حفظ الاغذية بالتعليب Canning of Foods

تاسعا : التعقيم Sterilization

يشير مصطلح التعقيم Sterilization الى أنه عملية القضاء التام أو التدمير الكامل لجميع أشكال الحياة الميكروبية (الاحياء المجهرية والسبورات)، والتي تتم بطرق فيزيائية وكيميائية مختلفة. تتراوح درجات حرارة وأوقات التعقيم النموذجية من 132 - 135 درجة مئوية مع وقت تعرض يتراوح من 3 إلى 4 دقائق حسب نوع وطبيعة المواد.

التعقيم التجاري Commercial sterilization

وهي عملية القضاء على جميع الكائنات الحية والنشاطات الكيميائية والبيولوجية الموجودة في المادة الغذائية دون الإضرار بالخواص الحسية والقيمة الغذائية للمادة الغذائية حيث يتم تعريض المنتوج الغذائي الى معاملة حرارية من 110- 115 درجة مئوية ولمدة تتراوح ما بين 10 – 30 دقيقة لضمان تدمير جميع الاحياء المجهرية وسبوراتها التي عادة ما تكون مقاومة لدرجات الحرارة العالية مثل *Clostridium botulinum*. والمنتوجات المعقمة بهذه الطريقة هي معقمة تجاريا وصالحة للخزن بدرجة حرارة الغرفة لفترات زمنية طويلة.

ويستخدم التعقيم التجاري لمعلبات المواد الغذائية على النحو التالي:

الخضار واللحوم وتكون على 115°م لمدة 40 دقيقة .

الفاكهة وتكون على 100°م لمدة 20-30 دقيقة.

أنواع التعقيم :

أ - التعقيم تحت الضغط الجوي :

1- تعقيم غير مستمر ويتم في الماء المغلي أو بخاره على درجة 100°م في أوعية مفتوحة تحت الضغط الجوي العادي .

2- تعقيم مستمر غير محدود ويكون في أحواض مغطاة ذات فتحتين تدخل العلبة من فتحة وتخرج من الفتحة الأخرى ويتم التعقيم في بخار الماء على درجة 100°م .

DR. NAMEER

ب- التعقيم تحت الضغط العالي والحرارة اكثر من 100 ° م: ويستخدم لذلك أجهزة خاصة وهي المعقمات أو الاوتوكليف Autoclave وتتحمل الضغوط الشديدة وتقفل بإحكام .

ج) التعقيم بالمعاملة الحرارية المتقطعة : Intermittent sterilization

وتسمى أيضا (Tyndallization) على اسم John Tyndall الذي صمم هذه الطريقة لخفض نشاط جراثيم البكتيريا التي تتبقى من عملية تعقيم الماء البسيطة. بعض المواد والمحاليل الحيوية لا تتحمل درجات الحرارة الجافة أو الرطبة وينتج عن ذلك تكرمل السكريات أو دنترة البروتينات. وفي مثل هذه الحالة تستخدم درجات حرارة اقل من درجة الحرارة المستخدمة في التعقيم بالحرارة الرطبة ولكن على فترات متعددة والهدف في التعقيم بهذه الطريقة هو قتل الخلايا الخضرية بالمعاملة الحرارية الأولية (100°م/30 دقيقة) وتؤدي هذه المعاملة الحرارية الأولى إلى تنشيط الجراثيم لكي تنبت ، ثم تعامل المادة الغذائية بالحرارة (100°م/30 دقيقة) مرة ثانية في اليوم الثاني لقتل الخلايا الخضرية وتنشيط البقية الباقية من الجراثيم لكي تنبت ثم تقتل بمعاملة حرارية (100°م/30 دقيقة) مماثلة في اليوم الثالث. ثم نحضن المادة المعقمة بعد ذلك على 30°م للتأكد من خلوها من الأحياء الدقيقة. ولا يلزم في هذه الطريقة استعمال Autoclave .

د) التعقيم بالحرارة الرطبة Moist heat:

يقصد بالتعقيم عن طريق الحرارة الرطبة استغلال بخار الماء في إجراء التعقيم بدلاً من الهواء الساخن. وقد يستغل بخار الماء المباشر أو أن يضغط إلى درجة تصل إلى ضعف الضغط الجوي العادي حيث تزداد درجة حرارة البخار تحت الضغط المرتفع .

وعادة تكون الحرارة الرطبة أكثر كفاءة في قتل الخلايا الحية من الحرارة الجافة وذلك لأنها أكثر قدرة من التغلغل داخل الخلايا، كما أنها ذات قدرة أسرع على تجميع وتخثير البروتين الخلوي (تستخدم هذه الطريقة في تعقيم البيئات الغذائية للبكتيريا و السوائل).

ومن **العوامل المؤثرة على وقت التعقيم:**

1 – درجة حرارة التعقيم مع ارتفاعها يقل الوقت

2 – درجة تماسك الغذاء، كلما زادت لزوجة الغذاء كلما زاد الوقت

3 – نوع الاحياء المجهرية والحمولة البكتيرية مع زيادتها يزداد الوقت

DR. NAMEER

4 – التوصيل الحراري للغذاء بواسطة تيارات الحمل في الاغذية السائلة أسرع من انتقال الحرارة بالتوصيل في الأغذية الصلبة.

5 – نوع المعقم :المعقم الدوار يأخذ وقت اقل مقارنة مع المعقم الثابت

6 – حجم العلبة :كلما زاد الحجم يزداد الوقت

7 – درجة حرارة العلبة قبل التعقيم مع زيادتها يقل الوقت

8 – درجة حموضة الغذاء كلما كان الأس الهيدروجيني pH واطئاً (حموضة أعلى) كلما كان وقت التعقيم اقل والعكس صحيح **فالأغذية تقسم حسب حموضتها الى :**

A- **الأغذية واطئة الحموضة:** إن تكون واطئة الحموضة لها اكثر من pH=4.5 مثل أن تحتوي الخضروات واللحوم على السبورات مثل *Clostridium botulinum* وهي لاهوائية ومقاومة للحرارة وتنتج سموم قوية تسبب الموت للإنسان وهذه الأغذية تعقم على حرارة 115°م أما السبورات التي لا تتلف فظروف العلبة اللاهوائية تصبح مثالية لنموها لذلك يجب أن لا تقل نسبة الاوكسجين عن 3% في العلبة لتجنب التحول الى التنفس اللاهوائي إذ يعتبر وسط مناسب لها.

B- **الأغذية الحامضية:** أو تكون الأغذية حامضية وال pH لها اقل من 4.5 كالفواكه والخل والمخللات حيث تنمو فيها البكتريا المكونة للسبورات وغير المكونة للسبورات والخمائر والفطريات وتحتاج إلى حرارة 100°م أو اقل.

التعليب الصحي Aseptic Canning

هو عملية التعليب التي تتم أثناء استخدام طريقة التعقيم (او التعقيم التجاري للغذاء) خارج العلبة ثم يوضع بعدها في العلبة المعقمة بدون لمس اليد ثم تغلق بغطاء معقم وفي جو معقم بالبخار إذ يعقم الغذاء هنا بوقت قصير جدا وبالتالي يحافظ على القيمة الغذائية.

تعتمد المعاملة الحرارية للمعلبات على عوامل متعددة منها العدد الأصلي للخلايا أو الجراثيم والحالة التي توجد فيها هذه الأحياء، وتركيب المادة الغذائية من رطوبة ومكونات مختلفة، وكذلك حجم العبوة ونوع مادتها. يعبر عن مقاومة الأحياء للحرارة بمفهوم (وقت القتل الحراري) Thermal Death Time (TDT) ويعرف وقت القتل الحراري بأنه مقدار الوقت اللازم لقتل عدد محدد من الميكروبات عند درجة حرارة معينة. يتم الحصول على هذه القيمة عن طريق الحفاظ على درجة حرارة ثابتة وقياس الوقت اللازم لقتل كمية الخلايا المحددة.

DR. NAMEER

البسترة Pasteurization هي عملية رفع درجة حرارة الاغذية لحرارة وزمن معينين متبوعة بتبريد مباشر بهدف القضاء على الجراثيم والبكتريا ووقف نشاط الإنزيمات مع المحافظة على الخواص الطبيعية والكيميائية والقيمة الغذائية للمنتج لكنها لا تقضي عليها بشكل تام لأن الغرض من البسترة هو تقليل مسببات الامراض من البكتريا والجراثيم وليس القضاء عليها بشكل تام كما في التعقيم الى الحد الذي يضمن عدم تمكن ما تبقى من الاحياء المجهرية للتسبب بضرر او مرض بشرط حفظ المنتجات المبسترة في مكان بارد قبل استهلاكها. الغرض من التسخين في البسترة هو القضاء على معظم الاحياء المجهرية وترك بعضها اما التبريد المفاجئ فالغرض منه هو القضاء على ما تبقى منها. غلي المواد او تسخينها يسبب تلفها ولكن عملية البسترة لا تسبب ذلك إذ ان مخترعها لويس باستور توصل الى طريقة تبيد اكبر قدر من البكتريا وتحفظ اكبر قدر من الفيتامينات والمواد المغذية بفضل عملية التبريد المتتابع. يسبب التعقيم القتل الكامل لكل انواع الاحياء المجهرية في المنتج الغذائي ولكنه يتسبب في تغيرات غير مرغوبة في صفات الاغذية الحسية بعكس عمليات البسترة.

بتطبيق المعاملات الحرارية (البسترة البطيئة) بتقنية التسخين بدرجة حرارة منخفضة لفترة طويلة Low Temperature Long Time (LTLT) مثل بسترة الحليب (التسخين الى درجة حرارة 63°م لمدة 30 دقيقة) ثم التبريد المباشر الى اقل من 10°م، (البسترة السريعة) بتقنية التسخين بدرجة حرارة عالية لفترة قصيرة High Temperature Short Time (HTST) مثل بسترة الحليب (التسخين الى درجة حرارة 72°م لمدة 15 ثانية) ثم التبريد المباشر الى اقل من 10°م، أو (البسترة فائقة الحرارة) Ultra-High Temperature (UHT) (حيث يتم تعقيم الأغذية بالتسخين الى درجة 115°م لمدة 2-5 ثانية) ثم التبريد المباشر الى اقل من 10°م ، والغرض من التبريد المباشر هو المساعدة على منع نمو وتكاثر ما تبقى من الاحياء المجهرية ولمعظم طرق التعبئة والتغليف الحديثة مثل التعبئة المعقمة Aseptic Packaging وله فوائد كثيرة، أهمها عدم تعرض مكونات الغذاء الحساسة من فيتامينات وبروتينات وغيرها الى فقد شديد بالمقارنة مع طرائق التعقيم في درجات الحرارة العادية والزمن الطويل.

عاشرا : التبريد Cooling

بعد التعقيم يتم تبريد العلب بالماء البارد حيث تغمر الاقفاص الحاملة للعلب في قنوات خاصة و ترش برذاذ الماء الى ان تنخفض حرارتها إلى 0 °م. وتعتبر هذه المرحلة متممة لعملية التعقيم حيث يسهم التبريد المفاجئ للعبوات بعد معاملتها حراريا في هلاك ما تبقى من الأحياء الدقيقة حيث يؤدي التبريد المفاجئ هنا إلى تمدد وانكماش أنسجة خلايا الكائنات الحية، فتتمزق خلاياها، وتموت بتأثير الصدمة الحرارية وكلما كانت اسرع

ازداد هلاك الأحياء التي تموت بتأثر الصدمة الحرارية Heat shock. كما تبرد العلب بعد التعقيم مباشرة لان استمرار فعل الحرارة يؤدي إلى احتراق مكونات الغذاء ويصبح اللون غامق. ومن طرق التبريد هي:

1 – الرش بالماء البارد 2 – استعمال حوض ماء جاري 3 – التبريد بالهواء

الحادي عشر : الاختبار ألخزني Storage testing

يمكن فهمه على أنه اختبار مدة الصلاحية أو الجودة، في ظروف تخزين معينة من درجة حرارة ورطوبة وضوء وضغط الخ، يحدد الحد الزمني لتقدم الأحداث التفاعلية والتغيرات غير المحسوسة التي تطرأ على الاغذية مسببة تلفها للتأكد من سلامة الاغذية وصلاحيتها للاستهلاك.

أثنى عشر :الترقيم والتأشير والخزن والتسويق Labeling, Storage and Marketing

توضع الأرقام على العلب للدلالة على الوجبة الإنتاجية ويوم الإنتاج والسنة من اجل تتبع حالة العلبة لحين استهلاكها اما البطاقات فتوضع للدلالة على نوعية المنتج وتدون عليها جميع المعلومات الضرورية مثل محتويات العلبة ومن ثم تخزن العلب بعد تكييسها ووضعها في كارتونات لحين التسويق.

❖ تلف الأغذية المعلبة Canned Food Spoilage

تتعرض العلب بعد التعليب إلى ظواهر عديدة قد تؤدي الى تلف العبوة نفسها أو الغذاء فقط او الاثنين معا. فعندما تكون التغييرات نابعة من محتويات العلبة فقد تظهر بشكل انتفاخات واضحة على عكس الشكل الطبيعي للعلبة والتي هي مسطحة او منبعجة قليلا الى الداخل (Concave) فهذه الانتفاخات من طرفي العلبة تتسبب بواسطة العوامل المايكروبية والفيزياوية والكيمياوية.

قد يشمل تلف الغذاء أو العبوة أو الاثنان معا ويكون إما:

1 – تلف ميكروبي: وهذا إما إن يكون

أ – تلف بدون انتفاخات في نهاية العلبة وتسببه البكتريا المحبة للحرارة العالية *Thermophilic bacteria* حيث تنتج حموضة بدون غازات وخاصة في عصير الطماطم وتسمى بالحموضة الباهتة flat sour ويحصل هذا عندما تكون العلبة غير معقمة تعقيما كاملا أو إصابة العلبة بالنضوح .

ب – البكتريا التي تنمو بالحرارة المعتدلة *Mesophilic bacteria* حيث تسبب تلف الأغذية بإنتاج حامض وغاز داخل العلبة وتبدو العلبة منتفخة والغذاء تالف . وتضم أغلب

DR.NAMEER

أنواع البكتيريا وعادة تكون درجة الحرارة المثلى 25- 35 مئوي، أما مدى النمو فيكون بين 15- 45 مئوي.

2 – التلف الكيميائي: يمتاز بانتفاخ العلب ويرجع هذا الانتفاخ إلى وجود غاز الهيدروجين الناتج عن تأثير الحامض في الغذاء على جدار العلبة من الداخل اما الغذاء نفسه فلا يزال معقم وصالح للاستهلاك والسبب الثاني يرجع إلى تحلل الغذاء منتجاً غاز CO_2.

3 – التلف الفيزيائي: ويرجع إلى الأسباب التالية

أ – مليء العلبة ملئا تاما على درجة حرارة واطئة وعند التسخين يحصل الانتفاخ

ب – العلبة قليلة التفريغ وعند وضعها في أماكن ذات مرتفعات عالية تنتفخ لقلة الضغط الجوي.

العوامل المؤثرة على مقاومة السبورات للحرارة :

هنالك نوعان من البكتريا المكونة للسبورات هي مجموعة *Bacillus* الهوائية ومجموعة *Clostridium* اللاهوائية. تقاوم السبورات المؤثرات الخارجية بما في ذلك الحرارة العالية ولكن يكون هلاك البكتريا بالحرارة الرطبة اسرع من الحرارة الجافة ويرجع ذلك الى تكتل البروتين في خلاياها بفعل الحرارة (دنترة). من العوامل المؤثرة على مقاومة السبورات للحرارة :

1) تركيز السبورات : كلما زاد تركيز السبورات احتاجت الى زيادة كمية الحرارة اللازمة لإبادتها فمثلا تعقيم معلق سبوري بمقدار 1000 سبور / مل في دقيقتين على حرارة 121°م بينما لو ازداد تكيز السبورات 100.000 سبور/مل على نفس درجة الحرارة تحتاج الى 10 دقائق لابادته.

2) العوامل البيئية Environmental Factors: هنالك انواع من البكتريا المكونة للسبورات تقاوم سبوراتها الحرارة وتعتبر مسؤولة عن غالبية التلف حيث وجد انه العوامل الوراثية والظروف البيئية تنتج سبورات مقاومة للحرارة العالية وقد تختلف المقاومة بين بين الانواع والسلالات وايضا وجد انه كلما يقل تركيز الحديد والكالسيوم عن الحد المعين في الوسط الانمائي المنتج لسبورات *Clostridium botulinum* يؤدي الى انخفاض المقاومة الحرارية للسبورات.

3) مكونات الغذاء :

(A) الرقم الهيدروجيني pH له تاثير كبير على درجة مقاومة السبورات للحرارة فالمتعادل (pH-7) يعطي الحد الاقصى للمقاومة الحرارية للبكتريا المكونة للسبورات اما

عند (pH-5) فيحصل هبوط كبير لمقاومة السبورات للحرارة وتحتاج الى وقت قليل لإبادتها لذا يضاف لبعض الخضراوات المعلبة مع المحلول الملحي بعض الحامض المخفف من اجل خفض مقاومة هذه الكائنات.

(B) السكر: كلما زاد تركيز السكر زادت مقاومة السبورات للحرارة وقد لوحظ انه عند تسخين الخمائر والفطريات في تراكيز عالية في السكر زادت مقاومتها للحرارة فالفواكه المعبأة بمحلول سكري تحتاج درجة حرارة أعلى ووقت اطول من الفواكه المعبأة بدون المحلول السكري. والسبب في زيادة مقاومة السبورات للحرارة في المحلول السكري هو التجفيف الجزئي لبروتوبلازم الخلية وحماية البروتين من التكتل المسبب لموت الخلايا.

(C) الأملاح المعدنية

يعطي محلول كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) ذو تركيز 2 - 4 % للسبورات البكتيرية مقاومة متزايدة للحرارة ولكن اذا ازداد تركيز الملح الى 8 % او اكثر سوف يقلل من هذه المقاومة ومن الجدير بالذكر هنا أن الملح يعتبر فعالاً جدا ضد الكائنات الحية التي تسبب التلف : لقد وجد بان زيادة تركيز ملح الطعام في عصير الطماطم يؤدي الى تقليل مقاومة البكتريا المسببة الى التلف المسمى بالحموضة الباهتة.

(D) النشا والبروتين والتوابل والزيوت (Starch, Protein, Spice & Oils)

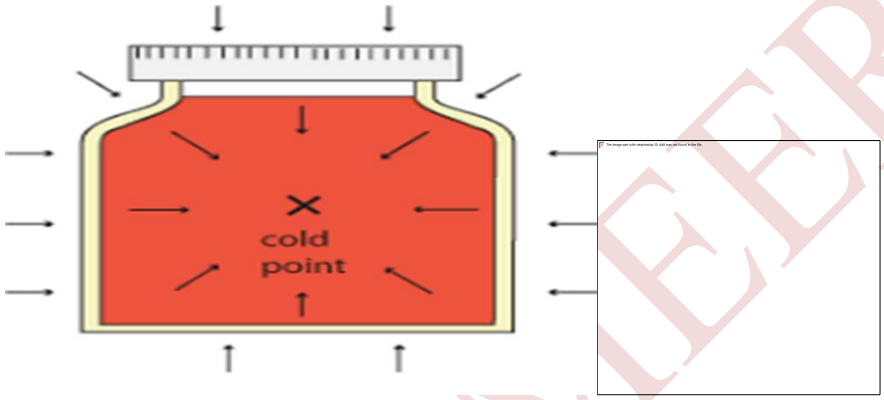
يشجع النشا في البيئات الانمائية المختبرية على نمو الكائنات الحية باعداد كبيرة مقارنة مع البيئة التي تخلو منه حيث يزيد من كثافة الغذاء الذي يتواجد فيه ويغير من نمط التوصيل الحراري من نوع الحمل الى نوع التوصيل مما يتسبب في اعاقة نفاذية الحرارة ولذلك يتطلب وقت اكثر لقتل الكائنات الحية وسبوراتها. اما المركبات البروتينية فهي تعطي بعض الحماية للسبورات ضد الحرارة . بينما وجد أن الزيوت الطيارة لكثير من التوابل والثوم والبصل تقلل المقاومة الحرارية لسبورات البكتريا. اما الدهون والزيوت فهي تشكل عائقا في سرعة قتل السبورات بالحرارة الرطبة.

المقاومة الحرارية للأنزيمات في الأغذية

تتلف الانزيمات بسهولة بواسطة الحرارة العالية حيث وجد ان الانزيمات على درجة حرارة 79م تتلف في بضع دقائق الا انه وجد بان بعض الانزيمات كالبيروكسيديز (Peroxidase) تستعيد نشاطها بعد عملية التعقيم لبعض الأغذية الحامضية كالمخللات فيتحمل درجات حرارة قد تصل الى 85 م وان اضافة الخل يزيد من التلف الحراري له ، حيث وجد في حالات اخرى بان التعقيم السريع على درجة 121-149م قد قضى على البكتريا ولكنه لم يقض على بعض الانزيمات الموجودة. هذا وقد وجد بان المحاليل السكرية العالية التركيز تعطي حماية إلى الانزيمات من الحرارة لذا يتطلب زيادة الحرارة و الوقت للتعقيم.

النقطة الباردة في العبوة Cold Point

تنتقل الحرارة من البخار الساخن في داخل المعقم الى العلبة وبغض النظرعن نوع الغذاء فالجزء القريب من غلاف العلبة الداخلي يسخن ثم منتصف العلبة وعليه فان النقطة الباردة هي آخر نقطة أو مكان في العلبة ترتفع حرارتها إلى درجة حرارة التعقيم وتقع هذه النقطة في منتصف العلبة للأغذية ومن اجل ضمان تعقيم العلبة يجب أن تعرض النقطة الباردة لوقت كاف لتصل إلى درجة حرارة التعقيم وان تبقى على تلك الدرجة الحرارية لوقت كافي لتحطيم السبورات المقاومة للحرارة. تستخدم المزدوجة الحرارية لقياس النقطة الباردة في العلبة التي تتكون من سلكين من النحاس مختلفة التوصيل الحراري واحدى النهايات في العلبة والثانية درجة حرارتها 0°م مثل الثلج.



DR. NAMEER