محاضرات مادة علم اللحوم النظري

استاذ المادة: أ. د. اميره كاظم ناصر

قسم الانتاج الحيواني- كلية الزراعة- جامعة البصرة

المحاضرة الاولى

الصفات الكمية للذبائح

يزداد وزن الحيوان بتقدم عمره بعد الولادة ولغاية عمر معين. وما هذه الزيادة الا زيادة وزن اعضاء واجزاء الجسم المختلفة بسبب نموها وتطورها.

وتختلف سرعة نمو اعضاء واجزاء الجسم حسب عمر الحيوان. فبعضها يكون نموها سريعا في البداية ثم ينحفض او يكاد يتوقف في مرحلة معينة من العمر بينما يكون نمو البعض الاخر منها بطيئا في بداية عمر الحيوان لكنه يزداد بعد تقدم الحيوان بالعمر خاصة بعد بلوغه مرحلة النضج الجسمي وبالنهاية فان محصلة زيادة وزن اعضاء واجزاء الجسم المختلفة تمثل الوزن الكلي لجسم الحيوان عند عمر معين. فالوزن النهائي للحيوان الحي اذن هو عبارة عن مجموع اوزان مكونات لجسم المختلفة وهي العضلات والشحم والعظام والجلد والدك واعضاء اخرى مثل القناة الهضمية وجهاز التنفس والدوران وغيرها. تختلف اهداف مربي او منتجي حيوانات اللحم . فمنهم من يهدف الى الزيادة المطلقة في وزن لحيوان ويكون هذا في حالة المنتج الذي يبيع حيواناته على اساس الوزن الحي بصرف النظر عن نسب مكونات الجسم لمختلفة وهذه طريقة قديمة لا يعول عليها في تجارة اللحوم في الوقت الحاضر. فالمنتج يجب ان يقدم حيوانات تمتاز بارتفاع الجزء الماكول بالنسبة لوزنها الحي او ارتفاع الجزء الذي يسوق كلحم وهو ما يعبر عنه بنسبة التصافي.

ويذهب بعض المنتجين في اهدافهم الى ابعد من ذلك حيث يحاولون زيادة نسبة الاجزاء او القطعيات التي تمتاز بالجودة وارتفاع الثمن بالنسبة للذبيحة او زيادة كمية العضلات اللحمية في الذبيحة بكاملها مقارنة مع مكونات الذبيحة الاخرى وهي الشحم والعظام.

اذن الصفات الكمية للذبائح

اولا- نسبة التصافي

هي عبارة عن وزن الذبيحة منسوب الى وزن الحيوان الحي ويقصد بوزن الحيوان الحي عادة وزن الحيوان قبل الذبح مباشرة . واما ان يكون الحساب على اساس وزن الحيوان الحي المملوء اي الكلي او وزن الحيوان الفارغ اي وزن الحيوان مطروح منه وزن محتويات القناة الهضمية.

اما الذبيحة فهي عبارة عن وزن العضلات الهيكلية والشحم والعظام المرتبطة معها وعادة يحسب وزن الخصيتين ووزن الكليتين ودهن الكليتين مع وزن الذبيحة وكذلك دهن الالية بالنسبة للاغنام. اما ان تحسب

نسبة التصافي على اساس وزن الذبيحة الحار اي غير المبرد او وزن الذبيحة البارد بعد التبريد لمدة 24-48 ساعة على الاقل اعتمادا على نوع الحيوان.

- تعد نسبة التصافي من الصفات الاقتصادية المهمة بالنسبة لمنتجي اللحوم لانها المقياس الرئيس الذي يحدد كمية اللحم الذي ينتجه الحيوان وبالتالي الربح الذي يدره انتاج للحوم على المربي ففي اغلب الحالات تكون العلاقة موجبة بين وزن الحيوان الحي ونسبة التصافي اي ان زيادة وزن الحيوان تؤدي الى زيادة كمية اللحم المنتج منه . نسبة التصافي يمكن ان تتاثر بعدة عوامل يمكن ان تؤدي الى زيادتها او خفضها وهذه العوامل هي:

أ- نوع الحيوان وسلالته:

تختلف نسبة التصافي في انواع الحيوانات لمختلفة فبما ان القناة الهضمية في الحيوانات المجترة كبيرة وتتسع لكمية كبيرة من الغذاء فانها تعمل على تقليل نسبة التصافي في مثل هذه الحيوانات.

يؤثر حجم الحيوان على نسبة التصافي ايضا لذلك فان نسبة التصافي في الحيوانات الكبيرة مثل الابقار والجاموس تختلف عنها في الحيوانات الصغيرة مثل الماعز والاغنام. وهناك اختلافات في نسب التصافي ايضا بين سلالات النوع الواحد في الحيوانات ففي حيوانات اللحم نسبة التصافي اعلى منها في الحيوانات ثنائية الغرض او حيوانات الحليب. وايضا تكون نسبة التصافي في حيوانات ماشية اللحم النقية مثل الهيرفورد والابردين انجس اعلى منها في حيوانات اللحم المحلية. فبصورة عامة تبلغ نسبة التصافي في ماشية اللحم الاصلية 60-65% او اكثر بينما في الماشية المحلية تتراوح بين 40-55% او اكثر قليلا.

ب- الجنس:

تتفوق الذكور على الاناث في نسبة التصافي ويمكن ان يعود السبب الى زيادة سمنة الذكور وتكامل بنائها العضلي وتكوينة اجسامها بالمقارنة مع الاناث التي لم تكن حيوانات مخصصة لانتاج للحم اصلا. ولكن من الجهة الاخرى يمكن ان تكون نسبة التصافي للعجلات اعلى منها في العجول اذا تساوى العمر وكانت العجلات مسمنة بدرجة جيدة بسبب زيادة وزن الراس والارجل وزيادة سعة التجويف البطني والصدري في العجول. اما بالنسبة لتاثير الخصي على نسبة التصافي فيعتقد البعض ان خصي العجول يزيد من نسبة التصافي بالمقارنة مع الثيران الا ان اغلب الباحثين لم يجدول فروقا معنوية بين نسبة التصاف في العجول المخصية وغير المخصية لكنهم اكدوا ان عملية الخصي تؤدي الى تحسين صفات التذوق في اللحم فيها مثل الطراوة والنكهة.

ج_ العمر او الوزن:

- ترتبط نسبة التصافي عادة بوزن الحيوان عند الذبح ويرتبط هذا بدوره بعمر الحيوان. حيث يزداد وزن الحيوان بزيادة عمره ويؤدي هذا الى زيادة نسبة التصافي. فان نسبة التصافي في الحيوانات صغيرة العمر (قليلة الوزن) اقل منها في الحيوانات الناضجة (عالية الوزن) ويعود السبب الى زيادة الراس

والارجل وبعض اعضاء الجسم الاخرى بالمقارنة مع مجمل وزن الجسم في لحيوانات الصغيرة العمر.ان زيادة عمر الحيوان (بعد النضوج الجسمي) يؤدي الى خفض نسبة التصافي بسبب زيادة ترسب الدهن حول الاحشاء والقناة الهضمية.

د – مستوى التغذية:

- تؤثر طريقة تربية الحيوانات او نظام تغذيتها على اداء الحيوانات وصفاتها الانتاجية ومنها نسبة التصافي. وبصورة عامة تؤدي التغذية على العلف المركز الى زيادة نسبة التصافي بالمقارنة مع التغذية على العلف الخشن. فان زيادة نسبة العلف المركز في العليقة يؤدي الى خفض نسبة وزن القناة الهضمية اضافة الى ان العلف المركز يؤدي الى رفع الطاقة في العليقة وبالتالي زيادة ترسيب الدهن في الذبيحة ومن ثم رفع نسبة التصافي. كذلك فان التغذية المركزة في الفترة الاخيرة قبل الذبح تزيد ترسب الدهن في الذبيحة وتؤدي الى زيادة نسبة التصافي.
-

ثانيا ـ نسبة القطعيات الممتازة

على الرغم من ان الارباع الخلفية تمثل النسبة الاوطا الا ان افضل القطعيات اللحمية واحسنها نوعا تستخرج من الارباع الخلفية، حيث ان اكثر الشرائح للحمية طراوة واعلاها سعرا تستخرج من المنطقة القطنية التي توجد في الربع الخلفي اضافة الى احتواء الربع الخلفي على شرائح الفخذ التي تمتاز باحتوائها على نسبة عالية من العضلات اللحمية بالمقارنة مع نسب العظام والدهن والتي تصلح لكثير من الاستعمالات اثناء الطبخ. يمكن ان تكون افضل منطقة في الارباع الامامية هي منطقة الاضلاع الظهرية. اما منطقة الاكتاف التي تقع في الربع الامامي فان لحمها اقل طراوة ولا يضاهي شرائح المناطق الاخرى في الذبيحة.

• مما تنبين يتضح اهمية بعض القطعيات في الذبيحة من حيث المردود الاقتصادي لها الذي يعتمد على نوعيتها وصفاتها وطريقة استخدامها. ومن هنا يمكن ان يكون هدف المنتج هو باتجاه زياة نسبة القطعيات ذات النوعية الجيدة في الذبيحة او تحسين صفات ومواصفات القطعيات او المناطق الاخرى في الذبيحة الاقل جودة وهذا يتطلب سلسلة من الابحاث باتباع طرق التربية والتحسين او استخدام المعاملات الهرمونية او محفزات النمو او غيرها.

ثالثا- نسبة اللحم الى الشحم الى العظام

عند شراء قطعة لحم من السوق يهتم المستهلك بكمية للحم الخالص الموجود في تلك القطعة. وان ال مستهلك يفضل الشرائح التي تحتوي على نسبة اكبر من العضلات اللحمية وليس الدهن او العظام. وبما ان

الجزء الرئيسي من القطعة اللحمية الذي يؤكل هو العضلات وليس الدهن او العظام فان المستهلك يمكن ان يفضل الشرائح التي تحتوي على نسبة اكبر من العضلات اللحمية.

تخضع العلاقة بين اللحم والدهن والعظام في الذبيحة الى مرحلة نمو الحيوان بالدرجة الرئيسية فكما تعلم ان العظام تشكل نسبة اكبر عندما يكون الحيوان صغير العمر وتصغر هذه النسبة كلما تقدم الحيوان بالعمر تجاه اكتمال النضوج الجسمي. اما ترسيب الدهن في مواقع الجسم او لذبيحة المختلفة فياخذ اتجاها متصاعدا مع تقدم عمر الحيوان ويزداد ترسيب الدهون في الجسم بصورة متزايدة بعد بلوغ الحيوان مرحلة النضج الجسمي. ويكون نمو العضلات تدريجيا بازدياد مر الحيوان وزيادة وزنه لكن نسبتها في الذبيحة يمكن ان تتناقص بتقدم العمر بسبب زيادة نسب الشحم.

- عادة يختلف نسب مكونات الذبيحة الفيزيائية وهي العضلات والدهن والعظام باختلاف نوع الحيوان وجنسه ايضا . فان ترسيب الدهن يكون في الاغنام اعلى منه في الماشية وعادة تميل الاناث او لحيوانات المخصية الى ترسيب كميات اكبر من الدهن بالمقارنة مع الذكور.

المحاضرة الثانية

مكونات العضلات والذبائح

الذبيحة هي ما تبقى من الحيوان بعد الذبح وطرح اعضاء الجسم غير الماكولة منه. اي الذبيحة تمثلها نسبة التصافي للحيوان.

مكونات الذبيحة:

ان مكونات الذبيحة الفيزيائية هي العضلات والدهن والعظام، ويعتبر تركيب الذبيحة ذا اهمية بالنسبة لمنتجي ومصنعي اللحوم اكثر من اهمية تركيب جسم الحيوان نفسه. فالذبائح تحتوي على نسب متباينة من العضلات والدهن، وهناك عوامل عديدة تؤثر في نسبة الدهن في الذبيحة منها نوع الحيوان وعمره او وزنه ويعتمد مربو الحيوانات ومنتجو اللحوم على هذه المكونات لغرض تقييم الذبيحة . وبما ان الجزء المأكول الرئيسي في الذبيحة هي العضلات الا ان اي قطعية مأخوذة من الذبيحة تحتوي على الاغلب على بعض العظام لان الهيكل العظمي متوزع على كافة اجزاء الذبيحة وترتبط به بصورة مباشرة الغالبية العظمى من العضلات.

بالاضافة الى العظام تحتوي القطع اللحمية على الدهن المترسب سواء على السطح او بين العضلات. وتختلف كمية الدهن المترسبة التي يمكن ان توجد مع القطعة اللحمية اعتمادا على موقعها في الذبيحة ايضا.

مكونات العضلات:

يجب ان نفهم اولا ان اللحم يتكون بصورة اساسية من العضلات اضافة الى كميات من انواع الانسجة الاخرى التي تشمل الانسجة الرابطة والعظام والغضاريف وبعض الانسجة الطلائية والعصبية. وبهذا يتضح ان اللحم لا يتكون من العضلات فقط على الرغم من الجزء الاكبر منه يتكون من العضلات.

النسيج العضلي:

تشكل العضلات الهيكلية الجزء الاكبر من وزن ذبيحة الحيوان المعتدل السمنة. ويحتوي اللحم اضافة الى العضلات الهيكلية على بعض العضلات الملساء التي توجد بصورة رئيسية في الاوعية الدموية اضافة الى عضلات القلب وهي عضلات متخصصة والتي توجد في القلب فقط.

تسمى العضلات الهيكلية بالعضلات المخططة بسبب وجود صفة التخطيط العرضي فيها والذي يظهر تحت المجهر بشكل مناطق غامقة ومناطق فاتحة متعاقبة .

اما العضلات الملساء فلا تظهر بهذه الصورة عند النظر اليها تحت المجهر لذلك فهي تصنف كعضلات غير مخططة. تسمى العضلات الهيكلية ايضا بالعضلات الارادية وتسمى العضلات الملساء وعضلات القلب بالعضلات اللاارادية .

\العضلات الهيكلية:

هي العضلات التي ترتبك بالعظام بصورة مباشرة او غير مباشرة عن طريق الانسجة الرابطة الداخلية والخارجية والغضاريف والجلد. تغطي العضلة الواحدة بغمد من الانسجة الرابطة التي هي امتداد للانسجة الرابطة في داخل العضلة. وتكون العضلة مزودة بشبكة من الاوعية الدموية والاعصاب التي تخترق العضلة الى الداخل.

تنتهي العضلة النموذجية بحزمة قوية من الانسجة الرابطة تسمى الوتر Tendon والذي يرتبط بدوره بالعظم. هناك نظريتان لارتباط العضلة بالوتر الاولى هي ارتباط لييفات الوتر بصورة مباشرة مع لييفات العضلة .

والثانية هو ان غلاف الخلية العضلية الثاني يكون غشاءا محددا بين مادة الالياف العضلية للعضلة ومكونات الوثر.

يعمل الوتر حزاما للالياف العضلية حيث يقوم بنقل قوة التقلص التي تتولد في العضلة.

اذا عملنا مقطعا عرضيا في العضلة سنرى انها تحتوي على تجمعات من الالياف العضلية تسمى الحزم العضلية Muscle bundles يمكن ان تتجمع الحزم بنظم مختلفة .

(1) مجاميع من الالياف العضلية تكون حزم اولية.

(2) اتحاد عدد من الحزم الاولية لتكون حزم ثانوية.

(3) تتكون حزم ثلاثية من اتحاد لحزم الثنائية . تتكون الحزم العضلية من الالياف المفردة Muscle fiberتحتوي العضلة على شبكة من الانسجة الرابطة ،

فان العضلة تحاط من الخارج بغشاء العضلة Epimysium وتمتد هذه الشبكة الى الداخل لتحيط بالحزم العضلية مكونه غلاف الحزمة العضلية Perimysium ، تتفرع خيوط دقيقة من الانسجة الرابطة لغلاف الحزمة العضلية لتخترق الحزمة العضلية وتحيط بكل واحدة من الالياف العضلية المفردة مكونه غلاف الليفة العضلية Endomysium ويجب ان نميز بين غلاف الليفة العضلية هذا وغلاف الليفة العضلية الاول Sarcolemaوغشاء الليفة نفسها. توجد الاوعية الدموية والاعصاب داخل العضلة بين الحزم والالياف العضلية فالاوعية الدموية الكبيرة والعصاب ترقد في غلاف الحزم العضلية بين الحزم العضلية المتجاورة بينما تتوغل التفرعات الصغيرة منها الى غلاف الليفة العضلية ولا تخترق الليفة العضلية نفسها . توجد تجمعات من الدهن تقع بين الحزم والالياف العضلية ولهذا يسمى بدهن داخل العضلة (Intra muscular fat)ويعرف بدهن التعريق marbling fat.

