الفصل الخامس

الميكروبيولوجيا
Microbiology

لأن النمو الميكروبي في منتجات اللحوم قد يسبب صعوبات كثيرة، فمن المهم الانتباه إلى الاحتمالات الرئيسة ومعرفة ماذا يمكن أن يتخذ حيالها في المصنع.

على أي حال، هذا الكتيب أو الدليل ليس بكتاب ميكروبيولوجي مدرسي؛ ولا يتضمن تفاصيل للأنواع الميكروبية، وطرق الفحص والتعرف والقياس وغيرها الكثير في مجالات الميكروبيولوجيا. في كثير من الحالات العملية، قد تكون تلك التفاصيل مهمة جداً وبدرجة بالغة مما قد يتطلب وجود اختصاصي يتعامل معها بصورة صحيحة ومضبوطة. إذاً، فمن الواجب الاستعانة باختصاصي ميكروبيولوجي خبير إذا دعت الحاجة.

علمياً: الأمور الأساسية المطلوب معرفتها
Practical: The Main Things to Know

١- **الميكروبات موجودة دائماً على اللحم الطازج** ومعظم مكونات الأغذية الأخرى. ويجب أن يكون مفهوماً أن أي من أو كل الأنواع المسببة للمشاكل قد تكون موجودة، حتى إذا كانت في الأساس موجودة بأعداد قليلة.

٢- **تنمو الميكروبات بسهولة على اللحم**. وبسبب زيادة أعداد الميكروبات ، تظهر الآثار التالية:

• لون بني أو رمادي في اللحم غير المطبوخ (خاصة البيرجرات، والسجق الطازج (صفحة ٩٢، ٩٣).

• روائح فساد .

• سوائل لزجة ونمو أعفان.. الخ (وجود ظاهر للعين للميكروبات).

٣- النمو الميكروبي هو السبب الرئيس للفساد. إن فترة التخزين (storage life) لمعظم أنواع اللحم أو منتجات اللحوم هي الوقت الذي تستغرقه هذه المنتجات لتنمو بها ميكروبات بأعداد كافية تسبب التلون (discoloration) والروائح .. الخ (وهناك أسباب أخرى للفساد ولكن نمو الميكروبات هو السبب الأكثر شيوعاً).

٤- كلما زاد تقطيع اللحم زاد النمو الميكروبي. هناك حماية في بداية الأمر من الجلد أو الأغشية المباشرة للعضلات (الملتصقة بها). كُلما كثر تعرض اللحم للتقطيع ، توافر الغذاء للبكتيريا وكلما زادت الأسطح لنموها. لذا، عندما تتساوى العوامل الأخرى، فإن الجوانب غير المقطعة (من اللحم) هي التي تكون أقل في العد البكتيري مقارنة باللحم المفروم أو المقطع تقطيعاً زائداً.

٥- تأثير الحرارة على النمو:

• على درجات حرارة العمل العادية، **كلما ارتفعت الحرارة، زاد النمو.**

- **منطقة الخطر الميكروبي The microbial danger zone** (هي درجات الحرارة التي تسبب نمواً زائداً) وهي ١٠-٦٣°م (٥٠-١٤٥°ف).

- **درجات حرارة العمل Working temperature** يتم التحكم فيها بالقانون في معظم البلدان: في دول الاتحاد الأوروبي EC والمملكة المتحدة، يجب حفظ منتجات اللحوم واللحوم التي تعد للتقطيع على درجات حرارة لا تتجاوز ١٢°م (٥٤°ف).

• يتوقف النمو الميكروبي في اللحم المجمد (ولكن فقط على درجات أقل من - ١٠°م، +١٤°ف، للأعفان) ولكن يموت القليل من الميكروبات ، تبقى غالبيتها لتنمو مرة أخرى عندما يتم تسييح اللحم.

• عندما يحفظ اللحم لمدة دقيقتين على درجة حرارة أعلى من ٧٠°م (١٥٨°ف)، تتم بسترته (يصبح خالياً من الميكروبات النشطة، ولكن قد يبقى محتوياً على جراثيم (spores) والتي يمكن أن تعاود النمو عند تبريد اللحم).

