محاضرات تصنيع اللحوم والاسماك/ الجزء النظري
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الاولى

مقدمة عامة

علم اللحوم هو حقل واسع جدا، والمهم فيه الصفات الخاصة للعضلات والانسجة الحيوانية الاخرى التي تستغل لحما، ولا يقتصر علم اللحوم على دراسة الانسجة لكنه يشمل جميع اوجه صناعة اللحوم.

يمكن تعريف مصطلح اللحم بانه تلك الانسجة الحيوانية التي يمكن ان تستخدم غذاءا، او انها عبارة عن ذلك النسيج الحيواني الذي حدث فيه تغيرات حيوية اساسية بعد الموت واصبح ملائما للاستهلاك كغذاء، ويشمل هذا التعريف جميع المنتجات المصنعة التي يمكن ان تحضر من الانسجة اللحمية، ويمكن ان تستعمل جميع انواع الحيوانات تقريبا كلحم، لكن غالبية اللحم الذي يستهلك من قبل الانسان يأتي من الحيوانات الداجنة والحيوانات المائية، اذ انه على الرغم من وجود حوالي (٣٠٠٠) نوع من الحيوانات الثديية (Mammalian) فان مجموعة محددة من الحيوانات الداجنة والاحياء المائية فقط تشكل او تكون مجموعة الانسجة العضلية التي تستهلك من قبل الانسان.

يستخدم في مجال علم اللحوم نوعين من المصطلحات الاول (العضلة) والثاني (اللحم) الاول هو النسيج القابل للحركة وله وظيفة معينة، اما الثاني فينسب الى الانسجة بعد الذبح ويشمل ايضا بعض الانسجة الدهنية والعظام.

يستعمل اصطلاح اللحم وبالمعنى الضيق للكلمة للجهاز العضلي للحيوان، ولكن غالبا ما يكون واسعا ليشمل بعض الاعضاء المأكولة مثل القلب والكلية واللسان والرئة، ويعد تركيب هذه الاعضاء مختلفا عن العضلة ويجب التعامل معها بصورة منفصلة، وبعد الذبح يبقى من الوزن الحي للأغنام والماشية حوالي ٥٠، ٥٥% ، على التوالي، وهذا ما يسمى بالوزن الميت (Death weight) ويمثل الجسم بعد التخلص من الاحشاء والجلد والرأس والارجل، وبصورة عامة يلاحظ وجود زيادة تصاعدية في نسبة التصافي (Dressing percentage) للابقار والاغنام.

ان تركيب الجسم مثل الجلد والاعضاء والمعدة يتغير اثناء النمو، وتزداد النسبة المئوية للشة نسبة الى الوزن الحي مع زيادة الوزن الحي، وفي الوقت نفسه تنخفض النسبة المئوية للجلد، الدم، المعدة، الرئة، وعليه فان النسبة الاعلى من جسم الحيوانات الصغيرة تتكون من هذه الاجزاء مقارنة مع حالة الحيوانات الكبيرة.

تتكون ذبائح الحيوانات المختلفة بصورة عامة من مجموعة من المواد مثل الانسجة العضلية والرابطة والعظام والدهنية والدم .... الخ. تكون الانسجة العضلية حوالي (٣٦-٦٨)% من وزن ذبائح حيوانات المزرعة. اذ تبلغ في الاغنام (٤٦-٦٥)% وتصل الى حوالي (٤٩-٦٨)% في ذبائح الابقار. وهذه النسب تتناسب عكسيا مع نسب الانسجة الدهنية الموجودة في جسم الحيوان، هذا ويحدد العلاقة بين نسب الانسجة العضلية والدهنية والعظام عدة عوامل، اهمها الصنف والعمر والتغذية.

في مجال الصناعة تصنف الانسجة التي تتكون منها الذبيحة على اساس اهميتها الصناعية وليس على اساس خواصها الوظيفية وعلى هذا الاساس تقسم الى عضلية (درجة اولى) وانسجة من الدرجة الثانية مثل الدهنية والرابطة والغضروفية والعظمية بالاضافة الى الدم. وترجع الاهمية التطبيقية لهذا التقسيم الى امكانية فصل بعض الانسجة عن الاخرى لاستخدامها طبقا للهدف من عملية التصنيع، وتتوقف نسب هذه الانسجة السابقة الذكر في الذبائح على عوامل مختلفة هي: النوع والصنف والجنس والعمر والتغذية، وعلى مدى امكانية فصل اللحوم عن الانسجة الاخرى وان نسب الانسجة المختلفة بالذبيحة تتباين وبدرجة كبيرة، مما يؤثر في القيمة الغذائية للحوم وفي نوعيتها وخصائصها.

د. عدي حسن الجماس

تسمية العضلات (Muscle Nomenclature)

تشير بعض الدراسات الى ان الجزء العضلي في الاغنام والابقار يتكون من حوالي (٣٠٠) عضلة تشريحية واضحة، تتميز فيما بينها في المظهر الخارجي وكذلك في الوظيفة ونوع الاعصاب التي تصل اليها، وتختلف فيما بينها اضافة الى ما تقدم من ناحية الشكل والفعالية، وان الصفة المحددة لعضلة ما تكون مرتبطة بوظيفة تلك العضلة.

أنواع العضلات (Types of muscles)

هنالك ثلاثة انواع من العضلات وهي العضلات المخططة والملساء والقلبية، ويتبين من الجدول الآتي اوجه المقارنة بين الانواع الثلاثة.

العضلات المخططة	العضلات الملساء	العضلات القلبية
تكون معظم اللحوم التي تؤكل و تلاحظ عند فحصها بالمجهر بانها مقسمة بواسطة خطوط متوازية.	تشكل العضلات الملساء نسبة صغيرة من اللحم و توجد بكميات كبيرة في جدران الاوعية والشرايين والقنوات اللمفية والهضمية والتناسلية	توجد العضلات القلبية في جدار القلب فقط.
تسمى العضلات المخططة بالعضلات الارادية و ذلك بسبب حركتها التي تكون تحت سيطرة حركات الاعصاب.	تسمى العضلات الملساء بالعضلات غير المخططة لان نشاطها او سلوكها لا يكون تحت التاثير المباشر لسيطرة الاعصاب.	لها خصائص تشابه خواص كل من العضلات الهيكلية والملساء ولهذا تسمى بالعضلات اللاارادية المخططة.
تسمى العضلات المخططة بالعضلات الهيكلية لان معظمها يرتبط بالهيكل العظمي بصورة مباشرة.		
وظيفة العضلات المخططة هي المحافظة على وضع الجسم وتوفير عملية الحركة.	وظيفة العضلات الملساء هي المحافظة على الوظائف الفسلجية او البيئية الداخلية.	
تشكل العضلات المخططة حوالي ٤٠٪ من وزن ذبيحة الحيوان.		
تتكون الالياف العضلية للعضلات المخططة من خلايا اسطوانية طويلة متوازية و غير متفرعة ودقيقة النهايتين		
تشكل الالياف العضلية ما نسبته ٧٥-٩٢٪ من حجم العضلة		
تشكل الانسجة الرابطة و		

د. عدنان الجماس

العضلات المخططة	العضلات الملساء	العضلات القلبية
الاوعية الدموية والالياف العصبية والسوائل الموجودة خارج الخلايا ما نسبته ٨-٢٥٪ من حجم العضلة		
قطر الالياف العضلية للعضلات المخططة يتراوح بين ١٠-١٠٠ مايكرون.		
يختلف قطر الالياف العضلية للعضلات المخططة تبعا لعدة عوامل وهي ما بين عضلة واخرى في الحيوان الواحد و النوع والصنف والجنس والعمر ومستوى التغذية للحيوان.		
طول الالياف العضلية للعضلات المخططة يتراوح بين ١٢-٣٤ سم باختلاف عمر الحيوان.		
تكون الالياف العضلية للعضلات المخططة متعددة النوى	تكون الالياف العضلية للعضلات الملساء احادية النواة تقع في مركزها و محاطة بكمية من الساركوبلازم.	تكون الالياف العضلية للعضلات القلبية احادية النواة تقع في مركزها.
يكون توزيع نوى الالياف العضلية للعضلات المخططة توزيعا منتظما (كل ٥ مايكرون)، في حين يكون التوزيع المذكور غير منتظم في الالياف العضلية القريبة من الاوتار العضلية والمتصلة بالاعصاب.		
تكون الشبكة الساركوبلازمية في العضلات المخططة اكثر تطورا	تكون الشبكة الساركوبلازمية في العضلات الملساء اقل تطورا	
تكون الخويطات العضلية في العضلات المخططة اكثر ترتيبا	تكون الخويطات العضلية في العضلات الملساء اقل ترتيبا	تكون الخويطات العضلية في العضلات القلبية اقل ترتيبا
لا تحتوي نهايات الالياف العضلية في العضلات المخططة على تجمع كثيف من الخويطات العضلية	تحتوي نهايات الالياف العضلية في العضلات الملساء على تجمع كثيف من الخويطات العضلية	

د. عادل حسن الجماس

د. عدي حسن الجماس

محاضرات تصنيع اللحوم والاسماك/ الجزء النظري
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الثانية

تركيب العضلة (Muscle structure)

تتكون العضلات من الناحية البنائية من العديد من الالياف المفردة التي تتجمع مع بعضها لتكون الحزم العضلية وهذه بدورها تتجمع مع بعضها في انظمة مختلفة لتكون العضلة، ويختلف عدد الالياف من حزمة لاخرى.

يحاط غلاف الالياف العضلية المفردة بغطاء من الانسجة الرابطة يسمى الاندومايسيوم (Endomysium) أي غلاف الليفة العضلية وهو الذي يفصل بين الالياف، ويتميز بانه رقيق ويكون على شكل شبكة دقيقة من الياف النسيج الرابط، تتكون من عدد قليل من الياف الكولاجين الدقيقة وعدد من الياف الريتيكولين، كما تشير بعض الدراسات الى احتوائه على الياف ايلاستينية رقيقة ودقيقة، ويعد تركيب الاندومايسيوم في جميع العضلات واحدا تقريبا ويجب التأكيد على ان تركيب الاندومايسيوم يختلف عن تركيب الساركوليما اذ ان الاخيرة عبارة عن غشاء يتكون من البروتينات والدهون.

تتجمع عدد من الالياف العضلية مع الاندومايسيوم المرتبط معها لتكوين ما يسمى بالحزمة العضلية والتي تحتوي على حوالي (١٥٠٠-٢٠٠٠) ليفة عضلية وتحاط هذه الحزم بنسيج رابط اخر يسمى بيريمايسيوم (Perimysium) أي غلاف الحزمة العضلية وهذه الطبقات من الانسجة الرابطة التي تتفرع من البيريمايسيوم تكون ارق (بسمك ٢ -٣ مايكروميتر).

ان هذا التفرع يحدث في العضلة بحيث يقسم ويرتب الياف العضلات المفردة الى حزم اولية او ثانوية، وهذه الحزم يكون شكلها وحجمها غير منتظم، ولكن بصورة عامة تكون بشكل وتدي (Wedge- shaped) وتلاحظ بوضوح الافرع الرئيسة للبيريمايسيوم بواسطة العين المجردة في العضلات الكبيرة، بينما الاجزاء الاصغر ربما لا يمكن رؤيتها في العضلات الصغيرة. وعادة يكون غلاف الحزم العضلية من الانسجة الرابطة الكولاجينية.

اخيرا تتجمع عدة حزم وباعداد متغايرة لتشكل العضلة التي تكون ايضا محاطة بدورها بنسيج رابط اخر يسمى غلاف العضلة ويطلق عليه الايبيمايسيوم (Epimysium).

ان الياف الكولاجين الموجودة في غلاف العضلة هي امتداد لغلاف الحزم العضلية التي تكون بدورها امتدادا لالياف الكولاجين والريتيكولين لغلاف الالياف العضلية وتقوم اغشية الانسجة الرابطة بربط الالياف والحزم مع بعضها وباسناد المجاري الدموية والعصبية المجاورة ايضا، ويعد الريتيكولين البروتين الرئيس للاندومايسيوم وهذا البروتين لم يوصف جيدا، ووجوده يتميز عن الكولاجين وذلك بسبب الاختلافات في خصائص التلوين حيث يتلون بالصبغات الفضية بينما هذه الصبغة غير موجودة بالنسبة الى الكولاجين وهذه الاختلافات في الخصائص التلوينية ربما تعود الى الفروقات في التركيب الفيزيائي اضافة الى الاختلافات

الكيميائية وكما ذكرنا سابقا فان الالياف الايلاستينية الدقيقة تكون موجودة ايضا ولكن بكميات قليلة في بقية الاغلفة المشار اليها.

ان مجموع الالياف في العضلة وكذلك عدد الالياف في الحزم قد تم تحديده في المراحل المبكرة جدا من التطور الجنيني أي قبل الولادة والتي تختلف حسب حجم العضلة وزيادة العمر والجنس وطريقة استخدام العضلة ... الخ. حيث يزداد مع العمر حجم الالياف العضلية وعددها وهذا الموضوع مهم جدا في التاثير في صلابة اللحوم أي ان الحيوانات الكبيرة تكون اليافها اكبر من الحيوانات الصغيرة كما للاناث عضلات اصغر وكذلك الياف عضلية اصغر مقارنة مع الذكور والتي غالبا ما تكون اكثر طراوة اما استخدام العضلة او تمرينها فانه يزيد من حجم الالياف وهذا ايضا ينعكس على صلابة اللحم.

الالياف العضلية (Muscle fibers)

هي عبارة عن خلايا اسطوانية طويلة، وتعد الوحدة الاساسية للعضلة وتحتوي على عدة نويات، اذ يختلف قطر هذه الالياف من عضلة الى اخرى وباختلاف النوع والصنف والجنس... الخ، اذ يزداد بتقدم العمر والتغذية الجيدة، كما يختلف القطر حسب موقعها في العضلة، فالالياف المحيطية تكون صغيرة القطر، في حين الالياف الوسطية تكون كبيرة.

ان التركيب الداخلي للالياف العضلية معقد جدا، وخلال السنوات الاخيرة أي منذ تطوير المجهر الالكتروني تم التوصل وبنجاح الى توضيح تركيبها، فهي خلايا خيطية طويلة وغير متفرعة ومثل بقية الخلايا فانها تحتوي على مجموعة من المواد مثل السايتوبلازم والنويات والرايبوزومات... الخ، وجميعها تساهم في واقع التقلص، وتتكون الليفة العضلية من مجموعة كبيرة من لييفات طويلة و رفيعة اسطوانية الشكل محاطة بالساركوليما، وتعد الليفات متخصصة، وهي فريدة في وجودها في الياف العضلات وتحتوي الالياف العضلية على بعض المواد ذات الاهمية الكبيرة في التغذية وهي:

١ - الساركوليما (Sarcolemma)

ان صدر هذه الكلمة (Sarco) مشتق منن الكلمة الاغريقية (Sarx)، التي تعني اللحم، اما الجزء الثاني من الكلمة (Lemma)، فهو مشتق من الكلمة الاغريقية (Zuffix)، التي تعني القشرة، والساركوليما عبارة عن غشاء عضلي بقطر حوالي (١٠٠) انكستروم، يغلف الالياف العضلية وهذا الغشاء رقيق يحاط بطبقة شمعية من الالياف الكولاجينية، ويرتبط السطح الداخلي للساركوليما مع محتويات الالياف العضلية، اما السطح الخارجي فيكون مرتبطا مع الاندومايسيوم، والساركوليما غشاء قوي جدا ويتوقف سمكه على قطر الالياف العضلية، ولهذا كلما ازداد قطر الليفة العضلية اصبحت الساركوليما اقوى وتكون اللحوم بالتالي صلبة وقوية.

يتركب غشاء الساركوليما من المواد البروتينية والدهنية ويكون مطاطيا نسبيا وهذا يمكن ملاحظته عندما يحدث التغير الكبير في هذا الغشاء خلال حالات التقلص والانبساط وحالات السحب التي تتعرض لها العضلة، ومن وظائف الساركوليما، نقل المواد من والى الخلية، وذلك عن طريق الانابيب الشعرية الموجودة في الاندومايسيوم، كما ان الساركوليما تعمل كعازل او مانع لانتشار المحاليل في او من الخلية، وتحتوي على

الفوسفوليبيدات (الليسيثين و الفوسفاتايديل ايثانول امين) والكولسترول وطبقة من البروتين وبعض المواد الكاربوهيدراتية (السكريات المخاطية).

٢ - الساركوبلازم (Sarcoplasm)

يتواجد داخل غشاء الساركوليما أي انه يملأ المسافة بين الليفات (Myofibrils) وهو السايتوبلازم العضلي الذي يحتوي على النوى، وهو مادة غروية نسبة الماء فيه (٧٥ - ٨٠)%، واضافة الى الماء فانه يحتوي على القطرات الدهنية الصغيرة وحبيبات الكلايكوجين بنسبة (0.5 – ١.٥)%، والرايبوزومات (Ribozomes)، وبروتينات متعددة ومركبات نتروجينية غير بروتينية وعدد من المركبات اللاعضوية ومنها بصورة رئيسة (K^+ و Ca^{2+} و Mg^{2+} و Cl^- و HPO_4^{2-})، والمايتوكوندريا، ويوجد فيه ايضا الفيتامينات ومختلف الانزيمات الذائبة، التي تساهم في عمليات التحلل (Glycolysis)، والمايوكلوبين والنيوكليوتيدات والكرياتين.

الساركوبلازم هو احد بروتينات اللحم ويصنف انه من البروتينات الذائبة بالماء والوزن الجزيئي لهذه المجموعة من بروتينات اللحم يتراوح بين (٣٠ ٠٠٠ – ١٠٠٠٠٠).

ان نسبة بروتينات الساركوبلازم في العضلة تتغير بشدة، وان قسما من هذه الاختلافات ربما تعود الى العمر والسلالة والنوع ونوع العضلة وطريقة الاستخلاص، وتشمل بروتينات الساركوبلازم على:

أ. المايوجين (Myogen):

يشكل حوالي (٢٠)% من بروتينات الليفة العضلية وهو على انواع: (A و B و C)، وهو كامل القيمة البايولوجية لانه يحتوي على الحوامض الامينية الاساسية وبالنسب المثلى، كما يحتوي على انزيمات كثيرة لها علاقة بتحللات الكاربوهيدرات.

ب - المايوكلوبين (Myoglobin):

يتكون من جزء بروتيني هو الكلوبين، كما يحتوي على الهيم (Heme)، الذي يتكون من ذرة حديد وحلقة البورفرين (Porphyrin)، والمايوكلوبين يعد صبغة الانسجة العضلية، اما الهيموكلوبين فهو صبغة الدم، والهيم واحد في كل منهما، وان كان الكلوبين ويشكل المايوكلوبين ما نسبته (٠.٦ -١)%، من بروتينات الليفة العضلية، او (٠.٣)%، من بروتينات الساركوبلازم، وهو خالي من الايزوليوسين (Isoleucine)، ولونه قرنفلي ويرتبط به الاوكسجين ليتكون اوكسي مايوكلوبين وهو ذو لون احمر زاهي جذاب، سهل التحلل، ولكن عند التعرض لمدة طويلة للاوكسجين فان ذلك يسبب المايوكلوبين الى ميت مايوكلوبين وذلك لتاكسد الحديد الثنائي الى ثلاثي ويصبح غير مرغوب.

