الفصل الثالث عشر

# ميكروبيولوجيا اللحوم ومنتجاتها

• مصادر تلوث اللحم • أنواع الفساد في اللحوم • حفظ اللحوم • ميكروبيولوجيا لحم الدجاج • ميكروبيولوجيا الأسماك والقشريات

تعد اللحوم من أكثر المواد الغذائية حساسية للفساد الميكروبي كما أنها من أكثر المجاميع الغذائية ارتباطا بحوادث العدوى والتسممات الغذائية، وفي البلدان التي يرتفع فيها معدل استهلاك الفرد من اللحوم، فإنها تأتي في طليعة الأغذية التي ترتبط بالعدوى والتسممات الغذائية، ويعود ذلك للأسباب التالية:

١- فرص تلوث اللحوم خلال مراحل التداول المختلفة كبيرة، مقارنة بغيرها من الأغذية.

٢- يصاب الحيوان (مصدر اللحم) بعدة أمراض، الكثير منها يدخل ضمن الأمراض المنقولة بين الإنسان والحيوان.

٣- احتواء اللحم على كميات كافية من العناصر الغذائية (الجدول رقم ٢٥).

٤- يفي اللحم بالمتطلبات البيئية لمعظم الميكروبات.

٥- يشكل اللحم عنصرا هاما من عناصر الغذاء، ولاسيما في المملكة.

**الجدول رقم (٢٥). يبين النسب المئوية لمكونات اللحم في بعض الحيوانات.***

| الحيوان | الماء | البروتين | الدهن | كربوهيدرات | المعادن |
|---|---|---|---|---|---|
| أبقار | ٧٠-٥٥ | ١٨,٥-١٦ | ٣٠-١١ | ٥-١ | ٧٠-٢ |
| أغنام | ٦٥-٥٠ | ١٨,٥-١٣ | ٣٥-١٥ | | |
| دواجن | ٧٠-٥٥ | ٢٤-٢٠ | ١٥-٧ | | |
| عجول | ٧٠-٦٨ | ١٩,٥-١٩ | ١٢-٥ | | |

* نقلاً عن عدة مصادر.

وكما نعلم، فإن مستلزمات النمو للميكروبات بصفة عامة هي:

١- مصدر للكربون والطاقة.

٢- مصدر للنتروجين.

٣- عوامل نمو مثل الفيتامينات وبعض المعادن.

٤- الماء.

ويمكن القول إن اللحم يفي بمعظم هذه المتطلبات لمعظم الميكروبات بالرغم من أن اللحم يعتبر فقيرا في المواد الكربوهيدراتية وعليه فإن الميكروبات التي تنمو على اللحم بغزارة يكون لها القدرة على الاستفادة من المصادر غير الكربوهيدراتية للحصول على الطاقة والكربون. وبالنسبة للعوامل الأخرى التي تؤثر في نمو الميكروبات غير العناصر الغذائية، ففيما يلي استعراض لها وهي:

### ١- حموضة الوسط أو تركيز أيون الهيدروجين (pH)

معظم الميكروبات تفضل الوسط القريب من التعادل لاسيما البكتيريا، أما الخمائر والأعفان فإنها في الغالب تتحمل حموضة عالية ولكنها تفضل الوسط

الحامضي القريب من التعادل أيضا. ومن هذه الناحية يعتبر اللحم وسطا جيدا للنمو الميكروبي حيث تتراوح حموضة درجة الـ pH ما بين ٦,٨-٧,٢.

**٢- الرطوبة Moisture**

كما أسلفنا فإن اللحم الطازج يحتوي على كمية كافية من الماء لنمو الميكروبات وعلى صورة ميسرة. وعند التعبير عن ذلك بالنشاط المائي $a_w$ فإنه يكون قريبا من ٠,٩٩ باللحم الطازج. وهذه الظروف تعتبر مثالية لمعظم البكتيريا ذات الأهمية الغذائية مثل بكتيريا كلوستريديرم *Clostridium* وبكتيريا حمض اللبن Lactic acid bacteria.

**٣- جهد الأكسدة والاختزال Oxidation Reduction Potential (Eh)**

تقسم الميكروبات بالنسبة لحاجتها للأكسجين إلى:

أ) ميكروبات هوائية: مثل بعض البكتيريا والأعفان.

ب) ميكروبات لا هوائية اختيارية Facultative anerobe.

جـ) ميكروبات لا هوائية حتمية Obligate anaerobe.

د ) ميكروبات هوائية طفيفة Microaerophilic.

تجدر الإشارة إلى أن جميع الميكروبات السابقة يمكن أن تعيش على اللحم. فالميكروبات الهوائية تعيش على السطح لتوافر الأكسجين بكثرة. أما اللاهوائية فإنها يمكن أن تعيش داخل الأنسجة حيث يكون تركيز الأكسجين منخفضا جدا أو بعبارة أخرى جهد أكسدة واختزال Oxidation Reduction Potential (Eh) منخفض جدا (-Eh) نظرا لوجود مواد مختزلة (مثل الـ SH) تجعل من داخل الأنسجة وسطا مختزلا دائما. أما الاختيارية فإنه يمكنها العيش سواء على سطح اللحم أو داخل الأنسجة. أما

اللاهوائية الطفيفة مثل بكتيريا اللبن فيمكنها العيش على السطح عندما يكون اللحم مخزونا تحت ظروف يقل فيها الأكسجين كما هو الحال في العبوات المفرغة.

ويعرض الجدول رقم (٢٦) قائمة بمظاهر الفساد وأسماء الميكروبات المسؤولة عنها في بعض منتجات اللحوم:

**الجدول رقم (٢٦). مظاهر الفساد والميكروبات المسؤولة عنها في اللحوم.**

| المنتج | مظهر الفساد | اسم الميكروب |
|---|---|---|
| اللحوم المبردة (صفر إلى -٥°م). | ١. تغير في الرائحة واللون مع وجود لزوجة. | *Pseudomonas, Aeromonos, Alcaligenes, Acinetobacter, Microbacterium, Moraxella, Proteus, Flavobacferium, Saccharomyces.* |
| | ٢. تزنخ كيتوني. | *Penicillium.* |
| | ٣. تحلل الدهون. | *Pseudomonas*, Yeasts. |
| | ٤. عفن على اللحم. | *Penicillium.* |
| | ٥. نقط بيضاء وسوداء. | *Thamnidium, Cladosporium, Sporotrichum.* |
| اللحوم على حرارة (١٥ إلى ٤٠°م). | ١. تغير لون العظم. | *Clostridium.* |
| | ٢. غازات. | *Cl. perfringens.* |
| | ٣. رائحة كريهة. | *Cl. bifermontans, Cl. histolyticum, Cl. sporogenes.* |
| معبأ تحت تفريغ | حموضة وزناخة | *Lactobacillus, Microbacterium, Enterobacter, Hafnia.* |
| لحوم معالجة (مملحة) | تزنخ وحموضة وتغير في اللون. | *Micrococcus*, Molds, *Lactobacillus, Alcaligenes, Cl. sporogenes, Vibrio, Corynebacterium.* |

## التغيرات الكيميائية التي تحدثها الميكروبات في اللحم

### ١- تحلل الدهون

تفرز بعض الميكروبات (ولا سيما بعض الفطريات) إنزيم الليبيز (الإنزيم الذي يحلل الدهون) والذي يحلل الجلسريدات Glycerides والفسفوليبيدات Phospholipids إلى الجلسرول والأحماض الدهنية. وبعض الأعفان مثل الـ *Penicillium* والـ *Aspergillus* تنتج ما يسمى بـ "كيتونات المثيل Methyl Ketones".