• يتم تعقيم اللحم عندما يسخن إلى درجة حرارة لا تقل عن ١٠٠°م (٢١٢°ف) لعدة ساعات، أو على درجات حرارة أعلى لأوقات قصيرة، ويتم قتل الجراثيم ،أيضاً.

٦- النمو الميكروبي سبب رئيس للتسمم الغذائي (صفحة ١٢٣، ١٢٤).

النمو الميكروبي
Microbial Growth

تأثيرات الحموضة(الأس الهيدروجيني pH) Effect of Acidity

كقاعدة عامة، تنمو الميكروبات التي تسبب الفساد أو التسمم الغذائي بدرجة أكبر في حالة انخفاض الحموضة (ارتفاع الأس الهيدروجيني) مقارنة بنموها في حالة ارتفاع الحموضة (انخفاض الأس الهيدروجيني). تشمل الاستثناءات (العصوية اللبنية- اللاكتوباسيلاي Lactobacilli) المهمة في حالات خاصة، مثل محاليل البيكون الملحية (bacon brines (صفحة٢٢٣، ٢٢٥) والسجق المتخمر (صفحة ٢٤٠، ٢٤١).

بالإضافة لذلك، تكون المواد الحافظة مثل ثاني أكسيد الكبريت أو النيتريت أكثر فعالية في حالة ارتفاع الحموضة (انخفاض الأس الهيدروجيني).

لذا، يجب تفادي الأحوال التي تعطي حموضة منخفضة (أس هيدروجيني مرتفع)، بقدر الإمكان، على سبيل المثال، تفادي استخدام الفوسفات القلوية (عالية الأس الهيدروجيني) (alkaline phosphates). وحيث لا يمكن تفادي مثل هذه الأحوال، ويمكن القول بأن فترة الصلاحية ستقصر. على سبيل المثال، عادة، لبيكون الطوق(collar bacon) الذي له أس هيدروجيني عالي، فترة صلاحية أقصر مما لبيكون الظهر.

الرطوبة ونمو الأعفان (الفطريات) Moisture and Mould Growth

تنمو الأعفان نمواً جيداً في وجود بيئة رطبة (damp condition) ولكن ليس وجود بلل (wet condition) ، أي رطوبة نسبية RH = ٨٥-٩٥٪ (وبعضها تنمو في رطوبة نسبية أقل قد تصل إلى ٦٥٪). وكما مع ميكروبات أخرى، تقتل الأعفان على درجات حرارة البسترة. تنمو بعض الأنواع تحت ظروف التجميد، و تنمو ببطء على درجات منخفضة إلى حوالي -١٠°م (١٤°ف) صفحة (١١٤).

بصفة شائعة، تحدث الرطوبة عندما يحدث تكثيف على سطح جاف نسبياً. والتكثيف وارد في أي وقت يأتي هواء دافئ ليلامس سطحا باردا. وتنمو الاعفان فإذا كان السطح يحتوي مادة غذائية صالحة لنموها.

نمو الأعفان داخل الفطائر Mould growth inside pies

انظر صفحة ٢٦١.

التكثيف وتكوين الأعفان (الهيكلية) خارج المخازن المبردة، الخ..

Condensation and structural mold outside cold stores

حتى عندما يتم عزلها جيداً، فإن جدران المخزن المبرد عادة تكون أبرد من الجو المحيط. إذا كانت الجدران مكسوة ، معزولة (claded)بمواد ممتصة (absorbent)مثل الخشب الرقائقي(plywood) ، قد لا يكون التكثيف واضحاً ولكن يتم الاحتفاظ بالرطوبة (الحالة الرطبة dampness) ، وقد يحدث نمو الأعفان، ويكون هذا غير واضح للعيان وقد يشكل مصدراً لتلوث المنتجات.

يمكن علاج المشكلة بتركيب كسوة عازلة غير منفذة (impermeable cladding) مثل الألمنيوم أو البلاستيك القوي (قد لا يكون الدهان المقاوم للأعفان فعالاً بدرجة كبيرة جداً).

يكون التكثيف دائماً متوقعاً على المنتجات التي تخرج من مخزن التبريد إلى مناخ أدفأ.

