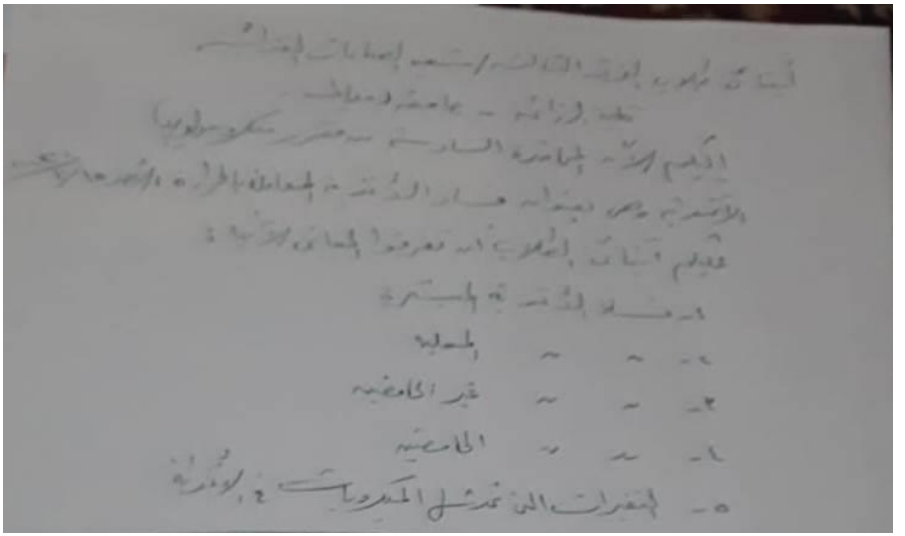

الفصل الخامس

فساد الأغذية المعاملة بالحرارة

Spoilage of heat treated Foods

تتراوح معاملة الأغذية بالحرارة من البسترة إلى استخدام البخار تحت ضغط ، وهذه المعاملات الحرارية تؤدى إلى قتل بعض ما بالأغذية من ميكروبات ، وكلما زادت درجة الحرارة كلما زاد قتل الميكروبات ، ويتبقى بعد المعاملة الحرارية الأنواع المقاومة للحرارة العالية والجراثيم . ويلاحظ أن الجراثيم البكتيرية أكثر مقاومة للحرارة عن جراثيم الفطر والخميرة ، ولذلك فإن الأغذية المعاملة على درجات حرارة متوسطة يقتل بها معظم الخمائر والفطريات والخلايا الخضرية والبكتيرية ، بينما المعاملة على درجة حرارة أعلى مثلا ١٠٠م لمدة ٥ دقائق تقتل بها كل الخلايا الخضرية للبكتريا وكل جراثيم الخميرة والفطر وكذلك جراثيم البكتريا القليلة المقاومة للحرارة وعلى ذلك فإن نوع الفساد فى الأغذية المعاملة بالحرارة يتحكم فيه نوع الميكروبات المتبقية بعد المعاملة بالحرارة . وهذا يحدد بدرجة الحرارة والمدة المستعملة ، كما يتحكم فى نوع الفساد قدرة الميكروبات المتبقية على النمو تحت ظروف الغذاء الطبعية والكيميائية وظروف التخزين أيضا .

فساد الأغذية المبسترة

يتبقى بعد بسترة الألبان عدد كافى من البكتريا المنتجة للحموضة ومنها بكتريا حمض اللاكتيك وهى تسبب حموضة اللبن إذا لم يحفظ بعد البسترة مباشرة على درجة حرارة منخفضة وتفسد الأغذية المبسترة أيضا نتيجة لخلل فى عملية البسترة أو للتلوث بعد البسترة وبذلك يكون الفساد مشابها لفساد الأغذية الطازجة غير المعاملة بالحرارة .

فساد الأغذية المعلبة

فى هذه الأغذية يقتل الميكروبات الممرضة والمفسدة على درجة حرارة تتراوح ما بين الغليان إلى البخار تحت ضغط ، وتتوقف المعاملة الحرارية على نوع

الغذاء فالأغذية الحامضية تعامل بدرجة حرارة قرب الغليان بينما تعامل الأغذية غير الحامضية بالبخار تحت ضغط ، وعلى ذلك فإن الأنواع المسببة للفساد تختلف فى كل وعموما فإن الأغذية المعلبة يجب أن تكون معاملتها الحرارية كافيـــة ، وأن يحـافظ على العلبة من التنفيس Leakage وتخزن تحت الشروط المناسبة .

