نبذة تأريخية عن اللحم

اكتشاف بعض الاثار تعود الى العصر الحجري قبل 800 ألف سنة قبل الميلاد عندما أستخدم الانسان الحجر الحاد Sharp stone في صيد وذبح وسلاخة وتقطيع الحيوان عند صيده بعدما ظهر ثاني اكتشاف للأنسان هو استخدام النار كوسيلة طبخ وبعد 450 ألف سنة ق.م اقتصر غذاء الانسان على اللحم فقط وقبل 12 الف سنة ق.م ظهرت اول ثورة للزراعة في العالم وبعد 11 الف سنة ق.م دجن الاغنام في العراق وايران وبعد 10 الف سنة ق.م استقر الانسان في المزرعة و بعد 9 الف ق.م دجن الماعز في العراق وبعد 7 الف سنة ق.م دجن الانسان الابقار في اليونان و بعد 5 الف سنة ق.م عمل الانسان على تحسين الحيوانات الزراعية وتزاوجها في سومر وهكذا استمرت هذه التطورات على انتاج اللحوم والاهتمام بتوفيرها الى الانسان.

مدخل في علم اللحوم

مفاهيم وتعاريف:

- **Meat**: مجموعة من الانسجة الحيوانية القابلة للأستهلاك البشري مثل العضلات muscle والانسجة الدهنية Fat Tissue والانسجة الرابطة Connective Tissue والعظام Bone والتي تكون مترابطة مع بعضها البعض والتي تتخللها مكونات ثانوية تشمل الانسجة العصبية Nervous Tissue واللمف Lymph والاوعية الدموية Blood Vessels وانسجة طلائية Epitheliale Tissue وغضاريف Cartilage وهناك مكونات اخرى هي الكبد Liver والكلية Kidney والقلب Heart والرئة Lung و الطحال Spleen والكرش Rumen وهي مكونات اللحم ايضاً وهذه مرتبطة بأنماط أستهلاك وتقاليد الشعوب.
- **Lean**: يعني اللحم الخالص (الشرح) ويتكون من العضلات والدهن المترسب داخل العضلة وبين العضلات بالاضافة الى الانسجة الرابطة الموجودة داخل وحول العضلة الواحدة. وايضاً وجود القطيرات الدهنية.

- **Muscle:** هو عضلة واحدة تحتوي على دهن داخل العضلة وانسجة رابطة داخل العضلة ولا تحتوي على دهن بين العضلات.
- **Meat Science:** هو ذلك العلم الذي يدرس في صفات ومكونات وتركيب وخصائص ووظائف الانسجة الحيوانية الأساسية بهدف تحويل هذه الانسجة الى غذاء متنوع يصلح للأستهلاك البشري.
- **Meat Technology:** هو توظيف فني وتقني اذن هو العلم الخاص بدراسة توظيف التقنيات الفنية في عملية انتاج اللحوم وتشمل كافة عمليات الذبح والتصنيع (هو توظيف للمعرفة).
- **Meat processing:** هو تصنيع اللحوم ويعد حلقة تخصصية تصنيعية للحوم تقع بين ذبح الحيوان وتقطيعه وتجهيزه وتعليبه بصورة غذاء صالح للأستهلاك البشري.
- **Meat Industry:** هو صناعة اللحوم حلقة اوسع تشمل حلقات الأنتاج والذبح والتصنيع وربط هذه الحلقات مع بعضها البعض مما يؤمن تكامل في صناعة اللحوم أي تبدأ من الأخصاب وتنتهي بالمستهلك.

أنواع ومصادر اللحوم

تقسم اللحوم في العالم الى 4 مجاميع رئيسية:

1-اللحوم الحمراء Read Meat: تقع ضمن هذه المجموعة وحسب اهميتها مثلاً لحوم الأغنام والابقار والماعز الجاموس والابل.

2-لحوم الدواجن Poultry Meat: مجموعة اللحوم البيضاء مثل الدجاج ، الفروج ، البط ، الوز ، الديك الرومي.

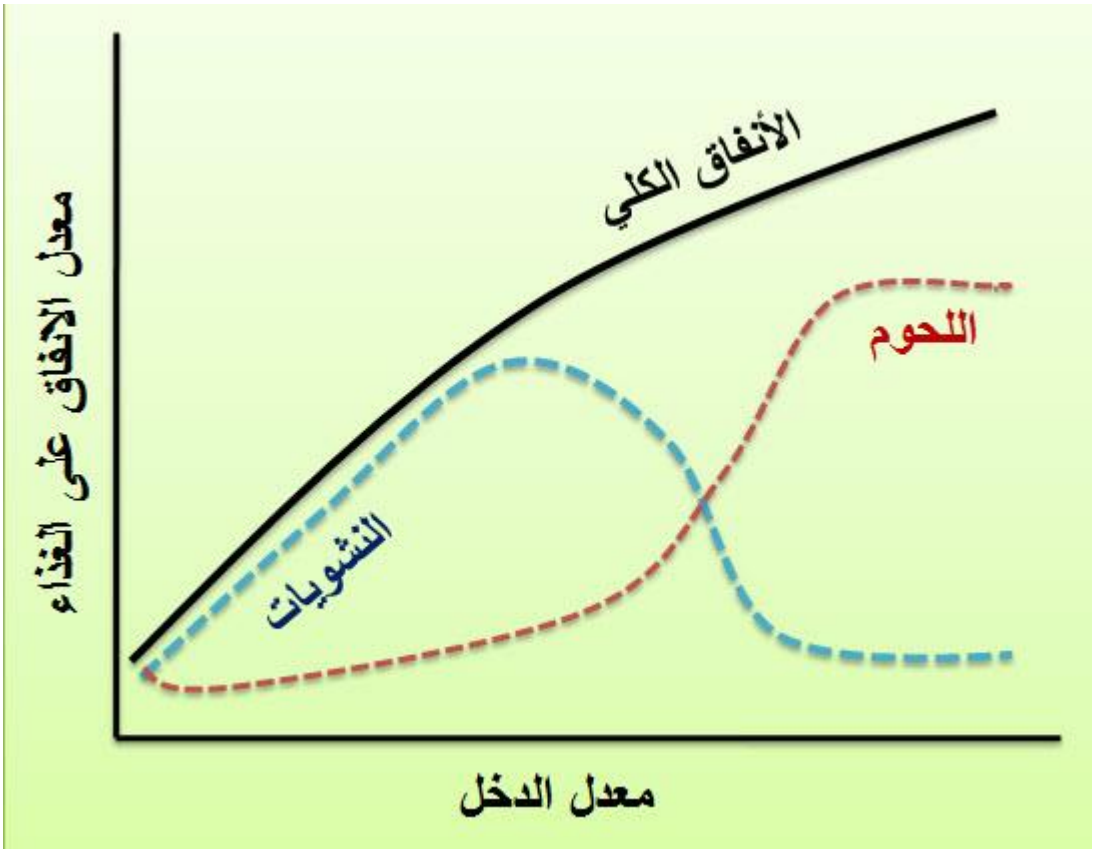
3-الأسماك والاحياء المائية Sea food fish Meat: تشمل مجموعة الاسماك النهرية والبحرية بالأضافة الى الأحياء المائية.

4-لحوم الصيد Hunting Meat : حيوانات برية ولحوم الصيد وهناك مصادر أخرى مثل (دب قطبي ، فيل ، تمساح ، كنغر ، حوت ... الخ)

- معامل هضم اللحوم 97% ومعامل هضم الدهون 94%.
- الاهمية البايولوجية للحوم تم اخذها سابقاً.

العوامل المؤثرة على استهلاك اللحوم

1- **الدخل** : (للفرد وللعائلة) العلاقة طردية يرتفع الدخل Income يزداد معدل الأنفاق على اللحوم والعكس صحيح ولهذا فأن بلدان العالم المتقدم معدل استهلاكها من اللحوم 80 كغم / فرد / سنة وبلدان العالم النامي 24 كغم / فرد / سنة.



هذا الشكل يعطي مؤشر على معدل استهلاك الفرد على الغذاء الكلي واللحوم بشكل خاص.

- في هذا المخطط كلما ازداد دخل الفرد يزداد معدل الأنفاق الكلي على الغذاء والعلاقة تقريباً طردية.
- عندما يكون معدل الدخل واطئ يتركز معدل الأنفاق على الغذاء من المصادر النشوية والكاربوهيدرات ويقل الانفاق على هذه المصادر كلما زاد معدل دخل الفرد والعكس صحيح في حالة استهلاك اللحوم.

س/ توجد علاقة عكسية بين معدل استهلاك الفرد والعائلة من النشويات واللحوم كمصدرين غذائيين مرتبطين بمعدل الأنفاق؟

2- **الرغبة Desire or Desirous:** هناك تباين واضح بين الشعوب في استهلاك نوع معين من اللحوم دون انواع اخرى مثلاً في القارة الأمريكية اللحم المفضل لحم البقر يليه الدجاج في حين لا يستخدم لحم الغنم والماعز اما في العراق يشكل لحم الغنم الأولوية في رغبة المستهلك اذن الاختلاف نمط الاستهلاك.

3- **العمر Age:** الفئات الصغيرة والعمرية الكبيرة جداً يقل استهلاكها من اللحوم مقارنة بالفئات العمرية في مرحلة الشباب.

4- **العرض والطلب** : أي الجاهزية عندما يكون العرض محدود هو الذي يحدد الاستهلاك اذن وفرة اللحم له تأثير في عملية تجهيز اللحم للمستهلكين.

5- **الثقافة (درجة الوعي):** هذا العامل مهم جداً لأنه هناك علاقة وثيقة بين معدل استهلاك الفرد من اللحوم ودرجة التطور الحضاري للشعوب وكلما أرتفع معدل الدخل وتقدمت الشعوب حضارياً يزداد معدل أستهلاكها والعكس صحيح فالبلدان في العالم تقسم الى 5 اقسام اعتماداً على معدل استهلاك الفرد :

1	بلدان غنية جداً	100-120 كغم /فرد/سنة	امريكا استراليا
2	بلدان غنية	80 كغم /فرد/سنة	اوربا الغربية
3	بلدان متوسطة	60 كغم /فرد/سنة	اوربا الشرقية وامريكا اللاتينية
4	بلدان فقيرة	10- 40 كغم /فرد/سنة	البلدان العربية والعالم الثالث
5	بلدان فقيرة جداً	اقل من 10 كغم /فرد/سنة	العراق ، اليمن ، الصومال، الدول الافريقية

كذلك معرفة كمية الغذاء ونوعيته

6- **قابلية الحفظ** : تحدد من قابلية أستهلاك وتناول اللحوم وتكون واضحة في البلدان الفقيرة بسبب عدم وجود اساليب جيدة للحفظ.

الغرض من تصنيع اللحوم

اللحم مادة غذائية سريعة التلف والفساد ولابد أن تتعرض لعمليات تصنيعية مختلفة الغرض منها:

1- زيادة المدة اللازمة للحفظ : اذا ترك اللحم في الخارج بعد يوم يتلف واذا وضع في الثلاجة يستمر 3-4 يوم وفي المجمدة 9 اشهر وبالتعليب 2 سنة
2- منع التلوث والفساد الميكروبي والتغيرات الكيمياوية غير المرغوبة
3- انتاج نكهات جديدة باللحم عن طريق اضافة البهارات والنكهات المختلفة
4- تحسين القيمة الغذائية للمنتوج عن طريق اضافة معادن
5- تحويل القطع ذات النوعية الرديئة الى قطع ذات مواصفات جيدة
6- سهولة التداول والنقل مثلاُ العلب الصغيرة بالتصنيع تكون صغيرة الحجم وتأخذ حجم اقل من الذبيحة بالنقل.
7- اقلال الكلف: بالأمكان اضافة مصادر غير لحمية بهيئة اضافات الى اللحم خلال تصنيعه وبالتالي يقل من كلفة المنتوج.

الأتجاهات الكفيلة أو الأساسية بتطوير صناعة اللحوم في العراق

1- تطوير صنف تسويق الحيوانات الحية (حيوانات اللحم) كأساس لعملية البيع والشراء تبعاً للعمر ، الجنس والحالة العامة.
2- تطوير برامج عمل المجازر والذبح : وهو اكثر القطاعات تخلفاً في العراق بسبب كونه قطاع خدمي وليس انتاجي.
3- تطوير قطاع تصنيف مخلفات المجازر : لاتوجد مصانع تصنع فيها مخلفات المجازر.
4- تطوير برامج تقطيع الذبائح وتصنيفها : يوجد نوعين التقطيع تقطيع فني وتقطيع تقليدي يعتمد على مواصفات محددة.

صنف تسويق الحيوان ⟵ تدريج وتصنيف الذبائح ⟵ تقطيع فني

5- تطوير برامج تصنيع اللحوم (تدخين صوصج ، بيركر ، مفروم).

❖ هل يستطيع ان يعيش الأنسان بدون لحم؟

الأحتياج الغذائي اليومي من اللحم المطبوخ

Cooked meat supply approximately

100 غم لحم / يوم/ فرد (قطعة لحم) تحتوي على 25 – 30 غم بروتين حيواني توفر بحدود

1- 50 % من الأحتياج اليومي للبروتين Protein

2- 10 % من الطاقة الحرارية allowance of calories

3- 20 % من الحديد الذي يحتاجه الجسم Iron

4- 60% من vitamin B_{12}

الأحتياج الغذائي من البروتين ودور اللحم في تغطيته

الفئة العمرية والجنس	الأحتياج من البروتين	100 غم من لحم مفروم مقطوع
ذكور male		
(11- 14سنة)	45 غم / يوم	26 غم
(23 – 50 سنة)	65 غم / يوم	26 غم
اناث Female		
(11- 14سنة)	50 غم / يوم	26 غم
(23 – 50 سنة)	55 غم / يوم	26 غم
الحوامل pregnant	65 غم / يوم	26 غم
الرضع Nurse	75 غم / يوم	26 غم

ماذا توفر المجاميع الغذائية من البروتينات؟

What are available of food groups from protein?

Food group	Protein %
Milk	25
Meat and egg	50
Bread and cereals	20
Fruit and vegetables	5

الدول المتقدمة 75% بروتين حيواني + 25 % بروتين نباتي

البلدان النامية 25% بروتين حيواني + 75 % بروتين نباتي

مصادر البروتينات sources of protein

ت	نوع المصدر البروتيني	كمية البروتين التي يوفرها (غم)
.1	لحم عجل (100غم)	33
.2	كبد (100غم)	30
.3	لحم بقر Beef (100غم)	30
.4	لحم خنزير pork (100غم)	28
.5	لحم غنم lamb (100غم)	27
.6	لحم تركي Turkey (100غم)	32
.7	لحم دجاج chicken (100غم)	30
.8	لحم سمك Fish (100غم)	26
.9	بيضة واحدة Egg (1)	6
.10	كوب حليب Milk	9
.11	شريحة جبن Cheese (28غم)	7
.12	بقوليات 4/3 كوب Vegetables	13
.13	شريحة خبز Bread	2
المخلفات :		
.14	المخ Brain (100غم)	11.5
.15	قلب Heart (100غم)	28
.16	كلية Kidney (100غم)	25
.17	لسان tongue (100غم)	20

مقارنة بين القيمة التغذوية للغذاء النباتي والحيواني

Comparative between Nutritive value of food plants and animal

المصدر الغذائي	حيواني	نباتي
بروتين protein	قيمة بيولوجية عالية	أوطأ
دهون lipids	نسبة عالية من SFA ووجود الكوليسترول	نسبة عالية من USFA ولا يوجد Cholesterol
كاربوهيدرات CHO	فقيرة	غنية
حديد Iron	كفاءة تمثيل عالية	اوطأ
Vitamin B_{12}	موجود	غير موجود

التركيب الكيميائي للحوم (عضلة مجردة من الدهن)

Chemical composition of meat (muscle)

Moisture	65-85%	75%
Protein	18-20%	18.5%
Myofibril		10 9.5
Sarcoplasmic		6 5
Stroma		2.5 4
Fat	2-13%	3%
CHO	0.5-1.5%	1%
Vitamins		1%
Minerals		1.5

ماذا يحدث لو حصل نقص بروتيني في الجسم ؟

هناك مؤشرات كثيرة لنقص البروتين الحيواني اذ يسبب :

1-ضعف النمو العضلي

2-ضعف في مقاومة الجسم للأمراض

3-عدم اطالة العمر

4-صعوبة أو تأخر النقاهة عند الأصابة بالأمراض

5-ضعف في اعادة وبناء الأنسجة المتهدمة

6-تقرحات واورام في الجسم

7-تأخر التخلص من الأمراض

8-يقلل نسبة الذكاء في الأطفال

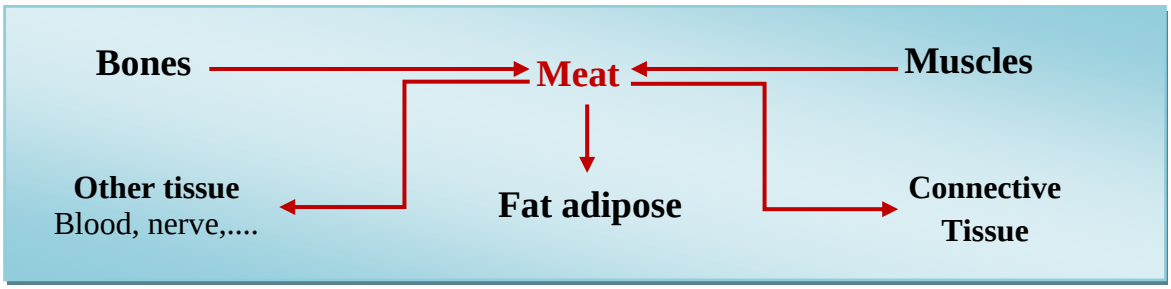
9-يضعف في الذاكرة

س/ قمت بأستهلاك لحم احمر بمقدار 600 غم باليوم ولثلاث وجبات ولفترة غير محدودة ماهي المظاهر أو الحالات الصحية الغير مرغوبة المتوقع ان تتعرض لها ، اذكرها بشكل تفصيلي مع الفترة الزمنية المتوقع ان تظهر فيها هذه الحالة بصورة متسلسلة؟

التركيب العام والدقيق للحم

يعد اللحم من اعقد التراكيب البيولوجية في الحيوان

مكونات اللحم الرئيسية :



العضلات Muscles:

الوظيفة الرئيسية : حركة الجسم عن طريق التقلص والأنبساط

هناك انواع من العضلات في جسم الحيوان وهي :

Myocytes(muscle cell), fibroblasts, preadipocytes, satellite cell

Satellite cell: Growth and development and vepair occur through recruitment of new S.C into the extant myocytes

1- **العضلات الهيكلية Skeletal muscle** : وهي العضلات المخططة الأرادية Striated , voluntary muscle وهي تؤلف النسبة الأكبر من باقي النوعين الأخرين اذ تشكل 46-65% في ذبيحة الأغنام و49-68% في الأبقار وهذا الأختلاف يعود الى تشخيص بحدود اكثر من 100 عضلة بأستثناء عضلات الرأس. العضلات الهيكلية وظيفتها الأساسية هي حركة الجسم واسناده ويتم هذا عن طريق التقلص والأنبساط الذي يحدث خلال حياة الحيوان وحركته وكل فعالياته الحيوية مثل عضلات الأطراف الامامية ، الخلفية ، العمود الفقري أو كل العضلات التي تكون سطوح وتغلف الهيكل العظمي.

2- **العضلات الملساء Smooth muscle** : تكون غير مخططة ولا أرادية unstriated muscle , Involuntary muscle ذات الياف طويلة مغزلية الشكل مفلطحة مركزية التوضع ، بالرغم من احتواءها على ليفات عضلية فأنها متجانسة وليست مخططة يخضع هذا النوع من العضلات تحت سيطرة الجهاز العصبي الذاتي

Autonomic nervous system أي لا قدرة للحيوان على التحكم في نشاطها وايضاً تسيطر الهرمونات عليها وتوجد هذه العضلات في جدران الأعضاء الجوفاء والأوعية الدموية والغدد ومقلة العين وبصلات الشعر بالجلد.

3-**العضلات القلبية Cardiac muscle:** وتكون مخططة غير ارادية Striated, Involuntary muscle ذات الياف عضلية مخططة طولياً غير انها اقصر من الألياف من العضلة الهيكلية تخضع لسيطرة الجهاز العصبي الذاتي يقتصر وجودها على القلب دون غيره من الأعضاء تنتهي الالياف العضلية فيها بالأقراص المقحمة(المضغوطة) Intercalated disk وتحتوي على نواة واحدة في مركز الخلية وتمتلك هذه العضلات خاصية فريدة اذ تكون حركتها مستمرة في التقلص والانبساط ابتداءاً من الأدوار الجنينية الأولى وتنتهي بالموت.

