تغذية حيوان عملي المرحلة: الثالثة

مدرس المادة: م. وسام جاسم محمد الانتاج الحيواني

المحاضرة الرابعة

الماء

دور الماء واحتياجه في جسم الحيوان

من الناحية الغذائية والفسيولوجية يعتبر الماء ضروري جداً للجسم فلا حياة بدون الماء ، ومن اهم وظائف الماء الفسيولوجية :

1 – يذيب الاملاح المعدنية والمواد العضوية حتى يمكن ان تقوم الانسجة بعمليات التمثيل الغذائي .

2 – يسهل التفاعلات الكيمياوية داخل الجسم لسهولة تأينه .

3 – تمكن حرارته النوعية العالية من امتصاص الحرارة الناشئة عن التفاعلات الكيمياوية في الخلايا .

4 – ينظم درجة حرارة الجسم .

5 – لاتتم عمليات الهضم والامتصاص والتمثيل والافراز دون الماء .

6 – يدخل في تركيب كافة السوائل الجسمية كالدم والهرمونات والعصارات الهضمية والانزيمات .

7 – يوجد مرتبط مع البروتينات والكربوهيدرات والدهون .

ومما تجدر الاشارة اليه ان مصادر تجهيز الجسم بالماء هي :

1 – ماء الشرب .

2 – الماء الداخل في مكونات المواد الغذائية .

3 – الماء الناتج من اكسدة المواد الغذائية داخل الجسم (الايض) Metabolic او Oxidative water يسمى بالماء الايضي او التأكسدي .

ان اكسدة 100 غم من الكربوهيدرات ينتج عنها 60 غم من الماء .

وان اكسدة 100 غم من الدهون ينتج عنها حوالي 108 غم من الماء .

وان اكسدة 100 غم من البروتينات ينتج عنها حوالي 42 غم من الماء .

ان عليقة المجترات عادة تحتوي على اكثر من 4 ٪ دهن ، ولكن اكسدة الاحماض الدهنية الطيارة الناتجة من التخمر الذي يحدث في الكرش والامعاء ينتج عنه 67 – 93 غم من الماء لكل 100 غم من الحامض . دلت الدراسات التي اجريت على الماشية والخيول ان

الماء الايضي يشكل حوالي 5 – 10 ٪ من مجموع الماء المتناول ، يختلف الماء الايضي هو الاخر باختلاف نوع الحيوان ونوع الغذاء .

يلعب الماء الايضي دوراً هاماً في بعض الظروف الفسلجية التي تمر فيها بعض الحيوانات خاصة التي تمر في فترة سبات (خلال الفترة التي يكون فيها ميزان الطاقة سالباً) ، حيث ان الماء الايضي الناتج من الاكسدة يكون كافياً لسد احتياجات الجسم عما يفقده خلال عمليات التنفس والتبخر .

صور الماء الموجود داخل الجسم :

أ- الماء الحر Free water ، الماء الموجود على هيئة محلول متصل كيميائياً بأي مادة ويمكن تجميده .
ب- الماء المرتبط Bound water ، الماء المرتبط كيميائياً بالمواد .
ج- ماء التمثيل Metabolic water ، الماء الناتج من التفاعلات الحيوية داخل الجسم كالاكسدة .

فقدان الماء

يحدث فقدان في ماء الجسم عن طريق الادرار والبراز والحليب والتبخر (عن طريق الرئتين والجلد ويسمى الفقد غير المحسوس) . ان عمل الماء في الادرار هو اذابة المواد التي يراد طرحها عن طريقه ، وهناك فروقات كبيرة جداً بين انواع الحيوانات من ناحية فقدان الماء عن طريق الادرار (وذلك يعود الى اختلاف طبيعة الناتج النهائي لأيض البروتين) فبعض انواع الحيوانات لها القابلية على تركيز الادرار الى درجة كبيرة اكثر من الانواع الاخرى المتأقلمة للعيش في الجو الرطب .

هناك عدداً من العوامل التي لها تأثير واضح على فقدان الماء عن طريق الادرار ، ربما اهمها درجة حرارة الجو ، فمن الطبيعي ان الحيوانات اذا تناولت كميات كبيرة من الماء اثناء الجو الحار فأن فقدان الماء عن طريق الادرار سوف يزداد كثيراً . ومن العوامل الاخرى هي المادة الجافة المتناولة والمادة الجافة المهضومة والكمية المتناولة من الدهن والبوتاسيوم والفسفور والكلور والنتروجين (البروتين) ، كما هو معروف فأن ما زاد عن

احتياجات الجسم للإدامة والانتاج من بروتين يجب ان يتخلص الجسم منه فيتم تخفيفه وطرحه خارج الجسم عن طريق الادرار ولذ يحتاج الى ماء اكثر اضافة الى قلة الماء

الايضي الناتج من هدم البروتين مقارنة بالماء الايضي الناتج من هدم الدهن او الكربوهيدرات .

هناك فروقات معنوية بين انواع الحيوانات من ناحية نسبة الماء الموجود في البراز ، فالماء المفقود عن طريق البراز عادة يكون اكثر بكثير في المجترات عنه في الانواع الاخرى من الحيوانات وهذا الماء يكون تقريباً مساوياً لكمية الماء المفقود عن طريق الادرار . الحيوانات التي تتناول علائق ذات محتوى عالٍ من الالياف تطرح في البراز نسبة اعلى من الماء . الحيوانات التي يكون برازها على شكل قطع صغيرة (مثل الاغنام والجمال) عادة يحتوي برازها ماءً اقل من الانواع الاخرى من الحيوانات التي لا يكون برازها على شكل قطع صغيرة . ويعتقد بأن الحيوانات التي يكون روثها على شكل قطع صغيرة تمتص امعائها الماء اكثر لذلك فهي افضل تأقلماً او تكيفاً للأجواء الاكثر جفافاً ، واكثر تحملاً للعطش في حالة قلة ماء الشرب ، وبصورة عامة تتراوح نسبة الماء في فضلات الاغنام من 50 – 70 ٪ وفي روث الابقار بحدود 68 - 80٪ .

الفقد غير المحسوس من مجموع الماء المفقود مبدئياً يكون كبير بسبب الفقد عن طريق الرئتين وخاصة في الجو الحار جداً ، حيث ان هواء الشهيق ربما يكون جافاً بينما يكون هواء الزفير مشبعاً 90 ٪ بالماء ، وهذا الفقد يزداد بدرجة كبيرة من خلال زيادة سرعة التنفس عند زيادة النشاط الفيزياوي للحيوان وذلك عندما يكون الجو حاراً . اوضحت بعض التجارب ان معدل الفقد في ابقار الحليب كان حوالي 1133 و 1174 غم ماء / ساعة في درجة حرارة 18 و 39 م° على التوالي وان الفقد الاعظم في الاغنام قد يصل الى حوالي 95 مل / $م^3$ / ساعة .

فقدان الماء عن طريق العرق يختلف كثيراً باختلاف انواع الحيوانات ، فالحيوانات المتأقلمة للعيش في المناطق الحارة تكون الغدد العرقية فيها متطورة التكوين واكثر كفاءة وهذا احد اسباب كون الابقار الاسيوية (Bos indicus) اكثر تحملاً للحرارة من عروق الابقار الاوربية (Bos taurus) .

لقد وجد في عروق مختلفة من الابقار ان اقصى سرعة لفقدان الماء من الجلد هي ثلاثة اضعاف الكمية المفقودة عن طريق الرئتين . وفي ابقار الزيبو يكون الفقد عن طريق التعرق هو ستة اضعاف مما هو عن طريق التنفس . غير ان ابقار الشورتهورن التي تمتلك جهاز للتعرق اقل كفاءة وجد بأن النسبة هي 3 أو 4 الى 1 ، بينما في الاغنام وجد ان كمية الماء المفقود عن طريق التنفس هي ثمانية اضعاف كمية الماء المفقود عن

تعليمات وإرشادات عامة عن استخدام مختبر التغذية

يعتبر مختبر التغذية مشابه لمختبرات الكيمياء ، حيث تستخدم فيه المواد الكيمياوية والأدوات الزجاجية وأجهزة التحليل الغذائي المختلفة ، لذا فان هناك بعض الإرشادات والتعليمات الواجب إتباعها من قبل الأشخاص العاملين في المختبر لضمان سلامتهم والمحافظة على الأجهزة المختبرية المستخدمة . والتي يمكن تلخيصها بالنقاط التالية :

١-ارتداء الصدرية أثناء العمل داخل المختبر سلامة للملابس والجسم في حال انسكاب بعض المواد الكيمياوية .

٢-الحذر الشديد عند استخدام المواد الكيمياوية المركزة مع المحافظة عليها من الكسر او رفع ورقة الدلالة عليها.

٣-غسل الزجاجيات جيدا بعد استخدامها وعدم ترك المحاليل الكيمياوية فيها . ويتم غسل الزجاجيات عادة بالماء العادي ومسحوق الغسل أولا ثم بالماء المقطر وتترك مقلوبة حتى تجف أو توضع في فرن التجفيف .

٤-الاقتصاد في استخدام الماء المقطر والمواد الكيمياوية عند إجراء التجارب والهدف من ذلك هو لوصول إلى نتائج صحيحة بأقل التكاليف .

٥-قراءة خطوات التحاليل أو التجارب بدقة وإتباع نفس الإضافات بالتركيز المطلوب والتوقيت الزمني لكل مرحلة .

٦-الاستخدام الصحيح للأجهزة والأدوات في المختبر وعدم المحاولة لتشغيل أي جهاز دون أن يكون للشخص معرفة كاملة بطريقة تشغيله .

تقدير الألياف الخام
Crud Fiber Determination

يقصد بالألياف الخام ذاك الجزء من الكاربوهيدرات في الغذاء خاصة في جدار الخلية النباتية وهي غير قابلة للهضم أو الذوبان في الحوامض والقواعد المخففة ، أو التحلل بفعل الأنزيمات في القناة الهضمية . ويطلق عليها كذلك بالكاربوهيدرات غير الذائبة ويشتمل مصطلح الألياف الخام على السليلوز والهيميسليلوز و اللكنين . إن معرفة محتوى المواد العلفية من الألياف يعطي مؤشراً على قابلية المادة للهضم وحجمها وبالتالي قابليتها الغذائية خاصة بالنسبة للحيوانات ذات المعدة البسيطة .

تعتمد الفكرة الأساسية لتقدير الألياف الخام على التخلص من المركبات العضوية الأخرى الموجودة في المادة عن طريق تعريضها للغليان والإذابة باستخدام حامض وقاعدة مخفف ومن ثم حرق المتبقي من المادة بعد هذه العملية ويكون الفرق بين وزن الراسب قبل الحرق ووزن الرماد المتخلف عنه بعد الحرق هو كمية الألياف الخام الموجودة في المادة . ويفضل عند تقدير الألياف الخام استخدام عينات مطحونة بشكل جيد لتسهيل تفاعلها مع المواد الكيمياوية ، كما يجب أن تكون العينة خالية من الدهن حيث أن الدهن يكون عرضة للتأكسد ويسبب صعوبة في عملية الهضم والترشيح ، كذلك يفضل إضافة الحامض قبل القاعدة لكون القاعدة المخففة تتفاعل مع الدهن الموجود أو بقاياه إن وجد ما يؤدي إلى حدوث تصبن وأزيز وفوران .