### ٢- تحلل البروتينات

تحت الظروف الهوائية يتحلل البروتين إلى ببتيدات فأحماض أمينية، ويعرف هذا التحلل بالـ Proteolysis.

أما تحت الظروف اللاهوائية فإنه يمكن أن يصل تحلل البروتينات في نهاية المطاف إلى مركبات كبريتية وأمينات وأمونيا ويوريا ومواد نيتروجينية عديدة، ويقال عن اللحم أنه متفسخ Putrifactive.

### ٣- تحلل الكربوهيدرات

ونسبتها في اللحم منخفضة جدا لا تتجاوز ١٪ معظمها جلايكوجين وقليل من الجلوكوز. ولذا فإنها لا تشكل أهمية كبيرة.

## مصادر تلوث اللحم

يتلوث اللحم بالميكروبات من عدة مصادر مثل: الهواء، والماء، والعمال، وأجهزة الذبح، والمنصات بالإضافة إلى ما قد يأتي من الغدد الليمفاوية، والشعر، والجلد، والظلوف، والقرون، والأحشاء الداخلية، وفضلات الحيوان التي قد تجد طريقها إلى الجلد والشعر. وتزداد فرص تلوث اللحم كلما كثرت المعاملات التي تجرى

على اللحم؛ ولذا نجد أن اللحم المفروم يحتوي عادة على أعداد هائلة من البكتيريا مقارنة بما يوجد على القطعيات الكبيرة.

**الجلد والشعر**

يمكن أن يحتوي على مئات الملايين من البكتيريا الهوائية/سم$^2$. لذا فإن غسل الحيوان قبل ذبحه يقلل من الحمل الميكروبي. فقد وجد أن استخدام ماء يحتوي على ٠,١٥٪ كلور يقضي على حوالي ٩٥٪ من الميكروبات.

**الأحشاء**

يتناول الحيوان العديد من الميكروبات مع الماء والغذاء والهواء وغير ذلك معظمها يقضى عليها بالإنزيمات الهاضمة في اللعاب، والقناة الهضمية، وكذلك حموضة المعدة، وأملاح الصفراء، والظروف اللاهوائية، وحرارة الجسم. ومع ذلك تبقى أعداد هائلة على هيئة ميكروفلورا طبيعية بتشكيلة معينة.

**تلوث الأنسجة Tissue Contamination**

يمنع جلد الحيوان وجهاز المناعة الميكروبات من التوغل داخل الأنسجة. ولكن قد تحدث عدوى Infection عن طريق خدش بالجلد أو عندما يكون الجهاز المناعي Immune system غير كاف لوقف غزو البكتيريا أو عندما يكون مفعوله بطيئا.

وقد وجد أنه بعد الذبح بساعتين تحتوي ٤٠٪ من الغدد الليمفاوية على ميكروبات. وهذه الغدد عادة ما تعمل على ترشيح البكتيريا ثم ابتلاعها بواسطة الخلايا المسماة بالـ Macrophage. وعند وجود البكتيريا بأعداد كبيرة فإنها تتكاثر وتسبب التهابا ومن ثم انتفاخ الغدد الليمفاوية. ومعظم هذه البكتيريا تنتمي للأجناس التالية: *Clostridium* و *Micrococcus* و *Alcaligenes* و *Enterobacter* و *Proteus* و *Pseudomonas* و *Escherichia* و *Corynebacterium* و *Streptococcus* و *Serratia*.

## أنواع الفساد في اللحم

يمكن تصنيف الفساد في اللحم إلى صنفين:

**أولا: الفساد تحت ظروف هوائية**

**١- تغير الرائحة والطعم Off odor & taste.**

غالبا ما يحصل هذا التغير في البداية قبل مشاهدة آثار الفساد الأخرى وتحدث بسبب نمو البكتيريا الهوائية على سطح اللحم، ويحدث هذا بفعل الأثر الذي تحدثه الميكروبات في بروتين اللحم حيث تهاجم الأحماض الأمينية؛ مما يؤدي إلى إنتاج مواد تسهم في ظهور الرائحة الكريهة ومن ذلك الأمينات، والأمونيا، وكبريتيد الهيدروجين، والمركبتانات من الأحماض الأمينية الكبريتية (السستئين والميثايونين) والأحماض الطيارة Butyric, Acetic, Formic التي تنتجها العديد من الميكروبات. وتسبب الـ *Actinomycetes* ظهور الرائحة الترابية.

**٢- تغير اللون Off color.**

تعتبر صبغة الهيموجلين والميوجلوبين الصبغتان المسئولتان عن لون الدم ولون العضل (اللحم) في الحيوان. يظهر اللحم الطازج (اللحوم الحمراء) باللون اللحمي الزاهي. هذا اللون يمكن أن يتغير إلى اللون اللحمي المخضر أو البني أو الرمادي، ويعود السبب إلى نمو بعض البكتيريا التي تنتج مواداً مؤكسدة من البروكسيدات Peroxides وكبريتيد الهيدروجين $H_2S$ ومن الميكروبات المسؤولة عن تغير لون اللحم: لاكتوباسلس المختلطة التخمر Heterolactobacillus ، وليوكونوستك *Leuconostoc* ، وكلوستريديوم بيرفرنجنس *Cl. perfringens*.

عند تخزين اللحم تحت درجة حرارة ١-٢°م وتركيز أكسجين منخفض يتغير لونه إلى اللون المخضر نتيجة تحول صبغة اللحم (الميوجلوبين) إلى الميوجلوبين الكبريتي

Sulfmyoglobin في وجود $H_2S$ الذي ينتج بواسطة بعض البكتيريا المحللة للبروتين مثل : *Ps. memphetica*.

### ٣ – طبقة لزجة على السطح

تتكون الطبقة اللزجة بفعل الأجناس البكتيرية المنتجة للمواد الكبسولية ولاسيما عند درجات حرارة منخفضة ورطوبة عالية، ومن هذه الأجناس الكاليجينس *Alcaligenes* وأكروموباكتر *Achromobacter* وباسلس *Bacillus* وسيدوموناس *Pseudomonas* وأسينيتوباكتر *Acenetobacter* وليوكونوستك *Leuconostoc* ولاكتوباسلس *Lactobacillus* وميكروكوكس *Micrococcus* وستربتوكوكس *Streptococcus*. بعض الأعفان والخمائر أيضاً يمكن أن تتسبب في تكون اللزوجة على سطح اللحم، وبالنسبة للبكتيريا يلزم أن تصل أعدادها لـ ١٠ ^ ٨ /سم^٢ لكي نحس باللزوجة على السطح.