تركيب العضلة Muscle structure : العضو هو عبارة عن مجموعة عضلات مع وجود أنواع أخرى من الانسجة والعضلة الهيكلية يغطيها غلاف أو غمد من نسيج رابط يدعى غلاف العضلة Epimysium يتكون طرفي كل من العضلة الهيكلية من نسيج ليفي على شكل وتر Tendon يتصل بأحد العظام والغضاريف المكونة للهيكل العظمي أو قد يتصل بعضلة أخرى في بعض الأحيان. تتكون العضلة من العديد من الحزم العضلية Muscle Bundles أو Fasciculi(تقع هنا الاوعية الدموية) وتحاط الحزم العضلية أي كل حزمة بغلاف النسيج الرابط يدعى Perimysium وتحتوي كل حزمة على عدد كبير من الألياف العضلية Muscle Fiber (في هذه المرحلة يجب استخدام الميكرسكوب الضوئي للتعرف على التراكيب الدقيقة لليفة العضلية) ويحاط كل ليف عضلي بغلاف من نسيج رابط وهو Endomesium (تقع هنا الاوعية الشعرية) فالليفة العضلية تتكون من وحدات دائرية تسمى الليفات العضلية Myofibril وعند زيادة قوة التكبير للميكرسكوب الألكتروني يلاحظ ان الليفات العضلية تتكون من خويطات عضلية myofilaments وهناك نوعين من الخويطات تسمى النوع الاول بالخويطات الرفيعة Thin Filaments الذي يحتوي بالدرجة الرئيسية على بروتين Actin ويسمى النوع الثاني بالخويطات السميكة Thick Filaments الذي يحتوي بالدرجة الرئيسية على بروتين Myosin

Muscle ⟶ Muscle Bundle ⟶ Muscle Fiber ⟶ Myofibril ⟶ Myofilaments

Actin Myosin

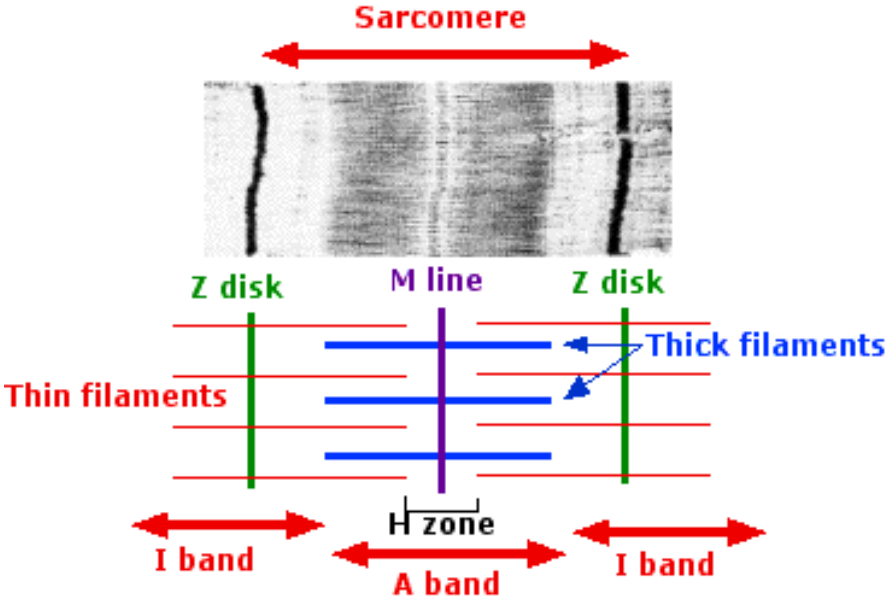
كل انواع الأنسجة الدهنية تترسب داخل الانسجة الرابطة الثلاث ماعدا دهن تحت الجلد يتريب فوق النسيج الرابط

1- دهن بين العضلات + جزء من تحت الجلد Epimysium

2- دهن داخل العضلات Perimysium

3- القطيرات الدهنية Endomysium

سايتوبلازم الخلية العضلية يدعى Sarcoplasma وهي اصغر وحدة بنائية وتركيبة في العضلة هو الليف العضلي Muscle Fiber يتكون من سائل غروي نسيج فيه الليفات العضلية Myofibril محاطة من الخارج بغلاف Endomysium ومن الداخل غلاف Sarcolemma بينهما شبكة من الياف النسيج الرابط تتكون من الياف الكولاجين وايضاً من الياف الرتكولين Reticular Fiber , Capillaries Endomysium ويحتوي غشاء الساركوليما على اعصاب وأنوية على السطح الخارجي والخويطات العضلية والليفات العضلية Myofibril تتكن من مناطق قائمة واخرى غامقة تكونها الخويطات Myofilaments



اصغر وحدة يحدث بها تقلص وانبساط هي Sarcomere وتتكون من بروتينات مسؤولة عن التقلص والأنبساط Myosin & Actin .

بروتينات اللحم Meat protein: يمكن تصنيف بروتينات العضلات تبعاً للوظيفة البيولوجية أو الصفات الكيميائية ، التصنيف البيولوجي يهتم بأيض الطاقة . التقلص التركيب بينما يهتم التصنيف الكيميائي الذوبان بالماء أو الملح أو عدم الذوبان

بروتينات اللحم تشمل ثلاث مجاميع هي :

1- **بروتينات الساركوبلازما Sarcoplasmic protein:** تشكل بروتينات الساركوبلازما 33% من مجموع البروتينات و 6% من مجموع بروتين الجسم وتتضمن على انزيمات التحلل الكلايكوجيني glycolysis وصبغات اللحم myoglobin وصبغة الدم Hemoglobin وايضاً على بروتينات بروتوبلازمية ونووية DNA و RNA والمايتوكوندريا (المتقدرات) وانزيمات دورة كريبس وايضاً الميكروسومال Microsomal (مخزن الانزيمات Lysosomal) تمتاز بقابليتها على الذوبان في الماء والمحاليل الملحية المخففة 0.05M kcl.

2- **بروتينات الليفات العضلية Myofibril protein:** وهي عبارة عن بروتينات نسيجية تركيبية تتكون من خويطات مسؤولة عن التقلص والأنبساط بصورة مباشرة في الخلية العضلية تشكل 55% من مجموع البروتينات و 9.5% من مجموع بروتين الجسم ، لا تذوب في الماء يمكن اذابتها بالأملاح 0.5M Kcl .ويتألف من

A- Thick filament protein (A-Bond)

Myosin , C-protein, M-line protein (II,I)

B- Thin filament protein (I-bond)

Actin , Troponin (T-I-C), Actinin (β,γ), Tropomyosin(α,β)

C- Z-line protein

Desmin , α-Actinin

وتوجد بروتينات اخرى حديثة وهذه Glycoprotein موجودة في تركيب الساركومير Titin , Nebulin , Paranemin, Synemin, Filamin

وكذلك بروتينات Costameres .

- البروتينات المنظمة Regulatory protein تشكل 20-25%
- Myosin يشكل 50-55%
- Actin يشكل 20-25%

3- بروتينات الانسجة الرابطة (protein of connective Tissue) Stroma

protein او بروتينات خارج الخلايا Extra cellular protein

تتكون من Collagen , Elastin , Reticolin

أ- **الكولاجين Collagen:** مكون اساسي للأنسجة الرابطة في اوتار العضلات ، المفاصل ، غضاريف ، عظام جلود يشكل النسبة الاكبر في الجسم وهو عبارة عن خيوط طويلة غير متفرعة بيضاء اللون ويتكون الكولاجين من وحدات اصغر تسمى Tropocollagen وهذه الجزيئات عبارة عن حلزون ثلاثي Triple helix يلتف الواحد حول الآخر وتتكون روابط مستعرضة Cross-linking بين هذه السلاسل الببتيدية ضمن جزئية التروبوكولاجين تصطف جزيئات الكولاجين مع بعضها لتكون ليفات الكولاجين وهذه بدورها تترتب بصورة متوازية لتكون ليفة الكولاجين ، تمتاز بمطاطية قليلة. عند غليها بالماء يتحول الكولاجين الى جيلاتين. العضلات المتحركة نسبة عالية من الكولاجين نوعية واطئة (الأطراف) ، العضلات الساندة نسبة واطئة من الكولاجين نوعية جيدة (الظهر).

ب- **الأيلاستين Elastin** : نسبة قليلة – لونه اصفر غير ذائب ولا يتأثر بالحوامض والقواعد القوية له القدرة على التفرع مثل شريط الايلاستين في الرقبة ، قصير مثل Ligament تربط العظم بالعظم. يمتاز الايلاستين بمطاطية عالية يتكون بالدرجة الرديئة من بروتين الايلاستين.

ج- **الريتكولين Reticulin** : كميته او نسبته محدودة يشبه الكولاجين من حيث التركيب والبناء والصفات الكيميائية ، يمتاز بكونه خيوطه رفيعة وناعمة ومتفرعة تحتوي على بروتين Reticolin يوجد في العضلة بنسب قليلة وهو يربط ما بين Endomysium و Sarcolemma أي في الوسط.

Stroma < Myofibril protein < Sarcoplasma protein

الطراوة تقل ← **الطراوة تزداد**

أنواع الالياف العضلية:

تقسم الالياف العضلية حسب :

1- اللون color: الياف حمراء Red fiber ، بيضاء White fiber ، متوسطة Intermediate Fiber.

الصفة	الألياف الحمراء	الألياف المتوسطة	الألياف البيضاء
اللون	احمر	احمر	ابيض
محتوى المايوغلوبين	عالي	عالي	منخفض
قطر الليفة	صغير	صغير متوسط	كبير
سرعة التقلص	بطئ	سريع	سريع
عدد الميتوكوندريا	عالي	متوسط	قليل
الايض التاكسدي	عالي	متوسط	قليل
الايض الكلايكوجيني	قليل	متوسط	عالي
كمية الدهن	عالية	متوسطة	قليلة
كمية الكلايكوجين	قليلة	عالية	عالية
حجم الميتوكوندريا	كبير	متوسط	صغير

2- حسب الايض Metabolic و سرعة التقلص Contraction speed

Type 1 : Slow – twitch oxidative .

Type 2 A : Fast – twitch oxidative – glycolytic .

Type 2 B : Fast – twitch – glycolytic .

Type 2 C : Intermediate .

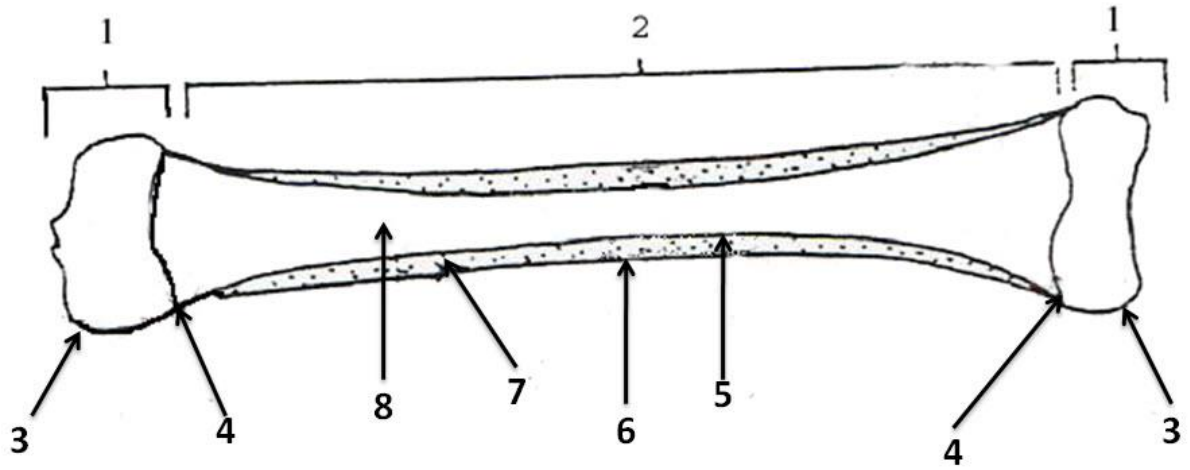
معظم الالياف تحتوي على خليط من الألياف الحمراء والبيضاء

العظام Bones:

تتكون العظام من خلايا والياف ومادة اساس Ground substrate وهذه المكونات تتكون من مواد عضوية ولاعضوية

- المواد العضوية : تمثل المادة الأساس وهي عبارة عن مركبات بروتينية كاربوهيدراتية ترقد فيها الألياف الكولاجينية.
- المواد غير العضوية يتكون في الدرجة الرئيسية من فوسفات الكالسيوم.

تركيب العظم :



1- Epiphysis: احد طرفي العظم

2- Diaphysis : جسم العظم بقع بين طرفي العظم

3- الغضروف الرأسي Articular Cartilage :غضروف Hyaline تغطي السطح المفصلي من رأس العظم.

4- الغضروف الصفيحي Epiphysis Cartilage : الغضروف الصفيحي :طبقة من غضروف تفصل بين رأس العظم وجسمه (يحدث النمو في هذه المنطقة في العظم غير البالغ

5- قشرة العظم Priosteum : طبقة ليفية (C.T) تغطي العظم بكامله ما عدا Art.Cart. مسؤولة عن زيادة قطر العظم ، التحام العظام المكسورة.

6- الغشاء الداخلي Endosteum: غشاء من نسيج رابط يقع تحت Periosteum أي داخل العظم.

7- العظم المضغوط Compact Bone : الجزء المتصلب من العظم يقع بين القشرة والتجويف النخاعي (العظم الصلب).

8- تجويف النخاع Medullary Cavity : تجويف يقع في مركز العظم مملوء بالنخاع العظمي (التجويف النخاعي)

احمر : يكون خلايا الدم الحمراء والبيضاء والاقراص

اصفر : انسجة دهنية .

نمو العظم : زيادة طول العظم ، قطره وسمكه وتعود هذه الزيادات الى :

التصلب الغضروفي Cartilaginous ossification : تصلب الجزء الغضروفي فتزداد بالطول والسمك .. ينمو العظم طولياً نتيجة لنمو الغضروف الرأسي A.C الذي يتصلب ويتحول الى عظم.

التصلب الغشائي Intramembraneous Ossification : تحول الأنسجة الرابطة الى عظام مباشرة دون المرور بالمرحلة الغضروفية كما هو الحال في نمو جزء العظم الذي يقع تحت القشرة.

وهناك سائل يوجد يوجد في اطراف العظام يعمل على تسهيل حركة العظام وربطها مع بعضها يسمى Cynoveal Fluid ويقل بتقدم العمر ويحدث حصول احتكاك العظام مع بعضها البعض في الحيوانات الكبيرة العمر.

النسيج الدهني Adipose Tissue: وهو عدد من الانسجة الرابطة مادة عازلة وخزين للطاقة يتكون من الدهن ، انسجة رابطة وماء وانزيمات ومواد اخرى. المواقع التشريحية للدهن بين العضلات ، داخل العضلات ، تحت الجلد ، قطيرات الدهن حول الكليتين والحوض.

التركيب الكيميائي للنسيج الدهني مقارنة بالتركيب الكيميائي للأنسجة الأخرى

composition	Adipose Tissue	Muscle	Bone	Liver
Water%	12	72	33	71
Fat extract%	85	5	17	5
Nitrogenous compound%	3	21	19	21
CHO%	@	1	@	2
ASH%	@	1	31	1
@ means less than 1%				

ميكانيكية تقلص العضلات The mechanism of Muscle Contraction

تقلص العضلة من الأمور المهمة جداً قبل الذبح وبعد الذبح ولها تأثير مباشر على نوعية اللحم وتحديد مجموعة من الصفات النوعية التي تحدد نوعية اللحم وبالتحديد موضوع الطراوة.

عملية تقلص العضلة Muscle Contraction :

يبدأ تقلص العضلة عن طريق وصول تحفيز عصبي الى سطح الليفة العضلية من الدماغ أو الحبل العصبي ثم ينتقل عن طريق الأعصاب الى غلاف الليفة العضلية Sarcolemma يدخل الى داخل الخلية الى الساركوبلازما Sarcoplasma ويؤثر على الشبكة الساركوبلازمية Sarcoplasmic Reticulum (هي عبارة عن نظام غشائي يتكون من الأنابيب الدقيقة والمخازن الصغيرة التي تكون عيون الشبكة متقاربة حول كل ليفة في داخل الخلايا وتعد الموقع الذي يخزن فيه الكالسيوم في داخل حويصلات صغيرة في حالة الراحة أو التمدد للألياف العضلية). فتؤدي الى تحرر أيونات الكالسيوم Ca^{+2} من الشبكة الساركوبلازمية و Ca^{+2} يلعب دور مهم جداً في بدأعملية التقلص ونهايتها وهذه العملية تحتاج الى مركب الطاقة ATP الأدينوسين ثلاثي الفوسفات تتحول الى الأدينوسين ثنائي الفوسفات ADP وفوسفات غير عضوية Pi ويزداد تركيز Ca^{+2} الطليق الى 10^{-4} مولار/لتر فأنه يرتبط مع التروبونين وأن هذا

يزيل حالة الأعاقة التي تسببها التروبومايوسين والتروبونين على تكوين الجسور العرضية بين الأكتين والمايوسين في حالة الراحة فيكون المايوسين طليق ويكون جسور عرضية مع الأكتين. هذه الجسور العرضية تولد قوة تقلصية تسحب خويطات الأكتين في كل نصف من انصاف الساركومير باتجاه مركز الساركومير ويسمى البروتين المتكون Actomyosin بالاكتومايوسين حيث تنزلق الخويطات بأتجاه بعضها ساحبة خطوط Z–line قريباً من خويطات المايوسين وبهذا يقل طول الساركومير.

معادلة التقلص :

حافز فيزيائي او كيميائي (Ca)

Actin + Myosin ⟶ Contracted Actin – Myosin + Pi

طاقة (ATP) فوسفات لاعضوية

عملية تمدد العضلة (انبساط العضلة) Muscle Relaxation :

يتم في حالة الراحة ولغرض ان يحدث الأنبساط يجب ان يكون تركيز الكالسيوم Ca^{+2} بمقدار 10^{-7} مولار/ لتر أو اقل داخل الخلية في الساركوبلازم وتركيز مرتفع من ATP ويزداد مركب Mg–ATP وازالة التحفيز العصبي ويحدث الأنبساط فقط عند عكس العمليات التي تحفز على التقلص . يعود تركيز ايونات Ca^{+2} الحرة في داخل الخلية الى مستواه الطبيعي الأصلي المنخفض (حالة الراحة) يتأثر فعل الشبكة الساركوبلازمية وعندها يفقد أو يطلق التروبوميوسين الكاليوم الذي ارتبط معه عند تحفيز التقلص ويصبح قادر على منع تكوين الجسور العرضية بين Actin و Myosin ويمنع تكوين Actomyosin

معادلة الانبساط :-

ازالة الحافز

Actomyosin ⟶ Relaxed Actin + Myosin

ازالة ايون الكالسيوم ، تكوين Mg-ATP

وصف مكونات الساركومير عند تقلص وانبساط العضلة :

وصف لمكونات الساركومير عند تقلص العضلة :-

1 – اعلى تداخل يحصل بين الخويطات الرفيعة والسميكة .

2 – عدم مشاهدة منطقة H .

3 – اقل طول في منطقة I .

4 – اقل طول في منطقة الساركومير .

وصف لمكونات الساركومير عند انبساط العضلة :-

1 – اقل تداخل بين الخويطات الرفيعة و السميكة .

2 – مشاهدة منطقة H .

3 – اعلى طول في منطقة I .

4 – اعلى طول في الساركومير .

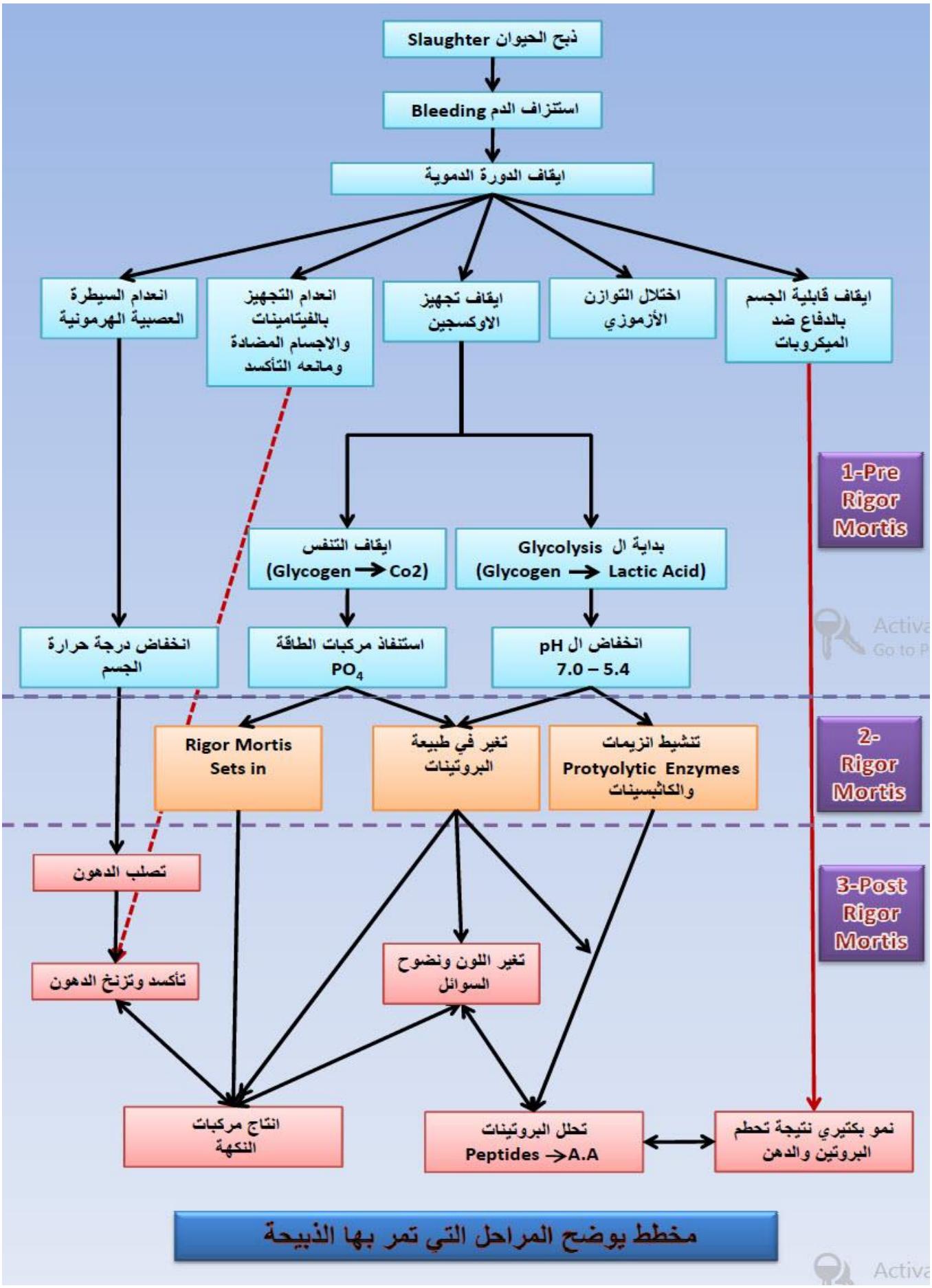
- بعد الذبح تكوين الجسور العرضية يكون سهل فيؤدي الى قلة الطراوة وحدوث الصلابة للحم بعد فترة من الذبح اعتماداً على الخزين من الطاقة وعند استنفاذ الخزين من الطاقة يصبح اللحم في تقلص دائمي أي في حالة Rigor Mortis تزال بايولوجياً بفعل الانزيمات الموجودة بصورة طبيعية في اللحم خاصة اللايسوسوم.