<u>خطوات العمل</u> :

١– يؤخذ عينة من المادة بحدود ١–٢ غرام وتنقل الى بيكر جهاز تقدير الألياف النظيف والجاف والمرقم .

٢– يضاف ٢٠٠ مل من حامض الكبريتيك المخفف (٠.٢٥٥ عياري) والذي سبق تسخينه مع إضافة مادة مانعة للفوران أو يستخدم مسحوق الخزف أو الاسبستوس بمقدار ١ غرام عوضا عنها .

٣– يثبت البيكر على الجهاز مع فتح ماء التبريد وحرارة التسخين ويحسب ٣٠ دقيقة من بدء الغليان .

٤– بعدها يتم ترشيح محتويات البيكر باستخدام قمع بوخنر (Buchner) وورق ترشيح وقد يستخدم جهاز شفط لتسهيل التخلص من السوائل ثم يتم غسل لمحتويات المتبقية بعد الترشيح بماء مقطر ساخن على ثلاث مرات وبمقدار ٧٥ مل في كل مرة ، ثم تعاد المحتويات إلى البيكر مرة أخرى مع مراعاة عدم حصول فقد في العينة .

٥– يتم ا ضافة ٢٠٠ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم المخفف (٠.٣١٣ عياري) الساخن مع إضافة قطرة من المادة المانعة للفوران .

٦– يعاد البيكر الى الجهاز ويفتح ماء التبريد وحرارة التسخين وتحسب ٣٠ دقيقة من بدء الغليان .

٧– يتم ترشيح محتويات البيكر وكما ورد في الخطوة (٤) .

٨– بعد الترشيح يغسل الجزء المتبقي مرتين بالأسيتون أو كحول الايثانول تركيز ٩٥ % ، وتحويل الراسب بالأسيتون أو الكحول إلى جفنه كبيرة.

٩– تجفف ألجفنه ومحتوياتها على درجة حرارة ١٣٠ مئوية لمدة ساعتين ثم تبرد باستخدام المبرد الزجاجي وتوزن بدقة ويعتبر هذا الوزن قبل الحرق .

١٠–توضع ألجفنه في فرن الحرق على درجة ٦٠٠ مئوية لمدة ساعتين ثم تبرد بالمبرد الزجاجي ، وتوزن حيث يمثل وزن ألجفنه والرماد فيها بعد الحرق . وتحسب نسبة الألياف كما يلي :

$$\% \text{ للألياف} = \frac{\text{وزن ألجفنه والمحتويات قبل الحرق} - \text{وزنها بعد الحرق}}{\text{وزن العينة}} \times ١٠٠$$

تحضير المحاليل الكيمياوية :

١–تحضير محلول حامض الكبريتيك ٠.٢٥٥ عياري باستخدام قانون التخفيف الذي سبق وان تم التطرق إليه في المحاضرة الثانية (تحضير المحاليل الكيمياوية القياسية) .

٢–تحضير محلول قاعدي من هيدروكسيد الصوديوم (١ عياري) بإذابة ٤٠ غرام من القاعدة النقية في لتر ماء مقطر ثم يستخدم هذا المحلول وبتطبيق قانون التخفيف في الحصول على محلول ٠.٣١٣ عياري من هيدروكسيد الصوديوم .

إن معرفة محتوى المواد من الألياف الخام ربما لا يعطي فكرة واضحة عن مدى كفاءة استفادة الحيوان من الألياف ، حيث من المعروف أن اللكنين يعتبر مادة صعبة الهضم وتؤثر النسب المرتفعة منه سلبا في هضم السليلوز والهيميسليلوز والتي تشكل مع اللكنين المكونات الأساسية للألياف . كما أن هضم السليلوز يعتبر أبطأ (أكثر صعوبة) من الهيميسليلوز، لذلك وبغية إعطاء صورة واضحة عن محتوى المادة من الألياف فقد تم ابتكار بعض الأساليب باستخدام محاليل كيمياوية مختلفة من قبل Goering و Van Soest (١٩٧٢) و Van Soest وآخرون (١٩٩١) والتي أمكن من خلالها تقدير محتوى المواد من السليلوز والهيميسليلوز واللكنين . وتشمل هذه التقديرات على :

١–تقدير ألياف الغسل المتعادل والتي تعرف Neutral Detergent Fiber (NDF) والتي تمثل محتوى المادة السليلوز والهيميسليلوز واللكنين .

٢–تقدير ألياف الغسل ألحامضي Acid Detergent Fiber (ADF) والتي تعبر عن محتوى المادة من السليلوز واللكنين .

٣–تقدير اللكنين بالغسل بالحامض Acid Detergent Lignin (ADL) وتعبر عن محتوى المادة من اللكنين ويتم التقدير باستخدام حامض الكبريتيك تركيز ٧٢ % .

خامساً المراعي والحقول :

لتحديد التركيب الكيميائي للنباتات في مرعى أو حقل معين عند مرحلة معينة من النمو فانه يتم أخذ النماذج الأولية منها عن طريق التحرك في المساحة المعينة بشكل حرف يغطي هذه المساحة مثل X أو Z وبمسافات محددة ٢٠ – ٥٠ م حيث تقطع النباتات الموجودة ضمن مربع مساحته ١٢ × ١٢ انج مع مستوى سطح الأرض مع مراعاة الحفاظ على جميع أجزاؤها خاصة الأوراق من التساقط ، تمزج النماذج جيداً ويتم اختيار نموذج نهائي منها يرسل إلى المختبر مع كافة المعلومات .

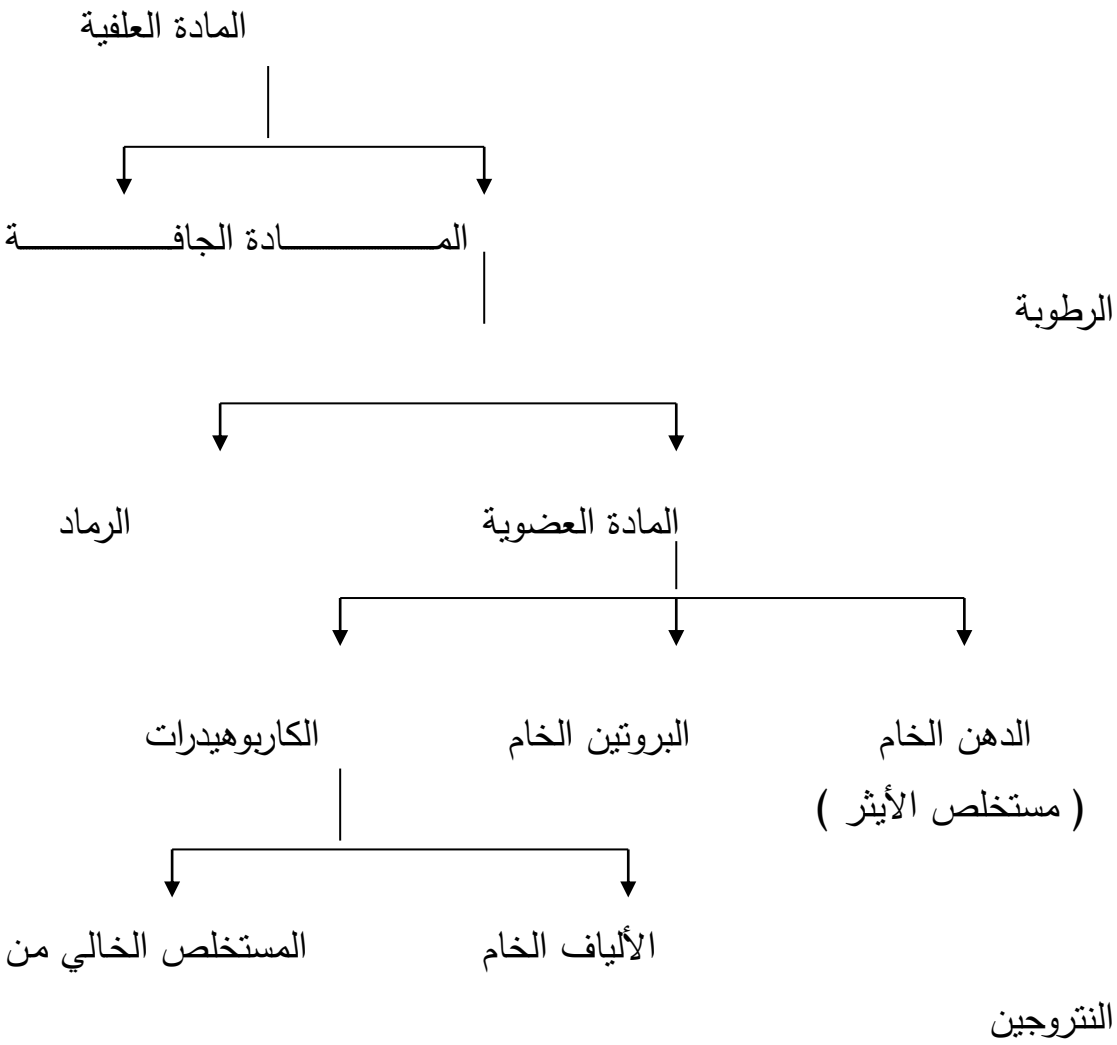
الإعداد ألمختبري للنماذج :

تؤخذ النماذج النهائية المرسلة إلى المختبر سواءً من الحقل أو مخزن العلف أو أي جهة أخرى ، وتكون الخطوة الأولى بعد مزجها جيداً تقسيم النموذج إلى قسمين ، يعاد حفظ القسم الأول للاحتياط أو الحاجة . ويطحن القسم الثاني بالنسبة للمواد شبه الجافة حيث يعمل الطحن على تجانس مكونات المادة وتوزيعها بشكل جيد داخل المسحوق وزيادة المساحة السطحية للمادة ما يسهل عمل المواد الكيمياوية عليها عند التحليل وبالتالي الحصول على معلومات صحيحة وأدق عن تركيب المادة .

أما بالنسبة للنماذج المرتفعة في نسبة الرطوبة كالسايلج والنباتات الخضراء المرسلة مباشرة إلى المختبر أو المعاد إذابتها بعد التجميد فيفضل بعد تقسيم النموذج إلى قسمين وحفظ احدهما ، تقطيع القسم الأخر بالة حادة إلى قطع صغيرة تمزج جيداً ثم تقسم إلى نصفين ، إذ يتم اخذ نماذج من النصف الأول لتقدير الرطوبة ويجفف

النصف الثاني ويطحن ويحفظ في أوعية محكمة القفل لاستخدامه في التحاليل الكيميائية المختلفة .

يفضل بداية أي تحليل فرش النموذج المطحون على ورقة أو في وعاء كبير واخذ العينات المطلوبة للتحليل على دفعات صغيرة متناسبة ومن عدة أماكن وأعماق لتمثل النموذج المطحون للمادة ، كما يفضل عند إجراء أي تحليل كيميائي استخدام أكثر من عينة واحدة (اثنان على الأقل) لكل تحليل حيث أن زيادة عدد العينات (المكررات) المحللة يزيد من دقة النتائج ويقلل نسبة الخطأ في التحليل حيث لا يقبل عادة بالنتائج إذا اختلفت عن بعضها بنسبة (٠.٥ – ١ %) بين المكررات لتحليل معين ويستخدم المعدل العام للنتائج المتقاربة للمكررات . وعادة يتم التعبير عن نتائج التحليل لمادة ما على أساس المادة المستخدمة في التحليل (As Fed) وتسمى أيضا على أساس المادة الأصلية ، أو يعبر عنها على أساس المادة الخالية من الرطوبة (Dry mater) أي المادة الجافة . وبشكل نسبة مئوية أو بشكل وزني غم / كغم .



