مقاييس الأغذية وطرق حسابها

(Measures of Nutrition and its' Assessment Methods)

- **مقدّمة:**

تمكن علماء التغذية من خلال الأبحاث العلمية استنباط العديد من المقاييس (Measures) للتعبير عن فعل الأغذية والأعلاف في جسم الحيوان، وكذلك لأجل المقارنة الأعلاف والأغذية المختلفة، وتختلف هذه المقاييس من بلد لآخر بحسب ظروف توفر المواد العلفية السائدة وأهميتها في التغذية.

لدراسة تغذية الدواجن يجب أن نذكر المقاييس المستخدمة للتعبير عن الاحتياجات الغذائية اليومية ولتكوين العلائق، وكذلك يجب مناقشة الصور التي يُقدَّم عليها الغذاء.

- **التعبير عن الاحتياجات الغذائية:** هناك مقاييس مختلفة نذكر منها

1. **المكونات الغذائية الرئيسية Major Feed Ingredients**: ويعبر عنها عادة كنسبة مئوية (%).
2. **المكونات الغذائية الموجودة بكميات ضئيلة Minor Feed Ingredients**: وهذه مثل الفيتامينات.

1- **الوحدات الدولية للصيصان I. C. U. (International Chick Unit)**: وهذا المقياس عادة يُستخدم للتعبير عن وحدات فيتامين د$_3$ (D_3)، وأحياناً يُعبر عن فيتامين د بالوحدات الدولية IU. وعموماً يُمكن استخدام كلا الوحدتين بالنسبة لفيتامين د.

2- **الوحدات الدوائية الأمريكية U. S. P. U. (U. S. Pharmacopoeia Units)**: عادة تستخدم الوحدات الدولية. فمثلاً نقول الوحدة الدوائية الأمريكية تعادل 0.6 ميكرو غرام كاروتين.

3- **الوحدات الدولية I. U. (International Unit):** تُستخدم مثلاً للتعبير عن فيتامين هـ (E). والوحدة الدولية I. U. من فيتامين E تعادل 1 مليغرام من DL Alphatocooherol Acetate وهي الصورة الثابتة المُحضَّرة صناعياً ويعتبر مضاد طبيعي للأكسدة.

4- **الغرام وأجزاؤه Gram Conversions**:

1 ملغ = 1000 ميكروغرام / 1 سنتيغرام = 10 ملغ / 1 ديسيغرام = 10 سنتيغرام / 1 غرام = 10 ديسغ

1 غرام = 1000 ملغ / 1كيلوغرام = 1000 غرام / 1 ملغ = 0.001 غرام / 1 ميكروغرام = 0.000001 جزء في المليون PPM.

5- السعرات (الحريرات) (Calories):

A. السُّعرات الصغيرة Small calorie (cal): السُّعرة الصغيرة أو الحريرة (كالوري) هي كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة (من 14.5 م° – 15.5 م°) عند الضغط القياسي (760 مم زئبق). والسُّعر الصغير لا يستخدم في دراسات التغذية.

B. السُّعرات الكبيرة Large calorie (k.cal): السُّعرة الكبيرة (كيلو كالوري) هي كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة 1000غ من الماء درجة مئوية واحدة (من 14.5 م° – 15.5 م°) عند الضغط القياسي (760 مم زئبقي). أي أن السُّعر الكبير يساوي 1000 سُعر صغير.

- السُّعر الكبير دائماً يشار إليه بالكيلو كالوري (kcal).
- القيمة الحرارية يُعبَّر عنها كسعرات، ويقصد بها سعرات كبيرة وتكتب حروف كبيرة (Cal).

1 كيلو كالوري = 1000 كالوري / 1 ميغا كالوري = 1000 كيلو كالوري

والكالوري الواحد = 4.184 جول.

