(١)

٣- المواد والادوات المستعملة في التجربة.

٤- طريقة العمل : تكتب كاملة (فقط في حالة عدم ذكرها في الكتاب العملي). مع رسم الاجهزة.

٥- النتائج والمناقشة : يسجل الطالب نتائجه بصورة واضحة مع نتائج المجموعات الاخرى (في حالة العمل على شكل مجموعات) وتتم مناقشتها مع بعضها ومقارنتها مع مايتوفر في المصادر العلمية المختلفة. وعلى الطالب اعطاء التعليلات العلمية للنتائج حيث تعتبر المناقشة مهمة جداً في التقرير لانها تعطي فكرة واضحة عن مدى استيعاب الطالب للتجربة وكيفية تفسير النتائج. وفي النهاية يوضح الطالب الاستنتاجات التي توصل اليها على شكل نقاط.

٦- الاجابة على جميع الاسئلة المذكورة في نهاية كل تجربة.

٧- تثبيت المصادر العلمية التي استخدمها الطالب في المناقشة.

٨- اسباب فشل التجربة (اذا حدث ذلك).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفصل الثاني

تحليل العناصر الرئيسة

تحتوي اللحوم ومنتجاتها على الماء والمواد الدهنية والبروتينات والمركبات النتروجينية اخرى والاملاح اللاعضوية والكاربوهيدرات. وغالباً فإن اكثر التحاليل شيوعاً على لحوم ومنتجاتها هي حول الرطوبة والدهن الخام والبروتين الخام والرماد وهذه التحاليل ري بطرق كيميائية اعتيادية ومألوفة.

لقد ارتأينا في هذا الفصل ان يقوم الطلبة في ثلاثة دروس عملية متوالية تحديد تركيب الكيميائي لانواع مختلفة من اللحوم لكي يكونوا على معرفة جيدة بالفروقات بين حوم العضلات المختلفة والاعضاء الداخلية (Organ meat) وكذلك الفروقات في تركيب الكيميائي بين انواع اللحوم المحلية المختلفة ومقارنتها مع ما متوفر في المصادر العلمية لمختلفة. وعليه يقسم الطلبة في هذه التجارب الى مجاميع، كل مجموعة تضم طالبين او لاثة ويتم توزيع العمل عليهم من قبل المشرف على الدرس العملي لاجراء جميع التحاليل ، الدروس العملية الثلاثة والفترة التي تقع بينها.

يستخدم في هذه التجارب اكثر من نوع واحد من الاعضاء الداخلية لحيوانات اللحم لمحلية (الابقار والاغنام والماعز).

١ — تقدير الرطوبة Moisture

تعتبر الرطوبة احد العوامل التي تحدد نوعية اللحوم وعادة تقدر في اللحوم ومنتجاتها واسطة التجفيف على درجة حرارة معينة ولفترة من الزمن معينة ايضا، ويعتبر الفقدان في لوزن ممثلا لكمية الماء، ومن ذلك نستطيع ان نحكم على كمية المواد الصلبة في المادة لغذائية تختلف طول الفترة الزمنية ومقدار درجة الحرارة في الطرق المختلفة. ولما كانت كل هذه الطرق تجريبية فيجب الاعتناء لاتباع الخطوات بصورة مضبوطة عندما يراد الحصول على نتائج موثوق بها. وفي بعض الاحيان ومن اجل الاسراع في عملية التجفيف يكون من الافضل تقليل حجم المواد المراد تقدير الرطوبة فيها وزيادة المساحة السطحية لها وذلك بمزجها مع مواد صلبة معروفة المسامية مثل الرمل. وعند وزن العينة بعد التجفيف يجب الاحتراس لتجنب فقدان الرطوبة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وتعتبر مدة التجفيف مهمة جداً في حالة استخدام درجات حرارية عالية (١٢٠ م وأعلى) وان النتائج المتحصل عليها من استعمال درجات حرارية مختلفة في التجفيف لا تكون متشابهة وعليه فيمكن أن تختلف نتائج الطرق المختلفة معنوياً.

يستخدم فرن التجفيف (Oven) لغرض تحديد كمية الماء في عينة اللحم وتحت الضغط الجوي الاعتيادي ولمدة معينة سبق وان ثبتت بالتجربة على المادة نفسها وتصل عادة الى (٢٤) ساعة، وبمعنى آخر الاستمرار بالتجفيف الى ثبات الوزن الذي يدل على طرد الماء من المادة.

الأدوات والمواد المطلوبة

١ – فرن مع محرار.
٢ – أواني الوزن (معدنية أو زجاجية) مع أغطيتها.
٣ – ميزان حساس.
٤ – ملعقة.
٥ – مجفف (Desiccator).
٦ – نماذج من اللحوم المختلفة.

طريقة العمل

١ – يؤخذ وزن مضبوط من عينة اللحم بحدود ٥ غم ويوضع في جفنة الوزن المعروف وزنها مسبقاً والتي يجب أن تكون نظيفة ومجففة بنفس درجة حرارة الفرن عند تجفيف اللحوم.
٢ – توضع الجفنة مع اللحوم في فرن التجفيف بعد رفع الغطاء عنها وتركه داخل الفرن أيضاً (تستخدم درجة حرارة ١٠٠ – ١٠٥ م).
٣ – بعد انتهاء التجفيف يجب سد هذه القناني بأغطيتها الخاصة وتترك داخل المجفف (Desiccator) لمدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة ومن ثم توزن.
٤ – تحسب النسبة المئوية للماء في العينة حسب المعادلة الآتية: –

$$س = \frac{أ - ب}{جـ} \times ١٠٠$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

النسبة المئوية للماء في العينة = (وزن الجفنة مع العينة قبل التجفيف − وزن الجفنة مع العينة بعد التجفيف) / وزن العينة × ١٠٠

ث أنّ :

= النسبة المئوية للماء في العينة .

أ = وزن الجفنة مع العينة قبل التجفيف ، غم .

ب = وزن الجفنة مع العينة بعد التجفيف ، غم .

ج = وزن العينة ، غم .

أسئلة

- هل يفقد جميع الماء عند التجفيف؟ ولماذا؟
- لماذا يكون من الصعب ايجاد طريقة واحدة موحدة لتقدير الرطوبة في الأغذية ؟ .
- ماذا يسمى الماء المتبقي في اللحوم بعد التجفيف .
- ماهي أنواع الماء الموجودة في اللحوم؟ .

تقدير الرماد الكلي Ash

يعتبر الرماد في المواد الغذائية بأنه المادة اللاعضوية المتبقية بعد التخلص من المواد العضوية بواسطة الحرق على درجة حرارة عالية تتراوح بين ٥٠٠ – ٦٠٠ م واذا احتوت العينة على نسبة عالية من الرطوبة عندئذ ينصح بتجفيف العينة أولاً في فرن التجفيف قبل الحرق .

ويقدر الرماد في اللحوم ومنتجاتها بترميد العينة الجافة في الفرن الحراري (Mufle Fernace) على درجة حرارة حوالي ٥٢٥ م ولمدة ١٦ – ١٨ ساعة او للوصول الى الوزن الثابت ثم يوزن المتبقي (Residue) ويعتبر كرماد . وأثناء العمل يجب الاهتمام لأكسدة كل الكاربون أثناء الترميد كما أن من الضروري أحياناً إضافة دهن نباتي مصفى الى الرماد والاستمرار في الترميد لبضع ساعات أخرى للحصول على رماد أبيض .

- يتم الحرق في جفنة خزفية وعند الضرورة تستعمل جفنة من البلاتين وهي افضل الانواع المستخدمة ولكنها غالية الثمن وتمتاز بأن لها توصيلاً حرارياً جيداً وهي خاملة كيميائياً ودرجة انصهارها عالية (١٧٧٣ م) .

وليس من الضروري أن يكون للرماد نفس التركيب بالضبط مثل المواد المعدنية الموجودة في العينة الغذائية حيث من الممكن ان يحدث فقدان بسبب التطاير أو بسبب بعض التفاعلات بين المحتويات نفسها .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الأدوات والمواد المطلوبة

١ – فرن حراري.
٢ – جفنة خزفية أو من البلاتين (قطرها حوالي ٧ سم).
٣ – ميزان حساس.
٤ – ملعقة.
٥ – مجفف (Desiccator).
٦ – ماء مقطر.
٧ – ورق ترشيح خالي من الرماد.
٨ – حامض HCl مخفف (١٠٪ وزن/ وزن).

طريقة العمل

١ – تغسل الجفنة جيداً وتوضع في الفرن الاعتيادي وهي فارغة ومن ثمّ تبرد في المجفف (Desiccator) لمدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة وتوزن او توضع في فرن الترميد على ٥٥٠° م لمدة حوالي (١٠) دقائق.

٢ – بعد ذلك يوضع فيها عينة لحم مضبوطة الوزن بحدود ٢ – ٥ غم وتوضع الجفنة داخل الفرن الحراري. ويفضل في البداية اجراء الحرق باستعمال درجات حرارية قليلة ومن ثمّ رفعها.

٣ – بعد اكتمال الحرق تبرد الجفنة كالسابق وتوزن ومن ثم توضع مرة اخرى في الفرن الحراري لمدة ٢٠ – ٣٠ دقيقة وتكرر هذه العمليات الى ثبات الوزن (من الممكن الاكتفاء بالوزن لأول مرة عند التأكد من أن الفترة الزمنية للحرق كافية).