يؤثر حجم الحزم العضلية في مظهر وبناء العضلة. فالعضلات التي تتصف بالحركة البسيطة تكون الحزم فيها صغيرة ويكون مظهرها ناعما والعضلات التي تؤدي وظائف كبيرة يكون الحزم العضلية فيها كبيرة ويكون مظهرها خشنا.

الليفة العضلية

تعد الليفة العضلية التي تسمى ايضا الخلية العضلية الوحدة البنائية للعضلة. ان الليفة العضلية الهيكاية هي خلايا انبوبية الشكل طويلة تكون نهايتها مخروطية او متخصرة.

تتباين الالياف العضلية في الطول فهي اما ان تمتد على كامل طول العضلة ولكن في اغلب الاحيان لا تمتد الا الى جزء من طول العضلة ويترواح طولها من 1 ملم الى بضعة الى بضعة سنتيمترات اما قطرها فيتراوح من 10-100 ميكرومتر او اكثر ويمكن ان يكون هذا التباين في نفس النوع من الحيوانات او حتى في العضلة الواحدة في الحيوان الواحد . وتحتوي على العديد من الانوية.

تحتوي الليفة العضلية على المكونات التالية

1- - غلاف الليفة العضلية الاول Sarcholemma

هو غمد غشائي انبوبي يغلف الليفة العضلية من احدى نهايتيها الى النهاية الاخرى ويعزل محتوياتها عن جميع التراكيب الاخرى المحيطة بها.

يمكن تقسيم غلاف الييفة العضلية الى اربع مناطق:

المنطقة الخارجية تتباين في سمكها وتحتوي على خويطات دقيقة غير مشخصة متوزعة بصورة عشوائية . الطبقة الثانية تشبه الظفيرة وتتكون من خويطات الكولاجين والطبقة الثالثة تكون غير منتظمة والطبقة الرابعة تعرف بانها غشاء البلازما لليفة العضلية. تتكون شبكة من الانابيب الدقيقة بسبب اصطفاف الالياف العضلية مع بعضها وبسبب وجود غلاف الخلية العضلية وتسمى هذه الانابيب بالانابيب التائية (T-tubules) او الانابيب العرضية (Transvers tubules) تستعمل للنقل داخل العضلة.

2- الانوية

ان الليفة العضلية متعددة الانوية وتقع قرب السطح قريبا من غلاف الليفة العضلية. وبسبب التغاير في طول الالياف العضلية فان عدد الانوية فيها يكون غير ثابت. وتكون تركيز الانوية اكبر في مناطق الاتصالات الوترية وفي مواقع الالتقاء العضلي – العصبي.

3- الساركوبلازم:

هو سايتوبلازم الخلية وهو عبارة عن مادة غروية تملاء داخل الخلية وتكون مغمورة فيها جميع مكونات الخلية الاخرى. يتكون الساركوبلازم من 75- 85% ماء وتتكون النسبة المتبقية من قطرات

الدهن وكميات من الكلايكوجين والرايبوسومات وعدد من البروتينات والمواد النتروجينية غير البروتينية ومكونات غير عضوية.

4- مركب غولكي:

هو مركب غشائي يوجد في السايتوبلازم قرب الانوية وتتكون من اكياس او حويصلات مفلطحة والتي تظهر كانها اغشية كثيفة متوازية او عناقيد من حويصلات كثيفة التي ترتبط بانهاية في الحويصلة ومن فجوات كبيرة . يعتقد بان منطقة مركب غولكي لها علاقة بعمليات الايض عن طريق تركيز القطرات الى حبيبات.

5-- المايتوكوندريا

عبارة عن زوج من الاغشية يفصل بينه حيز ضيق وتحتوي على مادة ذات كثافة متغيرة تحتوي في داخلها عللى طيات تشبه الرفوف . يتباين توزيع الميتوكوندريا في الخلية لكنها توجد اعتياديا ممتدة طوليا في الحيز بين لليفات العضلية تحت غلاف الليفة العضلية وفي منطقة خط Z او التقاء منطقة A مع منطقة I .

وظيفة المايتوكوندريا هة استخلاص الطاقة الموجودة في المواد الغذائية عن طريق دائرة الحامض ثلاثي الكاربوكسيل والسلسلة التنفسية وتحويلها عن طريق الفسفرة الى الاصرة الفوسفاتية في ATP. وتحتوي المايتوكوندريا على جميع الانزيمات اللازمة لهذه التفاعلات.

6- اللايسوزومات:

هي حويصلات صغيرة توجد في الساركوبلازم تحتوي على عدد من الانزيمات التي لها القابلية على هضم الخلية نفسها مع مكوناتها. ومن هذه الانزيمات مجموعة الكاثبسينات (Cathepsins) التي تعمل على تحلل بعض البروتينات في الخلية.

يمكن ان تقوم اللايسوزومات بهضم بعض لمواد التي تاتي الى الخلية عن طريق الالتهام اثناء حياة الحيوان اما بعد لموت فان غشائها الخارجي ينشق وتخرجمنه الانزيمات وتحلل الخلايا.

الليفات العضلية Myofibrils

هي عصيات رفيعة طويلة اسطوانية الكشل تقع داخل الييفة العضلية . تمتد الليفات العضلية بصورة موازية للمحور الطولي لليفة العضلية. ويساوي طولها طول الليفات العضلية نفسها. يبلغ قطرها 1-2 ميكروميتر.

ان الليفات هي ادوات التقلص والانبساط في العضلة وهي لتي تسبب صفة التخطيط في العضلات الهيكلية.

ياتي التخطيط من لترتيب المنتظم لليفات الذي ينتج عنه مناطق داكنة ومناطق فاتحة اذا نظر اليها تحت المجهر البسيط. تسمى لمناطق الداكنة مناطق A وتسمى لمناطق الفاتحة مناطق **I.** يقع في وسط منطقة **I**خط داكن يسمى خط Z .

يوجد في منطقة **A** منطقة تكون اقل كثافة من بقية منطقة Aتسمى منطقة **H** ويقع وسط هذه المنطقة خط غامق هو خط **M**. تسمى لمنطقة المحصورة بين خط Z وخط **Z** اخر الساركومير Sarcomer وهو الوحدة البنائية للعضلة. (رسم)

لندرس البناء الدقيق لليفة العضلية حيث ان البناء الاساسي المسؤول عن صفة التخطيط فيها هو البناء المتداخل لنوعين من الخويطات العضلية.

النوع الاول هو الخويطات السميكة وكثيفة (Thick filaments) توجد في منطقة **A** والنوع الثاني هي الخويطات الرفيعة (thin filaments) وتكون اقل كثافة وتوجد لوحدها في منطقة **I** . يكون جانبا منطقة A اكثر كثافة من بقية منطقة A وذلك بسبب التداخل بين الخويطات السميكة والرفيعة اي انها تحتوي على كلا النوعين من الخويطات. بينما يكون وسط منطقة A اي منطقة H اقل كثافة من بقية منطقة A لانها تحتوي على الخويطات السميكة فقط. كل خويطة سميكة تكون محاطة بستة من الخويطات الرفيعة وتشترك كل خويطة رفيعة مع ثلاث خويطات سميكة. (رسم)

ظهر في الفحص تحت المجهر الالكتروني ان منطقة Z لها بناء خاص ايضا حيث تنتهي خويطات منطقة I كعصيات متفرعة على كل من جانبي خط Z حيث تقع خويطة I واحدة في احد الجوانب بي اثنين من خويطات I على الجانب المقابل وهذا يؤكد ان خويطات I لا تخترق خط Z مباشرة .

يعتقد بان منطقة خط Zعبارة عن طبقة او صفيحة سميكة تتكون من مادة متباينة الانتظام بسمك 300-400 انجستروم والتي تمر خلالها الخويطات او تبدا منها.

يعتقد البعض ان خويطات منطقة خط Z تتكون من التروبومايوسين وان التروبومايوسين بدوره يمتد على امتداد الخويطات الرفيعة لمنطقة I

وصفت منطقة M بانها خط شديد العتمة ، يقع وسط منطقة A ويبقى هذا الخط مميزا في الالياف المتقلصة لكنه يصبح باهتا وغير واضح في حالات التمدد الشديد لكنه يظهر ثانية بعد رجوع الليفة العضلية الى حالتها الطبيعية.

ان الوظيفة الرئيسية لخط M للمحافظة على خويطات A في مواقعها سواء في الاتجاه الطولي او العرضي .

توجد منطقة ضيقة ذلت كثافة قليلة نسبيا في منطقة H وعلى جانبي خط M تعرف باسم منطقة H الكاذبة (Pseud-H-Zone) وتكون هذه المنطقة بسبب ان خويطات المايوسين في هذه المنطقة لا تحتوي على التفرعات او الجسور العرضية.

الخويطات العضلية Myofillaments

تختلف الخويطات السميكة والرفيعة في الابعاد وفي التركيب الكيمياوي والخواص الفيزيائية وفي الموقع بالنسبة الى الساركومير.

يبلغ قطر الخويطات السميكة 110 انجستروم وطولها حوالي 1.5 ميكرومتر وهي توجد في منطقة A وتسمى بخويطات A ، وتتكون بالدرجة الرئيسية من البروتين المايوسين فهي تسمى بخويطات المايوسين.

يبلغ قطر الخويطات الرفيعة 50 انجستروم وهي تمتد البطول ميكرومتر واحد تقريبا الى جانب من خط Z . الخويطات الرفيعة تكون منطقة I وتسمى ايضا خويطات I وتمتد ايضا في منطقة A بين خويطات المايوسين الى حد منطقة H، وبما ان هذه الخويطات تتكون من البروتين اكتين فهي تسمى بخويطات الاكتن.

الليفات العضلية هي الوحدات التقلصية للعضلات وتكون مغمورة في السايتوبلازم في الليفة العضلية ، وتتصف الليفات العضلية بصفة التخطيط لانها تتكون من خويطات عضلية متداخلة مع بعضها.

الشبكة الساركوبلازمية

الشبكة الساركوبلازمية نظام معقد من الحويصلات والانابيب التي تحيط بكل ليفة. يتكون الجزء الطولي لنظام الانابيب الساركوبلازمية من انابيب دقيقة التي تمتد بموازاة المحور الطولي لليفة. هذه الانابيب يمكن ان تلتقي وتنتهي بحوصلة متوسطة هي الحويصلة النهائية. اعتياديا تكون الحويصلة النهائية ملاصقة الى الجزء الثاني في النظام وعي الانابيب العرضية او المائلة، وان الانابيب المائلة تحيط تماما بمحيط الليفات وهي تستمر من ليفة الى الاخرى بصورة مائلة عبر الخلية العضلية.

تلعب الشبكة الساركوبلازمية دورا رئيسا في تحفيز التقلص وان صفة الجزيئات التي تسبب التقلص هي قابليتها على ازالة الكالسيوم من محلول تعتمد فيه عملية النقل على الادينوسين ثلاثي الفوسفات، يحدث التقلص عندما تطلق الشبكة الساركوبلازمية جزءا من الكالسيوم المرتبط الموجود بها الى الساركوبلازم.

المحاضرة الثالثة

العضلات الملساء

تشكل العضلات الملساء نسبة ضئيلة في اللحم وهي توجد في جدران القناة الهضمية والشرايين والقنوات اللمفية.

توجد الالياف العضلية في الالياف الملساء بشكل حزم او بشكل مفرد وتحاط كل منها بشبكة من الالياف الساندة.

تكون الياف العضلات الملساء ذات اشكال مختلفة تبعا لموقعها .

تكون الساركوليما لالياف العضلات الملساء جسورا مع اغشية الالياف المجاورة. تحتوي الخلية العضلية الملساء على نواة واحدة تقع اعتياديا في مركز الليفة. اما الشبكة الساركوبلازمية فتكون اقل تطورا مما في العضلات الهيكلية.

تحتوي العضلات الملساء على المايوسين والاكتن والتروبومايوسين والتروبونين والفا- اكتنين الا ان المايوسين لا يمكن مشاهدته تحت المجهر ولهذا لا يوجد تخطيط في العضلات الملساء.

تحتوي العضلات الملساء على مناطق داكنة Dark Zones تقع في مواقع مختلفة من الساركوليما تتصل بالخويطات العضلية وتكون وظيفتها نقل االحركة من الخويطات العضلية الى الساركوليما وبهذا فانها تشابه خط Z في العضلات الهيكلية بالنسبة لوظيفتها في عملية التقلص.

عضلات القلب

تتكون الياف عضلات القلب متفرعة وتكون التفرعات اقل قطرا من الجذع الرئيسي لليفة .

تحتوي الليفة العضلية على نواة واحدة تقع في المركز . تكون المايتوكوندريا فيها كبيرة الحجم وكثيرة العدد.

توجد تجمعات من الخويطات العضلية تشكل لييفات مختلفة الاحجام ولا توجد الخويطات بشكل منتظم في اللييفات لكن خويطات المايوسين والاكتين تصطف بشكل يعطي صفة التخطيط لعضلات القلب.

تحتوي عضلات القلب على امتداد محورها الطولي خطوط كثيفة تقطع البيفة العضلية عرضيا تسمى الاقراص المضغوطة Intercalated disks كما ان هذه الاقراص تقطع الخويطات العضلية لليفة

العضلية على مسافات معينة خلال منطقة I .وبهذا تعطي مظهرا تدريجيا للاقراص. تعمل الاقراص المضغوطة على ربط الياف عضلات القلب فيما بينها كما تعمل على نقل حركة التقلص والانبساط من ليفة الى ليفة اخرى.

الغضاريف

تصنف الغضاريف ضمن مجموعة الانسجة الرابطة المساعدة، وتعد الغضاريف المرحلة الاولية لتكون العظام. حيث تتكون معظم العظام على شكل غضاريف ثم تتحول الى عظام الا ان قسما من الغضاريف يبقى بدون تصلب في مواقع مختلفة من الجسم مثل رؤوس مفاصل العظام.

تصنف الغضاريف استنادا الى محتواها من الياف الكولاجين وايلاستين والمزيج الذي ترقد فيه الالياف الى ثلاثة انواع هي:

1- نخاعية (Hyaline) و2- مطاطية (Elastic) و3- ليفية (Fibrocartlage)

يعد الغضروف النخاعي مطاطي القوام وشبه شفاف وذا لون ابيض بظل ازرق.

اما الغضروف المطاطي فهو اكثر مطاطية واقل شفافية من الغضروف النخاعي وله ظل اصفر.

يوجد الغضروف النخاعي عند مفاصل العظام ونهايات الاضلاع والفقرات من ناحية الظهر والغضاريف القطنية والعصعصية. اما الغضروف المطاطي فيدخل في تكوين لهاة الحلق والاجزاء الداخلية والخارجية من الاذن.

بينما يحتوي الغضروف الليفي على كمية كبيرة من الياف الكولاجين وله علاقة مع اغلفة وروابط المفاصل ومع اتصال العظام بالاوتار.

العظام

تصنف العظام ضمن مجموعة الانسجة الرابطة المساعدة ايضا وهي تحتوي على الخلايا والالياف والمادة الاساس. يكون المزيج خارج الخلايا في العظام متكلسا مما يعطي القوة والصلابة للعظام.

ويوجد ثلاثة انواع من خلايا العظام هي خلايا العظم الاولية (Osteoblasts) وتوجد في مناطق النمو للعظام وهي المسؤوله عن تكوين النسيج العظمي.

اما خلايا العظام (Osteocytes) فتوجد في تجاويف الخلايا في المزيج المتكلس وتعتبر الخلايا الرئيسية في العظام كاملة التكوين. بينما النوع الثالث هو خلايا اطراف العظام (Osteoclasts) فترتبط بصورة رئيسية مع عملية الهدم في العظام.

