

د. محمود عبد الجليل روزن

تكنولوجيا اللحوم: تغيرات ما بعد الذبح

التغيرات في قوام اللحم بعد الذبح

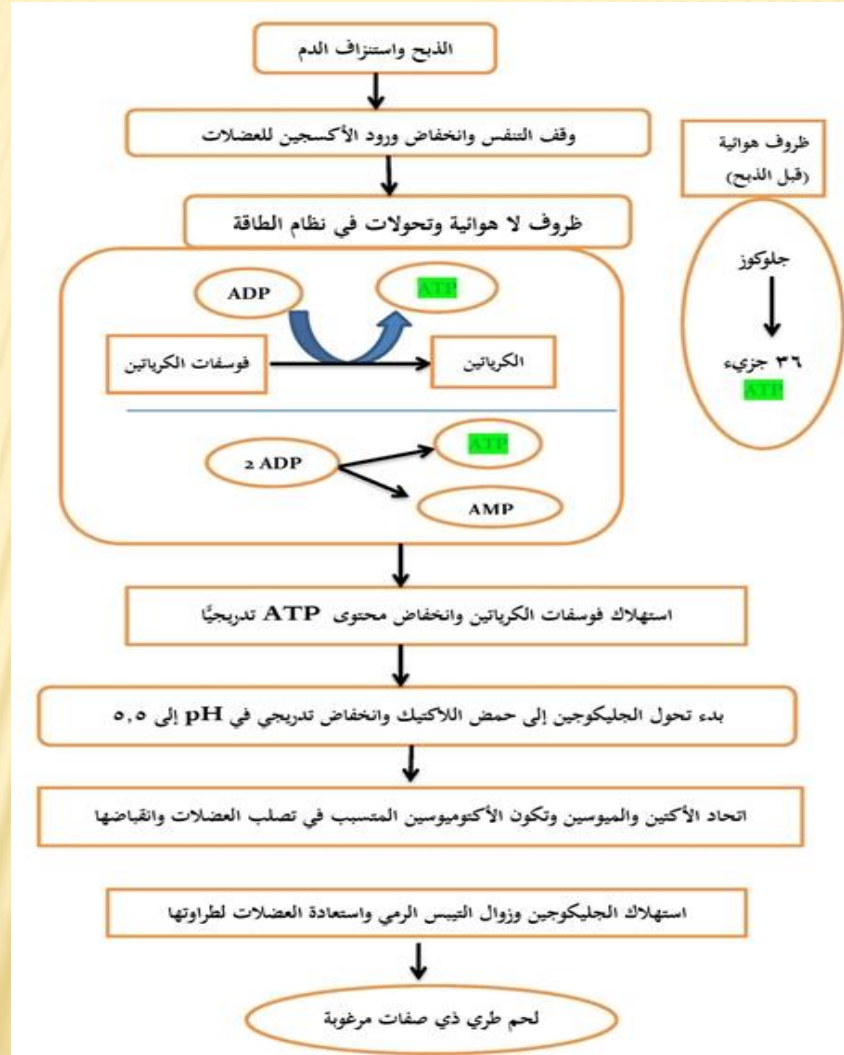
- ويمكن تحديد أربع مراحل أساسية لوصف التغيرات في قوام اللحم بعد الذبح:
- المرحلة الأولى: مرحلة القوام الطري، ويكون فيها اللحم طرياً وغير متماسك، ويكون الدهن غير متصلب تمامًا، وتكون تلك المرحلة بعد الذبح مباشرة.
- المرحلة الثانية: وهي مرحلة تصلب العضلات وتقلُّصها، ويطلق عليها مرحلة التصلب الرمي، أو تيبُّس ما بعد الموت *Rigor mortis*.
- وتحدث خلال عدة ساعات بعد الذبح.
- تختلف فترة حدوث التصلب الرمي وزواله على نوع الحيوان ودرجة الحرارة.

نوع الحيوان	الزمن اللازم لحدوث التصلب (ساعة)	الزمن اللازم لزوال التصلب (ساعة)
الماشية، الأغنام	24-12	72-48 أو أكثر
الدجاج الرومي	2-0.5	24-6
الدجاج	1-0.5	6-4

□ المرحلة الثالثة: يطلق عليها مرحلة زوال التصلب الرمي Resolution، وتحدث بعد استنفاد الجليكوجين، وبدء ارتفاع الـ pH تدريجيًا.

□ المرحلة الرابعة: مرحلة تدهور الخواص وحدوث تغيرات غير مرغوبة وتعفن البروتين وتزنخ الدهن ما لم يتم تخزين اللحم في ظروف ملائمة للحفاظ على الخواص الحسية والطبيعية والكيميائية للحم؛ لتلافي نشاط الانزيمات والميكروبات وعمليات الأكسدة غير المرغوبة.

ملخص تفاعلات ما بعد الذبح



في حالة تخزين اللحم مبردًا أو مجمدًا

في حالة تخزين اللحم على درجة حرارة منخفضة (15°C) أو أقل قبل استنفاد ATP

(تجميد)

يحدث انكماش التفكيك

Thaw rigor

(تبريد)

