



تقدير المركبات الغذائية في مواد العلف



أولاً- تقدير الماء (الرطوبة) في مواد العلف:

تعريف:

الفقد الناتج من تسخين مادة غذائية في فرن درجة حرارته 105 مئوية لمدة 3 ساعات، وهو عبارة عن كمية الماء الموجودة بهذه المادة.

ويلاحظ أنه عند التسخين تفقد مواد طيارة مثل النشادر والحوامض الطيارة المنفردة وآثار من الكحول وغير ذلك. وهذا الفقد ليس له أهمية كبيرة ولا يؤثر في صحة التحليل لأن نسبة المواد الطيارة إلى نسبة الماء قليلة جداً.

حساب النتيجة:

كمية الماء في المائة تحسب بالنسبة إلى المادة التي قدر فيها الماء ويؤخذ المتوسط في التقديرين، ويجب ألا يزيد الفرق بينهما عن $\pm 0.2\%$.

ملاحظة: إذا حصل أو لزم تسخين المادة تسخيناً أولياً وذلك لكثرة احتوائها على الماء على درجة 50 م و 60 م علينا حساب مقدار الماء الذي فقده المادة على هذه الدرجة.

فإذا كانت مادة خضراء وزنها (خ) جرام ووزنها بعد تسخينها لدرجة 50 م أو و 60 م (ب) جرام، وكان مقدار الماء في هذا الجزء (ب) جرام يساوي م%.

فإن المادة الجافة في هذا الجزء (ب) يساوي $100 - م$ ÷ 100

ومقدار المادة الجافة هذا $100 - م$ ÷ 100 هو أيضاً عبارة عن وزن المادة الجافة في المقدار (خ) فيكون إذا مقدار المادة الجافة في 100 غرام مادة خضراء يساوي:

$$[100 - م] \div [100 \times خ] = [ب(100 - م)] \div [خ]$$

إذن: نسبة الماء في المائة في المادة الجافة (خ) الأصلية عبارة عن:

$$100 - [ب(100 - م)] \div [خ]$$

والمثال العددي الآتي يوضح ذلك:

مادة خضراء وزفا ١٠٠ جرام (خ) حفتت اوليا فصار الوزن ٨٠ جراما (ب) وبتقدير الرطوبة في المادة الجافة اوليا وجد بها 5% ماء (م%).

المادة الجافة تماما في 80 جرام = $80(100 - 5) - 100$ جرام

ومقدار المادة الجافة هذا هو وعبرة عن وزن المادة الجافة في 300 جرام اخضر:

$$\begin{aligned} & \text{المادة الجافة في } 300 \text{ جرام مادة خضراء} = 80(100-5) \times 100 \\ & 100 \times 300 \\ & 80(100-5) 300 \end{aligned}$$

نسبة الماء في المادة الخضراء الاصلية = $100 - 80(100-5) 300$

$$= 100 - 25.33 = 74.63\%$$

مثال: تقدير الرطوبة القانونية في مادة العلف:

النتائج:

1- وزن علبة الرطوبة فارغة = جم.

2- وزن علبة الرطوبة + العينة (قبل التجفيف) = جم.

3- وزن العينة = جم.

4- وزن علبة الرطوبة + العينة (بعد التجفيف) = جم.

5- وزن الرطوبة القانونية = جم

6- % للرطوبة القانونية = وزن الرطوبة $\times 100$ وزن العينة

تحتوي النباتات الخضراء على 75-85% ماء، والسيلاج يحتوي على 60 -

65 % ماء والبطاطا يحتوي على 75-80% ماء والحبوب يفترض ألا يزيد

مقدار الماء فيها عن 16 - 17 % و في الدريس والتبن لا يزيد عن 20%.

المواد المركزة الغنية في البروتين والدهن يجب ألا يزيد مقدار الماء عن 12-

14% ووجود نسبة ماء أكثر في هذه المواد يكون نتيجة تلف سريع، أي فساد

هذه المواد.

ثانياً – تقدير الرماد الخام والكالسيوم

الرماد الخام هو عبارة عن المادة المتبقية بعد حرق المادة الغذائية حرماً تماماً. ويجب علينا أن نلاحظ أن بعض الأصول القاعدية يتحد بحامض الكبريتيك والفسفوريك اللذين ينتجان من حرق البروتينات ويتحولان إلى مركبات معدنية.

تقدير الرماد الخام

يوزن بشكل دقيق نحو (2 – 3 جم) من المواد المجففة في الهواء في بوتقة خزفية او كوارتز معروف وزنها الثابت بدقة. ثم تحرق محتويات البوتقة أولاً بلهب خفيف فإذا ما اشتعلت محتويات البوتقة يبعد اللهب ثم يستمر في التسخين حتى يتحول ما بداخل البوتقة كله الى لون ابيض. ولكي نحصل على رماد خال من الكربون ترطب المادة بالماء بعد تبريدها، لنلا يحصل فقد ما على هيئة رماد لو رطبت المادة وهي ساخنة، ثم نستمر في التسخين لمدة من الزمن وتوزن ثم تسخن ثانياً وهكذا حتى لا يزيد فروق الاوزان بعضها عن بعض بمقدار 0.0004 ويحسن هنا ان لا يسخن بلهب البوري خوفاً من ان اللهب الشديد يسبب فقد القلويات، وعليه فيكفي جدا التسخين بلهب عادي خفيف.

حساب النتيجة:

يحسب مقدار النسبة المئوية لكمية الرماد في المادة الجافة في الهواء وكذلك في المادة الجافة تماماً، ثم يؤخذ متوسط التجربتين وينبغي ألا يزيد الفرق بين التقديرين عن 0.1%.

ملاحظات: محتويات مواد العلف علي الرماد:

مساحيق العظام واللحم والسمك غنية جداً بالرماد. ونسبة الرماد فيها تتراوح بين ٢٠ و ٣٠ % ومسحوق السمك واللحم يكون جزء من رمادها عبارة عن ملح طعام. وملح الطعام هذا لحكماً لا يزيد عن 1% من كمية الرماد هذه لأن وجود كميات كثيرة من ملح الطعام في هذه المساحيق يضر بالحيوان وبصورة

خاصة الخنازير. وفي محطات التحاليل الزراعية بسويسرا ترفض عينات السمك التي بها 4% ملح طعام فما فوق.

الكسوب غنية في الرماد إذ يحتوي على 3-9% رماد، وكذا قشور الحبوب المختلفة غنية أيضا في الرماد.

أما رماد القش والأتبان فهو يحتوي على كثير من حامض السليسيك وحينما تكون املاحا يكون امتصاصها ومعدة الحيوان رديئا. محتوى رماد الكسب والدريس والحبوب المتنوعة والنخالة على مركبات الكالسيوم والفسفور المفيدة.

وكسب السمسم غني جداً بصفة خاصة في الكالسيوم والفسفور. وكسب الفول السوداني وكسب بذرة الكتان فقيران في الكالسيوم غير أنهما غنيان في الفوسفور. وقد يحتوي كسب الكتان في بعض الأحيان على كمية كبيرة من ملح الطعام. وأما البطاطا والبطاطا الحلوة والشوندر والجزور فقيرة في الرماد.

مثال: تقدير الرماد الخام في مادة العلف:

النتائج:

$$1- \text{ وزن البوتقة فارغة} = \text{جم}$$

$$2- \text{ وزن البوتقة} + \text{العينة} = \text{جم}$$

$$3- \text{ وزن العينة} = \text{جم}$$

$$4- \text{ وزن البوتقة} + \text{الرماد} = \text{جم}$$

$$5- \text{ وزن الرماد} = \text{جم}$$

$$6- \% \text{ للرماد} = \text{وزن الرماد} \times 100 \div \text{وزن العينة}$$

تقدير الكالسيوم

يقدر الكالسيوم في مواد العلف أو الروث باستخدام الرماد الخام للعينة، ويحضر منه محلول ملحي بإذابة الرماد الناتج عن عملية الترميد بواسطة حمض كلور الماء ثم معادلة الرشاحة وتحويلها إلى وسط حامضي مرة ثانية باستخدام حمض الخل وترسيب الكالسيوم باستخدام أوكسالات الأمونيوم على صورة أوكسالات الكالسيوم. ثم تذاب أوكسالات الكالسيوم بواسطة حمض الكبريت وينفرد منها حمض الأكساليك، الذي تقدر فيه نسبة الكالسيوم.

الأدوات اللازمة للتقدير:

- 1- ادوات الترميد من أجل الحصول على الرماد.
- 2- ورق معياري مخروطي سعة 250 مل عدد ٢.
- 3- قمع زجاجي وورق للترشيح.
- 4- سحاحة سعة 50 مل للمعايرة بالبرمنجات.
- 5- قضيب زجاجي لإذابة الرماد.

المواد الكيميائية:

- 1- حمض كلور الماء تركيز % ١٠ (HCl).
- ٢- حمض الخل تركيز % ١٠ CH_3COOH .
- 3- محلول نشادر 10% (NH_3) .
- 4- نترات الفضة عيار % ١٠ $(AgNO_3)$.
- 5- حمض الكبريت تركيز 10% (H_2SO_4) .
- 6- محلول أوكسالات الأمونيوم 4% $(CooNH_4)_2 H_2O$.
- 7- برمنجات البوتاسيوم تركيز 0.1 $(KMnO)$.
- 8- دليل احمر الميثايل $(C_{15}H_{15}N_3O_2)$.

9- حمض الازوت (1:1) (HNO₃).

طريقة العمل:

- تؤخذ عينة من المادة العلفية او الروث بحدود 1 غ ويسجل وزنها بمنتهي الدقة وترمد العينة على درجة حرارة 550م.

- بعد الترميد التام يذاب الرماد بوساطة محلول حمض كلور الماء تركيز 10% (20 مل) وذلك في بوتقة الترميد، ثم يرشح المحلول الي دورق معياري سعة 250 مل.

ويراعى غسيل البوتقة عدة مرات بالماء المقطر وترشيحه وإضافته إلى المحلول ثم يكمل حجم الرشاحة بإضافة الماء المقطر ليكمل الحجم إلى 100 مل ويرج جيدا لتحقيق التجانس، ويجب الانتباه إلى إذابة الرماد بشكل جيد يساعد في عملية الترشيح.

- يؤخذ 25 مل من المحلول الراشح في دورق سعة 250 مل ويضاف إليها 1 - 3 نقاط من دليل احمر الميثايل.

