الباب السابع

فساد المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح ، تآكل معدن العلب ، الحالات التفصيلية للفساد الكيمائى للفاكهة والخضروات ، الفساد البكتريولوجى للمواد الغذائية المعبأة بالعلب ، الثرموفيلس ، اختبار العلب المعبأة بالمواد الغذائية .

فساد المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح :

تعتبر المواد الغذائية المعبأة داخل العلب الصفيح فاسدة أى غير صالحة للاستهلاك الغذائى عند تلفها لتغير فى حالتها العامة أو لعطب يصيب آنية التعبئة يفقدها صلاحيتها للاحتفاظ بالمواد المعبأة فى حالة معقمة صالحة للاستهلاك الغذائى ، ويشمل الفساد عوامل مختلفة هى الأحياء الدقيقة ، والتفاعلات الكيمائية بين المواد الغذائية ومعدن العلب ، وطرق التداول السيئة واستعمال طرق خاطئة للحفظ والتخزين السيء .

وعلى العموم تتعرض هذه المواد خلال الفترة المنحصرة بين عمليتى التعبئة والاستهلاك لكثير من عوامل الفساد التى يمكن تقسيمها إلى الأقسام الآتية : —

(ا) الفساد الناشيء عن التفاعلات الكيمائية (الفساد الكيمائى) .

(ب) الفساد الناشيء عن الأحياء الدقيقة (الفساد البكتريولوجى) .

(حـ) الفساد الناشيء عن أسباب طبيعية .

(ى) الفساد الناشيء عن أسباب أخرى .

ويتغير تبعاً لذلك الشكل الخارجى للعلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية ، ويتوقف مداه على نوع ومدى فساد المواد المعبأة ، وحجم العلب ، ونوع معدنها ، وعلى كثير من الاعتبارات الأخرى ، ولا يدل الشكل الخارجى للعلب المعبأة بالمواد الغذائية على مدى صلاحيتها للتغذية . كما قد لا تدل بعض أنواع التلف بهيكل العلب على عدم صلاحيتها ، فقد تكون المواد المعبأة معقمة تماماً وصالحة للاستعمال الغذائى . ولكن يجب ألا يفهم من ذلك أن مثل هذه العلب مقبولة من الوجهتين الفنية والتجارية . إذ تقضى بعض الحالات باعتبارها فاسدة بالرغم من صلاحيتها . وتنحصر الأنواع المختلفة لفساد العلب الصفيح أو لما تحتويه من المواد الغذائية فيما يأتى :

١ — العلب المنتفخة (Swells) : وتتميز بانبعاج طرفيها للخارج لتكون بعض الغازات داخلها بفعل الأحياء الدقيقة ، وإذا ضغط على الطرفين المنتفخين فانهما يستردان شكلهما ثانية بعد رفع الضغط ، وتتميز المواد الغذائية المعبأة فى هذه الحالة بعدم صلاحيتها للتغذية ، وقد تكون سامة فى حالات معينة وخصوصاً عند توفر الظروف المناسبة لنمو باسيلوس البوتيولينس ولإفراز توكسيناته السامة .

وترجع غالباً أسباب انتفاخ العلب المعبأة بالمواد الغذائية غير الحمضية إلى اعتبارات بكتريولوجية ، فى حين ترجع أسباب انتفاخ العلب المعبأة بالمواد الغذائية الحمضية إلى عوامل كيمائية تنحصر فى تفاعل أحماضها مع معدن العلب وتكوين غاز الإيدروجين ، ولذلك لاينتمى هذا النوع من الانتفاخ إلى هذا القسم ، كذلك قد ترجع أسباب انتفاخ العلب فى هذه الحالة إلى ملء العلب الصفيح ملئاً تاماً حتى نهاياتها بمواد غذائية غير مسخنة ، مع عدم القيام بعملية التسخين الابتدائى على الوجه الكافى لطرد الهواء والغازات ، كما قد يرجع أيضاً إلى تغير ارتفاع غاز الأرض عن مستوى البحر وانخفاض الضغط الجوى بالتالى .

٢ — العلب المنتفخة بغاز الإيدروجين (Hydrogen swells) : وتتميز بتولد غاز الإيدروجين لتفاعل المواد الغذائية المعبأة فى العلب مع معدنها ، وتتعرض المواد الحمضية فقط المعبأة بالعلب لهذا النوع من الفساد ، وتتميز بصلاحيتها التامة للتغذية وترجع أسباب تكون غاز الإيدروجين إلى العوامل الآتية :

(ا) ارتفاع الحموضة بالمواد الغذائية المعبأة .

(ب) استعمال المواد الورنيشية العازلة فى دهان الجدران الداخلية للعلب .

(ح) وجود مواد كيمائية كالكبريتات تعمل على تنشيط عملية التآكل ، وخصوصاً عند ارتفاع الحموضة بالمواد الغذائية المعبأة بالعلب ، ونظراً لوجود الكبريت بمعظم المحاليل الكيمائية المستخدمة فى مقاومة الحشرات والأمراض الفطرية وتعرض الثمار بالتالى للتلوث به ، فان هذا العنصر يتحول بفعل القوة المختزلة لتآكل معدن العلب إلى كبريتور إيدروجين ، ويكسو الجدران الداخلية للعلب بطبقة سوداء ويكسب المواد المعبأة طعما غير مرغوب ، ويساعد على توالد غاز الإيدروجين . ويكفى وجود هذا العنصر بمقدار جزئين فى المليون فى المواد الغذائية المعبأة لإتلاف طعمها وخواصها ولتوليد غاز الإيدروجين ، ولا تمنع المواد الورنيشية رسوب الكبريت ، وتنحصر الطريقة الوحيدة للتخلص منه فى غسيل الثمار جيداً ، وقد تحتوى بعض المواد الغذائية غير الحمضية كالخضروات على عنصر الكبريت ، ولذلك يفضل تعبئتها داخل علب مبطنة بايناميل (C) لمقاومة تأثير الكبريت ، وتحتوى هذه المادة على مقدار ضئيل للغاية من

أحد أملاح الزنك التى تتميز بعدم صلاحيتها الانتشار داخل المواد المعبأة بالعلب ، والتى تعمل أيضاً على حماية السطح المعدنى حيث تقوم بتكوين مركب عديم اللون والتأثير يكسو السطح الداخلى للعلب عند ملامستها للغازات الكبريتية (كبريتور الزنك) ، ويفضل للذوبان على العموم تحاشى المركبات الكيمائية المحتوية على الزنك فى حالة تعبئة الفاكهة (لقابليتها للذوبان ومن ثم لتلويث المواد المعبأة) ، غير أن مقدار هذا التلوث ضئيل للغاية وغير ضار بالصحة ، وتحرم عادة التشريعات الغذائية استخدامه .

(د) تخزين العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية وخصوصاً الحمضية منها فى مخازن غير مهواة ، ويؤدى ارتفاع درجة حرارتها إلى شدة تآكل معدن العلب وتفاعله مع أحماض المواد الغذائية المعبأة بها .

(هـ) عدم تبريد العلب تبريداً كافياً بعد التعقيم .

(و) وجود مواد صلبة صالحة لامتصاص أملاح القصدير تعمل على إزالته عن معدن الصلب فتتعرض الطبقة الأخيرة إلى فعل أحماض المواد الغذائية مؤدية إلى تولد الإيدروجين .

(ز) تسخين العلب الصفيح تسخيناً ابتدائياً غير كاف يؤدى للاحتفاظ بحجم مناسب من غاز الأكسجين عند القفل ، ويعمل الأخير بالتدريج إلى إزالة القصدير عن الصلب الذى يتعرض إلى أحماض المواد الغذائية .

(ح) ملء العلب ملئاً تاماً يؤدى إلى انتفاخ العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية الحمضية عند توفر إحدى العوامل السابقة بسرعة شديدة عند تكون أى حجم من الغاز .

٣ — العلب المتنفسة (Breathers) : وتتميز العلب الصفيح فى هذه الحالة بعدم إحكام قفلها مما يساعد على تسرب الهواء إليها ، وقد تكون المواد الغذائية المعبأة معقمة لقيام الحلقة الرخوة (Can gasket) المحيطة بحافتى الغطاء والقاع من الداخل بترشيح الهواء المار اليها ، وتتميز العلب المتنفسة بانخفاض تفريغها الهوائى عن القدر المعتاد .

