الباب الأول

الأحياء الدقيقة في اللحوم

Meat microbiology

تتعرض اللحوم المذبوحة لكثير من التغيرات التي تحدث بفعل الأنزيمات الموجودة بها طبيعيا وأيضا بواسطة الميكروبات المختلفة الملوثة للسطح بالإضافة إلى أن الدهن يكون عرضة للتأكسد الكيميائي أوالتزنخ. بالنسبة للتغيرات التي تحدث بفعل الأنزيمات وهي يطلق عليها Autolysis يكون مناسبا ومرغوبا فيه كما يحدث من عملية Tenderizing تطرية اللحوم حيث تجرى في جو الثلاجات وتحمل التأثير على بروتينيات العضلات والأنسجة الرابطة وقد يحدث تحلل بسيط للدهن وزيادة التحلل الذاتي يطلق عليه Souring نسبة لتكون بعض الأحماض ولو أن هذا الاصطلاح يكون غير صحيح نظرا لأن أغلبه راجع لتحلل البروتينات إلا أنه لا يمكن اعتباره إلا نوعاً من الفساد.

ويمكن القول أن التحلل الذاتي للبروتينات بواسطة الأنزيمات الموجودة طبيعياً باللحم يساعد الميكروبات في الابتداء والشروع في النمو لأنه يوفر لها المركبات النتروجينية البسيطة السهلة المهاجمة عن البروتين الذي يكون في أغلب الأحيان في صورة غير قابلة للاستفادة منه لكثير من الميكروبات.

وتحتوي اللحوم الحمراء على العناصر الغذائية اللازمة لنمو معظم الميكروبات, كما أن رطوبة هذه اللحوم ملائمة للنمو وحموضتها pH تقع ضمن الحدود الملائمة لنمو أغلب الميكروبات كما يتضح من الجدول التالي:

العوامل المؤثرة على النمو في ذبائح البقر

مصادر النيتروجين كبروتين (18.0٪)، الماء الكربون ككربوهيدارت(صفر٪)، رماد أو معادن (0.9٪، الماء(6.1٪)، الدهون(21 ٪)، فيتامين الثيامين(0.08 ملجم/100جم)، فيتامين الريبوفلافين(0.16 ملجم/100جم)، فيتامين النياسين(4.22 ملجم/100جم، درجة الحموضة pH(5.5–6.8)، جهد الأكسدة والاختزال Eh هوائيا على السطح ولا هوائي في عمق الأنسجة.

مصادر تلوث اللحوم:

العوامل المحيطة بتربية ونقل وذبح الحيوانات وتخزين وتسويق لحومها تعتبر المصادر الرئيسة لتلوث لحوم الحيوانات بالأحياء المجهرية. فعند ذبح الحيوانات وسلخها وتقطيع لحومها تكون معرضة للتلوث من السكاكين والأدوات المستعملة والماء المستعمل لغسل اللحم ومن ملابس العمال وأياديهم وجلد الحيوان

وحوافره وأحشائه المحملة بأعداد هائلة من الميكروبات تساهم في تلويث اللحوم بالإضافة إلى أرضية المكان الذي يذبح فيه الحيوان والمناضد التي يقطع عليها وجدران المذبح وتواجد القوارض والحشرات فيه كلها يمكن أن تكون مصادر التلوث وبعد عملية الذبح والتقطيع فأن عربات النقل التي تنقل بواسطتها اللحوم ومحلات الجزارة غير النظيفة وأدوات الجزار من سكاكين وميزان وأكياس والعاملين أنفسهم في النقل وفي عمليات الجزارة تكون مصادر إضافية للتلوث وتختلف شدة تلوث اللحوم تبعاً للشروط الصحية المتوفرة أثناء تجهيز وبيع اللحوم فكلما ا تبعت الشروط الصحية بصورة صحيحة كلما أبعدنا خطر تلوث اللحوم بالبكتريا التي تفسده وتسبب خسارة اقتصادية.

الميكروبات المنتشرة في اللحوم:

كما ذكرنا سابقاً يعتبر اللحم وسطاً مثالياً لنمو كثير من الأحياء المجهرية لتوفر الرطوبة والمركبات النتروجينية والعناصر الأساسية الأخرى وبعض الفيتامينات وبما أن مصادر تلوث اللحوم تكون مختلفة كالماء والتربة لهذا تتواجد على اللحوم الطرية أنواع كثيرة من الأحياء المجهرية كما بالجدول وتعتبر البكتريا التابعة لجنسي *Pseudomonas Achromobacter* أكثر الأحياء المجهرية انتشاراً في اللحوم, وأثناء الإنتاج تضاف أنواع أخرى من البكتريا والأعفان(جدول- 10).

