الفصل الحادي عشر

سلامة (مأمونية) الأغذية المبردة المطبوخة المحتوية على خضراوات

Safety of Cooked Chilled Foods Containing Regetables

أف. كارلين، المعهد الوطني للأبحاث الزراعية (آي إت آر أ)

F. Carlen, Institut National de la recherché Agronomique (INRA), Avignon

(١١,١) مقدمة

Introduction

يتزايد تفضيل الأغذية المطبوخة المبردة (cooked chilled foods) والتي تعرف بالأغذية المصنعة المبردة ممتدة أجل التحمل (البقاء صالحة ومقاومة للفساد لفترة ممتدة (refrigerated processed foods of extended durability's (REPFEDs))، ويتزايد تفضيلها كأغذية بيع بالتجزئة وأغذية خدمات غذائية (retail & catering) في الدول المتقدمة (developed countries). يستمتع المستهلكون بهذه الأغذية لأنها تحقق الراحة ولمذاقها ولتنوع أطباقها (variety of recipes) ولطزاجتها (concept of freshness). شهد الإنتاج وشهدت المبيعات زيادة ملحوظة ومستمرة (Hauben, 1999). على سبيل المثال، زيادة إجمالي المبيعات السنوية لقطاع الأغذية المطبوخة المبردة في فرنسا بمقدار الضعف بين

١٩٩٠م إلى ١٩٩٤م ومثل إجمالي مبيعات التجزئة من الأغذية المحضرة المبردة في المملكة المتحدة حوالي ٥٤٠٠ مليون دولار بزيادة قيمة سوقية (market value increase) تبلغ ١٩٪ بين ١٩٩٩م و٢٠٠١م (Falconnet and Litman, 1996, Chilled Food Association, 2001). تشمل الأغذية المطبوخة المبردة مدى واسعاً من الأغذية. ويتم الحصول على خواص حسية عالية الجودة من خلال التصنيع الخفيف (milled processing) والاستخدام المحدود للمضافات (limited use of additives) والمواد الحافظة (preservatives). الأغذية المطبوخة المبردة ليست معقمة (non-sterile) بتصميمها وتحتوي على كائنات دقيقة معينة. ولضمان سلامة هذه الأغذية وثباتيتها فإنها تحفظ مبردة أثناء فترة صلاحيتها. وفترة صلاحية الأغذية المطبوخة المبردة متغايرة جداً، ولكن بصفة عامة ممتدة لفترة أطول مقارنة بفترة صلاحية الأغذية الطازجة غير المطبوخة أو فترة صلاحية الأغذية التي تقدمها الخدمات الغذائية (catering industry)، ولكنها دائماً أقصر بدرجة ملحوظة من فترة صلاحية الأغذية المعلبة أو المجمدة أو المجففة التقليدية. ومن المحتمل نمو بعض الممرضات البكتيرية على درجات حرارة قد تنخفض إلى ٣°م، وعليه، فهناك حاجة للسيطرة على مثل هذه الممرضات لضمان سلامة المستهلك. تابعت النظم والتوصيات الوطنية والعالمية (national & international regulations and recommendations) تطور أسواق هذه الأغذية. وللأغذية المطبوخة المبردة وحتى ساعة كتابة هذا الجزء من الكتاب، سجل مأمونية ممتاز (excellent safety record).

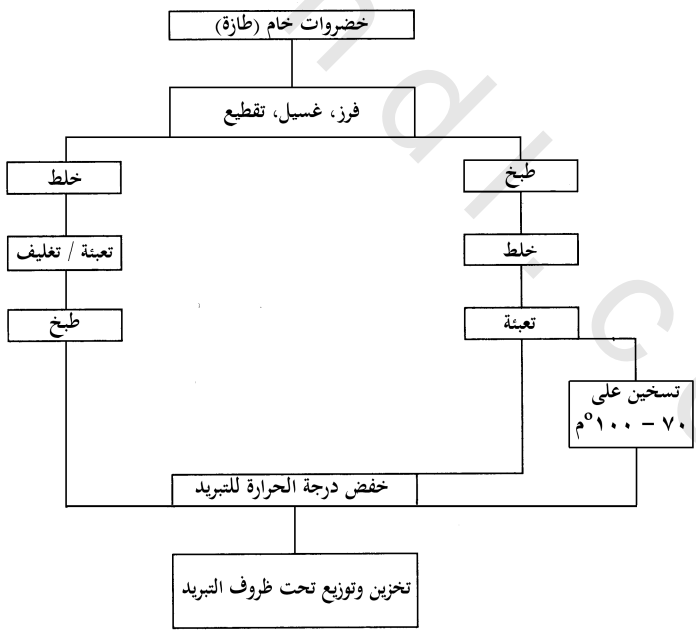
وعلى أي حال، في كثير من الأحوال، فإن حدود المأمونية غير واضحة وتتطلب تأسيس مدى المخاطر التي تسببها الأخطار الميكروبية في ظل هذه الأسواق المتوسعة.

إن هدف هذا الفصل هو الحديث عن الخواص التقنية والميكربيولوجية للأغذية المطبوخة المبردة وتبعات هذه الخواص في مأمونية هذه الأغذية، وكذلك من أهدافه عرض بعض القواعد الأساسية للسيطرة على المخاطر الميكروبية في الأغذية المطبوخة المبردة، مع التركيز على الأغذية المحتوية على الخضراوات (vegetable-based product).

(١١,٢) العمليات التصنيعية: الخواص الفيزيائية والكيميائية

The Manufacturing Process: Physical and Chemical Characteristics

تتبع صناعة الأغذية المطبوخة كثير من العمليات المختلفة والتي تشمل الطبخ في مرحلة أو عدة مراحل تصنيع (stages of processing) (الشكل رقم ١١,١). يمتد الوقت



الشكل رقم (١١,١). رسم تخطيطي يصف عمليات التصنيع الأساسية في تصنيع الأغذية المبردة المطبوخة المصنوعة من الخضراوات.

المطلوب لطبخ الخضراوات، أي لتحقيق القوام الأمثل، من ١٣ دقيقة للخضراوات الجذرية (root vegetables) أو يتراوح من ٣٥ إلى ٥٠ دقيقة للبطاطس على ٩٠°م ومن ٤ إلى ١٢ دقيقة على ١٠٠°م (Harada *et al.*, 1985, Harada and Paulus, 1987). قد تتلقى المنتجات معاملة حرارية إضافية في العبوات النهائية بعد طبخ الخضراوات على درجات حرارة تكون في بعض الأحيان أقل من ٧٠°م، ونادراً ما تكون أعلى ١٠٠°م. هذا أمر شائع في صناعة أغذية الصوص فيدي (*sous vide* foods) ولذلك، قد تقارن هذه المعاملة بمعاملة البسترة.

غالباً، ما تعد الأغذية المطبوخة المبردة بدون المضافات والمواد الحافظة المستخدمة في التصنيع التقليدي للأغذية. عليه، فإن الأس الهيدروجيني (pH) والنشاط المائي (a_w) للأغذية قريبان مما للمواد الخام. يتراوح الأس الهيدروجيني بين ٥ و٧ وأساساً بين ٦ و٧ والاستثناء الوحيد هو الفواكه مثل الطماطم (Lund, 1992). النشاط المائي الأغذية عالي (أكثر من٠,٩٥وكثيراً ما يكون أكثر من ٠,٩٨) بسبب ارتفاع محتواها من الرطوبة.

عموماً، تعبأ الأغذية المطبوخة المبردة في جو منخفض الأكسجين (low oxygen atmosphere) (O_2) كما في التعبئة تحت تفريغ (vacuum packaging) أو في جو معدل خالٍ من الأكسجين (oxygen- free modified atmosphere) (عادة خليط من ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والنيتروجين (N_2)) المستخدم إما لمنع الأكسدة الأنزيمية للأغذية ومنع تدهور الخواص الحسية أو منع النمو الميكروبي والفساد. تساهم هذه التعبئة في خلق ظروف قريبة من اللاهوائية (anaerobiosis) المحفزة للكائنات الدقيقة المحبة للهواء بدرجة بسيطة (microaerophilic) واللاهوائية بدرجة صارمة (strict anaerobic). زيادة على ذلك، قد يكون جهد الأكسدة (redox potential) للأغذية المطبوخة المبردة والخضراوات

والخضراوات المصنعة منخفضاً جداً، أي أنه بين -٤٠٠ وصفر مليفولت (-400 and 0 mv) (Montrvill[e] and Conway, 1982, Adams and Moss, 1995 Snyder, 1996) والتي تخلق ظروفاً مواتية/ محفزة لهذه البكتريا، أيضاً.

تباع الأغذية المطبوخة المبردة وهي مبردة على درجات حرارة غالباً ما تكون أقل من ١٠°م. فترات صلاحية الأغذية المطبوخة المبردة مختلفة جداً. وتتراوح هذه من أسبوع إلى ثلاثة شهور، وبصفة عامة، قريبة من شهر واحد. ويعتمد هذا على المنتج والعملية وأيضاً على، النظم الوطنية أو ظروف سلسلة التبريد (chill chain conditions).