عملية تحويل العضلة الى لحم Conversion Muscle to Meat :-

الحيوان يموت عند الذبح تتوقف الدورة الدموية والقلب وترافقه تغيرات كبيرة وتستمر معه لفترة طويله وهذه التغيرات فيزياويه وكمياويه وبايوكميائية وتمدهذه التغيرات بعد فترة من الذبح وهي تختلف من حيوان لأخر وبين نوع وأخر فهي قصيرة في لحوم الدجاج واطول في لحوم الخنازير وتليها الاغنام والماعز واخيراً الابقار والجاموس .

تستغرق في الدجاج بحدود8 ساعات كمعدل 4 ساعات أما في الخنازير 10 –12 ساعة وفي الاغنام 14 ساعة وفي الابقار 24 – 36 ساعة وهذه الحدود ليست محددة بل متغيرة (يبدأ في الدجاج بعد 1–2 ساعة)وفي (الخنازير 4 ساعة – 8 ساعات)وفي (الاغنام والماشية 10 – 12 ساعة) وفي (الابقار والجاموس 18 – 20 ساعة) .

عند ذبح الحيوان Slaughter يتم استنزافه للدم Bleeding بعد ذلك تتوقف الدورة الدموية بعدها يتوقف التجهيز بالاوكسجين لخلايا الجسم في هذه اللحظة تحصل مجموعة من التغيرات biochemical فسوف يتغير الضغط الازموزي داخل وخارج خلايا الجسم ويصبح غير متوازن وبالتالي تتوقف قابلية الجسم على الدفاع ضد الميكروبات ثم تبدأ مرحلة الفساد الميكروبي والتلوث وفساد اللحم وتنعدم الأنزيمات المجهزة للفيتامينات ومانعات الاكسدة .... الخ واخيراً تبدأ عملية انعدام السيطرة على الاعصاب وتعتبر الهرمونات هي الأساس للسيطرة لذلك تنعدم السيطرة العصبية الهرمونية وعند استنفاذ جميع محتويات الجسم من مركبات الطاقة سوف تنخفض درجة حرارة الجسم وبالتالي يتصلب الدهن وعند انخفاض pH سوف يؤدي الى تغير في طبيعة بروتينات العضلة وفي نفس الوقت هناك مجموعة من الانزيمات سوف تنشط Proteolytic Enzyme وعند استنفاذ الجسم كل مركبات الطاقة تسمى التيبس الرمي Rigor mortis. يرافق توقف O2 انتهاء المسار الهوائي اي توقف عمليات الاكسدة والاختزال اما الظروف اللاهوائية اي مسار تحلل الطاقة اللاهوائي Anaerobic glycolysis يرافقه توقف الجهاز التنفسي معناه عدم توفر الكلايكوجين بالعضلة ولايتكونCO2 فيتم قطع دورة كربس وانتاج حامض اللاكتيك مما يسبب انخفاض ال pH مع انخفاض درجة حرارة الجسم مجمل هذه التغيرات هي في مرحلة pre–Rigor mortis بعدها تبدأ مرحلة ثانية هي Rigor mortis يتكون بروتين Actomyosine ويصبح اللحم متقلص وقيمة انخفاض ال pH تنشط الانزيمات المحللة للبروتين مع حدوث تغيرات في تركيب البروتين ، انخفاض الحرارة ، تصلب الدهون وتسمى هذه المرحلة Rigor Mortis ثم تبدأ المرحلة 3 الاخيرة حدوث نمو بكتيري وتحلل البروتينات وتغير في طبيعتها مما يسبب تغير لون اللحم ونضوح السوائل وأنتاج مركبات النكهة والطعم وحدوث تأكسد وتزنخ الدهون نتيجة لتصلب الدهون هذه المرحلة تدعى post– rigor mortis. ، المهم في التغيرات هو pH ونفاذ الطاقة ثم مرحلة Rigor mortis من خلال السيطرة عليها تتحكم بالحصول على لحوم طازجة ذات نوعية جيدة. كما مبين في الشكل التالي:



مخطط يوضح المراحل التي تمر بها الذبيحة

التيبس الرمي Rigor mortis :

هو عبارة عن تيبس اللحم بعد الذبح بفترة معينة نتيجة لتداخل خويطات Thin(Actin) خلال خويطات Thick(Myosin) وتكوين بروتين معقد دائمي Actomyosin يرافق العملية تدهور في طراوة اللحم وهذه العملية او الحالة ناتجة بسبب تغيرات فيزيائية وبايوكيميائية خلال عملية تحول العضلة الى لحم.

العوامل المؤثرة عليها:

1- حالة الحيوان قبل الذبح Condition animal prior to slaughter :

الوضع الطبيعي عندما يكون غير مجهد – تغذية جيدة – راحة ورعاية تامة – المحافظة على تركيز نسبة الكلايكوجين 1% يحدث تصلب طبيعي .

الوضع الغير طبيعي جوع – اثارة – تعب – حركة كثيرة – خوف – انخفاض نسبة الكلايكوجين قبل الذبح الى اقل من 0.5% سوف يعمل على استهلاك الطاقة فيؤدي الى انخفاض الكلايكوجين وان حامض اللاكتيك الذي يتكون في هذه الحالة اقل من حامض اللاكتيك الذي يتكون عندما يكون الكلايكوجين 1% . وبشكل عام PH اللحم بعد الذبح مباشرة يسمى الpH الابتدائي وتكون قيمته من 6.8 – 7.0 كمعدل وليس مدى ، اما ال pH النهائي 5.5 ولكنه قد يصل الى 5.0 – 6.0 وهذا يعتمد على كمية الكلايكوجين عالية 1% تكفي لخفض pH يصل الى 5.5 ، كمية الكلايكوجين قليلة 0.25% لا تكفي لخفض pH ففي pH المرتفع 6.5.

- من المخطط ابتدئنا pH ثابت وانتهينا pH متغير والسبب هو وضعية الحيوان قبل الذبح animal Condition prior to slaughter.

2- نوع الحيوان Types of animal:

هنالك اختلافات في الفترة الزمنية اللازمة لدخول التيبس الرمي (ذكرت سابقاً) وتكون قصيرة في الحيوانات ذات الحجم الصغير والعكس صحيح .

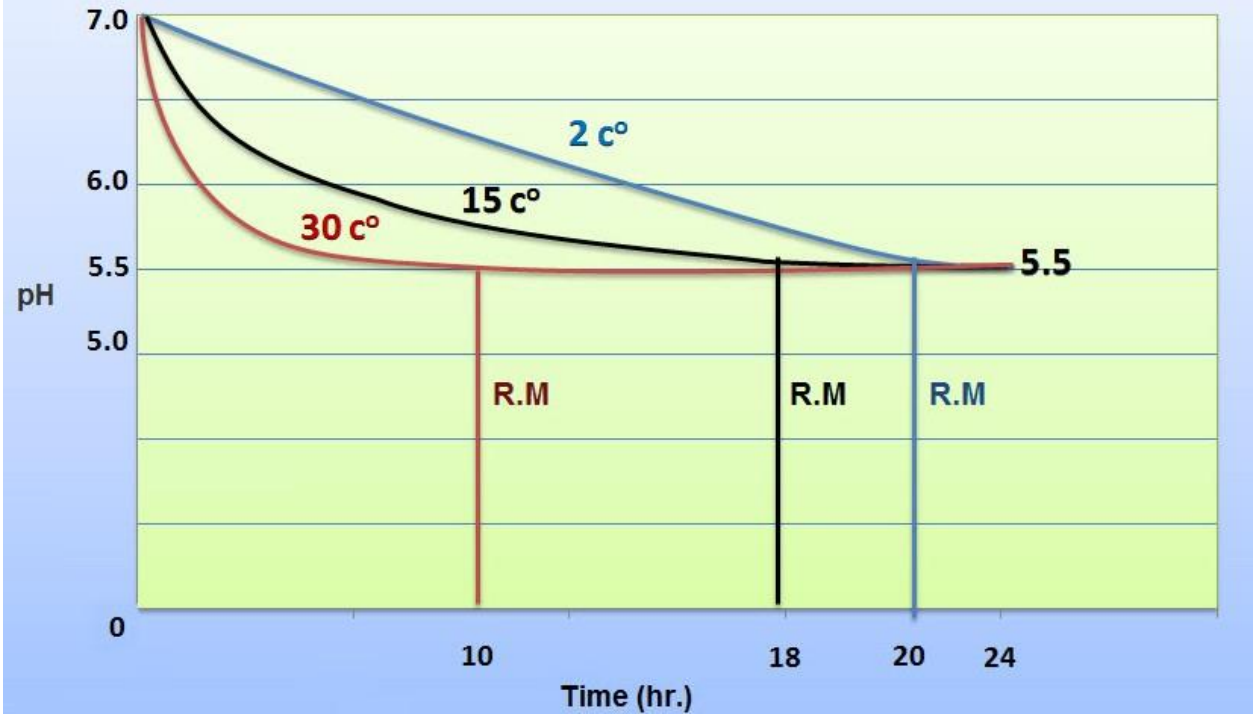
3- الموقع التشريحي للعضلة Anatomical location of muscle :

عضلات ذات الياف بيضاء واخرى حمراء وايضاً اختلاف الوظيفة الفسلجية لها ، الحمراء بطيئة التقلص سريعة الدخول الى R.M والعكس صحيح.

4- درجة الحرارة Temperature :

ان انخفاض pH اللحم في درجات الحرارة العالية اسرع مما عليه في درجات الحرارة المنخفضة وذلك بسبب نشاط الانزيمات المحللة للكلايكوجين لكن خزنه على درجات حرارة مرتفعة تسبب نمو الاحياء المجهرية وتلوثه .

- درجة الحرارة تؤثر على معدل الانخفاض في pH ليس المعدل النهائي كما موضح في المخطط التالي:



س/ لماذا يحبذ خفض الpH بعد الذبح ؟

ج / 1- نلاحظ ان لون اللحم في حال المنحنى الثالث (الاسفل) يكون احمر غامق بينما المنحنى الوسط اعتيادي بينمى المنحنى الاعلى كون لون احمر شاحب .

2- يصل اللحم في حالة الخزن على 20 مْ الى مرحلة R.M اسرع لأن تنشيط الانزيمات glycolysis بسرعة ووقت مبكر ، اما في الوسط يكون بوقت اكثر من الاولى لأن درجة الحرارة منخفضة مما يؤثر على عملية التحلل ، اما الحالة الثالثة عندما يخزن اللحم على درجة 1مْ تصل الى R.M بوقت متأخر لأن عمل الانزيمات يتثبط لكن جميع هذه الحالات تصل الى pH 5.5 وبأوقات مختلفة .

5- **ايونات الكالسيوم calcium ions**: مهمة لحدوث عملية التداخل بين الاكتين والمايوسين وزيادة تركيزها الى اكثر من 10^{-5} مولار/لتر في ساركوبلازم الخلية.

بعض المقارنات

Characteristics	Pre – Rigor Mortise	Rigor Mortise	Post – Rigor Mortise
pH	6.7-7.2	5.5	5.7
Glycogen	متوفر	مستنفذ	مستنفذ
ATP	موجود	مستنفذ	مستنفذ
Glycolysis	موجودة	غائب	غائب
Actomiosin	غائب	موجود	محدود الوجود
Extonsibility	عالية	واطئة	متوسطة
Tenderness	مقبولة وعالية	واطئة	عالية
Water holding capacity	عالية	واطئة	واطئة

Characteristics	Alkaline R.M.	Intermediate R.M.	Acid R.M.
Δ pH	0.4	1.5	1.8
%Glycogen	% 0.4	1	%1.2
WHC	مرتفعة	وسط	منخفضة
Moisture content	مرتفعة	وسط	منخفضة
*DFD	تحدث (الابقار)	لاتحدث	لا تحدث
**PSE	لا تحدث	لاتحدث	تحدث(الخنازير)
color	احمر غامق	احمر اعتيادي	شاحب
Rigor Mortis	سريع الحدوث	اعتيادي	متأخر الحدوث
Final pH	6.2 – 6.6	5.5	5.0 -5.2

*DFD: Dry جاف , Firm صلب , Dark غامق

**PSE : Pale رطب , Soft هش , Exudative شاحب

استنفاذ مركبات الطاقة

هناك ثلاثة مصادر رئيسة لأنتاج ATP

1- تحلل CHO تحت ظروف لاهوائية

Glycogen ⟶ ATP $\xrightarrow[\text{ATPase}]{\text{تحلل}}$ طاقة لأنتاج اللحم +pi

الكلايكوجين اذا تواجد الاوكسجين يدخل في دورة كربس يعطي pyruvate او pyruvic acid ونظرا لعدم توفر O2 يتحول الى Lactic acid

Anaerobic Glycolysis

Glycogen ⟶ Lactate (lactic acid)

↓

pH decline

2- الكرياتين فوسفيت

Creatin Kinase

Phospho creatin ⟶ ATP+Pi

ينتج طاقة لأنتاج اللحم

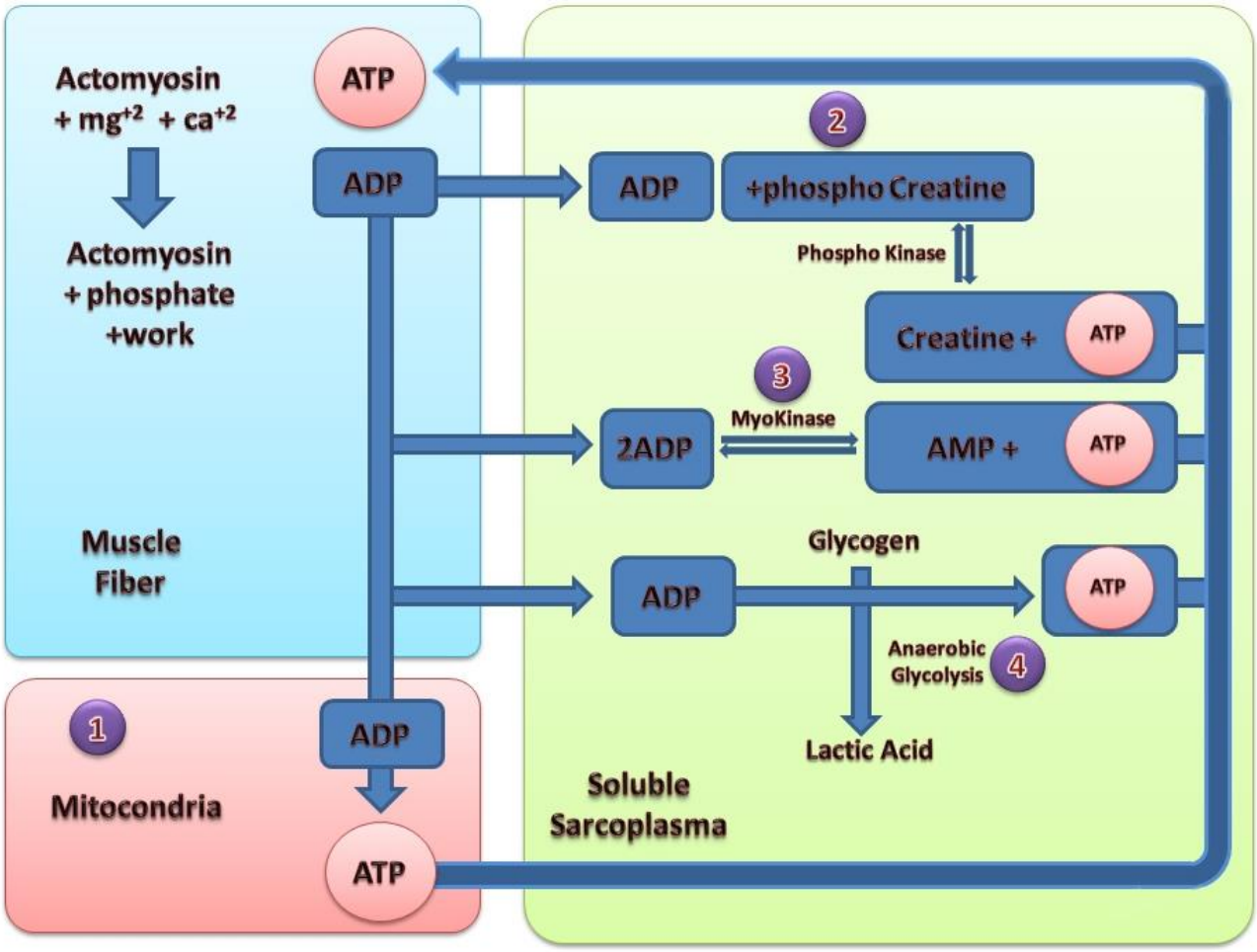
3- المتبقي من الفوسفات اللاعضوية

MyoKinase

ADP + ADP ⟶ ATP+Pi

ينتج طاقة لأنتاج اللحم

يمكن توضيح مصادر الطاقة بالمخطط التالي :



مصادر الطاقة في العضلة

في الساعات الاولى بعد الذبح يسمى تكوين ATP من تحلل الكلايكوجين وعند نفاذه من العضله نستخدم فوسفات الكرياتين وبعد نفاذ فوسفات الكرياتين وباستمرار يتناقص ATP ويزداد تصلب العضلة وعند اختفاء ATP من العضلة لا تعود الى حالة الانبساط وتكون الاكتومايوسين بين الاكتين والمايوسين تتكون جسور دائمية ولعدم وجود طاقة لتكسير الروابط بينها يحدث تغيرات فيزيائية حدوث حالة قصر shortening حوالي 40% تؤدي الى شد العضلة وصلابة اللحم. وتبدأ حالة R.M عندما يصل تركيز الكلايكوجين الى عشر تركيزه بعد الذبح 1% ← 0.1% .

تنشيط الانزيمات المحللة للبروتينات Proteolytic enzyme activity:

1- **Catheptic enzyme** : انزيمات الكاثبسينات هي اهم انواعها A,B,C,D,L,H تنطلق من Lysosomels تحلل بروتينات Actin و Myosin . الوسط الملائم لعمل B هو 5.2 pH و D هو 4.0 .

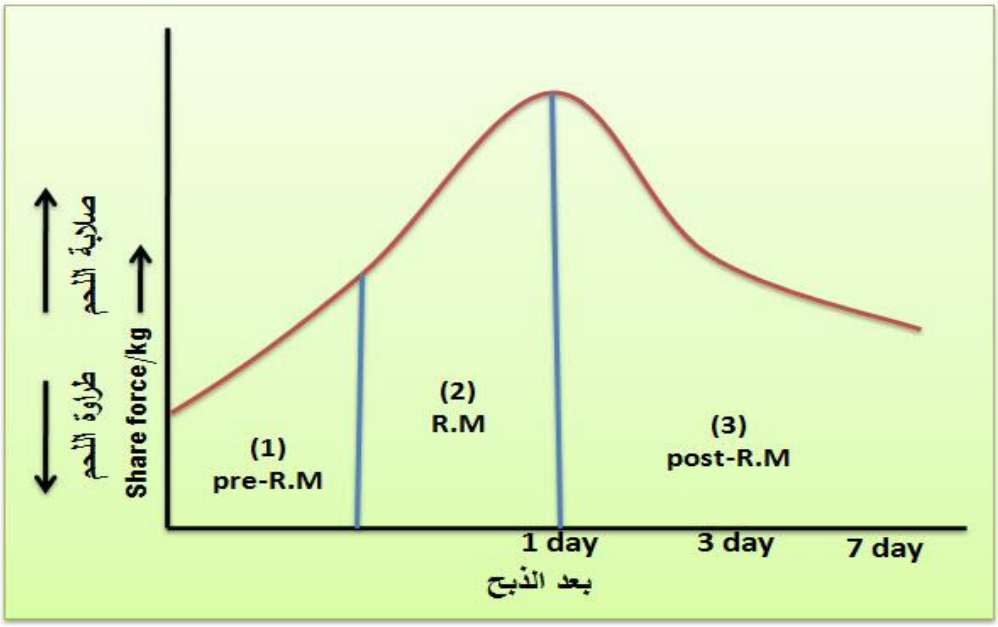
افضل نشاط لعمل هذه الأنزيمات حرارة مرتفعة 37 مْ و pH منخفض (5.5).