النمو الميكروبي غير المرغوب أثناء العمليات التصنيعية

Unwanted Microbial Growth During Manufacturing Processes

النمو الميكروبي غير المرغوب محتمل الحدوث، خاصة في محاليل الجل (jelly solutions) المستخدمة في القطائر (انظر صفحة ٢٥٦-٢٥٧) . عندما يتم إعادة تدوير محاليل النكهات أو الفوسفات .. الخ، المستخدمة للحقن في الدواجن أو اللحوم الأخرى، وماء تبريد العلب (can-cooling water)، ويلاحظ أن:

- بعض المحاليل المائية قد تبقى لوقت طويل في المضخات (pumps)والصمامات (valves) والأنابيب(pipes)، .. الخ.
- السائل الذي يمر عليها قابل للتلوث بالعصير، .. الخ، من المنتج المعالج.
- قد يشجع محتوى المحلول المائي (liquor)، خاصة إذا كان ملوثاً بالمنتج، النمو الميكروبي (تذكر بأن محاليل التقديد الملحية عالية المحتوى من الملح عادة مأمونة بدرجة كافية في هذا المنحنى، ولكن معظم المحاليل المائية الشائعة الأخرى ليست كذلك غير مأمونة الضرر).
- قد لا يتم التحكم في درجات الحرارة.

حدوث النمو الميكروبي أمر قوي الاحتمال في مثل هذه الأحوال. إذا حدث النمو، فإن المحلول الذي استخدم في نهاية اليوم سيلوث المنتج الذي يتم تصنيعه بعد ذلك.

ما يجب اتخاذه من إجراءات :

- التحكم في درجات الحرارة -كلما أمكن ذلك- يجب أن يكون المحلول المائي بارداً (على أقل من ١٠°م) أو ساخناً (أعلى من ٧٥°م، ١٨٧°ف) .
- التفريغ المنتظم (الدوري) للنظام، مع الغسيل الجيد.

الاستخدامات الإيجابية للنمو الميكروبي Positive Uses of Microbial Growth

محاليل التقديد الملحية Curing brines

انظر صفحة (٧٣، ٧٤) لاستخدام محاليل التقديد الملحية في عملية تصنيع بيكون الويلتشاير (Wiltshire bacon process) المعروفة بالمحاليل الملحية الحية "live brines»، أي المحاليل التي يتم فيها نمو ميكروبي نشط متحكم فيه.

عندما تكون المكورات الدقيقة (micrococci) وأنواع أخرى من بكتيريا معينة موجودة، بالإضافة الى وجود المواد الصلبة الذائبة من اللحوم المغمورة في المحلول

الملحي، فيجب أن يكون تركيز الملح أقرب إلى التشبع أو متشبعاً (٢٦٪ وزن/ وزن، ٣١٪ وزن/ حجم):

نترات (nitrate) ← (نمو ميكروبي microbial growth) نيتريت (nitrite)

بذا، يتم المحافظة على محتوى المحلول الملحي من النيتريت بإضافة مزيد من النترات.

إذا كانت الميكروبات نفسها موجودة على المنتج (مثلاً البيكون)، إذاً سيتم تحويل النترات في المنتج إلى النيتريت. يعني ذلك، بأن محتوى المنتج من النترات يوفر مخزوناً أو إمداداً احتياطياً للنيتريت، ولذا يطيل من فترة الحفظ (الصلاحية). لكن، إذا كانت الميكروبات الضرورية (المعنية) غير موجودة على المنتج، فلن يتم تحويل النترات إلى نيتريت.

تنطبق أسس مشابهة على المحاليل الملحية المستخدمة لمنتجات أخرى.

السجق المتخمر Fermented sausages

التغيرات الميكروبية في السجق المتخمر الخ. سببها الميكروبات الموجودة طبيعياً في المصنع، وأكثر من ذلك عادة ،تسببها تلك الميكروبات الموجودة في الأنظمة الحديثة لمزارع البادئات المضافة (added starter culture). والعمليات الميكروبية الأساسية هي:

أ) نترات ← (مكورات nitrite micrococci nitrate) نيتريت.

ب) كربوهيدرات (سكريات، الخ) (sugars etc) carbohydrate ← (اللاكتوباسيلاي Lactobacilli) حمض اللاكتيك (حمض اللبن Lactic acid).