تحدد درجة الحرارة والرطوبة والعوامل الداخلية للحم Intrinsic factors الميكروب المسؤول عن اللزوجة. فالحرارة المنخفضة والرطوبة العالية تجعل *Achromobacter, Pseudomonas* سائدة، وتحت ظروف الرطوبة المنخفضة كما هو الحال في بعض أنواع السجق مثل سجق فرانكفورت Frankfurter، تسود الـ *Micrococcus* وبعض الخمائر. وتحت ظروف الحرارة المرتفعة نسبيا، تتنافس الـ *Micrococcus* وبعض البكتيريا الوسطية مثل بعض أنواع *Pseudomonas*.

### ٤ – نمو العفن

تنمو بعض الأعفان على اللحم في ظل ظروف نمو غير مواتية لنمو البكتيريا، كانخفاض النشاط المائي إلى الحد الذي لا يسمح بنمو البكتيريا.

ومن الأعفان التي يمكنها النمو على اللحم *Thamnidium* وخاصة *T. elegans*

و*Rhizopus* و *Penicillium* وعادة ما يصاحب نمو الأعفان تغير في اللون وتغير طفيف في الرائحة وخاصة تلك الأعفان العالية في إنتاجها لإنزيم الليبيز مثل الـ *Penicillium*.

**٥- تحلل الدهون**

كنتيجة لوجود إنزيم الليبيز تتحرر الأحماض الدهنية متسببة في تغير النكهة. كما وجد أن بعض البكتيريا بما تفرزه من إنزيمات لها تأثير مساعد في حدوث التزنخ بفعل الأكسدة Oxidative rancidity ومن البكتيريا التي تفرز هذا الإنزيم *Pseudomonas, Achromobacter* والخمائر مثل *Candida lipolytica*. بعض الأعفان مثل جنسي الأسبرجيلس والبنيسيلليوم تنتج ما يعرف بكيتونات المثيل Methyl ketones من الدهون.

**٦- تغير في لون السطح**

يحدث ذلك نتيجة إنتاج صبغات Pigments فمثلاً عندما تنمو *Serratia marcescens* تتسبب في تغير لون السطح إلى اللون الأحمر الدموي. ويتسبب نمو *Ps. syncyanae* في ظهور اللون الأزرق، ونمو بعض أنواع الـ *Flavobacterium* والـ *Micrococcus* في ظهور اللون الأصفر.

**ثانيا: الفساد تحت ظروف لا هوائية**

**التفسخ Putrifaction**

وهو نتيجة تحلل البروتين تحت الظروف اللاهوائية مع إنتاج مركبات ذات رائحة كريهة جداً Foul smelling compounds كنتيجة لفعل الميكروبات على الأحماض الأمينية ولاسيما المحتوية منها على الكبريت ويعرف هذا الفساد بالتفسخ Putrifaction. ومن المركبات المسؤولة عن هذا النوع من الفساد كبريتيد الهيدروجين $H_2S$،

والمركبتانات، والإندول، وسكيتول، والأمونيا، والأمينات. وغالباً ما يكون ذلك نتيجة نمو الكلوستريديوم *Clostridium* وبعض الميكروبات الاختيارية والتي يدل اسمها على ذلك مثل *Ps. putrifaciens* كذلك بعض أنواع الـ *Proteus*. هناك تفسخ يحدث في الأنسجة الداخلية المجاورة للعظم يعرف بتفسخ العظم Bone Taint تسببه بعض الأجناس البكتيرية مثل جنس كلوستريديوم *Clostridium*.

## حفظ اللحوم

تتحدد المدة التي سيبقاها اللحم صالحاً للاستهلاك الآدمي بنوع الميكروبات وكميتها والطرق المتبعة لحفظ اللحم، وتحدد أيضاً مظاهر الفساد المحتملة. وما لم تتخذ تدابير وقائية لحفظ اللحم، فإن اللحم يمكن أن يفسد في غضون ساعات.

فيما يلي عرض سريع لبعض الطرق المستعملة في حفظ اللحم:

### استخدام الحرارة

تختلف المعاملة الحرارية التي تعطى للحوم حسب النوع وحسب نوع المواد المضافة (ملح طعام، نترات، نتريتات، بهارات)، ولكن عموماً فإن اللحم كما نعلم من المواد قليلة الحموضة ولهذا فغالباً ما يتم تعقيمه عند التعليب، فمثلاً يتم تعقيم اللحم المعلب في عبوات ذات نصف كيلوجرام على درجة ١٢١°م ولمدة ٤٥-٦٠ دقيقة.

### استخدام الحرارة المنخفضة

يتم حفظ معظم اللحم باستخدام الحرارة المنخفضة. ويقصد به تخزين اللحوم عند درجة حرارة فوق الصفر ولكن دون ٨°م وهذا يمنع نمو الميكروبات الوسطية الاحتياج للحرارة، ويستخدم لذلك إما تبريد ميكانيكي كما هو الحال في الثلاجات

المنزلية أو باستخدام كسر ثلج، وتعتبر هذه الطريقة مناسبة لحفظ الأسماك والدواجن أو القطعياتMeat cuts الصغيرة، أما بالنسبة للذبائح الكاملة فيمكن تبريدها في غرف تبريد خاصة (الشكل رقم ٥٨).

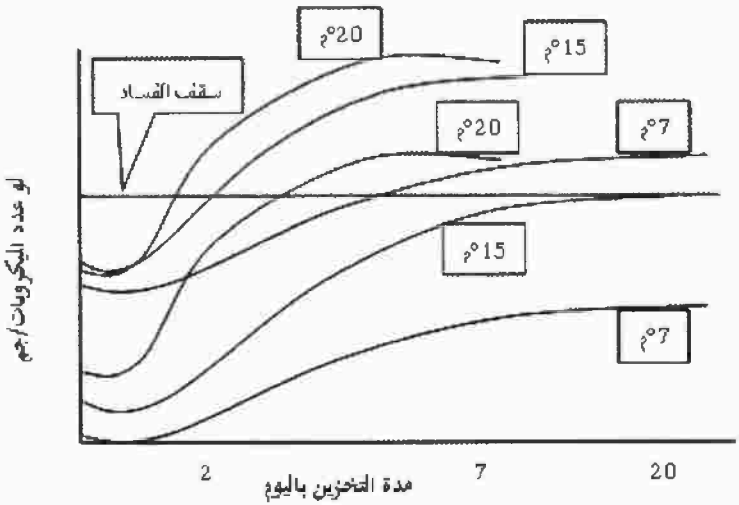
**الشكل رقم (٥٨). لحوم مبردة.**

وغالباً ما يستخدم (-١)إلى ٢°م، وتحت هذه الظروف يمكن حفظ لحوم الأبقار لمدة تقرب من شهر حسب جودة اللحم — وبالنسبة للحملان والشياه فمن أسبوع إلى أسبوعين والتخزين عند صفر مئوي يجعل اللحم صالحاً للاستهلاك عدة أسابيع بينما التخزين عند ٥-٧°م يقصر المدة إلى أيام وعند ٢٥°م إلى ساعات ويمكن إطالة حفظ

اللحوم المبردة باستخدام $CO_2$ أو الأوزون. وهكذا فإن المدة التي يبقاها اللحم المبرد صالحاً للاستهلاك تعتمد اعتماداً كبيراً على درجة الحرارة وعلى طريقة التعبئة.