2- **(CAF) Calcium activated factor**

(CDP) Calcium Dependent proteases

Calpain

تنطلق من الساركوبلازما تحلل كافة انواع البروتينات المنظمة وايضاً بروتينات Cytoskeletal أو Costameric الوسط الملائم لعملها هي 7.0-7.5 pH ، يتطلب وجود Ca^{+2} لفعالية هذه الانزيمات ، تنشط كلا النوعين من الانزيمات بعد عملية تحول العضلة الى لحم أي بعد حدوث Rigor Mortis أي يكون اللحم في حالة Post – Rigor Mortis فتعمل على تحطيم بروتينات الليفات العضلية وتكسير وحدة الساركومير ويحدث تحسن في طراوة اللحم لذلك يتم التبريد على درجة حرارة 2-3مْ لحدوث عملية الانضاج Aging .

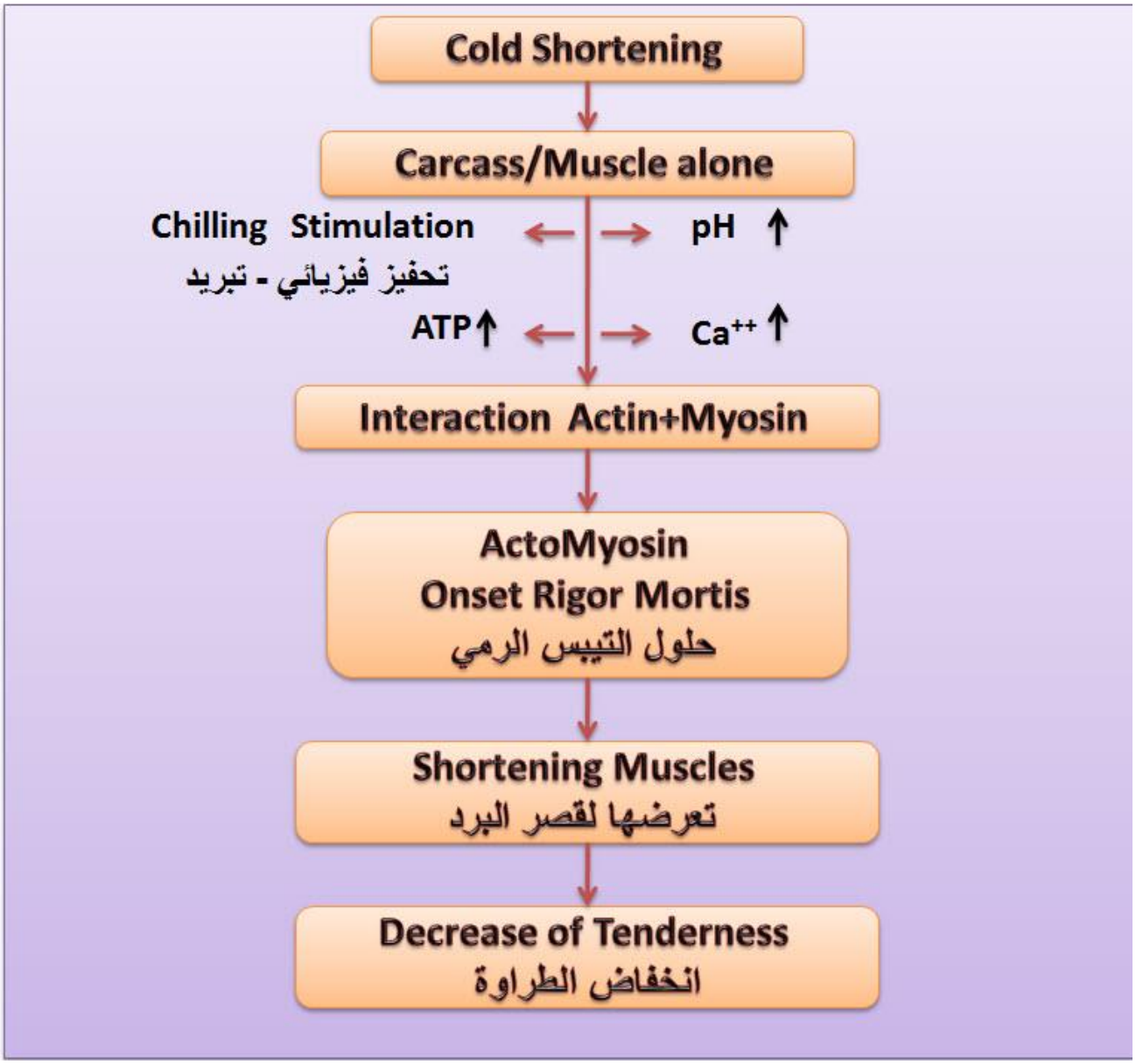


مخطط يوضح قوة القطع في اللحوم

هناك بعض الظواهر المرافقة لتحول العضلة الى لحم تكون غير مرغوبة وتسبب تدهور نوعية اللحم وتقليل طراوته ومن هذه الحالات :

1- **قصر البرد Cold Shortening** : هي عملية تصلب اللحم وهو بحالة pre – Rigor عند تعرض اللحم الى درجة حرارة التبريد التي هي 1-3مْ وينتج عن ذلك تدهور سريع في طراوة اللحم واسراع في عملية حدوث R.M.

ميكانيكية حدوثها : في بعض الحالات Pre – rigor لا يزال pH مرتفع و ATP متوفر ولم ينفذ بعد وايون الكالسيوم متوفر وحرارة التبريد تعطي حافز فيزياوي (التبريد عندما يشعر جلد الانسان عندما يتعرض للبرودة) كل هذه الحالات أو العوامل تؤدي الى تداخل الاكتين مع المايوسين وهذا يسرع من حدوث R.M وهذا بدوره يؤدي الى تصلب اللحم وتدهور طراوته وهذه الحالة تحدث مباشرة باللحم المذبوح المبرد ، اذ يعتبر التبريد حافز كعامل مضاف لشجيع تقلص اللحم.



مخطط يوضح حصول ظاهرة قصر البرد

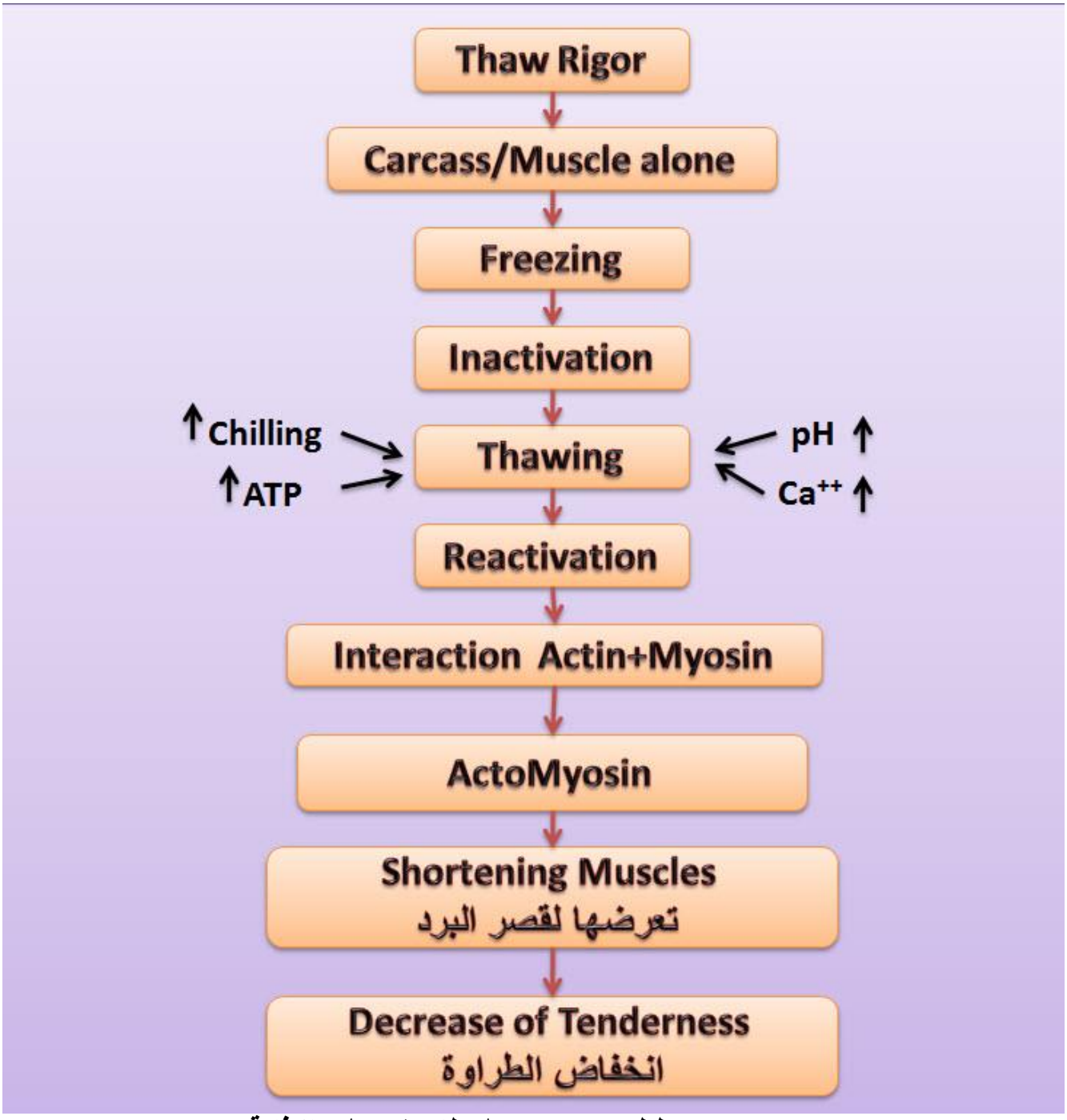
ومن التقنيات المستخدمة في التخلص من هذه الظاهرة ومنع حدوثها

1- استخدام التحفيز الكهربائي E.S

2- وضع الذبائح على درجة حرارة عالية.

2- تصلب الاذابة (التيبس الرمي بعد التذويب) Thaw rigor:

تحدث مجموعة من التفاعلات أو التغيرات في المرحلة ما قبل تداخل الاكتين مع المايوسين مثلاً تجميد اللحم بدل التبريد وهنا سوف لا يحدث حالة R.M ولا يزال ال pH مرتفع وطاقة متوفرة وايون الكالسيوم متوفر لكنه يكون بحالة خاملة Inactivation وهي تحول الفعاليات البايوكيميائية ويحدث تنشيط الفعالية البايوكيميائية اثناء ذوبان اللحم وهذا التنشيط بعد الذوبان تبدأ الانزيمات بقوة مضاعفة وتساهم في تدهور اللحوم وصلابة اللحم ويسبب قصر مقداره 80% من الطول الاصلي للعضلة الطليقة مصحوباً بخروج كميات كبيرة من عصير اللحم.



مخطط يوضح حصول ظاهرة تصلب الاذابة

س / ما هو الاختلاف مابين T.R و C.S ؟

الاختلاف هو نوع الحافز Stimulus كلاهما يحدث بعد الذبح وقبل R.M

صفات وخصائص اللحم

1- الطراوة Tenderness :

صفة الطراوة هي احدى الركائز الرئيسية التي تستند عليها نوعية اللحوم والتي تؤخذ بنظر الاعتبار من قبل المستهلك عند اختياره للحوم المشتراة وهنالك اهتمامات واسعة من قبل كافة الفئات المختلفة بهذه الصفة من خلال الاهتمام بأنماط الاستهلاك والتصنيع والانتاج

1- اهتمامات المنتجين : وهذا يتم من خلال الاهتمام برعاية الحيوان وزيادة كفاءته الانتاجية عن طريق تطوير انماط انتاج اللحوم من اجل المحافظة على درجة الطراوة المرغوبة

2- اهتمامات المصنعين : يتم من خلال توضيف التقنيات الحديثة.

لغرض اجراء تحسينات في موضوع الطراوة

3- اهتمامات ربات البيوت : تتم من خلال اتباع طرق طبخ مختلفة وتقانات حديثة مثل استخدام فرن المايكروويف من اجل المحافظة على الطراوة.

*واشار العلماء بأن الطراوة تشمل ثلاث نواحي رئيسية :

1- السهولة الاولية في ادخال الاسنان في اللحم عند المضغ (القطع الاولي)

2- سهولة تجزئة قطعة اللحم الى اجزاء اصغر مع استمرار المضغ (مرحلة المضغ) وتعكس هذه الصفة مدى مقاومة الالياف العضلية للتجزئة الواقعة بفعل الاسنان.

3- الكمية المتبقية في الفم بعد انتهاء المضغ وتعكس هذه كمية الانسجة الرابطة الموجودة في الفم (مرحلة البلع والمتبقي).

احياناً تدرج صفة النسجة Texture ضمن مصطلح Tenderness

النسجة تتضمن صفتين ميكانيكيتين هما الخشونة Coarseness أو النعومة Fineness كلاهما تعتبران مؤشر للطراوة.

Texture : هي خليط من الصفات التي تبدأ من التركيب الاولي للنسيج العضلي والكيفية التي يوجد فيها بالتعاون مع المرحلة الفسيولوجية التي يمر بها الحيوان.

المكونات الأساسية والمسؤولة عن الطراوة:

1- بروتينات الانسجة الرابطة Protein of connective tissue :

2- بروتينات الليفات العضلية myofibrals protein

3- الدهون المرتبطة بالانسجة الرابطة intramuscular fat (Marbling).

تحدث صلابة اللحوم نتيجة لعاملين اساسيين :

1- هو الصلابة الاولية (Background toughness) وتحدده نوعية ودرجة نضوج الانسجة الرابطة في اللحم.

2- هو صلابة الليفات العضلية الناتجة من تداخل بروتينات التقلص (الاكتين والمايوسين مع بعضها) وهذه تتأثر بالوقت ودرجة الحرارة اثناء تطور التيبس الرمي وايضاً فعل الانزيمات المحللة خلال مدة الانضاج.

جدول يوضح انواع القصر Shortening

ت	اسم الحالة	درجة الحرارة التي تتعرض لها الذبيحة	نسبة القصر
1	cold shortening	0- 13 مْ	%50
2	(normal) warm shortening	15-20 مْ	%10
3	Rigor shortening قصر التيبس	20-40 مْ	%30
4	Thow Rigor	Deep freezing (pre Rigor)	%80 غير مقبول ومرفوض

1- بروتينات الانسجة الرابطة :

تتكون بروتينات الانسجة الرابطة من الكولاجين collagen والايلاستين elastin (دوره ثانوياً لكون تواجده قليل جداً في العضلة) و الريتكولين reticulin .

ان كثير من الاختلافات في الطراوة ما بين عضلة واخرى في الحيوان الواحد وبين انواع الحيوانات الاخرى عند اعمار مختلفة تكون بسبب الاختلافات في كمية وطبيعة الانسجة

الرابطة بصورة عامة وعلى كمية الكولاجين في العضلة بصورة خاصة لهذا يعد الكولاجين العامل الرئيسي المحدد لطراوة اللحوم ويتواجد بكمية اكبر في العضلات الفعالة لذلك تكون اكثر خشونة وصلابة من العضلات الحاوية على اقل كمية من الكولاجين . وكلما يتقدم الحيوان بالعمر تزداد الروابط المستعرضة (cross-linking) داخل جزيئة التروبوكولاجين واشارت الدراسات الى ان هنالك نوعين من الروابط الكولاجينية هي الحساسة للحرارة والمقاومة للحرارة فلحوم الحيوانات الصغيرة العمر تمتاز بارتفاع محتواها من الروابط الكولاجينية الحساسة للحرارة والتي تنخفض نسبتها بتقدم عمر الحيوان وتزداد الروابط الكولاجينية المقاومة للحرارة وبعكس ذلك في الصلابة الملاحظة في لحم الحيوانات المسنة.

2- **بروتينات الليفات العضلية :**

Myosin , Actin وكل بروتينات Regulater protein تساعد الجسور العرضية المتكونة بين خويطات الاكتين والمايوسين على توليد قوة التقلص خلال عملية التقلص كلا البروتين لا ينكسر خلال الانضاج aging بعد الذبح لكن ضعف الارتباط او التداخل بين الاكتين والمايوسين المقرون مع تجزئة البناء الخويطي واستطالة الساركومير يسهم في زيادة الطراوة بعد التيبس الرمي ويعتمد مقدار التغير في البروتينات على مدى التحلل proteolytic الذي يؤدي الى فقدان تماسك وارتباط الالياف العضلية مع بعضها.

3- **التعرق marbiling :**

يعد مقدار التعرق الذي يوجد في اللحم صفة مهمة لنوعية اللحوم اذ يعمل دهن التعريق كمادة مزيته اثناء المضغ والابتلاع ولهذا يحسن الطراوة الظاهرية للحم الغير طري اصلا فهو يؤثر على نكهة اللحم وعصيريته اكثر من تأثيره على الطراوة ولوحظهنالك ارتباط معنوي موجب بين درجة التعرق وانخفاض صلابة اللحم كلما زاد المحتوى الدهني داخل العضلات .

العوامل المؤثرة على طراوة اللحم

هنالك نوعين من العوامل :

أ- **عوامل ما قبل الذبح pre -Mortem factor**

1- **نوع الحيوان والسلالة** : يعتبر نوع الحيوان انعكاس دقيقاً الى نسجة اللحم فالحيوانات الكبيرة والجاموس تمتاز لحومها بنسجة خشنة لذلك تكون طراوتها واطئة لأن بازدياد الحجم تزداد الصلابة وكمية الانسجة الرابطة وتقل الطراوة بزيادة حجم الحيوان على العكس يلاحظذلك في لحوم الحيوانات صغيرة الحجم كالأغنام وايضاً الدواجن.

2- **عمر الحيوان** : كلما يتقدم العمر تزداد نسبة الكولاجين الذي هو جزء من stroma protein وبذلك يؤثر على الطراوة فيقللها وهذا يعتبر المحدد الأساسي لطراوة اللحم التي يتم من خلالها تقييم اللحم.

3- **الموقع التشريحي ونوع العضلة** (تركيب العضلة) ان خصائص اجزاء الذبيحة ليست واحدة فيمكن تقسيمها الى مناطق للقطع الممتازة والمتوسطة والرديئة وايضاً الجزء السفلي من جسم الحيوان كثير الحركة ويتحمل ثقلاً كبيراً مقارنة مع الجزء العلوي لذلك فأن الاول يمتاز بوجود نسبة كبيرة من الانسجة الرابطة وكبر قطر الليف العضلي مما يؤثر في طراوة العضلات فتكون اقل طراوة مقارنة مع العضلات في الجزء العلوي.

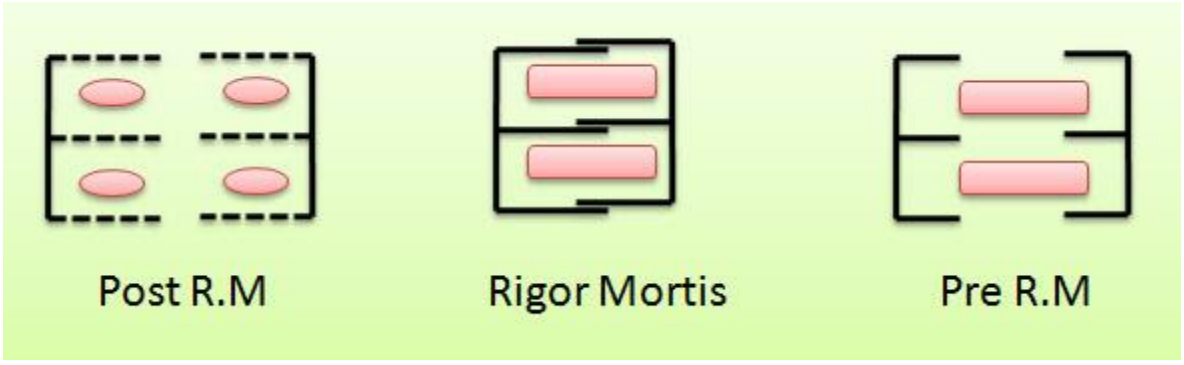
4- **التغذية:** تؤدي تغذية الحيوانات على الاعلاف المركزة الى زيادة معدل النمو وكذلك ترسيب الدهن داخل العضلات ونسبتها لأنها تعطي الحيوانات طاقة عالية مقارنة مع تغذية الحيوانات على الاعلاف الخشنة الاخرى الذي ينعكس على نسجة اللحم ، فالتغذية المركزة تعطي نسجة ناعمة للحم وتحسين درجة الطراوة بصورة غير مباشرة مقارنة مع التغذية على الاعلاف الخشنة.