مخطط يمثل محتوى المادة العلفية من المركبات الغذائية

الطاقة الغذائية Food Energy

يمكن تعريف الطاقة بالقدرة على اداء العمل . تعتبر الطاقة المصدر الاساس الذي يحتاجه الحيوان لتوليد الحرارة في جسمه لغرض الادامة والانتاج كإنتاج العضلات (اللحم) وانتاج الحليب والبيض والصوف والشعر وغيرها من المنتجات ، اضافة الى ذلك تحتاج اعضاء الجسم المختلفة للطاقة للقيام بالفعاليات الحيوية المختلفة . يستخدم الحيوان الغذاء كمصدر للطاقة اللازمة حيث يقوم بأكسدة المركبات الغذائية وتحويلها الى طاقة ، وعليه فأن قابلية المواد الغذائية (العلفية) على تجهيز الجسم بالطاقة تعتبر من الاسس المهمة في التقييم الغذائي ، حيث تختلف المواد العلفية بقابليتها على تجهيز الحيوان بالطاقة حسب قيمتها الغذائية .

تقاس الطاقة بالسعرات الحرارية Calories والسعرة الحرارية ؛ عبارة عن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (من 14.5 الى 15.5 م°) . اما كيلو سعرة (K cal) فتساوي 1000 سعرة حرارية وهي المتداولة ، او ميكا كالوري Mega calorie وتختصر (M cal) وهي تساوي 1000 K cal اي مليون سعرة حرارية . وقد اتفق علماء التغذية حديثا على استخدام وحدة لقياس الطاقة بدلا من Calorie تعرف بالجول Joule حيث ان السعرة الواحدة تساوي 4.184 جول (J) ومن ثم يمكن التعبير على اساس هذه الوحدة كيلو جول وميكا جول .

ويمكن تقسيم الطاقة الى :

■ الطاقة الكلية Gross Energy (G . E)

ويقصد بها كمية الحرارة الناتجة من اكسدة المادة الغذائية خارج الجسم اكسدة كاملة اوبعبارة اخرى حرق المادة بوجود الاوكسجين فقط .

تحتوي الدهون على طاقة كلية تقدر بـ 2.25 مرة اكثر مما هو موجود في الكربوهيدرات وهذا يرجع الى التركيب الكيمياوي لجزيء الكربوهيدرات والدهن حيث ان نسبة الكاربون والهيدروجين الى نسبة الاوكسجين في الدهون اعلى مما هي عليه في الكربوهيدرات مما يعطي الدهون فرصة اعلى للتأكسد وبالتالي تحرير كمية عالية من الطاقة . كما تحتوي البروتينات على طاقة كلية اكثر مما تحتويه الكربوهيدرات بحوالي 1.39 . ونظرا لتفوق الكربوهـيدرات على البروتينات والدهون من حيث كمـية وجـودها

في المواد العلفية لذلك فأن الطاقة الكلية للمواد العلفية المختلفة تكون متقاربة ولاتفرق عن بعضها الا قليلاً عدا المواد العلفية الغنية بالدهون مثل كسبة بذور الكتان التي تحتوي على 9٪ دهن فتكون الطاقة الكلية لها اعلى من المواد العلفية الاعتيادية . على ذلك نجد ان قيمة الطاقة الكلية لمواد العلف عموما تقدر بـ 4.4 كيلو سعرة / غم مادة جافة .

■ الطاقة المهضومة Digestible Energy (D . E)

تعتبر الطاقة الكلية في المواد العلفية تقدير غير دقيق لكمية الطاقة المفيدة للحيوان لأنه لا تؤخذ في الحساب كميات الطاقة المفقودة اثناء عملية الهضم والتمثيل . فالطاقة المهضومة تمثل الطاقة الكلية مطروحاً منها الطاقة الناتجة في روث الحيوان . فأول نوع من الفقد يتمثل بمقدار الطاقة الموجودة في الروث (البراز) ، وهذه تمثل الطاقة القابلة للهضم ظاهريا .

■ الطاقة الممثلة Metabolizable Energy (M . E)

فالطاقة الممثلة لمادة غذائية أو علفية تساوي الطاقة المهضومة مطروحاً منها مجموع الطاقة المفقودة في الادرار (البول) والغازات الناتجة من هضم وتخمر المركبات الغذائية في الكرش . طاقة البول موجودة في المركبات النتروجينية مثل اليوريا وايضا في المركبات غير النتروجينية مثل Citric acid والغازات المفقودة من الكرش يتكون معظمها من غاز الميثان.

العوامل التي تؤثر على قيمة الطاقة الممثلة :

تعتبر مصادر فقدان الطاقة كالروث والبول والغازات من العوامل الرئيسية التي تؤثر على قيمة الطاقة الممثلة وان فقدان الروث يكون اهمها واكثرها تأثيرا. وحتى المواد العلفية العالية بمعامل هضمها مثل الشعير وجد بأن كمية الطاقة المفقودة في الروث تساوي ضعف الطاقة المفقودة في البول وغاز الميثان .

تتغير قيمة الطاقة الممثلة لمادة علفية معينة تبعاً لاختلاف نوع الحيوان ففي الحيوانات اللامجترة يكون مقدار الطاقة المفقودة بشكل غاز الميثان ضئيلا وهذا يعني ان مثل المواد العلفية المركزة التي تهضم تقريباً بنفس الدرجة من قبل المجترات وغير

المجترات ستكون الطاقة الممثلة لها اعلى في حالة الحيوانات الغير مجترة ، ويمكن توضيح ذلك بمقارنة قيمة الطاقة الممثلة للشعير لأنواع مختلفة من الحيوانات فوجد ان

هذه القيمة كانت 3.19 للطيور و 3.29 للخنازير و 2.92 كيلو سعرة لكل غم من المادة الجافة للأبقار .

تكون قيمة الطاقة الممثلة للمادة العلفية متغيرة تبعاً لمدى استفادة الحيوان من الاحماض الامينية التي حصل عليها نتيجة استهلاك تلك المادة العلفية في تكوين البروتينات في جسمه وتبعاً لمدى عدم الاستفادة منها خلال عملية فصل الامينات deamination وطرح نتروجين تلك الاحماض الامينية في البول بشكل يوريا او يوريك اسيد . ان 1 غم من النتروجين المطروح خارج الجسم بشكل يوريا يكافيء 5.4 كيلو سعرة واذا كان بشكل مركبات اخرى مثل حامض اليوريك 8.22 كيلو سعرة .

طريقة تحضير المواد العلفية قد تؤثر في بعض الحالات على قيمة الطاقة الممثلة بالنسبة للمجترات طحن الاعلاف الخشنة وصناعتها بشكل اقراص تؤدي الى زيادة فقدان الطاقة في الروث . الفقدان الاضافي في الروث نتيجة زيادة تناول الغذاء يكون اقل لمواد علفية ذات معامل هضم عالي منها لمواد علفية ذات معامل هضم واطيء (اعلاف رديئة النوعية) .

الحرارة الزائدة Heat Increment (H . I)

نتيجة استهلاك الحيوان للمواد العلفية يحصل فقدان على شكل انتاج حرارة في جسم الحيوان اضافة الى الانواع الاخرى من فقدان الطاقة ، ان الحيوانات باستمرار تنتج الحرارة وتفقدها الى محيطها ام مباشرة عن طريق الاشعاع والتوصيل والحمل او بصورة غير مباشرة عن طريق تبخر الماء من الجسم . واذا لم يكن الحيوان في محيط بارد فأن الطاقة الحرارية هذه لم تكن مفيدة ويجب اعتبارها طاقة مفقودة ايضاً تضاف الى مفقودات الطاقة الغذائية الاخرى .

السبب الرئيسي لهذه الزيادة في الحرارة هو عدم كفاءة التفاعلات ذات العلاقة بتمثيل المركبات الغذائية الممتصة الى داخل جسم الحيوان ويعزى جزء اخر من زيادة الحرارة هذه الى عمليات هضم الغذاء المتناول ، ففي المجترات تنتج حرارة بفعل الاحياء الدقيقة الموجودة في القناة الهضمية تعرف بحرارة التخمر heat of fermentation .

الطاقة الصافية Net Energy (N . E)

الطاقة الصافية لمادة علفية معينة تساوي الطاقة الممثلة مطروحاً منها الحرارة الزائدة ، فهي بذلك تمثل الطاقة المتوفرة لدى الحيوان لأغراض مفيدة مثلاً لأدامة جسمه ولأشكال الانتاج المختلفة .

الطاقة الصافية المستخدمة لأدامه الحيوان يستفاد منها لأداء عمل بداخل الجسم ثم تطرح خارج الحيوان على شكل حرارة . اما الطاقة الصافية المستعملة للنمو والتسمين وانتاج الحليب والبيض والصوف اما تخزن داخل الجسم او تطرح الى خارجه بشكل طاقة كيمياوية وان كمية الطاقة المستخدمة للإنتاج تدعى بمقدار خزن الطاقة في الحيوان animals energy retention اي (خزن الطاقة Energy Retention) .

تقدير الدهن الخام (مستخلص الايثر)
Ether Extract determination

يشتمل الدهن الخام الموجود في الأنسجة النباتية والحيوانية المختلفة على الدهن الحقيقي (الدهن والزيت والشمع) وهي أسترات الحوامض الدهنية مع الكلسيرول أو الكحول إضافة إلى العديد من المركبات الأخرى التي لها القابلية على تكوين رابطة استر والتي ينتج عنها عند التحلل الأحماض الدهنية والكحول إضافة إلى مركبات أخرى مثل الكاربوهيدرات الناتجة عن تحلل كلايكولبيد أو البروتين الناتجة عن الليبوبروتين أو حامض فوسفوريك وقواعد نتروجينية وكلسيرول والناتجة عن الفوسفولبيد وغيرها . هذه المواد تكون غير قابلة للذوبان بالماء لكنها تذوب في العديد من المذيبات العضوية مثل الايثر (ثنائي اثيل الايثر) و بترولیوم أيثر و الكلوروفورم و البنزين و الهكسان والايثانول والميثانول ، ويعتبر الايثر من أفضل هذه المذيبات المستخدمة في تقدير الدهن كونه يعمل على إذابة كافة الدهون المؤكسدة وغير المؤكسدة في المادة كما يمكن مزجه مع البنزين بنسبة (٦٠ : ٤٠) لغرض الاقتصاد في استخدام الايثر وتقليل الفقد الحاصل عند التقدير باعتباره مادة سريعة التطاير وكذلك رفع درجة اتقاده الواطئة والتي بحدود ٣٠ درجة مئوية مما يقلل من مخاطر الاحتراق داخل المختبر .