٤ – تحسب نسبة الرماد في عينة اللحم حسب المعادلة الآتية:

$$\text{س} = \frac{\text{أ} - \text{ب}}{\text{جـ}} \times ١٠٠$$

النسبة المئوية للرماد في العينة = (وزن الجفنة مع العينة بعد الترميد − وزن الجفنة فارغة) / وزن العينة × ١٠٠

حيث أن:
س = النسبة المئوية للرماد في العينة.
أ = وزن الجفنة مع العينة بعد الترميد، غم.
ب = وزن الجفنة فارغة، غم.
جـ = وزن العينة، غم.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لأسئلة

١ – ماالذي يفقد بالتطاير وفي أية درجة حرارة ؟

٢ – لماذا نستخدم جفنة من البلاتين في بعض التحاليل ؟

٣ – ما فائدة التبريد في المجفف ؟

قسم من الرماد يذوب في الماء وقسم آخر منه لايذوب ومن اجل تقدير ذلك يؤخذ الرماد يغلى مع ٢٥ مل من الماء المقطر وبعدها يرشح المحلول بواسطة ورق ترشيح خالٍ من الرماد يغسل جيداً بالماء الحار المقصود هنا غسل ورق الترشيح للحصول على حوالي ٦٠ مل من لراشح الكلي. يتم الاحتفاظ بهذا الراشح لحين الاستعمال والمسمى الرماد الذائب بالماء. عدئذ يحرق ورق الترشيح في الجفنة الاصلية في فرن الترميد ومن ثم تبرد الجفنة كالسابق يوزن الرماد غير الذائب في الماء ويحسب الرماد الذائب كما يأتي :

الرماد الذائب بالماء ٪ = الرماد الكلي ٪ = الرماد غير الذائب بالماء ٪ . كما يوجد في لرماد جزء لايذوب في الحامض ومن اجل تقدير ذلك يؤخذ الرماد ويغلى مع ٢٥ مل من حامض الهيدروكلوريك المخفف (١٠٪ وزن / وزن) لمدة خمس دقائق ومن ثم يرشح لمحلول بواسطة ورق ترشيح خالٍ من الرماد ويغسل جيداً بالماء الحار. بعدئذ يحرق ورق لترشيح في الجفنة الاصلية ومن ثم تبرد الجفنة كالسابق ويوزن الرماد غير الذائب في لحامض.

٢ – تقدير البروتين

ان اكثر طريقة مقبولة وشاملة لتقدير النتروجين او البروتين في اللحوم هي طريقة يلدال (Kjeldahl) العالم الدانماركي الذي توصل الى هذه الطريقةالمعروفة باسم جوهان كلدال) عام ١٨٨٣ ولازالت حتى يومنا هذا من اهم الطرق المستعملة في تقدير لنتروجين او البروتين بعد تطويرها واستحداث اجهزة لها.

وبهذه الطريقة يتم تسخين العينة مع حامض الكبريتيك المركز في جهاز الهضم (شكل) فيسبب هذا الحامض اكسدة المواد العضوية بوجود عامل مساعد (Catalyst) ، يتكون ثاني اوكسيد الكاربون والماء ، اي ان كاربون وهيدروجين المركبات العضوية تأكسد بواسطة الاوكسجين المتكون من تحلل جامض الكبريتيك ، ويتحول جزء من حامض الكبريتيك الى ثاني اوكسيد الكبريت الذي يعتبر العامل الاساس في اختزال لمركبات الازوتية ويحولها الى امونيا ، فيبقى الازوت بحالة املاح الامونيوم ، اي الامونيا تفاعل مع حامض الكبريتيك ويتكون (كبريتات الامونيوم Ammonium Sulphate)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الذي تنفصل منه الامونيا بواسطة القاعدة (هيدروكسيد الصوديوم المركزة). ويطلق على هذه العملية بالهضم (Digestion). اي يتكون املاح الامونيوم والامينات من المركبات النتروجينية في اللحم.

$$\text{Protein} + H_2SO_4 \xrightarrow[\text{٣٧٠ - ٤١٠ م}]{\text{الهضم}} SO_2 + NH_4^+ + CO_2 + H_2O$$

وبعد جعل المحلول قاعدياً باضافة هيدروكسيد الصوديوم المركز (وهنا يمكن اضافة الثايوسلفيت (Thiosuphate) كعامل مساعد في حالة عدم توفر الزئبق)، تتحرر الامونيا، وتجري عملية التقطير وفيها يغلى المحلول الناتج من عملية الهضم مع كمية وافرة من محلول هيدروكسيد الصوديوم المركز فتتحول كبريتات الامونيوم الى هيدروكسيد الامونيوم وبالتسخين تتحلل هذه المادة الى امونيا + ماء.

في هذه العملية تقطر الأمينات والامونيا في حجم معلوم من محلول حامض قياسي (معلوم العيارية) ومن ثم يسحح المحلول مع محلول قاعدي قياسي (معلوم العيارية) وتحسب كمية النتروجين (الامونيا)، ومنها كمية البروتين حيث ان الامونيا تحتوي على $\frac{١٤}{١٧}$ من وزنها نتروجين، اما كمية البروتين الخام فنحصل عليها بضرب قيمة النتروجين برقم ثابت هو ٦.٢٥ وهذا الرقم مرجعه الافتراض المعروف ان البروتينات تحتوي على ١٦٪ نتروجين تقريباً كمعدل.

ان مايتم اثناء هذه التفاعلات التأكسدية والاختزالية التي تحصل اثناء الهضم والتقطير والتسحيح هو كالآتي :-

١- تحلل حامض الكبريتيك المركز

$$H_2SO_4 \xrightarrow{\text{حار}} H_2O + SO_2 + O \uparrow$$

٢- تحلل الموادالتي تحتوي على النتروجين وتكون الامونيا

$$R.NN_2 + OH.H \xrightarrow[\text{RoH}]{H_2 \quad NH_3} ROH + NH_3 \uparrow$$

٣- اكسدة الكاربون والهيدروجين

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

٤- ارتباط او اتحاد الامونيا (الناتجة من عمليات حرق المواد الازوتية) مع حامض الكبريتيك المركز وينتج عن ذلك كبريتات الامونيوم (انتهاء مرحلة الهضم)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

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

٥ – تحلل كبريتات الامونيوم بواسطة القاعدة المركزة اي مرحلة التقطير

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow 2NH_4OH + Na_2SO_4$$

$$NH_4OH \xrightarrow{\text{التقطير}} NH_3 + H_2O$$

او يكون التفاعل كما يلي :

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

٦ – اتحاد الامونيا المتحررة من التقطير مع حامض الكبريتيك القياسي

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

ان هذه الطريقة لاتقيس البروتين وحده ولكن قيمها تمثل جميع النتروجين في اللحوم ومنتجاتها التي يفترض ان تكون موجودة كمادة بروتينية محتوية على ١٦٪ نتروجين بالمتوسط .

ان كل الدراسات التي اجريت على هذه الطريقة تؤكد على مايأتي :-

١ – استخدام عامل مساعد جيد (المفضل هو الزئبق او اوكسنيد الزئبق) ويستعمل ايضاً النحاس والسيلينيوم .

٢ – يكون التفاعل اسرع باضافة كمية مناسبة من كبريتات الصوديوم Sodium sulphate او كبريتات البوتاسيوم Potassium sulphate لايصال نقطة غليان حامض الكبريتيك الى مستوى ملائم اثناء عملية الهضم (حامض الكبريتيك النقي يغلي في ٣٣٠ م) ، ويفضل ان تكون درجة الحرارة اثناء الهضم بين ٣٧٠ و ٤١٠ م .

٣ – استخدام درجة حرارة وفترة زمنية مناسبة للهضم (على الاقل ساعتين للحوم ومنتجاتها) .

٤ – التقطير بدقة وبصورة تامة للامونيا والامينات في كمية كافية من محلول الحامض القياسي وقد يستخدم حامض البوريك في دورق الاستقبال بتركيز حوالي ٤٪ وبمقدار حوالي ٥٠ مل في دورق الاستقبال للامونيا المقطرة ، حيث يتم تثبيت الامونيا فيه مكوناً بورات الامونيوم (Ammonium borate) ولكون هذه المادة متطايرة الى حدٍ ما عليه يجب المحافظة على دورق الاستقبال بحالة باردة ، بعد ذلك يسحح دورق الاستقبال مباشرة مع حامض عياري الى نقطة النهاية علماً بان حامض البوريك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المتحد مع الامونيا هو حامض خفيف ولذلك فهو لايؤثر كثيراً على محتويات تركيز ايون الهيدروجين اثناء التسحيح مع الحامض العياري. اما فائدة هذا التحوير بالطريقة هو انها تستغرق وقتاً اقل من الطريقة الاعتيادية وتحتاج الى محلول عياري واحد في التسحيح.

٥- من الضروري اجراء تجربة المقارنة (Blank) كلما يتم تحضير محاليل حديثة او استعمال جهاز لم يسبق استخدامه.

٦- الدقة في ضبط قوة المحاليل، والدقة في وزن العينة، وعدم فقد غاز الامونيا وتسربه خارج الجهاز.

الأدوات والمواد المطلوبة

١- جهاز كيلدال للهضم والتقطير (كما في شكل ١).
٢- سحاحة.
٣- حامض كبريتيك مركز.
٤- محلول هيدروكسيد الصوديوم مركز (٥٠٪).
٥- محلول حامض الكبريتيك ٠,١ عياري.
٦- محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عياري.
٧- كاشف او دليل (المثيل البرتقالي) حيث يؤخذ ٠,٥٥ غم من هذه المادة وتذاب في ١٠٠ مل من الماء المقطر الساخن، بعد ذلك تبرد وترشح او قد يستعمل الميثيل الاحمر (Methyl red) الذي يحضر من ٠,٠١٦٪ احمر الميثيل و ٠,٠٨٣٪ من بروموكر يزول الاخضر في الكحول (Bromocresol green).
٨- مخلوط كبريتات البوتاسيوم وكبريتات النحاس بنسبة ١٠ غم من الاول و ٠,٥ غم من الثاني.
٩- ميزان حساس.
١٠- كرات الزجاج الصغيرة.
١١- الزنك.
١٢- الادوات الزجاجية المختلفة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة العمل

١- عادة يؤخذ وزن معلوم ومناسب من المادة (اللحوم) بحدود ١ - ٢ غم في ورقة خالية من النيتروجين ويوضع في دورق الهضم مع الورقة (سعة ٥٠٠ - ٨٠٠ مل).