- يضاف محلول النشادر تركيز 10% حتى يتغير اللون من البرتقالي الى الأصفر الخفيف.

- يحول الوسط القلوي مرة ثانية إلى وسط حامضي بإضافة حمض الخل بتركيز 10% إليه وذلك حتى يظهر اللون البرتقالي مرة ثانية.

- يسخن الدورق حتى الغليان ثم يضاف إليه 10 مل من محلول ساخن من اوكسالات الامونيوم عيار 4% وذلك لترسيب الكالسيوم. ويفضل ان يترك المحلول لليوم التالي من أجل تمام الترسيب.

- في اليوم الثاني يرشح المحلول باستخدام قمع مع ورقة ترشيح خالية من الرماد ويغسل الدورق والراسب 5-6 مرات بالماء المقطر وذلك للتخلص من كامل آثار الكلور.

ويتحقق التأكد من الغسل الكامل لكلور بأخذ ٢ مل من الراشح ويضاف إليها نقطة من نترات الفضة (1%) بوجود (HNO3) فإذا لم يتكون أي عكر دل ذلك على تمام غسل الكلور.

– توضع ورقة الترشيح مع الراسب في كأس زجاجي مع غسيل القمع بقليل من الماء القطر ويضاف الى الراسب 15 مل من حمض الكبريت (10%) المسخن وذلك لإذابة الراسب، ويضاف ٢٠ مل من الماء المقطر، ويرج الكأس بهدوء ويسخن حتى درج 75م وذلك لإتمام إذابة الراسب وانفراد حمض الأوكساليك، الذي تقدر فيه نسبة الكالسيوم.

– يعاير المحلول الساخن في الكأس باستخدام محلول برمنغنات البوتاسيوم KMnO4 عيار 0.1 حتى يظهر لون وردي خفيف ثابت لا يزول خلال فترة دقيقة.

– يقرأ حجم برمنغنات البوتاسيوم المستهلك في المعايرة، وتحسب نسبة الكالسيوم كالتالي:

$$\% \text{ للكالسيوم في العينة} = [\text{حجم البرمنغنات المستخدم} \times 0.002 \times 100] \div [25 \times \text{وزن العينة}] \times 100$$

ملاحظة: كل ١ مل من برمنغنات البوتاسيوم عيار 0.1 يكافئ ٠,٠٠٢ غ كالسيوم.

ثالثاً- تقدير العناصر المعدنية الصغرى

مقدمة:

أصبح من الضرورة بمكان في ظل التقدم السريع في أبحاث تغذية الحيوان معرفة مكونات مادة العلف ومحتوياتها من العناصر الغذائية المختلفة بكل دقة.

وتعدّ العناصر المعدنية من العناصر الغذائية التي أضحت لها مكانة رئيسية كعنصر رئيسي في تغذية الحيوان، مما يتسبب عن نقصها أو الخلل في تركيزها

في مادة العلف أضرار جسيمة للحيوان، ثم يترتب عليه خسارة اقتصادية فادحة. ولهذا كان من الضروري معرفة محتويات مادة العلف من هذه العناصر قبل الشروع في تغذية الحيوانات، لتتمكن من تلافي نقصها أو أضرار زيادتها في الوقت المناسب.

ويوجد الكثير من الاعتبارات الواجب اتخاذها قبل الشروع في عملية التقدير، لكي تحصل على نتائج معقولة وموثوق بها. وتتلخص هذه الاعتبارات في النقاط التالية:

- 1) يجب أن تكون جميع الأدوات والزجاجات نظيفة جداً ومغسولة جيداً بماء أعيد تقطيره قبل الاستخدام.
- 2) علينا الابتعاد عن الأنابيب والتوصيلات والسدادات المطاطية في الاستعمال، لأنها مصدر شائع للتلوث بالعناصر المعدنية وخاصة الزنك. وإذا لزم الأمر استعملنا مكانها أنواعاً من البلاستيك.
- 3) جميع الأحماض والكيماويات والماء يجب أن تكون على درجة عالية من النقاوة وخالية من أي شوائب. أحسن النتائج المستحصل عليها تكون دائماً من المحاليل المحضرة حديثاً ولا تتجاوز أكثر من أسبوعين بعد تحضيرها وخاصة كتلك المحاليل المنظمة Buffers والتي يتراوح درجة الـ pH بين 4 - 8. كما أن بعض المحاليل لها القدرة على التفاعل مع مادة الزجاج ببطء ولذا يستحسن استخدام أوعية من البلاستيك في التخزين لمدة طويلة.
- 4) جميع الأوزان والحجوم يجب أن تكون مضبوطة جداً بقدر الامكان.

أولاً: إعداد العينة في صورة جاهزة للتقدير:

أ- أخذ العينة:

من الضروري في حالة أخذ عينة للتحليل أن يتأكد من أن العينة ممثلة لمجموع العينات وكذلك بعيدة تماما عن اي مصدر للتلوث وغير ملوثة هذا وتلوث المادة النباتية يمكن أن ينشأ من الآتي:

(١) اختلاطها ببعض أجزاء التربة، وطريقة أخذ العينة أو تعرضها للآتربة بوساطة الرياح.

(٢) أخذ العينة بعد رش المحصول ببعض الأسمدة المعدنية وفي هذه الحالة يجب سؤال المزارع عن رش التربة من عدمه. ولمعرفة ما إذا كانت العينة ملوثة بالتربة من عدمه ينصح بتقدير عنصر التيتانيوم Ti لأنه موجود بالتربة بكثرة وندرة في أجزاء النباتات ودرجة التلوث بالتربة تتوقف كثيرا على شكل النبات وحالة الجو السائدة قبل أخذ العينة مباشرة. وبشكل عام، فمن غير المعقول أخذ عينة بعد عاصفة شديدة او مطر او حالة جذب شديدة. كذلك يجب تجنب المناطق القريبة من المدخل أو الطريق العمومي بقدر الامكان.

ومن الممكن تلاقي التلوث الناتج عن طريق أخذ العينة النباتية بالطرق الآتية:

(1) مسك النبات بيد وقطعه علي ارتفاع ٣ سم من مستوي التربة مع تفادي تلامس النبات بأي جزء من التربة. ويستحسن استخدام مقص تقليم لهذا الغرض.

(2) وضع كل عينة في كيس نايلون مع غلقه جيدا ويوضع عليه من الخارج العلامات الكافية (اسم العينة، التاريخ، نوعها.. إلخ) ويجب تفادي وضع أي علامات معدنية أو ورقية بداخل الكيس.

(3) نقل العينة في وعاء نظيف من البلاستيك بعيدا عن أي عينة من التربة هذا ويمكن أيضا أن ينشأ التلوث أثناء إعداد العينة للتحليل كما سيتبين فيما بعد.

ب - تجفيف العينة وطحنها:

تجفف العينات النباتية في الحال أو توضع في مكان بارد (2 - 5م) حتى يحين وقت نجفيتها. وتجفف هذه العينات على ورق ترشيح أو في صواني ألومنيوم على درجة ٨٠ م طول الليل. تطحن بعد ذلك المادة بطريقة الطحن اليدوي في هاون زجاجي أو من الفخار المطلي من الداخل بطبقة عازلة ويكون مغسولاً جيداً بالطريقة الموضحة فيما بعد هذا وتخزن العينة في علب بلاستيك ما أمكن أو زجاجات مغسولة جيداً.

ج- حرق العينة للحصول على مستخلص الرماد:

الهدف من هذه الخطوة هو التخلص من جميع المواد العضوية الموجودة بالعينة والحصول على الرماد. وتجري هذه الخطوة بطريقتين شائعتين:

(1) الحصول على مستخلص الرماد بالطريقة الجافة.

(٢) الحصول على مستخلص الرماد بالطريقة الرطبة.

(1) الحصول على مستخلص الرماد بالطريقة الجافة:

وفيها يتخلص من المادة العضوية والكربون على صورة أبخرة وغازات (CO_2) في وجود اوكسجين الهواء الجوي. وتسخن العينة (١٠- ٢ جم حسب تركيز العنصر المراد تقديره) في بوتقة من السيليكا او الفخار او البلاتينيوم علي لهب بنزن حتى التكرين ثم يكمل حرقها في فرن احتراق على درجة 450 م مدة طول الليل، تبرد البوتقة تم يضاف اليها عدة نقط من حمض نيتريك مركز والتسخين علي لهب هادي، حتى يتم تبخير كل الحامض ثم تعاد مرة أخرى إلى فرن الاحتراق لمدة ساعتين، وإلى أن نتخلص من جميع المواد المتكرينة المتبقية. تبرد العينة ويضاف إليها 10 سم 3 حمض كلور الماء مخفف وتسخن حق الغليان، تم ترشح على ورق ترشيح عديم الرماد، ثم يضاف اليها قليل من حمض كلور الماء المركز علي الجزء المتبقي (السيليكا والشوائب)، ثم تسخن حتى الجفاف، ثم يضاف قليل من حمض كلور الماء المخفف ويرشح. يكمل الراشح إلى حجم معلوم، ثم تقدر فيها العناصر المطلوبة بالطريقة المتبعة.

هذا ويستحسن رفع درجة حرارة فرن الاحتراق تدريجياً والبدء بدرجة 250 م والتدرج في الارتفاع بدرجات 50 م حتي 450 م علي مددي ساعة.

عيوب الحصول على مستخلص الرماد بالطريق الجافة:

(1) ينتج عنها فقد في بعض العناصر وخاصة المتطايرة إذا ارتفعت درجة حرارة فرن الاحتراق عن 500 م إذا لم تتخذ الاحتياطات اللازمة لذلك يحرق العينة قبل إدخالها في الفرن.

(2) الحصول على نتائج أقل من الفعلي نتيجة ادمصاص بعض العناصر على سطح

البوتقة أو الطين المستخدم وخاصة لذا كان من السيليكا وتكوين أملاح سيليكات غير ذائبة.

(3) السطح الداخلي لفرن الاحتراق قد يكون مصدراً كبيراً للتلوث أثناء عملية الحرق. (نتيجة تشقق السيراميك وتحويله إلى مسحوق) ويمكن تفادي ذلك بتثبيت الواح من السيليكا وتبطين جدران الفرن بها من الداخلي.

(4) قد يتبقى بعض الكربون نتيجة الحرق غير الكامل، ويتغلب عليها بإضافة بعض نقط من حمض الستريك المركز وإعادة حرقها.