ج) قد يسمح بالنمو السطحي للأعفان أو قد يشجع هذا النمو أثناء عملية التجفيف النهائية التي تستغرق وقتاً طويلاً.

المحصلة النهائية لكل من محتوى حمض اللاكتيك وانخفاض محتوى الرطوبة (= نشاط مائي قليل) ومحتوى نيتريت احتياطي ؛ كل هذه مع بعضها ببعض تعطي فترة صلاحية طويلة على درجات حرارة الجو العادية المحيطة ambient (temperature).

تتطلب إدارة أو التحكم في هذه التغيرات بالدرجة الصحيحة وبالترتيب السليم الصحيح، عناية ومهارة وخبرة، وتوجد التفاصيل الكاملة في الفصل التاسع.

السيطرة على الميكروبات أو تحطيمها Control or Destruction of Microbes

المواد الحافظة Preservatives

المواد الحافظة هي المواد التي تبطئ أو تمنع النمو الميكروبي، وبذلك تطيل فترة الصلاحية. يتم التحكم في استخدامها بشدة في كل الأقطار. وتوضح القائمة التالية مواد الحفظ الأساسية المسموح باستخدامها في منتجات اللحوم:

- **النترات والنيتريت في اللحوم المقددة (المعالجة) Nitrates and nitrites in cured meats**. راجع صفحة ٨٢،٧٥ لمناقشة تأثيرات المواد الحافظة ومشكلة التأكد من السلامة من مخاطر الكوليستريديوم بوتشيلينيوم (clostridium botulinum) وفي الوقت نفسه تفادي مخاطر أمينات النيتروز(nitrosamines)؛ راجع صفحة ٨٢،٨١ للحدود المسموح إضافتها .
- **ثاني أكسيد الكبريت Sulphur dioxide**. يسمح بإضافة ثاني أكسيد الكبريت للنقانق الطازجة ولحوم البرجر حتى ٤٥٠ جزءاً في المليون في دول السوق الأوروبية (EU) والمملكة المتحدة(UK).
- **البنزوات والباراهيدروكسي بنزوات Benzoates and parahydroxybenzoates**. يسمح بإضافة هذين المضافين في الباتي (فطيرة لحم أو سمك pate) ونقانق الكبد(liver sausages) وجلي فطائر اللحم وعلى سطح منتجات اللحوم المجففة في دول السوق الأوروبية(EU) والمملكة المتحدة. في الولايات المتحدة يصنفان ضمن المجموعة الآمنة (جراس GRAS) (أفراد هذه المجموعة تُعد بصفة عامة، مأمونة) ولذا فيسمح بإضافتهما إلى منتجات اللحوم.
- **السوربات Sorbate**. يسمح بها في الولايات المتحدة الأمريكية ولكن في دول السوق الأوروبية يسمح بها فقط في منتجات معينة.

التفاعلات المتداخلة للمواد الحافظة Preservative interactions

فترة الصلاحية النهائية لأي منتج وخلوه من الأحياء والكائنات المضرة أو الضارة، تحددهما التفاعلات المتداخلة لآثار مواد الحفظ وآثار المواد المضادة لمواد الحفظ التي قد تكون موجودة ، مثل :

- الحمل الأصلي للأحياء الدقيقة.
- التركيزات الأصلية وبقايا تركيزات المواد الحافظة.
- المعاملة الحرارية(الوقت ودرجة الحرارة).
- تركيز الملح.
- الأس الهيدروجيني(pH).
- وجود ونوع الفوسفات العديدة (polyphosphates).
- درجة حرارة وفترة التخزين.

التفاعلات المتداخلة لهذه العوامل معقدة ولم تفهم جيداً بعد . وما زال البحث في هذا الحقل مستمراً ، مع الهدف الواضح بأن المزيد من فهم ومعرفة هذه الأشياء سيمكن ويسهل إعداد تراكيب أفضل وأكثر نقاوة للمنتجات، وكذلك لضمان أقصى المأمونية والسلامة الميكروبيولوجية مع رضى وتقبل المستهلكين وخفض مخاطر أذاهم وضررهم في نفس الوقت.

أحد المداخل كان تقدير عوامل الخطورة (risk factors) ؛ على سبيل المثال، قد نقترح بأنه:

- إذا زادت كمية النيتريت المضافة في منتج محدد في ١٠٠ جزء من المليون إلى ٢٠٠ جزء في المليون ، فقد يقل خطر بكتريا الكلوستريديوم بوتشيلينيوم بمقدار ٠,٣٣ من الخطر الأصلي (مهما كان ذلك).
- إذا خُفِّضت كمية النيتريت المضافة من ١٠٠ جزءاً في المليون إلى ٥٠ جزءاً في المليون ، قد يرتفع الخطر من الكلوستريديوم بمقدار ٣,٣ ضعفاً من الخطر الأصلي.

مدخل آخر هو فكرة تقنية العقبات تقنية التعويق [hurdle technology (Leistner, 1995)]. في هذه التقنية، يُعد الملح والأس الهيدروجيني والمعاملة الحرارية .. الخ، سلسلة من العقبات أو الحواجز وضعت في طريق الميكروبات الحية، وعلى هذه الميكروبات أن تقاومها لتبقى. إذا رُفع أي حاجز أو عقبة بدرجة كافية، فإن الكائن الحي الدقيق لا يستطيع البقاء معه. وعلى أي حال، فإن التعبير الكمي (quantitative expression) لهذا يكون هكذا- ما مقدار الزيادة أو الرفع في حاجز أو عقبة يجب تعويضه لمقدار انخفاض في آخر - غير أن هذا الأمر ما زال بعيداً عن الوضوح في كل الأحوال.

ربما، المحاولة الأكثر فائدة إلى الآن، هي النموذج المصغر للغذاء (Food Micromodel) وهو برنامج حاسوبي يعطي منحنيات نمو لكائنات حية فردية تحت ظروف قياسية من الوقت ودرجة الحرارة والأس الهيدروجيني والنشاط المائي (water activity). ويمكن استخدام هذا البرنامج لتقدير مخاطر النمو الزائد للبكتيريا الضارة في الأغذية ذات المحتويات المختلفة وتحت ظروف التخزين المختلفة.

المعاملات الحرارية Heat processes

- **تبستر** الأغذية إذا تم طبخها إلى ٧٠°م (١٦٠°ف) وحفظها على هذه الدرجة من الحرارة لمدة دقيقتين على الأقل. يمكن خفض الوقت اللازم لإكمال البسترة على درجات حرارة أعلى. تقتل البسترة كل الميكروبات النامية ولكن تبقي بعض الجراثيم(spores)؛ ومن غير المحتمل أن تسبب هذه الجراثيم فساداً أو تسمماً في وقت قصير، ولكنها قد تتحول إلى خلايا خضرية (قابلة للنمو vegetative)إذا حفظت الأغذية التي توجد فيها هذه الجراثيم على درجات حرارة عادية.
- **يعقم** الغذاء إذا طبخ حتى تصل حرارته إلى ١٠٠°م (٢١٢°ف) *وحفظ على* تلك الدرجة لعدة ساعات، أو طُبخ إلى ١٢٠°م (٢٥٠°ف) وحفظ لعدة دقائق؛ تحت

هذه الظروف من المعاملة الحرارية يتم تحطيم الجراثيم ومن قبلها الأحياء الخضرية النامية (vegetative organisms).

- **تتحسن(تطول)** فترة الصلاحية للأغذية بعد البسترة أو التعقيم، بالتبريد المضبوط الجيد والحفظ والحماية ضد إعادة التلوث(recontamination) (كما في العلب). على أي حال، إذا سمح لإعادة التلوث، وإذ إن كل الميكروبات الحية قد أبعدت أو قضي عليها بالمعاملة الحرارية، فلن يكون للتلوث أو الملوثات الجديدة منافس ولذا فستنمو بسهولة. زيادة على ذلك، إذا كان التلوث الجديد يضم نسبة كبيرة من الميكروبات الضارة، فإن الغذاء سيتلف أو يصبح ساماً نسبياً وبسرعة - وعليه يجب التنبيه للمخاطر البالغة للتلوث الخلطي (cross-contamination) للأغذية المطبوخة مع الأغذية والمواد غير المطبوخة.