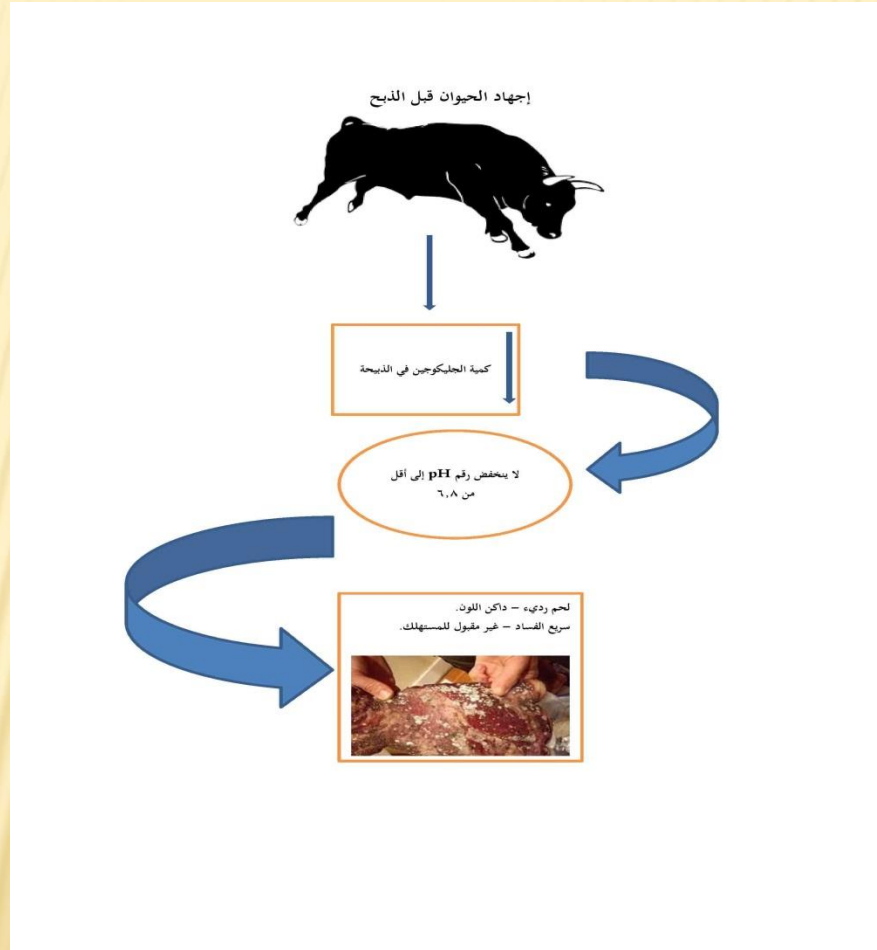
يحدث الانكماش التبريدي

Cold shortening

(لحم رديء)

لا تستعيد العضلات طراوتها ويكون اللحم خشنًا

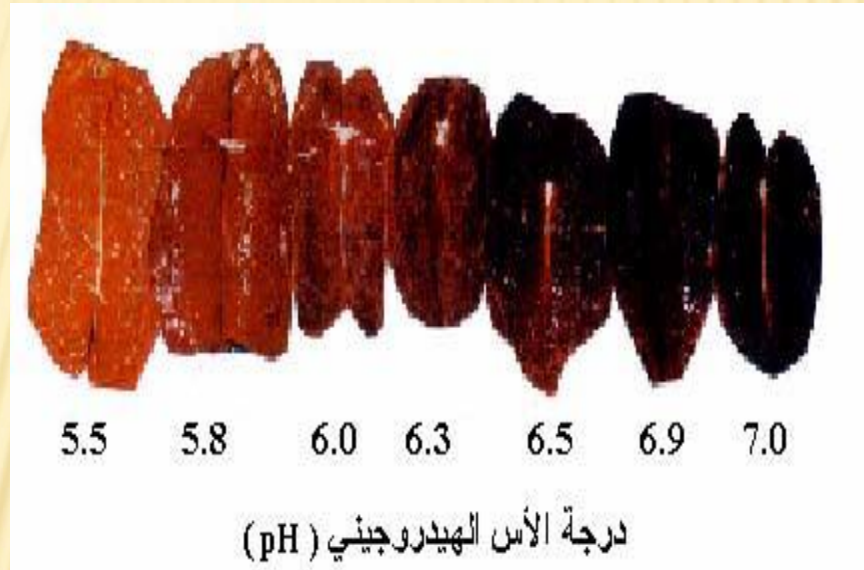
في حالة إجهاد الحيوان



أهمية التبيس الرمي

- تنشيط بعض الإنزيمات المطرية للحوم، والتي تنشط في الوسط الحامضي الناتج عن انخفاض pH.
- تكون اللحوم أكثر طراوة.
- يلعب دورًا مهمًا في تحديد جودة اللحوم وإطالة فترة تخزينها؛ لأن انخفاض رقم pH يلعب دوره في إعاقة نمو كثير من الميكروبات المسببة للفساد.

تأثير درجة ال PH على جودة اللحوم



قصر ألياف العضلات

- يؤثر قصر ألياف العضلات بصورة بالغة على جودة اللحوم، ويؤدي إلى عسر مضغها، ويزداد ذلك طردياً مع قصر الألياف.
- أنواع قصر ألياف العضلات:
- (أ) قصر ألياف العضلات في درجة حرارة عالية: يظهر هذا النوع نتيجة ارتفاع درجة الحرارة قبل عملية التيبس وأثناءها في لحوم الثدييات والطيور والأسماك؛ حيث تعمل الحرارة العالية على زيادة الروابط الممتدة بين خيوط الأكتين والميوسين. وعليه؛ فإنه من المتوقع أن يكون اللحم المطهو باستخدام الحرارة العالية، والمتحصل عليه من بعد ذبح الحيوان مباشرة أو قبل زوال التيبس الرمي صعب المضغ، ليفياً، وخشناً، وغير مرغوب للمستهلك.
- (ب) قصر ألياف العضلات في درجة حرارة معتدلة: أي ما يعرف بالقصر الطبيعي لألياف العضلات. ويحدث نتيجة للتيبس الرمي ووجود العضلات في حالة انقباض كما سبق بيانه.
- (ج) قصر ألياف العضلات في درجة حرارة منخفضة: حيث تزداد الانقباضات العضلية، ويحدث ما يُعرف بالانكماش التبريدي في حالة التبريد، وانكماش التفكيك في حالة التجميد، ويصبح اللحم خشناً عسير المضغ.

كيف يمكن تفادي القصور العضلي؟

- عدم خفض درجة حرارة الذبيحة عن 12°م بعد الذبح بعشر إلى اثني عشرة ساعة من وقت الذبح.
- تعليق الذبائح من منطقة الحوض لمنع قصور بعض العضلات.
- استخدام بعض وسائل التطرية.

التشفية السريعة للذبيحة

- يقصد بها فصل العظام عن اللحم عقب تجهيز الذبيحة مباشرة ولحمها دافئ.
- ولها عدة مسميات تدور حول هذا المعنى مثل:
- تجهيز اللحم وهو دافئ Hot processing of meat.
- أو فصل العظام والذبيحة دافئة Hot boning .
- أو إعداد القطيعات والذبيحة دافئة Hot cutting.
- أو التجهيز قبل التصلب Pre-rigor excision .
- أو التجهيز قبل التبريد Pre-chill processing.

مميزات التشفية السريعة

✓ تعمل التشفية السريعة على توفير في الطاقة والمكان.

✓ تحافظ على جودة اللحم حيث تجرى في حجرات مبردة مجهزة تحت ظروف صحية مما يحافظ على جودة اللحم من الناحية الميكروبيولوجية.

✓ تحافظ على خاصية مسك الماء باللحم (Water Holding Capacity (WHC).

✓ تحتاج إلى عدد قليل من العمالة المتخصصة المدربة.

✓ تسهل التحكم في تعبئة اللحم لخلوه من العظام مع خفض تكلفة النقل والتداول والتبريد والتجميد والتخزين.

✓ الحصول على عائد أكثر من اللحم عند فصل العظام بطرق أكثر كفاءة.

✓ سهولة تعبئة اللحم تحت التفريغ مما يحافظ على اللون، ويمنع أكسدة الدهن، ويقلل من فاقد الماء المنفصل عند التفكيك بعد التجميد.