(١١,٣) الكائنات الدقيقة للأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات

Micro Flora of Cooked Chilled Foods Containing Vegetable

تدعم الخضراوات نمو مدى واسع من الأنواع الميكروبية التي تشمل الممرضات. بصفة نظامية، يسبب التلوث الطبيعي للخضراوات بالبكتريا الممرضة تفشيات تسمم غذائي (outbreaks of food poisoning) (Land, 1992, Beuchat, 1996, Nguyen- the and Carlin, 2000). تقضى المعاملة الحرارية المتلقاة أثناء الطبخ (دقائق قليلة على درجات حرارة أعلى من ٩٠°م) على البكتريا والخمائر (yeasts) والأعفان (moulds) من الخلايا الخضرية (vegetative cells)، بينما تبقى جراثيم أنواع *الباسيلس* (*Bacillus* spp.) وأنواع *الكوليستريديوم* (*C.* spp) المقاومة للحرارة، ولو جزئياً. لا ينتهي تصنيع الأغذية المطبوخة المبردة بطبخ الخضراوات. وبمجرد طبخها، قد تتلوث الخضراوات في مرحلة الخلط بالتلوث الخلطي/ العرضي (cross- contamination) مع مكونات أخرى. تحضر الأغذية المطبوخة المبردة وفقاً لقوائم معقدة (أطباق تقليدية أو إثنية traditional or ethnic dishes). قد تخلط مكونات الألبان (dairy ingredients) (مثل بروتينات الحليب والكريمة

cream) والجبن واللحوم والتوابل والمساعدات التقنية مثل المغلظات (thickening agents) مع الخضراوات المطبوخة وتجلب معها كائناتها إلى الخضراوات المطبوخة. إضافة لذلك، عادة تحضر الأغذية المطبوخة المبردة في بيئة غير معقمة. وبالرغم من البيئة النظيفة الصحية (hygienic environment) و/ أو المناخ الميكربيولوجي المتحكم فيه (microbiologically controlled atmosphere)، إلا أن وجود الكائنات الدقيقة في الأغذية المطبوخة المبردة قد ينتج من البيئة/ المناخ المحيط للنشاطات البشرية (surrounding human activities) في المصنع.

التبعات العملية هي:

- قد تكون الكائنات الدقيقة للأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات مختلفة عن كائنات الخضراوات المطبوخة أو مختلفة عن تلك المتوقعة بمعرفتنا للكائنات الدقيقة الطبيعية للخضراوات .
- يجب أن تشمل المخاطر الميكروبية الكائنات الدقيقة الممرضة التي قد تلوث المنتج بعد الطبخ.

بصفة عامة، لم توثق الكائنات الدقيقة للأغذية المطبوخة المبردة، جيداً. وأسباب ذلك، أساساً، تعود إلى أن تطور هذه الأغذية حديث نسبياً، وكذلك تعود لعدم وجود المنتجات العامة (generic products) نتيجة لتنوع وتعدد الأطباق/ الأصناف والعمليات التصنيعية.

قد تكون ميكربيولوجيا أغذية الصوص فيدي (sous vide) بسبب عدم إعادة تلوثها (recontamination) بعد الطبخ أو التسخين اللاحق، ممثلة للكائنات الدقيقة للأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات.

obeikandl.com

وقد جرت أبحاث موسعة على هريس الخضراوات المطبوخ المبستر والمبرد ذي الأصل التجاري (Carlin *et al.*, 2000b, Choma *et al.*, 2000, Guinebretiere *et al.*, 2001).

وفي هذا المنتج اتضح أن:

- بصفة عامة، تكون أعداد الميكروبات الهوائية الابتدائية (initial aerobic count) منخفضة (أقل من ١٠^{٢} وحدات مكونة للمستعمرات/ جرام، وكثيراً ما تكون أقل من ١٠^{١} وحدة مكونة للمستعمرات (10^{1} cfu g^{-1})).
- بصفة عامة، النمو بطيء على ٤°م؛ فأعداد الهوائية لم يتجاوز ١٠° وحدات مكونة للمستعمرات/ جرام بعد ٣ أسابيع على ٤°م ولكنه ارتفع ارتفاعا كبيرا بين ٤-١٠°م.
- السائد من الفلورا (المجموعة) الهوائية هو *الباسيلس* (*Bacillus*) وأنواع مشابهة وهناك انتقاء واضح اعتماداً على درجة حرارة التخزين (الجدول ١-١١).
- بالرغم من الأحوال/ الظروف القريبة من اللاهوائية (anaerobiosis)، فإن اللاهوائيات الصارمة (أنواع *الكوليستريديوم* بصفة خاصة) توجد بأعداد منخفضة بدرجة ملحوظة (أقل من أنواع البكتريا الهوائية الأخرى).
- من بين البكتريا الممرضة، كان انتشار *الباسيلس سيريوس* (*B.* cereus) كبيراً جداً على درجات حرارة معتدلة (mild) وعالية وحرارة تمت إساءة استخدامها (abusive) (عالية جداً بدرجة لا تمكن من التخزين السليم المضبوط). وقد تصل أعداد *الباسيلس سيريوس* (*B.* cereus) في بعض الأحيان، إلى ١٠^{٤}-١٠^{٥} وحدة مكونات للمستعمرات/ جرام بعد ٢٠ يوماً من التخزين على ١٠°م. وقد وجدت ظواهر مشابهة في الجنوككايا (gnocchi) وهو غذاء إيطالي مطبوخ مبرد مصنوع من البطاطس (Del Torre *et al.*, 2001).

الجدول رقم (١١,١). أنوع البكتيريا الرئيسة التي تم التعرف عليها في هريس الكوسا وانتخابها وفقاً لدرجات حرارة التخزين (مأخوذ من Guinebretiere et al., 2001).

الأنـــــــــــــــــواع*	عدد (%) العزلات في ظروف التخزين التالية		
	٢١ يوم على ٤ م	٢١ يوم على ١٠ م	٥ أيام على ٢٠-٢٥ م
باسيلس ماكروبديس/باسيلس ماكروكانوص Bacillus macroides/ Bacillus macroccanus	٨(٣١)		
بينيباسيلس أمايلوليتكس Paenibacillus amyloliticus	٩(٣٤)		
باسيلس النوع المرتبط	١(٤)		
بالباسيلس إسبايريكوس Bacillus sp. Related to Bacillussphaericus	٨ (٣١)	١٧(٣٤)	
ب. بوليماكسا P. Polymyxa		١ (٢)	
نوع الـ بينيباسيلس Paenibacillus sp.		١(٢)	١(٢)
نوع الـ بينيباسيلس مرتبط			
بالـ بينيباسيلس أزرتوفيكسانس Paenibacillus sp. Related to P. azotofixans		٦(١٢)	٦ (١٣)
الـباسيلس سيريوس B. cereus		٢٥ (٥٠)	١١ (٢٧)
الـباسيلس بوميلوس B. pumilus			١٨ (٤٢)
الـباسيلس ليكينيفورميس B.licheniformis			٤ (٩)
الـباسيلس سبتيليس B. subtilis			٣ (٧)
الـباسيلس سيركولانس B. circulans			
الجملة	٢٦ (١٠٠)	٥٠ (١٠٠)	٤٣ (١٠٠)

Detrment by 16 S ribosomal DNA gene sequencing

obeikandi.com

ومن بين البكتريا غير المكونة للجراثيم (non-spore formers)، فإن بكتيريا حمض اللاكتيك (lactic acid bacterial) قد عرفت/ حددت كسبب محتمل لفساد أغذية الصوص فيدي (Schellekens and Martens, 1993). بسبب مقاومة بكتيريا حمض اللاكتيك الضعيفة للحرارة، فإن الإفساد بسببها ممكن فقط في عمليات درجات الحرارة المنخفضة والوقت القصير.

(١١,٤) المخاطر الميكروبية
Microbial Hazard

للكائنات الدقيقة التي تشكل مخاطر على أمان الأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات، الخواص التالية:

- هي ملوثات طبيعية للخضراوات الخام (natural contaminants of raw vegetables).
- لقد اتهمت بتسبيب تفشيات التسمم بعد استهلاك الأغذية/ الأطباق المعتمدة على الخضراوات (الخضراوات مكون أساسي فيها vegetable-based foods).
- أنها قادرة على البقاء وتتحمل على الأقل بدرجة ما، المعاملة الحرارية المعتدلة التي يتلقاها المنتج أثناء التصنيع.
- أنها قادرة على النمو على درجات حرارة الثلاجة (التبريد).