**العلاقة بين الحرارة وعدد الميكروبات ومدة الصلاحية**

تؤثر درجة الحرارة في معدل النمو تأثيرا قويا ؛ إذ يقل معدل نمو الميكروب عندما تقل درجة الحرارة عن تلك المثلى للنمو.كما أن مستوى التلوث يؤثر كثيرا في قابلية المادة الغذائية للحفظ (الشكل رقم ٥٩).




**الشكل رقم (٥٩). منحنى يوضح تأثير الحرارة ومستوى التلوث في فترة الصلاحية.**

ويمكن ترجمة هذا عملياً من واقع المثال الآتي :

يحتوي لحم الهامبورجر غالباً على مليون خلية/جم أو أكثر، والعدد الذي يلزم لحدوث الفساد (تغير الرائحة أو ظهور اللزوجة) هو ٢×١٠^٨/جم. يمكن الوصول إلى هذا

الرقم ابتداء من مليون/جم بعد حوالي ٢٨ ساعة تحت درجة حرارة ١٥,٥°م، أما في الثلاجة (-١ إلى ٣°م) فإن الأمر يحتاج إلى ٩٦ ساعة. أما إذا كان العدد البدائي ١٠٢ ميكروب/جم فإن الأمر يحتاج إلى ثلاثة أيام عند ١٥,٥°م وفي ظروف الثلاجة إلى حوالي شهر.

**التجميد**

وتستخدم كوسيلة لحفظ اللحم في حالة شحنه لأماكن بعيدة أو في حالة تخزين اللحم لمدة طويلة. تخفض درجة الحرارة إلى حوالي -٢٠°م ويراعى أن يتم ذلك بسرعة أي في غضون ٣-٥ ساعات ويتم حفظ اللحم المجمد تحت درجة حرارة لاتزيد على -١٨°م وهي تقارب درجة حرارة المجمد المنزلي. بهذه الطريقة يمكن الاحتفاظ باللحم صالحاً للاستهلاك مدة تصل إلى سنين لا سيما إذا كان قليل الدسم. على أن اللحم يبدأ في فقدان جزء من جودته بعد عدة شهور، لذا فمن المستحسن ألاّ تزيد مدة التخزين للحم المجمد عن سنة.

وجدير بالذكر أن التجميد يقتل حوالي ٥٠٪ من البكتيريا الأصلية، ويزداد القتل كلما طالت مدة الحفظ. والبكتيريا التي تنمو تحت درجة حرارة منخفضة هي أنواع تنتمي للمحبات للبرودة والمتحملة لها Psychrophilic and Psychrotrophic ولها قابلية للنمو أثناء التجميد البطيء.

ومن الملاحظ أن السالمونيلا يمكن أن تنمو أثناء التجميد وتبقى حية فترة طويلة تحت ظرف التجميد قد تطول إلى أشهر. ولتمييع اللحم المجمد يستحسن أن يتم ذلك بوضع اللحم المجمد في الجزء السفلي من الثلاجة للإقلال من الفاقد من عصارة اللحم Meat juice وللتقليل من فرصة نمو الميكروبات أثناء التمييع.

**التجفيف**

وهي طريقة قديمة لحفظ اللحوم من الفساد ولا تزال تستعمل في كثير من البلدان، وقد يكون التجفيف بدائياً كما هو الحال في اللحم القديد الذي لايزال ينتج

في بعض البلدان الإسلامية في موسم الأضاحي. يسمى هذا اللحم في بعض مناطق المملكة بـ "القفر" أو "الوشيق" وقد يتم التجفيف بأحدث الأساليب كما هو الحال في السجق المجفف. وقد يصحب التجفيف تمليح أو تدخين.

**استخدام المواد الحافظة**

**١- ملح الطعام**

يستخدم أساساً كمادة حافظة وقد يستخدم لغرض النكهة. ويتم التمليح بواسطة الفرك Rubbing أو بواسطة الغمس في محلول ملحي يحتوي على حوالي ١٥٪ من ملح الطعام. وقد يحقن المحلول الملحي بداخل قطع اللحم.

**٢- نترات الصوديوم**

تستخدم عادة بتراكيز تتراوح مابين ٤٠-١٥٠ جزءاً بالمليون لتساعد على تثبيت اللون المرغوب في اللحم – كما أنها بعد تحويلها إلى $NO_2$ تكون فعالة ضد جراثيم *Clostridium*. وهناك توجه في الوقت الحالي نحو استخدام تراكيز متدنية لتلافي تكون مركبات النيتروزامينات Nitrosamins المسرطنة.

**٣- التدخين**

وله وظيفتان رئيستان:

١- إكساب النكهة.

٢- الحفظ نتيجة وجود بعض المواد الكيماوية في الدخان والتي لها تأثير إبادي أو تثبيطي ضد الميكروبات. ويعمل التدخين على رفع درجة حرارة اللحم وهذا بدوره يقلل من الميكروبات الموجودة على اللحم أصلا. كما يؤدي التدخين إلى خفض النشاط المائي مما يقلل من فرص نمو الكثير من الميكروبات.

### ٤- المضادات الحيوية

وتستخدم على نطاق ضيق جداً حيث تحرم معظم دول العالم استعمالها باستثناء القليل منها. وفي أمريكا كان يسمح فقط باستخدام Chlorotetracycline وبعض مشتقاته لحفظ لحم الدجاج النيء المبرد بحيث لا يزيد المتبقي عن سبعة أجزاء بالمليون إلا أن هذا أوقف منذ عام ١٩٦٧م. ويتم إعطاء المضاد الحيوي بإحدى الطرق الآتية:

ا) عن طريق تغذية الحيوان لمدة قصيرة قبل الذبح.

ب) عن طريق غمس الذبيحة في محلول يحتوي على المضاد الحيوي.

ج) عن طريق حقن الحيوان بالمضاد الحيوي مباشرة قبيل الذبح.

أما الأسباب التي تمنع من استخدام المضادات الحيوية على نطاق واسع فهي:

ا) الحساسية.

ب) ظهور سلالات مقاومة Super strains من الميكروبات التي لا تستجيب لبعض المضادات الحيوية وهذايكفي سببا لمنع استعمالها.

ج) تغيير التشكيلة الميكروبية داخل جسم الإنسان.

د) مدعاة إلى التهاون في النظافة.

أما إيجابياتها فهي:

١- لها مدى إبادة ميكروبي واسع Wide spectrum.

٢- يقضى عليها بالطبخ.

٣- لا تترك أثرا على الخواص الحسية للحم.

٤- يمكن استخدامها بفعالية بتراكيز متدنية.