5- **الادارة** : تلعب الادارة دوراً مهماً في تحديد كمية اللحم الى كمية الدهن في ذبيحة الحيوان قبل عملية ذبحه كما تلعب دوراً مهماً في رعايته قبل الذبح وبالتالي تقلل من الخسائر الكمية والنوعية الناجمة جراء تعرض الحيوان المعد للذبح الى الجهد والتعب

6- **النضج Maturity** : بصورة عامة تكون اللحوم المستحصلة من حيوانات ناضجة اقل طراوة من اللحوم المستحصلة من حيوانات غير ناضجة وهذا بسبب التغيرات في بناء الياف الانسجة الرابطة وزيادة الروابط المستعرضة داخل الياف الكولاجين مما يؤدي الى انخفاض ذوبان الكولاجين وزيادة مقاومته لفعل التجزئة والمضغ.

ب- عوامل ما بعد الذبح Post – mortem factor

- يستوجب الاطلاع على الحالة الفيزاوية والكيمياوية للعضلة وهي في حالة pre – R.M وكذلك في حال R.M اي عند حدوث التيبس الرمي فيه والتي تم شرحها سابقاً ، لهذه الحالات تأثير مهم جداً على صفات وخصائص اللحم الجيد اما بالنسبة الى حالة اللحم وهو في post – R.M والتي تبدأ من انتهاء R.M فيكون اللحم فيها في بادئ الامر صلب بسبب تأثير التيبس الرمي ثم تبدأ عملية الانضاج او تعتيق اللحم والتي بموجبها يتم تنشيط الانزيمات المحللة للبروتينات داخل النسيج العضلي اثر انخفاض pH ثم تبدأ هذه الانزيمات بمهاجمة بروتينات الليفات العضلية وتعمل على تقطيعها الى اجزاء اصغر وعليه سوف تتحسن طراوة اللحم بصورة تدريجية. اي ان 80% من معدل الصلابة في اللحم قد اختفى.



هنالك ثالث انواع من الانظمة الانزيمية :

1- **انزيمات Lysosomal E.** تحلل الاكتين والمايوسن تدعى Catheptic E. تضاف المعلومات السابقة

2- **Calcum dependant proteinases** الكالبينات (Calpains) وتشمل ثلاثة انواع Calpain – II , Calpain – I و Calpastatin (المسؤول عن تنظيم نشاطهم التحليلي).

3- **(MPC) Multicatalytic proteinase complex**

5.5 pH 45مْ 22% من فعاليته ، 8.0 -7.5 pH تثبط بال SDS ، وزنه الجزيئي 600 لا تلعب دور كبير في التحلل بعد R.M تعمل على Troponin-C. التغير في خطي Z-line و M-line ضمن تركيب خويطات الليفات العضلية وحدوث ضعف وتكسر فيها وقد يحدث أختفاء في بعض الاحيان ويعود هذا الى فقدان انتظام شكل النسيج العضلي وفقدان صفة التخطيط من الليفات العضلية خلال مدة الأنضاج وتحدث تغيرات بنائية في التركيب النسيجي أي في بروتينات الليفات العضلية في الساركومير وفي اتجاهين طولي وجانبي ويعتمد مقدار التغير على مدى التحلل (proteolytic) مما يؤدي الى فقدان تماسك وارتباط الالياف العضلية مع بعضها البعض ، كذلك التمزق في منطقة N2-line (منطقة أرتباط خويطات Actin مع Z-line) له دور رئيس في عملية تطرية اللحوم. ويرتفع الضغط الازموزي بعد R.M في مرحلة post- R.M ويصل الى أقصاه حيث له دور رئيسي في تضعيف تركيب الليفات العضلية.

طرق قياس الطراوة

1- اضافة للطرق الحسية عن طريق التقييم الحسي بواسطة محكمين ذو خبرة .

2- هناك اجهزة يمكن استخدامها لتقييم درجة طراوة اللحوم من هذه الاجهزة والاكثر انتشاراً هو جهاز Warner Bratzler shear force يقوم بقطع قطعة اللحم واعطاء قيمة بالكغم حيث كلما زادت قوة القطع هذا يعني ان الطراوة رديئة والعكس صحيح.

3- طريقة كيميائية هي Myofibrillar fragmentation Index (MFI).

التقنيات التي تحسن طراوة اللحم

1- التعتيق بالأنضاج Conditioning Aging:

هو اسلوب متبع ضمن ضوابط وشروط ثابتة لتحسين نوعية اللحوم المستهلكة ودرجة طراوتها يستخدم في العديد من بلدان العالم المتقدم وخاصة ذبائح الابقار. تعتمد هذه التقنية على خزن اللحوم بالتبريد على درجة حرارة (2-3 مْ) وبرطوبة 85% على ان تكون هناك تيارات هوائية متحركة داخل الغرفة كان اذا اقل من 85% اللحم يفتقد من وزنه يحدث تبخر ، لون اللحم يصبح غامق والسطح الخارجي يصبح اكثر خشونة لذلك يتم وزن الذبيحة قبل وضعها في الثلاجة ، اما اذا كانت اكثر من 85% يحدث تكثيف الماء على اللحم وهذه العملية غير مرغوبة لأنها تسبب نمو الأحياء المجهرية على السطح الخارجي للذبيحة وحصول تلف وفساد في اللحم (في الأبقار يتم خزن 7-9 يوم) (الاغنام 2-3 يوم).واذا تجاوزت المدة يحدث :

1- نمو ميكروبي (بكتريا ، اعفان ، خمائر)

2- فقدان في الوزن وجفاف السطح نتيجة فقدان الرطوبة

3- يحدث تزنخ وتأكسد الدهون.

2- الانضاج على درجة حرارة عالية HTC :

يتم وضع اللحم او خزن الذبائح على درجة حرارة عالية لمدة معينة ثم تبريدها على 16مْ لمدة 48 ساعة أو 28 مْ لمدة 24 ساعة وهذا له علاقة مع درجة الحرارة و ال pH حيث عند ارتفاع حرارة الذبيحة فأن pH ينخفض بسرعة كما أن التبريد غير موجود وفي هذه الحالة تخلصنامن عاملين يشاركان في حدوث هذه العملية T.R و C.S.

فوائده : التخلص من C.R وتحسن الطراوة من خلال نشاط الانزيمات المحللة.

مضارها : وجود نمو ميكروبي على سطح الذبائح الخارجي تعالج بـU.V الاشعة فوق البنفسجية وكذلك يحدث فقدان في الرطوبة.

تعمل على ايقاف نمو البكتريا ولكن لا تقتلها ، تشجع عمليات الاكسدة والتزنخ للدهون بصورة اسرع.

3- **تعليق الذبيحة Carcass Suspension** : وجد ان تعليق الذبيحة من فتحات منطقة عظم الحوض Alich Bone تؤدي الى تحسين طراوة اللحوم وخاصة في منطقة الافخاذ وذلك نتيجة لزيادة طول الساركومير ايضا تعليق الذبيحة من الوتر العرقوبي Achilles Tendon ايضاً يساهم في تحسين طراوة عضلات منطقة القطن.

4- **التطرية الميكانيكية Mechanical Tenderization**: تعتبر من الوسائل السهلة لتحسين طراوة اللحم وذلك باتباع طريقة التطرية الميكانية مثل فرم اللحم وهو عبارة عن تحسين الطراوة من خلال تقطيع الألياف والأنسجة الرابطة في اللحم.

5- **الانزيمات Enzymes**: لا تزال تستخدم أنزيمات من مصادر نباتية مثل Papaia و Ficine وهي عصارات نباتية تعمل على تحلل Myofibril وهناك انزيمات من مصادر حيوانية تستخدم كأنزيمات غدة البنكرياس.

6- **استخدام NaCl و $CaCl_2$ الاملاح Salt injection** وهي حقن اللحم بواسطة محلول ملحي من NaCl و $CaCl_2$ مما يؤدي الى تحسين طراوة اللحوم وتؤثر الاملاح في اضعاف التداخلات والأرتباطات البروتينية والاسراع في فعالية الانزيمات التحلل في تكسير البروتين وزيادة ذائبيته.

7- **التحفيز الكهربائي Electrical Stimulation** : تم استخدام تقنية التحفيز الكهربائي في ذبائح الاغنام والابقار والخنازير بعد الذبح مباشرة وذلك للفوائد العديدة المتحققة اثر استعمالها :

1- تحسين طراوة اللحوم
2- زيادة معدل الايض ونسبة التحلل الكلايكوجيني بعد الذبح وهذا يقود الى حدوث التيبس الرمي بوقت مبكر.
3- منع أو تقليل الصلابة الناتجة من ظاهرة قصر البرد.
4- منع الصلابة الناتجة من قصر التذويب
5- يسرع من عملية الانضاج
6- زيادة نكهة اللحم
7- اعطاء لون اكثر اشراقاً للحم
8- يحسن من مظهر اللحم عن طريق زيادة تماسك اللحم

9- يمنع ظهور حلقة الاحتراق Heat Ring وتطورها.

10- زيادة درجة التعرق ومن ثم تحسين درجات النوعية للحوم.

يتم تطبيق التحفيز الكهربائي في وقت مبكر جداً بعد الذبح خلال (15-20 دقيقة) بعد الذبح لأن الجهاز العصبي والأعصاب تبقى فعالة خلال هذه المدة وتبقى الارتباطات العصبية مستجيبة للتحفيز اقصى مدة (30 دقيقة) بعد الذبح وهذه الملاحظة مهمة في حالة استعمال ال ES من خلال تأثيره في الجهاز العصبي بشكل مباشر ويصبح E.S غير مجدي عند التأخر في تطبيقه لأن مقدار التغير في pH خلال مدة معينة ينخفض كما أن درجة حرارة الذبيحة تبدأبالانخفاض بعد الاستنزاف وكل هذه الاسباب تؤثر في معدل التحلل الكلايكوجيني في العضلة يلاحظ عند تطبيق ES على الذبيحة وجريان التيار الكهربائي حدوث تقلص شديد في العضلات مشابه لما يحدث في العضلة الحية عند التقلص مع فارق كون التيار المار كبير جداً في حالة التحفيز الكهربائي مقارنة مع الذي يجهز من خلال الجهاز العصبي في اثناء حياة الحيوان.

ميكانيكية التطرية بفعل التحفيز E.S:

1- منع ظاهرة قصر البرد

2- تحرر انزيمات اللايسوسومل

3- تمزق وانشقاق الانسجة العضلية

4- زيادة نشاط انزيمات الكالبينات

5- التأثير في ثباتية الياف الكولاجين.

ثانياً: قابلية الاحتفاظ بالماء Water Holding Capacity (WHC):

تعرف بأنها قابلية اللحم على الاحتفاظ بالماء الموجود به اثناء تعرضهلقوى خارجية مثل التقطيع والتسخين والفرم أو الضغط ويحدث بعض الفقدان في رطوبة اللحم حتى عند اجراء هذه المعاملات بصورة هادئة جداً لأن جزء من الماء يوجد بصورة طليقة (تعتمد الخواص الفيزيائية في اللحم مثل اللون ، القوام ، العصيرية والصلابة في اللحم تعتمد جزئياً على WHC). وتكمن اهمية WHC في ناحيتين:

1- **اهمية نوعية** : كلما تزداد قابلية حمل الماء في اللحم نوعيته ترتفع وتتحسن على اساس أن الماء الموجود يساهم في تحسين هذه الصفات النوعية.

2- **الاهمية الاقتصادية** : يتم التعبير عنها انه كلما تزداد نسبة الرطوبة في اللحم من خلال زيادة صفة WHC يزداد وزن النموذج النهائي وبالتالي نسبة الارباح تزداد لصاحب المعمل لأنه سوف يقلل من مقدار الرطوبة المفقودة وبالتالي فقدان بالوزن يقل لأن قابلية حمل الماء في الأنسجة العضلية كبير.

صفة WHC هي صفة طبيعية متواجدة في اللحم تحددها الظروف الخارجية المحيطة باللحم مثلاً عملية التقطيع يعني زيادة المساحة للحم يؤدي الى زيادة فقدان الرطوبة اذن لابد من تغليف اللحوم بعبوات ذات قابلية على منع فقدان الرطوبة.يتم حمل الماء عن طريق البروتينات العضلية ويختلف مقدار احتواء البروتينات على الماء

Type of protein	WHC
Myofibrillar protein	70-72% ماء مرتبط
Sarcoplasma protein	%20
Stroma protein or C.T	%10

وهناك نوعين من الارتباط :

1- Water protein interaction ارتباط مع بروتين

2- Protein – protein interaction ارتباط بروتين مع بروتين

قدرة الارتباط تعتمد على حجم الفراغ الموجود الذي يسمح بوجود الماء داخل البروتين.

الاساس الكيمياوي لقابلية حمل الماء:

الماء في اللحم يصنف الى ثلاث انواع أو يتواجد في ثلاث أنواع :

1- الماء المرتبط Bound water

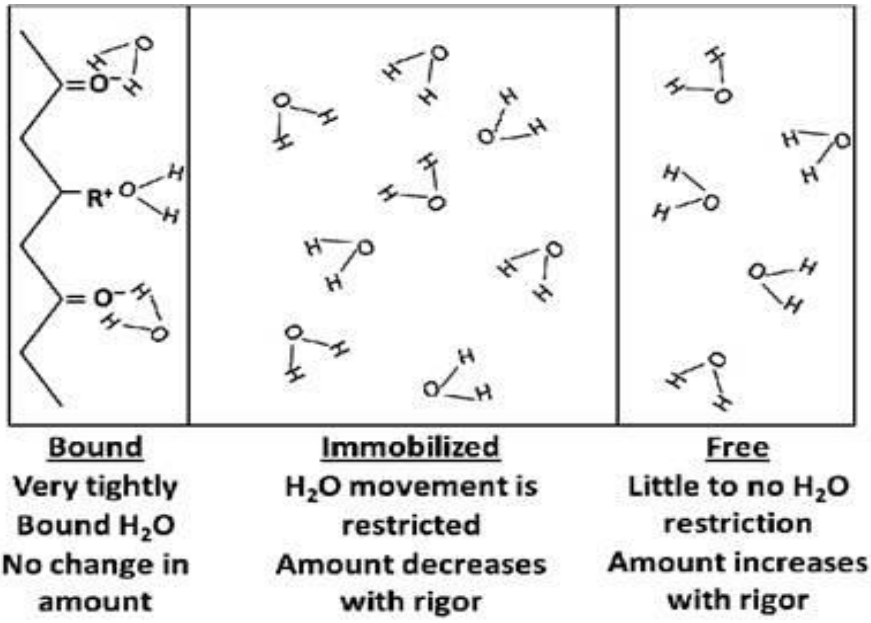
2- الماء المتحرك Immobilized water

3- الماء الطليق Free water

1- **الماء المرتبط Bound water** : يرتبط هذا النوع من الماء مع السلاسل البروتينية R(المحبة للماء Hydrophilic group) التي تكون مشحونة كهربائياً في بروتينات العضلة وهذا الماء ايونياً وكيميائياً يبقى ثابت ولا يمكن استخراجه حتى اثناء تعرض اللحم لقوة ميكانيكية كبيرة او اي قوة فيزيائية اخرى بشكل 4-5% من مجموع الماء في العضلة.

2- **الماء المتحرك Immobilized water** : هو عبارة عن انجذاب جزيئات الماء الاخرى نحو جزيئات الماء المرتبط في طبقات متعاقبة تصبح اضعف فأضعف كلما ابتعدت المسافة عن المجاميع المتفاعلة في البروتين ويعتمد الماء المتحرك على مقدار القوة المسلطة فيزيائياً على العضلة ويعتبر حلقة وسطية بين الماء المرتبط والماء الحر ويخرج هذا النوع من الما من اللحم تحت تأثير خارجي سواء كان فرم او ضغط او اي نوع اخر من التأثيرات الفيزيائية أو الكيميائية.

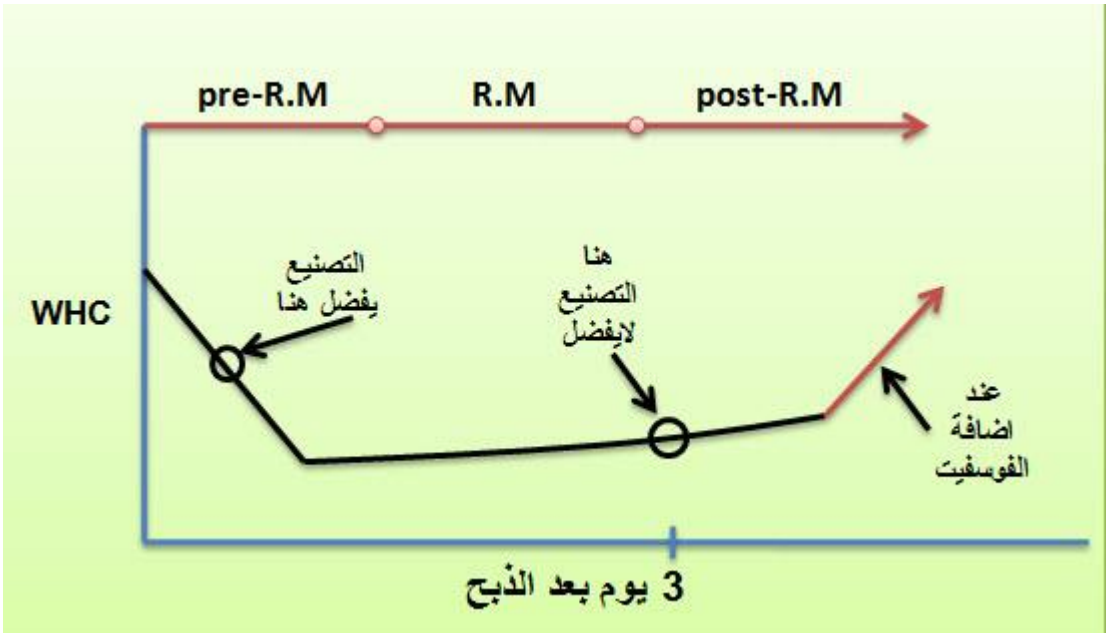
3- **الماء الحر Free water** : هو عبارة عن الماء الذي يحمل بواسطة القوى الوسطية فقط بالماء الطليق وهو الماء الناضح من اللحم دون أي تأثير خارجي وعند خروج الماء الحر من اللحم سوف يفقد من نسبة الماء في اللحم والذي تصاحبه فقد في جميع العناصر الغذائية القابلة للذوبان في الماء المتمثلة ببروتينات الساركوبلازما والفيتامينات والاملاح والمعادن وعادة نسعى الى ان تزيد كمية الماء المرتبط ونحافظ على النوع الثاني ونقلل النوع الثالث لكي نحافظ على الاهمية النوعية والاقتصادية لقابلية حمل الماء WHC.



مخطط اشكال ارتباط الماء

العوامل المؤثرة على قابلية حمل الماء WHC :

1- **حالة اللحم:** قابلية حمل الماء عند مرحلة pre-rigor meat تكون مرتفعة ثم تنخفض وتصل اوطأ درجة عند Rigor M. وتستمر عند نفس المستوى وقد يحدث تحسن بسيط في مرحلة post-R.Mortis وذلك لأنه حدث تحلل للبروتينات بفعل الانزيمات (مثل الكاثبسينات) تكون مسؤولة عن بعض التغيرات الدقيقة في نفاذية غلاف الخلية أو بناء البروتين فيها.

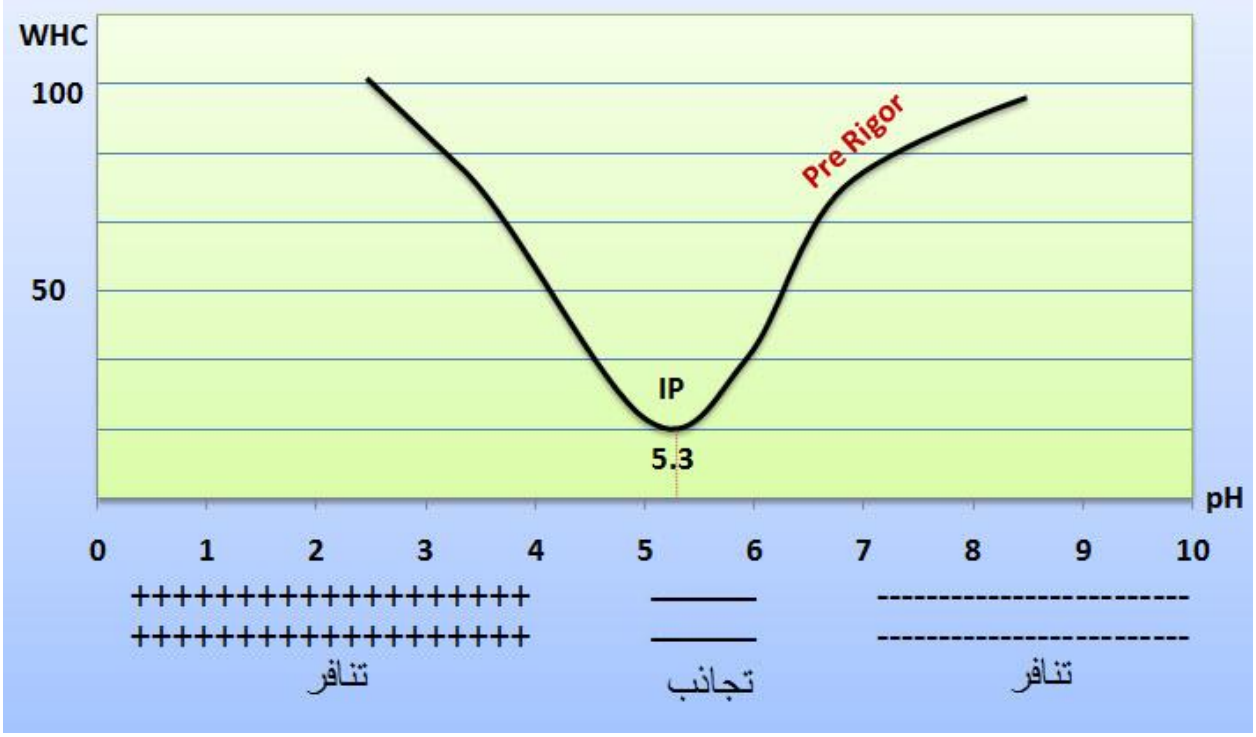


بلدان العالم المتقدم بدأت بتصنيع اللحم بحالة Pre-R.M لتحقيق فائدة فنية واقتصادية وبدأت تغير من تقنياتها المتاحة لأقلال الكلف واستبعاد غرف التبريد الكبيرة (للذبائح) ولأن مواصفات اللحم في هذه المرحلة تكون جيدة ويسمى في هذه الحالة Hot Boning .