- تُنتج هذه المصادر الطاقة الحرارية بنسب متفاوتة (حسب نظام Atwater):
  - الكربوهيدرات: تنتج 4 سعرة كبيرة (كيلو كالوري) لكل 1 غ.
  - الدهون: تنتج نحو 9 سعرة كبيرة (كيلو كالوري) لكل 1 غ.
  - البروتينات: تنتج 4 سعرة كبيرة (كيلو كالوري) لكل 1 غ.

- **الجول Joule (J):** وحدة قياس الطاقة الحركية (أو الكهربائية)، وهو كمية الطاقة اللازمة لتحريك النقطة التي تقع عليها قوة قدرها واحد نيوتن (n) فتحركها مسافة متر واحد في اتجاه فعل القوة. وكل (4184) جول تُكافئ وحدة واحدة من وحدات قياس الطاقة الكيماوية (كالوري).

6- التعبير عن الاحتياجات الغذائية: دائماً فإن مكونات العليقة يعبر عنها كما يلي: (كمية لكل كيلو غرام) وفي أحيان أخرى يُعبَّر عنها في صورة كمية لكل طن (وقليلاً ما يُستخدم الطن الكبير metric ton).

7- الطاقة الكلية Gross Energy (GE): وهي كمية الحرارة التي تنتج من الأكسدة الكاملة للمادة الغذائية عند حرقها في المسعر الحراري تحت ضغط مرتفع من الأوكسجين يوازي 25 – 30 مثل الضغط الجوي.

8- **الطاقة المهضومة Digestible Energy:** وهي كمية الطاقة التي يحصل عليها الحيوان من غذاؤه وتحسب بالفرق بين الطاقة الكلية للمادة الغذائية مطروحاً منها الطاقة الكلية للروث. وُيعبَّر عنها بالطاقة المهضومة الظاهرية.

9- **الطاقة الممثلة (الاستقلابية) Metabolizable Energy (ME):** ويعبر عنها أيضاً بالمجهود الفسيولوجي النافع وهي تساوي الطاقة الكلية للمادة الغذائية مطروحاً منها الطاقة المفقودة في الروث والطاقة المفقودة في النواتج الغازية للهضم (غاز الميثان...) والطاقة المفقودة في البول.

10- **الطاقة الصافية Net Energy (NE):** وهي كمية الطاقة الممثلة مطروحاً منها الحرارة المفقودة في التمثيل الغذائي (Heat increment) وهي تُعبّر عن كمية الطاقة التي يستعملها الحيوان في المحافظة على حياته (NE_m) وحدها أو مضافًا إليها الطاقة الإنتاجية (NE_p) والأخيرة قد تكون الطاقة الصافية للنمو (NE_g) أو الطاقة الصافية للتسمين (NE_f) أو الطاقة الصافية لإنتاج الحليب (NE_{milk}) أو الطاقة الصافية لإنتاج البيض (NE_{egg}). كما يدخل في هذا التقسيم أيضاً الطاقة الصافية المبذولة في العمل (NE_{work}).

- أهم المقاييس الغذائية المستخدمة:

1- مجموع المكونات الغذائية المهضومة Total Digestible Nutrients (T.D.N):

وهو عبارة عن مجموع المكونات الغذائية المهضومة في المادة العلفية. أوجده العالم Lehmann في أمريكا عندما أعطى قيماً للمركبات الغذائية حسب ما تعطي من طاقة لكل 1غ منها كما يلي:

(البروتين = 1)، (السكريات = 1)، (الدهن = 2.25)

ويعبر عن مجموع المكونات الغذائية المهضومة (الـ T.D.N) بالعلاقة التالية:

T.D.N = [البروتين الخام المهضوم(MAD) + الألياف الخام المهضومة(CBD) + السكريات الذائبة المهضومة(ENAD) + الدهن الخام المهضوم(MGD) × 2.25].

ولحساب مجموع هذه المكونات لابدّ من توفر المعلومات الضرورية:

1-التركيب الكيميائي للمادة العلفية.

2-معامل الهضم لكل مركب غذائي فيها.

3-حساب المركبات الغذائية المهضومة عن طريق ضرب معامل الهضم بالتركيب الكيميائي للمادة.