جدول(10)أهم أجناس الأحياء الدقيقة المتواجدة في اللحوم الحمراء

البكتريا Bacteria	الأعفان Molds
Pseudomonas, Proteus, Micrococcus, Streptococcus, Sarcina, Leuconostoc, Lactobacillus, Flavobacterium Achromobacter,.	*Alternaria, Cladosporium, Geotrichium, Monilia, Mucor, Penicillium, Sporotrichum, Thamnidium.*

اللحوم المفرومة:

تحتوي على أعداد من البكتريا أعلى مما هو في القطع الكبيرة ولقد عزي ذلك للأسباب التالية:

01تجهيز اللحوم المفرومة من بقايا اللحوم والقطع الصغيرة المتبقية من اللحم ويضاف بعض الأحيان لها أجزاء من الأمعاء أي تحضر من القطع غير الجيدة والتي يكون محتواها عالياً من الأحياء الدقيقة.

02استخدام الطاحونة أو المفرمة Grinder وسكاكين التقطيع تضيف أعداداً من البكتريا إلى اللحم كما أن عملية الفرم تعمل على نشر الأحياء الدقيقة إلى جميع نقاط اللحم.

03اللحم المفروم ذو مساحة سطحية أكبر من قطعة اللحم الكاملة وكما في اللحم المفروم مسامات هوائية كثيرة توفر الأكسجين لنمو الميكروبات الهوائية.

04في حالة وجود قطعة صغيرة واحدة ملوثة مفرومة مع اللحم ستلوث كل اللحم وتلوث المفرمة وبذلك تلوث اللحم الذي سيفرم بنفس المفرمة.

05انتشار وتماس الميكروبات بعصارة اللحم أثناء هرسه مما يجعل مناخ النمو أفضل.بالنسبة للحوم المصنعة كالمقانقSausage والبسطرمة والهامبورجر يكون محتواها من الأحياء المجهرية عاليا جدا ذلك لاحتكاكها بأيدي وملابس العمال أثناء التصنيع وكثرة لمسها باليد واستعمال أدوات كثيرة وإضافة مواد ثانوية لها مما يزيد من حملها الميكروبي.

بعض أعضاء الحيوان كالكبد والرئة والطحال تحتوي على أعداد كبيرة من الميكروبات لأن هذه الأعضاء تعمل كمرشح للميكروبات أثناء دوران الدم خلالها كما أن درجة الحموضة pH فيها أعلى من بقية اللحم مما يسرع من نشاط الأحياء الدقيقة فيها.

ولقد وضعت كثير من الدول مواصفات بكترولوجية قياسية للحوم ففي الولايات المتحدة الأمريكية تنص هذه المواصفات على أنه يجب أن لا يزيد العدد الكلي للميكروبات في الغرام الواحد من اللحم عن(1–5)مليون وأن لا يزيد عدد بكتريا *E. coli* عن(10- 50) في الجرام الواحد.

فساد اللحوم بفعل الميكروبات:

بعد ذبح الحيوان وموته تهاجم أنسجته الداخلية (اللحم) بمختلف الأحياء الدقيقة التي تسبب فسادها ولكي تقلل من فرص تلوث هذه الأنسجة ولإعاقة نمو الميكروبات فيها يجب اتباع الشروط التالية:

1. عدم إعطاء أكل للحيوان لمدة أربع وعشرين ساعة قبل ذبحه وذلك لكي تقلل عدد الأحياء المجهرية في أحشائه وبالتالي تقليل فرص تلوث اللحم من الأحشاء أثناء الذبح والتقطيع.
2. اتباع طريقة ذبح جيدة وسريعة والعمل على أن تنزف أكثر كمية من الدم من جسم الحيوان لأنه كلما كانت كمية الدم قليلة في جسم الحيوان المذبوح كلما كان تخزينه أحسن وتعرضه للفساد أقل.
3. عدم ذبح الحيوان وهو مجهد ذلك لأن هيجانه قبل الذبح يؤدي إلى استهلاك كمية كبيرة من الجليكوجين Glycogen وعند الذبح لا تتكون كميات كبيرة من حامض اللاكتيك Lactic acid الذي هو ضروري لخفض درجة الحموضة في اللحوم من(7.2- 5.7) وهذه الحموضة تعيق نمو بعض الأحياء في اللحم, والحيوان المجهد أو الهائج يصعب نزف كل دمه أثناء الذبح وبقاء