٢- يضاف الى اللحوم في دورق الهضم ١٥ - ٢٠ مل او ٢٥ مل من حامض الكبريتيك المركز.

٣- يضاف كمية مناسبة من مخلوط كبريتات البوتاسيوم وكبريتات النحاس وبحدود ١٠ غم. ويكون المزج بأخذ ٢٠ جزء (١٠ غم) من كبريتات البوتاسيوم اللامائية مع جزء واحد (٠,٥ غم) من كبريتات النحاس.

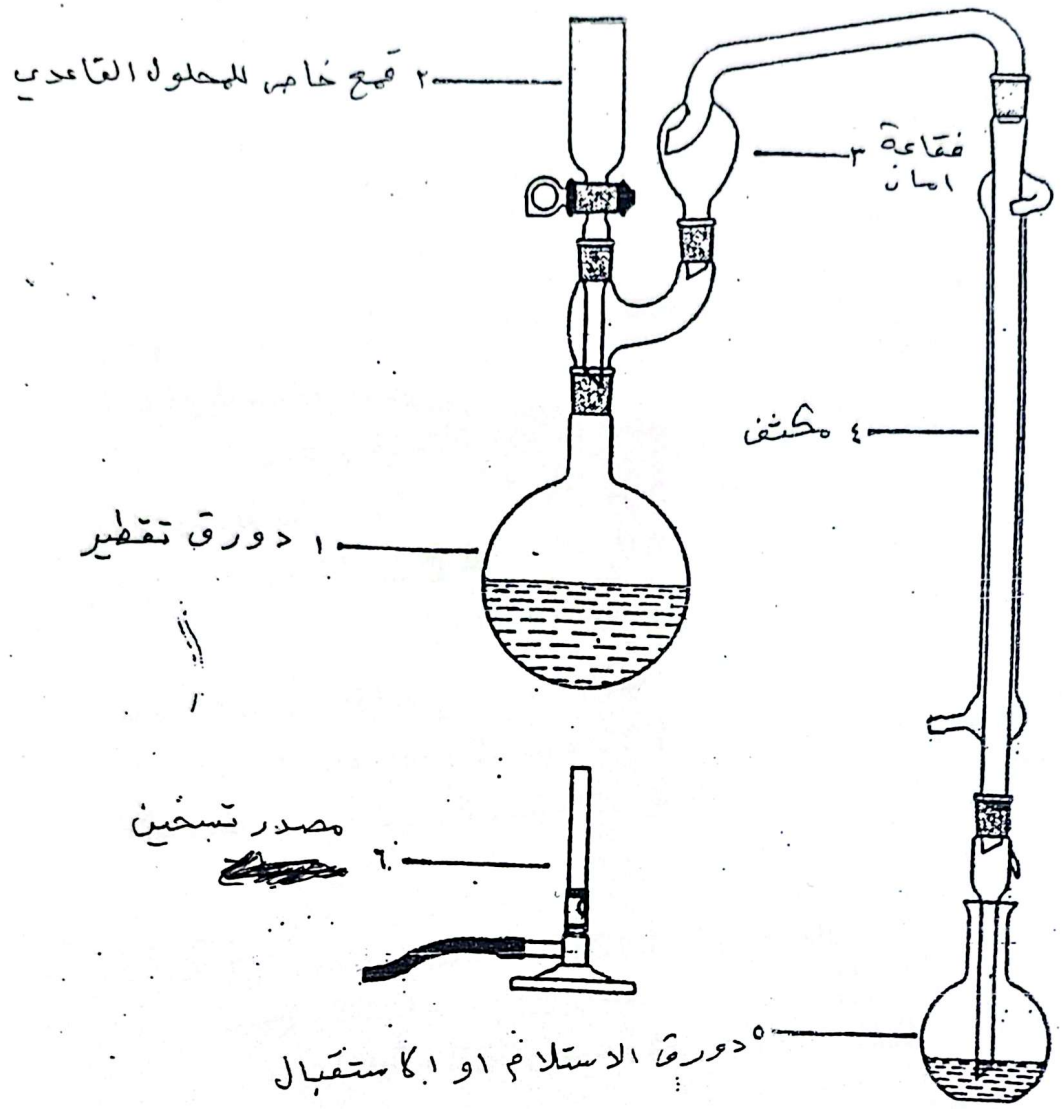
٤- تجري عملية الهضم بتسخين الدورق بهدوء ولكن عندما تخف الرغوة الاولية يزداد التسخين حتى الغليان ويتم خض الدورق بين فترة واخرى من اجل غسل اية مادة التصقت مع الدورق، ويعرف انتهاء الهضم بتحول المزيج الى سائل رائق له لون ازرق شاحب اوازرق مخضر نتيجة لوجود كبريتات النحاس ($CuSO_4$). الاستمرار بالتسخين لمدة ساعة بعد ان يصبح السائل رائق. ويمكن تخفيف المزيج بكمية من الماء لاتزيد عن ٢٠٠ مل.

٥- ينقل السائل نقلاً كمياً (بعد ان يترك لفترة من الزمن كي يبرد) الى دورق التقطير في الجهاز (كما هو موضح في الشكل رقم (٢)) يغسل الدورق بالماء حتى يصبح الحجم الكلي حوالي ٤٠٠ مل، جهاز التقطير هذا يتكون من دورق تقطير متصل به قمع فاصل يحتوي على محلول مركز من هيدروكسيد الصوديوم، كما يتصل دورق التقطير بفقاعة امان زجاجية، وهذه متصلة بمكثف تمتد منه انبوبة زجاجية تغمس في دورق مخروطي يحتوي على حجم معلوم من حامض معلوم القوة (٥٠ مل من حامض الكبريتيك ٠,١ عياري او ٥٠ مل من حامض البوريك ٢٪) الذي يضاف اليه بضع قطرات من الدليل (الميثيل البرتقالي) او (الميثيل الاحمر).

ملاحظة: من الممكن استعمال نفس دورق الهضم للاستمرار في عملية التقطير للحفاظ على دقة التحليل.

٦- بعد نقل السائل الرائق كمياً الى دورق التقطير، يضاف اليه عن طريق القمع الفاصل كمية مناسبة من هيدروكسيد الصوديوم ٥٠٪ (٨٠ - ١٠٠ مل) حتى يصبح قلوياً، وتكون الاضافة باحتراس، مع ضمان وجود زيادة من القلوي. كما يضاف مادة تنظيم الغليان، مثل كرات الزجاج الصغيرة، ويضاف ايضا قطع صغيرة من الزنك او قطعة واحدة كبيرة. والتأكد من الغلق المحكم.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (٢) جهاز التقطير ويتكون من :

١ – دورق تقطير
٢ – قمع خاص للمحلول القاعدي (القمع الفاصل)
٣ – فقاعة امان
٤ – مكثف
٥ – دورق الاستلام او الاستقبال
٦ – مصدر تسخين

٧ – يتم غلي دورق التقطير مع الحذر من عدم تصاعد الرغوة فتتصاعد الامونيا وتستقبل في الحامض المعلوم الحجم والقوة والمضاف اليه الدليل ، وتستمر عملية التقطير هذه حتى يصل مايتجمع في الدورق المخروطي (المستقبل) حوالي ١٥٠ – ٢٠٠ مل او ٣٠٠ ، بعد ذلك تفتح الفتحة العليا ويغسل المكثف وانبوب الاستلام في دورق الاستقبال بالماء المقطر.

٨ – يتم تسحيح محلول التقطير البارد مع حامض الكبريتيك ٠,١ عياري. ويجب ان يكون المحلول المتقطر بارداً طيلة فترة التسحيح.

٩ – تجري تجربة مقارنة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ملاحظة

اذا احتوت العينة على النترات (Nitrate) والنتريت (Nitrite) فانها سوف لاتدخل في النيتروجين الكلي المحسوب بالطريقة المذكورة اعلاه ، ويمكن ادخالها اذا اجرى بعض التغيير على الطريقة وكما يأتي :

يضاف ٢٥ مل من حامض الكبريتيك المبرد بالثلج الى دورق الهضم و ١ غم من حامض الساليسيليك (Salicylic acid) او ١ غم من الفينول . يتم رج القنينة المبردة عدة مرات ومن ثم يضاف اليها ٨ غم كبريتات الصوديوم اللامائية و ٥ غم ثايوسلفيت الصوديوم او ٢ غم من غبار الزنك ، ومن ثم يتم الهضم والتقطير كما جاء سابقاً . في هذه الطريقة يتحول نيتروجين النترات (Nitrate) الى حامض النيتريك والمركبات النيتروجينية المنتجة بعدئذ تختزل بواسطة الثايوسلفيت (او الزنك) الى امونيا .

اما دور النحاس المضاف فيعتبر كعامل مساعد يسرع من عملية الهضم حيث ان له المقدرة على التأكسد بسهولة ويقوم بعملية الاكسدة بسهولة ، وعلى هذا الاساس يعمل على ايصال الاوكسجين من حامض الكبريتيك الى المواد العضوية وحسب المعالادت الآتية :

$$Cu + H_2SO_4 \longrightarrow CuO + H_2O + SO_2$$

$$2CuO \longrightarrow Cu_2O + O$$

$$Cu_2O + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + Cu + H_2O$$

وعند استخدام الزئبق كعامل مساعد يجب الانتباه الى ان تكون مركبات الامين الزئبقية بعد الهضم وبعد اضافة المحلول القاعدي فانها تتمكن من ابقاء كمية قليلة من النتروجين في الراسب والتي لاتتحلل كلياً عند التسخين مع القاعدة . ولاجل تجنب ذلك يضاف قليل من تراب الزنك والذي عند تفاعله مع حامض الكبريتيك يتحرر الهيدروجين وهذا الهيدروجين يستمر في التحرر عند اضافة القاعدة بعد ذلك ، وفي هذه الحالة فانه يختزل مركبات امينات الزئبق وحسب المعادلات الاتية :

$$Zn + 2NaOH \longrightarrow Zn(ONa)_2 + H_2$$

$$(NH_2Hg)_2SO_4 + 2H_2 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 + 2Hg$$

اما الحسابات فتتم حسب المعادلة الاتية :

$$س = \frac{(أ - ب) \times ٠,٠٠١٤ \times ١٠٠ \times ٦,٢٥}{جـ}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حيث ان :

س = النسبة المئوية للبروتين الخام في العينة .