إن قائمة البكتريا التي تنطبق عليها هذه الظروف (الأوصاف/ الخواص)، كبيرة جداً. وعلى أي حال، فإن *الليستريا مونوسايتوجينس* (*Listeria monocytogenes*) *والكوليستريديوم بوتشيولينوم* (*Clostridium botulinum*) *والباسيلس سيريوس* (*Bacillus cereus*) ووفقاً لمعظم الخبراء، هي الهم الرئيس، ذلك، بسبب التلوث الطبيعي وقدرة هذه الأنواع على النمو على درجات حرارة منخفضة ومقاومتها العالية للحرارة (ACMSF, 1992; Peck, 1997; Carlin *et al.*, 2000a). هذه البكتريا واسعة

الانتشار/ التوزيع في البيئة ويمكن عزلها من الخضراوات. أفادت المسوحات التي استقصت وجود *الليستريا مونوسايتوجينس*، بأن صفر-٨٥٪ من عينات الخضراوات الطازجة كانت موجبة، وقد كانت مستويات التلوث *بالليستريا* أقل من ١٠٠ وحدة مكونة للمستعمرات/ جرام (Beuchat, 1996, Nguyen-the and Carlin, 2000). وعلى سبيل المثال، فإن هذا المستوى من التلوث، أقل من الذي لوحظ في منتجات اللحوم. وقد أوضحت المسوحات التي بحثت وجود *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم*، أن صفر-١٠٠٪ من عينات الخضراوات الطازجة موجبة، مع احتمال أن يكون أقصى مستوى تلوث أقل من جرثومة *كوليستريديوم يوتشيلينيوم*/ جرام (Hotermans, 1993, Lund and Peck, 2000).

وقد اتهمت الأنواع الثلاث من البكتريا بتفشيات التسمم الغذائي بعد استهلاك أغذية/ أطباق معتمدة على الخضراوات، في كل من الخضراوات الطازجة والمصنعة تصنيعاً خفيفاً (minimally processed vegetables) والخضراوات المصنعة بالحرارة (heat processed vegetables). ومن بين البكتريا غير المكونة للجراثيم، تعتبر *الليستريا مونوسايتوجينس* كائناً مقاوماً للحرارة نسبياً، عند مقارنتها بالبكتريا الممرضة الأخرى، كما أنها أكثر بكتريا محبة للبرودة (most psychrotrophic bacterium) من بين الممرضات المعروفة ذات حدود النمو المنخفضة عند حوالي صفر°م. للممرضات الأخرى مثل *الإيشريشيا كولاي والسالمونيلا* مقاومة للحرارة مماثلة كما أن لها قدرات للنمو على درجات حرارة منخفضة، أقل. تظهر الجراثيم الداخلية (endospores) التي تنتجها *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم والباسيلس سيريوس* مقاومة كبيرة للعمليات الغذائية التي تجرى للأغذية المطبوخة المبردة.

تستطيع بعض سلالات *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* (المجموعة الثانية أو السلالات غير المحللة للبروتين (group 11 or non-proteolytic strains)) و *الباسيلس سيريوس أن تنمو* على درجات حرارة أقل من ٣°م و٤°م، على التوالي

(ICMSF, 1996, Lund and Peck, 2000). وبالرغم من كونها مكونة للجراثيم، بصفة عامة، لا تعتبر *الكوليستريديوم بيرفرينجينس*، هماً من الهموم المرتبطة بمأمونية الأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على الخضراوات، وذلك، بسبب قدرتها الضعيفة على النمو على درجات حرارة أقل من ١٥°م في مادة تفاعل خضراوات (vegetables substrate) (Labbe, 2000).

لليستريا مونوسايتوجينس والكوليستريديوم بوتشيلينيوم والباسيلس سيريوس قدرة كبيرة على النمو على الخضراوات، حتى على درجات حرارة منخفضة (الجدول رقم ١١,٢). وقد تم توضيح النمو المحتمل *لليستريا مونوسايتوجينس* في مدى مواد خضراوات خام ومطبوخة (Farber and Peterkin, 2000). وقد تم توضيح نمو *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم والباسيلس سيريوس* في مدى مواد خضراوات مطبوخة، وعلى درجات حرارة قريبة من الحد الأدنى لدرجات حرارة النمو. وبصفة أكثر عمومية، تبدو معظم الخضراوات المطبوخة على الأس الهيدروجيني أعلى من٤,٦ (٥) أن تكون مدعمة أو قادرة على تدعيم نمو وإنتاج السم *بالكوليستريديوم بوتشيلينيوم* المحللة للبروتين وغير المحللة له، مهما كانت قيمة العنصر الغذائي المفترضة (Carlin and Peck, 1995, 1996).

الجدول رقم (١١,٢). مصير *اللستيريا مونوسايتوجينس* و*الباسيلس سيريوس* و*الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* في بعض تحضيرات الخضروات المطبوخة.

البكتيريا	الغذاء أوالوسط	درجة الحرارة (°م)	القياس	القيمة	المرجع
اللستيريا مونوسايتوجينس	بطاطس معبأة بالتفريغ	٤	زيادة في العدد	+٤ لوغريثم وحدات مكونة للمستعمرات في ١٤ يوم	١
	بطاطس معبأة بالتفريغ	١٥	زيادة في العدد	+٤,٥ لوغريثم وحدات مكونة للمستعمرات في ٣	١
	بطاطس معبأة بالتفريغ	٢٨	زيادة في العدد	أيام	١
باسيلس سيريوس	جزر وبطاطس معبأة بالتفريغ	٤ إلى ٨	زيادة في العدد	+٤لوغريثم وحدات مكونة للمستعمرات في ١٢	٢
	جزر وبطاطس معبأة بالتفريغ	حرارة الغرفة	زيادة في العدد	ساعة	٢
	مرق كوسة	٢٠	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	صفر بغد ٩٠ يوم	٣
	مرق كوسة	١٤	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	+٤,٥ لوغريثم وحدات مكونة للمستعمرات في ٣	٣
	مرق كوسة	١٠	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	أيام	٣
	مرق كوسة	٦,٥	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	<٥-٢٠، ٢,٥-٣,١ (أ)	٣
	مرق جزر	٢٥	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	٥-١٦؛ ٤,٤-٥,١	٤
	مرق جزر	١٦	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	١٨٤-٣٣٣، ٣-٩	٤
	مرق جزر	١٢	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	لا يوجد نمو ملاحظ	٤
	مرق جزر	١٠	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	٧-٨، ٠,٩٣-١,١	٤
	مرق جزر	٨	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	١١-١٢، ٣,٢-٣,٥	٤
	مرق جزر	٥	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	٢٦-٢٨، ٧,٥-٢,٣	٤
الكوليستريديوم بوتشيلينيوم	بطاطس معبأة بالتفريغ	٢٥	كشف أي اكتشاف السم	لا يوجد نمو ملاحظ-٥١، لا يوجد نمو ملاحظ-١٤	٥
المجموعة الأولى	بطاطس معبأة بالتفريغ	٢٥	كشف أي اكتشاف السم	لا يوجد نمو ملاحظ-١١٠، لا يوجد نمو ملاحظ-١٥	٦
	بطاطس معبأة بالتفريغ	٢٠	كشف أي اكتشاف السم	لا يوجد نمو ملاحظ-١٥٦، لا يوجد نمو ملاحظ-٦٣	٧
	بطاطس معبأة بالتفريغ	١٥	كشف أي اكتشاف السم	العينات موجبة بعد ٦ أيام	٧
الكوليستريديوم بوتشيلينيوم	بطاطس معبأة بالتفريغ	١٠	كشف أي اكتشاف السم	العينات موجبة بعد ٧ أيام	٧
المجموعة الثانية	بطاطس معبأة بالتفريغ	٤	كشف أي اكتشاف السم	العينات موجبة بعد ٤ أيام	٧
	بازلاء معلبة	٨	كشف أي اكتشاف السم	العينات موجبة بعد ١٤ أيام	٨
	هريس مشروم	٨	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	العينات موجبة بعد ٩ أيام	٩
	هريس مشروم	٥	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	لا توجد عينة موجبة بعد٦٠ يوم	٩
	هريس زهرة	٨	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	العينات موجبة بعد ١٤ يوم	٩
	هريس زهرة	٥	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	١٤٦,٩	٩
	هريس بطاطس	٨	تأخر(ساعة)، وقت تولد (ساعة)	٣٠٤,١٢	٩
	بطاطس معبأة بالتفريغ pH 4.8	١٠ و٢٠	كشف أي اكتشاف السم	٢٨٨,١١	١٠
	بطاطس معبأة بالتفريغ pH 5.2	٧ و١٠	كشف أي اكتشاف السم	٣٨٣,٩	١٠
	بطاطس معبأة بالتفريغ pH 5.2	٢٠	كشف أي اكتشاف السم	٦٢٨,١٠	١٠
				العينات موجبة بعد ٢١ يوم	
				العينات موجبة بعد ٢١ يوم	
				العينات موجبة بعد ١٤ يوم	

تم اختبار عدة سلالات

1 1, Juneja *et al.* 1998; 2, Picoche *et al.*, 1993; 3, Choma *et al.*, 2000; 4, Valero *et al.*, 2000; 5, Lund *et al.*, 1988; 6, Dodds; 1989; 7, Notermans *et al.*, 1981; 8, Gola and Mannino, 1985; 9, Carlin and Peck, 1996; 10, Baumgart, 1987.