## ميكروبيولوجيا لحم الدجاج

تطور إنتاج الدجاج اللاحم في المملكة تطوراً هائلاً في السنوات العشر الأخيرة بفضل التشجيع السخي والمستمر من الحكومة، ويبلغ ما تنتجه المملكة أكثر من ٤٦٧ ألف طن سنوياً مقارنة بـ١٦٢ و ٥٧ ألف طن من اللحوم الحمراء والأسماك على التوالي. وصاحب ذلك زيادة في معدل استهلاك الفرد من الدجاج حيث بلغ حوالي ثلاثين كيلوجراماً في العام.

تجدر الإشارة إلى أن ما ينتج محلياً يذبح ويجهز في مسالخ آلية حديثة ومن ثم يتم تسويقه مبرداً وهذا يشكل نسبة كبيرة من الإنتاج، وهناك جزء من الإنتاج يذبح ويجهز ويباع مجمدا وهناك جزء يتم تسويقه على نطاق ضيق على شكل دجاج حي، يذبح ويجهز أمام المشتري.

أما فيما يتعلق بعملية تجهيز الدجاج فإنها تطورت من عملية تقليدية تتم في البيوت قبل الطبخ إلى عمليات تجارية يتم فيها ذبح الطير وإعداده بشكل جاهز للطبخ Ready to cook broiler. هذا التغيير المصحوب بتغيير نمط الاستهلاك للدجاج صاحبه مشاكل تتعلق بفترة الصلاحية وعلاقة الدجاج ببعض أنواع التسمم الغذائي.

وباستعراض العوامل المؤثرة في نمو الميكروبات من عناصر غذائية ورطوبة وأس هيدروجيني، يمكن القول إن لحم الدجاج يمكن أن يوفر بيئة ممتازة لنمو العديد من الميكروبات، ولا سيما البكتيريا التي يمكن أن تستفيد من البروتين كمصدر للكربون والطاقة، شأنه في ذلك شأن بقية أنواع اللحوم ولهذا فإن الميكروبات التي تجد طريقها للحم يمكن أن تتسبب في إفساد لحم الدجاج إذا ما توفرت الظروف المناسبة للنمو.

يمر الدجاج قبل تجهيزه بعدة مراحل تؤثر إلى حد كبير في المحتوى الميكروبي للدجاج الجاهز للطبخ، ومن ثم تؤثر في جودة لحم الدجاج وسلامة. هذه المراحل

تشمل الذبح والسمط Scalding ومن ثم نتف الريش وإزالة الرجلين والغدة الزيتية وإزالة الأحشاء، فالغسيل النهائي وتغليف وتعبئة الكبد والقوانص والتبريد فالتعبئة.

## التلوث الميكروبي للحم الدجاج

في دراسة أجريت على الدجاج (آيريس، ١٩٨٠م) وجد أن جلد الدجاج الحي يؤوي البكتيريا بأعداد تقرب من ١٥٠٠/سم$^{٢}$ بينما في المنتج النهائي كان العدد البكتيري يزيد على ٢٥٠٠/سم$^{٢}$. والبكتيريا الموجودة على جلد الدجاج الحي تمثل الفلورا الطبيعية وبعض الملوثات من البيئة الخارجية سواء من التربة أو من الأعلاف أو الهواء ..الخ. بينما الزيادة تمثل عادة ملوثات يتعرض لها اللحم أثناء التجهيز من مصادر عدة هي الأرجل والريش والمواد البرازية والأحشاء والهواء وماء السلق والغسيل والتبريد ومعدات السلخ والعمالة.

## ميكروبات الفساد في الدجاج المبرد

في إحدى الدراسات التي أجراها بعض الباحثين على الدجاج المبرد وجد أن البكتيريا المنتمية للجنس سيدوموناس *Pseudomonas* تشكل أكثر من ثلث البكتيريا الموجودة على لحم الدجاج يليها أسينيتوباكتر *Acenitobacter* ثم الفلافوباكتريوم *Flavobacterium* ثم كورينباكتريوم *Corynebacterium* ثم أفراد عائلة الإنتروباكترياسي Enterobacteriacae والخمائر بدرجة أقل.

وفي لحم الدجاج المعامل بالمضادات الحيوية كالأوكسي ترايسايكلين والكورو تراسيكلين وجد أن الخمائر هي السائدة حيث يحصل تثبيط للبكتيريا بواسطة المضادات الحيوية تاركة المجال أمام الخمائر ولا سيما من الجنسين رودوتوريولا *Rhodotorula* وتوريولوبسيس *Torulopsis*.

أما الدجاج المبرد المعبأ تحت تفريغ فقد وجد أن أفراد مجموعة الإنتروباكتر *Enterobacter* تسود على حساب السيدوموناس لأن الأولى اختيارية بينما الثانية هوائية لا تنمو تحت هذه الظروف.

## مظاهر الفساد الميكروبي في الدجاج المبرد

يحدث الفساد للحم الدجاج أساساً بسبب التغيرات التي تحدثها الميكروبات على الجلد أساساً وكذا بطانة التجويف البطني أو أسطح القطع Cut surfaces. وتنتقل منتجات التحلل إلى داخل اللحم ببطء. يعود السبب إلى أن الجلد معرض للتلوث من مختلف مصادره أثناء تجهيز اللحم، بل إن أحد الباحثين وجد أن البكتيريا تنمو على الجلد بصورة أفضل من اللحم. أما الأجزاء الداخلية من اللحم فإنها تكون معقمة تقريبا Almost sterile.

تظهر علامات الفساد على لحم الدجاج عادة إذا وصل العد البكتيري $١٠^{٦}$-$١٠^{٧}$/سم$^{٢}$ حيث يبدأ الإحساس بالتغير في الرائحة وبعد أن يصل الحد البكتيري $١٠^{٨}$/سم$^{٢}$ تبدأ اللزوجة Slimeness بالظهور على السطح.

في الدجاج الكامل غير مزال الأحشاء Uneviscerated يبدأ الفساد بالاخضرار(الشكل رقم ٦٠) ولا سيما حول فتحة الشرج Vent بواسطة البكتيريا المعوية Enteric التي تنتج كبريتيد الهيدروجين $H_2S$ الذي يتفاعل مع صبغة اللحم مكوناً ما يعرف بالميوجلوبين الكبريتي Sulfmyoglobin.

**الشكل رقم (٦٠). عينة دجاج وقد ظهرت عليها أعراض الفساد.**

**فترة صلاحية الدجاج المبرد والعوامل التي تؤثر فيها**

يمكن القول بصفة عامة إن الدجاج المبرد يبقى صالحاً للاستهلاك الآدمي مدة تتراوح ما بين أسبوع إلى أسبوعين، ويعتمد ذلك على الحمل الميكروبي عند بداية التخزين أو ما يعرف بالعدد البكتيري الأولي Initial bacterial count كما يعتمد على درجة حرارة التبريد وعوامل أخرى كنوع التعبئة ووجود المثبطات الميكروبية كالمضادات الحيوية.