جـ. الكلوبيولين (Globulin):

بروتين كامل القيمة البايولوجية ويشكل حوالي (٢٠)% من بروتينات الليفة العضلية، ويختلف عن الالبومين انه لا يذوب بالماء ولكنه يذوب في المحاليل المائية للاملاح المختلفة، وكذلك يختلف بعدم احتوائه على الكلايسين او يحتوي كميات قليلة جدا منه.

د. المايوالبومين (Myoalbomin):

يشكل حوالي (١ -٢)% من بروتينات الليفة العضلية وهو لا يذوب في الوسط الحامضي.

٣ - الانوية (Nuclei):

تعد الياف العضلات من الخلايا متعددة الانوية، بسبب التغاير الواسع في طولها يكون عدد الانوية غير ثابت، وتقع على شكل خط مباشرة تحت الساركوليما على مسافة حوالي (5) مايكرون، على طول الليفة أي ان توزيعها يكون بصورة منتظمة، والليفة التي طولها عدة سنتمترات يمكن ان تحتوي على عدة مئات من الانوية، اما في مناطق الاتصالات الوترية فيكون عدد الانوية اكبر ويكون توزيعها غير منتظم، كذلك يزداد عددها في مواقع الالتقاء العضلي – العصبي (Myoneural junction).

تقع الانوية حول سطح الليفة العضلية في البائن، وتحت غلاف الخلية مباشرة وعلى العكس من ذلك تقع الانوية في مركز الليفة العضلية في حالة الالياف العضلية الهيكلية للاسماك، وعادة يكون شكال النواة طوليا وطولها بحدود (١٠) مايكرون، ويكون محورها الطولي باتجاه الياف العضلات، وتركيبها مشابه تقريبا لتركيب الانوية في الخلايا الاخرى، حيث انها تحاط بغشاء يحيط بالعصارة النووية الحاوية على (DNA) الغنية بالكروماتين (Chromatin)، والنويات غنية بالـ (RNA)، ولم يتضح فيما اذا يحدث انشطار في انوية العضلات (انقسام ثنائي او شطري او مضاعف (Binary division)) او لا يحدث كما هي الحالة في انوية الخلايا الاخرى.

٤ - المايتوكوندريا

عبارة عن تراكيب طولية الشكل يكون موقعها في الساركوبلازم، وهي مشابهة في تركيبها للخلايا المتعددة في الياف العضلات والتي تقع بصورة رئيسة عند اقطاب النويات وعند خط (Z)، وعلى صفوف بين الليفات او في التقاءات مناطق (A و I)، ويبلغ طولها حوالي (٢) مايكرون، وقطرها حوالي (0.5) مايكرون، وتغلف بغشائين الاول يطلق عليه الغشاء الخارجي والاخر الغشاء الداخلي وبسمك (٦٠) انكستروم، وتوجد في داخلها اغشية اخرى تكون مشابهة للرفوف، قابلة للطي، وتسمى الـ (Crests)، او الـ (Cristae)، ويوجد الاف من الجزيئات على طول الـ (Crests)، والجزء الداخلي من الغشاء، وهذه عبارة عن جزيئات كبيرة وربما تكون كعبوات للانزيمات، اما وظيفة المايتوكوندريا فهي خزن للطاقة في الخلية خلال دورة كريب (Krebs cycle)، وجهاز التنفس، حيث تأخذ الطاقة الصادرة من تحلل الكاربوهيدرات والدهون ... الخ، وتحولها الى طاقة كيميائية للـ (ATP)، ولما كانت هذه التحولات هوائية الى حد كبير فان المايتوكوندريا تتوقف عن هذه الوظيفة بعد الموت، ونسبيا يكون لها وظيفة بسيطة في تحويل العضلة الى لحم.

تحتوي المايتوكوندريا على الانزيمات التي تستخدمها الخلية في عملية التحلل التاكسدي، ويختلف حجمها وعددها في الخلية العضلية.

٥ - الرايبوزومات (Ribosomes):

عبارة عن معقد للـ (RNA)، أي انها تحتوي على (٨٠ -٩٠)%، من الـ (RNA)، ووظيفة الرايبوزومات الاساسية هي تخليق البروتينات الحاوية على انزيمات، وهي تختلف في الحجم حسب المصدر، وفي اغلب

الخلايا تكون الرايبوزومات بحالة حرة في السايتوبلازم ولكن في الخلايا التي تنتج وتخفي كميات كبيرة من البروتين مثل(البنكرياس)، فان الرايبوزومات تكون مثبتة او مرتبطة في الشبكة السايتوبلازمية، وتحتوي خلايا العضلات نسبيا على قليل من الرايبوزومات الحرة تماما.

٦ - جهاز كولجي (Golgi apparatus):

يسمى ايضا معقد كولجي (Golgi complex)، وهو في جميع الخلايا عبارة عن مركبات غشائية، وتقع هذه التراكيب بصورة عامة في الساركوبلازم قرب النوية، وتتكون من حويصلات مسطحة او مفلطحة وظيفتها غير واضحة ولكن يعتقد انها تعمل كجهاز تركيز وتعبئة المنتوجات الناتجة من عمليات التمثيل والتحلل في الخلية، وهي تشابه اغشية الشبكة الساركوبلازمية، وان موقع وحجم وتطور هذه التراكيب يختلف حسب نوع الخلية وحسب الحالة الفسلجية للخلية.

٧ - اللايسوزومات (Lysozomes):

اكتشفت كخلايا لاعضوية في عام (١٩٦٦)، ويمكن اعتبارها كعبوات للانزيمات المحللة (البروتيزات والفوسفاتيزات والاستريزات)، وهي محاطة بغشاء واحد، وموجودة بمستويات منخفضة في خلايا العضلة ولكنها مهمة بسبب احتوائها على الكاثبسينات التي تساهم في تحلل البروتينات والتي يمكن ان تسبب في تطرية اللحوم اثناء عمليات الانضاج، كما انها يمكن ان تساهم في عمليات الالتئام (Healing)، وكذلك في عمليات التعتيق في الخلايا، وتعد كحويصلات موجودة في الساركوبلازم.

٨ - القطرات الدهنية (Lipid droplets):

معظم دهون العضلات تخزن فيما بين الالياف والذي يطلق عليه التعريق (Marbling)، او التعرق الدهني ولكن بعض القطرات الدهنية توجد ايضا داخل السايتوبلازم، وغالبا ما تكون قريبة من المايتوكوندريا، ووظيفتها كمخزن للطاقة.

٩ - الكلايكوجين (Glycogen)

عبارة عن سكريات متعددة وتعد كمجهز احتياطي للطاقة، اذ تحتوي العضلات على حوالي (٠.٥– ١)%، كلايكوجين وهو بصورة عامة يوجد بنسبة اكبر في الكبد، وتحتوي العضلات كمعدل على حوالي (١.٥)%، كاربوهيدرات وبالاضافة الى الكلايكوجين (النشا الحيواني)، يوجد الكلوكوز والمالتوز ومركبات تمثيل الكلايكوجين الاخرى، ويتميز كلايكوجين الحيوانات المختلفة باشكاله الخاصة وخواصه، اذ ان درجة تلونه باليود تتم بدرجات مختلفة.

يعد الكلايكوجين من اهم مصادر الطاقة ويستهلك اثناء حركة العضلات، ويتجمع في وقت الراحة ويزداد بالتغذية الجيدة ويقل بالتجويع والاجهاد، وفي اثناء عمل العضلات يتحلل الكلايكوجين تحللا لا هوائيا ويتكون

حامض اللاكتيك، واثناء تحولات الكلايكوجين تتكون اثيرات الفسفور والهكسوز وترايوز وحامض البايروفيك ومواد اخرى، ولكن كميات هذه المواد تكون قليلة نسبيا، وتحتوي العضلات على بعض الانزيمات مثل الاميليز والمالتيز، وبسبب انزيم الاميليز يتحلل الكلايكوجين الى (Dextrin)، ذو وزن جزيئي عالي، وهذه تتحلل بعدئذ بتأثير نفس الانزيم وتتحول الى (Dextrin)، ذو وزن جزيئي واطئ ومالتوز وكلوكوز، ويؤثر انزيم المالتيز (Maltase)، الموجود في العضلات على المالتوز، مكونا في النهاية الكلوكوز، ويوجد في الالياف العضلية معقد الكلايكوجين مع البروتينات، حيث يرتبط الكلايكوجين مع المايوسين والمايوجين، ومن الممكن ان يتم ارتباط الكلايكوجين مع المايوسين في المنطقة الفاتحة (I) من المايوفيبريل، ومع مايوجين الساركوبلازم حيث يضمن ذلك سرعة تحلل الكلايكوجين، وفي هذه الحالة يكون دور البروتين في تنشيط انزيم الفوسفورليز (Phosphorelase)، غير متوقف على نشاط الانزيمات، ولكن على تحويل الكلايكوجين الى صورة اسهل تأثرا بالنشاط الانزيمي، وتحتوي لحوم الحيوانات الطازجة (الحديثة الذبح)، على (٠.٣ - ٠.٩)%، وقد تصل الى (٢)%، كلايكوجين و (٠.٠٥)% كلوكوز.

الليفات العضلية (Myofibrils):

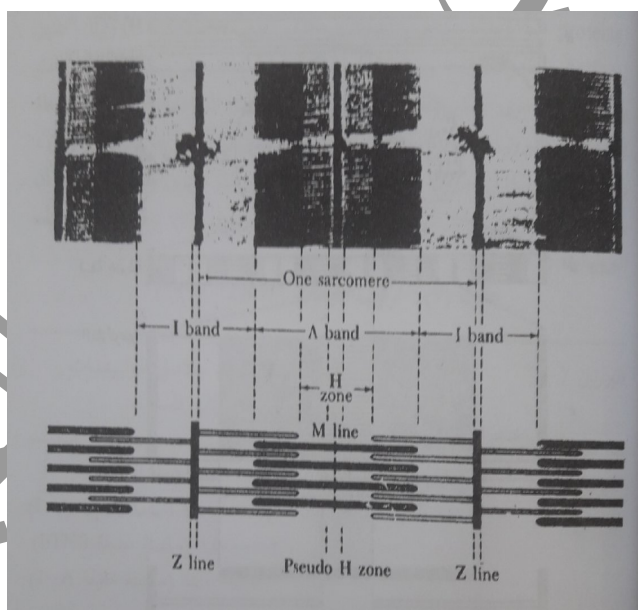
تعد من اهم اجزاء العضلة وتكون حوالي (٨٠)%، من حجم العضلة وتحاط بالساركوبلازم والانابيب التائية والشبكة الساركوبلازمية والمايتوكوندريا، والليفات العضلية عبارة عن عصيات طويلة رفيعة اسطوانية الشكل قطرها حوالي (١ -٢) مايكروميتر، وكمعدل، تحتوي الليفة العضلية على (١ ٠٠٠) ليفة في الاقل، ويمكن ان تحتوي على حوالي (٢ ٠٠٠) ليفة او اكثر، وهي تمتد على كامل طول الليفة العضلية.

تعد الليفات وخصائصها جوهر العضلة واللحم في الجزء الذي يتقلص من العضلة وبمعنى آخر فانها مسؤولة عن التقلص في العضلة الحية، وتعاني الليفات بعد الموت من تغيرات اساسية والتي تسبب التيبس الرمي، وان احد نتائج او تبعيات التيبس الرمي هو زيادة خشونة اللحم وصلابته، وبصورة عامة فان الفهم الجيد لليفات وما تحتويه من بروتينات يعد الاساس في فهم خصائص وسلوك اللحم.

عند الفحص المجهري لليفات يظهر انها تتكون من خويطات عضلية (Myofilaments)، سميكة ورفيعة، السميكة قطرها (١٣٠) انكستروم وطولها حوالي (١.٥) مايكروميتر، وهي تكون مصطفة بصورة متوازية مع بعضها ومرتبة في خطوط منتظمة على طول الليفة العضلية، وتحتوي بصورة اساسية على بروتين المايوسين وفي بعض الاحيان تعرف بالخويطات المايوسينية، اما الخويطات الرفيعة فقطرها (٨٠) انكستروم وطولها حوالي (١) مايكروميتر، وتكون مصطفة ايضا بصورة منتظمة على طول الليفة العضلية موازية لبعضها وموازية للخويطات السميكة ايضا، وتتكون بصورة رئيسة من بروتين الاكتين (Actin)، ولهذا يطلق عليها ايضا اسم الخويطات الاكتينية.

ان ترتيب الخويطات العضلية بهذه الطريقة وتداخلها مع بعضها في مواقع معينة على طول محورها الطولي يتسبب في المظهر المخطط، وصفة التخطيط في الليفات العضلية يأخذ شكل مساحات داكنة وفاتحة بالتعاقب، وبالامكان مشاهدة مساحات ذات كثافات مختلفة ضمن المنطقة الداكنة في الليفات العضلية، وسبب ذلك هو نوع الخويطات في كل منطقة ومدى تشابكها ويمكن توضيح ظهور هذه المناطق كما يأتي:

تمتد الخويطات الرقيقة (الاكتينية) من منطقة معينة وبصورة متساوية باتجاهين متعاكسين وبهذا تنقسم هذه المنطقة بواسطة شريط رفيع داكن اللون يدعى خط (Z)، (Z- Line)، وهو منطقة بداية امتداد الخويطات الرقيقة، المنطقة التي تمتد فيها هذه الخويطات تكون فاتحة اللون، وتسمى باسم منطقة (I) (I- Band)، اما الخويطات السميكة المايوسينية فانها ايضا تمتد من منطقة معينة في الليفة العضلية وبصورة متساوية باتجاهين متعاكسين وبناء على ذلك، يتكون حزام ضيق وكثيف في منتصف هذه المنطقة التي تسمى بمنطقة (A) (A- Band)، يعرف باسم خط (M) (M- Line)، وهكذا بالتبادل تتكون هذه المناطق ويسمى الجزء من الليفة العضلية المحصور بين خطين متجاورين من خطوط (Z) بالساركومير (Sarcomer)، أي انه يشمل كل منطقة (A) مع نصفين من منطقة (I) على كل جانب من منطقة (A)، والساركومير هي الوحدة البنائية لليفة العضلية وهي ايضا الوحدة الاساسية التي تحدث فيها عمليات التقلص والانبساط في العضلات، ويكون طول الساركومير غير ثابت وان ابعاده وكذلك ابعاد منطقة (I)، تعتمد على حالة التقلص في الوقت الذي تفحص عنده العضلة، وبصورة عامة فان الطول النموذجي للساركومير في عضلات اللبائن وفي حالة راحة العضلة هو بحدود (٢.٥) مايكروميتر.



كذلك يلاحظ ان في مركز المنطقة (A)، توجد مساحة ذات كثافة اقل من بقية المنطقة تسمى منطقة (H) (H- Zone)، وهي تكون على جهتي الخط (M)، والسبب في ذلك ان الخويطات الرقيقة (الاكتينية)، التي تمتد من الخط (Z)، نحو الجهتين لا تصل الى هذه المنطقة، بمعنى آخر ان منطقة (H)، تحتوي فقط على الخويطات السميكة (المايوسينية) وبهذا تظهر اقل كثافة او دكانة من بقية المنطقة (A)، والتي تتشابك فيها الخويطات السميكة والرقيقة، كما توجد منطقة ضيقة ذات كثافة قليلة نسبيا (بسبب وجود جزء الذيل من المايوسين)، تظهر في منطقة (H)، على جانبي خط (M)، تعرف باسم منطقة (H) الكاذبة، (Pseudo H- Zone)، ويجب الاشارة الى ان الخويطات السميكة المشار اليها اعلاه عند امتدادها على طرفي الخط (M)،

فانها لا تصل الى الخط (Z)، وبهذا يظهر لدينا عند الفحص المجهري لليفات العضلية الاختلاف الواضح في كثافة او دكانة المناطق المختلفة لليفة العضلية.

د. عدي حسن الجماس

محاضرات تصنيع لحوم واسماك/ د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الثالثة

بروتينات الليفات (Proteins of the Myofilaments)

تحتوي الليفات العضلية على حوالي ثمانية بروتينات، وهي الى حد ما ليفية (Fibrous)، ونسبيا تكون غير ذائبة وبالامكان استخلاصها من العضلة بواسطة محلول كلوريد البوتاسيوم (0.6) عياري، ويكون البروتينان مايوسين واكتين حوالي (٧٥ - ٨٠)%، من مجموع البروتينات في الليفة، اما البروتينات الاخرى فتشمل حسب تركيزها التنازلي بروتينات التروبومايوسين (Tropomyosin) و التروبونين (Troponin) واثنان من بروتينات خط (M) و الفا - اكتنين (α- Actinin) و بروتين C و بيتا اكتنين (β- Actinin).

ان اصطلاح بروتينات الليفات العضلية يطلق على بروتينات الخويطات والبروتينات الاخرى المذكورة اعلاه والتي تعرف بالبروتينات المساعدة والتي تكون مرتبطة في الليفة، اذ ترتبط بروتينات التروبومايوسين وتروبونين وبيتا اكتنين مع خويطات الاكتين، اما بروتين C فيوجد في خويطة المايوسين ويكون البروتين الفا اكتنين خط Z ويعتقد ان بروتينات M هي المواد التي تكون خط M.

المايوسين (Myosin)

يكون المايوسين حوالي نصف بروتينات الخويطات ويعد البروتين الرئيس للخويطات السميكة، وهو بروتين كامل القيمة الحيوية ويهضم جيدا، يتراوح وزنه الجزيئي بين (000 470 – 000 500)، وبالامكان استخلاصه من العضلة المفرومة بواسطة محاليل ذات قوة ايونية عالية، ومن متطلبات استخلاصه منفردا اجراء الاستخلاص بمجرد الذبح، لانه بعد الذبح يبدأ في الاتحاد مع الاكتين لتكوين الاكتومايوسين، وقد تم عزله بصورة غير نقية لاول مرة في عام (١٨٥٩)، لكن اول دراسة تفصيلية عنه كانت من قبل ادسال (Edsall)، في عام (١٩٣٠)، وقد عرف منذ البداية ان مستخلص المايوسين يكون على شكل هلام، وقد اكتشف في عام (١٩٣٩)، ان للمايوسين نشاطا انزيميا (ATP- ase)، وان هذا النشاط يتغير بواسطة ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم، وان هذا النشاط بحاجة الى كلا الايونين، ويتم تثبيط نشاطه باستخدام المستوى العالي والواطئ من ايون الكالسيوم.