تتكون مادة العظم بصورة رئيسية من المزيج العضوي والاملاح اللاعضوية ، ويتكون المزيج العضوي من مادة اساس تحتوي على مركبات بروتينية وكاربوهيدراتية كما يحتوي المزيج على كثير من الياف الكولاجين ، بينما تتكون المادة غير العضوية للعظم من فوسفات الكالسيوم بالدرجة الرئيسية كما تحتوي على المغنيسيوم والصوديوم وايونات اخرى ايضا.

انواع العضلات وانواع الالياف

تصنف اللحوم او العضلات الى عضلات حمراء وعضلات بيضاء ويعتمد هذا التصنيف على شدة لون العضلة.

لون العضلة يعتمد على الالياف الحمراء اواو البيضاء الموجودة فيها حيث ان العضلات تحتوي على كل من الالياف الحمراء والبيضاء.

العضلات الحمراء هي التي تكون فيها الالياف الحمراء اكثر من البيضاء وعلى العكس العضلات البيضاء تحتوي على الالياف البيضاء اكثر من الالياف الحمراء. بهذا فان الالياف تقسم الى حمراء وبيضاء وتوجد ايضا بعض الالياف تقع بين الاثنين تسمى الالياف المتوسطة . وان الفرق بين الالياف الحمراء والبيضاء هو ان الالياف الحمراء تحتوي على نسبة عالية من صبغة المايوغلوبين. ويعتقد ان العضلات الحساسة للاجهاد تحتوي على نسبة اكبر من الالياف المتوسطة.

تتجمع الالياف الحمراء بشكل عناقيد وتكون محاطة بالالياف البيضاء بينما توجد الالياف البيضاء حول محيط الحزمة العضلية. تحتوي الالياف الحمراء على عدد كبير من المايتوكوندريا صغيرة الحجم بين الليفات بينما البيضاء وتحتوي على عدد قليل من المايتوكوندريا كبيرة الحجم بين الليفات. وتحتوي الالياف الحمراء على نسبة عالية من انزيمات الاكسدة. وعلى الرغم من ان الشبكة الساركوبلازمية تاخذ العديد من الاشكال واماكن التوزيع في كلا النوعين من الالياف الا انها توجد بكثافة وتحيط ليفات الالياف البيضاء بصورة كاملة وتوجد بكثافة اقل في الالياف الحمراء.

تتقلص الالياف البيضاء بسرعة بينما يكون التقلص في الالياف الحمراء بطيئا ويستغرق فترة اطول. وبسبب زيادة فعالية التفاعلات التاكسدية التي تحدث في الالياف الحمراء فانها لا تنهك بسرعة طالما توفر الاوكسجين اما الالياف البيضاء فانها تنهك اسرع من الالياف الحمراء ويكون تقلص الالياف المتوسطة اسرع من الالياف الحمراء وسرعة انهاكها اقل مما في الالياف البيضاء.

يكون خط M موجودا في الالياف البيضاء لكنه غير موجود في الالياف الحمراء. كذلك تحتوي ليفات الالياف البيضاء على خط Z املس بينما يكون هذا الخط خشنا في ليفات الالياف الحمراء.

المحاضرة الرابعة

التركيب الكيميائي للعضلات الهيكيلية

الماء:

تصل نسبة الماء في عضلات اللحوم الى 76% من الوزن ويمكن ان تمتص اللحوم كمية اضافية من الماء خاصة عند ثرمه وتصنيعه الى صوصج.

فوائد الماء

يدخل في عصيرية اللحم ثم طراوته ولونه ونكهته.

هو الوسط الذي تحدث فيه التفاعلات البايولوجية فان توفره يؤثر في التغيرات التي تحدث في اللحم اثناء الانضاج والخزن والتصنيع.

يمكن ان تتباين نسبة الماء في اللحوم او العضلات اعتمادا على عمر الحيوان ونسبة الدهن حيث تحتوي عضلات الحيوانات صغيرة العمر على نسبة اكبر من الماء من عضلات الحيوانات كبيرة العمر. فكلما تقدم الحيوان بالعمر تزداد في جسمه وعضلاته كمية الدهون وبالتالي تنخفض نسبة الماء، كذلك يمكن ان تختلف نسبة الماء بين العضلات المختلفة في الحيوان الواحد.

البروتينات:

تعتبر البروتينات في اللحم المصدر الرئيسي للبروتينات ذات النوعية العالية في غذاء الانسان

يمكن ان تصنف البروتينات في اللحوم استنادا الى مصدرها او اصلها الى ثلاث مجاميع هي

1-- **بروتينات الساركوبلازم**

2- بروتينات الليفات

3- بروتينات الانسجة الرابطة.

بروتينات الساركوبلازم تشمل

1- المايوغلوبين

2- بروتينات اللايسوزومات

بروتينات الليفات تشمل

1- بروتين الاكتن Actin

2- بروتين المايوسين Myosin

3- التروبومايوسين Tropmyosino

4- التروبونين Troponin

5- بروتين الاكتنين Actinin

6- بروتين M

7- بروتين C

3- بروتينات الانسجة الرابطة : وتشمل

1- بروتين الكولاجين

2- بروتين الايلاستين

3- بروتين الرتيكولين

بروتينات الساركوبلازم:

يحتوي ساركوبلازم الخلية على العديد من انواع البروتينات المختلفة فهي تحتوي على الانزيمات اللازمة لتفاعلات عملية تحلل السكر وتفاعلات دورة كربس . وسنركز مناقشتنا في هذا الفصل على المايوغلوبين وبروتينات اللاسوزومات.

وتبلغ نسبة بروتينات الساركوبلازم 6% من مجموع البروتينات في العضلات.

المايوغلوبين:

المايوغلوبين هو المسؤول عن اعطاء اللون للعضلات ويستخدم كذلك كمركز لخزن الاوكسجين في العضلة.

ينقل الدم من الرئتين بواسطة الهيموغلوبين عبر تيار الدم الى الاوعية الدموية الشعرية ومنها ينتشر الى النسيج العضلي ويرتبط بالمايوغلوبين لغرض الاستخدامات المقبلة في عمليات الايض الهوائية. كمية المايوغلوبين الموجودة هي دليل على مقدار ونوع وفعالية العضلة في النسيج المعين ومقدار الدم المجهز و توفر الاوكسجين وعمر الحيوان.

على الرغم من ان المايوغلوبين يشكل نسبة قليلة من مجموع الصبغة في عضلة القلب فان الكمية تعتبر اعلى مما في الانسجة الاخرى بسبب الطلب الكبير على الاوكسجين . من بين جميع اللبائن تحتوي العضلات الهيكيلية للحوت على اعلى تركيز للمايوغلوبين والتي تجعل الحوت غاطسا تحت الماء بدون تنفس لمدة طويلة تصل الى الساعة.

بروتينات اللايسوزومات

اللايسوزومات هي اجسام حالة توجد في سايتوبلازم الخلية يحيط بها غشاء مكون من طبقة واحدة. وهي توجد انواع الخلايا وبضمنها العضلات وتوجد بكثير في الكبد والكلى والطحال.

يسبب الانخفاض في الضغط الازموزي او درجة الحرارة تشقق اغشية اللايسوزومات وتخرج منها انزيمات محللة مختلفة.

من هذه الانزيمات هي انزيمات التحلل غير الكاثبسينية والنوع الثاني هي الانزيمات الكاثبسينية. وان كاثبسينات العضلات التي تم الحصول عليها من مصادر مختلفة تشمل اربعة انواع.

ثانيا: بروتينات الليفات Myofirillar protein

تشكل بروتينات الليفات نسبة 9.6% من مجموع بروتينات العضلات وتشمل بروتينات التقلص والانبساط في الليفة العضلية وهي الاكتن والمايوسين اضافة الى مجموعة اخرى من البروتينات المرتبطة معها.

الاكتن Actin

يتكون البروتين اكتن من وحدات بنائية هي عبارة عن عناصر جزيئات كروية الشكل تسمى G-actin ويحتوي بروتين الاكتن على مستوى عالي جدا من الحامض الاميني برولين ومستويات عالية من الحوامض الامينية الحلقية والحوامض الامينية الحاوية على الكبريت. ترتبط جزيئة واحدة من G-actin مع جزيئة واحدة من ATP او ADP حيث يكون هذا الارتباط ضروريا لاستقرار الجزيئة وبوجود الملح كأن يكون كلوريد البوتاسيوم ويحدث التفاعل التالي:

- G-ATP-actin ---------- F-ADP + actin + P

حيث يتكون F-actin والذي يسمى الاكتن الليفي وهو عبارة عن سلسلة من جزيئات G-actin. يتكون الاكتن من التفاف سلسلتين من F-actin حول بعضهما بحيث يكونان خويطة ثنائية السلسلة. ويبلغ نسبة الاكتن 20-25%^ من مجموع بروتينات الليفات .

(رسم بروتين الاكتن)

بروتين المايوسين Myosin

يشكل المايوسين ما يقارب 50-60% من بروتينات الليفات ، تحتوي كل واحدة من الخويطات السميكة في الليفة العضلية من 200-400 جزيئة من المايوسين مرتبة بطريقة متداخلة . وتحتوي نهاية كل جزيئة على راس يقع باتجاه اي من نهايتي الخويطة مكونا منطقة ذات كثافة اقل تقع في مركز الخويطة. اذا تفاعل المايوسين تحت ظروف مسيطر عليها مع الانزيم تربسين فانه ينتتج من الجزيئة الام جزيئتان كبيرتان وبعض الببتيدات الصغيرة. الجزء الصغير او الخفيف يسمى الميرومايوسين الخفيف

Light meromyosin و وهو لا يذوب في الماء ويسمى الجزء الثقيل الميرومايوسين الثقيل Heavy meromyosin وهو يذوب في الماء.

بروتين التروبومايوسين Tropomyosin

يشكل التروبومايوسين 8-10 % من مجموع بروتينات الليفات .

يوجد التروبومايوسين في الخويطات الرفيعة للعضلة وبارتباط مع الاكتن حيث يمتد على طول سلسلة F- actin وانه يساعد على تثبيت جزيئات G-actin في سلسلة F-actin ويعادل طول جزيئة التروبومايوسين سبعة جزيئات من G-actin في خويطة الاكتن.

(رسم لبروتين التروبومايوسين)

بروتين التروبونينTroponin

يشكل التروبونين حوالي 8-10% من مجموع بروتينات الليفات . وان التروبونين عبارة عن جزيئات ترتبط مع كل من التروبومايوسين والاكتن وهو يساعد على زيادة الارتباط بين الاكتن والتروبومايوسين .

توجد جزيئة واحدة من التروبونين بين كل 7-8 جزيئات من G-actin على طول خويطة الاكتن.

يمكن ان يتجزأ التروبونين الى تروبونين A وتروبونين B ويوجد الاثنان بنسبة 7:3 من الوزن.

بروتين الاكتنين Actinin

هناك نوعان من الاكتنين هما الفا- اكتنين وبيتا – اكتنين وان لهذين البروتينين وظيفة تنظيمية في العضلة.

يعتقد ان الفا- اكتنين يقوم بربط F-actin عرضيا عند او قرب خط Z ، اما بيتا – اكتنين فقد وصف بانه ينظم طول خويطة الاكتن.

بروتين M

هو المادة البروتينية التي توجد في منطقة خط M وهي تربط خويطات المايوسين مع بعضها.

بروتين C

عبارة عن اشرطة من البروتين يرتبط مع خويطة المايوسين وهذه الاشرطة تساعد على ربط خويطات المايوسين مع بعضها داخل الحزمة المكونة للخويطة السميكة.

ثالثا: بروتينات الانسجة الرابطة

تشمل ثلاث بروتينات هي الكولاجين والايلاستين والرتيوكلين.

الكولاجين Collagen:

الكولاجين هو العنصر الرئيسي في الانسجة الرابطة وهو الروتين الاكثر تواجدا في الجسم حيث يكون 20-25 % من مجموع البروتين في الجسم.

تنتشر الياف الكولاجين في الجلد والعظام والاوتار وجدران الاوعية الدموية وفي غشاء الخلية والحزم العضلية. يتحول الكولاجين بدرجة كبيرة الى الجيلاتين القابل للذوبان بالمعاملة الحرارية الطويلة على درجة حرارة تفوق درجة الحرارة التي ينكمش عندها الكولاجين.

يتميز الكولاجين بالحامض الاميني هيدروكسي برولين الموجود فيه وهو يوجد بنسبة ثابتة تقريبا في الكولاجين وهي 13-14% من مجموع الحوامض الامينية ولذلك يعتمد في حساب الكولاجين في اللحم على حساب كمية الحامض الاميني هيدروكسي برولين.

وان الوحدة البنائية الاساسية للكولاجين هي جزيئة تروبوكولاجين.

الايلاستين Elastin

الالاستين نوع فريد من البروتين يختلف عن الكولاجين والرتيكولين في التركيب الكيميائي والطبيعة الفيزيائية والسلوك.

يشكل الالاستين نسبة ضئيلة جدا من انسجة اللبائن مثل الجلد والاوتار والنسيج المترسب والعضلات. وهو غير ذائب في العديد من المذيبات .

يحتوي الالاستين على 1-2% من الحامض الاميني هيدروكسي برولين. يدخل في تركيب الالااستين حامضان امينيان فريدان هما السموسين Desmosine والايسودسموسين Isodismosin وهما من الحوامض الامينية الحلقية ويتم تخليقها من 4 جزيئات من اللايسين.

الرتيكولين Reticulin

من بروتينات الانسجة الرابطة الليفية . تكون الياف الرتيكولين ناعمة ومتموجه وتصنف بروتينات الرتيكولين الى مجموعتين 1- كولاجينية و2- غير كولاجينية.

توجد ثلاثة انواع من الرتيكولين الكولاجيني

1- **رتيكولين الغشاء الاساس**: كتلك الموجودة في الكلاوي وبين البشرة الداخلية والخارجية .

2- النوع الثاني يسمى **الرتيكولين ما قبل الكولاجين** ويوجد في الالياف غير الناضجةللانسجة الرابطة النامية.

3- النوع الثالث هو رتيكولين الانسجة الرابطة الذي يوجد في الطحال والعقد اللمفية.

الدهون:

تتغاير نسبة الدهن في العضلات فهي تتراوح من 1.5-13% تقريبا. ويوجد القسم الاكبر من الدهون بين الحزم العضلية وداخل الالياف العضلية.

تتكون الدهون اساسا من استرات الغليسيرول للحوامض الدهنية التي تحتوي على عدد زوجي من ذرات الكاربون. ان الحوامض الدهنية غير المشبعة التي توجد في دهن اللحوم هي التي تحتوي على واحدة او اكثر من الاواصر المزدوجة في سلسلتها الكاربونية واكثرها شيوعا هي الاوليك واللينوليك واللينولينك. وكلما ازدادت عدد الاواصر المزدوجة في الحامض الدهني كلما انخفضت درجة انصهاره.

وكلما طالت سلسلة الحامض الدهني المشبع مثل البالمتك والستيريك فان ذلك يعطي الصلابة للدهون ودرجة انصهارها تكون عالية.

يمكن ان توجد كميات قليلة من الكليسيريدات الاحادية او الثنائية في دهون اللحم الا ان النوع الشائع هي الكليسيريدات الثلاثية (Triglycerides) وان الصيغة العامة هي كما يلي

رسم الكليسيريادات

حيث ان R1 و R2 و R3تمثل الحوامض الدهنية المرتبطة مع الكليسيرول واذا كانت الحوامض الدهنية الثلاثة من النوع نفسه ينتج كليسيرايد بسيط اما اذا كانت مختلفة يسمى كليسيرايد ثلاثي مختلط بسبب وجود انواع عديدة من الحوامض الدهنية اضافة الى تعدد طرق ارتباط الحامض الدهني نفسه مع الكليسيرول.

يحتوي دهن اللحم ايضا على مركبات اخرى بكميات نادرا ما تزيد على بضع درجات من النسبة المئوية وهذه المواد هي الفوسفولبيدات والستيرولات والبروتينات والحوامض الدهنية الحرة والماء ومكونات خلوية اخرى.