وفيما يلي استعراض للعوامل التي وجد أنها تؤثر كثيراً في فترة الصلاحية للحم المبرد:

**درجة الحرارة**

كما أسلفنا فإن درجة الحرارة من أهم العوامل التي تؤثر في نمو الميكروبات في الأغذية بما فيها لحم الدجاج ومن ثم فإن درجة الحرارة من أهم العوامل التي تحدد فترة الصلاحية. علاوة على ذلك فإن درجة الحرارة تلعب دوراً مهماً في تحديد النوعية

الميكروبية، فالدرجات المستخدمة عادة لتبريد الدجاج تجعل الفرصة سانحة فقط لنمو متحملات البرودة Psychrotrophs وهذا هو السبب في أن الميكروبات السائدة على لحم الدجاج المبرد تنتمي لهذه المجموعة.

يمكن القول عموماً إنه كلما انخفضت درجة الحرارة أدى ذلك إلى الحد من نمو ميكروبات الفساد. وكما أسلفنا فإن لحم الدجاج في نهاية المطاف يبرد إلى درجة حرارة داخلية تقرب من ٤°م. ففي دراسة قام بها آيرس وآخرون (١٩٦٠م) وجد أن لحم الدجاج المبرد عند ١٠°م يفسد في غضون يومين أو ثلاثة أما عند التخزين عند ٥°م فإنه يفسد في غضون ستة أيام أو سبعة ، أما عند الصفر المئوي فإن الفترة التي تسبق ظهور الأعراض كانت حوالي الأسبوعين. وفي دراسة مماثلة قام بها بعض الباحثين وجد أن أعراض الفساد تبدأ في الظهور على لحم الدجاج بعد ثلاثه أيام من التخزين عند ١٠°م، أما عند تخزينه عند ٤°م فقد كان متوسط المدة التي بقي اللحم خلالها بدون فساد ٥,٦ يوماً. وفي دراسة أجراها المؤلف وآخرون (١٩٩٤م) على الدجاج المجهز تجاريا في أكياس البولي إثيلين، والمخزن عند ٤ و ٧ و١٠°م، كان هناك فرق واضح في فترة الصلاحية وكان الفرق واضحا عند التخزين عند ٤°م (الجدول رقم ٢٧). ويعود السبب إلى أن البكتيريا الوسطية ،يتوقف نموها عند ٤°م، لتصبح عديمة الفعالية (الجدول رقم ٢٨).

**الجدول رقم (٢٧). فترة صلاحية الدجاج المعبأ في أكياس البولي إثيلين عند درجات حرارة مختلفة.**

| درجة الحرارة °م | فترة الصلاحية (يوم) | المدى (يوم) |
|---|---|---|
| ٤ | ٩,٦ | ١٣-٦ |
| ٧ | ٦ | ٧-٤ |
| ١٠ | ٤,٤ | ٥-٤ |

الجدول رقم (٢٨). متوسط الأعداد الميكروبية (لوالعدد/سم٢) في الدجاج المجهز تجاريا.

| المجموعة الميكروبية | لوالعدد |
|---|---|
| البكتيريا الهوائية | ٤.٧ |
| متحملات البرودة | ٤.١ |
| مجموعة القولون الكلية | ٢.٢ |
| المكورات العنقودية | ٢.٨ |
| الأعفان والخمائر | ٣ |

### عدد الميكروبات في البداية Initial count

نظراً لأن مظاهر الفساد ترتبط بالحمل الميكروبي، فإن زيادة عدد الميكروبات عند بداية التخزين يعمل على تقليل الفترة الزمنية اللازمة للوصول إلى المستوى الذي تظهر معه أعراض الفساد. والعكس صحيح، فكلما كان عدد الميكروبات في البداية قليلاً لزم وقتاً طويلاً للوصول إلى العدد الذي يكفي لإظهار أعراض الفساد ومن ثم زيادة فترة صلاحية الدجاج، ففي دراسة قام بها آيرس (١٩٨٠م) على تأثير العد الأولي (عدد البكتيريا في المنتج النهائي عند بداية فترة التخزين) وجد أنه لما كان العد الأولي حوالي $١٠^{٣}$/سم$^{٢}$ يلزم حوالي ١٤ يوماً لظهور أعراض الفساد عند التخزين عند درجة ٤°م وعندما كان العد الأولي حوالي $١٠^{٤}$ لزم حوالي ستة أيام. أما عندما كان العد الأولي حوالي ثلاثة ملايين فإن المدة اللازمة لظهور أعراض الفساد كانت أقل من يومين. ويتأثر عدد الميكروبات الأولي بعوامل عديدة وهي مجمل عمليات التداول التي يمر بها اللحم ابتداءً من المزرعة إلى إعداده بحالة جاهزة للطبخ ومن ثم التسويق. وهذه العوامل تشمل الحظائر التي يربى فيها الحيوان ومعدات الذبح والتجهيز، والماء المستخدم للسلق والغسيل والتبريد في حالة الطيور، والهواء والعمالة

وطريقة التجهيز ومن هنا تتضح أهمية تطبيق الاشتراطات الصحية أثناء تجهيز اللحم للحصول على لحم يبقى أطول فترة ممكنة.

**استخدام الكلور لإطالة فترة صلاحية لحم الدجاج**

جورسلين وآخرون (١٩٥١م) وجدوا أن تلوث الدجاج أثناء التجهيز يمكن الحد منه باستخدام الماء المكلور Chlorinated water بتركيز ٢٠ جزءاً بالمليون من الكلور المتبقي المتيسر وذكروا أن هناك خفضا بنسبة ٩٠-٩٩٪ في الأعداد البكتيرية على الأسطح. وفي دراسة أخرى وجد أن ١٨-٢٠ جزءاً بالمليون هو التركيز المناسب من الناحية الميكروبية ومناسب أيضاً من ناحية الصفات الحسية. أما ميد وآخرون (١٩٧٥م) فوجدوا أن الكلور فعال في الحد من اللزوجة والرائحة على المعدات ولكن إضافة الكلور إلى ماء التبريد لا يؤثر كثيراً في فترة الصلاحية. نيلسون وريجز (١٩٦٣م) استخدما ٢٠ جزءاً بالمليون من الكلور في ماء التبريد ووجدوا أن ذلك يخفض التلوث السطحي بالسالمونيلا ، أما استخدام الكلور بتركيز ٤٠-٦٠ جزء بالمليون للماء المستخدم للتنظيف النهائي عند أس هيدروجيني ٦,٥-٧,٥ فأدى إلى تخفيف العد البكتيري بمقدار ٠,٧ وحدة لوغاريثمية مقارنة بالماء العادي.

**استخدام المواد الحافظة لإطالة فترة الصلاحية**

تمت تجربة عدد كبير من المواد الكيميائية بهدف إطالة فترة الصلاحية للدجاج المبرد واستعمل البعض منها على نطاق تجاري. ففي الولايات المتحدة استعملت بعض المضادات الحيوية لحفظ الدجاج الطازج في أواخر الخمسينيات حيث سمح آنذاك باستخدام كل من الأوكسي تتراسياكلين Oxytetracycline والكلورو تتراسايكلين Chlorotetracycline وكان ذلك يتم بتغطيس الدجاج في محلول من المضاد الحيوي المعني بتركيز ٣٠ مجم/لتر (٣٠ جزء بالمليون) بحيث يصبح تركيز المضاد الحيوي على السطح سبعة أجزاء بالمليون ، وأوقف هذا الاستعمال عام ١٩٦٧م.