(5) وجود السيليكا في العينة بكثرة يتسبب في اتحادها ببعض العناصر الموجودة في العينة وتكوين املاح سيليكات غير ذائبة.

(6) تحتاج إلى وقت طويل للحصول على نتيجة (حوالي ٤٨ ساعة).

(٢) الحصول على مستخلص الرماد بالطريقة الرطبة:

وفيها تستخدم الأحماض المؤكسدة القوية في تكسير المادة العضوية وأكسدتها، وتكون على درجة حرارة أقل بكثير من المستخدمة في عملية الترميد الجاف وأهم الأحماض المستخدمة في ذلك حمض النيتريك وحمض الكبريتيك وحمض

البيوكلوريك وتمتاز هذه الطريقة بتفادي معظم أخطار الفقد الشائعة عن الترميد الجاف وخاصة الناتجة عن ارتفاع درجة الحرارة.

يوزن حوالي 1 - 2 جم عينة، ثم توضع في أنابيب غليان طويلة مع بعض الكرات الزجاجية المنظمة للغليان، يوضع على العينة مزيج الأحماض المؤكسدة بالنسب التالية:

4 : 1 : 0.5 بالحجم من أحماض النيتريك وفوق الكلوريك والكبريتيك علي التوالي، ثم تسخن الأنابيب برفق على سخان كهربائي حتى يحتوي الحامض كل العينة، ويتوقف تصاعد الأبخرة النيتروجينية الكثيفة. ثم ترفع درجة الحرارة تدريجيا، ويستمر ذلك، لنحصل على تكسير معظم المادة العضوية (في حالة حدوث تكريين جزئي ٤. تبرد الأنبوبة ويوضع على العينة بضع نقط من حامض النيتريك المركز ثم تسخن مرة أخرى) بعد انتهاء تصاعد كل أبخرة حامض النيتريك وبداية تصاعد أبخرة حمض البيوكلوريك البيضاء تنقل العينة للتسخين على لهب بنزن حتى تتصاعد كل أبخرة البيوكلوريك البيضاء الكثيفة مع ملاحظة تحريك الأنبوبة طول الوقت لتفادي حدوث الانفجار (Pumping). تبرد العينة تم تخفف بالماء المقطر إلى التخفيف المطلوب وتقدر العينة بالطريقة المتبعة. يلحظ عمل 3 أنابيب بلانك Blank (شاهد) بوضع الأحماض وعدم وضع العينة ومعاملتها بالطريقة ذاتها لمعاملة العينة تماما.

عيوب الحصول على مستخلص الرماد بالطريقة الرطبة:

(1) يمكن حدوث بعض الفقد نتيجة للتطاير في حالة غليان هذا المزيج من الأحماض.

(2) يمكن حدوث بعض الفقد نتيجة لانتشار بعض القطرات الصغيرة من الحامض ومع البخار وخاصة في حالة الوصول للجفاف ولذا يجب الاحتراس عند الغليان وعدم رفع درجة الحرارة بشدة وتركها تغلي بهدوء.

3) يمكن حدوث بعض الادمصاص للعناصر على زجاج الأنبوبة ولكن بدرجة أقل بكثير من الـ (الترميد الجاف) Dry ashing.

4) ممكن حدوث بعض الادمصاص للعناصر على سطح السيليكا الموجودة في العينة وخاصة في حالة الوصول للجفاف.

5) إمكانية التلوث من الأحماض المستخدمة.

ثانياً: تقدير العناصر المعدنية في العينة:

يوجد العديد من الأجهزة المستخدمة في تقدير العناصر المعدنية الدقيقة يُعد جهاز الـ

Atomic Absorption Spectrophotometer (جهاز امتصاص الطيف

الضوئي الذري) أهم هذه الأجهزة وأسهلها استخداماً ولهذا سوف يقتصر على شرح

استخدامه بشيء من التفصيل.

1- اساسيات:

في هذا الجهاز يستخدم اللهب لتحويل محلول العنصر او ايوناته الى ذرات في حالة غازية في حالتها الثابتة (ground State) ثم تعريض تلك الذرات في اللهب إلى أشعة ضوئية على طول موجة يساوي بالضبط طول الموجة الذي يشعه العنصر إذا حدث له انتقال إلكتروني. وعلى ذلك فإن الذرات يمكنها أن تمتص هذا الطول الموجي وتتحول إلى حالة متهيجة (excited State) وعلى ذلك يمكن حساب تركيز العناصر المختلفة حيث أن كمية الطاقة الممتصة تتناسب طردياً وعدد الذرات المتهيجة والموجودة في ممر الضوء والتي تعتمد على درجة حرارة وتركيب اللهب. ويتم حساب تركيز العنصر بالمقارنة بمحلول قياسي Standard Solution سبق تحضيره.

ونظراً لعدم ثبات اللهب من حين لآخر فمن الضروري في كل عينة أن تحضر من ثلاث مكررات Triplicate إذا أمكن، ولكن من المعتاد عمل العينة الواحدة مرتين Duplicate هذا ويكون تركيز العينة في حدود التركيزات القياسية المحضرة حتى يمكن تفادي الأخطاء الناشئة عن استخدام تركيزات عالية.

2- تركيب الـ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS):

يتركب الـ AAS من الأجزاء التالية (شكل ادناه):

(أ) مصدر ضوء: Light or radiation source

ويستخدم في إنتاج شعاع ذو حزمة ضيقة. هذا ويجب أن يكون هذا المصدر الضوئي مشابه تماماً ومن نوع الضوء الناتج نفسه أو الطاقة الناتجة عن ذرات العنصر التهيجه.

(ب) لهب الرذاذ ومحولة: Atomizer (Moblizers) and flame

ويستخدم لتحويل محلول العينة إلى رذاذ بتأثير قوة تيار الهواء الذي يمر عبر أنبوبة شعرية مغمورة في العينة المختبرة والتي تتحرك بدورها إلى اللهب لكي تهيج. هذا ويتكون اللهب نتيجة حرق خليط من بعض الغازات، أشهرها خليط الهواء مع الاسيتيلين بخليط الاسيتيلين مع أكسد النيتروز.

(ج) المرشح الضوئي: Filter or monochromaterial

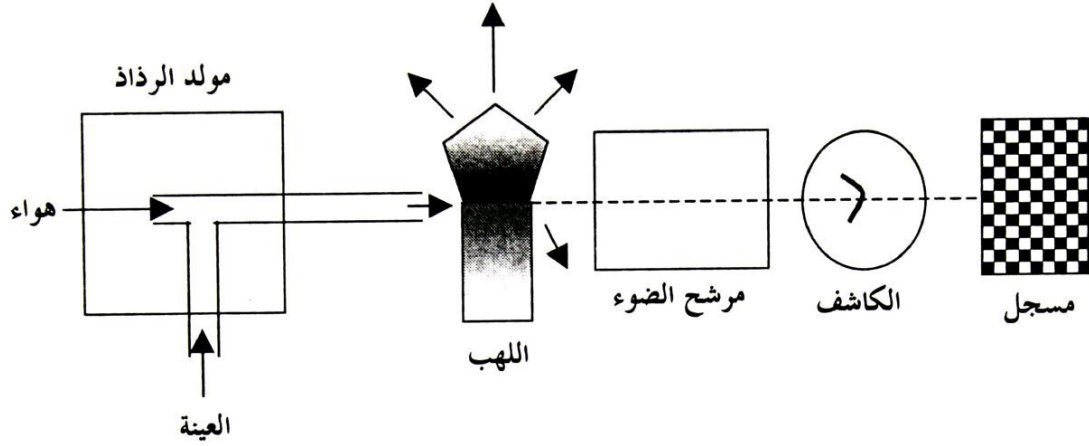
و يستخدم في إنتاج شعاع ضوئي واحد متواز مع الأشعة الضوئي المبعثرة الناتجة عن تهيج ذرات العنصر المختبر ويكون ذلك عن طريق انعكاسها بواسطة منشور عاكس من الكوارتز.

(د) الكاشف: Detector

ويستخدم لقياس التغير في الطاقة الضوئية نتيجة تهيج ذرات العنصر المختبر.

(هـ) مسجل Output or recorder

وبه يترجم امتصاص الضوء إلى وحدات تقراً إما على ورق خاص وإما على لوحة مضيئة.



شكل يبين رسم توضيحي للأجزاء الرئيسية لجهاز الـ AAS

3- بعض الاعتبارات الواجب فهمها عند تقدير العناصر المعدنية بواسطة الـ AAS:

يوجد العديد من العوامل التي يمكن أن تتداخل في تقدير العناصر بواسطة الـ AAS ويمكن حصرها في الآتي:

(أ) عوامل تؤثر على كمية العينة الواصلة للهب.

(ب) عوامل تؤثر على عدد الذرات المتكونة في اللهب.

(ج) عوامل تؤثر على انقسام الجزيئات الواصلة للهب.

أ- عوامل تؤثر على كمية العينة الواصلة للهب:

1) وتحدث دائماً بتأثير ترسيب العنصر المراد تقديره في صورة غير ذائبة.

2) أيضاً كمية العينة الواصلة للهب تتوقف على الخواص الطبيعية للعينة مثل اللزوجة والكثافة، الجذب السطحي والضغط البخاري للعينة.

ولتفادي ذلك يجب تحضير (المحاليل القياسية) في ظروف متماثلة تماماً للعينة.