Online Library

(١١,٥) ضبط المخاطر الميكروبية: المعاملة الحرارية
Control of Microbial Hazards: Heat Treatment

تؤثر المعاملة الحرارية المستخدمة أثناء التصنيع على بقاء البكتريا الملوثة للأغذية. ومدى قتل البكتريا هو دالة للوقت ودرجة الحرارة. ومعدل التحطيم معبر عنه بوقت الخفض العشري دي (*D*) ؛ وهو الوقت المطلوب لتحطيم ٩٠٪ من المحتوى البكتيري (أو المسبب لخفض بمقدار عشرة أضعاف أو خفض بمقدار لوغريثم واحد (قاعدة ١٠ base 10). إن تأثير درجة الحرارة على قيم دي (*D*) يعبر عنه بقيمة (*z*) وهي الزيادة في درجة الحرارة المطلوبة لتحقيق خفض بمقدار ١٠أضعاف في قيم دي (*D* values). كل من قيم *D* وقيم زد z متوافرة في عدسة مصادر للبكتيريا الممرضة التي تشمل البكتريا المهمة فيما يتعلق بمأمونية الأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات.

قيمة دي.$_{٧٠}$ (D_{70}) (أي وقت خفض عشري (decimal reduction)عند درجة حرارة ٧٠°م) *لليستريا مونوسايتوجينس* هي حوالي ٠,١- ٠,٢دقيقة (ICMSF, 1996). هذه القيم *للكوليستريديوم بوتشيلينيوم*، أعلى بدرجة ملحوظة، مما يوضح المقاومة العالية للجراثيم البكتيرية للحرارة مقارنة بمقاومة الخلايا الخضرية مع أقصى قيمة دي$_{١٢١,١}$ لحوالي ٠,٢١ دقيقة لمجموعة *الكوليستريديوم* الأولى المحللة للبروتين (Group 1 proteolytic *C.botulinum*) وأقصى قيمة دي$_{٨٢,٢}$ لـ ٢,٤ دقيقة للمجموعة الثانية غير المحللة للبروتين (Group 11 non-proteolytic *C botulinum*) بقيمة Z قريبة إلى ١٠°م (ICMSF, 1996). هذه القيم عرضة لمصادر/أسباب اختلافات متعددة (multiple sources of variation) تشمل الاختلافات داخل الأنواع (intraspecies variability) ونوع الغذاء وتحضير المعلقات البكتيرية (bacterial suspensions) وما إلى ذلك. *الباسيلس سيريوس* مثال ممثل للاختلافات الكبيرة بين السلالات المختلفة ؛ تم ذكر قيم دي *D* تبلغ ٢ دقيقة عند ٩٠°م وبالمثل عند١٢١,٢°م، مع قيم z من ٧ إلى ١٤°م (ICMSF, 1996).

يؤثر تسخين هذه الأنواع من البكتريا في مواد الخضراوات على مقاومتها للحرارة تأثيرا حدياً (marginally)، فقط ، وتلاحظ الانخفاضات الرئيسة في مواد الخضراوات الحامضية (acid vegetable substrate). وعلى أي حال، تلاحظ بعض التأثيرات المعينة التي تسببها الخضراوات على *الكوليستريديوم بوتيشلينيوم* غير المحللة للبروتين. يمكن زيادة المعاملة الحرارية المقاسة لهذه البكتريا بإضافة عصيرات الخضراوات مثل الشلجم (اللفت)، (turnip) والرتباج (swede) والبطاطس والبقول المسطحة (flat bean) أو الكرنب الملفوف (cabbage) (Stringer *et al.* 1999). يعزى هذا النشاط لنشاط لايزوزايم داخلي (endogenous lysozyme) مشابه للايزوزايم في بياض بيض الدجاج (hen egg white lysozyme) والذي يعتبر مساعداً للنمو من جراثيم الكوليستريديوم بوتشيلينيوم غير المحللة للبروتين التي تضررت بالحرارة (Lund and Peck, 2000).

(١١,٦) ضبط المخاطر الميكروبية: درجة حرارة التخزين
Control of Microbial Hazards: Storage Temperature

يؤخر التبريد فساد المنتجات ونمو الكائنات الدقيقة الممرضة. وقد تم توضيح ذلك بجلاء على هريس الخضراوات المطبوخ المبستر والمبرد (cooked pasteurized and chilled purees of vegetables) وعلى هريس الكوسة (courgette puree)، فقد زاد وقت نمو ١٠ °م وحدات لوغاريتمية مكونة للمستعمرات (10^5 cfu g^{-1}) من ٥ أيام إلى ١٥ يوماً وزاد الوقت لظهور الروائح غير المرغوبة الملاحظة (noticeable off-odours) (أول مظاهر/ علامات الفساد المكتشفة (first detected sign of spoilage) من ١٢ يوماً إلى ٣٦ يوماً عندما انخفضت درجة الحرارة من ١٠ °م إلى ٤ °م (Carlin et al., 2000b). يثبط نمو معظم البكتريا الممرضة عند درجات الحرارة المنخفضة. ودرجة حرارة النمو الدنيا *للكوليستريديوم بوتشيلينيوم* المجموعة الأولى المحللة للبروتين هي ١٠ °م، *وللاي كولاي*

(تشمل النزفية الداخلية، *(enterohaemorrhagic E. coli)* *والسالمونيلا* هي ٧- ٨°م وللسلالات المحبة للبرودة (psychrotrophic strains) من *الباسيلس سيريوس* هي ٤°م. وفقط تستطيع *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* غير المحللة للبروتين (المجموعة الثانية) *والليستريا مونوسايتوجينس* النمو على درجات حرارة منخفضة (٣°م وصفر°م، على التوالي) (ICMSF, 1996).

عند النمو على مواد الخضراوات أو الأغذية، يلاحظ تأخير واضح أو عدم نمو، بصفة عامة، حتى على درجة حرارة النمو الأدنى. ولم تستطع عزلات الباسيلس سيريوس المحبة للبرودة النمو في مرق كوسا (courgette broth) على ٧°م، بينما لوحظ وجود نمو في مرق عناصر غذائية/ تغذوية (nutrient broth) (Choma et al., 2000). فشلت كثير من سلالات *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* في النمو في مواد خضراوات على درجات حرارة (١٥°م لمجموعة الكوليستريديوم الأولى المحللة للبروتين و١٠°م لمجموعة *الكوليستريديوم* الثانية غير المحللة للبروتين) أعلى بدرجة كبيرة من درجة حرارة النمو الأدنى، بينما تم اكتشاف نمو هذه البكتريا في المرق التغذوي بعد أيام قليلة من التحضين (Carlin and Peck, 1996, Braconnier, 2001).

هذه الفروقات ليست ببساطة بسبب الأس الهيدروجيني، إذ إن الخضراوات ذات الأس الهيدروجيني المشابه/ المساوي أظهرت فروقات ملحوظة في قدرات نمو هذه البكتريا عليها. وعلى أي حال، فإن وقت إنتاج السم في الأغذية المعتمدة على الخضراوات بواسطة الكوليستريديوم بوتشيلينيوم يتراوح في المدى المعروف لمجموعات الأغذية الأخرى (أي اللحوم والأسماك والدواجن).

يمكن أن تنتج فروقات بسيطة في درجات الحرارة فروقات كبيرة في المجموعات (الأعداد) البكتيرية (المحتوى البكتيري bacterial population). على سبيل المثال، لم

تكتشف *الباسيلس سيريوس* أبداً في هريس الخضراوات المطبوخ المبستر والمبرد، المخزن لمدة ٤٦ يوماً على ٤°م، بينما كانت ١٧ عينة من ٥٠ عينة موجبة (اكتشفت فيها البكتريا) بعد تخزين لمدة ٢٠-٣٢ يوماً على ١٠°م، مع بعض الأعداد العالية أعلى من ١٠° وحدة مكونة للمستعمرات/ جرام من *الباسيلس سيريوس* (Choma *et al.*, 2000).

تسببت بعض المنتجات المعرضة لدرجة حرارة الجو (٢٠- ٣٠°م) (ambient temperature 20- 30°C) لفترات طويلة، في بعض التفشيات، وكان من المفترض أن تخزن مثل هذه المنتجات في ظروف مبردة. ولذا، فقد أجريت اختبارات (challenge tests)، بدرجات حرارة تحضين مماثلة لتظهر النمو لمستويات حرجة (growth to critical levels) وتوضيح إنتاج السم بواسطة الليستريا مونوسايتوجينس والباسيلس سيريوس والكوليستريديوم بوتشيلينيوم خلال يوم إلى ٥ أيام. في نفس الوقت، لم يلاحظ فساد في كثير من الأوقات وبقيت المنتجات مقبولة للمستهلك (Notermans *et al.*, 1981, Lund *et al.*, 1988).