من الخواص الاخرى المهمة للمايوسين هي ارتباطه القوي مع بروتين (F- actin)، حيث انه اذا اضيف محلول لزج من المايوسين وبصورة هادئة الى (F- actin)، في مستوى عالي القوة الايونية فان لزوجة المزيج تصبح عالية جدا وهذا دليل على تكون المعقد، ولكن عند اضافة (ATP)، بعدئذ فان لزوجة المزيج تقل الى القيمة المتوقعة للمركبين، غير المتفاعلين، وبمعنى آخر ان المعقد قد انفصل او فك ارتباطه، وعندما يتحلل جميع (ATP)، فان اللزوجة ترتفع مرة ثانية، أي اذا اضيف الى

محلول الاكتومايوسين كمية قليلة من الـ (ATP)، (لكل ١٠٠ كغم اكتومايوسين جزئ واحد ATP)، فان لزوجة المحلول تنخفض بقوة ويتم فصل الاكتومايوسين الى اكتين ومايوسين، ان فصل الاكتومايوسين الى مكونيه يحدث ايضا بزيادة تركيز الاملاح مثلا ملح كلوريد البوتاسيوم (KCl) بتركيز عياري يساوي (٢).

ايضا من الخواص الرئيسة الاخرى للمايوسين هي قابليته للتفاعل مع ذاته في التراكيز الملحية وهذه الخاصية مشابهة لما يحدث في الخلية، وفيما يتعلق بنشاطه الانزيمي فانه يعزى لوجود مجاميع (SH) حرة في تركيبه فهو يهدم (ATP) مكونا (ADP) وحامض الاورثوفسفوريك وتتحرر الطاقة التي تستخدم لتثبيت واقع التشنج العضلي أي في تقلص الالياف العضلية.

البروتين C (C- Protein)

يوجد في خيوط المايوسين، وهو يكون تقريبا ما نسبته (٢)%، من بروتينات الليفات، وهو ليس البروتين الوحيد الموجود في الخويطات السميكة، ويحيط شريط من البروتين C بخويطة المايوسين وربط جزيئاتها مع بعضها.

بروتين M (M- Protein)

يعتقد انه يقع في منطقة M ولهذا يسمى (M- Line protein)، والمعلومات المتوفرة عنه وعن وظيفته قليلة جدا، وهو يكون المواد التي يتكون منها خط M، والتي تربط ذيول المايوسين مع بعضها في عضلات اللبائن، وهي بذلك تحافظ على ترتيب خويطات المايوسين أي يؤثر في تجميع الميرومايوسين الخفيف ولكنه يؤثر في تجمع الميرومايوسين الثقيل وهو يشكل حوالي (٤)% من بروتينات الليفات.

الاكتين (Actin)

يشكل الاكتين حوالي (٢٠ -٢٥)%، من بروتينات الليفات، وهو بروتين كامل القيمة الحيوية، ويشترك في تقلص الالياف العضلية بعد الموت واثناء حياة الحيوان عند هدم (ATP) وتحرر الطاقة، وهو يترسب بواسطة املاح الكالسيوم، وغني بالحامض الاميني البرولين (Proline).

التروبومايوسين (Tropomyosin)

يكون هذا البروتين حوالي (٦ -١٠)%، من بروتينات الليفات العضلية، ووزنه الجزيئي (٠٠٠ ٧٠)، ويحتوي على نسبة عالية من الحوامض الامينية القاعدية والحامضية، ونسبة قليلة جدا من الحامض الاميني برولين وهو يشبه في خواصه المايوسين ولكنه لا يحتوي على التربتوفان.

تتكون جزيئة التروبومايوسين من سلسلتين من الببتيدات المبرومة التي تكون تركيبيا خيطيا طويلا ورفيعا، ويوجد هناك خيطان من التروبومايوسين على سطح كل من سلسلتي (F- actin) المبرومتان، ويمر خيط التروبومايوسين من خلال الاخاديد في لولب الاكتين، اذ تمتد جزيئة التروبومايوسين الواحدة على طول (٧) جزيئات من (G- actin)، في خويطة الاكتين.

تزداد لزوجة محلول التروبومايوسين بشدة في حالة القوة الايونية المنخفضة، كما ان كثرة الالتواءات الموجودة في التروبومايوسين تجعله يساهم في اعطاء الثبات الميكانيكي لليفات العضلية، ويطلق اسم (Tropomyosin B)، على التروبومايوسين لوحده، اما عند اتحاد التربونين مع التروبومايوسين (B)، فيسمى التروبومايوسين الطبيعي (Natural tropomyosin).

التروبونين (Troponin)

يصل وزنه الجزيئي الى (٠٠٠ ٨٠)، ويحتوي على نسبة عالية نسبيا من الحامض الاميني برولين ويكون حوالي (٦ - ١٠)%، من بروتينات الليفات، وهو كما في التروبومايوسين يوجد في اخاديد خويطة الاكتين ومع خيوط التروبومايوسين، وتتوزع جزيئات التروبونين بصورة دورية على طول خويطة الاكتين، اذ توجد جزيئة واحدة من التروبونين لكل (٧ -٨) جزيئات من الـ (G- actin)، على طول خويطة الاكتين، وهو يرتبط بقوة مع ايون الكالسيوم وبالعكس عند وجود ايون المغنيسيوم، وقد اثبتت الدراسات الحديثة ان لجزيئة التروبونين موقعين للارتباط بالكالسيوم ذات ألفة عالية وموقعين آخرين ذات ألفة واطئة.

الفا اكتنين (α- actinin)

يكون حوالي (٢ - ٢.٥)%، من بروتينات الليفات، ووزنه الجزيئي (٠٠٠ ٩٠)، ويحتوي على نسبة عالية من الحامض الاميني برولين موازية الى نسبته في الاكتين، ويكون على شكل جزيئات كروية وموجود في الخط (Z)، ويعتقد ان له وظيفة كمادة لاصقة في خويطات (Z)، كما انه يزيد من تجلد (F- actin)، ويعجل من بلمرة (G- actin)، الى (F- actin).

بيتا اكتنين (β- actinin)

يكون على شكل جزيئات كروية ويقع في نهايات خويطات الاكتين، ويعتقد انه ينظم طول هذه الخويطات بالمحافظة على طول ثابت لها وهو حوالي (١) مايكروميتر في كل نصف من الساركومير.

فيتامينات الانسجة العضلية

تحتوي الانسجة العضلية على جميع الفيتامينات الذائبة في الماء، وان كانت كمياتها تختلف باختلاف انواع الحيوانات، وتعد اللحوم مصدرا جيدا لفيتامين (B)، وينسب الى الفيتامينات ايضا الكولين الذي يوجد في العضلات وبمقدار (٨٠ - ١١٠) ملغم/١٠٠ غم، ويوجد فيتامين A في دهون العضلات بمقدار (٠.٠٢) ملغم/ ١٠٠ غم، كذلك يوجد فيتامينات (E و D و K).

المواد المعدنية في الانسجة العضلية

تحتوي الالياف العضلية على المواد المعدنية وتشكل حوالي (٣.٥)%، من وزن الجسم الكلي وهي تشترك في عمليات التمثيل، ولها كثير الاثر في حالة بروتينات الانسجة العضلية، وعليها يتوقف مدى ذوبان وانتفاخ البروتينات كما ان بعض هذه الاملاح ينشط الانزيمات، والجدول التالي يبين تراكيز المعادن المختلفة في العضلات الطازجة

العنصر المعدني	التركيز (ملغم/ ١٠٠ غم لحم)
البوتاسيوم	٣٦٠
الصوديوم	٨٠
الكالسيوم	٧
المغنيسيوم	٢٠
الحديد	٧٠

كما توجد كميات قليلة جدا من الزنك والنحاس والمنغنيز والكوبلت والالمنيوم وغيرها، وتسهم الاملاح المعدنية في تثبيت الضغط الازموزي داخل الخلية وخارجها، ويوجد الصوديوم بصورة رئيسة في السائل خارج الخلية ويكون مرتبطا مع ايونات الكلور وايونات البيكاربونات، اما ايونات البوتاسيوم والكالسيوم، فتوجد بكميات كبيرة وتكون مرتبطة مع البروتين وبصورة خاصة مع المايوسين.

يلاحظ ان التركيز المنخفض من المغنيسيوم يعمل على تنشيط انزيم (ATP ase)، في حين ان التركيز العالي منه يمكن ان يقضي على هذا الانزيم، كذلك فان المغنيسيوم يعمل على تنشيط

مجموعة من الانزيمات في العضلات مثل الفوسفاتيز والكاربوكسيليز وغيرها، ومن بين الاملاح المعدنية الاخرى الزنك والنيكل والكوبلت، اذ تعمل ايونات هذه الاملاح على تنشيط انزيم الببتايديز في العضلات، اما ايونات النحاس فانها ضرورية لتنشيط انزيم تايروسينيز والاوكسيديز وفيتامين C، وبعض انزيمات الاكسدة والاختزال الاخرى، والتي تحتوي على مجموعة (SH).

بعد ذبح الحيوان تتغير طبيعة ارتباط الايونات اللاعضوية بالبروتين في انسجة العضلات وكذلك الارتباطات العضوية الاخرى، عدا ذلك يحدث تجمع الايونات اللاعضوية مثل الاورثوفوسفات على حساب تحلل المواد العضوية.

مواد اللون في الانسجة العضلية

ان مواد اللون الرئيسة في الانسجة العضلية هي المايوكلوبين والهيموكلوبين والسايتوكروم واصباغ اخرى، والعوامل الرئيسة التي تتحكم في كمياتها هي العمر والجهد والنوع.

انزيمات الانسجة العضلية

يوجد في الانسجة العضلية انزيمات كثيرة تشترك في تحولات المواد المختلفة في الانسجة مثل الفوسفاتيز وانزيمات الاكسدة والاختزال وغيرها، كذلك يوجد في الساركوبلازم انزيمات كثيرة مثل الاميليز والمالتيز كما يحتوي ايضا على اللايبيز والفوسفاتيز والكولين استريز وغيرها من الانزيمات المحللة، وتحتوي كذلك النواة والمايتوكوندريا على عدد كبير من الانزيمات المؤكسدة للاحماض الدهنية، كما ان الالياف العضلية تحتوي على انزيمات محللة للبروتين (بروتينيز)، وهي تقارب في عملها عمل الببسين والتريبسين وتسمى كاثبسينات، كما ان المايوسين نفسه يعد انزيما محللا للـ (ATP) ويكون الـ (ADP) وحامض الفسفوريك، اما اللايبيز فانه يساعد في تحلل الدهون.

محاضرات تصنيع لحوم واسماك/ د. عدي حسن الجماس
المحاضرة الخامسة

العوامل التي تؤثر في النمو والتطور

١ - الوراثة

هنالك حيوانات معينة تميل الى ترسيب الدهن داخل العضلات، وكذلك فان توزيع الدهن في المواقع المختلفة من الجسم، يعتبر الفرق الرئيسي بين ماشية الحليب واللحم، كما يوجد اختلاف كبير في حجوم الحيوانات من النوع الواحد وهذه التغايرات المظهرية تعود الى الوراثة والبيئة او التداخل فيما بينهما.

٢ - التغذية

يكون لها دور في السيطرة على سرعة النمو والتطور، فاذا كان الغذاء كافيا فان اجهزة جسم الحيوان تستلم كميات كافية منه للادامة والنمو والتسمين واذا كان تجهيز الغذاء محدودا فسوف يؤثر ذلك في الانسجة، وان اختيار الوقت المناسب لاستبدال المستوى الغذائي للحيوان له دور كبير في السيطرة على سرعة النمو، وهذا سوف ينعكس على نسب المكونات المختلفة (العضلات والدهن)، وفي التغذية يلعب البروتين دورا مهما في النمو وادامة الانسجة ولا يمكن للحيوان من تخليق بروتينات اكثر من قابليته الوراثية عن طريق اعطائه كميات اضافية من البروتين ولكن سرعة تكوين الانسجة، أي النمو، يمكن ان تنخفض اذا لم يقدم للحيوان البروتين الكافي.

كما ان لصفات الدهن في عليقة الحيوان قبل الذبح تأثير واضح في صفات الدهن في الذبيحة، كذلك فان للماء دورا مهما في التغذية والنمو، اما بالنسبة الى العناصر المعدنية فان نقص بعض منها يسبب فقدان الشهية مثل الصوديوم والفسفور والزنك والكوبلت وبهذا تنخفض سرعة النمو، كما ان بعض العناصر تكون عوامل مساعدة للانظمة الانزيمية المسؤولة عن عمليات التمثيل، كما ان نقص الحديد يسبب فقر الدم وقلة الوزن وكذلك اليود يؤثر في النمو وسرعة الايض.

تعد الفيتامينات عناصر غذائية تسهل عمليات الادامة والنمو، والتي يحتاجها جسم الحيوان بكميات قليلة، وتختلف الحيوانات في احتياجها للفيتامينات وان قسما من الحيوانات تستطيع تخليق بعض الفيتامينات فلا حاجة الى اضافتها عند التغذية مثل فيتامينات مجموعة (B)، عند تغذية المجترات، بينما تحتاج الدواجن الى هذه المجموعة من الفيتامينات في علائقها لانها لا تستطيع تخليقها، كما ان قلة فيتامين (A)، يؤخر سرعة النمو.

٣ - الهورمونات

تعتبر كمنظمات للمساعدة في السيطرة على التفاعلات الكيميائية ذات العلاقة بالانسجة ونموها، وان اعطاء الحيوان بعض الهورمونات سوف يعجل من النمو.

٤ - البيئة والادارة

للبيئة تأثير كبير في سرعة النمو وبصورة خاصة درجة الحرارة، حيث تتأثر سرعة النمو عند انخفاض الحرارة عن الدرجة المثلى، وكذلك عندما تصل الحرارة الى درجة حرارة الجسم ينخفض استهلاك الغذاء وسرعة النمو.

العوامل المؤثرة في طبيعة وتركيب اللحوم (بما فيها لحوم الطيور)

ان نوعية اللحوم تتحدد بقيمتها الغذائية ومدى صلاحيتها للأكل، وان القيمة الغذائية للحوم وبعض خواصها الظاهرية ترتبط ارتباطا وثيقا مع خصائص ونسب كمية الانسجة في اللحوم والتي بدورها تتوقف على كثير من العوامل ومنها النوع والصنف والجنس والعمر والسمنة.

١ - تأثير النوع

تكون لحوم الابقار عادة ذات لون احمر غامق، وان قوة اللون تتوقف على العمر ومدى احتواء العضلات على المايوكلوبين، والذي تتراوح كميته عادة بين (٠.٢٥ – ٠.٣٧)%، نسبة الى كمية الانسجة العضلية وتصل الى (٠.٥٠)%.

تعتبر رائحة اللحوم الخام وخاصة لحوم الابقار ضعيفة، اما رائحة اللحوم المغلية فتكون قوية ومرغوبة عند التذوق، اما الانسجة الدهنية في الابقار فتعتبر قوية ولونها اصفر فاتح ودرجة حرارة انصهار هذه الدهون عالية ورائحتها خاصة.

بالنسبة للحوم الاغنام فان لونها احمر وهذا يتوقف على العمر والسمنة وكمية المايوكلوبين (٠.٢٥)%، وتتميز اللحوم الطازجة للاغنام بالرائحة المميزة وتكون في بعض الاحيان مشابهة لرائحة الامونيا، اما رائحة اللحوم المغلية فهي اقوى بكثير من لحوم الابقار، لاحتواء لحوم الاغنام على الحوامض الطيارة بنسبة اكبر، وتكون الانسجة الدهنية في لحوم الاغنام قوية ومتماسكة ولونها ابيض، وفي بعض الاحيان تكون مصفرة قليلا، ويتميز الدهن برائحته القوية الخاصة.

يختلف لون اللحوم حتى في الذبيحة الواحدة من الوردي الفاتح الى الاحمر الغامق، وان مثل هذا الاختلاف يكون اكثر وضوحا في الدجاج والرومي ذات اللحم الابيض في منطقة الصدر اما في المناطق الاخرى فأحمر.

تحتوي اللحوم الحمراء على كميات اقل من البروتين وكميات اكثر من الدهن والكوليسترول والفوسفاتيدات وفيتامين (C)، بينما يوجد في البيضاء نسبة اكثر من الكارنوسين والكلايكوجين و فوسفات الكرياتين و (ATP).

ان كمية المايوكلوبين في اللحوم البيضاء قليلة جدا (٠.٠٠٥ -٠.٠٠٨)%، كما يوجد اختلاف قليل في كمية الحوامض الامينية في تركيب البروتينات في اللحوم البيضاء والحمراء، فكمية الارجنين والفينايل الآنين اكثر قليلا في اللحوم الحمراء، اضافة الى ذلك فان الانسجة الرابطة في لحوم الدواجن تكون اقل تطورا في داخل العضلات ولا تحتوي على تجمعات دهنية، ما عدا وجود كميات قليلة جدا بين الحزم العضلية الكبيرة في بعض الاحيان.

اما رائحة لحوم الدجاج الطرية فانها غير مميزة تقريبا وعند الغلي تظهر روائح جيدة مع وجود اختلافات بسيطة في الرائحة، وهذا يتوقف على النوع، فقد يلاحظ بوضوح اكثر في الوز، وتكون رائحة لحوم الدواجن الكبيرة واضحة وقوية.

٢ - تأثير الصنف

للصنف اهمية كبيرة في صناعة اللحوم، حيث يربى قسم من الاصناف خصيصا من اجل اللحم فقط، ومع هذا فان جزءا كبيرا من الابقار تربى للحصول على الحليب وقسم من الاغنام للحصول على الصوف، وقسم من اصناف الدجاج تربى للحصول على البيض، ولهذا السبب فمن الضروري تحديد اتجاهات مختلفة لانتخاب الاصناف ومدى تأثيرها في الاقتصاد الوطني، فأصناف اللحوم مثلا تتميز بوزن حي كبير ونسبة التصافي تكون عالية، كذلك اصناف اللحم في الدجاج تتميز بنمو كبير وكمية البيض تكون قليلة اما اصناف البيض فعلى العكس.

٣ - تأثير الجنس

الملاحظ ان لحوم الذكور تتميز بخشونتها وقوتها و لاتوجد فيها تجمعات دهنية بين العضلات ويكون لونها غامقا مزرقا، كما ان لحوم ذكور الاغنام وفي بعض الاحيان الابقار تلاحظ فيها رائحة غير مرغوبة وخاصة اثناء الغلي.

ان التركيب الكيميائي للانسجة العضلية يختلف حسب الجنس، فنرى ان تركيب اطول عضلة ظهرية في الابقار من صنف واحد وعمر واحد و سمنة واحدة يختلف حسب الجنس.

فيما يخص المواد الازوتية المستخلصة تحتوي الذكور على ضعف كمية الكارنوسين التي تحويها الاناث، كما يوجد الانسيرين في لحوم الاناث بكمية اكثر، ويوجد الكلايكوجين بكمية اقل في عضلات الابقار مما هو عليه في عضلات الثيران.

٤ - تأثير العمر

يمكن تقسيم القطيع في صناعة اللحوم الى مجاميع العمر التالية:

أ - الحيوانات الكبيرة والتي تشمل العجول الصغيرة وهي من عمر اسبوعين الى ثلاثة اشهر، والعجول الكبيرة ويصل عمرها الى ثلاث سنوات ومن ثم البالغة ما زاد عمرها عن ثلاث سنوات.

