي غير المتحلل.

وتتضمن دراسة أيض البروتين في المجترات جميع التغيرات الكيميائية التي تجري في كل من الكرش من جهة والمعدة الحقيقية والأمعاء الدقيقة من جهة أخرى، وبالنظر لحدوث عمليات التخمر الواسعة في الكرش فقد استخدم مصطلح التحلل أو التجزئة degradation لوصف الخطوات الأولى لأيض البروتين في الكرش، وتحدث التخمرات نتيجة لنشاط الأحياء المجهرية (بكتيريا وهدبيات) التي تقوم بتجزئة البروتينات بمعدل يتأثر بالعديد من العوامل تشمل الأس الهيدروجيني، تركيز الأمونيا، تركيز الأحماض الدهنية الطيارة(الكربوهيدرات المتخمرة)، حجم جسيمات المادة العلفية ومعدل مرورها خلال الكرش، الخصائص الفيزيائية والكيميائية للبروتين نفسه وعوامل أخرى متداخلة، كما تقوم تلك الأحياء بإعادة تخليق بروتينات قد تختلف في تركيبها(وبالتالي نوعيتها وقيمتها البيولوجية) عن بروتينات الغذاء وتعرف بالبروتينات الميكروبية microbial protein.

**عمليات الأيض الهدمي للبروتين في الكرش Protein catabolism in rumen**

يمكن اعتبار ما يجري في الكرش من تحلل للبروتين وإعادة بنائه على انه يمثل عمليات الأيض ألهدمي و الأيض البنائي ، وتشمل عمليات الأيض ألهدمي ثلاثة مراحل:

1-المرحلة الأولى:ويتم فيها تجزئة البروتينات إلى أكثر من عشرين حامض أميني معروف تتكون منها البروتينات، ولا تستفيد الأحياء المجهرية من الطاقة المتحررة خلال هذه المرحلة لأن كمية الطاقة تكون قليلة حيث تشكل حوالي % 0.6 من الطاقة الحرة أو المفيدة للبروتينات ( لا ينبغي أن يستدل من ذلك أن البروتينات تمثل مصدرا للطاقة لتلك الأحياء وان كان ذلك ممكنا)

2-المرحلة الثانية(الأكسدة غير التامة):ويتم فيها الأكسدة غير التامة للأحماض الأمينية التي يتم إنتاجها من المرحلة الأولى، وينتج عن هذه المرحلة بالإضافة للماء وCO2 واحدة أو أكثر من المركبات التالية فقط تشمل المركب الذي يحتوي على ذرتين كربون Acetyl Co A الذي ينتج من حوالي نصف الكربون الموجود في الأحماض الأمينية، والمركب الذي يحتوي على خمس ذرات كربون-Oxoglutarate αالذي ينتج من الجزء الأكبر المتبقي من ذرات الكربون، والمركب الذي يحتوي على أربع ذرات كربون Oxaloacetate الذي ينتج من جزء قليل من ذرات الكربون الموجودة في الأحماض الأمينية والذي يتكون بصورة مباشرة أو غير مباشرة من Fumarate.

3- المرحلة الثالثة(الأكسدة التامة):تتأكسد المركبات القليلة نسبيا التي تنتج من المرحلة الثانية لتحرير الطاقة **(**في حالة انخفاض معدل الاستفادة منها من قبل أحياء الكرش) لتحرير الطاقة بواسطة تعاقب دوري للتـفاعلات الكيميائية بمسارات دورة الحامض الثلاثي الكاربوكسيل TCA cycle والتي تعرف أيضا بدورة كريبز.

**المصادر البروتينية للمجترات Protein sources for ruminant**

هناك عدد كبير من المركبات النتروجينية التي تتعرض لنشاط الأحياء المجهرية في الكرش، وتشمل تلك المركبات البروتينات الحقيقية true proteins ذات الطبيعة المختلفة تبعا لقابليتها على الذوبان وعلى تركيبها من الأحماض الأمينية، كما يتوفر العديد من المركبات النتروجينية غير البروتينية NPN كالأحماض الأمينية والببتيدات والأميدات والأمينات والأمينات الطيارة وأملاح الأمونيوم والنترات والنتريدات فضلا عن اليوريا والبيوريت التي قد تستخدم في العليقة كمصدر نتروجيني.

على العموم يمكن تقسيم المصادر البروتينية في أعلاف المجترات أو تلك التي تشترك في الأيض إلى ما يلي:

أولا-البروتين الغذائي: ويسمى على نطاق واسع بالبروتين المتناول intake protein،والذي يقسم بدوره إلى:

أ -النتروجين البروتيني- الطبيعي protein nitrogen-natural أو البروتين الحقيقي.ويمثل مصدر البروتين الأساسي للمجترات ويعتمد معـدل الاستفادة منه على درجـة تحلله في الكـرش

وعوامل أخرى.

ب- بروتينات أخرى وتمثل عادة النتروجين غير البروتيني (NPN). و قد تم إدراك الفائدة التي يمكن أن يشكلها النتروجين غير البروتيني في تغذية المجترات منذ أمد غير قليل، فضلا عن مساهمتها في تقليل التنافس مع الإنسان والحيوانات غير المجترة على مصادر البروتين النباتي. فقد أشار Saeed (2008) الى أمكانية استخدام اليوريا وفضلات الدواجن المجففة لزيادة المحتوى النتروجيني في التبن، والاستفادة من ذلك في تحسين طبيعة تخمرات الكرش بوجود المولاس وانعكاس ذلك على أداء الحملان

ويمكن تقسيم محتوى الأعلاف من NPN إلى ما يلي:

1-الأحماض الأمينية الحرة Free amino acidsالتي غالبا ما تكون نسبتها منخفضة وتتحلل في الكرش مباشرة نتيجة لنشاط الأحياء المجهرية.

2-الأحماض النووية Nucleic acids وتشمل RNA و DNA وهي قليلة الهضم في الكرش إلا أنها تدخل في تركيب البروتين الميكروبي.

3-الأمونياAmmoniaويمكن أن يكون لها تأثيرات موجبة على المجترات للأسباب التالية:

أ- باعتبارها قاعدة فأنها تقوم بتوفير القابلية المنضمة (الدارئة) buffering capacity

ب- غالبا ما تقوم الحيوانات المغذاة على NPNبالتكيف على نمط التغذية بالوجبة meal-feeding pattern.

ج- يتمكن الكبد من استخدام الأمونيا لتكوين اليوريا التي يعاد تدوير نسبة منها لتساهم في توفير جزء أو كل احتياجات أحياء الكرش.

د- يمكن الاستفادة من الأمونيا في الأمعاء الغليظة لسد احتياجات الأحياء الموجودة فيها من النتروجين.

4- النتراتNitratesوتتحلل ببطء إلى النتريت ثم إلى الأمونيا**.**

5- اليوريا Urea : وتعتبر أكثر مصادر NPN استخداما (218% مكافئ بروتين خام). تتحلل إلى أمونيا وغاز ثاني أوكسيد الكربون بواسطة الأنزيمات التي تنتجها بكتيريا الكرش.

6- البيوريت Biuret: تم الاهتمام بالبيوريت في الفترة الأخيرة بسبب السمية القليلة الراجعة إلى تحللها البطيء، ولا تهاجم البيوريت بواسطة اليورييز urease، وقد أشار عدد من الباحثين إلى الاستفادة المنخفضة أو المعدومة من البيوريت بواسطة بكتيريا الكرش في الدراسات المختبرية.

ثانيا- النتروجين الداخلي Endogenous N : مصدره الخلايا الطلائية epithelial cell المنسلخة في الكرش، حيث تنسلخ الخلايا الطلائية من بطانة الكرش بكميات ثابتة تقريبا ويمكن حينئذ أن تستخدم كمصدر نتروجيني إذ يتحلل بعض تلك الخلايا نتيجة لنشاط أحياء الكرش فيما يمر البعض الأخر من الكرش ليتم هضمه في الأمعاء الدقيقة ، ويشمل أيضا اليوريا التي ترجع الى الكرش عن طريق جدار الكرش أو عن طريق اللعاب.

**هضم البروتين في المجترات Protein digestion in ruminants**

يتم هضم البروتين في الكرش نتيجة لنشاط البكتيريا المحللة للبروتين، ويبدو أن لطبيعة البروتين ألعليقي تأثيراقليلا على فعالية هضم البروتين، حيث أن البروتينات ذات القابليات المختلفة على الذوبان تؤدي إلى إنتاجتراكيز مختلفة من الأمونيا في الكرش، ويعتمد مدى تكوين الأمونيا على قابلية الذوبان في الكرش، فعندما وضع الكازين في المحاليل المعلقة لبكتيريا الكرش صاحب فقدان نتروجين الأحماض الأمينية للكازين تكوينالأمونيا وغاز CO2 و VFAs كنواتج رئيسية للتحلل وبنسب متساوية تقريبا.

ولا تتغير فعالية إنزيمات إزالة الأمينات deaminases لبكتيريا الكرش بصورة كبيرة تبعا لمحتويات العليقة من البروتين وعادة توجد كمية صغيرة فقط من نتروجين الأحماض الأمينية في سائل الكرش مما يشير إلى سرعة حدوث عملية إزالة الأمينات التخمرية.

ويستمر هضم البروتين في الكرش بمعدل ثابت من التحلل الذي يحدث بالطريقة الاعتيادية عن طريق تناقص أطوال الببتيدات حتى إنتاج الأحماض الأمينية الحرة التي تتحطم بدرجة كبيرة بواسطة عملية إزالة الأمينات التخمرية السريعة مع إنتاجالأمونيا وCO2 و VFAs ذات السلاسل القصيرة، مما يشير الى أن أيض البروتين ألهدمي في الكرش يمر بمرحلتينتكون الأولى بطيئة نوعا ما بسبب تجزئة السلاسل الببتيدية الى محتوياتها من الأحماض الأمينية التي ستستمر الأحياء المجهرية بمهاجمتها في ما يمكن اعتباره المرحلة الثانية من عملية تحلل البروتين، حيث ينتج عنها نزع مجاميع الأمين من تلك الأحماض( قد لا يمكن في الواقع تقسيم عملية التحلل بهذه الطريقة الواضحة المعالم لأنها أي عملية التحلل تجري بشكل مستمر ومتداخل طالما توفرت البيئة الملائمة لنمو ونشاط الأحياء المجهرية في الكرش) بمعدلات سريعة، وقد تمر بعض الببتيدات والأحماض الأمينية الى الخلايا البكتيرية ولكن أشارت الأدلة الى أن العديد من سلالات البكتيريا تكون قادرة على تخليق المركبات النتروجينية للخلية باستخدام الأمونيا كمصدر رئيسي للنتروجين بالرغم من ضرورة توفر بعض الكبريت المتيسر وربما بعض الهياكل الكربونية لإتمام هذه العملية، وعلى كل حال فمن المعروف أن بعض البكتيريا تحتاج الى الأحماض الأمينية لغرض تخليق البروتين الميكروبي وتعد الأمونيا المكون النتروجيني الرئيسي الذائب في سائل الكرش حيث يتأثر تركيزها بكمية وقابلية ذوبان البروتين العليقي وكمية اليوريا التي تدخل الى الكرش عن طريق اللعاب وانتشارها خلال جدار الكرش ومعدل امتصاص الأمونيا من الكرش. وتتحلل اليوريا التي تدخل الى الكرش بسرعة الى أمونيا وCO2 لامتلاك سائل الكرش لفعالية مرتفعه لإنزيم اليورييزUrease. وتؤدي زيادة كمية السكريات والنشويات في العليقة الى خفض تركيز الأمونيا الموجودة في الكرش ويرجع ذلك الى حقيقة دور الكربوهيدرات سريعة التخمر التي تزيد من دمج نتروجين الأمونيا في سايتوبلازم خلايا الأحياء المجهرية لإنتاج البروتين الميكروبي ويهضم هذا البروتين فيما بعد في المعدة والأمعاء الدقيقة.

عمومـا يمكـن اعتبـار هضـم البروتيـن في المجترات عمليـة ذات مرحلتيـن أو خطوتيـن

a-two step processتشمل:

استخدام بعض البروتين الغذائي من قبل الأحياء المجهرية ( بكتيريا، هدبيات و فطريات) في عملياتها الأيضية، وأن هذه الأحياء بالإضافة إلى البروتين الذي يمر من الكرش دون أن يتحلل سيتم لاحقا هضمها وامتصاصها في الأمعاء الدقيقة. وقد اعتمد تقدير احتياجات أحياء الكرش من البروتين في الأنظمة القديمة على محتوى الأعلاف الكلي أو المهضوم من البروتين، حيث أهملت تلك الأنظمة الاختلافات بين الأعلاف المختلفة في خصائص التحلل حال دخولها إلى الكرش، وتستخدم أحياء الكرش البروتين الغذائي والنتروجين غير البروتيني وكذلك النتروجين المدور إلى الكرش، لذلك فقد تم استـــخدام تسمية البروتين المتناول للدلالة على البروتين الداخل إلى الكرش intake protein (IP).

وتضم الاتجاهات الضرورية لتقدير التجهيز بالبروتين الحقيقي في المجترات ما يلي:

1- البروتين في الغذاء.

1. تحلل البروتين في الكرش Rumen degradability of protein
2. التخليق الصافي للبروتين الميكروبي في الكرش

Rumen(net) microbial protein synthesis

1. تجهيز الأحياء المجهرية بالبروتين المتحلل في الكرش Supply to microbes with RDN
2. الهضم في الأمعاء الدقيقة للبروتين الغذائي غير المتحلل في الكرش

Intestinal digestibility of rumen Undegraded feed protein

1. الهضم المعوي للبروتين الميكروبيIntestinal digestibility of microbial protein

**تحلل البروتين الحقيقي في الكرش Ruminal degradation of true protein**

أن البروتـين الداخل إلى الكرش أما :

1- يتحلل بواسطة أحياء الكرش إلى ألأحماض الأمينية، أو

2- يمر منالكرش إلى الأمعاء الدقيقة دون أن يتحلل، وتعتمد نسبة كل منهما على خصائص التحلل للبروتين الغذائي.

أما ألأحماض الأمينية الناتجة من تحلل النتروجين البروتيني فأما تستخدمها الأحياء المجهرية مباشرة لتصنيع البروتين الميكروبي، أو تتحول إلى الأمونيا التي ستستخدم لاحقا من قبل تلك الأحياء.

وتتضمن عمليـات تحلل البـروتين الحقيقي في الكرش خطوتين : 1- proteolysis التي تشترك بها أنــزيمات proteases و peptidases الميكروبية التي تقوم بتكسير الأواصر الببتيدية وتحرر الأحماض الأمينية، وتحدث تلك العمليات بمعدلات بطيئة يتبعها، 2- إزالة الأمينات deamination التي تجري بمعدلات سريعة نتيجة لنشاط الأحياء المجهرية وينتج عنها التحرر السريع للأمونيا والهياكل الكربونية، ويتبقى في الكرش كميات قليلة من الأحماض الأمينية الحرة.

أن نشاط الأنزيمات المحللة للبروتينات proteases التي تفرزها البكتيريا و الهدبيات تجري داخل الخلية cell-bound، فبينما تحتاج الأنزيمات المحللة للبروتينات البكتيرية إلى التماس مع البروتينات فقط extracellular، تجري عمليات تحلل البروتينات الهدبية داخل الخلية intracellular، حيث تقوم الهدبيات بتغليف الغذاء والبروتين الذي تنتجه البكتيريا engulf feed and bacterial protein.

وتقوم الأحياء المجهرية بالاستفادة من الأمونيا (بغض النظر عن مصدرها) والهياكل الكربونية والطاقة التي مصدرها الأساسي الكربوهيدرات (النشا و السليلوز) لتخليق الأحماض الأمينية الخاصة بها والتي ستدخل في تركيب الأنسجة. فقد ذكر Huntington و Archibque (1999) بأن 0-20% من النتروجين المستهلك من قبل المجترات يمكن أن يحتجز كنتروجين في الأنسجة أو كبروتين في الحليب تحت ظروف الإنتاج.

**تحلل النتروجين غير البروتيني في الكرش NPN degradation in rumen**

من المعروف من زمن بعيد أن الأحياء المجهرية في الكرش تمتلك القدرة على الاستفادة من بعض المركبات النتروجينية غير البروتينية لسد كل أو جزء من احتياجاتها، إذ تتحلل مصادر NPN بسرعة في الكرش إلى الأمونيا ليتم استخدامها فيما بعد بواسطة تلك الأحياء لتصنيع البروتين الميكروبي، ويمكن أن تمر كمية قليلة من الأمونيا من الكرش إلى الأمعاء الدقيقة، غير أن الدراسات الحديثة أكدت بأن المجترات تستطيع المعيشة والحفاظ على مستويات معتدلة من الإنتاج عند تغذيتها على علائق تحتوي على مصادر نتروجينية غير بروتينية فقط، حيث وجد أن الأمونيا تكون مناسبة لنمو سلالات *Bacteriodes succinogens* حتى بوجود 19 حامض أميني و خليط من البيريميدينات والبيورينات وجميع أنواع فيتامين B. وفي دراسة مختبريه أخرى وجد أن أربع من سلالات البكتيريا المحللة للسليلوز كانت الأمونيا أساسية لنموها من أصل خمس سلالات، لكن البكتيريا غير المحللة للسليلوز تعتمد بدرجة أقل على الأمونيا كمصدر وحيد للنتروجين مقارنة بتلك المحللة للسليلوز.

بالنسبة لليوريا فأنها تتحلل بسرعة الى أمونيا في الكرش، ويعتقد أن التحلل يتم في الخلايا الطلائية للكرش عند مرور اليوريا خلال تلك الأنسجة(يوريا الدم واللعاب)، بالرغم من أن هذا الفعالية قد تتم نتيجة لنشاط اليورييز الذي يفرز من قبل الأحياء المجهرية، حيث وجد أن 35% من البكتيريا المعزولة من كروش الأغنام المغذاة على الدريس، الشعير و اليوريا قد أنتجت اليورييز، ولم تمتلك المحاليل المعلقة للهدبيـات لفعالية اليورييز أو أنها تمتلك فعالية محدودة جدا.من جهة أخرى فقد وجد أن اليوريا قد حفزت هضم السليلوز في المحاليل المعلقة الخام بنفس الفعالية تقريبا التي حفزت فيها مختلف مصادر البروتين هضم السليلوز. وتتغير فعالية اليورييز تبعا لتغير العليقة، حيث يؤدي تغيير العلائق من الأعلاف الخشنة الى المركزة الى انخفاض شديد في فعالية اليورييز، ويلعب الأس الهيدروجيني للكرش دورا مهما في تلك الفعالية، حيث أشارت التقارير الى أن القيم المثالية للأس الهيدروجيني قد بلغت 8.35 للحيوانات المغذاة على علائق مركزة و8.17 للحيوانات المغذاة على الأعشاب. ويوضح شكل(3-2) مسارات البروتين في المجترات.

**هضم البروتين في المعدة الحقيقية Protein digestion in the Abomasum**

تقوم المعدة الحقيقية بإفراز حامض الهيدروكلوريك والببسينوجين pepsinogen، حيث يعمل الحامض على تحويل الببسينوجين إلى البروتييزات (انزيمات محللة للبروتين) الفعالة- الببسينات active proteases-pepsin، وتقوم peptidases (إنزيمات محللة للببتيدات) بتحليل البروتين القابل للتحلل في الكرش وكذلك البروتين الميكروبي والببتيدات. وقد تم تشخيص أربعة أنواع من الببسين Pepsin في العصير المعدي يقوم بتجزئة البروتينات العليقية الى بروتيوزات وببتونات غير أن %15-10 من البروتين العليقي المتناول فقط يتجزأ الى أحماض أمينية نتيجة للهضم المعدي، حيث تمتص بتلك الصورة في الجزء العلوي من الأمعاء الدقيقة وتدخل الى مجرى الدم على صورة أحماض امينية وكميات صغيرة من الأمونيا والببتيدات، ويتم تمثيل الأحماض الأمينية بعد ذلك الى أنسجة بروتينية أو كمكونات للأنسجة ذات المحتوى النتروجيني بما في ذلك تكوين البروتين والمركبات النتروجينية الإفرازية كالحليب وكذلك لإعادة بناء الأنسجة المتهدمة وللإنتاج وكذلك في تخليق الأنزيمات التي يكون نشاط بعضها حساس جدا لنقص البروتين كما تستخدم في تخليق الهرمونات وبعض المركبات الأخرى، وفي بعض الحالات تكون هناك حاجة لواحد أو أكثر من الأحماض الأمينية الخاصة مثل الحاجة الى الفينيل ألنين والتايروسين وهما المركبان (حامضان امينيان) الأساسيان لتركيب هرموني الثايروكسين والأدرينالين وتكوين البروتين له الأفضلية أو الأسبقية على عزل مجموعة الأمين من السلسلة الكربونية فيما يتعلق بالاحتياجات التركيبية وان الحامضين الأمينيين المذكورين مناسبين من حيث الكمية والنوعية لذلك الهدف.

**هضم البروتين في الأمعاء الدقيقة Protein digestion in small intestine (SI)**

فيالأمعاء الدقيقة يتم هضم البروتين إلى مكوناته من الأحماض الأمينية نتيجة لنشاط أنزيم التربسين Trypsin وإنزيم الكيموتربسين Chemotrypsin، حيث يقوم البنكرياس بإفراز مولدات تلك الأنزيمات المحللة للبروتين***،*** فيتحول Chemotrypsin إلى التربسين فيما يتحول Chemotrypsin إلى الكيموتربسين، كما يفرز مولد أنزيم أخر هو procarboxypeptidaseالذي يتحول إلىأنزيم Carboxypeptidase المحلل للبروتينات***،*** وتقوم الأنزيمات البنكرياسية المحللة للبروتينات بتحليل البروتينات إلى الببتيدات والأحماض الأمينية، فيما تقوم الطبقة المخاطية المعوية بإفراز peptidases التي تعمل على تحليل الببتيدات إلى أحماض أمينيه، ويتم امتصاص تلك الأحماض إلى الدم من خلال جدار الأمعاء الدقيقة حيث يتم تمثيلها لتجهيز الحيوان باحتياجاته من الوحدات البنائية اللازمة لبناء بروتين الجسم والمنتجات المختلفة، وتشمل المركبات البروتينية الممتصة في الأمعاء الدقيقة كل من البروتين الميكروبي والبروتين الغذائي غير المتحلل في الكرش.، فيما تشمل المركبات الكربوهيدراتية كل من الأحماض الدهنية الطيارة والمواد الميكروبية وتشمل المواد الدهنية الأحماض الدهنية المهدرجة في الكرش .hydrogenated fatty acids

**تركيب نتروجين البراز Composition of Faecal nitrogen**

يتألف نتروجين البراز من أجزاء و مصادر مختلفة:

1- يحتوي البراز على البروتين الميكروبي المصنع من قبل أحياء الكرش المجهرية غير القابل للهضم.

2- يحتوي على النتروجين الذي استخدم من قبل أحياء الأعور.

3- يحتوي على أجزاء نتروجينية ذائبة في الماء من المحتمل أن أصلها محتويات الخلايا الميكروبية والأنزيمات غير الممتصة بكفاءة.

4- ويحتوي أيضا على النتروجين الغذائي غير القابل للهضم.

لقد أفترض بأن البروتين الميكروبي يتشابه بالتركيب و تبعا لذلك فأنه متشابه بالهضم، ولذلك فأن الجزء الممثل للنتروجين الميكروبي غير المهضوم المصنع في الكرش سيكون مختلفا في التركيب وحسب الحاصل الميكروبي كما أنه من المحتمل أن يختلف تبعا لزمن احتجازه في الأمعاء الغليظة.

**تأثير النشاط الميكروبي على الأحماض الأمينية الواصلة الى الأمعاء الدقيقة**

**Effect of microbial activity on AA reaching S.I.**

يؤثر نشاط الأحياء المجهرية على كمية ونوعية الأحماض الأمينية الداخلة الى الأثني عشري بشكل كبير، ويمكن إيجاز ذلك بما يلي:

1. تختلف صورة الأحماض الأمينية الداخلة الى الأمعاء الدقيقة عن تلك الموجودة في الغذاء، بسبب up-grades البروتين الغذائي رديء النوعية، وdown-grades البروتين الغذائي جيد النوعية.

2- تمكين المجترات من استخدام NPN بكفاءة، حيث تتمكن من الإنتاج بدون توفر مصدرا للبروتين الحقيقي في الغذاء.

3- تتمكن المجترات من العيش والبقاء على كميات قليلة من البروتينات الغذائية عن طريق النتروجين المدور الى الكرش بصورة يوريا.

4- يعتبر تحلل كميات أكبر من البروتين الغذائي في الكرش مقارنة مع الكمية المخلقة فيه من عيوب نشاط أحياء الكرش.

**المنتجات النهائية لتحلل البروتين في الكرش**

**End product of Ruminal protein degradation**

تتضمن النواتج النهائية لتحلل البروتين الحقيقي في الكرش ما يلي:

1- سلاسل الكربون C-chain: يمكن تقسيم سلاسل الكربون إلى أحماض دهنية طيارة volatile fatty acids وكيتونات ketones ، وقد تكون سلاسل الكربون مستقيمة كحامض الأسيتيك أو سلاسل متفرعة كأحماض isovalric ،isobutyric و2-methyl butyric acids .

2-الأمونيا

3- CO**2**

وان الأس الهيدروجيني المثالي لذلك يبلغ حوالي 6.9، أما بالنسبة للأحماض الأمينية فأنه من بين 22 حامض أميني خضعت للاختبارات أنتجت الأحماض الأمينية الستة التالية وهي: الأسبارتيك، الكلوتاميك، السيرين، الأرجنين، السيستين والسيستيين. وأشارت إحدى الدراسات الى أن اكبر كمية أمونيا في كروش الأغنام نتجت من التحلل الميكروبي للأحماض الكلوتاميك، الكلايسين،ألألنين و الميثيونين، وفي دراسة أخرى وجد أن تسلسل الأحماض الأمينية التي يمكن أن يؤدي الى إنتاج أعلى تركيز للأمونيا هو: الكلوتاميك، الميثيونين، الكلايسين والألنين, فيما أشارت دراسة مختبريه الى أن حامض الأسبارتيك أدى الى إنتاج أعلى تركيز للأمونيا، ويؤدي تحلل الأحماض الأمينية الىإنتاج الأحماض الدهنية الطيارة وCO2 والهيدروجين وان إزالة الأمينات من الأحماض الأمينية يجري بسرعة وأن الأس الهيدروجيني الأمثل لإنتاج الأمونيا حوالي 6.5.

**تأثير الكربوهيدرات المتخمرة على الاستفادة من النتروجين Effect of carbohydrate fermentation on nitrogen utilization**

تتأثر عملية إزالة الأمينات من الأحماض الأمينية بالسرعة التي تتخمر بها الكربوهيدرات الغذائية في الكرش أو مستوى الكربوهيدرات المتخمرة، ويمكن أن يجري ذلك باتجاهين:

الأول- إذا كانت كمية الكربوهيدرات المتخمرة الموجودة في الكرش كافية للنمو الميكروبي فأن معظم الأحماض الأمينية ستدخل في تركيب البروتين الميكروبي مباشرة.

الثاني- إذا كانت كمية الكربوهيدرات المتخمرة في الكرش غير كافية ومحددة للنمو الميكروبي فان معظم الأحماض الأمينية ستزال أميناتها منتجة أمونيا وسلاسل كربونية.

و يعتبر تيسر الكربوهيدرات الى الأحياء المجهرية من العوامل الرئيسية التي تؤثر على الاستفادة من أمونيا الكرش، فقد أشارت الدراسات ومنذ أمد بعيد الى زيادة الاستفادة من اليوريا عند تيسر الكربوهيدرات، ويمكن أن يتزامن ذلك مع احتجاز اكبر للنتروجين في الحيوانات التي تستهلك اليوريا بوجود الكربوهيدرات الذائبة، وقد لوحظ بأن نوعيات مختلفة من الكربوهيدرات الذائبة قد حسنت الاستفادة من النتروجين خلال تخمرات الكرش مما يشير الى أهمية وجود كميات مناسبة منها لأن أحياء الكرش تحتاج الى مصدر سريع التيسر للطاقة لتتمكن من هضم السليلوز بصورة جزئية

كما وجد أن النشا أو السكريات المتعددة الذائبة الأخرى قد خفضت من أنتاج الأمونيا ولم يكن الانخفاض مرده الاستفادة من الأمونيا لغرض نمو الأحياء المجهرية، وعند مقارنة النشا مع السكريات المتعددة كالزايلان والبكتين عندما كان السليلوز هو المادة الخاضعة بصورة رئيسية لفعل الأنزيمات، وجد بأن النشا أدى الى استفادة أفضل نوعا ما من النتروجين.

إن لطريقة تصنيع الأعلاف تأثيرا أيضا على ما يبدو في الاستفادة من النتروجين، حيث تمت مقارنة الدريس المطحون بصورة ناعمة والحبوب المنقوعة مع المواد العلفية غير المصنعة، فقد أدت عملية نقع الحبوب الى جلتنة النشا بصورة تامة تقريبا، وأوضحت النتائج بأن الأعلاف المصنعة قد خفضت من تركيز الأمونيا في الكرش بنسبة 50%، لكنها في نفس الوقت أدت الى زيادة مستوى النتروجين بسبب الاستفادة الأكبر من الكربوهيدرات.

لقد تركز الجهد مؤخرا على تحقيق استفادة اكبر من النتروجين المكمل الى الأعلاف رديئة النوعية، فعند تغذية التبن لوحظ بأن إضافة المولاس أو النشا أو كليهما أدت الى خفض الهضم المختبري للسليلوز وقد تم التغلب على هذا الانخفاض تماما عند إضافة اليوريا، كما أدت تلك إلأضافات الى زيادة إنتاج البروتين الميكروبي.

وشكل النتروجين الداخل الى المعدة الحقيقية حسب إحدى الدراسات عند تغذية اليوريا 79.4% فقط من الكميات التي تدخل الى المعدة الحقيقية عند تغذية كسبة فول الصويا، وعند تغذية 2.5% من المولاس و اليوريا ازداد النتروجين الداخل الى المعدة الحقيقية الى 93% من الكمية التي تدخل إليها عند تغذية عليقة فول الصويا، ولم تؤدي زيادة المولاس الى 10% من العليقة الى زيادة إضافية في كمية النتروجين التي تدخل الى المعدة الحقيقية.

وفي تجربة أخرى وجد بأن وجود 15% من المولاس في المكمل المركز المقدم مع العليقة الأساسية الحاوية على 2% من اليوريا أدى الى تحقيق أفضل استفادة من النتروجين بموجب التزامن بين تركيز الأحماض الدهنية الطيارة ونتـروجين الأمونيا وكمية النتروجين الميكروبي المقدرة في الكرش.