✓ تسهل تصنيف القطيعات الممتازة وتسويقها بسعر جيد، وفصلها من القطيعات الأقل جودة والمحتوية على نسبة عالية من الدهن والتي تسوق في صورة مقطعة أو مفرومة تعرض مباشرة للبيع أو تجمد للتخزين أو التصدير.

الحث الكهربي للذبيحة

- الحث الكهربي Electrical stimulation عملية استحدثت في مجال صناعة اللحوم للإسراع من حدوث التغيرات الحيوية التي تحدث للذبيحة، بما في ذلك سرعة انخفاض رقم الـ pH وزوال التصلب الرمى.
- والحث الكهربي عملية مهمة عندما يكون التبريد اللحم أو تجميده بسرعة لازماً بعد الذبح وبعد تجهيز الذبيحة مباشرة، وذلك لتلافي ظاهرتي الانكماش التبريدي Cold shortening وانكماش التفكيك Thaw rigor وهو نوع من التصلب يحدث عند تفكيك اللحم.

الهدف المرتبط بجودة اللحم	فرق الجهد / المدة (دقيقة)	الدولة
تلافي الانكماش التبريدي للضأن.	2-3600/1	نيوزيلندا
تلافي الانكماش التبريدي للحم البقري	2-75/1	المملكة المتحدة
تحسين اللون، الطراوة، الجودة العامة، تلافي التلون المعروف باسم Heat ring	800 على فترات متقطعة	أمريكا

تفسير تأثير الحث الكهربي على اللحم

- مرور التيار الكهربي خلال نسيج حيواني بعد الذبح يحدث انكماشًا واضحًا في العضلات.
- تستهلك الطاقة اللازمة لهذا الانكماش المخزون المتبقي من الجليكوجين والأدينوسين ثلاثي الفوسفات؛ مما يجعل إمكانية حدوث انكماش التبريد غير ممكن عند تبريد الذبيحة، خاصة عندما يكون التبريد والتجميد السريع للضأن مطلوبًا أو عمل تشفية سريعة للحم البقري لفصل القطيعات الممتازة.

التغير في رقم الـ PH ، و (ATP) خلال الحث الكهربائي في عضلات اللحم البقري

معدل استهلاك ATP ميكرومول/جم	قيمة الأس الأيدروجيني الـ pH	الزمن بالثانية
0	7.0	0
52	6.5	60
68	6.36	120
70	6.31	240
170	5.50	تمام التصلب Full rigor

جودة اللحوم ومنتجاتها وعوامل تقبلها

□ في اللحم الطازج:

- ✓ اللون والمظهر العام للذبيحة بصورة أساسية.
- ✓ الرائحة بدرجة أقل.

□ في اللحوم المطهّرة:

- ✓ القوام.
- ✓ النكهة.
- ✓ اللون.

عوامل الجودة في اللحوم

□ اللون.

□ القوام؛ ويتحدّد من خلال ثلاث صفات:

➤ الطراوة.

➤ العصيرية.

➤ قدرة مسك الماء.

□ النكهة

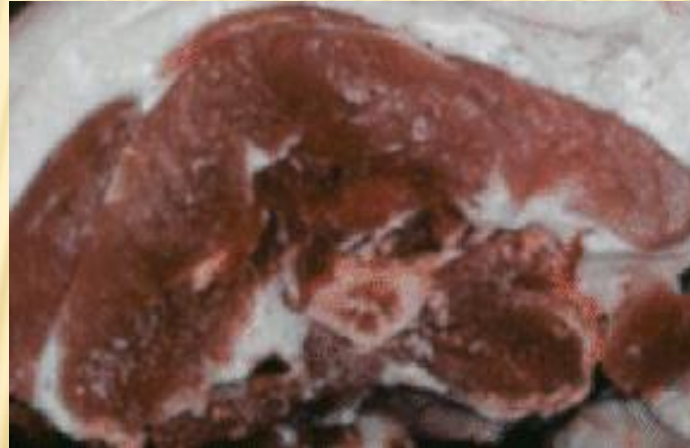
اللون

- يعد اللون أهمّ صفات الجودة المستخدمة في تقويم اللحوم الطازجة.
- يعدُّ وجود ألوان معيَّنة مؤشِّرًا على فساد اللحوم؛ كاللون الأخضر الداكّ على النمو الميكروبي.



اللون

□ اللحوم المتحصّل عليها من حيوانات تعرّضت لظروف غير مناسبة عند ذبحها، تظهر بلون داكن، ومثل هذه اللحوم قد تكون بيئة مناسبة للنمو الميكروبي؛ فضلاً عن تدهور صفاتها الحسية العضوية الأخرى.



اللون

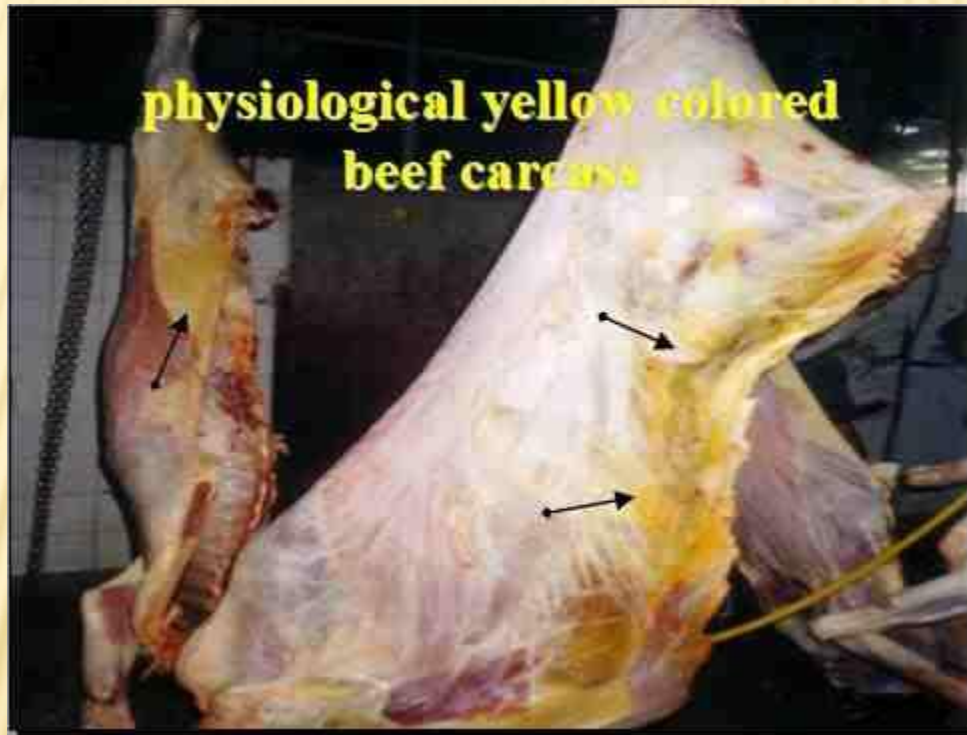
□ يرتبط اللون بصفات الجودة الأخرى، ويمثل مؤشرًا عليها؛ فمثلًا شحوب لون اللحم يرتبط غالبًا بتدهور قوامها وفقدانها للعصيرية.