وجد كانينجهام (١٩٨٧م) أن تغطيس الدجاج في محلول ٥٪ من سوربات البوتاسيوم لمدة ٣٠-٦٠ ثانية يطيل فترة الصلاحية كما استنتج أن هذه المعاملة لم ينتج عنها أي تغير في الخواص الحسية للدجاج المعامل. وفي دراسة أخرى مشابهة وجد أن تغطيس الدجاج في محلول سوربات البوتاسيوم (٥٪) أدى إلى خفض العدد الكلي معنوياً مقارنة بالتغطيس في الماء. كما أدى ذلك إلى إطالة فترة الصلاحية بدرجة ملحوظة. وفي دراسة أخرى وجد أن تغطيس الدجاج في محلول حمض الأسكوربيك لمدة ثلاثه دقائق أدى إلى تثبيط النمو الميكروبي وإطالة فترة الصلاحية ٦-٧ أيام بالمقارنة بغير المعامل.

مونتني وآخرون (١٩٦٤م) وجدوا أنه يمكن إطالة فترة الصلاحية للدجاج بإضافة ثلاثة أجزاء بالمليون من حمض الهيدروكلوريك لماء التبريد. مونتني وأومالي (١٩٦٥م) وجدا أن إضافة حمض الأديبيك والسكسينيك أدى إلى إطالة فترة الصلاحية مدة ستة أيام بالمقارنة بغير المعامل.

## ميكروبيولوجيا الأسماك والقشريات

تعتبر لحوم الأسماك والقشريات من أهم المصادر البروتينية (الجدول رقم ٢٩) في العديد من مناطق العالم، فهي تعتبر المصدر الرئيسي للبروتين الحيواني في كثير من بلدان جنوب شرق آسيا، بل إنها كذلك لمعظم سكان المناطق الواقعة على البحار كما هو الحال بالنسبة لمواطني المملكة الذين يقطنون المناطق الساحلية. يبلغ إنتاج المملكة ٥٧ ألف طن سنويا، ويعتبر قليلا بالمقارنة مع الإمكانات المتاحة.

الجدول رقم (٢٩). المكونات الرئيسية في لحوم بعض الأحياء البحرية ٪.

| مصدر اللحم | ماء | بروتين | دهن | معادن | كربوهيدرات |
|---|---|---|---|---|---|
| السالمون | ٦٤ | ٢٠-١٥ | ١٥-١٠ | ١ | صفر |
| الساردين | ٧٠ | ٢٠-١٥ | ١٠-٨ | ١ | صفر |
| سمك التونة | ٧٠ | ٢٥-٢٠ | ٦-٤ | ١ | صفر |
| المكريل | ٦٨ | ١٨-١٥ | ١٢-٥ | ١.٢ | صفر |
| الربيان | ٧٣ | ٢٠-١٦ | ٢-١ | ١.٥ | ٥ |
| أبوجلمبو | ٨٠ | ١٥-١٠ | ٢-١ | ٢ | ٥ |
| الحوت | ٨١ | ١٦.٥ | ١-٠.٥ | ١.٢ | صفر |

المقصود بلحوم الأسماك والقشريات هنا جميع الأحياء البحرية المستعملة كغذاء للإنسان Sea foods. تقسم هذه الأحياء عدة تقسيمات يهمنا منها التقسيم الذي يقسمها إلى قسمين:

**أسماك Fish**

وهي عبارة عن أحياء بحرية فقارية Vertebrate ويميزها وجود زعانف Fins والجسم مغطى بحراشيف Scales ومن الأمثلة على ذلك الحوت، وسمك العربي، والبياض، والساردين والتونة.

**قشريات Shellfish**

وهي أحياء بحرية لافقارية Invertebrate ويميزها وجود قشرة صلبة Shell مثل الربيان وأبوجلمبو Lobster والسرطان البحري Crab.

كما قد تقسم حسب نسبة الدهن في اللحم أو حسب المصادر المائية للأسماك وهي حلوة أو مالحة، وضحلة أو عميقة ... إلخ.

## الفساد الميكروبي للأسماك

تعتبر لحوم الأسماك من أكثر أنواع اللحوم عرضة للفساد ولا سيما الفساد الميكروبي ويعزى ذلك إلى انخفاض حموضة اللحم وارتفاع نسبة الرطوبة مقارنة باللحوم الأخرى. هناك بعض العوامل التي تؤثر في سرعة تدهور خواص اللحم في السمك ومن ذلك نوع السمك وحجمه وحالته الغذائية، المصادر التي يأتي منها السمك، (وهي مياه مالحة أو حلوة، ملوثة أو غير ملوثة) ودرجة حرارة التخزين، وإزالة الأحشاء من عدمه.

باستثناء الأسماك المريضة، فأنسجة الأسماك الحية تعد خالية من الميكروبات (بخلاف الجلد والخياشيم والأحشاء). بعد الموت يلاحظ تكاثر الأحياء الدقيقة الموجودة على الجلد أو في الخياشيم والأحشاء ثم تبدأ بغزو الأنسجة عندما تتوفر لها الظروف المناسبة. أثناء تبريد الأسماك يصبح النشاط البكتيري واضحا في هدم الأنسجة من أجل الحصول على الطاقة والعناصر الغذائية اللازمة للنمو والتكاثر وتخرج نواتج الهدم ذات الرائحة والطعم العفن في الأسماك أثناء تخزينها، ويتوقف ذلك على مستوى التلوث الميكروبي والنوعية الميكروبية السائدة ودرجة حرارة التبريد. وفي مراحل الفساد المتقدمة تصبح مظاهر الفساد الميكروبي محسوسة في صورة مادة لزجة (مخاطية) وألوان مختلفة على الجلد والخياشيم ومن أهم المركبات التي تم التعرف عليها والمسببة للروائح والنكهات المصاحبة للفساد في الأسماك، ما يلي:

- الهيبوزانثين.
- ثلاثي ميثيل الأمين.
- الأمونيا.
- ثنائي الأسيتيل.
- اسيتالدهيد.
- إيثانول.

- كبريتيد الأيدروجين.
- كبريتيد ثنائي الميثيل.
- ميركبتان الميثيل.
- استرات الأحماض العضوية.
- ميركبتان الإيثيل.
- ميثانول.
- أسيتون.
- أسيتوين.
- إيثانال.

**مظاهر الفساد في الأسماك**

**١- تغير في الرائحة**

ويتدرج من رائحة السمك "البايت" مروراً برائحة النشادر ثم رائحة التفسخ Putrefaction وهي رائحة كريهة وتشترك في إظهارها مركبات كثيرة. وقد تلاحظ الزناخة Rancidity في الأسماك الدسمة كنتيجة لتأكسد الدهون.