٤ — العلب اللولبية (Springers) : وتتميز العلب الصفيح فى هذه الحالة ببروز أحد طرفيها أو كليهما بروزاً قليلا بفعل الأحياء الدقيقة ، أو بسبب تفاعلات كيمائية ، أو لعدم القيام بعملية التسخين الابتدائى تبعاً للقواعد المتبعة ، أو إلى تعبئة المواد الغذائية باردة ، وعندما تخزن مثل هذه العلب فى محال دافئة فان الغاز الذى تحتوى عليه هذه العلب يتمدد ويبرز أحد طرفيها أو كلاهما للخارج ، وتنشأ حالة مماثلة تماماً لذلك عند عدم إحكام قفل العلب مما يؤدى إلى تسرب الهواء إليها وإلى فقد تفريغها الهوائى .

و — العلب المرنة (Flippers) : وتتميز العلب الصفيح فى هذه الحالة ببروز طرفيها إلى

الخارج عند ضربها بشدة على حاجز صلب ، ويرجع سبب تلفها إلى عدم القيام بعملية التسخين الابتدائى على الوجه المناسب ، أو لفقد تفريغها الهوائى .

ملحوظة : يصعب التمييز بين العلب المنتفخة واللولبية والمرنة لأول وهلة ، وللتمييز بينها ترفع درجة حرارة العلب فتتحول العلب المرنة إلى علب لولبية ، ثم تتحول إلى علب منتفخة لتغير الضغط الداخلى عند ارتفاع درجات الحرارة ، ويجب أن يلاحظ أن العلب المنتفخة تحتوى غالباً على مواد غذائية تالفة لا تصلح للتغذية بتاتاً ، فى حين أن العلب اللولبية والمرنة قد تكون محتوياتها سامة أو غير سامة ، ولذلك يفضل إعدام المواد الغذائية المعبأة فى هذه الحالات الثلاث

٦ — العلب المنكمشة (Buckled Cans) : تتميز العلب الصفيح فى هذه الحالة بتكسر فى استقامة هيكلها الاسطوانى وخصوصاً بالقرب من طرفيها ، لتصادمها بجسم صلب ، أو لعدم كفاية تسخينها ابتدائياً لطرد الهواء ، أو لزيادة تعبئتها عن الحد المناسب ، وتتعرض عادة علب ثمرة ١٠ إلى هذه الحالة من التلف عند تبريدها فجأة بعد التعقيم وخصوصا إذا كانت درجة حرارة التعقيم توجب رفع ضغط البخار داخل جهاز التعقيم ، عن مقدار الضغط الجوى المعتاد ، ولذلك يفضل تبريد مثل هذه العلب تحت ضغط تتناقص قيمته بالتدريج حتى تتساوى مع قيمة الضغط الجوى .

٧ — حموضة المواد الغذائية المعبأة مع احتفاظ العلب بمظهرها الخارجى (Flat sour) : وتتميز هذه الحالة بتلف المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح بكتريولوجياً ، لنمو بعض أنواع البكتريا المحبة للحرارة (الثرموفيلس) فيها . ويصاحبها تكون أحماض بداخلها مع احتفاظ العلب بشكلها الخارجى ، وتكتسب المواد الغذائية فى هذه الحالة طعماً حمضياً قد تصاحبه رائحة ضعيفة ، وتتميز الخضروات بكونها أكثر المواد الغذائية عرضة لهذا النوع من الفساد ، وترجع أسباب الفساد فى هذه الحالة إلى تعرض المواد الطازجة للتلوث ببكتريا الثرموفيلس ، أو إلى إهمال العناية بعمليات الحفظ ذاتها ، وعدم توفر الشروط الصحية بالآلات والمعدات المستخدمة . ويقتضى ذلك القيام بتعبئة الخضروات فى أقصر وقت ممكن عملياً بعد القطف ، والعناية بحفظها .

٨ — العلب الراشحة (Leakers) : وتتميز العلب فى هذه الحالة برشح محلولها ونضحه على الجدران الخارجية للعلب ، تبعاً للأسباب الآتية :

(ا) الخطأ فى قفل قاع العلب .

(ب) الخطأ فى قفل غطاء العلب .

(حـ) الخطأ فى صناعة هيكل العلب .

(د) تكون ثقوب فى العلب لتآكلها من الداخل أو لصدمها من الخارج .

(هـ) تمزق العلب بفعل ضغط غازى شديد داخلها ، ناشىء عن تحلل المواد الغذائية المعبأة بكتريولوجياً ، أوعن تفاعل أحماض المواد الغذائية مع معدن العلب وتوالد غاز الايدروجين.

تآكل معدن العلب الصفيح :

تتعرض العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية إلى انفصال القصدير المبطن لطبقات الصلب المستخدم فى صناعة جدرانها وتفاعل أحماض المواد المعبأة معها ، وتعرف هذه الحالة بالتآكل ويتيسر مشاهدة الطبقات المتآكلة بالعين المجردة ، وتظهر للرائى كطبقات منتظمة لامعة اللون ناشئة عن تعرى طبقات الصلب بعد انفصال القصدير عنها ، وهو المعدن الذى يكسب العلب الصفيح لونها الستجانى ، ويعتبر تآكل معدن العلب الصفيح بكونه أهم أنواع التلف الذى تتعرض له المواد الغذائية المعبأة ، والذى يؤدى إلى كثير من المتاعب الصناعية والخسائر المالية للمشتغل بصناعتها ، وهى حالة كيمائية كهربائية (Electro-Chemical Process) ، تتضمن تغير الحالة المعدنية المنفردة إلى الحالة الأيونية الذائبة أو بالعكس .

بعض العوامل المؤدية لتآكل معدن العلب الصفيح المستخدمة فى حفظ المواد الغذائية :

١ — غاز الاكسيجين : ويتحد عند وجوده داخل العلب مع معدن العلب ، أو مع المواد الغذائية المحفوظة ، أو مع غاز الايدروجين .

٢ — درجات حرارة التسخين الابتدائى والتعقيم : تعمل درجات الحرارة المرتفعة على زيادة تآكل معدن العلب على شرط وجود غاز الأكسيجين أو آثار منه ، ولما كان من المستحيل التخلص التام من غاز الاكسيجين ، فان معدن العلب يتعرض للتآكل دائماً ، ويتوقف مقدار ذلك على طبيعة عمليات الحفظ ، ونوع المادة الغذائية المعبأة .

٣ — التحريك : يعمل التحريك (ولو كان بسيطا) على زيادة مدى التآكل .

٤ — درجة الرطوبة الموجودة فى الهواء المحيط بسطح المعدن : وترتبط ارتباطاً وثيقاً مع كمية غاز الاكسيجين الموجود فيه .

٥ — درجة اللزوجة للمادة المحفوظة وعلاقتها بكمية غاز الاكسيجين وانتشار الأحماض .

٦ — تركيز المواد الصلبة الذائبة وترتبط باللزوجة وتشعع الحرارة .

٧ — تركيز الحموضة .

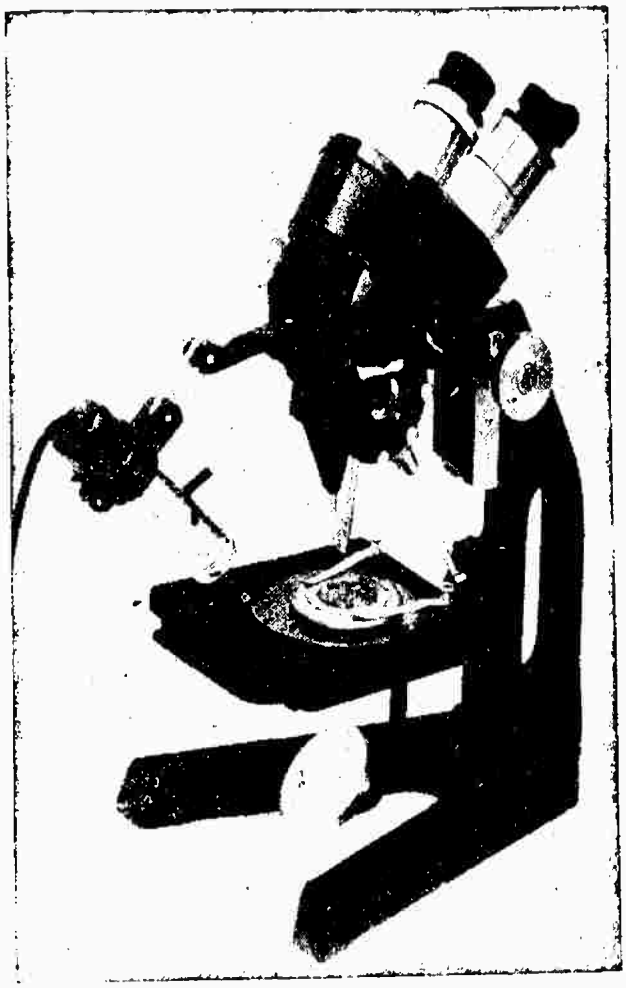
٨ — مساحة سطح المعدن المعرض للهواء .