أ = كمية المليلترات من محلول حامض الكبريتيك ٠,١ عياري المستخدم في الدورق المخروطي (المستقبل) .

ب = كمية المليلترات من محلول هيدروكسيدالصوديوم ٠,١ عياري المستخدم في التسحيح لمعادلة الحامض .

٠,٠٠١٤ = كمية النتروجين (بالغرام) التي تعادل ١ مل من محلول حامض الكبريتيك ٠,١ عياري والذي يستخدم للارتباط بالامونيا وهذه تحسب كما يأتي :

٩٨ غم من حامض الكبريتيك تتعادل مع ٣٤ غم من الامونيا والتي تحتوي على ٢٨ غم نيتروجين . وحيث ان اللتر الواحد من حامض الكبريتيك الذي قوته ٠,١ عياري يحتوي على ٤,٩ غم ، فانه يتبين ان (٢٠) لتراً منه تحتوي على ٩٨ غم وتكافيء ٢٨ غم من النتروجين .

∴ ١ مل من حامض الكبريتيك ٠,١ عياري تعادل $\frac{٢٨}{٢٠٠٠٠}$ = ٠,٠٠١٤ غم من النتروجين .

جـ = وزن العينة بالغرام .

ملاحظة : عند استخدام تجربة المقارنة فالنتيجة تطرح من حاصل طرح (أ – ب) .

مثال

لتقدير كمية البروتين الخام في اللحم اخذت عينة وزنها ٠,٩٦ غم . وبعد اكمال الهضم كان حجم الحامض (حامض الكبريتيك ٠,١ عياري) في الدورق المخروطي (المستقبل) ٤٠ مل ، وعند التسحيح استخدام ١٨,٢ مل من محلول هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عياري .

$$س = \frac{(٤٠ - ١٨,٢) \times ٠,٠٠١٤ \times ١٠٠ \times ٦,٢٥}{٠,٩٦} = ١٩,٨٧\%$$

مثال

وزن اللحم ٢ غم واستخدم في التسحيح ٢٥,٥ مل ٠,١ ع حامض كبريتيك و ٠,٥ مل في تجربة المقارنة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

∴ النتروجين الكلي = $\frac{(٢٥,٥ - ٠,٥) \times ٠,٠٠١٤ \times ١٠٠}{٢}$ = ١,٧٥٪

البروتين = ١,٧٥ × ٦,٢٥ = ١٠,٩٪

الاسئلة

١- تم تقدير النتروجين في ٠,١ غم من اللحوم ، وقد وضع في الدورق المستقبل ٥٠ مل من حامض الكبريتيك ٠,١ عياري ، لاستقبال الامونيا. وبعد التقطير احتاج الحامض الزائد لكي يتعادل الى ٣٥ مل من هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عياري. مامقدار النتروجين في العينة.

٢- بعد اجراء الهضم والتقطير في ١ غم من نموذج لحم لغرض تقدير كمية النيتروجين الخام وجد ان :

أ- نموذج المقارنة احتاج الى ٤٥ مل من هيدروكسيد الصوديوم لمعادلته.

ب- اما نموذج اللحم فاحتاج الى ٢,٣ مكافيء مليغرامي من هيدروكسيد الصوديوم لمعادلة الامونيا المتحررة.

احسب النسبة المئوية للبروتين الخام.

٣- النتائج الاتية هي حصيلة تقدير كمية البروتين الخام في عينة لحم.

أ- استخدام ٤٥ مل من هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عياري لمعادلة النموذج.

ب- استخدام ٤٥ مل من هيدروكسيد الصوديوم ٠,١ عياري لمعادلة نموذج المقارنة.

وضح الاستنتاج العلمي لهذه النتائج.

٤- ما تأثير اضافة كميات كبيرة من العوامل المساعدة مثل كبريتات الصوديوم او البوتاسيوم؟

٥- لماذ تضرب كمية النتروجين برقم ثابت هو ٦,٢٥ لايجاد كمية البروتين في المواد الغذائية الاخرى مثل الحليب والحبوب..... الخ؟ ولماذا؟.

تقدير البروتين بجهاز Micro – Kjeldahl

يهضم النموذج في هذه الطريقة بواسطة حامض الكبريتيك المركز، حيث يحول النتروجين البروتيني الى كبريتات الامونيا (اوكسيد الزئبق كعامل مساعد) بعدها يعمل المزيج قاعدياً بواسطة هيدروكسيد الصوديوم ، اما دور ثايوسلفات الصوديوم فهو لترسيب الزئبق لمنعه من الاتحاد مع الامونيا وبالتالي يمنع تقطيرها وبعد التقطير تنقل الامونيا

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

بالتسخين او بالبخار الى دورق الاستلام الذي يحتوي على حامض البوريك ، حيث يتحدان مع بعض ويتكون معقد بورات الامونيوم ، بعدها تتم عملية التسحيح مع حامض الهايدروكلوريك الموجود بالسحاحة . اما طريقة العمل فهي :

١ – يتم وزن العينة بصورة مضبوطة (اما بطريقة الفرق بالوزن في الدورق او الوزن على ورق الترشيح او اية ورقة خالية من النتروجين) ومن ثم تنقل العينة الى دورق هضم زجاجي .

٢ – يوزن ١,٩ غم من كبريتات البوتاسيوم (K_2SO_4) و ٤٠ ملغم من اوكسيد الزئبق (HgO) وتوضع في الدورق مع ٢ مل من حامض الكبريتيك المركز ثم يضاف ٣ – ٤ من الكرات الزجاجية او قليل من حجر الغليان الصغير الحجم .

٣ – يتم تسخين النموذج الى درجة الغليان مع الاستمرار بعد ذلك في الغليان لفترة ساعة واحدة بعد صفاء المحلول او الحصول على سائل رائق .

٤ – يبرد الدورق الى اقل من ٢٥° م ويضاف اليه كمية من الماء المقطر لاذابة المواد الصلبة المتكونة .

٥ – ينقل كمياً محتويات دورق الهضم الى جهاز التقطير وذلك باستعمال ٥ – ٦ دفعات من الماء المقطر تتراوح كل دفعة من ١ – ٢ مل ثم يضاف ٨ مل من مزيج هيدروكسيد الصوديوم وثايوسلفات الصوديوم .

٦ – يوخذ دورق مخروطي سعة ١٢٥ مل يحتوي على ٥ مل من حامض البوريك مع ٢ – ٤ قطرات من الدليل (الكاشف) ويوضع تحت انبوب المكثف مع التأكد من ان نهاية هذا الانبوب تنزل الى اسفل سطح السائل الموجود في الدورق .

٧ – يبدأ التسخين مع الاستمرار بالتقطير لحين استلام ٢٥ – ٣٠ مل من السائل المقطر في دورق الاستلام والذي يحتوي عادة على جميع الامونيا المقطرة معه . بعد ذلك يخفف السائل المقطر الى ٥٠ مل .

٨ – يتم تسحيح السائل المقطر بواسطة حامض الهايدروكلوريك (٠,٠٢ عياري) الى نقطة النهاية بظهور اللون البنفسجي .

٩ – يتم عمل نموذجاً خالياً من اي نموذج ومن ثم اجراء الحسابات

$$\text{كمية النيتروجين \%} = \frac{(\text{مل حامض للعينة} - \text{مل حامض للخالي}) \times \text{العيارية} \times \text{مكافئ النتروجين } (١٤,٠٠٧)}{\text{وزن النموذج}} \times ١٠٠$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١٠ – يمكن استعمال كبريتات النحاس محل اوكسيد الزئبق وبالتالي يستغنى عن ثايوسلفات الصوديوم وحامض البوريك وفي هذه الحالة يوضع حامض الهيدروكلوريك في دورق الاستلام ويسحح بعد الانتهاء من التقطير بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (٠,٠٢ عياري) ويطبق نفس القانون السابق في الحسابات.

٤ – تقدير الدهن

ان احسن طريقة ملائمة لتحديد كمية الدهن الخام في اللحوم ومنتجاتها هي بواسطة استخلاص (Extraction) الدهن من النموذج المجفف بواسطة الايثر الاثيلي اللامائي Anhydrous ethyl ether او الايثر النفطي Petroleum ether او الهكسان Hexane..... الخ الايثر النفطي لايتأثر بالرطوبة الموجودة في المادة الغذائية ولايمتص رطوبة اثناء الاستخلاص. بعد ذلك يتم التخلص من المذيب بالتبخير وبوزن المتبقي الذي هو الدهن.

ويجب اخذ بعض الاحتياطات عند استخدام هذه الطريقة منها:

١ – اذا استعمل الايثر الاثيلي فيجب ان يكون لامائي لان وجود الماء سيؤدي الى ذوبان بعض المواد الذائبة بالماء مثل السكريات المنفردة والبروتينات والاملاح وتستخلص.

٢ – يجب ان تكون العينة المستعملة خالية من الماء اي مجففة، والا فان بعض المواد المذابة في الماء سوف تستخلص وتحسب كأنها دهن.

٣ – يجب ان تجفف العينات التي تستخدم لتقدير الدهن الى درجة اقل من ١٢٥° م لتجنب التغيرات التي يمكن ان تمنع استخلاص الدهن.