ب - الحيوانات الصغيرة وهي نوعان الصغيرة منها أي الى عمر سنة واحدة، والبالغة التي يزداد عمرها عن سنة واحدة.

مع زيادة عمر الحيوان يزداد سمك الليفة العضلية ويصبح اللحم اكثر صلابة، كذلك مع زيادة العمر تقل نسبة الانسجة الرابطة وبالتالي تقل نسبة بروتيناتها (الكولاجين والايلاستين)، ولكن مع زيادة العمر تزداد نسبة الياف الايلاستين على الكولاجين وتصبح الياف الكولاجين نفسها اكثر متانة وتقل نسبة الماء فيها فيصبح اللحم كله بزيادة العمر اكثر صلابة (وينطبق ذلك ايضا على لحوم الطيور)، وبزيادة العمر تقل نسبة الرطوبة وتزداد نسبة الدهن والبروتين الا انه عند العناية بتغذية الحيوانات الصغيرة تزداد نسبة البروتين بنسبة اكبر من الزيادة في الدهن، اما عند العناية بتغذية الحيوانات الكبيرة فتزداد نسبة الدهن اكبر من الزيادة بالبروتين.

كلما كان عمر الحيوان صغيرا كان اللون افتح لقلة نسبة المايوكلوبين وعلى العكس في الحيوانات الكبيرة، كما ان تركيز الطعم والرائحة اقل في الحيوانات الصغيرة من الكبيرة للاختلاف في تركيب المواد المستخلصة، فمثلا توجد في لحوم العجول الصغيرة نسبة عالية من الكلايسين والارجنين والبرولين ولكن نسبة الثريونين اقل، وينطبق ذلك على لحوم الطيور، اذ يزداد تركيز الطعم بزيادة العمر، وذلك في اللحوم الحمراء، اما البيضاء فلا تتغير تراكيزها بزيادة العمر، ولا تتأثر الفيتامينات كثيرا بزيادة العمر، وعند الوصول الى سنة ونصف لا تتغير القيمة الغذائية كثيرا ولكن يصبح اللحم اكثر خشونة وصلابة.

يلاحظ ان الدهن في الحيوانات الصغيرة يترسب بصورة اساسية في العضلات وفيما بينها وبدرجة اقل تحت الجلد واقل كثيرا في التجويف البطني، اما في الحيوانات الكبيرة العمر جدا فلا يوجد تعريق دهني في العضلات تقريبا، والتعريق يزيد من طراوة اللحم لانه يقلل من نسبة الانسجة الرابطة ولذلك فزيادة الصلابة بزيادة العمر تعزى بدرجة اساسية الى زيادة سمك الليفة العضلية وكذلك الى نقص التعريق.

٥ - تأثير التغذية والتسمين

بزيادة سمنة الحيوان تزداد كمية الانسجة الدهنية والعضلية ولكن الانسجة الدهنية تزداد بشدة بالمقارنة بالعضلية، لذلك وعلى الرغم من زيادة كل من الدهن والبروتين بزيادة التسمين فانه يبدو عند الحساب على اساس النسبة المئوية ان الذي زاد هو الدهن فقط بينما كمية البروتين قلت لان الزيادة

الكبيرة في الدهن تغطي على الزيادة القليلة في البروتين، ومع زيادة الدهن بزيادة العمر تقل نسبة الماء، وبالتسمين تقل الكمية النسبية للكولاجين والايلاستين أي تزداد القيمة الحيوية للبروتين، كما انه بالتغذية والتسمين تزداد كمية بعض المواد الاخرى مثل الكلايكوجين.

٦ - تأثير مكان العضلة التشريحي

تختلف نسب المكونات في الاجزاء المختلفة من الذبيحة لذلك تختلف العضلات في طراوتها، فالعضلة الظهرية الطولية تعتبر عضلة طرية بالمقارنة مع عضلات اخرى في الذبيحة.

خواص لحم الطيور

تساعد قلة صلابة لحوم الطيور وكذلك تركيبها على صنع معلبات واغذية خاصة كاغذية الاطفال والمرضى، حيث ان السعرات الحرارية للحوم الطيور اقل لقلة الدهن، لذلك يصلح جدا للاغراض المذكورة وكذلك لتغذية كبار السن، ويلاحظ ان معظم دهن الطيور تحت الجلد وليس متخللا العضلات، كما ان نسبة الاحماض الدهنية غير المشبعة به اكثر، ولما كان الدهن الذي فيه نسبة عالية من الحوامض الدهنية المشبعة يساعد على ترسيب الكولسترول بصورة اكثر في الدم، لذلك فان لحم الطيور يعتبر مفضلا من الناحية الطبية، كما يلاحظ ان نسبة ما يؤكل من ذبائح الطيور اكثر من باقي الحيوانات فهي في الطيور تصل الى (٧٢)%، بينما لا تزيد على (٥٢ - ٧٠)% من الحيوانات الاخرى.

يختلف لحم الطيور عن لحم الحيوانات الاخرى بما يلي

١ - الانسجة الرابطة في الطيور اقل لذلك نجد ان نسبة الكولاجين والايلاستين اقل، لذا يصبح اللحم اكثر طراوة، علاوة على انه اسهل في الهضم والتمثيل في الجسم بمرتين مقارنة باللحم البقري. ونظرا لنقص نسبة الكولاجين والايلاستين عليه يصبح لحم الطيور ذا قيمة اعلى (لقلة نسبة البروتين غير كامل القيمة) ونظرا لان المقدرة على مسك الماء تعزى الى البروتينات في العضلة فان لحم الطيور يصبح في هذه الحالة افضل لصناعة السجق، أي ان الخواص البايولوجية والتكنولوجية للحم الطيور افضل.

٢ - يكون معظم دهن لحم الطيور تحت الجلد، وبنسبة قليلة منه في العضلات وبين الحزم العضلية لذلك فلحم الطيور خال من المرمرية (التعريق)

٣ - يختلف اللون من وردي فاتح الى احمر غامق حسب النوع ويلاحظ في الدجاج والرومي بالذات ان لحم الصدر ابيض والفخذ وباقي الاجزاء لون لحمها احمر.

٤ - تختلف الدهون بالنسبة الى درجة انصهارها.

محاضرات تصنيع اللحوم والاسماك/ الجزء النظري
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة السادسة

تغيرات مابعد الذبح (Postmortem Changes)

التصلب الرمي (Rigor mortis)

تعد ظاهرة التصلب الرمي من التغيرات التي تحدث في اللحوم بعد موت الحيوان أو بعد نحره، اذ يلاحظ تطور ظاهرة التصلب الرمي في العضلات وتبقى على هذه الحالة لبعض الوقت، ثم تزول تدريجيا، والعضلات بعد اجتياز هذه المرحلة تصبح طرية ومرنة مرة أخرى، اذ تزول الصلابة تدريجيا، وعادة تمر على ذبائح الابقار او الاغنام مدة زمنية تتراوح بين (١ - ٣) ساعة، بدون أية تغيرات واضحة في طراوة اللحم ولكن بعد ذلك تبدأ التغيرات.

يبدأ التصلب الرمي سريعا جدا في لحوم الطيور، وعموما يبدأ الكلايكوجين بعد الذبح مباشرة في الهدم وهذا يحدث بطريقتين، اذ في الطريقة الاولى يهدم الكلايكوجين إلى حامض اللاكتيك باستعمال مجموعة انزيمات الفوسفورليز، حيث يهدم بها حوالي(٩٠)%، من الكلايكوجين، ولكن بعد يومين أو ثلاثة ايام، يتوقف تقريبا نشاط هذه الانزيمات بسبب الحموضة العالية، اما الطريقة الثانية والتي يهدم فيها الكلايكوجين باستعمال انزيمات الاميليزز (Amylases)، مع انتاج سكريات مختزلة (الكلوكوز) اذ يؤدي تراكم حامض اللاكتيك وارتفاع الحموضة إلى انخفاض الأس الهيدروجيني (pH)، وزيادة التحلل الذاتي وهذا الشيء يحدث بعد الذبح مباشرة ويتوقف على مدى صراع الحيوان عند الذبح فبزيادة الصراع يهدم جزء من الكلايكوجين وينخفض الأس الهيدروجيني الاولي وهذا يتوقف على كمية المخزون من الكلايكوجين في عضلات الحيوان فزيادة المخزون في حياة الحيوان، تؤدي إلى زيادة انخفاض الأس الهيدروجيني (pH).

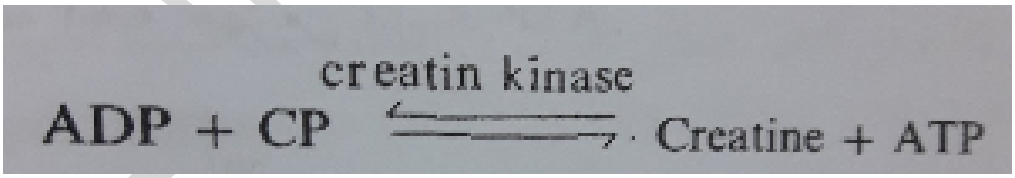
ان ظاهرة التصلب تعد مهمة جدا عند استعمال اللحوم ، فاللحوم التي تطبخ وهي لا تزال في هذه المرحلة تكون اكثر صلابة ما لم يسمح لها أن تجتاز هذه المرحلة قبل اجراء الطبخ، ان هذه الصلابة التي تتكون في العضلات عندما تنتقل الى مرحلة التصلب هي نتيجة التغيرات التي تطرأ على المواد البروتينية وخاصة الأكتين والمايوسين، وان التغيرات في المواد البروتينية للعضلات لازالت غير واضحة تماما على الرغم من وجود عدد من النظريات التي تشرح ظاهرة التصلب.

لقد كان الاعتقاد السائد أن ظاهرة التصلب هذه هي حالة من تخثر البلازما والبروتين ولكن هذا الاعتقاد ثبت فشله في تفسير هذه الظاهرة ، وبعد ذلك اصبح الاعتقاد السائد ان ظاهرة التصلب ناتجة عن انخفاض في الأس الهيدروجيني (pH)، بسبب تكون حامض اللاكتيك، واخيرا اتضح أنه يوجد

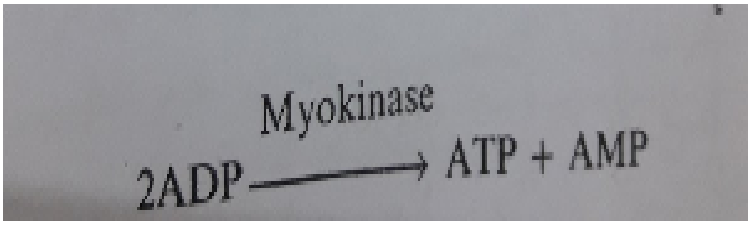
إنـزيم معـين فـي البـروتين يعـد المسـؤول عـن هـذه الظـاهرة وهـو الـ ATPase (Adenosine triphosphatase)، حيث أن الطاقة اللازمة للتقلص او الانكماش في العضلة الحية تجهز من قبل الـ ATP.

ان سرعة تصلب العضلات تعتمد على درجة الحرارة، فالمعتقد أن التصلب يكون اسرع بارتفاع درجة الحرارة، وفي الوقت نفسه فإن بقاء التصلب واستمراره يعتمد ايضا على درجة الحرارة وعوامل أخرى كثيرة ، ويزول بسهولة بارتفاع درجة الحرارة .

هناك مجموعة ظواهر تسير جنبا إلى جنب مع ظاهرة التصلب، ومنها تكون حامض اللاكتيك، حيث وجد أن هذا الحامض يزداد مع مرور الزمن وان الأس الهيدروجيني (pH)، ينخفض في الوقت نفسه ، وتحدث اعلى صلابة في اللحوم عندما يصل الأس الهيدروجيني (pH)، الى (5.3)، بعد ان كان في البداية حوالي (6.6 – 6.8)، وفي كثير من الأحيان تكون اعلى صلابة عندما يصل الأس الهيدروجيني (pH)، الى (5.5)، او اكثر قليلا، وهذا يعتمد على كمية النشا الحيواني في النسيج اللحمي أي كميته المخزونة في العضلات في لحظة الموت، وبناءا على ذلك يتحدد الأس الهيدروجيني (pH)، النهائي للحم، كذلك تقل كمية الـ (ATP)، بصورة مستمرة مع مرور الزمن بعد الذبح وهذا يكون مصحوبا بزيادة الـ (ADP)، وهذا يعود بطبيعة الحال الى عمل انزيم (ATPase)، وعند انخفاض الـ (ATP)، الى حد معين فان الحيوان يدخل في طور التصلب، ومع هدم الـ (ATP)، بعد الذبح يبدأ هدم الـ CP (Creatine phosphate)، وان اكثر مصدر مباشر للـ (ATP)، الجديد هو تكوينه من (ADP)، وفوسفات الكرياتين (CP)، بواسطة انزيم الكرياتين كاينيز وكما في المعادلة التالية



امـا الـ (ADP)، فبتـأثير انـزيم المايوكـاينيز (Myokinase)، يتحـول الـى (ATP و AMP)، وبذلك لا يتراكم الـ (ADP)، في العضلات، لذا يعد المايوكاينيز عاملا اضافيا مؤثرا في سرعة نقص الـ (ATP) في العضلات، وكما في المعادلة التالية



بمجرد هدم الـ (ATP)، يتحد المابوسين مع الاكتين و يتكون معقد الاكتومايوسين وهو بروتين صلب يزيد من صلابة اللحم، كما تتقلص الألياف العضلية بسبب الطاقة الناتجة عن هدم الـ (ATP)، وتقلص العضلات يزيد من صلابة اللحم كثيرا.

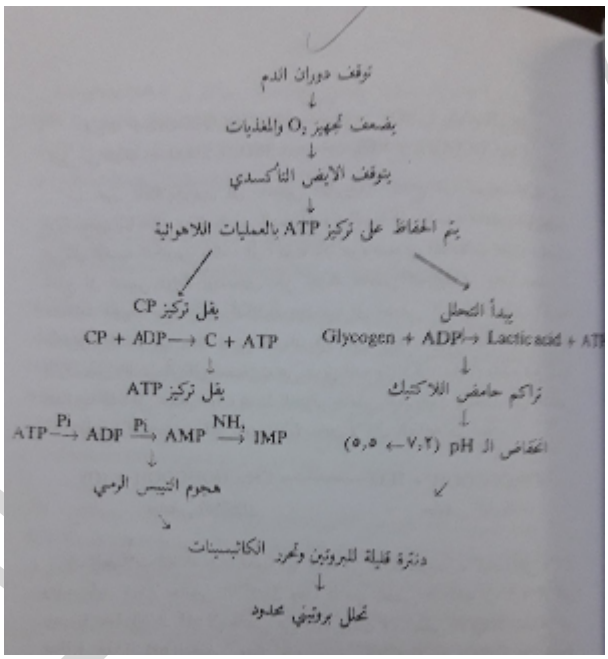
بعد الذبح مباشرة لايحدث هدم الـ (ATP)، لان العضلات تحتوي على مادة تسمى عامل مارش - بندال (Factor of Marsh- Bendall)، وهو يثبط انزيم المايوسين المحلل للـ (ATP)، فلا يحدث هدم له ولكن عامل مارش - بندال يثبط بايونات الكالسيوم، وبعد الذبح مباشرة لاتكون ايونات الكالسيوم موجودة في حالة حرة بل مرتبطة بالبروتين وبذلك يصبح عامل مارش - بندال نشطا في تثبيط انزيم المايوسين فلا يتحلل الـ (ATP)، ولكن بهدم جزء من الكلايكوجين وزيادة الحموضة وانعزال ايونات الكالسيوم الحرة او انفرادها عن البروتين تثبط عامل مارش - بندال الذي يثبط انزيم المايوسين ويحلل الـ (ATP)، ونتيجة لزيادة الحموضة واقتراب الأس الهيدروجيني (pH)، من نقطة التعادل الكهربائية للبروتينات العضلية، تقل مقدرة الجسم على مسك الماء بمقدار كبير، وان هذه الظاهرة في التصلب تعزى الى هدم الـ (ATP)، وان هدم هذه المادة يؤدي الى اتحاد المايوسين مع الاكتين فتقل الشحنات الحرة القادرة على مسك الماء في جزيئة البروتين، فتنخفض بذلك المقدرة على مسك الماء وهذا يزيد من صلابة اللحم، وفي حالة الطيور وجد ان كمية الكلايكوجين تكون اكثر في صدر الدجاج عن البط لذلك ينخفض الأس الهيدروجيني (pH)، اكثر في الدجاج (٥.٦ - ٥.٨)، عن البط (6.0 - 6.1)، ولما كانت زيادة الكلايكوجين لها تأثير غير مباشر في ابطاء هجوم التصلب (لاعادة بناء الـ ATP، على حساب الطاقة الناتجة عن هدم الكلايكوجين)، فان هجوم التصلب اسرع في صدر البط ويحدث في أس هيدروجيني اعلى بالمقارنة مع صدر الدجاج.

ان السبب الرئيس لبدء التصلب وحدوثه هو هدم ونقص الـ (ATP)، حيث لا يحدث تغير في صلابة الجسم في فترة عدم نقصه بعد الذبح مباشرة، وخلاصة ما يحدث من تغيرات بعد الموت هي كما يأتي:

بعد الموت يحدث في العضلة تغيرات فيزيائية واضحة تؤدي إلى حدوث التصلب الرمي، فالعضلات التي تكون اثناء حياة الحيوان لينة او طرية وقابلة للمط بصورة جيدة تصبح بعد الموت صلبة، وأن التركيب العام للعضلة (الماء والبروتين والدهن) لايتأثر عند حدوث التصلب، ولكن يحدث تغير كبير في تركيز بعض المواد ذات الوزن الجزيئي المنخفض والمواد الذائبة، ومن اكثر هذه التغيرات الواضحة هي نضوب المركبات الفوسفاتية ذات الطاقة العالية وهي (ATP و CP)، وكذلك تحلل النشا الحيواني وتحوله إلى حامض اللاكتيك والذي يؤدي إلى انخفاض الأس الهيدروجيني (pH)، للعضلة، ويحدث التصلب الرمي بسبب فقدان الـ (ATP)، ففي العضلة الحية يحدث الربط التقاطعي العكسي بين البروتينين الرئيسيين، المايوسين والاكتين، وأن تقلص او انكماش العضلة يحتاج

الى هذا الربط التقاطعي او مايسمى بالجسور المتقاطعة وذلك لان التغيرات في التكوين على المستوى الجزيئي التي تسبب هذا النشاط او التغير هو نتيجة لفعالية (ATPase)، لمعقد الاكتومايوسين، كذلك هنالك حاجة لـ (ATP)، من اجل التخلص او تقليل الربط التقاطعي على الرغم من أن هذا لايشمل تحلل الـ (ATP)، وعند غياب الـ (ATP)، تصبح العضلة صلبة بسبب استمرار الربط التقاطعي غير العكسي بين المايوسين والاكتين.