٩ — مدى نعومة السطح الداخلى لمعدن العلب وخلوه من الانبعاجات .

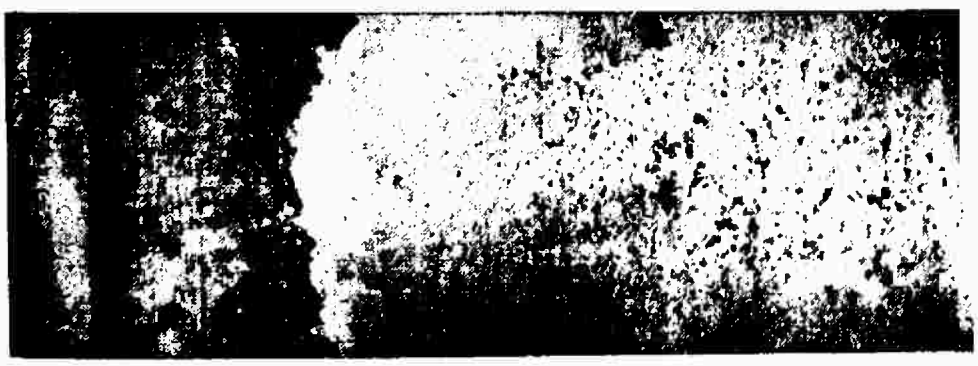
١٠ — مدى امتلاء العلب .

١١ — تركيب معدن العلب : فالعلب المصنوعة من معادن متوافقة أقل عرضة للتآكل عن العلب المصنوعة من معادن متنافرة .

١٢ — تركيب المواد الغذائية : تساعد بعض المواد الكيمائية كبجمات الانثوسيانين وأحماض الأمين والأزوتات وخلافها على التآكل .



ميكروسكوب لاختبار معدن العلب الصفيح



تآكل معدن العلب الصفيح

١٣ — وجود عوامل مؤكسدة .

١٤ — وجود الأحياء الدقيقة المكونة للغازات بداخل العلب بعد التخزين .

التلوث المعدنى للمواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح : ترجع الأبحاث الهامة الخاصة بالتلوث المعدنى للمواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح الناشىء عن تفاعل مركباتها الكيمائية مع الجدران الداخلية للعلب الصفيح إلى أوائل القرن الحالى ، ولم تظهر التحليلات الكيمائية المختلفة إلا آثاراً لا تذكر من الصلب ملوثة المواد الغذائية المعبأة فى العلب ، ويرجع تآكل الصلب فى هذه الحالات إلى تفاعل أحماض المواد الغذائية مع معدن العلب الصفيح وإحداثه لحالة تعرف (بالتثقب الدقيق) ، تنشأ عنها ثقوب دقيقة لا ترى بالعين المجردة تؤدى إلى إزالة الغطاء القصديرى المبطن لسطح طبقات الصلب ، ولا تسبب المقادير الذائبة من الصلب والملوثة للمواد الغذائية المعبأة داخل العلب تسمماً بل على العكس تكون أملاحاً حمضية للحديد عند تفاعلها مع أحماض الفاكهة ، وهى مركبات تتميز بفوائدها الحيوية ، ولعل القصدير هو أكثر المعادن التى اهتمت ببحثها أكثر الهيئات المشتغلة بصناعة الحفظ .

خدوش بسطح لوح من الصفيح

ولعل بحث (Buchanan & Schryver) فى هذا الشأن الذى تقدم به هذان العالمان إلى الحكومة البريطانية فى عام ١٩٠٨ كان أول هذه الأبحاث ، ولقد ذكرا فى بحثهما أن المقدار الأقصى من هذا المعدن الذى يمكن السماح به ملوثاً للمواد الغذائية دون أن يسبب تسمماً يجب ألا يتجاوز ٢٨٦ جزء فى المليون (أى ٠,٢٨٦ جرام فى الكيلو جرام الواحد من المواد الغذائية) .

ولقد قامت محطة تجارب حفظ الفاكهة والخضر بمدينة كمدن بانجلترا ، خلال السنين الأخيرة ، باختبار بضع آلاف من العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية . ووجدت بها مقدار قدره ٢٥ جزء فى المليون فى المتوسط من معدن القصدير ملوثاً للمواد الغذائية المعبأة بالعلب الصفيح العادية (غير المبطنة بمادة الورنيش) ، ومقدار قدره ١٥ جزء فى المليون منه فى المواد الغذائية المعبأة بالعلب الصفيح المطلاة بالمواد الورنيشية . ولقد ثبت فى الوقت الحاضر عدم

احتواء معظم المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح إلا على مقدار يسير من القصدير لا يزيد عن ٣٠ جزء فى المليون ، وهو مقدار ضئيل للغاية لا يؤثر بتاتاً على الجسم إذا قورن بالحد الأقصى للمقدار الذى يمكن السماح به ملوثاً للمواد الغذائية دون أن يضر بالجسم .

ويتطرق الشك إلى كثير من الناس فى صلاحية المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح للتغذية بعد إزالة غطاء العلب وتركها داخلها معرضة للهواء الجوى ، ويرجع البعض منهم ، الى تخزين المواد الغذائية فى العلب الصفيح بعد فتحها ، السبب المباشر فى حالات مختلفة من التسمم الغذائى ، وهم فى هذا الاعتقاد مخطئون أشد الخطأ الذى لا يقوم على أى دليل علمى معروف ، فلقد مر ذكر المقدار المتوسط للقصدير ، الذى يوجد عادة ملوثاً للمواد الغذائية المعبأة بالعلب الصفيح المقفلة ، الا أن هذه الحالة تتغير تماماً بمجرد ازالة غطائها ، فيزداد مقدار القصدير الملوث للمواد الغذائية عند تلف هذه المواد حال تخزينها داخل العلب بعد فتحها فى مكان تلائم حرارته نمو الأحياء الدقيقة فى المواد الغذائية بعد تعرضها للهواء الجوى ، وتتكون عندئذ مواد ثانوية كالأحماض تتفاعل مع معدن العلب وتذيب القصدير ، فى حين أنه اذا خزنت المواد الغذائية المعبأة داخل العلب الصفيح بعد فتحها فى مكان بارد ، كثلاجة مثلا ، لا تلائم درجة حرارتها نمو الأحياء الدقيقة ، أو تقلل من نشاطها ، فان مقدار القصدير فى هذه الحالة لا يزداد كثيراً عن المقدار الموجود عادة ملوثاً للمواد الغذائية المعبأة داخل العلب المقفلة .

ويبين الجدول الآتى مقدار الزيادة فى معدن القصدير الملوث للمواد الغذائية المعبأة فى العلب المقفلة ، وتظهر هذه الزيادة واضحة بعد مرور ثلاث أيام من حين ترك هذه المواد فى العلب بعد فتحها معرضة للهواء الجوى فى درجة تقرب من ٣٠ مئوية وهو :

المواد الغذائية	مقدار القصدير الملوث للمادة الغذائية			
	عند فتح العلب	بعد يوم واحد	بعد يومين	بعد ثلاث أيام
طماطم	٦٨	٦٩	٩٣	١٤٣
فاصوليا خضراء	١٤٤	١٣٨	١٤٣	١٦٠
قرع عسلى	٣٤٤	٣١٢	٣٦٠	٤٠٧
تفاح	٥٩	٨١	٩١½	١٢٩
أناناس	٧٥	٩٧	١٠٢	١٥٨