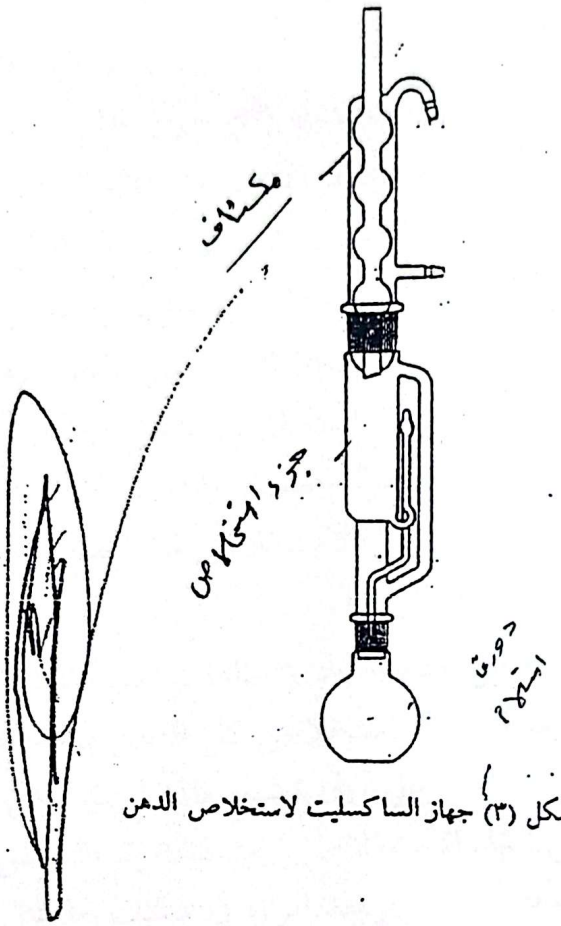
٤ – يجب ان تكون القناني والبيكرات المستخدمة نظيفة جداً ومجففة وتوزن قبل الاستخلاص، وكذلك يجب ان تكون مجففة وموزونة تحت نفس الظروف بالضبط بعد الاستخلاص.

وبصورة عامة يمكن ايجاد نسبة الدهن في اللحوم ومنتجاتها بعدة طرق منها:

اولاً: الطريقة المتقطعة Intermittent Extraction او غير المستمرة بواسطة جهاز ساكسليت Soxhlet

يتكون الجهاز من دورق وجهاز الاستخلاص او مايسمى بجزء الاستخلاص ومكثف والجهاز مصمم بطريقة يسمح لها لصعود بخار المذيب الى المكثف بطريق منفصلة عن طريق عودته كسائل الى داخل الدورق كما يلاحظ في الشكل رقم ٣).

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



شكل (٣) جهاز الساكسليت لاستخلاص الدهن

الادوات والمواد المطلوبة

١ – جهاز سكسليت مع حمام مائي.
٢ – المذيب العضوي مثل الايثر.
٣ – ميزان حساس.
٤ – كشتبان (Thimble).
٥ – ورق ترشيح.
٦ – فرن.
٧ – صوف زجاجي.

طريقة العمل

يربط الطرف السفلي لجهاز الاستخلاص مع الدورق والطرف العلوي مع المكثف وضع العينة في كشتبان خاص يسمى كشتبان الاستخلاص (Extraction Thimble) ما زجاجي او من الاسبست ويكون موقعها داخل جزء الاستخلاص ، ويفضل تغطية لعينة في الكشتبان بكمية من الصوف الزجاجي أو القطن اما في الدورق المجفف والمعروف

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وزنه مسبقاً فيوضع المذيب مثل الايثر بمقدار بحيث يمكن ان يملأ جزء الاستخلاص بمقدار قليل فوق الفتحة العليا لانبوبة السيفون (اي حوالي ثلثي حجم الدورق). بعد ذلك يتم التسخين على حمام مائي عندئذ يتبخر المذيب وتمر الابخرة خلال انبوب خاص الى جهاز الاستخلاص ومن ثم الى المكثف حيث تتكثف وتتجمع داخل جهاز الاستخلاص واثناء هذه العملية يستخلص الدهن من المادة ، وعندما يصل مستوى المذيب المشبع بالدهن الى حد الفتحة العليا لانبوبة السيفون فان المذيب سوف يعود مرة ثانية الى الدورق وهكذا تتكرر العملية عدة مرات الى ان يتم استخلاص الدهن كله. ومن اجل تنفيذ هذه العملية يؤخذ حوالي ٥ غم من العملية المجهزة وعندما تكون نسبة الدهن في العينة كبيرة يؤخذ ٢ – ٣ غم ، ولما كانت الرطوبة تعيق الاستخلاص فانه ينصح بتجفيف العينة او استخدام العينة بعد اجراء عملية تقدير الرطوبة.

تتم عملية الاستخلاص هذه بحدود ٦ ساعات بحيث تتكرر العملية ٦ – ١٠ مرات كل ساعة ومن اجل معرفة انتهاء استخلاص كل الدهن يؤخذ قطرة واحدة من المذيب الموجودة في جزء الاستخلاص على ورق ترشيح فاذا لم يبق دهن على الورقة بعد تبخير المذيب يدل ذلك على انتهاء الاستخلاص. بعد ذلك يتم التخلص من الايثر في الدورق بواسطة التسخين وجمعه في اناء آخر بعد امراره في مكثف وما يتبقى في الدورق هو الدهن حيث يتم تجفيف الدورق مع محتوياته في فرن (Oven) على ١٠٢ – ١٠٥ م الى ثبات الوزن وتحسب نسبة الدهن حسب المعادلة الاتية :

$$\text{س} = \frac{\text{أ} - \text{ب}}{\text{جـ}} \times ١٠٠$$

حيث ان :

أ = وزن الدورق مع الدهن ، غم.

ب = وزن الدورق الفارغ ، غم.

جـ – وزن العينة الاصلي ، غم.

الاسئلة :

١ – مافائدة الكشتبان. الاستخلاص

٢ – ماذا تعمل اذا لم يتوفر لديك كشتبانة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانياً – الطريقة المستمرة Continuous Extraction : استخدام جهاز كولدفيش Goldfisch

الاستخلاص مستمر من العينة بواسطة نزول المذيب عليها بعد تكثيفه من الحالة البخارية.

الأدوات والمواد المطلوبة

١ – جهاز كولدفيش.
٢ – ميزان حساس.
٣ – مذيب عضوي مثل الايثر اللامائي.

طريقة العمل

١ – نظف وجفف ومن ثم اوزن القدح (Beaker) الخاص بالجهاز.
٢ – اوزن بالضبط كمية تتراوح بين ١ – ٣ غم من العينة المجهزة.
٣ – انقل العينة كمياً الى الكشتبان (Thimble) الخاص بالجهاز (ويفضل وزن العينة مع الكشتبان) ومن ثم ادخله في الأنبوبة الزجاجية الخاصة والتي فيها فتحة سفلية وانتفاخ سفلي ايضاً وهنا يجب تجفيف العينة مع الكشتبان قبل الاستخلاص.
٤ – ادخل الانبوبة الزجاجية وفي داخلها الكشتبان الى موضعها في المكثف وادفعها الى الاعلى حتى تستقر في المكان الخاص بها.
٥ – ضع في كل من اقداح الجهاز ٢٥ – ٣٥ مل من الايثر اللامائي (او اي مذيب عضوي آخر) ثم ثبت هذه الاقداح الى المكثف.
٦ – افتح ماء المكثف ثم التيار الكهربائي وارفع صفيحة التسخين.
٧ – تكون فترة الاستخلاص ٣ – ٤ ساعات وبعدها يتم خفض صفيحة التسخين.
٨ – انزع الانبوبة الزجاجية الحاوية على الكشتبان وضع بدلها انبوبة زجاجية لجمع المذيب بعد تكثيفه ويجب تفادي تقطر سائل الاستخلاص على صفيحة التسخين عند نزع القدح الزجاجي من موضعه وذلك باستعمال غطاء الامان (Safety cover) قبل نزع القدح من المكثف.
٩ – يبخر سائل الاستخلاص من القدح الزجاجي الذي يجمع به الدهن وذلك بوضع القدح جانباً على المسخن.
١٠ – يبرد القدح ويوزن فتكون الزيادة في وزنه عبارة عن وزن الدهن الموجود في العينة.
١١ – تحسب نسبة الدهن حسب المعادلة كما في الطريقة الاولى.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثالثاً : الطريقة المتقطعة بواسطة مذيب عضوي

الأدوات والمواد المطلوبة

١ – بيكر صغير سعة ٥٠ مل.
٢ – مذيب عضوي مثل الايثر.
٣ – ورق ترشيح.
٤ – قمع.
٥ – حمام رملي.
٦ – فرن.
٧ – ميزان حساس.
٨ – قنينة الوزن.
٩ – ماصة Pipet سعة ١٠ مل ، ١٥ مل.

طريقة العمل

يوزن في دورق او بيكر صغير ٢ غم من العينة المجهزة ويضاف اليها ١٥ مل من المذيب ويترك لمدة ساعة واحدة مع المزج والخض المستمر بين فترة واخرى. بعد ذلك ترشح ويؤخذ من الراشح ١٠ مل وينقل الى قنينة الوزن المجهزة مسبقاً (نظيفة ومجففة ومعروفة الوزن) وتوضع على حمام رملي داخل الهود (Hood) لغرض تبخير المذيب بعد ذلك تنقل الى الفرن في درجة ١٠٠–١٠٥° م لمدة ٢٠–٢٥ دقيقة ثم تبرد وتوزن وبعدئذ تحسب كمية او نسبة الدهن في العينة كما يأتي :

$$س = \frac{أ\ (ب - جـ)}{د\ هـ} \times ١٠٠$$

حيث :
أ = حجم المذيب ، مل.
ب = وزن قنينة الوزن مع الدهن ، غم.
جـ = وزن قنينة الوزن فارغة ، غم.
د = حجم المحلول الدهني في قنينة الوزن ، ١٠ مل.
هـ = وزن العينة المستخدمة ، غم.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً : تقدير الدهن في اللحوم المعلبة والمغلفة بواسطة الريفراكتوميتر

هذه الطريقة ليست شائعة الاستعمال فمثلاً اذا اردنا معرفة كمية الدهون المضافة الى الصوصيج (وهذا الموضوع لايعتبر سهلاً) يمكن انجازها بصورة جيدة بواسطة الرفراكتوميتر (Refractometry) وهذه الطريقة تعتبر اسرع من الطرق الاخرى.