ب - عوامل تؤثر في الذرات ground State atoms المتكونة في اللهب:

يمكن أن يقل عدد الذرات المتكونة في اللهب بتأثير أحد العوامل الآتية:

١) عدم الانقسام الكامل للمكونات أو الجزيئات نتيجة اتحاد العنصر المراد تقديره

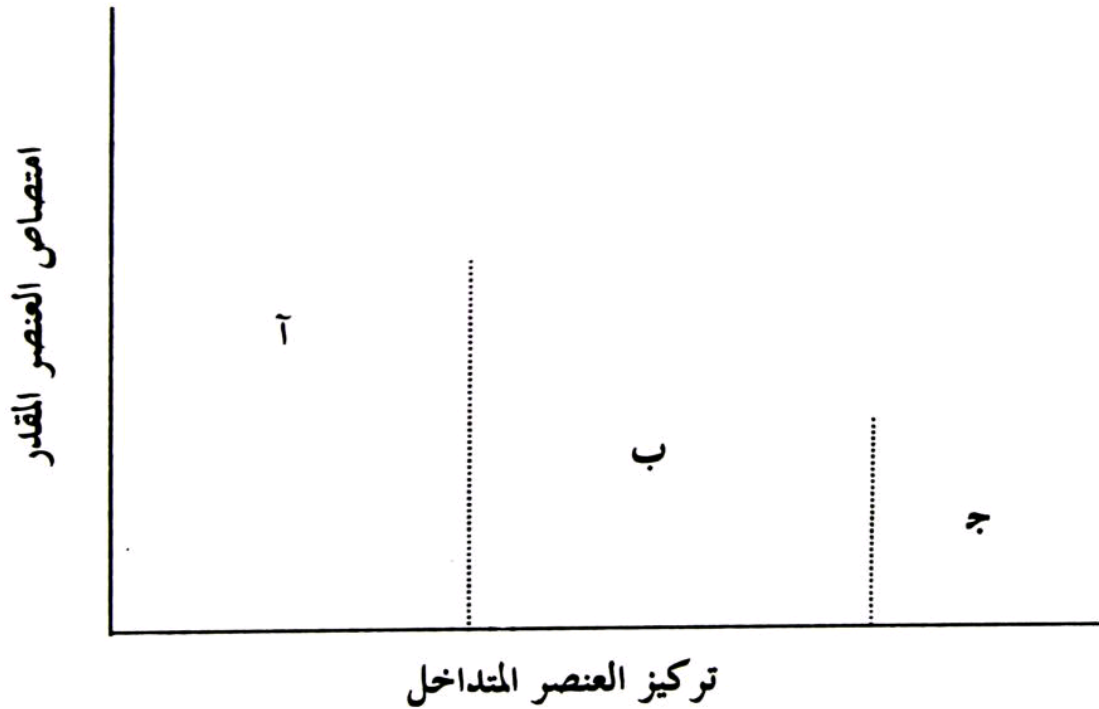
بعناصر أخرى مكوناً مركبات يصعب انقسامها تحت درجة حرارة اللهب

المستخدم مثل الكالسيوم الذي يتحد مع الفوسفات مكوناً فوسفات كالسيوم.

وتستخدم الطريقة التالية للتأكد من تأثير تداخل عناصر أخرى في التقدير: حضر

مجموعة تركيزات مختلفة من المادة المتداخلة في التقدير ثم قراءتها على

الجهاز وارسمها كما يلي:



ويلاحظ من هذا أنه في منطقة ب أن آ تغير في تركيز المادة المتداخلة بسبب
تغيير كبير في قراءة العينة بعكس المنطية آ - وللتغلب على ذلك يتبع الطريقة
الآتية:

حضر محلولين من تركيز قياس معلوم يحتويان العنصر المراد تقديره نفسه،
ويكون أحدهما من ماء مقطر والآخر مذاب معه المادة المتوقع أنها تتداخل في

التقدير. اضبط وضع اللهب على أقصى امتصاص ممكن مع العينة الثانية، وبها العنصر المتداخل ثم اضبط تدفق الغاز حتى تحصل على قراءة واحدة لكل من العينتين. وبهذا يمكن الحصول على الظروف المثلى من ارتفاع اللهب وتدفق الغاز لتقدير العنصر المراد تقديره تحت ظروف تداخل مادة أخرى.

ويوجد كذلك عدة طرق أخرى للتغلب على ذلك أهمها:

– استخدام لهب ذو درجة حرارة مرتفعة جداً مثل أكسد النيتروزاسيتيلين حتى يمكن الحصول على انقسام تام للجزيئات.

– استخلاص العنصر المراد تقديره أو المادة المتداخلة وتقديرها على حدة ويراعى في ذلك عدم استخدام مذيبات عضوية حلقة مثل البنزين أو – المذيبات الكربونية العالية الهالوجين مثل رابع كلوريد الكربون أو الكلوروفورم حيث أنها ممكن أن تسبب في تقطيع لهب الاسيتلين/ الهواء أو إطفائه.

– استخدام بعض المواد التي تمنع اتحاد العنصر المراد تقديره بالمادة المتداخلة مثل حالة تقدير الكالسيوم يستخدم الاستراونشيوم أو اللانثيموم.

٢) التآين: Ionization

وجود بعض العناصر المتآينة مثل الصوديوم والبوتاسيوم بتركيزات مرتفعة في العينة ينتج بعد تعرضها للهب زيادة في الإلكترونات في اللهب مما ينتج عنه انخفاض في تآين العنصر المراد تقديره.

3) امتصاص الجزيئات غير المتآينة: Non- atomic absorption

في حالة التركيزات العالية، يمكن لبعض الجزيئات غير المتآينة والموجودة في ممر الضوء في اللهب، امتصاص جزء من الضوء مما يحدث نوع من التداخل في القراءة وعادة درجة الـ non- atomic absorption تتزايد بانخفاض طول الموجة الضوئية Wave length وتقل بانخفاض تركيز العينة للحدود المعقولة.

ونتغلب على هذا العيب باستخدام طول موجة ضوئية أكبر واستعمال درجة حرارة أعلى حتى يمكن تحسين انقسام الجزيئات في اللهب. وإذا لم يتمكن من التغلب على ذلك فيستحسن قياس امتصاص الذرات غير المتأينة باستخدام لمبة الهيدروجين.

ثالثاً: تحضير التركيزات المعلومة:

يستحسن استخدام العنصر بذاته أو أكسيده في تحضير هذه المحاليل المعلومة التركيز حتى يمكن تقليل تداخلات أي من أيونات أخرى المصاحبة للعنصر في الجزيء نفسه. ويحضر المحلول بتحضير محلول رئيسي مركز (100 - 1000 ميكروجرام / مل) ثم تحضير تركيزات مختلفة عند الحاجة ويكون التخفيف بالمحلول المستخدم ذاته في تحضير العينة ولا ينصح بالاحتفاظ بهذه المحاليل المخففة مدة طويلة لتفادي الادمصاص على السطح الزجاجي ويستحسن تخزينها في زجاجات بلاستيك إذا لزم الأمر.

وقبل تحضير العينة ووزنها يجب أن تعامل المادة بعدة معاملات للتأكد من أنها في حالة قياسية وخالية من أي شوائب. فمثلاً لو كان المستخدم في تحضير محلول العنصر القياسي هو أحد معاونه فيجب غسله بالاسيتون والإيثير حتى يمكن إزالة طبقات الزيت العالقة. كذلك تزال أي أكسيدات على سطح المعدن بوساطة قماش مصفر. أما في حالة استخدام المركبات أو الأكسيدات فيجب تجفيفها على درجة 110 م لمدة ساعتين حتى يمكن طرد جميع الماء المرتبط. هذا ويتم التعبير عن التركيزات المختلفة كتركيز مثل جزء في المليون او وزنه في حجم مثل:

1 جزء في المليون يعني: ١ ميكروجرام مذاب في ١ مل.

١ ميلي جرام عنصر مذاب و ١ لتر.

رابعاً: تنظيف الأدوات وغسلها:

نقوم بعملية تنظيف الأدوات وغسلها لنتخلص من جميع العناصر المعدنية والمواد العضوية العالقة بالسطح الزجاجي.

ويجري ذلك بنقع الأدوات لمدة ٢٤ ساعة في محلول مادة منظفة (صابون) ثم تغسل بماء الصنبور، ثم بالماء المقطر ويعاد نقع الأدوات في محلول حامض نيتريك (50%) لمدة ٣ ساعات أو تركيز ١٠ % لمدة ٢٤ ساعة. كذلك يمكن استخدام مزيج من حامض النتريك والكبريتيك لهذا الغرض.

ثم يعاد غسل هذه الأدوات بالماء المقطر مرة واحدة بالماء المعاد تقطيره وتجفف هوائياً أو في فرن تجفيف وتوضع مقلوبة.

رابعا - تقدير البروتين الخام

تعريفات:

البروتين الخام عبارة عن مخلوط من البروتين الحقيقي والبروتين غير الحقيقي ومما هو مصطلح عليه أن كل 100 جم بروتين خام يحتوي علي 16 جم آزوت. وعليه فكل 1 جم آزوت يوجد في 6.25 جرام بروتين فإذا ما قدر الآزوت في عينة ما وضرب في 6.25 فالناتج هو عبارة عن البروتين الخام الموجود.

وتقدير الآزوت في البروتينات يحصل عليه بواسطة حامض الكبريتيك المركز الذي تحول جميع الكربون العضوي الى ثاني اكسيد كربون، ويتأكسد جزء من الهيدروجين إلى ماء، والأزوت يتحول مع الجزء الباقي من الهيدروجين إلى نشادر، وهذه تتحد بحامض الكبريت الموجود وتتحول إلى كبريتات أمونيوم وكذا تتحول جميع المواد غير العضوية إلى أملاح كبريتات.

بعد أن يحدث الهضم تنقل محتويات دورق الهضم إلى دورق التقطير. وبإضافة كمية وافرة من الصودا 43% والتسخين ثم بمعادلة النشادر الصاعد، بمقدار معلوم من حامض الكبريتيك المعروف قوته وموضوع في قابلة يمكن تعيين مقدار الآزوت الموجود في المادة.

اجراء التقدير علميا:

ينحصر إجراء التمرين في أربع عمليات:

الهضم والتقطير والمعايرة وتقدير عامل حامض الكبريت والصودا المعياريين المستعملين في التقطير والتعادل.

– الهضم:

يوزن بدقة 1 – 2 جرام من المادة المجففة في الهواء (عادة يؤخذ 0.5 جم عندما يكون البروتين أكثر من 50% و 3 جم عندما يكون أقل من 20%) ثم توضع كميا في دورق الهضم.

يجرى ذلك بوساطة سحاحة أوتوماتيكية، وهي تسمح بأخذ كمية معلومة من حمض الكبريت المركز من دون خطر. يؤخذ 20 سم³ من حامض الكبريت المركز، وتملا السحاحة مرتين لان كل مرة تسمح بنزول 10 سم³ فقط) ويرج الدورق حتى يشتمل حامض الكبريتيك جميع اجزاء المادة (يجب ان يشاهد عدم وجود قطع دقيقة من المادة على عنق الدورق).

– يستعمل جهاز تنقيط مخصوص للزئبق، يضاف نقطة منه في الدورق.