ويبدو أن وجود الكربوهيدرات سريعة التخمر بكمية كافية يؤدي الى اندماج الأحماض الأمينية في البروتين الميكروبي المنتج في الكرش، فقد أشارت إحدى الدراسات حول مدى الاستفادة من الأحماض الدهنية الطيارة والكلوكوز المعاملة بالمواد المشعة عند تخليق البروتين الميكروبي مختبريا الى وجود كميات صغيرة جدا من المواد المشعة المتأتية من الأحماض الأمينية المعـاملة بالأشعة في رواسب TCA فيما وجـدت كميات كبيرة من المواد المشعة من الكلوكوز مندمجة في تلك الرواسب، مما يشير الى عدم حدوث التأكسد التام للأحماض الأمينية وبالتالي زيادة احتمال اندماجها في البروتين الميكروبي.

كما أن الكربوهيدرات المتخمرة يمكن أن توفر الهياكل الكربونية الضرورية لبناء البروتين الميكروبي، حيث لوحظ في إحدى الدراسات أن 85% من الأسيتات قد اندمجت في البروتيـن الميكروبي بالمقارنة مع كميات صغيرة من المواد المشعة المتأتية من الأحماض الدهنية الطيـارة وقد يدل ذلك الى أن الأحماض الدهنية الطيارة قد ساعدت في زيادة نمو ونشاط الأحياء المجهريـة فيما توفرت المادة الكربونية من خلال الأسيتات الناتجة من التحلل المباشر والسريـع للكلوكوز في الكرش.

وقد ينشأ نوع من الاعتراض على دور الكربوهيدرات سريعة التخمر، كالكلوكوز الذي يوصف تحلله السريع في الكرش في بعض الدراسات بالاختفاء مقابل التحلل المعتدل للمصادر الكربوهيدراتية الأخرى، وقد يستند من يتبنى مثل ذلك الاعتراض الى ضرورة حدوث التزامن synchronization بين معدل تحرر VFAS الناتجة من تحلل المصادر الكربوهيدراتية ومعدل تحررNH3 الناتجة من تحلل المصادر البروتينية لتحقيق أفضل نمو ميكروبي ومن ثم أفضل فعالية ميكروبية تمهيدا لتحقيق أفضل إنتاج من البروتين الميكروبي ، فضلا عن أن تغذية المصادر الكربوهيدراتية سريعة التخمر يمكن أن تؤدي الى خفض الأس الهيدروجيني الى قيم يمكن أن تؤثر سلبا على الفعالية السليلوزية للأحياء المجهرية، التي بدورها يمكن أن تؤدي الى خفض التحلل البروتيني في الكرش، كما أن الأحماض الدهنية المتحررة من تحلل الدهون في حيوانات المزرعة يمكن أن يستخدم بكفاءة عالية لتعزيز تصنيع البروتين في الجسم (Al Jassim وآخرون، 1996).

ويبدو أن التحلل السريع للبروتين قد يؤدي الى انخفاض الاستفادة منه في تخليق البروتين الميكروبي، حيث وجد في أحدى التجارب المختبرية التي استخدم فيها المواد المشعة لمعاملة الكازين أوالكلوتاميك أوالليوسين أو الكربونات.

أن معظم تلك المواد التي مصدرها الكازين وجدت في جزء الأحماض الدهنية الطيارة مع وجود القليل منها في البروتين الميكروبي، ووجدت المواد المشعة من الكلوتاميك في ثاني أوكسيد الكربون والأحماض الدهنية الطيارة مما يشير الى تجزئة الحامض الأميني وعدم اندماجه في البروتين الميكروبي، وبالنسبة الى الليوسين فأن معظم المواد المشعة منه قد وجدت في الأحماض الدهنية الطيارة، مما يشير الى تحلل الكازين والكلوتامين والليوسين وإزالة مجاميع الأمين منها وبالتالي فقد جزءا كبيرا منها كأمونيا، فيما استفيد من كمية كبيرة من المواد المشعة في الكربونات في تخليق الأحماض الأمينية، وقد يدل ذلك على تيسرها للأحياء المجهرية مما أدى الى اندماجها في البروتين الميكروبي المخلق.

ويمثل النتروجين الميكروبي الداخل الى الأمعاء الدقيقة البروتين الحقيقي الذي سيتم تحلله بسرعة الى الأحماض الأمينية مع كميات قليلة تتحول الى الأمونيا أو مكونات نتروجينية أخرى، وأن الأمونيا التي ستدخل الى الأمعاء الدقيقة أما أن تمتص الى مجرى الدم وتستخدم في الإنتاج أو تمر الى الأمعاء الغليظة حيث سيتم الاستفادة منها.

***تحلل البروتين المتناول الداخل الى القناة الهضمية***

***View of intake protein(IP) degradation entering the GIT***

***أولا* - البروتين الداخل الى الكرش Protein entering the rumen**

بمجرد دخول البروتين المتناول إلى الكرش فأنه يمكن تصنيفه إلى ما يلي:

1-البروتين المتناول غير المهضوم Indigestible intake protein (IIP)

يشير البروتين غير المهضوم إلى الجزء الذي لا يتحلل وينتهي إلى البراز، ويحسب هذا الجزء من البروتين الغذائي باستخدام تحليل acid detergent insoluble nitrogen (ADIN)

2- البروتين المتناول غير المتحلل Undegraded intake protein (UIP)

ويشير البروتين غير المتحلل إلى جزء البروتين الحقيقي غير المتحلل في الكرش والذي سيمر إلى الأمعاء الدقيقة.

3- البروتين المتناول المتحلل Degradable intake protein (DIP)

ويتكون البروتين المتحلل من NPN بصورة رئيسية يضاف إليه جزء البروتين الحقيقي الذي يتحلل في الكرش.

4- بروتين الكرش المتدفق Rumen influx protein (RIP)

ويتكون من recycled urea ، حيث تضاف تلك اليوريا إلى جزء البروتين المتحلل المتناول (DIP)

5- بروتين الكرش الضائع Rumen efflux protein (REP)

ويتكون هذا الجزء من الأمونيا التي تمتص عبر جدار الكرش إلى الخارج وذلك عندما يكون تحررها مرتفعا في الكرش وتدخل في مجرى الدم.

6- البروتين المتيسر في الكرش Ruminally available protein (RAP)

ويمثل هذا البروتين محصلة البروتين المتناول المتحلل (DIP) و اليوريا الممتصة إلى داخل الكرش وأي فقد في الأمونيا من الكرش.

1. البروتين البكتيري الخام Bacterial crude protein (BCP)

تستخدم أحياء الكرش البروتين المتيسر في الكرش (RAP) لإنتاج هذا الجزء الذي يتكون من بروتين الأحماض النووية الخــام Nucleic acid crude protein (NCP) والبروتين البكتيري

الحقيقي Bacterial true protein (BTP).

يتضح مما تقدم أن النتروجين البروتيني الداخل إلى الأمعاء الدقيقة سيتكون من ثلاثة أجزاء هي**:**1**-** الجزء الذي سوف لن يتحلل تماما والذي سينتهي إلى البراز (IIP)، 2**-** الجزء الأخر يمثل البروتين الذي سيهضم في الأمعاء الدقيقة إلى الأحماض الأمينية التي أما تمتص من الأمعاء الدقيقة الى مجرى الدم وتستخدم في الإنتاج أو ستمر الى الأمعاء الغليظة، وأخيرا 3**-** الجزء الذي سوف لا يتحلل في الأمعاء الدقيقة والذي سيمر الى الأمعاء الغليظة حيث ستتم الاستفادة منه.

**ثانيا- البروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة Protein entering the small intestine**

يمكن تقسيم البروتين الكلي الذي يدخل الى الأمعاء الدقيقة الى ما يلي:

1. البروتين المتناول غير المهضوم Indigestible intake protein (IIP)

يشير البروتين المتناول غير المهضوم الى البروتيـن الذي يدخل الى الأمعاء الدقيقة من الكرش والذي سيمر الى الأمعاء الغليظة.

1. البروتين المتناول غير المتحلل Undegradable intake protein (UIP)

يشير هذا الجزء الى البروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة من الكرش والذي أما 1**-** لا يتحلل ويمر الى الأمعاء الغليظة كجزء من البروتين المتناول غير المهضوم (IIP)، أو 2**-** يهضم ولكنه لا يتحلل Digestible undegraded (DUP) ويمثل البروتين الخام الذي يهضم في الأمعاء الدقيقة نتيجة لنشاط الأنزيمات المحللة للبروتين بطريقة مشابهة لما يجري في غير المجترات، ويمر الى الأنسجة لاستخدامه في الإنتاج.

3-ويتضمن البروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة كذلك بروتين الأحماض النووية الخام Nucleic acid crude protein (NCP) و البروتين البكتيري الخام (BCP) Bacterial crude protein

4- يتضمن الجزء الذي سوف لن يهضم و يمر الى الأمعاء الغليظة :

أ- بروتين الأحماض النووية غير المهضوم Indigestible nucleic acid crude protein (INP)

ب- البروتين البكتيري الحقيقي غير المهضوم Indigestible bacterial true protein (IBP)

5- ويشمل البروتين المهضوم في الأمعاء الدقيقة والذي قد يمر الى الأمعاء الغليظة كل من: أ- الأحماض النووية الخام المهضوم Digestible nucleic acid crude protein (DNP) ب- البروتين البكتيري الحقيقي المهضوم Digestible bacterial true protein (DBP)

**ثالثا- البروتين الداخل إلى الأمعاء الغليظة Protein entering the large intestine**

يتضمن البروتين الداخل إلى الأمعاء الغليظة الأجزاء التالية:

1. الجزء الذي سوف لن يهضم ويمر مباشرة إلى البراز.

2- الجزء الذي سيستخدم بشكل مباشر من قبل الأحيـاء المجهرية الموجودة في الأمعـاء الغليظة

لتصنيع البروتين الميكروبي.

3-الجزء الذي سوف يتحلل إلى الأحماض الأمينية والذي سيستخدم لاحقا من قبل الأحياء المجهرية لتصنيع البروتين الميكروبي أو يتحول إلى الأمونيا. ويمكن أن تمتص الأمونيا من الأمعاء الغليظة وتستخدم من قبل الأنسجة لغرض الإنتاج، ويمكن أيضا أن تستخدم من قبل الأحياء المجهرية لتصنيع البروتين الميكروبي.

**تقييم البروتين Protein evaluation**

يمكن تعريف نوعية البروتين بأنها الفائدة النسبية لاستخدام بروتين غذاء معين في تحقيق الوظائف الأساسية للبروتين في الجسم، وتشمل الطرق المستخدمة في تقدير نوعية البروتين ما يلي:

1. **تقدير القيمة البيولوجية Assessment of biological value (BV)**

تعتبر القيمة البيولوجية مقياس مباشر لنسبة بروتين الغذاء التي يتمكن الحيوان من الاستفادة منها لتكوين أنسجته ومنتجاته المختلفة، ويمكن تعريف تلك القيمة أيضا بأنها نسبة النتروجين الممتص التي تخزن في جسم الحيوان فعلا، ولحسابها يجب أجراء تجربة التوازن النتروجيني وتقدير كمية النتروجين المتناول والكمية الملفوظة في الإدرار والبراز، وباستخدام المعادلة التالية:

**القيمة البيولوجية= N المتناول – (N في الإدرار + N في البراز) × 100**

**N المتناول – N في البراز**

ونظرا لاحتواء نتروجين البراز على جزء لا يرجع مصدره الى الغذاء مباشرة بل أن مصدره جسم الحيوان، ويعرف بنتروجين البراز الأيضي metabolic Faecal nitrogen ، وكذلك احتواء نتروجين الإدرار على جزء من النتروجين ليس مصدره الغذاء مباشرة ويعرف بنتروجين الإدرار الداخلي endogenous urinary nitrogen فقد أجري تعديل على المعادلة السابقة المستخدمة في قياس القيمة البيولوجية، تضمن طرح تلك الكميات من نتروجين البراز والإدرار لزيادة الدقة في حساب تلك القيمة، لتصبح الصيغة المعدلة كما يلي:

**×100**  **BV% = FdN- [( FN-MFN) + (UN-EUN)]**

**FdN-(FN-MFN)**

حيث تمثل FdN النتروجين المتناول، FN تمثل نتروجين البراز، UN تمثل نتروجين الإدرار، MFN تمثل نتروجين البراز الأيضي (نتروجين التمثيل) و EUN نتروجين الإدرار الداخلي.

ويمكن اعتبار نتروجين الإدرار الداخلي مصدره الأنسجة الجسمية والإفرازات المساهمة في عملية الهضم بالإضافة الى كمية النتروجين المفقودة خلال تلك العمليات وإعادة بناء البروتينات الخاصة

بالأنسجة المختلفة، ويعـد وجـود كميـات من النتروجين في براز و إدرار الحيوانات التي غذيت

على علائق خالية من النتروجين دليلا على ذلك.

وفيما يلي مثالا لحساب القيمة البيولوجية:

بتوفر المعلومات التالية:

كمية النتروجين المستهلك = 62.6 ملغم

كمية النتروجين الملفوظ بالإدرار = 32.8 ملغم

كمية النتروجين الداخلي الملفوظ في الإدرار = 22.0 ملغم

كمية النتروجين الملفوظ في البراز = 20.9 ملغم

كمية نتروجين التمثيل الملفوظ في البراز = 10.7 ملغم

وبتطبيق المعادلة الأخيرة :

**BV= 62.6 – (20.9 – 10.7) + ( 32.8 – 22.0) ×100 = 79 %**

**62.6 – ( 20.9 – 10.7)**

وتشير تلك القيمة الى نسبة النتروجين الممتص اللازمة لتأمين احتياجات الإدامة والنمو معا، حيث تدل الأولى على النتروجين المستعمل للتعويض عن البروتينات الجسمية المتهدمة، فيما تدل الثانية على النتروجين الممتص لتكوين بروتين الأنسجة النامية..

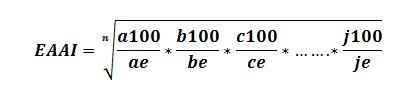
1. **التسجيل الكيميائي Chemical score**

تعتمد طريقة الدليل الكيميائي لتقدير نوعية البروتين على مقارنة نسب الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة في البروتين المراد تقدير نوعيته مع نسب تلك ألأحماض الموجودة في بروتين قياسي، الذي غالبـا ما يكون بروتين البيض، مع الأفضلية لاعتماد مزيج الأحماض الأمينية الذي أوصت باستخدامه FAO لهذا الغرض. ويتم تحويل كمية كل حامض أميني أساسي في هذه الطريقة الى نسبة مئوية لنفس الحامض الموجود في البروتين القياسي، ففي بروتين الحنطة على سبيل المثال، تصل نسبة اللايسين الى 2.7 ، فيما تصل نسبته في بروتين البيض 7.2% ، ولذلك، فأن الدليل الكيميائي لبروتين الحنطة سيساوي **:** %37= 100×2.7 ÷ 7.2)).

من فوائد استخدام الدليل الكيميائي أمكانية تعميم القيمة على حيوانات بسيطة المعدة أخرى بما فيها الإنسان، ألا أن عدم أخذ الأحماض الأمينية التي يفتقر إليها بروتين معين جعلت من هذه الطريقة قاصرة في تحقيق تقييم جدير بالاعتبار .

1. **دليل الأحماض الأمينية الأساسية Essential amino acid index (EAAI)**

تأخذ هذه الطريقة كمية عشرة من الأحماض الأمينية الأساسية بنظر الاعتبار، ويعرف دليل EAAI بأنه المعدل الجبري لنسبة الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة في البروتين المراد تقدير نوعيته الى نسبة تلك الأحماض في بروتين البيض، ويحسب باستخدام المعادلة التالية:

****

حيث a ، bو c .....j تمثل نسب الأحماض الأمينية الأساسية في بروتين الغذاء

a**e** ، b**e** ، c**e** ...... j**e** تمثل نسب نفس الأحماض في بروتين البيض

n تمثل عدد الأحماض الأمينية المحسوبة.

تمتاز هذه الطريقة في أنها تتمكن من تخمين تأثير الإضافات الغذائية الى مجموعة من البروتينات، إلا أن من مساوئها أن البروتينات ذات التركيب المختلف من الأحماض الأمينية الأساسية قد يكون دليلها متساوي أو متقارب.

أن كلا الطريقتين الثانية والثالثة لتقييم النوعية تعتمد على مجموع الأحماض الأمينية الموجودة في الغذاء، ولكن من الناحية العملية، يجب التركيز على الأحماض الأمينية المتيسرة للحيوان، ويمكن الوصول الى ذلك بقياس نسب الأحماض الأمينية في الغذاء وفي البراز ويمكن عندئذ حساب النسبة المحتجزة في الجسم، ألا أن احتواء البراز على كميات مختلفة من أحماض أمينيه غير موجودة ربما في الغذاء نتيجة للنشاط الميكروبي ، فضلا عن أن تقدير معامل هضم البروتين في الغذاء لن

يكون مفيدا في تقدير مدى توفر الأحماض الأمينية للاستفادة من قبل الحيوان ، والحاجة الى الوقت

والجهد والمهارة في تجارب من هذا النمط تعتبر من المشاكل التي قد تواجه الطريقتين.

1. **الطريقة البيولوجية Biological method**

تعتمد هذه الطريقة على قياس الاستجابة كزيادة في النمو أو في كمية النتروجين المحتجز في الجسم في الحيوان المغذى على بروتين كامل مضاف الى غذاء ينقصه الحامض الأميني المراد دراسة تأثيره، وعادة ما تستخدم أفراخ الدجاج كحيوانات تجريبية لهذا الغرض، وتقارن درجة الاستجابة للبروتين المضاف مع درجة الاستجابة لتجهيز الغذاء بأحماض أمينيه نقية، ومن أهم الصعوبات التي تواجه هذه الطريقة صعوبة تكوين عليقه ينقصها أحد الأحماض الأمينية.

1. **درجة تحلل البروتين في الكرش Extent of ruminal degradability of protein**

يلعب تحلل البروتين الغذائي في الكرش دورا مهما في تقدير احتياجات الحيوانات المجترة، حيث يساعد في تحديد مساهمة بروتين غذاء معين أو مكمل بروتيني في توفير احتياجات أحياء الكرش، وكذلك، كمية البروتين التي يمكن أن تمر من خلال الكرش بدون تحلل والتي سيتم هضمها لاحقا والاستفادة منها من قبل الحيوان المضيف، ولذلك نجد أن تقدير معدل تحلل البروتينات المختلفة يشكل حجر الزاوية في الأنظمة البروتينية الحديثة، على أساس تقسيم البروتين الى جزء متحلل في الكرش وجزء آخر غير متحلل فيه.

***العوامل المؤثرة على تحلل البروتين في الكرش***

***Factors affecting Ruminal protein degradation***

تتباين البروتينات الغذائيـة في تحللها في الكـرش بصورة ملحوظة، وأن المـدى الذي تتحلل به

البروتينات في الكرشويشا***ر*** إليه بدرجة التحلل عادة، تتأثر بالعديد من العوامل تشمل:

**1- مصدر البروتين Source of protein**

يشتق المصدر البروتيني (النتروجيني) الأهم لأحياء الكرش عادة من البروتين الغذائي والنتروجين غير البروتيني NPN، وبسبب الفعالية العالية لتحليل البروتين highly proteolytic لتلك الأحياء، فأن معظم البروتينالداخل الى الكرش سيتحلل إلى الببتيدات والأحماض الأمينية التي ستزال أميناتها لاحقا. وقد بينت التجارب المنجزة في هذا الإطار إلى وجود عدم اتفاق في المدى الذي تستخدمه البكتيريا من الأمونيا والأحماض الأمينية، وعلى كل حال، فأنه من المفيد أن تقوم بكتيريا الكرش بتحليل البروتين بالمدى المطلوب لتحقيق أفضل حاصل (إنتاج) في خلاياها. حيث سيساعد ذلك في إزالة المشاكل المتعلقة بالتباينات diurnal variation والنقص في التزامن بين الطاقة المتيسرة والنتروجين المتحلل، وبالرغم من ذلك، فأن الأحياء المحللة للبروتين يمكنها اشتقاق مصادر الطاقة من تحلل البروتين، ولذلك فأن تحلل البروتين يمكن أن يجري إلى ابعد مدى، ومع ذلك يتأثر هذا المدى بعدد من المحددات.

**2- الأس الهيدروجيني في الكرش Rumen PH**

يتباين معدل تحلل بروتين الأغذية المختلفة اعتمادا على حالة الكرش فيما إذا كانت يمكن أن تشجع معدل تحلل مرتفعأو منخفض للسليلوز، ويكتسب ذلك أهمية خاصة للمكملات البروتينية النباتية مع أهمية أقل بالنسبة للمكملات البروتينية الحيوانية، وقد أمكن في أحدى الدراسات توضيح تلك الظاهرة بحضن مجاميع مختلفة من المكملات البروتينية في كرش الأغنام المغذاة على الشعير أو الدريس.

**3-** **تركيز الأمونيا في الكرش Ammonia concentration in the rumen**

أن للأمونيا دورا مهما في تحلل البروتينات المختلفة في الكرش، ويبدو أن هذا الدور يرتبط بالظروف الملائمة لنمو الأحياء المجهرية، فقد وجد أن انخفاض تركيز الأمونيا في الكرش يؤدي الى رفع درجة تحلل البروتين وقد أعزي ذلك الى انخفاض عدد البكتيريا في الوسط المحدد بالنتروجين. وقد أكد Church (1985) على اعتماد كل من معدل تحلل البروتين ومعدل تحلل السليلوز على مستوى محدد من الأمونيا في الكرش، حيث يجب توفر مستوى مناسب من الأمونيا في الكـرش لتحفيز تصنيـع بروتيـن ميكروبي مثالي، ولذلك فأنه من المهم جدا عند تغذية مصادر بروتينية ذات مقاومة عالية للتحلل في الكـرش تامين مستوى جيد للأمونيا في الكـرش يكون كافيا لتحقيق أعلى مستوى للبروتين الميكروبي المصنع. وقد أوضحت الدراسات بأنه سيكون من المفيد تحفيز تحلل البروتين بمعدل منخفض لتركيز الأمونيا، بالرغم من أن أحدى الدراسات قد أكدت على انخفاض معدل تحلل الكلوتين عند التركيز المنخفض للأمونيا مقارنة مع المستويات المرتفعة منها، وبالتأكيد ترجع تلك التأثيرات الى انخفاض عدد البكتيريا في الوسط المحدد للنتروجين. وأشارت عدد من التجارب إلى وجود اختلافات كبيرة في أمونيا الكرش والبروتين نتيجة لتغذية علائق تحتوي على كميات متشابهه من النتروجين ولكنها تحتوي على مصادر مختلفة منه، ففي أحدى التجارب غذيت الثيران المخصية على كسبة فول الصويا أو فول الصويا الخام أو كلوتين الذرة، وقد وجد بأن الإضافات البروتينية التي تؤدي إلى رفع مستويات الأمونيا في الكرش أدت إلى وجود أعلى المستويات من البروتين في الكرش على الرغم من عدم إجراء أية محاولات للتمييز بين البروتين الميكروبي والبروتين المستهلك، وفي تجربة ثانية غذيت الثيران المخصية على كسبة فول الصويا أو اليوريا وكسبة فول الصويا، وقد وجد أن إضافة اليوريا أدت إلى رفع مستويات الأمونيا في الكرش إلى أقصاها، ولكنها أدت إلى وجود مستويات أقل من البروتين في الكرش، وكانت تقديرات مستويات الأحماض الدهنية في الكرش تتناسب مع درجة الاستفادة من تلك المصادر النتروجينية المختلفة من قبل أحياء الكرش، أن نتائج التجربتين تشير بوضوح إلى أن المقارنة بين المصادر النتروجينية المختلفة لا يمكن الاستدلال عليها من خلال الاعتماد على مستويات الأمونيا في الكرش، لاسيما مع وجود احتمال لإعادة تدوير النتروجين الى الكرش بدرجة كبيرة، حيث انه بانقسام الخلايا، نموها، موتها وانحلالها يمكن أن تتحرر محتوياتها في سائل الكرش(تجهيز الأحياء بالعناصر الغذائية)، إضافة لذلك فأن افتراس الهدبيات للبكتيريا والهدبيات الأخرى يمكن أن يؤدي إلى أعادة التدوير بنسبة كبيرة.

1. **عوامل أخرى مرتبطة مع بيئة الكرش Factors related to rumen condition**

يعتقد Ørskov (1982)بأنه مازال الكثير الذي يجب معرفته حول تأثير ظروف الكرش على معدل ومدى تحلل البروتين، حيث أنه من المعروف أن تركيز الأحماض الدهنية الحرة يمكن أن يؤدي الى خفض فعالية تحلل البروتين، بينما يمكن أن يؤثر معدل المرور على مدى التحلل، ألا أن مدى تأثير معدل مرور السوائل والمواد الصلبة على معدل تحلل البروتين في الكرش غير معروف. وتشمل تلك العوامل أيضا حجم جسيمات particle sizeالمادة العلفية المتناولة، الحيوان نفسه، مستوى العلف المتناول، نسبة العلف الخشن الى العلف المركز و نظام التغذية المتبع والحرارة البيئية.

من ناحية أخرى فقد دلت التجارب اللاحقة حول البروتين الميكروبي الى أنه يتحلل وتزال أميناته بسرعة ، مما يشير الى أن أعادة التدوير والتخليق من قبل الأحياء المجهرية من اليوريا و/أو الأمونيا والأحمـاض الأمينية الحرة قد تكون أكثر أهمية من تحلل البروتينات المستهلكة، حيث قدر أن حوالي 4.3 من النتروجين /يوم يعاد تدويره في كروش الأغنام، وان 30% من الأمونيا التي تندمج باستمرار في بروتين الكرش قد أعيد تدويرها خلال تجمعات الأحماض الأمينية والأمونيا.

وبناءا على ما تقدم فقد أصبح مؤكدا الآن أن التحلل السريع للبروتين في الكرش لا يعد أمرا مرغوبا فيه تماما، لاسيما مع توفر الدليل على أن العليقة المثالية التي يستفاد من نتروجينها بأقصى درجة يجب أن تحتوي على بروتين ذي قابلية هضم جيدة وقليل الذوبان في الكرش، وقد استند هذا الافتراض على الاعتقاد بأن القيم المرتفعة للأمونيا الكرش تشير الى الاستفادة الرديئة من النتروجين من قبل الحيوان المضيف وبالتالي فأن تحلل البروتين في الكرش والتحرر السريع للأمونيا في الكرش بسبب الإزالة السريعة لأميناتها لابد وأن يتزامن مع فقد في كمية قد تكون كبيرة من الأمونيا المتحررة، وبالتالي توقع انخفاض كفاءة الاستفادة من البروتين الغذائي وزيادة كميات النتروجين الملفوظ في الإدرار، الذي لا يشكل خسارة مادية ووظيفية فقط إنما يشكل أيضا خسارة في الطاقة يصرفها الجسم للتخلص من سمية الأمونيا الزائدة عن احتياجات الأحياء المجهرية. وقد يبرز ذلك أهمية معرفة درجات تحلل البروتينات المختلفة في الكرش قبل البدء باستخدامها كمصادر بروتينية في غذاء الحيوان المجتر، وقد يتوقف الحيوان تماما عن تناول غذائه الغني بالبروتينات نتيجة لسرعة تحللها في الكرش مع عدم توفر كميات مناسبة من الكربوهيدرات سريعة التخمر، ويقوم بتناول كميات كبيرة من الماء في محاولة لتخفيف المستويات العالية للأمونيا في الكرش، إلا أنه يتوجب وجود كميات ملائمة من النتروجين وبالصور الضرورية لنمو ونشاط أحياء الكرش المجهرية، أي التوازن الصافي بين يوريا اللعاب ومرور الأمونيا خلال جدار الكرش (للسماح بتحقيق أفضل نمو للأحياء المجهرية وتكاثرها- احتياجات الأحياء المجهرية RDN)، ومرور النتروجين الى أسفل القناة المعوية لتوفير احتياجات الحيوان المضيف(البروتين غير المتحللUDN )، وبخاصة عندما يمتلك الحيوان لقدرة وراثية عالية للإنتاج، والسماح له بالتعبير عن تلك القدرات من خلال الزيادات الوزنية ومستوى الإنتاج.

1. **تأثير العليقة على معدل تحلل البروتين**

**Effect of diet on rate of protein degradation**

من المهم أن يكون الغذاء المقدم إلى الحيوانات التي يجري فيها تقدير تحلل البروتين باستخدام الأكياس النايلون مشابها للأغذية التي ستعمم إليها النتائج، فقد لوحظ وجود اختلاف في تحلل المكملات البروتينية عند حضنها في كروش الأغنام المغذاة على علائق مركزة أو دريس، ويبدو أن المكملات البروتينية النباتية مثل كسبة فول الصويا وكسبة فستق الحقل تتحلل بسرعة بطيئة في الحيوانات المغذاة على علائق تحتوي على نسبة مرتفعة من العلف المركز مقارنة مع علائق تحتوي على نسبة كبيرة من العلف الخشن، غير أن تلك الاختلافات ستكون قليلة جدا في حالة المكملات البروتينية الحيوانية.

1. **تركيب جزء البروتين الغذائي غير المتحلل من الأحماض الأمينية**

**Amino- acid composition in the undegraded fraction of dietary protein** منالمفيد معرفة فيما إذا كانت الأنواع المختلفة من البروتين التي تشكل البروتين الكلي في النبات تتحلل بمعدلات مختلفة في الكرش؟ وهل أن تلك الاختلافات كبيرة؟ وهل أن البروتينات المختلفة تتباين في تركيبها من الأحماض الأمينية؟ وبالتالي فأن هروب تلك الأحماض من التحلل في الكرش قد يكون مختلفا عن تلك الأحماض الموجودة في الغذاء الأصلي، وقد قام Ganev وجماعته (1979) بتقدير تركيب المادة المتبقية في الأكياس النايلون التي حضنت في الكرش لمدة 9 ساعات من الأحماض الأمينية.