اللون

- يدلُّ اللون الأصفر الغامق في دهون الأبقار على تركيز صبغة الكاروتين في تلك الدهون.
- يدلُّ اللون الأصفر البرتقالي أو الأصفر الليموني دلالة واضحة علي ترسب صبغات الصفراء، وهي حالة مرضية.
- اللون الأصفر البرتقالي أو الأصفر الليموني يدل دلالة واضحة علي ترسب صبغات الصفراء وهي حالة مرضية.

اللون





Jaundice of a beef carcass



Jaundice of an ovine carcass

اللون

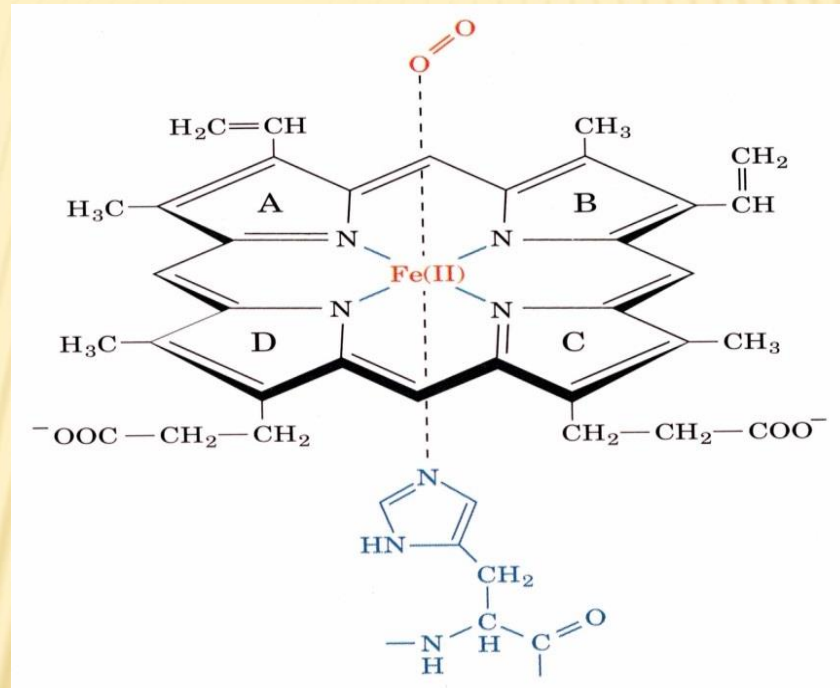
□ ويرجع لون اللحم إلى وجود:

- ✓ صبغة الميوجلوبين ومشتقاتها. وهي الصبغة الأساسية للعضلات.
- ✓ صبغات الهيموجلوبين. وهي صبغة الدم.
- ✓ السيتوكرومات.
- ✓ الفلافينات.

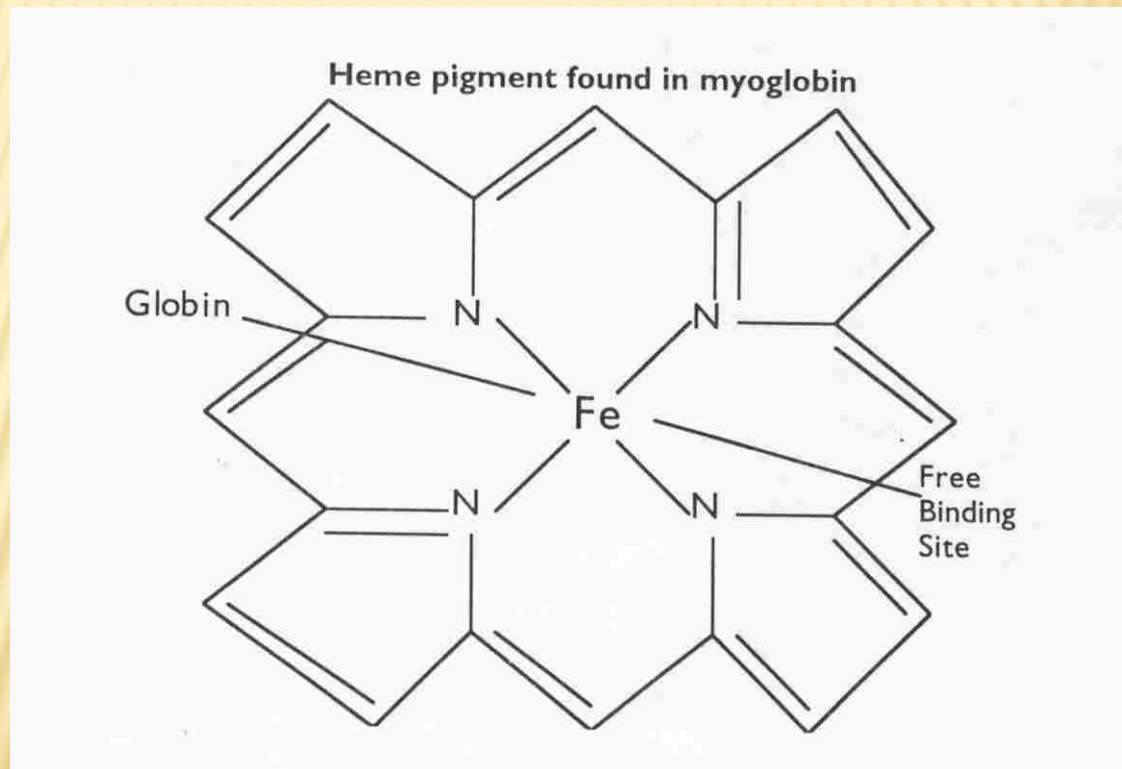
صبغة الميوجلوبين ومشتقاتها

- × صبغة الميوجلوبين ومشتقاتها هي الصبغات الأساسية التي يرجع لها لون اللحم الطازج ومنتجات اللحوم المطهية والمصنعة. و
- × يعطي التغير في تركيب صبغة الميوجلوبين مشتقات عديدة من الصبغة مما يعطي اللحم ألواناً مختلفة قد تكون مقبولة أو غير مقبولة من المستهلك تبعاً لنوع الصبغة المتكونة وكون اللحم طازجاً، أو مطهوّاً أو مصنعاً.
- × الميوجلوبين من صبغات الهيم Heme المحتوية على حلقة بورفيرين؛ تتكون من أربع حلقات بيروول متصلة بروابط جانبية مع بعضها، وعلى حلقات البيروول توجد مجاميع هي الميثايل، والفيثايل، والبروبايل.
- × ويتوسط الحلقات الأربع للبيروول ذرة حديد توجد في صورة الحديدوز (F^{++}) أو الحديدك (Fe^{+++}) مرتبطة مع شق الهستيدين في بروتين الجلوبين.