2- تأثير الأس الهيدروجيني pH :

إن تكون حامض اللاكتيك وما يتبعه من انخفاض في pH في فترة بعد الذبح هو المسؤول عن نقصان عدد المجاميع الفعالة في البروتين واللازمة لربط الماء وان سبب النقصان في عدد المجاميع المتفاعلة هو وصول ال pH الى نقطة التعادل الكهربائي Isoelectric point(IP) لبروتينات العضلة أي وصول الأس الهيدروجيني الذي يكون فيه عدد المجاميع ذات شحنة الموجبة تساوي عدد المجاميع ذات الشحنة السالبة هذه المجاميع تتجاذب مع بعضها ولا يبقى شحنات فائضة ترتبط مع الماء. يعد تأثير الاس الهيدروجيني مهم جداً على

قابلية حمل الماء في اللحم وهنا يجب التعرف على IP = وهي نقطة التعادل الكهربائي والتي يكون فيها عدد الشحنات الموجبة مساوي لعدد الشحنات السالبة. و IP لبروتينات اللحم = 5.3 درجة pH النهائي هو 5.5 وهذا يعطي مؤشر على ان درجة الحموضة النهائية للحم مقاربة ل IP لبروتينات اللحم



في حالة حصول تجاذب فيما بينها في نفس الوقت يحصل انكماش في الساركومير و WHC تقل لأن الانكماش يعمل على اخراج الماء(التجاذب يؤدي الى خفض WHC وبالتالي خروج الماء) وعند التنافر الساركومير يتمدد وتزداد بالمقابل WHC بالاتجاهين اليمين واليسار وهذا مؤشر ان pH 7.0 فإن WHC اعلى ما يكون لأن الشحنات السالبة تتنافر وهذا يمثل مرحلة pre-R بالمخطط اعلاه .

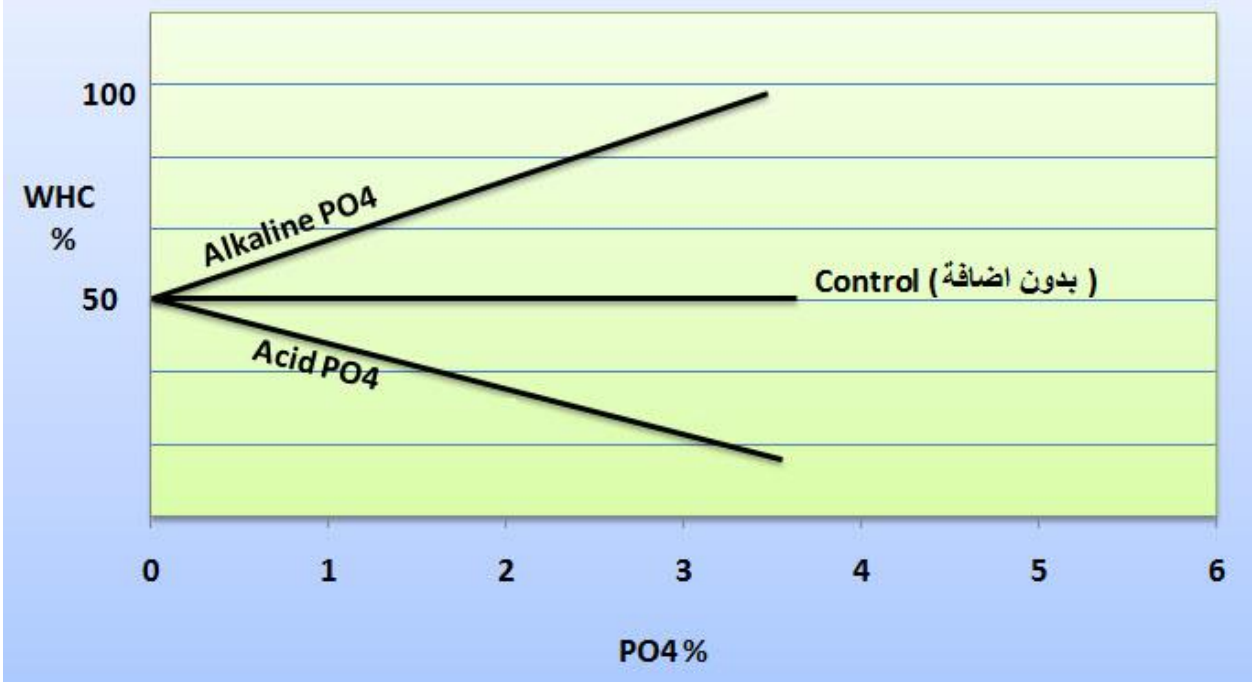
3- **العمر** : كلما يتقدم الحيوان بالعمر تقل قابلية اللحم على حمل الماء وذلك لان الالياف سوف تزداد وبالتالي فأن نسبة H_2O تقل كذلك تزداد نسبه الدهن ونقل نسبة الماء وهذا الحال ينطبق على الاغنام المخصية تكون WHC قليلة لأن الدهن نسبته عالية والعكس صحيح في الاغنام غير المخصية.

4- **التجميد:** في حالة التجميد اذ لم يتم انتقال الحرارة بشكل تدريجي فأن ذلك سوف يؤدي الى انكماش اللحم مما يؤدي الى تكسر الالياف العضلية وخروج كميات كبيرة من عصيرية اللحم داخل الخلية وبالتالي تكون بلورات ثلجية وعند الاذابة يلاحظ انخفاض WHC للحم.

5- **التأثير الميكانيكي:** اللحم يتأثر بالعمليات الميكانيكية حيث يؤدي ذلك الى تكسير الالياف العضلية وبالتالي تخرج العصيرية الى الخارج يعني لو تم ثرم قطعة من اللحم مرة ثم مرتين ثم ثلاث مرات تلاحظ انخفاض WHC في كل مرة اكثر من السابقة.

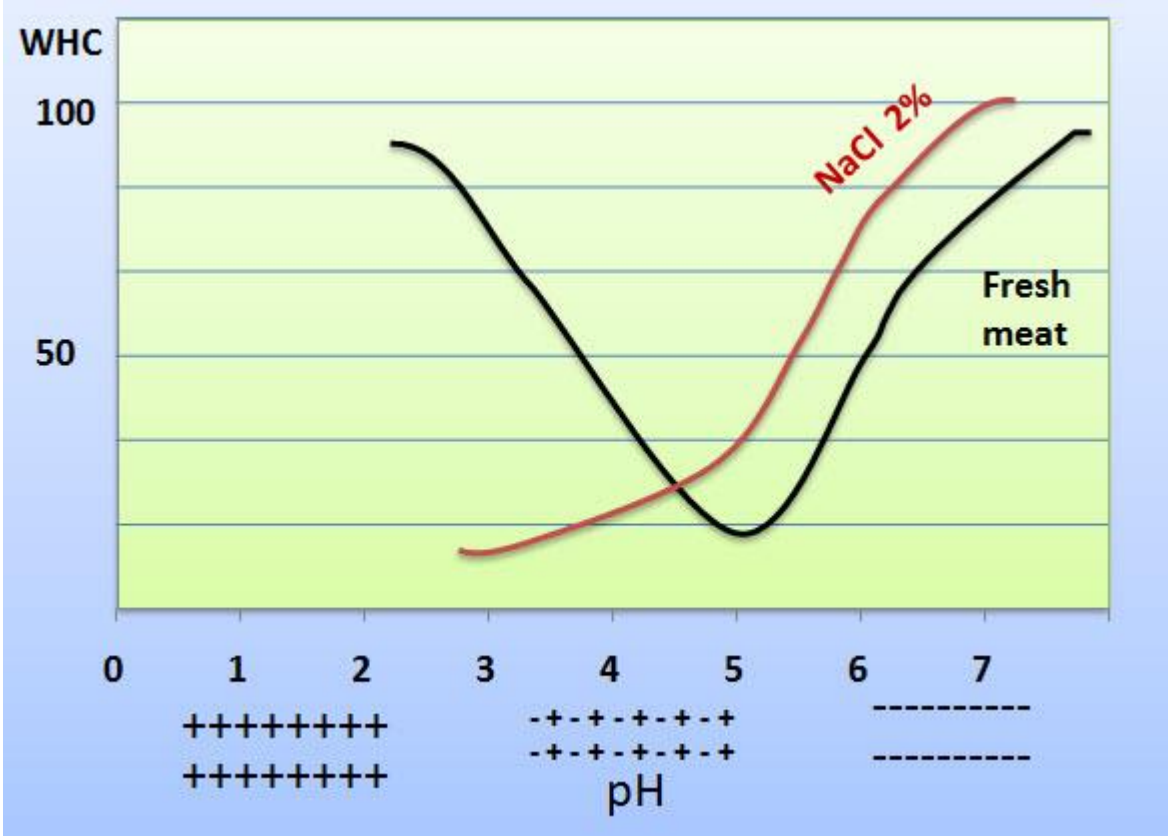
6- **تأثير الفوسفات PO_4:**

يوجد نوعان من PO_4 قاعدية وحامضية فالقاعدية تعمل على زيادة ال pH وWHC وبالتالي تؤدي الى زيادة المنتوج النهائي عند الطبخ وهذا عامل مهم من الناحيتين النوعية والاقتصادية لأنها تقلل من نسبة الفقد اثناء الطبخ Cooking loss والحامضية تعمل على الاقلال من WHC لذا فأن PO_4 عامل مؤثر مهم جداً في فعالية WHC وكما موضح في الشكل التالي:



تأثير اضافة الفوسفات الى اللحم

7- **تأثير ملح الطعام NaCl :** ملح الطعام يتكون من Cl^- و Na^+ الجزء الايوني هو Cl^- وعند اضافة 2% من NaCl الى اللحم هناك عدة تغيرات تحدث في مستوى WHC و pH حيث تزداد WHC في pH عالي وتقل في pH منخفض وعند اضافة فوسفات وملح تزداد WHC اما عند أضافة حامض وملح تقل WHC والشكل التالي يوضح المنحنى الطبيعي لاضافة ملح الطعام الى اللحم .



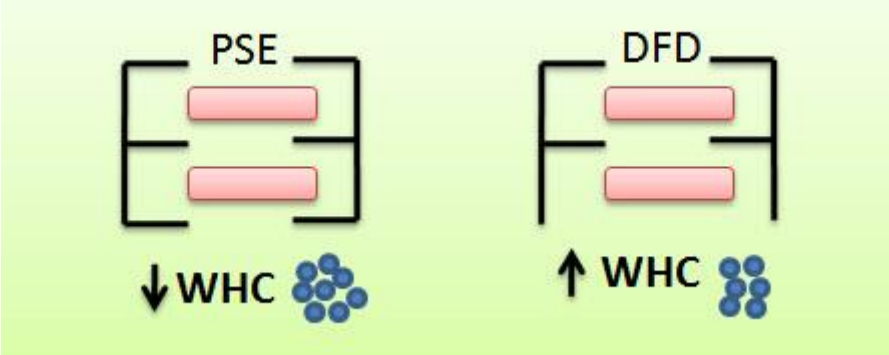
تأثير اضافة NaCl الى اللحم

كيفية قياس WHC في اللحم :

هناك العديد من الطرق التي يمكن من خلالها قياس WHC الاساسية منها هي طريقة Press method وتتم بأخذ ورقة ترشيح ونضع عليها غم واحد من اللحم ونضع عليها ثقل وتوليد ضغط فاللحم يتمدد والماء الخارج المستقر (المتحرك) والحر ومن ثم تقاس المساحة السطحية للحم والماء والفرق بين المساحتين يكون هو نسبة WHC.

Dark Firm Dry (DFD): تحدث عند pH مرتفع اكثر من 6.2 لون اللحم يكون احمر داكن وسطح اللحم جاف و WHC عالية لأن pH عالي تحدث في حالة Alkalin R.M وهي ظاهرة غير مرغوبة تحدث في الأبقار يكون فيها اللحم ذو نسجة صلبة وجافة.

Pale Soft Exudate (PSE): تحدث عند pH 5.2-5.3 لون اللحم يكون شاحب و WHC منخفضة لأن ال pH منخفض أي تحدث في حالة Acid R.M وهي غير مرغوبة تحدث في الخنازير فقط ويكون اللحم ذو نسيج هش يسهل النضوح للماء من اللحم.



العصيرية Juiciness :

يلعب العصير في اللحم دوراً مهماً فهي تحمل انطباع التذوق الى المستهلك اذ تحوي على العديد من مكونات النكهة المهمة ويساعد في عملية تجزئة وتقييم اللحم اثناء المضغ ، مصادر العصيرية الرئيسية في اللحم هي :

1- الدهن داخل العضلات

2- الماء المرتبط مع اللحم (قابلية الاحتفاظ بالماء WHC)

ايضاً الدهن تحت الجلد يقلل من الجفاف وفقدان الرطوبة اثناء التحميص بالحرارة الجافة (الشوي).

النكهة والرائحة Flavor & Aroma :

العديد من الاستجابات النفسية والفسلجية التي تظهر أثناء اكل اللحم من نكهة ورائحة المنتوج وهذه النكهة والرائحة تساعد على تحفيز افراز اللعاب والعصارات الهضمية وبهذا تساعد على عملية الهضم.

الاحساس = الطعم + الرائحة

استلام النكهة يحدد من اربعة احساسات رئيسية (الملح ، الحلو ، الحامض و المر) بواسطة نهايات الاعصاب على سطح اللسان اما الرائحة تحدد عندما تقوم عدد من المواد الطيارة بتحفيز نهايات الاعصاب على جدران الممرات التنفسية.

تحلل AMP الى IMP والهايبوزانثين Hypoxanthine تساعد في تكوين النكهة أو الرائحة. ممكن ان يحدث تغيرات في النكهة والرائحة في اللحم نتيجة لعدد من العوامل اهمها: 1- طول مدة وظروف الخزن 2- التحلل الكيمياوي لبعض المكونات أو هروب المواد الطيارة أو تأكسد بعض مكونات الدهون 3- النمو الميكروبي 4- رائحة الجنس Sex oden بالنسبة للخنازير والماعز 5- التغذية للحيوان قبل الذبح (البصل) 6- تعرض اللحم للأشعاع.

طرق خزن وحفظ اللحوم Methods of storing & preserving meat:

الحفظ : يقصد به اساساً اطالة العمر على الفرض لغرض خزن جميع اللحوم الطازجة ومعظم المنتجات المصنعة.

الهدف : الهدف من الحفظ هو منع او تأخير التغيرات غير المرغوبة بسبب الاحياء المجهرية الملوثة التفاعلات الكيميائية بين المكونات الخلوية للأنسجة او بواسطة الانزيمات الذاتية في الانسجة التي تؤدي الى تغيرات الفساد والتلف وعلى الرغم من ان جميع تغيرات الفساد هي مهمة ويجب السيطرة عليها للمحافظة على نوعية اللحوم الا انها اهمها هو الفساد الذي تسببه الاحياء المجهرية الدقيقة وبدون اتباع طرق الحفظ الملائمة فان هذا النوع من التلف سوف يجعل اللحم وفي وقت قصير غير ملائم للأستهلاك وان السيطرة عليها يتضمن تقليل التلوث واتباع الطرق التي تحدد او تمنع نمو الاحياء المجهرية في اللحم التي تسبب التغيرات غير

المرغبة (يعتبر اللحم الطازج من اكثر انواع الاغذية استعداداً للتلف وبهذا فأن طرق الحفظ يجب ان تطبق بعد الذبح مباشرة واكثر هذه الطرق اتباعاً هي التبريد والتي تكون قابليتها على اطالة حياة المنتوج محددة). معظم الانسجة الصالحة للاستهلاك في الحيوان السليم عند وقت الذبح تكون اما خالية من الاحياء المجهرية أو تحتوي على عدد قليل جداً منها ولسوء الحظ فأن وسائل الدفاع في الجسم تفقد بعد الموت للحيوان ويحدث الغزو البكتيري عن طريق القناة الهضمية اذ أن عملية الذبح تلوث الجهاز الوعائي بعدد من الاحياء المجهرية التي يمكن أن تنتشر في الجسم قبل اكتمال عملية الاستنزاف.

تعليل : اللحوم المقددة والمصنعة اكثر ثباتاً من اللحوم الطازجة تجاه تغيرات الفساد الميكروبية بسبب المواد المضافة مثل الملح أو اختزال الرطوبة كما في حالة الصوصج الجاف او بسبب الترابط بين هذه العوامل. هناك عدة طرق تستخدم في قتل او الحد من نمو الاحياء المجهرية المسببة للتلف على او في اللحم ومنتجاته المختلفة وعند تقييم احدى طرق الحفظ يجب الاخذ بنظر الاعتبار العوامل الاخرى عدا التي تتعلق بالتلف والفساد فقط اذ يجب الانتباه الى العوامل التالية:

1- تأثير الطريقة على نوعية المنتوج
2- المخاطر الصحية التي يمكن ان يتعرض لها مستهلك الغذاء
3- احتمال الخطأ في تطبيق الطريقة
4- مشاكل التوزيع والتسويق
5- التقييم الهندسي والاقتصادي لتطبيق الطريقة تجارياً.

طرق الحفظ للحوم الخام ومنتجاتها المختلفة تتمثل كالآتي :

التبريد ، التجميد ، المعاملات الحرارية ، التجفيف ، التجفيد ، الأشعاع ، المواد الكيميائية ، المضادات الحيوية ، التغليف.

التبريد Refrigeration :

وهي الطريقة الاكثر استخداماً في حفظ اللحوم اذ أن درجة الحرارة الواطئة تعرقل نمو الميكروبات والتعاملات الأنزيمية والكيميائية التي تسبب الفساد والتلف وان سرعة هذه التغيرات تتناسب مع درجة حرارة اللحم الا أن هذه العلاقة غير خطية مباشرة وهي ليست نفسها بالنسبة لجميع التفاعلات.

تبريد الذبائح : تبرد ذبائح حيوانات الحم اعتيادياً بعد الذبح مباشرة وان التبريد السريع هو ضروري لمنع التلف حول العقد اللمفاوية في عمق الذبيحة (يشار احياناً الى هذه الظاهرة بفساد العظم او تحمض العظم) تسلخ الذبائح ثم تلف بالقماش قبل التبريد (تبرد الذبائح في غرفة التبريد على درجات حرارة تتراوح 2- الى 4- مْ وبما ان الذبائح الساخنة سوف ترفع دجة حرارة الثلاجة فأن غرفة التبريد يجب ان لا تكون مزدحمة بالذبائح وان غرفة التبريد يجب ان تبقى اقل من 3 مْ في جميع الاوقات) تعتمد سرعة التبريد على :

1- درجة حرارة الذبيحة
2- حجم الذبيحة
3- مقدار الطبقة الدهنية الخارجية
4- عدد الذبائح في غرفة التبريد
5- المسافات بين الذبائح
6- درجة حرارة غرفة التبريد وحركة الهواء فيها

ذبائح الماشية الثقيلة تتطلب 72 ساعة من التبريد وتحتاج ذبائح الماشية الخفيفة 48 ساعة والاغنام او العجول الصغيرة 24-36 ساعة وباستخدام الهواء ذي السرعة العالية لتقليل وقت الانضاج بمقدار 25-35%.

- يجب التقليل من مقدار الفقدان في الرطوبة او الانكماش في وزن الذبيحة اثناء التبريد الى ادنى درجة ولغرض المحافظة على النوعية حيث يؤدي الانكماش الشديد الى جعل السطح جاف زذابل وداكن وغير جذاب ولهذا فمن المفضل المحافظة على الرطوبة النسبية بين 88-92% وان اعلى من هذا المقدار يؤدي الى نموالاعفان وان طريقة التبريد بالهواء

البارد والسرعة العالية تؤدي الى تشبعالهواء بالرطوبة العالية في الوقت الذي يقلل من الانكماش اثناء التبريد الذبائح من حوالي 1.9 -1.3% تقريباً وبمقارنة هذه الطريقة مع طرق الانضاج التقليدية يكون هناك تأخير كبير في نمو الاعفان والذي يعود نسبة الى التبريد السريع.

تبرد ذبائح الدجاج بواسطة الماء البارد: اذ توضع في سائل التبريد بشكل مستمر يكتمل بواسطتها الانضاج خلال ساعة واحدة تقريباً ويمكن استخدام الانضاج بالماء في الدواجن بنجاح بسبب وجود الجلد واللون الطبيعي الباهت للحم الذي لا يشبه اللحوم الاخرى وانها لا تتأثر سلبياً بالماء. اعتيادياً بسبب الانضاج بالماء وامتصاص الماء من قبل اللحم وان مقدار الأمتصاص يجب أن يحدد بقوانين.