**التباين في درجات التحلل لمصادر البروتينات المختلفة في الكرش**

**Differences in ruminal degradation between protein sources**

تتباين البروتينات المختلفة في درجة تحللها في الكـرش و يرجع ذلك التباين إلى عدد من العوامل منها:

**1-التركيب الكيميائي للبروتينات**  **Chemical structure of proteins**

لقد أصبح معروفا أن زيادة الأواصر ثنائية الكبريت disulfide bonds في تركيب البروتين يؤدي الى مقاومة أكثر للتحلل بواسطة الأنزيمات المحللة للبروتينات التي تفرزها الأحياء المجهرية، فعلى سبيل المثال فأن وجود تلك الأواصر في ألبومين مصل دم الماشية يؤدي إلى مقاومة التحلل في الكرش. كم لوحظ أن البروتينات التالفة نتيجة لتعرضها الى الحرارة الشديدة لا تهاجم من قبل الأحياء المجهرية في الكرش لأنها تكون مركبات معقدة غير قابلة للذوبان، مما يشير الى أن قابلية ذوبان البروتينات المختلفة يمكن أن تنعكس على سرعة تحللها في الكرش، إلا أنه من الضروري هضم تلك البروتينات التي تقاوم نسبيا التحلل في الكرش، فالتسخين لا يعد من الطرق المفيدة لتقليل التحلل في الكرش، إلا أن المعاملة المعتدلة بالحرارة قد تحسن من الاستفادة من البروتينات من قبل من أنواع مختلفة من الحيوانات وحيدة المعدة بسبب وقف عمل مثبطات الأنزيمات الموجودة بصورة طبيعية في النباتات، أما بالنسبة للمجترات فأن المعاملة بالحرارة قد تقلل من ذوبان البروتين، لكنها لا يبدو أنها تؤثر على النمو، إلا أن المعاملة الشديدة بالحرارة قد تخفض من تيسر بعض الأحماض الأمينية الأساسية كما أنها قد تخفض الهضم الكلي.

**2- درجة ذوبان البروتين في الكرش** **Solubility of proteins in the rumen**

جرت المحاولات ومن أمد بعيد لوصف تحلل المصادر البروتينية في الكرش عن طريق حساب ذوبانها في الماء كلوريد الصوديوم و 0.2 % من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم وسائل الكرش الخالي من الأحياء المجهرية، وقد لوحظ عدم وجود اختلافات كبيرة بين المحاليل الأربعة، ألا أن معاملات الحماية التي استخدمت لمعاملة كسبة زهرة الشمس أدت الى خفض الذوبانية. ومن خلال الوصف المبكر للتحلل بالطريقة المذكورة فمن المتوقع أن يكون تقدير الذوبان كافيا للمصادر البروتينية التي تتكون المواد المتحللة فيها من الأجزاء فقط fraction، وفي الحقيقة يمكن أن تكون كسبة السمك مثالا لتلك المصادر، فقد لوحظ بان الذوبانية والتحلل يمكن أن تكون متماثلة في حالة كسبة السمك المصنعة يصوره جيدة لأن قيمة b لكسبة السمك منخفضة، ويمتاز بروتين السايلج بذات الطبيعة، حيث أن النتروجين الذي يتحلل في السايلج يكون معظمه ذائبا في الماء، ويدل ذلك على أن قياسات الذوبانية لمصادر بروتينية معينة يكون كافية تماما، ويكون التصحيح على أساس أن معدل المرور outflow rate غير ضروريا للمصادر البروتينية التي تكون ذوبانيتها مساوية أو مساوية تقريبا لتحللها، حيث يؤثر معدل المرور فقط على المصادر البروتينية التي تكون فيها قيمة b مرتفعة.

***طرق تقدير تحلل البروتين في الكرش***

***Methods of ruminal degradation of proteins***

**sources**

يعتبر تقدير تحلل البروتين في الكرش من العمليات الصعبة جدا، نظرا للحقائق التالية:

1- هناك تباين كبير بين المصادر البروتينية المختلفة في درجة التحلل.

2- يمكن أن تنعكس الاختلافات بين الحيوانات في ظروف الكـرش وزمن احتجاز الغذاء فيه على تلك الدرجة.

3- يحصل خطأ في التحليل عند محاولة الفصل أو التمييز بين النتروجين الميكروبي والبروتين المتناول غير المتحلل الداخل إلى الأمعاء الدقيقة.

4- لا يوجد تقنية أو تصميم تجريبي واحد كافيا تماما لتقدير تحلل البروتين في الكرش.

وبالرغم من أن اليوريا المدورة من الدم واللعاب فضلا عن كميات قليلة من نتروجين الخلايا الطلائية يمكن أن تساهم في توفير الاحتياجات لإنتاج البروتين الميكروبي، فأن البروتين الغذائي الخام يعتبر المصدر الأكثر أهمية، ولذلك تتضح أهمية تسليط الضوء على الطرق المعروفة لتقدير تحلل المصادر البروتينية في الكرش. ويمكن تقسيم تلك الطرق إلى ما يلي:

**أولا- الطرق الحقلية In Vivo methods**

**1- طريقة جمع المادة المهضومة بعد الكرش Collection of digesta post- Ruminally**

وتجري تلك الطرق عادة باستخدام الحيوانات التي تثبت فيها النواسير في الكرش والورقية و الأثني عشري، وتشمل أنواع النواسير المستخدمة:

**2- الناسور المعاد إدخاله Re-entrant cannula** – يثبت هذا النوع في الأثني عشري، حيث يمكن تقدير جريان المادة الغذائية المهضومة عن طريق الجمع collection of the ingesta، ويتم كبح الجريان والقياس وأخذ النماذج ثم تعاد إلى الأسفل في الجزء المغمور stream portion من الناسور. ويتم عزل البروتين الميكروبي في النماذج المسحوبة ويقدر البروتين الغذائي على أساس الفرق بين نتروجين الأثني عشري الكلي total duodenal nitrogen والنتروجين الميكروبي، ومن الصعب الحصول على قياس لإنتاج البروتين الداخلي endogenous protein production وهو في الغالب لا يؤخذ بنظر الاعتبار.

وقد ذكر Ørskov (1982) بأن طريقة جمع المادة المهضومة الجارية خلال الأثني عشري duodenal flow عن طريق ذلك النوع من النواسير يمكن أن يعطي تقديرات دقيقة لكمية النتروجين المارة إلى الأمعاء الدقيقة. وتتضمن الطريقة التقليدية جمع كميات قليلة(100 مل في الأغنام ولتر واحد في الماشية) في اسطوانة موضوعة في ثلج، وعند الحصول على تلك الكميات فأن 10% يحتفظ بها لأجراء التحليلات المطلوبة فيما تعاد نسبة 90% المتبقية إلى الناسور المثبت في النهاية السفلى للأثني عشري بعد غليها لتصل حرارتها مماثلة لحرارة الجسم. وقد أمكن إدخال المكننة لغرض تقليل الجهد المبذول ، حيث يمكن سحب النماذج بكميات ثابتة، ويمكن أن تستمر عملية الجمع الميكانيكي وسحب النماذج لعدة أيام، وفي بعض المختبرات تم استخدام الكواشف غير المهضومة indigestible markers مثل أوكسيد الكروم بإضافتها إلى الغذاء، ويتم الحصول على النماذج خلال يوم أو يومين أو أكثر و تصحيحها باسترداد الكاشف الموجود بنسبة 100%، ويتم بعد ذلك عزل البروتين الميكروبي وحساب البروتين الغذائي بالفرق بين نتروجين الأثني عشري الكلي والنتروجين الميكروبي ، وبالطبع يتم طرح النتروجين الوجود بصورة أمونيا، وبعض الأحيان يجري تقدير البروتين الداخلي، ويتم تقدير البروتين الميكروبي من خلال محتوى المادة المهضومة في الأثني عشري من حامض Diaminopimelic acid (DAPA) ، ويتم أيضا تقدير المحتوى من الأحماض النووية والأحماض الأمينية.

**2- الناسور من نوع T T- type cannula-** ويمثل أكثر الأنواع المستخدمة، حيث يتم تغذية كواشف غير قابلة للهضم indigestible marker لقياس معدل جريان المادة المهضومة ومن ثم تؤخذ نماذج موضعية من محتويات الأثني عشري. ويتضمن استخدام هذا النوع من النواسير المفردة أجراء تداخل جراحي أقل، ولذلك فهو أسهل للإدامة وأسهل لتحقيق تناول طبيعي للغذاء من قبل الحيوان.

ويتم سحب النماذج كل ساعة أو ساعتين خلال 24 ساعة أو 48 ساعة، ويتم تجميد النماذج المسحوبة فورا لحين وقت أجراء التحليلات، وتستخدم النماذج المسحوبة في كل يوم لتقدير تركيز الكاشف في المادة الغذائية المهضومة، ولا تختلف التحليلات التي تجرى عن التحليلات التي تجرى على المادة المهضومة في النماذج المسحوبة باستخدام الناسور من النوع الأول.

أن تقدير النتروجين غير المتحلل المار إلى المعدة الحقيقية بالفرق بين النتروجين غير الأمونيوني الكلي والنتروجين الميكروبي لا يعتبر من التقديرات الدقيقة حيث يؤدي هذا التقريب إلى تعظيم الخطأ لعدة أسباب منها أن نتروجين الغذاء الداخل إلى الكرش يكون أقل من النتروجين الميكروبي، وحيث أن النتروجين الغذائي يتم احتسابه بالفرق فأن الخطأ المرتبط بقياس النتـروجين سينتقل إلى نتروجين الغذاء، ولنفتـرض على سبيل المثال أن النتـروجين الداخل إلى الكرش يتكون من 70% الميكروبي و 20% نتروجين غذائي المتبقي سيعتبر نتروجين داخلي، فأن الخطأ المرتبط بقياس النتروجين الميكروبي سيمر إلى نتروجين الغذاء الذي يشكل 20% من النتروجين الكلي فقط، عندئذ يمكن أن يصل معامل الاختلاف إلى 50% أو أكثر. ألا أنه من الممكن تقدير درجة تحلل البروتين في الكرش بالاعتماد على تغذية مستويات مرتفعة من البروتين الغذائي أو مستويات مرتفعة من المصدر البروتيني المراد قياس درجة تحلله وقياس العلاوة (الزيادة) الإضافية incremental increase في البروتين الداخل إلى الأثني عشري، وعندما يتم تقدير درجة التحلل بأسلوب قياس العلاوة الإضافية فأن ذلك سيجعل من الممكن تجنب المشكلة المتعلقة بتقدير النتروجين الميكروبي. وعند إتباع هذا الأسلوب يؤخذ ما يلي بنظر الاعتبار:

- عدم الحاجة لقياس البروتين الميكروبي.

- يفترض عادة حصول زيادة في البروتيـن الميكروبي عنـد تغذيـة المستويات المنخفضة مـن

البروتين.

- يكون ذلك الأسلوب مفيدا فقط عندما يكون الغذاء محتويا على مستوى بروتيني مرتفع.

- يحتاج ذلك الأسلوب إلى عدد كبر من الحيوانات ذات النواسير.

أن جزء من المشكلة المتعلقة بالخطأ في تقديـر البروتين الغذائي المار باستخـدام نواسير الأثني عشري أو المعدة الحقيقية يرتبط بالجهد الكبير المطلوب في جمع النماذج وتحليلها اللاحق، كما يجب استمرار تغذية الحيوانات على الأغذية المراد تقدير درجة تحلل البروتين فيها لمدة لا تقل عن أسبوعين قبل أن سحب النماذج، . يمثل الشكل (3-6) أبقار ثبت فيها النواسير من النوعين. ومن أهم الطرق الحقلية لتقدير تحلل البروتين في الكرش:

**3- طريقة In situ nitrogen degradation**

وتسمى هذه الطريقة أيضا بتقنية أكياس النايلون Nylon bag technique وقد استخدمت أولا لدراسة تحلل الألياف، وقد استخدمت الأكياس الحريرية في العام 1938 من قبل Quin وجماعته وتطورت فيما بعد وخاصة عند اختراع الألياف الصناعية التي تقاوم التحلل الميكروبي تماما، وقد قام Schoemanوجماعته(1972) باستخدام أكياس البوليستر لدراسة تأثير الفورمالديهايد على تحلل المكلات البروتينية في الكرش.

وقد أقترح Mehrez و(1977) Ørskov استخدام الأكياس النايلون كطريقة روتينية لتقدير معدل تحلل البروتين في الأغذية الأساسية والمكملات البروتينية، وتتضمن تلك الطريقة وضع نماذج الغذاء في أكياس نايلون (بوليستر polyester ) ومن ثم إدخالها في الكرش، وتركها فيه لفترات حضن مختلفة بهدف تقدير معدل أو مدى الهضم وعند إتباع هذه الطريقة يجب الانتباه إلى أنها لا تصلح لكل المكملات البروتينية، وتشمل المواد العلفية والمكملات البروتينية التي لا يمكن تقدير درجة تحلل البروتين فيها ما يلي:

- المواد المطحونة طحنا شديد النعومة very finely ground material، إلا إذا تم ضبط حجـم فتحات pore size الأكياس المستخدمة بدقة.

- تكون هذه الطريقة غير مؤثرة مع الأغذية والمواد ذات الطبيعة الجلوتينية.

كما يجب التأكد بان حجم الفتحات أو الثقوب يمكن أن تسمح للميكروبات بالدخول والخروج من الأكياس، وتسمح أيضا للغازات الناتجة بالخروج منها حيث يؤدي تراكم الغازات إلى طفو الأكياس فوق الأجزاء الصلبة من المادة الغذائية المهضومة في الكرش مما يتسبب في مشاكل حقيقية عند سحب النماذج، وعادة ما تكون الأكياس المستخدمة صغيرة إلى الحد الذي يمنع خروج المواد غير المهضومة في النموذج المحضون أثناء وبعد الغسل.

**العوامل المؤثرة على طريقة تقدير تحلل النتروجين باستخدام الأكياس النايلون**

**1- نسبة حجم الكيس إلى حجم النموذج Ratio of bag size to sample size**

من المهم جدا تحديد حجم الكيس المستخدم اعتمادا على الكمية المطلوبة من المادة المتبقية بعد الحضن لأجراء التحليلات اللاحقة، ومن الضروري السماح للمادة المحضونة بحرية الحركة داخل الكيس وذلك لتفادي تطور الظروف الصغيرة micro-environments الى الاتجاه الذي يؤدي الى عدم كفاءة التكرارات ،وتصنع أكياس بقياسات 7.5 cm ×11.5 cm حجم ثقوب تتراوح من 35 الى 80 um (مايكروميتر= **6-10** متر) والتي تكون مناسبة للنماذج التقليدية بوزن 5 غم كحد أعلى. فيما أشار Ørskov (1982) إلى ضرورة استعمال الأكياس المصنعة من شبكة يبلغ حجم فتحاتها 20- 40 µm، حيث ستعطي حجم ثقوب تتراوح بين 400 و 1600 um2، كما بين بأنه من الممكن استخدام الأكياس التي يبلغ حجم ثقوبها 90×140 um للنماذج التي يتراوح وزنها بين 3-5 غم مادة جافة، ومن الممكن استخدام الأكياس الكبيرة لحضن النماذج الكبيرة أو القليلة الكثافة. كما يجب أن يتم اختيار حجم الأكياس بحيث يتناسب مع قطر نواسـير الكرش المسـتخدمة، التي يجب أن يتراوح قطرها بين 40- 50 um لتتناسب مع الأكياس المشار إلى حجوم ثقوبها أعلاه (90×140 um) وفي مثل هذه الحالة يمكن حضن 5-6 أكياس وسحبها في الفترات المقررة في حالة الأغنام.

**2- تحضير النماذج للحضن Preparation of samples for incubation**

يتم تحضير النماذج الخاصة بالحضن للتعويض عن تأثير المضغ باعتبار أن النماذج سيتم إدخالها إلى الكرش مباشرة، وقد قام أحد الباحثين بجمع المادة الغذائية بعد مضغها من قبل الحيوان، وذلك باستخدام ناسور مثبت في المريء esophageal cannula، وقد أشارت الدراسات إلى عدم الحاجة إلى محاكاة عملية المضغ في حالة المكملات البروتينية الجافة، فيما يجب طحن مواد أخرى وخاصة oilcakes خلال منخل سعة فتحاته 3 -2.5 µm ويمكن استخدام نفس المستوى من الطحن بالنسبة للأعلاف الجافة والحبوب، بالنسبة للأعلاف الخضراء والسايلج يفضل فرم النموذج.

وتحدد أهمية تلك العمليات المتبعة في تحضير النماذج لاستخدامها في تقدير درجة التحلل في الكرش بالحصول على وصف دقيق لما سيجري وبالتـالي ضمان الحصول على نتائج دقيقة، وقد أشار Church (1982) إلى ضرورة مراعاة الجوانب التالية عند تحضير النماذج:

- يجب أن يتم تحضير نماذج متماسكة وممثلة للمادة العلفية الأصلية التي سيقوم الحيوان باستهلاكها.

- طحن وفرم النماذج grinding and mincing .

- يجب أن تكون النماذج معرفة بصورة واضحة قبل الحضن clearly define .

**3- وضع الأكياس في الكرش Position of bags in the rumen**

أشارت الدراسات الى وجود تباينات كبيرة عند تطبيق طريقة الأكياس من قبل العديد من الباحثين، حيث استخدم البعض سلسلة وأثقال في أحدى النهايات وربط الأكياس بالسلسلة، فيما لم يستخدم آخرون تلك الأثقال. و قام بعض الباحثين بوضع الأكياس النايلون في كيس مغسول ومكوي ووضع الأخير في الكرش، وفي بعض التجارب تم ربط ذلك الكيس بالأثقال. وقد جرت العادة على وضع الأكياس أسفل الضفيرة الليفية fiber mat داخل الكرش ، وعلى أية حال فأنه وبموجب الأهداف المنشودة يمكن وضع الأكياس فوق أو داخل تلك الضفيرة. وقد أشار Ørskov (1982) إلى أن اغلب الباحثين يوصون بتعليق الأكياس داخل الكرش على بعد 25 سم من قمة الناسور بالنسبة للأغنام و50 سم بالنسبة للماشية.

**4- فترة حضن الأكياس في الكرش Incubation times of bags in the rumen**

لم تفرز الدراسات العديدة التي أجريت باستخدام الأكياس النايلون فترات قياسية محددة، ويتم تحديد تلك الفترات عادة اعتمادا على أهداف الدراسة وطبيعة ونمط تحلل المادة المحضونة، ولكن يجب اختيار الفترة التي يمكن أن يتضح من خلالها معدل الاختفاء disappearance rate ، ومن الضروري جدا تمثيل الجزء الأكثر حساسية في منحنى الاختفاء، وقد دلت التجارب على أن العديد من المكملات البروتينية أعطت وصفا جيدا للاختفاء من الكرش بعد حضنها لفترات 2 ، 4 ، 6 ، 8 ، 12 ، 18 ، 24 ، 36 وربما 48 ساعة، أما Hassan و Al-Sultan (1996) فقد قاما بحضن نماذج تبن الشعير في كرش الأكباش البالغة للفترات 0، 12، 24، 36 و 72 ساعة أما بالنسبة لكسبة فول الصويا غير المعاملة والمعاملة بالفورمالديهايد للفترات 0، 3، 6، 9، 12 و 24 ساعة. وقد دلت تلك التجارب على أن الأعلاف الخشنة ربما تحتاج الى تعريضها الى عمليات التخمر لفترات أطول. وقد أشار Ørskov (1982) إلى أن فترة الحضن المناسبة لسحب الأكياس المحضونة في الكرش للحصول على أفضل وصف لمعدل ألاختفاء تعتمد على شكل منحنى التحلل وتغيره مع الزمن، ولذلك فأنه قد يكـون من غير الممكـن اقتراح فترة معينة تكون مناسبة لجميع المواد، وقد تم الحصول على وصفا كافيا لتحلل العديد من المكملات البروتينية بحضنها لفترات بلغت 2، 6، 12و24 ساعة، فيما تظهر الحـاجة إلى فترات حضن أطول بالنسبة للدريس والأتبان والمواد الليفية الأخرى، وتكون أقصر بالنسبة للنباتات الجذرية حيث يمكن أن تختفي كليا خلال 3-6 ساعات.

1. **تكرارات القياسات Replication of measurement**

من الضروري معرفـة عدد التكرارات التي تعطي وصفـا دقيقا للتغايـر، فقد أشار Mehrez و

Ørskov (1977) إلى أن اكبر مصدر للتباين (6.2%) بين مكونات الغذاء في تجارب الأغنام قد سجل في المادة الجافة، كما بينا بأن كيس واحد لفترتين مع ثلاث أغنام قد أعطت نتائج مفيدة، وكان أقل تباين قد سجل في عدد الأكياس حيث بلغ 3.3 فقط. كما ذكر Church (1982) معلومات مماثلة حول تأثير التكرارات في عدد الأكياس أو الحيوانات المستخدمة أو في عدد الأيام التي يتم فيها خضن الأكياس النايلون لتقدير درجة تحلل أو اختفاء المكملات البروتينية المختلفة من الكرش، حيث أفاد بان العديد من الدراسات أشارت إلى أن معظم التباين في النتائج يرجع الى الاختلافات بين الحيوانات يليها التباين الراجع الى الاختلاف بين الفترات (الأيام) يليها التباين الراجع الى الاختلاف بين الأكياس المتعرضة للتخمر بنفس الفترة.

**6- استخدام الأغنام أو الماشية Use of sheep or cattle**

أشارت الدراسات إلى عدم وجود اختلافات كبيرة في نتائج استخدام طريقة الأكياس بين الأغنام والماشية عندما تغذى على نفس الأغذية، لذلك يمكن تعميم النتائج المتحققة باستخدام الأغنام على الماشية ، ألا أن حضن عدد أكبر من الأكياس في الفترة الواحدة في حالة الماشية يعطيها الأفضلية في تجارب تقدير تحلل المصادر البروتينية المختلفة باستخدام طريقة ألأكياس، غير أن استخدام الأغنام يكون مفضلا أكثر لأسباب مادية.

**تفسير نتائج تجارب أكياس النايلون:**

أشار Ørskov (1982)إلى ضرورة العناية بتفسير النتائج مع ضرورة أن تبقى الفرضية التالية عالقة في الأذهان، عند تقدير الاختفاء باستخدام أكياس النايلون فأننا نفترض أن الاختفاء يكون مرادف للتحلل، وبالرغم من أن ذلك يمثل حقيقة عامة فأن هناك عدد من الحالات تكون فيها تلك الفرضية عاجزة وغير صالحة، فالمواد التي تختفي بسرعة مثل المواد الذائبة في الماء والجسيمات الناعمة جدا يفترض أنها ستكون متحللة، ومع ذلك فأنه من الممكن الحصول على معلومات حول مدى تحللها، وذلك بحضن ألأكياس في حمام مائي مع التحريك لعدة دقائق ثم تجري مقارنة الفقد في الوزن مع الفقد في الوزن عند غسل النماذج خلال ورق الترشيح لمدة مماثلة. وتقوم البكتيريا والهدبيات خلال فترة الحضن بمهاجمة أكياس النايلون وتصبح بعض البكتيريا على تماس مع أجزاء الغذاء في الكيس، بعض تلك البكتيريا التي تتصل بالغذاء لا يتم إزالتها بالغسل خلال خطوة الغسل الاعتيادية التي تجري وبذلك فان تلك البكتيريا ستبقى مع النموذج حتى بعد أن يصبح ماء الغسل عديم اللون. وقد تم تقدير حامض DAPA الأميني في المواد المتبقية في الكيس، وهذا الحامض يوجد بشكل خاص في تركيب جدار الخلية لبعض أنواع البكتيريا التي تعيش في الكرش.

وقد وجد بأن المواد التي ستبدأ بالتحلل حال حضنها في الكرش لا تحتوي على أجزاء ذائبة في الماء ومع مرور الزمن فأنها ستتحلل بالكامل، وتمثل المعادلة التالية أفضل وصف لذلك:

P = 100(1-e **-ct**) .................(1) حيث تمثل p الكمية المتحللة خلال الزمن (t) ومعدل التحلل (c) لاختفاء النتروجين، وتشابه هذه المعادلة تلك التي استخدمت من قبل Broderick (1979)، وبالرغم من ذلك فأن عدد قليل من الأغذية تتحلل بموجب ذلك الوصف البسيط لأن عدد من البروتينات يتضمن تركيبها أجزاء عديدة تختفي بسرعة كبيرة وأجزاء أخرى لا تتحلل إلا بعد فترة طويلة ولا يصل معدل تحللها إلى 100% ، وقد قام Ørskov و McDonald (1979) بوصف ذلك بالمعادلة التالية p = a+ b(1- e **–ct**) ............(2) حيث تمثل p الكمية المتحللة بالزمن (t) لكن a و b وc تمثل ثوابت في المعادلة الأساسية.

أن استعمال هذا الوصف سيعطي بعض المعنى للثوابت حيث يمكن أن تمثل a الجزء الذائب المتحلل وتمثل b الكمية التي ستتحلل بمرور الزمن وتمثل c معدل الأجزاء الثابتة التي يمثلها b والتي ستتحلل في الساعة الواحدة، ولذلك فأن المعادلة التالية p=100-(a+b) ستعطي وصفا للتحلل الكلي في الكرش، وتكون تلك المعادلة مقيدة لذلك فأن a+b لا يمكن أن تزيد عن 100%.

**ثانيا- الطرق المختبرية In Vitro methods**

**:**

أن استخدام تقنية أكياس النايلون يعتمد على وجود الحيوانات ذات النواسير والتي يتم حضن الأكياس فيها، وقد يكون الاستخدام الواسع الانتشار لتلك الطريقة اضطراريا، غير أن طرق مختبريه بديلة يمكن أن تكون وسائل مفيدة في حال توفرها، ولكن سيكون من الصعب تكييف طريقة مختبريه مقنعة لمحاكاة نشاط بكتيريا الكرش بدون استخدام تلك الأحياء. أحدى الطرق الواعدة تعتمد على حضن المواد في ما يعرف بالكرش الاصطناعي الذي تتم السيطرة العالية على التخمرات التي تجـري فيـه ، وقـد قـام Czerkawski و Breckenridge(1975) بتطوير معدات لمحاكاة ما يجري في الكرش بحيث أمكن إدامة ظروف الكرش لعدة شهور، أن مثل تلك المخمرات يمكن أن تكون مفيدة جدا إذا أمكن إجرائها بصورة دقيقة في المختبر دون الحاجة إلى استخدام الحيوانات، ويمكن الحصول على مواد قياسية أولية لاستخدامها لأغراض محددة. ويجب التذكر بأن معدل التحلل يمكن أن يتأثر بالأغذية ولذلك فأن مصدر سائل الكرش المستعمل يجب تغييره بموجب نوع الأغذية التي تطبق عليها نتائج تجارب التحلل. ونظرا للتعقيدات المصاحبة لقياس البروتين الهارب(المار) من الكرش إلى الأثني عشري بالطرق الحقلية، فقد تم تطوير عدد من الأنظمة المختبرية للتنبؤ بدرجة تحلل البروتيـن في الكرش، وتعتمد تلك الطرق على واحدة أو أكثر من الأسس التالية:

- تقدير ذوبانية البروتين في المحاليل المختلفة.

- تقدير الفقد في البروتين أو تراكم الأمونيا أو الأحماض الأمينية.

- تقدير الفقد في البروتين خلال الحضن باستخدام العديد من الإنزيمات المحللة للبروتين.

- تقدير درجة التحلل باستخدام الأكياس البلاستيكية خلال وقت محدد أو أوقات مختلفة.

جدير بالذكر أن الجمع بين الطرق المختبرية كالذوبانية وطريقة تقدير معدل الاختفاء من الأكياس سيعطي أفضل القيم للعلاقة مع الطرق الحقلية. وبالرغم من تنوع طرق قياس درجة تحلل البروتين مختبريا ألا أن طرق القياس الحقلية و تقدير استجابة الحيوان يجب أن يعتمد كأساس للمقارنة مع الطرق المختبرية. وتشمل أهم الطرق المختبرية سوى طريقة الكـرش الاصطناعي والتي أتبـعت

فعلا لتقدير تحلل البروتين في المختبر :

**تحرر الأمونيا مختبريا In Vitro ammonia release**

**:**

قام Raab(1980) بوصف الطريقة التي وضعها والتي تعتمد على تقدير تركيز الأمونيا المتحررة من الأغذية مختبريا، مع ضرورة ربط التحلل بالزمن، بمعنى آخر أن التقديرات تكون ذات قيمة محدودة جدا لأنه لا يمكن تعديلها بصورة دقيقة بموجب معدل المرور، ويعد ذلك مهما من الناحية العملية لأن درجات التحلل أو التغيرات النسبية للمكملات البروتينية المختلفة تتغير بتغير معدلات المرور المختلفة. ويتم في هذه الطريقة حضن البروتين الغذائي في سائل الكرش ومن ثم قياس مستوى الأمونيا المتحررة. ومن المزايا التي تحسب لهذه الطريقة، سهولة أجرائها مع توفر مصادر سائل الكرش، ومن مساوئها: 1- أن النمو الميكروبي وتحرر الأمونيا نتيجة لذلك النشاط يحدثان بنفس الوقت مع تحلل البروتين وتحرر الأمونيا. 2- ظروف الحضن ، مادة الحضن substrate ، النواتج النهائية لعمليات التخمر ، الأس الهيدروجيني في وسط الحضن ، جميعها تتغير مع الوقت، ولذلك فأن إنتاج الأمونيا ومعدل تحررها سيتغير مع الوقت أيضا.

**خطوات الأجراء Procedure statement :**

- يتم وزن ثلاثة نماذج لكل مصدر بروتيني، وبما يعادل 20 ملغم من النتروجين **.**

- تحضن تلك النماذجفي 50 مل من سائل الكرش مع تثبيت درجة الحرارة على 50 م° .

- يضاف المحلول المنظم McDougall,s buffer بمعدل 4:1 إلى وسط الحضن.

- تترك النماذج في الحضن لفترت 4 ، 8 ، 12 ، 24 و 48 ساعة.

- في الوقت المحدد يتم وقف التخمرات عن طريق إضافة 2 مل من محلول 5% HgCl2 .

**-** يقاس تركيز نتروجين الأمونيا NH3-N بالطرق اللونية Calorimetricallyباستخدام طريقة Broderick وKang (1980) .

***هروب البروتين الغذائي من الكرش***

***Escape of dietary protein from the rumen***

**:**

أن تحلل البروتين في الكرش لا يكون مرغوبا به تماما لأنه سيحصل عادة بعض الفقد في الأمونيا، ويؤدي ذلك إلى خفض الكفاءة وزيادة لفظ النتروجين. من جهة أخرى فانه من المفيد هروب بعض البروتين من التحلل في الكرش وبخاصة في المجترات ذات الاحتياجات الكبيرة من البروتين، إذ تعادل كمية البروتين المارة إلى الأثني عشري مجموع البروتين الميكروبي المصنع في الكرش والبروتين الغذائي الهارب من التحلل في الكرش. وفي حالة الحيوانات عالية الإنتاج فأن البروتين الميكروبي لوحده لن يكون كافيا لسد احتياجات تلك الحيوانات من البروتين، وفي هذه الحـالة سيؤدي التجهيز بكميات أضافية من البروتينات عالية النوعية إلى الأمعاء الدقيقة إلى زيادة الإنتاج، وبالرغم من ذلك يجـب الإشارة إلى أن البروتين الغـذائي المضاف سـيكون معرضا للتحلل في الكرش وأن جزء منه فقط سيهرب إلى الأمعاء الدقيقة.