يستخدم في تقدير الدهن العديد من الأساليب اعتماداً على نفس الفكرة والتي تتضمن تعريض العينة للايثر باستمرار لاستخلاص الدهن ولفترات زمنية مختلفة باستخدام جهاز السكسليت (Soxhlet) المعتمد على أساس تقدير الدهن في عينة واحدة أو عدة عينات في وقت واحد . ويتكون السكسليت من دورق استقبال الذي يوضع فيه المذيب العضوي ، وحاملة وسطية توضع فيها العينات ومكثف يعمل على تكثيف المذيب العضوي المتبخر بعد تسخينه باستخدام هيترات مناسبة لاستخلاص الدهن من المواد العلفية المختلفة. وهناك طريقة أخرى لتقدير الدهن باستخدام جهاز كروماتوكرافيا الغاز Gas Chromatographic تعتمد على تقدير الحوامض الدهنية

الموجودة في تركيب المادة العلفية وبالتالي فهي تعتبر أكثر دقة مقارنة باستخلاص الدهن بطريقة السكسليت.

ويمكن تلخيص خطوات تقدير الدهن بطريقة السكسليت بما يلي :

١- يوزن ١-٢ غرام من العينة الجافة في ورقة ترشيح معلومة الوزن وتلف الورقة بطريقة خاصة لمنع فقد العينة عند الاستخلاص .

٢- تنقل الورقة والعينة إلى الحاملة الوسطية .

٣- يتم ملئ دورق الاستقبال النظيف والجاف بالمذيب العضوي بما يعادل ثلاثة أرباع حجمه ، ثم يربط الجهاز ويتم فتح الماء المار بالمكثف ثم يتم تشغيل مصدر الحرارة (الهيتر) .

٤- يبدأ المذيب العضوي بالتبخر والصعود إلى المكثف حيث يتكاثف ويتقطر على العينة في الحاملة الوسطية ، ويرتفع المذيب العضوي في الحاملة الوسطية حتى يصل مستواه إلى نهاية الأنبوبة الجانبية حيث تحصل عملية السيفون ليعود المذيب العضوي إلى دورق الاستقبال حاملا معه الدهن المستخلص من العينة ، وعادة يتم ضبط درجة حرارة المصدر الحراري بحيث تتكرر عملية السيفون بمعدل ٤-٥ مرات في كل ساعة وتستمر العملية لمدة ٤-٦ ساعات .

٥- بعد انتهاء فترة الاستخلاص يتم إطفاء مصدر الحرارة ويترك الايثر ليبرد بعدها يتم إخراج العينات من الحاملة الوسطية وتجفف على درجة حرارة ١٠٠ مئوية لمدة ثلاث ساعات ثم تبرد وتوزن .

٦- تحسب نسبة الدهن الخام المئوية في العينة وفقاً للمعادلة التالية :

$$\textbf{\% للدهن الخام} = \frac{\text{وزن العينة والورقة قبل الاستخلاص} - \text{وزن العينة والورقة بعد الاستخلاص}}{\text{وزن العينة قبل الاستخلاص}} \times ١٠٠$$

التحليل الغذائي

يقصد به التحليل الكيميائي للمادة العلفية لمعرفة محتواه من المركبات الغذائية ، وتستند فكرة أو عملية التحليل الكيمياوي على طريقة تدعى بطريقة التحليل التقريبي (Proximate Analysis) والتي تعرف أحيانا بطريقة وندي للتحليل (Weende Procedure) التي ابتكرها اثنان من العلماء الألمان هما Hennenberge و Stohman في محطة وندي للأبحاث في ألمانيا عام ١٨٥٤ . وتشتمل هذه الطريقة على العديد من الأساليب لتقدير مكونات المادة العلفية (الغذائية) الستة التالية :

١- الماء (الرطوبة) : هو الماء الحر الموجود في المادة العلفية (الغذائية) ويمكن التخلص
منه بالتجفيف .

٢- البروتين الخام : يمثل المادة النتروجينية في المادة العلفية وتشمل البروتين الحقيقي المتكون من ارتباط العديد من الأحماض الامينية مع بعضها البعض بأواصر ببتيدية، والمواد النتروجينية اللابروتينية مثل الامونيا واليوريا الاميدات والأحماض الامينية الحرة.

٣- الدهن الخام : يشمل جميع المركبات التي تذوب في المذيبات العضوية كالأيثر والبنزين وغيرها مثل الدهون والزيوت والشمع والأصباغ النباتية .

٤- الألياف الخام : وهي كاربوهيدرات معقدة غير قابلة للهضم أو التحلل بالحوامض والقواعد المخففة أو أنزيمات القناة الهضمية وتشمل السيللوز والهيميسيللوز واللكنين .

٥- المستخلص الخالي من النتروجين : وتشمل السكريات البسيطة كالكلوكوز والسكريات المتعددة كالنشا .

٦- الرماد : وهي تمثل العناصر المعدنية في محتوى المادة العلفية .

ولا تزال هذه الطريقة تستخدم وعلى نطاق واسع كأساس للتقييم الأولي للمواد الغذائية، وقد أدى تطور علم الكيمياء الحيوية والتحليلية ودخول الأجهزة الحديثة المتطورة في التحليل الغذائي إلى تطور أساليب التحليل وزيادة دقة النتائج المتحصل عليها . وتعتبر نتائج التحليل الكيميائي مهمة من الناحيتين النظرية والعملية حيث يتوقف على نتائجه ما يلي :

١- حساب كمية المواد العلفية المقدمة للحيوانات .

٢- عملية أعداد وتكوين العلائق .

٣- الكشف عن الغش في بعض المواد العلفية .

٤- تحديد أسعار المواد العلفية .

٥- دقة وأمانة تفسير ومناقشة نتائج البحوث العلمية في مجال التغذية.

وتفرض الكثير من الدول القوانين المشددة على منتجي مخاليط أعلاف الحيوانية لتدوين مكونات هذه المخاليط ونتائج التحليل الكيميائي الفعلي، إذ يدون عليها الحد الأدنى لنسبة البروتين والدهن والحد الأعلى للألياف والرماد ، ويتم محاسبة المنتجين أفراداً وشركات قضائيا في حال عدم أمانة ودقة هذه التقديرات اعتمادا على تحاليل فعلية لاحقة على نماذج من هذه المخاليط .

إن معرفة التركيب الكيميائي لمادة علفية معينة ربما يكون غير كافياً لمعرفة الفائدة الحقيقية

(القيمة الغذائية) للمادة لنوع معين من الحيوانات، فهو لا يعطي فكرة عن محتوى المادة من المواد السامة أو استساغتها أو قابلية هضمها ، إذ يتطلب الأمر إجراء تجارب هضم على الحيوانات المعنية لمعرفة مدى استساغتها والاستفادة من مكونات المادة العلفية . حيث من المعروف أن المواد العلفية وحتى الغنية منها نسبيا ببعض المركبات الغذائية عندما تكون ذات قابلية هضم منخفضة جداً ولذا فأنها لا تشكل سوى مادة مالئة قليلة الأهمية .

اختيار نماذج (عينات) التحليل :

تعتبر هذه العملية مهمة جدا حيث يجب أن يمثل النموذج أو العينة المزمع تحليلها المادة المأخوذة منها وإلا كانت نتائج التحليل عديمة الفائدة أو قليلة الأهمية بالرغم من دقة وصحة الأساليب و الأجهزة المستخدمة في التحليل ،إذ من المعروف أن المواد العلفية تختلف في تركيبها من موسم إلى آخر ومن وجبة لأخرى ولذلك ولأخذ نموذج يمثل الوجبة من محصول علفي أو خليط قدر المستطاع لابد من اخذ عدة نماذج أولية عشوائية من عدة أماكن أو أكياس وبأعماق مختلفة تتناسب وحجم أو كمية الوجبة ، ثم تمزج في النهاية مع بعضها جيدا ويتم اختيار النموذج النهائي منها بشكل عشوائي أيضا ويوضع في أكياس نايلون أو علب بلاستيكية مقفلة وترسل إلى المختبر للتحليل وفي حال تعذر ذلك فانه يتم الاحتفاظ بها في درجة حرارة الغرفة أو تحت التجميد بالنسبة للعينات القابلة للتلف أو المرتفعة الرطوبة بعد أن تدون عليها المعلومات المتعلقة بالنماذج . ويعتمد أسلوب اخذ العينة أو النموذج على نوع وطبيعة المادة العلفية وكما يلي :

أولاً : الأعلاف المركزة :

يتم جمع النماذج الأولية على دفعات منفتحة التفريغ في الخلاط أثناء عملية التفريغ و التكييس ، ثم تمزج النماذج الأولية جيدا ويتم اختيار النموذج النهائي بحدود ١-٢ كغم يوضع في علب بلاستيكية أو أكياس نايلون محكمة القفل ، تدون عليها كافة المعلومات وترسل إلى المختبر . أما في حالة العلف المكيس فيؤخذ خمس عينات من كل كيس من أماكن وأعماق مختلفة إذا كان عدد الأكياس بين ١ – ٤ . وإذا كان عدد الأكياس بين ٥ – ١٠ فيؤخذ عينة من كل كيس ، أما إذا كان العدد اكبر فيتم اختيار عدد من الأكياس عشوائيا يتناسب والعدد الكلي (٥-١٠ %) ، ثم تمزج العينات ويتم اختيار النموذج النهائي منها ليرسل إلى المختبر، ويتم عادة أخذ العينات من الأكياس باستخدام أنبوب معدني ذو نهاية مفتوحة بشكل مائل ومدبب .

ثانياً الحبوب :

تؤخذ النماذج الأولية لمحاصيل الحبوب المختلفة باستخدام آلة أخذ النماذج أو يدوياً بصورة عشوائية من عدة أماكن وأعماق مختلفة سواءً من الحبوب المحملة في السيارات أو المفرغة أرضاً في غرف أ قاعات ، وبعد المزج الجيد لهذه النماذج يتم اختيار النموذج النهائي ليرسل إلى المختبر مع معلومات مفصلة من النماذج .

ثالثاً السايلج :

عادة يتم جمع النماذج الأولية من السايلج والمحفوظ في الخنادق أو السايلو بأخذ عشرين قبضة يد من الوجه الحديث القطع ومن عدة أماكن ، تمزج هذه النماذج ثم يؤخذ منها نموذج نهائي يوضع في علبة بلاستيكية محكمة القفل ويتم الاحتفاظ بها تحت التجميد ونستمر بأتباع نفس الأسلوب مع كل وجبة تؤخذ من السايلج لحين نفاذه وذلك للأخذ بالحسبان كافة التغيرات في التركيب والأماكن المختلفة من الخندق . بعدها تسحب كافة النماذج من التجميد وتترك لتعود إلى حالتها الطبيعية ثم تمزج جيدا ويؤخذ منه نموذج نهائي للتحليل أما مباشرة أو بعد التجميد لفترة معينة .

رابعاً الدريس :

إذا كان الدريس بشكل بالات فتؤخذ طبقة بسمك ٧-١٢ سم من الأوجه المتعددة لكل بالة إذا كان العدد اقل من عشرة ، أما إن كان العدد أكبر من ذلك فيتم اختيار عدد من البالات عشوائيا بنسبة ٥ % من العدد الكلي لتؤخذ منها العينات ، ثم تمزج النماذج الأولية جيدا لأخذ النموذج النهائي . ومن الممكن الحصول على نماذج أكثر دقة باستخدام جهاز بنسلفانيا الذي يتألف من أنبوبة معدنية بطول ٤٥ سم وقطر ٢.٨ سم مجهز برأس قاطع يمكن استبداله ، أما الطرف الأخر فيكون مجهز بمحرك كهربائي . وللحصول على العينة يدفع الأنبوب الفولاذي بشكل مائل في البالة ثم يسحب وتفرغ محتوياته في علبة بلاستيكية أو كيس نايلون . وفي حالة الدريس بشكل فل فتؤخذ النماذج من أماكن وأعماق مختلفة .

