

# تغذية الحيوان والدواجن

## الجلسة العملية الثانية

### الطرق التقريبية لتحليل مكونات مواد العلف

#### تقدير (الرطوبة ، الرماد الخام)

إنَّ الطرق التقريبية لتحليل مكونات العلف Proximate Analysis of Feedstuff تمكّننا من

معرفة كمية المكونات الرئيسية في هذه المادة وهي:

1-الماء (الرطوبة) Moisture.

2-البروتين الخام Crude Protein.

3-الدهن الخام Crude Fat (مستخلص الإيثر Ether Extract).

4-الألياف الخام Crude Fibers.

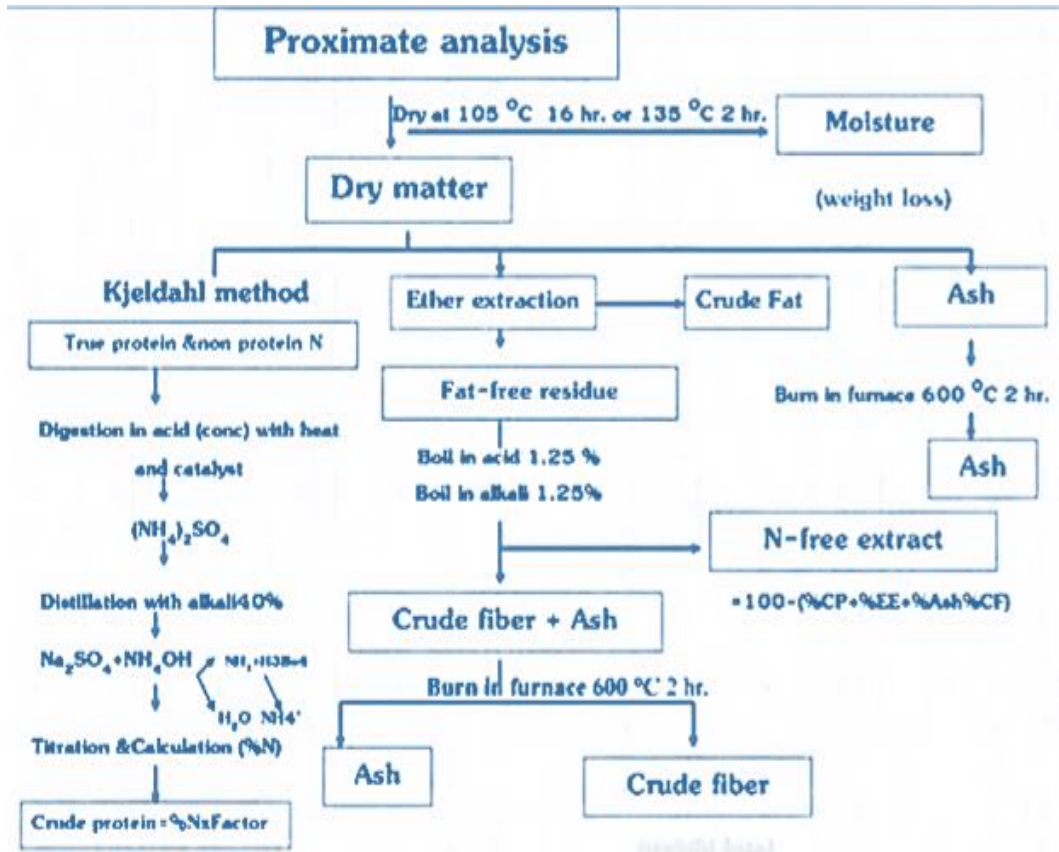
5-الرماد الخام Crude Ash.

6-المستخلصات الخالية من الآزوت N.F.E (الكربوهيدرات الذوابة Soluble Carbohydrates).