نظم التعبئة والتغليف Packaging systems

التغليف المفرغ Vacuum Packaging عموماً، التغليف المفرغ مفيد لتثبيط معظم البكتريا المفسدة، وبذا يطيل فترة الصلاحية والحفظ؛ لأن هذه البكتريا تتطلب أكسجين للنمو الطبيعي.

وعلى أي حال، تذكر بأن الجراثيم لم تقتل ولكن تبقى ساكنة وقد تسبب مشكلات بعد فتح العبوة. لهذا السبب، يوصى بالسماح للعبوات المفرغة المعدة للبيع بالمفرق **بأقصى فترة صلاحية (حفظ)** ممكنة لا تتجاوز ١٠ **أيام** من تاريخ التعبئة. (معلمة بالتخصيص: «استخدم خلال تاريخ الصلاحية»)، ما لم يكن بها مادة حافظة أو طريقة حفظ أخرى موجودة، مثل المعاملة الحرارية أو التقديد (Advisory Committee Report, 1992).

مع اللحوم الطازجة (غير المعالجة أو غير المطبوخة)، فإن غياب الأكسجين يسبب فقدان اللون الأحمر المميز للحم (انظر صفحة ٨٩) . لذا ، فإن التغليف المفرغ نادراً ما يستخدم لعبوات البيع بالمفرق(retail packs)، ولكن يستخدم على نطاق تجاري واسع لتخزين القطعيات الفاخرة ، لوقت طويل أو متوسط الأجل .

مع اللحوم المقددة (المعالجة cured meats) هناك المميزات التالية:

• طرد الأكسجين أو تفريغ العبوة منه ويبطء هذا الطرد النمو الميكروبي. وينتج النمو الميكروبي القليل ثاني أكسيد الكربون والذي بدوره يفاقم إبطاء أي نمو مستمر؛ وبذلك تطول فترة الحفظ.

• أيضاً يحسن إبعاد الأكسجين ثباتية اللون (صفحة ١٠٣).

• يتم تفادي فقدان الرطوبة.

• بالإضافة لذلك، هناك الفوائد التجارية التسويقية للتعبئة المسبقة pre-packaging حيث تكون في وحدات سهلة ومريحة للعرض والبيع والشراء؛ والتداول الصحي (hygiene handling)داخل محل البيع وفيما بعد.

ومع اللحم المقدد (المعالج) المطبوخ (cooked cured meat) يوجد العيب التالي:

• لون القديد في العبوات المفرغة الشفافة غير ثابت للضوء، خاصة الأشعة فوق البنفسجية، (انظر صفحة ١٠٥). و على أي حال، يمكن التغلب على هذه المشكلة باستخدام أفلام تغليف حاجزة للأشعة البنفسجية(UV-barrier packaging films) .

التعبئة في الجو الهوائي المعدل Modified atmosphere packaging: هنا يختلف الوضع، حيث تصنع العبوة أساساً لتحتوي على نسبة عالية من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الفراغ القمي (head space atmosphere) من أجل التأثير الحافظ لثاني أكسيد الكربون.

يمكن تغليف اللحم الطازج المغلف مسبقاً (prepacked) في خليط من ثاني أكسيد الكربون (Co_2) ١٠-١٥٪، أكسجين ٨٥-٩٠٪؛ حيث يحافظ المحتوى العالي من الأكسجين على اللون الأحمر للحم وذلك عند البيع بالمفرق.

يفضل الاحتفاظ بتركيز أكسجين منخفض قدر الإمكان، أو التخلص منه نهائياً؛ وذلك عند حفظ اللحم الطازج على هيئة قطع كبيرة (in bulk) (مثال قطعيات الذبيحة الرئيسة) وعند حفظ اللحوم المقددة (المعالجة) خاصة. قد يستخدم غلاف جوي

يحتوي ١٠٠ ٪ ثاني أكسيد كربون وإن كان ثاني أكسيد كربون بنسبة٤٠-٨٠٪ هو الأكثر استخداماً مع ٢٠-٦٠٪ نيتروجين. كذلك فإن استخدام كميات قليلة من غاز خامل مثل الأرجون (argon)يكون أمراً نافعاً مفيداً أيضا، ولأسباب غير واضحة حتى الآن.