ان التركيز العالي لـ (ATP)، يبقى في العضلة الحية عند الراحة بواسطة الاكسدة الهوائية للمواد الناتجة من التحلل ضمن دورة (TCA)، وإعادة تكوين (ATP) من (ADP)، فعندما يتوقف دوران الدم عند الموت يتوقف بسرعة تجهيز الأوكسجين للعضلات، عندئذ يتوقف الأيض التأكسدي (Oxidative metabolism)، ويمكن تلخيص التغيرات التي تحدث في العضلة بعد الموت بالمخطط التالي:



انضاج اللحوم (تعتيق اللحوم) (Aging)

هي عبارة عن تفاعلات التحلل الذاتي التي تحدث في جسم الحيوان بعد ذبحه، والتي تصبح اللحوم بنتيجتها اكثر طراوة وعصيرية وذات طعم ورائحة مميزين، وتتم هذه العملية عادة بخزن اللحوم في درجة حرارة (٠ -٤)°م، ويمكن ان تتم في درجات حرارة اعلى من ذلك، اما الفترة الزمنية التي يترك فيها اللحم للانضاج فتتوقف على درجة الحرارة ونوع الحيوان ومقدار التصلب وعلى حالة السمنة.

هناك طرائق مختلفة لتعتيق اللحوم وخاصة اللحوم المغطاة بطبقة شحمية، حيث تقلل هذه احتمالات التلف عادة، ولكن من الممكن ان يحدث في شحوم الطبقة الخارجية تزنخ، وفي هذه الحالة

يمكن ازالة هذه الطبقة، واللحم المعتق بهذه الصورة يحصل تغير في لونه ولكن تتغير نكهته الى الاحسن بسبب التحلل الذاتي.

كذلك يمكن ترك اللحوم للتعتيق مع توجيه مصابيح تعطي موجات ضوئية من الاشعة فوق البنفسجية تمنع من نمو الاحياء المجهرية على سطح اللحوم.

تحدث في المراحل الاولى لعملية الانضاج تغيرات كثيرة تؤدي الى زيادة الطراوة، كما أن التحلل الذاتي المواد الأخرى اضافة الى التحولات البروتينية تسبب تراكم بعض المواد في اللحوم وتحسين النكهة، وهناك مجموعة خطوات للإسراع في عملية الإنضاج منها:

١ - تثبيط هجوم التصلب

هذا يتم بعدة طرائق منها حقن الحيوان الحي بهورمون الأدرينالين قبل الذبح بـ (٢ -٣) ساعة، بمقدار يتناسب مع الوزن فتضعف حركته وقد يسقط الحيوان ويزداد افراز الادرار بشدة فالحقن بهذا الهورمون يسبب هدم الكلايكوجين والـ (ATP)، وصرف نواتجها مع الادرار أثناء حياة الحيوان، وبعد الذبح لاينخفض الاس الهيدروجيني الا قليلا كما لا يحدث هدم واضح لاثار الـ (ATP)، او تحرر طاقة ولا يتحد المايوسين مع الاكتين الا بنسبة بسيطة فيصبح اللحم ذا مقدرة عالية على مسك الماء وذا طراوة عالية، ولا يحدث له تقلص شديد أي تقصر فترة الانضاج، اما اذا زادت المدة بعد الحقن على ثلاث ساعات، ولم يذبح الحيوان فانه يستعيد حالته الطبيعية ويمكن استعمال الحقن بالدايموتين (Dimotine)، ويدخل في تركيب هذا العقار مركبات كيميائية لها تاثير مخدر يهدئ الحيوان فلا يحدث صراع شديد عند الذبح وهو غير ضار صحيا وله تأثير الادرينالين نفسه، ولكنه يتميز انه يمكن حقنه قبل الذبح بيوم كامل ولذلك يمكن استخدامه بسهولة مقارنة بالادرينالين، كذلك، يمكن استخدام الكاورير (Cawrir)، وهو مخدر ايضا ويمكن استعماله قبل الذبح ويقلل الصراع الشديد عند الذبح ويلاحظ أن اللحم الناتج بعد الذبح تبقى فيه الـ (pH و ATP و CP)، عالية لمدة طويلة اثناء الخزن اي يبطئ ويثبط هجوم التصلب، ولا يحدث صلابة اللحم بل يبقى اللحم كما هو في الحالة الطازجة، كما يحدث في الوقت نفسه البروتيوليزس فتزداد طراوة اللحم ويدخل اللحم في مرحلة الانضاج مبكرا.

٢ - اسراع حدوث التصلب واسراع زواله

هذا يتم برفع درجة حرارة الانضاج إلى (١١ -١٨)°م، مع استعمال الأشعة فوق البنفسجية وهذه العملية تؤدي إلى سرعة حدوث التصلب، وسرعة زواله وحدوث الانضاج في يومين فقط أي تزداد سرعة التطرية، وقد تعامل اللحوم بالمضادات الحيوية أو المعاملة بالمضادات ثم بالاشعاع لمنع نشاط الميكروبات ثم تخزن في درجة حرارة اعلى من درجة حرارة الغرفة لمدة يوم واحد ويحدث الانضاج،

كما ان هناك رأي اخر يشير إلى أنه في فترة التصلب تنعزل ايونات المعادن من البروتين فتزداد الشحنات الكهربائية الحرة فتتماسك جزيئات البروتين وتقل المقدرة على مسك الماء وتزداد الصلابة، ولكن عند الانضاج ترتبط ايونات المعادن بجزيئات البروتين فتقل الشحنات الكهربائية الحرة للبروتين وتقل الروابط بينها فيقل تماسك القوام وتزداد الطراوة كما تزداد كمية الماء الممسوك لوجود هذه الأملاح فيزداد التشرب بالماء الذي يحسن الطراوة.

٣ - استعمال الإنزيمات في تطرية اللحوم

عوامل استساغة اللحوم (Palatability characteristics of meat)

على الرغم من القيمة الغذائية العالية للحوم، فانه من الممكن زيادة استهلاكها اذا تحسنت استساغتها من قبل المستهلك، وتتوقف استساغة اللحوم على النكهة واللون والمظهر وكذلك الطراوة والعصيرية.

ان اعتبار قطعة اللحم مستساغة يتوقف على خصائصها في الحالة التي تقدم فيها للاستهلاك، أي حالة الطبخ.

ان ادخال اللون أو المظهر بين عوامل استساغة اللحوم يتوقف على ما يقرره الشخص من أن اللحوم طازجة او مطبوخة، فاللون في اللحوم الطازجة لايعتبر عاملا مهما ولكن للحوم المطبوخة فان اي تغير على اللون سيكون له تأثير في رغبة الشخص الذي يتذوق اللحم او يختبره.

الطراوة (Tenderness)

تعتبر الطراوة من أكثر عوامل الاستساغة أهمية بالنسبة للمستهلك وهي من اولى الحواس التي يشعر بها الانسان عند اكل اللحوم وتقطيعها بالفم إلى قطع صغيرة، ومازال مفهوم الطراوة كبقية خواص الاستساغة الأخرى في اللحوم غير واضحة تماما، ومع ذلك فمن الممكن اعتبارها نتيجة لتداخل كثير من العوامل، واللحم الجيد يكون تركيبه متماسك وجاف السطح وطري، ويبتعد اللحم عن الشكل الطبيعي اذا كان غامق اللون والانسجة العضلية جافة السطح ورخوة ورطبة ولونه شاحب.

يمكن ان تعزى درجة الطراوة إلى ثلاث مجموعات من البروتينات في العضلات توجد اولها في الأنسجة الرابطة (كولاجين وايلاستين وريتيكولين والسكريات المضاعفة المخاطية)، والثانية في المايوفيبريل (اكتين ومايوسين وتروبومايوسين)، والثالثة في الساركوبلازم (بروتينات الساركوبلازم وريتيكولين الساركوبلازم).

وجد كثير من الباحثين أن طراوة اللحوم عند الطبخ يمكن قياسها باحدى الطرائق التالية او بواسطة جمع اكثر من طريقة منها، (١) القوة الضرورية لاختراق الاسنان لقطعة من اللحم، (٢) اختبار مرونة القطع التي تحدد القوة الضرورية لقطع الالياف، (٣) بواسطة محكمين ممارسين (Panel taste).

في السنوات الخمس والثلاثين الاخيرة، ومن اجل قياس طراوة اللحوم بالاجهزة فان اكثر جهاز شائع الاستعمال هو القطع بالضغط (Shear press) العائد الى شركة (Warner- Bratzler)، والذي يستخدم فيه سكين خاصة تسمى (Warner Bratzler Knife) وكذلك جهاز (Lee Kramer) في الولايات المتحدة الأمريكية وجهاز (Wolodkewitch)، في اوربا واجهزة اخرى غيرها من ضمنها ماكنة ثرم او تقطيع اللحوم الخاصة لهذا الغرض، وعادة نتائج قياسات هذه الأجهزة مثبتة على شكل منحني او ارقام (Integrated numbers)، كما توجد عدة تجارب لاستنباط طرائق فيزيائية وكيميائية لتقدير الطراوة والتي يمكن المقارنة بينها بواسطة التحكيم، وتستند الطرائق الفيزيائية على قياس قوة القطع والاختراق والمضغ والفرم والضغط، ومطاطية اللحوم، اما الطرائق الكيميائية فتشمل تحديد الانسجة الرابطة والهضم الانزيمي، وتضم العوامل التي يمكن ان تكون مهمة في شرح الطراوة، كمية الانسجة الرابطة في العضلات ودرجة الهدرتة (Hydration) لبروتينات العضلات، وطبيعتها ومن ثم كمية الدهون بين الألياف العضلية.

هناك اعتقاد سائد أن للانسجة الرابطة التي تكون شبكة رفيعة بين الأنسجة العضلية، علاقة بالطراوة، كما اعتبر باحثون آخرون أن قطع لحوم البقر الأكثر طراوة هي التي تحتوي على كميات قليلة من الياف الانسجة الرابطة، وعلى الرغم من ذلك فان علاقة الأنسجة الرابطة بالطراوة لازالت غير واضحة تماما، ويلاحظ تفاوت كبير في طراوة عضلات الحيوان الواحد، وبصورة عامة ان العضلات التي تحتوي على كميات أقل من الأنسجة الرابطة مثل الكشحية الرئيسية (Psoas major)، تكون اكثر طراوة، بينما تعتبر تلك التي تحتوي على كميات اكبر من الأنسجة الرابطة مثل العضلة فوق الشوكية (Supra spinatus)، تكون اقل طراوة، كما تختلف الطراوة في العضلة الواحدة.

في الواقع أن نسبة الانسجة الرابطة في الأبقار الصغيرة السن تزيد عنها في الحيوانات المسنة ولكن يتميز لحم الحيوانات الصغيرة السن بطراوته نظرا لقلة متانة الأنسجة الرابطة وعند غلي اللحوم تزداد طراوتها عند زيادة محتواها من الأنسجة الرابطة، بينما اللحوم ذات المحتوى المتوسط لاتتغير طراوتها، اما اللحم ذو المحتوى المنخفض فتقل طراوته بالغليان، وفي جميع هذه الحالات تحدث دنترة للبروتينات العضلية فتزداد الصلابة الا ان هدم الكولاجين الموجود بنسبة عالية في الحالة الأولى يؤدي في النهاية إلى خفض صلابة اللحم، وفي الحالة الثانية يتساوى تأثير هدم الكولاجين مع دنترة

البروتينات العضلية فلا تتغير الطراوة، أما في الحالة الثالثة فتكون نسبة مايهدم من الكولاجين قليلة لقلة نسبة الأنسجة الرابطة فتزداد الصلابة فيه لظهور تأثير دنترة البروتينات العضلية.

اما درجة الـ التميه (Hydration)، لبروتينات العضلات فانها يمكن أن تؤثر في الطراوة، حيث يلاحظ مع مرور الزمن حدوث هجرة في الأيونات، اذ يفقد الكالسيوم والصوديوم والمغنيسيوم من خلايا العضلات بينما يحل محلها ايون البوتاسيوم الذي يهاجر للداخل، وهذه الأيونات تكون مثبتة بقوة بحيث انها لا تلاحظ في العصير المنفصل عند طهي اللحوم فقط، بل ايضا لا تستخلص مع الماء والمعلوم أن هجرة الأيونات تسمح بحدوث التميه بدرجة اكبر للبروتين ومن ثم زيادة في الطراوة، اما بالنسبة الى الدهون فيعتقد ان التعرق الدهني (Marbling)، يضفي الطراوة على اللحوم، وهناك تفسير ان الدهون بين العضلات تسبب تخفيف تأثير الانسجة الرابطة في العضلة، وهذا يمكن ان يساعد في شرح الطراوة الكبيرة للحوم الأبقار المغذاة جيدا، وقد لاحظ بعض الباحثين ان وجود طبقة واحدة او طبقتين من خلايا الدهون بين الألياف يجعل اللحوم اكثر طراوة واكثر استساغة، وهناك رأي يعتبر ان صنف الحيوان يعد من اكثر العوامل التي تؤثر في الطراوة، كما أن تقدم العمر يؤدي الى تقليل الطراوة، وكذلك الحال بالنسبة إلى جنس الحيوان.

يوجد كثير من العوامل التي تؤثر على طراوة لحوم البقر يمكن تقسيمها إلى:

أ - العوامل قبل الذبح وهذه تشمل:

١ - الخصائص الوراثية ٢ - العوامل الفسلجية ٣ - التغذية والادارة

ب - العوامل مابعد الذبح وهذه تشمل:

١ - طول الفترة الزمنية ودرجة حرارة الخزن بعد الذبح (التعتيق، التجميد، الخ) ٢ - طرائق التشذيب (Trimming) والقطع ٣ - اضافة عوامل التطرية ٤ - طرائق الطبخ.

يقصد بالخصائص الوراثية ايجاد سلالات نتيجة لعمليات التضريب تكون ذات نوعية جيدة، وقد درست العوامل الفسلجية لمعرفة نوعية اللحم، حيث يعتبر عمر الحيوان وقت الذبح عاملا مهما في تحديد النوعية، كذلك التوازن الهورموني الذي يكون نتيجة للاختلاف في جنس الحيوان او بسبب اضافة الهورمونات الاصطناعية عند التغذية، كل ذلك يؤثر في النمو وعلى نوعية اللحم. أما بالنسبة إلى التغذية والادارة فلهما تأثيرات كثيرة على نوعية اللحوم، حيث تتوقف درجة سمنة الحيوان على نوع التغذية، اما بالنسبة لمواد التطرية فقد استعملت انواع مختلفة من المواد لتطرية اللحوم، وهذه تشمل الحوامض المخففة (الخل وعصير الليمون) والملح، ومختلف المستحضرات الانزيمية، اذ يعمل ملح الطعام بتركيز (٢)%، على زيادة طراوة لحم البقر، وان هذه النسبة قريبة من تركيز الملح المستعمل في تقديد اللحوم، ومن المعروف ان نباتات معينة، وفطريات وبكتريا، تنتج انزيمات محللة للبروتين،

وان استعمالها في بعض الاحيان يكون غير مرغوب، حيث انها تسبب التطرية الزائدة للسطح منتجة لتركيب عجيني وفي بعض الاحيان لرائحة غير مرغوبة، ولما كانت هذه المواد لا تستطيع النفاذ الى داخل اللحم فان الجزء الداخلي سيبقى بدون تأثير، ومن اجل التغلب على هذه الصعوبة اتبع ادخال المحلول الانزيمي الى داخل قطع اللحوم قبل الطبخ من خلال ثقوب الشوكة المستعملة في الأكل، والطريقة الاخرى هي ضخ محلول انزيمي في الأوعية الدموية الرئيسية لقطع اللحم بعد الذبح، أما الطريقة الثالثة فهي اعادة ابتلال (Rehydrate)، قطع الستيك المجففة بالتجميد في محلول يحتوي على انزيمات محللة للبروتين، وهذه الطريقة تؤمن توزيع احسن للانزيم عنه في حالة التغطيس او الرش، ولكن لا تزال هذه الطريقة تعتبر غير مثالية، وقد ثبت أن طريقة حقن الحيوان قبل الذبح من احسن الطرائق المؤثرة لادخال الانزيمات المحللة للبروتين في اللحم، وقد استعمل تركيز (٥ -١٠)%، من انزيمات التطرية، اما الكمية التي حقنت فهي حوالي (١.٢٥) ملغم /كغم من الوزن الحي، علما ان الكمية تختلف تبعا للانزيم المستعمل، وبصورة عامة تذبح الحيوانات بعد معاملتها بالانزيم من (١ - ٣٠) دقيقة، كذلك فان الانزيمات المحللة للبروتينات والموجودة بصورة طبيعية في اللحم (الكاثبسينات) لها دور ايضا في زيادة الطراوة اثناء التعتيق، ومن الانزيمات النباتية المستعملة البابين (Papain)، والبروميلين (Bromelin)، والفيسين (Ficin).

ان تأثير بعض الانزيمات التي استعملت في تطرية اللحوم، تتمثل في ان الانزيمات المحللة للبروتين من اصل بكتيري وفطري تؤثر في بروتينات الالياف العضلية فقط، بينما التأثير المفضل للانزيمات المحللة للبروتين التي هي من اصل نباتي فهو في الياف الأنسجة الرابطة، حيث تعمل الأنزيمات في البداية على كسر السكريات المضاعفة المخاطية للمواد الأساسية ومن ثم تحول بقوة الياف الأنسجة الرابطة الى كتلة غير محدودة الشكل.

محاضرات تصنيع اللحوم والاسماك/ الجزء النظري
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة التاسعة

حفظ اللحوم باستخدام الحرارة العالية (التعليب)

تستخدم المعاملة الحرارية في حفظ اللحوم ومنتجاتها، حيث تتسبب في قتل الأحياء المجهرية المسببة للتلف وفي الوقت نفسه فإن الحرارة تثبط مفعول الأنزيمات الموجودة في اللحوم وتستخدم طريقتان للمعاملة الحرارية الأولى هي البسترة، حيث تستخدم حرارة معتدلة تقتل قسما من الأحياء المجهرية وتعمل على اضعاف مجموعة أخرى وهذه المنتوجات تستخدم لفترة قصيرة ويجب استعمال التبريد عند الخزن وعادة عند البسترة تصل درجة الحرارة في المنتوجات الى (58 – 75)°م، اما الطريقة الثانية فهي استخدام حرارة اعلى اي التعقيم وهذه الحرارة كافية لإتلاف الأحياء المجهرية واغلب سبوراتها والمنتوجات المعقمة يمكن خزنها لفترة طويلة بدون تبريد.

من اجل خزن اللحوم لفترة طويلة وبحالة جاهزة للاستهلاك يستخدم التعليب في أواني مختلفة، والاساس في هذه العملية أن اللحم يتم تسخينه لفترة معينة وفي درجة حرارة عالية داخل علب مسدودة سدا محكما، وبهذه الطريقة يتم القضاء على الأحياء المجهرية كما يتم منع التلوث فيما بعد في اللحم والتي تعتبر العامل الرئيسي في تلف وفساد اللحوم، وتعتبر معلبات اللحوم ومنتجاتها ذات قيمة غذائية عالية ونوعية جيدة ومعلبات اللحوم المصنعة بصورة صحيحة، يمكن حفظها فترة طويلة من الزمن، وهذا ما يميز هذه الطريقة من الحفظ عن طريقتي التبريد او التجميد، ومن الممكن تقسيم معلبات اللحوم ومنتجاتها إلى نوعين حسب المعاملة الحرارية، وهما البسترة، والتي تقضي على قسم من الأحياء المجهرية باقل ما يمكن من التلف، والتعقيم، الذي يقضي على جميع البكتريا ولكنه يؤثر في نوعية اللحم.