تغذية حيوان عملي

مدرس المادة: م. وسام جاسم محمد

المرحلة: الثالثة

الانتاج الحيواني

المحاضرة: الثانية

جهاز بنسلفانيا

تغذية حيوان عملي

مدرس المادة: م. وسام جاسم محمد

المرحلة: الثالثة

الانتاج الحيواني

المحاضرة: الثانية

تغذية حيوان عملي المرحلة: الثالثة

مدرس المادة: م. وسام جاسم محمد الانتاج الحيواني

المحاضرة :١١

الفيتامينات Vitamines

هي مركبات عضوية ضرورية لا نجاز الوظائف الحيوية بالصورة الصحيحة . وعموماً تقسم الفيتامينات الى قسمين رئيسيين حسب نوع المذيب قطبي (الماء) او غير قطبي (مذيب عضوي) وأول من وضع اساس هذا التقسيم هو العالم موكولم Mocollum عام 1915 . ضم القسم الاول الفيتامينات الذائبة بالدهون Fat soluble vitaminesوتشمل فيتامين (A, D, E, K) ، ويضم القسم الثاني الفيتامينات الذائبة في الماء Water soluble vitamins وتشتمل على مجموعة فيتامين B و C .

على العكس من الفيتامينات الذائبة بالدهون فأن الفيتامينات الذائبة في الماء (باستثناء فيتامين B_{12}) لا تخزن بكميات كبيرة في الجسم ، ويجب تزويدها في العلائق على اساس يومي في الحيوانات التي لا يشكل فيها التخليق الميكروبي في قنواتها الهضمية حالة بارزة.

وفي المجترات تسد الاحتياجات من الفيتامينات الذائبة في الماء بصورة كلية تقريباً نتيجة للتخلق الميكروبي في الكرش والجزء الاسفل من القناة الهضمية ، اما في الحيوانات التي تتغذى على النباتات (الاعشاب) مثل الخيول والارانب فيحدث التخليق الميكروبي للفيتامينات الذائبة في الماء في القولون والاعور ولذلك تركز اهتمام علماء التغذية على تزويد حيوانات المعدة البسيطة والدواجن بالمصادر الغذائية لها .

تكون الحاجة لمعظم الفيتامينات الذائبة في الماء بكميات صغيرة ، ويعمل معظمها بصورة محفزات ايضية (Coenzymes) ويؤدي نقص اي منها الى شذوذ كبير في العمليات الايضية ، ومن غير المحتمل حدوث حالات تسمم حادة بهذه الفيتامينات بسبب لفظها السريع الى خارج الجسم عن طريق الكلية .

يتم امتصاص الفيتامينات الذائبة في الماء هي او مولداتها حرة ذائبة في الامعاء ، اما مجموعة الفيتامينات الذائبة بالدهون فتمتص على هيئة مستحلب في الامعاء وهي بذلك تحتاج الى الصفراء لامتصاصها .

اذا اعطيت بكميات زائدة عن حاجة الحيوان للاستهلاك والتخزين فأن الفائض عن حاجة الحيوان يخرج مع الروث في حالة الفيتامينات الذائبة بالدهون ويخرج مع البول في حالة الفيتامينات الذائبة في الماء ، ويقوم الجسم بتنظيم عمليات الامتصاص والاخراج والتخزين طبيعياً . ليس هناك عضو معين في الجسم يختص بتخزين الفيتامينات وغالباً

ما يتم التخزين ان وجد في جميع اجزاء الجسم تقريباً ولو انه يتركز نسبياً في مناطق دون اخرى كالكبد والكلى وغيرهما .

ان فيتامين D له علاقة بزيادة امتصاص الكالسيوم والفسفور من الامعاء وترسيبها في الهيكل العظمي .

الدور المشترك لفيتامين E والسلينيوم في حماية الافراخ من مرض الاهبة النضحية (تجمع سوائل تحت الجلد) .

علاقة الكالسيوم وفيتامين K في تكوين الجلطة الدموية .

دخول بعض المعادن في تركيب الفيتامين مثل الكبريت مع الثيامين B_1 ، والكوبلت مع الرايبوفلافين B_2 .

لابد من فسفرة بعض الفيتامينات لجعلها نشطة وهذه يلزمها الفسفور لعملية الفسفرة كما في الرايبوفلافين .

ان الثيامين يتأثر بالتراكيز المختلفة لكل من الحديد والمغنيسيوم والكالسيوم والكوبلت والزنك والخارصين .

مرافقات الانزيمات Coenzymes

هي مركبات عضوية غير بروتينية ، تقترن بالأنزيم لتساعد في عملية نقل مجموعات وظيفية معينة ضمن العمليات الحيوية المختلفة ، وهي قد لا تقترن بالأنزيمات بقوة ولهذا فمن السهل فصلها عنه ، غير انه عند اقترانها بالأنزيم بقوة فأنها تعد مجموعة مترابطة مع الانزيم . وفي حالات عديدة تعمل الفيتامينات (وخاصة الذائبة في الماء) كمكونات حيوية لبعض مرافقات الانزيمات او للمجموعات المترابطة مع الانزيمات . وهكذا فأنها تساهم في تحفيز الافعال الحيوية الضرورية المختلفة . وخلال عمليات نقل المجموعات الوظيفية المختلفة ضمن العمليات الحيوية غالباً ما يتغير تركيب المرافقات الانزيمية لكنها تعود لحالتها الاصلية بعدئذٍ .

جدول يبين دور الفيتامينات في وظائف الحيوان

الفيتامين	الاهمية	اعراض النقص
A	- من مكونات الصبغة البصرية في شبكية العين - يديم الانسجة الطلائية	العشو الليلي وجفاف الجلد
B_1 ثيامين Thiamin	مرافق انزيمي لتفاعلات ازالة الكاربوكسيل Decarboxylation	مرض البري بري والتهاب الاعصاب

B_2 رايبوفلافين Riboflavin	يحول الى FAD وهذا الاخير مهم في التنفس الخلوي كنافل للالكترونات	التهاب اللسان وتشقق اللثة
B_3 حامض بانتوثنيك Pantothenic acid	من مكونات الانزيم المشارك Co A المهم التنفس الخلوي والتحولات الايضية الاخرى	التهاب الجلد ، التهاب الامعاء وعجز القشرة الادرينالية
B_5 نياسين Niacin	يدخل في تركيب كل من NAD^+ و$NADP^+$ المهمان كناقلان للالكترونات في التنفس الخلوي	مرض الفقراء (بلاكرا)
B_6 بايريدوكسين Pyridoxine	يكون مجاميع بديلة لبعض الانزيمات المزيلة للكاربوكسيل او الناقلة للامين	اختلاجات وفرط اثارة
H بيوتين Biotin	يساعد في تثبيت CO_2 في عملية تخليق الاحماض الدهنية وغيرها	التهاب الجلد والتهاب الامعاء

B_9 حامض الفوليك Folic acid	مشارك انزيمي لنقل ذرة كاربون واحدة كما في تفاعلات المثيلة	فقر الدم
B_{12} سيانوكوبال امين Cyanocobal amine	مشارك انزيمي مهم في ايض الاحماض الامينية ، يحفز على صنع كريات الدم الحمر	فقر الدم الخبيث
Cحامض الاسكوربك Ascorbic acid	ضروري لأضافة مجاميع الهيدروكسيل الى اللايسين في عملية تخليق الكولاجين	مرض الاسقربوط وتشقق جدران الاوعية الشعرية
D	يزيد من امتصاص الكالسيوم والفوسفات في الامعاء	الكساح
E	مواد ضد التأكسد ، ربما عوامل مشاركة في نقل الالكترونات في سلسلة السايتوكرومات	ضمور عضلي ، موت الجنين
K	يساعد على تخليق بروثرومبين وعدد من عوامل تخثر الدم الاخرى	ظواهر نزف

تقدير الرماد
Ash Determination

الرماد عبارة عن الجزء اللاعضوي من المادة أو مجموع ما تحتويه من الأملاح المعدنية ويقدر عادة بالحرق الكامل للعينة للتخلص من الجزء العضوي وحساب المتبقي كرماد بالنسبة لوزن العينة . إن محتوى ونوع الرماد في المواد العلفية تتحكم فيه العديد من العوامل مثل نوع التربة ونوع النبات ، وتتراوح نسبة الرماد في الغالب بين١.٥-٤% في الحبوب وتنخفض في المواد العلفية الخضراء والسايلج بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة فيها ، بينما ترتفع نسبة الرماد بشكل كبير في مسحوق العظام وقشور البيض والمحار والأصداف . وتدل النسب المرتفعة من الرماد في مخاليط الأعلاف على التلوث أو الغش المتعمد بالأتربة والرمل ، بينما تدل النسب المرتفعة للرماد في المساحيق الحيوانية إذا لم تكن ملوثة بالمواد السابقة على كثرة تواجد مسوق العظام وبالتالي ارتفاع نسبة الكالسيوم والفسفور .

طريقة التقدير (خطوات العمل) :

١- يتم وزن جفنة خزفية نظيفة وجافة ومرقمة وهي فارغة بدقة ويعتبر وزن (١).
٢- يتم اختيار عنة من المادة المراد تقدير الرماد فيها بحدود ٢ غم وتزن مع الجفنة ويعتبر وزن (٢) .
٣- يتم إجراء الحرق الكامل للعينة بوضع الجفنة في جهاز الحرق (Muffle furnace) على درجة حرارة ٦٠٠ – ٦٥٠ مئوية لمدة ساعتين أو ثلاث ساعات .
٤- بعد انتهاء مدة الحرق تترك الجفنات في جهاز الحرق لمدة لا تقل عن ٨ ساعات ثم تنقل إلى المبرد الزجاجي بالملقط وتترك فيه لمدة نصف ساعة لتبرد تماماً ثم توزن بدقة ويعتبر وزن (٣) .
٥- تحسب نسبة المئوية الرماد كما يلي :

$$\text{نسبة الرماد} = \frac{\text{وزن الرماد}}{\text{وزن العينة}} \times ١٠٠$$

$$= \frac{\text{وزن (٣) – وزن (١)}}{\text{وزن (٢) – وزن (١)}} \times ١٠٠$$

ثابت كلدال = ٦.٢٥ × ١٤.٠٠٨ × ١٠٠

١٠٠٠

= ٨.٧٥٥

البلانك Blank = يقصد به إجراء كامل التحليل على دورق خالي من العينة وذلك لتقدير النتروجين الخارجي الغير عائد إلى العينة والتي مصدرها ربما ورقة الترشيح أو المحاليل أو الجو وغيرها .

طريقة العمل بأسلوب كلدال : Macro Kjeldahl

أ – مرحلة الهضم :

١- يتم وزن ١-٢ غرام من العينة في ورقة ترشيح بعد تسجيل وزن الورقة ثم توضع في دورق كلدال ، ويضاف إلى الدورق قطعة أو اثنتين من العامل المساعد ثم يضاف إليها ٢٥ مل من حامض الكبريتيك المركز بهدوء .