في هذه الطريقة يضاف الرمل الجاف باعتباره مادة تساعد على السحق او الطحن (Grinding medium). كما يضاف ايضاً كبريتات الصوديوم اللامائية Na_2SO_4 لامتصاص الماء من اللحم. وان معامل انكسار الدهن (Refractive index) حوالي ١,٤٦٩ ومادة الـ Bromonaphthalene ١,٦٥ والقراءة بينها تعطي النسبة المئوية للدهن في العينة. ويمكن انجاز وحساب هذه العملية في فترة (١٥) دقيقة وكما في المعادلة الآتية :-

$$\% \text{ Fat} = \frac{(100Vd\,(n_1 - n_2)}{W\,(n_2 - n)}$$

حيث ان :

V = كمية الـ Bromonaphthalene ، مل.

d = كثافة الدهن – واعتيادياً تعادل ٠,٩١ .

n_1 = معامل انكسار الـ Bromonaphthalene ويعادل ١,٦٥٥٥ .

n = معامل انكسار الدهن ويعادل ١,٤٦٩ في ٢٥° م.

n_2 = معامل انكسار العينة .

W = وزن العينة المستخدمة .

الادوات والمواد المطلوبة

١ – جهاز Refractometer من نوع Abbe .

٢ – ماصة Pipet ، نوع Mohr سعة ١٠ مل مع bulb .

٣ – جفنة خزفية و Pestle .

٤ – حامل خاص للقمع Funnel rack .

٥ – ورق ترشيح Whatmen رقم ٤١ بقطر ١١ سم .

٦ – ملعقة .

٧ – قطارة طبية .

٨ – اسفنجة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٩- دورق سعة ٥ مل.
١٠- رمل جاف.
١١- كبريتات الصوديوم اللامائية.
١٢- I - Bromonaphthalene. برومونفثالين
١٣- عينة بحدود ٥ غم من اللحوم المعلبة.

طريقة العمل

١- اوزن ٥ غم من عينة اللحم.
٢- انقل اللحم الى الجفنة.
٣- توزن ٣ غم من الرمل الجاف وتضاف الى الجفنة.
٤- اضف ٥ غم من كبريتات الصوديوم اللامائية الى الجفنة.
٥- انقل بواسطة الماصة الى المزيج ٤ مل من bromonaphthalene. ويجب التأكد من استعمال Pipet bulb وذلك لان هذه المادة تعتبر سامة. كما يجب ان يكون حجم هذه المادة بصورة مضبوطة.
٦- تمزج هذه المواد جيداً لمدة ثلاثة دقائق.
٧- ضع ورق الترشيح في القمع دون ان يضاف اليه الماء.
٨- انقل المزيج من الجفنة الى ورق الترشيح وضع دورق سعة ٥ مل تحت القمع ودع الراشح يتجمع في الدورق حيث سيكون الترشيح بطئ وستكون الحاجة الى ١-٢ قطرة فقط.
٩- ضع قطرة واحدة من الماء على عدسة الجهاز لقياس معامل الانكسار والذي يجب ان يكون ١,٣٣٣ في ٢٠° م حيث يستعمل هذا الرقم الناتج للتصحيح اي معامل تصحيح.
١٠- جد معامل الانكسار للعينة.
١١- احسب النسبة المئوية للدهن في العينة.

الاسئلة

١- ما هو سبب استعمال الرمل. وذلك كما تساعد على السحق والطحن.
٢- ما فائدة استخدام كبريتات الصوديوم.
٣- ماهي الفروق الرئيسة بين الطرق الاربعة لتقدير الدهن؟
٤- اية طريقة تعتبر ادق وافضل؟ ولماذا؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٪ الرطوبة + ٪ البروتين + ٪ الدهن + ٪ الرماد + ٪ الكربوهيدرات = ١٠٠

٥ – تقدير الكاربوهيدرات الى هنا امتحان غير داخل

يتم تقدير الكاربوهيدرات بحساب الفرق بين مجموع النسب المئوية لكل من الرطوبة والرماد والبروتين الكلي والد ، الخام والرقم ١٠٠ .

٦ – حساب القيمة السعرية

تقدر باستخدام ارقام Atwater's حيث تضرب النسبة المئوية للبروتين في ٤ والنسبة المئوية للدهن في ٩ والنسبة المئوية للكاربوهيدرات في ٤ ويجمع نواتج عمليات الضرب هذه نحصل على القيمة السعرية لكل ١٠٠ غم لحم .

الدهن = ٩ البروتين = ٤ الكاربوهيدرات = ٤

ملاحظة

ضع نتائج التحاليل (الرطوبة والبروتين والدهن والرماد والكاربوهيدرات والقيمة السعرية) في جدول خاص وقارن بين النتائج التي حصلت عليها بالنسبة لعينة اللحم المستخدمة مع نتائج زملائك الاخرين وناقش هذه النتائج مع مامتوفر في المصادر بالنسبة الى اللحوم الاخرى.

٧ – تقدير بعض الانسجة المضافة

غالباً ماتكون هنالك حاجة لمعرفة مصدر الانسجة في اللحوم المصنعة او اذا كانت منتجات لحوم ثانوية By – products ، حيث من المفيد جداً تحديد كمية انواع معينة من الانسجة ، وهذا يعد مهم جداً في منتجات اللحوم المثرومة . ويعد هذا الموضوع مهماً عندما يتم تحديد نوع الانسجة التي تستخدم في التصنيع وهذا التحديد يتم حسب القوانين الحكومية او المواصفات القياسية . فعندما تشترط القوانين ان منتوجات معينة من النقانق (Sausage) يجب ان لاتحتوي على انسجة غير هيكلية (مثل الاعضاء الداخلية ، الاذان ، الامعاء .... الخ) عليه فان التحليل لمعرفة وجود او عدم وجود هذه المواد يعد ضرورياً . وربما تستخدم التحاليل الكيميائية او الحيوية او باستخدام المجهر. ان التحليل المجهري او Histochemical بصورة عامة تستخدم بكثرة في تحديد نوع الانسجة مقارنة مع الطرق الكيميائية او يمكن ان تتم بصورة مشتركة . ومن الصعوبة تحديد الانسجة غير الهيكلية عند استخدام درجة حرارة عالية او عند ثرم اللحم اثناء التصنيع لان ذلك يغير شكل الانسجة . ولهذا السبب من الضروري توفير سلايدات مختلفة للمقارنة بين المواد . والمواد التي تفحص تجمد وتقطع وتلون ومن ثم تفحص بالمجهر. وان تقييم شبه كمي حول

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طهي اللحوم Meat cookery

الغرض من الطهي:

1- تحسين الاستساغة

2- أطالة عمر الخزن

3- توفير منتجات متنوعة وخاصة عند تحوير طرق الطهي

4- تقليل فرص حدوث الفساد عبر التحطيم الجزئي للنمو الميكروبي

تأثير الطهي على اللحم ومنتجاته :-

1- Denature + Coagulate معظم بروتينات اللحم يتم دنترتها وتجلطها وتختلف القابلية الذوبانية لها

2- تحسين الاستساغة للحم وزيادة النكهة وتحوير القوام

3- تحطيم الأحياء المجهرية

4- تثبيط فعل الأنزيمات Inhibiter the activity of protolytic enzyme

5- تقليل محتوى الماء وخاصة على السطح وبالتالي تقليل الفعالية المائية aw

6- موازنة اللون الأحمر في اللحم المعالج

7- تحوير قوام اللحم وخاصة الطراوة .

الدنترة وتغير القابلية الذوبانية Denaturation and changes in solubility

عند الطهي يبدأ أول تغير فيزياوي في التجلط على السطح . ويحدث ذلك بتغيير اللون من الأحمر إلى الرصاصي وتصاحب عملية التجلط دنترة البروتينات وتغير درجة ذائبيتها .

إن التغيرات الأولية تظهر على سطح اللحم في البداية ولكن بمرور الوقت واستمرار درجة الحرارة فان التغلغل يحصل داخل اللحم وهكذا تظهر صفة التجلط واضحة في مركز القطعة وفي هذه العملية يلعب بروتين المايوسين دورا في تغطية جزيئة الدهن وهذا ينفع في صناعة الصوصج من خلال صنع المستحلب .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طرق الطبخ Cookery Methods

توجد عدة طرق لتحقيق الطبخ من خلال رفع درجة حرارة اللحم الداخلية الى حد معين يؤثر في صفة المنتوج .

هنالك عامل مهم يحدد طريقة طبخ اللحم هو نسبة الرطوبة في اللحم أثناء طبخه ولكون الماء موصل جيد للحرارة فان وجوده يساعد في اختراق اللحم إلى الأجزاء العميقة في القطعة اللحمية . من ناحية أخرى فان سطح اللحم الرطب يمكن ان يؤخر عملية التسخين بسبب التبريد الذي يحصل عن طريق التبخر .

يعتبر الماء ضروري جدا في إظهار الطراوة والقوام النهائي للحم المطبوخ بسبب تحليل الأنسجة الرابطة الموجودة .

1- الطبخ الجاف Dry cookery

يتحقق الطبخ الجاف من خلال إحاطة قطعة اللحم بالهواء الحار الجاف مثال ذلك الشوي والتحميص

أ- الشوي Broiling :

تلائم طريقة الشوي القطعيات الطرية لان فترة الطبخ قصيرة جدا ولاتصل إلى مرحلة تحلل الأنسجة الرابطة وتسبب درجة الحرارة العالية تكون **النكهة خاصة في قطعة اللحم مع تكون اللون القهوائي الداكن , ويكون سمك قطع اللحم قليل نسبيا** ودرجة الحرارة عالية ألا إن درجة الحرارة عند الشوي بالفحم تكون اقل من حرارة الشوي بالفرن .