في الختام، تعتمد قدرات نمو البكتريا الممرضة في الأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات وبشكل كبير وقوي على درجات حرارة التخزين وعلى طبيعة مادة الخضراوات والتداخلات بين كلا العاملين خاصة أن يكونا ذوي معنوية/ ملحوظة على درجات حرارة منخفضة.

(١١,٧) ضبط المخاطر الميكروبية: المعاملة الحرارية مع التبريد
Control of Microbial Hazards: Heat Treatment Combined with Refrigeration

تشمل العمليات المطبقة على الأغذية المطبوخة المبردة كلا من التسخين والتحضين على درجات حرارة منخفضة (الجدول رقم ١١,٣). اختبارات التحديد التي تجمع كلا من العمليات التشغيلية والتي تقلد واقعياً (realistically mimics) الحالات الواقعية في صناعة الأغذية المطبوخة المبردة. توضح هذه التجارب بأن المعاملة

الحرارية تؤثر بدرجة ملحوظة على قدرة سلالات الاختبارات الحقنية (inoculated test strains) على البقاء (حية) (recover) أثناء التحضين على درجات حرارة منخفضة. في مدى من أنواع هريس خضراوات حيث يتم توقع بقاء مشابه في كل نسيج، فقد اتضح بدليل النمو على حرارة تحصين عالية، إمكانية تأخير النمو بعد المعاملة الحرارية سيؤخر بوضوح (Carlin *et al.*, 2000a).

الجدول رقم (١١,٣) . أقصر وقت للنمو المرئي في مرق غذائي، هريس بطاطس أو هريس بروكلي (ملفوف) محقون بجراثيم ١٠^٧/ لكل أنبوب كوليستريديوم بوتشيلينيوم غير محللة للبروتين بدون أي معاملة حرارية، أو بمعاملة حرارية في حمام مائي على ٨٠°م لمدة ١٠ دقائق (مأخوذ من Carlin et al 2000a).

درجة حرارة التحضين مئوية	أقصر وقت للنمو المرئي (أيام) في مادة معينة باتباع تسخين على ٨٠°م لمدة تسخين محددة معلومة (دقائق)					
	مرق غذائي		بطاطس		بروكلي	
	وقت التسخين		وقت التسخين		وقت التسخين	
	صفر	١٠	صفر	١٠	صفر	١٠
٢٠	٢	٣	٣	٦	٣	١١
١٠	٤	٧	١٦	أكثر من ٥٦	١٣	٣٨
٨	٥	١٠	٢٠	أكثر من ٥٦	١٥	أكثر من ٥٦
٦	٨	١٩	أكثر من ٥٦	أكثر من ٥٦	٥٦	أكثر من ٥٦
٤	أكثر من ٥٦	أكثر من ٥٦	أكثر من ٥٦	أكثر من ٥٦	أكثر من ٥٦	أكثر من ٥٦

(١١,٨) ضبط المخاطر الميكروبية: تقنيات أخرى

Control of Microbial Hazards: Other Techniques

عادة، تُحضَّر الأغذية المطبوخة المبردة بدون مواد حافظة ومضافات. وقد تكون الحموضة الطبيعية للمنتج حاجزاً إضافيًّا (additional barrier) لمنع النمو البكتيري. لا

تنمو *الليستريا مونوسايتوجينس* على ٥°م أو تقل أعدادها على ٢١°م في مدى من منتجات الطماطم التجارية (range of commercial tomato products)، ويرتبط الوقت للنمو المرئي في عدة خضراوات مهروسة (pureed vegetables) مطبوخة بالأس الهيدروجيني للخضراوات ، ويكون أطول في الخضراوات ذات الأس الهيدروجيني الأقل (Lowest pH) (Brackett, and Beuchat 1991). وبنفس الطريقة كما لدرجات الحرارة، لليستريا مونوسايتوجينس *والكوليستريديوم بوتشيلينيوم والباسيلس سيريوس* الأس الهيدروجيني الأدنى (minimal pH) الخاص لنموها والذي يقارب ٤,٦ و٤,٦ و٥ ، على التوالي (ICMSF, 1996).

قد يستخدم تحميض (acidification) الأغذية في بعض التطبيقات المعينة لإطالة فترة الصلاحية أو لإعطاء عامل مأمونية إضافي للمنتجات المعرضة لاحتمالات سوء استخدام درجات الحرارة المعتدلة والشديدة (mild or severe temperature abuse). الأحماض العضوية (organic acids) التي يمكن استخدامها ليست مخصوصة للأغذية المطبوخة المبردة المحتوية خضراوات. على أي حال، فإن بعض التطبيقات في هذا السياق، وعلى الأقل في المرحلة التجريبية، ممكنة. أوضح استخدام حمض السوربيك (sorbic acid) مقروناً مع حمض الستريك أو حمض اللاكتيك لخفض الأس الهيدروجيني إلى ٥ ، بأنه يقلل نمو *الباسيلس سيريوس* على ٨°م و١٢°م في منتج *الجنوككايا Gnocchi*، في حين أن حمض السوربيك وحده غير فعال (Del Torre *et al.* 2001). ثبط نمو سلالات *الباسيلس سيريوس* المحبة للبرودة على ١٢°م في عصير الجزر لمدة ٦٠ يوماً بتحميض المنتج إلى أس هيدروجيني ٥ ، بينما كان النمو ممكناً على ٥°م وعلى الأس الهيدروجيني الطبيعي للمنتج (أي ٦,٢) (Valero *et al.*, 2000). ووفقاً للباحثين، ما زال المنتج مقبولاً لدى المستهلكين. جمع مختلف الأحماض العضوية

(السوربيك والاسكوربيك والستريك) أمر فعال في تثبيط نمو *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* في البطاطس المعبأة تحت تفريغ (vacuum-pocked potato). ثبطت (أخرت) بعض المثبطات الاسمرارية (browning inhibitor) (مثل الكبريت sulphite ومخاليط الأحماض العضوية ومضادات الأكسدة) نمو *الليستريا مونوسايتوجينس* على ٤°م (١٥-٢٨°م) في البطاطس المعبأة تحت تفريغ (Juneja *et al.*, 1998).

لإضافة الملح أثر سالب رئيس. يتحكم النشاط المائي المنخفض في تطور البكتيريا الممرضة فقط في تركيزات عالية والتي تؤدي إلى تدهور الخواص الحسية للغذاء. على سبيل المثال، في البطاطس المهروس المجروش (mashed potato puree) لم تكن إضافة كلوريد الصوديوم تركيز ٢٪ فعالة في السيطرة على نمو الباسيلس سيريوس على ٣٠°م وقد أخرت النمو على ١٠°م بدرجة بسيطة (Mahakarnchanakul and Beuchat, 1999). تركيز الملح هذا في الأغذية أعلى مما يمكن أن يتحمله المستهلك.

لقد تم توضيح أن التداخل/التفاعل بين الأس الهيدروجيني والنشاط المائي في البطاطس المعبأة تحت تفريغ يؤدي إلى تأخير ملحوظ/ معنوي في نمو *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* وإنتاجها للسم (Dodds, 1989). وعلى أية حال فإن تركيز كلوريد الصوديوم الفعال كان هنا عالياً نسبياً (حوالي ٢٪ وأعلى).

(١١,٩) الإرشادات والنظم الحالية
Current Guidelines and Regulation

يعتمد حفظ الأغذية المطبوخة المبردة على الجمع بين عوامل حفظ، بعضها متحكم فيه (درجة حرارة الحفظ والمعاملة الحرارية والإضافة النهائية لمواد الحفظ وخفض الأس الهيدروجيني (reducing pH) والنشاط المائي) والبعض الآخر غير متحكم فيه (الأس الهيدروجيني الطبيعي غير الأمثل/ تحت الأمثل (sub-optimal))

للأغذية والتوازن في العناصر الغذائية ومضادات الميكروبات (antimicrobials) وإضافة الأعشاب والتوابل). وعلى أي حال، يجب مراقبة ومتابعة العوامل المتحكم فيها كما يجب اختبار تأثيرات العوامل غير المتحكم فيها، وذلك لضمان مأمونية الأغذية المطبوخة المبردة.