الفساد الكيمائى : ومثاله الهام الانتفاخ الايدروجينى . ويرجع أصلا الى طبيعة الألواح الصفيح المستخدمة فى صناعة العلب وتعرى بعض مناطق الصلب وعدم اكتسائها تماماً بأكسيد القصدير المستعمل فى طلائها . وعند استعمال هذه الألواح فى أعمال التعبئة وخصوصاً بالمواد القابلة للانحلال الكهربائى كعصير الفاكهة مثلا تتكون شبه بطارية كهربائية (دائرة كهربائية) أحد قطبيها العصير والآخر معدن الصلب ذاته . ومن المسلم به أن تآكل ألواح الصفيح أكثر تعقيداً عن تآكل معدن القصدير أو الصلب وحده . ويتوقف التآكل ومداه على حالة الاستقطاب بين قطبى الدائرة . وتتوقف حالة الاستقطاب على مدى وجود أو غياب القصدير على أو عن سطح المعدن وكذلك مدى قدرة المركب القابل للانحلال الكهربائى لازالة ايونات القصدير على حالة مركبة . ولا يتحول القصدير الى القطب الموجب بالدائرة الكهربائية الا بعد ازالة القصدير أو ذوبانه وعلى شرط أن توجد مركبات قابلة للانحلال الكهربائى ، صالحة لتكوين قطب موجب كالسترات والأكسلات ، أى مركبات صالحة لتكوين مركبات معقدة مع القصدير . وبذلك يدخل القصدير فى هذه الحالة فى تركيب القطب الموجب للدائرة الكهربائية . وبالتالى يتوقف مدى التآكل على مقدار طلاء القصدير ، فى حين لا يتعرض الصلب للتآكل بتاتاً . وعلى العكس فان عدم تكوين مركبات ثابتة من القصدير يؤدى الى احتفاظ القصدير بصفته الكهربائية السالبة وتعرض العلب للتآكل ثم للتثقب فى النهاية .

وتنحصر علاقة الأكسيجين بالتآكل المعدنى فى تأثيره كعامل مزيل للاستقطاب . فان انطلاق الأيدروجين ينشأ نظريا عند احلال معدن فى محلول حمضى مناسب . وبتطبيق هذه النظرية على معدن العلب نجد أن الايدروجين ينطلق أو يتولد بالقرب من سطح القصدير ببطء شديد فى حالة عدم وجود الأكسيجين . غير أن وجود الغاز الأخير أو أى عامل آخر يزيل الاستقطاب يعمل على تنشيط توالد غاز الأيدروجين ومن ثم على زيادة عملية التآكل المعدنى ذاتها ، فاذا لم يتوالد غاز الأيدروجين فان حالة جهد كهربائى عكسى تنشأ بالدائرة الكهربائية ، ويؤدى هذا الجهد الى ايقاف أو تقليل ذوبان الصلب بالمحلول . وفضلا عن ذلك تتميز بعض الصبغات الحمراء (الانثوسيانين) والمواد البروتينية بتأثيرها المثبط للتآكل على عكس المواد الكبريتيتية التى تعمل على تنشيطه .

وتتميز العلب المطلاة بالمواد الورنيشية بتعرضها بشدة للتثقب عن العلب البيضاء المعتادة نظراً لعدم اكتساب المناطق المعراة فى النوع الأول الصفة الكهربائية الموجبة فضلا عن عدم وجود القصدير الذائب الذى يقوم فى هذه الحالة بحماية الصلب دون التآكل .

كذلك يزداد التآكل المعدنى فى وجود الحموضة القليلة والمتوسطة عن المرتفعة بسبب الفعل المثبط للحموضة دون التآكل كلما ازداد مقدارها .

الحاويات التفصيلية للفساد الكيمائى للفاكهة والخضروات :

تقدم ذكر الأنواع المختلفة للفساد الكيمائى التى تتعرض لها المواد الغذائية المعبأة فى العلب ، وخصوصاً فسادها بفعل توليد غاز الإيدروجين عند تآكل معدنها ، ولعل انتفاخ العلب الصفيح بغاز الإيدروجين أكثر أنواع الفساد التى تسبب للصانع متاعب عديدة والتى تنشأ مباشرة عن فعل تآكل معدن العلب ، غير أن هذا التآكل قد يسبب أيضاً تلف صفات المواد المعبأة بما يسببه من تغيرات واضحة فى لونها ، وتعكر المحلول السكرى المضاف للفاكهة المعبأة فى العلب ، ويؤدى ذلك إلى عدم الإقبال على استهلاكها مما يطيل مدة تخزينها ويزيد فعل هذه التغيرات .

ولعل أكثر الأجزاء المعرضة فى جدران العلب للتآكل هى مناطق التحام الغطاء والقاع بالهيكل المعدنى للعلب ، وكذلك مناطق حلقات التمدد ، وخصوصاً عند إهمال اتخاذ الحيطة الكافية لمنع إزالة طبقات القصدير التى تغطى معدن الصلب .

وعلى العموم لم يتسن بعد منع تآكل معدن العلب حتى الوقت الحاضر بالرغم من كثرة الجهود العلمية المبذولة فى هذا الشأن ، وتكاد تجمع المصادر العلمية المختلفة على ضرورة استخدام العلب الصفيح المبطنة جدرانها بمواد ورنيشية مناسبة لنوع المادة الغذائية المعبأة فيها ، مع اتخاذ الطرق الكافية لتغطية أكبر سطح ممكن منها بهذه المواد . إلا أن العلب المبطنة بمواد ورنيشية لاتزال مصدراً لكثير من متاعب الصانع ، نظراً لما تتركه هذه المواد من المسطحات الدقيقة المعراة من معدن العلب التى يتركز فيها فعل أحماض المواد الغذائية ، ولذلك تنصرف الجهود العملية نحو تخزين العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية فى مخازن مهواة منخفضة الحرارة لخفض مدى التآكل إلى أدنى حد ممكن عملياً ، نظراً لتأثير الحرارة كعامل مساعد فى هذا الشأن ، فضلا عما لانخفاض الحرارة من التأثير المباشر على صفات المواد المعبأة من طعم ولون .

ونذكر فيما يأتى الفساد الكيمائى الذى تتعرض له الأنواع المختلفة من الفاكهة والخضروات :

الفاكهة :

١ — الفاكهة الاستوائية : لم تعرف عن الفاكهة الاستوائية كثمار المانجو والجوافة والباباز المعبأة بالعلب الصفيح ، إلا حالات نادرة من الانتفاخ الإيدروجينى ، ويميل بعض المشتغلين بتعبئة هذه الفواكه إلى إضافة بعض الأحماض العضوية للمحلول السكرى المضاف

للفاكهة لخفض درجات الحرارة المستخدمة فى تعقيمها ، ولم يعرف للآن تأثير ذلك فى تآكل العلب وفى مدى تأثيرها فى الانتفاخ بغاز الإيدروجين ، ومن المعتاد تعبئة ثمار هذه الأنواع فى علب من الصفيح العادى أى غير مبطنة بمادة ورنيشية .

٢ ــ الخوخ : تعبأ ثمار الخوخ عادة فى علب من الصفيح العادى ، ولا تسبب هذه الثمار إلا حالات قليلة من الانتفاخ الإيدروجينى الناشىء عن فعل المواد الملونة (البجمات) التى تحتويها ، ولذلك يفضل تسخين العلب الصفيح بعد تعبئتها بالثمار ، وقبل قفلها آلياً ، تسخينا ابتدائياً كافياً لطرد الهواء والغازات ، كذلك يجب قفل العلب آلياً وهى ساخنة إلى درجة مرتفعة من الحرارة لطرد الهواء ، مع عدم تعبئتها تماماً حتى نهايتها ، لترك فراغ مناسب داخلها بعد القفل .

٣ ــ المشمش : تعبأ ثمار المشمش الطازجة فى علب من الصفيح العادى ، ويراعى فى تعبئتها اتخاذ الاحتياطات المناسبة فى قفل العلب آلياً وهى ساخنة لطرد الهواء ، مع عدم تعبئة العلب حتى نهاياتها بالثمار لترك فراغ مناسب داخلها بعد القفل ، ومن المعتاد ألا تحدث هذه الثمار حالات من الانتفاخ الإيدروجينى ما لم يطل عهد تخزينها وخصوصا فى أماكن غير مهواة .