ب- التحميص: Roasting

تلائم طريقة التحميص بالحرارة القطع السميكة الطرية وتتم هذه الطريقة في فرن بدرجة حرارة 150 م وهذه الطريقة تعطي نكهة خاصة للحم بسبب تكون اللون القهوائي بين السكر ومجموعة الأمين ويجب حماية القطعة في هذه الطريقة بطبقة من الشحم الخارجي لمنع فقدان كمية كبيرة من الرطوبة , في حالة تحميص قطع كبيرة مثلا فخذ بأكمله يمكن خفض الحرارة إلى 120 م في الفرن لفترة طويلة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

2- الطبخ الرطب Moist heat cookery

تستخدم هذه الطريقة في حالة احتواء القطعة اللحمية على كميات كبيرة من الأنسجة الرابطة لذلك يفضل إضافة الماء أثناء الطبخ لغرض تحلل الكولاجين الكامل إلى جيلاتين ويتم استخدام درجات حرارة واطئة لفترة طويلة ليتسنى تحلل البروتينات دون تصلبها في الليفات ويجب الانتباه إلى إن هذه التغيرات تحدث في الكولاجين ولا تحدث في الإلاستين . ومن أنواع الطبخ الرطب .

أ- التدميس Braising

وهو الطبخ بالماء او التحميص بالقدر ويتم في إناء مغلق يحتوي على الماء ويمكن إضافة النكهات لتكوين القوام والنكهة المرغوبين في المنتج النهائي . ويمكن الحصول على نفس النتائج بلف قطعة اللحم بمادة مقاومة للرطوبة وتسخينها في فرن جاف للمحافظة على العصير الطبيعي في اللحم وتقليل فقدان الرطوبة وتكون درجة الحرارة في هذه الطريقة 95 – 100 م° .

ب-الطبخ بالفرن ذو الموجات فوق القصير Microwave cookery

طريقة حديثة وسريعة جدا وتتكون الحرارة فيها من تحول طاقة الموجات فوق القصيرة الى حرارة من احتكاك الفعل ألدوراني لجزيئات داخلية نتيجة تداخل الجزيئات مع مجال كهرومغناطيسي سريع التردد (915 – 2450 ميكا هيرتز) . تكون طريق الطبخ هذه أسرع بعدة مرات من الطرق التقليدية وعيوبها أنها لا تكون اللون القهوائي للحم .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حفظ اللحوم Preservation of meat

أ.د. محفوظ خليل عبدالله

يعتبر التلف سبب اساسي في فقدان الاغذية. وتكون اغلب الاغذية الطازجة المجهزة وبخاصة اللحوم سريعة التلف وذلك لانها تحتوي على نسبة عالية من الماء وكذلك بسبب طبيعتها الغذائية. ومن اسباب تلف وفساد الاغذية يعود الى:

1- نمو الاحياء الدقيقة: وهذا يعد السبب الاكثر شيوعا لفساد اللحوم
2- التلوث من الاوساخ وامتصاص النكهات الغريبة
3- التحلل الذاتي وبخاصة الاسماك
4- مختلف التفاعلات الكيميائية (مثل الاكسدة)
5- الاضطراب الفسلجي مثل ظاهرة قصر برد للعضلات Cold shortening
6- اضرار ميكانيكية

بالامكان تجنب التلف بالاستهلاك السريع والذي في الغالب يعد غير ممكنا، او بواسطة الحفظ السريع، فالحفظ الكفوء ليس فقط يؤخر وبكثرة التلف ولكنه ايضا يساعد في تقليل كل من تلوث اللحوم واستهلاكها من قبل الافات المختلفة، لذا فان السيطرة على ثلاث ارباع الاسباب الرئيسة لفقدان الاغذية تتم من خلال الحفظ الكفوء لها.

ان اللحوم عبارة عن منتجات غذائية قابلة للتلف **وان كيفية حفظ اللحوم وخزنها تحدد مدة الخزن وسلامة الغذاء الذي يؤكل، وان تاثير الحفظ هو الحد من فعالية المايكروبات والتفاعلات الانزيمية والكيميائية والفيزيائية التي تسبب الضرر والتلف للحوم.** لذا فان حفظ اللحوم يتم بخفض كمية المواد في اللحوم التي تفضلها الاحياء الدقيقة في النمو عليها.

وان افضل طريقة لحفظ اللحوم اما خفض محتوى الماء او خفض الـ pH او كليهما.

كما ان احد اهداف الحفظ التجاري هو ايضا منع تغيرات القيمة الغذائية او النوعية الحسية للحوم او تقليلها بواسطة طرق اقتصادية تستطيع ان تسيطر على نمو الكائنات الحية وتقلل من التغيرات الكيميائية والفيزيائية ذات الطبيعة غير المرغوبة وتجنب التلوث.

وبالامكان انجاز حفظ اللحوم بطرق **كيميائية وبيولوجية او فيزيائية** وتشمل الحفظ الكيميائي اضافة بعض المواد الى اللحوم مثل الملح او الحوامض اوتعريضها للمواد الكيميائية مثل الدخان اما الحفظ البايولوجي فيشمل التخمر، اما الفيزيائي فيشمل الزيادة الوقتية في مستوى طاقة المنتج (التسخين والاشعاع) وكذلك الاختزال المسيطر عليه في محتوى الماء مثل التجفيف بالهواء والتجفيد وكذلك استخدام عبوات حافظة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طرق حفظ اللحوم بالتبريد والتجميد :

هنالك عدة طرق لحفظ اللحوم وهي وان اختلفت إلا أنها تستهدف تهيئة الظروف غير الملائمة لنمو الأحياء المجهرية وتزنخ الدهون وبالتالي التقليل من فساد اللحم .

عند تقييم أي طريقة من طرق حفظ اللحوم يجب أن تؤخذ بعض الاعتبارات بالإضافة للفعل الحافظ هي :-

1- تأثير الطريقة على نوعية المنتوج
2- مشاكل التوزيع والتسويق
3- الضرر الصحي للمستهلك الناتج عنها
4- التقييم الاقتصادي والهندسي للطريق التجارية
5- فترة الحفظ الممكنة .

أولا :- الحفظ بالتبريد Refrigeration storage:

يقصد بها تبريد ذبائح الحيوانات بعد الذبح مباشرتا وذلك للتخلص من حرارة جسم الحيوان والتي تصل بعد الذبح مباشرتا إلى 30 – 39 مْ ولمنع الفساد حول العقد اللمفاوية والتي يعزى لها فساد العظم أحيانا . وهنالك طريقتين لتبريد اللحوم هي :

أ- وضع الذبائح في مخازن مبردة تتراوح فيها درجة الحرارة من (1 – 10 مْ) وسرعة هواء (600 قدم / دقيقة) بالنسبة للأغنام والخنازير وسرعة هواء (400 قدم / دقيقة) على درجة حرارة (– 1 مْ) للأبقار وتكون الذبائح معلقة بالسكة .

ب-التغطيس بالماء البارد أو المثلج وهي ناجحة في الدواجن والأسماك (إن وضع الدجاج والأسماك 1ساعة تكون كافية لتبريدها بالتغطيس) .

للأسباب التالية :

1- جسمها مغطى بالجلد
2- لونها باهت
3- لا تتأثر بالتغطيس كالحوم الحمراء التي تفقد جزء من صبغتها.

وان من أهم العوامل المؤثرة على كفاءة التبريد هي :-

1- الحرارة النوعية للذبائح
2- حجم الذبائح
3- كمية الشحم المحيطة بالذبيحة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

4- درجة حرارة غرف التبريد

5- عدد الذبائح

6- المسافة بين الذبائح .

(يجب مراعاة أمور مهمة وهي إدخال الذبائح إلى غرف انتظار قبل إدخالها إلى غرف التبريد لتخفيض حرارتها كي لا تؤثر على كفاءة التبريد) .

إن مدة التبريد قصيرة تتراوح من (3 – 6 أيام) ويستخدم الحفظ بالتبريد للحوم المثرومة والمملحة ويكون التبريد على درجة حرارة اقل من (3 مْ) .

العوامل التي تحدد مدة الخزن بالتبريد هي : -

1- الحمل الميكروبي الأولي في اللحم

2- وجود الأنسجة الواقية (شحم , جلد , حراشف)

3- درجة حرارة الخزن والرطوبة

4- نوع الحيوانات المبردة

ثانيا: - الحفظ بالتجميد: Freezer storage

يعد الحفظ بالتجميد من أفضل طرق حفظ اللحوم وذلك لأنها لا تؤثر تأثيرا واضحا على لون ونكهة وعصيرية اللحم بعد الطبخ وان مدة الحفظ بالتجميد من (2-6 أشهر).

يعتبر التجميد من أفضل طرق حفظ اللحوم الطازجة :

1- يحافظ على نوعية اللحم ويحفظها لفترة طويلة

2- يساعد على استمرار تواجد اللحوم الطازجة على مدار السنة

3- يساعد على نقل اللحوم لمسافات طويلة

4- يقضي على بعض أنواع الأحياء الدقيقة وبذلك يساعد على حفظ صحي للحوم

5- يساعد على سير بعض العمليات الصناعية ومنها التقطيع بشكل مرغوب .

وقسم التجميد إلى نوعين لان سرعة التجميد تؤثر على الصفات الكيمياوية والفيزياوية للحم إلى :

أ- التجميد البطيء: Slow freezing

المزايا :

1- حفظ اللحوم من الفساد ومنع النمو الميكروبي

2- يمكن استخدامه في المنازل باستخدام المجمدات على درجة حرارة (-18 مْ) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

العيوب :

1- تكون بلورات ثلجية كبيرة الحجم داخل الخلايا تسبب تمزق جدران الخلايا العضلية

2- فقدان كبير للسوائل أثناء التذويب

3- ظهور لون اللحم بشكل أغمق لان بلورات الثلج المتكونة غير منتظمة وبالتالي انعكاس الضوء وانكساره يكون غير منتظم مما يؤدي إلى اللون الغامق

4- يزيد انكماش الألياف العضلية

5- يؤثر على نوعية الذبائح .