٢- يوضع الدورق على المسخن ويشغل جهاز تفريغ الغازات .

٣- يترك الدورق على المسخن مع التحريك بين فترة وأخرى لحين تغبر لون المحلول إلى اللون الرائق حيث يرفع ويترك ليبرد .

ب- مرحلة التقطير :

١- يتم تهيئة وسط استقبال بوضع ٥٠ مل من حامض البوريك المخفف (تركيز ٤ %) في دورق مخروطي صغير سعة ٢٥٠ مل ويضاف اليها ٢-٣ قطرات من دليل المثيل الأحمر ليصبح لون المحلول ورديا ً ومن ثم يثبت الدورق اسفل جهاز التقطير بحيث تكون نهاية الأنبوبة لوحدة التقطير مغمورة داخل المحلول لمنع تسرب الامونيا .

٢- يضاف ٢٠٠ مل ماء مقطر الى محتويات دورق كلدال .

٣- يضاف إلى دورق كلدال قطع صغيرة من الزنك لمنع الفرقعة والفوران الشديد .

٤- يضاف إلى دورق كلدال ٩٠ مل من هيدروكسيد الصوديوم تركيز ٤٠ % .

٥- يربط دورق كلدال إلى جهاز التقطير مباشرة مع فتح المسخن (الهيتر) وماء التبريد للمكثف .

٦- يستمر الغليان إلى أن يتم جمع ١٥٠-٢٥٠ مل في دورق الاستقبال من السائل المتغير اللون إلى الأصفر .

٧- يسحب دورق الاستقبال للتسحيح وتحل محله دورق فيه ماء عادي للتنظيف .

ج- مرحلة التسحيح :

يتم تسحيح دورق الاستقبال باستخدام سحاحة مملوءة بحامض الهيدروكلوريك المخفف ٠.١ عياري (N 0.1) وتحسب من السحاحة كمية الحامض اللازمة لنقطة التعادل أي رجوع اللون الوردي للمحلول لحامض البوريك وتستخدم هذه الكمية لحامض الهيدروكلوريك في معادلة كلدال مباشرة لحساب نسبة البروتين . كما يعاد تصفير السحاحة لعينة أو دورق أخر .

المحاليل الكيمياوية المطلوبة :

١-حامض الكبريتيك المركز

٢-عامل مساعد الذي يكون عادة بهيئة أقراص جاهزة او مسحوق محضر من خليط من مسحوق كبريتات النحاس وكبريتات البوتاسيوم بنسبة ١ :

٤ مع إضافة ٠.٧٥ غم من اوكسيد السلينيوم او ١.٨ غم من سيلينات الصوديوم لكل ٤٠٠ غم من الخليط . إن فائدة العامل المساعد هي رفع درجة حرارة الغليان للإسراع وإكمال عملية بالهضم .

٣-حامض البوريك المخفف (٤ %) الذي يحضر بإذابة ٤٠ غم من حامض البوريك في لتر ماء مقطر مع التسخين .

٤-محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز (٤٠ %) الذي يحضر بإذابة ٤٠٠ غرام من هيدروكسيد الصوديوم في لتر ماء مقطر تدريجياً وبحرص مع التحريك والتبريد لإناء التحضير بسبب تولد حرارة عالية حيث يكون المحلول مؤذيا للجسم .

٥-دليل المثيل الأحمر : يحضر بإذابة ٢٥٠ ملغم من الدليل في ٥٠٠ مل من الكحول الاثيلي تركيز ٥٠ % إذ يخفف بال ماء المقطر ويعد هذا الدليل من اهم الدلائل المستخدمة لتقدير البروتين أو الامونيا .

٦-حامض الهيدروكلوريك المخفف ٠.١ عياري : تكون عيارية الحامض المركز ١٢ تقريبا ولتحضير محلول مخفف من الحامض فانه يتم تخفيف ٨.٣٣ مل من الحامض المركز إلى لتر بالماء المقطر ويفضل معايرة المحلول الناتج مع محلول قياسي (٠.١) عياري من هيدروكسيد الصوديوم .

طريق التعرق ، وهذه النسبة العالية من الفقد عن طريق التنفس تعود الى كون الاغنام تعرق قليلاً جداً . ان الفقد عن طريق التعرق يزداد بزيادة النشاط العضلي ودرجات الحرارة وسرعة الر ياح ورطوبة الجو .

تحديد الماء

من الواضح ان اخذ الحيوانات للماء يكون متقطعاً او على وجبات بينما يكون فقدان الماء من الجسم مستمراً . علماً بأن كمية وسرعة فقدان الماء تكونان مختلفين وليس للجسم طريقة لخزن الماء كالطريقة التي يخزن فيها الدهون . ان فقدان شيء من ماء الجسم يعتبر عملاً طبيعياً ، وعند تحديد ماء الشرب للحيوان لأي فترة من الوقت فأن رد فعل الحيوان بتحديد فقد الماء من الجسم اوتقليل احتياجه للماء يكون عن طريق تقليل كمية العلف المتناول لتقليل الفقدان عن طريق البراز (قلة كمية الفضلات او الروث بسبب قلة المادة الجافة المتناولة) ، اوخفض فقدان الماء عن طريق الادرار او خفض الانتاج . وفي التحديد الاكثر للماء يحدث فقد في وزن الجسم بسبب فقدان ماء البلازما وفقدان الماء من داخل وخارج خلايا الجسم . ان الكرش والاجزاء الاخرى من القناة الهضمية تستطيع ان تعطي ايضاً بعضاً من مائها لبعض الوقت ، لكن جميع هذه الكميات من الماء يجب ان تعوض والا فان العمليات الفسيولوجية الطبيعية ستتأثر .

تختلف الحيوانات بصورة واضحة من حيث تأثرها بتحديد الماء او تحملها للعطش ، وهناك امثلة كثيرة تظهر فيها بأنه يمكن تقليل كمية الماء المتناول من قبل الحيوان اذا تم تقليل عدد مرات شرب الماء ، ولكن نتائج النتروجين المحجوز والغذاء المتناول تدل على ان مثل هذا التحديد والفقد في وزن الجسم هو ضار بالانتاج ، ويجب ان لاتزيد نسبة الفقد في وزن الجسم عن 10 ٪ لكي نتجنب قلة الانتاج ويمكن ان تكون الـ 5 ٪ اكثر مناسبة ، غير ان الجمل على سبيل المثال يتحمل تحديد الماء لحد فقد 30 ٪ من وزن الجسم او اكثر ، وان اغلب الحيوانات لاتستطيع ان تتحمل مثل هذا الفقد في الوزن جراء العطش .

بعض الاسباب التي تجعل هذا النوع من الحيوانات يتحمل العطش هي درجة حرارة الجسم حيث يمكن ان تتغير درجة حرارة الجمل الى حد بعيد نتيجة تشتت بعض من حرارة جسمه اثناء الليل عندما تكون درجة حرارة الجو منخفضة ، وايضاً ان الجسم الدافيء يأخذ حرارة اقل من الجو المحيط به ، وان فروة الجسم تعتبر عازلاً مهماً ، والعرق يتبخر من على سطح الجلد وليس من على نهايات الفراء (الوبر) ، وان الجمل

لا يلهث فهو لذلك يقلل من فقدان الماء عن طريق التنفس ولهو قابلية كبيرة على تركيز البول بما لا يقل عن ضعف قابلية الماشية .

جودة الماء

قد تؤثر جودة الماء مباشرة على استهلاك العلف لأن النوعية الرديئة من الماء عادة لا يقبل الحيوان على شربها او سوف يقلل من ذلك ولذا سيقل استهلاك العلف وينخفض الانتاج . ان المواد التي تقلل من تقبل شرب الحيوان للماء تشمل املاحاً مختلفة وعند شرب كميات كبيرة من هذا الماء فمن المحتمل ان تسبب هذه الاملاح تسمماً . والمواد التي يمكن ان تكون سامة دون ان يظهر لها طعم في الماء او تأثير على درجة تقبله هي النترات والحديد اضافة الى املاح العناصر الثقيلة . ومواد اخرى يمكن ان تؤثر في مذاق الماء او تكون سامة تشمل الاحياء المجهرية المرضية المختلفة ، الاشنات ، البروتوزوا ، الهيدروكاربونات ومواد زيتية اخرى ، مبيدات الحشرات المختلفة ومخلفات المصانع الكيمياوية التي تلوث الماء .
ان تحمل الحيوانات للأملاح في الماء يعتمد على عدة عوامل ، مثل الاحتياجات من الماء ، نوع وعمر الحيوان ، الحالة الفسيولوجية ، موسم السنة وكمية الاملاح الموجودة في العليقة ، اضافة الى كمية ونوعية الاملاح الموجودة في الماء . ان الماء الذي يحتوي على كمية كبيرة من الاملاح عادة يسبب ضرراً للحيوان عن طريق التأثير الازموزي اكثر منه بسبب التسمم بأحد مكوناته ، اضافة الى ذلك فأن زيادة الملوحة ربما تسبب اضطرابات مختلفة مثل قلة في شرب الماء وتناول العلف واضطرابات معدية معوية واسهال وتوقف ادرار الحليب وفقدان ماء الجسم والموت .
ان الاملاح القلوية تعتبر اكثر ضرراً من الملح المتعادل والكبريتات اكثر ضرراً من الكلوريدات وكلوريد المغنيسيوم يعتبر ضاراً اكثر من كلوريد الكالسيوم او كلوريد الصوديوم .

بصورة عامة فأن الاغنام اكثر تحملاً للمحاليل المالحة من الابقار وربما يعود جزء من ذلك الى انها تستهلك ماء اقل لكل وحدة علف . ان معظم الحيوانات يمكنها ان تتحمل مستويات من 1.3 - 1.7 ٪ من مجموع المواد الصلبة المذابة في الماء او ما يعادل 15 -17 غم / لتر ، لكن هذا التحمل يكون على حساب انتاج الحيوان ان كان ادرار حليب او زيادة وزنية او غير ذلك . كذلك تعتمد درجة تحمل الحيوان على نوع مكونات المواد الصلبة المذابة في الماء ، بالنسبة للكبريتات فأن مستوى اكثر من 1 غم/ لتر ربما يسبب الاسهال وفي حالة النترات فأن مستويات من 100- 200 جزء بالمليون تكون

سامة اما الفلوريدات فأن الابقار والاغنام تستطيع ان تتحمل الى حد 10 ملغم / لتر بدون تأثير كبير ، ومن الصعب تحديد المستوى السام للأملاح لأن سميتها تتأثر بالتأقلم ونوع العليقة ونوع وعمر الحيوان وكمية الماء المستهلك .