ترتفع درجة النصهار بزيادة الوزن الجزيئي للحامض الدهني حيث تكون الحوامض الدهنية التي تكون سلسلتها اقصر من الكابريك تكون سائلة في درجة حرارة الغرفة اما الحوامض ذوات السلاسل الاطول فتكون صلبة. وكلما زاد عدد الاواصر المزدوجة في الحامض الدهني كلما انخفضت درجة انصهاره.

الكاربوهيدرات

على الرغم من ان الكاربوهيدرات توجد في النبات بنسبة اعلى من جسم الحيوان فانها توجد في جميع الانسجة الحيوانية وسوائلها. وهي اما ان توجد بصورة حرة او مرتبطة مع الحوامض النووية والنيوكليوسيدات والنيوكليوتيدات وبعض البروتينات واللبيدات.

1- سكر الكلوكوز هو المادة الكاربوهيدراتية الرئيسية التي تستخدم من قبل الانسجة الحيوانية لتوفير الطاقة كما في حالة تقلص العضلات.
2- يخزن الكلايكوجين لحين الحاجة اليه في معظم الانسجة وبصورة خاصة في الانسجة العضلية والكبد.

3- تدخل السكريات الاحادية الخماسية الكاربون في تراكيب الحوامض لنووية التي تعمل على تخليق البروتينات ونقل الشفرة الوراثية.

4- يعد اللبيد الكاربوهيدراتي المرتبط المحتوي على الكالاكتوز ضروريا لوظائف النسيج العصبي.

العناصر المعدنية

تكون عناصر الاوكسجين والكاربون والهيدروجين والنتروجين حوالي 96% من جسم الحيوان. يوجد الاوكسجين والهيدروجين في ماء الجسم الذي يشكل غاية ثلثي وزن الجسم تقريبا. يوجد لمتبقي من هذين العنصرين اضافة الى جميع النتروجين ومعظم الكاربون والكبريت وبعض الفسفور في المكونات العضوية.

يشكل الكالسيوم والفسفور النسبة الاعظم من المواد غير العضوية وهي تدخل كمواد غير عضوية في تركيب العظام والاسنان. تشمل العناصر النادرة على المنغنيز والنحاس واليود والزنك والكوبلت والحديد وان جميع هذه العناصر ضرورية للوظائف الايضية الاعتيادية.

تؤدي العناصر المعدنية الاساسية العديد من الوظائف 1

1- تدخل في تركيب المركبات الهيكلية.

2- ادامة الحالة الفردية وتنظيم بعض الانظمة الضرورية (اللزوجة والانتشار والضغط الازموزي)

3- تنظيم التوازن الحامضي القاعدي

4- كمكونات او محفزات للانزيمات والانظمة البايولوجية الاخرى.

تلعب المكونات غير العضوية دورا مهما اما بصورة مباشرة او غير مباشرة في مرحلة بعد الذبح اثناء تحول العضلات الى لحم.

المحاضرة الخامسة

تغيرات ما بعد الذبح

لا تتوقف العضلات عن الفعالية مباشرة بعد الذبح وانما تستمر في اداء عملها الفيزيائي والكيميائي بعد ذبح الحيوان افترة من الزمن. تحدث الى جانب محاولة استمرارية العضلات في اداء وظائفها وما بعد هذه الفعاليات تغيرات اخرى في العضلات تسمى بمجموعها بتفاعلات تحول العضلات الى لحم. وهذه التفاعلات ما بعد الذبح تؤثر في صفات اللحم الناتج.

لذلك فهناك ترابط بين فعالية جسم الحيوان قبل الذبح وبين فعاليته بعد الذبح. تقلص العضلات....
تقوم العضلات بتحويل الطاقة الكيميائية الى فعل ميكانيكي بواسطة عملية التقلص التي تتطلب التعاون بين مكونات الليفة العضلية من بروتينات ومركبات اخرى وبين بعض تراكيب الليفة العضلية والجهاز العصبي.

ميكانيكية تقلص العضلات

تنزلق خويطات الاكتن والمايوسين المتداخلة مع بعضها في حالة الراحة- وان سبب الحركة الحرة هو وجود معقد المغنيسيوم والادينوسين ثلاثي الفوسفات Mg-ATP complex.

في حالة الارتخاء يمنع معقد المغنيسيوم والادينوسين ثلاثي الفوسفات ارتباط لجسور العرضية للمايوسين مع الاكتن.

اما في حالة التقلص فان المعقد يتحلل ويسمح للجسور العرضية للارتباط مع خويطات الاكتن. يؤدي ذلك الى قصر الليفة حيث تقوم الجسور العرضية للمايوسين بسحب خويطات الاكتن الى منطقة A الذي يؤدي الى تقصير المسافة بين خطي Z المتجاورة. لا يتغير عرض منطقة A اثناء جميع مراحل تقلص العضلة اما منطقتي I و H فانها تتغير حيث يزداد عرضها في حالة سحب العضلة وتقل كلما قصرت العضلة.

وفي حالة التقلص الشديد فان خويطات الاكتن تنسحب باتجاه منطقة H وتلتقي مع بعضها وحتى يمكن ان تتداخل مع بعضها بحيث تكون خطوط Z قريبة من منطقة Aجدا عند نهايات خويطات المايوسين وفي هذه الحالة تختفي منطقة H تماما وتكاد تختفي ايضا منطقة I ولا يمكن مشاهدة هاتين لمنطقتين تحت المجهر اذا كانت العضلة في هذه الحالة من التقلص. توقف تجهيز الدم

من بين وظائف الدم المهمة انه يعد وسطا كفوءا لنقل العناصر الغذائية الى العضلة وحمل النواتج الثانوية لتفاعلات العضلة الى خارج لجسم، اما عند الذبح واستزاف كمية كبيرة من الدم من جسم الحيوان تنقطع واسطة الاتصال بين العضلة وبين اعضاء الجسم الاخرى او المحيط الخارجي .

يؤدي الاستنزا ف الى خفض ضغط الدم ، وبعد ذلك يحاول جهاز الدوران تكييف عمله في محاولة لاستمرار توفير الدم للاعضاء الجسمية ، حيث تزداد ضربات القلب لمحاولة زيادة ضخ الدم وتنكمش الاوعية الشعرية لمحاولة ابقاء الدم في الاعضاء الحية وبهذا فان حوالي 50% من الدم تبقى في جسم الحيوان لا يستزف. من العناصر المهمة التي ينقلها الدم هوالاوكسجين الضروري للتفاعلات الهوائية في الخلية.

في حالة الحيوان الحي ينتقل الاوكسجين من الرئتين بواسطة الدم محمولا على الهيموغلوبين الى العضلات. وهناك ينفصل الاوكسجين من الهيموغلوبين ويرتبط مع المايوغلوبين ويخزن في هذه الصبغة في العضلة لحين استخدامه في عمليات الايض.

بعد استهلاك كمية الاوكسجين المخزونة في العضلات بعد الاستزاف يتوقف خط التفاعلات الهوائية ويتحول الى خط التفاعلات اللاهوائية وبهذه لحالة لا يدخل حامض البايروفيك الناتج من عملية تحلل السكر الى تفاعلات دورة كربس وانما يختزل الى حامض اللاكتيك. بعد الموت لا يكون بامكان الكلوكوز ان يوفر الطاقة الى عمليات الايض ولهذا سوف تبقى ثلاثة مصادر فقط لتوفير الطاقة لغرض استمرار بعملية تحلل السكر وهي

الادينوسين ثلاثي الفوسفات وفوسفات الكرياتين والكلايكوجين وان كلا من الادينوسين ثلاثي الفوسفات وفوسفات الكرياتين لا تتوفر بكميات كافية في العضلة وبهذا يصبح الكلايكوجين هو لمصدر الرئيسي للطاقة، اذن فان تجمع حامض اللاكتيك وانخفاض الاس الهيدروجيني للعضلة بعد الذبح يعود بالدرجة الرئيسية الى كمية الكلايكوجين الموجود في الانسجة عند وقت الذبح.

توقف تجهيز الدم

من بين وظائف الدم المهمة انه يعد وسطا كفوءا لنقل العناصر الغذائية الى العضلة وحمل النواتج الثانوية لتفاعلات العضلة الى خارج الجسم. اما عند الذبح واستزاف كمية كبيرة من الدم من جسم الحيوان فتنقطع واسطة الاتصال بين العضلة وبين اعضاء الجسم الاخرى او المحيط الخارجي. يؤدي

الاستزاف الى خفظ ضغط الدم ، وبعد ذلك يحاول جهاز الدوران تكييف عمله في محاولة لاستمرار توفير الدم للاعضاء الجسمية حيث تزداد ضربات القلب لمحاولة زيادة ضخ الدم ةتنكمش الاوعية الشعرية لمحاولة ابقاء الدم في الاعضاء الحية. وبهذا فان حوالي 50% من الدم تبقى في جسم الحيوان لا يستنزف. ومن العناصر المهمة التي ينقلها الدم هو الاوكسجين الضروري للتفاعلات الهوائية في الخلية.

انخفاض الاس الهيدروجيني

للاس الهيدروجيني للحم تاثير واضح على خواصه الفيزيائية فهو المسؤول عن تكون اللون الداكن في عضلات الماشية واللون الفاتح الهش في عضلات الخنازير.

بصوره قيم الاس الهيدروجيني العالية (5.8 او اكثر) تسبب زيادة قابلية حمل الماء Water Holding Capacity (WHC) منتجة لونا غامقا وبناءا خشنا بينما تميل قيم الاس الهيدروجيني المنخفض (5.5)او اقل لاعطاء تاثيرات مغايرة.

مصادر الطاقة

بعد الموت لا يكون بامكان الكلوكوز ان يوفر الطاقة الى عمليات الايض ولهذا سوف تبقى ثلاث مصادر فقط لتوفير الطاقة لغرض الاستمرار بعملية تحلل السكر وهي الادينوسين ثلاثي الفوسفات وفوسفات الكرياتين والكلايكوجين ، وان كلا من الادينوسين ثلاثي الفوسفات وفوسفات الكرياتين لا تتوفر بكميات كافية في العضلة وبهذا يصبح الكلايكوجين هو المصدر الرئيسي للطاقة لعملية تحلل السكر. اذن فان تجمع حامض اللاكتيك وانخفاض الاس الهيدروجيني للعضلة بعد الذبح يعود بالدرجة الرئيسية الى كمية الكلايكوجين الموجودة في الانسجة عند وقت الذبح.

المحاضرة السادسة

التيبس الرمي Rigor Mortis

يحدث التيبس الرمي بعد الموت وتتصف هذه الحالة بتصلب العضلات وعدم قدرتها على التقلص والانبساط ،

تتشابه اساسا عمليتي التقلص والانبساط والتيبس الرمي باستثناء ان عملية التيبس الرمي هي عملية غير معكوسة تحت الظروف الاعتيادية. ان التغيرات الكيميائية التي تحدث ثناء عملية التيبس الرمي تشمل انخفاض في قيم الاس الهيدروجيني وقلة تركيز الادينوسين ثلاثي الفوسفات وفوسشفات الكرياتين.

تنخفض فوسفات الكرياتين بسرعة ويحدث هذا مباشرة بعد الموت يتبعها انخفاض الاس الهيدروجيني بنفس الطريقة.

يبقى مستوى الادينوسين ثلاثي الفوسفات ثابتا نسبيا الى ان تصل فوسفات لكرياتين الى مستوى منخفض. عند هذه النقطة يبدا تحلل الادينوسين ثلاثي الفوسفات ثم يستمر بسرعة الى ان يصبح مستواه منخفضا نسبيا ، وباستمرار انخفاض مستوى الادينوسين ثلاثي الفوسفات يحدث انخفاض سريع في قابلية التقلص والانبساط . ان فقدان الادينوسين ثلاثي الفوسفات يعود الى تكوين الجسور الثابتة بين خويطات الاكتن والمايوسين، فبغياب الادينوسين ثلاثي الفوسفات تستمرحالة شالتصلب التي يكونها التصلب الرمي بسبب الشد المستمر الذي تسلطه الجسور العرضية للمايوسين على خويطات الاكتن.

يتغير طول الساركومير اثناء حدوث التيبس الرمي بسبب تغير الشد على العضلات المفردة اثناء التيبس الرمي. يبدا حدوث التيبس الرمي بعد 6- 12 ساعة بعد الذبح في الماشية والاغنام و15 دقيقة – 3 ساعات في الخنازير و 5 دقيقة – ساعة في الدواجن. العلاقة بين التيبس الرمي والتغيرات الاخرى على صفات العضلة

يكون اللحم في مرحلة قبل التيبس الرمي اكثرطراوة ولكنه يصبح صلبا تدريجيا الى ان يكتمل حدوث التيبس الرمي بعدها تزداد طراوته باستمرار التعتيق.

وطريقة التاثير على الطراوة تحدث في جميع الحيوانات الا انها تختلف في سرعتها مثلا تحدث في الدواجن بدرجة اسرع بكثير من الحيوانات الاخرى. يعتقد ان التصلب الذي يرافق حلول التيبس الرمي يرتبط مع قصر العضلات ، فلقد تبين ان لانخفاض في الطراوة يكون اقل اذا وضعت العضلات تحت شد لمنع حدوث القصر اثناء نشوء التيبس الرمي، او اذا حقنت مادة ماسكة للكالسيوم بعد الذبح لايقاف تداخل الاكتن مع المايوسين.

تمر مرحلة التيبس الرمي بثلاث مراحل وهي كالاتي:

المرحلة الاولى : تاخير بدء عملية التيبس الرمي نظرا للاسباب التالية:

1- وجود كميات كبيرة من ATP (مركب معقد مع المغنيسيوم)

2- العضلات في حالة استرخاء

المرحلة الثانية: بداية التيبس الرمي للاسباب التالية:

1- استهلاك كل من ATP وكرياتين فوسفيت

2- تكون الجسور الدائمة بين الاكتن والميوسين بالتدريج

3- فقد العضلات مرونتها بالتدريج

المرحلة الثالثة: انتهاء عملية التيبس الرمي بسبب

1- استهلاك كلاياتين فوسفيت بالكامل

2- عدم قدرة الجسم على تصنيع ATP

3- استهلاك النشا الحيواني او تثبيط عملية هدمه بواسطة انخفاض درجة الاس الهيدروجيني.

(رسم مراحل التيبس الرمي المختلفة)

تلخيص عمليات التيبس الرمي

1- تتوقف كل الدورات وقدرة الجسم على تصنيع ATP ويؤدي هذا الفقد الى الاتحاد الدائم بين الاكتن والميوسين وحدوث صلابة العضلات

2- تتوقف عملية امداد الجسم بالاوكسجين وتصبح التفاعلات بداخله غير هوائية.

3- يتوقف امداد الجسم بالفيتامينات ومضادات الاكسدة وحدوث اكسدة الدهون بالتدريج.

4- تتوقف الاعصاب والهرمونات عن عملها مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الجسم وتتصلب الدهون.

5- يبدأ تحلل السكر غير هوائي ، مع انتاج حامض اللاكتيك بانخفاض درجة الاس الهيدروجيني الى 5.5 وهذا بدوره يؤدي الى تحرر الانزيمات اللايسوزومية وتجزئتها للبروتينات الليفية التي تساعد في عملية تطرية اللحوم، وبجانب ذلك حدوث دنترة البروتينات وتبادل الايونات الاحادية مع الايونات الثنائية داخل العضلات.

6- تفقد الكريات الدم البيضاء القدرة على مهاجمة الميكروبات مسببة الفساد.

7- تراكم المواد الوسطية للتفاعلات الكيموحيوية مما يؤدي الى دنترة البروتينات**.**

ملخص تحويل العضلات الى لحم

يطلق اسم اللحم على العضلات بعد ذبح الحيوان ، وكما هو معروف تطلق كلمة اللحم على الهيكل العضلي والعضلات الناعمة والانسجة الضامة والانسجة الدهنية ، وهناك عوامل كثيرة مؤثرة على جودة اللحم التي تحدث قبل وبعد عملية الذبح منها:

1- هناك اتزان Homeostasis بدني في الجسم اثناء الحياة ، من حيث درجة الاس الهيدروجيني ، درجة الحرارة ، تركيز الاوكسجين وامداد الطاقة ، هذه العوامل مهمة جدا اثناء الحياة ولكنها تنشط بسرعة كبيرة بعد الموت مباشرة.