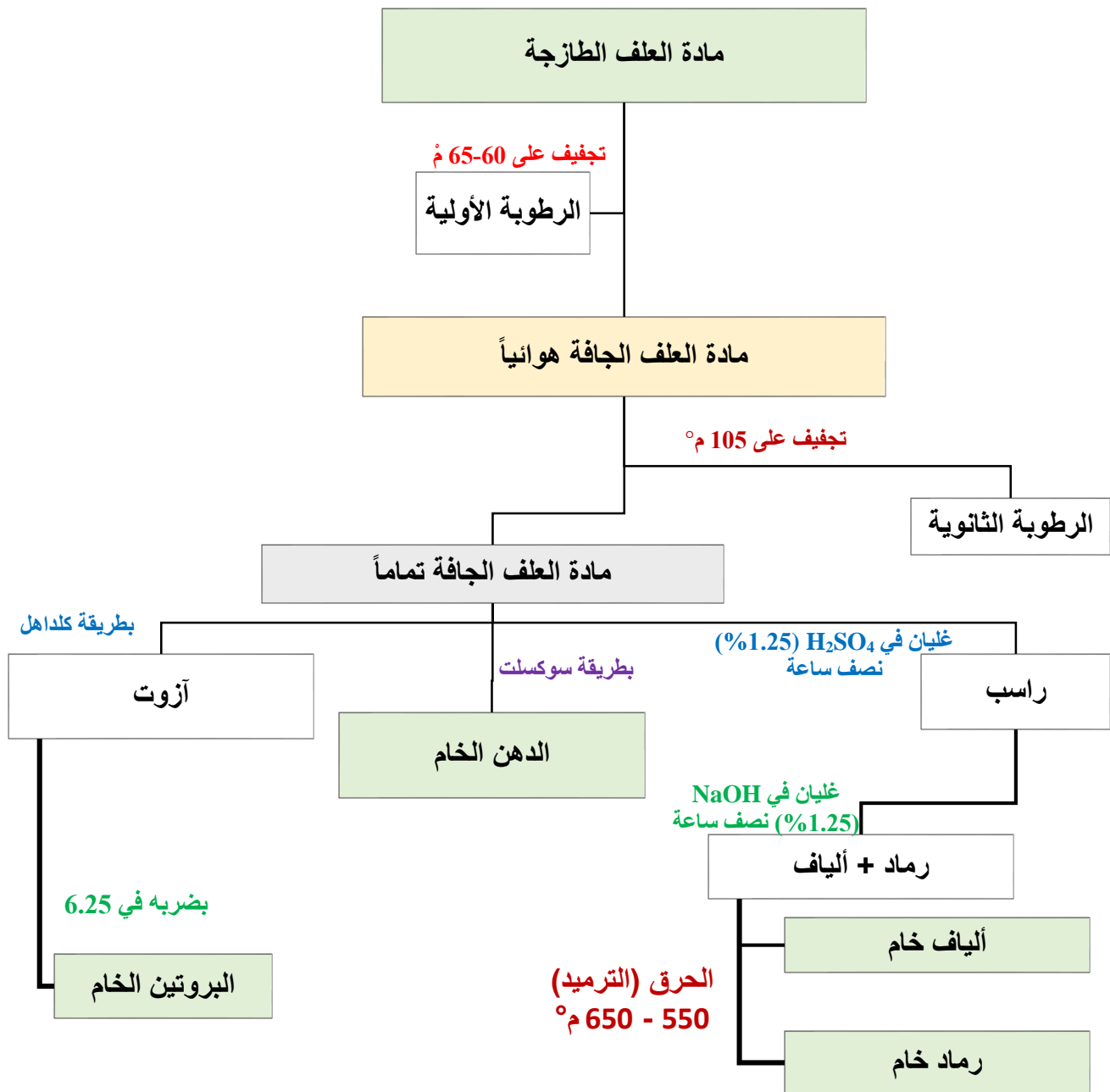
وهذه المكونات تهمننا من الناحية العملية في تغذية الحيوانات وتكوين علائقها، ولكن هذا وحده لا يكفي من أجل تغذية جيدة ومتوازنة، لأنَّ بعض المركبات التي لها دور كبير في التغذية الصحيحة وزيادة الكفاءة الإنتاجية مثل (الفيتامينات، الأحماض الأمينية والعناصر المعدنية ...) لا يتم قياسها وتحليلها بالطرق التقريبية، ولذلك يجب إجراء بعض التحليلات الدقيقة لمعرفة نسبة هذه المكونات في