صبغة الميوجلوبين ومشتقاتها



الميوجلوبين



صبغة الميوجلوبين ومشتقاتها

- ذرة الحديد في معقد الهيم تشترك في ست روابط ممولة كل منها تمثل زوجًا من الإلكترونات مكتسبة بواسطة ذرة الحديد وآتية من خمس ذرات نيتروجين أربع منها من حلقة البورفيرين والخامسة من متبقي الهستديل بالجلوبين، والرابطة السادسة تكون مهياة للارتباط مع أي ذرة يمكنها أن تمنحها زوجًا من الإلكترونات.
- والسهولة التي تتم بها عملية منح زوج الإلكترونات تحدد طبيعة الرابطة المتكونة ولون المعقد الناتج.
- وهناك عوامل أخرى تؤثر في تكوين اللون منها حالة الأكسدة التي تتعرض لها ذرة الحديد وطبيعة الجلوبين.

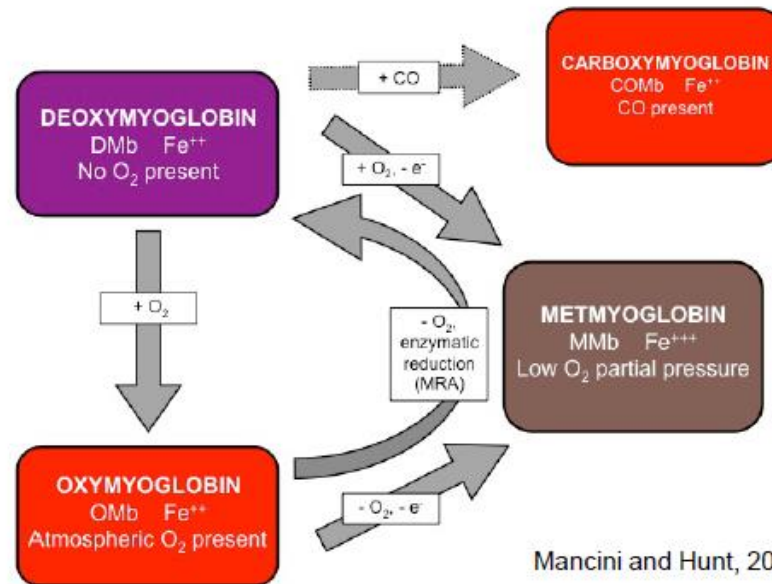
تحولات اللون في الميوجلوبين

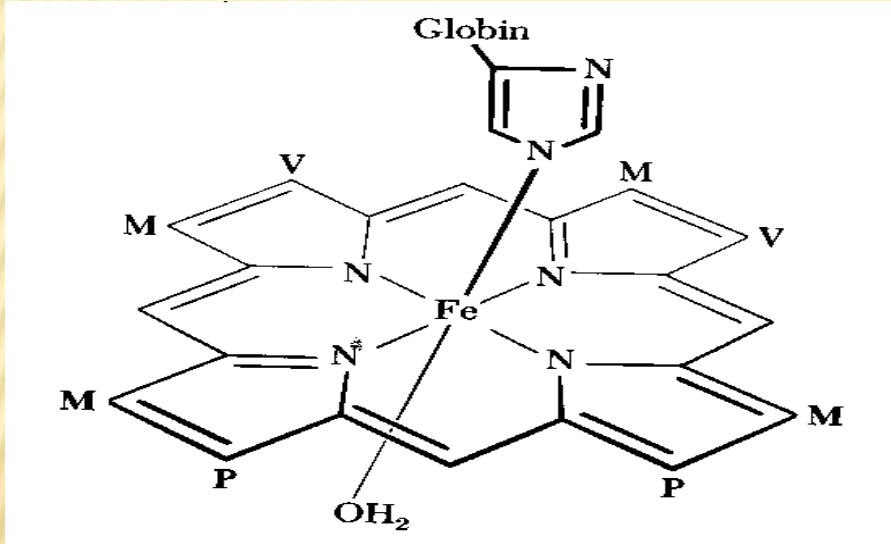
لون اللحم	المجموعة المرتبطة	صورة الحديد	اسم الصبغة
أحمر قرمزي، وهو اللون السائد المعتاد للحم.	H ₂ O أو HO	Fe ⁺⁺	الميوجلوبين
أحمر زاهٍ نتيجة الارتباط بالأكسجين، وهو أفضل لون مرغوب في اللحوم الطازجة.	O ₂	Fe ⁺⁺	أوكسي ميوجلوبين
رمادي غير مرغوب في اللحم الطازج، لكنه غير ضار صحياً	H ₂ O أو HO	F ⁺⁺⁺	ميتموجلوبين
لون أخضر غير مرغوب ناتج عن نواتج نشاط نمو الميكروبات، وهو دال على تلف اللحم.	H ₂ O ₂ H ₂ S		كوليوجلوبين، سلفميوجلوبين
لون أحمر مرغوب في اللحم المعامل بأملاح النترات والنيترت.	NO	Fe ⁺⁺	نيتروزوميوجلوبين
لون أحمر ثابت في اللحوم المعاملة بالنترات والنيترت عند تسخينها، وهو مرغوب مميز لتلك المنتجات.	NO	Fe ⁺⁺	نيتروزوهيموكروم

تحويلات الميوجلوبين

Four Major Chemical Forms of Myoglobin

- Deoxymyoglobin (DMb)
- Carboxymyoglobin (COMb)
- Metmyoglobin (MMb)
- Oxymyoglobin (OMb)





✗ الموضع السادس من ذرة الحديد مرتبط مع الماء.

✗ الحديد في الصورة (الحديدوز (Fe⁺⁺)).

✗ توجد في اللحوم غير المعرضة للجو، والمعبأة في

عبوات مفرغة تمامًا من الهواء.

✗ ضغط الأكسجين المطلوب منخفض جدًا.

✗ لونها أحمر قرمزي إلى قرمزي غامق.