ان المادة الخام لمعلبات اللحوم يمكن أن تكون من لحوم الأبقار والأغنام والطيور، ويمكن أن تعلب هذه المواد باستخدام محلول معين او بدونه، كما يمكن أن تكون اللحوم مسلوقة أو مقلية أو مملحة، وتعتبر اللحوم ذات السمنة المتوسطة والتي تؤخذ من قطيع صحي وبعمر الذبح احسن مادة خام للتعليب، وفي التعليب يستخدم اللحم الطازج او المبرد او المجمد، شرط أن لاتزيد مدة الخزن بالتجميد عن (٦) اشهر ولم يتم تجميدها مرتين، حيث تفقد كمية كبيرة من العصارة وتصبح غير جيدة، كما يجب أن تكون اللحوم المعلبة نظيفة غير ملوثة ولا تحتوي على عظام وغضاريف، كما يمكن في بعض الأحيان وحسب الحاجة اضافة الدهون الى المعلبات وكذلك ملح الطعام وبعض التوابل.

اما العلب المستعملة في صناعة تعليب اللحوم، فاما ان تكون معدنية او زجاجية، اذ تصنع المعدنية من الحديد على شكل صفائح مغطاة بطبقة رقيقة من القصدير من الجهتين للحفاظ عليها من الصدأ، وهذه الصفائح يجب ان تكون مصقولة وبدون اعوجاج او خدش في طبقة القصدير وبدون مناطق عبر مطلية، وعادة يستعمل طلاء خاص لعلب اللحوم.

أما مواد الطلاء التي تستعمل في صناعة التعليب فيجب أن لاتكون مضرة لجسم الانسان ومقاومة كيميائيا وتتحمل ظروف التعقيم ولا تعطي المادة الغذائية طعما غريبا، وتتحمل الانجماد وتلتصق جيدا بالمعدن، وقوية وصلبة الى حد ما بحيث تتحمل الطبع والغلق، ومواد الطلاء هي محاليل من الصموغ الراتنجية مذابة في مذيبات عضوية او من مواد اخرى، ويتم انتقال الحرارة عند تعليب اللحم بثلاثة طرائق وهي التوصيل والحمل والاشعاع.

ان العمليات التكنولوجية لانتاج معلبات من اللحوم تشمل: تحضير المادة الخام والمواد الأخرى المضافة ووضعها في العلب حسب نوع المعلبات المطلوبة وطرد الهواء وغلق العلب والتعقيم والتبريد وفترة الحضن والعزل ووضع العلامات والتعبئة في صناديق كبيرة ومن ثم الخزن والتسويق، وهذه تسمى بخطوات تعليب اللحوم وكما يأتي:

١ - تحضير المادة الخام والعلب: اذ توزن اللحوم، بعد ذلك تؤخذ للتصنيع بعد أن يتم التأكد من نظافتها ومن ثم تقطع إلى قطع مختلفة حسب الحاجة، وعادة تزال الأنسجة الرابطة الواضحة والغضاريف من لحوم الأغنام والابقار المستخدمة للتعليب، اما تحضير العلب فيمكن أن يتم في معمل التعليب او تصنع في معامل خاصة، وتنقل إلى معامل التعليب وفي هذه الحالة يفضل أن يكون اتجاه فتحة العلبة الى الاسفل للتقليل من تلوثها بالاتربة والأوساخ اثناء النقل، ويجب أن تكون عملية نقلها متقنة لمنع حدوث أي ضرر فيها، وعند استخدامها للتعبئة وكذلك العلب التي تصنع في معمل التعليب نفسه، فيجب تنظيفها وغسلها لتخليصها من الأتربة والاوساخ العالقة بها ومن ثم يتم تعقيمها بالبخار او الماء الساخن مباشرة قبل التعبئة.

٢ - التسخين الأولي (Blanching): وهو عبارة عن تسخين لمدة قصيرة يستخدم لانواع مختلفة من معلبات اللحوم، ويفقد جزء من ماء اللحوم في عملية التسخين وقد يصل الى (40 – 45)%، وزنا او حوالي (30)%، حجما بسبب التبخر، والتسخين الاولي يمكن ان يتم بواسطة البخار او بالماء او بواسطة حساء اللحم نفسه، اذ يضاف في البداية الى اللحم الذي يوضع في اناء خاص حوالي (4 – 6)%، ماء، وتتم العملية في المحلول نفسه للوجبات الاخرى، حيث ان الماء الذي سيخرج من اللحم يعادل تقريبا الكمية التي ستتبخر.

٣ - تحضير الخضر: في حالة استخدام بعض الخضر في تعليب اللحوم مثل الفاصوليا والباذنجان والباميا وغيرها، فانها تعزل جيدا وتصنف ومن ثم تغسل جيدا، وقسم منها تنقع لفترة من الزمن أو تمر بمرحلة التسخين الاولي.

٤ - تحضير المواد للتعبئة: حيث تأتي العلب المفحوصة إلى المحل المخصص لهذه العملية، وهي مسدودة سدا محكما من جهة واحدة وتكون مغسولة ومعقمة وفي الوقت نفسه تكون اغطية هذه العلب جاهزة وتتم العملية نفسها بالنسبة إلى العلب الزجاجية، أما العلب الزجاجية التي تستخدم للمرة الثانية فتغسل عادة في البداية بمحلول قاعدي تركيزه (3)%، ولمدة دقيقتين بعد ذلك تغسل بالماء الحار ثم تتم التعبئة بالمادة والتي يجب أن تتم في فترة لا تزيد عن (5 – 10) دقيقة، بعد التحضير وعادة توضع في العلبة المواد الرئيسية التي هي اللحم، والمادة الخام النباتية، والملح والتوابل التي يتوقف نوعها على نوع المعلبات.

٥ - سحب الهواء من داخل العلبة قبل غلقها (Exhausting)، ومن ثم الغلق: اذ ان بقاء هذا الهواء داخل العلب يؤدي إلى صدأ الجزء الداخلي كما انه يقلل من معامل التوصيل الحراري داخل العلبة ويساعد على نمو الاحياء المجهرية الهوائية ويرفع من الضغط الداخلي للعلبة اثناء التعقيم، وهذه العملية يمكن انجازها اما بواسطة تسخين الحساء قبل تعبئته او تسخين محتويات العلبة الى حوالي (90)°م، قبل الغلق، حيث تضمن هذه العملية طرد معظم الهواء، او تستخدم الطريقة الميكانيكية وهي سد العلب تحت التفريغ والتي تقوم في آن واحد بسحب الهواء من داخل العلبة وغلقها، او ان تستخدم الطريقتان السابقتان في آن واحد.

٦ - التعقيم: تعتبر هذه العملية من اهم عمليات صناعة التعليب وتستعمل فيها درجات حرارية عالية تؤدي إلى القضاء على الأحياء المجهرية، كما انه من الممكن أن تضمن القضاء على اكثر السبورات المقاومة بواسطة التسخين الرطب إلى درجة حرارة عالية نوعا ما، وكما معلوم ان مقاومة سبورات الاحياء المجهرية للحرارة تتوقف على مجموعة عوامل منها، نوع الكائنات الحية وظروف نموها واعدادها ودرجة تلوث المنتوج، واستمرارية التعقيم والخصائص الكيميائية للمنتوج والتي تشمل (الحموضة واحتواء الدهن وملح الطعام)، والخصائص الفيزيائية والتي تشمل (اللزوجة والتوصيل الحراري والكثافة)، وقد تبقى بعض الاحياء المجهرية المقاومة للحرارة في بعض انواع المعلبات بعد التعقيم وهذه تستطيع ان تسبب تلف المعلبات، اذ يلاحظ (Cl. sporogenes)، غالبا، وكذلك من الاحياء المجهرية المقاومة (Cl. botulinum)، وان قسما من هذه الاحياء المجهرية ينمو اثناء الخزن في حالة توفر الظروف المناسبة، مما يؤدي الى تلف المعلبات.

ان ثبات الاحياء المجهرية تجاه الحرارة يتوقف على الخصائص الفيزيائية والفيزيوكيميائية للمادة المعقمة، كما ان تفاعلات الوسط لها دور اساسي في هذا الموضوع، فأكثر السبورات تكون لها مقاومة

كبيرة للتسخين في تفاعلات الوسط القريبة من التعادل، كما ان للدهون تأثيرا كبيرا في ثبات السبورات تجاه التسخين، اذ تستطيع الدهون ان تكون طبقة على سطح السبور تسبب في عزله عن الرطوبة المحيطة، عندئذ ستكون هناك حاجة الى فترة زمنية اكثر ودرجة حرارة اعلى للقضاء عليه.

ان اهمية التسخين ليس فقط بالنسبة الى الاحياء المجهرية، بل ايضا للسموم التي تفرزها وبصورة خاصة بعض انواع الـ (Cl. botulinum)، والبكتريا من مجموعة السالمونيلا والستافيلوكوكس اوريوس، فالسموم التي تفرزها البوتيولينم تكون قليلة المقاومة للتسخين نسبيا، اذ ان التسخين الى (80)°م، لمدة (15 – 30) دقيقة، يكفي لتثبيط فعاليتها، اما البكتريا من مجموعة السالمونيللا والـ (Staph)، فانها لا تكون سبورات، والقضاء عليها يحتاج الى اقل من (100)°م.

يتم التعقيم في قدور تحت ضغط البخار، حيث تكون الحرارة فيها بين (115 – 120)°م، او اكثر، وهذه الاجهزة قد تكون عمودية او افقية ومجهزة بالمانوميتر وبمحرار للسيطرة على كل من ضغط البخار والحرارة، وعند اجراء التعقيم فانه من الضروري طرد الهواء كليا من داخل جهاز التعقيم اولا، حيث ان الهواء يختلط بالبخار ويؤدي الى تكوين جيوب هوائية تسبب عدم اجراء التسخين بصورة متساوية لجميع العلب داخل الجهاز.

ان تلف المعلبات بسبب التعقيم غير الكامل ناتج عن بقاء قسم من الأحياء المجهرية ويكون البعض منها غازات مثل غازات ثنائي أوكسيد الكاربون والهيدروجين والنتروجين وتسبب انتفاخا في العلب، وفي هذه الحالة من السهولة الكشف عن التلف من المظهر الخارجي، اما عند عدم تكون الغاز فان العلب لاتنتفخ ويتم تثبيت التلف مختبريا.

٧ - التبريد: تبرد المعلبات بعد عملية التعقيم مباشرة بواسطة الماء البارد وهي داخل اجهزة التعقيم، ومع انخفاض درجة الحرارة داخل العلب فان الضغط ينخفض ايضا، وعندما يصل الضغط اقل من الضغط الجوي، ففي هذه الحالة يمكن ان يدخل الماء والأحياء المجهرية الى داخل العلب فيما اذا كانت هنالك فتحة صغيرة جدا في جسم العلبة او غطائها، وبصورة عامة، فان سرعة التبريد وانخفاض الضغط يتوقفان على نوع المعلبات، حيث أن المعلبات التي تكون فيها دهون بنسبة كبيرة يكون تبريدها بطيئا، كذلك تتوقف سرعة التبريد على طريقة التسخين ودرجة حرارة المادة المبردة والمادة المستخدمة في التبريد فالتبريد بالماء يتم بسرعة اكثر من التبريد بالهواء.

٨ - فترة التحضين: والتي تسمى (Incubation period)، للتأكد من أن المنتوج سليما وصالحا، توضع العلب او نماذج منها لمدة أسبوعين الى اربعة اسابيع في درجة حرارة (37)°م، تقريبا وبصورة عامة ان فترة التحضين تعتمد على المنتوج.

٩ - العزل ووضع العلامات: يتم العزل بالنسبة إلى العلب التي حصل فيها انتفاخ، كما تعزل العلب المشوهة والعلب قليلة الوزن ولاتطابق المواصفات وبعد ذلك توضع العلامات على العلب السليمة وتكتب عليها المعلومات كاملة فيما يتعلق بمحتويات العلبة والمعمل والمنشأ .... الخ، كما توجد معلبات كثيرة تكون العلامات عليها مطبوعة اصلا على العلبة.

١٠ - التغليف والخزن: تغلف العلب بوضعها في صناديق خشبية او من الكارتون، وفي الوقت الحاضر تغلف العلب (مجاميع صغيرة) بالبولي اثيلين بدلا من الخشب او الكارتون وبعد ذلك ترسل للخزن حتى الاستهلاك.

اثناء تعليب اللحوم في درجة حرارة عالية تحدث تغيرات كبيرة في البروتينات والتي يمكن أن تحدث في اتجاهين رئيسيين: الأول هو تحلل البروتينات ومواد تحللها ويتجمع النتروجين الاميني في درجة اعلى من (120)°م، أما الثاني فهو هدم بعض الحوامض الامينية وبروتينات اللحوم مع تحلل بعض المجاميع مثل (SH)، في السستين، اما بالنسبة إلى المواد المستخلصة فتغيراتها تكون باتجاهين، من جهة تتجمع بسبب تحلل الارتباطات ذات الوزن الجزيئي العالي، ومن جهة اخرى تقل بسبب تحللها نفسها تحت تاثير التسخين، فاذا كانت سرعة تكوينها اكبر من سرعة تحللها عندئذ تزداد كميتها، واذا كانت العملية بالعكس، تقل.

اما بالنسبة إلى تغيرات المواد الدهنية، ففي درجات الحرارة العالية يزداد الرقم الحامضي ويقل الرقم اليودي، وانخفاض الرقم اليودي يشير الى تشبع الأواصر المزدوجة للكليسيريدات الثلاثية والتي يمكن أن تكون مجاميع (OH)، ويمكن ايضا تشبع الأواصر المزدوجة نتيجة لبلمرة الكليسيريدات الثلاثية ، وفي كلا الحالتين تقل القيمة البايولوجية للدهن.

الحفظ بالتمليح

تعتبر طريقة التمليح من اقدم طرائق الحفظ، وتكتسب اللحوم اثناء عملية التمليح مجموعة من الخواص الجديدة والمفيدة والتمليح يستمر من (١) ساعة الى (7) يوم، اذا كان قصيرا، اما التمليح الطويل فيستمر الى حوالي (٦٠) يوما، والتمليح وسيلة للحصول على منتجات خاصة ذات نكهة معينة، حيث تحدث تغيرات مختلفة تؤدي إلى تكون طعم ورائحة خاصة مميزة للمنتجات المملحة، واذا استعمل الملح بتركيز (10 – 15)%، يتوقف نمو معظم الأحياء المجهرية المسببة للفساد ولكن بعض الاحياء المجهرية المحبة للملوحة تنمو مع وجود الملح، والمعنى العام للتمليح (Salting)، هو اضافة ملح الطعام، اما في حالة استخدام مواد اخرى غير ملح الطعام مثل النترات والنتريت والسكر فالعملية تصبح تقديدا (Curing)، اذ يعد ملح الطعام مادة حفظ خفيفة ويضيف نكهة، في حين تعد النترات والنتريت مواد حافظة ولها فعالية ضد التسمم البوتيوليني حيث ان املاح النتريت تثبط انتاج السم من

(Cl. botulinum)، وتعمل هذه المواد على تثبيت اللون الاحمر، اما السكر فيساعد في تثبيت اللون وايضا يضيف نكهة، اما لتوابل فتضاف بصورة رئيسة للنكهة.

يمكن تقسيم منتجات التمليح حسب نوع المادة الخام ودرجة السمنة، ونوع التقطيع أو القطع وطريقة التمليح المتبعة، ونوع المعاملة الحرارية، والتمليح عبارة عن عملية تنافذ ازموزي، ونتيجة لذلك يدخل الملح إلى عمق الأنسجة العضلية ويخرج جزء من الماء من العضلة وكذلك جزء من المواد المستخلصة والبروتينات الذائبة، وتوجد طرائق مختلفة في الصناعة لمعاملة اللحوم بالتمليح منها، التمليح، والتمليح مع الغلي، والتمليح مع التدخين والتمليح مع التدخين والغلي، والتمليح مع التسخين والتجفيف، وفي هذه الحالة يمكن أن يكون التمليح شديدا باستعمال كمية كبيرة من الملح أو ضعيفا باستعمال كمية قليلة منه.

عند تلامس المحلول الملحي مع اللحوم يحدث بينهما التنافذ، فالملح الذي يدخل الى الانسجة، يجفف اللحوم جزئيا كما ان زيادته تمنع نمو الأحياء المجهرية المسببة للتلف.

ان سرعة نفوذ الملح يكون لها دور مهم في عملية التمليح، والتي تعتمد على تركيز الملح في المحلول وعلى درجة الحرارة اثناء عملية التمليح، فكلما كان تركيز الملح عاليا ودرجة الحرارة أثناء التمليح مرتفعة، كلما كان نفوذ الملح الى داخل الأنسجة اسرع، وان درجة الحرارة المثلى للتمليح هي (2 – 4)°م، واذا ارتفعت درجات الحرارة عن هذا الحد تصبح ملائمة لنمو الاحياء المجهرية والتي تسبب التلف، اما اذا انخفضت فانها تبطئ من العملية وتجعل التمليح غير كافي أو غير متجانس.

يتم نضج اللحوم اثناء التمليح، وبذلك تكتسب نكهة خاصة وتكون اكثر تماسكا، وتزداد خاصية الأنسجة على الانتفاخ، ويعتقد أن اكتساب اللحوم المملحة للنكهة الخاصة هو نتيجة للتأثير المشترك لأنزيمات الانسجة العضلية والاحياء المجهرية بوجود ملح الطعام، وبسبب التمليح تزداد قابلية اللحوم على امتصاص الرطوبة والتي تزداد مع زيادة استمرارية التمليح، وهذا يعلل أن الملح الذي يدخل في اللحم يكون معقدا مع البروتين والذي يسبب ضغطا أزموزيا اكثر من ضغط المحلول الخارجي.

ان تأثير الملح كمادة حافظة يتمثل في ايقاف نمو الاحياء المجهرية المسببة للتلف وهذه الخاصية تظهر في تركيز (10 – 15)%، أما المحاليل ذات التركيز الاعلى (20 – 25)%، فلها المقدرة على القضاء على البكتريا المرضية ولكن لاتقضي تماما على الأحياء المجهرية في اللحوم، ويعزى تأثير ملح الطعام المثبط للبكتريا انه يكون ضغطا ازموزيا عاليا يسبب بلازموليزس للخلايا البكتيرية وذلك لكون الأنسجة العضلية يكون فيها تركيز عالي من الملح اكثر من خلايا البكتريا وان اغلب جدران خلايا البكتريا هي نصف نفاذة وتسمح للماء بالنفاذ وليس الملح، عندئذ سينفذ الماء من المحلول الاقل كثافة الى الأكثر كثافة، ويعتبر ايون الكلور ساما للميكروبات، كما وان الملح يقلل من

ذوبان الاوكسجين في الماء في انسجة العضلة فتقل استفادة المايكروبات الهوائية منه، كما انه يثبط تأثير انزيمات المايكروبات المحللة للبروتين فلا يتحلل اللحم بسرعة.