٤ ــ الشليك : يجب تعبئة ثمار الشليك داخل علب من الصفيح المطلاة من الداخل بطبقتين من اينامل (R) ، كذلك يفضل تسخين العلب بعد تعبئتها تسخينا ابتدائيا لمدة كافية لطرد الهواء والغازات التى قد توجد داخلها ، ويراعى فى حالة الخوف من تلف الثمار بفعل الحرارة المرتفعة ، خفض طول مدة التسخين الابتدائى مع ترك فراغ أكبر داخلها ، وتكاد تتساوى هذه الثمار مع أنواع الفاكهة الأخرى فى مدى تعرضها لحالات الانتفاخ الإيدروجينى ، ونظراً لتعفير هذه الثمار بالكبريت لمقاومة بعض الأمراض الفطرية ، فانه يجب غسيل الثمار جيداً قبل تجهيزها وتعبئتها لإزالة جميع آثار الكبريت التى قد تعلق بسطحها التى يساعد وجودها على تآكل معدن العلب المعبأة فيها .

٥ ــ البرقوق الذهبى : تعبأ ثمار البرقوق الذهبى عادة فى علب من الصفيح حيث ينخفض مدى انتفاخها الايدروجينى عما لو عبئت داخل علب مبطنة بمواد عازلة ، وتؤدى تعبئة الثمار غير تامة النضج إلى حالات من الانتفاخ الايدروجينى أكثر بطئاً عن الثمار الناضجة ، غير أنه بالنسبة لرداءة صفات الأولى عن الأخيرة يفضل دائماً تعبئة الثمار بعد النضج الكامل ، وذلك بالرغم مما تسببه من المتاعب ، ويجب عدم إضافة أى حامض عضوى إلى المحلول السكرى المستخدم فى تعبئة هذه الثمار ، وكذلك يجب ترك فراغ هوائى كاف داخل العلب المعبأة .

٦ — البرقوق الأحمر : تعبأ ثمار البرقوق الأحمر فى علب من الصفيح المطلاة بمادة ورنيشية مثل اينامل (R) ، ولا يزيد مدى تعرض ثمار البرقوق الأحمر المعبأ فى العلب للفساد عنه لثمار البرقوق الذهبى المعبأ فى العلب ، غير أن الأولى تسبب انتفاخ العلب بغاز الايدروجين فى وقت وجيز عن الثانية ، ويراعى عند تعبئة البرقوق الأحمر قفل العلب وهى ساخنة مع ترك فراغ كافى داخلها .

٧ — الكمثرى : لا تؤدى ثمار الكمثرى المعبأة فى العلب إلى أى نوع من الفساد الكيمائى ، ولا تتعرض العلب المعبأة بها لحالات من الانتفاخ الايدروجينى إلا بعد طول تخزينها ، ومن المعتاد أن تستخدم فى تعبئتها العلب الصفيح العادية غير المطلاة ، ويراعى فى تعبئة الثمار قفل العلب آلياً وهى ساخنة مع ترك فراغ هوائى كافى داخلها .

٨ — عصير الجريب فروت : يتعرض عصير الجريب فروت المعبأ داخل العلب الصفيح للانتفاخ بغاز الايدروجين عند عدم تسخينه تسخينا ابتدائيا كافيا لطرد الهواء ، ولذلك يجب تسخينه بعد التعبئة داخل العلب لمدة مناسبة لطرد جميع الهواء المذاب فيه . ويعبأ هذا العصير عادة داخل علب غير مبطنة بمواد ورنيشية .

الخضروات :

١ — البسلة : تتعرض حبوب البسلة الخضراء المعبأة داخل العلب الصفيح لفقد لونها الطبيعى لتحلل الكبريت الموجود بالمادة البروتينية للحبوب وتكوينه لمركبات كبريتور ، وتتكون بتفاعل الأخير مع معدن الحديد مادة كبريتور الحديد السوداء اللون ، التى ترسب على الجدران الداخلية للعلب وعلى الحبوب المعبأة ، فتصبغها بلون أسود داكن ، ولقد أثبت (Marre) فى عام ١٩٢١ أن تحلل المادة الكبريتية الموجودة بحبوب البسلة ينشأ عادة عند انقضاء فترة طويلة نسبياً على حبوب البسلة بدون تعبئة فى العلب الصفيح بعد جمع القرون الخضراء ، وترتفع درجة حرارتها عند تكدسها فوق بعضها ، ويساعد ارتفاع الحرارة على هذا التحلل ، ولذلك ينصح دائماً بتعبئة حبوب البسلة خلال يوم جمعها مع المحافظة على درجة حرارتها دون الارتفاع ، كذلك قد تتعرض حبوب البسلة الخضراء للتلوث بمادة كبريتور النحاس السوداء واكتساب هذا اللون ، وتتكون هذه المادة بتلوث الحبوب بمعدن النحاس عند استخدام آلات أو أدوات غير نظيفة أثناء الحفظ .

٢ ــ الفاصوليا : تفقد الفاصوليا الخضراء والبسلة والقرع والبنجر لونها الطبيعى عند التعبئة فى العلب الصفيح العادية ، ولذلك تفضل التعبئة داخل علب مبطنة من الداخل بمادة ورنيشية مناسبة ، وتحتفظ تقريباً الطماطم ومنتجاتها والجزر بلونها الطبيعى ، غير أنه يفضل أحياناً وخصوصاً عند التخزين الطويل استعمال علب مبطنة بمادة ورنيشية .

رسوب كبريتور الحديد على الجدران الداخلية لعلبة بسلة

٣ ــ الهليون : تفقد سوق الهليون المعبأة داخل العلب لونها الطبيعى ، وتكتسب لونا أحمر باهت لتأكسد بعض بجاتها ، ولذلك يفضل سرعة نقلها من الحقل للمعامل ، مع الاحتفاظ بها فى درجة منخفضة من الحرارة أثنـــاء النقل بتغطيتها بقطع من القماش المبلل .

الفساد البكتريولوجى للمواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح :

قد لا يزيد عهد الأبحاث البكتريولوجية الخاصة بحفظ المواد الغذائية فى العلب الصفيح عن ثلاثين عاما ، وكان بدء هذا العهد ظهور اعتقاد غريب فى إحداث هذا النوع من المواد الغذائية لحالات من التسمم التومينى ، ولقد أدى ذلك إلى تعاون كثير من الهيئات العلمية مع رجال جامعة هارفارد الأمريكية ، لبحث حالات التسمم الغذائى الناتجة عن تناول المواد الغذائية على وجه عام ، والمعبأة منها داخل العلب الصفيح على وجه خاص ، ولقد ثبت لديهم خطأ جميع الاعتقادات الخاصة بما كان يعرف بالتومينات .

ولقد كانت هذه النتيجة موافقة لرأى رجال وزارة الصحة البريطانية فى مذكرتهم الخاصة بالتسمم الغذائى فى عام ١٩٣٢ ، حيث ذكروا الآتى :

« انه لمن المشكوك فى صحته أن التومينات باعتبار كونها مواد شبيهة بالقلويات ، الناشئة عن تحلل اللحوم بواسطة البكتريا ، لها أى ارتباط أو علاقة بالتسمم الغذائى » .

وبذلك قضى على هذا الاعتقاد الخاطىء القديم ، غير أنه ظهر اعتقاد على آخر يقول بعلاقة التسمم الغذائى بافرازات بعض أنواع من البكتريا تشملها مجموعة السالمونيللا ، ثم

ظهر بعد ذلك ضعف هذا الرأى نظراً لعدم التثبت من وجود هذه الأنواع فى جميع حالات التسمم الغذائى التى قد تيسر اختبارها ، ولقد تمكن العلماء خلال السنين الأخيرة من فصل أنواع من البكتريا التى لا تنتمى إلى مجموعة السالمونيللا ذات مقدرة فى إفراز مواد داخلية تهيج عند ازدرادها أغشية الأمعاء ، ولا يقلل ذلك من الأهمية الغذائية للمواد الغذائية فى العلب الصفيح التى قد تكون أكثر سلامة بكتريولوجيا من المواد الغذائية الطازجة ، نظراً للاحتياطات المستخدمة فى انتخاب المواد الطازجة منها وفى تعبئتها وحفظها وتعقيمها .

ويكاد ينحصر الرأى الثابت فى الوقت الحاضر فى هذا الشأن فى إحداث بعض البكتريا المنتمية إلى مجموعة السالمونيللا لحالات من التسمم الغذائى ، كما أن بعض هذه الحالات قد يرجع إلى تكون مواد كيمائية سامة (يشتبه فى كونها مواد بروتينية متحللة) ، بفعل بعض أنواع أخرى من البكتريا وأن المواد الغذائية المعبأة فى العلب وغير المعبأة تتساوى فى تعرضها لفعل هذه الأحيـــاء على وجه عام ، غير أن بعض المواد الغذائية المعبأة فى العلب تتعرض دون المواد الأخرى لنمو (باسيلوس بوتيولينس) غير الهوائية ، وتفرز بها إفرازات سامة عند توفر العوامل الملائمة لتكاثرها (راجع صفحتى ٦٦ و١٠٧) .