– يوضع الدورق (بعد التأكيد التام من جفاف جدران الخارجية خوفا من الكسر) على الفرن المخصوص للهضم والموضوع في محل خاص، ويسخن أولا باحتراس شديد، في الربع ساعة الأولى مع رج محتويات الدورق بتأن من مدة إلى أخرى، حتى لا تصعد قطع من المادة إلى عنق الدورق.

ويجب أن يراقب الغليان مدة النصف ساعة الأولى لأنه كثيرا ما يحصل فوران داخل الدورق. بعد ذلك يترك الدورق على الفرن مدة 3 أو 4 ساعة حتى يتحول بعدها السائل داخل الدورق إلى لون أبيض.

– يستمر في التسخين بعد ذلك مدة ساعة أيضاً، لكي يتأكد من تمام الهضم ثم يطفأ اللهب وتترك محتويات الدورق لتبرد.

- التقطير:

- السائل الموجود في دورق الهضم ينقل كميأ إلى إناء التقطير ويلاحظ أنه بإضافة الماء ترتفع درجة الحرارة ويتصاعد كبريتات النشادر على هيئة رذاذ، لذلك كله علينا الاحتراس بإضافة الماء حتى لا تفقد أية نقطة من السائل. وكبريتات النشادر هذه تنقل الى دورق التقطير ويغسل دورق الهضم بنحو 200 سم³ ماء مقطر مع مراعاة أخذه على مرات عديدة. إذ كلما كثر عدد المرات التي يغسل بها الدورق أمكن نقل جميع كبريتات النشادر إلى دورق التقطير من دون فقد اي شيء منها.

- يفرغ في دورق صغير سعته نحو 500 سم³ كمية من حامض الكبريتيك قوته (عشر اساسي مثلا او المجهول قوته والمطلوب بعد تقديرها) بواسطة السحاحة ويضاف إليها نقطتان من أحمر الميثيل ثم تخفف محتويات الدورق بكمية من الماء المقطر حتى أن أنبوبة الأمان التي تنقل بالقابلة تكون مغموسة جيدا بها ثم توصل الأنبوبة هذه بأسفل المكثف.

- لتقدير عامل حامض الكبريت والصودا المعياريين المستعملين يرجع إلى التمرينين الأول والثاني في التحليل الحجمي.

- حساب النتيجة:

يحسب مقدار الآزوت تبعأ للمعادلة الآتية على افتراض أن المحاليل أساسية

$$0.0140 (أ + ب ع ص - ج \times ٢ ي)$$

وهنا أ سم³ أساسي عبارة عن مقدار حمض الكبريت الذي وضع في القابلة أولاً.
ب سم³ أساسي عبارة عن مقدار الصودا الكاوية الذي استخدام أثناء التعادل.
ع ص عامل الحامض.

ج سم³ أساسي مقدار الصودا الذي أخذ أثناء التعادل.

مثال (١):

تقدير عامل محول حامض الكبريتيك - س/ ١٠ باستعمال وزنه من كربونات الصوديوم النقية تذاب في ورق معياري 100 سم3.

النتائج:

1 - وزن زجاجة الساعة فارغة = حجم

٢ - وزن زجاجة الساعة + كربونات الصوديوم = حجم

٣ - وزن كربونات الصوديوم = حجم

4- عامل محلول كربونات الصوديوم = _____

0.53

5- قراءة السحاحة (الحامض) = 3سم

6- ح × ع (للحامض) = ح × ع (للكربونات)

٧ - عامل محلول الحامض

مثال (٢):

يقدر عامل محلول الصودا الكاوية س/ 10 تقريباً باستخدام محلول حامض الكبريتيك س/ 10 المعلوم العامل.

النتائج:

- حجم حامض الكبريتيك (قراءة السحاحة) = 3سم

- حجم الصودا الكاوية س/ ١٠ = 3سم

- ح × ع (للحامض) = ح × ع (للقلوي)

- 0 عامل محلول الصودا الكاوية

مثال (٣)

تقدير البروتين الخام في مادة العلف:

النتائج:

1- وزن العينة = حجم

2- حجم حمض الكبريت س/ 10 تقريباً = 50 سم3

3- حجم حمض الكبريت س/ 10 بالضبط = 50 X سم3

4- حجم الصود الكاوية س/ 10 تقريباً = قراءة السحاحة = 3 سم3

5- حجم الصودا الكاوية س/ 10 بدقة = 3 سم3

6- حجم حمض الكبريت بالضبط اللازم لمعادلة الأمونيا = 3 سم3

7- وزن النيتروجين = $0.014 \times$ جم

8- وزن البروتين = $6.25 \times$ جم

9- % للبروتين الخام = وزن البروتين $\times 100 \div$ وزن العينة

= $100 \times$ %

– ملاحظات:

1- المعادلة دائماً ثابتة والذي يتغير فقط هو مقدار الأزوت الموجود في السننيمتر المكعب وذلك تبعاً لكون المحاليل أساسية أو عشر أساسية وهكذا. مقدار الأزوت الناتج يضرب في 6.25 فينتج مقدار البروتين الخام في القيمة المأخوذة للتحليل.

وتحسب النسبة المئوية أولاً بالنسبة للمادة الجافة هوائياً وبعد ذلك بالنسبة للمادة الجافة تماماً.

والفرق بين نسبة الآزوت المئوية بين التقديرين اللذين يجريان للمادة يجب أن لا يزيد في كل حالة حساب علي $\pm 0.2\%$ آزوت اي $\pm 1.25\%$ محسوبة علي صورة بروتين خام.

2- احتواء البروتينات الخام علي الآزوت:

من المتفق عليه بعد التحليلات العملية احتواء البروتين الخام علي 16% آزوت وهذه النسبة هي كنسبة الآزوت في البروتين الحيواني تقريباً (البروتين الحيواني يحتوي علي 16.67% آزوت، وكازين اللبن علي 15.15% آزوت) أما البروتينات النباتية ففيها نسبة أعلى من الآزوت وهي تتراوح بين $16.38\% - 18.73\%$ كما هو مبين في الجدول الآتي:

جدول يبين النسبة المئوية للآزوت في البروتينات النباتية ومعامل التحويل.

القسم	المواد	نسبة الآزوت	عامل البروتين
الأول	حبوب الشعير، الذرة، فول الصويا	١٦.١٦	٦,١٩
الثاني	حبوب القمح، نخالة القمح، حبوب الشوفان، البازلاء، الفول، الدحريج.	١٧,٦٠	٥,٧٠
الثالث	كسب الكتان، كسب الفول السوداني، كسب القطن، كسب السمسم، كسب عباد الشمس، كسب جوز الهند.	١٨,٢٠	٥,٤٩

3- احتواء مواد العلف علي البروتين الخام:

تحتوي البقايا الحيوانية علي كميات عالية من البروتين فمثلاً مسحوق الدم يحتوي علي 80% بروتين، ومسحوق السمك يحتوي علي 50% بروتين وكذا مسحوق اللحم والعظم، أما الكسب الزيتية فتحتوي علي نسب تتراوح بين $30-50\%$ فكسب الفول السوداني يحتوي علي $45-50\%$ وكسب بذرة الكتان يحتوي علي 35% وكسب جوز الهند يحتوي علي 21% وكسب بذرة القطن

غير المقشورة يحتوي على 24% وحبوب النباتات البقولية تحتوي على 20-25% - وبذور الحبوب تحتوي على 10 - 12% ونخالة القمح حسب درجة النخل من 10 - 17% والدريس من 6-15% ودريس النباتات البقولية هو الذي يحتوي على كمية عالية من البروتين بعكس دريس البرسيم.

والتبن به 3-5% بروتين وأما تبين النباتات البقولية ففيه كمية من البروتين الخام تتراوح بين 11 - 14%.

والسوق والجذور الدرنية كالبطاطا والشوندر تحتوي على 1-2% بروتين خام وتعد كمية البروتين الخام في الدريس كمقياس تعرف به جودة هذا كما هو مبين فيما يأتي:

* دريس حشيش المراعي غير جيد عند احتوائه علي 7.5% بروتين خام.

* دريس حشيش الراعي جيد عند احتوائه علي 9,9% بروتين خام.

* دريس حشيش المراعي جيد جداً عند احتوائه علي 11,7% بروتين خام.

* دريس حشيش المراعي فائق الجودة عند احتوائه علي 13.5% بروتين خام.

4- الأحماض الأمينية:

تتحلل البروتينات مائياً، بواسطة الأنزيمات أو الأحماض أو القلويات الي أحماض أمينية - وتتميز الأحماض الأمينية باحتوائها على مجموعة الأمينو (amino group (NH₂ ومجموعة الكربوكسيل (- Carboxyl group COOH ومعظم الأحماض الأمينية الموجودة طبيعياً في البروتينات هي من النوع

ألفا -type . بعض الأحماض يحتوي على مجموعة ثانية من الأمينو وقسم آخر يحتوي على مجموعة ثانية من الكربوكسيل.

تنقسم الأحماض الأمينية إلى مجاميع تبعاً لعدد مجاميع الأمينو والكربوكسيل

وفق ما يلي:

1) Basic Amino Acids: احماض امينية قاعدية:

وتحتوي على مجموعة كربوكسيل واحدة واكثر من مجموعة أمينو: مثل
أحماض الليسين والأرجنين والهستيدين.

2) Monoamino-dihydroxylic acids: احماض امينية حامضية:

وتحتوي على مجموعة أمين واحدة ومجموعتين كربوكسيل مثل حامض
الأسبارتيك وحامض الجلوتاميك.

3) Neutral Amino Acids: احماض امينية متعادلة:

وهي تحتوي على مجموعة واحدة أمينو ومجموعة واحدة كربوكسيل وتشمل
هذه المجموعة الأحماض الآتية:

آ - الأحماض الأمينية الأليفاتية: Aliphatic Amino Acids

(Mono amino – monocarboxylic acid)

مثل أحماض: الجليسين والألانين – الفالين – الليوسين – الإيزوليوسين –
السيرين والتريونين.

ب- الاحماض الامينية العطرية: Aromatic Amino Acids

فينايل الأنين – تيروزين – ويدخل التربتوفان متعددة الحلقات Heterocyclic
Amino Acids ضمن هذه المجموعة.

ج- الأحماض الأمينية المحتوية على كبريت: Sulphur- Containing Amino Acids مثل أحماض

السستين Cystin والسستين Cysteine والمثيونين Methionine.