تبريد قطعيات اللحم الطازج : تعرض غالبية قطعيات اللحم الطازج بشكل قطعيات مغلفة وان فترة صلاحية البيع لهذه اللحوم عند هذه المرحلة لا تزيد عن 72 ساعة وان شروط النظافة الجيدة في غرفة التقطيع ومنع التلوث والمحافظة على درجة الحرارة المنخفضة خلال جميع المراحل العمرية وبالاخص عند العرض يكون ضروريا لضمان استمرار عمر اللحم لمدة 72 ساعة . اعتيادياً ان اول علامات التلف هو تكون اللون غير الطبيعي الذي يؤثر في مبيعات اللحم ولايؤثر على قيمة النوعية للحم أو صلاحيته ويجب ان يبرد اللحم من بعد ان يخرج اللحم من بائع المفرد لغاية وقت تحضير اللحم للمائدة.

تبريد اللحم المفروم : بصورة عامة يؤدي فرم اللحم الى تقصير عمره الخزني وبلا شك هذا هو يسبب الخلط الذي يرتبط مع الفرم والذي يسبب نشر الاحياء المجهرية الموجودة على السطح خلال الكتلة اللحمية الناتجة وفي هذه الحالة يكون تغير اللون غير طبيعي هو الدليل الاول للتلف ايضاً بالأضافة الى دلائل أخرى كتغيرات الرائحة والنكهة التي تعقب تغير اللون وان ما يتبع في عملية الحفاظ على اللحم كقطعيات يجب ان يطبق بأكثر دقة على اللحم المفروم أثناء عملية التبريد.

تبريد اللحوم المقددة ومنتجات اللحوم:

ان املاح التقديد تمنع نمو معظم الاحياء المجهرية المحبة للبرودة وبذلك تكون مثل هذه المنتجات اكثر ثباتاً تحت ظروف العرض والخزن. كذلك ان معظم اللحوم المقددة تتعرض الى التعقيم الحراري اثناء انتاجها والذي يؤثر في ثباتها الخزني. على الرغم من ان اللحوم المقددة ومنتجات اللحوم هي اكثر ثباتاً من اللحوم الطازجة فانها يجب ان تبرد بصورة جيدة عند جميع الاوقات وتسوق عندما تكون طازجة قدر الامكان (يمكن ان تحدث التغيرات الكيميائية التي تؤثر في التذوق بفترة طويلة قبل حدوث التلف الميكروبي وهذه التغيرات تزداد بزيادة درجة الحرارة فوق الصفر المئوي).

العوامل الرئيسية التي تؤثر على العمر الخزني للحوم تحت التبريد:

1- الثقل الميكروبي الاولي
2- ظروف الحرارة والرطوبة اثناء الخزن
3- وجود او عدم وجود الاغطية الواقية
4- نوع الحيوان المبرد أو نوع المنتوج المخزون

تحت ظروف التبريد النموذجية في البيت 2-4 مْ يجب استهلاك اللحم الطازج خلال أربعة أيام من تاريخ شراءه واذا لم يستهلك يجب ان يجمد.

ملاحظات عملية:

1- التغليف مهم
2- عدم غسل اللحم
3- ازالة نخاع العظم
4- لا يجمد في فريز الثلاجة
5- يفضل ذوبان اللحم المجمد في الثلاجة على درجة حرارة 4 مْ.

التجميد Freezing:

عرف التجميد منذ زمن بعيد على انه طريقة ممتازة لحفظ اللحوم حيث تكون :

1- التغيرات غير المرغوبة في نوعية اللحوم تكون اقل مما هو الحال في بقية الطرق
2- معظم القيمة الغذائية للحم تبقى كما هي اثناء التجميد بأستثناء الفقد اثناء الذوبان الذي يحدث في بعض العناصر الذائبة بالماء وتشمل الاملاح والاحماض الامينية وبعض البروتينات والببتيدات والفيتامينات الذائبة بالماء

الخواص النوعية للحم المجمد تبقى او تقارب كما في حالة اللحم الطازج.

العوامل التي تؤثر على نوعية اللحم المجمد:

1- مدة الخزن : بالتبريد قبل التجميد
2- نوع التجميد (البطيء او السريع)
3- مدة الخزن بالتجميد وظروف الخزن
4- درجة الحرارة و الرطوبة النسبية ومواد التغليف المستعملة.

من التغيرات التي تحصل اثناء الخزن بالتجميد هي حدوث التزنخ وتغير اللون الذي يحدث بسبب الجفاف السطحي وكذلك بسبب فعالية الاحياء المجهرية . وفعالية الانزيمات المحللة (اللحم الحاوي على ثقل ميكروبي مرتفع نسبياً اذا لم يبرد اللحم جيداً فأن التجميد البطيء يسمح بمقدار ليس بالقليل من النمو الميكروبي قبل أن تنخفض النقطة المطلوبة مما يؤثر على الصفات النوعية للحم.

سرعة التجميد : الانسجة اللحمية التي تحتوي نسبة عالية من الدهن تجمد اسرع من الانسجة التي تحتوي على نسبة قليلة من الدهن، سرعة التجميد تؤثر على الخواص الفيزيائية والكيميائية للحم وتصنف هذه السرع الى سريعة وبطيئة وتتأثر سرعة التجميد نسبة اللحم الى الشحم في المنتوج اللحمي. وبما أن السعة الحرارية للأنسجة التي تحتوي على الدهن تكون اقل من السعة الحرارية للأنسجة اللحمية الخالصة ولحدوث التجميد السريع يجب انتقال الحرارة سريعاً وتكون اما باستعمال حرارة منخفضة -40 مْ أو هواء سريع الحركة أو تماس مباشر مع محيط التجميد

(الغمس مباشره ، استعامل الرش أو الرذاذ) (الهواء هو محيط ردئ التوصيل للحرارة نسبياً لهذا التجميد به بطيء. اسرع طرق التجميد هو الغازات المكثفة مثل النتروجين السائل -196 مْ والثلج الجاف -98 مْ هذه الطرق تدعى بالطرق الصقيعية (Cryogenic).

التأثيرات الفيزيائية والكيميائية غير المرغوبة التي تحدث في اللحم أثناء طرق التجميد تكون مرتبطة مع واحدة أو اكثر من العوامل التالية :

1- طبيعة وموقع البلورات الثلجية التي تتكون بين الانسجة العضلية
2- التلف الميكانيكي الذي يحصل في البناء الخلوي بسبب زيادة حجم البلورة
3- التلف الكيميائي الذي يسببه زيادة تركيز الماود كالاملاح والسكريات (وجود هذه المواد غير الطيارة يخفض درجة الانجماد وهو سبب تجميد اللحم على درجة 2-3 مْ بدلاً من الصفر)

مقدار التلف الذي يرتبط مع هذه العوامل يتأثر بسرعة التجميد.

ت	التجميد البطيء	التجميد السريع
1	بلورات ثلجية كبيرة خارج الخلايا	تتكون بلورات ثلجية صغيرة ومتجانسة
2	تلف ميكانيكي كبير	تلف ميكانيكي قليل
3	نضوح عصير اللحم بدرجة عالية اثناء الذوبان	نضوح عصير اللحم بدرجة واطئة اثناء الذوبان
4	تبقى درجة حرارة المنتوج اللحمي المراد تجميده قرب درجة التجميد الأولية لفترة طويلة من الزمن	تنخفض درجة حرارة المنتوج اللحمي المراد تجميده بسرعه الى تحت درجة الانجماد الأولية

طرق التجميد :

1- **الهواء الثابت** : تجميد بطئ جداً ، الهواء هو المحيط الذي تنتقل فيه الحرارة ، مثل المجمدات والثلاجات المنزلية ، تتراوح درجات الحرارة المستعملة من -10 الى -30 مْ ولأن سرعة التجميد بطيئة لذلك لا ينصح بتجميد كميات كبيرة من اللحوم بوقت واحد (طريقة الحمل)

2- **التجميد الصفيحي** : المحيط الذي تنتقل به الحرارة هو المعدن اذ توضع الاواني الحاوية على المنتجات أو سطوح المنتجات اللحمية الملساء في تماس مباشر مع الصفائح أو الرفوف المعدنية المجمدة ، درجة حرارة صفائح المجمدة من -10 الى -30 مْ ويقتصر استعمال هذه الطريقة على القطع اللحمية ذات السمك القليل (طريقة التوصيل اسرع من الحمل)

3- **تيار الهواء البارد** : تتم عن طريق دفع هواء بارد بسرعة كبيرة تزداد شدة الاحتراق بالتجميد من -10 الى – 30 مْ.

4- **الغمس والرش بالسوائل** : من اكثر الطرق استخداماً في الدواجن وبعض منتجات اللحوم والأسماك ايضاً ، اما في اكياس وتغمس في السائل وتحرك في السائل بواسطة رافعات شوكية أو بواسطة حزام ناقل.

السوائل تكون غير سامة ، اقتصادية ، لزوجتها قليلة ، درجة انجمادها واطئة وقابلية توصيلها للحرارة عالية ، NaCl تأكل الاحواض والمعدات المعدنية ، الكليسرول والكلايكول (الثقوب تؤدي الى تسرب المحلول مما يضطر الى اعادة غسل وتغليف.

5- **التجميد الصقيعي** : من اكثر المواد استخداماً هو النتروجين السائل سواء كان على شكل سائل أو بخار -196 مْ ، Co_2 الذي يخزن اما على شكل سائل تحت ضغط عالي أو كبخار أو ثلج واحياناً يستخدم No السائل.

طول ومدة خزن اللحم المجمد تعتمد على :

1- نوع الحيوان (طبقة الدهن ودرجة التشبع)

2- نوع المنتوج { طازج أو مصنع(مقدد،مدخن،مطبوخ)} ويعتمد على :

- تتأثر بدرجة حرارة المجمدة والتقلبات في درجة الحرارة
- نوعية ومواد التغليف المستخدمة

أ- يمكن اختزال سرعة جميع تغيرات الفساد الى درجة كبيرة بواسطة التجميد معظم التغيرات الكيميائية تتوقف عند -80 مْ ، ايقاف النشاط الانزيمي والميكروبي ويمكن تقليله اذا لم يتم ايقافه عند – 10 مْ لكنها غير اقتصادية وجميع المجمدات المنزلية والتجارية -18 الى – 30 مْ تعمل على تقليل أو ايقاف نمو الاحياء المجهرية واطالة مدة الخزن.

ب- يمكن المحافظة على النوعية المقبولة في منتجات اللحوم المجمدة لعدة شهور من خلال :

1- استعمال مواد تغليف مقاومة لبخار الرطوبة ومنع O_2 من الدخول

2- التخلص من الهواء في داخل العبوة قدر المستطاع

3- استعمال مواد تغليف عديمة الرائحة ومقاومة للزيوت وتقاوم التشقق والتمزق تحت ظروف التداول الاعتيادية.

نوع الحيوان	مدة الخزن بالشهر
لحم بقر	12 – 6
لحم غنم او لحم عجل	9 – 6
لحم مفروم بأنواعه	4 – 3
دواجن	6

اذابة اللحوم المجمدة : يمكن تذويب منتجات اللحوم باتباع ما يلي :

1- استعمال الهواء البارد بوضعه في الثلاجة (افضل طريقة)

2- استعمال الهواء الساخن

3- استعمال الماء الجاري

(الطريقة 2و3 اسرع من 1 لكن فرصة نمو الاحياء المجهرية أكثر)

4-اثناء الطبخ بشكل مباشر بدون اذابة مسبقة

- مقدار السائل المترشح من اللحم تتناسب مع سرعة التذويب بشكل مباشر ، حجم المنتوج اللحمي ، السعة الحرارية، طبقة محيط التذويب ودرجة حرارة كل هذه العوامل تحدد سرعة التذويب لمنتجات اللحم المجمدة.

هناك عاملان يجب أن يؤخذا بنظر الاعتبار عند اعادة تجميد اللحم المذوب:

1- درجة حرارة المنتوج المذوب (بحيث يجب ان يصل الى الدرجة التي فوق 50 مْ)

2- طول المدة الزمنية التي استغرقها التذويب

ظاهرة اغمقاق لون العظم Bone Darkening:

تحدث حالة اغمقاق العظم عند تجميد وتذويب الدجاج الصغير العمر وخاصة الدجاج الخاص للشوي ونادراً ما تحدث في الدجاج الكبير العمر. فتكون المناطق الملاصقة للعظام ذات مظهر دموي قبل الطبخ ويتحول اللون الاحمر الى لون اسود ، ان سبب تكون اللون الاحمر هو نضوح الهيموغلوبين من نخاع العظم المسامية نسبياً للدجاج الصغير العمر واثناء الطبخ يتأكسد الهيموغلوبين ويتحول ميتاميوغلوبين وبسبب اللون الداكن (تغيير اللون حول عظام الساق ومفصل الركبة ومفصل الجناح واحياناً تظهر في الصدر والظهر.

العوامل التي تؤثر على نوعية المجمد حسب اهميتها :

1- ظروف الخزن اثناء التجميد
2- ظروف التذويب
3- سرعة التجميد
4- المعاملات والتداول قبل التجميد

3- التصنيع الحراري Thermal processing:

هي طريقة حفظ لقتل الاحياء المجهرية السامة والمسببة للتلف وابطال عمل الانزيمات الداخلية التي قد تسبب تغيرات الفساد.

الطبخ المتوسط (58-75 مْ) لمعظم انواع اللحوم يعمل على قتل جزء من الاحياء المجهرية وليس جميعها واضعاف البعض الآخر وتسمى هذه العملية بالبسترة Pasteurization والتي تعمل على اطالة عمر المنتوج على الرف لكن تحت التبريد.

اكثر من 100 مْ تعتبر حرارة شديدة في تحضير المنتجات المعقمة تجارياً التي تكون ثابتة على درجة حرارة الغرفة لسنة أو أكثر وتسمى التعقيم Sterilization وهذه أما تقتل الاحياء المجهرية غير المرغوبة أو تسبب تلف خلاياها.

- يتم انتقال الحرارة اثناء التصنيع الحراري بواسطة التوصيل أو الحمل أو الاشعاع.

- اللحم الذي يحوي نسبة عالية من الشحم تكون حرارته أقل من اللحم الخالص الخالي من الدهن لذا فهو يحتاج الى طاقة حرارية أقل للزيادة الحرارية المعنية.
- الوقت الحراري المميت (Thermal death Time) ويعرف بأنه الوقت اللازم لقتل عدد معين من الخلايا أو السبورات تحت ظروف خاصة معينة (درجة الحرارة ، عدد ونوع الاحياء المجهرية ، صفات المحيط الذي تسخن فيه الاحياء المجهرية) والوقت الحراري المميت على درجة 121 مْ كنقطة اساسية ويرمز له Fo.

طرق التصنيع الحراري : العلب المعدنية ، القناني الزجاجية

تحت درجة حرارة البسترة تغطس العلب المغلفة في ماء مسخن 100 مْ ولوقت طويل ممكن اضافة NaCl أو $CaCl_2$ لرفع درجة الغليان أو التسخين في براميل معدنية (البراميل المعوجة) تتحمل ضغط 32 كغم/سم^2 باستخدام الماء تحت الضغط ، أو بخار الماء ساخن جداً يخلط مع الهواء بحرارة 120 مْ مع اختزال وقت التصنيع.

4- التجفيف Dehydration:

يعود التأثير الحفظي للتجفيف الى أختزال فعالية الماء الى المستوى الذي يتوقف فيه نمو الاحياء المجهرية وتكون منتجات اللحوم هذه ثابتة بدون الحاجة الى تبريد.

- النقانق الجافة وشبه الجافة المخمرة فان الحموضة المتكونة اثناء التعتيق تضيف فعل حفظي اضافي ايضاً.

طرق التجفيف :

1- التجفيف بالهواء الحار (للمنتجات المطبوخة)

- يجب السيطرة على درجة الحرارة وسرعة حركة الهواء
- نسبة الرطوبة المتبقية في المنتوج 5% تقريباً
- تعد طريقة بطيئة
- تصلب سطح المنتوج يقلل من تقبل المستهلك للمنتوج
- ذبول المنتجات وضعف قابليتها على استعادة الماء بسبب تغير تركيب البروتيناثناء التخفيف.
- قد يحدث تزنخ.

2- التجفيف بالتجميد:

في طريقة التجفيف بالتجميد التقليدية يبقى المنتوج اللحمي مجمد خلال درجة التجفيف بينما يزال ماؤه الداخلي المتجمد (الثلج) باستعمال حرارة كافية لتحويله مباشرة الى بخار ماء بدون ان يمر بالحالة السائلة (التسامي Sublimation) تجري العملية في غرفة مفرغة من الهواء واذا استعمل ضغط مخلخل 1-1.5 ملم زئبق يمكن ان ترتفع درجة حرارة الغرفة لحد 43 مْ بدون ان يحصل ذوبان.

يمكن استخدام التسخين بالموجات فوق القصيرة أو تحت الحمراء (اكثر استخداماً) يكون نسبة الرطوبة المتبقية اقل من 2%.

اللحم المطبوخ قبل التجفيف بالتجميد اكثر ثباتاً ب 2-4 مرة من اللحم غير المطبوخ. فترة الخزن على الرف للحم الماشية المطبوخ والمجفف بالتجميد هي 24-28 شهر.

5- الاشعاع Irradiation:

- تتضمن توجيه اشعاع متأين (الاشعاع الذي يمتلك طاقة كافية لأن يسبب فقدان الالكترونات من الذرات لأنتاج الأيونات) الى المنتوج. الاشعاع المتأين يقتل الاحياء المجهرية على وفي اللحم بدون رفع درجة حرارة المنتوج وهو ما يسمى بالتعقيم البارد.
- تستخدم جرعة 4 .5 ميجاراد (1 ميجاراد = 2 سعرة)لتعقيم منتوج يكون ثابت اثناء الخزن غير المبرد ، وهي جرعة كافية للقضاء على الاحياء المجهرية السامة والمسببة للتلف والمقاومة كثيراً للحرارة.

الجرعات : البسترة بالاشعاع تكون اقل من 4.0 ميجاراد

التعقيم = 4.5 ميجاراد

الاشعاع المتأين يسبب عدداً من التغيرات الفيزياوية والكيمياوية في منتجات اللحوم منها تغير اللون وانتاج روائح ونكهات غير مقبولة.

4 ميجاراد تسبب رائحة مركبات الكبريت

4.5-10 ميجاراد تسبب رائحة تشبه رائحة شعر الكلب المبلل.

- تستخدم الموجات فوق القصيرة (الاشعاعات عالية التردد) والاشعة تحت الحمراء في بعض معاملات التصنيع الحراري والطبخ حيث تستطيع أن تولد حرارة ولا تحتوي هذه

الاشعاعات الطاقة الكافية لتسبب التأين وانما تأثيرها الحفظي يكون بسبب الحرارة التي تنتجها.

- تستخدم الاشعة فوق البنفسجية في تعقيم اسطح الذبائح ومنتجات اللحوم فقط وذلك لعدم قدرتها على الاختراق.

6- التأثير الحفظي لبعض المواد الكيميائية في مكونات اللحوم.

1- NaCl : يتم الحفظ بواسطة ملح الطعام وذلك لفعاليته في خفض فعالية الماء (9-11%) وعلى المستوى التجاري 2-3% كافية لمنع نمو بعض الاحياء المجهرية أي تأثير محدود للحفظ.

2- NO_2: تمتاز مادة النتريت بخواص مضادة للبكتريا وبضمنها المرضية مثل الكلوستريديوم بوتلينيوم ***Clostridium bolulinum*** للقضاء على سبورات البكتريا اللاهوائية وتمنع انبات السبورات الحية في المعلبات.

3- السكر : السكر المضاف الى منتجات الصوصج المخمر يعمل كحافظ بصورة مباشرة بسبب أنتاج اللاكتيك و pH المنخفض ومثل هذه المنتجات تكون جافة نسبياً ويرتفع فيها نسبياً تركيز الملح.

4- لعدد من المنكهات والتوابل وخاصة التي تحتوي على زيوت طيارة (كالخردل والثوم) بعض التأثيرات الحفظية في منتجات اللحوم من خلال فعلها المضاد للبكتريا وبعضها لها خواص ضد الاكسدة.

5- بعض مركبات التدخين (الالديهايدات ، الكيتونات ، الفينول ، الحوامض العضوية) تأثير للحد من البكتريا وايقاف نموها.

6- اضافة الحوامض مثل حامض الخليك (الخل) مع pH المنخفض تمنع فعالية الاحياء المجهرية أساساً.

7- غازات CO_2 25% تسبب تغير اللون ، 50% تحميض للصوصج لأن الغاز الذائب في المنتوج يكون حامض الكربونيك والاوزون تسبب تزنخ + فقدان اللون في اللحم تستخدم بمجالات محدودة في حفظ اللحوم.

التغليف Packaging: الوظيفة الرئيسية لأغلفة منتجات اللحوم:

- توفير حماية ضد التلف والتغيرات الفيزيائية والكيميائية واستمرار التلوث البكتيري
- عرض المنتوج بطريقة جذابة الى المستهلك .