وعلى العموم يرجع الفساد البكتريولوجى إلى ثلاث عوامل هى : عدم كفاية التعقيم أو التلوث بسبب رشح خلال هيكل العلب ولفساد المواد الغذائية قبل التعبئة والحفظ والتعقيم

وتؤدى الأحياء الدقيقة المتخلفة عن عدم كفاية التعقيم إلى توليد غازات تعمل على تكوين حالات من الانتفاخ أو إلى زيادة مقدار الحموضة أو إلى بعض تغيرات متلفة لصفات المواد الغذائية المعبأة دون أن يتكون أى غاز داخل العلب . وفى مثل هذه الحالات التى لا تتكون فيها غازات ، تحتفظ العلب بمظهرها الخارجى العادى دون أن تنتفخ ، ولا يتسنى كشف فساد المواد المعبأة إلا بعد فتح العلب .

ويرجع الفساد البكتريولوجى فى حالة عدم كفاية عملية التعقيم فى الحالات البسيطة إلى نوع ميكروبى واحد غالبا (ويندر وجود أكثر من نوع واحد فى وقت واحد) ويكون من النوع المكون لجراثيم فى حالة ما إذا كانت المادة قليلة الحموضة أو متوسطتها . ولكنه قد يكون خميرة أو فطر أو بكتريا مكونة للحموضة من النوع غير المتجرثم فى حالة المواد الحمضية . وقد تحتوى المواد الأخيرة كذلك على بكتريا مكونة للحموضة من النوع المتجرثم . غير أن مثل هذا النوع غير هام فى مثل هذه الحالات لعدم ملاءمة البيئة الحمضية لنموه .

وترجع أسباب التلوث ومن ثم الفساد قبل التعبئة والحفظ إلى تلوث المواد الغذائية أثناء وجودها داخل المعامل ذاتها ، كاتصالها بمياه المجارى أو بفضلات فاسدة أو لتلوث الهواء

الداخلى لتلك المعامل . كما قد ترجع أسباب التلوث إلى الأدوات والأجهزة والآلات المستخدمة فى أعمال التعبئة والحفظ . وتؤدى هذه الحالات إلى تلوث المواد الغذائية بيكتريا الثرموفيلس وتكوين حموضة بالمواد الغذائية بعد الحفظ (Flat Sour) .

وتنقسم الأحياء الدقيقة من وجهة مقاومتها للحرارة المرتفعة إلى قسمين رئيسيين :

أولا : الأحياء غير المقاومة للحرارة المرتفعة (Non-Heat-Resistant Organisms) : وتشمل معظم الفطريات والخائر والبكتريا، ويستثنى من ذلك فطر (Byssochlamys fulva) الذى وصف لأول مرة فى عام ١٩٣٣ بواسطة (Olliver and Smith) ، ويؤدى نموه إلى تلف المواد الغذائية المعبأة بالعلب ، والفاكهة المحفوظة بتحليله لمادتها البكتينية ، وتجزئته لأنسجتها ، وتهلك معظم الفطريات عند التسخين إلى درجة ١٩٥ فرنهيتية بعد فترة مناسبة من الوقت ، وتتعرض المواد الغذائية الحمضية ، وخصوصاً الفاكهة المعبأة داخل علب غير مقفلة قفلا آلياً محكما يمنع تسرب الهواء اليها ، للتلوث بالخائر التى تخمرها وتؤدى إلى تكوين غاز ثانى أكسيد الكربون بداخلها ، وتتكون بكتريا هذا القسم من البكتريا الكروية والباسيلوس غير المكونة للجراثيم .

ثانياً : الأحياء المقاومة للحرارة المرتفعة (Heat-Resistant Organisms) : وتشمل ما يأتى :

باسيلوس متجرثم مقاوم للحرارة المرتفعة وجد ملوثا لسمك رنجة معبأ بالصلصة داخل علبة

باسيلوس عديم التجرثم وجد ملوثا لمحتويات علبة راشحة

١ — أحياء هوائية مكونة لجراثيم (Aerobic Spore-Forming Bacteria) : وتوجد بالتربة ، والغبار ، والهواء وخلافها ، وجراثيمها مقاومة للحرارة المرتفعة بدرجة تزيد عن

الأحياء السابقة ، وتقل عن القسم التالى . ويدل وجودها بالمواد الغذائية المعبأة بالعلب على عدم التعقيم الكافى .

بكتريا كروية عزلت من فول معبأ بعلب غير محكمة القفل المزدوج

٢ — أحياء غير هوائية مكونة لجراثيم (Anaerobic Spore-Forming Bacteria) : وتوجد بالتربة، والغبار ، والمتخلفات الحيوانية ، والمواد العضوية المتحللة ، وجراثيمها شديدة المقاومة للحرارة المرتفعة ، ولذلك ترتبط أحياء هذا القسم بفساد كثير من المواد الغذائية المعبأة بالعلب الصفيح ، وخصوصاً الأسماك ، واللحوم ، والخضروات ، وتؤدى حالة التفريغ الهوائى للعلب إلى تنشيط نموها عند تكوينها للمواد المعبأة بهـــا ، وتتميز بعض سلالات هذه المجموعة بتحليلها للمواد البروتينية تعفنيا ، ويتكون القسم الأول من أسماء هذه الأحياء، من اللفظ كلوستريديوم بدلا عن باسيلوس ، وهى طريقة جديدة وضعتها (جمعية البكتريولوجيين الأمريكيين) ، ولقد ذاعت فى أمريكا وإلى حد معين فى أوربا وخصوصاً فى الأوساط الصناعية دون الطبية ، ويعرف الكلوستريديوم كأحد الأحياء الدقيقة الطفيلية غالبا ، وأن شكل خلاياه العصوى يتضخم عادة عند تكون الجراثيم ، متحولا الى شكل كلوستريديوم أو بليكتريديوم، أى إلى شكل مغزلى أو ريشى .

ولقد أثبت (Meyer & Esty) فى عام ١٩٢٢ شدة مقاومة ١٠٩ سلالة متنوعة لكلوستريديوم بوتيولينم (باسيلوس بوتيولينس) للحرارة المرتفعة عند التسخين إلى درجة ١٠٥° مئوية (٢٢١° فرنهيتية) ، لمدة تتراوح بين ٣ — ٨٠ دقيقة ، فى بيئة فوسفاتية تبلغ قيمة أسها الايدروجينى ٧,٠ — ٧,١٢ . كما أثبتا مقاومة ٣٣ سلالة متنوعة لكلوستريديوم سبوروجينس (Cl. sporogenes) للحرارة المرتفعة أيضا عند التسخين الى درجة ١٠٠ مئوية (٢١٢ فرنهيتية)، لمدة تتراوح بين ١٠ — ١٥٠ دقيقة ،ولمدة ٤ — ٤٥ دقيقة فى درجة ١٠٥ مئوية ، ولمدة دقيقة واحدة الى ١٢ دقيقة فى درجة ١١٠ مئوية (٢٣٠ فرنهيتية) . كذلك أثبت (Baumgartner) و (Wallace) فى عام ١٩٣٦ شدة مقاومة كلوستريديوم كثير الشبه بالنوع الأخير (بعد فصله من غبار هواء يحتوى على بقايا فراء حيوانى) للحرارة المرتفعة عند التسخين فى بيئة من اللحم ذات أس أيدروجينى قدره ٦,٠ — ٧,٠ الى درجة ١٠٠ مئوية لمدة

١٥ ساعة . ولمدة ٥٠ دقيقة فى درجة ١١٠ مئوية ، ولمدة ٤٠ دقيقة فى درجة ١١٥ مئوية (٢٣٩ فرنهيتية) ، ولمدة ١٥ دقيقة فى درجة ١٢٠ مئوية (٢٤٨ فرنهيتية) ، كذلك تمكن Cameron فى عام ١٩٣٠ من إهلاك إحدى السلالات غير الهوائية التعفنية بعد ١٢ ساعة فى درجة ١٠٠ مئوية .