2- يذبح الحيوان ويترك لفترة معينة للتخلص من الدم من جسمه (Exsanguination) النزف الكامل.

3- تاثير انخفاض درجة الاس الهيدروجيني بعد الموت على جودة اللحم من النواحي الحسية والصحية والتغذوية والتصنيعية.

4- تخزن الكلوكوز في الجسم اثناء حياة الحيوان على شكل نشا حيواني وللحصول على الطاقة يتحول الكلايكوجين الى كلوكوز ويتحول الاخير الى حامض بايروفيك كما هو موضح بالشكل**:**

كلوكوز

حامض بايروفيك

بدون هواء **حامض اللاكتيك** **استيل كوانزيم A** **هوائيا**

(دورة كربس)

الكبد **ميتاكوندريا**

ATP **ATP**

مسار حامض البيروفيك الذي يكون النشا الحيواني اثناء الحياة او الموت هوائيا وغير هوائي

يتم تحويل الكلايكوجين في العضلة الميتة الى حامض اللاكتيك والذي بدوره يخفض درجة الاس الهيدروجيني خلال 24 ساعة بعد الموت.

العلاقة بين التيبس الرمي والتغيرات الاخرى على صفات العضلة

يكون اللحم في مرحلة قبل التيبس الرمي اكثر طراوة ولكنه يصبح صلبا تدريجيا الى ان يكتمل حدوث التيبس الرمي بعدها تزداد طراوته باستمرار التعتيق.

ويبدو ان طريقة التاثير على الطراوة تحدث في جميع انواع الحيوانات الا انها تختلف في سرعتها فمثلا تحدث في الدواجن بدرجة اسرع بكثير من الحيوانات.

يعتقد ان التصلب الذي يرافق حلول التيبس الرمي يرتبط مع قصر العضلات فلقد تبين ان الانخفاض في الطراوة يكون اقل اذا وضعت العضلات تحت شد لمنع حدوث القصر اثناء نشوء التيبس الرمي، او اذا حقنت مادة ماسكة للكالسيوم بعد الذبح لايقاف تداخل الاكتن والمايوسين.

تعتبر معاملة الحيوان قبل الذبح من اهم العوامل الموثرة على صفات جودة اللحوم التالية:

1- **الحسية:** كاللون والطعم والطراوة
2- **التصنيعية:** مثل قوة الحفظ المائي للبروتين Water Holding Capacity
3- **الصحية:** مثل نمو المايكروبات الممرضة والتسمم الغذائي والفساد
4- **التغذوية:** مثل كمية البروتينات والقيمة البيولوجية.

وعند وقوع الحيوان تحت ظروف غير مناسبة او غير ملائمة كالاجهاد والخوف وغيرها والتي تسبب في استهلاك النشا الحيواني (الكلايكوجين) اثناء حركة الحيوان مما ينتج نه لون لحم داكن وغير مقبول من قبل المستهلك.

سرعة الانخفاض في درجة الاس الهيدروجيني مرتبطة بالظاهرة المعروة باسم شحوب اللون ونعومة الملمس وفقدان للعصارة Pale Soft Excaudade (PSE) وغالبا تحدث في الخنازير ونادرا في الابقار والدواجن

تتميز هذه الظاهرة بالاتي:

1- شحوب لون اللحم
2- نعومة ملمس اللحم
3- فقدانه لكثير من عصارته

4- 4- ضعف قوة الحفظ المائي للبروتين.

ومن اهم عوامل هذه الظاهرة الاتي:

1- وراثيا كما تحدث في بعض انواع الخنازير

2- تعرض البروتين لارتفاع درجة حرارة الحيوان المذبوح خلال عملية ذبحه مع الانخفاض السريع في درجة الاس الهيدروجيني الى اقل من 6

3- تشتت الضوء على سطح اللحم وامتصاصه على السطح بنسبة قليلة.

اما ظاهرة قاتمية اللون للحم كالاتي:

1- قوة الحفظ المائي للبروتين عالية

2- درجة الاس الهيدروجيني عالية

3- سرعة الفساد قد تؤدي الى التسمم الغذائي

4- قاتمية اللون

5- خشونة الملمس.

تحدث ظاهرة خشونة وقاتمية اللون في اللحم عند الابقار بصفة عامة بسبب:

1- ارهاق الحيوان او تعرضه لظروف غير مناسبة قبل عملية ذبحه

2- استهلاك اغلبية مخزون النشا الحيواني قبل ذبحه

3- حقن الحيوان قبل الذبح ببعض انواع الهرمونات مثل هرمون ابنفرين.

قصر البرد Cold Shortening

وجد بعض الباحثين ان عضلات الماشية تقصر بدرجة اكبر على درجة الصفر المئوي بالمقارنة مع درجات لحرارة الاخرى.

ولقد وجد ان القصر يحدث عندما يكون حوالي 40% من الادينوسين ثلاثي الفوسفات لازال باقيا. وجد اخرون ايضا ان طراوة المنطقة القطنية للاغنام تتاثر بدرجة كبيرة بالترابط بين الوقت ودرجة الحرارة المعرضة لها ذبائح الاغنام اثناء حلول التيبس الرمي ، حيث تكون الصلابة اذا عرضت الذبيحة الى درجة حرارة منخفضة خلال فترة 16 ساعة من الذبح تقريبا حيث ظهر انها تسبب قصر البرد.

التقلص بعد التذويب Thaw contracture

ان التقلص بعد التذويب والذي يسمى ايضا التيبس بعد التذويب هو القصر الذي يحدث في اللحم المذوب الذي سبق وان جمد وهو في مرحلة قبل التيبس الرمي. ان وجود تركيز عال من الملح اثناء التذويب مع انظلاق الكالسيوم والتثبيط المؤقت لفعالية عامل الاسترخاء هي المسؤولة عن التقلص الشديد عند تذويب اللحم المجمد قبل حدوث التيبس الرمي فيه.

يحدث التيبس بعد التذويب عندما يكون مقدار الادينوسين ثلاثي الفوسفات مرتفعا نسبيا (40%) وبهذا الصدد فانه يشابة قصر البرد. ويتشابه التيبس بعد التذويب مع قصر البرد في ان لعضلة تتعرض الى

كلا النوعين من القصر تكون اصلب من نماذج المقارنة. اذن فان التيبس بعد التذويب اهمية عملية

لصناعة اللحوم.. واعتياديا ان اللحم لا يجمد قبل اكتمال التيبس الرمي. ولكن لا يكون عمليا السماح للحم الدخول الى التيبس قبل التجميد وانما يجب تذويب اللحم بسرعة قبل استعماله .

المحاضرة السابعة

الصفات النوعية للحوم الطازجة

للصفات النوعية للحوم الطازجة تاثير في تذوق اللحوم بعد الطبخ وفي خواصها التصنيعية .

ومن الصفات النوعية للحوم الطازجة هي:

اولا: المظهر

يحدد مظهر اللحم الطازج (غير المطبوخ) عند النظر اليه نوعية اللحم وخواصه التذوقية. فباستثناء اللون الذي هو اول من تقع عليه العين عند النظر الى اللحم هناك خواص اخرى عديدة يمكن ملاحظتها عند مجرد النظر الى اللحم الطازج.

1- التناسب بين كمية اللحم الخالص والعظام والشحم في القطعة اللحمية له تاثير على حكم المستهلك على القطعة للحمية ومدى تذوقها بعد الطبخ. فان زيادة كمية العظام او الدهن في القطعة يقلل بالتالي من كمية اللحم القابل للاكل.2 - ان مظهر الانسجة العضلية نفسها يحدد طراوة اللحم ، فاالالياف العضلية للعضلات في لحوم الحيوانات المسنة تكون ذات قطر كبير مقارنة مع مثيلاتها في الحيوانات الصغيرة العمر وهذا يؤدي الى قلة طراوة اللحوم.

2-كذلك الحيوانات الكبيرة تحتوي على نسبة اكبر منا ا لكولاجين ويكون مظهر هذه العضلات خشنا، اما عضلات الحيوانات الصغيرة يكون مظهر عضلاتها ناعما. ويقترن المظهر الناعم بطراوة عالية وتذوق افضل بينما يقترن المظهر الخشن بالصلابة او قلة الطراوة والذي ينعكس على درجة تذوق اللحم.

3- قوام الشحم الموجود مع اللحم له تاثير على الانطباع الذي يتركه النظر الى القطعة اللحمية . فالمفروض بالشحم ان يكون متماسكا غير هش او رطب، واللون المرغوب هو اللون الابيض. اما اذا تغير اللون الى الاصفر فهذا دليل على ان الحيوان كبير العمر حيث يزداد اغمقاق اللون الى الاصفر كلما تقدم الحيوان بالعمر.

وفي بعض لاحيان يكون اللون الاصفر بسبب التغذية على بعض الاعشاب وبهذا يكون اللحم غير مقبول ايضا

.4 –ان كمية دهن التعريق وتوزيعه داخل العضلة تعد من العوامل المهمة جدا والتي يعتمد عليها في تدريج للحوم.

ان الكمية المتوسطة من التعريق تكون كافية لتزييت الالياف العضلية وهذا يجعل اللحم اكثر عصيرية وتذوقا بعد الطبخ.. في الوقت الذي يؤدي انعدام التعريق الى جفاف القطعة اللحمية بعد الطبخ.

ثانيا: اللون

يتحدد اللون في اللحم عن طريق مجموعة من الانطباعات المتكونة اثناء النظر الى اللحم.
ان الصبغة المسؤولة عن اللون في اللحوم هي صبغة المايوغلوبين بالدرجة الرئيسية كما تتدخل صبغة الهيموغلوبين (وهي صبغة الدم) في اللون في اللحم لان قسما من الدم يبقى في العضلات بعد الاستنزاف حتى لو كان الاستنزاف جيدا.الا ان **ظروف رؤيا اللحم تؤثر في لونه وهي ما يتعلق بالمحيط مثل نوع او ما يتعلق بالقطعة اللحمية نفسها مثل مقدار الرطوبة الموجودة على سطح اللحم حيث ان السطح الرطب يعكس الضوء الساقط على اللحم ويعطي اللون الفاتح للحم بينما يسبب السطح الجاف امتصاص الضوء واعطاء اللون الداكن للحم.** وتزداد شدة لون العضلات ايضا بتقدم العمر حيث تكون الفروق واضحة بين لحوم الحيوان الصغير والكبير. حيث تزداد تركيز الصبغة بتقدم عمر الحيوان. تتكون صبغة المايوغلوبين من جزء بروتيني هو بروتين الغلوبين (Globin) وجزء غير بروتيني هوحلقة الحديد (Hem ring) وان الحالة الكيميائية للحديد في الصبغة فيما اذا كانت في حالة تاكسد (حالة الحديديك) او في حالة اختزال (حالة الحديدوز) تحدد لون اللحم. اما اذا تعرض اللحم الى الهواء او الى كمية كافية من الاوكسجين فسوف تحدث اكسجة (Oxygenation) للصبغة المختزلة ويكون الحديد في حالة اختزال وتتكون الصبغة المسماة اوكسي مايوغلوبين (Oxymyoglobin) ذات اللون الاحمر البراق وهو اللون لطبيعي للحم الطازج. عند قلة لاوكسجين في السطح السفلي لشريحة لحم فان صبغة اللحم سوف تتاكسد (Fe+3) ويتغير لون اللحم من

اللون الجذاب الاحمر البراق الى اللون القهوائي الغير مرغوب وتسمى الصبغة المتكونه في هذه الحالة الميتمايوغلوبين (Metmyoglobin) وتعتبر هذه الصبغة من مشاكل صناعة اللحوم حيث ان اللون القهوائي او الداكن يوحي للناظر بان اللحم قديم او ماخوذ من حيوان مسن حتى لو كان اللحم طازجا وذا صفات جيدة.

. وان اللون الطبيعي للحم يمكن ان يتغير بتاثير عوامل اخرى مؤديا الى انتاج الوان غير مقبولة في اللحم. فان نمو اعداد كبيرة من البكتريا على للحم بسبب قلة النظافة او عدم تبريد اللحم يؤدي الى مهاجمة الصبغة من قبل الاحياء المجهرية حيث تستعملها كغذاء ويؤدي ذلك الى تكسر المايوغلوبين وانفصال جزء البروتين عن حلقة الحديد ويسبب تكون للون الاخضر على سطح اللحم.

كذلك يمكن ان يسبب البكتريا قلة الاوكسجين على سطح للحم وبالتالي تكون للون القهوائي بسبب صبغة الميتمايوغلوبين وكذلك يمكن ان يؤدي جفاف سطح اللحم بتاثير التعرض الى الهواء لمدة طويلة الى انتاج اللون الداكن في اللحم بسبب زيادة تركيز الصبغة على الرغم من توفر كمية كافية من الاوكسجين.

ثالثا: قابلية حمل الماء

- تبلغ نسبة الماء في اللحوم الحمراء الخالية من الدهن حوالي 76% من الوزن ويمكن ان تزداد كمية الماء الممتصة من قبل اللحم اذا فرم اللحم وعمل منه مستحلب الصوصج.
- وللماء تاثير كبير على نوعية اللحم فهو يؤثر على عصيرية اللحم وطراوته وعلى لونه طعمه . وبما ان الماء هومحيط عام للتفاعلات البايولوجية فان توفره يؤثر على التغيرات التي تحدث في اللحم اثناء الانضاج والخزن والتصنيع.
- **العلاقة بين الماء والبروتينات**

ان البروتينات هي المادة الرئيسية التي ترتبط مع الماء في الكائنات الحية. وبهذا يكون من الطبيعي ان نتوقع بان تكون بروتينات العضلات هي المسؤولة عن ربط الماء في اللحوم. وان مناقشة الماء في اللحم سوف ترتبط بصورة رئيسية مع التداخل بين الماء والبروتينات والتداخل بين البروتينات نفسها ةهذا يحدد حجم الحيز او المجالات التي ترتبط فيها جزيئات الماء في شبكة البروتين.

- **ربط الماء في اللحم والاحتفاظ بالماء**
- تميل جزيئات البروتين الموجودة لان تكون محبة للماء قدر الامكان. هناك كمية معينة من الماء حوالي (4-10غم /100 غم من البروتين) ترتبط باحكام مع البروتين وان هذه الكمية تمثل حوالي 20% من كمية الماء اللازمة لتغطية كامل جزيئة البروتين بطبقة واحدة من الماء تسمى هذه الطبقة من الماء بالماء المرتبط (Bound water) ويكون من الصعب جدا فصلها من اللحم. الكمية الثانية من الماء تعادل تقريبا كمية لماء المرتبط وهي تمثل طبقة ثانية من جزيئات الماء وتسمى هذه الطبقة بطبقة الماء الثابت

(Immobilized water) وهي اقل ارتباطا باللحم من طبقة الماء المرتبط. هناك كمية ثالثة من الماء تقدر بين 20 – 60 غم لكل 100 غم من البروتين تمثل هذه جزيئات الماء التي يكون ترتيبها اقل انتظاما بين جزيئات البروتين وتسمى هذه الطبقة من الماء بطبقة الماء الحر (Free Water) وهي اقل ارتباطا باللحم من انواع لماء الاخرى. يوجد حوالي 70% من كمية الماء في اللحم الطازج بين الليفيات العضلية و 20% في بروتينات الساركوبلازم و 10% في الانسجة الرابطة. لذا لا تتدخل بروتينات الساركوبلازم بصورة معنوية في قابلية حمل الماء وتعد بروتينات الليفات بانها الاكثر المكونات البروتينية ذات العلاقة بربط الماء في اللحوم.

- **المحاضرة الثامنة**

طهي اللحوم

المقصود بالطهي تعريض اللحوم الى الحرارة على درجة حرارة معينة لوقت محدد وباتباع طريقة معينة. ويعتبر الطهي فن دقيق يعكس مهارة الطاهي في الوجبة التي يقدمها.

ان العامل المهم عند الطهي هو ضبط العلاقة بين درجة الحرارة المتبعة في الطهي والوقت اللازم للطهي. فمعلوم ان الطهي على درجة حرارة عالية يقلل الوقت اللازم للطهي والعكس صحيح ولكن لا يمكن رفع درحة الحرارة او خفضها كيفما اتفق لان ذلك يحدد بنوعية القطعيات اللحمية او طراوتها بالدرجة الرئيسة وبنوعية الاكلة المطلوب تحضيرها.