التسمم بالماء

مثلما تحديد الماء يسبب اضراراً للجسم فأن كثرة الماء يمكن ان تكون ضارة ايضاً ، ويمكن ان يحدث التسمم بالماء في بعض انواع الحيوانات نتيجة شرب كميات من الماء مرة واحدة، على سبيل المثال فالعجول تكون معرضة للموت في حالة عدم تأقلم الكلية لكثرة الماء المتناول . ويظهر بأن العجلات خاصةً معرضة لهذه الحالات لانها عادة يمكنها ان تشرب ما يقارب 35- 50 ٪ من مجموع ماء جسمها خلال فترة نصف ساعة وهذا يحدث عندما تكون العجلات شديدة العطش وانها تتغذى على الحليب . والسبب الثاني هو ان الابقار التي حرمت من شرب الماء لفترة من الزمن تكون غير قادرة على التكيف السريع الى وجود كمية كبيرة من الماء في انسجتها ، والاعراض الاعتيادية التي يمكن ان تظهر على الحيوان تشمل هيموكلوبينوريا (البول الاحمر) ، مغص ، اسهال ، عدم انتظام ضربات القلب ، توسع الاوردة الدموية السطحية ، انتصاب شعر الجسم وكثرة افراز اللعاب . ويبدأ تجمع السوائل في الانسجة الملساء الرخوة تحت الجلد وعادة يكون ذلك ملحوظاً تحت الجفون والتي تكون منتفخه ، وفي حالات اكثر شدة تظهر الحالة العصبية على الحيوان ، وربما تظهر حركة ارتعاشية وزيادة في حك ولحس الجسم وتصبح شيئاً مألوفاً . وغالباً ما تتخذ الحيوانات وضعاً يكون الرأس والرقبة فيه ممدودين كما ان الخمول والضعف في القوى الحيوية يتطور الى اغماء .

بالرغم من ان الحيوانات المحرومة من الماء بشدة والتي شربت كميات كبيرة من الماء تموت عادة ، الا انه يمكن علاج ذلك بحقنها في الوريد بمحلول مركز من الكلوكوز او محلول ملحي في محاولة لأزالة الماء الزائد من الانسجة .
في بعض الحالات المرضية يحتجز الماء الزائد في الانسجة والتجويف البطني ومناطق اخرى مسبباً تورمات مائية Edema .

ثابت كلدال = ٦.٢٥ × ١٤.٠٠٨ × ١٠٠

١٠٠٠

= ٨.٧٥٥

البلانك Blank = يقصد به إجراء كامل التحليل على دورق خالي من العينة وذلك لتقدير النتروجين الخارجي الغير عائد إلى العينة والتي مصدرها ربما ورقة الترشيح أو المحاليل أو الجو وغيرها .

طريقة العمل بأسلوب كلدال : Macro Kjeldahl

أ – مرحلة الهضم :

١- يتم وزن ١-٢ غرام من العينة في ورقة ترشيح بعد تسجيل وزن الورقة ثم توضع في دورق كلدال ، ويضاف إلى الدورق قطعة أو اثنتين من العامل المساعد ثم يضاف إليها ٢٥ مل من حامض الكبريتيك المركز بهدوء .

٢- يوضع الدورق على المسخن ويشغل جهاز تفريغ الغازات .

٣- يترك الدورق على المسخن مع التحريك بين فترة وأخرى لحين تغبر لون المحلول إلى اللون الرائق حيث يرفع ويترك ليبرد .

ب- مرحلة التقطير :

١- يتم تهيئة وسط استقبال بوضع ٥٠ مل من حامض البوريك المخفف (تركيز ٤ %) في دورق مخروطي صغير سعة ٢٥٠ مل ويضاف اليها ٢-٣ قطرات من دليل المثيل الأحمر ليصبح لون المحلول ورديا ً ومن ثم يثبت الدورق اسفل جهاز التقطير بحيث تكون نهاية الأنبوبة لوحدة التقطير مغمورة داخل المحلول لمنع تسرب الامونيا .

٢- يضاف ٢٠٠ مل ماء مقطر الى محتويات دورق كلدال .

٣- يضاف إلى دورق كلدال قطع صغيرة من الزنك لمنع الفرقعة والفوران الشديد .

٤- يضاف إلى دورق كلدال ٩٠ مل من هيدروكسيد الصوديوم تركيز ٤٠ % .

٥- يربط دورق كلدال إلى جهاز التقطير مباشرة مع فتح المسخن (الهيتر) وماء التبريد للمكثف .

٦- يستمر الغليان إلى أن يتم جمع ١٥٠-٢٥٠ مل في دورق الاستقبال من السائل المتغير اللون إلى الأصفر .

٧- يسحب دورق الاستقبال للتسحيح وتحل محله دورق فيه ماء عادي للتنظيف .

ج- مرحلة التسحيح :

يتم تسحيح دورق الاستقبال باستخدام سحاحة مملوءة بحامض الهيدروكلوريك المخفف ٠.١ عياري (N 0.1) وتحسب من السحاحة كمية الحامض اللازمة لنقطة التعادل أي رجوع اللون الوردي للمحلول لحامض البوريك وتستخدم هذه الكمية لحامض الهيدروكلوريك في معادلة كلدال مباشرة لحساب نسبة البروتين . كما يعاد تصفير السحاحة لعينة أو دورق أخر .

المحاليل الكيمياوية المطلوبة :

١-حامض الكبريتيك المركز

٢-عامل مساعد الذي يكون عادة بهيئة أقراص جاهزة او مسحوق محضر من خليط من مسحوق كبريتات النحاس وكبريتات البوتاسيوم بنسبة ١ :

٤ مع إضافة ٠.٧٥ غم من اوكسيد السلينيوم او ١.٨ غم من سيلينات الصوديوم لكل ٤٠٠ غم من الخليط . إن فائدة العامل المساعد هي رفع درجة حرارة الغليان للإسراع وإكمال عملية بالهضم .

٣-حامض البوريك المخفف (٤ %) الذي يحضر بإذابة ٤٠ غم من حامض البوريك في لتر ماء مقطر مع التسخين .

٤-محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيز (٤٠ %) الذي يحضر بإذابة ٤٠٠ غرام من هيدروكسيد الصوديوم في لتر ماء مقطر تدريجياً وبحرص مع التحريك والتبريد لإناء التحضير بسبب تولد حرارة عالية حيث يكون المحلول مؤذيا للجسم .

٥-دليل المثيل الأحمر : يحضر بإذابة ٢٥٠ ملغم من الدليل في ٥٠٠ مل من الكحول الاثيلي تركيز ٥٠ % إذ يخفف بال ماء المقطر ويعد هذا الدليل من اهم الدلائل المستخدمة لتقدير البروتين أو الامونيا .

٦-حامض الهيدروكلوريك المخفف ٠.١ عياري : تكون عيارية الحامض المركز ١٢ تقريبا ولتحضير محلول مخفف من الحامض فانه يتم تخفيف ٨.٣٣ مل من الحامض المركز إلى لتر بالماء المقطر ويفضل معايرة المحلول الناتج مع محلول قياسي (٠.١) عياري من هيدروكسيد الصوديوم .

تقدير البروتين الخام
Crud Protein Determination

البروتين الخام مصطلح يطلق على محتوى المادة من البروتين الحقيقي والمواد النتروجينية الغير البروتينية (NPN) ويعتبر هذا التقدير من أهم التحاليل للمواد العلفية . وتشترك الكاربوهيدرات والدهون والبروتينات في أنها تتكون من الكاربون والهيدروجين والأوكسجين ، لكن البروتينات إضافة إلى ما ذكر فإنها تحتوي على النتروجين وأحيانا الكبريت والفسفور . وتشكل هذه العناصر ما يقارب ٢٤ حامضا امينيا (أساسية وغير أساسية) والتي تعد الوحدات البنائية الأساسية للبروتين حيث يشكل منها مثل الحروف الأبجدية وبصيغ مختلفة لا حصر لها الأنواع المختلفة للبروتينات ذات الخصائص المميزة المكونة للأنسجة النباتية أو الحيوانية . يعتمد تقدير البروتين على معرفة كمية النتروجين الكلي في المادة سواءً الداخل منها في تكوين البروتين الحقيقي أو الموجود بشكل NPN ومن ثم تحويله إلى بروتين خام بالضرب في المعامل ٦.٢٥ . وتستند هذه الطريقة على افتراضين أساسيين تنطبق على الأعلاف ومكوناتها بشكل عام وهما :

١-إن كل ١٠٠ غرام من البروتين تحتوي ١٦ غم نتروجين في المواد العلفية كمعدل عام وهذا يعني أن كل ٦.٢٥ غرام بروتين تحتوي ١ غرام نتروجين ، لذلك فان

كمية البروتين الخام = كمية النتروجين × ٦.٢٥

٢-إن كل نتروجين المادة العلفية هو بشكل بروتين ويعتبر هذا صحيحا بشكل عام عدا بعض المواد التي تشكل فيها NPN نسب لا باس بها

مثل السايلج و الخميرة والنباتات غير مكتملة النضج . ونظرا لكون المجترات تستطيع الاستفادة من المواد النتروجينية اللابروتينية (أو بمعنى أخر كل نتروجين المادة) في التغذية ، وان الحيوانات غير المجترة تعتمد في تغذيتها على مواد علفية مركزة قليلة NPN فان لتقدير البروتين الخام أهميته في التغذية وفقا لهذا الأساس .

يعتمد تقدير البروتين على أسلوب العالم كلدال وتتلخص فكرة التقدير على تحطيم كافة المواد العضوية الموجودة في المادة بالهضم مع حامض الكبريتيك المركز والتسخين والعوامل المساعدة بجهاز كلدال حيث تتحرر العناصر الأساسية المكونة للمادة بتحطيم الروابط بينها حيث يتحرر غاز ثنائي اوكسيد الكربون والأوكسجين و الهيدروجين والنتروجين . يتأكسد جزء من الهيدروجين بوجود الأوكسجين إلى ماء ، أما النتروجين الموجود فيتحول مع بقية الهيدروجين إلى أمونيا والتي تتفاعل مع حامض الكبريتيك مكونة كبريتات الامونيوم ، كما تحول جميع المواد غير العضوية في المادة إلى أملاح الكبريتات في مرحلة الهضم والتي تمثل المرحلة الأولى من مراحل تقدير النتروجين .

$$H_2SO_4 + 2\,NH_3 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4$$

في المرحلة الثانية والتي تعرف بمرحلة التقطير فانه يتم مفاعله كبريتات الامونيوم مع قاعدة قوية (هيدروكسيد الصوديوم) بكمية كافية لمعادلة حامض الكبريتيك المركز المضاف سابقا ، إذ تتحرر الامونيا من المركب وتتكاثف في وسط استقبال حامضي خفيف (حامض البوريك) الوردي

اللون كنتيجة لإضافة ١–٢ قطرة من دليل المثيل الأحمر وعادة يدل تغير اللون للدليل المستخدم على تكون بورات الامونيوم القاعدي الأصفر اللون .

$$(NH_4)_2SO_4 + 2\,NaOH \longrightarrow 2NH_3 + NaSO_4 + 2H_2O$$

$$3NH_3 + H_3BO_3 \longrightarrow (NH_4)_3BO_3$$

ويتم لاحقا في مرحلة التسحيح ، تسحيح وسط الاستقبال مع محلول قياسي محضر من حامض الهيدروكلوريك HCL لمعرفة كمية الحمض المخفف اللازم لمعادلة مقدار الامونيا للمادة في بورات الامونيوم وذلك عند رجوع لون الدليل الأصلي (الوردي) في الوسط ألحامضي .

$$3HCL + (NH_4)_3BO_3 \longrightarrow H_3BO_3 + 3NH_4CL$$

وتستخدم كمية الحامض المخفف المستخدم لمعادلة الامونيا في مرحلة التسحسح مباشرة في معادلة كلدال للحصول على نسبة البروتين الخام وكالتالي :

$$\%\ \text{للبروتين الخام} = 8.755 \times \frac{(\text{كمية HCL اللازم للمعايرة} - \text{كمية HCL لمعايرة البلانك})}{\text{وزن العينة المستخدمة لتقدير البروتين}}$$

القيمة ٨.٧٥٥ تسمى ثابت كلدال ويحسب وفقا للمعادلة التالية

تقدير الرطوبة
Moisture Determination

الرطوبة مصطلح يطلق على محتوى المواد من الماء والذي يمكن التخلص منه بالتجفيف . ونظراً للتباين الكبير في محتوى المواد العلفية من الرطوبة لذا فانه من الضروري أن تتم المقارنة بين تركيبها الكيمياوي على أساس المادة الخالية من الرطوبة (المادة الجافة) ، ولهذا نجد أن جداول التحليل الكيمياوي وجداول الاحتياجات الغذائية محسوبة على اساس المادة الجافة .