في حالة التجميد البطيء عند تعريض شريحة من اللحم الى الانجماد يحدث:

1- تنخفض حرارة الشريحة اولا ويحدث تبريد عالي بحيث تصبح الحرارة اوطأ من درجة انجماد الشريحة

2- عندما تبدا الشريحة بالانجماد يتجمد جزء من الماء فترتفع درجة الحرارة فجأة الى درجة الانجماد الفعلية (حوالي صفر) وهذا يسبب فقدان حرارة التجميد والتي مقدارها حوالي 80 كالوري/1غم ماء متجمد اي معنى ذلك تحرر الحرارة الكامنة للتبلور ولكن لايتجمد جميع الماء في المحلول وبذلك يزاد تركيز العصارة.

3- بعد ذلك يحدث تبريد مرة اخرى وانخفاض في درجة الحرارة الى اوطأ من درجة تصلب العصارة المتبقية فيتصلب جزء اخر وهكذا . كما في الشكل

ب-التجميد السريع : Fast freezing

المزايا :

1- حفظ اللحوم من الفساد ومنع النمو البكتيري والحد منه بشكل سريع .

2- البلورات المتكونة أثناء التجميد منتظمة لا تؤثر على لون اللحم .

3- تقليل الخسائر الناتجة عن الفقد أثناء التذويب Thawing .

4- التقليل من انكماش الألياف العضلية وتشويه الخلايا .

5- التغيرات في حجم اللحم قليلة وفترة تكوين البلورات اقصر .

6- يكون اقلل ضررا على اللحوم من التجميد البطيء .

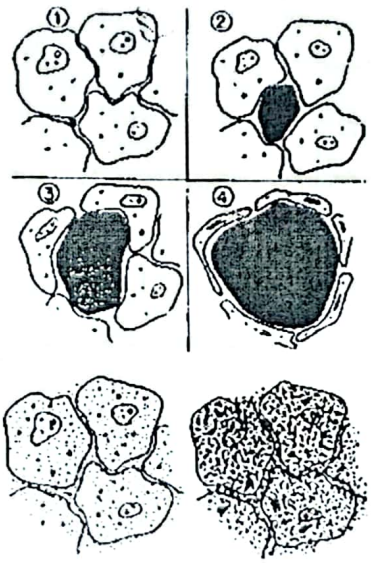
7- البلورات المتكونة صغيرة الحجم منتظمة تعكس الضوء ويظهر لون اللحم أكثر بريقا .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لابد إن نشير إلا إن الماء الذي يتحول إلى جليد في حالة التجميد السريع يكون **بين خويطات الاكتين والمايوسين في الليفة العضلية** وهذا لا يتلف الأنسجة ويعطي بناء (قوام) افضل في حالة التجميد البطيء فان البلورات الثلجية تتكون خارج الألياف , حيث أن الضغط الازموزي اقل من داخل الألياف ومع حدوث التجميد فان الماء في خارج الألياف تزداد قوته الأيونية كما انه يسحب بالضغط الازموزي من داخل الألياف إلى خارجها وتتكون بلورات كبيرة تسبب تمزق الألياف العضلية.

العيوب :

لا يمكن استخدامه في المنازل ويستخدم على الصعيد التجاري فقط وقد يستخدم غاز N السائل او N2o أو Co2 على درجة حرارة اقل من (- 18 م).



التجميد البطيئ

التجميد السريع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طرق التجميد عديدة منها :

1- التجميد بالهواء

2- التجميد بالتماس المباشر مع السطح (عند استخدام الصفائح في التجميد يجب إن تغلف الذبائح ويمنع التصاقها مع الصفائح لتجنب حرقة التجميد Freezer burn)

3- الغمس بالسوائل أو الرش بالرذاذ

العوامل التي تؤثر على فترة الخزن بالتجميد :

1- نوع الحيوان ونوع المنتج

2- درجة حرارة المجمدة

3- التغير في درجة الحرارة

4- نوعية مواد التغليف

المشاكل التي تظهر إثناء التجميد :

1- جفاف سطح اللحم بسبب تبخر الرطوبة من السطح

2- تزنخ الدهون

3- أكسدة وتغير اللون نتيجة لوجود O2 أو لعمل الإنزيمات

4- تجمد الرطوبة المحيطة باللحم على السطح الداخلي للغلاف

5- تشقق جدران الخلايا وفقدان العصارة .

ملاحظات:-

درجة حرارة بداية الانجماد لعصير اللحم تعتبر -1 مْ وتسمى نقطة. cryoscopic والتي تتحدد حسب تركيز الايونات

درجة حرارة الانجماد الكلي لعصير اللحم والتي. تسمى cryohydric مْ وهي -64 مْ

التجميد بالهواء المتحرك :-

فهو عادة من الطرق البطيئة استخدام سرعة هواء 0.1 -0.5 م/ثا والمتوسطة استخدام سرعة هواء 0.5 - 1 م/ثا والسريعة 2م / ثا . إذا كانت درجة الحرارة داخل غرف التجميد -23 مْ ودوران الهواء طبيعي فان التجميد يستغرق 2 يوم , أما عند استعمال دوران الهواء الصناعي وفي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نفس درجة الحرارة فالتجميد يتم بحدود 24 – 32 ساعة , والملاحظ إن زيادة سرعة الهواء تسرع من عملية التجميد وفي نفس الوقت تؤثر في زيادة التقلص . نسبة الرطوبة اللازمة بهذه الطريقة 85 – 92 % .

التجميد بالهواء الثابت :-

تكون هذه الطريقة بطيئة مشابهة للثلاجات البيتية وتتراوح درجة الحرارة بهذه الطريقة -10 ، -30 م

المنتوج	أكثر فترة تجميد على – 23 م ونسبة رطوبة 85 – 92 %
لحوم الأبقار	12 شهر
لحوم الأغنام	12 شهر
لحوم الدواجن	6 شهر
لحم خنزير	6 شهر
صوصيج بدون ملح	2 شهر
قطع بيكن	1 شهر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

النقاط الواجب مراعاتها عند الحفظ بالتبريد

1- الذبائح الثقيلة (الأبقار)	تحتاج 72 ساعة على درجة حرارة 2-3 مْ لكي تبرد .
2- الذبائح الخفيفة (الأغنام والعجول)	تحتاج 24 – 36 ساعة على درجة حرارة 2-3 مْ لكي تبرد .
3- المسافة بين الذبائح أثناء التبريد	3-5 سم بين ذبيحة و أخرى .
4- درجة حرارة غرف التبريد قبل إدخال الذبائح	-2 – -3 مْ ورطوبة 95 – 98 % لتلافي ارتفاع درجة حرارة البراد .
5- حرارة الذبائح والتي تدل على انتهاء التبريد	0 – 3 مْ .
6- تقليل الفقد من الذبائح	تغطيتها بالقماش تقلل نسبة الفقد بحوالي 40 % .
7- أفضل نسبة رطوبة أثناء التبريد	88 – 92 % .
8- خزن اللحوم المبردة	-1 – 1 مْ ورطوبة 85 -90 % وسرعة هواء 0.2 م/ثا . يمكن للحم أن يبقى 8 – 10 أيام في الخزن .
9- تبريد الأعضاء المأكولة	في درجة 0 – 1 مْ ورطوبة 90 % ولا تخزن لأكثر من 3-5 يوم .
10- تبريد الطيور المذبوحة	في درجة 0 – 0.5 مْ ورطوبة 85 -90 % وسرعة هواء 1 – 1.2 م/ثا . وتكون فترة الخزن 12 ساعة للدجاج و36 ساعة للوز والبط . ويمكن أن تستخدم سرعة هواء 0.1 – 0.5 م/ثا ورطوبة 80 - 85 % ودرجة حرارة 0 مْ للخزن لمدة 4-5 يوم .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تأثير الحرارة على مكونات اللحم :-

1- التأثير على بروتين المايوفبرل :

حيث يمكن تقسيم البروتينات المتأثرة بالحرارة أثناء الطهي إلى مجموعتين هي بروتينات الألياف وبروتينات الأنسجة الرابطة أما بروتينات الساركوبلازم فهي ذائبة لا تتدخل بالطراوة . حيث نلاحظ إن أول ما يتأثر هو بروتين الليفات المسئول عن التقلص والانبساط حيث **تفقد بناءها ويحدث تغير في تركيبها وتتجمع هذه البروتينات ويؤدي إلى قلة ذوبانها وزيادة صلابة اللحم وهذا يحدث عند درجة حرارة (64 مْ) أو أكثر** لذلك طبخ اللحوم على درجة أعلى من (64 مْ) **نتوقع أن تزيد تصلب البروتينات وانخفاض ذوبانها وانخفاض قابلية مسك الماء كلما زادة درجة الطبخ .**

2- التأثير على بروتينات الأنسجة الرابطة :

حيث تحصل تغيرات فيزياوية فيها وخصوصا الكولاجين فتسبب زيادة ذوبانيته حيث **تنكمش خيوط الكولاجين بنسبة 30 % من طولها الأصلي عند درجة حرارة (62 مْ) وهذا يحدث في 50 % من خيوط الكولاجين . وبعد هذا القصر يبدأ ذوبان الكولاجين وهذه العملية تحتاج إلى رطوبة لان وجود الرطوبة يؤدي إلى تشبع الكولاجين بها وبداية ذوبانه .** في نفس الوقت حرارة الطبخ لا تؤثر على الايلاستين لذلك القطع الحاوية على نسب عالية منه لا تصبح طرية عند الطبخ حتى لو طبخت على درجة حرارة عالية لفترات طويلة .

3- تأثير درجة الحرارة على لون اللحم الطازج :

إن التغيرات الداخلية للون تعود إلى درجة الحرارة الداخلية , ففي درجة (60 مْ) لا يحدث تغير للون أو يحصل قليلاً , في (65 – 70 مْ) يقل اللون الوردي , في (75 مْ) يحدث فقدان تام للون الوردي , عند الطبخ في ظروف فيها ماء وقريب من درجة الغليان يصبح اللون بني متجانس وهذا بسبب الدنترة وأكسدة Myoglobin

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner