



المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص تقنية التصنيع الغذائي

معاملات حرارية

٢٥١ صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي، لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني و المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية "معاملات حرارية" لمتدربي قسم "تقنية التصنيع الغذائي" للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص. والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات. والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تهديد

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين نبينا محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه أجمعين. وبعد

أصبحت صناعة المواد الغذائية المتعددة من الوسائل الهامة لإنتاج أغذية صحية وذات جودة عالية وتتناسب أذواق المستهلكين. ونتيجة للتطور في هذه الصناعة أصبحت الأجهزة الحديثة والطرق الهندسية مهمة في هذه الصناعة.

وبالنظر إلى ما يطرأ على المنتجات الغذائية سواء سائلة أو صلبة على عدد غير قليل من الكائنات الحية الدقيقة أثناء الإنتاج أو لغرض الحفظ لاستخدامها لفترات أطول ومواسم أخرى .

لذا فقد تم تجهيز هذه الحقيبة كمقرر تدريبي للمتدربي التقني لفهم أهم الطرق الحديثة المستخدمة لحفظ الغذاء ومن هذه الطرق الهامة لهذا الغرض المعاملات الحرارية حيث إن المعاملة الحرارية للمنتج الغذائي تعتبر ضماناً للقضاء على الكائنات الحية الدقيقة سواء أثناء عملية البسترة أو عملية التعقيم.

لذا فإن هذه الحقيبة التدريبية تحتوي على خمس وحدات مهمة حيث تحتوي الوحدة الأولى والثانية على أنواع المعاملات الحرارية التي يمكن أن يتعرض لها الغذاء وتاريخ صناعة التعليب ومشاكل صناعة التعليب وكذلك أنواع العبوات المستخدمة في التعليب أما الوحدة الثالثة فتهم بتفهم الخطوات الأساسية لحفظ الغذاء بالتعليب. بينما الوحدة الرابعة تهتم بتقييم المعاملة الحرارية أما الوحدة الخامسة فهي طرق تقييم المعاملة الحرارية وكذلك تحديد مشاكل المعاملة الحرارية ومعرفة تأثير درجة الحرارة على الجودة.

والله نسأل أن يكون هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم.

المعاملات الحرارية

مقدمة

مقدمة

الوحدة الأولى : تمهيد

الجدارة: التعرف على أنواع المعاملات الحرارية وتاريخ صناعة التعليب.

الأهداف:

بإكمال الوحدة الأولى يتمكن المتدرب من :

- معرفة أنواع المعاملات الحرارية التي يتعرض لها الغذاء.
- معرفة الشروط الواجب توافرها لمصانع التعليب.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة:

- جهاز عرض باستخدام الحاسب.
- استخدام التعليمات في هذا الوحدة وتطبيقها.

مقدمة

تحتوي المواد الغذائية على العديد من العناصر الغذائية المختلفة كالبروتينات و الكربوهيدرات والدهون بجانب المعادن والفيتامينات وأيضا الماء بنسب متفاوتة لذا فإنها تعتبر بحالتها الطازجة بيئة مناسبة لنمو عوامل الفساد المختلفة كالبيكتيريا والخمائر والفطريات وغيرها ، الأمر الذي يؤدي إلى فساد هذه المواد الغذائية في أغلب الأحيان.

تعتمد الطرق المختلفة لحفظ الغذاء على التأثير على الكائنات الحية الدقيقة وخاصة المرضية منها إما بقتلها وإبادتها وإما بتثبيطها ووقف نشاطها لفترات محددة وبالتالي منع الفساد كلية أو وقفه لمدة معينة مع الأخذ في الاعتبار المحافظة على الخواص العضوية الحسية للمواد الغذائية وأيضا حدوث أقل ما يمكن من فقد لقيمتها الغذائية خلال المعاملات المختلفة للحفظ. ويطلق على المعاملات الحرارية التي من شأنها القضاء على عوامل الفساد وبالتالي حفظ الغذاء لفترات طويلة بطرق الحفظ المستديمة في حين يطلق على تلك المعاملات التي تؤدي إلى وقف نشاط الميكروبات لفترات معينة بطرق الحفظ المؤقتة. والأساس في المعاملات التأثيرية على عوامل الفساد المستعملة سواء في طرق الحفظ المستديمة أو المؤقتة يعتمد على استخدام درجات الحرارة إما ارتفاعاً أو انخفاضاً ففي الحالة التي يستخدم فيها الحرارة المرتفعة كمعاملات تأثيرية على الميكروبات المسببة للفساد فإننا نجد الحفظ بالتجفيف سواء الصناعي Dehydration أو الشمسي Sun drying حيث استخدمنا الحرارة المرتفعة في تحويل جزء كبير من الرطوبة للمادة الغذائية إلى بخار وبالتالي رفعنا تركيز المواد الصلبة الكلية الأمر الذي جعل من تلك المادة الغذائية بيئة غير مناسبة لعوامل الفساد التي لا تلائمها الرطوبة المنخفضة وبالتالي إمكانية حفظ هذه المواد المجففة لفترات طويلة دون أن يطرأ عليها الفساد. وأيضا حينما نستخدم الحرارة المرتفعة في صناعة التعليب بحيث تؤدي إلى قتل وإبادة معظم الميكروبات وخاصة التي تسبب التسمم الغذائي مع خلق ظروف لا هوائية داخل العلب بتلك الظروف يمكن حفظ المواد الغذائية المعلبة لفترات طويلة طالما أن العمليات التصنيعية المختلفة قد تمت بكفاءة. في حين أننا إذا استخدمنا الحرارة في الاتجاه العكسي أي الحرارة المنخفضة فإننا نجد أن انخفاض حرارة المواد الغذائية إلى درجة تحافظ على المستوى الرطوبي دون المساس بطبيعة هذا المحتوى، في هذه الحالة فإن هذه المعاملة تؤدي إلى وقف نشاط عوامل الفساد لفترة معينة وهي الفترة التي يحدث فيها التأثير المؤقت وعند زوال هذا المؤثر تعود هذه الميكروبات إلى نشاطها وتسبب الفساد ويطلق على هذه المعاملة التبريد Cooling بينما إذا خفضنا حرارة الغذاء إلى الدرجة التي تؤدي إلى تغيير طبيعة المحتوى الرطوبي أي تحويل الماء الحر الموجود بالمادة الغذائية إلى بلورات ثلجية وبالتالي خلق بيئة غير مناسبة لنمو عوامل الفساد_ (درجات الحرارة المنخفضة تؤدي إلى إبادة وتثبيط معظم

الميكروبات) فنكون قد أمكننا حفظ المادة الغذائية على هذه الصورة لفترات طويلة دون فساد وتسمى هذه الطريقة الحفظ بالتجميد Freezing. وكما هو الحال فإن الحفظ بالتبريد هو حفظ مؤقت مقارنة بالحفظ بالتجميد كطريقة مستديمة فإن البسترة هي أيضاً حفظ مؤقت مقارنة بالتعليب كحفظ مستديم.

وبقدر التزامنا بالمحافظة على الخواص العضوية الحسية وأيضاً القيمة الغذائية للمواد الغذائية خلال معاملاتها الحرارية فإننا يجب أن نأخذ بعين الاعتبار عدة أمور منها:

١. إن حموضة الوسط تؤثر على درجة الحرارة المستخدمة ذلك أنه كلما كان الغذاء حامضياً كلما كان التأثير الحراري أكفاً أي كلما أمكن تعقيمه على درجات حرارة أقل ولذا فإن الأغذية تنقسم بالنسبة لحموضتها إلى أغذية حامضية لها $pH = 4.5$ أو أقل مثل الفواكه والطماطم وهذه تعامل حرارياً عند تعقيمها على درجة ٢١٢° ف لمدة نصف ساعة وأغذية غير حامضية إلى pH رقم أكثر من 4.5 مثل الخضروات ما عدا الطماطم واللحوم والأسماك وتحتاج إلى درجة حرارة أكثر من ٢١٢° ف أي ٢٤٠° ف لمدة نصف ساعة.

٢. مدة التعقيم تتناسب طردياً مع عدد الأحياء الدقيقة التي تلوث الغذاء بمعنى آخر إنه كلما كان التلوث الابتدائي Initial contamination كبيراً كلما احتاج الغذاء إلى مدة أكبر لتعقيمه.

٣. الخلايا الخضرية أقل مقاومة للحرارة من الخلايا المتجرثمة أي إنه يمكن استعمال درجات حرارية أقل في قتل الخلايا الخضرية بالمقارنة بالخلايا المتجرثمة.

وبعد هذه المقدمة الضرورية سوف نتناول بالتفصيل صور المعاملة الحرارية التي تستعمل في حفظ

الأغذية بالحرارة المرتفعة وهي:

١،١ البسترة Pasteurization:

هي إحدى طرق الحفظ المؤقت ذلك أن المعاملة الحرارية المستخدمة لا تؤدي إلى قتل وإبادة معظم عوامل الفساد نظراً لأن درجتها الحرارية أقل من درجة غليان الماء وبالتالي فإن هذه الميكروبات التي لم تقتل يمكنها أن تنمو وبالتالي فساد الغذاء بعد فترة من الوقت والبسترة تعني تعريض الغذاء (عادة الأغذية السائلة) لمعاملة حرارية تكفي للتخلص من الأحياء الدقيقة المسببة للمرض Pathogenic organisms وغيرها من الميكروبات الأخرى ثم التبريد والحفظ على درجة حرارة منخفضة. ويستدل على كفاءة إجراء عملية البسترة بمدى قضائها على ميكروبات السل حيث إنها أكثر الميكروبات المرضية تحملاً للحرارة. ومن أهم الأغذية السائلة التي تجري بسترتها عادة اللبن يبستر على ١٤٥° ف لمدة نصف ساعة أو ١٦٠° ف لمدة ١٥ ثانية) وكذلك عصير الفواكه والخل وأيضاً المياه الغازية ويجب أن يؤخذ في الاعتبار

إجراء تبريد بعد المعاملة الحرارية حتى لا يحدث Over heating للمواد المعاملة علاوة على امتداد التأثير الحراري للمكونات الغذائية الأمر الذي ينعكس على جودة الناتج بجانب ذلك فإن التبريد يحدث تأثيراً تعقيماً إضافياً يساعد على إتمام البسترة بكفاءة. هذا وقد تجري البسترة بإحدى الطرق التالية:

١،١،١ البسترة على دفعات Batch pasteurization

حيث تتم البسترة في أحواض ترتفع درجة حرارتها إما باستخدام الماء الساخن أو البخار خلال أنابيب حلزونية تتخلل المادة الغذائية أو في الجدار المزدوج لحوض البسترة وتزود الأحواض بمقلبات لتجانس الحرارة داخله وبعد انتهاء المدة المحددة يتم تفريغ الحوض حيث يملأ بدفعة جديدة.

١،١،٢ البسترة المستمرة Continuous pasteurization

في هذه الطريقة تتم بسترة السوائل خلال مرورها في أنابيب يجري تسخينها ببخار الماء أو ماء ساخن يمر في أنابيب أخرى في اتجاه عكسي لمرور المادة الغذائية وتضبط سرعة مرور السوائل في الأنابيب بحيث تمكث في الأنابيب المدة الكافية من وصول الحرارة إلى الدرجة المطلوبة لحدوث البسترة. وقد تتم هذه البسترة المستمرة على درجة ١٨٠ ف لمدة نصف ساعة كما في بسترة عصير الفواكه أو قد تأخذ بضع ثوان على درجة ١٩٠ - ١٩٥ ف.

١،١،٣ البسترة المتقطعة Discontinuous pasteurization

وتستخدم هذه الطريقة من البسترة للمواد الغذائية التي تحتوي على نسبة مرتفعة من السكر حيث إن تعرضها لمدة طويلة على درجة حرارة عالية يؤدي إلى تكميل السكر وبالتالي تغيير طعمها ولذا تتم بسترتها بهذه الطريقة حيث تعامل على عدة مرات لمدة ١٥ دقيقة في كل مرة وبين المرة والأخرى ٢٤ ساعة.

٢،١ الطبخ Cooking

هذه الطريقة التي يتم بها طهي الأطعمة سواء منزلياً أو في المطاعم المختلفة وفيها ترتفع حرارة المواد الغذائية إلى درجة الغليان أو أكثر بقليل ويجب أن نأخذ بعين الاعتبار التخلص من ميكروب وتوكسين *Staphylococcus aureus* و *Clostridium botulinum* ولضمان تحقيق ذلك يجب رفع درجة الحرارة وأيضا تجانسها مع مراعاة الوقت حتى لا يحدث تأثير عكسي على القيمة الغذائية للأطعمة.

٣،١ الخبز Baking

وهي إحدى وسائل الحفظ وفي نفس الوقت الطهي حيث يتم استخدام درجات حرارة قد تصل إلى ٢٥٠ م وذلك لخبز رغيف الخبز على حين أن درجة حرارة اللبابة الداخلية لا تزيد عن ٩٠ م نظراً لوجود

طبقة سميكة تعمل كحاجز لانتقال الحرارة داخل الرغيف ويجب هنا مراعاة الشروط الصحية للعاملين في هذه الصناعة خاصة خلال مراحل تداوله حتى لا يسبب نقل أي أمراض.

٤،٤ حفظ الأغذية بالتعليب Canning

يمكن تعريف هذه الصناعة بأنها طريقة لحفظ الأغذية في أوعية محكمة القفل لا ينفذ إليها أو منها الهواء أو الرائحة أو الكائنات الدقيقة الملوثة Hermetically sealed containers وذلك باستخدام درجات الحرارة العالية بالدرجة التي تكفي لقتل معظم البكتيريا الملوثة ولإيقاف عمل الإنزيمات مع عدم الإضرار بخواص الغذاء المحفوظ. وتمثل هذه الصناعة في الوقت الحالي الحفظ في العلب الصفيح أو الأواني الزجاجية أو غيرها مثل الأكياس البلاستيكية والورق المقوى المشمع وورق الألمنيوم ذي القفل المحكم.

١، ٤، ١ تاريخ هذه الصناعة:

وتعتبر هذه الصناعة حديثة حيث بدأت من نحو ٢٠٠ سنة حيث تمكن العالم نيقولاس أبيرت في سنة ١٨٠٩ م من حفظ بعض المواد الغذائية في أوعية زجاجية وقفلها ومعاملتها بالحرارة لحفظها مدة طويلة بأقل تغييرات ممكنة في الطعم أو اللون أو الرائحة وقد استخدمها الجيش الفرنسي أثناء الحروب والتنقل ثم انتقلت بعد ذلك إلى إنجلترا وألمانيا ثم الولايات المتحدة الأمريكية.

وقد سبق هذا التاريخ في ١٧٦٥ حول حفظ الأغذية في أوعية محكمة القفل وخاصة بواسطة العالم الإيطالي Spullanari. وفي سنة ١٨١٠ فإن العالم Peter Duisun أول من بدأ هذه الصناعة في إنجلترا وبدأت صناعة الحفظ في العلب تجارياً في الولايات المتحدة في ١٨١٩ م وزادت إلى ستة أضعاف في الفترة بين ١٨٦١ م - ١٨٦٥ م وفي سنة ١٨٦٧ م استخدم حمام كلوريد الكالسيوم بغرض رفع درجة الحرارة للغليان وبعد ذلك في ١٨٧٤ م تمكن A. K. Sheroven من اختراع جهاز تعقيم البخار تحت ضغط (الأتوكلاف Retort). وفي الفترة من ١٨٩٥ م - ١٩٠٠ م بدئ في تطبيق استخدام العلوم البكتيولوجية في صناعة الحفظ وإنتاج علب بحالة صحية سليمة عرفت باسم Open Top-Sanitary Can وبدأت صناعة العلب بحالتها الراهنة مع استخدام التطبيق المزدوج Double seam وتأسست في ١٩٠١ الشركة الأمريكية للتعليب American Can Co. وأنشئ معمل الشركة في ١٩٠٦ وفي ١٩٢١ م بدأ الإنتاج التجاري في علب معالجة بورنيش خاص Commercial production in enamel ثم في ١٩٤٥ م انتشرت هذه الصناعة انتشاراً واسعاً.

ويمكن إجمال العقبات التي تحول دون تقدم هذه الصناعة والخطوات التي يجب اتخاذها لتذليل هذه الصعوبات:

- ١) تقوم الحكومات بتشجيع المصانع وإمدادها بالخبرة الفنية واستيراد قطع الغيار والماكينات اللازمة لتحسين وتطوير الإنتاج.
- ٢) منع استيراد جميع أنواع الأغذية المعلبة والتي يمكن تصنيعها محلياً حتى يمكن تدعيم الصناعة المحلية.
- ٣) إنشاء الهيئة العلمية لتوحيد القياس لضمان تجانس المنتجات خاصة التي تصدر وكذلك مطابقة البطاقات وجودة المنتجات وحالياً لا يسمح بتصدير أي منتجات لا تنطبق عليها المواصفات القياسية حمايةً لسمعة المنتجات المحلية في الأسواق الخارجية.
- ٤) تشجيع التصدير للخارج بتيسير استيراد الصفيح والخامات اللازمة للصناعة.
- ٥) ومع الانفتاح الاقتصادي تقوم الحكومات بتشجيع رؤوس الأموال سواء العربية أو الأجنبية بالاشتراك مع رؤوس الأموال المحلية في إنشاء مصانع أغذية خاصة تلك التي تتمتع بسمعة دولية طيبة.

ومن العقبات التي تقف أمام المنتجات المحلية لمنافسة السلع المماثلة في الأسواق الخارجية:

- ١) الحصول على المواد الخام خاصة من الخضروات والفواكه بالأسعار المناسبة وبدرجة الجودة المطلوبة للحفظ والتصنيع. ولذلك من المهم أن تتعاقد المصانع مع المزارعين أو وزارة الزراعة لتخصيص مساحات لزراعة المحاصيل اللازمة للتصنيع بحيث ترد إلى المصنع في الوقت المناسب وبالكميات اللازمة للتشغيل في درجة نضج مناسبة.
- ٢) الصفيح الخام ويجب تشجيع هذه الصناعة وذلك لأن تكاليف النقل والتأمين والشحن وفروق العملة باهظة.
- ٣) يجب العمل على تشغيل المصانع بكامل قدرتها الإنتاجية لأن ذلك يؤدي إلى خفض تكاليف الوحدة نظراً لأنه توجد مصاريف ثابتة توزع على الناتج وكلما عملنا على التشغيل بكامل القدرة الإنتاجية فإن ذلك يؤدي إلى خفض التكاليف وبالتالي خفض أسعار المنتجات المصنعة.
- ٤) رفع كفاءة العمال المدربين والخبرة الفنية مع اتصالهم بأحدث ما وصل إليه العلم الحديث في صناعة حفظ الأغذية بتنظيم الدورات والندوات والبعثات والحوافز والأبحاث التي تؤدي إلى تطوير وحل مشاكل هذه الصناعة.

أولاً: رأس المال

وهذا ينقسم إلى رأس المال الثابت مثل الأرض والمصانع والأثاث وتكاليف التركيب ومصاريف التأسيس وكذلك رأس المال العامل والذي يمثل خامات التشغيل وعلى سبيل المثال فإن المصنع الذي رأس ماله ٢,٥ - ٣ مليون دولار يجب أن تكون في مخازنه في جميع الأوقات بضائع لا تقل قيمتها عن ٢,٥ مليون دولار ومن خامات للتصنيع ليستطيع الوفاء بمتطلبات الأسواق والتصنيع بصفة مستمرة.

ثانياً: اختيار موقع المصنع

أن يقوم في منطقة تربي محاصيل وفواكه قريبة من مكان الإنتاج ومناطق الشحن للخارج مثل الدمام وجدة وينبع وتراعي كذلك ما يلي:

(١) وفرة القوى الكهربائية.

(٢) الماء النظيف الخالي من التلوث. حيث يجب أن يزود المصنع بوحدة معالجة للمياه حتى يصبح يسر ونظيفاً وملائماً للصناعة مع الأخذ في الاعتبار أن عسر الماء يؤدي إلى عواقب وخيمة سواء اقتصادياً من حيث إتلاف المواسير والتوصيلات والغلايات أو صحياً من وجهة نظر استمرار تلوث المنتجات.

(٣) التخلص من الفضلات السائلة والصلبة حيث يجب أن تكون قريبة من خدمات الصرف الصحي في المنطقة.

(٤) المواد الخام وسهولة الحصول عليها مثل الفواكه والخضراوات واللحوم والأسماك والصفائح ومواد الوقود.

(٥) قرب المصنع من المدن وإن كان يفضل الأخذ بنظام المجمعات الزراعية الصناعية.

(٦) عمل دراسة بحيث يوضع بعين الاعتبار الإمكانيات التوسعية في المستقبل.

(٧) وجود المصنع على طريق زراعي أو محطة سكة حديد أو ميناء نهري أو بحري لسهولة المواصلات للعاملين أو الخامات أو التصدير.

ثالثاً: المباني

يراعى أن تكون المباني مستوفية لحالة المصنع وأن تكون صحية متمشية مع القوانين واللوائح التي تحددها وزارة الصحة والصناعة وبالنسبة لهذه الصناعة يجب أن تتوفر فيها الوحدات التالية:

(١) الجزء الخاص بعلب الصفائح الفارغة. وفي الغالب يحتوي على مخزن ألواح الصفائح الخام

والقصدير والمواد الورنيشية والرصاص وكل ما يلزم لصناعة العلب.

(٢) مخزن مخصص للألات الخاصة بصناعة العلب.

٣) مخزن لتخزين العلب الصفيح بعد تصنيعها حتى تكون معدة للتعبئة وهذا الجزء يكون ملحقاً أو قريباً جداً من صالة الإنتاج أو صالة إعداد الأغذية قبل تعبئتها ويمكن تجهيز ذلك آلياً بين الصالة ووصول العلب كما يكون من الضروري عند مرور العلب قبل التعبئة مباشرة أن تعامل بالبخار لضمان تعقيمها جزئياً مع مراعاة أن تكون وحدة إنتاج الصفيح منفصلة تماماً عن صالة التعبئة حتى لا تؤثر الأبخرة الموجودة بصالة التعبئة على الصفيح.

٤) المبنى المخصص للتصنيع ويشتمل على:

أ) ميزان كبير لوزن العربات المحملة.

ب) رصيف استلام لتسهيل تفريغ الخامات من العربة.

ج) حجرة استلام مجهزة لإجراء الاختبارات الروتينية عند الاستلام.

د) صالة الإعداد والتعبئة وبها الخطوط المختلفة للتصنيع.

٥) مكان مخصص لأجهزة التعقيم وأحواض التبريد ويفضل أن يكون في مكان الصناعة ولكن منفصلاً إلى حد ما.

٦) المكاتب والإدارة والمعمل تكون مطلة على صالة الإنتاج.

٧) الغلايات ولها حجرة منفصلة عن المصنع وبها أجهزة لمعالجة المياه الداخلة إليها.

٨) يجب أن يزود كل مصنع بآلات توليد كهرباء لاستعمالها في حالة انقطاع التيار الكهربائي.

٩) المخازن: يجب أن تكون مهواة - جافة - بعيدة عن أشعة الشمس المباشرة وأن تشتمل على:

مخزن للخضراوات والفواكه الطازجة- مخزن للصفيح الخام- مخزن للبطاقات والأوراق

المشابهة- مخزن للسكر والملح والخل والتوابل- مخزن للمنتجات النهائية - مخزن للشحن

لخارج المصنع- مخزن للتوالف. هذا بالإضافة إلى وجود حجرات متسعة للعاملين لتغيير

ملابسهم وكذلك بوفيه وأماكن لتدريب وتثقيف العاملين في المصنع.

المعاملات الحرارية

العبوات المستخدمة في التعليب

الوحدة الثانية : العبوات المستخدمة في التعليب

الأهداف:

- بإكمال الوحدة الثانية يتمكن المتدرب من :
- معرفة أنواع العبوات المستخدمة في عملية التعليب وكيفية تصنيعها.
- مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٣ ساعات.

- الوسائل المساعدة:- عبوات مختلفة.
- فلم يوضح طريقة تصنيع العبوات.

العبوات المستخدمة في التعليب

تتوفر الآن أنواع عديدة من أوعية الأغذية المعلبة نتيجة للتطور الذي حدث في هذا الجانب من صناعة حفظ الأغذية . تستخدم علب الصفيح في تعبئة الخضروات بينما تستخدم العبوات الزجاجية والبلاستيكية وعلب الألمنيوم في تعبئة المربيات والعصائر ومنتجات الطماطم . بالنسبة لتشريعات الأغذية فإن تعريف الوعاء محكم القفل hermetically sealed container هو الوعاء المصمم لضمان عدم دخول الكائنات الدقيقة إليه وللحفاظ على التعقيم التجاري لمحتوياته بعد المعاملة . ولهذا من المهم جدا لنجاح عملية التعليب أن تستخدم أوعية ذات جودة عالية يعتمد عليها وماكينات قفل مضبوطة جيدا بحيث يتم الحصول على قفل ذي خلوص دقيق ضمن الحدود اللازمة لمنع دخول الكائنات الدقيقة إلى الوعاء أثناء عملية التبريد وأثناء تخزين المنتج . ولهذا يجب اختيار الوعاء الأكثر كفاءة للمنتج المحدد واختيار وتشغيل وصيانة ماكينات القفل بصورة جيدة .

٢،١ العبوات المعدنية

الميزة الأساسية للعبوة المعدنية كتغليف للغذاء هي الحماية التي توفرها لمحتوياتها . يحمى الغذاء في العلب من التلوث بالكائنات الدقيقة ، الحشرات أو المواد الغريبة الأخرى التي تؤدي إلى التلف أو تؤثر سلبا على مظهر أو نكهة المنتج . تمنع العلب أيضا الاكتساب أو الفقدان غير المرغوب في محتوى الماء . وهي تحمي الغذاء من امتصاص الأوكسجين ، الغازات أو الروائح الأخرى ومن تأثير الجسيمات المشعة في الغلاف المحيط . بالنسبة لبعض المنتجات التي تكون صبغاتها معرضة لتفاعلات كيميائية ضوئية غير مرغوبة فإن العلب تحميها من التعرض للضوء .

على الرغم من أن علب الألمنيوم تستخدم لبعض المنتجات إلا أن الصلب لازال المادة الأساسية لأوعية معظم الأغذية .

عادة تصنع العلب من الصلب وعليه دثار رفيع من الصفيح . الصفيحة المقصدرة tinplate هي مادة مثالية لعبوات الأغذية . على الرغم من أن الصفيح ليس خاملا بالكامل مع كل الأغذية إلا أن تآكل الوعاء والتغيرات في المنتج ضئيلة عندما يتم الاختيار المناسب لمواد التصنيع . من ضمن العوامل الواجب اعتبارها عند تصنيع العلب هي :-

١ - التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية للوح الأساس base plate

٢ - سمك دثار الصفيح

٣ - استخدام الطلاء الواقي enamel

٤ - تصميم الوعاء

٥ - التآكل النسبي للمنتج المراد تعليبه

التركيب الكيميائي والخصائص الفيزيائية للوح الأساس

في الأغذية المعلبة يكون تآكل الوعاء عادة عملية تدريجية. يتآكل الصفح الذي يلامس المنتج ويختفي تدريجياً وتزداد مساحة الصلب والسبيكة المكشوفة وفي النهاية يصل إلى النقطة التي يتآكل فيها الصلب بسرعة أثناء هذه العملية ينتج هيدروجيناً يؤدي إلى انتفاخ العلب. لا يحدث هذا الانتفاخ عادة حتى يتم استهلاك كل الصفح المتوفر تقريباً. ولكن إذا كان الصلب ذا جودة منخفضة أو تركيب كيميائي غير جيد فإن عمر العبوة سيقبل.

يستخدم الصلب منخفض الكربون لصناعة العلب. دلت الدراسات على أن التركيب الكيميائي للصلب ذو أهمية أساسية للحصول على عمر تشغيل مناسب مع المنتجات المؤدية للتآكل. الفوسفور والسليكون مهمان جداً إلا أن الكميات القليلة من المعادن مثل النحاس، النيكل، الملبدتم قد تؤثر على مقاومة التآكل للوح العلب. يوضح الجدول (١) أدناه المواصفات الكيميائية للصلب المستخدم كمادة أساسية في صفائح العلب المعدنية.

جدول (١) المواصفات الكيميائية للصلب المستخدم كمادة أساسية في صفائح العلب المعدنية.

العنصر	النوع L	النوع MS	النوع MR	النوع MC
المنجنيز	٠,٦ - ٠,٢٥	٠,٦ - ٠,٢٥	٠,٦ - ٠,٢٥	٠,٦ - ٠,٢٥
الكربون	❖ ٠,١٢	❖ ٠,١٢	❖ ٠,١٢	❖ ٠,١٢
الفوسفور	❖ ٠,١٥	❖ ٠,١٥	❖ ٠,٠٢	٠,١١ - ٠,٠٧
الكبريت	❖ ٠,٠٥	❖ ٠,٠٥	❖ ٠,٠٥	❖ ٠,٠٥
السليكون	❖ ٠,٠١	❖ ٠,٠١	❖ ٠,٠١	❖ ٠,٠١
النحاس	❖ ٠,٠٦	٠,٢ - ٠,١	❖ ٠,٢	❖ ٠,٢
النيكل	❖ ٠,٠٤	❖ ٠,٠٤	-	-
الكروم	❖ ٠,٠٦	❖ ٠,٠٦	-	-
الملبدتم	❖ ٠,٠٥	❖ ٠,٠٥	-	-
الزرنخ	٠,٠٢	❖ ٠,٠٢	-	-

- لم يحدد حد أقصى ❖ حد أقصى

يحضر النوع L بطريقة خاصة ويحتوي على نسبة منخفضة من الفوسفور وهو صعب الإنتاج ويستخدم مع المنتجات قوية التآكل مثل المخلاتات. النوع MS مشابه للنوع L ولكن له محتوى نحاس أعلى ويفضل الآن

لعلب الكرنب المخمر . النوع MR مخصص لمنتجات الفاكهة متوسطة الحموضة مثل الفواكه الحمضية وعصائرها ، الخوخ ، الكمثرى والأناناس. هذا النوع له محتوى فوسفور أعلى بقليل من النوع L . يتوفر عدد مختلف من الألواح للمنتجات منخفضة الحموضة مثل اللحوم ، الأسماك ومعظم الخضروات وللعبوات الجافة أو المجمدة . يحكم اختيار الصلب لعلب هذه المنتجات اعتبارات اقتصادية أكثر من تآكل المنتج ، ويستخدم عادة النوعان MR و MC.

الجدول (٢) التالي يوضح بعض الأغذية المعلبة في مجموعات على حسب تأكلها وأنواع الصلب المستخدمة

نوع الصلب	أمثلة نموذجية	الخصائص	مجموعة الغذاء
MS, L	عصير التفاح ، اللبيات ، المخللات، كرنب مخمر	المنتجات عالية أو متوسطة الحموضة وتشمل الفواكه داكنة اللون والمخللات والخضراوات الحامضية	شديدة التآكل
MR	مشمش، تين، قريب فروت	الفواكه منخفضة الحموضة	متوسطة التآكل
MC, MR	بسلة، لحوم، أسماك	المنتجات منخفضة الحموضة	قليلة التآكل
MC, MR	شوربات جافة، أغذية مجمدة	المنتجات الجافة غير المصنعة	غير مؤدية للتآكل

يجب أيضا الأخذ في الاعتبار شدة صفيحة العلب المعدنية . سمك أو معيار الصفيحة أحد العوامل الهامة . يحتاج إلى صفائح ذات متطلبات فيزيائية مختلفة لعمل العبوات المناسبة للأنواع العديدة من المنتجات التي تعلق اليوم . تملأ العصائر ، مثلاً ، في العلب عند درجة غليانها ثم تبرد . الضغط المطلق داخل العلب المبردة أقل من الضغط الخارجي مما يعرض العلب لقوى انكماش كبيرة وحادة . بالنسبة للأغذية التي تعقم ينتج ضغط حوالي ١,٥ بار في العلب أثناء التعقيم والتبريد . يحتاج إلى صفيحة قوية صلبة لمقاومة هذه المتطلبات . في الجانب الآخر تحتاج بعض العلب المسحوبة مثل علب الأسماك البيضاوية إلى استعمال

صفيحة ناعمة ، مرنة . بتحويل احتياجات العلبة من المرونة ومقاومة الانبعاج إلى خصائص ميكانيكية في صفيحة الصلب ، يضع بذلك مصنعو العلب مواصفات الصفيحة المقصدرة .

٢،٢ دثار الصفيح tin coating

يؤثر سمك واتساق دثار الصفيح والطريقة التي تتم بها تغطية الصلب بالقصدير على مقاومة الصلب للثقوب والتآكل . قبل الحرب العالمية الثانية كانت تتم تغطية الصلب بغمر الصفيحة في قصدير منصهر الآن أصبحت التغطية بالتحليل الكهربائي هي الأكثر أهمية واقتصادا .

سمك دثار الصفيح على معظم علب الأغذية حوالي ٢٠ - ٣٠ من المليون من السم على كل جانب من سطح الصفيحة وسمك الصلب المكون للصفيحة حوالي أربعة على الألف من السم. الآن دثار الصفيح أسمك في داخل العلبة عنه في الخارج. يوفر الدثار الداخلي حماية من التآكل بالغذاء والخارجي يمنع الصدأ الخارجي .

٢،٣ علب الألمونيوم

هناك اهتمام متزايد لاستخدام الألمنيوم كمادة للأوعية . هناك علب كاملة من الألمنيوم وبعضها جسمها من الألمنيوم والأطراف من الصفيح المقصدرة . يستخدم الألمنيوم حتى الآن في الحالات التي تكون لها ميزة على استخدام الصفيح المقصدرة كما في تعليب مركبات الحمضيات المجمدة وبعض منتجات اللحوم والأسماك . مزايا علب الألمنيوم هي :-

١. تكاليف نقلها أقل لخفة وزنها .
 ٢. لا تؤدي إلى تغيير لون الغذاء والعلبة في المنتجات المحتوية على الكبريتيد .
 ٣. سهولة فتحها بالثقب وميزة توفر الفتح السهل .
 ٤. علب الألمنيوم لا تصدأ ومظهرها دائما لامع .
 ٥. خالية من الرصاص .
 ٦. يمكن تشكيلها إلى أوعية بعدة طرق .
- عيوبها هي :-

١. قفل جسم العلبة باللحام بالقصدير غير عملي .
٢. تحتاج إلى سمك أكبر للحصول على نفس شدة الصفيحة المقصدرة .
٣. أطراف الألمنيوم صعب فتحها بواسطة بعض فتاحات العلب المستخدمة .
٤. يغير الألمنيوم بشدة لون بعض المنتجات .

٥. عمر خدمة الوعاء أقل بكثير من الصفيحة المقصدرة لمعظم المنتجات السائلة .

ولهذا على الرغم من أن علب الألمنيوم تبدو أكثر تكلفة لوحدة مساحة من الصفيحة المقصدرة إلا أنها تنافس الصفيح المقصدرة للمزايا التي ذكرت من قبل .

توفرت علب الألمنيوم في قطعتين منذ زمن طويل وبذلك قل احتمال التسرب بدرجة كبيرة لأنه يوجد قفل مزدوج في الطرف العلوي فقط . تبدو مشاكل الإنتاج أيضا أقل عند صناعة العلب المكونة من قطعتين وتحتاج إلى عمالة أقل مهارة لتشغيل خط القطعتين. كما أن العلب المصنوعة من قطعتين تستخدم معدناً أقل لأنه لا يوجد ازدواج للقفل الجانبي والقفل المزدوج السفلي. أكثر من هذا كله فـعلب الألمنيوم يمكن إعادة استعمالها وفي هذا محافظة على المصادر الطبيعية القيمة وتقليل لمشاكل طرد النفايات. الأوعية المصنوعة من قطعتين ليس لها لحام جانبي ولهذا فهي خالية من الرصاص.

علب الألمنيوم المحمية جدا من التآكل الداخلي مرضية بصورة خاصة لمنتجات اللحوم وغذاء البحر المملح. لا توجد مشكلة الصبغة السوداء نتيجة لكبريتيد الحديد مع الألمنيوم . ولكن ميل الألمنيوم لتغيير لون بعض الصبغات هو الذي يغير لون الجمبري إلى رمادي وينتج أيضا رائحة مثل كبريتيد الهيدروجين . يقلل استخدام حمض الستريك وعصير الليمون لخفض الأس الهيدروجيني للمنتج إلى ٦,٠ - ٦,٤ هذه المشاكل كثيرا.

المقاومة الممتازة للألمنيوم للتآكل الجوي ناتجة عن الجلد الواقي من أوكسيد الألمنيوم . هذا الأوكسيد ليس فقط خاملاً كيميائياً ولكنه يرم نفسه بسرعة إذا تضرر مادام الأوكسجين متوفراً لهذا الغرض. ولكن تتوفر داخل العبوة كميات محددة جدا من الأوكسجين ولهذا يعطي غشاء الأوكسيد حماية أقل. دلت الاختبارات أن معظم علب الألمنيوم لمعظم الأغذية المصنعة تحتاج إلى طلاء واق داخلي لعمر تخزين مناسب. قد تحد شدة الوعاء من شيوع استخدام الألمنيوم مع بعض المنتجات. باستخدام السبائك الحالية تجب زيادة السمك بحوالي ٣٥٪ أكثر من سمك الصفيحة المقصدرة للحصول على شدة مساوية لمقاومة الانبعاج ، التحذب والتحفز .

٢،٤ الطلاء الواقي enamel coating

الطلاء الواقي هو غطاء عضوي للحفاظ على جاذبية الغذاء ، تحسين المظهر الداخلي أو الخارجي للوعاء ومنع التفاعل الكيميائي بين الغذاء والوعاء ، وزيادة عمر تخزين العلب . في بعض الحالات يجعل هذا الطلاء من الممكن استخدام سمك أقل من الصفيحة المقصدرة وبالتالي نوعية أقل تكلفة .

على الرغم من أن عديداً من المحاولات تمت لتطوير طلاء واق لكل الأغراض إلا أنها كانت غير ناجحة . يحتاج لحوالي عشرين طلاء مختلف لمقابلة متطلبات المنتجات التي تعلق الآن . تستخدم العلب

غير المطلية عندما تكون تفاعلات العلب مع الغذاء غير مهمة أو عندما تكون جودة الغذاء أفضل في العلب غير المطلية. يحسن الصفيح غير المطلي لون بعض المنتجات التي يصبح لونها داكنا في العلب المطلية بالكامل.

الطلاء الواقي للأغذية المعلبة يجب أن تكون له الخصائص التالية :-

١. أن يكون غير سام .
٢. يجب ألا يؤثر على نكهة أو لون الغذاء .
٣. يجب أن يكون مقبولا لملاسة الغذاء على حسب قوانين المواد المضافة.
٤. يجب أن يكون سهل الالتصاق على الصفيحة المقصدرة .
٥. يجب ألا يتطاير من الصفيحة أثناء التعقيم أو التخزين .
٦. يجب أن تكون له مقاومة ميكانيكية لعمليات تصنيع العلب.
٧. يجب أن يتحمل كل درجات الحرارة أثناء التصنيع والتخزين العادي .
٨. يجب أن يكون اقتصاديا.

في الأصل تم تطوير الطلاء الواقي لاستخدامه مع منتجات الفاكهة مثل اللبيات والكرز والتي يختفي لونها عند تعليبها في علب عادية . اليوم يستخدم طلاء الفاكهة fruit enamel المركبة من oleoresinous لهذا الغرض . تحتوى معظم الخضروات مثل الذرة الشامي ، البازيلاء على مكونات بروتين حاملة للكبريت . أثناء التصنيع تتكسر هذه المركبات معطية بقايا كبريت يتفاعل مع الصفيح والحديد من الوعاء لإعطاء كبريتات المعدن داكنة اللون . تشابه هذه الترسبات اللون الموجود على ملعقة فضة تلامس بيضاً . اسوداد الكبريت هذا غير مضر لكنه غير مقبول من ناحية المظهر. في العلب ذات الطلاء C المستخدم الآن لمعظم الأغذية المحتوية على الكبريت ، تحبس صبغة الكبريت المضافة إلى oleo resinous مركبات الكبريت قبل أن تؤدي لزوال اللون .

هناك طلاء مزدوج تم تطويره خصيصا للمشروبات الأخرى التي تحتاج لحماية إضافية لمنع تغير النكهة . يمكن استخدام مواد قشرة لتوفير غطاء إضافي عند منطقة اللحام الجانبي للعلب وهي عبارة عن طلاء يجف بسرعة يرش داخل العلب بعد تشكيلها.

لا يستخدم طلاء واق في علب منتجات مثل عجينة التفاح وقطع القريب فروت حيث يوقف فعل الاختزال لأملح الصفيح الاسوداد والتغير في النكهة أثناء التخزين . أيضا تفضل العلب غير المطلية مع الهليون asparagus الأخضر لأن الصفيح المذاب يساعد في منع زوال اللون عند فتح العلب . يمكن طلاء العلب من الخارج للتجميل أو لمنع الصدأ .

(أ) أنواع الطلاء الواقية :-

١- Oleo resinous .

وهي الأنواع الأكثر شيوعاً وهي تشمل النوع R أو طلاء الفاكهة fruit enamel والنوع C . يستخدم النوع R لحماية الصبغة الطبيعية للفواكه ذات اللون الشديد مثل اللبيات ذات اللون الداكن وأيضا البنجر . يستخدم النوع C لمنع حدوث لون الكبريتيد الأسود في الأغذية مثل البازيلاء ، الدواجن وأغذية البحر . يحتوي النوع C على ١٥٪ أو أكسيد الزنك كعائق يضاف لتفاعله الكيميائي وليس كصبغة . تتفاعل الكبريتيدات التي تتكون أثناء التعقيم أو التصنيع في الأغذية المحتوية على البروتين الذي أحماضه الأمينية ذات محتوى كبريت عال ، مع أكسيد الزنك لتكوين مركبات زنك بيضاء أو عديمة اللون .

٢- الفينولي phenolic

تستخدم هذه لأغذية البحر وبعض منتجات اللحوم، أغذية الحيوانات والمنتجات الأخرى. لها خاصية عدم النفاذ ولها مقاومة كيميائية عالية أكثر من النوع أعلاه وتتميز بمرونة أقل والميل لإعطاء نكهة ورائحة لبعض الأغذية . لا تحتاج لأكسيد زنك لمقاومة صبغة الكبريتيد ولا تلين بالدهون الحيوانية .

٣- epoxy

تتميز بثبات حراري عال وذلك لأن لونها لا يزول عند لحام القفل الجانبي للعلب. لها مرونة ممتازة وذلك واضح أثناء عمليات التشكيل وقفل الأطراف، وخالية من النكهة وتلي في ذلك النوع vinyl. يمكن تعديلها مع الفينولي وتستخدم مع الفواكه والأغذية ذات الدهن العالي .

٤- vinyl

يستخدم هذا النوع مع الأغذية عالية التآكل . وهو قوي وخال من النكهة . له مقاومة ضعيفة للبخر ولكنه يناسب المنتجات المعقمة عند ٩٣ C أو أقل.

الجدول (٣) التالي يوضح الأنواع العامة للطلاء الواقي لبعض العلب

النوع	الاستخدامات النموذجية	الطلاء
Oleo resinous	اللبيات الداكنة والفواكه التي تحتاج لحماية من الأملاح المعدنية	طلاء الفاكهة
Oleo resinous مع صبغة أوكسيد الزنك العالقة	البسلة والمنتجات الأخرى المحتوية على الكبريت ويشمل ذلك بعض أغذية البحر	طلاء C
Oleo resinous معدل	منتجات ومركبات الحمضيات	طلاء الحمضيات
فينوليه	منتجات الأسماك وعجائن اللحوم	طلاء أغذية البحر
Epoxy معدل وصبغة ألومنيوم	اللحوم ومنتجاته المختلفة	طلاء اللحوم
Oleo resinous عليه vinyl	عصائر الخضراوات، الفاكهة الحمراء، الفواكه عالية التآكل، المشروبات غير الغازية	طلاء المشروبات غير الغازية
Oleo resinous عليه vinyl	المشروبات الغازية	طلاء المشروبات الغازية

و الجدول (٤) التالي يوضح الطلاء الواقي المستخدم على علب الألمنيوم و أطرافها

المنتج	جسم العلبه	طرف العلبه
مشروبات مرطبه	Vinyl epoxy	Venyl solution
ساردين	Epoxy phenolic	Epoxy phenolic
لحوم	Vinyl phenolic	Vinyl phenolic
puddings	Vinyl phenolic	Vinyl phenolic

تقييم الطلاء الواقي

في تطوير وتقييم الطلاء الواقي الداخلي للعلب يأخذ اختبار النكهة عناية كبيرة. تتأثر نكهة أي منتج إلى درجة ما بالوعاء المصنوع من الزجاج أو المعدن أو مادة تغليف مرنة . بعد فترة يصبح المستهلك معتادا أكثر على النكهة التي ترتبط بنوع معين من الوعاء وقد يرفض عديداً من الأوعية الأخرى. فمثلا اتهم الطلاء الواقي بأنه يعطي نكهة طلاء لبعض المنتجات التي تعبأ عادة في علب مقصدرة غير مطلية . عادة يفضل عصير الطماطم في علب غير مطلية من ناحية النكهة أكثر من نفس العصير المعبأ في علب مطلية . بالمصادفة يبدو أن هذا التفضيل يرتبط بوجود كميات قليلة من الصفيح المذاب من الوعاء أو ربما لفعل الاختزال لسطح الصفيح على عصير الطماطم. عندما ينكشف الصفيح لبعض منتجات الأغذية يحدث زوال اللون . على الرغم من أن هذا مرفوض جدا مع عديد من المنتجات مثل الفواكه الحمراء ويتم تفاديه باستخدام طلاء مناسب إلا أنه توجد بعض الحالات التي يكون فيها هذا التغيير في اللون مرغوباً. هذا صحيح بصورة خاصة مع المنتجات ذات اللون الخفيف مثل عصير القريب فروت وشرائح القريب الفروت . تحافظ الإزالة القليلة للون على اللون الخفيف وتعوض عن تأثير الاسوداد الطبيعي الذي قد ينتج من التعقيم أو التصنيع . يصبح الخوخ والكمثرى المعلبة في علب مطلية بالكامل من الداخل داكنة اللون أكثر ومختلفة قليلا في النكهة مما إذا عبأت في علب مقصدرة غير مطلية .

قد يحدث التآكل الذي يؤدي إلى تكون هيدروجين كاف يزيل التفريغ الموجود عادة في علب الأغذية المعلبة و يؤدي إلى انتفاخ الأطراف ، في زمن أقل في العلب المطلية عنه في العلب غير المطلية . في بعض الحالات قد ينحصر التآكل في مساحات ضيقة لدرجة أنه يثقب العلبه ولهذا فليس كل مشاكل التآكل يمكن التخلص منها باستخدام الطلاء الواقي وذلك لأنه تحت ظروف التصنيع الحالية لا يمكن تغطية كل سطح العلبه بالكامل بالطلاء الواقي.

أبعاد العلب :

في حالة العلب الأسطوانية مجموعة تشير الأرقام الأولى لقطر العلب وتشير المجموعة الثانية للطول فالعلبة ٨١٤×٦١٠ تعني أن العلبه قطرها ٦ و ١٦/١٠ بوصة وطولها ٨ و ١٦/١٤ بوصة. في حالة العلب المستطيلة تشير مجموعتا الأرقام الأولى لأبعاد القاعدة والمجموعة الثالثة للارتفاع. الأبعاد المعطاة هي الأبعاد الكلية بحيث يقاس القطر من خارج القفل المزدوج والطول يشمل كل القفل في كل طرف من العلبه.

الجدول التالي (٥) يوضح بعض أحجام و أبعاد العلب الصفيح القياسية المستخدمة في تعليب الأغذية

اسم العلبه	الأبعاد	سعة العلبه بالجرام
٥ أوقية	٢١٤×٢٠٢	١٣٧,٥٠
٦ أوقية	٣٠٨×٢٠٢	١٧٢,٣٧
بيبي	٢١١×٢٠٨	١٧٠,٣٨
٨ أوقية قصيرة	٣٠٠×٢١١	٢٢٤,٨٢
٨ أوقية طويلة	٣٠٤×٢١١	٢٤٦,٠٨
نمرة ١	٤٠٠×٢١١	٣١٠,١٥
بيت	٦٠٠×٢١١	٤٣١,٣٨
نمرة ٢	٤٠٩×٣٠٧	٥٨٢,٥٩
نمرة ٢,٥	٤١١×٤٠١	٨٤٤,٥٥
نمرة ٣٠٠	٤٠٧×٣٠٠	٤٣١,٤٩
نمرة ٣	٤١٤×٤٠٤	٩٩٤,٥٢
نمرة ١ منبسط	٢٠٨×٣٠١	٢٣٣,٣٢
نمرة ١ طويل	٤١١×٣٠٨	٤٥٥,٥٨
نمرة ١ قصير	٤٠٠×٣٠١	٣٩٧,٤٧
نمرة ٢ قصير	٤٠٠×٣٠٧	٤١٩,٣٠
نمرة ٢ خاصة	٤٠٨×٣٠٧	٥٧٤,٠٩
نمرة ١٠	٧٠٠×٦٠٣	٣١٠٢,٣٤

٢،٥ الأوعية الزجاجية

تستخدم الأوعية الزجاجية مع مختلف الأغذية للأسباب التالية :-

- ١- الزجاج حامل كيميائياً ولا يتفاعل مع الأغذية ليعطي تغيراً في النكهة .
- ٢- الزجاج غير منفذ وغير مسامي .
- ٣- الزجاج عديم الرائحة وصحي .
- ٤- الزجاج شفاف مما يمكن من فحص المحتويات عند التعبئة وعند الشراء .
- ٥- الأوعية الزجاجية لها شدة عالية وهي الآن تصنع ولها شدة أكثر وأخف وأقل سمكا مما سبق .
- ٦- الأوعية الزجاجية سهلة الفتح وإعادة القفل لتخزين المحتويات غير المستهلكة وعديد منها لها استخدامات كثيرة بعد استهلاك محتوياتها.
- ٧- يمكن صنعها في مختلف الأشكال والأحجام والألوان.
- ٨- الأوعية الزجاجية جيدة التصنيع لها سرعة نقل عالية وثبات .
- ٩- مع الأوعية الزجاجية يمكن استخدام الماء بالتفريغ وأيضا الماء بالجاببية والضغط بسهولة وكذلك القفل بالتفريغ.

١٠- عديد من الأغذية المعبأة في زجاج لها ثبات عال أثناء التخزين وعمر تخزين طويل .

عادة تعبأ الأغذية الجديدة في أوعية زجاجية لجذب المستهلكين وخاصة الأغذية ذات الألوان كذلك المنتجات الفورية نسبة لخصائص التميؤ فيها تعبأ في زجاج .

الزجاج عبارة عن محلول صلب غير متبلور لأكسيدات السيليكون ، الكالسيوم ، الصوديوم وغيرها . تختار المواد الخام الأساسية للزجاج (أساساً رمل ، رماد الصودا ، الحجر الجيري) بعناية للحصول على الخصائص المطلوبة (الانصهار عند درجة حرارة مناسبة ، لزوجة مناسبة عند درجات حرارة التشغيل ، مقاومة زوال الشفافية عند التبريد ، شدة قصوى للوعاء النهائي ، خصائص كيميائية مرغوبة للوعاء النهائي) . التركيب النموذجي لوعاء زجاج (flint) كالآتي :-

٧٢,٧٪ أكسيد سيليكون ، ٢٪ أكسيد ألمنيوم ، ٠,٠٦ أكسيد حديدوز ، ١٠,٤ أكسيد كالسيوم ، ٠,٥ أكسيد باريوم ، ٠,٣ أكسيد كبريت ، ٠,٢ حديد .

عند تصنيع الأوعية الزجاجية تقاس بدقة المكونات التي تشمل الرمل ، رماد الصودا ، الحجر الجيري وكسارة الزجاج منخفض نقطة الانصهار ثم تسخن إلى درجات حرارة أكثر من ١٤٢٥ C باستخدام طاقة غاز أو زيت أو كهرباء . بعد انصهار الزجاج وتكريره تشكل الأوعية في قوالب إما بالبتق أو الشفط حيث تقص قطعة كافية لكل وعاء في القالب الأول حيث يبدأ تشكيل الوعاء ثم ينقل إلى

قالب التشطيب وينفخ إلى الشكل النهائي ويبرد جزئياً . يسخن الوعاء مرة أخرى إلى ٦٥٠ C على ناقل أثناء مروره خلال نفق ثم يبرد تدريجياً لتطبيع الزجاج .

تزيد تغطية الزجاج بعد خروجه من فرن التلدين بمواد مثل مركبات الكبريت glycols,carbo waxer,poloxethylene stearate من تزييت سطح الزجاج ويقلل من الاصطدام وصوت الإزعاج أنشأت بعض المصانع أجهزة تغطية الزجاج في بداية خطوط ملء الزجاج .

يجب أن يجدد مصنع الغذاء ومنتج الزجاج شكل الزجاج لتحقيق النتائج المرغوبة . تتغير كمية الزجاج في الوعاء على حسب الشكل . كلما اختلف الارتفاع عن القطر في الأوعية الأسطوانية الشكل كلما زادت كمية المادة اللازمة لإنتاج عبوة ذات حجم معين .

أغطية الأوعية الزجاجية :-

الأغطية محكمة السد مطلوبة لأي نوع من الغذاء . يتكون الإغلاق المحكم من غلاف معدني مصنوع من الصفائح أو الألمنيوم مطلي من الداخل ويحتوي على بطانة داخلية كتيمة من المطاط الطبيعي أو الصناعي أو أي نوع مناسب من البلاستيك .

هناك أنواع مختلفة من الأغطية :

١- الغطاء الحلزوني screwed on

٢- الغطاء العادي capping on .

٣- غطاء السحب lug cap أو twist off

الجدول (٦) التالي يمثل الأبعاد القياسية لبعض البرطمانات الزجاجية

الوزن بالجرام	الأبعاد	الوعاء
١٤٥	٣٠٩×٢٠٠	زجاج قياسي
٤٨٢	٤١١×٣٠٣	زجاج رقم ٣٠٣
٨٠٥	٤١٤×٤٠١	زجاج رقم ٢,٥

٦, ٢ العبوات المرنة flexible packages

الخصائص المهمة لمواد العبوات المرنة هي :-

١. النفاذية للماء ، الأوكسجين ، النيتروجين ، ثاني أوكسيد الكربون والمواد الطيارة المرغوبة وغير المرغوبة .

٢. ثبات الأبعاد مع تغير درجة الحرارة ، الرطوبة وغيرها .
٣. مدى درجة الحرارة للاستخدام العملي .
٤. قابلية اللحام .
٥. مقاومة الشحوم .
٦. الشدة الرطبة والجافة.
٧. التكلفة.
٨. مقاومة القطع ، الثقب والثني .
٩. التفاعل مع الإشعاعات المائية .
١٠. الخلو من الألوان ، النكهات والمواد الذائبة الملوثة .
١١. المظهر والقوام واللمعان ، شفافية وقابلية الطبع عليه .

لا توجد عبوة مرنة لها مزايا حماية مساوية لعبوات المعدن والزجاج والتي تستخدم لحفظ الأغذية لفترات تخزين طويلة دون تبريد . بالنسبة للتخزين قصير المدى تحت ظروف جيدة فقد لا يكون من الضروري عدم إنفاذ الأوكسجين والماء بالكامل . بالنسبة للتخزين لفترات طويلة فإن العبوات المرنة يجب ألا تنفذ الغازات وبخار الماء تحت ظروف التداول التجارية . ربما تقابل عبوات الرقائق المعدنية ذات الصفيحة اللدنة المتطلبات الفيزيائية لعبوات الأغذية المعقمة ماعدا الشدة . الرقائق الثقيلة heavy foil لا تنفذ الغاز والبخار ولكنها تتكسر وتتشقق أثناء التداول . تعطي زيادة السمك الشدة ومقاومة النفاذ . الطريقة الأخرى لتقليل معدل نفاذ الغاز والبخار خلال الأغشية البلاستيكية هو استخدام غطاء أو غشاء من مادة لها معدل إنفاذ منخفض عن المادة الأساسية. مثلا استخدام غشاء من راتنج لدن حراريا thermoplastic على غشاء بوليستر polyester لجعل الغشاء سهل القفل بالحرارة يقلل إنفاذ بخار الماء ب ٧٧٪ وإنفاذ الغاز ب ٨٩٪ .

يجب الأخذ في الاعتبار أن الأغذية التي تغلف في عبوات مرنة تشمل فقط تلك الأغذية التي تتحمل أثناء فترة تخزينها التغير في محتوى الماء بجانب التغير في تركيب الغاز داخل العبوة خاصة بالنسبة لمحتوى الأوكسجين والنيتروجين وهي المكونات الأساسية للهواء .

معظم العبوات المرنة عبارة عن بولمرات لجزيئات .فهي في الورق بولمرات لجزيئات السليلوز وفي الأغشية البلاستيكية هي بولمرات لجزيئات البلاستيك الأساسية . معظم المواد القابلة للأكل مثل البروتينات ، أحماض النيكيلويك والسليولوز هي بولمرات . ولهذا ، يتوقع ، في يوم ما ، أن تؤكل العبوات لمختلف الأغذية مع محتوياتها كما في غلاف السجق ذي الأصل الحيواني .

يتوسع استخدام العبوات المرنة بشدة في الصناعات الغذائية نسبة لأنها تمتلك عدداً من الملامح المرغوبة وهي: أنها اقتصادية ، خفيفة الوزن ، العبوة الفارغة والمليئة تأخذ حيزاً صغيراً . الشفافية هي سبب إضافي لاستخدام العبوات المرنة لبعض المنتجات مثل الحلوى ، البقوليات ، اللحوم الطازجة المملحة أو المجمدة ، الجبن ، الحليب المجفف ، المنتجات المجففة المختلفة ، الفواكه والخضروات الطازجة والمجمدة ومنتجات الحبوب الخام والمصنعة . إذا لم تكن الشفافية مهمة وتوفرت النواحي الاقتصادية يمكن استخدام عبوات تحتوي على رقائق معدنية لإعطاء حماية أكثر ضد انتقال الهواء ، بخار الماء والملوثات الأخرى . توفر العبوات المرنة للأغذية المغلفة بها:- .

١. الحماية من الكائنات الدقيقة:-

التلف في الغذاء قد يكون كيميائياً ، بيولوجياً أو فيزيائياً . بما أن العبوات المرنة لا تستخدم مع الأغذية المعقمة إلا أن التلف قد يؤخر بالتعليب في عبوات مرنة .

٢. الحماية من الأكسجين:- -

بعد الكائنات الدقيقة ، الأوكسجين هو أكثر العوامل تدميراً للغذاء داخل العبوات المرنة . ولهذا فإن الاختبارات الأكثر شيوعاً لتحديد عمر تخزين الأغذية هي التي تحدد تأثير الأكسدة . هذه التأثيرات هي الأكثر خطورة في الأغذية المحتوية على الدهون غير المشبعة على الرغم من أن الأوكسجين قد يؤدي إلى تغيرات تدمر الجودة أيضاً في الأغذية التي لا تحتوي أو تحتوي على قليل من الدهن . تدهور اللون عادة عنصر هام في مثل هذه التغيرات بينما اللحم الطازج ، تحت ظروف محددة ، يتحسن لونه عند الاتصال بالأوكسجين .

٣. الحماية ضد التغير في محتوى الماء:-

تختار مواد التعليب المرنة التي تعطي معدل انتقال بخار الماء WVTR ضمن المدى المقبول لتوفير عمر تخزين مقبول.

تشمل المواد المستخدمة في العبوات المرنة :-

aluminum foil ,cellophane ,cellulose acetate ,polystyrene ,polyethylene ,rubber fabric ,hydrochloride ,paper ,vinyl ,polypropylene ,polyester ,vinylidene

٢،٧ كيس التعقيم retort pouch :

وهو عبارة عن رقيقة مرنة ثلاثية الطبقات يمكن معاملتها حرارياً مثل العلب . وهي ثابتة أثناء التخزين ولها ميزة أن المنتجات المجمدة فيها يمكن أن تغلى بداخلها . وهي تتكون من طبقة خارجية من غشاء بوليستر ، طبقة وسطى من رقيقة ألنيوم وطبقة داخلية من بولي بروبيلين معدل توفر هذه المواد الثلاث خصائص حزم ممتاز لإعطاء عمر تخزين طويل ، قفل جيد ، صلابة ومقاومة للثقب وتتحمل شدة

المعاملة الحرارية . يستخدم غشاء البوليستر لمقاومته العالية للحرارة وصلاحية وإمكانية الطباعة عليه . تستخدم رقيقة الألمنيوم لخصائص الحجز الممتازة التي تتمتع بها . يوفر البولي بروبيلين الداخلي ثبات القفل حتى عند المعاملة الحرارية إلى ١٣٥ C والتبريد . بدأ تطوير هذا النوع من العبوات في بداية الخمسينات وفي عام ١٩٧٥ كان هناك قلق من أن البوليستر وال epoxy وهي مكونات اللاصق للطبقات قد يتسرب إلى الغذاء . الآن توجد أكياس خالية من هذا العيب .

في المدى القصير تنافس الأكياس الأغذية المعلبة لسوق التجزئة ولكنها تنافس في الأغذية المجمدة وربما ستوسع السوق للأغذية من النوع الذي يغلى في العبوة .

تشمل المنتجات التي يمكن أن تعبأ في الأكياس صلصة الطماطم ، مرق الدجاج أو اللحم ، الإسباجتي مع اللحم والفواكه والخضروات ، سلطة البطاطس ، الشوربة ، منتجات الخبز ، أغذية الحيوانات وغيرها .

في أوروبا تم تسويق أكياس خالية من رقيقة الألمنيوم والبوليستر وبولي إثيلين وذات كثافة عالية ومعدل وتستخدم لتغليف المواد التي تحتاج إلى تخزين لفترة ثلاثة شهور أو أقل . وأيضا تستخدم بعض الأكياس الشفافة خالية من رقائق الألمنيوم للاستخدام في أفران الموجات الدقيقة . هذا يقلل عمر التخزين إلى ٦ - ٨ أسابيع .

دلت الدراسات أن الأغشية المرنة تعطي مقاومة قليلة للتوصيل الحراري إلى داخل العبوة . أزمان التسخين هي تقريبا دالة لمعامل توصيل الغذاء الحراري وشكل الوعاء .

تعمل ماكينات الماء المستخدمة حاليا مع الأكياس بسرعة ٣٠ - ٦٠ كيس في الدقيقة . ماكينات الماء إما من النوع الذي يملأ الأكياس الجاهزة أو التي تأتي في صورة بكرة تشكل ثم تملأ ثم تغلق .

هناك عدة طرق لإزالة الهواء قبل القفل وأبسطها هو العصر الميكانيكي للكيس . هذا فعال مع المنتجات السائلة التي تستجيب للضغط الميكانيكي . رفع درجة حرارة المنتج فعال أيضا لإزالة الهواء . عند القفل والتبريد يحدث تقليل لحجم الغاز في الحيز أعلى الوعاء . يمكن أيضا استخدام القفل تحت التفريغ وذلك بوضع كل العبوة غير المغلقة في غرفة تحت التفريغ قبل القفل . تفريغ العبوة يمكن أن يتم أيضا بواسطة أنبوب . ويمكن أن يستخدم بخار مشبع أو محمي ينفث في الكيس المملوء قبل إجراء القفل العلوي الأخير . يقلل تكثف بخار الماء كمية الغاز في الفراغ العلوي عند التبريد . البخار المحمي أقل فعالية من البخار المشبع ولكن البخار المحمي يستخدم كثيرا لأنه يؤدي إلى تكثف رطوبة أقل على منطقة القفل . تقفل كل الأكياس بالحرارة .

مزايا كيس التعقيم:- :

١. يساوي عمر التخزين في كيس التعقيم على الأقل الأغذية في العلب المعدنية .
٢. يمكن أن يتم تحضير المنتجات التي تحتاج للتسخين قبل الأكل خلال ثلاث إلى خمس دقائق بغمر الكيس في ماء يغلي وليس هناك أوعية تحتاج لغسيل في المطبخ.
٣. يحتاج فتح الكيس فقط إلى تمزيقه عند أعلاه أو باستخدام مقص.
٤. حيز التسخين في صندوق ورقي ليس أكبر من ذلك المستخدم مع العلب. حيز التخلص منه كنفائية أقل .
٥. يوفر سمك الكيس القليل انتقالاً سريع للحرارة لكل من التحضير للأكل والتعقيم. يمكن الحصول على تخفيض ٣٠ - ٤٠٪ من زمن التصنيع مع توفير في الطاقة .
٦. يؤدي التخفيض في زمن التعرض للحرارة إلى تحسين في الطعم واللون والنكهة وأيضا هناك فقدان أقل للمكونات الغذائية .
٧. تعطي العبوات الفارغة من الأكياس تخفيضاً في مساحة التخزين ووزناً أقل . بالمقارنة مع العلب الفارغة تستخدم حيز ٨٥٪ أقل .
٨. بالمقارنة بين الكيس والعلب المعدنية ذات نفس الحجم فإن مساحة عرض البطاقة أكبر في الكيس.
٩. يحقق الكيس نفس ثبات التخزين مثل العلب والزجاج ويضاف محلول سكري أو ملحي أو مرق أقل والنكهة قريبة أكثر من نكهة الأغذية المجمدة مقارنة مع الأغذية المعلبة وذلك لقصر زمن المعاملة الحرارية اللازم. أيضا للكيس ميزة الطبخ داخل العبوة لأن المنتج يمكن أن يسخن لدرجة حرارة الأكل في ٣ - ٤ دقائق مقارنة مع ٢٠ - ٣٠ دقيقة للأغذية المجمدة في أكياس والتي تغلى في العبوة .
١٠. تكلفة العبوة المفردة أقل من العبوة ولكن ربما مع الغطاء الواقي تساوي تكلفة العلب المعدنية.
١١. احتياجات الطاقة لتصنيع الوعاء أقل من العلب .
١٢. كمية الحرارة اللازمة للمعاملة الحرارية أقل لأن سمك الوعاء أقل مما يؤدي إلى انتقال سريع للحرارة ونتيجة لذلك لا يكون هناك إفراط في طبخ المنتج حول المحيط كما في حالة العلب والجودة تكون أفضل وفقدان المكونات الغذائية أقل .
١٣. لا توجد مشكلة التلوث بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص . مشاكل التآكل أقل ويتوقع عمر تخزين أكثر .
١٤. يمكن فتح العبوة بسهولة وأمان دون خطر الجرح بأطراف المعدن أو الزجاج.
١٥. التخلص من العبوة الفارغة سهل .

١٦. لا تتآكل العبوات من الخارج وهناك تفاعل قليل بين المنتج والعبوة.
١٧. لها ميزة التسويق للعزاب والعجزة .
١٨. هناك تقليل في حيز العرض عند التسويق .

العيوب:-

١. استثمار كبير في أجهزة الملاء والقفل .
٢. الملاء بطيء وأكثر تعقيدا فهو من ٣٠ إلى ٦٠ عبوة في الدقيقة مقارنة مع ٤٠٠ في الدقيقة للأغذية المعلبة والمجمدة ويصل إلى ١٢٠٠ في الدقيقة للأوعية الزجاجية.
٣. التعقيم الحراري له أكثر تعقيدا وتم تأسيس معاملات لكل منتج في نوع وحجم معين للوعاء.
٤. هناك حد لحجمه . إذا أصبح الحجم كبيرا يزداد السمك ويطول زمن التعقيم مما يؤدي إلى إفراط في الطبخ وفقدان مزايا الجودة التي يمتاز بها أكثر من الأغذية المعلبة .
٥. يحتاج إلى تغطية مثلا في صندوق .
٦. بما أن العبوة مرنة فمعرفة التسرب صعبة أكثر من العلب ويمكن أن تثقب العبوة بسهولة
٧. لا زال غير مقبول في أمريكا على الرغم من الاختبارات العديدة عليه .
٨. دلت دراسات السوق على قبول المستهلك للأغذية المعبأة بداخله ولكن يحتاج لصرف أكثر للدعاية له.
٩. جعل المستهلك والسوق وغيره ليتداول المنتجات المعبأة فيه بطريقة جيدة قد يكون صعبا. واختبارات السوق دلت على أنه في بعض الحالات يعامل تجار التجزئة الأكياس كأنها أغذية مجمدة.

٨، ١٢ الكرتون cartoons

تتفاوت الصناديق الكرتونية المستخدمة للمنتجات الغذائية في الحجم والشكل والنوع. لا يحتاج بعضها لأن يكون متماسكا بالدرجة التي تحبس السوائل في حين أن الآخر مثل صناديق الحليب، يجب أن يكون مقفلا تماما. يجب أن تحفظ في غرفة منخفضة الرطوبة النسبية. بصورة عامة فإن درجة حرارة ٢٤ - ٢١ C ورطوبة نسبية ٣٠ - ٤٠ ٪ ثبت أنها مقبولة. يجب أن يكون مكان التخزين نظيفا، جيد التهوية وخاليا من الروائح القوية.

المعاملات الحرارية

الخطوات الأساسية في عملية الحفظ بالتعليب

الوحدة الثالثة: الخطوات الأساسية في عملية الحفظ بالتعليب

الأهداف:

بإكمال الوحدة الثالثة يتمكن المتدرب من :

- معرفة الخطوات العامة للتعليب وفائدة كل خطوة.
- معرفة العوامل التي تؤثر على التعقيم.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ساعتان.

الوسائل المساعدة:- عبوات مختلفة.

- فلم يوضح طريقة تصنيع العبوات.

الخطوات الأساسية في عملية الحفظ بالتعليب

عملية الحفظ بالتعليب الأساس فيها هو معاملة المادة الغذائية بعد التعبئة والقفل معاملة لدرجة حرارة مرتفعة تختلف عن تلك التي استخدمت في التعقيم المطلق ولذلك فهي تعرف عادة بالتعقيم الجاري Thermal processing, Commercial sterilization, Partial sterilization أو لمدة تكفي لإتلاف الإنزيمات والقضاء على كل البكتيريا المرضية والهامة في إحداث أنواع الفساد المختلفة وجزء كبير من المحتوى الميكروبي للعلبة يبلغ ٩٩,٥ ٪ مع ترك جزء صغير منها يكون عادة في صورة غير فعالة. وبالتالي فهي غير ضارة في ظروف التسويق مع المحافظة على أكبر قدر ممكن من صفات الجودة للغذاء المعلب من لون وطعم وقوام وقيمة غذائية وصلاحيته للمستهلك. وما هو جدير بالذكر أن العالم يتجه الآن إلى استخدام بعض المواد الكيميائية الحيوية كمادة مساعدة لهذا التعقيم التجاري بغرض تقليل درجة الحرارة أو المدة التي تتعرض لها المادة الغذائية في العلب للحفاظ على صفات الجودة التي ذكرت ولقد جرب في هذا الصدد أكثر من ٦٥٠ مركباً وكان أكثرها نجاحاً في مختلف المعلبات هو مادة النيمين وهي مضاد حيوي تضاف بأجزاء في المليون للمادة في العلب فتؤدي إلى مساعدة الحرارة في الحفاظ على صفات الجودة وقوة الحفظ للمعلبات.

ورغم أن التعليب من وسائل الحفظ المستديمة إلا أنه كأي طريقة حفظ أخرى تتوقف قوة الحفظ للعلب بعد إنتاجها على كفاءة المعاملة الحرارية وهي بالتالي سوف تتوقف على مدى الاهتمام بالعمليات الأولية التي تجرى على الغذاء لتعليبه ومعاملته حرارياً. وتشترك مصانع التعليب في خطوات عامة ولو أنها سوف تختلف في إحدى المراحل ويكون هذا متوقف على طبيعة ونوع المادة الغذائية ونوع وشكل المنتج النهائي. ولقد أثبتت التجارب والإحصائيات المختلفة للتلوث البكتيريولوجي Flow sheets لخطوات هذه الصناعة في المملكة أنه كلما زاد الاهتمام بالعمليات الأولية كالفسيل والتجهيز وخلافه فإن ذلك سوف يقلل إلى حد كبير العدد الكلي للميكروبات داخل العلب قبل التعقيم ويؤدي ذلك إلى زيادة كفاءة المعاملة الحرارية وزيادة قوة الحفظ بعد الإنتاج. وأيضاً من وجهة أخرى فإن أغلب الميكروبات الهامة المحدثه للفساد يكون مصدرها عادة من الآلات والماكينات وموائد التجهيز الموجودة في صالات الصناعة غير المعتنى بنظافتها فالاهتمام بها سوف يؤثر تأثيراً كبيراً في قوة حفظ المنتج وعدم تعرض المعلبات بعد إنتاجها إلى أنواع الفساد المختلفة وعموماً هذه الخطوات هي كما يلي:

١، ٣ انتخاب الأصناف الصالحة للصناعة:

ليس كل أنواع الخضر أو الفاكهة تصلح لصناعة التعليب. كذلك النوع الواحد من الخضار أو الفاكهة ليست كل أصنافه تصلح للحفظ بالتعليب وأيضا توجد في النوع الواحد أصناف صالحة لصورة معينة للمنتج النهائي تختلف عن الأخرى والمثل على ذلك أصناف المانجو المختلفة منها اثنان فقط كل منها يصلح لصورة تختلف عن الأخرى في التعليب فالصنف البلدي صالح لاستخراج العصير واستكمال خطوات الصناعة وتعليبه بينما الصنف الآخر يمتاز بأنه صنف لحمي أنسجته قوية إلى حد ما متماسكة يجري عادة تقطيعها بأشكال معينة لإنتاج كوم بود المانجو. ولا تصلح الأصناف الأخرى من المانجو. والطماطم كذلك تختلف الأصناف المطلوبة منها تبعا لشكل المنتج النهائي المطلوب سواء للعصير أو غيره. وكذلك أنواع البازيلاء وهكذا أمثلة عديدة في مدى تأثير اختيار الصنف الملائم للتعليب.

٢، ٣ استلام الثمار:

يبدأ مصنع التعليب بصالة الاستلام وفي الغالب فهي منفصلة عن صالة الإنتاج التي تجري فيها باقي العمليات وتتصل بها بوسيلة أو أكثر للإمداد بخامات الإنتاج. هذه الصالة كبيرة، مهواة، بها أماكن لانتظار الخامات قبل تصنيعها وكذلك أدوات لازمة للفحص والتأكد من أن المواصفات المتفق عليها في الثمار بين المصنع والموردين متوفرة. وهي عادة موازين مختلفة وأجهزة لقياس النسبة المئوية للمواد الصلبة الذائبة فعلى سبيل المثال يجري تسلم الطماطم على أساس وجود ٤ ٪ من المواد الصلبة الذائبة وهي سوف تكون الصفة الهامة التي تهتم المنتج أو الفواكه كالمشمش أو البرقوق تسلم على أساس اللون المميز. بالإضافة للخامات عموما التي تصل إلى المصنع لتقدير القيمة الحقيقية للثمار بحيث يتم خصم جزء من الثمن إذا خالفت الثمار المواصفات المتفق عليها كما قد يزداد الثمن في حالة زيادة صفات الجودة. وعادة ما يوجد حوض كبير للغسيل الابتدائي بالنقع تصب الخامات ويبدأ من عنده تحريك السير بالثمار وبدء الحواجز المختلفة حسب نوع الثمار متجها إلى داخل صالة التصنيع حاملا معه الثمار لتبدأ الخطوة التالية.

٣، ٣ الغسيل:

يتم غسيل المادة الغذائية بغرض التخلص من جميع المواد العالقة بهامن أتربة وجزء من مبيدات الرش والوسيلة هنا هي استعمال الماء الذي كما سبق القول يستخدم بكثرة وبكميات وفيرة في صناعة الأغذية ويجب أن تتوفر فيه الشروط الصحية المختلفة التي تجيز استخدامه حتى لا يكون وسيلة لنقل العدوى أو إحداث متاعب في الصناعة بدلا من أن يكون الماء وسيلة للتخلص من المواد غير المرغوبة وقد يتم الغسيل بعدة طرق أهمها:

أ- النقع Dipping or soaking

وتعتبر هذه الطريقة قديمة وذات كفاءة منخفضة وعادة لهذا السبب تستعمل كطريقة مبدئية للغسيل بجانب طرق أخرى للغسيل. وترجع فائدة الغسيل بالنقع إلى تفكيك ما قد يكون على المادة الغذائية من أتربة أو مواد غريبة أو قاذورات بحيث يسهل تنظيفها بعد ذلك ويجب أن يراعى تغيير المياه مرارا وتكرارا في حوض النقع وأن تكون دائما هذه الأحواض نظيفة حتى لا تكون مصدراً من مصادر الاتساخ بدلا من طريقة من طرق الغسيل.

ب- الغسيل بالنقع مع التقليب:

حيث يؤدي التقليب إلى زيادة كفاءة عملية إزالة القاذورات ويمكن أن تتم بعدة طرق:

- ١- أثناء نقل المواد الغذائية نفسها ونقلها في تيار من المياه السريعة.
- ٢- تقليب الماء الذي توضع فيه المواد الغذائية بواسطة الهواء المضغوط.
- ٣- تقليب بواسطة طلمبة لتحريك الماء بطريقة السحب وتنظيفه مرة أخرى.
- ٤- أحواض الغسيل فيها أسطوانة على هيئة طنبور (أسطوانة الغسيل الدوارة Rotary washers) وهي عبارة عن أسطوانات بداخلها حلزون ومغمورة داخل أحواض الغسيل ودوران هذه الأسطوانات يؤدي إلى التقليب والتحريك مما يزيد من كفاءة عملية الغسيل كما أن الحلزون الداخلي يسمح بحركة المادة المغسولة من أحد أطراف حوض حوض الغسيل إلى الطرف الآخر ويمكن كذلك زيادة كفاءة هذه الطريقة برفع درجة حرارة الماء المستخدم إلى ٣٧ - ٤٠ م°.

ج- الرشاشات

حيث تسلط على الثمار أثناء وجودها على السير المتحرك رشاشات من الماء العادي أو الساخن وعادة ما يتم التحكم في المسافة بين مصدر الماء والحصيرة المتحركة وفي ضغط الماء حسب نوع الثمار التي يتم غسلها فلو كانت من الأنواع الرهيفة العصرية كالطماطم أو الشليك يعمل على تقليل اندفاع الماء وزيادة المسافة لتجنب تجريح أو تهشم الثمار والعكس مع الثمار الصلبة كالبرتقال أو البنجر أو الخوخ.

د- الآلات البرميلية

في الغالب من سدابات خشبية أو معدنية مثقبة تدور حول نفسها ومزودة من الداخل بأنايب من الماء ترسل رذاذا قويا على الثمار التي تتحرك أثناء دوران الأسطوانة والأنواع الحديثة من هذه الآلات تزود الثقب بفرش صغيرة لإتمام عملية التنظيف.

هذا وقد يكون الغسيل بماء عادي أو ساخن أو ماء مضاف إليه أحد المطهرات كالكلورين أو أحماض مثل يدكل بنسبة ١ ٪ وخلافه والمهم هو إزالة آثار هذه المواد من على الثمار بعد الغسيل حيث يتم التخلص في هذه الخطوة من الأتربة واثار المبيدات التي قد تكون مع الثمار وتقلل من الحمل البكتيريولوجي على الثمار الذي يمثل المصدر الأساس للميكروبات التي تنتقل مع المنتج إلى أن يجري التعامل معها حرارياً. وقد يجري فرز آخر في مرحلة أو أخرى من مراحل الغسيل لإزالة ما قد يظهر من الثمار المصابة أو غير الناضجة.

٤ ، ٣ التدرج:

وهي تتم وفقاً لنوع المنتج المراد الحصول عليه أو نوع الخامة ولكن بصفة عامة قد يكون التدرج وصفيًا ويتلخص في فصل الثمار إلى درجات مختلفة تبعاً لصفات الثمرية أو تدرجاً حجمياً لفصل الثمار والحبوب إلى درجات مختلفة تبعاً لأحجامها للحصول على تجانس حجمي في العلب. وتنص المواصفات القياسية على أن تذكر على العبوات الدرجة الوصفية المميزة التي تقسم إلى:

(أ) - الدرجة الممتازة Fancy grade الثمار فيها تكون خالية من جميع العيوب الثمرية وتقرب من درجة الكمال في الحجم واللون والطعم والرائحة ودرجة النضج وعادة ثمار هذه الدرجة تبعاً في محلول سكري مرتفع التركيز.

(ب) - الدرجة الجيدة Choice grade وثمارها تقترب من الدرجة الممتازة إلا أن المحلول السكري منخفض التركيز ويسمح بمقدار بسيط من الخدوش في أنسجتها.

(ج) - الدرجة العادية Standard grade وتقل في صفاتها عن الدرجتين السابقتين وتركيز المحلول السكري منخفض عن كلا الدرجتين السابقتين. وهي عادة الدرجة التي تحتم المواصفات القياسية في الدول ألا تقل صفات المنتج النهائي عن صفات هذه الدرجة وخاصة بالنسبة للأغذية المعدة للتصدير.

(د) - الدرجات تحت القياسية Substandard grade ويجب أن يوضح على البطاقات أنها درجة تحت قياسية وهي تعد لصناعة أخرى كالمرببات أو منتجات المخابز. ومن هذه الدرجات:

١ - الدرجة الثانوية Secondary grade تنقص في صفاتها الثمرية وفي تركيز المحلول السكري عما قبلها من الدرجات.

٢ - درجة الفطير Pie grade مثل الدرجة الثانوية في صفاتها الثمرية ويستخدم الماء بدلاً من المحلول السكري وهي عادة تعد لتدخل في صناعات المرببات أو لعمل الحلوى.

وفيما يلي جدول (٧) يبين درجات تركيز السكر في المحلول السكري والتي تستعمل في الدرجات السابقة بالنسبة للخوخ والكمثري المحفوظين في العلب الصفيح.

جدول (٧)

درجة الماء	الثانوية	القياسية	الجيدة	الممتازة	
صفر	٪ ١٠	٪ ٣٥	٪ ٤٠	٪ ٥٥	الخوخ
صفر	٪ ١٠	٪ ٢٠	٪ ٣٠	٪ ٤٠	الكمثري

ويلاحظ أنه بعد عملية الحفظ تتغير نسبة السكر بالمحاليل السكرية نتيجة للضغط الإسموزي ما بين أنسجة الفاكهة والمحلول المستخدم وعادة ما تتساوى نسبة السكر في كل من الفاكهة والمحاليل السكرية بعد فترة من الزمن.

٥ ، ٣ التقشير:

وهذه الخطوة تؤثر على المنتج من وجهة الجودة وكذلك في الناحية الاقتصادية والغرض من إجرائها هو التخلص من القشرة الخارجية أو الغطاء الخارجي الذي يغطي بعض الخضر والفاكهة مع تجنب حدوث فقد كبير في المادة الخام ويجب أن يلاحظ أن كفاءة عملية التقشير والطريقة التي تتم بها تتوقف أو تتأثر تأثيراً مباشراً على جودة الناتج وتقبله مثل نزع الألياف الجانبية من الفاصوليا. وتوجد عدة طرق للتقشير منها:

أ- التقشير اليدوي:

وهي أقدمها وأقلها كفاءة لأن جزءاً كبيراً من المادة الغذائية تفقد في هذه الحالة كما أنها تعتبر مكلفة على نطاق واسع نظراً لاحتياجها لأيد عاملة كثيرة.

ب- التقشير بالماء الساخن أو البخار:

ويستخدم لمدد مختلفة إما بتعريض المادة الغذائية أو تسخينها في جو من بخار الماء أو الماء الساخن لمدد تتراوح بين ٠,٥ - ١ دقيقة كما في حالة فصل قشرة الطماطم وهذه تعتبر المثالية في تقشير بعض المواد ذات القشرة الرقيقة مثل الطماطم والبطاطس خاصة الصغيرة.

ج- التقشير الميكانيكي:

مثل التقشير بالاحتكاك أو الكربورندرام Carborandum وتعتمد هذه الطريقة على تعريض الأسطح للمواد الغذائية لأسطح خشنة مثل مادة الكربوراندوم وبالتالي يؤدي هذا الاحتكاك إلى إزالة الطبقة الخارجية من المادة المراد تقشيرها. ويراعى في الأجهزة المستخدمة أن يكون بالجهاز تيار مستمر

من الماء وذلك لإزالة أجزاء القشور المنفصلة من المادة الغذائية وكذلك لخفض درجة الحرارة الناتجة عن الاحتكاك.

وهذه الطريقة سهلة ويمكن استعمالها في الثمار ذات الشكل المنتظم والتي بها قشور سميكة وقوام صلب يتحمل الاحتكاك والتقليب أثناء التقشير وتتميز هذه الطريقة بسرعتها وانخفاض نسبة الفاقد فيها وهي شائعة الاستعمال في البطاطس والكمثرى والتفاح.

د- التقشير بالهواء الساخن:

وفي هذه الطريقة يتم تعريض المادة المراد تقشيرها إلى تيار سريع من الهواء الساخن تصل سرعته إلى ٢٥ ميل / ساعة ودرجة حرارته ٧٠٠°ف وتصلح في حالة تقشير الطماطم وعادة ما تكون مدة التعرض للهواء الساخن بسيطة جدا في حدود من ٧- ٨ ثوان ثم تمرر على أسطوانات ذات أسطح خشنة لإزالة القشرة. وهذه الطريقة تتميز بقله الفاقد والمحافظة على الأجزاء التي تحت القشرة والمعتقد أنها طبقة غنية بفيتامين ج.

هـ- التقشير باللهب المباشر:

ويتم تعريض الأسطح الخارجية للمادة الغذائية للهلب مباشرة بحيث تصل درجة حرارة أسطحها إلى ٣٠٠- ٤٠٠°ف حيث يحترق الجلد الخارجي للثمرة ثم تزال بقايا القشور بالإمرار على أسطوانات خشنة كما في حالة التقشير بالهواء الساخن.

و- التقشير بالأشعة تحت الحمراء:

تصل درجة الحرارة المستخدمة في هذه الطريقة إلى حوالي ١٥٠٠°ف وقد استخدمت هذه الطريقة بنجاح مع التفاح ونسبة الفاقد فيها بسيطة تصل إلى ٢,٥٪ إذا ما قورنت بالطريقة اليدوية حيث يصل الفاقد إلى ١٨- ٢٠٪.

ز- التقشير باستخدام القلوي:

وهي من الطرق الأكثر انتشارا وأهمية وتتميز بالآتي:

١- انخفاض التكاليف.

٢- سرعة إجراء التقشير.

٣- نسبة الفاقد قليلة.

وتتم عملية التقشير بإمرار المادة المراد تقشيرها خلال حوض محلول الصودا الكاوية أو يستخدم بدلا منها أو معها بعض القلويات الأخرى مثل الكربونات أو البيكربونات وفائدتهما تقليل التأثير الكاوي للصودا الكاوية كما أن وجودها يسهل من إزالة بقايا القلوي بعد عملية التقشير.

كيفية عمل القلوي:

نجد أن الصفيحة الوسطى في خلايا البشرة الخارجية تتفتت جدرانها في محلول القلوي المخفف المستعمل وذلك لأن جدر هذه الخلايا عبارة عن مواد بكتينية سهلة الذوبان في القلوي المستخدم بينما ينعدم تأثير هذا القلوي على الطبقات الداخلية التي تتكون من خلايا بارنشيمية لا يمكن للقلوي أن يؤثر عليها تحت الظروف المستخدمة في عملية التقشير هذا وعادة ما يستخدم محلول قلوي ساخن بتركيزات مختلفة من ٢- ٤٪ ويتوقف تركيز القلوي على عدة عوامل أهمها:

١- نوع المادة الغذائية وخواص قشورها ودرجة نضجها.

٢- درجة حرارة المحلول القلوي.

٣- مدة الغمر في المحلول القلوي.

ويجب أن تتبع عملية التقشير بالقلوي عملية غسيل جيد وذلك للتخلص من كل بقايا القلوي المستخدم في عملية التقشير إلى جانب التخلص من بقايا القشرة.

٦، ٣ التجهيز أو التوضيب:

تختلف باختلاف نوع المادة الغذائية المعدة للحفظ بالتعليب. فقد تكون بإزالة القشرة الخارجية للقرون (التفصيل) كما في البازيلاء أو إزالة القشور والنواة كما في المانجو أو تجهيز المادة في شكل شرائح بأجزاء منتظمة.

٧، ٣ السلق:

يجري أساساً لإتلاف الإنزيمات المؤكسدة الهامة مثل الكتاليز Catalase والأوكسيديز Oxsidase والبيروكسيديز Peroxidase والتي توجد داخل خلايا أنسجة الخضر والفواكه حتى لا تنشط بعد عملية الحفظ وتحدث فساداً نتيجة التفاعلات التي قد تجريها. أيضاً تؤدي وظائف أخرى مثل إزالة الطعم الغض وفصل المواد المخاطية المحيطة ببعض الخضروات كالبااميا والبسلة وأيضاً لتحسين اللون وتلين أنسجة الخضروات الورقية كالسبانخ ليتمكن تعبئة القدر الكافي منها في كل عملية. بالإضافة إلى أنها تقلل التلوث الميكروبي إلى حد كبير فتساهم في زيادة كفاءة عملية التعقيم التجاري.

وتتوقف طريقة السلق تبعاً لنوع الخضار وكذلك لنوع الجهاز ففي حالة الخضروات الورقية كالسبانخ تجري عملية السلق على حصير مثقب غالباً خلال حوض به ماء على درجة حرارة ١٧٠°ف أما البازيلاء أو الفاصوليا وغيرها فتتمرر في ماء يغلي ودرجة الحرارة المستخدمة كذلك المدة تختلف تبعاً لنوع الخضار ودرجة النضج وطريقة التجهيز. والصلق بالماء الساخن قرب الغليان يفقد المادة الغذائية بعض الفيتامينات الخاصة القابلة للذوبان في الماء كذلك فقداً في المواد الصلبة الذائبة ويمكن تقليل هذا الفقد

بإعادة استخدام ماء السلق أو نسبة منه ويجب الحذر في ذلك لأنه غالباً ما يكون مصدراً لإعادة التلوث. وقد يستخدم تيار البخار في السلق لتقليل هذا الفقد في المكونات القابلة للذوبان إلا أنه قد يسبب أكسدة وتغييراً في اللون خاصة في الخضروات الورقية مثل السبانخ حيث يكون سلقها بالماء الساخن أفضل من البخار. وتبرد الخضروات في الماء البارد بعد عملية السلق مباشرة.

وغالباً ما تجري عملية السلق على كل الخضروات فيما عدا الثوم والبصل والأنواع التي تحتوي على المواد الحريفة. حيث يستعاض عن السلق بعملية الكبريتة بالغمر في محاليل حمض الكبريتوز مثل محلول ميتايبسلفيت الصوديوم ليكون مصدراً لغاز الكبريت ليتخلل الأنسجة ويعمل على تثبيط الإنزيمات المؤكسدة ويقلل من الفقد في الفيتامينات الذائبة. ويعمل أيضاً على تثبيط كثير من الميكروبات الملوثة وتعتبر عملية الكبريتة بديلاً عن السلق في حالة الفواكه.

٨ ، ٣ التعبئة في العلب الصفيح Filing

وتعبأ الخضراً أو الفاكهة في العلب الصفيح آلياً حيث تسير العلب النظيفة المعدة والتي تصل من مصنع صناعة العلب على سير ناقل حتى تصل إلى ماكينة التعبئة حيث تعبأ بها كمية مناسبة من الخضراً أو الفاكهة أو قد تعبأ بعض الخضراً يدوياً وهي ساخنة كما في السبانخ وكثير من الفاكهة وقد تستخدم العلب الصفيح المطلاة جدرانها بالمادة الورنيشية المناسبة لكل مادة غذائية أو علب بيضاء - حديد وقصدير غير مطلية - في حالة الأغذية سريعة الاستهلاك.

فالبقوليات كالفول المدمس أو البازيلاء أو الأغذية المحتوية على بروتين كالأسمك واللحوم تعبأ في علب مطلاة بمادة اينامل C والأغذية الملونة مثل الشليك تعبأ في علب مطلاة بمادة اينامل R أما الأغذية الحمضية كالطماطم أو عصائر الفاكهة فإنها تعبأ في علب مطلاة بمادة اينامل L .

إضافة المحلول السكري أو الملحي:

يضاف للخضراوات محلول ملحي يتركيز حوالي ٢ ٪ وقد يضاف كما في ثمار البازيلاء ٢ ٪ ملح ، ١ ٪ سكر. أما في حالة الفاكهة فتعبأ في محاليل سكرية تختلف درجة تركيزها حسب درجة الفاكهة الوصفية.

وقد يحتوي المحلول الملحي أو السكري على نسبة تتراوح بين ٢ ، ١٠ ٪ حامض ستريك وذلك للمحافظة على اللون كما في حالة الخرشوف والكمثرى. ولرفع حموضة المادة الغذائية المعبأة ولتسهيل عملية التعقيم وقد تضاف المحاليل باردة أو ساخنة ويفضل إضافة المحلول وهو ساخن ويغني ذلك عن عملية التسخين الابتدائي. وترجع أهمية إضافة المحاليل السكرية والملحية إلى:

١- تحسين طعم ورائحة المادة الغذائية ،

٢- ملء الفراغات الموجودة بين أجزاء المادة الغذائية في العلب.

٣- المساعدة على انتقال الحرارة بين أجزاء المادة الغذائية كلها.

المحاليل السكرية Syrups

أ- يعتبر السكروز Sucrose أو سكر القصب أكثرها استخداماً ويجب أن يكون نقياً مكرراً لأن وجود شوائب مثل بقايا ثاني أكسيد الكبريت يتفاعل مع بعض المعادن مكوناً كبريتيدات هذه المعادن ذات اللون الأسود حيث إن استخدام سكره نسبة من الكبريت في صناعة التعليب يؤدي إلى تكوين كبريتيد الحديد الأسود نتيجة تفاعل الكبريت مع معدن العلب.

ب- السكر المحول Inverted sugar

وهو ناتج من عملية تحلل مائي للسكروز بواسطة الحمض أو إنزيم الإنفرتيز لينتج خليطاً من الجلوكوز والفركتوز بنسبة ١ : ١ (الجلوكوز ٧٦ وحدة والفركتوز ١٧٢ وحدة بالنسبة لدرجة حلاوة السكروز وهو ١٠٠ وحدة لذلك فإن حلاوة السكر المحول = ٧٦ + ١٧٢ / ٢ = ١٢٤).

ج- الجلوكوز التجاري Commercial glucose

ويطلق عليه أحياناً عسل الذرة وهو ناتج من التحلل المائي لنشا الذرة أو أي نشأ آخر بواسطة الحامض وعلى درجة حرارة مرتفعة والناتج من هذه العملية وهو الجلوكوز التجاري يحتوي على جلوكوز ومالتوز ودكستيرينات وعادة يستخدم الجلوكوز التجاري في صورة محلول كثيف القوام وعادة يستخدم الجلوكوز التجاري في صناعة المرببات والجيلي كما يمكن استخدامه عندما يكون الغرض زيادة لزوجة المحلول دون زيادة شديدة في حلاوته.

الشروط الواجب مراعاتها عند تحضير المحاليل السكرية:

١- يفضل أن يحضر المحلول السكري ويخزن في تنكات على مستوى أعلى من أرضية المصنع بحيث يمكن نقله بواسطة مواسير عن طريق الجاذبية الأرضية.

٢- تنكات تخزين أو تحضير المحلول السكري مصنوعة من الحديد غير القابل للصدأ لمنع تفاعل السكر مع معدن التنك.

٣- يفضل تحضير محاليل سكرية ذات تركيزات مرتفعة لتستخدم في تحضير محاليل أخرى ويراعى تزويد التنكات بمسخنات ومقلبات وجدران مزدوجة للتسخين.

٤- التأكد من نظافة التنكات ومواسير المحاليل السكرية حتى لا تكون بيئة للتلوث الميكروبي.

٥- التأكد من تركيز المحلول السكري لأنه لو استخدم محلول سكري أقل فإن هذا يعني الحصول على ناتج غير مطابق للمواصفات.

استخدام ماء يسر خال من أملاح الكربونات حتى لا تؤدي لحدوث رواسب أثناء الغليان.

المحاليل الملحية Brines

عادة تستخدم محاليل ملحية في الحفظ بالعلب بتركيزات ١ - ٢٪ بينما في حالة الزيتون الأسود يضاف بنسبة ٢ - ٣٪ وتزيد هذه النسبة في حالة الخللات ويستخدم عادة ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) ويجب ألا تقل درجة نقاوته عن ٩٩٪ وذلك لأن وجود شوائب مع الملح تؤدي إلى حدوث عيوب في الناتج النهائي فمثلا وجود شوائب من الحديد تؤدي إلى اسوداد الخضروات عن طريق تفاعل الحديد مع التانينات التي تحتويها هذه الخضروات. بينما وجود أملاح الكالسيوم تؤدي إلى صلابة بعض الخضروات خاصة البقولية. كما أن وجود الكبريت مثل كبريتات الصوديوم والمغنيسيوم يؤدي إلى إكساب المحلول الملحي بعد تحضيره ثم ترشيحه للتخلص من أي مواد تترسب أثناء الغليان.

٩ ، ٣ الخلخلة أو التسخين الابتدائي (Exhausting (preheating)

والغرض من هذه العملية هو التخلص من جزء من الهواء الموجود في المسافات البينية والمذاب مع محتويات الغذاء والحبوب الهوائية في العلب قبل قفلها وبالتالي إيجاد تفريغ داخلها والتفريغ في هذه الحالة هو الفرق بين الضغط الجوي أو الضغط الخارجي للعلبة وهو ٧٦ سم من الزئبق أو ٢٩,٥ بوصة من الزئبق والضغط الداخلي بها ويختلف مقدار التفريغ باختلاف أحجام العلب ويتراوح ما بين ٣ - ١٥ بوصة من الزئبق.

ويمكن الحصول على التفريغ إما بتسخين العلب بمحتوياتها في جهاز ابتدائي أو عن طريق تسخين المحلول وإضافته وهو ساخن. وقد تستعمل ماكينات القفل تحت تفريغ أي إن ماكينة القفل تكون مزودة بأجهزة تفريغ الهواء من العلب وقفلها تحت التفريغ. ويمكن حصر فوائد التسخين الابتدائي فيما يلي:

١. التخلص من الهواء الموجود بالعلبة لأن الأوكسجين يساعد على تآكل الصفيح وبالتالي فساد المادة الغذائية كما يعمل على منع نمو الأحياء الدقيقة الهوائية داخل العلب.
٢. تقليل الضغط على جدران العلب أثناء التعقيم وبالتالي منع انبعاج الأطوال ويتوقف مقدار التفريغ داخل العلب على عدة عوامل منها:

أ- طول فترة التسخين الابتدائي.

ب- حجم العلب.

٣. يقلل من حدوث أكسدة أو تغير في اللون ببعض أنواع المواد الغذائية كالدهون أو المواد المحتوية عليها بنسبة مرتفعة وكذلك أكسدة بعض الفيتامينات.

٤. في حالة الأوعية الزجاجية فإن التفريغ يساعد على بقاء الأغطية أثناء عملية التعقيم.
 ٥. تعتبر كدليل على جودة ونجاح عملية الحفظ حيث إن وجود التفريغ يعمل على بقاء طريف العبوة منبعجين للداخل وبذا يمكن التمييز بين العلب السليمة والعلب التي حدث بها انتفاخ نتيجة حدوث الفساد.
 وتتم عملية التسخين الابتدائي في أغلب المصانع في جهاز مستطيل مزود بأقراص تشبه التروس تتحرك حول مركزها فتمر العلب من إحدى الفتحات بالجهاز إلى الجانب الآخر محمولة على هذه الأقراص. ويجري تنظيم سرعة تحرك هذه الأقراص حسب الوقت اللازم للتسخين الابتدائي وتصل درجة الحرارة في مركز العبوة من ١٧٠ - ١٨٠ ف وتختلف المدة التي تستغرقها هذه العملية من ٢ إلى ٥ دقائق.
 أهم العوامل التي تؤثر على كمية التفريغ النسبي داخل العبوة:

- ١- درجة الحرارة التي تتم عليها عملية الخلخلة أو درجة حرارة الغذاء عند قفل العبوات - فكلما زادت درجة حرارة الغذاء عند القفل كلما زاد التفريغ المتكون داخل العبوة.
- ٢- درجة الحرارة المستخدمة في التعقيم - فكلما زادت درجة الحرارة التي تم عليها التعقيم كلما قل التفريغ المتكون داخل العبوة وربما يرجع ذلك إلى خروج بعض الغازات التي تتواجد في الفراغات البينية للغذاء وانتقالها إلى الفراغ القمي.

٣، ١٠ قفل العلب أو التطبيق المزدوج Double Seaming

وتقفل العلب بمجرد تركها لجهاز التسخين الابتدائي قفلاً آلياً وغالباً تزود أجهزة القفل بجهاز يعطي أرقاماً معينة على الغطاء من الداخل وهذه الأرقام يطلق عليها الكودي ومنها يمكن معرفة نوع المنتج ثم الشهر أو اليوم ووردية الإنتاج وذلك لتسهيل الرجوع إليه في حالة حدوث الفساد أو في الحالات الأخرى.

٣، ١١ المعاملة الحرارية Thermal processing

وتعرف بالتعقيم التجاري Commercial sterilization للترقية بينها وبين التعقيم المطلق. ويقصد بالتعقيم التجاري القضاء على جميع الميكروبات الضارة التي تؤدي إلى الفساد ومعظم الميكروبات وترك جزء من هذه الميكروبات يكمن غالباً في صورة غير نشطة في ظروف إحكام القفل والتفريغ للعبوة مع المحافظة على أكبر قدر من صفات الجودة والقيمة الغذائية للمادة الغذائية وتنقسم الأغذية المعلبة بالنسبة للتعقيم إلى قسمين رئيسيين:

أ- أغذية حامضية Acid foods

وهي التي لها رقم الحموضة pH أقل من ٤,٥ ومثلها جميع الفواكه والطماطم وهذه تعقم على ١٠٠ م° لمدة من ١٥ - ٣٠ دقيقة حسب حجم العبة.

ب- Non acid foods

وهي التي لها رقم الحموضة pH أكبر من ٤,٥ وهي تعقم على درجة ما بين ١١٥ - ١٢١ م° ولمدة تختلف حسب حجم العبة ونوع الغذاء ومثلها جميع الخضروات باستثناء الطماطم والأسماك واللحوم ويتوقف الوقت اللازم للتعقيم على عدة عوامل أهمها:

١- درجة الحرارة ومدة التعقيم إذ يزداد التأثير المعقم بارتفاع درجة الحرارة وقد وجد أن التعقيم في

درجة ٢٥٠ ف° يوازي ١٠٠ مرة التأثير نفسه في حالة التعقيم على ٢١٢ ف° عند تساوي مدتي التعقيم.

٢- الحالة العامة للمواد الغذائية فكلما كان القوام سميكاً كان انتقال الحرارة داخل العبة

أبطأ وتحتاج إلى مدة أكبر للتعقيم فتقطع المادة الغذائية إلى مكعبات صغيرة يجعلها أسرع في

التوصيل الحراري عن الأجزاء الكبيرة أو الكاملة.

٣- حالة الوعاء من حيث مادة الوعاء فالصلب المغطى بالقصدير أكثر توصيلاً للحرارة من الزجاج.

وكذلك حجم الوعاء كلما زاد كانت المسافة بين جدار العبة ومركزها أكبر وبالتالي تزيد

المدة اللازمة للتعقيم عند درجة حرارة معينة.

٤- نوع المعقمات حيث توجد معقمات مزودة بأجهزة لتحريك العلب وتقليبها مما يساعد على مزج

محتويات العلب جيداً وبالتالي سرعة وصول مركز العبة إلى درجة حرارة التعقيم المطلوبة

فينخفض وقت التعقيم.

٥- التلوث البكتيريولوجي كلما كانت درجة التلوث كبيرة كلما احتاجت المادة الغذائية إلى

وقت أطول في التعقيم على درجة حرارة معينة كذلك نوع هذا التلوث إذا ما كان بالأنواع شديدة

المقاومة للحرارة كلما أدى كذلك إلى زيادة الوقت اللازم.

٦- مستوى الحموضة في المادة الغذائية المعبأة حيث إن وجود الحموضة أو الغذاء الحامض ذو رقم

حموضة pH يساوي ٤,٥ أو أقل يجعل المادة الغذائية وسطاً غير صالح لنمو ميكروبات التسمم أو

الفساد الخطيرة مثل *Cl. botulinum* بالإضافة إلى أن الحموضة تساعد الحرارة في التعقيم عن

طريق أنها تزيد حساسية الميكروبات للقتل. وهناك عوامل عديدة أخرى تتعلق بالطرق المستخدمة

أساساً في تقدير الوقت اللازم للتعقيم سيأتي ذكرها لاحقاً.

خواص انتقال الحرارة في الغذاء المحفوظ:

يتم انتقال الحرارة في العلب إما عن طريق التوصيل Conduction أو الحمل Convection وهما العاملان في انتقال الحرارة. عادة فإن التسخين بالحمل يكون مصحوبا بالتوصيل والتسخين بالتوصيل يكون بطيئا إذا قورن بالتسخين عن طريق الحمل. ويلاحظ أن انتقال الطاقة الحرارية يكون في اتجاه واحد باستمرار (من الساخن إلى البارد) بمعنى أن الحرارة تنتقل من الأجسام الساخنة إلى الباردة فتقل الحرارة من الأوتوكلاف (المعقم) للعلب ومن العلب للغذاء وتتم هذه العملية عن طريق التوصيل Conduction ثم تنتقل الحرارة داخل الغذاء إما عن طريق التوصيل أو عن طريق الحمل أو الاثنين معا. ففي حالة الحمل يتم التسخين بواسطة جزيئات المادة ذات الطاقة العالية فتتمدد الجزيئات بالحرارة وتقل كثافتها وترتفع إلى أعلى بينما تتخفف الجزيئات الأبرد وبذلك تتولد تيارات حمل تسرع من تسخين الغذاء (تيارات الحمل في السوائل) بينما في حالة التوصيل لا يحدث انتقال للجزيئات عالية الطاقة ولذا فإنها تحتاج إلى وقت أطول (الرسم التالي يوضح ذلك).

وعلى هذا يمكن تقسيم الأغذية من حيث طريقة انتقال الحرارة فيها إلى ما يأتي:

١- أغذية سريعة التسخين بالحمل Rapid convection heating foods

مثل عصير الفاكهة والخضروات وبعض أنواع الشوربة الخفيفة.

٢- أغذية بطيئة التسخين بالحمل Slow convection heating foods

مثل قطع الفاكهة الصغيرة أو الخضروات المعبأة في محاليل سكرية أو ملحية وكذلك اللحوم

والأسماك.

٣- الأغذية ذات منحنى التسخين المقطوع Broken curve heating foods

بعض الأغذية تظهر تغيرا واضحا بالنسبة لخواص استعمال الحرارة أثناء التعقيم وهذا التغير يمثل

الانتقال من التسخين بالحمل إلى التسخين بالتوصيل وتتميز هذه الأغذية باحتوائها على نشا مثل

البطاطس أو يضاف إليها نشا مثل أنواع الشوربة المختلفة والخضروات المختلطة والبطاطا المعبأة في

الشراب والسبب يرجع إلى تغير الحالة السائلة إلى حالة جيلاتينية.

٤- الأغذية ذات التسخين بالتوصيل Conduction heating foods

وهذه تشمل الأغذية الصلبة والمحتوية على كمية كبيرة من الماء ولكنها مركزة وكذلك المربى

وأنواع الأسماك المحفوظة في صلصة مركزة والخضروات الأخرى المهروسة.

وعموما فإن انتقال الحرارة في المحاليل السكرية وعصائر الفاكهة والخضروات والمحاليل الملحية

يكون عن طريق الحمل أما في المواد ذات القوام السميك والمواد شبه الصلبة فإن تيارات الحمل تكون

ضئيلة أو غير موجودة بالمرّة وبالتالي فإنها تحتاج إلى فترات أطول في التعقيم بينما المنتجات التي تكون منتشرة أو معلقة في محلول ملحي أو سكري فيتم انتقال الحرارة فيها أسرع وتحتاج إلى فترات أقل في التعقيم.

انتقال الحرارة خلال عملية التعقيم:

من المعروف أن كل النقط Points أو الأجزاء المختلفة في العبوة لا تسخن على نفس درجات الحرارة ومنطقة أبطأ تسخين تعرف باسم النقطة الباردة Cold point وهي تعتبر أصعب نقطة في التسخين نظراً لتأخرها في التعقيم وفي منحنيات التسخين للمواد الغذائية التي يتم انتقال الحرارة خلالها أساساً بالحمل فإن النقطة الباردة تقع على المحاور الأفقية بالقرب من قاع العبوة بينما منحنيات التسخين لتلك المواد الغذائية التي يكون فيها انتقال الحرارة أساساً بالتوصيل فإن النقطة الباردة تكون بالقرب من المركز الهندسي للعبوة على المحور الأفقي والسبب في أن النقطة الباردة تقع أسفل المركز الهندسي للعبوة ولا تنطبق عليه يرجع أساساً إلى أن الغازات الموجودة في الفراغ القمي تعمل على انتقال الحرارة في الجزء العلوي أسرع من انتقالها بالتوصيل في الجزء السفلي وهذا يؤدي إلى وجود المركز الحراري أسفل قليلاً من مركزها الهندسي.

هذا ومراحل انتقال الحرارة داخل العبوة تتم كالآتي:

- أ- يحدث ارتفاع بطيء في درجة حرارة المركز الحراري للعبوة حيث إن الحرارة المنتقلة إلى العبوات خلال هذه الفترة تستخدم في تسخين سطح العبوات والمواد القريبة من سطحها الداخلي.
- ب- يحدث ارتفاع في درجة حرارة المركز الحراري للعبوة بسرعة وذلك لأن المواد الغذائية القريبة والملاصقة لجدران ونهايات العبوة تكون قد وصلت إلى درجة حرارة المعقم تقريباً.
- ج- في هذه المرحلة تصل كل محتويات العبوة ومركزها الحراري إلى درجة حرارة المعقم تقريباً وتصل إلى درجة ثبات في درجة حرارة مركز العبوة ومحتوياتها.

١٢، ٣ التبريد المفاجئ Cooling

تبرد العلب عقب التعقيم مباشرة لإتمام القضاء على الأحياء الدقيقة وإلتزام عملية التعقيم وتؤدي هذه العملية إلى انكماش خلايا الميكروبات بعد التسخين الشديد ويؤدي ذلك إلى تهتك خلاياها كما ويؤدي التبريد المفاجئ إلى تحقيق المزايا التالية:

- (أ) وقف تأثير الحرارة على المادة الغذائية داخل العلب وبالتالي منع اكتساب اللون الداكن أو الطعم المطبوخ نتيجة لاستمرار تأثير الحرارة المرتفعة .
- (ب) الاحتفاظ بقوة تماسك وصلابة الأنسجة ولونها الطبيعي.

ج- عدم إعطاء الفرصة لجراثيم أنواع البكتيريا المحبة للحرارة Thermophilic الهامة في إفساد المعلبات من النمو والنشاط إذا ما تركت العلب لتبرد ببطء.

وتجري عملية التبريد عادة بغمر الأقفاس الصلب العلب بعد خروجها من المعقم تحت سطح ماء بارد أو في قنوات خاصة وتسير فيها لمسافات كافية لتبريدها للدرجة المطلوبة أو أن يجري التبريد في نفس المعقمات عن طريق فتح البخار ثم دفع الماء البارد على أقفاص العلب . ويراعى عدم تبريد العلب تبريدا شديدا قبل خروجها من ماء التبريد وهي لا تزال دافئة حتى يسهل جفافها واستبعاد ما يغطي سطحها من الرطوبة التي قد تؤدي إلى تكون نقط من الصدأ التي تسبب تثقيب العلب وبالتالي عدم صلاحيتها للحفظ. ويجب أن يكون ماء التبريد نظيفا ويحسن أن يحتوي على الكلور بنسبة ٥٠ جزء في المليون وذلك لاحتمال دخول جزء بسيط من الماء خلال غطاء العلبة قبل أن تبرد طبقة المطاط الموجودة بين الغطاء والعلبة وذلك لوجودها على حالة سائلة أثناء التعقيم نتيجة لارتفاع درجة الحرارة.

٣، ١٣ التخزين للاختبار

يراعى فيه ترتيب العلب حسب دفعات إنتاجها لسهولة العمل وكشف الفساد وتحديد النسبة التي تحد منه وقد يجري على مستوى أخذ أعداد من العلب على أن يتم تحضينها في معمل المصنع على درجات الحرارة الميزوفيلية ومجموعة أخرى على درجة الحرارة الثرموفيلية - مجموعة ٣٧ م - أخرى على ٥٥ م للإسراع في حدوث الفساد في حالة توقع وجوده.

٣، ١٤ الترقيم ووضع البطاقات Labelling

كما ذكرنا ترقيم إحدى نهايتي العلبة وعادة يكون الغطاء قبل القفل ويجري ذلك بطريقة تدل على تاريخ التعبئة ومكانها والقائم بها. وما عدا ذلك عن معرفة البيانات اللازمة عن كل دفعة من المواد المحفوظة حتى يتسنى تحديدها واسترجاعها من الأسواق في حالة حدوث فسادها أو أي خطأ يمنع من استهلاكها.

وفي المصانع الكبيرة تتم العملية أوتوماتيكيا وفيها تلصق على جدران العلبة بطاقات عادة ملونة وجذابة تحمل البيانات الكافية عن نوع ووزن ودرجة جودة المادة المحفوظة واسم الهيئة المنتجة واسم وكمية ونسبة أي مادة مضافة للمواد الأساسية وتصدر القوانين واللوائح التي تنظم وتراقب صحة البيانات وتوقيع العقوبات على كل بيان خاطئ في حالة عدم مطابقة البيانات لمواصفات المادة المعبأة وتتجه الوقت الحاضر معظم المصانع إلى الاستغناء عن البطاقات واستعمال علب الصفيح المطبوعة.

٣، ١٥ التعبئة والتخزين Casing and storage

وتعباً العلب عادة في صناديق من الكرتون مختلفة الأشكال والأحجام وترص بطريقة تساعد على التهوية والتنقل بين هذه الصفوف. ومن الاحتياطات الواجب مراعاتها في اشتراطات المخزن الجيد أن يكون بعيداً عن تغييرات درجات الحرارة العالية والباردة والرطوبة ويؤدي ارتفاع درجات الحرارة في المخازن على الفساد وانخفاض القيمة الغذائية للمواد المحفوظة حيث تتحكم درجات الحرارة في التحكم في التغييرات البكتيريولوجية وإعطاء الفرصة للجراثيم للإنبات والنمو وإحداث الفساد. أيضاً ارتفاع حرارة التخزين تساعد على التآكل الداخلي حيث تنشط التفاعلات الكيميائية ولا سيما الفواكه والمنتجات المعلبة عالية الحموضة. وأيضاً في حالة ارتفاع رطوبة المخزن وعدم التهوية فإنه يحتمل أن يحدث تآكل خارجي لمعدن العلب نتيجة لتكثيف الرطوبة وهذا يساعد على تكوين الصدأ وتثقيب العلب وتلفها وتعباً العلب بمعدل ١٢ أو ٢٤ أو ٤٨ علبه بالصندوق الخاص بحجم كل عبوة.

الأسلوب العملي للتعقيم في مصنع الأغذية المعلبة

- (١) يجب أن يكون الهدف هو التنفيذ لكل خطوات الإنتاج أثناء طور الاستعداد لنمو الميكروب. وحتى لا يبدأ الطور اللوغاريتمي للنمو عند فترة معينة ويؤدي ذلك إلى زيادة الأعداد الكبيرة وعلى سبيل المثال في تعليب عصير الفاكهة- مانجو، برتقال، جوافة مشمش- فإن عدم الإسراع بسحب العصير بعد استخلاصه للخطوات التالية يؤدي إلى زيادة أعداد الميكروبات زيادة كبيرة ويؤثر ذلك على كفاءة المعاملة الحرارية وسوف تحتاج إلى درجة حرارة أكبر أو وقت أطول عند درجة حرارة معينة بالإضافة إلى التغييرات المتوقعة لهذا النمو على اللون أو الطعم أو الرائحة.
- (٢) يجب تحديد مقاييس بكتيريولوجية للتغذية لمحتويات الناتج المستخدمة للسكر والبكتين وملح الطعام أو حمض الستريك أو خلافه لكل منتج غذائي وذلك لمتابعة تقدير كفاءة كل خطوة في الإنتاج وتحديد أسباب الفساد بالسرعة المطلوبة.
- (٣) عمل جداول فحص أو حصر بكتيريولوجية Bacteriological flow sheets روتينية لكل خطوات الصناعة لكل منتج غذائي. باستخدام أكثر من بيئة ودرجات حرارة تحسين مختلفة لتشمل هذه الجداول أعداد أغلب المجموعات البكتيرية الموجودة لأن معرفة نوع التلوث أمر ضروري بجانب كمية هذا التلوث. فقد تكون أعداداً منخفضة ولكن من أنواع شديدة الخطورة أو العكس وذلك للسرعة في إيجاد الحلول للمشاكل التي تواجه الصناعة.
- (٤) عزل الأنواع الهامة من البكتيريا وتحديد الجنس والنوع لها ويمثل العدد الموجود في العلب بعد القفل مباشرة وقبل التعقيم أهمية خاصة لدخوله في حسابات التعقيم الحراري كذلك تحديد نوع وجنس البكتيريا الموجودة في هذه الخطوة لأنه كما ذكرنا تبقى نسبة من الجراثيم في صورة ساكنة لا تنشط

في ظروف العلبه ولا تؤثر على المنتج في حالة كفاءة عملية التعقيم في القضاء التام على الأنواع الخطيرة على الإنتاج مثل الأنواع اللاهوائية الثيرموفيلية.

(٥) إجراء الدراسات الحرارية للبكتيريا الهامة وظروف القتل والنمو المختلفة وتقدير الثوابت مثل F , D , Z .

(٦) تطبيق أنسب الطرق الهندسية لتحديد الوقت اللازم للتعقيم التجاري لكل منتج.

(٧) التأكد باستمرار من نظافة الماكينات والآلات والموائد المستخدمة وأحواض الغسيل والتسخين وأجهزة السلق أو التسخين الابتدائي وتتكات محاليل التعبئة Brines حتى لا تكون مصدر تلوث مستمر للمادة الغذائية.

والجدير بالذكر أن الطريقة المستخدمة في تقدير الدرجة والوقت اللازم للتعقيم الآن تعتمد على تجربة الخطأ والصواب بمعنى أن التعقيم يتم على دفعات مختلفة ثم تحضينها وتحديد نسب الفساد ثم الإقرار بأفضل معاملة لدرجة ووقت معين تعطي نسبة فساد أقل. هذه الطريقة خاطئة تماما وسوف يكون الأمر خطيرا إذا علمنا أن من أنواع الفساد ما لا يعطي دلالات ظاهرية خارج العلبه كالفساد الحامضي Flat sour والذي فاقت نسبته المئوية في المعلبات الحد الكبير وهناك من أنواع الفساد الغازي ذاته والتي يعتمد في كشفها على إحداث مظاهر الانتفاخ للعلب غالبا ما يحدث أن يمتص الغاز أو يذوب في المادة الغذائية أو ربما يتفاعل مع مكونات الغذاء.

ومن الحقائق العلمية الثابتة أن الفلورا الميكروبية تختلف من منطقة إلى أخرى بل من مصنع لآخر ومن نوع غذائي إلى آخر. والنوع الواحد من البكتيريا سوف تختلف ثوابته الحرارية باختلاف عوامل عديدة. كل ذلك يؤكد عدم صحة نقل ظروف معينة في مصنع معين وتطبيقها في مصنع آخر. وتشير هذه الحقائق أيضا إلى أنه لا بديل عن استخدام الأسلوب العلمي السابق والمحدد الاتجاهات في مصانعنا أسوة بمصانع التعليب العالمية وذلك للحفاظ على جودة منتجاتنا الغذائية وتقليل نسبة الفساد.

المعاملات الحرارية

تقييم المعاملة الحرارية

الوحدة الرابعة : تقييم المعاملة الحرارية

الأهداف:

بإكمال الوحدة الرابعة يتمكن المتدرب من :

- تحديد الكائنات الأكثر أهمية في الأغذية المعلبة.
- تقييم المعاملة الحرارية عند درجة حرارة ثابتة ومتغيرة.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٣ ساعات.

الوسائل المساعدة:- عرض بعض الأمثلة.

تقييم المعاملة الحرارية

Heat processing

عند معاملة الغذاء بالحرارة فإن عملية التسخين تعمل على خفض تركيز الكائنات الحية الدقيقة فيه. وقد تؤدي أيضا إلى تثبيط الإنزيمات الموجودة. تمثل عملية التسخين جزءاً من عملية الحفظ الكاملة والتي ربما تشمل مثلاً إضافة المواد الحافظة الكيميائية، التغليف المناسب للنتاج، أو التخزين عند درجات حرارة منخفضة.

ليس من الضروري أن تتخلص عملية التسخين من كل الكائنات الحية من المادة. كثيرا ما تحتوي الأغذية السليمة، خاصة علب منتجات اللحوم المملحة، على كائنات حية. المطلوب هو أن يكون الناتج مقبولا للمستهلك وصالحاً للأكل عند نهاية فترة تخزين محددة مسبقا وتحت ظروف معينة.

يمكن تقسيم العمليات الحرارية إلى ثلاث مجموعات:-

١. التسخين إلى درجات حرارة أقل من ١٠٠ C:

وهذه تعرف بالبسترة وهي عامة مصممة لقتل كل الكائنات المسببة للمرض وبعض، وليس من الضروري كل الكائنات المسببة للفساد والتي إن وجدت، تكون غير قادرة للنمو في الغذاء تحت ظروف تخزين محددة. تعطي تقنية الألبان أمثلة جيدة لاستخدامها. يمكن أن تدمر البسترة الكائنات المسببة للمرض في الحليب في حين تترك خصائص التدوق دون أن تضعفها. تدمر بسترة الحليب لصناعة الجبن الكائنات التي تنافس التخمر المطلوب.

٢. التسخين لدرجة حرارة ١٠٠ C:

وهي الطريقة التي اخترعها أبيرت حيث يتم تسخين الغذاء في أوعية مغلقة في ماء يغلي وإبقائه على درجة الحرارة تلك لفترات زمنية محددة. العمليات من هذا النوع لا زالت تستخدم في التعبئة المنزلية لبعض الأغذية وللتعليب التجاري للأغذية الحامضية مثل الفواكه.

٣. التسخين لدرجات حرارة أكثر من ١٠٠ C :

بالنسبة للمنتجات ذات الحموضة الأقل فإن زمن التسخين عند ١٠٠ C اللازم لإنتاج عبوة مقبولة من الناحية الميكروبيولوجية يكون طويلا جدا ولهذا يتم عادة التسخين لدرجات حرارة أعلى من ١٠٠ C لتحقيق عمليات قصيرة وتحسن في جودة الناتج. تم تطوير هذه المجموعة الثالثة للتصنيع الحراري في منتصف القرن التاسع عشر حيث استخدمت أولا حمامات محلول ملح يغلي ثم بخار تحت ضغط كأوساط تسخين. مثل هذه العمليات كثيرا ما تسمى "التعقيم" sterilization وهو تعبير قد يعترض

عليه، نسبة لأنه يعني عدم الوجود التام للكائنات الحية الدقيقة. التعبير الأفضل هو التعقيم التجاري commercial sterilization الذي يمكن أن يعرف بأنه التصنيع الحراري المصمم لقتل تقريبا كل الكائنات الدقيقة والجراثيم والتي إن وجدت، تكون قادرة على النمو في الغذاء تحت ظروف تخزين محددة. أي إن عمليات التعقيم التي يوصى بها غير مصممة لقتل كل الكائنات في الأغذية المعلبة. بكلمات أخرى تكون الأغذية المعلبة معقمة تجاريا ولكن ليست معقمة بكتولوجيا بحيث إن ما يتبقى من الميكروبات يكون في صورة جراثيم محبة لدرجة الحرارة المرتفعة وبالتالي تكون ظروف تخزين الغذاء بعد تعقيمه غير مناسبة لنموها وتبقى ساكنة خاصة عند وجود التفريغ. الأس الهيدروجيني pH ليس هو العامل الوحيد المؤثر على طبيعة المعاملة الحرارية اللازمة للمنتج. يؤثر وجود المكونات النشطة ازموزيا مثل الملح أو السكر على خصائص نمو الكائنات الدقيقة. توفر المنتجات ذات الأس الهيدروجيني المنخفض، مثل المخلات الحامضية، أو ذات نشاط الماء المنخفض، مثل الحليب المكثف المحلى أو الأغذية المجففة، بيئات معادية للكائنات الحية الدقيقة المسببة للفساد بحيث لا يحتاج لتصنيع حراري لحفظها. ولكن، في مثل هذه الحالات، قد يحتاج لعملية بسترة معتدلة لتثبيط نشاط الإنزيمات.

١، الكائنات الأكثر أهمية في فساد الأغذية المعلبة

ينتج الفساد الميكروبي للأغذية المعلبة للمعاملة حراريا بواسطة الكائنات الدقيقة التي تبقى حية بعد المعاملة الحرارية أو التي تتسرب إلى الوعاء بعد المعاملة الحرارية. من المستحيل تقريبا التنبؤ بأنواع الكائنات الدقيقة التي يمكن أن تتسرب إلى الوعاء ولكن هناك تدابير هامة لتقليل هذا النوع من الفساد. لتأسيس معاملة حرارية لتعقيم منتج غذائي فإن البكتيريا المتجرثمة، ما عدا في المنتجات عالية الحموضة، هي التي يجب أن تؤخذ في الاعتبار. يرتبط نوع الفساد الميكروبي والمقاومة الحرارية للبكتيريا وثيقا بحموضة الأغذية.

اعتبارات أساسية على قيم الأس الهيدروجيني (pH)

واحدة من أهم الخصائص المتعلقة بتلف الغذاء الميكروبيولوجي هي شدة الحموضة أو pH المنتج. تعرف ال pH بأنها لوغريتم تركيز أيون الهيدروجين. يجب ألا تختلط هذه الشدة أو ال pH في أذهاننا مع كمية الحامض الموجود في الغذاء.

تسمى المقدرة لمقاومة التغير في ال pH سعة التنظيم buffer capacity. سعة التنظيم للغذاء مهمة في التحكم في ال pH. معظم الأغذية لها سعة تنظيم وراثية. ينشأ منظوم التنظيم بين الأحماض الضعيفة

وأملحها وهو ائزان يقاوم التغير في ال pH عندما تضاف مكونات أخرى أكثر حمضية أو قاعدية . يمكن إضافة أملاح الصوديوم لأحماض الخليك ، الستريك أو الفوسفوريك لتنظيم الأغذية . لكل مجموعة من الكائنات الدقيقة قيمة pH محددة لأفضل نمو لها . تؤثر الخصائص الكيميائية والفيزيائية الأخرى للغذاء على معدل نمو البكتيريا والخمائر والعفن . التأثير الهام للـ pH هو على مقاومة البكتيريا للحرارة . كلما قلت قيمة الـ pH كلما قلت مقاومة البكتيريا والمتجرثمة للحرارة عند درجة حرارة معينة . عندما تكون هناك عدة أنواع من البكتيريا ، الخمائر والعفن في الغذاء فإن قيمة pH الغذاء هي من أهم العوامل التي تحدد أيًا من هذه الكائنات الدقيقة سيتكاثر أسرع والفصيلة التي ستغطي. فيما يلي قيم الـ pH المتوسطة لأغذية مختارة :-

عصير ليمون ٢,٣ ، عجينة تفاح ٣,٤ ، خوخ ٣,٧ ، عصير برتقال ٣,٧ ، مشمش ٣,٨ ، كمثرى ٤,٢ ، طماطم ٤,٣ ، بصل ٤,٤ ، إسباجتي في صلصة طماطم ٤,٩ ، تين ٥,٠ ، جزر ٥,٢ ، فاصوليا خضراء ٥,٣ ، لبن مبخر ٦,١ ، دجاج ٦,٢ ، سمك سالمون ٦,٤ ، لبن ٦,٨ ، زيتون ناضج ٦,٩ .

تقسيم الأغذية على أساس الحموضة :- :

تم اقتراح عديد من التقسيمات للأغذية على أساس الحموضة ولكن أكثرها شيوعا ما يلي :-

١. الأغذية منخفضة الحموضة: pH ٥,٠ أو أكثر

٢. الأغذية متوسطة الحموضة: pH ٥,٠ إلى ٤,٥

٣. الأغذية الحامضية: pH ٤,٥ إلى ٣,٧

٤. الأغذية عالية الحموضة: pH ٣,٧ أو أقل

حدد بعض الباحثين ثلاث مجموعات فقط للأغذية وهي:

١. الأغذية منخفضة الحموضة pH أكثر من ٤,٥

٢. الأغذية الحامضية 4.0 pH إلى ٤,٥

٣. الأغذية عالية الحموضة pH أقل من ٤,٠

تأثير درجة الحرارة على نمو الكائنات الدقيقة :-

يمكن تقسيم البكتيريا على أساس درجة الحرارة المثلى لنموها . البكتيريا التي تنمو بين ١٠,٠ - ١٨,٣ C تسمى psychrophiles (بكتيريا محبة لدرجة الحرارة المنخفضة) . والتي تنمو بين ٢٤,٠ - ٣٨,٠ C تسمى mesophiles (محبة لدرجة الحرارة المتوسطة) . والتي تنمو بين ٤٩ - ٦٥,٥ C تسمى thermophiles (محبة لدرجة الحرارة العالية) وقد تنمو ببطء حتى ٧٧ C .

هناك فرق هام بين درجة الحرارة المثلى لنمو البكتيريا وبين مقاومتها للحرارة . تسمى البكتيريا ذات المقاومة العالية للحرارة thermoduric . يمكن أن تكون البكتيريا الميزوفيلية thermoduric نسبة لمقاومة جراثيمها العالية للحرارة مثل جراثيم البكتيريا الثيرموفيلية .

تقسيم البكتيريا المتجرثة على أساس احتياجات الأكسجين :- :

معرفة نوع البكتيريا المتجرثة الموجودة في الأغذية منخفضة الحموضة والأغذية الحامضية مهم في تحديد المعاملة الحرارية اللازمة للتعقيم . يمكن تقسيم البكتيريا المتجرثة بالنسبة لاحتياجات الأوكسجين كالآتي :-

١. هوائية حتمية obligate aerobes

٢. هوائية اختيارية facultative aerobes

٣. لاهوائية حتمية obligate anaerobes

هوائية حتمية obligate aerobes

تشمل هذه المجموعة الأنواع التي تحتاج للأوكسجين الجزيئي لنموها . وهي الأقل أهمية بالنسبة لتعقيم الأغذية في المجموعات الثلاث . تحت ظروف التعلب تحتوي معظم الأغذية على مستويات منخفضة جدا من الأوكسجين الجزيئي غير كافية لدعم النمو . بالإضافة لذلك فإن المقاومة الحرارية لجراثيم معظم الهوائية الحتمية منخفضة جدا مقارنة مع جراثيم عدد من الكائنات في المجموعتين الأخريين . تكون عادة المعاملات الحرارية المصممة لتحرير الأغذية من الكائنات الأكثر مقاومة في المجموعتين الأخريين أكثر من كافية لتحرير الأغذية من ال aerobic bacilli ، ولكن هناك استثناءات . ففي منتجات اللحوم المملحة المعلبة التي تحتوي على نترات فإن مجموعة الكائنات -Bacillus subtilis Bacillus mycoides قد تكون في بعض الأوقات أكثر أهمية من الناحية الاقتصادية من بعض مجموعات البكتيريا الأخرى .

تعامل بعض منتجات اللحوم المملحة المعلبة معاملات حرارية منخفضة ويعتمد على عوامل التملح ، وفي بعض حالات الحفظ في مبردات ، لمنع الفساد بواسطة الكائنات في المجموعتين الأخريين . يكون عدد من الأنواع لهذه ال bacilli الهوائية قادرة على البقاء في عدد من هذه المنتجات وقادرة على اختزال النترات للحصول على الأوكسجين لنشاطها التمثيلي . إذا لم يتم تدميرها بالمعاملة الحرارية وإذا تعرضت لظروف مثلى فإن عدداً منها ينمو في منتجات اللحوم المملحة وتؤدي إلى الفساد الغازي . تجب الإشارة

إلى أن البهارات الجافة المضافة لبعض هذه المنتجات تكون ملوثة بشدة في بعض الأحيان بجراثيم ال bacilli الهوائية .

لاهوائية اختيارية facultative anaerobes :

البكتريا المتجرثمة في هذه المجموعة ضمن الكائنات الأكثر أهمية من ناحية تعقيم الأغذية. ال bacilli المتجرثمة المحبة للحرارة ذات أهمية خاصة في الأغذية منخفضة الحموضة والأغذية الحامضية . تنتج بعض من هذه المنتجات جراثيم ذات مقاومة حرارية أكثر من الجراثيم الناتجة من معظم اللاهوائية حتمية وهي تؤدي بصورة عامة إلى ما يعرف بالتلف الحامضي اللا غازي . أي إنها تنتج حمضاً ولكن لا تنتج غازاً أو تنتج قليلاً منه . على الرغم من معظم الكائنات المسببة للمشاكل تعتبر محبة للحرارة إلا أن عديداً منها يمكن أن ينمو ببطء عند أو قرب درجات حرارة تداول الغذاء العادية . تعتبر ال Bacillus stearothermophilus والأنواع المشابهة الأكثر أهمية في الأغذية منخفضة الحموضة . هذه الكائنات المؤدية للفساد الحامضي اللا غازي تنتج جراثيم لها وقت تخفيض عشري عند ١٢١ C أكثر من ٤ دقائق بينما وقت التخفيض العشري عند نفس درجة الحرارة بالنسبة ل obligate aerobic bacilli يساوي كسراً من الدقيقة . تتفاوت درجة حرارة النمو المثلى لهذه الكائنات المحبة للحرارة المؤدية للفساد الحامضي اللا غازي بين 49-55 C ومعظمها نادراً ما ينمو عند درجات حرارة أقل من ٣٨ C.

الكائنات الأكثر أهمية في الأغذية الحامضية ثلاثة أنواع من اللاهوائية اختيارية وهي بالاسم Bacillus macerans , Bacillus coagulans (B.Thermoacidurans), B.polymyxa . تعتبر ال B.coagulans الأكثر أهمية خاصة في فساد الطماطم ومنتجاته . يسبب الأخران الفساد في بعض الفواكه ومنتجاتها . ال B.Coagulans مقاومة جداً للحموضة حيث تنمو عند pH ٤,٠ أو أقل بقليل وهي تنمو في منتجات الطماطم وبعض الأغذية الأخرى شبه الحامضية في مدى pH 4.0-4.6 وهي غير مهمة في الأغذية منخفضة الحموضة لأن المعاملات الحرارية لهذه الأغذية أكثر من كافية لتدمير جراثيمها (وقت التخفيض العشري لها حوالي ٠,٠١ دقيقة أو أقل) . تعتبر B.Coagulans محبة للحرارة ولكنها يمكن أن تنمو جيداً عند درجات حرارة تداول الأغذية العادية.

اللاهوائية حتمية obligate anaerobes

تنتج بعض أنواعها جراثيم لاهوائية مقاومة للحرارة عالية نسبياً . يمكن تقسيمها بالنسبة لفساد الأغذية المعلبة إلى مجموعتين : المحبة للحرارة العالية (الثيرموفيلية) و المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة

(الميزوفيلية) . أكثر المجموعة الثيرموفيلية أهمية هي الكائنات المحبة للسكريات saccharolytic والتي لا تنتج كبريتيد الهيدروجين ومثال لها Cl.thermosacckarolyticum . هذه الكائنات محبة جدا للسكريات وتنتج كميات كبيرة من الغاز أساسا ثاني أوكسيد الكربون و الهيدروجين من مدى واسع من الكربوهيدرات . وتؤدي نتيجة لذلك للفساد من نوع الانتفاخ أو النوع الغازي . وهي كثيرا ما تنتج رائحة butyric أو رائحة جبن في الأغذية. وهي عامة ذات أهمية كبيرة في فساد الأغذية شبه الحامضية (٤,٠ - ٤,٥ pH) أكثر من الأنواع المؤدية للفساد الحامضي اللا غازي . درجة الحرارة المثلى لنموها حوالي ٥٥ C وهي نادرا ما تنمو عند درجات حرارة أقل من حوالي ٣٢ C وهي قد تكون مصدراً لخطر حقيقي عند درجات حرارة ٣٥ C وأكثر . تنتج بعض الأنواع جراثيم ذات مقاومة حرارية عالية جدا مما يجعل المعاملة الحرارية الشديدة جدا ضرورية إذا كانت الجراثيم موجودة بأعداد كبيرة. الجراثيم اللاهوائية المحبة للحرارة التي تنتج كبريتيد الهيدروجين مسؤولة عما يسمى "رائحة الكبريت" (sulphur stinker) لفساد الأغذية المعالجة . Cl.nigrificans هو مثال لهذه المجموعة. هذه الكائنات محللة للبروتين proteolytic وكبريتيد الهيدروجين هو الغاز الوحيد الذي تنتجه بكميات كبيرة . نسبة لأن كبريتيد الهيدروجين قابل للذوبان في المنتج فإن العلب الفاسدة عادة تبقى مستوية . تصبح معظم المنتجات التي تفسد بهذه الكائنات سوداء نتيجة لتفاعل كبريتيد الهيدروجين والحديد . الفساد بواسطة هذه الكائنات نادر نسبيا لسببين :- وجود جراثيمها في معظم المنتجات منخفض نسبيا وجراثيم معظم الأنواع منخفضة المقاومة الحرارية نسبيا مقارنة مع جراثيم الكائنات المحبة للسكريات المحبة للحرارة وتلك المؤدية للفساد الحامضي اللا غازي الخضرية اللاهوائية المحبة للحرارة . كل من هاتين المجموعتين المذكورتين أعلاه ذات أهمية في الأغذية ذات قيم pH أقل من ٤,٥ .

تلي ذلك في الأهمية في الأغذية منخفضة الحموضة مجموعات الجراثيم اللاهوائية الميزوفيلية. نسبة لتأثيره على الصحة العامة فإن ال Cl.botulinum و الذي ينتج السم هو الأكثر أهمية ضمن كائنات هذه المجموعة . ضمن الأنواع المختلفة لـ Cl.botulinum فإن الأنواع A, B, E ذات أهمية كبرى . جراثيم الأنواع A, B أكثر مقاومة للحرارة من النوع E ولذلك ذات أهمية أكبر في تعقيم الأغذية المعلبة. حتى جراثيم A, B ليس لها مقاومة حرارية تقارب ذلك الجرثوم الكائن غير السام المعروف بـ P.A. 3679 ففي حين أن الجراثيم الأكثر مقاومة للأنواع A, B لها قيم وقت تخفيض عشري عند درجة حرارة ١٢١ C ، في المدى ٠,١٠ - ٠,٢٠ دقيقة فإن جراثيم P.A.3679 الأكثر مقاومة للحرارة لها قيم وقت تخفيض عشري في المدى ٠,٥٠ - ١,٥٠ دقيقة .

من حسن الحظ فإن وجود أنواع P.A.3679 الأكثر مقاومة للحرارة منخفضة جدا في معظم الأغذية. لهذا السبب فإن معاملات التعليب المصممة لضمان درجة عالية من السلامة بالنسبة لـ Cl.Botulinum تعتبر مناسبة لمنع الفساد بواسطة هذه الكائنات الـ putrefactive anaerobes غير السامة. ربما أكثر أهمية لـ P.A.3679 هو كائن اختبار لفحص ملاءمة المعاملات التي تتم أثناء التعليب. وهو مثالي لهذا الغرض ليس فقط لمقاومته الحرارية ولكن لأنه غير سام فهو سهل الزراعة وتلفه للأغذية يصاحبه إنتاج كبير للغاز.

الكائنات الـ proteolytic, putrefactive الأخرى والتي كثيرا ما تؤدي لفساد الأغذية منخفضة

الحموضة والأغذية شبه الحامضية هي Cl.Putrificum, Cl.sporogenes, Cl.bifermentans, Cl.bistlyticum والأنواع ذات العلاقة. ومرة أخرى تكون المعاملات الحرارية المصممة لضمان درجة عالية من السلامة ضد Cl.Botulinum ملائمة لمنع الفساد بهذه الكائنات. ولكن، في بعض الحالات تكون المعاملات الأكثر قسوة من التي تعتبر ملائمة للتحكم في Cl. Botulinum ضرورية لمنع فساد عدد من الأغذية بواسطة الكائنات الأكثر مقاومة للحرارة في هذه المجموعة بما في ذلك P.A.3679.

البكتيريا غير المتجرثمة ، الخمائر والعفن

ما عدا عندما تجد طريقها للتدخل خلال تسرب الوعاء فإن هذه الكائنات ذات أهمية كبرى في فساد الأغذية المعلبة عالية الحموضة (pH أقل من ٤.٠) التي تحصل على معاملات حرارية منخفضة مثل المخللات ، القريب فروت ، عصائر الحمضيات .. الخ . وهي ذات بعض الأهمية أيضا في فساد المنتجات المركزة والمحلية التي تحصل على معاملات حرارية منخفضة حيث يعتمد على محتوى المواد الصلبة المذابة العالي لمنع نمو الكائنات المتجرثمة مثلا مركبات الفواكه والخضراوات والجلي ، والحليب المركز المحلى المسكر . وجودها يشير إلى :

(أ) تعقيم غير تام بدرجة كبيرة. (ب) تلوث نتيجة لعيب في القفل .

تعتبر Lactobacillus , Leuconostic spp أكثر البكتيريا غير المتجرثمة أهمية . هناك عدد كبير ومختلف من الخمائر يؤدي لفساد عديد من الأغذية عالية الحموضة التي حصلت على معاملة حرارية منخفضة . أكثر هذه الخمائر والبكتيريا مقاومة للحرارة لها قيم وقت تخفيض عشري عند درجة حرارة ١٢١ C في المدى ١,٠٠ . أثبتت عمليات البسترة المؤسسة على هذه القيمة أنها ملائمة . يعتبر العفن عادة غير مهم كعامل للفساد في الأغذية المعلبة . يستثنى من ذلك Byssachlamys fulva . هذا الكائن مهم في فساد الفواكه المعلبة . وهو قد يؤدي إلى التفكك الكامل للفاكهة نتيجة لتكسير المادة البكتينية

. وقد تنتج ثاني أكسيد الكربون يكفي لإحداث الانتفاخ . وهو مقاوم للحرارة نسبياً ويتحمل معاملات لحوالي ١٠ دقائق عند $C ٨٧,٨$

درجة الحرارة المثلى لنمو معظم هذه البكتيريا غير المتجرثمة والخمائر والعفن هي في المدى $C ٢٥ - ٢٠$

الكائنات التي تدخل خلال تسرب الوعاء:

إذا تنفس الوعاء حتى للحظة فإن البكتيريا قد تسحب إلى الداخل مع الهواء أو الماء الملوث. وهي أكثر احتمالاً لأن تدخل مع الماء عنها مع الهواء. في معظم الحالات فإن الفتحات التي تؤدي للتسرب صغيرة بدرجة تكفي لترشيح الغبار الذي يحمل البكتيريا من الهواء . هذه ليس الحالة بالنسبة للبكتيريا العالقة في الماء . نسبة لهذا ونتيجة للضغط على منطقة قفل العلب وأغطية الزجاج أثناء عملية التبريد فإن البكتيريا تستطيع الدخول أثناء التبريد أو بعده بقليل بينما لا تزال الأوعية مبللة. في حالة العلب فإن التداول الخشن على الناقلات الملوثة بينما العلب مبللة هو العامل الأساسي لتسرب العلب والتلوث البكتيري، أفضل الموانع ضد الفساد نتيجة لتسرب الأوعية هي :-

١. القفل الجيد للعلب والزجاج .
٢. التداول الحذر لتفادي تضرر العلب .
٣. كلورة ماء التبريد (٣ - ٥ ppm كلور نشط)
٤. تجفيف سريع للأوعية بعد التبريد .
٥. أجهزة محمية وجافة لتداول العلب بعد التبريد .

عندما يحدث الفساد نتيجة للتقييم غير التام فهو نتيجة لبكتيريا مكونة لجراثيم مفردة. أما عندما يحدث التسرب فمن العادة وجود خليط من بكتيريا غير متجرثمة والتي لم تكن تتحمل المعاملة الحرارية ولهذا لا بد وأنها دخلت العلب بعد المعاملة الحرارية. هذا بالنسبة للأغذية منخفضة الحموضة . أما بالنسبة للأغذية الحامضية فإن هذا الفرق غير واضح نسبة لأن الكائنات التي تتحمل الحامض والتي تؤدي للفساد قد تكون موجودة في المنتج لحظة التعليب أو ربما دخلت بعد المعاملة . وفي هذه الحالة أيضاً يمكن الحصول على دليل لسبب الفساد إذا عرف أن الفساد حدث نتيجة لنوع واحد أو أنواع قليلة أو كثيرة من البكتيريا .

نسبة لأنواع المختلفة للبكتيريا في ماء التبريد الملوث وعلى أجهزة تداول العلب فقد ارتبطت أنواع عديدة ومختلفة بالفساد نتيجة للتسرب. عادة، ولكن ليس دائماً يحدث فساد الوعاء نتيجة للتسرب بواسطة كائنات مختلفة. الذي يوجد عادة هي كرويات دقيقة، عصيات سالب جرام لمجموعة

Pseudomonas-Achromobacter والخمائر. يجب أن نشير إلى أن كميات قليلة جدا من المياه الملوثة بشدة قد تؤدي للفساد . فمثلا إذا كان الماء ملوثا بحوالي ١ مليون خلية بكتيريا لكل ميلي لتر فإن واحداً على المليون من الميلي لتر كافية إذا دخلت الوعاء أن تؤدي للفساد .

ويمكن أيضا تقسيم الكائنات المؤدية للفساد كالتالي :-

١. الكائنات المسببة للفساد في الأغذية المعلبة منخفضة الحموضة

وهي تشمل :-

(أ) البكتيريا المحبة للحرارة المؤدية للفساد الحامضي اللا غازي :- وهي هوائية أو لا هوائية اختيارية facultative anaerobic وتوجد بكثرة في الخضروات المعلبة ومثال لها B.stearothermophilus . وتنتج حامضاً وليس غازاً.

(ب) البكتيريا المحبة للحرارة اللاهوائية :- مثال لها Cl.Thermosaccharolyticum وتنتج غازاً و حامضاً.

(ج) البكتيريا المحبة للحرارة المؤدية للفساد البكتيري :- تنتج غازاً ولكن لا يحدث انتفاخ نسبة لذويانه في الماء مثال لها Cl.nigrificans .

(د) البكتيريا اللاهوائية ال putrefactive :- وهي جراثيم محبة لدرجة الحرارة المتوسطة مثل Cl.botulinum وتنتج غازاً .

(هـ) الكائنات غير المتجرثمة :- مثل الخمائر والعفن والبكتيريا غير المتجرثمة . الفساد بهذه الكائنات غير شائع في الأغذية المعلبة منخفضة الحموضة .

٢. الكائنات المسببة للفساد في الأغذية الحامضية وتشمل :

(أ) البكتيريا المتجرثمة المحبة للحرارة :- ومن أهمها B. Thermoacidurans وتنتج حمضاً وهي هوائية. وأيضا Cl. Pasteurianum وهي لا هوائية و محبة للسكريات وتنتج غازاً.

(ب) البكتيريا غير المتجرثمة :- وهي المنتجة لحامض اللاكتيك مثل Lactobacillus و Leuconostic sp . بعضها منتج للغاز وتتمو أفضل تحت ظروف ضغط الأوكسجين المنخفض .

(ج) الخمائر :- نسبة لمقاومتها المنخفضة للحرارة تؤدي لفساد الأغذية المعلبة في حالة التعقيم غير التام بدرجة كبيرة أو في حالة التسرب في العلب .

(د) العفن :- وهي ليست ذات أهمية في فساد الأغذية المعلبة ماعدا Byssachlamys fluva وهي

عامل هام في فساد الفواكه المعلبة. وهي تؤدي إلى تكسر المواد البكتينية وفي بعض الأحيان تنتج

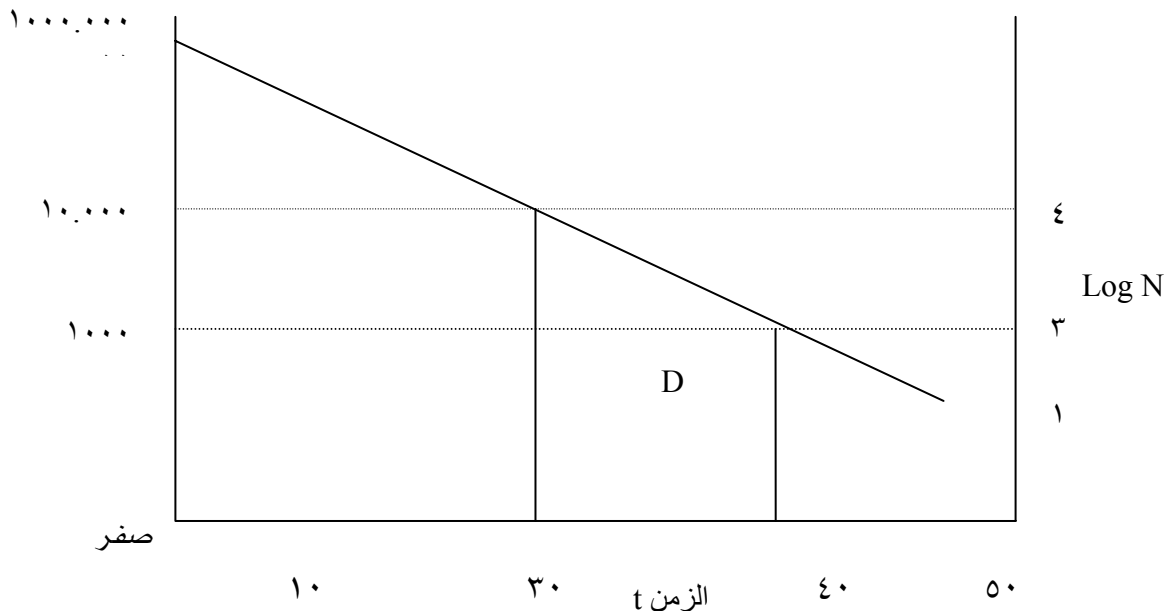
غازاً ومقاومتها للحرارة ٣٠ دقيقة عند ٨٨ C و ١٦ دقيقة عند ١٠٠ C .

٢،٤ التدمير الحراري للكائنات المسببة للفساد:

المعاملة عند درجة حرارة ثابتة :

تتأثر الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الأغذية المعاملة حراريا وكذلك جودة هذه الأغذية بكل من درجة الحرارة وزمن المعاملة الحرارية. تكون الأغذية ناقصة التصنيع معرضة للفساد الجرثومي وتكون الأغذية زائدة التصنيع متدنية القيمة الغذائية والخواص الحسية. يمكن تقدير القيم المحددة للمعاملة الحرارية المناسبة على أساس الافتراضات المتعلقة بالمقاومة الحرارية للكائنات الدقيقة المسببة للفساد ومعرفة منحنيات النفاذ الحراري للغذاء أثناء المعاملة.

يمكن لكل الأغراض العملية افتراض أن الخلايا المتجرثمة (كما هو الحال أيضا بالنسبة للخلايا الخضرية) لها نسق موت لوغريتمي . أي عند إبقاء مستحضر جراثيم عند درجة حرارة عالية تكفي لحدوث التدمير الحراري ، فإن عدد الجراثيم لوحدة حجم يقل كما هو موضح في الشكل ١ .



شكل (١) العلاقة بين تركيز الجراثيم وزمن التسخين عند درجة حرارة ثابتة.

من الواضح من الشكل أنه إذا كان تركيز الجراثيم N_1 جرثومة لكل ميلي لتر من المعلق عند زمن $t=0$ و N جرثومة لكل ميلي لتر عند زمن $t = t$ فإن:-

$$\text{Log } N/N_1 = - t/D \dots\dots (١)$$

حيث D ثابت يعرف بوقت التخفيض العشري . وهو الزمن اللازم لتخفيض تركيز الجراثيم عشرة أضعاف . بالنسبة لحسابات المعاملة الحرارية يفرض أن وقت التخفيض العشري مستقل عن تركيز الجراثيم الابتدائي ولكنه دالة لدرجة الحرارة . وهو أيضا مستقل ليس فقط عن سلالة نوع الجراثيم والوسط الذي تسخن فيه الجراثيم ولكن أيضا عن التاريخ السابق للجراثيم والتقنيات المستخدمة للكشف عن الأحياء (الذي يقاس دائما هو عدد الجراثيم الحية التي تنمو تحت الظروف التجريبية ، وهو ليس بالضرورة مقياس مطلق لعدد الأحياء) .

إذن تركيز الكائنات المسببة للفساد في المنتج الغذائي مهم لأنالبكتيريا المعرضة للحرارة تقتل بمعدل يتناسب مع عدد الكائنات الموجود . هذا يعني أنه في زمن معين يتم تدمير نفس النسبة منالبكتيريا مهما كان العدد الموجود. هذه الحقيقة مهمة في المعاملة الحرارية لأنه كلما زاد عدد الكائنات الحية الدقيقة الموجود كلما زاد زمن التسخين اللازم لتعقيم المنتج، فإذا كان هناك ١٠٠٠ علبة وكل علبة تحتوي على ١٠٠٠٠ كائن حي وسخنت بحيث انخفض إلى ٠,٠٠١ كائن حي في كل علبة فإن الفساد سيكون علبة واحدة في كل ١٠٠٠ علبة. تظهر أهمية العمليات الأولية الصحية قبل التعقيم في العدد الابتدائي فإذا زاد العدد الابتدائي في المثال أعلاه إلى ١٠٠٠٠٠ في العلبة فستتخفف إلى ٠,٠١ في العلبة بعد التسخين وسيكون الفساد ١٠ علب في كل ١٠٠٠ علبة .

النتيجة الفورية للمعادلة (١) هو أن N يمكن أن تساوي صفرا فقط عندما تصبح t ما لا نهاية وبذلك يبدو من المستحيل تعقيم تركيز الجراثيم تعقيما مطلقا. من هنا نشأ مفهوم التعقيم التجاري commercial sterilization . إذا تم تخفيض سلالة معينة من الجراثيم في منتج غذائي إلى أقل من قيمة محددة (No/ml) تكفي لأن تكون سبباً لتلف مقبول تجاريا فإن المنتج يعتبر معقماً تجاريا بالنسبة لذلك الكائن. إذا كان N_1 هو التركيز الابتدائي لجراثيم محددة في مادة غذائية معينة قبل المعاملة الحرارية، فيمكن كتابة:

$$m = \log N_1/No$$

m تعرف بأس التخفيض لأنه مثلا عندما تكون $m = 5$ فإن المعاملة تخفض تركيز الجراثيم ب ١٠ أس ٥ .

جدول ١ يعطي قيم m المستخدمة لكائنات مختلفة مسببة للفساد. يجب ملاحظة أن هذه الأرقام مؤسسة على قيم ناتجة من الممارسة الصحية الجيدة في تحضير الناتج للمعاملة الحرارية. هذا بالإضافة إلى أن قيم m المستخدمة بحيث تكون صحة المعادلة مفروضة ضمنا عند تراكيز جراثيم أقل كثيرا من تلك التي تم التحقق منها بالتجربة . ولهذا قد يبدو أن طرق حساب المعاملة الحرارية التي سيتم شرحها لاحقا قد تم تبريرها أساسا بنجاحها عمليا .

مما سبق نلاحظ أن الأساس لنجاح المعاملة الحرارية هو المدى الذي ينخفض به عدد البكتيريا. بالنسبة للأغذية المعلبة التي لها pH أكثر من ٤,٥ فإن الكائن المهم هو Cl.Botulinum. وقد تم افتراض أن الحد الأدنى للمعاملة يجب أن يكون بحيث يخفض عدد جراثيم Cl.Botulinum الأكثر مقاومة إلى ١٠ أس (- ١٢) (مفهوم ال D 12) . جراثيم Cl.Botulinum الأكثر مقاومة لها D عند 121.1 C يعادل $\min 0.2$. احتياجات الحد الأدنى من المعاملة بدلالة ما يكافئها بالدقائق عند ١٢١,١ C يمكن حسابها كما يلي :

بما أن

$$\log N/No = -t/D$$

$$t = D(\log No - \log N)$$

$$\min 2.52 =$$

ربما يمكن افتراض أن جراثيم ال Cl.Botulinum تلوث الأغذية منخفضة الحموضة بمعدل جرثومة واحدة لكل وعاء. إذا كان هذا هو الحال فإن الحد الأدنى للمعاملة أعلاه سيقبل احتمال البقاء لجرثومة واحدة في مليون (١٠ أس ١٢) وعاء. هذا من الوهلة الأولى يبدو فرصة بقاء بعيدة الاحتمال ولكن إذا علمنا أنه تنتج سنويا بلايين العلب للأغذية منخفضة الحموضة فإن مفهوم ال D ١٢ يجد ما يبرره .

تعامل معظم الأغذية منخفضة الحموضة التي تصنع اليوم أكثر من الحد الأدنى اللازم للتقييم ضد Cl.Botulinum نسبة لوجود بكتيريا مؤدية للفساد أكثر مقاومة للحرارة. نسبة لأن هذا البكتيريا ليس لها تأثير على الصحة العامة فإن الحد الأدنى للمعاملات للتحكم فيها يحدد بواسطة اعتبارات اقتصادية. معظم مصنعي الأغذية يتعامل مع معدلات فساد تجاري أكثر من وعاء واحد لكل ١٠٠٠ وعاء. بالنسبة للجراثيم المحبة لدرجة الحرارة المتوسطة الأكثر مقاومة من Cl.Botulinum يمكن تحقيق هذا بخفض عدد مثل هذه الكائنات ب ١٠ أس (٥ -) . نسبة لأن قيمة D المتوسطة عند ١٢١,١ C بالنسبة

لجراثيم هذه الكائنات حوالي 10^{-1} min فإن المعاملة الحرارية الملائمة للتحكم فيها يمكن حسابها كالآتي :

$$t = 1.0 (\log 1 - \log 0.00001) \\ \min 0.00 =$$

عندما يكون الفساد بالكائنات المحبة للحرارة هو المشكلة فإن معاملات حرارية أكثر صرامة تكون ضرورية، جراثيم الكائنات المحبة للحرارة الأكثر مقاومة لها قيم D متوسطة عند $121.1^\circ C$ تعادل 4.0 min. بما أن مدى التلوث بهذه الكائنات يتفاوت كثيرا مع المنتج فلا يمكن وضع قانون عام لتحديد الحد الأدنى للمعاملة. متوسط الحد الأقصى يجب تحديده للحصول على قيمة العدد الابتدائي للكائنات. إذا فرضنا أن هذا يعادل جرثومة واحدة لكل جرام. إذن للوعاء ساعة 570 جرام فإن :

$$t = 4.0 (\log 570 - \log 0.01) = 19 \text{ min}$$

هذا هو نفس مستوى عديد من المعاملات التي تستخدم حاليا للتحكم في الفساد بالكائنات المحبة للحرارة. قيمة زمن هذه المعاملات عن $121.1^\circ C$ سيكون حوالي 14.0 إلى 16.0 min. تجب الإشارة إلى أنه، ماعدا الحد الأدنى لمعاملة $Cl. Botulinum$ ، فإن الحد الأدنى للمعاملات أعلاه هي فقط افتراضات لظروف متوسطة. يجب أن تكون المعاملة الدقيقة لأي منتج مصممة خصيصا له واضعين في الاعتبار أنواع البكتيريا الملوثة، عدد الأنواع الأكثر مقاومة، خطر الفساد المقبول، وطبيعة المنتج الغذائي من ناحية دعمه لنمو الأنواع المختلفة من البكتيريا الملوثة.

المعاملة عند درجة حرارة متغيرة

لندرس معلق جراثيم ذات مقاومة حرارية متساوية تم إبقاؤه عند درجة حرارة متناسقة ولكن تتغير مع الزمن. نفرض أنه عند بداية المعاملة ($t = 0$) كان تركيز الجراثيم N_1 وعند نهاية المعاملة ($t = tf$)

انخفض إلى N_f . من المعادلة (١) :

$$\log N_f/N_1 = - \quad dt/D \quad \dots\dots(2)$$

لتحقيق تعقيم تجاري يجب ألا تكون N_f أكبر من N_0 أو بكلمات أخرى:

$$\log N_f/N_1 < \log N_0/N_1 \quad \dots\dots(3)$$

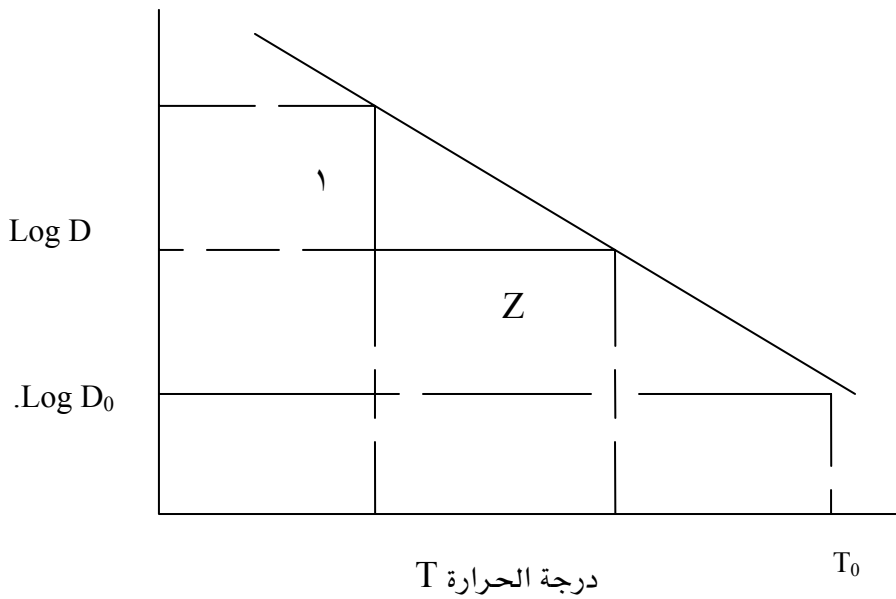
بحيث من المعادلة (٢) :

$$dt/D > m \quad \dots\dots(4)$$

إذا أمكن التعبير عن وقت التخفيض العشري كدالة لدرجة الحرارة يمكن تطوير المتباينة (٤) . إحدى الطرق التي تم اقتراحها هي فرض علاقة تجريبية يكون فيها لوغز ثم وقت التخفيض العشري دالة خطية لدرجة الحرارة (شكل 2) .

ولهذا إذا كان وقت التخفيض العشري عند درجة حرارة إسنادية T_0 ، يساوي D_0 فإن وقت التخفيض العشري D ، عند درجة حرارة T يعطى بواسطة المعادلة التالية :

$$\log D/D_0 = - (T - T_0) / Z \dots\dots (5)$$



شكل (٢) تغير وقت التخفيض العشري مع درجة الحرارة

حيث Z هو مدى درجة الحرارة الذي يتغير فيه وقت التخفيض العشري عشرة أضعاف . بهذا يمكن كتابة المعادلة (٤) لتكون كالآتي :

$$D_0 10^{(T-T_0)/Z} dt > m \quad (٦)$$

أو باعتبار $L=10^{(T-T_0)/Z}$ فيمكن كتابتها

$$L dt > m D_0 \dots\dots(7)$$

حيث L معدل القتل lethal rate

يجب أن تكون درجة الحرارة الإسنادية مساوية لأقصى درجة حرارة يمارسها المعلق . يجب اعتبار درجة الحرارة الإسنادية 100 C بالنسبة للمعلقات المصنعة عند 100 C . كان الاتفاق العام في الماضي اعتبار 250 F كدرجة حرارة إسنادية بالنسبة للمنتجات المصنعة تحت ضغط .

بدلالة المقياس المئوي هذه تعادل 121.1 C . لازالت درجة الحرارة هذه مستخدمة ، على الرغم من أنه يتضح أنه من الأفضل اعتبار درجة حرارة إسنادية أكثر منطقية عند استخدام المقياس المئوي مثلاً 120 C . تعطي متباينات المعادلات (٤) و(٧) طرقاً بديلة ، على الرغم من أنها ذات علاقة ، لتقييم شدة المعاملة الحرارية ، نسبة لأنه إذا تم تحقيق المتباينة فيمكن تحقيق التعقيم التجاري للمعلق .

تكامل الجانب الأيسر للمعادلة (٧) له أبعاد زمن وتم تسميته الزمن المكافئ equivalent time للمعاملة ويرمز له بالرمز F' . بما أن هذا يتم حسابه بقيمة Z معينة ودرجة حرارة إسنادية T_0 معينة فإن هذه القيم كثيراً ما تستخدم على التوالي كرقم فوق ورقم سفلي لرمز الزمن المكافئ مثلاً $T_0 F'^Z$. في الحالة الخاصة للأزمان المكافئة المحسوبة على أساس $Z = 10$ و $T_0 = 121.1$ فيستخدم الرمز F_0 .

٣،٤ التصنيع عالي درجة الحرارة قصير الزمن

high temperature short time processing

في حالة الطرق التقليدية لتصنيع الأغذية المعلبة عند درجات حرارة تصل إلى حوالي ١٢٠ C فإن المعاملة الحرارية الطويلة نسبياً اللازمة لتدمير الكائنات المسببة للفساد كثيراً ما تؤدي إلى تدهور في جودة الغذاء قد يضعف المظهر ، النكهة ومحتوى الفيتامين إلى درجة كبيرة أو قليلة . ولهذا ليس من المدهش أنه عبر سنوات عديدة تم إنجاز كميات كبيرة من البحث على مشكلة تحقيق الحفظ بواسطة الحرارة دون فقدان الجودة .

كان الهدف الأساسي لمعظم هذه الأبحاث هو الوصول إلى تسخين أكثر سرعة للغذاء بحيث يمكن استخدام درجات حرارة للتعقيم أعلى وبذلك يمكن استخدام أزمان تسخين أقل. لقد لوحظ أن الأغذية التي تنفذ فيها الحرارة بسرعة عادة تتلف أقل عندما تعقم عند درجات حرارة أعلى من ١٢١ C مقارنة بتعقيمها عند درجات حرارة أقل . لتفسير هذا من الضروري دراسة تأثير المعاملات ذات درجات حرارة وأزمان مختلفة على خصائص التغذية والخصائص الحسية للغذاء ومقارنة هذه مع بيانات زمن القتل الحراري للبكتيريا المتجرثمة . يمكن الحصول على بيانات مشابهة لمؤشرات التغذية والجودة مثل تدمير الثيامين ، تحول الكلوروفيل إلى فايوفاييتين وتأكسد حمض الأسكوربيك .

المعلومات القليلة المتوفرة تقترح أن تدمير الفيتامينات وألوان الأغذية أو تثبيط نشاط الإنزيمات في الأغذية يتبع نفس مسار تدمير الجراثيم ، و لكن بقيمة Z أعلى بكثير . هذا له نتائج هامة . إذا اعتبرنا غذاءً يحتاج إلى زمن مكافئ $F=10$ دقيقة للتعقيم التجاري. هذا يمكن توفيره بتسخين الغذاء فوراً إلى ١٢٠ C ، احتجازه عند درجة الحرارة هذه لعشر دقائق ثم تبريده فوراً مرة أخرى . أو يمكن تسخين الغذاء فوراً إلى ١٤٠ C ثم تبريده فوراً بعد احتجازه لفترة ٠,١ دقيقة فقط .

افرض أن هذا الغذاء يحتوي على إنزيم ذي قيمة Z تساوي ٥٠ C ويحتاج لحجز لفترة ٤ دقائق عند ١٢٠ C لتثبيط فعاليته. من الواضح أن المعاملة عند ١٢٠ C لفترة ١٠ دقائق ستعقم الغذاء و تثبط نشاط الإنزيم . و لكن عند ١٤٠ C فيمكن حساب (قسم ٤,٨) أن الإنزيم يحتاج إلى ١,٦ دقيقة لتثبيط فعاليته . و بهذا فإن المعاملة عند ١٤٠ C لفترة ٠,١ دقيقة ستعطي ناتجاً معقماً تجارياً ولكن لا تثبط الإنزيم . هذا التوضيح المبسط يشير إلى أن عمليات درجة الحرارة العالمية و لزمن قصير تعطي منتجات مقبولة التعقيم ، ذات جودة حسية عالية و إبقاء جيد للفيتامين إلا أنه يمكن أن تعاني من مشاكل عودة نشاط الإنزيم .

إذن بصورة عامة ، فإن التصنيع العالي- القصير يعطي منتجات ذات جودة محسنة . الاستثناءات تشمل المنتجات المتكونة أساساً من اللحوم التي يكون تطویر النكهة و اللون فيها نتيجة للطبخ لفترات طويلة (كما في حالة التعقيم التقليدي) .

يمكن تقسيم تقنيات التصنيع عند درجات حرارة عالية و لزمن قصير إلى ثلاث مجموعات :-

١. تحريك العلبه ومحتوياتها أثناء التسخين والتبريد .

٢. تسخين جملة الغذاء إلى درجات حرارة عالية أو تسخين في خط التصنيع ثم بعد ذلك يمكن تبريده جزئياً أو عدم تبريده قبل ملئه. يملأ المنتج الساخن في الوعاء عند درجة حرارة عالية تكفي لتعقيم الوعاء والغطاء ثم يبرد داخل الوعاء . بالنسبة للمنتجات ذات الحموضة المنخفضة هذا يعني الملاء عند درجات حرارة أكثر من ١٠٠ C وتتم العملية تحت ضغط.

٣. تسخين الغذاء لدرجات حرارة عالية وحجزها مجملة ، أو في خط التصنيع ، لتحقيق التعقيم ثم يملأ ويغلق في أوعية معقمة تحت ظروف تعقيم aseptic conditions .

على الرغم من المزايا الواضحة للعمليات عالية درجة الحرارة قصيرة الزمن إلا أن هناك قبولاً بطيئاً من المصنعين لهذه الطريقة . هذا يعزى أساساً للصعوبات الميكانيكية للمعاملة ومشكلة الحصول على نظام ملء معقم تماماً . إلى حد ما أيضاً فإن فقدان البيانات على تأثير درجات الحرارة العالية على التثبيط الحراري للكائنات والإنزيمات قد أعاق هذه الطريقة.

تحتاج الطرق الحديثة للمعاملة الحرارية للأغذية المعلبة خاصة طرق المعاملة عالية درجة الحرارة ولزمن قصير إلى تحكم صارم جداً. هذا بالإضافة إلى أن تعدد المكونات الجديدة لخلطات الأغذية المعلبة في الأسواق تتطلب تحكماً أكثر صرامة أثناء الإنتاج. النقاط التالية يجب تضمينها في أي برنامج تحكم فعال للجودة للأغذية المصنعة بأي من طرق الحرارة العالية ولزمن قصير:-

١. يجب أن تكون تركيبة المنتج وطبيعة المكونات ثابتة . المعاملة الحرارية مصممة لمجموعة ظروف محددة . إذا تغير أي من هذه المكونات فإن هذا يتطلب معاملة جديدة ذات درجة حرارة وزمن مختلف لضمان سلامة المنتج.

٢. يجب قياس قوام أي دفعة من المنتج . إذا تغير القوام أثناء المعاملة الحرارية فيجب الأخذ في الاعتبار هذا التغيير في تأسيس معاملة آمنة . يجب أن تتوفر طريقة لخفض قوام الدفعة . قد تكون إضافة الماء مناسبة لهذا الغرض.

٣. يجب اختبار عبوة ملقحة قبل التشغيل الابتدائي لأي خط تصنيع لإنتاج منتج جديد لا تتوفر عليه بيانات تصنيع كافية.

تضاف أعداد محددة من البكتيريا المتجرثة لها مقاومة حرارية معلومة إلى خلطة الغذاء ثم يعامل المنتج خلال خط التصنيع عند أزمان ودرجات حرارة مختارة للحصول على قيم معاملة حرارية كبيرة . تتم المحاولات لاختيار قيم المعاملة لضمان بعض الفساد ، بواسطة الكائنات المضافة ، عند مستويات المعاملة

المنخفضة. من النتائج التي يتم الحصول عليها ، بالإضافة لبيانات النفاذ الحراري يمكن تقدير برنامج المعاملة الآمن . يجب أن تؤكد نتائج العبوة الملقحة المعاملة النظرية التي يتم حسابها في بيانات النفاذ الحراري .

لإجراء اختبار على العبوة الملقحة تلتح عادة خلطة الغذاء بعائق جراثيم كاف لإعطاء على الأقل ١٠٠٠ جرثومة حية في كل وعاء. يجب الأخذ في الاعتبار الآتي .

(أ) يجب أن تتم دراسة العبوة الملقحة في أجهزة التصنيع المستخدمة للإنتاج التجاري للغذاء . البيانات التي يتم الحصول عليها من الأجهزة التجريبية فقط غير مناسبة.

(ب) إذا احتوت خلطة الغذاء على مكون جاف (مكرونة ، إسباقتي ، الخ) يجب تضمين الجراثيم المستخدمة في العبوة الملقحة في المكون الجاف أثناء تصنيعه . يضاف بعد ذلك جزء من المكون الجاف الملقح إلى الخلطة لإعطاء عدد الجراثيم الابتدائي المطلوب . يجب التأكد أن للمكون الجاف الملقح خصائص استرجاع مشابهة للمكون الذي سيستخدم تجارياً وأن حجم الجسيم المفرد يساوي أو أكبر من ذلك الذي يوجد في المادة المتوفرة تجارياً.

(ج) من المعروف أن الجراثيم أكثر مقاومة للحرارة الجافة من الحرارة الرطبة. إذن من الضروري معاملة المنتج حرارياً جيداً بعد استرجاع المكونات الجافة لضمان السلامة. أيضاً يجب تفادي تكتل الجراثيم أو المنتج والحواجز الفيزيائية الأخرى لنفاذ الحرارة. الفشل في التحكم في العوامل أعلاه قد يتطلب استخدام معاملة أكثر قسوة مما يؤثر على الميزة الأساسية لنظام المعاملة عالية درجة الحرارة قصيرة الزمن .

(د) يجب التحكم في درجة حرارة ملء خلطة المنتج. هذا بالإضافة إلى أنه يجب التحكم في تسجيل درجة الحرارة الابتدائية للتعقيم. في حالة التأخير نتيجة لأي خلل في خط التصنيع أو أي أسباب أخرى تؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة الابتدائية فإن المعاملة الحرارية يجب ضبطها للتعويض .

(هـ) يجب التحكم في الحيز أعلى الوعاء . في المعقمات المحركة عالية السرعة يعتمد على الفقاعة في الحيز أعلى الوعاء لتحريك المنتج مما ينشط المعاملة الحرارية بالحمل. إذن يجب المحافظة على ثبات حجم الفقاعة. التحكم في الحيز أعلى الوعاء بتحديد وزن الوعاء غير ملائم في معظم الحالات نسبة للاختلاف في الثقل النوعي للمنتج. يجب تفادي تضمين هواء في المنتج نسبة لأن هذا يؤثر على الحيز أعلى الوعاء اللازم لتحقيق الوزن المرغوب . لضمان ثبات التحريك يجب التحكم في نسبة الصلب إلى السائل .

(و) أثناء وجود المنتج في المعقم يجب التحكم في زمن درجة حرارة التعقيم بجانب سرعة دوران المعقم .

(ز) يجب الأخذ في الاعتبار سعة وسائل التجهيز عند إنشاء أي منظوم عالي السرعة لإنتاج منتج جديد أو لزيادة إنتاج منتج قديم .

١ ، ٣ ، ٤ التصنيع المعقم aseptic processing

استخدام طرق التصنيع المعقم لتعليب الأغذية ، خاصة الأغذية التي تتضرر بسهولة بالحرارة ، في ازدياد . الاحتياجات الأساسية للتصنيع المعقم معروفة منذ زمن . التصنيع المعقم يعطي مزايا أولية لجودة الناتج لأن الأغذية تتعرض للحرارة العالية لفترة أقل .

في العمليات من هذا النوع يسخن الغذاء المسخن تسخيناً أولياً بسرعة في مبادل حراري عالي السرعة إلى حوالي 150 C ثم يمرر إلى قسم الحجز. بعد زمن الحجز المطلوب، والذي يكون لعدة ثوان فقط، يبرد الغذاء بسرعة ثم يقفل في أوعية معقمة. تعرف هذه العملية، والتي تتم في دقائق قليلة بالتصنيع المعقم، عندما تتم تحت ظروف تعقيم.

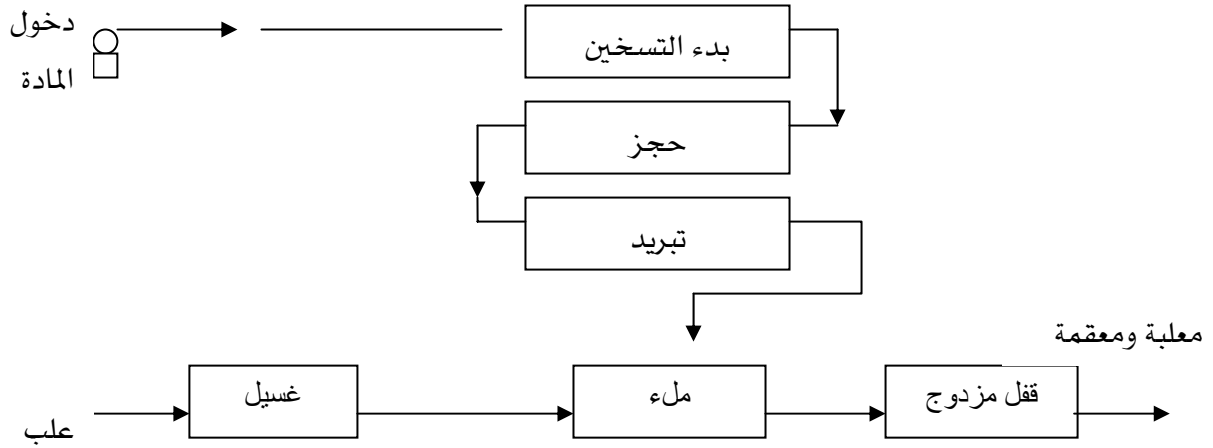
تستخدم أنواع مختلفة من المبادلات الحرارية اعتماداً على طبيعة الغذاء . يمكن تسخين الأغذية ذات اللزوجة المنخفضة بطريقة غير مباشرة باستخدام مبادلات حرارية مسخنة بالبخار نوع الأنبوب الحلزوني أو نوع اللوح أو مباشرة باستخدام نضث البخار في خط التصنيع . تسخن الأغذية ذات اللزوجة العالية، بواسطة المبادلات الحرارية مكشوفة السطح. يمكن أن يتم التبريد، بعد الحجز، بالتمرير خلال غرفة وميض مفرغة (والتي تقوم أيضاً بإزالة الهواء من المنتج) ، أو يمكن استخدام مبرد مستمر ذي تصميم مناسب . يمكن بعد ذلك تسليم الغذاء المعقم إلى العمليات الأخرى مثل التصفية أو المجانسة قبل ملئه تحت ظروف تعقيم ، في أوعية معقمة .

أصبحت عمليات التصنيع المعقم الآن راسخة واستعمالها متزايد . يتم شرح الطرق الصناعية الأكثر

أهمية فيما يلي :-

عملية دول Dole process

هذه العملية تستخدم ، أساساً في الولايات المتحدة الأمريكية ، منذ 1951 ، واستخدمت مع منتجات الألبان ، الصلصات ، بعض الشوربات ، الزبادي ، القشدة الحامضية . تتم هذه العملية (شكل ٣) في منظوم مغلق ، متصل داخلياً ، يقوم بإجراء سلسلة العمليات التي تم شرحها أعلاه ويوفر تمريراً غير منقطع للغذاء خلال المعقم . يعقم المصنع أولاً ببخار محمي عند حوالي 300 C . يحافظ على ضغط موجب قليلاً أثناء المعاملة للمحافظة على التعقيم .



شكل (٣) طريقة دول للتعقيم

تعقم الأوعية بواسطة بخار محمي أو هواء ساخن أثناء نقلها خلال معقم التوعية إلى جهاز الملء. تستخدم درجات حرارة بخار محمي أو هواء ساخن في المدى ٢٦٠ C لرفع درجة حرارة الأوعية إلى حدود ٢٠٥ C في فترة التعقيم وهي أقل من نقطة انصهار القصدير في اللحام منخفض القصدير. أيضا تعقم الأغذية بطريقة مباشرة بواسطة البخار المحمي أو الهواء الساخن وجهاز تعقيمها متصل بماكينة القفل. البخار المحمي ليس كفوفاً مثل البخار المشبع كمدمر للبكتيريا نسبة لأن حرارته جافة ولكن إذا كانت درجة الحرارة عالية بدرجة كافية فإنها تعقم جيدا. ميزة البخار المحمي هي أن ضغطه يعادل الضغط الجوي ولهذا يبعد ضرورة استخدام صمامات دخول وخروج الأوعية من غرفة التعقيم. نتيجة لهذا فإن جهاز تعقيم العلب والأغذية مبسط مقارنة مع النظم التي تستخدم البخار المشبع تحت ضغط. معدل انتقال الحرارة المنخفض للبخار المحمي يجعله وسطا جيدا للمحافظة على ظروف التعقيم في ماكينة القفل والملء لتفادي تلوث المنتج المعقم البارد.

يمثل نظام التبادل الحراري، الذي يسخن فيه المنتج ويحجز تحت ضغط للفترة الزمنية الضرورية لإحداث التعقيم الكامل، في الأساس طباقاً مستمر التدفق تحت ضغط. حالياً تستخدم أربعة أنواع رئيسية من أجهزة التبادل الحراري مع منظوم دول. وهي نوع نفث البخار، نوع السطح المكشوط، النوع الأنبوبي ونوع اللوح. يعتمد نوع المبادل الحراري المستخدم جزئياً على طبيعة المنتج المراد تعقيمه. بعض أنواع المبادلات بها ميزات ذاتية تحد إلى مدى معين استخدامها.

فمثلا المبادل الأنبوبي العادي يحتاج إلى تنظيف على فترات منتظمة لإزالة المنتج الذي يميل لأن يتراكم على جدران الأنابيب ولكن هناك تقنيات للتنظيف في المكان CIP مع قطع قصير للعملية . كان للمبادل الحراري نوع اللوح في الماضي حدوداً للضغط ولكن التصميمات الحالية يبدو أنها تفادت ذلك . يعتمد نوع السطح المكشوط على دوار مزود بريش كشط لمنع تراكم المنتج على سطح التبادل الحراري . ونسبة لملاح تصميمها الأساسية أثبتت أنها فعالة بصورة غير اعتيادية خاصة مع المنتجات ذات اللزوجة العالية. يعتمد نوع نفث البخار على نفث البخار مباشرة في المنتج . يمكن إزالة ناتج التكثيف فيما بعد في غرفة الوميض التي تستخدم أيضا كعملية تبريد . هذه الطريقة اللحظية عندما تستخدم إما مع التبريد التبخيري أو مع الأنواع الأخرى للمبادلات التي تقوم بالتبريد يزداد استخدامها. يتم التحكم في أوزان الكميات التي تملأ باستخدام مضخة إزاحة موجبة لتلقم جهاز الماء ، يستخدم نوعين من أجهزة الماء في منظوم دول . الأول ليس له أجزاء متحركة . تمر العلب الفارغة تحت شق ويملاً غشاء رفيع مستمر من المنتج المعقم البارد من المبادل الحراري الأوعية . النوع الثاني من جهاز الماء يمكن أن يكون جهاز ملء دوار موجب الإزاحة.

يحافظ على جو من البخار المحمي أو هواء أو غاز معقم في قطاع الماء وماكينة القفل ومنظوم القفل المتصل داخليا للحفاظ على التعقيم ومنع دخول البكتيريا المحمولة بالهواء إلى داخل المنظوم. التدفق إلى الخارج للبخار المحمي خلال نقاط الاتصال وأي فتحات أخرى في الجهاز هو وسيلة أمان مبسطة وفعالة ضد التلوث الجوي تقفل العلب التي ملأت قفلا مزدوجا باستخدام أجهزة قفل ذات تصميم قياسي وتتحمل درجات الحرارة العالية . يمكن تداول العلب بمعدل ٤٥٠ - ٥٠٠ في الدقيقة لأحجام التجزئة ويمكن تعقيم عبوات تتراوح من عب ١٢٥ ml إلى ٢٢,٥ لتر.

استخدم منظوم دول للتعليب المعقم في مدى واسع من العمليات التجارية على الرغم من أن معاملات الحليب هي ضمن الأولى التي استفادت من مزايا المنظوم لتعليب الحليب ومنتجاته . تحول المنتجون الآخرون خاصة لأغذية الأطفال ، الشوربات ، الكسترد ، القشدة الحامضية والمنتجات الأخرى الحساسة للحرارة إلى هذا النظام بازدياد..يمكن تخزين الحليب الكامل والحليب المركز المعامل بهذه الطريقة لفترات طويلة ونقله دون أن تتأثر النكهة أو القيمة الغذائية .

يتم حفظ التركيب الحساس لنكهة منتجات الحليب بصورة أفضل بنظام دول أكثر من النظم التقليدية التي تعرض المنتج في الوعاء لفترات تسخين طويلة. الآن أيضا أنضمت إلى هذا المنظوم المنتجات الحساسة للحرارة مثل الشوربات ، عجينة الطماطم ، والموز ، والكمثرى ، والخوخ ، عجائن اللحم ،

وغيرها . في الحقيقة ، عمليا أي منتج يمكن ضخه خلال أجهزة التبادل الحراري سيحصل على تحسين في الجودة بهذا النظام لا يمكن تحقيقه بالنظم التقليدية .

الماء المعقم للبراميل aseptic drum filling

تتكون واحدة من الطرق المستخدمة من تعقيم المنتج الغذائي ببخار تحت ضغط يصل إلى ٤ بار عند ١٥٠ C ثم تبريد المنتج تحت تفريغ يعادل ٠,٧ - ٠,٩ بار ثم ملئه أيضا تحت التفريغ في أوعية مغطاة كهربائيا بالقصدير سعتها حوالي ٢٢٠ لتر. تستخدم هذه الطريقة مع الأغذية التي يمكن ضخها مثل مركبات الطماطم، المشمش، الخوخ والكمثرى الخ ، ذات كثافة مختلفة .
تضمن درجات حرارة التعقيم معاملة حرارية تعقم تجاريا كلاً من الأغذية عالية الحموضة والأغذية منخفضة الحموضة. تعقيم المنتج يتم في مبادل حراري .

تعقيم الحليب

تعقيم الحليب داخل العبوة شائع الممارسة. تعطي عمليات التعقيم عند درجة حرارة عالية ولفترة قصيرة جودة محسنة أكثر وعمر تخزين أطول وتم تطوير عديد من العمليات. وهي تختلف في طريقة التسخين (مثلا نفث البخار أو التسخين غير المباشر باللوح، الخ) وفي الأزمان ودرجات الحرارة المستخدمة للتعقيم. يتم الماء والتبريد تحت ظروف تعقيم. الأوعية المستخدمة هي العلب، الزجاج والصناديق ذات الأنواع المختلفة وقد استخدمت منظومات Tetra Pak و Tetra Brick كثيرا في إنتاج الحليب ذي العمر الطويل ومبيضات القهوة. تستخدم العبوات المركبة المصنوعة من رقائق من البلوئين / الورق المقوى / رقائق الألمنيوم / بوليئين في عملية التصنيع التي تشكل الوعاء ، تملؤه تحت ظروف تعقيم وتغلقه في عملية مستمرة في جهاز مكون من قطعة واحدة . هذا يعرف بتغليف التشكيل - الماء - القفل form-fill-seal packaging

المعاملات الحرارية

طرق تقييم المعاملة الحرارية

الوحدة الخامسة : طرق تقييم المعاملة الحرارية

الأهداف:

- بإكمال الوحدة الخامسة يتمكن المتدرب من :
 - معرفة طرق تقييم المعاملة الحرارية عند درجة حرارة ثابتة ومتغيرة.
 - معرفة تأثير درجة الحرارة على الجودة.
- مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان الجدارة بنسبة ٩٠٪.
- الوقت المتوقع للتدريب على الجدارة: ٣ ساعات.
- الوسائل المساعدة:- عرض بعض الأمثلة.

طرق تقييم المعاملة الحرارية

٥.١ النفاذ الحراري في المنتجات المعلبة

١، ١، ٥ ميكانيكية النفاذ الحراري

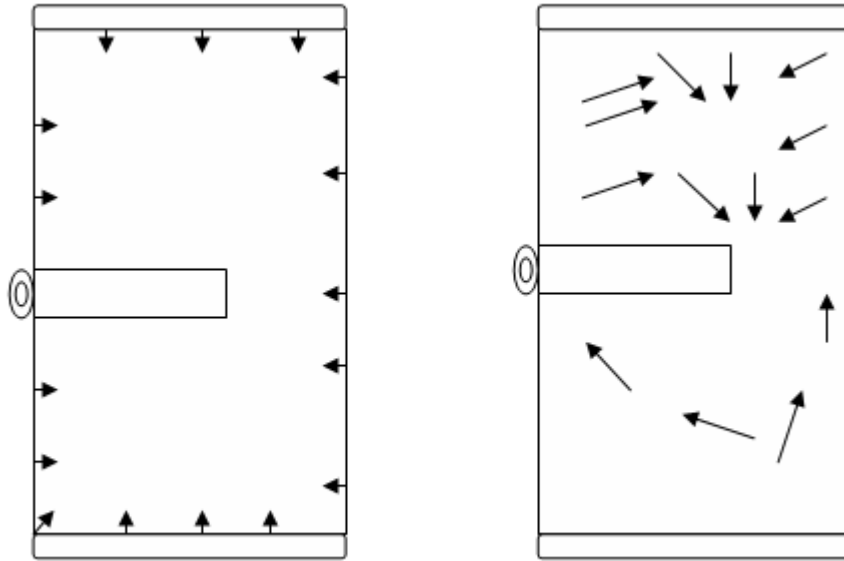
ماعدا في حالة التعليب المعقم aseptic canning فإن الغذاء المعامل في وعاء مغلق يجب أن يسخن باستخدام مصدر حراري خارجي. تسخين المنتجات داخل الأوعية عملية بطيئة بصورة عامة ومنخفضة الكفاءة مقارنة بالتسخين في المبادلات الحرارية. ولكن المشاكل التي تقابل في تداول وملء بعض أنواع الأغذية وعدم المقدرة في ضخ أنواع أخرى من المنتجات الغذائية خلال المبادلات الحرارية نتيجة لقوامها هي الأسباب التي تجعل معظم الأغذية تعقم في الوعاء بعد تغليفها.

يعتمد معدل تسخين المنتجات الغذائية داخل الأوعية على هندسة شكل الوعاء، الخصائص الفيزيائية للمنتج، خصائص انتقال الحرارة لوسط التسخين وخصائص انتقال الحرارة للوعاء. طبيعة أو قوام المنتج الغذائي، وجود جسيمات الغذاء واستخدام النشا والسكر في سوائل التغطية هي بعض العوامل التي تحدد ما إذا كان المنتج يسخن بالتوصيل أو بالحمل.

ليس هناك أغذية معلبة تسخن بالتوصيل فقط أو بالحمل فقط. ولكن تلك المنتجات ذات القوام الكثيف والتي تعطي، ماعدا في المراحل الأولى، منحنيات تسخين عبارة عن خط مستقيم شبه لوغريتمي يشار إليها كمنتجات تسخن بالتوصيل. هذه المنتجات لا تتحرك تقريبا داخل الوعاء أثناء التسخين والتبريد. وبالمثل المنتجات خفيفة القوام التي تعطي منحنيات تسخين عبارة عن خط مستقيم شبه لوغريتمي يشار إليها كمنتجات تسخن بالحمل. أثناء التسخين والتبريد تكون هذه المنتجات في حركة مستمرة نسبة لتيارات الحمل الناتجة عن فروقات درجة الحرارة بين جزيئات المنتج.

نسبة لعدم حركة المنتج في المنتجات التي تسخن بالتوصيل فهناك دائما، أثناء التسخين أو التبريد، ميل في درجة الحرارة من المركز الهندسي إلى جدار الوعاء. لهذا فإن المركز الهندسي يشار إليه عادة بأبطأ نقطة تسخين وأبطأ نقطة تبريد.

نسبة لحركة المنتج في المنتجات التي تسخن بالحمل فإن درجات الحرارة خلال المنتج تكون متناسقة تقريبا أثناء التسخين والتبريد. نتيجة لقوى الالتصاق هناك دائما، أثناء التسخين، طبقة رقيقة ذات درجة حرارة عالية مجاورة لجدار الوعاء. أثناء التبريد العكس صحيح. في هذه الحالة أبطأ نقطة تسخين وتبريد تكون على المحور الرأسي أسفل المركز الهندسي (حوالي ١,٩ سم للأوعية الصغيرة و حوالي ٣,٨ سم للأوعية الكبيرة مثل ٧٠٠ x.603). لكن درجة الحرارة عند المركز الهندسي تكون تقريبا مساوية للمتوسط الفعال للوعاء (شكل ٤).



شكل (٤) ميكانيكية النفاذ الحراري

بين هذين النوعين توجد منتجات تعطي منحنيات تسخين مكسورة. أكثرها شيوعاً هي تلك المنتجات التي تسخن لفترة بالحمل ثم نتيجة للنشأ أو أي عامل آخر يغلظ القوام يستمر التسخين بالتوصيل. عادة تبرد هذه المنتجات بالتوصيل فقط. أقل شيوعاً هي المنتجات التي تسخن لبعض الوقت بالتوصيل ثم لبقية الفترة تسخن بالحمل. هذه عادة منتجات لها طور صلب وطور سائل وتحتوي على قطع صلبة وتتراكم في ثلثي الوعاء السفليين . بعد فترة عندما تصبح قوى الحمل قوية بدرجة كافية فإن القطع تنتشر وتبدأ في الحركة مع الطور السائل وينتج عن ذلك تسخين بالحمل هذه المنتجات تبرد عادة بالحمل . بالنسبة للأغذية التي لها منحنيات تسخين مكسورة فإن أبسطاً نقطة تسخين تقع بين المركز الهندسي للعبة وأبسطاً نقطة تسخين بالحمل .

معظم المنتجات التي تسخن بالتوصيل في حالة الطبخ الساكن تسخن بالحمل أثناء الطبخ المحرك. ليس هذا حمل بالفعل ولكنه تسخين مسارع يتجه للتحميل الميكانيكي الذي يؤدي لحركة المنتج . نسبة لأن منحنيات التسخين والتبريد في هذه الحالة تشابه تلك المنتجات التي تسخن بالحمل فعادة يشار إليه بالحمل الميكانيكي . الشيء المهم في هذه الحالة من ناحية تقييم المعاملة الحرارية أن منحنيات التسخين والتبريد شبه اللوغارتمية تكون خطوطاً مستقيمة ذات قيم ميل مقاربة لتلك المنحنيات للأغذية التي تسخن بالحمل .

هناك نوعان من التحريك داخل العلب ، المحوري ودوران الطرف فوق الطرف . ربما أهم عامل مفرد لتحريك المنتج هو حركة فقاعة الفراغ العلوي خلال المنتج أثناء دوران العلب. لهذا السبب فإن التحكم الدقيق في الحيز العلوي مهم لنجاح عملية الطبخ المحرك.

كما في حالة الطبخ المحرك فإن عديداً من المنتجات التي تسخن بالتوصيل أثناء الطبخ الساكن تسخن بالحمل عندما تضخ خلال مبادلات حرارية. خاصة إذا صممت المبادلات لتشجيع الاضطراب.

٢، ١، ٥ تحديد معدل تسخين المنتجات الغذائية .

يجب معرفة معدل تسخين المنتج الغذائي قبل تصميم أو تقييم المعاملة الحرارية. تتم معظم اختبارات النفاذ الحراري باستخدام مزدوجات حرارية من النحاس والكونستانتان ومقياس فرق جهد مناسب لتسجيل درجة الحرارة . القوة الدافعة الكهربائية الناتجة من المزدوجات الحرارية المستخدمة في صناعة التعليب في حدود 5 mV أو أقل لفرق في درجة الحرارة بين نقطتي الاتصال في المزدوجة الحرارية في حدود 100 C أو أقل.

يجب إجراء اختبارات كافية حتى يمكن الحصول على بيانات مرضية . هذا قد يتطلب إجراء عدة تجارب مع المنتجات التي بها اختلافات كثيرة . يجب أن تكون هناك مزدوجة حرارية لقياس درجة حرارة التعقيم موضوعة خارج العلب في المكان الذي توضع عنده العلب في المعقم ويجب ألا تلامس أي سطح معدني . تستخدم درجة الحرارة هذه كإسناد في رسم بيانات التسخين . يكون زمن البداية عند فتح البخار . يجب تسجيل زمن التصريف ودرجة الحرارة وأيضا الزمن اللازم للوصول لدرجة حرارة المعقم. يجب أن يستمر الاختبار حتى تصل درجة حرارة المزدوجة داخل العلبة في حدود 1 C من درجة حرارة المعقم. عند هذه النقطة يمكن أن يبدأ التبريد.

لا يكون اختبار النفاذ الحراري كاملاً إلا إذا تم فحص العلب. يجب فحص العلب للعوامل التي يمكن أن تؤثر على معدل التسخين مثل التفريغ في العلب ، الفراغ العلوي ، موقع المزدوجة وغيرها . أصبح قياس معدلات التسخين الآن ممكناً بينما تتحرك الأوعية في منظومات التعقيم المستمر أو على دفعات . حيث تم تطوير نظام لا يستخدم أسلاكاً ولا هوائياً وتقوم ذاكرة الحس الموجودة فيه بتخزين معلومات درجة الحرارة مع الزمن التي تتلقاها من عنصر الإحساس. وفي نهاية المعاملة توصل ذاكرة الحس إلى محطة التسجيل التي تقرأ وتعرض وتطبع درجة الحرارة مع الزمن .

١٢،٥ الطرق المستخدمة لتقييم المعاملة الحرارية .

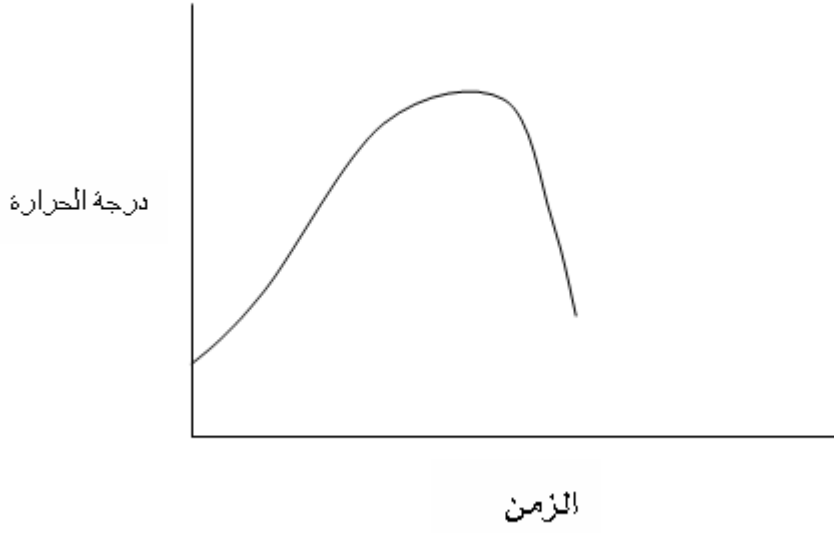
بالنسبة للمنتجات التي تعطي منحنيات تسخين مكسورة فيمكن تقييم المعاملات الحرارية بدقة باستخدام الطريقة العامة وهي طريقة تكامل الرسم البياني . على الرغم من أنه تم اقتراح طرق حسابية إلا أنها معقدة ومستهلكة للوقت .

على الرغم من أن الطريقة العامة مرضية لتقييم المعاملات للمنتجات التي تسخن بالحمل فإن الطرق الحسابية أكثر مرونة وأقل استهلاكاً للوقت ومقاربة دقة النتائج .

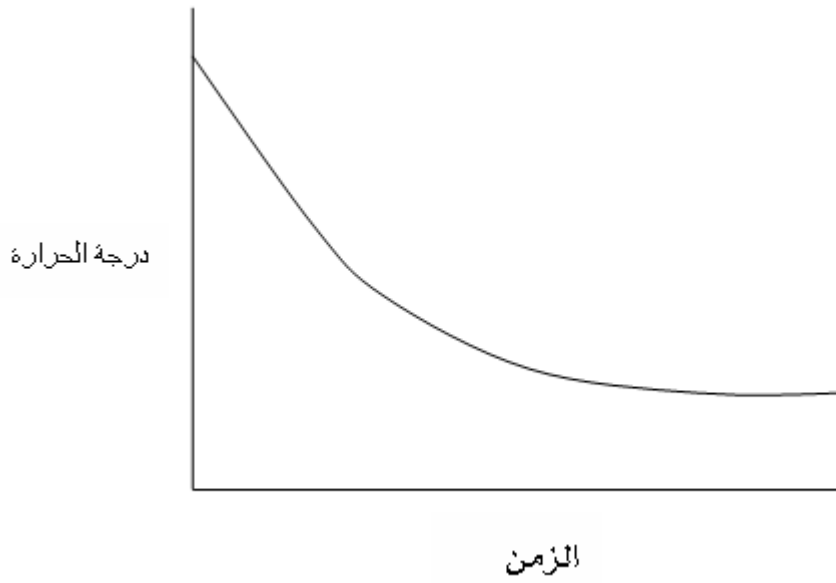
بالنسبة للمنتجات التي تسخن بالتوصيل من الضروري، للتقييم الصحيح، تكامل تأثيرات القتل عند عدد غير محدود من النقاط خلال الوعاء. يمكن إجراء هذا بيانياً ولكنه عملية مستهلكة للوقت . توجد الآن طرق حسابية مبسطة لإجراء التكامل بدرجة عالية من الدقة .

١ ، ٢ ، ٥ الطريقة العامة الأصلية the original general method

هذه الطريقة أصبحت الآن ذات اهتمام تاريخي فقط . ولكن نسبة للمفاهيم الأساسية التي بنيت عليها والتي تخدم كأساس لتطوير الطرق المستخدمة الآن سنعطي شرحاً موجزاً لها .
الطريقة أساساً طريقة بيانية لتكامل تأثيرات القتل لعلاقات مختلفة لدرجة الحرارة مع الزمن عند أبطأ نقطة تسخين في الغذاء . يمكن باستخدام المزدوجات الحرارية رسم منحنيات التسخين والتبريد أثناء المعاملة الشكل (٥).



شكل (٥) منحنى نفاذ حراري



شكل (٦) منحنى تدمير حراري

المقاومة الحرارية للبكتيريا تمثلها منحنيات التدمير الحراري thermal death curves التي يتم الحصول عليها برسم الزمن اللازم لتدمير نسبة عالية (٩٠% أو أكثر) من الجراثيم مع درجة حرارة التسخين (الشكل ٦). عند بداية تطویر هذه الطريقة فإن الزمن كان هو الزمن اللازم لتدمير كل الجراثيم.

هناك عدة طرق لقياس المقاومة الحرارية ومنها (Stumbo, 1973)

١. طريقة الأنبوب لقياس زمن القتل الحراري

٢. طريقة العلب لقياس زمن القتل الحراري

٣. طريقة الدورق

٤. طريقة الأنبوب غير المغلق

٥. طريقة الأنبوبة الشعرية

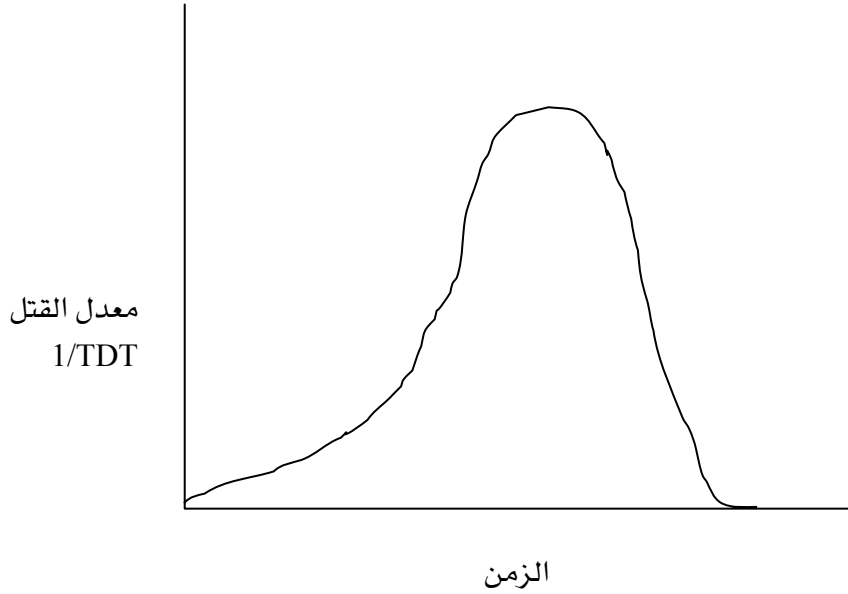
ولكل طريقة من هذه الطرق مزاياها وعيوبها .

من علاقات الزمن مع درجة الحرارة التي يمثلها منحنى القتل الحراري يمكن حساب قيمة معدل القتل lethal rate لكل درجة حرارة ممثلة بنقطة على منحنيات التسخين والتبريد. قيمة معدل القتل عند كل درجة حرارة يساوي معكوس عدد الدقائق اللازمة لتدمير نسبة معينة من الجراثيم عند درجة الحرارة هذه. أي إن معدل القتل = $1 / \text{زمن القتل الحراري} = TDT / 1$.

$$\text{زمن القتل} = TDT \cdot mD$$

إذن في الطريقة العامة الأصلية يتم رسم الزمن (من الشكل ٥) مع معدلات القتل المناظرة (زمن

القتل الحراري من الشكل ٦) للحصول على منحنى القتل lethality curve (الشكل ٧)



شكل (٧) منحنى قتل حراري

لتحديد زمن المعاملة الواجب استخدامه للوصول إلى تعقيم تجاري فإن جزء التبريد لأي منحنى قتل

يمكن تحريكه إلى اليمين أو اليسار لتحقيق المعادلة (٤) وهي

$$dt / D > m$$

أو

$$dt / (TDT) > 1$$

هذا يعني تحريك جزء التبريد للحصول على مساحة تحت المنحنى تعادل ١. ولهذا فإن هذه الطريقة يشار

إليها بطريقة المحاولة والخطأ trial and error البيانية.

٢، ٢، ٥ الطريقة العامة المحسنة the improved general method

وهي طريقة لحساب قيمة Ldt في المعادلة (٥) حيث معدل القتل

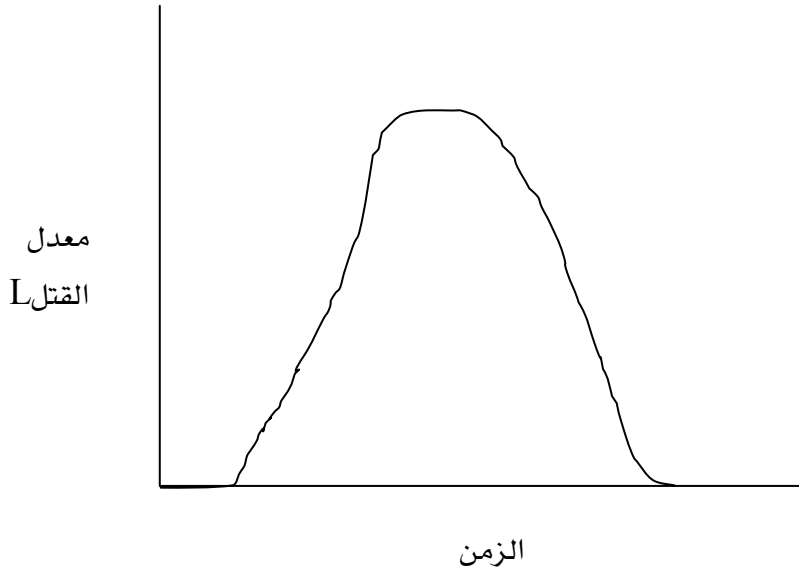
$$L = 10^{(T-T_0)/Z}$$

و تتم كآتي :-

من منحنى النفاذ الحراري (الشكل ٥) عند أي زمن t أوجد درجة الحرارة T احسب قيمة معدل

القتل L المناظرة لدرجة الحرارة T بفرض درجة حرارة إسنادية T_0 وبقيمة Z معينة. يتم رسم معدل القتل

L مع الزمن t على ورقة رسم بياني اعتيادية كما في الشكل (٧)



شكل (٨) منحنى معدل القتل

تمثل المساحة تحت هذا المنحنى $L dt$ وهي تمثل الزمن المكافئ F .

يمكن تقدير المساحة تحت هذا المنحنى بعد المربعات تحت هذا المنحنى أو بطريقة قانون Simpson أو قانون شبه المنحرف . يجب التأكيد على أن النتائج التي يتم الحصول عليها بهذه الطريقة تكون صحيحة فقط عندما تكون ظروف درجة حرارة المعقم و درجة الحرارة الابتدائية هي نفس تلك في اختبارات النفاذ الحراري.

سهلت ورقة معدل القتل استخدام الطريقة المحسنة لتقييم المعاملة الحرارية (الشكل ٨) ويمكن رسمها كالآتي:-

يتم رسم خطين أفقيين بينهما مسافة معينة (من المريح أن تكون المسافة مثلا ٢٥ cm أو ١٠ بوصات. الخط الأسفل يعتبر خط الصفر والخط العلوي يكون عادة عند درجة الحرارة الإسنادية ١٢٠. وهو بذلك يمثل وحدة قتل. أي إن ٢٥ cm يمثل $L=1$ ثم يمكن حساب L لكل درجة حرارة. ثم بضرب قيمة L في ٢٥ cm يمكن تحديد الخط الأفقي الذي يمثل كل قيمة L أو درجة الحرارة المناظرة لها. فمثلا L عند درجات حرارة ١١٩ ، ١١٨ ، ١١٧ ، C ، هي ٠,٧٣١ ، ٠,٦٣١ ، ٠,٥٠١ على التوالي . تضرب كل من هذه في ٢٥ ويرسم خط أفقي ١٩,٨٥ cm أعلى الخط الأفقي يمثل درجة الحرارة ١١٩ أو معدل القتل الذي يناظر

درجة الحرارة هذه . وهكذا حتى تكون المسافة بين الخط الأفقي والخط السفلي صغيرة جدا . ثم يتم رسم الخطوط الرأسية .

(شكل ٨) استخدام ورقة معدل القتل لتقييم المعاملة الحرارية

من الواضح أن ورقة معدل القتل يجب أن ترسم لكل قيمة Z معينة. قيمة F هي المساحة تحت المنحنى ويمكن إيجادها بواسطة جهاز قياس المساحة plan meter أو قطع وحدة مساحة ووزنها بميزان حساس وتوزن المساحة تحت المنحنى. أو يمكن إيجادها بعد المربعات تحت المنحنى . بعد الحصول على المساحة

بالسنتمترات المربعة يمكن حساب قيمة F من المعادلة التالية :

$$F = (m A) / (F_i d)$$

m = عدد الدقائق التي يمثلها واحد سنتمتر على مقياس الزمن.

A = المساحة تحت منحنى القتل بالسنتمترات المربعة.

d = عدد السنتمترات من الخط السفلي إلى الخط العلوي.

$$F_i = \text{antilog} (T_o - T) / Z$$

حيث T = درجة الحرارة للخط العلوي.

يمكن تحويل درجة حرارة الغذاء عند أبطأ نقطة تسخين إذا تغيرت درجة حرارة المعقم بينما تبقى

درجة الحرارة الابتدائية ثابتة أو إذا تغيرت الحرارة الابتدائية بينما تبقى درجة حرارة المعقم ثابتة .

افرض أنه تم تحديد منحنى النفاذ الحراري لمنتج تمت معاملته عند درجة حرارة تعقيم محددة والمراد

تحديد درجات الحرارة المناظرة عند أبطأ نقطة تسخين إذا استخدمت درجة حرارة تعقيم مختلفة

وكانت درجة الحرارة الابتدائية ثابتة . يمكن حساب ذلك من المعادلة

$$T' = Tr' - (Tr' - Ti) (Tr - T) / (Tr - Ti)$$

حيث Tr = درجة حرارة المعقم الأصلية.

Tr' = درجة حرارة المعقم الجديدة .

Ti = درجة الحرارة الابتدائية

T = درجة الحرارة الأصلية عند أبطأ نقطة تسخين.

T' = درجة الحرارة الجديدة عند أبطأ نقطة تسخين.

إذا تم رسم T' مع T يكون الخط مستقيماً ولهذا يمكن استخدام المعادلة لتحديد درجتي حرارة فقط

وتوصيلهما بخط مستقيم للحصول على درجات الحرارة الأخرى.

إذا بقيت درجة حرارة المعقم ثابتة وتغيرت درجة الحرارة الابتدائية تستخدم المعادلة التالية.

$$T' = Tr - (Tr - Ti')(Tr - T) / (Tr - Ti)$$

هذه المعادلات صحيحة لكن من التسخين بالحمل أو التوصيل.

٣، ٥، تقييم عمليات البسترة evaluation of pasteurization processes

كلمة بسترة، أصبحت تعني خلال الاستخدام الشائع، المعاملات الحرارية المنخفضة المصممة للتخلص من الكائنات منخفضة المقاومة الحرارية مقارنة مع تلك التي صممت لعمليات التعقيم لإزالتها. تشابه الطرق البيانية و الحسابية لتقييم عمليات البسترة وتحديد مكافئ علاقة الزمن مع الحرارة لتحقيق درجة معينة من التعقيم بالنسبة لكائن محدد، تلك المستخدمة عندما يكون الكائن الأكثر مقاومة هو مصدر القلق.

عند مقارنة سعة التعقيم لعمليات البسترة المختلفة من المريح استخدام درجة حرارة إسنادية أقل من ١٢١،١ C (مثلا ٦٥،٥ C) حتى تكون قيمة التعقيم الكلية بالدقائق بدلا من أن يكون كسرا صغيرا جدا من الدقيقة.

الطريقة العامة لتقييم المعاملة هي أفضل طريقة بالنسبة لعمليات البسترة. بعد رسم ورقة معدل القتل كما تم شرحه من قبل، تحسب قيمة $L = \text{antilog} (T - T_0) / Z$ من المعادلة $L = \text{antilog} (T - T_0) / Z$ درجة الحرارة الإسنادية مثلا ٦٥،٥ C. المساحة تحت المنحنى تمثل القتل الحراري للمعاملة بدلالة تكافئها بالدقائق لأي درجة حرارة إسنادية.

٣، ٥، ١، تقييم عمليات البسترة بالطرق الحسابية :

تتبع نفس الطريقة الحسابية كما في حالة تقييم عمليات التعقيم. الاختلاف الوحيد هو استخدام وحدة مختلفة للقتل الحراري في تقييم عمليات البسترة. هذا الاختلاف يظهر في المعادلة :

$$F_i = \text{antilog} (T_0 - T) / Z = \text{antilog} (T_0 - T_r) / Z$$

حيث $T = T_r$ = درجة حرارة المعقم أو درجة وسط التسخين الخارجي (كما في المبادل الأنبوبي).

ليس نادرا أن يسخن المنتج في البسترة بسرعة إلى درجة حرارة ما ويحجز عند هذه الحرارة لفترة محددة ثم يبرد بسرعة. كثيرا عندما تستخدم مثل هذه المعاملات، أن تعتبر حرارة القتل أثناء فترة التسخين والتبريد عامل أمان وتحدد قيمة F لفترة الحجز فقط. في هذه الحالة تحدد قيمة F للمعاملة بقسمة زمن الحجز t بواسطة F_i المناظرة لدرجة حرارة الحجز.

مثال:

افرض مثلاً أن منتجا سخن بسرعة إلى ٦٢,٨ C وحجز عند درجة الحرارة هذه لفترة ٣٠ دقيقة ثم برد بسرعة . ما هي قيمة ($F (T_o = 65.6 C, Z = 4.4 C)$ لهذه المعاملة ؟

$$F_i (62.8 C) = \text{antilog} (T_o - T) / Z = \text{antilog} (65.5 - 62.8) / 4.4 = 4.22$$

$$F (65.5 C, 4.4 C) = 30 / 4.22 = 7.11 \text{ min}$$

كثيرا ما يكون من المشوق تحديد عامل الأمان الذي تم اتخاذه في معاملة بهذه الطبيعة . مثلاً في المعاملة أعلاه افرض أنه استخدم وسط تسخين درجة حرارته ٧١,١ C لتسخين المنتج إلى درجة حرارة الحجز عند ٦٢,٨ C وبعدها خفضت درجة حرارة وسط التسخين بسرعة إلى ٦٢,٨ C و أبقيت هكذا أثناء فترة الحجز . افرض أن عوامل انتقال الحرارة هي:

$$f_h = f_c = 3.2 \text{ min} , J_{ch} = J_{cc} = 1.00$$

و أن المنتج برد فوراً بعد الوصول إلى ٦٢,٨ C . إذن يمكن تحديد قيمة ($F (65.5 c , 4.4 C)$ لأجزاء التسخين و التبريد كالآتي :

$$g_c = 71.1 - 62.8 = 8.3 C$$

من الجداول لقيم $f_h / U = 500$ ، نجد أن $Z = 4.4 C, J_{cc} = 1.00, g_c = 8.3 C$ إذن

$$U_c = 3.2 / 500 = 0.0064$$

$$F (65.5 C, 4.4 C) = U_c / F_i (71.1 C) = 0.0064 / 0.0562 = 0.114 \text{ min}$$

لا يمكن في مثل هذه المعاملة اعتبار هذا أكثر من عامل أمان متوسط.

٢ ، ٣ ، ٥ مكافئ عمليات البسترة processes equivalency of pasteurization

بالنسبة لتدمير كائن معين في أحجام منتج متساوية تكون المعاملات التي تشتمل على علاقات زمن مع درجة حرارة مختلفة ، متكافئة إذا كانت لها نفس قيمة $F'S$. بالنسبة للمنتجات التي تسخن بالحمل ونسبة لأن التسخين متناسق تقريباً خلال كتلة المنتج ، فيمكن اعتبار $F_s = F_c$. في حالة المنتجات التي تسخن بالتوصيل في أوعية أسطوانية فإن قيم $F'S$ لعمليات البسترة يمكن تحديدها بنفس طريقة تقييم معاملات التعقيم التي تم شرحها من قبل. بالنسبة للمنتجات التي تسخن بالتوصيل والتي لا يمكن تحديد قيم $F'S$ لها فإن اعتبار $F_s = F_c$ يؤدي إلى إفراط في المعاملة . ولكن إذا تم التقييم بحكمة فإن المعاملة المستخدمة تكون دائماً في الجانب الآمن لأن قيم F_s دائماً أكبر من قيم F_c المناظرة . بالنسبة لتقييم معظم عمليات البسترة ونسبة لعدم المقدرة في تحديد قيم F_s تعتبر $F_s = F_c$ وتدمير المعاملة يشار إليه فقط ب F . إذن بصورة عامة:

$$F = D \log N_o / N$$

عادة ما يعتبر $\log N_0 / N$ بدلالة تخفيض دورات لوغريتمية مثل D_{10} , D_{12} , D_{15} أو D_{15} في عدد الخلايا الحية للكائن موضوع الاهتمام . فمثلا عندما تكون الكائنات المسببة للمرض هي موضوع الاهتمام يعتبر تخفيض في المدى D_{12} إلى D_{15} مناسباً بينما عندما تكون الكائنات غير مسببة للمرض وغير سامة ، أي عندما يؤخذ في الاعتبار الفساد المهم اقتصاديا فقط ، فيعتبر تخفيض في المدى D_{10} إلى D_{15} مناسباً.

من الاعتبارات أعلاه فإن قيمة القتل لمعاملة بسترة إسنادية يمكن اعتبارها كالآتي :

$$F = mD$$

حيث $m =$ عدد الدورات اللوغريتمية التي تحدد التخفيض الكلي.

يقترح لبسترة منتجات ذات خصائص انتقال حرارة مشابهة وحيث يتم تحقيق درجات حرارة المنتج أكثر من $65.6^\circ C$ ، تحديد منحنيات درجات حرارة التسخين والتبريد وذلك بالقياس بالمزدوجات الحرارية و تقييم مقدرة القتل الكلي للمعاملة إما بالطريقة العامة أو بالطرق الحسابية.

٤،٥ تدهور عامل الجودة quality factor degradation

في عديد من الحالات تؤدي الحرارة المستخدمة لتثبيت البكتيريا إلى تدهور الخصائص الغذائية وخصائص التذوق المرغوبة مثل اللون ، القوام ، النكهة والفيتامينات الحساسة للحرارة... الخ . وجد أن عدداً من هذه العوامل يتدهور لوغريتميا مع زمن التسخين عند درجة حرارة ثابتة . أي إن تركيزها ينخفض بطريقة مشابهة للذي يحدث لعدد من الخلايا الحية لعينات بكتيريا معينة .

نسبة لأنه ربما تتوفر معلومات أكثر عن سرعة ومدى التدهور الحراري للثيامين من أي عامل آخر غذائي أو حسي ، فإن المناقشات التالية ستتحصر في معظمها على هذا العامل الهام . ولكن يجب أن نؤكد أن الطرق الحسابية المعروفة لتقييم تأثير الحرارة على الثيامين تنطبق أيضا على تقييم تأثير الحرارة على أي خاصية للغذاء تتدهور لوغريتميا مع زمن التسخين عند درجة حرارة ثابتة . أيضا يجب أن نؤكد أن معادلة $F'S$ الجديدة التي ستعرض هنا تنطبق أيضا في تقييم التعقيم .العكس غير صحيح في أن معادلة $F'C$ الأصلية لا يمكن استخدامها لتقييم تأثيرات الحرارة على الخصائص الغذائية والحسية والتي يتمثل ثباتها الحراري بقيم D و Z أعلى بكثير من تلك التي تميز المقاومة الحرارية للبكتيريا . باتخاذ عدة اعتبارات يمكن تطوير المعادلة التالية :

$$[F_s = F_c = D_r \log [(D_r + 10.93 (F_x - F_c)) / D_r$$

١، ٤، ٥ تأثير درجة حرارة المعاملة على إبقاء الجودة :

يتميز الثبات الحراري لمعظم عوامل جودة الأغذية الحساسة للحرارة بقيمة Z أعلى بكثير من تلك التي تتميز المقاومة الحرارية النسبية للبكتيريا . نتيجة لهذه الحقيقة ، فإن درجات الحرارة العالية المستخدمة لفترات قصيرة والتي تعطل معاملات مكافئة في ساعات التعقيم لعمليات تستخدم درجات حرارة أقل لفترات أطول ، أقل ضررا لجودة الغذاء . ولهذا في المنظومات مثل المبادلات الحرارية اضطرابية التدفق ، حيث يمكن المحافظة على توزيع متناسق تقريبا لدرجة الحرارة أثناء المعاملة ، يتم الحصول على تحسن في الجودة باستخدام العمليات عالية درجة الحرارة وقصيرة الزمن (HTST). هذا يمكن توضيحه بحساب مبسط لمعاملة يفرض فيها أن منتجا غذائيا تم تسخينه لحظيا إلى درجة حرارة قتل معينة ثم يحجز عند درجة الحرارة هذه لزمن محدد ثم يبرد لحظيا إلى درجة حرارة غير قاتلة.

مثال:

افرض أنه استخدمت درجتا حرارة مختلفتين (١١٥,٦ ، ١٣٧,٨ C) لتحقيق تخفيض ست دورات لوغريثمية في عدد جراثيم (PA3679) في منتج منخفض الحموضة.

$$F = D \log N_0 / N$$

$$F (121.1 C) = 1.5 * 6 = 9.0$$

إذن الزمن اللازم ٥,٦ يمكن حسابه كالاتي :

$$F_i (115.6) (t (115.6)) = F (121.1)$$

$$F_i (115.6) = \text{antilog} (121.1 - 115.6) / 10 = 3.59$$

$$t (115.6) = 5.00 * 3.59 = 32.3 \text{ min}$$

الزمن المكافئ عند ١٣٧,٨ C يمكن حسابه كالاتي :

$$t(137.8) = F(121.1) F_i(137.8)$$

$$F_i(137.8) = \text{antilog} (121.1 - 137.8) / 10 = 0.0215$$

$$t(137.8) = 9.00 * 0.0215 = 0.194 \text{ min}$$

إذا سيكون تأثير المعاملتين على عوامل الجودة الحساسة للحرارة مرة أخرى خذ الثيامين كمثال وافرض

$$D (121.1) = 154 \text{ min} , Z = 25.6 C$$

أولا حدد (115.6) و (137.8) المناظرة باستخدام منحنى التدمير الحراري ، أي :

$$\log D_2 / D_1 = (T_1 - T_2) / Z$$

$$\log D (115.6) / D (121.1) = (121.1 - 115.6) / 25.6$$

$$D (115.6) = 254 \text{ min}$$

$$\log D (137.8) / D (121.1) = (121.1 - 137.8) / 25.6$$

$$D (137.8) = 34.3 \text{ min}$$

ثم حدد نسبة الإبقاء على الثيامين بعد كل معاملة .

بعد ٣٢,٣ دقيقة تسخين عند C ١١٥,٦ :

$$t = D \log N_0 / N$$

$$\log 100 / N ٢٥٤ = ٣٢.٢$$

% N = 74.7 وهي نسبة الإبقاء على الشيامين

بعد ٠,١٩٤ دقيقة عند C ١٣٧,٨ :

$$\log 100 / N ٣٤.٣ = ٠.١٩٤$$

% N = 98.6 وهي نسبة الإبقاء على الشيامين

مما سبق وضع تأثير العوامل مثل حجم الوعاء المستخدم لتعليب المنتجات التي تسخن بالتوصيل ، ميكانيكية انتقال الحرارة (الحمل أو التوصيل) و درجة حرارة المعاملة (عندما يكون التسخين متناسقا أثناء المعاملة) ، على عوامل الجودة الحساسة للحرارة في الأغذية التي تحصل على معاملات متكافئة في قيمة التعقيم . كما ذكر فإن ثبات العوامل التي تؤثر على الجودة تتميز بقيمة Z أكبر بكثير من التي تتميز بمقاومة البكتيريا . ولهذا فإن بقاءها يكون أفضل في حالة التصنيع عند درجة حرارة عالية ولزمن قصير (HTST). فمثلا المعلومات تشير إلى قيم Z للكوروفيل (a) في حدود C ٥٠ ، الكلوروفيل (b) في حدود C ١٠٠ ولتثبيط البيروكسيد في الأغذية منخفضة الحموضة في المدى ٢٥- C ٥٠ .

المراجع

Stumbo, C.R., 1973, Thermo bacteriology in food processing, Academic Press, N.Y

Desosier, N.W., 1993, The technology of food preservation, Rev. ed., AVI Publishing Co., Westport, USA

Lopez, A., 1981, A complete course in canning: Book1 &2, Canning trade Inc., Baltimore, Maryland, USA

Al-Waraky, A., 1984, food preservation (Arabic)

Farrel, A.W., 1976, Food engineering systems, vol1, AVI, Westport

Brennan, J.G., Butters, J.R., Cowell, N.D. and Lilley, A.E.V., 1990, Food engineering operations, 3rd ed., Applied science Publ., London

المحتويات

.....	مقدمة	١
.....	تمهيد	٢
.....	الوحدة الأولى: مقدمة	١
.....	مقدمة	٢
.....	١،١ البسترة Pasteurization:	٣
.....	١،٢ الطبخ Cooking	٤
.....	١،٣ الخبز Baking	٤
.....	١،٤ حفظ الأغذية بالتعليب Canning	٥
.....	الوحدة الثانية: العبوات المستخدمة في التعليب	٩
.....	٢،١ العبوات المعدنية	١٠
.....	جدول (١) المواصفات الكيميائية للصلب المستخدم كمادة أساسية في صفائح العلب المعدنية	١١
.....	الجدول (٢) التالي يوضح بعض الأغذية المعلبة في مجموعات على حسب تأكلها وأنواع الصلب المستخدمة	١٢
.....	٢،٢ دثار الصفيح tin coating	١٣
.....	٢،٣ علب الألمونيوم	١٣
.....	٢،٤ الطلاء الواقي enamel coating	١٤
.....	الجدول (٣) التالي يوضح الأنواع العامة للطلاء الواقي لبعض العلب	١٧
.....	الجدول (٤) التالي يوضح الطلاء الواقي المستخدم على علب الألمنيوم و أطرافها	١٨
.....	الجدول التالي (٥) يوضح بعض أحجام و أبعاد العلب الصفيح القياسية المستخدمة في تعليب الأغذية	١٩
.....	٢،٥ الأوعية الزجاجية	٢٠
.....	الجدول (٦) التالي يمثل الأبعاد القياسية لبعض البرطمانات الزجاجية	٢١
.....	٢،٦ العبوات المرنة flexible packages	٢١
.....	٢،٧ كيس التعقيم retort pouch:	٢٣
.....	٢،٨ الكرتون cartoons	٢٦
.....	الوحدة الثالثة: الخطوات الأساسية في عملية الحفظ بالتعليب	٢٧
.....	٣،١ انتخاب الأصناف الصالحة للصناعة:	٢٩
.....	٣،٢ استلام الثمار:	٢٩
.....	٣،٣ الغسيل:	٢٩
.....	٣،٤ التدرج:	٣١
.....	جدول (٧)	٣٢
.....	٣،٥ التقشير:	٣٢
.....	٣،٦ التجهيز أو التوضيب:	٣٤
.....	٣،٧ السلق:	٣٤
.....	٣،٨ التعبئة في العلب الصفيح Filing	٣٥

٣٧	..... Exhausting (preheating) أو التسخين الابتدائي	٣ ، ٩
٣٨	..... Double Seaming أو التطبيق المزدوج	٣ ، ١٠
٣٨	..... Thermal processing الحرارية	٣ ، ١١
٤١	..... Cooling المفاجئ	
٤٢	..... التخزين للاختبار	١٣ ، ٣
٤٢	..... Labelling وضع البطاقات	٣ ، ١٤
٤٢	..... Casing and storage والتعبئة والتخزين	٣ ، ١٥
٤٥	..... الوحدة الرابعة : تقييم المعاملة الحرارية	
٤٧	..... الكائنات الأكثر أهمية في فساد الأغذية المعلبة	٤ ، ١
٥٥	..... التدمير الحراري للكائنات المسببة للفساد :	٢ ، ٤
٥٥	..... شكل (١) العلاقة بين تركيز الجراثيم وزمن التسخين عند درجة حرارة ثابتة.	
٥٩	..... شكل (٢) تغير وقت التخفيض العشري مع درجة الحرارة	
٦١	..... ٤،٣ التصنيع عالي درجة الحرارة قصير الزمن	
٦٥	..... شكل (٣) طريقة دول للتعقيم	
٦٨	..... الوحدة الخامسة : طرق تقييم المعاملة الحرارية	
٦٩	..... ٥،١ النفاذ الحراري في المنتجات المعلبة	
٧٠	..... شكل(٤) ميكانيكية النفاذ الحراري	
٧٢	..... ٢،٥ الطرق المستخدمة لتقييم المعاملة الحرارية	
٧٣	..... شكل(٥) منحنى نفاذ حراري	
٧٣	..... شكل(٦) منحنى تدمير حراري	
٧٥	..... شكل(٧) منحنى قتل حراري	
٧٦	..... شكل(٨) منحنى معدل القتل	
٧٨	..... ٣ ، ٥ تقييم عمليات البسترة evaluation of pasteurization processes	
٨٠	..... ٤،٥ تدهور عامل الجودة quality factor degradation	
٨٣	..... المراجع	