المركب الغذائي المهضوم (D.N) = % التركيب الكيميائي لهذا المركب الغذائي × % معامل الهضم (DC)

وتجمع بعدها المركبات المهضومة بعد (ضرب كمية الدهن بـ 2.25)، وذلك لأن الطاقة الصافية الناتجة عن غرام واحد من الدهن تزيد بحوالي 2.25 مرة عن الطاقة الصافية التي ينتجها غرام واحد من البروتين أو السكريات.

– **مثال:** احسب مجموع المكونات الغذائية المهضومة (T.D.N) في حبوب الذرة البيضاء إذا علمت بأن التحليل الكيميائي لمكونات الغذاء ومعامل هضمها كما يلي:

المكون الغذائي	النسبة المئوية %	معامل الهضم %
بروتين خام	10.9	78
دهن خام	3	78
ألياف خام	2.3	58
سكريات ذائبة	70.7	91

تُحسب المركبات الغذائية المهضومة:

- البروتين الخام المهضوم= $\frac{78\times10.9}{100}$ = 8.5
- الدهن الخام المهضوم= $\frac{78\times3}{100}$ = 2.34
- الألياف الخام المهضومة= $\frac{78\times2.3}{100}$ =1.3
- السكريات الذائبة المهضومة= $\frac{91\times70.7}{100}$ =64.3

نحسب الـ T.D.N = 8.5 + 1.3 + 64.3 + (2.25×2.34) = 79.4

- يُمثّل مقياس T.D.N إلى حد ما القيمة الحرارية لمادة العلف وهو مهم في تقييم الأعلاف وتكوين العلائق الاقتصادية المتزنة للحيوانات الزراعية وفق الطريقة الأمريكية.
- يعتبر مقياس الـ T.D.N صحيحاً في حالة الأعلاف المركزة ولحدود معامل الهضم (75%) أو أكثر.
- يمكن حساب الـ T.D.N من العلاقة:

T.D.N = كمية المادة العضوية المهضومة + (كمية الدهن الخام المهضوم ×1.25)

- كمية المادة العضوية (غ/كغ) تحسب بعد معرفة قيمتها المتناولة والكمية المطروحة مع الروث.
- يمكن تحويل قيمة الـ T.D.N إلى طاقة استقلابية كما يلي:

كل 1 غرام T.D.N = 3.65 كيلو كالوري من الطاقة القابلة للتمثيل عند المجترات.

كل 1 غرام T.D.N = 4.10 كيلو كالوري من الطاقة القابلة للتمثيل عند الحيوانات وحيدات المعدة.

- **تقدير الطاقة الغذائية في الأعلاف (Estimation of Energy in Feed):**

تُقدَّر الطاقة في مواد العلف والأغذية بطريقتين:

i. الأولى باستخدام المسعر الحراري (Bomb Calorimeter): وهي الطريقة الأكثر دقة.
ii. والثانية تعتمد على التركيب الكيميائي لحساب قيمة الطاقة.

أولاً: تقدير الطاقة الخام باستخدام جهاز المسعر الحراري (Bomb Calorimeter): حيث يتم حرق العينة بشكل كامل في أسطوانة الاحتراق المشحونة بالأوكسجين والمغمورة بكمية محددة من الماء على درجة حرارة محددة، وعند احتراق العينة تنطلق الحرارة التي تقوم برفع درجة حرارة الماء المحيط بأسطوانة الاحتراق، ومن خلال معرفة مقدار ارتفاع درجة حرارة الماء يتم حساب كمية الطاقة الخام الموجودة في العينة.