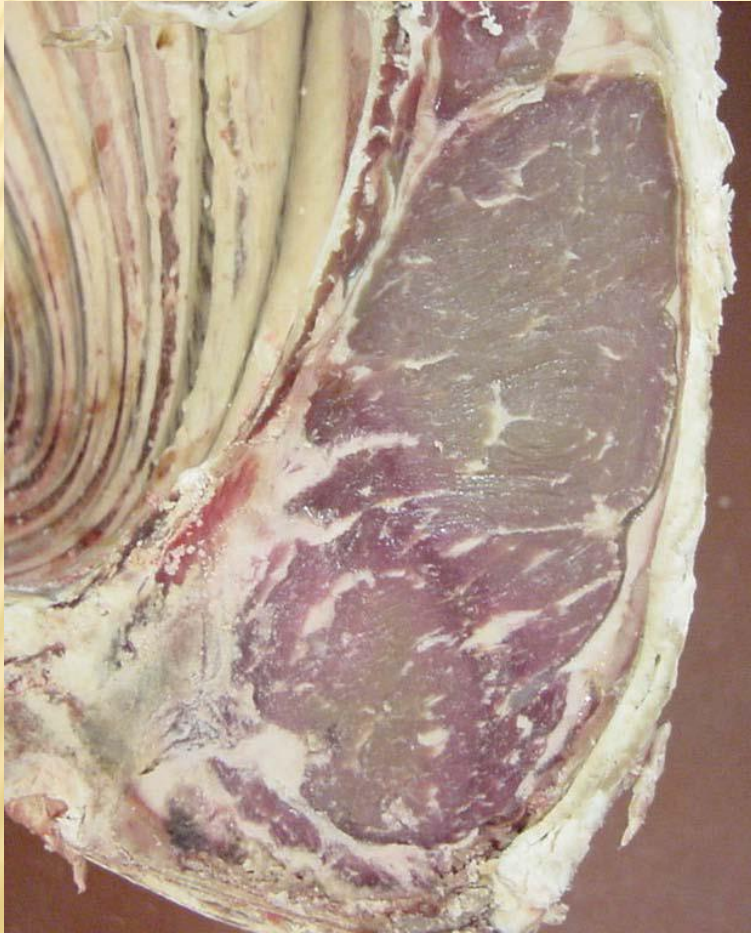
DEOXYMYOGLOBIN

OXYMYOGLOBIN



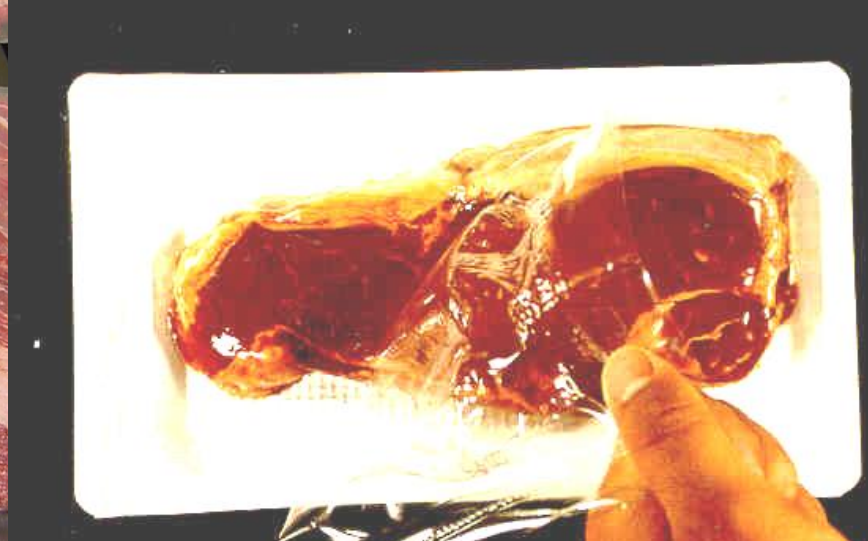
- الحديد في صورة Fe^{++} .
- توجد باللحوم المعرضة للهواء الجوي.
- الرابطة السادسة تحتلها ذرة الأوكسجين.
- يحتاج 40 ضغط جوي جزئى من الأوكسجين (5.25%).
- لونها أحمر براق.
- غير ثابتة.

METMYOGLOBIN



- تتأكسد ذرة الحديد من الحديدوز إلى الحديدك Fe^{++} .
- ضغط الأوكسجين يتراوح من 5: 10 مم زئبق (2.6: 5.3%).
- لا ترتبط بالأوكسجين.
- تتكون في حالة النشاط الميكروبي للبكتريا الهوائية على سطح اللحوم فتستهلك الأوكسجين.
- لونها بني.

تأثير التغليف على لون اللحوم



الميوجلوبين والهيموجلوبين

- ✘ تتماثل صبغتا الميوجلوبين والهيموجلوبين في التركيب العام.
- ✘ تشتركان في احتواء كل منهما على الجلوبين وحلقة الهيم.
- ✘ إلا إنهما تختلفان في الوظيفة الحيوية وفي بعض الخواص المرتبطة بذلك.

الميوجلوبين والهيموجلوبين

الهيموجلوبين	الميوجلوبين	الخاصية
صبغة الأساسية بالدم	الصبغة الأساسية بالعضلات والأنسجة الحمراء	وجود الصبغة بالجسم
تحتوي الحديد بالجسم أساسًا لكنها تستنزف مع الدم بعد الذبح	تحتوي 10% من كمية الحديد بالجسم قبل الذبح، وتصل 90% بعد الذبح وتصفية الدم	محتوى الحديد بالجسم
تحتوي على أربع مجاميع هيم	تحتوي مجموعة هيم واحدة	عدد مجموعات الهيم
67000	17000	الوزن الجزيئي
قابلية للارتباط والانفصال عن الأكسجين بسرعة	قابلية عالية لارتباط بالأكسجين	الارتباط بالأكسجين
وسيلة لنقل الأكسجين لا لتخزينه	مخزن للأكسجين في الأنسجة النشطة كالكلب والكلى والقلب	تخزين الأكسجين
الارتباط بالنيتروز ومشتقات النتريت تسبب تسممًا في الدم وصعوبة في التنفس، وتحدث الوفاة خاصة للأطفال الرضع عند وجود النتريت في الماء أو الهواء.	تتحد مع أيون النيتروز مكونة صبغة حمراء مرغوبة هي النيترزو ميوجلوبين في منتجات اللحوم المعاملة بالنيتريت	الارتباط مع أيون النيتروز

العوامل المؤثرة على لون اللحوم

□ (1) مكونات العليقة:

- زيادة محتوى الحديد بمكونات العليقة يزيد من محتوى الميوجلوبين في اللحم، ولذا فإن الحيوانات الرضيعة التي تتغذى على اللبن - وهو فقير في محتواه من الحديد - يكون لون لحمها فاتحًا، أما بالتغذية على الحشائش والحبوب الغنية في الحديد يتكون الميوجلوبين ويكون اللحم ذا لون أحمر قرمزي.
- وعامة يزداد تركيز الميوجلوبين بزيادة عمر الحيوان.