وقد أشارت الدراسات في هذا المجال إلى وجود تباين كبير في قيمة الهروب escape value بين الأغذية المختلفة وذلك اعتمادا على الغذاء نفسه وظروف التغذية، ولذلك فأنه من الضروري استخدام قيم محددة لكل نظام تغذية. ويشمل التصنيف العام لقيم هروب البروتين المعدلات العالية والمتوسطة والمنخفضة.

ويوضح جدول (3-1) تقديرات هروب البروتين من الكرش في الأغذية الشائعة الاستخدام في تغذية المجترات.

**جدول (3-1)- قيم هروب البروتين من الكرش في الأغذية الشائعة الاستخدام.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Feedstuffs | In vivo N escape % | Escape | |
| Mean | SD |
| Protein supplements |  |  |  |
| Blood meal | 54, 71, 82 | 69 | 14.0 |
| Corn gluten meal | 55, 46-61, 62, 57 | 55 | 6.3 |
| Cottonseed meal | 24-61, 27-33, 35-57 | 40 | 15.7 |
| Feather meal | 71 | 71 | ….. |
| Fish meal | 71, 69, 100, 78 | 68 | 13.0 |
| Linseed meal | 44 | 44 | ….. |
| Meat meal | 49, 70, 76, 77 | 65 | 14.0 |
| Rapeseed meal | 23 | 23 | ….. |
| Soybean meal | 10, 27, 29, 61, 35, 18, 17, 15, 18, 20, 24, 25, 26, 22, 21, 24, 46, 23, 43, 14 | 26 | 12.0 |
| Sunflower meal | 19-28 | 24 | 12.0 |
| Energy feeds |  |  |  |
| Corn, flaked | 50 | 50 |  |
| Corn, ground | 73, 58, 47 | 59 | 13.0 |
| Corn, high moisture | 54-72 | 63 | 12.7 |
| Corn, whole | 52 | 52 |  |
| Sorghum grain | 49, 20, 38, 64, 58, 52, 69, 65 | 52 | 16.3 |
| Roughages |  |  |  |
| Alfalfa hay | 30, 41, 21, 28, 20-24 | 27 | 7.7 |
| Corn silage | 27 | 27 |  |

***حماية البروتينات من التحلل Protection proteins from degradation***

**:**

تقوم الأحياء المجهرية بتحليل البروتين الغذائي الى ببتيدات، أحماض أمينيه و أمونيا، وذلك لغرض الاستفادة منها في عملية تصنيع البروتين الميكروبي، وقد أوضحت الدراسات بأن انتقال البروتين الغذائي أو جزء منه الى المعدة الحقيقية وهضمه إنزيميا ثم امتصاص الأحماض الأمينية الناتجة من الهضم في الأمعاء الدقيقة يمكن الاستفادة منها بكفاءة أكبر حيث أنها ستغطي احتياجات الحيوان المضيف من البروتين الحقيقي الضروري لبناء أنسجته وتصنيع منتجاته المختلفة، أو أن ذلك البروتين سيضاف الى كميات البروتين الميكروبي عند انتقاله الى المعدة والأمعاء الدقيقة في سد احتياجات الحيوان بالمقارنة مع تحلل البروتين السريع في الكرش وإعادة بنائه من قبل الأحياء المجهرية، فضلا عن الفقد المحتمل بصورة أمونيا عبر جدار الكرش.

أن الهدف من حماية البروتين تتحدد بتقليل تحلله في الكرش مع ضمان هضمه وامتصاصه في المعدة والأمعاء الدقيقة، أي أن لا تجعل تلك التدابير والوسائل البروتين المعامل غير قابل للتحلل والامتصاص في ما وراء الكرش من جهة، مع ضرورة عدم التأثير على إنتاج البروتين الميكروبي من جهة أخرى، فضلا عن التأثير على التركيب الكيميائي للبروتين المعامل، فقد لاحظ الشيخلي (1998) أن معاملة كسبة زهرة الشمس بالدم أو الفورمالديهايد أو الحرارة أو التحميص أدى الى زيادة معنوية في نسبة البروتين في الكسبة المعاملة من 27.22 في الكسبة غير المعاملة الى 34.97 و 30.40 و 29.39 و % 31.03 في الكسبة المعاملة بطرق الحماية الأربعة على التوالي. وتشمل تلك المعاملات ما يلي:

**أولا-** **المعاملات الفيزيائية Physical treatment:**

من أهم تلك المعاملات:

1. **الطحن Grinding**

أن طحن المواد البروتينية يؤدي الى تقليل حجوم الجسيمات الدقيقة وبذلك فإنها ستمر بسرعة خلال الكرش والتقليل من فترة بقائها فيه ومن ثم انخفاض درجة تحللها في الكرش من قبل الأحياء المجهرية وانتقالها الى المعدة والأمعاء الدقيقة لهضمها وامتصاصها، لكن مما يؤثر على تلك المعاملة:

- أن حجم الجسيمات الدقيقة الناتجة من الطحن سينخفض مما يؤدي الى زيادة ذوبانيتها وبالتالي تحللها في الكرش.

- مستوى التغذية يمكن أن يؤثر على ايجابيات تلك المعاملة، حيث لوحظ أن زيادة مستوى التغذية تؤدي الى زيادة سرعة مرور الجسيمات البروتينية الدقيقة التي تترك الكرش.

- نسبة العلف الخشن الى العلف المركز يمكن أن تؤثر أيضا على مقدار الاستفادة من تلك المعاملة، فقد لوحظ أن زيادة نسبة العلف الخشن تؤدي الى زيادة تدفق المكملات البروتينية من الكرش الى باقي أجزاء القناة الهضمية.

جدير بالذكر أن بعض المعاملات المستخدمة في حماية البروتينات من التحلل يمكن أن تؤدي الى التقليل من حجوم الجسيمات أيضا، فقد أشار الشيخلي(1998) الى زيادة في نسبة حجوم الجسيمات الدقيقة صاحبه انخفاض في حجوم الجسيمات الصغيرة لكسبة زهرة الشمس نتيجة لمعاملتها بالدم أو الفورمالديهايد أو الحرارة أو التحميص.

**2-** **المعاملة الحرارية Heat treatment**

تعد المعاملة بالحرارة أحد أهم الطرق المتبعة لحماية البروتين من التحلل في الكرش، وذلك لأنها من الطرق الأمينة وغير المكلفة ولذلك فقد فضلت على الطرق الكيميائية التي تتميز بصعوبة تطبيقها وأثارها السامة أحيانا، ولهذه الأسباب فقد منع استخدامها في بعض الدول كوسيلة لحماية البروتين من التحلل في الكرش.

تؤدي المعاملة بالحرارة الى حصول تفاعل مجاميع الألديهايد في السكريات المختزلة مع مجاميع الأمين الحرة في البروتينات وتكوين معقد سكر- أمين، ويسمى هذا التفاعل بتفاعل ميلارد Mylard reaction، وعند غياب السكر أو الكربوهيدرات فأن معاملة المكملات البروتينية بالحرارة تؤدي الى تكوين أواصر أميدية Amide bonds بين مجموعة الأمين للايسين ومجاميع الكاربونيل للبروتين، ولذلك فأن معاملة البروتين بدرجة حرارة عالية تؤدي الى أن يكون الناتج أكثر مقاومة للهضم الأنزيمي ، إذ أن المعاملة الشديدة تؤدي الى تكوين روابط تصالبية مما يؤدي الى تقليل هضم البروتين، أو أنها تؤدي الى تكوين مخلفات ببتيدية غير مفيـدة حيويا، حيث أنها يمكن امتصاصها لكنه غير قابـلة للتمثيل مع حصول فقد واضح في بعض الأحماض الأمينية كاللايسـين، السيستين والتايروسين.

أن أفضل معيار لتأثير الحرارة على البروتين هو نسبة النتروجين المرتبط غير الذائب بالمستخلص

ألحامضي (ADIN) Acid detergent insoluble nitrogen ، حيث وجد أن أفضل معاملة لتحميص كسبة فول الصويا تحدث عندما تتراوح نسبة ADIN 12-15%، مما يؤدي الى زيادة نسبة البروتين غير المتحلل في الكرش ونسبة البروتين الواصلة الى المعدة الحقيقية وكذلك نسبة الأحماض الأمينية الممتصة من الأمعاء الدقيقة، فيما وجد الشيخلي (1998) أن معاملة كسبة زهرة الشمس بالتحميص أدت الى زيادة في نسبة ADIN بلغت 20.74%. وفي تجربة أخرى وصلت تلك النسبة الى 34.04% لنفس السبب(Al-Badry،1988).

وقد لوحظ أن البروتين المعامل بالحرارة تنخفض درجة تحلله في الكرش جزئيا، وقد أعزي ذلك الى أن الحرارة ستؤدي الى حجز المواقع الحساسة للأنزيمات الميكروبية المحللة للبروتين وكذلك تؤدي الى خفض ذوبانية الأجزاء القابلة للذوبان عن طريق تفاعلها مع مركبات أخرى وبذلك ستنخفض نسبة الجزء البروتيني الأكثر ذوبانية ومن ثم التقليل من سرعة تحلل البروتين في الكرش.

وفي تجربة أخرى وجد بأن تحميص الذرة أدى ذلك الى تحسين ظروف الكرش من خلال تقليل الفقد في نواتج التخمر داخل الكرش، خفض فعالية إنزيم الأميليز و زيادة كمية النتروجين والطاقة الواصلة للأجزاء الخلفية من القناة الهضمية للحملان مما ساعدها في أظهار استجابة أفضل(Hassan و Al-Sultan، 1996).

ويتم أجراء المعاملة الحرارية بوضع المكمل البروتيني في أواني معدنية كبيرة الحجم داخل فرن كبير مجهز بمراوح، تثبت درجة الحرارة فيه على 110 م° وتستمر لمدة 150 دقيقة، ثم تسحب الأواني وتبرد ويعبأ البروتين المعامل في أكياس من النايلون لاستخدامه فيما بعد، فيما استخدم (Hassan و Al-Sultan، 1996) 130 م° لمدة 24 ساعة.

**ثانيا- المعاملة الكيميائية Chemical treatment**

تم استخدام العديد من المواد الكيميائية بهدف تقليل تحلل المكملات البروتينية من التحلل في الكرش شملت:

**1- المعاملة بالتانين Tannin Treatment with**

يعتبر التانين من المركبات الفينولية ذات الأصل النباتي والتي تعمل على تقليل تحلل البروتين في الكرش، عن طريق تكوين أواصر هيدروجينية مع البروتين تجعله أكثر مقاومة للتحلل الميكروبي، ويكون المعقد المتكون من تفاعل البروتين مع التانين قابلا للتحلل في الأس الهيدروجيني الحامضي (2-3) في المعدة الحقيقة، ويمكن أعادة ارتباط البروتين بالتانين في ظروف الأس الهيدروجيني المتعادل للأمعاء الدقيقة، كما يمكن أن يعزى تأثير التانين في خفض تحلل البروتين في الكرش الى تثبيطه المباشر لفعالية الأنزيمات المحللة للبروتين فيجعله أقل هضما.

**2- المعاملة بالموننسين** **Monensin Treatment with**

أشارت الدراسات الى أن معاملة البروتين بالموننسين يؤدي الى انخفاض في كمية الأمونيا المنتجة في الكرش، وذلك نتيجة لتثبيط عملية إزالة مجموعة الأمين أو نتيجة لتقليل الفعالية الأنزيمية المحللة للبروتين في الكرش.

**3- المعاملة بالزيت والأحماض الدهنية Treatment with oil and fatty acids**

أوضحت الدراسات بان إضافة الزيت الى كسبة فستق الحقل المغذاة الى الأغنام أدت الى انخفاض تركيز الأمونيا في الكرش، من ناحية أخرى فقد وجد أن إضافة 5، 10، 15 و20 غم من الأحماض الدهنية الطيارة الى 100 غم من خليط من كسبة فول الصويا و بروتين البرومين Promine أدت الى انخفاض كمية الأمونيا المتحررة في الكرش، لذلك فقد أقترح بان إضافة حامض البروبيونيك Propionic acid الى البروتين يثبط نمو البكتيريا مما يؤدي الى حماية البروتين من التحلل، ولكن لوحظ أن تركيز الأمونيا في الكرش قد ارتفع قليلا بعد 18 ساعة، لذلك

فأن تأثير المعاملة بالحامض الدهني الطيار سيكون مؤقت ولفترة محدودة، رغم ذلك فأن حماية البروتين من التحلل ستكون كافية لانتقال نسبة كبيرة منه الى المعدة.

1. **المعاملة بالكحول Treatment with alcohol**

بينت عدد من التجارب بأن معاملة البروتين بالكحـول تؤدي الى حصول تغيرات في البروتين المعامل تزيد منخاصية تجمعه أو تكتله وبالتالي التقليل من تشتته، وبذلك لا تتمكن الأحياء المجهرية من تحليله في الكرش، كما وجد أن معاملة كسبة فول الصويا بالأيثانول Ethanol بتركيز 70% عند درجة حرارة 80 م° أدت الى انخفاض في تركيز الأمونيا في الكرش وذلك بعد 3 ساعات من تناول العلف، كما أدت الى زيادة تدفق النتروجيني غير الأمونيوني NAN وتدفق الأحماض الأمينية الى المعدة الحقيقية، وقد شملت تلك الأحماض الأسبارتيك، السيرين، الكلوتاميك، الايزوليوسين، الفينيل ألانين، الهستدين،الأرجنين واللايسين، بالمقارنة مع الكسبة غير المعاملة.

1. **المعاملة بهيدروكسيد الصوديوم Treatment with NaOH**

معاملة المكملات البروتينية بالقاعدة تؤدي الى تكوين روابط تصالبية بين الأحماض الأمينية تعمل على حماية البروتين من الهجوم الميكروبي، كما تؤدي المعاملة بالقاعدة الى تحول الأحماض الأمينية من نوع (Lovo-L) الى أحماض امينية من نوع (Dextro-D) مثل اللايسين والميثيونين.

وتكون الأحماض الأمينية من نوع D غير مفيدة بيولوجيا للأحياء المجهرية وهذا يحصل عند المعاملة الشديدة، فقد وجد عند معاملة بروتين كسبة زهرة الشمس بهيدروكسيد الصوديوم بتراكيز عالية فأنه يحصل انخفاض في الأحماض الأمينية مثل السيستين، الأرجنين، الثريونين،السيرين، الايزوليوسين واللايسين، مما يقلل من قيمته الغذائية بالنسبة للحملان والأفراخ والفئران، فيما أدت معاملة كسبة فول الصويا بنسبة 2-3% على أساس المادة الجافة للكسبة الى خفض معدل تحلل البروتين في الكرش، وقد أعزي ذلك الى خفض نسبة الجزء الذائب من الكسبة والسرعة الثابتة لتحلله أيضا، كما لم يظهر للمعاملة أي تأثير عكسي على هضم وامتصاص بروتين الكسبة في المعدة والأمعاء الدقيقة.

6**- المعاملة بالألديهايد Treatment with aldehyde**

يعتبر الفورمالديهايد من المحاليل الألديهايدية الأكثر استعمالا في حماية البروتين من التحلل في الكرش، ويؤدي تفاعل الفورمالديهايد مع البروتين عند الأس الهيدروجيني 7-6.8 ودرجة حرارة 25 م°، الى تكوين سريع للمثيلول Methylol، ثم يحصل تكثف لهذا المركب مما يؤدي الى تكوين جسور أو تقاطعات مثيلينية Methylen cross linkages داخل وبين جزيئات البروتين.

R-XH + HCHO R-X-CH2OH

Terminal amino group Methylen cross linkage

وينعكس هذا التفاعل تحت الظروف الحامضية فيتحرر البروتين من الفورمالديهايد، لذلك يمكن السيطرة على التفاعل عن طريق التحكم بظروف التفاعل من أس هيدروجيني ودرجة حرارة. ويؤدي تفاعل البروتين مع الفورمالديهايد الى خفض ذوبانية البروتين وبالتالي تقليل تحلله في الكرش نتيجة لأحد أو كل ما يلي:

1- زيادة صلابة البروتين.

2- و/أو التقليل من تحسسه للماء.

3- زيادة مقاومته لفعل المحاليل الكيميائية والأنزيمات المحللة للبروتينات التي تفرزها الأحياء المجهرية، فتعمل المعاملة على خفض ذوبانية وتحلل البروتين في الكرش.

بالرغم من ذلك فأن المعـاملة بالفورمالديهايد يمكن أن تكون عكسية في الوسط ألحامضي للمعدة ، حيث قدر أن 70% من البروتين المرتبط بالفورمالديهايد قد تم تحرره في ظروف الأس الهيدروجيني للمعدة (2-3)، فيما لم يثبت وجود تأثيرات سلبية على هضم وامتصاص البروتين في المعدة والأمعاء الدقيقة، إلا أن المعاملة بالمستوى المرتفع من الفورمالديهايد تجعل البروتين المعامل لا يتأثر بالوسط ألحامضي للمعدة مما يؤثر سلبيا على هضم وامتصاص البروتين.

**ثالثا- طريقة التغليف Coating method**

**ثالثا- طريقة التغليف Coating method**

تعتمد طرق التغليف على استعمال مواد قليلة التحلل في الكرش لمعاملة مواد بروتينية أخرى سريعة التحلل فيه لتوفير غلاف يحميها ويقلل من تحللها، ومن أهم تلك الطرق:

**1- المعاملة بالمحلول المائي السمكي Treatment with fish hydrolate**

يتميز بروتين مسحوق السمك بمقاومته للتحلل في الكرش، ولذلك فأن معامـلة كسبة فول الصويا بالمحلول المائي السمكي يؤدي الى انخفاض تحلل البروتين، وقد أعزي ذلك الى انخفاض الجزء الذائب والسرعة الثابتة لتحلل الجزء المتحلل في الكرش، مما يؤدي الى انخفاض نسبة تحلل البروتين في الكرش وزيادة تدفقه الى المعدة الحقيقية، دون أن يكون لهذه المعاملة أي تأثير سلبي على هضم الكسبة من قبل المجترات وغير المجترات.

2- **المعاملة بالدم الكامل whole blood** **Treatment with**

يتميز بروتين الدم بانخفاض درجة تحلله في الكرش، وعند تغذية العجول على عليقة تحتوي على 20% دم كامل ومقارنته مع كسبة فول الصويا كمصادر للبروتين في العليقة، وقد وجد أن هضم البروتين الخام كان أكبر معنويا في العليقة التي استخدم فيها الدم، لذلك فقد أقترح استعمال الدم كغطاء فيزيائي لتوفير الحماية للبروتين النباتي من التحلل في الكرش، ولتحسين نوعية بروتين كسبة البذور الزيتية مثل كسبة بذور الكتان، فأنه يمكن استخدام الدم مع تلك المصادر البروتينية التي تتميز بنقص في محتواها من اللايسين وارتفاع محتواها من الايزوليوسين والأحماض الأمينية الكبريتية، وقد وجد أن معاملة كسبة فول الصويا بالدم بمعدل 2 لتر/كغم مادة جافة للكسبة، أدت الى انخفاض درجة تحلل البروتين الذي يعقب ذلك.

***النتروجين المدور إلى الكرش Nitrogen recycled to rumen***

**ثالثا- طريقة التغليف Coating method**

من المعروف ومنذ زمن بعيد أن اليوريا يمكن أن تدور الى القناة الهضمية ويتم استخدامها كمصدر للنتروجين من قبل أحياء الكرش، ويكون هذا التدوير مفيدا للمجترات إذا تمكنت من إدخاله في تركيب أو بناء البروتين الميكروبي، حيث يؤدي ذلك الى زيادة تدفق النتروجين الى الأثني عشري وبالتالي زيادة النتروجين الواصل الى الأمعاء الدقيقة مقارنة مع النتروجين المتناول ويلعب ذلك دورا هاما جدا عندما يكون البروتين الغذائي منخفضا، وقد وجد بأن النتروجين المدور يمكن أن يؤدي الى زيادة كمية النتروجين المار الى الأثني عشري عندما يقل محتوى الغذاء من البروتين عن 13-15%، ولكن في حالة الأغذية التي يزيـد فيها المحتوى البروتيني فأن الفقـد الصافي net loss في النتروجين في الكرش يكون أمرا شائعا، حيث يكون النتروجين المار الى الأثني عشري أقل من النتروجين الغذائي المتناول عندما يزيد المحتوى البروتيني عن 13-15% ويرجع ذلك الى زيادة امتصاص الأمونيا عبر جدار الكرش. ويمكن تقسيم مسالك اليوريا المدورة إلى الكرش عن طريقين هما اللعاب وجدار الكرش.

جدير بالذكر أن هذا الانتقال أو التدوير يكون مستمرا بحيث تدخل الى الكرش كميات تزيد أو تنقص من النتروجين المدور عن طريق اللعاب والدم لإعادة الاستخدام، الأمر الذي دفع الباحثين الى تطوير تقنيات لحساب تلك الكـميات بدقة عالية لأنها يمكن أن تؤثر على الحالة الغذائية ومدى استفادة الحيوان من المصـادر النتروجينية الغذائية فضلا عن ارتباطها بالتزامن بين معدل تحرر الأمونيا والطاقة الضروري لتأمين أقصى استفادة ممكنة من تلك المصادر.

**دور الكبد في تدوير النتروجين**

**Rule of liver in Nitrogen recycling**

**ثالثا- طريقة التغليف Coating method**

يرتبط تركيز الأمونيا في الكرش بمعدل تحلل البروتين الغذائي ومعدل امتصاصها الذي يعقب إنتاجها، ولما كان الكبد العضو الرئيسي لتخليق اليوريا ureagenesis فأن فعالية تكوين اليوريا سترتبط بمعدل تحلل بروتين الغذاء. وتعتمد المجترات المغذاة على البقوليات الطازجة أو المحصودة أو الحشائش غير الناضجة على الكبد لتخليص الدم البابي من السمية نتيجة لوجود الأمونيا الممتصة من القناة الهضمية، ونادرا ما تزداد قابلية الكبد في انجاز تلك الوظيفة و ترتبط تلك القابلية بزيادة التجهيز باليوريا عن طريق الغذاء أو أي مصدر نتروجيني يتميز بسرعة تحلل مشابهة، وقد قدر Huntington و Archibeque (1999) كميات نتروجين اليوريا التي ينتجها الكبد في العجول المغذاة على 0-480 غم/يوم من النتروجين الغذائي بالمدى 45-386 غم/يوم.

كما لوحظ وجود ارتباط وثيق بين النتروجين المتناول وإنتاج اليوريا في الكبد ضمن مدى معين لوزن الجسم و أما باستخدام الأغذية التي يشكل فيها العلف الخشن النسبة الأكبر أو تلك التي تعتمد على المركز:

R2 = 0.96 ; liver production = 0.86 ± 0.7 times N intake وقد أكد Reynolds (1992) على الدور الهام جدا للكبد في الحفاظ على حالة من التوازن في تركيز الأمونيا في جميع أنواع الحيوانات وبشكل خاص في المجترات، من خلال خلق حالة من الانحدار في تركيز الأمونيا تساعد في انتقالها من الدم الى الكبد.لكن الدور المهم الذي يلعبه الكبد في تحويل الأمونيا السامة الى اليوريا غير السامة يكلف الجسم خسائر في الطاقة، فقد أظهرت البيانات التي نشرها Lobley وآخرون (1996) بأن 2.5- 5% من الأوكسجين الكلي المستهلك (الطاقة المفقودة بصورة حرارة) يمكن أن ترجع الى تخليق اليوريا في الكبد، بسبب استهلاك 4 مول من ATP لكل مول من اليوريا المنتجة، لذلك فأن التغيرات في تخليق اليوريا في الكبد المرتبطة بالتغيرات في امتصاص الأمونيا الناتجة من تخمرات الكرش ستؤدي الى أحداث تغيرات يصعب تقديرها بدقة في الاستفادة من ME الغذائية.

**النتروجين المدور في التطبيقات العملية**

**Recycled Nitrogen in practical applications**

**ثالثا- طريقة التغليف Coating method**

يمكن توظيف المعلومات المتعلقة بتدوير النتروجين لأغراض التطبيقات العملية في تغذية المجترات من خلالالأسس التالية:

1- التزامن الضروري لمستوى تخمر النتروجين و الكربوهيدرات في الكرش.

2- يمكن اعتبار نتروجين اليوريا مقياسا مناسبا لحالة البروتين في الجسم.

3- تدفق النتروجين خلال الأنظمة البيئية N flow through ecological systems

وقد ترتب على تحقيق التزامن المثالي في التخمرات الميكروبية نتائج مثيرة في تحسين هضم الألياف، زيادة الحاصل من الكتلة الميكروبية (مع التأكيد على زيادة البروتين الميكروبي) وخفض امتصاص الأمونيا

وبصورة عامة يعتمد امتصاص الأمونيا من الكرش على تركيز النتروجين الأمونيوني NH3-N والأس الهيدروجيني، أما التركيز المنخفض للأمونيا في الكرش فأنه يعمل على ما يلي:

* زيادة تنظيم ناقلات اليوريا حيث يؤدي ذلك إلى زيادة نقل اليوريا من الدم إلى الخلايا الطلائية للكرش وبالعكس.
* زيادة فعالية اليورييز الميكروبي للميكروبات الملتصقة بجدار الكرش.
* زيادة تحول اليوريا إلى أمونيا عند جدار الكرش.

**أهمية النتروجين المدور Importance of recycled Nitrogen**

تتلخص أهمية النتروجين المدور الى القناة الهضمية بما يلي:

* تجهيز الأغذية ذات المحتوى البروتين المنخفض بالنتروجين الذي يمكن أن يساعد الحيوان على العيش والبقاء .
* الإكمال غير المتكرر بالبروتينinfrequent supplementation ، الذي يعمل على زيادة الاستفادة من N.
* تقليل النتروجين الملفوظ وبالتالي زيادة النتروجين المحتجز في الجسم.

**النتروجين الداخلي من الخلايا الطلائية المنسلخة في الكرش**

**Endogenous N from abraded epithelial cells in the rumen**

لم يتم وصف الإفراز الحقيقي في الكرش عن طريق الخلايا الطلائية، وبالرغم من ذلك فأن الخلايا الطلائية للكرش يمكن أن تنسلخ وتدخل إلى الكرش بكميات ثابتة، ويمكن أن يكون ذلك مصدرا للنتروجين، إلا أنه من الصعب القيام بأجراء تقديرات كمية للخلايا الطلائية المنسلخة في الكرش، ومؤخرا تم تقدير كميات النتروجين التي تغادر الكرش بصور أخرى غير الأمونيا باستخدام الثيران والأبقار.

**البروتين الميكروبي Microbial protein**

يشكـل البروتيـن الميكروبي 40- 100% من النتروجين الكلي الداخل إلى الأمعاء الدقيقة وذلك

اعتمادا على درجة تحلل البروتين الغذائي، ففي حالة الأغذية ذات المحتوى البروتيني المنخفض أو تلك التي تحتوي على بروتينات سريعة التحلل في الكرش فأن البروتين ذي الأصل الميكروبي سيشكل نسبة كبيرة من البروتين الداخل إلى الأمعاء الدقيقة. أن معظم البروتين الداخل إلى الأمعاء الدقيقة تصنعه البكتيريا bacterial protein، وبالرغم من ذلك فأن البروتين الذي تصنعه الهدبيات protozoal protein يمكن أن تصل نسبته إلى 50% من البروتين الميكروبي الكلي أحيانا، لكن نسبة البروتين الهدبي الذي يدخل إلى الأمعاء الدقيقة لا تتجاوز نسبته عن 10%.

أن إنتاج البروتين الميكروبي يمكن أن يتباين بين 20 و63 غم نتروجين لكل كغم مادة عضوية تهضم ظاهريا وذلك على أساس الفروقات في مكونات الطاقة المتوفرة لغرض الإدامة، فيما أشير في دراسة أخرى الى 10-50 غم N/كغم DOM. ويمكن أن تتأثر مكونات الطاقة لغرض الإدامة بمعدل المرور من الكرش، كما وجد بأنه من الممكن نظريا أن تؤدي الدراسة الجيدة وفهم الفعالية الميكروبية الى إنتاج البروتين الميكروبي بكميات توفر احتياجات الحيوان المضيف خلال جميع مراحل النمو وإنتاج الحليب أو نسبة كبيرة منها.

أن بعض المضادات الحيوية المنتخبة ومركبات أخرى يمكن أن تغير العشائر الميكروبية وتثبط تحلل البروتـين في الكرش وتزيد من كمية البروتين المار أو الهارب إلى الأمعاء الدقيقة، مثل تلك المركبات يجب تقديمها إلى الحيوان المجتر بصورة مستمرة لضمان حدوث تأثيرها المذكور.

وبصورة عامة فأن كفاءة أنتاج الحيوان يتحدد عادة بالتناول من الطاقة وكفاءة الاستفادة منها وليس مصدر البروتين لوحده، ففي العناصر الغذائية التي تهضم وتمتص في الأمعاء الدقيقة بدلا من تخمرها في الكرش تزداد كفاءة الاستفادة من الطاقة، وعندما يكـون البروتين ذي نوعية منخفضة أو أن كمية البروتين تكـون منخفضة فستبرز أهمية الكرش في الهضم والاستفادة، وسيتم استخدام أحياء الكرش نفسها كمصدر للبروتين في المجترات، كما يمكن أن يعمل مصدر البروتيـن على تغيير التنـاول من الغذاء ويؤثر ذلك بالتالي على الكفاءة.

وتنطبق تلك الحقيقة على أعلاف المناطق المعتدلة، فيما يمكن أن تكون كلا من البروتين والطاقة عوامل تحديد في أعلاف المناطق الحارة. ويمكن أن يستخدم البروتين الطبيعي المتناول بكميات كبيرة كمصدر للطاقة بواسطة أحياء الكرش، ألا أن ذلك سيؤدي إلى زيادة الكلفة من خلال زيادة الطاقة المطلوبة لتحلل البروتين وتحويل الزيادة في الأمونيا المتحررة الى يوريا في الكبد للتخلص من سميتها العالية، غير أن مصادر النتروجين غير البروتيني لا يمكن أن تستخدم كمصدر للطاقة، بل أنها يمكن أن تؤدي إلى خفض التناول من الغذاء وزيادة الطاقة اللازمة لتحليل تلك المصادر.