تاثير الحرارة على مكونات اللحم:

ان اول المكونات المهمة في اللحم التي تتاثر بالحرارة هي البروتينات.

ويمكن تقسيم البروتينات التي تتاثر بالحرارة اثناء الطهي وتؤثر في نتيجة طهي اللحم الى مجموعتين هما بروينات الليفات وبروتينات الانسجة الرابطة حيث ان بروتينات الساركوبلازم هي بروتينات ذائبة بالماء ولا تتدخل في طراوة اللحم. تتاثر اولا بروتينات الليفات حيث تفقد البروتينات بناءها ويحدث تغير في تركيبها وتتجمع ويؤدي ذلك الى قلة ذوبانها.

يمكن ملاحظة هذه التغيرات على الصفات الفيزيائية للانسجة حيث تؤدي هذه التغيرات الى تصلب بروتينات الليفات والتي تؤدي الى صلابة اللحم. تحدث حالة تصلب بروتينات الليفات عند او فوق درجة 64 م لذا يتوقع ان تقل طراوة اللحم بتاثير زيادة تصلب بروتينات لليفات اذا طبخ على درجة اعلى من 64 م.. تؤدي حرارة الطهي الى احداث تغيرات فيزيائية في بروتين الكولاجين تسبب زيادة ذوبانه، فاولا تنكمش خويطة الكولاجين الى 30% من طولها الاصلي عند وصول درجة الحرارة الى 62 م تتعرض حوالي 50% من ليفات الكولاجين في العضلة الى هذه الحالة. بعد هذه الدرجة يزداد **ذوبان** الكولاجين.

ان ذوبان الكولاجين وتحوله الى جيلاتين يحتاج الى رطوبة لذا فان استمرار طبخ اللحم بودود الرطوبة يؤدي الى تشبع الكولاجين بالماء وتحلله الى جيلاتين وبذلك يصبح اكثر طراوة وتزداد قابليته على حمل الماء . ويؤدي تحلل الكولاجين الى زيادة طرواة اللحم المطبوخ لانه العامل المهم الذي يؤثر على الطراوة في اللحم.. لا تؤثر حرارة الطهي على الايلاستين فالقطعيات اللحمية التي تحتوي على نسبة لاباس بها من الايلاستين تبقى قوية وصلبة حتى لو طهيت على درجة حرارة عالية. الا ان

من حسن الحظ هو ان البروتين الرابط الايلاستين لا ينتشر في الذبيحة كما ينتشر الكولاجين وانما يوجد بنسبة اقل وفي بعض المناطق فقط.

بما ان بروتين الرتيوكلين يوجد بنسبة ضئيلة من مجموع بروتينات الانسجة الرابطة فانه لا يتدخل لدرجة معنوية في طراوة اللحوم.زيتجمع الدهن الذائب اثناء عملية الطهي حول حزم الانسجة الرابطة في اغلفة الحزم العضلية. وان دهن التعريق يمكن ان يمنع او يقلل فقدان الرطوبة اثناء الطهي وبهذا يبقى اللحم الذي يكون جيد التعريق عصيريا بعد الطهي. كما ان دهن خارج العضلة (دهن تحت الجلد) يتعرض للذوبان بتاثير حرارة الطهي الا انه يمنع او يقلل من تاثير الحرارة على جفاف العضلات وفقدان الرطوبة منها. اي ان وجود طبقة خارجية من الشحم تحيط بالقطعة اللحمية اثناء الطهي تحافظ على عصيرية اللحم وتحسن طراوته.

يتجمع الدهن الذائب اثناء عملية الطهي حول حزم الانسجة الرابطة في اغلفة الحزم العضلية. وان توزيع الدهن بصورة متماثلة في العضلة (دهن التعريق) يمكن ان يمنع او يقلل فقدان الرطوبة اثناء الطهي وبهذا يبقى اللحم الذي يكون جيد التعريق عصيريا بعد الطهي. كما ان دهن خارج العضلة (دهن تحت الجلد) يتعرض للذوبان بتاثير حرارة الطهي الا انه يمنع او يقلل من تاثير الحرارة على جفاف العضلات وفقدان الرطوبة منها. اي ان وجود طبقة خارجية من الشحم تحيط بالقطعة اللحمية اثناء الطهي تحافظ على عصيرية اللحم وتحسن طراوته.

وتحرر حرارة الطهي بعض المركبات الطيارة الموجودة في اللحم مثل الالديهايدات والكيتونات والحوامض والكحولات والهيدروكاربونات والنتروجين والكبريت والتي تتدخل في رائحة ونكهة اللحم المطبوخ. وان تكون لنكهة هي النتيجة المهمة لعملية الطهي حيث تحدث تغيرات كبيرة ومحددة في اللحم بحيث يكون بالامكان تشخيص طريقة الطبخ ونوع الوجبة عن طريق النكهة والرائحة المتحررة في المنتوج. ليس من السهل وضع جدول حدد درجات حرارة الطهي للحوم والوقت اللازم لطهيها لان درجة الطهي واللون والنكهة المطلوبة في اللحم يحددها رغبات المستهلكين في المناطق المختلفة من العالم وحتى الاختلافات تكون في البلد الواحد او حتى داخل المدينة الواحدة.

لحوم الماشية يمكن ان تقسم الى عدة مديات حرارية لارضاء اذواق اكبر عدد من المستهلكين وهي كما يلي: *

طهي بسيط (Rare) : على درجة حرارة داخلية 58-60م.

طهي بسيط متوسط (Medium Rare) : على درجة حرارة داخلية 66-68 م.

طهي متوسط (Medium) : على درجة حرارة داخلية 73-75 .

طهي كامل (Well done): على درجة حرارة داخلية 80-88م.

تختلف هذه الطرق في تاثيراتها في تركيب الصبغة في اللحم وبالتالي تاثيرها على لون اللحم فهو يتراوح من الاحمر بالنسبة للطهي البسيط الى اللون القهوائي اذا اتبعت طريقة الطهي الكامل.

طرق الطهي:

ان الهدف الرئيسي من طهي اللحوم هو الوصول الى درجة حرارة داخلية معينة. ويمكن الوصول الى هذه الدرجة عن طريق عدد معين من الانظمة يتم بواسطتها رفع درجة حرارة اللحم الى الدرجة المطلوبة.*

يعد الماء من العوامل المهمة التي تحدد الطهي وتؤثر في نكهة ولون اللحم المطبوخ. حتى لو لم يضاف الماء الى اللحم اثناء الطهي فان اللحم نفسه يحتوي على نسبو معينة من الرطوبة يمكن ان تتدخل في عملية الطهي.

ويحدد سمك وحجم القطعة اللحمية الوقت اللازم لطهيها حيث يصعب تحديد وقت الطهي كلما ازداد سمك القطعة اللحمية.

طرق الطهي:

الطهي الجاف:

في الطهي الجاف يطهى اللحم على او في المصدر الحراري مباشرة دون استخدام وسط اخر كالماء او غيره. اي ان الحرارة تنتقل الى القطعة اللحمية عن طريق الهواء الحار الجاف.

ومن امثلة طرق الطهي الجاف:

1-- التحميص (Roasting) – تكون هذه الطريقة ملائمة للقطع اللحمية السميكة الطرية حيث توضع القطعة اللحمية في فرن درجة حرارته 150-175 م . تتكون نكهة خاصة مميزة بسبب تفاعل بين مجاميع الامين والسكر وتكوين اللون القهوائي في اللحم. يفضل ان تكون القطعة اللحمية في هذه الحالة محاطة بطبقة من الدهن لتقليل فقدان الرطوبة منها. اذا كانت القطعة اللحمية كبيرة جدا كما في حالة طهي فخذ كامل او ذبيحة كاملة يمكن خفض درجة الحرارة ا في الفرن الى 120 م مع زيادة فترة التحميص.

2- الشي (Broiling)-

تناسب هذه الطريقة قطعيات اللحم الطرية قليلة السمك لان الوقت قصير سوف لن يسمح بتحلل الانسجة الرابطة. وفي هذه الحالة تكون درجة الحرارة المستخدمة عالية لذا فان الوقت يجب ان يكون قصيرا. وعليه يجب مراقبة القطع اللحمية عن كثب اثناء الشي لملافاة احتراقها او شدة جفافها. تتكون نكهة مميزة مع لون قهوائي داكن على سطح القطعة اللحمية.

الشي على النار مباشرة او الحرارة الناتجة منها كاستخدام الخشب او الفحم او الطرق المشابهة. يمكن استخدام هذه الطريقة مع شرائح للحم للبقر او الغنم او مع قطعيات الدواجن او الاضلاع او الكباب

والصوصج والهامبركر تكون الحرة في هذه الحالة اقل من درجة الحرارة من درجة الحرارة بالشي بالفرن.

يمكن اعتبار الشي بالتنور من الطرق التي تجمع بين طريقة الشي بالفرن وطريقة الشي بالفحم.

ثانيا_ا لطهي الرطب:

يكون الطهي في هذه الحالة مع كمية كافية من الماء حيث تتبع هذه الطريقة مع القطع اللحمية التي تحتوي على كميات عالية من الانسجة الرابطة لكي يساعد الماء على تحلل الكولاجين الى جيلاتين وفي هذه الحالة يفضل ان تكون درجة الحرارة واطئة نسبيا مع الطهي لفترة طويلة لضمان تحلل جميع بروتينات الكولاجين من جهة ولتفادي تصلب بروتينات الليفات من جهة اخرى.

ان طريقة التدميس (Braising) هي من امثلة الطبخ الرطب حيث يوضع اللحم في قدر مغلق مع كمية كافية من الماء كما يمكن ان تضاف الخضراوات والمنكهات ومعجون الطماطة او غيرها من المواد لغرض الحصول على نكهة وقوام مرغوبة في المنتوج.

يمكن الطهي بالفرن مع لف القطع اللحمية بورق الالمنيوم للحصول على نتيجة طهي تجمع بين الشي والتدميس حيث يحافظ ورق الالمنيوم على الرطوبة الموجودة في القطع اللحمية وفي الوقت نفسه يمكن الطهي على درجة حرارة واطئة 95-100 م ولفترة طويلة للسماح بتحلل الكولاجين الى جيلاتين بمساعدة الرطوبة الموجودة في اللحم.

الطهي بالفرن ذو الموجات فوق القصيرة Microwave oven

تستخدم في هذا الفرن الحرارة الناتجة من الموجات فوق القصيرة وهي طريقة حديثة وسريعة جدا بالمقارنة مع الطرق التقليدية في الطهي. وتتكون الحرارة هنا من تداخل جزيئات المادة المستعملة لتوليد الموجات مع مجال كهرومغناطيسي سريع التردد. حيث ينتج من دوران هذه الجزيئات واحتكاكها مع بعضها حرارة توجه نحو القطعة اللحمية على هيئة موجات فوق قصيرة تخترق القطعة اللحمية وتؤدي الى طهيها.

المحاضرة التاسعة

الصفات النوعية للحوم المطبوخة

صفات اللحم الطبوخ هي صفات تذوقية اي انها تؤثر في مدى تقبل اللحم واستهلاكه بصورة مباشرة وغير مباشرة

اولا- المظهر

قبل ان يتناول الانسان قطعة مطهية من اللحم فانه ينظر اليها اي ان رؤوية القطعة تاتي قبل التحسس برائحتها او طعمها. فان منظر القطعة اللحمية يعطي الشخص انطباعات عن صفاتها التوقية الاخرى.

1- اول صفة يشاهدها اناظر في قطعة اللحم المطهية هي اللون. اللون القهوائي على سطح قطعة اللحم يعني انها محمصة وذات نكهة لذيذة، الا ان اللون الداخلي لقطعة اللحم المطهية يعتمد على درجة الطهي واللون المتولد فيها اذا كان لونا احمرا او ورديا او لونا رصاصيا او قهوائيا.وان نوع الانطباع هنا يعتمد على رغبة المستهلك في اي من درجات الطهي..

2-يؤثر بناء العضلات في اللحم المطبوخ في مظهر اللحم وهذا يؤثر في الانطباعات التذوقية للحم.

ان بناء القطعة اللحمية يحدد الانطباع عن مدى التلاصق بين جزيئات اللحم وبالتالي سهولة تقطيعه بواسطة الاسنان. فان اللحم المطبوخ لفترة طويلة اكثر من المقررة يكون جافا وذا مظهر ليفي.

3- وكذلك لون الدهن وقوامه له تاثير ايضا على تذوق اللحم ةحيث لون الدهن المفضل لدى المستلك بعد الطهي هو اللون القهوائي وذو قوام جاف وبما ان اكثر الناس لا يستهلكون

الشحم الملاصق للقطعة المطهية ويفضلون ازالته قبل تناول اللحم الا انهم يرفضون قوامه الهش او نكهته غير المقبولة.

4- كذلك تؤثر نسبة العضلات الى الشحم الى العظام في قطعة اللحم المطبوخ عللى مظهر اللحم وبالتالي تذوقه. فان زيادة كمية الشحم مع القطعة اللحمية يوجب الحاجة الى فصله عن الجزء اللحمي الذي يقلل الجزء اللحمي القابل للاكل وهذا يقلل المتعة من تناول اللحم.

ثانيا: اللون

لون اللحم المطبوخ غير المقدد يعتمد لدرجة كبيرة على مقدار وطبيعة مشتقات المايوغلوبين وعلى نواتج التحلل الموجودة.

اما اللحم المقدد التي تحتوي على صبغة مايوغلوبين اوكسيد النتريك فلا يتغير لونها لدرجة كبيرة اثناء الطهي.

ان شدة اللون في اللحم الطازج المطبوخ واللحم المقدد يعكس مقدار صبغة المايوغلوبين الموجودة في النسيج اللحمي. اذن لحوم الحيوانات المسنة المطبوخة تكون اغمق لونا من اللحوم المطبوخة من حيوانات صغيرة العمر.

واللحوم المطبوخة من حيوانات اكثر فعالية او من عضلات تحتاج كمية اكبر من الاوكسجين يكون لونها ادكن من اللحوم المطبوخة من حيواناالت اقل فعالية او من عضلات تحتاج كمية اقل من الاوكسجين.

او قهوائي اذا وصلت الحرارة الى درجة عالية.

يعتمد اللون النهائي للحم المطبوخ ايضا على تغيرات الصبغة التي تحدث اثناء الطهي ، وان هذه التغيرات تتحدد بنوع او طريقة الطهي وطول مدته ودرجة حرارته. فخلال الطهي يتغير لون اللحم تدريجيا من الاحمر الغامق او الوردي الى لون فاتح واخيرا يتحول الى رصاصي .

يتغير لون اللحم تدريجيا من اللون الاحمر الغامق الى الوردي الى لون فاتح ويتحول اخيرا الى رصاصي او قهوائي اذا وصلت الجرارة الى درشجة عالية.

اللون الوردي في اللحم المطبوخ يعود الى صبغة اوكسي مايوغلوبين اما اللون القهوائي فيعود الى عدد من الصبغات تشمل مركبات الحديد المدنترة .

ان تغيرات اللون المرئية التي تحدث ترتبط بردات الحرارة الداخلية وكالاتي:

اقل من 60 م لا يحدث تغير في اللون ويكون التغير طفيفا.

65-70 م يقل اللون الوردي والى حد 70 م.

عند 75 م يختفي اللون الوردي تماما.

اللحوم التي تطهى ببطء في محيط رطب وبالقرب من درجة غليان الماء يكون لونها رصاصيا متماثلا دون وجود لون قهوائي على السطح الخارجي. اما اللون القهوائي الذي يتكون في اللحوم المطهية على تسخين بطيء وفي حالة التعليب ايضا هو نتيجة لدنترة واكسدة بروتين المايوغلوبين وهو يختلف عن اللون القهوائي المتكون على سطح اللحم المشوي او المحمص.

ثالثا: العصيرية

تقسم العصيرية في اللحم المطبوخ الى تاثيرين:

الاول هو الانطباع عن الرطوبة المحسوسة اثناء المضغات الاولى التي تنتج من التحرر السريع لسوائل الجسم. والتاثير الثاني هو من العصيرية المخزنة بسبب التحرر البطيء للعصير ومن التاثير التحفيزي للعاب على الدهن.