وتفسد الأغذية بسبب كيماوى أو بيولوجى – ومن أهم أنواع الفساد الكيماوى ، وهو لا دخل فيه للميكروبات ، الانتفاخ الأيدروجينى Hydrogen swelling وفى هذا الفساد تزيد نسبة الأيدروجين عن نصف حجم الغازات المختلفة الموجودة بالعلبة على الأقل ويحدث الانتفاخ الأيدروجينى ، من تفاعـل الحـامض الموجـود بالغـذاء الحامضى مع معدن العلبة ، مثل منتجات الطمـاطم والصلصـلة والمخلـل المعبـأ ، ويتصاعد غاز يد، الذى يضغط على طرف العلبة محدثاً الانتفاخ ، ويـزداد الانتفـاخ بالتخزين على درجة حرارة عالية ويأخذ خطوات الانتفاخ التى تحـدث فـى الفسـاد البيولوجى .

تنتج أيضا عيوب أخرى غير بيولوجية ، نتيجة تفاعـل معـدن العلبـة مـع محتواها الغذائى مثل صدأ العلبة ، تلون معدن العلبة الداخلى ، تلون الغذاء ، تكـون روائح غير مقبولة ، تعكير فى الشربات أو السائل المحفوظ ، ونقص فى قيمة المادة الغذائية وهذه التغيرات غير مقبولة من حيث الشكل بالنسبة للمستهلك .

وينتج الفساد البيولوجى من الميكروبات المتبقيـة بالعلبـة بعـد المعاملـة الحرارية وقد يحدث نتيجة عدم كفاءة المعاملة أو نتيجة عدم إحكام قفـل العلبـة أو لحدوث تنفيس Leakage بها .

فتدخل الميكروبات إلى الداخل وبذلك تصبح عملية التعقـيم عديمـة الفائـدة ويتعرض الغذاء لكل أنواع الفساد بالميكروبـات الخضـرية والمتجرثمـة . وهنـاك ملاحظة يجب اتباعها وهى أنه عند وجود علبة غذاء معلبة منتفخة فإنه يجب عـدم استهلاكها بل تعدم حتى ولو كان الانتفاخ قليلاً ، فمثل هذه العلبة علامة على فسادها فقد توجد بها ميكروبات ممرضة خطيرة قد تسبب تسمماً خطيراً إذا تم تناولها .

فساد الأغذية غير الحامضية

تعامل هذه الأغذية بالبخار تحت ضغط ، ولذلك فإن فسادها ينتج من البكتريا المتجرثمة الشديدة المقاومة للحرارة ، ويتميز بهذه الأغذية أربعة أنواع من الفساد ثلاثة منها نتيجة لنشاط البكتريا المحبة للحرارة المرتفعة والرابع نتيجة لنشاط البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة ، وأنواع الفساد هى :

١- فساد المسطح الحامضى *Flat sour*

يحدث هذا الفساد غالباً فى الخضروات قليلة الحموضة ، ويكون نتيجة لنمو بكتريا متجرثمة محبة للحرارة العالية ، اختيارية الهواء *Bacillus stearothermophilus* والجراثيم مقاومة للحرارة ولذلك فهى تبقى بعد التعقيم التجارى وتنشط ما لم تبرد العلب بسرعة بعد التعقيم ، وإذا ما وجد بالعلبة بكتريا مسببة لهذا الفساد من النوع المحب للحرارة المرتفعة اختيارياً ، فإنها تكون قادرة على النمو فى درجة حرارة التخزين العادية مسببة للفساد .

يسمى هذا الفساد بالمسطح الحامضى نظراً لأن البكتريا المفسدة تكون حموضة بدون غازات فلا يحدث انتفاخ بالعلبة ويبقى سطحها مستوياً وغطاؤها مسطحاً ، وبذلك يكون مظهر العلبة عادياً ، ولا يمكن الحكم عليها من مظهرها الخارجى ، وإنما بالتذوق يظهر الطعم اللاذع المميز للحموضة وتنشأ الحموضة لتكون حمض اللاكتيك وقد تكون الحموضة مصحوبة بطعم غريب .