الحساب: تقدر كمية الطاقة الخام (الكلية) بتطبيق العلاقة التالية:

$$GE = \frac{E(t_2 - t_1) - (a + b)}{p}$$

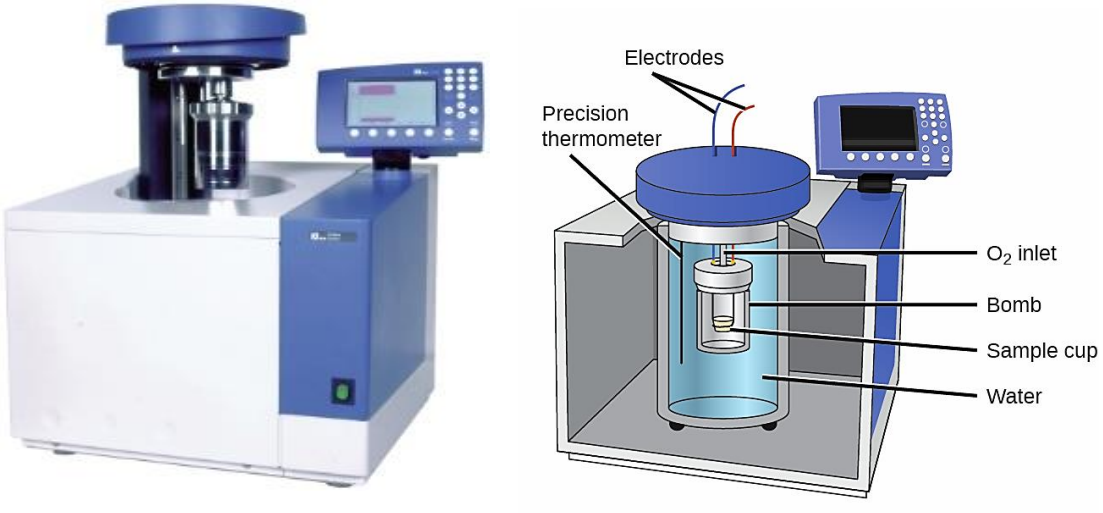
حيث أنَّ: GE : كمية الطاقة الخام (الكلية) الموجودة في العينة (كالوري). **P** : وزن العينة (غرام).

t_1: درجة حرارة الماء قبل حرق العينة. **t_2** : درجة حرارة الماء بعد حرق العينة.

a : مقدار التصحيح الناتج عن تشكل الأحماض = حجم كربونات الصوديوم 0.0725 نظامي (مل).

b : مقدار التصحيح للسلك (كمية الطاقة الناتجة عن احتراق 1 سم من السلك تكون مرفقة مع السلك).

E : معادل الطاقة للجهاز (وغالباً يكون مرفق بالجهاز).



جهاز المسعر الحراري (Bomb Calorimeter)

جهاز المسعر الحراري (Bomb Calorimeter)

- **أجزاء المسعر الحراري (Bomb Calorimeter):**

1-جسم المسعر: وهو محاط بطبقة تملأ بالماء ويتسع داخله لوعاء (سطل) أسطوانة الاحتراق، ويغلق جسم المسعر بإحكام ويحتوي على فتحة لميزان الحرارة وفتحة لموصل حركة خلاط الماء.

2-وعاء اسطوانة الاحتراق (سطل): وهو وعاء أسطواني الشكل توضع بداخله أسطوانة الاحتراق وكمية محددة من الماء على درجة حرارة محددة وبداخله خلاط لضمان تجانس درجة حرارة الماء المحيط بأسطوانة الاحتراق

3-اسطوانة الاحتراق: يحتوي غطاؤها على حامل العينة وقطبي التوصيل الكهربائي وصمام حقن الأوكسجين.

4-ملحقات المسعر:

1-لوحة المفاتيح الكهربائية وتشمل مفاتيح السخان الداخلي والخارجي ومفتاح تشغيل لمبات الإشارة.

ب-سخان ماء كهربائي. د-حامل تثبيت أسطوانة الاحتراق.

ج-أسطوانة غاز الأوكسجين وملحقاتها. هـ-مكبس تحضير العينات.

5-المواد والكواشف:

1-محلول كربونات الصوديوم أو ماءات الصوديوم تركيز (0.0725) نظامي.

2-حمض البنزويك. 3-أحمر الميتيل.