الاول هو الانطباع عن الرطوبة المحسوسة اثناء المضغات الاولى التي تنتج من التحرر السريع لسوائل اللحم والتاثير الثاني هم من العصيرية المخزنة بسبب التحرر البطيء للعصير ومن التاثي

التحفيزي للعاب على الدهن. هناك ارتباط متين بين العصيرية والطراوة وبهذا فان اللحم الاكثر طراوة يتحرر منه العصير بسرعة عند المضغ ويظهر اللحم عصيريا.

يوجد تباين كبير بين تقديرات العصيرية للحم المطبوخ لانواع الحيوانات المختلفة ولانواع القطعيات المختلفة. اذا كان التحسس للعصيرية في اللحم المطبوخ يرتبط لدرجة كبيرة مع كمية الدهن داخل العضلات فان اي عامل يؤثر على كمية الدهن داخل العضلات في اللحم المطبوخ سوف ينعكس على تقدير العصيرية.

اللحم جيد التعريق المستحصل من حيوانات ناضجة مع درجة عالية نسبيا من السمنة سوف يكون اكثر عصيرية من اللحم المستحصل من حيوانات صغيرة العمر يترك تاثيرا مائيا عند المضغة الاولى لكن الانطباع النهائي سوف يكون الشعور بالجفاف،.

والعامل المهم الذي يؤثر على العصيرية هو طريقة الطهي فبصورة عامة طرق الطهي التي تسمح بالاحتفاظ بالسوائل والدهن سوف تنتج لحم اكثر عصيرية. لهذا السبب فان العصيرية تتناسب عكسيا مع الفقدان اثناء الطبخ.

اذا كانت درجة حرارة الفرن منخفضة اثناء التحميص فان ذلك سيؤدي اعتياديا الى تقليل الفقدان اثناء الطبخ وتكون عصيرية اللحم عالية.

رابعا: الطراوة

الطراوة هي اكثر عوامل التذوق اهمية في تقبل اللحم من قبل المستهلك

هناك العديد من العوامل توثر في طراوة اللحوم منها عوامل قبل الذبح وتشمل:

1- الصفات الوراثية

2- العوامل الفسلجية

3- طرق التغذية

4- الادارة

وعوامل ما بعد الذبح وتشمل

1- طول مدة الخزن و درجة حرارة الخزن بعد الذبح

2- طرق التقطيع والتشذيب

3- اضافة عناصر الطرية

3- طرق الطهي.

-4

درجة حرارة الخزن ومدته

اذا حفظ اللحم بعد الذبح على درجة حرارة صفر ال 5 م فان الطراوة تنخفض خلال 24 ساعة الاولى عندما تكون حالة التيبس الرمي قائمة ثم تزداد تدريجيا. تكون هذه الزيادة اعلى على درجات الحرارة الاعلى.

هناك اختلافات كبيرة بخصوص تاثير التجميد والخزن المجمد للحوم على التطرية. ولقد وجد بان تاثير التجميد والخزن بالتجميد على التطرية هو ايجابي واكثر وضوحا اذا كان الوقت بين الذبح والتجميد قصيرا وان الحيوانات الاصغر عمرا وبعض العضلات المعينة (مثل الفخذ وليس عضلات الرقبة) هي اكثر تاثرا.

مواد التطرية

تستعمل العديد من المواد كمواد تطرية اللحوم تشمل الحوامض ش(مثل الخل والليمون) والاملاح والانزيمات. فان كلوريد الصوديوم بتركيز 2% يزيد طراوة لحم الماشية لدرجة مرضية. ان هذا التركيز مقارب لتركيز الملح المستعمل في عمليات التقديد وهو يمكن ان يفسر جزئيا تاثير التقديد في التطرية.

الانزيمات الموجودة بصورة طبيعية في اللحوم هي الكاثبسينات مسؤوله عن زيادة طراوة اللحوم اثناء الانضاج.

الانزيمات النباتية تشمل

انزيم البابايين Papain والبروملين Bromlin والفيسين Ficin . تحدث تغيرات في الطراوة الاولية والنهائية بينما تؤثر الانزيمات المحللة لبروتين الماخوذة من الفطريات على الطراوة الاولية فقط.

من مشاكل استخدام مواد تطرية اللحوم هو الوصول الى درجة توزيع منتظم للمواد الفعالة في القطعة اللحمية ، تم تذليل هذه المشكلة جزئيا باستخدام قطعيات رقيقة من لحم الماشية لغرض التطرية. كما ان اضافة المادة الانزيمية الى المحلول الذي يضاف للحم المجفف والمجفد اعطى نتائج جيدة بالنسبة لتوغل الانزيم في القطعة اللحمية.

ومن الطرق التجارية المعترف بها هي حقن الانزيم في جهاز الدوران للحيوانات بفترة قصيرة قبل الذبح وان هذه الطريقة تضمن توزيع الانزيم بصورة جيدة في العضلات.

وان مقدار فعالية الانزيم او تاثيره في التطرية يعتمد علة مقدار تجهيز الدم لذلك العضو او تلك العضلة. يحدث فعل التطرية اثناء الطهي ويمكن ان تستمر خلال عمليات التقديم اللاحقة او فترة الحفظ.

الاختلافات في البناء

يوجد تباين واسع في الطراوة بين العضلات في اي من الحيوانات. بصورة عامة ان العضلات التي تحتوي على كمية قليلة من الانسجة الرابطة مثل عضلة الحبل الظهري (Psoas maior) تكون اكثر

طراوة بينما العضلات التي تحتوي على كميات اكبر من الانسجة الرابطة مثل العضلة فوق الشوكية (Supraspinatus)تكون اكثر صلابة.

تتباين الطراوة ايضا بين العضلات نفسها. فانها تتناقص بسرعة من الطرف الحوضي في العضلة نصف الغشائية (Semimembranosu) بينما تكون متماثلة تقريبا في العضلة الفخذية ثنائية الراس (Biceps Femoris) والعضلة نصف الوترية (Semiteninosus) وتزداد من المركز الى كلا الطرفين في العضلة الطولية الظهرية (Longissimus dorsi) .

ان هذه الاختلافات في الطراوة بين العضلات وفي داخل العضلة نفسها تؤكد اهمية طرق التقطيع الجيدة اذا اريد للحم ان يكون باقصى طراوته عند تقديمه مطبوخا. حيث يجب ان يجرى التقطيع بحيث يكون كامل الجزء الذي يقدم كقطعة واحدة في طريقة طبخ معينة ذو طراوة متماثلة. وبعكسه لا يمكن اختيار طريقة الطهي التي توصل اللحم الى اقصى طراوته.

الطهي

قبل مناقشة تاثير الطهي على طراوة اللحم يجب ان نؤكد ان الانطباع العام عن الطراوة ياتي من ثلاثة مصادر على الاقل.

الاول هو السهولة التي تخترق بها الاسنان اللحم عند ابتداء المضغ. والثاني هو السهولة التي يتمزق بها اللحم الى اجزاء اما الثالث فهو مقدار المتبقي من اللم في الفم بعد المضغ.

ان سهولة التمزق يمكن ان تعكس بوضوح مقاومة الالياف العضلية للتكسر عموديا على محورها الطولي بينما يعكس مقدار المتبقي في الفم مقدار الكولاجين او الانسجة الرابطة الموجودة في اللحم.

بما ان الطراوة هي ليست انطباعا مفردا فلن يكون مستغربا ان طريقة الطهي تغير الانطباع عن الطراوة لعضلات مختلفة بطرق مختلفة.

تحدث اثناء الطهي نوعان من التغيرات العامة هو ان الالياف العضلية تصبح اكثر صلابة وتصبح الانسجة الرابطة اكثر طراوة.

خامسا: الرائحة والنكهة

يتم تحسس الرائجة عندما تمر المواد الطيارة على بطانة الانف حيث تتحفز نهايات الاعصاب الحسية. اما النكهة فيتم تحديدها بواسطة الاعصاب الحسية على سطح اللسان فتكون االنكهة مزيج من الرائحة والطعم.

هناك العديد من المكونات في اللحم تكون مسؤولة عن الرائحة والنكهة حيث ان بعض المكونات في اللحم تتحول الى مركبات نكهة بعد الطبخ فمثلا:

1- ATP الادينوسين ثلاثي الفوسفات يتحلل الى الادينوسين احادي الفوسفات و الهايبوزانثين حيث تعد هذه من مكونات النكهة. وهذا يؤكده وضوح لنكهة في العضلات ذات الفعالية العالية.

2- المواد الطيارة التي تتحرر من الدهون في اللحم والخاصة بنوع الحيوان. وتعد الانسجة العضلية الذائبة في الماء مسؤولة عن النكهة في اللحم.

3- توجد رائحةاحيانا غير مقبوله في اللحم الماخوذ من ذكور حيوانات ناضحة مثل رائحة الخنزير Piggy او رائحة الجنس Sex odor .

5- يمكن يسبب الخزن الطويل او الخزن تحت ظروف غير ملائمة و تطور روائح التحلل او التعفن بسبب تحلل البروتينات او تتولد رائحة التحمض او الفساد بسبب النمو المايكروبي او رائحة التزنخ بسبب اكسدة الدهون.

6- تعود النكهة المميزة للحوم المقددة المطبوخة بالدرجة الرئسية الى المكونات المستعملة في عملية التقديد وهي الملح والسكر ةالنترايت.

والنكهة المسماة بنكهة اللحم المعلب مرتبطة مع اللحوم المعلبة بسبب عمليات التسخين الشديدة المتبعة او الى استخدام الاواني الصفيحية بسبب عملية التسخين.

تكون الرائحة في اللحم المطبوخ اكثر وضوحا منها في اللحم الخام وهي تتاثر بطريقة الطهي ونوع اللحم ومعاملات اللحم قبل الطبخ. واذا خزن اللحم بعد الطبخ تتطور به رائحة مميزة هي الرائحة القديمة الساخنة وان هذه التغيرات هي بسبب ان المايوغلوبين يساعد على اكسدة الدهن بعد الطهي.

المحاضرة العاشرة

حفظ اللحوم

الحفظ هو ضرورة اساسية في توزيع وخزن اللحوم وان تطور لطرق الفعالة للحفظ لا تزال احدى الحقول الرئيسة في المجالات العلمية والصناعية. يتضمن حفظ اللحوم تطبيق الطرق التي تؤخر او تمنع حدوث التغيرات التي تجعل اللحم غير صالح للاستعمال غذاءا او تقلل من بعض خواصه النوعية.

يعتبر اللحم الطازج من اكثر انواع الاغذية استعدادا للتلف وبهذا فان طرق الحفظ يجب ان تطبق بعد الذبح مباشرة . ان طريقة الحفظ الاعتيادية والاكثر اهمية بالنسبة للحوم الطازجة هي التبريد والتي تكون قابليتها على اطالة حياة المنتوج محدودة.

طرق حفظ اللحوم

- **التبريد**

- ان التبريد من الطرق الشائعة في حفظ اللحوم فعند ذبح الحيوان تكون درجة حرارته 38-39 م وهذه الدرجة تكون ملائمة لنمو انواع مختلفة من البكتريا وبضمنها السامة والمسببة للتلوث ولغرض وقف النمو البكتيري او تثبيطه يجب خفض درجة حرارة الذبيحة الى اقل من 10 م بصورة سريعة . وان خفض درجة الحرارة الى 1 م يساعد على ايقاف البكتريا المسبة للتلف ومن الجدير بالذكر ان خفض درجة الحرارة الى 1 م يجب ان لا يتم بسرعة عالية جدا قبل حلول عملية التيبس الرمي لانه يؤدي الى ظهور ما يسمى بالقصر التبريدي Cold Shortening حيث يحصل انكماش للحوم الابقار والاغنام مما ينتج عنه لحما صلبا منكمشا ومتقلصا اثناء الطبخ. ويمكن ان تحصل بعض الظواهر غير المرغوبة منها ظاهرة التعرق Sweating فالتعرق يحصل عندما تخرج اللحوم المبردة من مخازن التبريد فيحصل تكاثف للرطوبه على سطح للحم البارد وخصوصا عندما تكون الرطوبة النسبية للجو المحيط عالية فبالاضافة الى تاثيرها في النمو البكتيري او المايكروبي فانها تسبب في جعل الالياف الكولاجينية للانسجة الرابطة منتفخة وذات لون ابيض غير شفاف (معتم)

ان الطريقة الاكثر استعمالا في حفظ اللحوم هي التبريد. حيث ان درجة الحرارة الواطئة تعرقل نمو الميكروبات والتفاعلات الانزيمية والكيمياوية التي تسبب الفساد والتلف وان سرعة هذه التغيرات تتناسب مع درجة حرارة اللحم .

تبريد الذبائح

تبرد ذبائح حيوانات اللحم اعتياديا بعد الذبح مباشرة ، وان التبريد السريع هو ضروري لمنع اتلف حول العقد للمفية في عمق الذبيحة (يشار الى هذه الحالة بفساد العظم او تحمض العظم)

هناك الكثير من العوامل المؤثرة على معدل تبريد الذبائح ومن اهمها:

1- الحرارة النوعية للذبيحة

2- حجم الذبيحة
3- كمية الغطاء الدهني الخارجي للذبيحة
4- درجة حرارة المبرد
5- عدد الذبائح في المبردات
6- المسافة البينية بين الذبائح.

يجب التقليل من مقدار الفقدان في الرطوبة او الانكماش في وزن الذبيحة اثناء التبريد الى ادنى حد لاسباب اقتصادية ولغرض المحافظة على النوعية. حيث يؤدي الانكماش الشديد الى جعل السطح جافا وذابلا وداكنا وغير جذاب وبهذا فمن المفضل المحافظة على الرطوبة النسبية بين 88- 92%. اثبتت الدراسات ان مستوى الرطوبة اكثر من هذا الحد يزيد مقدار نمو الاعفان وان طريقة التبريد بالهواء البارد والسرعة العالية يؤدي الى تشبع الهواء بالرطوبة العالية جدا في الوقت الذي يقلل فيه نمو الميكروبات وان الجو المشبع بالرطوبة يختزل الانكماش اثناء تبريد الذبائح.

تبريد قطعيات اللحم الطازج

تعرض غالبية قطعيات اللحم الطازج بشكل قطعيات مغلفة. وان فترة صلاحية البيع لهذه اللحوم عند هذه المرحلة لا يزيد عن 72 ساعةز وان شروط النظافة الجيدة في غرفة التقطيع ومنع التلوث بالملح (من قطعيات اللحوم المقددة الموجودة في المعدات نفسها) والمحافظة على درجة الحرارة المنخفظة خلال جميع مراحل العملية وبالاخص عند العرض يكون ضروريا لضمان استمرار عمر للحم لمدة 72 ساعة.

ان اول علامات التلف هو ان يكون للون غير الطبيعي الذي يؤثر في مبيعات اللحم الا انه بحد ذاته لا يؤثر معنويا في الخواص الاكلية للحم او على سلامته .يجب ان يستمر التبريد حتى بعد ان يخرج اللحم من مخزن بائع المفرد لغاية وقت تحضير اللحم للمائدة.

تبريد اللحم المثروم

بصورة عامة يؤدي ثرم اللحم الى تقصير عمره الخزني. وبلاشك فان هذا هو بسبب الخلط الذي يرتبط مع الثرم والذي يسبب نشر الاحياء المجهرية الموجودة على السطح خلال الكتلة اللحمية الناتجة. وفي هذه الحالة يكون تغير اللون غير الطبيعي هو الدليل الاول للتلف ايضا بالاضافة الى دلائل اخرى كتغيرات الرائحة والنكهة التي تعقب تغير اللون.

تبريد اللحوم المقددة ومنتجات اللحوم

من المعروف ان املاح التقديد تمنع نمو معظم الاحياء المجهرية المحبة للبرودة وبذلك تكون مثل هذه المنتجات اكثر ثباتا تحت ظروف العرض والخزن. كذلك ان معظم اللحوم المقددة تتعرض الى التعقيم الحراري اثناء انتاجها والذي يؤثر في ثباتها اثناء الخزن.