٢- فساد غازى *Swelling*

Thremophilic anaerobes not producing H_2S ويسمى أيضا spoilage (T.A) ويسببه ميكروب *Clostridium thermosaccharolyticum* وهو ميكروب عصوى طويل متجرثم محب للحرارة العالية لاهوائى لا يكون يد، كب ينشط أثناء التخزين ويتسبب فى إنتاج حموضة مع كميات كبيرة من غاز أ، ، يؤدى لؤدى إلى انتفاخ العلبة ولذلك فإنه من الشكل الخارجى للعلبة يمكن ملاحظة هذا الفساد وحيث أن الانتفاخ يكون تدريجيا فإن عملية الانتفاخ تمر بالمراحل الآتية :

أ- انتفاخ أولى *Flipper spoilage*

وهو أول حالات الانتفاخ ، وفيه ينتفخ طرف واحد من العلبة ، ويمكن إرجاعه إلى حالته الأولى بالضغط ، ثم يعود الانتفاخ إلى أصله ثانية بالضغط على جانب العلبة .

ب- انتفاخ لولبى *Springer spoilage*

وفيه ينتفخ طرف العلبة ويبقى الأخر مستوياً ، وبالضغط على الطرف المنتفخ فإنه ينبسط بينما الطرف الأخر ينتفخ .

ج- انتفاخ طرى *Soft swell spoilage*

عندما يزداد ضغط الغاز ينتفخ طرفى العلبة ولكن الانتفاخ يكون طرياً فيمكن ضغط الطرفين قليلا إلى الداخل .

د- انتفاخ صلب *Hard swell spoilage*

عندما يكون ضغط الغاز كبيراً ، ينتفخ طرفى العلبة ولكن لا يمكن ضغطها إلى الداخل ويعقب الانتفاخ الجامد ، انفجار العلبة ويشاهد الغذاء على سطح وجوانب العلبة .

٣- فساد كبريتى عفن *Sulfide stinker spoilage*

ويحدث نتيجة نمو ميكروب *Cl.nigrificans* وهو ميكروب متجرثم محب للحرارة العالية لاهوائى ينتج غاز يد٢ كب حيث أنه يؤثر على بروتينات الغذاء المحتوية على كبريت . والغاز الناتج يذوب فى الماء بسهولة لذلك فإن مظهر الطب يكون عادياً فلا يشاهد بها انتفاخ . ويتفاعل غاز يد٢ كب الناتج مع حديد العلبة مكوناً كبريتوز الحديدوز الأسود (ح كب) وعند فتح العلبة نجد أن الغذاء لونه أسود ورائحته كريهة ، ويشاهد هذا الفساد كثيراً فى الذرة والبسلة المعلبة . وهذا الفساد أقل حدوثاً من النوعين السابقين لأن جراثيم الميكروب *Cl, nigrificans* أقل مقاومة للحرارة من جراثيم الميكروبات المحدثة لفساد المسطح الحامضى والفساد الغازى .

٤- التعفن *Putrefaction*

ويحدث بواسطة بكتريا متجرثمة محبة للحرارة المتوسطة لاهوائية تعفنية ، وكثيرا ما يحدث هذا الفساد فى اللحوم المعبأة وغيرها من الأغذية البروتينية نتيجة

لعدم كفاءة المعاملـــة الحراريـــة . والميكروبـــات المســببة أغلبهـــا يتبـــع جنس Clostridium مثـــل *Cl. botulinum*, *Cl.bifermentans*, *Cl. Sporogenes* ويتميز الفساد بانتفاخ العلبة بالدرجات السابق وصفها ، وتكــون غــازات وروائـــح كريهة يد٢ كب ، الأندول ، يدم ، ك أ٢ ، يد ٢ ، وطعم غير مقبول مع أحماض عضوية مثل حمض البيوتريك .