العوامل المؤثرة على لون اللحوم

(2) نوع الحيوان: يختلف تركيز صبغة الميوجلوبين تبعًا لنوع الحيوان

تركيز الميوجلوبين في النسيج العضلي (مجم/جم)	النوع
1>	الأسماك البيضاء
3-1	الدجاج والعجول الرضيعة
5-3	سمك التونة
8-3	لحم الضأن
10-4	اللحم البقري

العوامل المؤثرة على لون اللحوم

- (3) نوع النسيج: يعمل الميوجلوبين كمخزن للأكسجين نظرًا لزيادة قابليته للارتباط بالأكسجين، لذا يزداد تركيز الميوجلوبين في الأنسجة النشطة مثل الكبد والكلى والقلب.
- (4) إجهاد الحيوان: استهلاك الجليكوجين قبل الذبح أو أثناءه يُكسب اللحم لونًا غامقًا؛ نظرًا لعدم انخفاض رقم pH، وعدم تكون الأوكسي ميوجلوبين؛ حيث تتقارب ألياف النسيج من بعضها، ولا تسمح بنفاذ الأكسجين إلى داخل الألياف.
- (5) الضوء: تعرض اللحم إلى بعض الموجات الضوئية يؤدي إلى تكسر الصبغات وتدهور اللون.
- (6) التشعيع: تعرض اللحم للإشعاعات يؤدي إلى تغير اللون نتيجة تكون مشتقات غير مرغوبة مثل السلفيميوجلوبين وغيرها.
- (7) الميكروبات: نمو الميكروبات يؤدي إلى تكون صبغتي الكولميوجلوبين والسلفيميوجلوبين اللتين تعطيان اللحم لونًا أخضر غير مرغوب.
- (8) مادة التعبئة: تحدد مادة التعبئة مدى نفاذ الأكسجين والرطوبة إلى سطح اللحم ومنه، وبالتالي تحدد مظهر النسيج من حيث مدى فقدته للرطوبة ومدى تكوّن صبغة الأوكسي ميوجلوبين المرغوبة.

العوامل المؤثرة على لون اللحوم

□ (9) الطهو: لطريقة الطهو ودرجة الحرارة ومدة الطهو تأثير كبير على لون اللحم.

□ في الطهو الهين يكون لون اللحم وردياً ولا تتعدى درجة حرارة مركز اللحم 55-65°م، ويحتفظ اللحم في مركزه بسائل دموي.

□ في الطهو المتوسط لا تتعدى درجة مركز اللحم 59.5-70°م، ويكون لون اللحم رمادياً.

□ أما في الطهو الجيد يكون اللحم مطهواً تماماً وتصل درجة حرارة مركز اللحم إلى أعلى من 70-80°م، ويتراوح اللون بين الرمادي والبني؛ نظراً لانتزاع بروتين الجلوبيين، وأكسدة الحديد، وتكسر الحلقة، واندثار بروتينات اللحم بوجه عام.

□ (10) معاملة اللحم بالنترات والنتريت: استخدام نترات أو نتريت الصوديوم أو البوتاسيوم

يؤدي إلى تكون النيتروزيميوجلوبين، وهي صبغة حمراء مرغوبة تتحول بالحرارة إلى النيتروزوهيموكروم، وهي صبغة تعطي اللحوم المعاملة لوناً أحمر ثابتاً مرغوباً.

ثانيًا: الطراوة TENDERNESS

- الطراوة خاصية مهمة ترتبط بجودة اللحم، يوصف بها القوام.
- تتأثر بأنواع البروتينات في النسيج العضلي، وسمك الألياف به، ونسبة الدهن وتوزيعه.
- يمكن التعبير عن الطراوة بأنها: سهولة قطع اللحم بالأسنان لأول وهلة.
- أو عدد المضغات اللازمة لتجزئة اللحم قبل البلع.
- أو كمية المكونات الصلبة المتبقية بالفم بعد المضغ.
- تتأثر طراوة اللحم بعمر الحيوان ونوعه وسلالته وجنسه، والعليقة ونظام التغذية، والمعاملة بالهرمونات، والحقن بإنزيمات التطرية، ومدى إجهاد الحيوان قبل الذبح وأثناءه.
- كما تتأثر الطراوة ببعض المعاملات التي تتعرض لها الذبيحة واللحم بعد الذبح والتجهيز مثل الحث الكهربائي، وحدوث التصلب الرمي وزواله، والتطرية الطبيعية، والتطرية الصناعية بالإنزيمات، والتطرية بالشد، ونوع القطعية، وطريقة الطهو، وعملية التصنيع.

التطرية الطبيعية للحوم AGEING

- ✘ يؤثر تخزين اللحوم مبردة بعد زوال التيبس الرمي تأثيراً مميزاً على طراوة اللحم، وذلك بفعل الإنزيمات الموجودة طبيعياً بالنسيج على بروتينات الألياف؛ بما يعمل على زيادة الطراوة.
- ✘ ولكن ليس لتلك المعاملة تأثير يذكر على بروتينات الأنسجة الضامة.
- ✘ يكون معدل التطرية بالإنزيمات الطبيعية كبيراً في الأيام الأولى من التخزين.
- ✘ وقد قلّت خشونة اللحم البقري المخزن لمدة عشرة أيام عند 1°C بنسبة 80% ، وذلك عند رطوبة نسبية 80-87%.

التطرية بالمستحضرات الإنزيمية

ENZYMATIC TENDERIZATION

- المطريات الإنزيمية للحوم Meat tenderizers هي مستحضرات تجارية مجهزة تحتوي على إنزيمات محللة للبروتينات، وقد تكون انزيمًا واحدًا أو أكثر، وتستخدم في التطرية الصناعية للحوم. وهي ذات خواص مختلفة وتأثيرات متباينة.
- وقد تكون نباتية المصدر مثل البابين والفيسين والبروملين، أو حيوانية مثل التربسين، أو ميكروبية مثل الإنزيمات المنتجة بواسطة سلالات معينة من البكتيريا أو الفطريات. وتعتبر المصادر النباتية أكثر انتشارًا خاصة البابين لما يتمتع به من ثبات حراري خلال الطهو حتى 70-80°م.
- تحتوي مستحضرات تطرية اللحوم على تركيزات ضئيلة من الإنزيمات؛ محمولة على مواد حاملة مثل كلوريد الصوديوم وأملاح الفوسفات والنشا. وتكون في صورة مسحوق أو في صورة محاليل ذات نشاط معلوم وقدرة تخزينية محددة.
- يحقن الحيوان قبل ذبحه بدقائق قليلة بتلك المستحضرات، أو تحقن أرباع الذبيحة بعد تجهيزها، أو تغمر شرائح اللحم في محلول المستحضر، أو يُرش مسحوق المستحضر على سطح اللحم.
- تؤثر الإنزيمات على بروتينات اللحم بعد المعاملة، وخلال عملية الطهو، خاصة عند استخدام إنزيمات ذات ثبات حراري حتى 50-80°م، ثم بازدياد درجة الحرارة يدنتر الإنزيم ويثبط نشاطه تمامًا، بعد أن يكون قد أعطى اللحم التأثير المطري المرغوب.
- المبالغة في استخدام تركيزات عالية من مستحضرات التطرية الإنزيمية تعمل على زيادة طراوة اللحم الى درجة تجعله غير متماسك القوام ويصبح غير مقبول من الناحية الحسية.

