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.

مصادر تلوث الأسماك:

مصادر تلوث الأسماك كثيرة ابتداء بالماء الذي يعيش فيه فقد يكون هذا الماء ملوثا نتيجة رمي مخلفات المجاري فيه ورمي الحيوانات الميتة بالبكتريا المرضية وبذلك تنتقل هذه البكتريا بواسطة الخياشيم وخلال الجلد إلى لحم السمك وقد يأتي التلوث من أدوات الصيد كالشباك وأرضية المراكب والصناديق التي توضع فيها الأسماك, كما يساهم الصيادون في تلوث الأسماك بالإضافة إلى التلوث الحاصل نتيجة لتسويق الأسماك في الأسواق غير النظيفة ومن البائعين وطريقة البيع البدائية الرديئة حيث تنتزع أحشاء الأسماك المباعة قرب الأسماك الأخرى وتلوثها أو يوضع السمك كله في حوض ماء واحد, فعندها تلوث السمكة الملوثة الماء وبقية الأسماك الجيدة ولتلافي ذلك يجب غسل الأسماك بماء الحنفية الجاري كل سمكة لوحدها. كما أن العاملين في صيد وتسويق الأسماك والذين تتواجد على جلودهم بثرات ودمامل قد يلوثوا الأسماك ببكتريا *Staphylococcus aureus* بالإضافة إلى احتمالية تلويث الأسماك ببكتريا من المصابين والحاملين لبكتريا *Salmonella* و *Shigella* .

التيبس الرمي Rigor mortis

هو حالة من تصلب الأنسجة التي تعقب موت السمكة وتبدأ هذه الحالة غالباً بعد الموت بفترة تتراوح بين 1 إلى 7ساعات بينما تحدث في الأسماك المذبوحة (التي أجرى ذبحها وهي حية) بعد الذبح بحوالي 5- 22ساعة ويعتبر التيبس الرمي من أهم الأسباب التي تؤخر بدء حدوث التحلل الذاتي Autolysis والتلف البكتيري للأنسجة حيث أن التلف يحدث بعد الخروج من حالة التيبس الرمي, ويستمر التيبس الرمي في الحيوانات الثديية من 20إلى 120ساعة, ويمكن إطالة فترة التيبس الرمي وذلك بالتبريد الجيد للأسماك ويؤثر التبريد أيضا على النمو البكتريولوجي مما يجعل الهدم يسير ببطء..

فساد الأسماك Fish spoilage

يفسد لحم السمك نتيجة عوامل مختلفة منها التحلل الذاتي Autolysis أو نتيجة تأكسده Oxidation أو بفعل الميكروبات Microbial activity وغالباً ما يكون الفساد نتيجة هذه العوامل الثلاثة مجتمعة معاً, ولحم السمك أسرع فساداً من اللحوم الأخرى بسبب ارتفاع نسبة الرطوبة فيه وليونة أنسجته وسرعة عمل الأنزيمات على هذا النوع من الأنسجة كما أن حموضته نسبياً أقل من حموضة اللحوم الأخرى ودهن السمك أسرع في الأكسدة من دهن اللحم العادي ويبدأ الفساد بعد أن تحدث ظاهرة التيبس Rigor mortis لجسم السمكة وخروج السوائل من داخل الخلايا وتكون وسط ملائم لنمو الأحياء المجهرية. وكلما تأخر حدوث ظاهرة التيبس الجسدي كلما طالت مدة حفظ السمكة بدون

فساد. ويظهر التيبس بسرعة عندما تكون الأسماك مجهدة أو عند عدم توفر الأكسجين وارتفاع درجة الحرارة.

مظاهر فساد الأسماك

ويمكن تمييز السمك الفاسد من الجيد من المظهر الخارجي حيث يفقد السمك لونه الفاتح الطبيعي ويتحول إلى لون داكن بني أوأصفر وتزداد كمية المواد اللزجة على سطحه وفي الخياشيم وعلى الزعانف ويتحول لون الخياشيم من الأحمر إلى الرمادي وتغور العينان إلى الأسفل والعضلات تصبح لينة كثيرة السوائل بحيث لو ضغط عليها بالإصبع تخرج السوائل وينخفض الجزء المضغوط ولا يرجع إلى حالته الأولية وتستعمل مادة Trimethylamine كمقياس لفساد الأسماك, فكلما كانت كمية هذه المادة أكثر, كلما كان الفساد أكبر أو بتقدير كمية الأحماض العضوية الطيارة Volatile organic acids أو بعض المركبات الكيميائية الأخرى التي تتكون نتيجة الفساد مثل كبريتيد الهيدروجين و الأمونيا وغيرها حيث إنه من الصعب إجراء الفحوصات البكتريولوجية لتقدير فساد الأسماك بالسرعة المطلوبة.

العوامل المؤثرة على نوع وسرعة فساد الأسماك

هناك عوامل كثيرة تتحكم بفساد السمك منها:

1- نوع السمك:

تختلف الأسماك بالنسبة لقابليتها للفساد فعادة الأسماك المفلطحة Flat fish أسرع فساداً من الأسماك الأنبوبية ذلك لأن حالة التيبس الجسدي تظهر فيها أسرع لكن هناك بعض الأسماك المفلطحة لا تفسد بسرعة بسبب انخفاض قيمة pH في لحمها5.5 والأسماك الدهنية تفسد بسرعة بسبب أكسدة دهنها والأسماك التي تحتوي على كمية كبيرة من مادة أكسيد الأمين ثلاثي المثيل.