المادة العلفية، وبما أنّ هذه التحليلات صعبة ومكلفة جداً، لذلك في التغذية العملية عند تكوين العلائق يتم الاستعانة بالجدول العلفية الموضوع خصيصاً لذلك والمذكور فيها نسب كافة المكونات الدقيقة الموجودة في كل مادة علفية، لهذا يكتفى في كثير من الأحيان بإجراء تحليل لمعرفة المكونات الرئيسية الستة الموجودة في المادة العلفية (المذكورة سابقاً) ومعرفة نسبة كل منها بطرق سهلة بسيطة.

وقد تمكن كل من العالمان هينبرغ Henneberg و ستومان Stohmann عام 1865 في محطة الأبحاث العلمية الألمانية ويندي Weende Experimental Station بوضع المخطط التقريبي لتحليل مواد العلف وأصبحت هذه الطريقة معروفة بطريقة ويندي Weende Analysis كما هي موضحة في المخططين التاليين.



## Weende Proximate Analysis for Feedstuff



## 1- تقدير الرطوبة (Moisture Determination):

يوجد الماء في المواد العلفية بنسب مختلفة تتراوح من 10% (في الأكساب) حتى 85% في المواد العلفية الغضة. ولتقدير نسبة الماء في المواد العلفية أهمية كبيرة، فاستناداً إلى نسبته تتوقف القيمة الغذائية لهذه المواد، وكذلك مدى صلاحيتها للتخزين.

يوجد الماء في المواد العلفية حراً ومرتبطاً، ويمكن التخلص من الماء الحر كما ذكرنا سابقاً بوضع العينة العلفية عند درجة حرارة 60-65 م°، أما الماء المرتبط فالتخلص منه يجب تجفيف العينة العلفية بدرجة حرارة 105 م° لمدة 3 ساعات أو درجة 120 م° لمدة ساعة واحدة فقط، أو حتى ثبات الوزن لعدة وزنات (وهي الأدق).

ومن الملاحظ أنه في الأعلاف الجافة هوائياً مثل الحبوب ومخلفاتها والأكساب، يتم تقدير الرطوبة الكلية مباشرة بتجفيف العينة العلفية بدرجة 105 م° لمدة 3 ساعات، أما في الأعلاف الغضة والسائلة فيتم تقدير الرطوبة على مرحلتين:

**a. في المرحلة الأولى:** يتم تقدير الرطوبة الأولية بتجفيف العينة بدرجة 60-65 م° لمدة 12 - 16 ساعة وحساب الرطوبة الأولية فيها.

**b. وفي المرحلة الثانية:** يتم تقدير الرطوبة الثانوية بتجفيف العينة على درجة حرارة 105 م° لمدة 3 ساعات أو على درجة حرارة 135 م° لمدة ساعة، وبعدها يتم حساب الرطوبة الكلية في المادة العلفية ومعرفة نسبة المادة الجافة في العلف.

ويلاحظ أنه عند التسخين تُفقد بعض المواد الطيارة مثل النشادر والحموض الطيارة وغير ذلك، وهذا الفقد ليس له أهمية كبيرة، ولا يؤثر في صحة التحليل.

- الأدوات المستخدمة لتقدير الرطوبة:

- 1- فرن تجفيف حرارته 105 م° Drying-Oven.
- 2- علبة رطوبة معدنية Can لا تصدأ، أو بوتقة خزفية Porcelain Crucible.
- 3- ميزان حساس Sensitive Balance.
- 4- مجفف زجاجي (ناقوس زجاجي) Desiccator.