د- الأحماض الأمينية ذات الحلقات غير المتجانسة:

مثل حامض البرولين والهيدروكسي برولين.

خامساً- تقدير الأحماض الأمينية بطريقة الفصل الكروماتوجرافي على الأعمدة
باستعمال جهاز **Column Chromatography Amino Acid Analyzer**

تقدر الأحماض الأمينية في أي بروتين بأن تحلل المادة الغذائية تحليلاً مائياً hydrolysis حتى تنفرد الأحماض الأمينية من روابطها ثم يبدأ التقدير بإحدى الطرائق المتعددة للتقدير. وسنكتفي هنا بشرح طريقة الفصل الكروماتوجرافي على الأعمدة.

تعد هذه الطريقة التي قدمها Stein Moore 1948 وطراً عليها شيء من التغيير بعد ذلك بوساطة Stein Moore ،Spackman 1958 من أدق الطرق في فصل الأحماض الأمينية – وتعتمد طرائق الفصل الكروماتوجرافي عامة على استخدام مواد صلبة ادمصاصية تتمتع بقدرة خاصة لادمصاص بعض المواد. إذ تدخل هذه المواد في صورة ذائبة وبعد ادمصاصها يضاف محلول آخر يمكن أن يحرر (elute) مادة أو أكثر من الخليط الذي تم ادمصاصه ويذيبها. وطريقة الفصل الكروماتوجرافي على الأعمدة تعتمد على:

(أ) خاصية أن الأحماض الأمينية تختلف في سرعة الادمصاص ودرجاته على حبيبات مادة الريزين Resins.

(ب) تعتمد قوة الادمصاص والغسيل على درجة الحموضة pH.

وتستخدم مادة الريزين Resins وهي مادة صلبة ذات حبيبات كروية دقيقة بأقطار معينة (10 ميكرون) في عمود أو عمودين (حسب نوع الجهاز) بأطوال وأقطار مختلفة – إذ يضاف مخلوط الأحماض الأمينية المذاب في محلول منظم (Buffer) غالباً ذي pH حامضية (Ph2) والذي يجعل الأحماض الأمينية تدمص على الريزين ثم تحرر (elute) الأحماض الأمينية من الريزين باستخدام محاليل متدرجة في ال pH وهي غالباً 3 أنواع من ال Buffers المختلفة في الدرجة ال: PH 525 .PH 325 PH425 ثم تدخل الأحماض الأمينية الذائبة

في هذه المحاليل المنظمة **Buffers** في نظام خاص مستمر حسب نوع الجهاز لتقدير كمية كل حامض اميني ويعتمد ذلك على التفاعل بين الاحماض الامينية والـ **Ninhydrin** وقياس اللون الناتج عن التفاعل بجهاز **Colorimeter** وتسجيل النتائج على جهاز مسجل **Recorder**.

ولحساب الأحماض الأمينية لأي بروتين يستعمل محلول قياسي **Standard** مكون من كميات معلومة من الأحماض الأمينية المختلفة مضافاً إليه الكمية المعلومة أيضاً من الحمض الاميني الصناعي **Nor-leucine** ويجري له نفسه التحليل علي الجهاز ويقارن بالعينة المختبرة غير المعروف محتواها من الأحماض الأمينية والمضاف إليها الكمية ذاتها من الـ **Nor-leucine** كحامض قياسي داخلي **internal Standard**.

ومن العلاقة بين ارتفاع الـ **peaks** للحامض الاميني وللـ **Nor-leucine** في العينة المختبرة وما يقابلهم في الـ **Standard** يمكن حساب كمية الحامض الأميني الموجود في العينة.

وحديثاً امكن توصيل المسجل **Recorder** بجهاز حاسوبي **Computer** يقوم مباشرة بعمليات الحساب وتسجيل كميات الأحماض الأمينية المختلفة المغسولة من العينة المختبرة.

ويمكن تلخيص خطوات العمل لتقدير الأحماض الأمينية في الآتي:

* يؤخذ بدقة زنة من العينة بحيث تحتوي على حوالي 10 ميللجرام نيتروجين وتنقل إلى دورق مستدير سعة 500 مل.

* يضاف إلى العينة 240 مللي من حامض كلور الماء ٦ عياري (6N Hcl).

* يوضع الدورق في جهاز التحليل المائي **Under a reflux condenser** ويمرر غاز النيتروجين خلال المحلول داخل الدورق لمدة حوالي 30 دقيقة قبل ابتداء التسخين.

* تستمر عملية التسخين والتحليل المائي لمدة 20 ساعة على درجة حرارة 110 م تحت مرور النيتروجين.

* بعد انتهاء المدة المقررة للتحليل المائي توقف عملية التسخين ويترك الدورق حتى ياراد.

* يرشح المحلول (hydrolysate) خلال دورق ترشيح ويكمل ال حجم 500 مللي بوساطة ماء مقطر.

* يؤخذ حجم معلوم من المحلول ويجرى له عملية تبخير حتى الجفاف على درجة حرارة 40 م تحت ضغط Under reduced pressure باستعمال جهاز خاص ويغسل بالماء المقطر مرتين ويجفف.

* تذاب العينة المجففة بعد ذلك في حجم معلوم من pH 2.0 Buffer ويحتوي على كمية معلومة من ال-Nor-leucine وتحفظ في زجاجات صغيرة مغلقة.

* وبذلك تكون العينة جاهزة لتحليلات جهاز Amino Acid Analyzer فتحلل على الجهاز وفي الوقت نفسه تحلل عينة Standard Amino Acid Mixture المحتوي على نفس كمية ال-Nor-leucine.

• تجري الحسابات التقدير كمية علي حامض اميني.

سادساً – تقدير الدهن الخام

الدهن هو عبارة عن تلك المواد التي تنتج بعد معاملة المادة الغذائية الجافة تماماً بالأثير الخالي من الماء أيضاً مدة من الزمن وتسخين هذه المواد الناتجة في فرن درجة حرارته 95 م مئوية لمدة من ساعة إلى ساعتين.

وتسمى هذه المواد الناتجة بالمواد التي تدوب في الأثير (مستخلص الأثير) لأنه قد يوجد مع هذه المواد المذابة من الأثير مواد أخرى ليست دهناً مثل بعض الحوامض العضوية كحامض اللبن والخل والكلورفيل والشموع.

- إجراء التمرين عملياً:

– يوزن نحو ٢ جم من المادة المجففة في الهواء والمطحونة جيداً ثم توضع في كشتبان مخصوص لذلك (خال من الدهن) وتغطي بطبقة سميكة نوعاً ما من الصوف الزجاجي، ويوضع الكشتبان الحاوي على المادة المعروف وزنها بدقة في فرن درجة حرارته 95 م مئوية لمدة 3 ساعات لكي يتبخر الماء، لان وجوده يحول دون وصول الأثير الى جزيئات المادة جيداً، وبذلك يصعب عمل الأثير ولا يستخلص الدهن.

- توضع قابلة جهاز سوكلت في فرن درجته 95 م ثم توزن ثم تسخن وتوزن بدقة.

– يوضع الكشتبان الحاوي على المادة المجففة بالطريقة السابقة في جهاز سوكلت في الأنبوبة الوسطى للجهاز بحيث تكون حافة الكشتبان العليا أكثر انخفاضاً بمقدار 3 ملم على الأقل من النقطة العليا من الأنبوبة المنحنية حتى يمكن بذلك كامل الكشتبان بالأثير.

– تتركب الآن القابلة المحضرة في أسفل الأنبوبة الوسطى وتثبت جيداً فيها بوساطة الحامل.

– يصب من الفتحة العليا للجهاز الأثير الخالي من الماء، لكي يسيل الأثير في القابلة مرة ثم يستمر في صب الأثير حتى يصل الأثير إلى نحو منتصف الكشتبان.

ملاحظة: عند صب الأثير يجب الاحتراس التام من وجود لهب بجانبه.

– يفتح صنبور الماء الموصل للمكثف ثم يبدأ التسخين بشرط أن يكون غليان الأثير ببطء ملحوظ وليس شديداً. وعلى ذلك فيجب أن تنظم درجة الحرارة من أول التجربة (لاحظ مفاتيح الجهاز).

– أثناء العمل علينا التأكد من أن الأثير يملأ الأنبوبة الوسطى ثم يصب منها إلى القابلة ثم من هذه القابلة يتبخر ثم يتكثف ويتجمع في الأنبوبة الوسطى ثم ينصب منها إلى القابلة وهكذا خوفاً من أن يتبخر جزء من الأثير.

وفي هذه الحالة لا يمكن للأثير أن يسيل إلى القابلة وعند ذلك يجب صب كمية أخرى من الأثير.

ومدة الإذابة تأخذ ٦ ساعات تحت درجة 60–70 مئوية.

– بعد مضي هذه المدة يخرج الكشتبان من الأنبوبة الوسطى (ينتهز فرصة وجود الكمية الكبرى من الأثير في القابلة) ثم يركب الجهاز مرة ثانية ويستمر التسخين حتى يتبخر جميع الأثير من القابلة والذي يتجمع في الأنبوبة الوسطى.

– الأثير الموجود في الأنبوبة الوسطى يفرغ في الإناء المخصص له.

– القابلة وما بها من الدهن الخام، الآن تنظف من أسفل ثم توضع في فون 95م درجة مئوية (هذا الفرن يستحسن أن يكون في الإمكان تفريغ الهواء منه) نحو 1–2 ساعة تم توزن.

– تكرر العملية حتى ثبات الوزن للقابلة وما بها من الدهن الخام.

– الفرق بين وزن القابلة ثانياً وأولاً هو عبارة عن وزن الدهن الخام.

– حساب النتيجة:

الدهن الخام يحسب بالنسبة إلى مقدار المادة المجففة هوائياً والمادة المجففة تماماً. والفرق بين التقديرين يجب أن لا تزيد على $\pm 0.5\%$.

– ملاحظات:

– الدهن الخام يحتوي زيادة عن الدهن على جميع المواد التي تذوب في الأثير مثل الحوامض العضوية كحامض اللبن والخل والكلورفيل وقد تبلغ هذه الشوائب في الدريس والأتبان نصف كمية الدهن الخام.