الثرموفيلس :

وهى بكتريا هوائية وغير هوائية تتميز بارتفاع درجة الحرارة المثلى الملائمة لنموها وتكاثرها ، وتسبب متاعب كثيرة للمشتغلين بصناعة الحفظ فى العلب ، اذ تكوينها جراثيم شديدة المقاومة للحرارة المرتفعة ، ويرجع اليها الجزء الأكبر من فساد المواد الغذائية غير الحمضية المعبأة بالعلب الصفيح ، ويزداد خطرها فى جميع الحالات التى لا يتسنى فيها استخدام درجات الحرارة المرتفعة الكافية لهلاكها خشية من تلف الخواص المميزة للمواد الغذائية المعبأة ، ولذلك يراعى دائما التبريد المباشر بعد التعقيم ، ثم التخزين فى أماكن مهواة لا تزيد درجة حرارتها الداخلية عن ٢٠ — ٢٥ مئوية ، كما يجب عدم تسويق مثل هذه المنتجات فى بلدان حارة منعاً لاستعادة ما قد يلوثها من الجراثيم طورها الخضرى ثانية .

وتوجد هذه البكتريا وجراثيمها فى التربة ، والغبار ، والمياه وخلافها ، وتنحصر سبل تلويثها للمنتجات المعبأة بالعلب فى استعمال مواد غذائية ملوثة بها ، وعدم العناية بغسيلها وتجهيزها فضلا عن اهمال الشروط الصحية بالآلات والمعدات المستعملة فى عمليات الحفظ .

وتنقسم (تبعاً لما تحدثه من الفساد) الى ثلاثة أقسام هى :

بكتريا الثرموفيلس المسببة لحموضة المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح

بكتريا الثرموفيلس المسببة لانتفاخ العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية

أ — البكتريا المؤدية الى حموضة المواد الغذائية : وتتميز بتكوينها لأحماض بالمنتجات المعبأة دون الغازات ، وهى بكتريا هوائية ، ومثالها Bacillus stearothermophiles

ب — الثرموفيلس غير الهوائية : وتكون أحماضا وغازات (ثانى أكسيد الكربون والايدروجين) عند نموها داخل العلب وتؤدى الى انتفاخها ومثالها

Clostridium thermosaccharolyticum

ج (ح) البكتريا المولدة لغاز كبريتور الايدروجين : ومثالهـــا Clostridium nigrificans وهى غير هوائية أيضا ، وتكون غاز كبريتور الايدروجين داخل العلب ، ولا تؤدى الى انتفاخها لذوبان الغاز فيما تحتويه العلب ، وتتميز هذه الحالة بتغير لون المنتجات الى لون أسمر واضح ورائحة نفاذة تشبه رائحة البيض التالف .

بكتريا الثرموفيلس المكونة لغاز كبريتور الايدروجين داخل العلب المعبأة بالمواد الغذائية

وتبلغ الدرجة المثلى الملائمة لنمو الثرموفيلس ٥٥ مئوية (١٣٠ فرنهيتية) ، وتنمو معظم أنواعها فى درجات تزيد عن ١٠٠ فرنهيتية ، وتلائمها البيئات ذات الحموضة الضئيلة (يتراوح غالباً الأس الايدروجينى لها بين ٥,٨ — ٧,٦) ، ويبين الجدول الآتى التأثير الحرارى المهلك على جراثيم بكتريا (Cl. nigrificans) المولدة لغاز كبريتور الايدروجين فى بيئة ذات أس إيدروجينى قدره ٧ :

درجة الحرارة	المدة الكافية لهلاكها
١٢٠ مئوية	٧ — ١٠ دقائق
١١٨ »	١١ — ١٣ دقيقة
١٠٠ »	٤٥٠ — ٤٨٠ »

كما يبين الجدول الآتى التأثير الحرارى المهلك على خلايا بكتريا (B. stearothermophilus) المؤدية لحموضة المواد المعبأة بالعلب فى بيئة ذات أس إيدروجينى قدره ٦ — ٦,١ :

درجة الحرارة	المدة الكافية لهلاكها
١٢٠ مئوية	١١ دقيقة
١٠٠ »	١٧ ساعة

وفضلا عن ذلك لوحظت حالات خاصة احتفظت فيها جراثيم الثرموفيلس بقوتها الحيوية بعد التعقيم فى درجة ١١٥ مئوية لمدة ٢٥ — ٣٠ دقيقة فى بيئة ذات أس إيدروجينى قدره ٦,٤ — ٦,٨ ، وعلى العموم يتوقف تأثير التعقيم الحرارى على عاملين هما : مدى التلوث البكتريولوجى بأحياء الثرموفيلس عند البدء بعملية التعقيم مباشرة ، ووجود ملح الطعام بالمواد المعبأة ، فتؤدى المقادير الصغيرة من الملح إلى شدة مقاومة الجراثيم للحرارة المرتفعة .

الفساد الطبيعى : ويرجع إلى سوء استخدام المعقمات ذات الضغط المرتفع وإزالة الضغط الواقع على جدران العلب دفعة واحدة بدون خلخلة الهواء تدريجياً . وتؤدى هذه الحالة إلى إكساب العلب خواص العلب المنتفخة وينحصر التأثير هنا على قوة الشد المعدنى لمواضع القفل المزدوج .

كما قد ترجع الأسباب إلى سوء عملية التسخين الابتدائى وعدم اكتمال طرد الهواء والغازات الموجودة داخل العلب ذائبة بالمواد المعبأة أو موجودة على حالة حرة وأهمها الهواء وثانى أكسيد الكربون (يكون الأزوت عادة الجزء الأكبر من فراغ العلب المعبأة) .

كذلك قد يرجع الفساد هنا إلى زيادة مقدار التعبئة داخل العلب أو إلى تبريد العلب الكبيرة (حجم نمرة ١٠ ، وحجم الجالون) المعقمة تحت ضغط مرتفع دفعة واحدة بدون إتمام هذه العملية تدريجياً . وتؤدى هذه الحالة إلى تصدع هيكل العلب وتكوين الحالة المعروفة بالعلب المنكمشة .

الفساد الناشىء عن أسباب أخرى : ومثاله الصدأ والتلف : وترجع الحالة الأولى إلى تكوين أكسيد الحديد لرداءة صنف المعدن المستخدم وعدم طلاء الألواح بقدر مناسب من القصدير . وتعتبر المناطق المغطاة بالبطاقات كأكثر المواضع عرضة للكشف عن هذه الحالة لوجود المواد اللاصقة بالبطاقات وتأثيرها على المعدن ذاته .

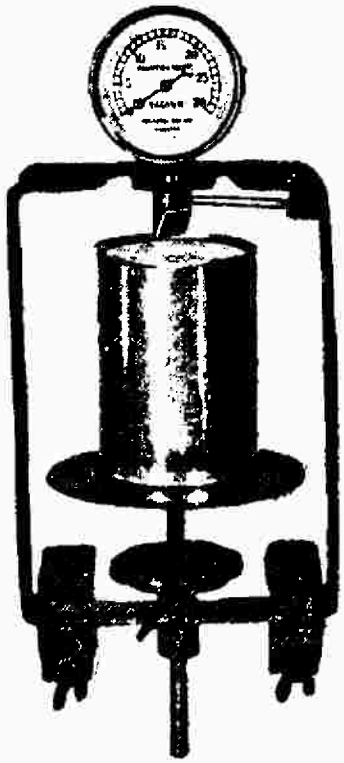
ويرجع التلف المقصود هنا إلى كل تلف ميكانيكى ناشىء عن سوء النقل والتداول والشحن، وأكثر المواضع عرضة للتلف الميكانيكى هى مواضع القفل المزدوج التى تجب العناية الكافية بها والمحافظة عليها حتى لا ترشح العلب وتصبح فاسدة غذائيا .

اختبار العلب المعبأة بالمواد الغذائية : ويشمل العمليات الآتية :

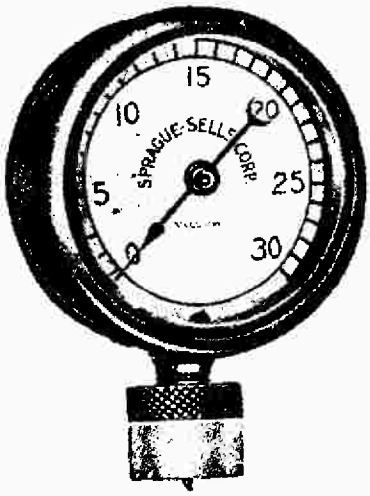
١ — فحص التركيب الميكانيكى للعلب : وينحصر فى مدى مطابقتها للعلب المعيارية ، وفحص موضع التحام هيكلها بالغطاء والقاع ، وطريقة القفل المزدوج ، وموضع الالتحام الطولى لها ، وسمك وعمق موضع التطبيق المزدوج ، وصنف المعدن المستخدم فى صناعتها ، ومدى

تآكله ونوع المواد الورنيشية حال استخدامها ، ويتطلب هذا الفحص فتح علبة ممثلة للعينة حتى يتسنى اختبار السطح الداخلى لجدرانها .