### - خطوات العمل:

- 1- توضع علبة الرطوبة moisture can في فرن التجفيف بدرجة حرارة 105 م° مدة ساعة واحدة، وتترك في ناقوس زجاجي معزول في جو المخبر لتبرد، ثم توزن ويسجل وزنها، ثم يوزن 2-3 غ من المادة الجافة هوائياً، وتوضع في علبة الرطوبة.
- 2- توزن العينة مع علبة الرطوبة لمعرفة وزن العينة بالضبط.
- 3- توضع علبة الرطوبة وبها العينة العلفية في فرن التجفيف مدة 2.5 - 3 ساعات على درجة حرارة 105 م°، بعد مضي الوقت المحدد نخرج العينة من فرن التجفيف وننقلها إلى الناقوس الزجاجي، وتترك مدة ساعة كي تبرد، ثم توزن، ويسجل الوزن.
- 4- تُعاد العينة مرة أخرى إلى فرن التجفيف مدة ساعة بعد تبريدها مرة ثانية في الناقوس الزجاجي توزن من جديد وهكذا تكرر هذه العملية حتى لا يزيد الفرق بين آخر وزنين متتالين عن 10 ملغ.
- 5- أحياناً باستمرار التسخين نلاحظ زيادة في الوزن، عندها نوقف عملية التسخين ولحساب الماء المرتبط المُتَبَخَّر نأخذ أقل وزن للعينة بعد التجفيف.
- 6- كمية الماء المرتبط المُتَبَخَّر هي الفرق ما بين وزن علبة الرطوبة مع العينة قبل التجفيف ووزن علبة الرطوبة مع العينة بعد التجفيف.

**- حساب النتيجة:**

1-وزن علبه الرطوبة فارغة = (.....) غ.

2-وزن (علبه الرطوبة + العينة العلفية قبل التجفيف) = (....) غ.

3-وزن العينة العلفية = (....) غ.

4-وزن (علبه الرطوبة + العينة العلفية بعد التجفيف) = (....) غ.

5-وزن الماء المرتبط بالعينة العلفية (الفاقد من وزن العينة) = (....) غ.

6-النسبة المئوية للرطوبة % الثانوية في العينة العلفية =  $100 \times \frac{\text{كمية الرطوبة الثانوية في العينة الجافة هوائياً}}{\text{وزن العينة}}$

**- حساب المادة الجافة:**

لحساب المادة الجافة لابد من معرفة الرطوبة الكلية التي تعني مجموع الرطوبة الأولية والرطوبة

الثانوية، وتحسب الرطوبة الكلية بالمعادلة التالية:

$$\frac{\text{النسبة المئوية \% للرطوبة الكلية}}{\text{وزن العينة الطازج (غ)}} = 100 \times \frac{\text{كمية الرطوبة الكلية (غ)}}{\text{وزن العينة الطازج (غ)}}$$

ثم تحسب النسبة المئوية للمادة الجافة كما يلي:

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = 100 - \text{النسبة المئوية للرطوبة الكلية}$$

- **مثال:** ما هي النسبة المئوية للمادة الجافة في مادة العلف الطازجة التي تحوي 12 % رطوبة أولية و 8% ماء مرتبط (رطوبة ثانوية) بعد تجفيفها هوائياً.

- **الحل:** كمية الرطوبة الكلية (غ) = كمية الرطوبة الأولية(غ) + كمية الرطوبة الثانوية(غ)

$$\text{النسبة المئوية للرطوبة الكلية} = \frac{\text{كمية الرطوبة الكلية (غ)}}{\text{وزن العينة الطازج (غ)}} = \frac{7.04+12}{100} = 19.04\% \text{ نسبة الرطوبة الكلية.}$$

$$\text{النسبة المئوية للمادة الجافة} = 100 - 19.04 = 80.96\% \text{ نسبة المادة الجافة.}$$