كمية كبيرة من الدم في اللحم تساعد على نشر البكتريا وأثناء هيجان الحيوان تخرج سوائل كثيرة من الخلايا وتتجمع وتصبح بيئة صالحة لنمو الميكروبات زيادة على أن هيجان الحيوان يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة اللحم وإحداث تغيرات كيمائية تسهل نمو ونشاط الأحياء المجهرية فيه.

4. سرعة تبريد اللحم بعد الذبح مباشرة لكي تقلل فرص الفساد حيث أن يبرد اللحم إلى درجة الصفر المئوي خلال مدة لا تتجاوز24ساعة بعد الذبح

بالإضافة إلى ذلك فإن صفات اللحم الكيميائية والفيزيائية تؤثر على نمو الأحياء الدقيقة فيه فكلما زادت المساحة السطحية للحم كلما زادت فرص التلوث ووجود طبقة دهنية سميكة على سطح اللحم تحد من نمو الميكروبات كما أن درجة حرارة اللحم ورطوبته ودرجة الحموضة فيه وتركيبه الكيمائي كلها عوامل تؤثر على نمو الميكروبات وتسبب فساد اللحوم بمجاميع مختلفة من الأحياء الدقيقة منها هوائية وأخرى غير هوائية على الوجه التالي:

أولاً: فساد اللحوم تحت الظروف الهوائية Aerobic meat spoilage

تفسد اللحوم عند تخزينها تحت الظروف الهوائية بواسطة البكتريا الهوائية والأعفان.

أ- الفساد بسبب البكتريا الهوائية الفاسدة التالية في اللحوم:

1- لزوجة سطحية Surface slime

تنمو أجناس كثيرة من البكتريا على سطح اللحوم وتفرز مواد لزجة بحيث تكون طبقة لزجة مخاطية على سطح اللحم وتتكون هذه الطبقة عادة عندما تصل أعداد البكتريا3–300 مليون بكتريا في السنتمتر المربع الواحد من سطح اللحم وأهم البكتريا التي تسبب هذه اللزوجة هي التابعة للأجناس *Pseudomonas, Achromobacter, Streptococcus, Leuconostoc, Lactobacillus, Bacillus, Micrococcus.*

2- التغيرات اللونية:

اللون الأحمر في اللحم يسمى Bloom وهو يتغير إلى اللون الأخضر أو البني أو الرمادي ونتيجة لتكشف المركبات المؤكسدة مثل البيروكسيدات وكبريتيد الهيدروجين بواسطة أنواع من البكتريا *Lactobacillus & Leuconostoc* من نوع متغايرة الاختمار والأخيرة تسبب اخضرار السجق (المقانق)

3- التغيرات في الدهن:

تحدث أكسدة كيميائية في الظروف الهوائية في الدهون غير المشبعة ويساعد حدوثها الضوء وآثار النحاس هناك أنواع كثيرة من البكتريا تكون إنزيمات الليبيز التي تحلل الدهون الموجودة في اللحم إلى أحماض دهنية وجليسرول نتيجة هذا التحلل تتكون أحماض والألديهيدات ذات روائح كريهة وهذا ما يطلق عليه بالتزنخ, ونتيجة لهذه الظاهرة قد يتحول لون الدهن من الأصفر إلى الأخضر ثم الأرجواني والأزرق, والبكتريا من جنسي *Pseudomonas, Achromobacter* وبعض الخمائر مسئولة عن هذه الظاهرة.

4- تبقع اللحوم:

تحدث تغيرات لونية على السطح وتتكون بقع لونية مختلفة فالبقع الحمراء تحدث نتيجة *Pseudomonas, Syncyanea, Serratia, Marcescens* واللون الأصفر لميكروبات *Flavobacterium, Micrococcus* اللون الأخضر المشوب بالزرقة *Chromobacterium lividum*

5- الروائح الكريهة والطعم الرديء

نتيجة لنمو البكتريا على السطح وإنتاج أحماض عضوية وغازات تعطي رائحة وطعما كريهين للحم والأحماض هي من الأنواع الطيارة مثل الفيوماريك والبيوتريك والخليك والبربيونيك وهذه نتيجة من نمو الخمائر.