اضافة الى ذلك فان بعض صفات اللحم تتحكم في تأثير الملح في الأحياء المجهرية ومن تلك الصفات هي قلة كمية الماء وزيادة مستوى النترات والنتريت والخزن بالتبريد والأس الهيدروجيني القليل، وتعتبر تغيرات اللون والرائحة من التغيرات المهمة في اللحوم عند التمليح فبسبب تأثير عناصر مزيج التمليح في البروتينات والمركبات الأخرى في الأنسجة العضلية فان العمليات الحيوية تتغير بصورة اساسية ولكن هذه العمليات لاتتوقف، كما أن التفاعلات الكيميائية التي تحدث في اللحوم تثبط انزيمات التحلل والانزيمات الأخرى، فعند تمليح اللحوم يقل النشاط الانزيمي للمايوزين، حيث يثبط ملح الطعام بتركيز (2 – 3)%، المايوزين، كما أن التركيز العالي للنتريت ايضا يثبط نشاط الإنزيم نهائيا.

ان الأس الهيدروجيني للمحلول الملحي له تأثير كبير في العمليات التي تحدث اثناء التمليح وكذلك جهد التأكسد الاختزالي، اذ يتراوح الأس الهيدروجيني للمحلول الملحي بين (6 – 7)، ويلاحظ انحرافه الى الاتجاه القاعدي بتأثير الأحياء المجهرية التي تسبب هدم البروتينات وتجمع مواد التحلل التي تسبب تلف المحلول الملحي، فبسبب نمو الاحياء المجهرية التي تؤكسد حامض اللاكتيك، يقل جهد التأكسد الأختزالي ويلاحظ التحلل غير المرغوب للنترات والنتريت، ويتغير لون اللحوم بتغير صبغتي المايوكلوبين والهيموكلوبين، تحت تأثير ملح الطعام إلى ميت مايوكلوبين وميت هيموكلوبين ويصبح اللون بنيا ولتجاوز هذا التغير تعامل اللحوم بالنترات والنتريت.

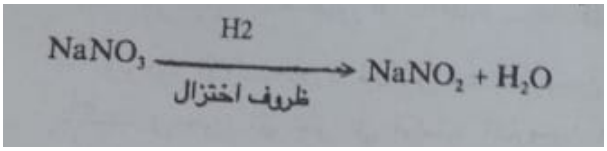
تحدث دنترة المايوكلوبين عند المعاملة الحرارية للمنتجات المملحة ويتبع ذلك تحلل الهيم الذي يتفاعل بسهولة مع مختلف المواد النتروجينية مثل الحوامض الامينية ويتكون هيموكروموجين، والحديد الثنائي للهيموكروموجين حساس جدا للاكسدة مقارنة مع حديد المايوكلوبين ولهذا السبب فإن اوكسجين الاوكسي مايوكلوبين غير الثابت والذي ينفصل بسهولة عند الدنترة، يؤكسد حديد الهيموكروموجين الى حديد ثلاثي ويؤثر في حلقة البورفيرين، وان اكسدة الحديد هذه تؤدي إلى تحويل الهيموكروموجين الى بارا هيماتين ذي الوان مختلفة.

على الرغم من فوائد الملح الكثيرة في التقديد لكن له مساوئ منها الاكسدة لأن الملح يسبب تعجيل عمل انزيم (Lipoxidase)، الموجودة في العضلة، حيث يشجع الملح على التزنخ، ويقلل من فترة خزن منتوجات اللحوم، وبخاصة المنتوجات المجمدة، كما أنه يسبب دكانة لون اللحوم الطازجة.

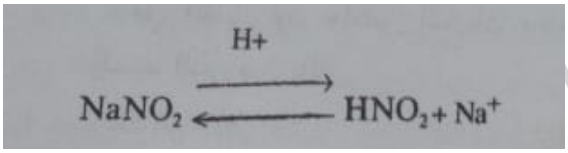
بصورة عامة فإن التحولات الكيميائية المرتبطة بظهور اوكسيد النتروجين هي كالآتي:

١ - اذا استخدمت النترات (Nitrate)، في التمليح فإنه تحت تأثير نشاط البكتريا المحللة للنتروجين الموجودة في المحلول الملحي تختزل الى نتريت (Nitrite)، والاختزال البكتيري يتم بواسطة

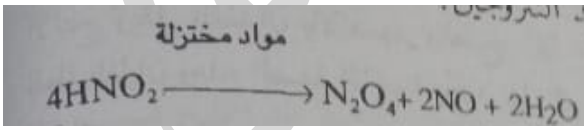
(Achromobacter) او (Micrococcus)، اذ يستخدم نتريت الصوديوم ونادرا ما يستخدم نتريت البوتاسيوم والاول يذوب جيدا في الماء، وكما في المعادلة التالية



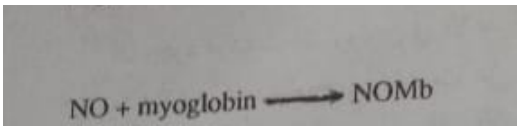
٢ - في الوسط الحامضي المميز للحوم الطازجة فإن النتريت المتكون يتحلل إلى حامض النتروز بتأثير انزيمات الاحياء المجهرية، وكما في المعادلة التالية



٣ - يتم اختزال حامض النتروز المتكون بعدئذ تحت تأثير المواد المختزلة الموجودة في المادة او تحت تأثير الأحياء المجهرية ويتحول الى اوكسيد النتروجين، وكما في المعادلة التالية



٤ - ان اوكسيد النتروجين المتكون يدخل في تفاعل مع المايوكلوبين ويتحول الى اوكسيد النتروجين مايوكلوبين أو ما يسمى بالنايتروزومايوكلوبين وهذا التفاعل يتم في أس هيدروجيني يتراوح بين (5 – 5.4)، والناتج هنا يمكن أن يتأكسد إلى ميت مايوكلوبين ذو اللون غير المرغوب ومن اجل هذا التفاعل فإن اللحوم المقددة تغلف بغلاف غير نفاذ للاوكسجين، وكما في المعادلة التالية



أن تحولات النترات تتم خلال النتريت ولهذا السبب يفضل استخدام النتريت عند التمليح لفترة قصيرة لأن المنتوج يكتسب بسرعة الصبغة المطلوبة، أما عند التمليح لفترة طويلة فينصح باستعمال النتريت مع النترات من اجل الحصول على صبغة اكثر ثباتا.

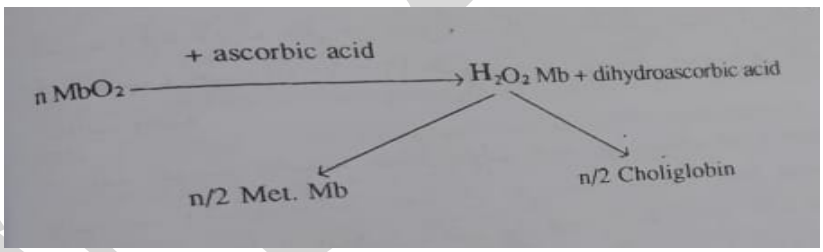
ان استخدام كمية زائدة من النتريت يسبب ما يسمى بحرقة النتريت (Nitrite burn)، حيث يتكون لون مخضر، ويلاحظ بكثرة في المنتوجات المتخمرة بسبب انخفاض الأس الهيدروجيني مع وجود النتريت، كما أن مستواه العالي يعتبر ساما ولهذا تم تحديد الحد الأعلى منه في الدول المختلفة، وان مقدار (0.6 – 1.5) غم، يعتبر خطر للبالغين و (0.2 – 0.3) غم، خطر للاطفال،

د. عدي حسن الجماس

محاضرات تصنيع اللحوم والاسماك/ الجزء النظري
د. عدي حسن الجماس
المحاضرة العاشرة

المواد المستعملة في عملية تقديد اللحوم

من اجل الاسراع في تكون اوكسيد النتروجين اثناء عملية تقديد اللحوم، تم استعمال مواد اختزال فعالة عند التقديد والتي تضمن في الوقت نفسه ثبات الصبغة، ومن اكثر المواد المستعملة لهذا الغرض هي املاح حامض الاسكوربيك التي تعتبر مادة مختزلة قوية وكذلك السكريات المختزلة، اذ تتفاعل املاح حامض الاسكوربيك مثل اسكوربيت الصوديوم (Sodium ascorbate)، مع الاوكسجين بسهولة ولهذا السبب فإن استعمال املاح حامض الاسكوربيك يعمل على الحفاظ على صبغة انسجة اللحم من الاكسدة بسبب امتصاصها للاوكسجين، كما وجد ان تفاعل حامض الاسكوربيك بتركيز عالي مع الأوكسي مايوكلوبين ينتج عنه تكون حامض الديهايدرواسكوربيك وكذلك يتكون بيروكسيد المايوكلوبين غير الثابت الذي من المحتمل ان يتحول فيما بعد الى كوليكلوبين و ميت مايوكلوبين، وكما في المعادلة التالية



ان التأثير الرئيسي لاستعمال الاسكوربيت يتمثل في ١ - له تأثير في اختزال الميت مايوكلوبين الى مايوكلوبين ولهذا فإنه يعجل من التقديد، ٢ - يتفاعل كيميائيا مع النتريت ويزيد من انتاج اوكسيد النتروجين من حامض النتروز، ٣ - زيادة كميته تعمل كمادة مضادة للاكسدة ولهذا فانه يعمل على تثبيت كل من اللون والنكهة ويحمي من الاكسدة، ٤ - مقاوم لتغير اللون عند الخزن الطويل.

يستخدم عادة بحدود (٥٠) غم من اسكوربيت الصوديوم لكل (١٠٠) كغم لحم، وأن نسبة كبيرة من هذه المادة تتحلل اثناء المعاملة الحرارية، وعليه يكون المتبقي منه في اللحم مساويا الى (٧) غم لكل (١٠٠) كغم، كما ان اضافة حامض الكلوتاميك واملاحه تزيد من فعالية الاسكوربيت.

ان ثبات لون منتجات اللحوم المقددة يتوقف على نوع السكر المضاف، وعادة يستخدم السكروز والكلوكوز ولكن الأخير اسرع تأثرا بالتحولات التأكسدية ولهذا السبب يستخدم الكلوكوز عند التقديد لفترة

قصيرة، وان ثبات اللون عند اضافة السكر يمكن أن يزداد بسبب تأثير السكر على نشاط البكتريا المحللة للنترات، وان دور السكر في عملية التقديد هو تحسين طعم اللحوم المقددة من خلال تخفيف قوة الملح وتقليل حدة مذاقه وزيادة ثبات اللون، وكذلك لنشاط بكتريا حامض اللاكتيك، اذ يحسن السكر من طعم اللحوم المقددة بصورة واضحة عندما يستخدم بنسبة لاتقل عن (1.5 – 2.5)%، من وزن اللحم، وهذا يتوقف على قوة التمليح في التقديد، اما اذا كانت الغاية من اضافة السكر هي تحسين اللون في اللحوم المقددة فعندئذ يكتفى بـ (0.2 – 0.26)%.

ان وجود السكر في المحلول الملحي المستخدم في التقديد يؤدي إلى تقليل نمو الأحياء المجهرية ونتيجة لذلك فان الأس الهيدروجيني للمحلول الملحي المستخدم في التقديد يبقى في مستوى غير ملائم لنمو الاحياء المجهرية التي تسبب التعفن، فمثلا يبدأ الأس الهيدروجيني للمحلول الملحي المستخدم في التقديد بعد ٣٠ يوما وبدون اضافة السكر بالزيادة من (6 – 7.3)، بينما ينخفض الأس الهيدروجيني في المحلول الملحي المستخدم في التقديد الذي يحتوي على السكر ويصبح في نهاية عملية التمليح للتقديد (5.7 – 5.8).

كذلك تضاف الفوسفات الى اللحوم المقددة مثل بولي فوسفات الصوديوم او البوتاسيوم من اجل رفع الأس الهيدروجيني وزيادة قابلية الاحتفاظ بالماء ويعتقد أن هذه الصفة الاخيرة مرتبطة برفع الأس الهيدروجيني وعدم التفاف بروتينات العضلات، وبهذا تصبح منتجات اللحوم المقددة اكثر قابلية للاحتفاظ بالماء وتقلل من الفقدان في المنتوج اثناء الطبخ مثل السجق (Sausage)، كما انها تحسن النسجة والطراوة والعصيرية في اللحوم المطبوخة، علما أن الفوسفات القاعدية تؤثر على تحسين صفة الاحتفاظ بالماء فقط اما الفوسفات الحامضية فتعمل على خفض الأس الهيدروجيني، والكمية المسموح باضافتها من الفوسفات هي (0.5)%، في المادة المنتجة، وان الفوسفات مثل كل الأملاح غير العضوية تعتبر سامة اذا استخدمت بزيادة، ونظرا لزيادة قابلية الاحتفاظ بالماء تتحسن عصيرية اللحوم وهذا مفضل لدى المستهلكين، ويقلل الفوسفات من وقت الطبخ وخاصة في الدواجن البالغة وكذلك تساعد على تثبيت مستحلب السجق، اذ ان الفوسفات الذي يعمل على زيادة الأس الهيدروجيني يزيد من ثباتية المستحلب وهذا مهم جدا في منتجات الاستحلاب التي لها خصائص ربط ضعيفة و/او تحتوي على كميات عالية من الدهن، وللفوسفات فائدة في زيادة استخلاص البروتينات الذائبة في الملح، كما ان لها خصائص مضادة للاكسدة وربما يتم ذلك بسبب قابليتها على الربط ويعتقد أن تأثيرها هو عزل حديد الهيم المحفز والمشجع للاكسدة وهي ارخص من اغلب مضادات الاكسدة، كما تضاف كلوتامات الصوديوم الاحادية (Monosodium glutamate)، لتحسين النكهة، بمقدار (0.1 – 1.5)%، من وزن المادة الخام.

ان ملح الطعام الذي يستخدم في عملية تمليح اللحوم يجب ان يكون من النوع الغذائي وناعم، وان لا تزيد نسبة الشوائب فيه على (1)%، نسبة إلى المواد الصلبة، ويجب أن يكون لونه ابيض وبدون اية رائحة غريبة، ونسبة الملح تكون (96.5 – 99)%، والرطوبة (0.5 – 3)%، أما النتريت والذي يستخدم على شكل محلول تركيزه (2.5 – ٥)%، فيجب أن يكون استخدامه بكميات محدودة جدا لأنها مادة سامة جدا، حيث يستخدم النتريت بمقدار (15) ملغم لكل (100) غم لحم، ويجب أن لا تزيد كمية النتريت عن (200) جزء بالمليون في المادة المنتجة بعد التقديد، حيث تتكون صبغات اخرى عند وجود زيادة في النتريت، وبسبب ذلك يتغير اللون الاحمر للحوم الى رمادي او اخضر.

في لحظة تلامس المحلول الملحي مع سطح اللحوم يحدث التنافذ الذي يؤدي إلى توزيع الملح والماء والمواد الذائبة للمادة، فالملح يدخل اللحم وتخرج الرطوبة إلى أن يتم التوازن، وهذا يتوقف على درجة الحرارة، كما تنتقل المواد البروتينية والمستخلصة والمعادن الى المحلول الملحي اثناء التمليح، علما أن كمية هذه المواد تتوقف على ظروف التمليح التي تشمل قوة وكمية المحلول الملحي واستمرارية التمليح، ويلاحظ ايضا فقدان بعض الفيتامينات الذائبة في الماء مثل حامض الفوليك بمقدار (35)%، وفيتامين (B1)، بمقدار (15 – 20)%.

يجب الإشارة إلى أن الماء يضاف ايضا في اغلب معاملات التقديد وتتلخص وظائفه في العملية المذكورة في ١ - تعجيل التقديد عند المقارنة مع التقديد الجاف، ٢ - زيادة العصيرية للحوم المقددة، حيث تكون الرطوبة في المنتوج النهائي اكثر مما في التقديد الجاف، ونظرا لرخص الماء وان المنتوج النهائي يقيم بالوزن عليه فإن كمية الماء المضافة يجب ان تحدد بتعليمات.

حفظ اللحوم بالتدخين

يعد التدخين من احدى طرائق حفظ الاغذية، واستعملت هذه الطريقة في حفظ اللحوم منذ ازمان قديمة جدا، ويعتمد التدخين على الفعل المضاد للاحياء المجهرية من المواد التي تتكون اثناء الحرق غير التام للاخشاب او نشارتها، وان المواد المتكونة اثناء الحرق المذكور عندما تخترق اللحوم تعطيها رائحة وطعما خاصين مع صبغة معينة، وتجعل اللحوم اكثر مقاومة للاحياء المجهرية، اذ تمتص قسم من مواد التدخين من قبل اللحوم وقسم منها يدخل في تفاعل كيميائي مع مكوناتها، والدخان المستخدم في هذه العملية عبارة عن مزيج معقد جدا يحتوي على مختلف المواد العضوية وبحالات مختلفة، وان الخشب يحتوي على (40 – 60)%، مواد سليلوزية، و (20 – 30)%، مواد هيميسليلوزية، و (20 – 30)%، لكنين، والتدخين يشمل مرحلتين الأولى تشمل تخثر بعض المواد على السطح الخارجي للمادة، والثانية نفوذ قسم من مواد التدخين الى الداخل، حيث تترسب بعض المواد الطيارة للدخان على سطح اللحوم واخرى تخترق اللحوم الى العمق، ففي بداية التدخين يكون تركيز مواد الدخان على الطبقة السطحية اكثر مما في العمق، وتتوقف سرعة نفاذ مواد التدخين على العوامل التالية ١ - تركيز

الدخان ٢ - مدة التدخين ٣ - درجة حرارة التدخين ٤ - الرطوبة النسبية في وسط التدخين ٥ - قوام اللحوم والأسماك المدخنة ٦ - كمية الرطوبة في المادة المدخنة ٧ - النسبة بين الأنسجة العضلية والانسجة الدهنية ٨ - مسامية الطبقة السطحية وسمكها ٩ - المعاملات المختلفة التي تجرى على اللحوم قبل تدخينها ١٠ - طريقة التدخين المستخدمة.

ان التأثير الحافظ للتدخين هو تجفيف المنتوج، وخاصة السطح الخارجي، كذلك بسبب زيادة تركيز الأملاح فإن نشاط الاحياء المجهرية يتوقف، كما أن المعاملة الحرارية تقضي على جزء كبير من المكروبات على سطح اللحوم وفي عمقها، إلى جانب ذلك فإن لمواد التدخين تأثيرا مضادا للسبورات والاحياء المجهرية، حيث أن للفينولات والالديهايدات تأثير اساسي ضد البكتريا، كما أن تأثير مواد التدخين ينحصر في دنترة البروتينات و تثبيط نشاط انزيمات البكتريا، ما عدا ذلك، المواد الكيميائية الممتصة والمتحدة مع القشرة الخارجية والطبقة السطحية للحم (اضافة الى التجفيف) تجعل المنتوج في أمان من تأثير انزيمات المكروبات في حالة التلوث بعدئذ.