**الاحتياجات لتصنيع البروتين الميكروبي**

**Requirements for microbial protein synthesis**

تقوم أحياء الكرش بتصنيع البروتين الميكروبي في المجترات وتشمل احتياجات تلك الأحياء كل من مصدر النتروجين، مصدر الطاقة والعناصر المعدنية، وتعتبر الطاقة و الأمونيا المتيسرتين لتلك الأحياء من المحددات الرئيسية لتخليق البروتين الميكروبي، ومن الضروري تامين التزامن بين المصدر النتروجيني ومصدر الطاقة، وقد حدد Church (1985) مصدر النتروجين بالأمونيا التي تنتجها البكتيريا الهاضمة للنشا starch digesting bacteria وتلك المحللة للأحماض الأمينية و الببتيدات، وفي هذا السياق، أدلى Hristov و Broderick (1994) بأن نسبة البروتين الميكروبي المشتق من الأمونيا في التقديرات المختبرية باستخدام مختلف المصادر البروتينية قد تراوح بين 40-68%، فيما حدد مصدر الطاقة بالأحماض الدهنية الطيارة ذات السلاسل المتفرعة التي تنتجها البكتيريا المحللة للسليلوز cellulolytic bacteria فضلا عن الطاقة الناتجة من تخمر الكربوهيدرات الذائبة، أما العناصر المعدنية فقد حددها بالكبريت والفسفور، وأضاف بأن تصنيع البروتين الميكروبي قد يرتبط أيضا بتوفر الأمونيا والأحماض الأمينية(DIP) معا.

**أولا-احتياجات أحياء الكرش المجهرية من النتروجين**

**Requirement of N by the rumen microbes synthesis**

حددت تقارير ARC (1980 و 1984) وتقارير NRC (1985) ضرورة التعبير عن احتياجات المجترات من البروتين بصورة RDN و UDN، ويمكن أن تزداد احتياجات بعض المجترات وفي حالات معينة عن المعدلات التي أوصت بها ARCو NRC(Hassan و آخرون، 1991). و تستخدم أحياء الكرش كل من البروتين الغذائي والنتروجين غير البروتيني NPN والنتروجين المدور الى الكرش، وحيث أن معظم تلك المصادر تتحلل في الكرش لإنتاج الأمونيا، فأنها تعتبر المصدر النتروجيني الرئيسي الذي تستفيد منه أحياء الكرش في تصنيع البروتين الميكروبي، وقد قسم Wallace (1996) البكتيريا المنتجة للأمونيا الى مجموعتين: الكبيرة العدد ( أكثر من 1**×**10**9** في كل مل من سائل الكرش)، وتتميز تلك المجموعة بفعالية منخفضة ( تنتج 10-20 ملي مول من الأمونيا في الدقيقة الواحدة من ملغم واحد من البروتين) وتضم السلالات التالية: *B.fibersolvens* ***,*** *M.elsdenii , P.ruminocola , S.ryminatium , S.bovis* ، أما البكتيريا الموجودة بأعداد قليلة (1**×**10**7** في كل مل من سائل الكرش)، لكنها تتميز بفعالية عالية ( تنتج 300 ملي مول من الأمونيا في الدقيقة الواحدة من ملغم واحد من البروتين) وتضم السلالات التالية:*C.aminophilium C.stricklandii, P.anaerbius*. كما ذكر Jouany (1996) بأن هدبيات الكرش تساهم أيضا في إنتاج الأمونيا، مباشرة عن طريق تحليل البروتين الغذائي المهضوم، أو بطريقة غير مباشرة عن طريق تغيير البصمة البكتيرية bacterial profile التي يمكن أن تظهر منفردة بغياب الهدبيات.

وتعتمد تقدير الاحتياجات الغذائية لأحياء الكرش المجهرية على الإنتاج المتوقع من البروتين الميكروبي بالرغم من عدم كفايته لتوفير تلك الاحتياجات، ويعبر عن ذلك عادة بالمادة العضوية المتخمرة، وعند افتراض أن مدى التخمرات في الكرش ثابتة فمن الممكن ببساطة التعبير عن الاحتياجات من النتروجين الغذائي بعلاقة خطية مع تركيز المادة العضوية المتخمرة DOM أو مع تركيز الطاقة الممثلة ME. وعند انخفاض تيسر أو النتروجين المتحلل تزداد الاحتياجات الفعلية من النتروجين الغذائي، وعند افتراض أن أحياء الكرش تقوم بتحليل النتروجين الغذائي بكفاءة 100% فأن ذلك يتطلب توفر مستوى مماثل لتحرر الطاقة ATP ، أي معدلين متزامنين لتحرر النتروجين والطاقة، والذي قد لا يكون تحقيقه ممكنا تماما من الناحية العملية، ولذلك فأن التعبير عن الاحتياجات من خلال العلاقة بالمادة العضوية المتخمرة أو تركيز الطاقة الممثلة يحتاج إلى وضع عدد من الافتراضات:

1- تشكل المادة العضوية المتخمرة نسبة ثابتة من الكربوهيدرات والدهون والبروتينات، والتي يمكن القول بأن أي وحدة منها تعطي نفس الكمية من الطاقة ATP في الكرش.

2- كمية البروتين الميكروبي المنتجة ثابتة نسبة إلى المادة العضوية المتخمرة.

3- إذا استخدمت العلاقة بين DOM أو ME واحتياجات البروتين الميكروبي لتقدير الاحتياجات الكلية من N الغذائي فقد أفترض إدخال النتروجين المتحلل بنسبة 100%.

أن نسب الكربوهيدرات والدهون والبروتين في المادة العضوية لا تكون ثابتة دائما، لذلك فأن مساهمتها الجزئية في الطاقة الكلية ستكون مختلفة، خاصة أذا أحتوى الغذاء على نسبة دهن تزيد عن نسبة ما تحتويه أعلاف المجترات عادة، وتفترض العلاقة أيضا ثبات المدى الذي تجري فيه التخمرات في الكرش. وتعتبر تلك الافتراضات معقدة وليست بسيطة، فعلى سبيل المثال، أن الأغذية التي تتكون بصورة أساسية من الذرة المجروشة تتخمر في الكرش بمدى يقل كثيرا عن المدى الذي تتخمر فيه الأغذية التي تتكون من الشعير، وهكذا فأنها ستقلل البروتين الميكروبي المنتج لكل وحدة DOM ، وحيث أن النشا الذي يهرب من تخمرات الكرش سيهضم بمعدل كبير في الأمعاء الدقيقة عند وصوله إليها، وعليه فأن فرضية ثبات مدى تخمرات الكرش وخاصة للأجزاء الصغيرة هي فرضية غير مناسبة، بل أن المدى الذي ستتأثر به الاحتياجات لإنتاج البروتين الميكروبي سيكون من الممكن التنبؤ بها بأي درجة مؤكدة للتخمرات عندما يتم فهم وأدراك ديناميكية كل من معدل المرور ومعدل التحلل وتوزيع حجم الدقائق أو الجسيمات والمعدل الذي يتم فيه خفض الأجزاء الطويلة إلى حجم أصغر.

**الأحماض الأمينية والببتيدات Amino acids and peptides**

أشار Hungate (1966) الى أن سلالات البكتيريا غير الاختيارية المتخصصة بتحليل البروتيـن

قليلة في سائل الكرش، فضلا عن أن بعض السلالات المعزولة من الكرش يبدو أنها استـخدمت بكتيريا أخرى كعناصر أولية.

وتتحلل البروتينات الذائبة والأحماض الأمينية و الببتيدات الخ بسرعة الى الأمونيا، وقد أظهرت التجارب المتخصصة بأن البروتينات الذائبة في الكرش تصبح ملامسة لجدران الخلايا البكتيرية ليتم تحللها بسرعة بعد ذلك، أما البروتينات الأقل ذوبانا أو المركبات المتخصصة الحاوية على نسبة كبيرة من البروتين فإنها تصبح ملامسة للبكتيريا وتتحلل بمعدلات مختلفة ألا أنها غالبا ما تكون منخفضة، وقد لوحظ بأن الألبومين يتحلل بسرعة بطيئة فيما الدم المجفف يكون غير متحلل تقريبا، لذلك لوحظ بأن معاملة المركزات البروتينية بالدم الكامل قد أدى الى حمايتها من التحلل في الكرش.

أن الخصائص الكيميائية للبروتينات التي تكسبها خاصية مختلفة في معدلات التحلل هي غير مفهومة تماما، وقد لوحظ بأن عدد الجسور ثنائية الكبريت disulfide bridges والتركيب الثلاثي للبروتين tertiary structure تعتبر عوامل مؤثرة، وربما تتفوق فعالية الداخلية action of endopeptidases من حيث الأهمية فعالية الأنزيمات المحللة للبتيدات الخارجية action of exopeptidases .

**أمونيا الكرش والنتروجين المدور Ruminal ammonia and nitrogen recycling**

تنتج الأمونيا من العمليات التالية:

1. تحلل البروتين الغذائي الحقيقي.
2. تحلل المركبات النتروجينية غير البروتينية الغذائية.
3. تحلل اليوريا المدورة الى الكرش، والخلايا المنسلخة من بطانة الكرش.
4. تحلل البروتين الميكروبي خلال تحلل الأحياء المجهرية التي تنتجه.

وتترك الأمونيا تجمعاتها في الكرش عن طريق كل مما يأتي:

1. خروج البروتين الميكروبي من الكرش الى الأمعاء الدقيقة(أسلوب غير مباشر)
2. امتصاصها خلال جدار الكرش ( أسلوب مباشر)
3. بالشفط flushing من الكرش الى الورقية.

ويكون تحرر الأمونيا من مصادر NPN سريعا وواسعا، ويصل تركيزها الى القمة بسرعة ثم ينحدر بعد ذلك بسرعة أيضا، بينما يكون تحرر الأمونيا من المصادر النباتية أبطء من معدل تحررها من NPN، ويعتمد استمرار التركيز المرتفع للأمونيا في الكرش لفترة طويلة على معدل تحلل البروتين في الكرش.  
وقد لوحظ كاتجاه عام أنه مع بداية تحرر الأمونيا في الكرش يبدأ إنتاج الأحماض الدهنية الطيارة وانخفاض الأس الهيدروجيني، حيث يمكن أن يؤدي ذلك الى كبح الارتفاع السريع لتركيز الأمونيا. ويرتبط إنتاج الأمونيا بواسطة الأحياء المجهرية بخصائص التحلل التي يتميز بها البروتين الغذائي ويعمل مصدر البروتين الغذائي سريع التحلل على تحفيز فعالية النمو الميكروبي ولذلك فأن كميات أكبر من الأمونيا سيتم إنتاجها تبعا لذلك.

**البكتيريا المحللة للسليلوز Cellulolytic bacteria**

تعتبر هذه المجموعة من البكتيريا مهمة جدا لأنها توفر القدرة للحيوان المجتر على البقاء حتى عند تغذيته على الأعلاف الليفية رديئة النوعية، ومن الصحيح القول بأن تلك المجموعة المتخصصة من الأحياء تلعب دورا حاسما في نمو وتطور المجترات كمستفيدة كفوءة من الأغذية غير المناسبة لمعظم الحيوانات بسيطة المعدة. وقد يكون من المنطقي الاعتقاد بأن تلك المجموعة ستقوم بتأمين بقاء المجترات كحيوانات داجنة في المستقبل لاستخدامها كمصدر لغذاء الإنسان، حيث يمكن للمحاصيل الليفية المزروعة على نطاق واسع أن تستهلك بكفاءة عالية من قبل المجترات فقط، وأن المنتجات الثانوية للإنتاج الغذائي كالأتبان والسيقان stalks يمكن أن تدخل في السلسلة الغذائية البشرية وذلك بعد أن تتم استهلاكها من قبل المجترات.

وتتحسس البكتيريا المحللة للسليلوز بالأس الهيدروجيني للكرش، حيث يؤدي انخفاض الأس الهيدروجيني الى ما دون 6.2 الى تثبيط كبير في نموها، وتتراوح قيم PH للكرش في أنظمة الرعي بين 6.3 و 7.0 بسبب استهلاك المحاصيل الليفية الذي يؤدي الى تدوير كبير للعاب نتيجة للوقت الطويل الذي تستغرقه المجترات في الأكل والاجترار بالمقارنة مع كمية الأحماض الدهنية الطيارة المنتجة. ويحدث تثبيط تخمر السليلوز بصورة رئيسية عند إكمال الأعلاف بالمركزات الحاوية على النشا أو المستويات المرتفعة من السكر، ويقاس معدل هضم السليلوز بحضن الدريس في محتويات الكرش بعد غسله عدة مرات للتخلص من الكربوهيدرات الذائبة، وعند تغذية الأغنام على مستويات مختلفة من الدريس والشعير فقد لوحظ بأن إدخال الشعير في العليقة قد خفض الأس الهيدروجيني للكرش وخفض هضم السليلوز تبعا لذلك، وقد حصل انخفاض في الأس الهيدروجيني للكرش من 6.6 الى 5.4 عند استخدام مكعبات الشعير ومن 6.6 الى 5.8 عند استخدام الشعير الكامل، وكان لاستخدام الأحماض المعدنية تأثيرا مشابه في خفض الأس الهيدروجيني للكرش ، غير أن معدل تحلل السليلوز يتأثر أيضا بالمواد المتخمرة في الكرش علاوة على تأثير الأس الهيدروجيني، ولذلك فأن معدل هضم خويطات القطن والدريس في كروش الأغنام المغذاة على الشعير كغذاء وحيد لم يرتفع بزيادة الأس الهيدروجيني عن طريق حقن البيكاربونات المنظمة. وأن مدى تحول المواد النشوية الى مواد ذائبة مهم أيضا، حيث يمكن الحفاظ على معدل مرتفع لهضم السليلوز مع تغذية مستويات مرتفعة من الحبوب إذا استخدمت كحبوب كاملة وليست كحبوب مصنعة أو مصنعة بمستوى واطئ، وفي العجول يمكن أن يتم ذلك عند معاملة الحبوب بهيدروكسيد الصوديوم.

**البكتيريا الهاضمة للنشا Starch digesting bacteria**

تكون البكتيريا القادرة على تخمير النشا أقل تحسس للتغيرات في الأس الهيدروجيني مقارنـة مع

البكتيريا القادرة على تحليل السليلوز، حيث وجد بأن معدل هضم النشا في كروش الأغنام المغذاة على الشعير كمصدر وحيد للغذاء لم يتغير بزيادة الأس الهيدروجيني من 5.6 الى 7.0، كما أن مستويات الأحماض الدهنية الطيارة لم تتأثر بدرجة كبيرة هي الأخرى بالتغيرات في الأس الهيدروجيني بالرغم من حصول زيادة طفيفة في نسبة الأسيتات باقتراب الأس الهيدروجيني الى التعادل. وينخفض الأس الهيدروجيني عادة بزيادة نسبة الحبوب في الغذاء، وهناك سببين لذلك، الأول: أن الوقت الذي يقضيه الحيوان في التناول والاجترار يكون أقل عند استهلاك الحبوب مقارنة مع الأعلاف الليفية، وبسبب تأثر إفراز اللعاب الى مدى كبير بالتناول والاجترار فأن سائل الكرش يكون أقل درءا buffered، ثانيا: أن تخمر وهضم الحبوب النشوية والأنواع الأخرى من المركزات يكون أكبر عادة مما للأعلاف الخشنة، ونتيجة لذلك يكون إنتاج الأحماض الدهنية الطيارة لكل وحدة وزن للمركزات أكبر مقارنة بالأعلاف الخشنة، ومنطقيا تكون الحاجة الى اللعاب أكبر في حالة المركزات مقارنة مع الأعلاف الخشنة.

**ثانيا- الاحتياجات من الطاقة Requirement of energy**

تحتاج بكتيريا الكرش الى توفر الطاقة والهياكل الكربونية من تخمر الكربوهيدرات لإنتاج البروتين الميكروبي بالاستفادة من أمونيا الكرش، ومن البديهي توقع زيادة البروتين الميكروبي المنتج بارتفاع مستوى الطاقة في الغذاء. ومن الواضح أن الأغذية المختلفة تتباين في كمية ATP التي يمكن أن تنتج من التفاعلات غير الهوائية التي تحدث نتيجة لنشاط أحياء الكرش.

وقد وجد بأن جزء الكليسرول في جزيئة الكليسريدات الثلاثية فقط يكون متيسرا للتحلل لإنتاج الطاقة، وفي حالة البروتين فأن 1% من الطاقة الكلية تكون متيسرة للتزويد بالطاقة، ولذلك فأن الكربوهيدرات ستشكل المصدر الأكثر أهمية للطاقة ليس لأسباب تتعلق بكمياتها المتوفرة ولكن بسبب مساهمة حوالي 6.4% من تلك الكميات في تكوين جزيئات ATP (ولإنتاج الحرارة أيضا)، وهكذا فأن من الواضح وجود اختلافات أساسية بين الدهون والبروتينات و الكربوهيدرات فيما يتعلق بكفاءة تجهيز الأحياء المجهرية بالطاقة (مثل مركبات ATP ).

وتلعب الأحماض الدهنية الطيارة وخاصة ذات السلاسل المتفرعـة دورا هـام جدا في تصنيـع

البروتين الميكروبي، وتشتق تلك الأحماض بشكل أساسي من تحلل البروتين الغذائي وبمدى أقل من تحلل الأحياء المجهرية، وقد أشار Hume(1970) بأن الحاصل من النتروجين الميكروبي يكون منخفضا عند استخدام اليوريا كمصدر وحيد للنتروجين الغذائي، ألا أنه يزداد بصورة معنوية عند أكمال الأغذية الحاوية على اليوريا بالأحماض الدهنية ذات السلاسل المتفرعة والكازين. وحيث أن إنتاج تلك الأحماض من الأغذية النقية يكون منخفضا في الغالب، لذلك فقد أقترح بأن محتوى معظم الأغذية الطبيعية من الأحماض الدهنية ذات السلاسل المتفرعة لا يبدو محددا لتخليق البروتين الميكروبي.

**الطاقة من تخمر الكربوهيدرات Energy from carbohydrate fermentation**

تشتق الطاقة الضرورية لبناء البروتين الميكروبي من تخمر الكربوهيدرات وتحرر الأحماض الدهنية الطيارة في الكرش، إذ تعمل كلا العمليتين على إنتاج الخلايا الميكروبية عن طريق دمج النتروجين غير البروتيني. ويتم توجيه الفعالية الميكروبية لتوليد ATP لإدامة ونمو الأحياء المجهرية، ولآن تلك الفعالية غير هوائية، فأن بعض النواتج النهائية لعمليات التخمر سيكون متيسرا للتمثيل ألتأكسدي في الحيوان المضيف، وتتولد الكمية الأكبر من ATP من تخمر الكربوهيدرات لإنتاج الأحماض الدهنية الطيارة، وقد تم حساب كمية ATP الناتجة من تخمر المواد الكربوهيدراتية من قبل عدد من الباحثين لتصل الى 4-5 مول/مول من الكربوهيدرات المتخمرة، ومع ذلك فأن بعض الغموض أو الشكوك حول حاصل ATP من بعض التفاعلات البايوكيميائية مازال قائما، حيث أن حاصل ATP والاحتياجات لتفاعلات النقل أو النقل ضد انحدار التركيز قد اعتبرت من العمليات غير المفهومة بشكل كافي. وأن الاختلافات في الحاصل الميكروبي لكل وحدة من ATP قد ترجع لعدم كفاية المعلومات المتوفرة عن حاصل ATP، وهكذا فأن التقليد المتبع بالتعبير عن الحاصل الميكروبي على أساس الحاصل من الأحياء المجهرية بالغرامات لكل مول من ATP، قد يضيف تباين أخر راجع الى عدم الدقة في حساب كمية ATP المنتجة، وقد يكون للتعبير عن الحاصل الميكروبي على أساس كمية المواد الكربوهيدراتية المتخمرة أفضلية على الأسلوب السابق، ومن المهم عدم إضافة الدهن الى الغذاء لضمان السهولة في تحديد المادة العضوية المتخمرة في الكرش، حيث تتمكن العديد من البكتيريا التي تخمر النشا من تخمير السكريات البسيطة فضلا عن نشاط البكتيريا المحللة للسليلوز.

**العلاقة بين المادة العضوية المتخمرة ودرجة تحللها وتأثيرها على الاحتياجات الميكروبية من النتروجين**

أشار Ørskov(1977) الى أن احتياجات الأحياء المجهرية من النتروجين تزداد نظريا بزيادة كمية الطاقة الممثلة المجهزة من تخمر المادة العضوية وتتناسب تلك الزيادة على نحو تصاعدي بانخفاض معدل تحلل المصدر النتروجيني في الكرش، فعندما يكون ذلك المعدل تاما كما هو الحال مع مصادر NPN فأن الاحتياجات من النتروجين(% في المادة الجافة للغذاء) لأحياء الكرش تزداد من 0.9 الى %1.9بزيادة نسبة المادة العضوية المتخمرة من 45 الى 100% (من 6.5 الى حوالي 14 MJ/Kgمن ME)، وعندما يكون معدل التحلل 70% تزداد الاحتياجات من 1.3 الى 2.8 % فيما تزداد من 1.8 الى 4.0 % عندما يكون معدل التحلل 50% فقط بزيادة نسبة المادة العضوية المتخمرة (ME) بنفس القيم المذكورة.

أن تحقيق المعدل المثالي لتخليق البروتين الميكروبي يعتمد على مدى توفر مصدري النتروجين والطاقة في الكرش، وتعد الأمونيا المصدر الرئيسي للنتروجين حيث تمثل 40- 100% من النتروجين الكلي الداخل في تلك العملية الحيوية، غير أن كمية الأمونيا المستهلكة تعتمد على عدد البكتيريا وسرعة نموها، كما أن للبكتيريا القدرة على الاستفادة من الأحماض الأمينية والببتيدات وبنسبة 30-50% من النتروجين الكلي المصنع، وفي إحدى الدراسات وجد أن أقصى نمو ميكروبي يحدث عند توفر 25% من نتروجين خليط AA أما المتبقي فأنه يجهز من نتروجين اليوريا، وقد يرجع التحسن بالنمو الميكروبي الى التزامن المثالي بين تحرر الأمونيا والطاقة وليس عن طريق إدخال الأحماض الأمينية.

**الاحتياجات من العناصر المعدنية Mineral requirements**

يعتبر كل من الكبريت والفسفور أهم العنـاصر المعدنية التي تحتاجها الأحياء المجهرية لتأمين نموها في الكرشوفعاليتها في تخليق البروتين الميكروبي، حيث يدخل الأول في تركيب بعض الأحماض الأمينية كالميثيونين والتربتوفان فيما يدخل الثاني في تركيب DNA و RNA فضلا عن دوره في البناء الحلزوني للأحماض النووية helix building ودوره الأساسي في نقل الطاقة داخل الخلية ATP و ADP .

1. **الاحتياجات من الكبريت Sulphur requirement**

تحتاج الأحياء المجهرية للكبريت لتأمين نموها المثالي، وفي الحقيقة يمكن أن تحتوي الكتلة الميكروبية على أكثر من 8 غم من الكبريت في كغم واحد من المادة الجافة، ومن المتوقع أن ترتبط احتياجات تلك الأحياء من الكبريت باحتياجاتها من النتروجين لأن الأحماض الأمينية الحاوية على الكبريت تشكل نسبة ثابتة في تركيب البروتين الميكروبي من الأحماض الأمينية. وبناءا على ذلك فقد وضعت تقديرات لنسبة النتروجين الى الكبريت للبروتين الميكروبي منذ أمد بعيد، وبالرغم من حقيقة أن تركيب البروتين الميكروبي من الأحماض الأمينية قد أتفق ليكون ثابتا نسبيا، فقد لوحظ وجود تباين كبير في نسبة S:N ، حيث تراوحت تلك النسبة من 1: 8.6 الى 1:30.8( Harrison و McAllan، 1980)، فيما أشار تقرير ARC (1984) الى ذلك التباين كقيمة متوسطة بلغت 1:14. وعند الاعتماد على تلك النسبة في تقدير الاحتياجات، فيجب ربط ذلك بالاحتياجات من النتروجين المتحلل في الكرش RDN ، وعند زيادة نسبة RDN في العليقة فمن الضروري تعديل نسبة S:N. وقد أشار Church (1985) الى أن توفير الكبريت ضروري لتخليق الأحماض الأمينية الحاوية على الكبريت، وتتضح أهمية إضافة الكبريت عند تغذية NPN وأن أفضل نسبة مطلوب توفيرها في الغذاء من النتروجين الى الكبريت هي:101.

وغالبا ما يشتق الكبريت التي يمكن أن تستفيد منه الأحياء المجهرية من تحلل البروتين الغذائي، ولذلك فأن النقص في الكبريت عادة ما يحصل إذا كان هناك أيضا نقصا في النتروجين، كما يلعب مصدر النتروجين دورا حاسما في هذا الاتجاه لأن الكبريت المعدني لا يستخدم بنفس كفاءة استخدام كبريتات الصوديوم، ويمكن ملاحظة الاستجابة لإضافة الكبريت في العليقة وبوضوح في المجترات المنتجة للصوف حيث تستخدم كمية كبيرة من الأحماض الأمينية الحاوية على الكبريت لتعزيز نمو الصوف مع الأخذ بنظر الاعتبار ضياع كمية أخرى في التدوير.

**2- الاحتياجات من الفسفور Phosphorus requirement**

لم تتوفر أدلة كافية عن أمكانية تحديد النمو الميكروبي عن طريق تجهيز الفسفور في الظروف الاعتيادية، ويشكل الفسفور 2-6% من تركيب المادة الجافة للكتلة الميكروبية (Hungate، 1966)، وتصل نسبة النتروجين الى الفسفور P:N الى 1:8، ويدل ذلك على أن الاحتياجات للفسفور أكبر بكثير من الاحتياجات للكبريت، وقد قدر Durand و Kawashima(1980) الاحتياجات الغذائية من الفسفور بمقدار 4 غم / كغم مادة عضوية مهضومة وعلى افتراض أن نسبة المادة العضوية المتخمرة في الكرش حوالي 65%، وتصل كمية الفسفور الداخلي الذي يدور عادة الى الكرش حسب تقديرات الباحثين الى 4-8 غم/ يوم، فأن زيادة من الفسفور ستتوفر الى أحياء الكرش نتيجة للفسفور المدور، وبالرغم من ذلك فأن تدفق اللعاب الذي يمكن أن يتأثر الى مدى كبير بالزمن إلي يقضيه الحيوان بالأكل والاجترار، يكون سببا كافيا للتباين في الفسفور المدور.

من جهة أخرى فقد لاحظ Nel وMair (1974) عدم حصول تغير في هضم السليلوز عند إضافة الفسفور النقي الى الغذاء ذي المحتوى المنخفض من الفسفور، ولأن تيسر الفسفور يمكن أن يتأثر بالكالسيوم في الغذاء أو محتوى سائل الكرش من المغنيسيوم، فأن الكمية المرتفعة للاحتياجات من الفسفور يمكـن أن يشير الى حصول بعض المشاكل في التنـاول من الغـذاء وخاصة في حالـة

الأعلاف الاستوائية tropical feeds ، التي تتسبب عن النقص في الفسفور.

**3- الاحتياجات من العناصر الأخرى والعناصر النادرة**

**Requirement of other minerals and trace minerals**

كما هو الحال مع جميع الأحياء، فأن أحياء الكرش المجهرية تحتاج الى العناصر المعدنية وحتىتلك النادرة لتامين الوظائف الطبيعية للخلايا والتمثيل الغذائي، وعند غياب أحد تلك العناصر أو أكثر أو وجوده بكميات غير كافيةسيتأثر معدل النمو الميكروبي والحاصل من البروتين المصنع.

في معظم العلائق التي يعتمد تركيبها على الأعلاف الخضراء والجذور والحبوب غير المصنعة، فأن معظم العناصر المعدنية ستكون موجودة في أنسجة النبات لأنها تحتاج لتلك العناصر و بضمنها العناصر النادرة كعوامل نمو، وتحدث المشكلة عند استخدام المنتجات الثانوية من الصناعات الغذائية الخاصة بالاستهلاك البشري في تغذية المجترات، لأن العمليات التصنيعية المستخدمة يمكن أن تزيل العناصر المعدنية بصورة اختيارية أو أنها يمكن أن تؤدي تراكم عناصر أخرى بكميات قد تكون سامة.

**عواقب نقص الاحتياجات الميكروبية على الاستفادة من الغذاء:**

لتوضيح العواقب الغذائية للنقص فمن الضروري الإشارة مبدئيا الى أن احتياجات أحياء الكرش المجهرية من النتروجين تزداد بزيادة الهضم أو بزيادة تركيز ME، وتزداد أيضا إذا أنخفض تيسر النتروجين بانخفاض معدل تحلله. وإذا حدث نقص في النتروجين، فسيترتب على ذلك أثنين من العواقب الخطيرة يرتبط كليهما بانخفاض المعدل الأساسي potential rate للتحلل في الكرش. الأولى: حصول انخفاض في التناول من الغذاء. الثانية: حصول انخفاض في الهضم، ولأن الحاصل الميكروبي يرتبط نظريا على الأقل بمعدل التصنيع فمن الممكن توقع انخفاض في تصنيع البروتين الميكروبي، وهكذا سيحدث نقص في تجهيز البروتين للحيوان. وترتبط العواقب الخطيرة للنقص في النتروجين المتوفر لأحياء الكرش بالطاقة أكثر من معدل الاستفادة من البروتين، وفي حالة التغذية الحرة للحيوان فأن كلا من التناول والهضم سيتأثران بنقص التجهيز بالنتروجين.

1. **تأثير النقص في النتروجين الميكروبي على**

**تناول وهضم الأغذية الحاوية على الأعلاف الطويلة:**

تتميز العديد من الأعلاف رديئة النوعية بنقص حاد في النتروجين، مما يؤدي الى انخفاض تخمرها الأساسي وبالتالي هضم تلك الأعلاف، ولذلك فانه غالبا ما تكمل تلك الأعلاف بمصادر NPN، لكن إضافة تلك المصادر لا يؤدي الى زيادة الهضم الأساسي إلا أنها يمكن أن تساعد في ذلك، وأن التغيرات الطفيفة بالهضم يمكن أن تؤدي الى حصول زيادات مثيرة في التناول، فقد لاحظ Campling وآخرون(1962) بأن حقن اليوريا في كروش الأبقار المغذاة على التبن أدى الى زيادة الهضم من 39.3 الى 47.3%، ولكن وبسبب المعدل المرتفع للتحلل فإنها أدت الى زيادة التناول بنسبة 40% ، كما أشار Hassan وآخرون (1991) الى أن الزيادة في التناول الحر من العلف الخشن كان المظهر الرئيسي لاستجابة الحملان لإضافة UDNالى الغذاء. وإذا أمكن زيادة مدى التخمرات الأساسية للأعلاف رديئة النوعية ذات المحتوى البروتين المنخفض بمعاملتها بهيدروكسيد الصوديوم على سبيل المثال، فأن النقص في النتروجين المتوفر لسد احتياجات أحياء الكرش سيزداد.

**2- تأثير النقص في النتروجين الميكروبي على الهضم وموقعه في الأغذية التي تتكون بشكل أساسي من الحبوب:**

إن النقص في النتروجين المتحلل المتوفر لأحياء الكرش المجهرية يمكن أن يؤثر على موقع الهضم ومعدل هضم الأغذية ذات الأجزاء صغيرة الحجم. وقد أجرى Ørskov وآخرون (1972) تجربة قدم فيها الشعير بكميات محددة الى الحملان بدون اليوريا أو بإضافتها بمعدل 7 أو 14 أو 21 غم/كغم من الشعير. حيث لوحظ ارتباط المعدل الواطئ لتحلل النشا مع الحجم الصغير لأجزاء الغذاء، مما أدى الى هروب كمية كبيرة من النشا من التحلل في الكرش، كما كانت هناك زيادة طفيفة لكن ثابتة في الهضم والزيادة الوزنية للحملان عندما تم توفير احتياجات أحياء الكرش بالرغم من عدم تغير كمية النتروجين الميكروبي المنتج (حسبت تلك الكمية من قياس DAPA) لكل وحدة من المادة العضوية المتخمرة في الكرش.

أن تأثير النقص في النتروجين يمكن أن يكون أكثر وضوحا عند تغذية الحيوانات على الحبوب بصورة حرة، وقد قام Mehrez و Ørskov(1977) بحساب التناول الحر من الغذاء بواسطة تقدير تركيز النتروجين الذي يجب أن تحتويه الأغذية التي تتكون بشكل أساسي من الحبوب. وفي تجربة أخرى أجريت من قبلهما (1978) لدراسة تأثير الإكمال باليوريا على تناول وهضم محصول الذرة whole maize،

**3- تأثير النقص في النتروجين الراجع الى الاختلافات في تحلل النتروجين:**

من المعروف أن التغيرات في تحلل النتروجين يمكن أن تعمل على تغيير تركيز النتروجين الواجب توفره في الغذاء، وقد جاءت نتائج تجربة Mehrez و Ørskov(1978) لتعزز ذلك، حيث تم استخدام نوعين من الشعير، المنخفض في المحتوى النتروجيني الذي بلغ معدل تحلل البروتين في الكرش المحسوب فيه 82%، والمرتفع في المحتوى النتروجيني الذي بلغ معدل تحلل البروتين في الكرش فيه 69%. وقد وجد أن المحتوى النتروجيني الواجب توفره في الغذاء لتأمين أعلى قيم للتناول والهضم كان 2.7% للنوع الأول و2.9% للنوع الثاني.

**كفاءة تصنيع البروتين الميكروبي Efficiency of microbial protein synthesis**

تتباين معايير الكفاءة في تصنيع الروتين الميكروبي تبعا لمصدر الغذاء المقدم الى الحيوان، ويلعب التركيبالكيميائي دورا مهما وحاسما في هذا الخصوص، فالمحتوى البروتيني والمحتوى من الكربوهيدرات سريعة التخمر لهما تأثيرا كبيرا ومباشرا على تركيب البروتين الميكروبي والحاصل منه، وقد وجد بأن أقصى حاصل ميكروبي يحدث عندما تتحرر الطاقة بسرعة تجاري سرعة نمو أحياء الكرش المجهرية، لذلك فأن كمية الكربوهيدرات وطبيعتها تحدد كمية البروتين الميكروبي المصنع بافتراض توفر كمية كافية من النتروجين المتحلل في الغذاء وهو ما أكدت عليه تقاريرARC و NRCعن طريق تحديد نسبة العلف الخشن الى المركز في الغذاء، حيث وجد أن النمو الميكروبي المرتفع قد ارتبط مع نسبة 40: 60 من العلف الخشن الى المركز، وقد جاءت نتائج العديد من التجارب لتؤكد صحة ذلك ( Hassan،1986و Saeed و Latif،2008) حيث تحتاج الأحياء المجهرية لهذين العنصرين لبناء بروتيناتها، ويتأثر ذلك بتيسرهما الى تلك الأحياء من خلال المدى الذي يتحلل فيه البروتين الغذائي ونسبة المركبات النتروجينية غير البروتينية الموجودة في الغذاء وبالتالي نسبة كل من RDN و UDN في الكرش ويتحدد ذلك بمصدر البروتين الذي يتحكم بمدى استفادة أحياء الكرش من ذلك المصدر، كما أن معدل تخمر المادة الكربوهيدراتية وسرعة تحرر الأحماض الدهنية الطيارة وبشكل أساسي الأحماض ذات السلاسل المتفرعة، ويتحدد كل ذلك أيضا بمصدر الكربوهيدرات في الغذاء. كما تتأثر كفاءة تصنيع البروتين الميكروبي بنوع الحيوان والعوامل المرتبطة به، من ناحية أخرى فأن مرور السوائل المهضومة من الكرش يمكن أن يؤثر أيضا على تلك الكفاءة، وتتحدد سرعة المرور بمعدل التناول من الغذاء، حيث تزداد السرعة بزيادة كمية الغذاء المتناولة، وتكون سرعة مرور الأغذية المعتمدة على الأعلاف الجافة جيدة النوعية أكبر من سرعة مرور الأغذية المعتمدة على الأعلاف الجافة رديئة النوعية، كما تكون أكبر من سرعة مرور الأغذية الحاوية على نسبة كبيرة من العلف المركز، أن تركيب الغذاء من الأعلاف المختلفة ingredients الذي يحدد قيمته الغذائية قد دفعت الباحثين الى دراسة الارتباط بين تلك القيمة معبرا عنها بمجموع العناصر المهضومة الكلية TDN والحاصل من البروتين الميكروبي الذي يتوقع تصنيعه في الكرش، وتم التوصل الى العلاقة القياسية بينهما وكما يلي:

Bacterial CP (g/d) = 0.13 × TDN consumed (g/d)

**العوامل المؤثرة على تصنيع البروتين الميكروبي**

**Factors affecting microbial protein synthesis**

يعتمد تصنيع البروتين الميكروبي على نمو ونشاط أحياء الكرش الذي يعتمد بدوره على التجهيز المناسب بالنتروجين بالاعتماد وبشكل أساسي على البروتين الغذائي المتحلل في الكرش، ولضمان استفادة تلك الأحياء من النتروجين يجب تجهيزها بمصدر للطاقة الجاهزة عن طريق تخمر المادة العضوية، لذلك فأن العلاقة بين مصدر النتروجين والطاقة تكون متلازمة، وأن الخلل أو عدم التلازم يؤدي الى انخفاض معدل إنتاج البروتين الميكروبي في الكرش، وهو ما يوصف بالتزامن synchronization بين معدل تحرر كلا المصدرين.

ويتأثر تصنيع البروتين الميكروبي بعدد من العوامل أهمها:

**1- مستوى ومصدر النتروجين في الغذاء Level and source of dietary N**

يعتمد إنتاج البروتين الميكروبي على كمية النتروجين الموجود في الغذاء ودرجة تحلله في الكرش، فإذا كان UDN أكبر من RDN فأن ذلك يتطلب إضافة كمية من NPN كاليوريا التي قد لا يزيد معدل الاستفادة منها عن 80%.

كما أن زيادة الفعالية الميكروبية في الكرش مرتبطة بزيادة مستوى النتروجين في الغذاء التي ترتبط بدورها بزيادة كمية العلف المتناولة من قبل الحيوان المجتر بشرط توفر كميات مناسبة من الطاقة المتيسرة، ولغرض تحسين عمليات التخمر الضرورية لإنتاج مستويات الأحماض الدهنية الطيارة في الكرش فأنه من المهم أن يتناسب ذلك مع مستويات الأمونيا المتحررة في الكرش، لكن زيادة تلك المستويات نتيجة للتحلل السريع للمصادر النتروجينية سيؤدي الى ظهور حالات التسمم بالأمونيا خاصة عن تغذية الحيوان على كميات كبيرة من اليوريا.

من ناحية أخرى فقد قورنت مجموعة من المصادر البروتينية وقد لوحظ تفوق الكسب النباتية على اليوريا عند تغذيتها للأغنام، وقد أعزي ذلك الى محدودية ما يتم تجهيزه من أحماض أمينيه الى بكتيريا الكرش مما يؤثر على تخليق البروتين الميكروبي فضلا عن احتمال فقد النتروجين من الكرش نتيجة للتحرر السريع للأمونيا من تحلل اليوريا، أما بالنسبة لكسبة مسحوق السمك فقد اعزي تفوقها على المصادر الأخرى الى سببين:

**الأول:** تجهيز الحيوان المضيف بالأحماض الأمينية مباشرة بسبب بطء تحللها في الكرش، **والسبب الثاني:** تجهيز الأحياء المجهرية بمصدر بطيء التحلل للنتروجين مما يقلل معدل تحرر الأمونيا ومعدل فقدها و يتناسب مع معدل تحرر الطاقة. وقد أشارت الدراسات الى ضرورة التجهيز المتوازن من الأحماض الأمينية بالإضافة الى مصدر للنتروجين غير البروتيني، فقد لوحظ تضاعف الكتلة الميكروبية عند استبدال 25% من نتروجين اليوريا في عليقه نقية purified diet بخليط من الأحماض الأمينية، كما لوحظ انخفاض الزمن اللازم لمضاعفة أعداد البكتيريا من 6.7 الى 3.4 ساعة، وتؤكد تلك النتيجة المشاهدات التي أشارت الى ضعف إنتاج البروتين الميكروبي عند تغذية اليوريا كمصدر وحيد للنتروجين الغذائي، إلا أنه يتحسن عند تكملة الغذاء بالكازين والأحماض الدهنية ذات السلاسل المتفرعة.

جدير بالذكر أن بعض سلالات البكتيريا في الكرش لا تنمو إلا بوجود بعض الأحماض الأمينية الأساسية، ويتحفز نمو البعض الأخر بوجود الببتيدات أو الأحماض الأمينية، وقد وجد أن حامضي الفينيل الانين والميثيونين هي الأحماض الأمينية المحددة لنمو بكتيريا الكرش، فيما وجد في دراسات أخرى أن الميثيونين هو المحدد للنمو، وبالرغم من ذلك فقد وجد بأن سلالات كثيرة من البكتيريا تفضل الأمونيا على الأحماض الأمينية الحرة. وعند استعمال نظير النتروجين المشع N15 وجد أن 50-80 % من النتروجين البكتيري في كرش الأغنام قد أشتق من الأمونيا. وفي دراسة أخرى لوحظ حصول تحسن في كفاءة إنتاج البروتين الميكروبي في كرش الأغنام المغذاة على اليوريا عند إضافة كمية قليلة من جلوتين الذرة أو الكازين أو كسبة السمك الأبيض.

بصورة عامة تعد الأمونيا المصدر الرئيسي للنتروجين لأحياء الكرش، حيث وجد أن 80% من 44 سلالة بكتيريا تعيش في الكرش تمكنت من النمو مع الأمونيا كمصدر وحيد للنتروجين، منها 26% لم تتمكن من النمو بدون توفر الأمونيا و 55% نمت بالاستفادة من الأمونيا أو الأحماض الأمينية.

**2- مستوى ومصدر الطاقة Level and source of energy**

يتأثر نشاط الأحياء المجهرية وإنتاجها من البروتين الميكروبي بمستوى الطاقة، فعند تناول الحيوانات أغذية ذات مستوى منخفض من المادة العضوية المهضومة، فأن الإنتاج من البروتين الميكروبي سيكون محدودا، وبالتالي فأنه لا يمكن توفير احتياجات الأنسجة تحت هذه الظروف ومن الضروري إضافة مصدرا للنتروجين غير المتحلل في الكرش، ويرجع انخفاض تصنيع البروتين الميكروبي الى عدم توفر البيئة المناسبة لاستغلال النتروجين في الكرش من قبل الأحياء المجهرية، وبالرغم من الحاجة الى وجود مصدرا للطاقة في الغذاء فأن بعض المصادر البروتينية ككسبة فول الصويا تعمل على توفير مصادر الأحماض الدهنية ذات السلاسل المتفرعة مما يؤدي الى الوصول الى أقصى مستوى لإنتاج البروتين الميكروبي كما هو الحال مع توفر مصدر كربوهيدراتي في الغذاء.

يتضح مما تبين أن أنتاج البروتين الميكروبي في الكرش يعتمد وبدرجة كبيرة على كمية المادة العضوية المتخمرة، حيث أن أي اختلاف في كمية الطاقة الممثلة سيؤثر على هذا الإنتاج ومن ثم قد يؤثر على استجابة الحيوان للنتروجين الغذائي، وعند ارتفاع معدل التناول من المادة العضوية المهضومة فأن كمية البروتين الميكروبي المنتج ستكون كافية لتوفير جزء كبير من احتياجات الحيوان وبالتالي قد لا تحصل استجابة في هذه الحالة لإضافة مصدر للنتروجين غير المتحلل لأن البروتين الميكروبي سينتج بكميات كبيرة قد تكون كافية لتوفير احتياجات أنسجة الحيوان المضيف. وقد بينت أحدى الدراسات بأن إنتاج البروتين الميكروبي في الكرش يزداد بمقدار 22.1 غم/100 غم زيادة في المادة العضوية المتخمرة (Tamminga وآخرون ، 1979).

من جهة أخرى فأن اختلاف المصـدر الكربوهيدراتي قد يؤثر على الحاصل من البروتين الميكروبي، وذلك تبعا لمدى التخمر في الكرش ومعدل المرور من الكرش، فقد قارن Hart و Ørskov (1979) الحاصل الميكروبي نتيجة لاستخدام الأغذية الحاوية على السكر، النشا و السليلوز والتي أكملت باليوريا، وقد لاحظا بأن أكبر كمية من الحاصل الميكروبي قد أنتجت عند تغذية التبن المعامل بالقاعدة (السليلوز) على الرغم من أن معدل مرور السوائل كان أكبر بعدة مرات مقارنة مع الأغذية الأخرى.

كما لوحظ وجود اختلافات بين مصادر النشا وقد أعزي ذلك بشكل عام الى الاختلافات في المدى الذي تجري فيه تخمرات الكرش، حيث يتخمر نشا الذرة أبطأ من تخمر نشا الشعير، ونتيجة لذلك فأن الجسيمات الصغيرة لنشا الذرة ستهرب من تخمرات الكرش، وقد تعززت تلك النتائج بالمشاهدات التي أكدت على أن تركيز حامض DAPA في نتروجين المعدة الحقيقية قد ارتبط بكميات النشا المهضومة في الكرش.

ويرتبط إنتاج البروتين الميكروبي بسرعة التخمرات، فالأغذية الحاوية على مصادر كربوهيدراتية بطيئة التخمر(سليلوز و هميسليلوز) يتوقع أن تحدد من الإنتاج في الكرش مقارنة مع المصادر النشوية والسكرية التي تتميز بمعدلات تخمر سريعة، ومع ذلك فقد أشارت أحدى الدراسات الى أن كفاءة تصنيع البروتين الميكروبي تزداد وبشكل واضح عند احتواء الغذاء على خليط من المواد الكربوهيدراتية (نشا و سليلوز) مقارنة مع الغذاء الذي يتضمن المصدرين سريع وبطيء التخمر كل على انفراد.

**3- تزامن تحرر الطاقة والنتروجين**

**Synchronization of the release of energy and nitrogen**

في بعض الأغذية وخاصة السايلج، يختفي النتروجين غير البروتيني المتحلل بسرعة فيما يختفي النتروجين المتبقي بسرعة بطيئة جدا أو لا يختفي تماما. ومن جهة أخرى، فأنه باستثناء المكونات الذائبة كالأحماض الدهنية الطيارة يكون تحرر مكونات السليلوز في السايلج أو تيسر البروتين الميكروبي للنمو الميكروبي يكون بطيء جدا. ألا أنه يحدث العكس في الدريس حيث يتحرر النتروجين بعد تحرر المادة العضوية بفترة قصير جدا. ولذلك فأنه من الممكن أن يعد التزامن الضعيف بين لنتروجين والطاقة سببا لانخفاض الحاصل الميكروبي عند تغذية السايلج. أما بالنسبة للحشائش الطازجة فيكون المحتوى النتروجيني في الحشائش أكبر عادة من احتياجات الأحياء المجهرية ولذلك قد لا يحدث النقص، في حالة التغذية الحرة فأنه من غير المحتمل أن يشكل ذلك مشكلة كبيرة لأن النتروجين المتحرر من الغذاء المستهلك في الزمن t**2** يمكن أن يعزز تحرر الطاقة من الغذاء المستهلك في الزمن t**1**.

**4- مستوى التغذية Level of feeding**

يعتبر مستوى التغذية من العوامل المهمة المؤثرة على تصنيع البروتين الميكروبي، ويؤدي ارتفاع مستوى التغذية الى زيادة معدل المرور من الكرش وانخفاض الهضم تبعا لذلك، وبالرغم من ارتباط كمية الغذاء المتناول مع زيادة كمية الكربوهيدرات المتناولة فان هناك احتمال لانخفاض سرعة تخمرها نتيجة لسرعة مرور الغذاء، ويترتب على ذلك نظريا انخفاض في الحاصل الميكروبي، ألا أنه لم يلاحظ حصول ذلك بسبب نشوء حالة تعويضية من خلال حصول زيادة في سرعة التخمرات وزيادة ما أسماه Harrison وآخرون (1975) بالإنتاج الفعال للبروتين الميكروبي. وقد يتبادر للذهن في هذا الخصوص، أن زيادة مستوى التغذية ستعمل على توفير منتجات أيضية أكثر لأحياء الكرش إلا أن تأثير ذلك لا يعزز بالضرورة الإنتاج الميكروبي بسبب قصر زمن بقاء تلك المواد في الكرش، وبالتالي انخفاض نسبة المادة العضوية المتخمرة في الكرش، وقد أيد بعض الباحثين ذلك من خلال انخفاض كفاءة تصنيع البروتين الميكروبي، فيما وجد آخرون عكس ذلك.

ويمكن القول بأن تأثير مستوى التغذية يكون غير مباشر وذلك عن طريق التغيير الذي تحدثه في ظروف الكرش كتركيز الأمونيا والأس الهيدروجيني للكرش، بحيث قد تصبح تلك الظروف أقل تفضيلا لأحياء الكرش بالتالي تحوير الفعالية الميكروبية سلبيا على معدل تصنيع البروتين الميكروبي.

**5- تكرار التغذية Frequency of feeding**

زيادة عدد مرات التغذية تعمل على توفير الطاقة والنتروجين لأحياء الكرش و بصورة تدريجية وبما يتناسب ربمامع الفعالية الميكروبية، فقد وجد بأن زيادة عدد مرات تقديم الغذاء أدت الى زيادة الحاصل الميكروبي الواصل الى الأمعاء الدقيقة بنسبة 20-30%، فيما وجد بأن تكرار تقديم العلف الخشن مع مصدر نتروجيني (الكازين) أدى الى وصول كمية أكبر من النتروجين غير الأمونيوني الى الأثني عشري مقارنة مع تقديم العلف الخشن لوحده (26.3 مقابل 21.4 غم/يوم). كما أشار AL-Attar وآخرون (1976) الى أن تقديم الغذاء بوجبات كل ساعتين أدى الى زيادة إنتاج البروتين الميكروبي في الكرش مقارنة مع تقديمه لمرة واحدة في اليوم، علما أن زيادة عدد مرات التغذية لا يعني أبدا زيادة كمية المتناول من الغذاء بل تقسيم المعدل المتوقع للتناول على أكثر من وجبة واحدة، وقد ينتج عن تكرار التغذية حصول تلك الزيادة، وبذلك يمكن أن يكون ذلك أحد التدابير التي يمكن اللجوء إليها لتحقيق الزيادة في التناول اليومي من الغذاء.

أن تكرار التغذية قد يجعل ظروف الكرش اقرب الى الحالة المثالية نتيجة لتحقق استقرار وثبات في عمليات التخمر، وقد لوحظ أن تقديم العلف المركز بوجبات متكررة يشجع على زيادة نشاط أحياء الكرش وخاصة قدرتها على تحليل المواد السليلوزية، كما توفرت أدلة على تحسن كفاءة تصنيع البروتين الميكروبي بزيادة عدد مرات التغذية من مرة واحدة الى 2، 4، 8 و 16 مرة، وقد رافق ذلك زيادة في سرعة مرور السوائل والأجزاء الصلبة من الكرش. كما وجد بأن تكرار تقديم الأغذية الحاوية على NPN قد أدى الى إدامة تركيز مناسب للأمونيا عزز إنتاج البروتين الميكروبي من خلال الحفاظ على بيئة مثالية فيما يتعلق بتركيز الأمونيا ولحين موعد التكرار الأول للتغذية وهكذا، فضلا عن تقليل الفقد في الأمونيا من خلال منع الزيادة المفرطة في تركيز الأمونيا في الكرش وتأقلم الأحياء المجهرية على الاستغلال التدريجي للأمونيا الناتجة من التحلل الكامل للمصدر النتروجيني مقارنة مع تقديم الغذاء بوجبة واحدة، وقد انعكس ذلك ايجابيا على كفاءة الاستفادة من الأمونيا في تصنيع البروتين الميكروبي.

**6- طريقة حفظ الأعلاف Preservation method of forages**

تقتصر الاختلافات الواضحة في الحاصل الميكروبي بين الأغذية المختلفة بين السايلج والأغذية ألأخرى، ويمكن تفسير ذلك على أساس أن الكربوهيدرات التي تكون جاهزة للتخمر في السايلج ويعبر عنها عادة بكمية الأحماض الدهنية وحامض اللاكتيك الموجودة في السايلج، هذه الكربوهيدرات لا تفيد كمصدر للطاقة لتخمرات الكرش اللاهوائية. وإذا بدا ذلك سببا للحاصل الميكروبي الضعيف وعلاقته بكمية المادة العضوية المتخمرة، فأن طرق حفظ السايلج (التذبيل wilting أو استخدام الإضافات) التي يمكن أن تؤثر على المدى الذي تجري فيه تخمرات السايلج، ستكون سببا متوقعا للتأثير على الحاصل من البروتين الميكروبي.

**7- نسبة العلف الخشن الى العلف المركز Roughage to concentrate ratio**

أشار تقرير ARC (1984) الى وجود ارتباط سالب بين محتوى الأغذية من الأعلاف الخشنة ومعدل إنتاج البروتين الميكروبي في الكرش، فقد لوحظ بأن الاعتماد على الأعلاف الخشنة يؤدي الى عدم كفاية البروتين الميكروبي المنتج في الكرش لسد احتياجات الحيوان، وتظهر نتيجة لذلك أهمية إضافة مصدر UDN شريطة أن يكون هذا المصدر قابلا للهضم في الأمعاء الدقيقة للحيوان. كما وجد بأن الحاصل الميكروبي يكون أكبر عند زيادة نسبة الأعلاف المركزة نتيجة للتحسن في طبيعة التخمرات الراجعة الى التغير المرغوب في مكونات الغذاء وتوازن العناصر في الكرش، وقد أعزى Hagemeister (1981) انخفاض إنتاج البروتين الميكروبي عند تغذية الأعلاف الخشنة الى انخفاض الطاقة المجهزة لأحياء الكرش بسبب زيادة مستوى الألياف الخام بطيئة التحلل و سيترتب على ذلك زيادة احتياجات الإدامة لتلك الأحياء، لكن زيادة نسبة العلف المركز في الغذاء ستؤدي الى انخفاض الأس الهيدروجيني بسبب الإنتاج السريع لحامض اللاكتيك يصاحبه انخفاض نسبة حامض الأسيتيك الى البروبيونيك وسيترتب على ذلك انخفاض احتياجات الإدامة لأحياء الكرش نتيجة لزيادة معدل نمو تلك الأحياء، ومع ذلك فأن الزيادة الكبيرة في نسبة العلف المركز يمكن أن تؤدي الى تقليل سرعة النمو الميكروبي بسبب تراكم حامض اللاكتيك في الكرش وانخفاض الأس الهيدروجيني وتطور بيئة غير ملائمة لنمو العديد من السلالات البكتيرية.

لقد خلص تقرير ARC الملحق (1984) الى القول بأن تغذية خليط من العلف الخشن والمركز له الأفضلية في إنتاج البروتين الميكروبي مقارنة مع تغذية علائق تتضمن نسبة كبيرة من العلف الخشن أو المركز.

من ناحية أخرى يتأثر إنتاج البروتين الميكروبي بنوع العلف الخشن، حيث يقل ذلك الإنتاج عند تغذية السايلج مقارنة مع تغذية نفس الغذاء الأساسي المحفوظ بطريقة أخرى، وقد يرجع ذلك الى تخمرات السايلج التي قد تؤدي الى تقليل تيسر السكريات الذائبة كمصدر للطاقة الصافية لأحياء الكرش( Van Soest وآخرون، 1980)، وقد يرجع ذلك الى زيادة سرعة نمو ونشاط أحياء الكرش المجهرية في حالة تناول الأعلاف الخشنة الطازجة نتيجة لزيادة إنتاج الأحماض الدهنية الطيارة التي غالبا ما يعبر عنها بالمول من VFA لكل غم مادة عضوية مهضومة ظاهريا، حيث بلغ إنتاج تلك الأحماض 0.97 و 1.21 للعلف الجاف والطازج على التوالي.

**8- توفر الكبريت والعناصر الأخرى Availability of S and other minerals**

ترتبط أهمية الكبريت بالنمو المثالي للأحياء المجهرية في الكرش لأنه يشكل 8 غم لكل كغم من المادة الجافة للكتلة الميكروبية كما أنه يدخل في تركيب الأحماض الأمينية الحاوية على الكبريت التي بدورها تشكل نسبة ثابتة تقريبا في تركيب تلك الكتلة، فقد أشارت أحدى الدراسات الى أن إضافة الكبريت الى الأغذية الحاوية على نسبة كافية من النتروجين يؤدي الى زيادة إنتاج البروتين الميكروبي في الكرش، وتحسن الزيادة الوزنية اليومية للأغنام والنتروجين المحتجز وإنتاج الصوف فيها.

أما بالنسبة للفسفور فقد وجد بأن الحاجة لهذا العنصر تكون محدودة على الرغم من أمكانية تحدد النمو الميكروبي بتجهيز الفسفور، لأنه يدخل في تركيب الأحماض النووية ومركبات نقل الطاقة، وقد أعزي ذلك الى الفسفور الداخلي الذي يعاد تدويره مما يجعله متوفرا لأحياء الكرش. وبصورة عامة فقد أكدت نشرة ARC (1980) على أهمية توفير احتياجات الأحياء المجهرية من الكبريت والفسفور لتأمين إنتاج بروتين ميكروبي كافي يشترك في سد احتياجات الحيوان المجتر من النتروجين.

***طرق تقدير البروتين الميكروبي***

***Methods of measurement of microbial protein***

أجريت العديد من الحسابات المتعلقة بالحاصل من البروتين الميكروبي اقتبست جميعها من الأبحاث المنشورة و ARC (1980)، وقد تضمنت القائمة 40 محاولة، وتعتمد طرق تقدير البروتين الميكروبي في مجملها على قياس مرور البروتين الى الأثني عشري، وتتضمن الفصل بين البروتين الميكروبي الذي يعبر عنه من خلال علاقته بالطاقة الغذائية المتناولة وبروتين الغذاء الذي يمر من الكرش دون أن يتحلل، أو تقدير النتروجين غير الأمونيوني (NAN)الداخل الى الأثني عشري وعلاقته بالنتروجين الكلي المتناول أو النتروجين المتناول غير المتحلل والمادة العضوية المهضومة المتناولة (DOM) حسب نظام PDI الفرنسي، وقد كان معامل ارتباط NAN مع النتروجين غير المتحلل أو غير الذائب أكبر من معامل الارتباط مع النتروجين الكلي المتناول، ويتم تصحيح النتروجين غير الذائب في بعض الأغذية كالحبوب وكسبة فول الصويا وسيقان قصب السكر بسبب عدم توافق ذوبانيتها مع معدل تحلل البروتين المقدر مختبريا In vitro ، وقد اشتقت معادلة الانحدار التالية التي كانت متشابهة في كل من الأغنام والأبقار:

NAN flow to the duodenum = 0.0215 + 0.05 (insoluble N intake)

حيث كانت وحدات كل من NAN المار الى الأثني عشري Nغير الذائب غم/غم DOM متناولة، وبالرغم من اشتقاق تلك المعادلة تجريبيا، فأن العديد من الباحثين كانوا قد اقترحوا ثوابت للدلالة على مرور البروتين الميكروبي 21.5 g/ kg DOM ودرجة تحلل للبروتين الغذائي تعادل البروتين الغذائي الذائب مضافا إليه 0.35 للبروتين الغذائي غير الذائب، لذلك فأن في N الميكروبي المار الى الأثني عشري قد تم احتسابه مجردا عن DOM المتناولة، كما تم أخذ الاختلاف في NAN المار الى الأثني عشري بنظر الاعتبار، فضلا عن معدل الاختفاء rate of disappearance للبروتين غير الذائب من الألياف الصناعية في الكرش الذي أخذ بنظر الاعتبار أيضا، وعلى الرغم من أن العلاقة المذكورة يمكن أن تزود بدليل أكيد على أهمية الطاقة ودرجة تحلل البروتين، فأن توفر هذين العاملين لوحدهما فمن غير الممكن حساب سوى 0.75 من التغاير أو الاختلاف في سرعة مرور NAN .

وهذه الطرق وتشمل ما يلي:

1. **استخدام الأغذية النقية الخالية من البروتين Use of a protein-free diet**

يتم في هذه الطريقة جمع المادة الغذائية المهضومة في الكرش باستخدام ناسور يثبت بعد الكـرش

وتقدير تدفق النتروجين، وعند طرح نتروجين الأمونيا من تلك القيمة تتبقى كمية النتروجين الداخلي التي مصدرها خلايا الكرش الطلائية المنسلخة والأنزيمات التي تساهم في النتروجين الكلي المحسوب بهذه الطريقة.

1. **استخدام حامض (DAPA) Use of diamino pimelic- acid**

تم استخدام هذا الحامض الأميني ( يوجد في جدار الخلايا لبعض وليس كل بكتيريا الكرش) وعلى نطـاق واسع لتقدير البروتين الميكروبي المار الى الأثني عشري، وتتم مقارنة النماذج المسحوبة من سائل الكرش مع محتوى DAPA في الأثني عشري. ويرجع ضعف هذه الطريقة الى اعتمادها على تركيب بعض البكتيريا من الحامض والتي تعزل عادة من سائل الكرش، كما ظهر دليل على اختلاف تركيز الحامض ضمن نفس السلالة من البكتيريا، وإذا حدث تحلل البكتيريا في الكرش بدرجة كبيرة فقد يحصل تجمع لجدران الخلايا البكتيرية، ويمكن أن يؤدي ذلك الى تقديرات زائدة لحاصل البروتين المصنع، ومن المشاكل الأخرى التي تضعف هذه الطريقة عدم الأخذ بنظر الاعتبار مساهمة البروتين الهدبي في البروتين الميكروبي بسبب غياب الحامض في مجموعة الأحماض الأمينية الهدبية.

1. **استخدام الأحماض النووية ككاشف للنتروجين الميكروبي**

**Nucleic acid as markers for microbial Nitrogen**

تعتمد طريقة الأحماض النووية على افتراض وجود نسبة ثابتة للأحماض النووية في النتروجين الميكروبي، ويمثل ذلك أفضلية لهذه الطريقة على طريقة DAPA ، حيث يتم احتساب البروتين الهدبي في الحاصل الميكروبي، ألا أن مما يحسب على هذه الطريقة، أنها تفترض بأن الغذاء المتناول أما يكون خالي نسبيا من RNA أو أنه يتحلل في الكرش، وقد ثبت احتواء العديد من المكملات البروتينية الحيوانية على هذا الحامض النووي التي يمكن أن تمر بنسبة كبيرة من الكرش بدون تحلل.

**4- بصمة الحامض الأميني في المادة الغذائية المهضومة بعد الكرش**

**Amino acid profile in postruminal digesta**

أقترح Evans وآخرون (1975) و Offer وآخرون (1978) أمكانية استخدام بصمة الحامض الأميني في سوائل المعدة الحقيقية أو الأثني عشري كطريقة لتقدير النتروجين الميكروبي في المادة الغذائية المهضومة بعد الكرش، ويبدو أن هذه الطريقة ذكية جدا، لكن تواجهها مشكلة تتعلق ببصمة الحامض الأميني في الإفرازات الداخلية، فضلا عن احتواء الكثير من الأغذية على بروتين لا يختلف كثيرا عن البروتين الميكروبي بحيث يمكن التمييز بينهما بدقة، ويمكن تطوير هذه الطريقة أذا أمكن زيادة الدقة في تقدير الأحماض الأمينية، ومع ذلك فقد أشير الى أن المقارنة بين الطرق المختلفة المستخدمة في تقدير البروتين الميكروبي قد أظهرت ضعفا واضحا لطريقة بصمة الحامض الأميني حيث أعطت أقل القيم للنتروجين الميكروبي مقارنة مع الطرق الأخرى.

**5- استخدام النظائر المشعة Use of isotopes S35 or N15 and P32**

**.**

تعد طريقة استخدام النظائر المشعة أكثر الطرق واقعية في تقدير الحاصل من النتروجين الميكروبي، لكن أحد المشاكل المتعلقة باستخدامها يتعلق بالتعامل مع النظائر المشعة، وتكون النتائج غير تامة تبعا لذلك. وقد استخدم نظير **S35** في هذا الجهد العلمي من قبل Walker و Nader (1968)، وأستخدم نظير **P32** من قبلBucholiz و Bergen (1973)، فيما استخدم Rabbed وآخرون (1971) نظير **N15**. وقد استخدم باحثون آخرون تلك النظائر وقارنوا فيما بينها. وتتصل مساوئ استخدام النظائر المشعة بحقيقة أن أحياء الكرش يجب أن تعزل من سائل الكرش، وقد لا يمثل ذلك جميع السلالات الموجودة، لأنه وكما ذكر سابقا، فأن نسبة كبيرة من أحياء الكرش تلتصق الى أجزاء الغذاء وتدفن نفسها بين الأنسجة النباتية، وأن البكتيريا يمكن أن تنعزل عن المجاميع الموجودة حتى قبل الفصل التفريقي المتبع، وقد أشارت دراسة المقارنة التي أجراها Siddons وآخرون (1979) الى أن طريقة النظائر المشعة إذا ما أحسن استخدامها يمكن أن تكون أفضل الطرق وأقربها الى الواقع.

**التعبير عن الحاصل الميكروبي:**

التعبير عن الحاصل الميكروبي لكل مول من ATP يعد أكثر التعبيرات المناسبة إذا عرف حاصل ATP الناتج من التفاعلات المختلفة، وقد أعترى ذلك بعض الغموض بسببعدم الفهم الكافي لهذا الحاصل لكل وحدة من المادة المتخمرة، ولذلك فأنه من المفيد جدا التعبير عن الحاصل الميكروبي لكل وحدة من المادة العضوية المتخمرة فعلا، أو لكل وحدة من الكربوهيدرات المتخمرة فعلا.

ومن الناحية العملية فأن تقدير الحاصل الميكروبي بطريقة جمع المادة المهضومة بعد الكرش لكل وحدة من المادة المتخمرة فعلا سيتضمن حساب المحتوى النتروجيني في الخلايا الميكروبية لأجراء التصحيح للمادة العضوية الميكروبية التي من المفترض اعتبارها تجمعت خلال عمليات التخمر، وأن الفرق بين المحتوى النتروجيني للمادة العضوية الميكروبية المصنعة من المواد سريعة التخمر يمكن أن يكون كبيرا، ومن الضروري ربما تقديره في كل تجربة لزيادة دقة التقديرات، ومع ذلك فأن التعبير عن الحاصل الميكروبي لكل وحدة من المادة المتخمرة فعلا سيكون مناسبا جدا لتقدير هذا الحاصل المصنع من مواد مختلفة كمصادر أساسية للطاقة.

**القيمة الغذائية للبروتين الميكروبي:**

تتأثر كمية ونوعية البروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة بكـل من البروتين الميكروبي والبروتيـن

الغذائي الهاربين من التحلل في الكرش، فعندما يكون البروتين الغذائي الهارب من التحلل في الكرش ذي نوعية جيدة فأن البروتين الميكروبي يعمل على تقليل أو معادلة القيمة البيولوجية للبروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة، بينما يعمل البروتين الميكروبي على رفع القيمة البيولوجية للبروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة عندما يكون البروتين الغذائي الهارب من التحلل في الكرش ذي رديء النوعية.

وعندما يكون محتوى البروتين الخام في الغذاء أكبر من 13- 15% فأن البروتين الغذائي المتناول يكون أكبر من البروتين الداخل الى الأمعاء الدقيقة، بينما يكون البروتين الخارج من الكرش أكبر من بروتين الغذاء عندما يقل محتواه البروتين عن 13-15%، وترجع كلا الحالتين الى النتروجين المدور في الكرش، ففي الأعلاف ذات المحتوى البروتيني المنخفض يدخل النتروجين الى الكرش من اللعاب أو بالانتشار من الدم الى الكرش من خلال الجدار، أما في الأعلاف ذات المحتوى البروتين المرتفع فأن أمونيا الكرش ستمتص عبر الجدار وتذهب الى الكبد. وقد أشار Church(1982) الى أن المجترات تتمكن من البقاء بدون ضرورة توفر الأحماض الأمينية الأساسية في الغذاء لأن الأحياء المجهرية ستقوم بتمثيل تلك الأحماض، وعلى الرغم من ذلك فأن الأحماض الأمينية التي تصنعها الأحياء المجهرية لا تكون كافية لتأمين احتياجات الحيوان لأغراض النمو والحمل وإنتاج الحليب، ولذلك فأن هناك حاجة الى بروتين طبيعي أضافي يكون مقاوم للتحلل في الكرش يقدم الى الحيوان لتجهيزه بالبروتين الهارب من الكرش وخاصة في حالة الحيوانات ذات الإنتاج العالي( عجلات اللحم النامية، أبقار اللحم الحوامل والمنتجة للحليب وكافة أبقار الحليب).

**هضم البروتين الميكروبي وتركيبه الكيميائي:**

يتباين المحتوى البروتيني في بكتيريا الكرش ويصل كمعدل الى 50%، فيما يكون محتوى بروتين الهدبيات أكثر تباينا، حيث يتراوح من 20 الى 60 %.

تركيب البروتين الميكروبي من الأحماض الأمينية شبه ثابت ولا يتأثر بمدى كبير بالأعلاف المختلفة المستخدمة في تغذية المجترات، ألا أنه يتميز بمحتواه المرتفع من اللايسين والثريونين فيما يكون محتواه من الميثيونين محدودا. ويشكل البروتين البكتيري النسبة الأكبر من البروتين الميكروبي الداخل الى الأمعاء الدقيقة، ألا أن نسبة بروتين الهدبيات في البروتين الميكروبي يمكن أن تصل الى 50%، لكن هذا البروتين لا يشكل أكثر من 10% من البروتين الميكروبي الداخل الى الأمعاء الدقيقة. وقد أجريت عدة محاولات تتعلق بدراسة تركيب البروتين الميكروبي، وتعتبر دراسة Weller(1957) باستخدام نوعين مختلفين من الأغذية أحدى البدايات البحثية بهذا الخصوص، وقد أفرزت دراسته وجود اختلافات طفيفة في تركيب البروتين الميكروبي المنتج من الأحماض الأمينية عند استخدام أغذية مختلفة، وبالرغم من أن الطريقة المعتمدة في الفصل ( طرد مركزي وترشيح) قد تؤدي الى اختيار أو فصل البكتيريا الصغيرة جدا، فقد تعززت النتائج من قبل العديد من الباحثين. وقد توصل Storm وØrskov(1982) الى الاستنتاج بعد دراسة نتائج تحليل الأحماض الأمينية المعزولة من بكتيريا الكرش في تقديرات مختلفة بلغت 62، بأن النتائج يمكن أن تثبت صحة ما ذهب إليه Weller في دراسته المبكرة، و قد قام Storm (1982) بجمع ودراسة البيانات التي أظهرت وجود تباين في تركيب الأحماض الأمينية في الكازين حسب التقديرات التي أجريت في مختبرات مختلفة وكانت تلك التباينات كبيرة كما هو الحال مع التباينات في تركيب بروتين بكتيريا الكرش.

**مساهمة البروتين الميكروبي في احتياجات الحمل:**

نظرا لزيادة الاحتياجات من ME اللازمة لتكوين التراكيب والأنسجة الخاصة بالحمل، فلن تكون هناك زيادة في الاحتياجات الصافية من AAN/MJ of ME أو ربما تحدث زيادة طفيفة فقط، ومن الممكن أن تنعدم الحاجة لإضافة البروتين الى الغذاء عن تأمين حصول أقصى تصنيع للبروتين الميكروبي.

ولكن عندما يخضع الحيوان الى سوء التغذية أو تجهيزه بالطاقة الممثلة الكافية للإدامة فقط، فسيحصل نقص في البروتين، ويزداد ذلك النقص بتقدم مراحل الحمل. ويمكن ملاحظة تلك الظاهرة في حالة الأبقار المرضعة للعجول خلال موسم الشتاء، ولن يكون الحاصل الميكروبي كافيا لتعويض الحيوان في حالة تعرضه لسوء التغذية، فقد لوحظ انخفاض وزن الميلاد للحملان بدرجة كبيرة، ألا أنه يمكن أن يزداد الى المعدلات الطبيعية عند الإكمال بالبروتين حتى عندما يكون التجهيز بالطاقة غير كافيا.

وبالإضافة الى الحاجة الى البروتين لتكوين الأنسجة والتراكيب الخاصة بالحمل، فأن الحاجة إليه تزداد خلال الأيام الأخيرة من الحمل لتطور أنسجة الضرع وإنتاج اللبأ.

***النظام البروتيني القديم والنظام البروتيني الجديد Old and new protein system***

**النظام البروتيني القديم** **Old protein system**

يعتمد النظام البروتيني القديم على تقدير احتياجات الحيوان من البروتين وتكوين علائقه على البروتين الخام أو البروتين الخام المهضوم digestible crude protein system (DCP)، وقد استمر العمل بهذا النظام حتى العام 1979 كأفضل طريقة معبرة عن الاحتياجات، نتيجة لسهولة استخدامه ولمستوى القبول والقناعة في نتائج استخدامه. ولكن بالتطبيق العملي وجد بأن النتائج فضلا عن تباينها الكبير، قد عجزت من تفسير بعض التساؤلات والتناقضات التي أفرزتها نتائج العديد من التجارب منها:

1- أن الأغذية المتماثلة في محتواها من البروتين الخام المهضوم تجهز الأثني عشري بكميات مختلفة من الأحماض الأمينية، وبالتالي فقد نشأ عن ذلك استجابات مختلفة شملت جميع الحيوانات المجترة، فقد أشار Al-Jassim وآخرون(1991) الى تحسن استجابة الحملان العواسية والماعز الجبلي لإكمال غذائها المتضمن تبن الحنطة المعامل بالصودا الكاوية بكسبة فول الصويا المعاملة بالفورمالديهايد كمصدر للبروتين غير المتحلل مقارنة مع الحيوانات التي أكمل غذائها بنفس الكمية من المكمل البروتيني غير المعامل بالفورمالديهايد.

2- يحسب محتوى المواد العلفية من البروتين الخام بضرب محتواها النتروجيني بالعامل 6.25 دون أخذ درجة تحلل البروتين الغذائي في الكرش ومساهمته في إنتاج البروتين الميكروبي بنظر الاعتبار، فالبروتين قليل التحلل سيجهز الأمعاء الدقيقة بنسبة اكبر من النتروجين غير الأمونيوني NAN وسيترتب على ذلك استجابة أفضل من قبل الحيوان، مثل كسبة مسحوق السمك التي تتفوق على المصادر البروتينية الأخرى ككسبة فول الصويا وكسبة فستق الحقل في إنتاج الحليب من قبل النعاج الحلوبة.

3- لم يميز النظام القديم بين البروتين الحقيقي والنتروجين غير البروتيني، وقد أشارت نتائج العديد من التجارب الى وجود فروقات معنوية في معدل الزيادة الوزنية للعجول المغذاة على علائق ذات محتوى متماثل من النتروجين الذي يجهز من كسبة السمك و اليوريا.

4- يعتمد حسابات معاملات الهضم في هذا النظام على تقدير محتوى البراز من النتروجين، دون الالتفات الى أن البروتين الميكروبي يشكل نسبة كبيرة من هذا النتروجين، فضلا عن وجود النتروجين الداخلي الذي لا يرجع مصدره الى الغذاء بل الى الأنزيمات الهاضمة والخلايا الطلائية المنسلخة من بطانة القناة الهضمية مما يؤدي الى حصول أخطاء في التقدير.

1. لم تجري محاولات لربط احتياجات الحيوان من النتروجين بموجب هذا النظام بشكل مباشر بالطاقة المتناولة الكلية وتركيز الطاقة في العليقة، بالرغم من تأكيد عدد من الباحثين على ذلك، فقد أشار Hassan (1986) الى أهمية ربط النتروجين بالطاقة، لأن ذلك سيؤثر على مجمل الأداء كمعدل التناول من الغذاء والزيادات الوزنية.

**النظام البروتيني الجديد** ***New protein system***

لقد تكللت جهود الباحثين في مطلع الثمانينات بالنجاح في تحقيق فهم عميق لهضم واستهلاك البروتين من قبل المجترات مع استمرار المحاولات والاقتراحات للعمل على الاستفادة من المعلومات المتوفرة لوضع أسس نظام تغذية يعتمد الديناميكية التطبيقية، وقد حدد McDonald (1952) الى ضرورة التمييز بين احتياجات أحياء الكرش والحيوان المضيف من النتروجين للوصول الى أقصى استفادة من الغذاء وتحقيق أفضل كفاءة أنتاج.

وقد قام Miller (1973) بوصف أسس تطوير نظام لتقييم البروتين بالاستناد على دراسة تحلل البروتين الغذائي الخام في الكرش وتصنيع البروتين الميكروبي من الطاقة والنتروجين المتوفرين للأحياء المجهرية، وقد قامت مؤسسات بحثية بتوضيح أسس ومقومات النظام البروتيني الجديد لتقدير احتياجات الحيوانات المجترة مثل البريطاني وINRA الفرنسي ونظام كورنيل الأمريكي، وبالرغم من وجود بعض ألاختلافات البسيطة بين تلك الأنظمة، ألا أنها تعتمد جميعها على أساس واحد هو تقسيم احتياجات الحيوانات المجترة الى قسمين:

الأول- تقدير كمية النتروجين المتحلل في الكرش واللازم لتحقيق أقصى نمو ميكروبي في الكرش ( تحديد احتياجات الأحياء المجهرية من البروتين داخل الكرش) Rumen degradable protein (RDN or RDP) وربط هذه الكمية أو ألاحتياجات من RDN مع احتياجات الحيوان من الطاقة المتأيضة ME ، لذا فأن احتياجات الحيوان من RDN ستكون:

1.25 RDN/MJ of ME (ARC , 1980)

1.34 RDN/MJ of ME (ARC , 1984)

Then RDP = RDN × 6.25

ثانيا- تقدير كمية البروتين غير المتحلل في الكرش rumen undegradable protein (UDN or UDP) واللازم لتكملة نتروجين الأحماض الأمينية ذات الأصل الميكروبي لتوفير احتياجات الأنسجة لغرض الإدامة والنمو والحمل والإنتاج ( احتياجات الحيوان المضيف) .

Therefore total protein = (RDN or RDP) + (UDN or UDP)

أن تأكيد الباحثين على أهمية تقدير الاحتياجات وبشكل منفصل لكل من الأحياء المجهرية والحيوان المضيف ولكل الأنظمة المذكورة (ARC ، 1980و1984 و NRC،1985)، يرجع الى سببين مهمين هما:

الأول- أن عدم تجهيز كمية كافية من البروتين المتحلل في الكرش قد ينجم عنه انخفاض في مقدار العلف المتناول و/أو هضمه من قبل الحيوان، حيث أشار Al Jassim وآخرون (1991) الى تأثر الهضم بمستوى النتروجين غير المتحلل المستخدم في أكمال غذاء الأغنام والماعز. كما لوحظ زيادة مقدار النتروجين المحتجز في الحملان بزيادة مستوى UDN في الغذاء الأساسي (تبن الشعير المعامل بالصودا الكاوية)، من 11.2الى 13.28 غم/يوم بزيادة المستوى من 7 الى 10 غم/كغم مادة جافة ألا أن زيادة مستوى UDN الى 13 أدى الى حصول انخفاض طفيف في النتروجين المحتجز(13.04)، وقد استمرت الزيادة بمنحى تصاعدي بزيادة ذلك المستوى عند تحميص الذرة المستخدمة في الغذاء بنسبة 40%، حيث بلغ مقدار النتروجين المحتجز 13.07و 15.09و 17.34غم/يوم بزيادة مستوى UDN من 7 الى 10 الى 13غم/كغم مادة جافة ( Hassanو Al-Sultan،1996).

الثاني- عندما يكون النتروجيني الميكروبي الداخل الى الأمعاء الدقيقة غير كافي لتوفير متطلبات الحيوان من الأحماض الأمينية، فستظهر حاجة لكمية أضافية من البروتين يحصل عليها الحيوان من مصدر بروتيني يمر من الكرش بدون أن يتحلل وقابل للهضم والامتصاص في الأمعاء.

وقد ثبت أن تصميم التغذية بموجب النظام الجديد يمكن أن تزود من الناحية النظرية (في أقل تقدير) بتنبؤ أكثر دقة لكمية البروتين المجهزة للأمعاء الدقيقة، الأمر الذي يجعل من الممكن التنبؤ بأداء الحيوان.

**مميزات النظام البروتيني الجديد Aspects of new protein system**

في ضوء المعلومات الواردة يمكن اعتبار ما يلي أهم ما يتميز به النظام البروتيني الجديد:

1- أخذ النظام الجديد بنظر الاعتبار درجة تحلل البروتين الغذائي في الكرش ومساهمته في إنتاج البروتين الميكروبي.

2- أعطى هذا النظام للنتروجين غير البروتيني NPN كفاءة تعادل 80% من كفاءة البروتين الحقيقي في كمية النتروجين المجهز للحيوان، أي يكون للبروتين الحقيقي كفاءة استفادة أكبر من NPN.

3- أخذ هذا النظام بنظر الاعتبار علاقة الاحتياجات من النتروجين وربطها بشكل مباشر مع احتياجات الحيوان من الطاقة وكمية الطاقة في الغذاء.

1. أن إتباع أسس النظام الجديد يرفع من كفاءة الاستفادة من المصادر العلفية المتوفرة، من خلال خفض معدل تحللها في الكرش وانتقال أجزاء أكبر منها لتتحلل في المعدة الحقيقية والأمعاء، وبالتالي تحقيق أفضل أداء من قبل الحيوان، ويمكن التنبؤ بذلك قبل البدء بالتغذية.

**الطاقة Energy**

ان جميع العمليات التي تحدث في الجسم نتيجة لهضم الطعام وتمثيله تتضمن تغيرات في الطاقة .لهذا ان معرفة بعض هذه التغيرات الاساسية تكون كاساس لدراسة هذه العمليات .وكلمة الطاقة مشتقة من كلمة يونانية (en) وتعني الشغل وكان توماس يونك اول من استعمل هذه الكلمة في عام 1807 وعرفها بانها القدرة على انجاز عمل ما.وهناك اشكال عدة للطاقة مثل الحرارية والحركية والاشعاعية ونخص بالذكر الطاقة الكيماوية ذات الاهمية الخاصة في التغذية .تحتاج المجترات الى الطاقة لغرض الادامة والانتاج اما نمو او حمل او لغرض انتاج الحليب فان احتياجات الحيوان من الطاقة في ترسيب البروتين والدهن والماء لانها من المكونات الرئيسية الثلاثة لانسجة الجسم والافرازات، ولان الزيادة الوزنية Gain هي اما بروتين Protein اما دهن Fat او رطوبة Moisture، ونحسبها على اساس وزن الجسم الفارغ Empty Body Weight . فتحترق المواد القابلة للاحتراق نتيجة لاتحادها مع الأوكسجين , وتفهم تلك العملية كيميائيا بأنها أكسدة للهيدروجين والكربون لإنتاج الماء وثاني اوكسيد الكربون مع تحرر قدر معين من الحرارة التي تمثل الطاقة الناتجة من التفاعل. وبنفس الطريقة فان أية كمية من الأغذية والأعلاف يمكن ان تحترق خلال فترة زمنية معينة نتيجة للتأكسد السريع للكربون والهيدروجين الموجود في العناصر الغذائية الموجودة في هذه المادة أو تلك , وتشمل العناصر الغذائية التي تعتبر مصدرا للكربون والهيدروجين كلا من الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ، وكما هو الحال في احتراق أية مادة قابلة للاحتراق فان المواد الغذائية التي تحترق نتيجة للأكسدة سيؤدي احتراقها انبعاث كمية من الحرارة ستمثل في هذه الحالة الطاقة الموجودة في المادة الغذائية أو العلفية .وعند تغذية تلك المادة فإنها ستتعرض الى عمليات الأيض ألهدمي داخل الخلايا والأنسجة مما يؤدي الى إنتاج الطاقة الضرورية لإبقاء الجسم في حالة توازن ايضي وبحسب الحالة الفسلجية( إدامة أو إنتاج). وان الطاقة الفعلية التي سيحصل عليها الجسم من حرق (تمثيل أو أيض) أي مادة غذائية أو علفية داخل الخلايا أو الأنسجة المختلفة سيعتمد بشكل أساسي على ما يحتويه هذه المادة من العناصر الغذائية ومعدلات هضم تلك العناصر , وعلى أية حال فلن يتوقع ان يحصل الجسم على كمية من الطاقة مساوية لكمية الطاقة الناتجة من حرق نفس الكمية من المادة الغائية خارج الجسم والتي تعتبر الطاقة الاجمالية الموجودة في المادة الغذائية والتي يعبر عنها بالطاقة الكلية Gross energy(ge)

**هنالك ثلاثة اعتبارات مهمة يجب مراعاتها في تجهيز الطاقة في الحيوانات المجترة وهي :**

1. الطاقة مكلفة من الناحية البايولوجية والاقتصادية ، ترسيب الطاقة مكلف اكثر من ترسيب بقية العناصر الغذائية الاخرى أي ان 1 غم من الدهن يحتاج اكثر من 1 غم من البروتين حتى يترسب في الجسم .
2. العوامل الاساسية التي تحدد كفاءة الاستفادة من الطاقة هي كمية الطاقة التي تفقد على شكل حرارة (Heat) او التي تفقد بشكل براز Feces
3. كفاءة تحويل طاقة الغذاء لغرض الانتاج قليلة جداً في المجترات بالمقارنة مع الانسان أي ان كفاءة الاستفادة من الطاقة في المجترات قليلة جداً بسبب الفقد واهميته .

**كفاءة الاستفادة من الطاقة**

ان كفاءة الاستفادة من الطاقة الممثلة في جسم الحيوان تعرف على انها نسبة التغير في الطاقة المخزونه الى التغير في الطاقة الموجودة في الطاقة الممثلة

وان كفاءة الاستفادة من الطاقة تعتمد على التداخل بين عاملين رئيسين وهما طبيعة المركبات الكيمياوية المنتجة للطاقة الممثلة والغرض الذي تستخدم فيه هذه المكونات من قبل الحيوان.

* ان زيادة كمية الغذاء المقدم للحيوان ستؤدي الى نقص قيمة نسبة الهضم والطاقة الممثلة للمادة العلفية.

**حساب الطاقة**

ان حساب الطاقة ليس مطلق Absolute مثل النتروجين . فالنتروجين يمكن تقديره في المادة العلفية لكن الطاقة تقاس بالقياس الى مقدار معين .

* + وحدة قياس الطاقة هي **الجول joule** وهو وحدة قياس الطاقة الكهربائية والميكانيكية والكيمياوية والجول : هي اقل كمية مطلقة من الطاقة لرفع 1 كغم بارتفاع 10سم .

**Calorie =4.184 joules**

**الكالوري Calorie:** هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 1 غم من الماء من درجة 16.5 الى 17.5 درجة مئوية وهي وحدة قياس اولية للطاقة .

**الطاقة الكلية Gross Energy (GE)**

* هي الطاقة التي يتناولها الحيوان والتي يحددها مكونات المادة العلفية والتي تعتبر مصدر طاقة اساسية للحيوان وتدعى بالطاقة المستهلكة
* الطاقة الكلية GE وهي الطاقة الناتجة بشكل حرارة عندما تتأكسد المادة العضوية كلياً الى ماء و CO2 .ان الطاقة الكلية المتناولة ( او مجموع الطاقة ) الموجود في المادة العلفية
* الطاقة الكلية معبرمعبر عنها لكل وحدة وزن يمكن توفر معلومات قليلة في تقييم الاغذية او مكونات الغذاء كمصدر للطاقة .
* لذلك فان GE لا توفر معلومات كافية حول توفر الطاقة في الحيوان .

**الطاقة المهضومة Digestible Energy (DE)**

* الطاقة المهضومة تحسب من الطاقة المفقودة في البراز

Apparent digestible Energy= Gross Energy – fecal Energy

ADE= GE-FE

حيث ان ADE هي الطاقة المهضومة ظاهريا .

GE هي الطاقة الكلية

FE هي الطاقة المفقودة في البراز

**DE= GE- FE**

DE لها قيمة تحدد من طرح الطاقة في البراز من الطاقة الكلية .

* وذلك بسبب الطاقة المفقودة في البراز تمثل الجزء الاكبر من الفقد في الطاقة .
* نقطة الضعف الرئيسية في الطاقة المهضومة DE هي اكثر من الحقيقة Overestimate بالنسبة للعلائق المرتفعة بمحتواها من الالياف مقارنة مع العلائق المنخفضة بمحتواها من الالياف لانه في الاعلاف المنخفضة بالالياف تحتاج الى كمية اكبر من GE خلال الادامة.

**الطاقة المتايضة Metabolizable Energy (ME)**

* ME تحسب من الطاقة المفقودة في البراز والادرار والغاز

**ME= GE-FE-UE-GasE**

* قيمة الطاقة المتايضة ME تكون اكبر من قيمة DE في تقييم وصف قيمة الطاقة وذلك بسبب أنها تأخذ بنظر الاعتبار الفقدان في الغازات Gas E والفقدان في الإدرار Urinary Energy .
* لذلك فان قياس ME للطاقة الغذائية متوفر للحيوانات حيث يكون في معظم الاعلاف ومخاليط الاعلاف والحبوب

**ME = DE ×0.82**

ME الطاقة المتايضة تمثل طاقة الحرارة (Heat Energy ) + الطاقة المحتجزة بالجسم Retained Energy (RE).

ME= HE( Heat Energy)+ RE(Retained Energy)

* لذلك فان الطاقة المتأيضة هي نقطة البداية لجميع الأنظمة التي تعتمد في أساسها على مفهوم الطاقة الصافية Net Energy (NE).

**الطاقة الصافية Net Energy (NE)**

هي عبارة عن الطاقة الطاقة التي ترجع الى الجسم او التي يستفاد منها الحيوان

**NE= GE+FE+UE+GasE+Heat E**

حيث تشمل الطاقة المفقودة كحرارة بالاضافة الى الفقدان الموجود في الطاقة المتايضة ME الطاقة المهضومة Digested Energy ،غير المهضوم Fecal Energy

Digestible Energy= Intake Energy – Fecal(Undigested) Energy

جزء من الطاقة يفقد على شكل Gas E وجزء من الطاقة Heat Production

ME Metabolizable Energy= DE- ( Heat production +Gas E)

* Hi = هي عبارة عن الطاقة التي فقدها الحيوان من جسمه
* Gas E يختلف غاز الميثان CH4 الذ يفقده الحيوان اثناء عملية التبخر هذا الجزء GE بحدود 14%.Fermentation Rate معدل التخمر
* هنالك اتجاه حديث Gas E = 14 % طاقة
* وبالامكان تقليلها او التحكم بها 14% طاقة
* واحدة من طرق تحسين كفاءة الاستفادة من الطاقة وهي Dietary Manipulation أي التغير او توليفة mannufac. لتقليل انتاج الغاز Gas Production + الذي يعمل بالدرجة الاساس على Rate of fermentation وهي من الطرق الحديثة في تحسين انتاجية ابقار الحليب
* **Dietary manipulation to reduce gas production (cH4)which depend on rate of fermentation**

* Gas production انتاج الغاز في العليقة g/Kg نتوقع ان GE يزداد وغاز الميثان يزداد ولكن الزيادة غير معنوية
* مستوى pgp تمثيل الطاقة يتأثر بالعليقة الاساسية
* الغاز الذي يفقد يعتمد على Rate of fermentation كلما تزداد كمية الغاز .

اذن حتى نقلل الفقد في الطاقة علينا ان نركز على التغيرات التي تحصل في كرش الحيوان .

* مستوى البروتين ( زيادة البروتين المتناول ) تاثيره قليل جداً بالمقارنة مع طبيعة التخمرات وسرعة التخمرات التي تحصل داخل كرش الحيوان .
* نعمل على التقليل او الزيادة في Gas E المفقود واضافة بعض المواد العلفية feedstuffs مثل Linseed كسبة الكتان وهي مستخلص وكلما تزداد كمية الاستخلاص Extracted linseed كلما كمية الغاز Gas E تقل وكمية ME تزداد وهذا الانخفاض في كمية الغاز المفقود نتيجة اختلاف في معدل التخمر بسبب اختلاف في العليقة الاساسية basal Diet .
* الطاقة التي تطرح في البول عبارة عن طاقة ممتصة تخرج في البول نستحصل على retained Energy في الجسم هي الطاقة التي تعود الى الجسم .
* Heat Production تشمل الايض الاساس Basal Metabolism وتشمل الحركة الحرة Voluntary Activity أي الفعالية الحرة للحيوان والطاقة التي تفقد Heat production في الهضم والامتصاص وطاقة التخمرات ومن ظمنها Gas E.
* Heat Production تشمل الايض الاساسBasal Metabolism وتشمل الحركة الحرة Voluntary Activity أي الفعالية الحرة للحيوان والطاقة التي تفقد Heat production في الهضم والامتصاص وطاقة التخمرات ومن ظمنها Gas E.
* PiE تكوين التخمرات والموازنة التي تحصل في الجسم Thermal Regulation والفقدان الذي يحصل عن طريق الافراز Waste fermentation and excretion .
* PiE تكوين التخمرات والموازنة التي تحصل في الجسم Thermal Regulation والفقدان الذي يحصل عن طريق الافراز Waste fermentation and excretion .

**الطاقة الصافية Net Energy (NE)**

ان الطاقة الصافية في العلف والعليقة تمثل بالعلاقة التالية :-

**NE=∆ RE/ ∆ IE**

حيث ان ∆ هي Delta مقدار التغير .

RE : Retained Energy الطاقة المحتجزة بالجسم

IE: intake Energy الطاقة المتناولة

* عندما تكون قيمة RE= صفر فان Heat Energy التي يفقدها الحيوان سواء اعطيت للحيوان علف ام لم نعطية علف .
* ان تقدير NE بهذه الطريقة يفترض بان العلاقة بين RE والغذاء المتناول هي علاقة خطية ولكن في الحقيقة ان هذه العلاقة تاخذ شكل منحنى خطيCurvilinear وتظهر تاثير راجع كما في المخطط اعلاه .
* العلاقة بين الطاقة المحتجزة في الجسم Energy Retained Body(ERB ) والطاقة في الغذاء (Intake Energy) ممكن ان تكون خطية Linear وتداخل الخطوط عندما يكون ERB= صفر وهذا يعني مستوى الادامة Maintenance.
* عندما نعطي الحيوان علف به طاقة عندها يعوض عن حركته وHeat Energy التي يفقدها.
* العلاقة بين الغذاء المتناول ( او طاقة الغذاء ) في المحور X والفقدان في انسجة الجسم في المحور Y وهذا يعني احتجاز طاقة سالب ويبين ذلك في الجزء الاول من المنحنى
* العلاقة بين الغذاء المتناول و الزيادة في وزن انسجة الجسم ( RE بالموجب ) ويبين ذلك في الجزء الثاني من المنحنى .
* ان انتاج الحرارة عندما يكون تناول الغذاء = صفر ( في حالة الصيام ) يكافئ NEm احتياجات الطاقة الصافية للادامة NE required for maintenance.
* ان القدرة الكافية للعلف لسد احتياجات الادامة NEm يمكن ان تمثل بالعلاقة التالية :

NEm= HeE/Im

حيث تمثل HeE هي طاقة الحرارة

Im هي كمية العلف المتناول عندما RE= صفر

**مجموع المركبات الغذائية المهضومة Total Digestible Nutrient (TDN)**

مقياس للطاقة المهضومة الظاهرية ومعبر عنها بوحدات وزن او نسبة مئوية . ومجموع المركبات الغذائية المهضومة TDN يسنتد على طرق التحليل التقليدية للعلف والبراز للحصول على قيم البروتين المهضوم DCP والالياف المهضومة DCF ومستخلص الايثر المهضوم DEE والمستخلص الخالي من النتروجين DNFE والمعادلة هي

**TDN = DCP+DCF+DNFE+(DEE×2.25)**

TDN هي مشابهة لـ DE

TDN ليس لها فائدة في وصف قيمة الطاقة

**1kg TDN= 4.4 MCal DE**

**الطاقة الكلية Gross Energy**

**الطاقة المهضومةDigestible Energy**

**طاقة مفقودة في الادرار**

**طاقة مفقودة على شكل غازات Co2 وNH4**

**طاقة متايضة Metabolizable Energy**

**حرارة زائدة Heat Increments**

**طاقة صافية Net Energy**

**الطاقة غير المهضومةIndigestible Energy**

**( طاقة في الفضلات ) Fecal Energy**

**طاقة الانتاج Production Energy**

**طاقة الادامة Maintenance Energy**

**شكل (4-4) : مخطط يوضح الطاقة الغذائية وأجزائها feed energy diagram**

**احتياجات الطاقــــة Requirements for Energy**

**احتياجات الطاقة للإدامة**  **Requirements Maintenance**

الطاقة اللازمة لاحتياجات الادامة هي كمية طاقة الغذاء المتناول والذي لا ينتج عنه زيادة أو فقدان في الطاقة من الأنسجة في جسم الحيوان ،وان احتياجات الطاقة المتايضة ME للادامة تتألف من الحرارة المنتجة اثناء الصيام Fasting heat production (HeE) زائداً الحرارة الزائدة الناتجة من العلف المستهلك H iE زائداً الإدامة التي تعرف بانها مقدار الطاقة المتايضة المتناولة عندما تكون الطاقة المحتجزة = صفر احتياجات الطاقة المتايضة للادامة هي دالة او وظيفة للطاقة اللازمة للفعاليات الحيوية الاساسية والكفاءة التي تستعمل بواسطتها الطاقة المتايضة من الغذاء لسد هذه الاحتياجات.

**ME = RE + HE**

**HE = HeE + HjE + Hi E**

حيث HeE : الحرارة الناتجة عندما يكون المتناول صفر

HjE : الحرارة من الفعالية المرافقة للحصول على الغذاء

HiE : الحرارة الزائدة من الطاقة المتناولة

احتياجات الطاقة المتايضة لادامة الوظائف تمثل حولي70 % من مجموع الطاقة الكلية التي تحتاجها بقرة ناضجة منتجة للحم و90% من احتياجات الطاقة اللازمة لثيران التلقيح وحتى الماشية النامية ان جزء من الطاقة المتايضة الكلية المتناولة تستعمل للادامة هي عموما اقل من40%

* الاجزاء التي تعبر عن احتياجات الطاقة للادامة تتضمن

1. التنظيم حرارة الجسم
2. العمليات الايضية الاساسية
3. الفعالية الفسلجية

**احتياجات الطاقة للادامة تتضمن طاقة وظائف الخدمة والطاقة اللازمة لادامة الخلية**

* وظائف الخدمة Service Functions تشمل الطاقة اللازمة للمحافظة على بيئة الحيوان الداخلية وبضمنها عمل جهاز الدوران والجهاز التنفسي والكبد وعمل الكلية و وظائف الجهاز العصبي.
* وظيفة ادامة الخلية cell Maintenance وتشمل الطاقة اللازمة لانتقال الايونات ودوران البروتين ودوران الدهن وتصنيع الكلوكوز من مصادر غير كاربوهيدراتية وتكوين اليوريا.
* في حالة التغذية العملية انه من المهم فصل احتياجات الطاقة للادامة عن احتياجات الطاقة للانتاج ( نمو ، حليب ، حمل ، نمو الانسجة ) .

**طرق قياس احتياجات الطاقة للإدامة**

**Methods of Measure maintenance Energy Requirements**

**1 – تجارب طويلة الأمد long term feed trails**: لتقدير كمية العلف الذي يحتاجه للمحافظة على وزن الجسم واجراء اخر لتقدير المحافظة على وزن الجسم بعد التغذية قبل تقدير كمية العلف لأطول فترة ممكنة . وهذه الاجراء تحتاج إعداد كبيرة من الحيوانات والقيم المستحصل عليها جيدة وتتعلق باحتياجات الطاقة للادامة في الحيوانات الناضجة وغير الحوامل وغير منتجة للحليب.التغيرات في تركيب الجسم وتغير تركيب الجسم في النمو والحمل والحليب هي مشكلة في هذه الطريقة .

**2- تجارب المسعر الحراري Calorimetric Method :** تستعمل لقياس كمية احتياجات الطاقة للادامة .

* انتاج الحرارة اثناء الصيام يقاس بالمسعر الحراري + الطاقة المفقودة بالادرار خلال نفس الفترة مما يوفر قياس لايض الصيام . وهذا الايض اثناء الصيام = احتياجات الطاقة الصافية للادامة NEm
* الحيوانات تغذت على علائق قياسية للمدة ثلاثة اسابيع وتم تعويدها ووضعها في المسعر الحراري ويتم المحافظة على درجة الحرارة المحيطية والقياس يتم في اليوم الثالث او الرابع بعد سحب العلف .
* القياس بهذه الطريقة يحتاج الى تعديلات بسبب الفعالية ، السلالة ، الجنس ، فعالية الرعي ، اجهاد البرد ، اجهاد الحر , من مساوئ هذه الطريقة يكون على عدد قليل من الحيوانات وتحت ظروف مختبرية والذي لا يماثل او يساوي ما يحصل في ظروف التغذية الاعتيادية لذلك يجب اجراء التعديلات عليها .

**3-تجارب الذبح المقارن *Comparative Slaughter***

ان تجارب الذبح هذه تقيس المتناول من ME والطاقة المحتجزة RE ويتم حساب الطاقة الحرارية (HE) بالفرق ,الطاقة المحتجزة RE تقاس بالتغير في محتوى الطاقة في جسم الحيوانات والمغذاة على مستويين من الطاقة المتناولة ( احدهما احتياجات الادامة ) خلال فترة التغذية ،وفي هذه الطريقة فان الطاقة المحتجزة RE تساوي الطاقة الصافية لغرض الزيادة الوزنية Neg ان المنحنى (Y-axis) للطاقة المحتجزة RE على الطاقة المتايضة المتناولة ME المحور (X-axis) يمثل كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضة ME للطاقة المحتجزة RE في الحيوانات النامية .الطاقة المتايضة ME المتناولة RE= صفر هو يقيس احتياجات للطاقة المتايضة للادامة MEm.ان من مزايا هذا النظام عن نظام المسعر الحراري بانه يقيس التجارب تحت ظروف مشابهة لما يحدث في ظروف التغذية التطبيقية ،على ايه حال فان تجارب الذبح المقارن مكلفة وتحتاج الى وقت طويل لعملها.

**0NEm= 0.077Mcal /EBW0.75**

حيث ان EBW: Embty Body Weight وزن الجسم الفارغ Kg

**الاختلافات في احتياجات الطاقة للادامة**

**Variation in Energy Requirements for Maintenance Requirements**

احتياجات الإدامة للطاقة تظهر اختلافات حسب وزن الجسم ، السلالة ، الجنس ، العمر ، الموسم ،الحرارة ،الحالة الفسلجية ، والتغذية السابقة

1. **اختلافات السلالة Breed Differences :**

أبقار الحليب تحتاج إلى 20 % طاقة اكثر إدامة من ابقار اللحم ،السلالات كبيرة الحجم مثل السمنتال Simmental لها احتياجاتها للادامة اكبر من السلالات الانكليزية مثل Angus والهيرفورد Hereford ، ان السلالات الهندية تحتاج 10% او اقل طاقة للادامة ، التداخل بين التركيب الوراثي و البيئة تظهر في السلالات تأثير عاليا لتكيفها في ظروف بيئية معينة ويقل تأثيرها في ظروف أخرى

1. **اختلافات الجنس Sex Differences :**

احتياجات الإدامة للثيران أكثر ب 15 % من الابقار

1. **اختلافات العمر Age Differences :**

احتياجات الإدامة تنخفض 3 -6 % لكل سنة مع تقدم العمر

1. **تاثير الموسم Season Effects:**

تتغير احتياجات الإدامة بتغير المواسم اعتماد على الحرارة احتياجات الإدامة اقل في فصل الخريف من كل فصول السنة.

1. **تاثير درجة الحرارة Tempresture effects:**

انتاج الحرارة في المجترات تأتي من ايض الانسجه والتخمر في القناة الهضمية والحيوانات تنظم الحرارة عن طريق الإشعاع والتوصيل والتنقل والفقد في الحرارة ينظم للمحافظة على درجة حرارة الجسم ان التكيف الفسلجي للتغير في الحرارة توضح في مفهوم الايض الاساس، معدل التنفس، مرور الدم إلى الجلد و الرئتين واستهلاك العلف والماء والغطاء الشعري ، الارتعاش ، التعرق .في المناطق المعتدلة ، أنتاج الحرارة في المجترات يكون بشكل مستقل عن درجات الحرارة اما في المناطق الحارة فان احتياجات الطاقة للإدامة تزداد كجهد للتخلص من الحرارة الزائدة وفي المناطق الباردة ان طاقة الحرارة الناتجة خلال عمليات التمثيل الطبيعية لا تكون كافية لمحافظة على درجة حرارة الجسم و كنتيجة لذلك يجب أن تزداد عمليات التمثيل لتوفير حرارة كافية للمحافظة على درجة حرارة الجسم .

**6- الحالة الفسيولوجية Physiological State**

احتياجات الادامة تزداد بشكل طفيف خلال الحمل كوظيفة لزيادة انتاج الحرارة المتعلق بالحمل ان انتاج الحليب يزيد من احتياجات الطاقة للادامة بحوالي 20% .

7**- الفاعلية Activity**

* هنالك تساول حول إذا كانت الفعالية هي وظيفة أدامة أو وظيفة انتاجية
* في المجترات التي ترعى تصرف طاقة أكثر من الحيوانات في الأقفاص، توفر العلف الأخضر، الطبيعة الجغرافية ، توزيع الماء ، التقديرات 10 – 20 % زيادة في احتياجات الإدامة.

**العوامل التي تؤثر على طاقة الغذاء**

**Factors Influencing Feedstuff (or Diet) Energy Value**

**Maintenance Requirements**

* 1. الطاقة المحتجزة RE تزداد مع زيادة العلف المتناول ( زيادة الطاقة الكلية المتناولة )
  2. العلاقة تكون غير خطية وتتأثر بنوعية العليقة.
  3. الضعف في العلاقة الخطية ناتج عن زيادة ترسيب الدهن عند زيادة الطاقة المحتجزة

( احتجاز الطاقة ).

* 1. تاثير نوعية العليقة هو ناتج من اختلافات في كميات واجزاء الطاقة المستحصلة من النواتج النهائية للهضم ، معدل الايض في الجسم المتعلق بمستوى العلف المتناول ونوعية الغذاء.
  2. مستوى المتناول : ان زيادة المتناول يودي الى زيادة في الطاقة المتناولة وفقدان في الروث لذلك فان قيم الطاقة المتايضة ME و الصافية NE سوف تقل .
  3. التاثير المرافق قد يكون سالب او موجب ، التاثير المرافق السالب يقلل كفاءة قيم الطاقة للعلائق المخلوطة حبوب – علف خشن .
  4. الاضافات العلفية : Ionophores تقلل الميثان وتزيد نسبة Propionate الى Acetate نتيجة زيادة كفاءة الاستفادة من قيم الطاقة في العليقة.

**كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضة لغرض نمو الانسجة**

**. Efficiency of Utilization of ME for tissue Gain**

* ان فصل الطاقة المحتجزة ( نمو ، حليب، التطور الجنيني ) عن طاقة الادامة هو اصطناعي ، لان طاقة الادامة والطاقة المحتجزة هي مكملة الى حد كبير .
* نمو الانسجة يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار كنتيجة صافية للتكوين والتحلل ( الدوران ) بدلاً من كالنمو البسيط في ماء الجسم والبروتين والدهن والمعادن .
* دوران النسيج يفسر الكثير من الطاقة المطلوبة من قبل الحيوان وهذا ياخذ من كفاءة الطاقة والطاقة التي يمكن ان تذهب للنمو .النمط الطبيعي للنمو يؤثر على كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضة للطاقة الأنسجة للنمو

**النمط الطبيعي للنمو يتضمن :**

* كفاءة الاستفادة من ME اعلى من الادامة لطاقة نمو الانسجة التي تتأثر بالنضج وتركيب العليقة ومع تقدم الحيوانات بالعمر فان جزء اكبر يكتسب متكون من الدهن نسبة الى البروتين (تخزن نسبة عالية من الطاقة في الحيوانات النامية والغير ناضجة بصورة بروتينات ،اما في الحيوانات الكبيرة البالغة فان الطاقة تخزن بصورة دهون).واستنادا على المسارات الايضية للمجترات فان الكفاءة القصوى النظرية للنمو تقريباً 80 %.ان الكفاءة الفعلية اقل ( خصوصاً للبروتين ) بسبب دوران الانسجة واحتياج الطاقة للدورات الايضية مثل انتقال الايونات .
* ترسيب البروتين Protein Accretion ان البروتين المتناول اكثر من احتياج الحيوان لا يحفز تخزين بروتين اضافي فوق امكانية الحيوان الوراثية لذلك فان هنالك حد اعلى لترسيب البروتين عندما يتم سد احتياجات الحيوانات للبروتين فان الزيادة في الطاقة المتناولة ستؤدي الى اكبر كمية منتجة من الدهن في الانسجة .وبسبب دوران البروتين وعوامل اخرى تتضمن حاجة الطاقة الى استعمال الاحماض الامينية كمصدر للطاقة وان الكفاءة الصافية لترسيب البروتين هي فقط 20-40% .
* ترسيب الدهن Fat Accretion كفاءة ترسيب الدهن اكثر من كفاءة ترسيب البروتين وكمعدل تقريباً 70% ، الكفاءة الاعظم هي ناتجة عن قلة دوران النسيج الدهني بالمقارنة مع دوران البروتين والكفاءة العالية لتكوين الدهن .

**كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضة ME للإدامة والنمو**

**Efficiency of Utilization of ME for Maintenance and Gain**

ان كفاءة الاستفادة من ME الطاقة المتايضة للادامة اكبر من كفاءة الاستفادة من ME الطاقة المتايضة للنمو كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضة لكلتا الادامة والنمو تقل مع انخفاض تركيز الطاقة المتايضة ME في العليقة ، وهذه حقيقي خاصة للنمو.

المثال: عجل مخصي بوزن 300 كغم يرسب 5.0 Mcal من الطاقة يومياً

|  |  |
| --- | --- |
| Diet Energy Mcal | Mcal Required AboveMaintenance |
| 2.0 | 15.6 |
| 3.0 | 10.2 |

* ان انخفاض الكفاءة في المستويات الغذائية الواطئة لتركيز ME هو ناتج عن طبيعة المادة الاساس الغذائية والمسارات الايضية المستعملة في الحيوان .
* عندما يستعمل Acetate لتكوين الاحماض الدهنية ( اكبر في العلائق التي اساسها علف خشن ،قليلة التركيز من الطاقة المتايضة ME) كفاءة اقل من 50%
* عندما يستعمل Propionate لتكوين الاحماض الدهنية ( اكبر في العلائق التي اساسها من الحبوب ، عالية التركيز من الطاقة المتايضة ME) كفاءة اكثر من 70%
* الدهن الغذائي يستعمل لتكوين الاحماض الدهنية لَهُ كفاءةُ 90 %.

**كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضةME لغرض الحمل Gestation**

ان نمو أنسجةِ الرحمِ عند الحمل (رحم، جنين، مشيمة،السوائل الجنينية) تُمثّلُ أولوية عالية للطاقةِ. تحت شروط التغذية الطبيعية ، نمو هذه الأنسجةِ موحّدةُ جداً ولَيستْ متأثرة بدرجة كبيرة بالتغذيةِ.فكفاءة الطاقة المتايضةME للحمل منخفضة أقل مِنْ 20 % الكفاءة المنخفضة ناتج عن تزايد في إنتاجِ الحرارةِ بواسطة الام مما ينتج زيادة في الطاقة المستعملة لوظائفِ الخدمةِ مثل زيادة ضربات القلب ، زيادة في وظائفَ الكليةَ والكبدَ.أيضاً , الكثير الكثير من الطاقة تستعمل للحمل ِ (50 إلى 60 %) هو متعلق بالرحم والمشيمة في الام .وهذا يخفض حساب الكفاءة.

**كفاءة الاستفادة من الطاقة المتايضةME لغرض انتاج الحليب Lactation**

كفاءة الطاقة المتايضة ME المستخدمة لانتاج الحليب صعبة التقدير لان الحليب الحيواني ينتج على الرغم من ان الحيوان قد يفقد الطاقة او يستعملها للادامة او يستعملها للنمو .إستعمال انسجة الجسم كفاءة تحويل الطاقة المتايضة الى حليب اعلى من كفاءة التسمين (انسجة الجسم) , معدلات اعلى 80 %. لان حوالي نصف الطاقة الموجودة في حليب الابقار تكون بصورة بروتين وكاربوهيدرات وكذلك فان الحوامض الدهنية الموجودة في الحليب ذات وزن جزيئي اقل من الحوامض الدهنية الموجودة في دهون الجسم لذلك فان الكفاءة الحرارية لتصنيع هذه الحوامض تكون اعلى ان إستعمال الطاقة الغذائية في غيابِ اكتساب أَو خسارةِ نسيجِ الجسمِ: إستعمال الطاقةِ الغذائيةِ قليل عندما الحيوان لا يكتسب أَو يخسر نسيجَ الجسم ، معدلات حوالي 60 %.اي ما معناه الادامة .

**الانظمة الغذائيةFeeding Systems**

**Lactation**

* جميع انظمة التغذية للمجترات تهتم في تجهيز طاقة الغذاء لسد احتياجات الحيوان من الطاقة.

ان قدرة الغذاء لتلبية احتياجات الحيوانات تعتمد على:

* الطبيعة الكيميائية والفيزيائية للغذاءِ
* احتياجات الحيوان (حالة فسلجية)
* كم يستعمل الغذاء لتلبية احتياجات الحيوان
* إنّ المحدد الرئيسي في انظمة التغذية هو تطبيق المفاهيم العامة والعِلاقات إلى الحالاتِ العمليةِ المعيّنةِ. لذلك هناك القليل جداً من الثوابت في تغذية الحيوانات .
* جميع انظمة التغذية مستندة على مفاهيم الطاقة الصافية ، على اية حال ،فان الإجراءات التي فيها هذه المفاهيمِ تتفاوت في التطبيق . انظمة التغذية توجد في فرنسا، ألمانيا، بريطانيا العظمى، هولندا،سويسرا والولايات المتّحدة.
* نظام NRC المستعمل في امريكا يستند الى نظام الطاقة الصافية NE ويعبر عن NE باحتياجات الطاقة للادامة Nem و احتياجات الطاقة للانتاج Meg
* النظام يستند في تقدير الاحتياجات باستعمال تجارب الذبح المقارن حيث تستعمل تقنية ذبحِ الحيوانات المغذاة على مستويين من الطاقة فوق احتياجات الادامة لقياس احتياجات الحيوانات .

**معدل التمثيل الغذائي basal metabolic rate (bmr)**

**Lactation**

يعرف معدل التمثيل الغذائي (bmr) بأنه كمية الطاقة الضرورية لإبقاء الحيوان براحة تامة لمدة 12-14 ساعة بعد تناوله وجبة غذائية خفيفة , ان الفترة المشار إليها تمثل في الواقع حالة من التعادل التمثيلي الناتجة عن حالة التوازن بين الطاقة المتوفرة في عينة الغذاء واحتياجات الحيوان لهذه الطاقة لغرض الإدامة ولفترة محددة من الزمن , ويتوقع ان يكون هذا المعدل ثابتا إلا في حالة الراحة لأن احتياجات الحيوان للطاقة تزداد تبعا للجهد والعمل المبذول ومستوى الإنتاج.

**الحاصل التنفسي (rq)**

**Lactation**

ويمثل نسبة حجم co2 الملفوظ في الغرف التنفسية مقسوم على كمية o2 المستنشق من قبل الحيوان في rc, فالحاصل التنفسي للكلوكوز على سبيل المثال هو 1 , وذلك لأن جزيئه co2 واحدة تنتج لكل جزيئه منo2 تستهلك لأكسدة جزيئه الكلوكوز, وتشمل تلك الحقيقة كل المركبات التي تصنف على الكربوهيدرات, وعند أكسدة الدهن فانه سيحتاج الى كمية اكبر من الأوكسجين بالمقارنة مع كمية co2 المنتجة ,لذلك سيكون الحاصل التنفسي للدهن أقل من واحد(0.71 تقريبا) , ويعطي البروتين rq مساويا الى حوالي 0.80 , وعليه فان قيمة الحاصل التنفسي يمكن ان يوفر دليلا على تركيب ونوعية الغذاء الممثل في الجسم , ففي الحيوانات التي تسمن بالاعتماد على المصادر الكربوهيدراتية فسيكون هناك ربح في rq لأن المواد الغنية بالأوكسجين (الكربوهيدرات) سيتم تحويلها خلال التسمين الى مواد فقيرة بالأوكسجين (دهون) .

**مكافئ النشا starch equivalent**

**Lactation**

واجهت طريقة tdn أتواترatwater العديد من الانتقادات , فقد اعترض kellner وarmsby على تلك الطريقة المعتمدة لتقييم الأغذية والأعلاف على أساس أنها اعتمدت على قيم الطاقة المهضومة التي أغفلت احتساب الخسائر في الطاقة عن طريق الإدرار , كما اعترضا أيضا على استخدام الطاقة الممثلة , رغم أنها أكثر دقة في تقييم الأغذية والأعلاف على أساس محتواها الفعلي من الطاقة أو بمعنى أكثر دقة كفاءة استخدام الأغذية والأعلاف المختلفة كمصادر للطاقة الغذائية التي ستوفر للحيوان احتياجاته المختلفة , وقد تركز الاعتراض على اعتماد قيم الطاقة الممثلة في تقييم الأغذية أنها لا تمثل الطاقة الفعلية المتيسرة للحيوان بسبب إغفالها احتساب الخسائر في الطاقة عن طريق التجشؤ والفقد الحراري من الجسم (hi) , فقام هذين الباحثين بأجراء سلسلة من التجارب باستخدام الثيران التي قدم لها الغذاء فوق مستوى , ثم رتبت النتائج بجداول خاصة أفضت لاحقا الى إيجاد وحدات أطلق عليها معادلات النشا starch equivalent (se) .وتعتمد طريقة معادل النشا في احتساب قيم الطاقة الصافية على تقدير كمية الدهن المترسبة في الجسم نتيجة لتغذية مادة غذائية معينة فوق مستوى الإدامة , كما اعتمدت قياسات kellner في احتساب معادل النشا على مقدرة غذاء معين على إنتاج الدهن نسبة الى مقدرة النشا على ترسيب أو إنتاج الدهن , فقد وجد من خلال التجربة ان تغذية الثيران على باوند واحد من النشا فوق مستوى الإدامة أدى الى ترسيب 0.248 باوند من الدهن , وفي حالة حصول زيادة في البروتين المتكون في أنسجة الجسم فيتم تحويل تلك الزيادة البروتينية الى ما يعادلها من الدهن على أساس محتواهما من الطاقة.

**نظام الوحدة الأسكندنافية**

**The Scandinavian feed unit system Lactation**

في هذا النظام يحل الغذاء المراد تقييمه محل الشعير أو غذاء آخر معروف أخر(من حيث القيمة الغذائية) في عليقه أساسية , ومن ثم تقارن العليقة الأساسية قبل استبدال الشعير بالمادة المراد تقدير قيمتها الغذائية بالعليقة بعد الاستبدال وذلك من حيث الإنتاج الذي يمكن ان يتحقق بواسطة الأبقار والخنازير , فإذا وجد ان الكيلوغرام الواحد من الشعير في عليقه الأبقار يمكن استبداله بالشوفان بمقدار 1.2 كغم على سبيل المثال دون ان يؤثر ذلك على الإنتاج من الحليب أو التغيرات في وزن الجسم فان قيمة الشوفان ستعادل : 1÷ 1.2= 0.83 وحدة , وتعتبر هذه الطريقة لتقييم الأغذية والتي اتبعت في الدول الأسكندنافية , من الطرق المحدودة الاستخدام لأنها تحتاج الى وقت طويل مع استخدام عدد كبير من الحيوانات , فمثلا عندما يراد تقييم مادة غذائية واحدة فقد وجد عند تقدير القيمة الأسكندنافية لتلك المادة ان ذلك يتطلب استخدام 30-40 بقرة حليب ولمدة 20 اسبوع .

**الأحماض الأمينية كمصدر للطاقة في تغذية المجترات**

**AA as energy source in ruminant nutrition**

يمكن الاستفادة من الأحماض الأمينية كمصدر للطاقة خلال عمليات الأيض ألهدمي التي يمكن فهمها بأنها مجموعة العمليات التي تؤدي الى تكوين الجزيئات الصغيرة تمهيدا لاستخدامها في تحرير الطاقة الكيميائية الموجودة في المواد الغذائية، فتتجزأ البروتينات الغذائية نتيجة لنشاط أحياء الكرش الى مكوناتها من الأحماض الأمينية بعملية depeptidation التي يجري خلالها تكسير الأواصر الببتيدية التي تربط تلك الأحماض في جزيئة البروتين، ليجري بعد ذلك النزع السريع لمجاميع الأمين وينتج عنها تكون الأمونيا من مجاميع الأمين في الأحماض الأمينية الغذائية فضلا عن تحلل اليوريا المدورة والمركبات النتروجينية غير البروتينية الموجودة في الغذاء، فيما تنتج الأحماض الدهنية الطيارة من الهياكل الكربونية للأحماض الأمينية التي ستتعرض الى إزالة أميناتها، كما تنتج أيضا من تخمر المادة العضوية في الكرش، وتشمل الأحماض الدهنية ذات السلاسل المستقيمة كحامض الأسيتيك و السلاسل المتفرعة التي تضم أحماض 2-methyl butyric, isobutyric, isovaleric والكيتونات وCO2 ، وعند توفر مستويات مناسبة من الطاقة سريعة التخمر تتمكن أحياء الكرش المجهرية من الاستفادة من الأمونيا لإنتاج البروتين الميكروبي فضلا عن قدرة تلك الأحياء على دمج الأحماض الأمينية في ذلك البروتين. وبالرغم مما ذكر، فأنه ليس من المناسب اعتبار البروتين أحد مصادر الطاقة، حيث أن استخدامه لهذا الغرض يعد هدرا وظيفيا، ومع ذلك فأن هذا الاتجاه يمكن أن يحدث عندما لا يتوفر مصدرا كافيا من الطاقة لتأمين احتياجات الأحياء المجهرية عندئذ سيحصل فقد في الأمونيا المتحررة في الكرش من تحلل المصادر النتروجينية المختلفة، بسبب عدم إدخالها في تركيب البروتين الميكروبي فيما تدخل السلاسل الكربونية الى دورة كريبس بنفس الطريقة التي تدخل بها نواتج الأيض ألهدمي للسكريات والدهون لإنتاج الطاقة التي تحتاجها الأحياء المجهرية.