6- الطعم القديم أو المخزون

الـ *Actinomycetes* مسئولة عن الطعم العفن أو القذر أو تكسب اللحم رائحة التربة المرشوشة حديثاً بالمياه.

ب- الفساد بسبب الأعفان و الخمائر:

الخمائر عندما تنمو على سطح اللحم وتسبب الريم Sliminess وتحلل الدهن وتنبعث الروائح الكريهة وكذلك يتغير اللون إلى اللون الأبيض أو الكريمى أو الأحمر أو البني وذلك يرجع إلى الصبغات المصحوبة لنمو الخميرة.

أما نمو الفطريات: ربما يسبب:

1- اللزوجة Stickiness لنمو الفطريات وتكوينها لطبقة لزجة على سطح اللحم.

2- النمو الوبري أو الزغبي Whiskers

عندما تكون اللحوم مخزنة على درجة حرارة قريبة من التجمد فيحدث كمية محدودة من النمو الميسليومي محدثة نموا زغبيا وبريا أبيض وتسببه فطريات من أجناس *Thamnidium, Mucor, Rhizopus*

3- البقع السوداء: تسببها فطر *Cladosporium herbarum*

4- البقع البيضاء:

وتسببها فطر *Sporotrichum carnis* وهو النوع الشائع الذي يسبب البقعة البيضاء على الرغم من أن الرطوبة تساعد أي فطر كي يعطي مستعمرات بيضاء مثل *Geotrichum* يمكن أن يسبب البقع البيضاء.

5- البقع الخضراء:

يتسبب عن جراثيم أنواع من البنيسيليوم *Penicillium sp*

6- هدم الدهون:

أغلب الفطريات لها القدرة على إفراز إنزيم الليبيز الذي يسبب تحلل الدهون ويساعد على أكسدته.

7- الروائح والنكهة غير المرغوبة:

الفطريات تعطي رائحة ونكهة غير مرغوبة عند النمو وفي بعض الأحيان يعطي هذا العيب اسماً يدل على اسم الفطر المسبب مثل *Thamnidium taint* والبقع التي تتكون على السطح بواسطة الخمائر والفطريات يمكن إزالتها بدون تلف من على السطح, وسوف يحدد مدى وعمق الفساد الناتج على الوقت التي تترك فيه المواد غير المرغوبة المتكونة لتنفذ وتنتشر خلال اللحم.

واتساع النمو الميكروبي على السطح يحدث نفاذاً أعمق وبالتالي قد يسمح لكثير من البكتريا الاختيارية أن تنمو بالداخل ببطء.

ثانياً: فساد اللحوم تحت الظروف اللاهوائية Anaerobic meat spoilage

عند تخزين اللحوم تحت الظروف اللاهوائية تعمل البكتريا اللاهوائية إجبارا أو اللاهوائية اختيارا على إفساد هذه اللحوم إما بتكوين حموضة فيها أو تكوين رائحة أو طعم غير مقبولين أو تعفينها كالجدول. فنشاط هذه البكتريا في اللحوم يؤدي إلى تكوين أحماض وغازات مختلفة مثل حامض الفورميك والخليك والبروبيونك والبيوترك والسوكسينيك واللاكتيك وغيرها التي تعطي رائحة وطعما وحموضة غير مقبولة للحم. أما عند تحلل البروتين لا هوائيا أي التعفن Putrefaction فتتكون مواد عفنة

مثل كبريتيد الهيدروجين(H_2S) الأمونيا(NH_3) الأندولIndole السكاتولSkatole المركبتان Mercaptans وغيرها من الميكروبات المسببة لهذه الظواهر مذكورة في الجدول(11).

جدول(11) يبين أنواع الفساد في اللحوم تحت الظروف اللاهوائية والبكتريا المسببة له.