## 2- تقدير الرماد الخام (Crud Ash Determination):

الرماد هو الجزء المتبقي من العينة العلفية بعد حرق كامل المادة العضوية في فرن الترميد Muffle-Furnace بدرجات حرارة عالية 550-650 م°، يساعد الحرق السريع والكامل على هشاشة المادة العلفية وعلى وصول الهواء إليها بسهولة. عند حرق المادة العلفية في المرمدة يتطاير الكربون والهيدروجين وجزء من الأوكسجين على شكل ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub> وبخار الماء H<sub>2</sub>O، أما العناصر المعدنية (الصغرى والكبرى) فتبقى على شكل أكاسيد. ويمكن في الرماد الخام أن توجد بالإضافة إلى العناصر المعدنية بعض الشوائب مثل: (الغضار والرمل وبعض جزيئات الكربون غير المحترقة)، ولذلك يُدعى بالرماد الخام. ويلاحظ أنه عند الترميد تَفُقد المادة العلفية المواد الطيارة مثل النشادر (الأمونيا NH<sub>3</sub>) والأحماض الطيارة المنفردة وأثار من الكحول وغير ذلك، وهذا الفقد ليس له أهمية كبيرة ولا يؤثر في صحّة التحليل ولذلك يُمكن إهماله.

تبدأ عملية الترميد Combustion ببطء عند درجة حرارة منخفضة تقريباً لتفادي تناثر الذرات العلفية الدقيقة، وهذا يساعد على حرق كل المادة العضوية، أما إذا كان الحرق بدرجات حرارة عالية فتُغطّي الأملاح السهلة الانصهار أجزاءً غير محترقة من المادة العضوية، وبذلك تحول دون احتراقها احتراقاً تاماً. في بداية الحرق تحدث عملية تَصَعُد (تسامي Sublimation) للمادة العلفية ونتيجة لذلك تغطي طبقة رقيقة إسفلتية عاتمة جدار الجفنة، ولتجنب تطاير بعض الأصول القاعدية للفوسفور والكبريت والكلور يجب أن تتم عملية الحرق على درجة حرارة لا تزيد عن 550-600 م° (بداية التوهج الأحمر الغامق) ولتفادي ضياع فوسفور العينة العلفية الغنية بالبروتين أو النشاء (الحبوب، علف مركب، بطاطا ... إلخ) يجب دهن الجفنة بمقدار 1 غ من نترات الأمونيوم.

### - الأدوات اللازمة:

1- ميزان حساس Sensitive Balance دقته (حساسيته) 0.0002 غ.

2- فرن احتراق (مرمدة) Muffle- Furnace.

3- ناقوس زجاجي Desiccator.

4- بوتقة Crucible تتحمل درجات الحرارة العالية.



## - طريقة العمل:

1- إذا كانت الجفنة نظيفة وخالية من المواد العضوية فيكتفى بتجفيف الجفنة بدرجة 105م° مدة ساعة واحدة، أما إذا كانت الجفنة غير نظيفة فتوضع في المرمدة بدرجة حرارة 450-500 م° مدة 30 دقيقة إلى ساعة، وبعدها تخرج من المرمدة، وتوضع في الناقوس الزجاجي مدة ساعة حتى تبرد.

2- توزن الجفنة فارغة بميزان حساس، ويسجل الوزن بالضبط لرابع رقم عشري، وبعدها يوضع في الجفنة 2-5 غ من العينة العلفية.

3- توضع الجفنة مع العينة في المرمدة قبل تشغيلها، وتشغل المرمدة وتضبط على درجة حرارة منخفضة (لا تتعدى 200 م°) وتبقى المرمدة على هذه الدرجة من الحرارة حتى يتم الحرق الأولي الذي يتميز بتصاعد الأبخرة والغازات الكثيفة من العينة، وتستمر هذه المرحلة مدة 50-60 دقيقة بعد توقّف تصاعد الغازات، وبعدها تُرفع درجة الحرارة إلى 550-650 م° وتترك الجفنة على هذه الدرجة مدة 2-3 ساعات حتى يتم حرق كامل المادة العضوية في العينة العلفية، ويُستدلّ على ذلك بتحوّل لون الرماد إلى اللون الأبيض أو الأبيض المائل للرمادي الخفيف.