-احتواء المواد الغذائية على الدهن

- البطاطا والجزور تحتوي على كميات قليلة جداً من الدهون 1- 0.2% حبوب
الغلال تحتوي 1-3% ويستثنى منها الذرة والشوفان، إذ قد تصل كمية الدهن
فيها من 4- 7%. الدريس والتان به 1-3 % دهن.

مثال:

تقدير الدهن الخام في مادة العلف:

النتائج:

- 1- وزن العينة = جم
 - 2- وزن القابلة وهي فارغة جافة = جم
 - 3- وزن القابلة وبها الدهن بعد الاستخلاص = جم
 - 4- وزن الدهن = جم
 - 5- % للدهن الخام = وزن الدهن × 100
وزن العينة
- 100× =
- % =

سابعاً- تقدير الكربوهيدرات الخام

تمثل الكربوهيدرات الخام نسبة كبيرة من مكونات المادة الغذائية كما أن تعدّ المصدر الأساسي للطاقة اللازمة في تغذية الحيوان والدواجن لذلك وجهت إليها الانظار لدراستها دراسة دقيقة وتفصيلية وقد وجد أن الكربوهيدرات تشمل مركبات عديدة. وهي تتباين بوضوح في درجة قابليتها للهضم بوساطة الحيوانات المختلفة – كالكسريات والسليولوز والنشا والبنتوزان والبكتين

والشموع وربما بعض المواد المرتبطة بالهيميسليولوز. كما أنه لا يمكن تجاهل اللجنين والذي يعد ذا طبيعة عضوية.

وتقسم الكربوهيدرات الخام عدة تقسيمات منها:

1) تقسيم Weende Method إلى ألياف خام ومستخلص خالي الآزوت وقد وجد أن مكونات الألياف الخام تتباين بين النباتات المختلفة كما أنها تتباين بين المواد الخشنة والمواد المركزة وكذلك بين الغذاء والروث كما وجد أن هناك تبايناً في مكونات المستخلص خالي الآزوت أيضاً باختلاف الغذاء كما أنه يختلف في الغذاء عنه في الروث.

لذلك كان من الضروري متابعة كل مركب على حدة من المركبات المكونة لكل من الألياف الخام والمستخلص خالي الآزوت.

٢) Conventional method: وفيه تقسم الكربوهيدرات الخام إلى لجنين وسليولوز وبننوزان وجزء غير مقدر بالطريقة التفصيلية إلى اللجنين وسليولوز وبننوزان والكربوهيدرات الأخرى.

3) الطريقة المقترحة Suggested Crude Carbohydrate: وفيه تقسم الكربوهيدرات الخام إلى لجنين وكربوهيدرات.

وفيما يلي فكرة مختصرة عن الأساس في تقدير كل مكون من مكونات الكربوهيدرات الخام وقد سبق معرفة الطريقة التفصيلية لتقدير الألياف الخام وطريقة حساب المستخلص خالي الآزوت.

1- تقدير الألياف الخام

نعني بالألياف الخام الخشبية أو السليولوز الخام تلك المواد التي لا تذوب عند معاملتها بحوامض وقلويات معينة ذات قوة تركيز مخصوصة.

وهذه المواد غير الذائبة لا تحتوي على سليلوز نقي بل تحتوي أيضاً على بنتوزان (Pentosan) وعللي مركبات من جدران خلايا النباتات منها الـ Lighnin والGutin (الكيتين).

وطريقة تعيين السليلوز هذه تتوقف على معاملة المادة بمحلول 1.25% من حمض الكبريت ثم غليها ثانية في محلول 1.25% صودا فبذلك تذوب المواد القابلة للذوبان. وبعد التخلص من المواد التي تذوب من الأثير يوزن الراسب ثم يجفف ويحوق ويعين وزن المواد المعدنية.

- اجراء التقدير عمليا:

- يوزن بدقة من 1.5-2 جرام من المادة الغذائية المجففة بالهواء والتي يجب أن تنفذ من منخل قطر ثقوبه 1 ميليمتر وتنقل كميا الى كاس سعته 400 سم³ به علامة الى حجم 200 سم³.

- يضاف إلى المادة التي بالكأس محلول ساخن قرب الغليان من حامض الكبريت 1.25% (يؤخذ بالأخبار 50 سم³ حمض كبريت 5% ويضاف إليها 150 سم³ ماء لينتج محلول 200 سم³ من حامض كبريت 1.25%) ويضاف ماء ساخن أثناء الغليان لإبقاء حجم المحلول ثابت حتى لا يتغير تركيز الحامض عن 1.25% أثناء الغليان، يغلى المحلول لمدة نصف ساعة.

- ترشح محتويات الكأس والمحلول ساخن تحت ضغط مستعينا بالأسبستوس المتبقي بالكأس إلى القمع كمياً، بل يلحظ فقط غسله جيداً بالماء الساخن ثم يعاد المتخلف والاسبوستوس ثانيا، الى الكاس مع الاستعانة بالقليل من الماء الساخن.

- يضاف إلى المادة في الكأس محلول صودا 1.25% في حجم 200 سم³ (يضاف أولا 50 سم صودا 5% ويكمل بالماء الساخن حتى العلامة) ثم يغلى المحلول لمدة نصف ساعة ويضاف الماء الساخن للمحافظة على التركيز 1.25% ثابت.

– ترشح محتويات الكأس والمحلول ساخن تحت ضغط مستعيناً بالأسبستوس والقمع ويستعان في نقل المتبقي بقليل من الماء الساخن ثم ينقل المتبقي نقلاً كميّاً إلى القمع ويغسل بمقدار 50 سم³ NaOH 5% ثم الماء الساخن 3 مرات ثم مرة بالكحول ومرة بالأثير.

ملحوظة:

– يجب مراعاة عدم وجود لهب بجانب الكحول والأثير.

– تنقل المادة المتبقية والأسبستوس إلى بوتقة نظيفة.

– توضع البوتقة في فرن التجفيف على درجة 105 مئوية وتترك لمدة 3 ساعات ثم تؤخذ بعد ذلك وتوضع في المجفف وبعد أن تبرد يعين وزنها.

– تحرق محتويات البوتقة بالطريقة المعروفة في حرق الرواسب أي يجب قبل كل شيء التسخين باحتراس على لهب خفيف ويستمر التسخين حتى تصير المادة بيضاء، كلما كان الحرق بتؤده سهل التخلص من الكربون.

ملحوظة:

يستحسن بعد أن تبيض محتويات البوتقة أن تقلب هذه المحتويات بوساطة محوك زجاجي وينظف المحرك الزجاجي كميّاً، بفرشاة، بهدف أن جميع ما يعلق به يقع ثانية في البوتقة. لأنه قد يحدث أن يبيض السطح العلوي بينما لم تزل المواد المتكربنة موجودة أسفل منه لم تبيض. وترطب محتويات البوتقة بقليل من الماء ثم يعاد التسخين.

توضع البوتقة من المجفف لتبرد ثم توزن ويكرر التسخين والوزن حتى يصير الوزن ثابتاً.

– حساب النتيجة:

وزن البوتقة + الراسب بعد تسخينها في الفرن لمدة 4 ساعات مطروحاً منه وزن البوتقة مع الرماد بعد الحرق يعطي وزن السيلوز الخام.

والنتيجة تحسب بالنسبة إلى المادة الجافة في الهواء والمادة الجافة تماماً والفرق بين كل من التقدير في كل حالة يجب أن لا يزيد على $\pm 1\%$.

- تنبيهات:

الألياف الخام ليست عديمة الهضم ولكن صعوبة هضمها وقضمها وكذلك المجهود المبذول لنقلها طول القناة الهضمية والتخمرات الناتجة بسببها كل ذلك يسبب فقد كمية الغذاء المنتج للحيوان.

وعلى ذلك فتعد قيمتها الغذائية صغيرة جداً وقد تكون سلبية.

والألياف تكون في المواد الخشنة كثيرة ففي الأتبان يبلغ مقدارها 20 – 45% وفي الدريس تبلغ 35% وفي الحشيش الأخضر تبلغ 4 – 6%.

وفي الكسب يتعلق مقدار الألياف على كمية القشور الموجودة بها.

ووجد كميات عالية من الألياف في الدريس يدل على تدني نوعه.

والدريس الرديء يحتوي على 33.5% والتوسط على 32% والجيد على 21.9% والجيد جداً على 11,3% الألياف.

مثال:

تقدير الألياف الخام في مادة العلف:

النتائج:

1- وزن زجاجة الساعة فارغة = جم

2- وزن زجاجة + العينة = جم

3- وزن العينة = جم

4- وزن البوتقة ومحتوياتها قبل الحرق = جم

5- وزن البوتقة ومحتوياتها بعد الحرق = جم

$$6- \text{وزن الألياف} = \text{جم}$$

$$7- \% \text{ للألياف} = \text{وزن الألياف} \times 100 \text{ وزن العينة}$$

$$100 \times =$$

$$\% =$$

2- حساب المواد الذائبة الخالية من الآزوت

يقصد بالكربوهيدرات الذائبة (المواد الغذائية الخالية من الآزوت) تلك المواد التي تبقى بعد أن يخصم بطريق الحساب من المادة الغذائية مقدار البروتين الخام والدهن الخام والألياف الخام والمواد المعدنية.

– حساب النتيجة:

ذكر عند البدء في شرح على تحليلات المواد الغذائية: إنه يجري لكل تقدير من المركبات التكون عليها الغذاء تحليلاً. وعليه فيحسب مقدار الكربوهيدرات الذائبة لكل تقدير على حدة ثم يؤخذ متوسط النتيجة.

والحط في تقدير الكربوهيدرات الذائبة جداً ويبلغ $\pm 3\%$.

– ملاحظات:

احتواء مواد العلف على المواد الغذائية الخالية من الآزوت:

بلغ مقدار المواد الذائبة الخالية من الآزوت والتي على حالة سكريات ١٦ – ١٨ % في سكر الشوندر المستعمل لاستخراج السكر، 6-10% في الشوندر

المستعمل لعلف المواشي ويبلغ مقدار هذه المواد الذائبة الخالية من الآزوت والتي على حالة نشويات 60 - 70 % نشأ في البطاطا. وأما حبوب القمح فهي تحتوي 60 - 70 % نشا. وتبلغ المواد الذائبة الخالية من الآزوت في التين من 15-25% وهذه أغلبها.

والدريس يبلغ مقدار المواد الذائبة الخالية من الآزوت من 30-35% والحشيش الاخضر من 10-15%.