2- التجميد

حفظ اللحوم بالتجميد

- يتم تجميد للحوم اما بصورة ذبائح كاملة او انصاف او ارباع ذبائح وفي البيوت يتم تقطيع للحوم الى قطع مناسبة او يمكن حفظه بشكل مفروم ثم وضعها في اكياس غير منفذه للرطوبة ثم حفظها في المجمدة .

ويعد التجميد من اهم لطرق المطبقة لحفظ اللحوم حيث انه يحافظ على:

1- معظم خواصها الطبيعية

2- جودتها الحسية والصحية والتغذوية والتصنيعية

3- يقلل من التفاعلات الكيموحيوية

4- يثبط نمو الاحياء الدقيقة.

5- يخفض النشاط المائي للحم

عملية التجميد

تمر الاجزاء المختلفة للمادة الغذائية اثناء التجميد بثلاث مراحل مختلفة باختلاف الزمن ودرجة الحرارة ويمكن تلخيصها بالاتي:

1- **مرحلة قبل التجميد**: وهي الفترة الزمنية التي تتعرض اللحوم فيها الى خفض درجة حرارتها الى نقطة بداية التجميد.

2- **مرحلة التجميد**: هي المرحلة التي تنخفض فيها درجة الحرارة الى اقل من الصفر م ويتحول معظم الماء الى نويات ثم الى بلورات ثلجية وعندها لا يمكن خفض درجة حرارة اللحم اكثر من ذلك وتبقى ثابته.

3- **مرحلة الوصول الى درجة حرارة التخزين** : هي الفترة الزمنية التي تم فيها تحويل الماء الحر الى بلورات ثلجية اي الوصول الى درجة الحرارة النهائية والمرغوبة التخزين عندها. (اقل من – 18 م).

- اما التغيرات التي تحدث للحوم بالتجميد والتخزين وبالتجميد والتذويب ففي حالة التجميد من المعروف ان التجميد يكون بصورتين:

1- التجميد البطيئ

21- التجميد السريع

- ففي حالة التجميد البطيء يتجمد الماء الموجود بين الالياف العضلية مكونا بلورات ثلجية صغيرة الحجم ثم يزداد حجمها لذلك يرتفع التركيز خارج الالياف العضلية فينتقل الماء من داخل الالياف العضلية الى خارجها فيتجمد وبالتالي يزداد كبر حجم البلورات الثلجية نتيجة لذلك يقل طول الساركومير ويزداد سمكه. اما في حالة التجميد السريع فيكون تاثيره على التركيب الهستولوجي ضعيف بالمقارنة مع التجميد البطيء وذلك لان الالياف العضلية تتجمد بنفس المستوى وتكون بشكل مستقيم.

اما التغيرات التي تحدث في حالة التخزين بالتجميد

1- زيادة اتساع المسافات البينية بين الالياف العضلية ويرجع سبب ذلك الى تذبذب درجة الحرارة في الثلاجة حيث يؤدي ذلك الى هجرة الماء الى خارج الالياف العضلية وبالتالي كبر حجم البلورات الثلجية مما يؤدي الى زيادة المسافات البينية.

2- زيادة مدة الخزن تؤدي الى زيادة كبر حجم البلورات الثلجية المكونه محدثة تمزقات في الالياف العضلية.

اما التغيرات التي تحدث خلال عملية التذويب Thawing فتحدث زيادة تدريجية في كمية السائل المنفصل Drip ولكن لوحظ في المراحل الاخيرة من الخزن بالتجميد ان كمية السائل المنفصل تبدا بالنقصان نتيجة لتمزق الالياف العضلية وبالتالي تتكون شبكة من الالياف تمنع خروج السائل المنفصل Drip .

3- المعاملات الحرارية

ان المعاملة الحراية هي اكثر لطرق المستعملة انتشارا في قتل الاحياء المجهرية المسببة للتلف والمنتجة للسموم في اللحوم ومنتجاتها. لكن توجد بعض الاحياء المجهرية يمكنها العيش حتى تحت المعاملة الحرارية الا انها تستطيع النو والتكاثر.

بصورة عامة يستخدم مستويان من الحرارة في حفظ اللحوم، فالتسخين المعتدل كما يتبع في معظم منتجات اللحوم المقددة يساعد في اطالة بقاء المنتوج اثناء الحفظ بالتبريد. ويستخدم تسخين اعلى في معظم المنتجات المعلبة حيث يؤدي الى جعل المنتوج ثابتا بدون تبريد. وان مستوى التسخين اللازم لطبخ المنتوج وتاثيره على التذوق يتناسب مع مقدار الحرارة المستخدمة.

4- التجفيف

يعتبر التجفيف من احدى طرق الحفظ عن طريق ازالة الماء من اللحوم حيث تصبح اكثر مقاومة لعوامل الفساد مع المحافظة على اكبر قدر من صفاتها الطبيعية والظاهرية.

تعد اللحوم المجففة اغذية نموذجية للجيوش بسبب خفة وزنها ومقاومتها للتلف دون الحاجة الى تبريد. اذا كان المنتوج مسبق الطبخ فانه يمكن ان يحضر لكل بقليل من الوقت والجهد. وان ثبات هذه المنتجات وشكلها الملائم يجعلها مرغوبة لدى المستهلك .

ان ازالة الماء من اللحم يؤدي الى زيادة تركيز العناصر الذائبة في الماء المتبقي ويمنع نمو الاحياء المجهرية المسببة للتلف والمنتجة للسموم.

يتم تجفيف اللحوم :

1- تجفيف اللحم بالهواء الحار

2- 2- تجفيف اللحوم بالتجميد (التجفيد)

وتجفف اللحوم على صورتين:

1- مجففة غير مملحة

2- مجففة مملحة. المنتوج المجفف بالطريقة الاولى يتفوق في صفاته الظاهرية الا انه يعاب عليه سرعة تلفه واصابته بالحشرات مما يحد من انتاجه :

ويتم التجفيف بطريقتين

1- تجفيف شمسي

3- تجفيف صناعي

التجفيف الشمسي:

يتعرض اللحم الى اشعة الشمس المباشرة بدون اجراء عملية التمليح وهذه الطريقة متبعة في البلدان الحارة ومن عيوبها تلون اللحوم باللون البني الغامق.

التجفيف الصناعي:

- تتم بعد معاملة اللحم بصورة شرائح او لحم مفروم باستخدام الهواء الساخن على درجة حرارة معينة وبسرعة معينة ويفضل اضافة احد المواد الحافظة او مضادات الاكسدة وذلك لمنع تاثر الدهن خلال المعاملة الحرارية وبعد التجفيف تعبا اللحوم في عبوات غير منفذه للرطوبة والهواء.

حفظ اللحوم بالتمليح:

1- اللحوم المستعملة لغرض حفظها بالتمليح تؤخذ من مناطق مختلفة من جسم الذبيحة ويجب ان تتوفر فيها الشروط الصحية والنظافة.

طرق التمليح

أ- التمليح الجاف

ب- التمليح الرطب

حفظ اللحوم بالتدخين

يقصد بالتدخين معاملة اللحوم بالدخان الناتج عن الاحتراق غير الكامل للاخشاب لاطالة مدة حفظها ولاكسابها صفات خاصة غير مرغوبة من حيث الطعم والمظهر وتاثير الدخان وحد لا يكفي كعامل حفظ لمدة طويلة وعلى ذلك يلزم معاملة اللحوم بالتمليح اولا ثم يدخن. عملية التدخين تسبب في احداث تغيرات طبيعية وكيميائية في اللحوم وهي:

تغيرات فيزيائية

1- تجفيف نسبي

2- تغير في درجة الحرارة

3- تلون السطح الخارجي للمنتجات

4- دنترة البروتينات وزيادة درجة هضم الكلايكوجين

5- زيادة مدة حفظ المنتجات بتاثير الدخان المانع للاكسدة والمانع لنشاط الميكروبات. تغيرات كيميائية

1- تغيرات في مركبات النتريت

2- تحلل مائي للكلايكوجين

3- تفاعل بين مواد الدخان ومكونات اللحوم

- وهناك عدة عوامل تؤثر على جودة اللحوم المدخنة وهي:

1- نوع الخشب

2- نسبة الرطوبة في الخشب

3- نوع اللحوم المدخنة ومقدار الرطوبة فيها

4- المعاملات المختلفة قبل التدخين

5- درجة حرارة الحرق يجب ان لا تزيد عن 220-350 م وذلك لكي نحصل على دخان ذو خواص مرغوبة

5- سرعة حركة الدخان.

حفظ اللحوم بالتعليب

يعتبر التعليب من التكنولوجيا المتطورة حيث يمكن حفظ اللحوم بهيئة صالحة للاستهلاك على مدى واسع ولفترات زمنية طويلة.

يقصد باللحوم المعلبة وضع اللحوم في محالية ملحية باضافة النترات او النتريت او بدون اضافة لاملاح ويجب ان تكون اللحوم صالحة للاستهلاك البشري ومن حيوانت مسموح بها قانونا وعادةى لا تعلب لحوم الراس والاحشاء الداخلية.

-

المحاضرة الحادية عشر

تلوث وفساد اللحوم

اولا: اسباب الفساد الذاتي للحوم

تحدث في اللحوم مجموعة من التغيرات الفيزيائية والكيميائية والتي يمكن ان تقود الى تغير نوعية اللحم.

التغيرات الفيزيائية: من التغيرات الفيزيائية التي تحدث في اللحم بعد الذبح ولها علاقة بصفات اللحم التاذوقية او الغذائية هي :

أ- الجفاف

يؤدي فقدان الرطوبه في اللحم اثناء الخزن الى جفاف سطح اللحم ويؤدي الى انتاج لون داكن على السطح ويكون اللحم صلب القوام وذو قوام خشن، ما يجعله غير مستساغ ويؤثر في تقبله

. ب- انكماش التبريد

يؤدي خزن اللحم بالتبريد وبدون تغليف الى تبخر بعض الرطوبه من السطح الخارجي مما يؤدي الى انكماش في وزن اللحم ويرافق الانكماش جفاف سطح اللخم وتغير اللون ويعتمد مقدار الانكماش على حجم القطعة اللحمية المبردة. وان لف الذبائح بالقماش يقلل نسبة الانكماش اثناء التبريد الى حوالي 40%.

ج- تغيرات التجميد والتذويب

- يؤدي تجميد اللحم بدون تغليف الى فقدان قسم من الرطوبة من اللحم وهذا يؤدي الى تغير اللون على سطح اللحم الى لون داكن ويسمى هذا الحالة احتراق المجمدة Freezer Burn وتحدث هذه الحالة ايضا عند تذويب اللحم واعادة تجميده ويؤدي الى فقدان جاذبية اللحم والتاثير في تقبله.

التغيرات الكيميائية:

من اهم التغيرات الكيميائية التي تحدث في اللحم وتؤثر في مظهر او خواص اللحم الاخرى هي:

ا- تغيرات اللون

- ان اللون الاحمر البراق هو اللون الطبيعي المرغوب في اللحم الطازج والصبغة المسؤوله عن اظهاره هي صبغة الاوكسي مايوغلوبين.
- يمكن ان تتغير صبغة الاوكسي مايوغلوبين الى صبغة الميتمايوغلوبين وهي صبغة متاكسدة تؤدي الى انتاج لون قهوائي في اللحم.

العوامل التي تساعد على تكون صبغة الميمايوغلوبين

1- قلة تركيز الاوكسجين : تسبب اكسدة الصبغة وهذا يحدث في حالة تعبئة اللحم الطازج باغلفة مفرغة من الهواء او لا تسمح بنفاذ الاوكسجين او الخزن على درجة حرارة مرتفعة.

2- قلة او غياب العوامل المساعدة على الاختزال:

3- وجود العوامل التي تساعد على دنترة البروتين حيث تساعد الحرارة والضوء فوق البنفسجي و الاس الهيدروجيني المنخفض والاملاح في تغيير التركيب الطبيعي للجزء البروتيني في صبغة المايوغلوبين وانتاج صبغة الميتمايوغلوبين

. ب- التزنخ التاكسدي

- تتعرض الدهون غير المشبعة الى التاكسد الذاتي حيث يتحد الاوكسجين من الجو مع الدهن غير المشبع لانتاج مركبات تعطي رائحة ونكهة غير مقبوله في الدهن وتسمى هذه الحالة بالتزنخ Rancidity

يحدث التزنخ بنوعين

اما تحلل الدهون الى حوامض دهنية حرة وكليسيرول

او تاكسد الدهون وانتاج البيروكسي ثم انتاج الالديهايدات والكيتونات وتعطي رائحة غير مرغوبه.

هناك بعض المواد تساعد على التاكسد مثل النترايت وملح الطعام وبعض المعادن مثل الحديد والنحاس والكوبلت والمنغنيز وغيرها. وتزداد سرعة التاكسد بتوفر الظروف المساعدة مثل الحرارة والضوء ولهذا السبب تحفظ عبوات اللحم المبرد او المجمد في الظلام لمنع حدوث التزنخ . كذلك الخزن في عبوات مفرغة من الهواء او لا تسمح بمروره يؤخر حدوث التزنخ.

ان عملية الثرم تجعل اللحم في تماس مع الاوكسجين وبهذا تكون فرصة تعرضة للتزنخ اكبر من اللحم غير المفروم. الا ان بعض المواد التي تضاف اثناء التصنيع مثل الاسكوربات والمركبات الفينولية في دخان الخشب تؤخر حدوث التزنخ بسبب خواصها ضد الاكسدة.

توجد بعض المواد المضادة او المانعة للاكسدة ومنها ما يوجد بصورة طبيعية مع الدهون مثل فيتامين E وبهذا فان الدهون الخام تكون فرصة تزنخها وتحللها اقل من الدهون الصناعية. تضاف الى الدهون بعض المركبات المضادة للاكسدة لزيادة فترة خزنها ومن هذه المركبات بيوتيليتد هيدروكسي توليوين BHT وبيوتيليتد هيدروكس ايسول BHA وحامض الستريك.

التلوث بالاحياء المجهرية

يحتوي جسم لحيوان قبل الذبح عادة على عددكبير من الاحياء المجهرية مصدرها الهواء والماء والتربة، كذلك ان محتويات القناة الهضمية تحتوي على اعداد هائلة من الاحياء المجهرية.

اثناء الذبح واخراج الاحشاء الداخلية تنتقل جميع او معظم هذه الانواع الى سطح الذبيحة. يمكن ان يحدث اتلوث بواسطة السكين المستعملة في عملية الذبح حيث يمكن ان يساعد جهاز الدوران على نقل الاحياء المجهرية الى العضلات ويمكن ان يتعرض اللحم الى تلوث اضافي اثناء خطوات تداول الذبائح وتقطيعها. ويعتمد مقدار اتلوث الذ يحدث اثناء هذه العمليات على عدة عوامل:

1- قابلية الاحياء المجهرية على الاستفادة من اللحم مادة غذائية غنية في البروتين عند درجات اللحرارة الواطئة.

2- توفر الاوكسجين والرطوبة العالية سوف يشجع الاحياء المجهرية على النمو السريع.

العوامل التي تؤثر في نمو البكتريا في للحم

1- الاحتياجات الغذائية.

2- درجة الحراة

3- الاوكسجين

4- الاس الهيدروجيني

5- الماء

6- تداخل العوامل

طرق تثبيط نمو البكتريا في اللحم

1- التبريد والتجميد

2- المواد الكيميائية مثل الملح والسكر والمضادات الحياتية

3- مكونات التقديد مثل كلوريد الصوديوم ونترايت الصوديوم او خليط من نترايت ونترات الصوديوم او البوتاسيوم والسكر والفوسفات ومثبتات اللون

4- التجفيف

5- التخمر

ومن اهم مصادر تلوث اللحوم اللاتي:

1- الجلد

2- الهواء

3- الاظلاف

4- الشعر

5- التربة

6- البراز

7- الامعاء

8- المياه المستعملة

9- الايدي

10-الملابس

11-الارضية

12-ادوات الذبح

13-عربات نقل اللحوم

14-محلات الجزارة

\

ظهور البقع للونية على اللحم

يؤدي نمو بعض الاحياء الدقيقة الى تكوين بقع لونية ذات الوان مختلفة منها الحمراء والزرقاء والصفراء وغيرها.

ظهور الرائحة والحموضة في اللحم