يتم تقدير الرطوبة في المواد العلفية بعدة طرق اعتماداً على طبيعة المادة ومحتواها من المواد الطيارة والتغيرات التي تحدث في تركيبها نتيجة لحرارة التجفيف وهذه الطرق تشمل :

١- **التجفيف الاعتيادي** : يستخدم في هذه الطريقة جهاز التجفيف الاعتيادي (Oven) على درجة حرارة ١٣٥ درجة مئوية لمدة ساعتين أو ١٠٥ درجة مئوية لمدة ٦-١٢ ساعة أو ٦٥ درجة مئوية طول الليل (Over night) ولحين ثبوت الوزن . وعادة ما تستخدم الطريقة هذه للمواد المنخفضة الرطوبة .

٢- **التجفيف بالتجميد** : تستخدم هذه الطريقة للمواد الغنية بالمركبات العضوية الطيارة مثل السايلج واللحم والبيض والخضروات وغيرها حيث يعتمد التجفيف في هذه الطريقة على سحب الرطوبة من المادة تحت الضغط السالب وتحويل الرطوبة إلى جليد جاف الذي يتحول بدوره إلى بخار مباشرة (تسامي) دون التحول إلى طور السيولة . إذ عند درجة حرارة صفر مئوي يكون الضغط السالب بحدود ٤.٥٧٩ ملم زئبق وعند خفض الحرارة إلى – ٣٠ مئوية في الجهاز يصبح الضغط السالب ٠.٢٥٦ ملم زئبق ، فإذا تعرضت العينة المراد تجفيفها في الجهاز تحت هذا الضغط السالب الكبير إلى التسخين فان ذلك سيؤدي إلى تبخر الرطوبة (الماء) دون أن تتغير مواصفات المادة (العينة) . وهذه الطريقة جيدة للتجفيف لكنها مكلفة .

٣- **التجفيف تحت التفريغ** : يتم التجفيف في هذه الطريقة في جو مفرغ من الهواء ومنخفض الضغط في أجهزة التجفيف حيث تنخفض درجة حرارة الغليان وبالتالي يقل الفقد في المركبات العضوية الطيارة باستثناء الماء .

٤- **التجفيف بواسطة التقطير بالتولوين** : الطريقة هذه تستخدم لتقدير الرطوبة في السايلج ، وتتم بوضع وزن معين من السايلج في دورق ويضاف إليها ٤٠٠ مل من التولوين ، يتصل الدورق بمكثف يسمى مكثف لايبغ ، بعدها يتم تسخين المزيج وعند بدء الغليان يتم ضبط الحرارة ليغلي المزيج بهدوء مع مراقبة المزيج والماء المتجمع في وحدة الاستقبال المدرجة المرتبطة بالمكثف مرة كل ١٥ دقيقة ولمدة ٩٠ دقيقة . وعندما يتم تسجيل قراءتين متتاليتين متساويتين من الماء المتجمع في وحدة الاستقبال يتم وقف الغليان (إطفاء مصدر الحرارة) ويترك المزيج ليبرد في درجة حرارة الغرفة . بعدها يسجل حجم الماء المجموع في وحدة الاستقبال ويؤخذ منه ١٠ مل توضع في دورق ويضاف إليها ٤٠ مل من الايثانول ثم يضاف إليها قطرة من دليل فينولفثالين ثم تتم المعايرة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم ٠.١ عياري . وتحسب المادة الجافة وفقاً للمعادلة التالية :

المادة الجافة= ١١٠٠ ٩.٨٨ × حجم الماء المجموع ٠.٠٠٥٥٥ × حجم NaOH المستخدم بالمعايرة

وزن عينة السايلج ١٠٠

طريقة العمل باستخدام التجفيف الاعتيادي :

١- يستخدم إناء زجاجي أو معدني (عادة تستخدم أطباق بتري) مرقم ونظيف (يغسل بالصابون والماء ثم بالماء المقطر) ، يوضع في جهاز التجفيف الكهربائي على درجة حرارة ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ – ٦٠ دقيقة ، بعدها يتم إخراج الطبق من جهاز التجفيف ويوضع بالملقط في البرد الزجاجي (Desiccator) لمدة نصف ساعة ليبرد ثم يوزن بدقة ويعتبر وزن الإناء الفارغ (وزن ١) .

٢-يوضع عينة من النموذج (المادة) في الإناء الفارغ بحدود ١-٢ غرام ويسجل وزن الإناء مع العينة ويعتبر (وزن ٢).

٣-يوضع الإناء باستخدام الملقط في جهاز التجفيف المثبت مسبقاً على درجة الحرارة المطلوبة وبعد انتهاء الفترة الزمنية اللازمة للتجفيف يتم إخراج العينة لتوضع بالمبرد الزجاجي لنصف ساعة لتبرد ثم يسجل الوزن ويعتبر (وزن ٣) . وعادة وللحصول على نتائج دقيقة يتم بعد الوزن إعادة الطبق والعينة إلى جهاز التجفيف لمدة ١-٣ ساعات للتأكد من ثبوت الوزن (الحصول على نفس الوزن في قراءتين متتاليتين) لضمان التخلص من كل الرطوبة الموجودة في العينة .

٤-نسبة الرطوبة = وزن الرطوبة × ١٠٠

وزن العينة

= وزن٢ – وزن ٣ × ١٠٠

وزن ٢ – وزن ١

النسبة المئوية للمادة الجافة = ١٠٠ – نسبة الرطوبة

تقدير الرطوبة في عينات المواد العلفية الخضراء :

يتم تقدير الرطوبة في المواد العلفية الخضراء على مرحلتين ، حيث في المرحلة الأولى يجفف بحدود ١٠٠ – ٢٠٠ غرام من العلف الأخضر بعد تقطيعها إلى أجزاء صغيرة وعلى درجة حرارة ٦٠-٧٠ مئوية لمدة ١٦ ساعة ، بعدها تبرد ويؤخذ وزنها وتقدر نسبة الرطوبة الأولية فيها وفقا للمعادلة السابقة .

اما في الخطوة الثانية فيتم طحن العينة التي سبق تجفيفها تجفيفا أوليا وطحناً ناعماً ثم يؤخذ منها ١-٢ غرام وتقدر فيها نسبة الرطوبة الثانوية بإتباع نفس خطوات العمل السابقة الذكر في تقدير الرطوبة باستخدام طريقة التجفيف الاعتيادي ، وتحسب نسبة الرطوبة الثانوية باستخدام المعادلة السابقة أيضا. بعدها تحسب الرطوبة الكلية حسب المعادلة التالية :

% للرطوبة الكلية= % للرطوبة الأولية + % للرطوبة الثانوية (١٠٠- % للرطوبة الأولية)

١٠٠

إذن % للمادة الجافة في العلف الأخضر= ١٠٠ – نسبة الرطوبة الكلية

مثال : تم تجفيف ٢٠٠ غرام من ألجت الأخضر تجفيفا أوليا على درجة حرارة ٦٠-٧٠ مئوية فأصبح وزنها ١٤٠ غرام ثم اخذ منها ٢ غرام وجففت على درجة حرارة ١٠٥ مئوية فأصبح وزن العينة ١.٤ غرام . المطلوب حساب نسبة الرطوبة الكلية في ألجت .

الحل :

١-تحسب نسبة الرطوبة الأولية

= وزن العينة قبل التجفيف الأولي- وزنها بعد التجفيف × ١٠٠

وزن العينة قبل التجفيف

= ٢٠٠ – ١٤٠ × ١٠٠

٢٠٠

= ٣٠%

٢-تحسب نسبة الرطوبة الثانوية بنفس الأسلوب السابق

= ٢ – ١.٤ × ١٠٠

٢

= ٣٠%

٣-تحسب نسبة الرطوبة الكلية حسب القانون أعلاه

= ٣٠ + ٣٠ (١٠٠ – ٣٠) = ٣٠ + ٢١ = ٥١%

١٠٠

تقدير نسبة الكاربوهيدرات الذائبة

تعتبر الكاربوهيدرات الذائبة من أهم مصادر الطاقة المجهزة للحيوان وتمتاز بسهولة ذوبانها وهضمها ، ومن الممكن تقدير الكاربوهيدرات الذائبة في المختبر باستخدام طرق تعتمد على تحويل الكاربوهيدرات الذائبة إلى سكر بسيط (الكلوكوز) ثم تقدر نسبة السكر في المحلول حسب تركيز اللون باستخدام قياس شدة اللون (Colorimetric system) ومن ثم المقارنة مع محلول قياسي يحتوي كمية معلومة من الكلوكوز .أما الطريقة الثانية فهي طريقة حسابية تعتمد على إيجاد بقية المركبات الغذائية الأخرى وطرحها من مئة (١٠٠) .

نسبة الكاربوهيدرات الذائبة = ١٠٠– (%للرطوبة + % للبروتين + % للرماد + % للألياف

+ % للدهن)

إن من أهم عيوب هذه الطريقة هو في حالة وجود أي خطا في تقدير احد المركبات سينعكس على نسبة الكاربوهيدرات الذائبة المحسوبة .

مثال : تبين من نتائج التحليل الكيميائي لمادة علفية معينة أن نسبة الرطوبة كانت ٩% والبروتين الخام ١٢ % والألياف الخام ٦ % والرماد ٣.٥ % ومستخلص الايثر ٢ % . احسب نسبة الكاربوهيدرات الذائبة .

الحل : وفقا للقانون أعلاه فان

% للكاربوهيدرات الذائبة = ١٠٠ – (٩ + ١٨ + ٣.٥ + ٦ + ٢)

= ١٠٠ – ٣٨.٥

= ٦١.٥ %

إذا كان التحليل على أساس المادة الجافة فانه تستخدم نفس المعادلة أعلاه لكن بعد إهمال نسبة الرطوبة مثال ذلك إذا كان التحليل الكيميائي لمادة علفية على أساس المادة الجافة (البروتين ١٩% ومستخلص الايثر ٤.٥% والألياف الخام ٧.٥ والرماد ٤%) فان نسبة الكاربوهيدرات الذائبة تحسب كما يلي:

% للكاربوهيدرات الذائبة = ١٠٠ – (١٩ + ٤.٥ + ٧.٥ + ٤)

= ١٠٠ – ٣٥

= ٦٥ %