**٢- تغير في لون الخياشيم**

تعتبر منطقة الخياشيم Gills أكثر أجزاء السمكة عرضة للفساد الميكروبي ؛ لذا فإن اللون والرائحة فيها تتغير حالما يبدأ الفساد، ويمكن ملاحظة تغير اللون الوردي المحمر للخياشيم إلى اللون الوردي الباهت إلى البني ثم الأصفر الرمادي حسب درجة الفساد.

**٣- لون الجلد**

يتغير اللون البراق المميز للسمك إلى اللون البني الترابي الباهت، وقد تظهر ألوان أخرى مقرونة بطبقة لزجة على سطح الجلد نتيجة نمو بعض الميكروبات ولا سيما في السمك المبرد.

**٤- قوام اللحم**

يتغير قوام اللحم من شاد ومتماسك إلى طري يخرج منه العصير عند الضغط

عليه مع سهولة انفصاله من العظم، هذا التغير يكون نتيجة لتحلل البروتين يسبب النمو الميكروبي وكنتيجة للتحلل الذاتي الذي ينشأ من جراء نشاط الإنزيمات الذاتية في اللحم Autoenzyme.

ومن مظاهر الفساد أيضاً أن العيون تفقد بريقها وتضمر وتصبح غائرة، كما أن منطقة الذيل تتلون بلون بني محمر. ويبين الشكل رقم (٦١) بعض مظاهر الفساد في الأسماك.

**الشكل رقم (٦١). بعض مظاهر الفساد في الأسماك.**

### علامات الطزاجة في السمك

فيما يلي استعراض لمظاهر الطزاجة في الأسماك حيث يتميز السمك الطازج بما يلي:

١- عيون جاحظة براقة بحدقة زجاجية براقة.

٢- خياشيم وردية محمرة.

٣- الجلد لامع قزحي Iridescent خال من اللزوجة.

٤- اللحم متماسك وشاد.

٥- رائحته تكون تلك المميزة للسمك الطازج.

٦- وبالنسبة للقطع فإن سطح القطع يجب أن يكون رطباً واللون أبيض بدون اسمرار.

للحد من مظاهر الفساد أو لإبطاء ظهورها يتبع ما يلي:

١- التبريد الفوري في قارب الصيد.

٢- عند إزالة الأحشاء من داخل السمك يجب أن يتم ذلك بحرص وأن تلقى بعيداً عن بقية أجزاء السمك.

٣- ينظف السمك بماء مكلور يحتوي على جزأين إلى خمسة أجزاء بالمليون من الكلور.

٤- يجب إبقاء قارب الصيد نظيفاً ويمكن غسله دائماً بماء مكلور يحتوي على ١٠-١٥ جزءاً بالمليون كلور.

## طرق حفظ الأسماك

فيما يلي بعض الطرق المستخدمة لحفظ الأسماك:

### ١- التبريد Chilling

والمقصود به خفض درجة الحرارة إلى ما يقرب من الصفر المئوي. وهو كما أسلفنا يتم إما بالتبريد الميكانيكي المباشر أو بوضع قطع ثلجية لخفض درجة الحرارة إلى

ما يقرب من الصفر. وتجدر الإشارة إلى أن هذه الطريقة تصلح في الأحوال التي تكون فيها أماكن التسويق قريبة من أماكن الصيد. ويراعى أن الفروق في درجات التبريد تتبعها فروق واضحة في العمر التسويقي للسمك. ويحفظ السمك عند درجة الصفر المئوي ينتج منه عمر تسويقي يقرب من أسبوعين بينما تنخفض المدة إلى أقل من النصف عند درجة حرارة ٦°م ... وهكذا.

**٢- التجميد Freezing**

وهو طريقة مثلى لحفظ الأسماك مدة طويلة، حيث يتم خفض درجة الحرارة من -١٥°م إلى -٣٠°م، ويراعى أنه كلما كان السمك يحتوي على دهن أكثر لزم خفض درجة الحرارة أكثر لمنع حدوث التزنخ في الدهون. كما يراعى أن التجميد "لا يصلح ما أفسده الدهر"، لذا فإنه قبل التجميد يلزم التثبت من أن السمك ذو نوعية جيدة، وإن لم يمض عليه أكثر من يوم في الثلج أو الثلاجة، لأن زيادة المدة أكثر من ذلك تجعل السمك غير صالح للتجميد، لهذا السبب قد تتم عملية التجميد على ظهر القارب.

**٣- التجفيف Drying**

ويمكن أن يتم بطريقة آلية حيث يتم استخدام تيار من الهواء الحار. وقد يتم بالطريقة التقليدية حيث تستعمل أشعة الشمس للتجفيف وفي هذه الحالة يملح السمك لإبطاء التغيرات التي تحدث للسمك أثناء عملية التجفيف، ولكن هذه الطريقة تعتبر بدائية وينشأ عنها تلوث الأسماك بيرقات الحشرات Insects manifestation كما أن الدهون تصبح عرضة للتزنخ.

**٤- التدخين Smoking**

يجرى التدخين أساساً بغرض الحصول على سمك ذي نكهة مميزة Smoked fish على أن التدخين ينتج منه مواد حافظة تساعد على إطالة العمر التسويقي للسمك، هذا

إضافة إلى ما يحدثه التدخين من فقد للرطوبة.

**٥- التعليب Canning**

تعد من الطرق الشائعة في حفظ بعض أنواع الأسماك مثل التونة والساردين Sardines، والماكاريل. تتم تعبئة الأسماك في عبوات مناسبة في وسط مائي أو زيتي محكمة الغلق Hermatically sealed ثم تتم معاملتها حراريا بالقدر الذي يقضي على مسببات التسمم الغذائي وعوامل الفساد التي يمكن أن تسبب فسادها عند التخزين عند درجة حرارة الغرفة. بهذه الطريقة يمكن الاحتفاظ بالمعلبات مدة تقرب من السنتين في المستودعات العادية(~ ٢٢°م).

**استخدام بعض المواد الحافظة Preservatives**

من المواد الكيماوية المستعملة لحفظ الأسماك غير ملح الطعام، الأحماض العضوية مثل حمض الخليك والبنزويك والسوربيك والبوريك. كما تسمح بعض الدول باستخدام المضادات الحيوية مع الثلج لإطالة العمر التسويقي للأسماك المبردة.

**ميكروبات التسمم الغذائي المرتبطة باللحوم**

١- تسمم غذائي حقيقي True Food Poisoning: مثل الـ *Cl.botulinum* والـ *Staphylococcus aureus*.

٢- عدوى غذائية: مثل الـ *Salmonella* و *E. coli O157 H7* و *Vibrio parahaemolyticus* و *Campylobacter jejuni*.

٣- إصابة بالطفيليات *Parasites*: مثل الـ *Taenia saginata* و *Trichinella sporatlis* والـ *Taenia solium*.

**ملاحظة:** (سيتم تغطية هذا الجزء المتعلق بالتسمم الغذائي بالبكتيريا بالتفصيل لاحقا).