تقدير المستخلص الخالي من الآزوت (الكربوهيدرات الذائبة) في المادة الجافة هوائياً والمادة الجافة تماماً.

- النتائج:

التقدير	% في المادة الجافة هوائياً	% في المادة الجافة تماماً
الرطوبة الثانوية		
الرماد الخام		
البروتين الخام		
الألياف الخام		
الدهن الخام		
المستخلص الخالي من الآزوت		
المجموع	١٠٠	١٠٠

3- تقدير مكونات جدر الخلايا النباتية:

إن تقدير محتوى الألياف الخام بالطرائق الكلاسيكية يشمل ما تحويه المادة العلفية من السيللوز واللغنين ونسبة من الهيميسيللوز والمواد الآزوتية، ومن ثم فالألياف الخام ليست مركباً غذائياً ذا تركيب موحد بل تتألف من عدة مركبات تختلف نسبة كل منها من مادة لأخرى.

إن تقدير محتوى الكربوهيدرات الجدارية (سيللوز - هيميسيللوز) فضلاً عن اللغنين مهم لمعرفة القيمة الغذائية ومن أهم الطرائق المتبعة في فصل مكونات الجدر الخلوية وتحديدها طريقة فان سوست عام 1963 والتعديلات التي طرأت

عليها والتي تعتمد على مبدأ استعمال منظفات الألياف التي يتم فيها فصل محتويات جدر الخليق إلى قسمين أساسيين:

1- القسم الأول ويشمل جدر الخلايا ويقدر بهضم العينة بمحلول متعادل لتنظيف الألياف من بقية المكونات (NDF) Neutral detergent fiber.

2- القسم الثاني يشمل مكونات الخلية مطروحاً منها جدر الخلية.

1- تقدير جدر الخلايا النباتية (NDF):

تحضير محلول تنظيف الألياف المتعادل (Neutral detergent solution (NDS)، يحضر عادة 1 لتر من هذا المحلول ويلزم لذلك المواد التالية:

- 30 غ Sodium Louryl Sulfat (SLS) $\text{CH}_3(\text{CH}_2) \text{OSO}_3\text{Na}$

- 18.61 غ Ethylen Disodium Diamine tetraacitic acid (EDTA)

- 6.81 غ Sodium Boraet decahydrate (بورات الصوديوم).

- 4.56 غ Disodium hydrogen phosphite anhydrous $(\text{Na}_2\text{HPO}_4)$

- 10 غ ethoxyvethanol $(\text{C}_2\text{H}_5\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OH})^2$ مج بدون تغير.

وتذاب هذه المواد في كأس كبير ويكمل الحجم الي 1 لتر كما يلي:

- تؤخذ الكمية المحددة من (EDTA) وبورات الصوديوم في كأس زجاجي ويضاف إليها قليل من الماء المقطر وتسخن حتى الذوبان ثم يضاف إليها الكمية المحددة من (SLS).

- وفي كأس آخر تذاب كمية فوسفات هيدروجين ثنائي الصوديوم في قليل من الماء المقطر وتسخن الكأس حتى الذوبان.

- بعد ذوبان المواد تضاف محتويات الكأسين في كأس ثالث وترج جيداً حتى التجانس ثم يضاف ethoxy ethanal -2 الي المزيج ويكمل محتوى الكاس

حتى ١ ليتر بدقة. يفصل اختبار درجة pH المحلول قبل استعماله ويجب أن تكون 7 ± 0.1 وإذا لم تكن ضمن هذا المجال فيجب معادلته حتى الدرجة المطلوبة.

– طريقة التقدير:

1– يوزن حوالي 1 غ من العينة المطحونة (نعومة 1 مم) بميزان حساس وتوضع في كاس استخلاص سعة 600 مل، (يفضل أخذ عينة مكررين).

2– يضاف للكأس 100 مل من محلول (NDS) (وفي حال استعمال أنزيم الأميلاز يضاف 50 مل فقط) ثم يوضع الكاس على جهاز تسخين مزود بجهاز تكثيف. وفي حال استعمال الأميلاز يضاف المحلول بعد بدء الغليان مع الأنزيم أو نصف غرام من كبريتيت الصوديوم اللامائية (Na_2SO_3) إذا لم يُضف الأنزيم وذلك للعينات الحاوية على الكيراتين مثل الروث.

– ملاحظة:

يستخدم انزيم الاميلاز بمعدل ٢ غ تذاب مع الماء المقطر ثم يضاف اليها كمية ١٠ غ Ethoxy ethanal ويكمل الحجم حيق ١٠٠ مل ويحفظ هذا المحلول علي درجة +5 م، وأثناء التحليل يحضر محلول التنظيف المتعادل وذلك بإضافة 4 مل من محلول الاميلاز لكل ١٠٠ مل من محلول NDS ويستخدم الاميلاز للعينات الغنية بالنشا الذي يعيق عملية الترشيح مما يسبب أخطاء في النتائج.

3– بعد بدء الغليان يضبط الوقت وتعير السخانات مع مراعاة أن يكون الغليان هادئا لمدة ساعة ويفضل عدم تكون الرغوة وفي حال تشكل رغوة يفضل بضع نقاط من الاوكتانال Octanal.

4– بعد انتهاء الوقت تنقل محتويات الكأس إلى قمع الترشيح (غوش) تحت التفريغ الموزون سابقا يغسل الراسب جيدا بالماء المقطر الساخن ثم يغسل مرتين بالأسيتون للتخلص من الرطوبة والصبغات.

5- يوضع قمع الترشيح في فرن على درجة حرارة 105 م لمدة 8 ساعات أو حتى اليوم الثاني.

6- نسبة الجدر الخلوية النباتية:

$NDF (\%) = \text{وزن الراسب الجاف تماماً} \div \text{وزن العينة الجافة تماماً} \times 100$

ويحتوي الراسب الجاف علي السيللوز والهيميسيللوز واللغنين ومواد معدنية غير ذائبة.

2- تقدير الليغنوسيللوز او Acid Detergent Fiber (ADF):

تعتمد طريقة تقدير الليغنوسيللوز أو ADF على مبدأ الطريقة السابقة ذاتها، على أساس تغيير محلول NDS واستعمال محلول تنظيف الألياف الحامضي ADS (Acid Detergent Solution) مكانه ويحضر هذا المحلول من المواد التالية لتكوين ليتر واحد:

- 20 غ Cetyl trimethyl Ammonium Bromide (CTAB)

- 49.04 غ حمض كبريت مركز نقي.

تذاب كمية: حمض الكبريت في كمية من الماء المقطر تم تضاف كمية CTAB ويمزج المحلول جيداً ثم يكمل محتوى الكأس إلى 1 ليتر.

- طريقة التقدير:

تتبع خطوات تقدير NDF السابقة نفسها مع استبدال محلول التنظيف الحامضي ADS بمحلول NDS. وفي تقدير ADF لا يتم اضافة كبريتيت الصوديوم وبعد انتهاء الترشيح يتم استخدام الأسيتون للغسيل كما في طريقة تقدير NDF وبعد ذلك يجري الغسيل باستخدام الهكسان الذي يستخدم مباشرة دون تجفيف. بعد الغسل بالهكسان تنقل الاقماع الخالية من الهكسان إلى فرن التجفيف على درجة 105 م لمدة ثماني ساعات أو حتى اليوم التالي، ثم تنقل من الفرن إلى مجفف زجاجي لمدة ساعة.

$$\text{ADF } (\%) = \frac{\text{وزن القمع مع الراسب الجاف} - \text{وزن القمع فارغ}}{\text{وزن العينة الجافة تماما}} \times 100$$

بعد ذلك يمكن تقدير نسبة الهيميسيللوز حسابياً كما يلي:

$$\% \text{ الهيميسيللوز} = \text{ADF } \% - \text{NDF } \%$$

3- تقدير الليغنين او تقدير Acid Detergent Lignin (ADL):

يحتوي راسب ADF المقدر بالفقرة السابقة على السيللوز والليغنين والرماد غير الذائب. يعامل الراسب بحمض الكبريت تركيز 72% لمدة ثلاث ساعات مع التحريك من وقت لآخر بواسطة قضيب زجاجي رفيع وذلك من أجل تحليل السيللوز. بعد انتهاء المعاملة يغسل الراسب جيداً بالماء المقطر الساخن على قمع غوش ثم يجفف في فرن التجفيف درجة 105 م لمدة لا تقل على ثماني ساعات أو يترك لليوم التالي ثم ينقل إلى مجفف زجاجي لمدة ساعة حتى ثبات الوزن. ويحتوي الراسب المتبقي الجاف وزن الراسب الجاف تماماً على الليغنين والمواد المعدنية غير الذوابة وتحسب نسبة كما يلي: ADL

$$\text{ADL } (\%) = \frac{\text{وزن الراسب الجاف تماما}}{\text{وزن العينة الجافة تماما}} \times 100$$

بعد ذلك يمكن تقدير محتوى السيللوز حسابياً:

$$\text{سيللوز } (\%) = \text{ADF } (\%) - \text{ADL } (\%).$$

4- تقدير الرماد غير الذواب (السيلكا):

يمكن تقدير نسبة الرماد غير الذواب بوضع راسب ADL (من الفقرة السابقة) المعروف الوزن في المرمدة على درجة حرارة 550-600 م لمدة ثلاث ساعات. يبرد الراسب في مجفف زجاجي ويوزن. إن الفرق الوزني يمثل المواد المعدنية غير الذائبة و تقدر كما يلي:

$$\% \text{ للرماد غير الذواب} = \frac{\text{وزن الرماد}}{\text{وزن العينة الجافة تماما}} \times 100$$

ويفيد تقدير الرماد غير الذواب في الحكم على مدى تلوث الأعلاف بالسيلكات
ويستخدم في حساب معدل عبور العلف في القناة الهضمية.

تابعونا

تليجرام يجمعنا وعلى قنوات هندسة زراعية موعدا للاشتراك

https://t.me/agricultural_eng

https://t.me/agricultural_animalproduction

https://t.me/agricultural_Foodindustry

https://t.me/agricultural_Soilandwater

لعرض جميع المنشورات الزراعية على الفيسبوك اتبع الوسم التالي

#jhj_agricultural_eng

وعلى صفحتنا

<https://www.facebook.com/groups/222694018264175/>

Googl+

<https://plus.google.com/communities/114533734929607974616>

<https://agriculturaleng.wordpress.com>