عملية صوص-فايد Sous-vide: في هذه العملية يصحب التغليف المفرغ معاملة حرارية متوسطة (لمدة ١٠٠ دقيقة على ٧٠°م، ١٥٨°ف؛ أول١٠ دقائق على ٩٠°م، ١٩٤°ف)، ثم يتبع ذلك الحفظ والتداول على درجة منخفضة متحكم فيها بعناية (صفر - ٣°م، ٣٢-٣٧°ف). يمكن استخدام هذه العملية للحوم المطبوخة طبخاً هيناً أو المنتجات الأكثر تعقيداً مثل الوجبات الجاهزة (ready meals)؛ وذلك لإنتاج منتجات بدون إضافة المواد الحافظة، مع أقل فواقد نكهة وفترة صلاحية مقبولة تجارياً حتى ٨ أيام.

التعبئة النشطة Active packaging: يمكن إضافة مواد معينة في مواد التعبئة أو في الأشياء التي يتم إدخالها في العبوة، وذلك لزيادة فترة الصلاحية (shelf-life)، عن طريق تغيير الظروف داخل العبوة بعد قفلها.

أشهر هذه المواد وأكثرها شيوعاً كانسات (مزيلات) الأُكسجين (Oxygen scavengers). وهي عبارة عن كُبيسات (sachets) صغيرة مقفولة أو حاويات أخرى(يكتب عليها بطاقة لا تأكل)، و تحتوي بودرة مختزلة (reducing powders) عادة تعتمد على الحديد - أو حمض الأسكوربيك (كمكون أساسي) والتي تكون قادرة على إزالة آخر آثار (بقايا) للأُكسجين، أي الآثار التي قد تكون ذائبة في منتج ما من منتجات اللحم المقدد.

التعليب Canning: التعليب حالة خاصة تتطلب العناية بالآتي:

- تسخين المنتج بدرجة كافية لقتل البكتيريا وكل الجراثيم الضارة .
- عمل تغليف مأمون وقوي؛ لمنع أي إعادة تلوث.

انظر صفحة ١٦٦ لعملية التعليب؛ صفحة ١٦٦ – ١٦٨ للأكياس المرنة (flexible pouches)؛ وصفحة ٢٣١ للحوم المعالجة المبسترة.

التسمم الغذائي
Food Poisoning

عادة، التسمم الغذائي أصله ميكروبي. و يمكن أن يحدث بطريقتين:

- **العدوى Infections**: تحدث العدوى؛ نتيجة لتناول المستهلك لغذاءٍ يحتوي في العادة على أحياء دقيقة (live organisms)، ولكن ليس دائماً بأعداد كبيرة؛ أو:
- **تسمم Intoxication**: ويحدث التسمم عندما يأكل المستهلك غذاءً يحتوي على سموم أنتجتها الأحياء الدقيقة التي قد تكون أو لا تكون موجودة لحظة الاستهلاك.

وتشمل أعراض العدوى أو التسمم الإسهال و/ أو التقيؤ؛ ولأن الجسم يحاول التخلص من السم. هناك اختلافات بين الأحياء الدقيقة المختلفة فيما يتعلق بشدة الأعراض، ومنذ اللحظة الأولى لاستهلاك الغذاء وحتى بدء الأعراض. يعطي الجدول رقم (١, ٥) ملخصاً للأحياء الدقيقة الرئيسة المسئولة عن التسممات، مصادرها الشائعة، والأعراض التي تنتجها.

تذكر: أن الكوليستريديا (Clostridia) تكون جراثيم تتميز بأنها:

- مقاومة للحرارة، لذا فقد تبقى وتتحمل المعاملات الحرارية التي تقضي على الأحياء الدقيقة العادية (الخضرية vegetative).
- تنمو جيداً في غياب الهواء.

لذا ، فإن الكوليستريديا خطيرة بصفة خاصة في:

- الأغذية التي تحفظ دافئة بعد الطبخ (تسمح للجراثيم بأن تنمو germinate).
- العبوات المفرغة (vacuum packs).

- أجزاء كبيرة من المنتج التي قد تتلوث في الوسط [مثل الرومي المحشو، والباتي (فطائر اللحم pate) في العبوات الكبيرة].