بعد انتهاء عملية الترميد يوقف تشغيل المرمدة جزئياً، وتترك الجفنة مع العينة في المرمدة تبرّد، ثم تنقل إلى الناقوس الزجاجي، ثم توزن بعد التبريد ويسجل وزنها بدقة.

4- إذا وجد في الرماد أجزاء متفحمة غير محترقة، تبرّد الجفنة ويضاف إليها عدة نقاط من الماء المقطر الساخن، وتعاد مرة ثانية إلى المرمدة، ويمكن إضافة 1-2 مل من محلول فوق أكسيد الهيدروجين  $H_2O_2$  (بيروكسيد الهيدروجين Hydrogen peroxide) تركيز 3%، أو بضع قطرات من حمض الآزوت  $HNO_3$  (حمض النتريك Nitric Acid) المركز كمادّة مؤكسدة إلى المادة المتبقية في الجفنة.

5- توضع الجفنة في المرمدة في درجة حرارة منخفضة (80-100م°) لتتبخّر المادة المؤكسدة، وبعد زوال المادة المؤكسدة تُرفع درجة الحرارة إلى 550-650 م° ويجب أن تبقى الجفنة عند هذه الدرجة مدة 30-60 دقيقة، وبعد هذه المعاملة تحترق بقايا الفحم بسرعة.



6- وإذا لم تحترق العينة العلفية بعد هذه المعاملة احتراقاً تاماً (وجود بعض بقايا الفحم السوداء في الجفنة) يضاف إلى الجفنة الباردة من جديد ماء مقطر أو مادة مؤكسدة، ومحتويات الجفنة تبخر وترمد كما في المرّة السابقة (يمكن أن تعاد هذه المعاملة مرّة إلى مرتين).

7- بعد انتهاء عملية الترميد تُنقل الجفنة من المرمدة إلى الناقوس الزجاجي حيث تُبرّد ثم توزن.

8- تكرر عملية الترميد مرة ثانية 1 - 1.30 ساعة بعدها تبرد في الناقوس الزجاجي ثم توزن.

تكرار عملية الترميد ضروري لضمان اكتمال عملية الحرق، وتكرر هذه العملية حتى ثبات الوزن، ولإتمام عملية حرق العينة العلفية عادة يكفي 5-6 ساعات وتكتب النتائج على الشكل التالي:

1-وزن الجفنة + العينة العلفية = ( ) غ.

2-وزن الجفنة فارغة = ( ) غ.

3-وزن العينة العلفية = ( ) غ.

4-وزن (الجفنة وبها المادة العلفية المرمدة) بعد الترميد: الوزن الأول ، الوزن الثاني ، الوزن الثالث.

5-كمية الرماد الخام (غ) = الفرق بين وزن البوتقة مع الرماد بعد الترميد ووزن البوتقة الثابت فارغة.

6-النسبة المئوية % الرماد الخام في المادة العلفية.

$$\text{النسبة المئوية \% للرماد الخام في المادة العلفية} = \frac{\text{كمية الرماد (غ)}}{\text{وزن العينة (غ)}} \times 100$$

- حساب نسبة المادة العضوية:

تحسب المادة العضوية من الفرق بين نسبة المادة الجافة ونسبة الرماد في العينة، كما يمكن

أن تحسب من مجموع: (البروتين الخام + الدهن الخام + المستخلصات الخالية من الأزوت + الألياف الخام)

% المادة العضوية = 100 - (% للرماد الخام)

**فمثلاً:** إذا كانت نسبة الرماد الخام 4% من المادة الجافة تكون: % المادة العضوية = 100 - 4 =

96% من المادة الجافة.