التطرية الميكانيكية

- يقصد بالتطرية الميكانيكية تحسين طراوة اللحم ببعض العمليات التي يتم فيها تمزيق ألياف النسيج العضلي وتكسيورها.
- وذلك عن طريق التقطيع والتجزئ والفرم الخشن والناعم والهرس وعمل شقوق بشرائح اللحم.
- وهي معاملات تُجرى أثناء تصنيع اللحوم.

TENDER STRETCH التطرية بالشد

- تتبع تلك الطريقة في بعض الدول كالولايات المتحدة وأستراليا مع ذبائح الماشية والضأن، وهي من طرق التطرية غير المنتشرة.
- وتعتمد على وضع العضلات بطريقة تشابه وجودها في الحيوان الحي، حيث تعلق الذبيحة خلال ساعة ونصف بعد الذبح وقبل بدء التصلب الرمي، وتبقى هكذا بالمبرد لمدة 24 ساعة والأرجل مدلاة إلى أسفل، فتكون العضلات تحت تأثير الشد بواسطة وزن الحيوان، فيمنع انكماش عضلات الذبيحة بسرعة بعد الذبح.
- انكماش ألياف النسيج العضلي وقصرها يصاحبه زيادة في سمكها، وبالتالي زيادة خشونة اللحم ونقص الطراوة، والعكس صحيح؛ فاستطالة الألياف يزيد الطراوة.

العصيرية JUICINESS

- **العصيرية** تعبر عن مدى سريان اللعاب بالفم عند تناول اللحم خلال المضغات الأولى، وذلك بتأثير توزيع الدهن في النسيج، ومدى انفصال سوائل اللحم.
- ترتبط عصيرية النسيج العضلي بمدى القدرة على مسك الماء **Water holding capacity**، وهي المقدرة على الاحتفاظ بالماء الموجود بالنسيج، مدى القدرة على ربط الماء **Water binding capacity** وهي القدرة على ربط الماء المضاف عند التصنيع.
- وهناك عوامل عديدة تؤثر على العصيرية؛ منها:
 - (1) **عمر الحيوان**: تقل العصيرية في لحوم الحيوانات صغيرة العمر؛ لانخفاض محتواها من الدهن.
 - (2) **الطراوة**: هناك علاقة طردية بين الطراوة والعصيرية.
 - (3) **توزيع الدهن**: تزيد العصيرية كلما كان الدهن موزعاً بتجانس كما في اللحم المرمرى.
 - (4) **طريقة الطهو**: هناك علاقة عكسية بين زيادة فاقد الطهو والعصيرية.
 - (5) **المعادن الثنائية**: أيونات المعادن الثنائية خاصة الكالسيوم، الماغنسيوم لها علاقة بقيمة pH، وخواص البروتين، وربط الماء بواسطة الروابط الهيدروجينية؛ مما يؤثر على الاحتفاظ بالسوائل وزيادة العصيرية.
 - (6) **إضافة أملاح عديد الفوسفات**: تزيد من احتفاظ اللحم بالسوائل وتقلل من فاقد الطهو؛ فتزيد العصيرية.

WATER HOLDING CAPACITY سعة مسك الماء

- تحتوي الأغذية على مكونات طبيعية معينة لها القدرة على مسك الماء والاحتفاظ به، ومن أهمها البروتينات بأنواعها المختلفة.
- وتختلف تلك الخاصية من بروتين لآخر.
- في صناعة اللحوم والأسماك ومنتجاتها يكون من المهم قياس تلك الخاصية نظرًا لارتباطها ببعض خصائص القوام؛ كالطراوة، وبالتالي استساغة تلك المنتجات وتقبلها.
- كلما زادت قدرة اللحوم على مسك الماء زادت درجة طراوتها وتقبلها للمستهلك، وبالتالي ترتفع جودة تلك المنتجات وقيمتها.
- ولهذا السبب يضاف لمصنعات اللحوم بعض مصادر البروتينات النباتية كمركبات بروتينات فول الصويا ومعزولات بروتينات الفول البلدي، وغير ذلك.

FLAVOR النكهة

- تعتبر نكهة اللحم المطهو من الصفات الحسية الأساسية التي تحدد جودته، فالنكهة السيئة تؤدي إلى رفض اللحم نهائيًا بغض النظر عن قيمته التغذوية وصفاته الأخرى.
- تعكس نكهة اللحم جميع العوامل التي تؤثر على الطعم والرائحة حيث تؤدي تلك العوامل إلى ظهور روائح غير مرغوبة في اللحم كالرائحة السمكية والمتزنخة والمحترقة والمدخنة والمتعفنة والحمضية وغيرها.
- يحتوي مستخلص اللحم على عدد كبير من الأحماض الأمينية والببتيدات والنيوكليوتيدات والأحماض والسكاكر.
- وبسبب وجود كميات كبيرة نسبيًا من مركب إينوسين -5'- مونوفوسفات - Inosine-5' monophosphate فإنه يُعتقد أنّ هذا المركب يعتبر المركب الأساسي لنكهة اللحوم (أو المذاق اللحمي) مع بعض المركبات الأخرى.
- يحتوي الجزء المتطاير من أروما اللحوم على كبريتيد الهيدروجين والميثايل مركبتان وقد يكون لهما أهمية في تكوين نكهة اللحوم.
- وهناك مركبات أخرى تم عزلها من المواد الكربونيلية مثل الأسيتالدهيد والبروبيون ألدهيد، و2-ميثايل بروبانال، و3-ميثايل بيوتانال، والأسيتون، و2-بيوتانون، و3-ميثايل، و2-بيوتانون.

FLAVOR النكهة

✘ وعمامة فإن نكهات اللحوم الأساسية يمكن إدراجها تحت الأقسام الأربعة التالية:

Meatiness

✘ أولا: النكهة المتوقعة لنوع اللحم

Bland or lacking

✘ ثانيا: النكهة غير الواضحة

Rancid

✘ ثالثا: النكهة المترنخة

Taints

✘ رابعا: النكهة الغريبة

✘ وتتأثر نكهة اللحوم بعوامل عديدة كنوع الحيوان وسلالته وجنسه وعمره وتغذيته،

والتغيرات خلال التيبس الرمي، وقيمة pH، والتطرية، وظروف التخزين،
والقطعيات، طرق الطهو.

شكرًا لحسن استماعكم
خالص مودتي ودعواتي

د. محمود روزن