تصنع الأغذية المطبوخة المبردة من مكونات تُسخَّن في وعاء أو أنها تجمع من مكونات مسخنة تحت ظروف صحية خاصة. وهذه التي تحتوي مكونات خام/ طازجة أو معاملة بدرجة بسيطة، قد تحتوي من وقت لآخر بكتيريا خضرية، وقد تشمل ممرضات مثل *الليستريا مونوسايتوجينس*. ووفقاً لإرشادات أمريكا الشمالية (North American guide lines)، فإن جزءاً كبيراً من هذه الأغذية توصف بأنها كامنة الخطورة (potentially hazardous) بسبب الحموضة المنخفضة (أس هيدروجيني أعلى من ٤,٦) والمحتوى العالي من الرطوبة (نشاط مائي أكثر من ٠,٨٥) والتعبئة في عبوات محكمة الغلق (hermetically sealed packages) (Faber, 1995). وتتطلب هذه تبريداً لضمان المأمونية الميكربيولوجية والمحافظة على الجودة. تشمل النظم والإرشادات/ التوجيهات معلومات عامة حول الشئون الصحية/ النظافة في المصانع ونظافة العاملين وجودة المواد الخام المستخدمة في التصنيع وما إلى ذلك. وتعنى توصيات محددة معينة أساساً بتحديد فترة الصلاحية والمأمونية مع الافتراض وبشكل خاص، أن المنتجات ستحفظ مبردة. في أوربا، تعتمد فترة الصلاحية على تركيبات المنتج (product formulations) وعوامل التصنيع لظروف التخزين المبرد المحددة. اقترحت مثل هذه التوصيات من قبل لجنة المملكة المتحدة الاستشارية في المأمونية الميكروبيولوجية للأغذية (UK Advisory Committee on Microbiological Safety of Foods) (ACMSF, 1992) مع *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* غير المحللة للبروتين (المحبة للبرودة) كبكتيريا مستهدفة (target bacterium).

يمكن ضمان مأمونية الأغذية المبردة بإحدى الوسائل التالية (Lund and Peck, 2000) :

- التخزين على أقل من ٣,٣°م.
- التخزين على ≤ ٥°م وفترة صلاحية ≤ ١٠ أيام.
- التخزين على ٥- ١٠°م وفترة صلاحية ≤ ٥ أيام.
- معاملة حرارية على ٩٠°م لمدة ١٠ دقائق أو ما يكافئ القتلية (أي ١ دقيقة على ١٠٠°م أو ٥١,٨ دقيقة على ٨٥°م وفقاً للاتحاد الأوروبي لتبريد الأغذية (European Chilled Food Federation (ECFF)) واتباع ذلك بالتخزين على أقل من ١٠°م.
- أس هيدروجيني أقل من ٥ في كل الغذاء مع تخزين على أقل من ١٠°م.
- ملح كلوريد الصوديوم تركيز أكثر من ٣,٥٪ في كل الغذاء مع تخزين على أقل من ١٠°م.
- نشاط مائي أقل من ٠,٩٧ خلال كل الغذاء مع تخزين على أقل من ١٠°م.
- جموع أخرى بين المعاملة الحرارية وعوامل الحفظ مع التخزين على أقل من ١٠°م والذي يمكن توضيح توفيره لعامل وقاية ٦ (أي خفض في احتمالية البقاء والنمو بعامل يبلغ ١٠^٦).

لقد اقترحت إرشادات مماثلة من قبل الـ ECFF للكوليستريديوم بوتشيلينيوم غير المحللة للبروتين، وأيضاً تضم توجيهات تتناسب مع الليستريا مونوسايتوجينس، توصي بخفض في الأعداد بمقدار على الأقل ٦ لوغريتم (أو انخفاض a 6D reduction) والذي يمكن أن يتحقق بالعملية الحرارية على ٧٠°م لمدة دقيقتين أو ما يكافئ ذلك (٣ و٩ دقيقة على ٦٥°م، أو ٥ ثواني على ٨٠°م) (ECFF, 1996).

لقد اقترحت مسودة قواعد/ قوانين (draft code) تتناسب أو ترتبط بالأغذية المطبوخة المبردة من هيئة دستور الأغذية (Codex Alimentarius) وقد تساهم هذه في إنفاذ هذه التوصيات واللوائح على نطاق العالم (Codex Alimentarius, 1998).

(١١,١٠) استخدام تقييم المخاطر الميكروبية
Use of Microbiological Risk Assessment

تشير المعلومات المنشورة في الاستعراضات الأدبية العلمية والتي استعرضت في هذا الفصل إلى إمكانية وجود البكتريا الممرضة وإلى تحملها للمعاملة الحرارية المعتدلة وإلى نمو البكتريا الممرضة، وبصفة خاصة الممرضات المكونة لجراثيم *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم والباسيلس سيريوس*، في الأغذية المطبوخة المبردة. في المقابل، للأغذية المطبوخة المبردة سجل مأمونية ممتاز (excellent safety record) في أوربا. وعلى أي حال، في كثير من الأحوال، فإن حدود المأمونية الحالية (current safety margins) غير واضحة وتبقى الحاجة لتأسيس المخاطر التي تسببها البكتريا المكونة للجراثيم (SFB) في الأغذية المطبوخة المبردة وما تصير إليه في السوق المتوسعة مستقبلاً (future expanding market).

تقييم المخاطر الميكروبية للمخاطر (الأمراض) المنقولة بواسطة الغذاء (foodborne hazards) عملية يتزايد استخدامها في حقل المأمونية الغذائية. تشمل الأمثلة الحديثة *الاي كولاي* (*E. coli*) في برجر اللحم البقري (beef burgers) *والباسيلس سيريوس* في الحليب المبستر *والليستريا مونوسايتوجينس* في الجبن المصنوع من الحليب الخام (Notermans *et al.*, 1997; Bermrah *et al.*, 1998; Cassin *et al.*, 1998). وفي سياق الأغذية المطبوخة المبردة، فإن تقييم المخاطر الميكروبية هو احتمال وشدة التسمم الغذائي الذي قد ترتبط به الأغذية المطبوخة المبردة.

يتكون تقييم المخاطر الميكروبية من الخطوات التالية:

تحديد المخاطر (hazard identification) وتوصيف مصادر المخاطر (hazard characterization) وتقييم التعرض (exposure assessment) وتوصيف المخاطر (risk characterization). أكد تقييم مخاطر رسمي (formal risk assessment) للأغذية المطبوخة المبردة المصنوعة من الخضراوات بأن *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم والباسيلس سيريوس*

هي المخاطر الرئيسة ، ذلك بسبب معدل الوفيات العالي (high fatality rate) (خاصة من قبل *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم*) وبسبب العدد الكبير للحالات المبلغة ، بعض السلالات من نوعي البكتريا المذكورين أعلاه ، على النمو على درجات حرارة الثلاجة والعلاقة الواسعة بالخضراوات إما بالتلوث الطبيعي أو التفشيات المرتبطة باستهلاك الخضراوات المصنعة (Carlin *et al.*, 2000a). تعتبر الممرضات المحبة للبرودة غير المكونة للجراثيم (مثل *الليستريا مونوسايتوجينس*) قليلة المخاطر بدرجة كبيرة ، في الأغذية التي تسخن في العبوة النهائية ، أو عالية المخاطر إذا كان المنتج النهائي يحتوي على مكونات خام (raw ingredients). ولا تعتبر هذه الأغذية هنا ، ممثلاً لمعظم الأغذية المطبوخة المبردة ، ولذا سيتركز النشاط على الممرضات المكونة للجراثيم.

تقييم التعرض (exposure assessment) هو التقييم الكمي و/ أو الكيفي (quantitative and/ or quantitative evaluation) للتناول المحتمل للعوامل الحيوية بالأغذية. وفي سياق الحديث عن الأغذية المطبوخة المبردة يعني هذا عدد البكتريا المكونة للجراثيم (SFB) أو كمية السم المنتج بواسطة هذه البكتريا والذي يعرف بأنه مصدر خطر (hazardous) ، في وقت محدد. وبطريقة مبسطة يعتمد هذا على (i)التلوث الطبيعي للأغذية بالبكتريا الخطيرة (hazardous bacteria) ، (ii)تأثير المعاملة الحرارية ، و(iii) نمو البكتريا المكونة للجراثيم (SFB) الخطرة أثناء البيع بالتجزئة والتخزين المنزلي (domestic storage). تتكامل هذه المعلومات مع تصنيف الخطر ليوفر ذلك تقديراً لاحتمال التسمم الذي تسببه *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* و*الباسيلس سيريوس* في مجتمعات المستهلكين للأغذية المطبوخة المبردة المحتوية على خضراوات.

هذا التقدير ناتج من الجمع بين احتمالات [تشمل عدم التأكيدية (uncertainty) والاختلافية (variability) للقياسات المتعددة (multiple parameters) التي تؤثر على سلوك الأحياء الدقيقة أثناء العملية الإنتاجية والتوزيع والتخزين للمنتجات.

ما زالت هذه الطريقة تعاني من كثير من نقاط الضعف غير المحددة أو غير المختصة بالتطبيق على الأغذية المطبوخة المبردة. وأولاً وقبل كل شيء، لا بد من اعتبار الجودة المتدنية للتقييم المعتمد على الاستجابة–الجرعة (dose response assessment)، أي، العلاقة بين حجم التعرض (magnitude of exposure) للعامل الميكروبي (microbial agent) وشدة و/ أو تكرار الآثار الصحية السيئة ذات الارتباط (associated/ health effects adverse). على سبيل المثال، ما هو احتمال أن يصبح الشخص مريضاً بعد ابتلاع ١٠^٥ أو ١٠^٧ خلايا من الباسيلس سيريوس؟ وما مدى ارتباط الاحتمال بالعمر أو الجنس أو الحالة الصحية؟ وكذلك، فإن المعلومات حول سلوك المستهلك ضعيفة، نسبياً.