انواع عبوات او مواد التغليف :-

1- **اللدائن Flexible** :- تستخدم بكثرة في اللحوم الطازجه والمجمدة والمصنعه منها الورق والكارتون والسلوفان ورقائق الالمنيوم .البولي أثلين . والبولي استر.

هناك عدة انظمة لتغليف اللدائن :-

أ- نظام Retort pouch --- حفظ اللحوم المطبوخه .

ب-نظام Cryovac ---- حفظ اللحوم المجمدة .

ت-نظام Thermoform--- اللحوم المصنعة والمطبوخة .

2- **العلب المعدنية :-**

تعتبر اقدم انواع مواد التغليف للحوم المصنعة تصنع من القصدير.

3- **العلب الزجاجية :-**

حدد استخدامها في الوقت الحاضر لاستخدام لاغراض تصدير اللحوم المصنعة .

التلوث والفساد في اللحوم

Contamination and Deterioration of meat

اللحوم ومنتجاتها هي مواد قابلة للتلف بسهولة لذلك يجب العناية التامة اثناء جميع العمليات التي تخص تداول اللحوم يبدأ الفساد بعد الاستنزاف مباشرة كنتيجة للعمليات البكتيرية والكمياوية والفيزياوية . واذا لم توقف هذه العمليات فأن اللحم سوف يصبح غير ملائم للأستهلاك البشري.

مصادر تلوث اللحوم Sources of contamination of meat:

من المصادر الرئيسية للتلوث هو الجلد والشعر والتربة ومحتويات الكرش والامعاء والماء والهواء والادوات المستخدمة ، كما يعد الحيوان بحد ذاته مصدراً من مصادر تلوث الذبيحة وخاصة خلال موسم الشتاء واثناء تواجده في الحضائر وقد وجد ان كمية البراز والقاذوراتالتي تعلق بجسم الحيوان قبل الذبح ويمكن تلخيص المصادر المختلفة للتلوث الميكروبي في المجازر بما يلي :

1- تؤثر حالة الحيوان قبل الذبح تأثيراً مباشراً على جودة الذبيحة ومدى تلوثها ، فيمكن ان تخترق البكتريا الجدار المعوي وتصل الى تيار الدم نتيجة اجهاد الحيوان او عدم اراحته قبل الذبح او عدم اعطاءه الماء او اصابته بالامراض.

2- تدخل البكتريا بالتيار الدموي اثناء ذبح الحيوان وتتوزع في العضلات والرئتين.

3- تلعب القناة الهضمية تحت الظروف العادية دوراً رئيسياً في تلوث الذبائح ، حيث تقدر كمية الروث في الأبقار بمقدار 40 غرام ويحتوي كل 28 غرام على عدد مليار ونصف من البكتريا (1.5×10^9) ، كما يحتوي الغرام الواحد من روث الأغنام على عدد من الفطريات يصل الى (2.1×10^7).

4- الجلد: ويعد من مصادر تلوث اللحوم ، ويعتمد نوع البكتريا على الجلد على تلك الموجودة بالتربة او المراعي ، ويكفي ان نعرف ان 2.8 غرام من التربة الملوثة بالروث يمكن ان تقوم بتلويث سطح ذبيحة الأبقار بواقع (2×10^5) لكل 6.25 سم^2.

5- الجدران والأرضيات

6- مصادر اخرى كالعاملين والأدوات وخاصة العاملين الحاملين للمرض او ادوات غير النظيفة ((وجد أن السكن النظيف يحتوي على 2 مليون خلية بكتيرية قبل استخدامها في تجهيز اللحوم)).

انواع التلوث في اللحوم

اولاً : التلوث الميكروبي Microbial contamination

تشكل الاحياء الدقيقة في اللحوم ومنتجاتها أهمية خاصة من ناحية تسببها للأمراض للأمراض في اللحوم وانتقال بعض منها الى المستهلك وفساد اللحوم ومنتجاتها وأن بعض من هذه الأحياء الدقيقة تشكل خطراً على صحة الانسان والحيوان كما في بعض انواع البكتريا والفطريات والخمائر.يصاحب نمو البكتريا على اللحوم حدوث بعض التغيرات مما يؤدي الى تكوين بعض المواد الكيميائية وتشمل هذه التغيرات تحلل الكاربوهيدرات والبروتينات والدهون الى مكوناتها البسيطة ويصاحبها ايضاً تفاعلات الاكسدة والاختزال المختلفة التي تتيح لهذه البكتريا الحصول على المواد الغذائية اللازمة لنموها ومعرفة تلك العوامل التي تؤثر في نمو البكتريا وتكاثرها ذات اهمية بالغة للوقوف على مدى الضرر الواقع على المستهلك وكذلك اسس حفظ اللحوم ومنتجاتها والاغذية عامة.

العوامل المؤثرة على نشاط الميكروبات في اللحوم

Factors affecting microbial activity in meat

أ- العوامل الخارجية :

1- درجة الحرارة Temperature:

وتعد من اهم العوامل التي تؤثر بل تحدد معدل نمو الميكروبات وتكاثرها في اللحوم . ومن المعلوم لكل نوع من الميكروبات درجة حرارة مثلى للنمو ودرجة حرارة صغرى وعظمى للنمو.

Psychrophilc < 20 C°

Mesophilc 20-45 C°

Thermophilc > 45 C°

توجد بعض الأحياء الدقيقة تستطيع ان تنمو عند درجات التبريد (0 – 5 مْ) وبعضها ينمو على درجات تحت الصفر المئوي واخرى تقاوم الحرارة العالية. ان من اكثر الاحياء الدقيقة حباً لدرجات الحرارة المنخفضة هي الاعفان و تليها الخمائر ثم البكتريا.

2- الرطوبة النسبية Relative humidity:

يجب الأخذ في الحسبان درجة الحرارة والرطوبة النسبية اثناء تخزين اللحوم ، فهناك علاقة ارتباط ما بين العاملين فكلما ارتفعت درجة حرارة التخزين يجب خفض درجة الرطوبة النسبية ، مثلاً :

التخزين على (+1 الى +3 مْ) يتطلب (88-92% Rh).

فالبكتريا تحتاج الى اكثر من 92% Rh

الخمائر تحتاج الى 90-92 Rh%

الاعفان تحتاج الى 85 – 90 Rh%

يلاحظ انه عند زيادة Rh اثناء التخزين تتكاثف قطرات الماء على سطح اللحوم وينتج ما يسمى بالعرق (Sweating) اما اذا كانت منخفضة فسوف تفقد الرطوبة خاصة من سطح اللحم الى الوسط المحيط مسببة جفافاً وانكماشاً وقتامة لسطح اللحم ، وفي حالة sweating يصبح سطح اللحم رطباً وملائماً لنمو كثير من البكتريا والأحياء الدقيقة الأخرى وحدوث تلف اللحوم.

3- الأوكسجين Oxygen:

تقسم البكتريا حسب احتياجها الى الاوكسجين الى اربع مجاميع ذات اهمية خاصة في تلوث اللحوم وفسادها:

- البكتريا الهوائية (Aerobic) : مثل *Pseudomonas* و *Micrococci* وكافة انواع الأعفان التي تنمو على اللحم.
- البكتريا اللاهوائية (Anaerobic): مثل *Clostridia* والتي لها اهمية خاصة في تلوث اللحوم وفسادها وخاصة الفساد العظمي وفساد المعلبات.
- البكتريا الاختيارية (Facultative) : مثل *Coliforms* ، *Staphylococci* ، *Lactobacilli* .

- البكتريا المحبة للهواء القليل (Microaerophilic Bacteria): مثل *Streplococci* و *Brucella* و *pediococci* .

4- الحالة الطبيعية للحم physical ststus of meat:

وهي حالة اللحم اذا كان بصورة ذبائح كاملة او انصاف ذبائح أو قطعيات لحوم أو لحم مفروم . فكلما زادت القطعيات في اللحوم تعرض اكبر قدر ممكن من السطح للهواء ومن ثم تزداد كميات المواد الغذائية والماء المتاح زبذلك تصبح اللحوم معرضة للفساد السريع.

ب- العوامل الداخلية :

1- درجة النشاط المائي (a_w) Water activity:

تحتاج جميع الميكروبات الى الماء ولذلك فأن الطرق المختلفة التي تؤدي الى اختزال الماء الموجود في اللحوم او اي مادة غذائية اخرى يؤدي الى التأثير المباشر على نشاط هذه الميكروبات بصورة سلبية. وكمية الرطوبة الموجودة باللحم لا تحدد بالدرجة الاولى مقدار نمو الميكروبات بل كمية الماء التي تحتاج اليها تلك الميكروبات والمتاحة لها والتي يعبر عنها بدرجة (A_w أو a_w). وتتحكم كمية الماء المتاح في نمو وتكاثر الميكروبات المختلفة بل وافراز السموم الفطرية في المادة الغذائية وهناك علاقة مباشرة بين الرطوبة النسبية ودرجة النشاط المائي(a_w) وهي :

$$Rh = a_w * 100$$

واللحوم الطازجة ذات نشاط مائي (0.99) او اكثر وبذلك تكون وسطاً نموذجياً لنمو العديد من الميكروبات وتعد البكتريا من اكثر الاحياء الدقيقة احتياجاً للنشاط المائي (a_w) وتليها الخمائر ثم الفطريات. والتجميد يؤثر بطريقة مباشرة على كمية النشاط المائي ، فأن ذلك يعد نقطة ذات أهمية قصوى في حفظ اللحوم.

النوع	أقل درجة من a_w	أقل درجة حرارة (مْ) لنمو الميكروبات
البكتريا	0.90	10- (a_w = 0.91)
الخمائر	0.88	12- (a_w = 0.898)
الفطريات	0.70	18- (a_w = 0.84)

2- **تركيز الأس الهيدروجيني للحم pH of meat:**

يلعب ال pH دوراً كبيراً في نمو الأحياء الدقيقة ، فيعد pH 7.0 هو الأمثل لنمو معظم الأحياء المجهرية . وتمتلك الفطريات مدى واسعاً من ال pH للنمو على الرغم من نموها جيداً في pH الحامضي. وعندما يصبح ال pH عالياً يتيح ذلك فرصة للبكتريا أن تنمو وتتكاثر وكلما كان pH حامضياً تصبح البكتريا ذات قدرة ضئيلة على النمو.

3- **الاحتياجات الغذائية Nutritional requirement:**

تحتاج الأحياء الدقيقة الى مصادر خارجية للحصول على المواد الغذائية للنمو والتكاثر كالنتروجين والطاقة والعناصر المعدنية وفيتامين B المركب وتعمل الاحماض الأمينية والمواد النتروجينية الأخرى غير البروتينية على امداد تلك الاحياء الدقيقة بالمواد النتروجينية. وبعض من هذه الأحياء الدقيقة له القدرة على الأستفادة من الببتيدات peptides والبروتينات كمصدر للمواد النتروجينية. ولأن اللحوم ذات محتوى قليل من الكربوهيدرات ، لذلك فأن الميكروبات تستهلك البروتين كمصدر للطاقة والبعض القليل يستهلك الدهون لنفس الغرض وتحصل الميكروبات على العناصر الأخرى من المعادن الموجودة باللحوم. ويعد العفن اكثر تلك الأحياء الدقيقة الموجودة مقدرة على الأستفادة من البروتينات والكربوهيدرات المعقدة والدهون كمصدر للطاقة.

4- **طاقة التأكسد والأختزال في اللحوم Oxidation-Reduction Potential:** أن هذه الطاقة تدل على قوة تلك الظاهرة في اللحوم ، وهناك ميكروبات تحتاج الى ظروف متأكسدة واخرى الى ظروف مختزلة:

- الأحياء المجهرية الهوائية : تحتاج الى طاقة أكسدة واختزال عالية
- الأحياء المجهرية اللاهوائية: تحتاج الى طاقة اكسدة واختزال اقل
- الأحياء المجهرية الاختيارية: اختيارية

بعد ذبح الحيوان يقل مقدار هذه الطاقة وتسود عندها الظروف اللاهوائية داخل اللحم نتيجة نفاذ الأوكسجين مما يتيح فرصة للنمو والتكاثر للأحياء المجهرية اللاهوائية، لذلك توجد طاقة الأكسدة والأختزال على السطح وتقل تدريجياً بداخل قطع اللحم. لذلك فأن فرم اللحم يعرضه للفساد السريع نتيجة الفرم الذي يزيد بشكل كبير من طاقة الأكسدة والأختزال مما

يتيح الفرصة للميكروبات الهوائية والاختيارية ان تسرع من فساد تلك المنتجات وخاصة اذا كانت ظروف التخزين غير جيدة.

5- وجود المواد الحافظة والأنسجة الواقية Presence of preservative and protective tissues:

تؤثر اضافة المواد المثبطة للنشاط البكتيري الى منتجات اللحوم في درجة هذا النشاط. واللحوم بطبيعتها لا تحتوي على مواد تمنع نمو الميكروبات بل انها تعد وسطاً جيداً لنموها. ولا تستطيع الميكروبات التي لها القدرة على التخمر أن تنمو بكثرة في اللحوم لعدم احتواء اللحوم على كميات كبيرة من الكربوهيدرات.

ووجود الجلد والطبقات الدهنية تحت الجلدية على سطح الذبيحة يشكل طبقة عازلة من تلوث اللحوم الخارجي وعند ازالة كميات كبيرة من الدهون يعرض سطح اللحم الداخلي للفساد ويعمل جلد الدواجن على حمايته من التلوث والفساد.

ثانياً: التلوث غير الميكروبي في اللحوم Non microbial contamination of meat:

يشمل التلوث غير الميكروبي للحوم كل من الحبيبات الرملية الخشنة والأحجار وقطع المعادن والزجاج والأحبار المختلفة والشعر والأنواع المختلفة للأصباغ وقشور الصدأ وغيرهامن المواد التي ترى بصورة مكثفة في منتجات اللحوم.

يعتمد الحكم على الذبائح واللحوم الملوثة غير البكتيرية على حجم هذا التلوث ومدى امتداده في اللحوم وهل يمكن ازالته أم لا.

ثالثاً: التلوث الأشعاعي :

الأشعاع النووي عبارة عن خاصية بعض المواد على الأشعاع مثل البولونيوم والراديوم واليورانيوم والكوبلت. ومن خواص هذه المواد المشعة تحويل الغازات الى موصلات للتيار الكهربائي واختراقها للمواد التي لايمكن للضوء العادي ان يخترقها وانتاجها للحرارة وقتلها للكائنات الحية او احداث الطفرات الوراثية في الخلايا.

ان استخدام الانسان للحوم الملوثة اشعاعياً لا يلحق الضرر السريع ولكن على المدى الطويل وخاصة اذا كانت الجرعات قليلة وبذلك تحدث السرطانات المختلفة والتشوهات الجنينية.

- **فساد وتحلل اللحوم Spoilage and Decomposition of meat :**
التحلل(Decomposition) عبارة عن تكسير المادة العضوية وخاصة البروتين وكذلك الدهون والكربوهيدرات بفعل البكتريا والأعفان والخمائر التي تقوم بتفتيت اللحوم الى عدد من المواد الكيميائية ذات الغازات والروائح الكريهة (الفاسدة) وبالتالي فساد وتلف تلك اللحوم او منتجاتها.
- انواع البكتريا المسببة لفساد اللحوم:وتشمل انواعاً مختلفة من البكتريا الموجبة لصبغة كرام مثل *Streptococci* و *Staphylococci* و *Micrococci* و *Clostridia* و *Bacilli* و *Lactobacilli*. وانواع اخرى سالبة لصبغة كرام مثل *Pseudomonas* و *Flavobacterium* و *Halobacterium*.

انواع الفساد (التلف) في اللحوم :

- يبدأ التحلل Decomposition تدريجياً ويتبعه التلف التدريجي Deterioration منتهياً بمرحلة الفساد الواضح Spoilage.
- ان نمو الاحياء الدقيقة المسببة للفساد ترتبط بوجود التغيرات في اللون والطعم والرائحة اما وجود الاحياء الاخرى المسببة للتسمم الغذائي فلا ترتبط بهذه التغيرات.

يمكن ان يقسم الفساد وحسب الظروف التي يحدث بها التحلل الهوائي والتحلل اللاهوائي الى:

أ-الفساد (التلف) الهوائي Aerobic spoilage of meat:

1- **تكون المادة اللزجة Slime formation:** والبكتريا المسببة لها على اسطح اللحوم هي : بعض *Lactobacilli* ، *Micrococci* ، *Streptococci*

2- **تغيرات في لون اللحم** : يحدث التغير في لون اللحم المميز كنوع من انواع الفساد والناتج عن تغير اللون فيتحول الى اللون الاخضر المدرج أو البني او الرمادي وذلك بفعلى تكون المركبات المؤكسدة بفعل البكتريا مثل كبريتيد الهيدروجين والبيروكسيدات او وجود اللون الاصفر الناتج من نمو بكتريا Micrococcus وكذلك Chromobaccteria التي تنتج البقع الخضراء المائلة للزرقة على اللحوم البقرية المخزنة.

3- **الروائح والطعوم غير المقبولة off flavor unpleasant odour and test:**
تنتج الروائح الكريهة والطعم غير المقبول من نمو البكتريا على سطح اللحوم. وتظهر هذه الروائح قبل علامات الفساد نتيجة تكون بعض الاحماض الطيارة اثناء الفساد مثل حامض الفورميك والخليك والبيوتريك والبروبيونيك أو نتيجة نمو الخمائر التي تنتج الحموضة (Souring).

4- **تحلل الدهون Decomposition:** يشكل التزنخ الدهني (Rancidity of fat) مشكلة كبيرة في تخزين اللحوم وخاصة المحتوية على كميات كبيرة من الدهون. وهناك نوعان من التزنخ الدهني:

أ- **التزنخ التأكسدي Oxidative Rancidity:** الذي ينتج من تزنخ الدهون بفعل الاوكسجين الجوي وبمساعدة الضوء على حدوث الاكسدة الهوائية.

ب- **التزنخ التحللي Hydrolytic Rancidity:** ينتج من تحلل أجزاء من الدهون الى الأحماض الدهنية والجليسرول بفعل الاحياء المجهرية المفرزة لنوعين من الانزيمات واحد منها محلل للدهون Lipase enzyme والأخر يحلل الفوسفوليبيدات phospholipids الى قواعد نتروجينية وفسفور والنتيجة من التحلل هو تغير في الرائحة والطعم غير المقبولين. ومن امثلة الاحياء الدقيقة المفرزة لهذه الانزيمات المحللة للدهون هي Pseudomonas ، Bacilli ، Molds و yeasts.

ب- **الفساد (التلف) اللاهوائي للحوم Anaerobic spoilage of meat:**

1- **التكون الحمضي Souring:** وهو تكون الطعم والرائحة الحامضية التي يسببها تكون حامض الفورميك والخليك والبروبيونيك والاحماض الدهنية والاحماض العضوية (حامض اللاكتيك) وتنتج عن هذه الحالة:

- التخمر اللاهوائي للاحماض الدهنية أو حامض اللاكتيك بفعل البكتريا.
- التحلل البروتيني (Proteolysis) وتسببه البكتريا اللاهوائية او الاختيارية مع عدم تكون غازات.

2- **التحلل اللاهوائي للبروتين:** وهو التحلل الذي يصاحبه تكون غازات ذات الرائحة الكريهة مثل كبريتيد الهيدروجين والاندول والامونيا والبكتريا المسببة له مثل Clostridia و Pseudomonas .

3- **الفساد العظمي Bone taint :**

وهو فساد الاجزاء العميقة من اللحوم ، وخاصة الذبائح الثقيلة والتي تحتوي على كميات كبيرة من الدهون والتي يصعب تبريد حرارتها مما ينتج احتباس حراري وخاصة في الاجزاء العميقة من الذبيحة مما ينتج اضرار بالغة ويعرف هذا التغير بالفساد العظمي الذي يصاحبه نمو للبكتريا المسببة للفساد اللاهوائي للبروتين حيث يرى ذلك واضحاً في مفصل الورك (Hip Joint) حيث نلاحظ رخاوة في العضلات وتحول لونها الى الرمادي او البني مع وجود رائحة كريهة جداً حول عظم الفخذ والنخاع العظمي.

- **التسمم الغذائي Food intoxication:**

1- التسمم الغذائي الميكروبي:

أ- التسمم العنقودي Staphylococci toxins:

سموم تفرز من بكتريا staphylococcus aureus وهي سموم داخلية مقاومة للحرارة العالية وكميات قليلة منه تعمل على احداث التسمم الغذائي للمستهلك.

ب- **التسمم البوتيوليني(البوتيوليزم)Botulism :**

يسببه سموم خارجية من انواع A,B,C,D,E,F,G المفرزة من بكتريا Clostridum botuinum في الوسط الغذائي تحت ظروف لاهوائية حيث تؤثر هذه السموم على الاعصاب.

ج- **التسمم الهدبي Perfringens intoxication:** وهو عبارة عن سموم خاصة بالميكروب Clostridum perfringeus ويسمى ايضاً بالتسمم الوولشي (Welchii) والميكروب المسبب من الميكروبات اللاهوائية.

د- **التسمم الغذائي الكيميائي Chemical food Poisoning :** تكثر حالات التسمم الغذائي الناتج من استخدام بعض الكيميائيات كمواد حافظة. زكما هو الحال في التسمم بالنتريت والذي يدعى Nitrite Possining نتيجة اضافة كميات اكبر من المسموح بها من نترات او نتريت الصوديوم الى اللحوم لغرض الحصول على اللون الاحمر الجذاب.