فساد الأغذية الحامضية :

تعامل الأغذية الحامضية المعلبة مثل عصير الطماطم ، الشربات ، المربات ، الفواكه وعصير الفواكه ، على درجة حرارة تقترب من ١٠٠ْم وهى حـرارة قـد لا تكون كافية لقتل بعض الميكروبات المفسدة على درجة الحرارة المستعملة . وتفسد الأغذية الحامضية بأنواع مختلفة من الميكروبات منها المتجرثم ومنها غير المتجرثم المقاوم للحموضة Aciduric وكذلك الفطر والخميرة .

أ- البكتريا المتجرثمة :

مـــن الأنـــواع المفســـدة *Cl. pasteurianum*, *Cl. butyricum*, *Cl.perfringens* وتسمى بكتريا حمض البيوتيريـك أحيانـاً ، وهـى ميكروبـات متجرثمة لا هوائية قادرة على تحليل السكريات وتنتج غازات وأحماض ، وقد تسبب انتفـاخ العلـب ومـــن الميكروبـــات المفســـدة أيضـــاً *B. thermoacidurans*, *B.coagulans* وهو ميكروب متجرثم محب للحرارة العالية مقاوم للحموضة ويسبب حالات فساد المسطح الحامضى وطعماً غير مرغوباً فيه .

ب- البكتريا غير المتجرثمة

تستطيع بعض الخلايا الخضرية مقاومة الحرارة وتبقى بعد البسترة ومن أهم الأنواع المفسدة بكتريا حمض اللاكتيك الكروية والعصوية وهى منتشرة بكثرة علـى سطوح الأغذية ، وتنمو فى وجود كمية قليلة من الأكسجين وبعضها ينـتج غـازاً ، وتقتل على درجة حرارة أقل من ١٠٠ْم ومن أمثلة هذه الميكروبات *Streptococcus thermophilus*, *Micrococcus sp*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc Pleofructi*

التغيرات التى تحدث فى المركبات النتروجينية

يوجد معظم نتروجين الأطعمة فى بناء البروتين ، ويمكن للميكروبات أن تحلل البروتينات مائياً بواسطة الإنزيمات إلى ببتيدات عديدة وببتيدات بسيطة وأحماض أمينية قبل أن تستغلها كمصدر للنتروجين . وهذا التحلل يعطى طعماً مراً فى الأغذية ويؤدى التحلل اللاهوائى للبروتين إلى إنتاج روائح كريهة ، ويعرف هذا النوع من التحلل بالتعفن ، وتنشأ هذه الروائح من مركبات كبريتية مثل كبريتور الهيدروجين وكبريتور الميثيل والإيثايل والأمونيا والأمينات مثل الهستامين ، التيرامين ، البيريدين البوتريسين والكادافرين والإندولات والأسكاتولات والأحماض الدهنية . يتلخص تأثير الميكروبات على الأحماض الأمينية فى نزع مجموعة الأمين أو الكربوكسيل .

أما بقية المواد النتروجينية الغير بروتينية فهى تتحلل بواسطة الميكروبات وينتج الأمونيا أساساً كما هو الحال فى الأميدات والأميدات واليوريا . أو تنتج اليوريا والأمونيا معاً ، كما هو الحال فى الجوانين والكرياتين أو تنتج الأمونيا وثانى أكسيد الكربون ، وبعض الأحماض العضوية كما هو الحال فى البيورينات والبريميدينات والأمينات .

التغيرات التى تحدث فى المركبات غير النتروجينية

تستخدم المواد العضوية الغير نتروجينية أساساً فى إنتاج الطاقة للميكروبات وأيضا كمصدر للكربون وهى تشمل الكربوهيدرات والليبيدات والأحماض العضوية والألدهيدات والكيتونات والكحولات والجليكوزيدات والمركبات الحلقية التى لا تحتوى على نتروجين .

الكربوهيدرات

تفضل عن باقى المركبات فى إعطاء الطاقة ويتم هدم السكريات الثنائية والثلاثية والعديدة أولاً بالتحليل المائى إلى سكريات بسيطة أحادية وهذه السكريات الأحادية تمثل بواسطة الميكروبات هوائياً إلى ثانى أكسيد الكربون والماء ولا هوائياً إلى مركبات عديدة حسب نوع التخمر الحادث ، ويوجد ستة أنواع من التخمرات هى :