نوع الفساد	البكتريا المسببة
حموضة اللحم Souring	*Clostridium, Coliforms*
طعم ورائحة كريهين Off odor&taste	*Clostridium, Coliforms, Proteus*
تعفن Putrefaction	*Clostridium, Coliforms, Proteus*

حموضة اللحم Souring

يطلق على الرائحة المتخمرة وربما على الطعم أيضا ويرجع ذلك إلى تكوين أحماض مثل الفورميك, والبيوتريك, الخليك وأحماض دهنية وعضوية أخرى مثل اللاكتيك والسكسينيك وهذه الحالة تحدث إما بفعل الإنزيمات الموجودة باللحم طبيعياً في وأثناء فترة التعتيق Aging أو بفعل البكتريا اللاهوائية وإنتاجها لمركبات من الأحماض الدهنية, أو لتحلل البروتين بدون تعفن بواسطة أنواع من البكتريا الاختيارية واللاهوائية ويطلق عليها Stinking sour fermentation والحامض والغاز المتكون الذي يصاحب نمو أنواع من الـ *Clostridium* المكونة لحمض البيوتريك ونمو مجموعة القولون Coliform group على الكربوهيدرات.

التعفن Putrefaction

ويمكن تحديده بأنه هدم لا هوائي يتم أساساً للبروتين مع إنتاج مركبات لها رائحة كريهة مثل كبريتيد الهيدروجين والمركبتان والأندول السكاتول والأمونيا والأمينات وتتكون هذه عادة بواسطة أنواع *Clostridium* اللاهوائية وأنواع عديدة من البكتريا تقع تحت أجناس *Proteus, Pseudomonas, Achromobacter* ويطلق اصطلاح تعفن خطأ على أي نوع من أنواع الفساد يكون مصحوباً برائحة قذرة سواء كان لفعل الهدم اللاهوائي للبروتينات أو لتكسير مركبات أخرى حتى لو لم تكن بروتينية وعلى سبيل المثال مركب التراي ميثيل أمين في الأسماك يوصف على أنه عفن.

النتانة Taint

وهو يطلق خطأ أيضا على كثير من الروائح غير المرغوبة فيها أو الطعم غير المستحب بينما يقصد بهذا الاصطلاح في اللحوم التخمر والتعفن في لحم الهام Ham (فخذ الخنزير المملح).

الباب الثاني

الأحياء الدقيقة بالأسماك Fish microbiology

تعتبر لحوم الأسماك السليمة والحديثة الاصطياد خالية من الناحية العلمية من الميكروبات في حين تحوي حراشف وجلد وخياشيم وأحشاء الأسماك على أعداد هائلة من الميكروبات وتختلف هذه الأعداد, خاصة على جلد السمك باختلاف الظروف المحيطة بنمو وتكاثر الأسماك. بعد موت السمك تنتقل هذه الميكروبات من الجلد والأحشاء والخياشيم إلى اللحم فتلوثه, وطريقة انتقال هذه الأحياء درست بواسطة كثير من الباحثين ووجد أن أكبر مصدر لتلوث لحم السمك هي أحشائه, والمواصفات القياسية البكتريولوجية العالمية تنص على أنه يجب أن لا يزيد الأعداد الكلية للبكتريا في لحم السمك على نصف مليون في الجرام الواحد وأعداد بكتريا القولون يجب أن لا تزيد على 200 خلية بكتيرية في الجرام الواحد وبكتريا *E. coli* وبكتريا *Staphylococcus aureus* عن100 في الجرام الواحد.

والبكتريا المتواجدة عادة على الأسماك تابعة للأجناس التالية:

Pseudomonas, Serratia, Microbacterium, Achromobacter, Sarcima, Vibrio, Flavobacterium, Micrococcus , Bacillus, Photobacterium, Aeromonas Clostridium, , Alcaligenes, Escherichia, Corynebacterium, Cytophaga, Lactobacillus, Brevibacterium.

وقد تتلوث الأسماك بأجناس أخرى من البكتريا المراضية كالسالمونيلا والعنقوديات المسبحيات والشيجيلا وغيرها وأكثر هذه الأجناس انتشارا في الأسماك هي جنس *Pseudomonas, Achromobacter* فقد وجد في كثير من الأبحاث أن هذين الجنسين يكونان أكثر من 50٪ من العدد الكلي للبكتريا على الأسماك.

وأسماك المياه العذبة تحتوي على بكتريا أكثر عددا ونوعاً من الأسماك البحرية بسبب ملوحة مياه البحر الذي لا يلائم نمو كثير من الميكروبات وتنتشر عادة على الأسماك البحرية البكتريا المولدة للضوء Photogenic bacteria مثل *Photobacterium Phosphoreum, Photobacterium fisheri* وكذلك جنس *Vibrio* وبعض الأجناس الأخرى التي تتحمل ملوحة مياه البحر.