وبصفة خاصة تتعرض الأغذية المطبوخة إلى إعادة التسخين في المنزل، والذي قد يؤثر على بقاء الممرضات أو نشاط السم. لا دور لنماذج النمو (growth models) على العوامل المعقدة، مثل التداخلات بين الممرضات ومحتوى الأحياء الدقيقة الرمية (saphrophytic microflora). محتوى الأحياء الدقيقة في الخضراوات المطبوخ والمبستر المبرد، على سبيل المثال، يشتمل على باينيباسيلس بوليميكا (Paenibacallus polymyxa) التي تظهر بعض النشاط المضاد للميكروبات (antimicrobial activity) ضد *الكوليستريديوم بوتشيلينيوم* (Girardin et al., 2002). أخيراً، فإن البيانات الميكروبية (microbial data) تطبق تطبيقاً ضعيفاً في تقييم المخاطر الميكروبية لأنها كثيراً لا تشتمل على الاختلافية وعدم التأكيدية للقياسات/ المعايير النموذجية (model parameters).

وبالرغم من هذه المحددات/ المعوقات، فقد أظهرت هذه الطريقة بعض النتائج الواعدة/ المشجعة (promising results) عند تطبيقها في هريس الخضراوات المطبوخة

والمبسترة المبردة، على سبيل المثال، والمخاطر بسبب *الباسيلس سيريوس*. وقد أوضحت الأعمال/ الأبحاث التجريبية بأن للسلالات المحبة للحرارة المتوسطة (mesophilic strains) *للباسيلس سيريوس* احتمالات كبيرة كملوثات للمنتج النهائي مقارنة بالسلالات المحبة للبرودة (Guineberefiere, 2001).

أوضح تقييم المخاطر الميكروبية بأن مستويات *الباسيلس سيريوس* عند نهاية عملية التصنيع مؤشر خاطيء عن المستوى في عبوة المنتج بعد التخزين (Nauta, 2001). وبالرغم من الاحتمال الأعلى للتخزين على درجات حرارة معتدلة لمدة طويلة أثناء البيع بالتجزئة وفي منزل المستهلك، كما هو موضح في كثير من أقطار الاتحاد الأوربي، فإن احتمال الحصول على أعداد حرجة للباسيلس سيريوس المحبة للحرارة المتوسطة (mesophilic B. cereus) كان ضعيفاً جداً مقارنة باحتمال الحصول على الباسيلس سيريوس المحبة للبرودة (psychrotrophic B. cereus). أيضاً، يحدد النموذج أهمية مراقبة ومتابعة درجة الحرارة خلال كل سلسلة التبريد، من مصنع الغذاء إلى المستهلك.

(١١,١١) الاستنتاج
Conclusion

سوق الأغذية المطبوخة المبردة في توسع مستمر ومن المحتمل والمأمول أن تتم المحافظة على الأطباق المعتمدة على الخضراوات (vegetable-based dishes) ومن الممكن أن تزداد وجوداً في سوق الأغذية المطبوخة المبردة. وغالباً ما تحتوي الأطباق التقليدية (traditional) والإثنية (ethnic) والجديدة (novel) وبالطبع الأطباق النباتية (vegetarian dishes) على خضراوات؛ وبسبب انخفاض الدهون والقيمة التغذوية والتأثيرات الواقية (الألياف ومضادات الأكسدة الطبيعية، إلخ)، فإن الأغذية المعتمدة على الخضراوات

تتبع (تلبي) متطلبات المستهلك لمزيد من الأغذية التغذوية والصحية. وقد يساعد تنوع مذاقات ونكهات الخضراوات في اقتراح مختلف الأطباق (recipes).

وتنوع الأطباق يعني تنوع العمليات التصنيعية، أيضاً، ولكل منها لابد من تحديد الممرض/ الممرضات الميكروبية ذات الأهمية، وأن يتم ذلك بعناية. وكثيراً ما يسوء تقدير مشاكل مأمونية الأغذية المعتمدة على الخضراوات، لأن معظمها يستهلك طازجاً وغير مصنع، أو لأن الخضراوات المصنعة التقليدية (traditional processed veget.) (المنتجات المعلبة والمجمدة) فعلياً مأمونة. وعلى أي حال، تذكرنا المعلومات الوبائية بأن الخضراوات الطازجة والمصنعة قد تتهم في كثير من تفشيات التسمم الغذائي (outbreaks of food poisoning)، والتي قد تحتوي على مدى واسع من الكائنات الدقيقة الممرضة، وأن القيمة التغذوية للعناصر الغذائية (nutrient value) لمادة الخضراوات كبيرة بدرجة كافية لدعم نمو الممرضات، بنفس الطريقة التي في اللحوم والأسماك وأغذية/ منتجات الألبان (dairy foods) والتي بصفة عامة، تعتبر أفضل مادة تفاعل/ دعم (better substrate) للنمو الميكروبي. ولهذه الأسباب، فإن مأمونية الأغذية المطبوخة المبردة المصنوعة من الخضراوات تستحق أو تتطلب نفس الاعتبار/ الاهتمام الذي يعطى لأي غذاء مطبوخ مبرد.

ما هي التحسينات التي يجب الاهتمام بها من أجل تحقيق مأمونية الأغذية المطبوخة المبردة في المستقبل؟ تحدث معظم التلوثات بالممرضات من الحقل. وقد أظهر ضبط التلوث الحقلي، حيث ينمى الغذاء (الزراعة)، بعض النجاح للإيشريشيا كولاي (E. coli) *والسالمونيلا والليستريا مونوسايتوجينس*، ولكن ما زال هناك عدم وجود برهان واضح محسوس plausible evidence حول مكونات الجراثيم الممرضة، والتي تشكل الاهتمام الأكبر (القضية الكبرى الرئيسة) فيما يتعلق بالأغذية المطبوخة المبردة. وتلقى تقنيات منع تلوث المنتجات التي لا تعامل معاملة حرارية في العبوة النهائية

(تقنيات الغرفة النظيفة clean room technologies)، أو التقنيات القادرة على إعطاء/ تحقيق معاملة حرارية في العبوة النهائية، مثل تقنية الميكروويف، كبديل للتعبئة تحت تفريغ، اهتماماً بالغاً في صناعة الأغذية المطبوخة المبردة.

للأغذية المطبوخة المبردة عمليات تصنيعية معقدة تجمع مخاليط من المكونات المختلفة ومختلف المعاملات الحرارية وظروف البيع بالتجزئة وظروف الحفظ/ فترة الصلاحية التي يفرضها المستهلك. قد يساعد تقييم المخاطر في تحديد المراحل الحرجة في مسار هذه العمليات المعقدة فيما يتعلق بمأمونية الأغذية، وعليه يتم، اقتراح إستراتيجيات تخفيف فاعلة ومناسبة مثل (وبدون حدود) فترة الصلاحية المناسبة والمعلومات للمستهلكين وزيادة المعاملة الحرارية.

إن الوضع الحالي في صناعة الأغذية المطبوخة المبردة سليم (مأمون). وعلى أي حال، وبسبب توسع السوق، يجب إجراء تحسينات مستمرة في مأمونية المنتجات، وذلك من خلال الضبط بشكل أفضل لمصير الممرضات البكتيرية طوال فترة سلسلة التصنيع وأثناء فترة الصلاحية.

(١١,١٢) المراجع

References

ACMSF (ADVISORY COMMITEE ON THE MICROBIOLOGICAL SAFETY OF FOOD) (1992) *Report on Vacuum Packaging and Associated Processes*, London, HMSO.

ADAMS M R and MOSS M 0 (1995) *Food Microbiology*, London, The Royal Society of Chemistry.

BAUMGART J (1987) 'Vorkommen und Vermehrung von *Clostridium botulinum* in vacuum-verpackten rohen und pasteurisierten Kartoffeln und im Kartoffelsalat', *Chem Mikro bioi Technol Lebensm*, 11 74-80.

BEMRAH N, SANAA M, CASSIN M H, GRIFFITHS M W and CERF 0 (1998) 'Quantitative risk assessment of human listeriosis from consumption of soft cheese made from raw milk', *Pre v Vet Med*, 37 129-45.

BEUCHAT L R (1996) 'Pathogenic microorganisms associated with fresh produce', *J Food Protection*, 59 204-16.

BEUCHAT L R and BRACKETT R E (1991) 'Behavior of *Listeria monocytogenes* inoculated into raw tomatoes and processed tomato products', *Appl Environ Microbiol*, 57 1367-71.

BRACONNIER A (2001) *Recherche de* Clostridium botulinum *dans des plats cuisines et etude de sa croissance dans des substrats a base de legumes*, These d'Universite. Universite de Droit, d'Economie et des Sciences d' Aix-Marseille, France.

CARLIN F and PECK M W (1995) 'Growth and toxin production by non-proteolytic and proteolytic *Clostridium botulinum* in cooked vegetables', *Lett Appl Microbiol,* 20 152-6.

CARLIN F and PECK M (1996) 'Growth of and toxin production by nonproteolytic *Clostridium botulinum* in cooked pureed vegetables at refrigeration temperatures', *Appl Environ Microbiol,* 62 3069-72.

CARLIN F, GIRARDIN H, PECK M W, STRINGER S C, BARKER G C, MARTINEZ A, FERNANDEZ A, FERNANDEZ P, WAITES W M, MOVAHEDI S M, VAN LEUSDEN F, NAUTA M, MOEZELAAR R, DEL TORRE M and LITMAN S (2000a) 'Research on factors allowing a risk assessment of spore-forming pathogenic bacteria in cooked chilled foods containing vegetables: a FAIR collaborative project', *Int J Food Microbiol,* 60 117-35.

CARLIN F, GUINEBRETIERE M H, CHOMA C, PASQUALINI R, BRACONNIER A and NGUYEN-THE C (2000b) 'Spore-forming bacteria in commercial cooked, pasteurised and chilled vegetable purees', *Food Microbiol,* 17 153-65.

CASSIN M H, LAMMERDING A M, TODD E C D, ROSS W and MCCOLL R S (1998) 'Quantitative risk assessment for *Escherichia coli* 0157:H7 in ground beef hamburgers', *Int J Food Microbiol,* 41 21-44.

CHILLED FOOD ASSOCIATION (2001) www.chilledfood.org

CHOMA C, GUINEBRETIERE M-H, CARLIN F, SCHMITT P, VELGE P, GRANUM P E and NGUYENTHE C (2000) 'Prevalence, characterisation and growth of *Bacillus cereus* in commercial cooked chilled foods containing vegetables', *J Appl Microbiol,* 88 617-25.

CODEX ALIMENTARIUS (1998) *Draft Code of Hygienic Practice for Refrigerated Packaged Foods with Extended Shelf-life,* ALINORM 99/13, appendix **III.**

DEL TORRE M, DELLACORTE M and STECCHINI M L (2001) 'Prevalence and behaviour of *Bacillus cereus* in a REPFED of Italian origin', *Int J Food Microbiol,* **63** 199-207.

DODDS K L (1989) 'Combined effect of water activity and pH on inhibition of toxin production by *Clostridium botulinum* in cooked, vacuum-packed potatoes', *Appl Environ Microbiol,* **55** 656-60.

ECFF (EUROPEAN CHILLED FOOD FEDERATION) (1996) *Guidelines for the Hygienic Manufacture of Chilled Foods,* London-Paris, ECFF.

FALCONNET F and LITMAN S (1996) 'Le marche des produits sous vide', in *Proceedings of the Second European Symposium on Sous Vide,* Leuven, April 10-12, 1996,231-8.

FARBER J M (1995) 'Regulations and guidelines regarding the manufacture and sale of MAP and sous vide products', in *Principles of Modified-Atmosphere and Sous Vide Product Packaging,* eds Farber J M and Dodds K L, Lancaster PA, Technomic Publishing, 425-58.

FARBER J M and PETERKIN P I (2000) *'Listeria monocytogenes',* in *The Microbiological Quality and Safety of Food, Volume II,* eds Lund B M, Baird-Parker A C and Gould G W, Gaithersburg, Aspen Publishers, 1178-232.

GIRARDIN H, ALBAGNAC C, DARGAIGNARATZ C, NGUYEN-THE C and CARLIN F (2002) 'Antimicrobial activity of foodbome *Paenibacillus* and *Bacillus* spp. against *Clostridium botulinum', J Food Protection,* **65** 806-13.

GOLA S and MANNINO S (1985) 'Produzione di tossina in substrato colturale e alimentare da parte di a1cuni ceppi di *Clostridium botulinum', Industria Conserve,* **60** 39-41.

GUINEBRETIERE M-H (2001) *Bacteries sporulees associees a un modele de plat cuisine refrigere a base de legumes. Origine et Virulence Potentielle de* Bacillus cereus, These de Doctorat, Universite d' Avignon et des Pays du Vaucluse.

GUINEBRETIERE M-H, BERGE O, NORMAND P, MORRIS C, CARLIN F and NGUYEN-THE C (2001) 'Identification of bacteria in pasteurized courgette purees stored at different temperatures and comparison with those found in other pasteurized vegetable purees', *Appl Environ Microbiol,* **67** 4520-30.

HARADA T and PAULUS K (1987) 'Effects of cooking treatment on the texture of root vegetables', *Agric Biol Chem,* **51** 837-44.

HARADA T, TIRTOHUSODO H and PAULUS K (1985) 'Influence of temperature and time on cooking kinetics of potatoes', *J Food Sci,* **50459-62,472.**

HAUBEN K (1999) 'Sous vide cooking: state of art', in *Proceedings of the Third European Symposium on Sous Vide, Leuven, Belgium, March* 25-26, 1999, Leuven, ALMA, 11-27.

ICMSF (1996) *Micro-organisms in Foods.* 5. *Microbiological Specifications of Food Pathogens,* London, Blackie Academic and Professional.

JUNEJA V K, MARTIN S T and SAPERS G M (1998) 'Control of *Listeria monocytogenes* in vacuum-packaged pre-peeled potatoes', *J Food Sci,* **63** 911-14.

LABBE R G (2000) *'Clostridium peifringens',* in *The Microbiological Quality and Safety of Food. Volume* I/, eds Lund B M, Baird-Parker A C and Gould G W, Gaithersburg, Aspen Publishers, 1110-35.

LUND B M (1992) 'Ecosystems in vegetable foods', *J Appl Bacteriol Symp Suppl,* **73** 115S-26S.

LUND B M and PECK M W (2000) *'Clostridium botulinum',* in *The Microbiological Quality and Safety of Food. Volume II,* eds Lund B M, Baird-Parker A C and Gould G W, Gaithersburg, Aspen Publishers, 1057-109.

LUND B M, GRAHAM A F and GEORGE S M (1988) 'Growth and formation of toxin by *Clostridium botulinum* in peeled, inoculated, vacuum-packed potatoes after double pasteurization and storage at 25°C', *J Appl Bacteriol,* **64** 241-6.

MAHAKARNCHANAKUL W and BEUCHAT L R (1999) 'Influence of temperature shifts on survival, growth, and toxin production by psychrotrophic and mesophilic strains of *Bacillus cereus* in potatoes and chicken gravy', *Int J Food Microbiol,* **47** 179-87.

MONTVILLE T J and CONWAY L K (1982) 'Oxidation-reduction potentials of canned foods and their ability to support *Clostridium botulinum* toxigenesis', *J Food Sci,* **471879-82.**

NAUTA M J (2001) 'A modular process risk model structure for quantitative microbiological risk assessment and its application in an exposure assessment of *Bacillus cereus* in a REPFED', Report no. 149106 007, RIVM, Bilthoven.

NGUYEN-THE C and CARLIN F (2000) 'Fresh and processed vegetables', in *The Microbiological Quality and Safety of Food,* eds Lund B M, Baird-Parker A C and Gould G W, Gaithersburg, Aspen Publishers, 620-84.

NOTERMANS S H W (1993) 'Control in fruits and vegetables', in Clostridium botulinum; *Ecology and control infoods,* eds Hauschild A H W and Dodds K L, New York, Marcel Dekker, 233-60.

NOTERMANS S, DUFRENNE J and KEUBETS M J H (1981) 'Vacuum-packed cooked potatoes: toxin production by *Clostridium botulinum* and shelf-life', *J Food Protection,* 44 572 5.

NOTERMANS S, DUFRENNE J, TEUNIS P, BEUMER R, TE GlFFEL M and PEETERS WEEM P (1997) 'A risk assessment study of *Bacillus cereus* present in pasteurized milk', *Food Microbioi,* **14** 143-51.

PECK M W (1997) *'Clostridium botulinum* and the safety of refrigerated processed foods of extended durability', *Trends Food Sci Technol,* 8 186-92.

PICOCHE B, DENIS C and PICHON P (1993) 'Comportement des spores de *Bacillus cereus* dans les legumes cuits sous vide', *Industries Aliment Agric,* **juin** 454-9.

SCHELLEKENS W and MARTENS T (1993) *'Sous vide' cooking,* Luxembourg, Commission of the European Communities.

SNYDER O P (1996) 'Redox potential in deli foods; botulism risk?', *Dairy Food Environ Sanitation,* **16** 546-8.

STRINGER S C, HAQUE N and PECK M W (1999) 'Growth from spores of nonproteolytic *Clostridium botulinum* in heat-treated vegetable juice', *Appl Environ Microbiol,* **65** 2136-42.

VALERO M, LEONTIDIS S, FERNANDEZ P S, MARTINEZ A and SALMERON M C (2000) 'Growth of *Bacillus cereus* in natural and acidified carrot substrates over the temperature range 5-30°C', *Food Microbiol,* **17605-12.**

obeikandl.com