Trimethylamine oxide $(CH_3)_3 \equiv N=O$ تفسد بسرعة بسبب تحول هذا المركب إلى أمين ثلاثي الميثيل methylamine $(CH_3)_3 \equiv N$ ذي الرائحة السمكية النتنة Stale fishy.

2- حالة السمكة عند الصيد:

السمكة التي تكون أحشاؤها مليئة بالغذاء تفسد أسرع من السمكة الجوعانة كما أن السمكة المجهدة التعبانة تفسد أسرع بسبب استهلاك كميات كبيرة من الجليكوجين قبل صيدها وبذلك لا تتكون كميات كافية من حامض اللاكتيك لخفض قيمة pH وإعاقة نمو الميكروبات.

3- عدد وأنواع الميكروبات:

كلما زادت أعداد الأحياء المجهرية وتنوعت في الأسماك, كلما كان الفساد أسرع, كما لوحظ أنه كلما احتوت السمكة على أعداد أكثر من البكتريا التابعة لجنس *Pseudomonas* كلما كان فسادها أسرع لأن هذه البكتريا نشطة جداً في تحليلها لبروتين ودهن السمك واللحوم بصورة عامة.

4- درجة الحرارة:

تبريد الأسماك مباشرة بعد صيدها عند درجة حرارة الصفر أو أكثر قليلاً تؤخر فساد الأسماك في حين تركها مخزنة تحت الظروف العادية تفسد خلال ساعات.

بعض المعاملات التي تجرى على الأسماك

تجرى بعض المعاملات على الأسماك من أجل إطالة مدة حفظها مثل التدخين والتمليح والتجفيف والتجميد وإضافة المواد الحافظة والمضادات الحيوية والمعاملة بدرجة الحرارة العالية كما أن نزع أحشاء السمك وتخزينه بدون غسل يسرع من فساده. في حين خزنها مع أحشائها يكون أفضل كما أن غسل الأسماك ببعض المحاليل المطهرة قبل تخزينها يطيل من فترة تخزينها.

الميكروبات المسببة لفساد السمك:

الميكروبات المتواجدة على جلد الأسماك وفي خياشيمها وأحشائها يكون مصدرها الماء والتربة. بعد موت السمك تهاجم هذه الأحياء لحم السمك حيث تنفذ خلال الجلد وأغشية الأمعاء وخلال الخياشيم بواسطة الدورة الدموية تنتشر إلى كل أجزاء السمكة حيث تعمل على إفساد السمكة وأهم أجناس البكتريا المسئولة عن فساد السمك هي: *Serratia, Proteus, Achromobacter, Pseudomonas, Flavobacterium, Vibrio* وغيرها.

والجنس الأول هو المسئول الكبير عن الفساد, فبكتريا *Pseudomonas perolens* فتسبب فساد السمك وتكوين رائحة الفاكهة Fruity odor أما *Pseudomonas fragi* تسبب رائحة عفنة Putrid odor وبكتريا *Pseudomonas putrefaciens* بسبب قابليتها الكبيرة على تحليل البروتين تعفن Putrefactionتتمكن بسهولة من النفاذ خلال جلد السمك وتسبب فساده وظهور رائحة البصل أو الفاكهة فيه Fruity oniony spoilage odor.

ولقد وجد أن البكتريا التابعة لجنس *Pseudomonas* تكون أكثر من90٪ من مجموع البكتريا في السمك الفاسد. بصورة عامة البكتريا المحللة للبروتين Proteolytic bacteria هي التي تسود في السمك حيث تعمل على تحليل البروتين وتكوين مواد عفنة مثل NH_3, $(CH_3)_2S$, H_2S, CH_3-CH_3 من الأحماض الأمينية الكبريتية مثل Cysteine, systine, methioine, وتفسد الأسماك

المبردة نتيجة نمو الأجناس المحبة لدرجة الحرارة المنخفضة *Psychrophiles* مثل *Achromobacter, Pseudomonas* .

أما الأسماك المحفوظة باستعمال درجات الحرارة العالية فتفسدها البكتريا التابعة لأجناس *Bacillus, Clostridium, Micrococcus*.

الأسماك المملحة والمدخنة المملحة تفسدها البكتريا المحبة لأملاح *Halophiles* من أجناس *Halobacterium, Halococcus* وكذلك بعض أفراد أجناس *Bacillus Vibrio Micrococcus,* وبكتريا حامض اللاكتيك Lactic acid bacteria *Serratia, Achromobacter, Pseudomonas,* وبعض الخمائر و الأسماك المخللة والمحمضة نادراً ما تفسد إلى أن تقل الحموضة فيها إلى حد يسمح بنمو بكتريا حامض اللاكتيك وتفسدها.

الأسماك المشوية والمجففة بسبب قلة الرطوبة فيها تفسد عادة بنمو بعض الأعفان مثل *Aspergillus fischeri*

بصورة عامة الفساد الذي تحدثه هذه الأحياء في الأسماك عبارة عن تحلل البروتين والدهن وتهتك أنسجة الأسماك بحيث تتحول إلى كتلة هلامية لزجة نصف سائلة وظهور روائح عفنة بسبب تكوين مركبات سامة وعفنة أو تكوين بقع ملونة على الأسماك. الميكروبات في الروبيان والقواقع والأغذية البحرية الأخرى لا تختلف كثيراً عما ذكرناه في الأسماك.