٢ ــ تقدير التفريغ الهوائى : تدل قيمة التفريغ الهوائى للعلب على مدى صلاحيتها للاستهلاك وكذلك على مدى العناية بعمليات الحفظ ، ويتراوح التفريغ الهوائى عادة بين ٣ ــ ١٥ بوصة من الزئبق ، ويدل انخفاضه على عدم القيام بعملية التسخين الابتدائى بالوجه الكافى ، أو على عدم إحكام عملية التطبيق المزدوج ، أو على فساد كيمائى أو بكتريولوجى ، ويستعمل فى هذه العملية مانومتر مقسم إلى بوصات ، وتنتهى فتحته بأنبوبة رفيعة مسلوبة الطرف حادة ، وتحيط بها قطعة من المطاط تمنع تسرب الهواء إلى داخل العلب عند الضغط بالمانومتر على أحد طرفى العلبة المختبرة وثقبها بالأنبوبة ذات الطرف الحاد .



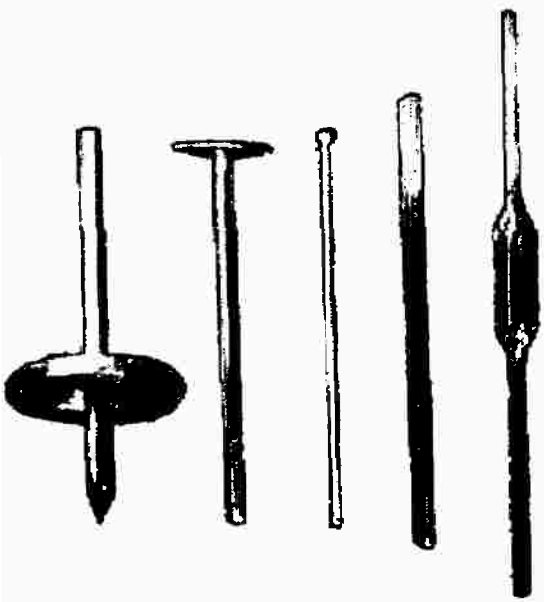
طريقة دقيقة لاختبار التفريغ الهوائى للعلب



مانومتر لقياس التفريغ الهوائى للعلب المعبأة

٣ ــ تقدير قيمة الأس الإيدروجينى للعلب : وهى عملية دقيقة تتطلب استعمال اليكترود إيدروجينى . لقياس القيمة الحقيقية للأس الايدروجينى للمواد الغذائية المعبأة بالعلب ، ويتسنى بهذه القيمة بيان مدى التلوث البكتريولوجى للمواد وخصوصاً للأحياء الدقيقة المولدة للأحماض ويفضل تخزين بعض علب ممثلة للشحنة المختبرة فى درجتى ٣٧° و٥٥° مئوية عدة أيام قبل هذا الإختبار ، لإيجاد بيئة مناسبة لنمو الأحياء عند تلويثها لها ، حتى تقوم بأداء وظائفها الحيوية على وجه ملائم ، وبذلك يتسنى الحكم بالضبط على مدى التلوث البكتريولوجى عند مقارنة قيمتى الأس الايدروجينى للمواد المعبأة السليمة والملوثة .

٤ — الاختبار البكتريولوجى : ويقصد بذلك فحص وعزل الأحياء الدقيقة التى قد تكون ملوثة للمواد المعبأة بالعلب ، ويتلخص هذا الاختبار فى تخزين ست علب ممثلة للشحنة المختبرة فى درجتى حرارة قدرها ٣٧ و ٥٥ مئوية ، بأن تخزن علبتان لمدة يومين فى درجة ٣٧ مئوية ، وآخرتان فى هذه الدرجة أيضاً لمدة ١٤ يوماً ، وآخرتان فى درجة ٥٥ مئوية لمدة ١٤ يوماً ، ويكتفى بتخزين المواد الغذائية الحمضية فى درجة تتراوح بين ٢٥ و ٣٠ مئوية لمدة خمس أيام فقط ، ثم تنقل عينات منها إلى مزارع بكتريولوجية مناسبة لكل مادة ولحالة فسادها المشتبهة وتفريخها تحت شروط هوائية ، وأخرى تحت شروط غير هوائية . والتخزين فى درجتى ٣٧ و ٥٥ مئوية لعدة أيام لا تزيد عن الخمس .



الأدوات المستخدمة فى الاختبارات البكتريولوجية

وتستخدم فى نقل العينات من المواد المعبأة بالعلب أدوات معقمة تتكون كما يبينها الشكل الجانبى (من اليسار لليمين) من : ثاقب معدنى حاد الطرف ، وذو غطاء واقى بالقرب من طرفه الحاد ، لمنع تطاير أجزاء من المواد التالفة عند ثقب العلب به ، ويليه ثاقب عادى للفلين لنقل عينات من المواد الصلبة ، ويليه قضيب معدنى رفيع لطرد العينة من ثاقب الفلين ، ثم ماصة ذات فتحة واسعة لنقل العينات الكثيفة وأخرى ذات فتحة رفيعة لنقل العينات السائلة .

وتتلخص طريقة نقل العينات من العلب فى تركها لتبرد إلى درجة الحرارة العادية (بعد انتهاء مدة التفريخ) ، وملاحظة شكلها الخارجى والتغيرات التى قد تطرأ على مظهرها العام ، ثم تغسل جيداً بالماء والصابون ثم تجفف بقطعة نظيفة من القماش ، وينتخب فى أحد طرفيها أو هيكلها الأسطوانى ، تبعاً لحجم العلبة ، موضعا مناسباً للثقب ، فيعقم باشعال قدر مناسب من الكحول فى محيطه ، ثم يلهب بتزن ، وتغطى منطقة الثقب بنصف طبق من أطباق بترى البكتريولوجية ، ثم تجهز أدوات نقل العينات بحذر وعناية (مع مراعاة تمثيلها لمحتويات العلب المختبرة) إلى البيئات البكتريولوجية المناسبة لنموها وتفرخ بعد ذلك .

وقد يتطلب أحياناً تحضير غشاء بكتريولوجى فوق شريحة مناسبة لبيان مدى التلوث البكتريولوجى من عدمه ، وكذلك نوع الأحياء ، وحالة نموها وشكلها وخلافها من الاعتبارات المتعلقة بهذا الاختبار .

المراجع

1. Barton, L.H.G.; Thermophiles and Their Importance to Canners; Food Manufacture, Jan. (1938).

2. Baumgartner. J. G., Canned Foods, An ion to Their Microbiology (1943).

3. Rashford, T. E.; The Bacteriological Exam. of Canned Foods; Two parts; July and Nov. (1940).

4. Cruess, W.V., Commercial Fruit and Veg. Products, Book, (1938).

5. Haines, R.B., The Minimum Temp. of Growth of Some Bacteria, Jour. of Hygiene, (1934).

6. Hirst, F. and Adam, W.B.; Hydrogen Swells in Canned Fruits, Bull. Univ. of Bristol, (1937).

7. Internationel Tin Research and Development Council:
   (a) The Wholesomeness of Canned Foods, Cir. No. 2.
   (b) Variation in Thickness of Tin Coating of Tinplate, and its Effect on Porosity, Series A, No. 59.
   (c) The Corrosion of Tin in Nearly Neutral Solns., Series A, No. 63.

8. Matthison, A.LI., Tin Plate Decoration and the Lacquering of Food Containers, (1931).

9. Ditto, Stoving Finishes for Tin Plate Decorators and Tin Box Manufacturrs, (1928).

10. Mrak, E., and Cruess, W.V., How Fruit Products Corrode Metals; Food Industries, Sep. (1929).

11. Olliver, M. and Rendle, T.; A New Problem in Fruit Preservation Studies on "Byssochlamys Fulva" and Its Effect on the Tissues of Processed Fruit, Soc. of Chem. Ind, June (1934).

12. Savage (Sir), W., Canned Foods in Relation to Health, The Lancet, Nov. (1939)