ان تدخين اللحوم في درجة حرارة عالية (40 – 90)°م، يرافقها دنترة جزئية للبروتينات بسبب التسخين، وتتحرر مجاميع (SH)، ومجاميع الكاربوكسيل والمجاميع الامينية والتي تدخل في تفاعل مع المواد الطيارة للدخان، وبسبب ذلك يحدث تخثر لجزء من البروتينات في الساركوبلازم والليفات العضلية ولهذا السبب تقل قابلية الانسجة على الاحتفاظ بالماء، اضافة الى ذلك فان القشرة الخارجية تفقد الماء وفي نهاية التدخين يتغير بناء اللحم بقوة وتصبح القشرة رقيقة وشبه شفافة.

طرائق التدخين

من طرائق تدخين اللحوم التدخين في مجال كهربائي ومن مميزات هذه الطريقة:

١ - اختصار مدة المعاملة بالتدخين، ٢ - تجانس توزيع الدخان، ٣ - زيادة كفاءة استخدام الدخان ٤ - التوفير في كمية الخشب المستخدمة، والفكرة الرئيسة لهذه الطريقة هي تحريك الجسيمات في المجال الكهربائي في اتجاه الأقطاب التي تخالف شحنتها وعليه فاذا تم توصيل اللحوم بالالكترون الموجب وكانت شحنة جزيئات الدخان سالبة، فان جزيئات الدخان تترسب على سطح اللحوم بالتساوي، وتتوقف درجة نفاذية مركبات الدخان داخل أنسجة اللحم على مقدار الدخان المترسب والذي يتوقف على درجة تركيز الدخان وسرعة حركة الدخان وشدة المجال الكهربائي والمسافة بين الالكترودات، وتستغرق عملية التدخين في المجال الكهربائي من (5 – 10) دقائق، اما عيوب هذه الطريقة فهي ان سطح المنتجات غالبا ما يغطى بطبقة من السناج في حالة احتواء الدخان على نسبة كبيرة منه، ولذلك ينصح باجراء عملية غسيل للدخان بالماء، وهذه المعاملة تؤدي إلى فقد جزء من الفينولات والأحماض القابلة للذوبان، اما الطريقة الأخرى فهي التدخين السائل أو طريقة التدخين بدون دخان، حيث يستخدم فيها مستحضرات خاصة تعرف بمستحضرات التدخين، وتمتاز هذه الطريقة

بامكانية التحكم في نسبة مركبات الدخان، حيث يمكن توفير الوقود والمجهود، كذلك يمكن تركيب سائل التدخين بسهولة من مواد كيميائية نقية بحيث لا يحتوي على اية مواد من المركبات الضارة، وبالامكان اعادة استخدام السائل لان تركيبه اكثر ثباتا وكذلك لا يسبب تلوث كثير للبيئة كما أن استخدامه يكون اسرع، وهذه الطريقة اما تستخدم بواسطة غمر اللحوم في المستحضر او بواسطة الرش المباشر، والغمر يتم بعد تمليح اللحوم في محلول مخفف من هذه المستحضرات لمدة تتراوح بين عدة دقائق إلى عدة ساعات ثم تتلو ذلك معاملة المنتجات معاملة حرارية لغرض التجفيف، وبصورة عامة نستطيع أن نوجز تأثير التدخين كما يلي: ١ - التجفيف، ٢ - اعطاء خصائص ظاهرية مرغوبة، ٣ - اظهار او توضيح اللون داخل اللحوم المقددة، ٤ - اعطاء عامل مضاد للاكسدة في الدهون، ٥ - تشبع البروتينات الخارجية للحوم مع محتويات الدخان التي تكون كمواد مضادة للعفونة والفساد وضد الجراثيم، ٦ - تأثير قاتل في الأحياء المجهرية وخاصة اذا تمت العملية في درجة حرارة اعلى من (50)°م، ٧ - له فعل تطرية بسبب الرطوبة العالية لبيوت التدخين ٨ - تقليل كمية النتريت ومن المحتمل أن يتم هذا بسبب التفاعل مع البروتين الذي يتم في درجات الحرارة العالية، ٩ - اعطاء ناتج نهائي مرغوب، ١٠ - تكوين اللمعة على السطح الخارجي.

فيما يتعلق بتأثير التدخين في القيمة الغذائية فان المواد الفينولية والبوليفينولات تتفاعل مع مجاميع الكبريت في البروتين وان مجاميع الكاربونيل في الدخان تتفاعل مع المجاميع الأمينية وان كلا هذين التفاعلين يقللان من القيمة الغذائية للبروتين بسبب احداث فقدان في الحوامض الأمينية وخاصة اللايسين.

كما أن التدخين يسبب تلف الثايامين ولكن تأثيره قليل في النياسين والرايبوفلافين، وأضافة الى ما تقدم فان للتدخين فوائد تغذوية، حيث أن الخصائص المضادة للاكسدة الموجودة في الدخان تساعد على ثبات الفيتامينات الذائبة في الدهن وتمنع الأكسدة السطحية للحوم.

حفظ اللحوم باستخدام المواد الحافظة

ان المواد الكيميائية الحافظة هي عبارة عن مواد تضاف الى الاغذية من اجل اطالة فترة خزنها فلهذه المواد المضافة القابلية على القضاء على الأحياء المجهرية او ايقاف نموها، واستخدام هذه المواد في اللحوم يجب أن يكون محدودا بحيث لا يؤثر على صحة الانسان، حيث تكون سامة للأحياء المجهرية ومضرة للانسان والحيوان في الوقت نفسه، ولهذا السبب تستخدم بتركيز قليل، وتأثير المواد الكيميائية الحافظة مختلف، فقد تؤثر على غشاء خلية الكائن الحي، الذي يتوقف عليه تبادل المواد مع الوسط المحيط، او انها تجلب الضرر لانزيمات الاحياء المجهرية، وفي كل الحالات يتأثر تبادل المواد الذي يسبب القضاء على نشاط الأحياء المجهرية او موت الخلية، كذلك يجب النظر الى المواد الكيميائية الحافظة ليس فقط من جهة اطالة عمر المادة الغذائية، بل من حيث كونها لا تؤثر

في النكهة واللون كما يجب ان يكون استخدامها اقتصاديا، وقد استخدمت مواد كيميائية حافظة كثيرة مثل بنزوات الصوديوم، والفورمالدهايد، وحامض الساليسيليك، والكبريت، وحامض البوريك والسوربيك والبروبيونيك وبعض املاح هذه الحوامض، وتؤثر كثير من العوامل في فعل هذه المواد المضاد للاحياء المجهرية مثل تركيز الاغذية وعدد الأحياء المجهرية وخصائص الوسط الغذائي، ومن اهم المواد الكيميائية الحافظة للحوم هي ١ - المواد المستخدمة في تقديد اللحوم، وهي مزيج من ملح الطعام ونتريت الصوديوم او نترات الصوديوم والسكر، كذلك مزيج التوابل الذي يضاف عند التقديد، اذ ان التركيز المستخدم لهذه المواد يكون له تأثير معقول كمواد حافظة، فملح الطعام في تركيزات كافية يثبط نمو المكروبات بسبب زيادة الضغط الاوزموزي للوسط او الغذاء، وهذا ينعكس على تقليل النشاط المائي (Water activity)، وتختلف مقاومة الاحياء المجهرية من بكتريا يثبط نشاطها في تركيز (2)%، وبكتريا أخرى وخمائر واعفان يمكن ان تنمو في تركيزات مختلفة من الملح بل وفي المحلول المشبع منه، ومن هذه الاحياء التي تقاوم التركيزات العالية للملح كثير من الـ (Micrococci)، وانواع من الـ (Bacillus)، فعند استخدام ملح الطعام للحفظ يتطلب وجود (9 – 11)%، في المنتوج النهائي وهذا أعلى من النسبة المتبعة حاليا عند التقديد (2 – 3)%، والتي تكفي لمنع نمو بعض الأحياء المجهرية ولهذا فان هذا المستوى له تأثير حفظي محدود، اما مقاومة الأحياء المجهرية للنتريت فتختلف، ففي الوسط الغذائي البكتريولوجي وفي ظروف خاصة فان اقل من (40) جزء بالمليون، من نتريت الصوديوم يثبط نشاط (Staphylococcus aureus)، وتأثير النتريت يتوقف على الأس الهيدروجيني للوسط، اما السكر فانه يتحول الى حامض اللاكتيك في السجق المتخمر وينخفض الأس الهيدوجيني، وبالنسبة للتوابل فان كثيرا من المواد الطيارة الموجودة فيها تؤثر في البكتريا، فزيت الخردل (Mustard oil)، و (Cinnamic aldehyde)، و(Allicin)، الموجودة في الثوم تعتبر كمثال للمواد التي تؤثر في البكتريا، وهذه التوابل لا يمكن اعتبارها كمواد كيميائية حافظة اذا استخدمت بالتركيز المحدد لكي تعطي النكهة للسجق واغذية اللحوم الأخرى، كما أن قسما منها له صفات مضادة للاكسدة.

٢ - دخان الاخشاب: ان مركبات الدخان من المواد الكيميائية المختلفة، ومايرافق التدخين من رفع درجات الحرارة في بيوت التدخين لها تأثير كبير للقضاء على الأحياء المجهرية التي تلوث اللحوم سطحيا.

٣ - الحوامض العضوية: لعدد من الحوامض العضوية وكذلك بعض الحوامض اللاعضوية الضعيفة، خصائص مضادة للبكتريا والاعفان، فالحوامض الدهنية مثل حامض الخليك يعتبر اكثر الحوامض شيوعا في حفظ الأغذية وخاصة السجق المخمر، وهذا الحامض يستعمل بتركيز عالي في درجة حرارة الغرفة، حيث ان اقل تركيز يعتبر ضروريا لحفظ السجق المخمر هو (3.6)%، وتعتبر بعض

الحوامض الدهنية في الحالات الحرة وخاصة حامض الكابرويك والكابريليك واللاوريك والميريستيك مثبطة لنشاط كثير من البكتريا، وكذلك الحوامض الدهنية غير المشبعة مثل الأوليك واللينوليك واللينولينيك التي لها تأثير في بعض البكتريا، ولكنها لا تستعمل في حفظ اللحوم وربما يعود السبب إلى النكهة، اما حامض السوربيك فيعتبر مادة كيميائية تؤثر بصورة جيدة في الفطريات، ويستخدم على نطاق واسع في الاغذية مثل الجبن والمخللات ومنتجات الليمون والماركرين، ففي تركيز (0.05)%، يثبط هذا الحامض نمو الاعفان والخمائر وبعض البكتريا الهوائية، اما بكتريا حامض اللاكتيك والاحياء المجهرية اللاهوائية، فتقاوم التركيزات العالية منه، ولهذا الحامض تأثير مفيد على بعض اللحوم الحمضية وخاصة السجق المخمر.

٤ - استعمال ثنائي اوكسيد الكاربون والاوزون: تثبط التركيزات العالية من ثنائي اوكسيد الكاربون نمو كثير من الأحياء المجهرية وبهذا فان استعماله يزيد من فترة خزن لحوم الدواجن المقطعة المخزونة بالتبريد، واذا استخدم بتركيز (25)%، فانه يسبب تغير في اللون، كذلك يستخدم الأوزون في حفظ الأغذية، وان تركيز الأوزون في المحيط لكي يستخدم كمادة حافظة للحوم الطازجة المبردة يصل الى (١٠٠٠) جزء بالمليون، وكلما كانت درجة الحرارة اقل، فان تأثير الأوزون يكون اكثر، علما أن الأوزون يعتبر مادة سامة جدا للانسان والحيوان، كما انه يعجل من اكسدة الدهون، وعليه فانه لايستعمل على نطاق واسع كمادة حافظة في صناعة اللحوم.

يكون استعمال ثنائي أوكسيد الكاربون والاوزون لاتلاف نمو الأحياء المجهرية على سطح المادة خلال الخزن لفترة طويلة بالتبريد.

٥ - استخدام ثنائي اوكسيد الكبريت: يسمح باستخدام هذه المادة في حفظ اللحوم الى حد (450) جزء في المليون في السجق، حيث تؤثر في نمو المكروبات واذا استخدمت بالحدود المسموح بها فلا تؤثر في اللون.

لابد من الإشارة في مجال المواد المضافة إلى أن كثيرا منها تضاف إلى المواد الغذائية وبحالات مختلفة وقد يكون سبب اضافتها ليس الحفظ بل لاسباب اخرى وتلعب دورا مهما اثناء الحفظ ومن هذه المواد: مواد الاستحلاب (Emulsion products) ومواد الربط (Binders).

مواد النكهة

تضاف إلى الأنسجة العضلية بصورة اساسية لتغيير النكهة ومنها: ١ - بروتين نباتي متحلل وبروتين الحليب المتحلل وهي عبارة عن مزيج من الحوامض الأمينية والتي تستخرج من كلوتين الحنطة أو الذرة او الخمائر او مسحوق فول الصويا، ومثل هذه تضاف إلى منتوجات اللحوم وقد تضاف مع مزيج التوابل لاعطاء نكهة معينة وربما تكون ملونة او غير ملونة، ٢ - كلوتاميت

الصوديوم الأحادية وتحضر من كلوتين الحنطة والذرة ومولاس البنجر والتي تعطي عند استخدامها بتراكيز عالية الطعم الحلو، وقد استخدمت بكثرة في تصنيع اللحوم مثل لوف اللحوم وهي تقلل من نكهة لحم الضأن وقوة نكهة البصل والطعم الخام للخضراوات واللحوم، كما انها تؤخر من تطور الاكسدة وتحسن من اللون في انسجة اللحم، ٣ - سكر الذرة الصلب: وهي مادة حلوة ربما تضاف لاعطاء نكهة للمنتوج ولما كان مستوى حلاوتها أقل من السكروز فبالامكان استخدامها كمواد مالئة، وعادة يضاف بنسبة (2)%، نسبة إلى الوزن الجاف للمنتوج النهائي، ٤ - السوربيتول: وهي مادة محلية لا تسبب الاسمرار ربما تستخدم لاعطاء نكهة للسجق المطبوخ مثل الفرانكفورتر، ٥ - الخمائر الجافة (خلايا الخمائر الميتة): مثل (Saccharomyces cerevisiae)، وخمائر التوريلا الجافة (Candida utilis)، والتي قد تستخدم للنكهة والتنعيم، ٦ - النيوكليوتيدات: مثل (Disodium guanylate)، و (Disodium inosinate)، وتستخدم كمواد نكهة بمستوى منخفض جدا في الصاص وصلصة مرق اللحم وهي لاتعمل جيدا في اللحوم الطازجة بسبب التفاعلات الانزيمية وعليه تستخدم في اللحوم التي تطبخ وتعلب، ٧ - التوابل: ويوجد منها اعداد كبيرة ووظيفتها اعطاء نكهة وكذلك لها خصائص مضادة للاكسدة كما انها تعطي لون متميز، ٨ - البادىء و/ أو الحامض المضاف: يستخدم في بعض الأحيان أس هيدروجيني منخفض لكي يعطي نكهة لاذعة للمنتوج وهي نكهة متميزة .

حفظ اللحوم بالاشعاع

لقد ازداد الاهتمام عالميا بمعاملة الأغذية بالاشعاع بعد أن ثبت أن نسبة كبيرة من المحصول الغذائي العالمي يفقد لاسباب كثيرة، ومن الممكن استغلال الطاقة النووية في خفض هذه النسبة واطالة فترة خزن الاغذية.

يعتبر حفظ الغذاء بالاشعاع النووي احدث طريقة صناعية ابتكرها الإنسان، وهي بذلك تختلف عن بقية طرائق حفظ الأغذية، وتتميز طريقة الحفظ بالاشعاع بكونها سريعة، وقليلة النفقات، لاتسبب أي اثر ضار للانسان بسبب عدم رفع درجة حرارة الغذاء ولهذا السبب يطلق عليها بالتعقيم البارد، والفعل الحافظ للاشعاع هو تثبيط او تحطيم خلايا البكتريا والكائنات المجهرية الاخرى الملوثة للغذاء، فعند مرور الاشعاع ونفاذه من خلال الغذاء فانه يعمل على تأين وتهيج ذرات المادة وينتج عن ذلك تبديل وتحوير يتسبب في تكوين جزيئات كبيرة قاتلة داخل خلايا البكتريا والكائنات المجهرية الاخرى، مما يتسبب في تحطيمها، وبالتالي زيادة فترة حفظ الغذاء.

بصورة عامة فان أهم عوامل الاشعاع التي تؤثر على قابلية الأحياء المجهرية هي: ١ - الجرعة (Dose)، اذ ان منحني بقاء البكتريا يسلك هبوط خطي مستقيم، فعند استخدام جرعة عالية فان ما يبقى من البكتريا يكون قليلا، ٢ - درجة الحرارة: كلما كانت درجة حرارة المنتوج اقل فان سرعة التفاعل

تكون اقل مثل تكوين الجذور بسبب التداخل بين طاقة الاشعاع وجزيئات المادة وهذه الجذور يمكنها أن تؤثر في الأحياء المجهرية بصورة غير مباشرة بواسطة التداخل مع وظائف الخلايا الاعتيادية مثل نفاذية الغشاء، واذا جمد الغذاء فان تكوين الجذور عمليا يثبط، ٣ - الجو (Atmosphere)، ان جو الاشعاع ربما يكون له تأثير في بقاء الأحياء المجهرية ولكن ربما يحدث ذلك فقط تحت ظروف خاصة، فعند تشعيع فطائر لحم البقر المثروم والمعبأة تحت التفريغ الهوائي فإن ذلك لا يؤدي إلى اختلافات معنوية في العدد الكلي المتبقي، ٤ - الوسط: أن تركيب الوسط المشعع يؤثر في مقاومة الاحياء المجهرية للاشعاع ، ففي دراسة لمقارنة تشعيع لحم بقر طازج مثروم ممزوج مع المايونيز فان الجرعة المناسبة للبكتريا (Salmonella typhimorium)، كانت (0.37) كيكا راد، ٥ - نوع الكائن الحي: كقاعدة عامة كلما كان شكل الحياة ابسط تكون اكثر مقاومة لتأثير الاشعاع الأيوني، مثلا الفايروسات اكثر مقاومة من البكتريا وهذه بدورها اكثر مقاومة من الاعفان وهذه بدورها اكثر مقاومة من الانسان، لذا فان الجرعات التي تقضي على كل الاعفان ربما لاتسبب تلف للبكتريا، ويوجد ضمن البكتريا بعض الاجناس تكون اكثر مقاومة من الأجناس الأخرى فيما يتعلق بالاشعاع الأيوني.

د. علي حسن الجماس