يوجد استعراض واسع لأسباب وضبط (السيطرة على) التسمم الغذائي في الكتب الدراسية المرجعية مثل Harrigan and Park, 1991.

الجدول رقم (١ , ٥). الأحياء الدقيقة التي تسبب التسمم الغذائي.

الكائن الحي	المصدر الأساسي أو أصله	التأثيرات
الاستافيلوكوكاي (staphylococci)	(أ) الممرات الأنفية) للحيوانات والإنسان؛ لذا: • فالناس المصابين بالبرد ،الخ • لحوم الرأس للحيوانات • لحوم أخرى بدرجة أقل	تسمم (Intoxication) الحدة: خفيف إلى متوسط طور البدء: سريع، ٢–٨ ساعات
	(ب) الجروح الملوثة المعدية [الدمامل الخراريج (boils)..الخ]. • الناس • الحيوانات – يجب التعامل معها عند فحص او تفتيش اللحوم (ج) تذكر أن بعض الأستافيلوكوكاي متحملة للملوحة (salt-tolerant) ولذا فقد تعيش في اللحوم المعالجة (المقددة).	

تابع الجدول رقم (١, ٥).

الكائن الحي	المصدر الأساسي أو أصله	التأثيرات
السالمونيلا (Salmonellae) *اليرسينيا(Yersinia)* *الكامبيلوباكتر (Campylobacter)*	أمعاء الحيوانات والناس يتلوث اللحم في مرحلة إعداد الذبائح (ذبحها، سلخها ..الخ) • يحمل بعض الناس أنفسهم السالمونيلا بدون أعراض ،وبذلك قد ينقلونها الى اللحم.	عدوى (Infection) الحدة: متوسطة إلى حادة، قاتلة أو مميتة في بعض الحالات الشديدة (مثلاً صغار الأطفال والمسنين) طور البدء: بطيء ،١٢-٢٤ ساعة.
الكوليستريديا (Clostridia)	• التربة: لذا توجد في الأوساخ المرتبطة بالحيوانات • التوابل	تسمم (Intoxication) الحدة : *الكوليستريديوم بيرفرينجنس (Cl perfringines)* متوسطة الحدة، *البوتشيلينيوم (botulinum Cl)* غالباً ما تكون مميتة. طور البدء: متوسط إلى بطيء ،٨-٢٤ ساعة أو أطول من ذلك.

عملياً : الأشياء الأساسية المطلوب أداؤها

Practical: The Essential Things to Do

للحوم الطازجة ومنتجاتها For Fresh Meat and Fresh Meat Products

١ – ابدأ بأقل ميكروبات ممكنة Start with as few microbes as possible

• اعمل على تطبيق الشئون الصحية (النظافة) الجيدة (good hygiene) وأعمل على حدوث أقل تأخير في مراحل الذبح والسلخ وإزالة العظام والنقل (انظر أسفل الأسس العامة).

• إذا لم تكن المراحل تلك تحت إشراف وتحكم المصنع، يجب معرفة الموردين ويجب وضع شروط ومواصفات صارمة وتطبيقها. المواصفة المعقولة للعد الكلي السطحي للحم المُشترى بعظمه هي: رفض اللحم إذا كان العد ١٠ ٦ كائن حي/ جم أو / سم٢ (روتينياً يمكن رفض اللحم إذا كان العد ١×١٠ ٤ تحت ظروف جيدة؛ كما يمكن رفضه بعد ١×١٠٣ مع العناية).

• تنفيذ التدوير والرقابة الجيدة للمخزون من المواد الخام(proper rotation and stock control of raw materials) كما يجب أن يكون المصنع نظيفاً و كذا محلات البيع.

٢- قلل النمو الميكروبي أثناء التصنيع

Minimize microbial growth during process

• **يكون النمو أكثر على سطوح اللحم المقطع Growth is greater on cut meat surfaces**: عندما يقطع اللحم أو يهرس، يجب أن يستخدم خلال وقت قصير وبدون تأخير. يجب ألاَّ تبقى شدفات أو قطيعات اللحوم (meat fragments) والسوائل المنفصلة(drip) والعصير (juice) .. الخ، على الأجهزة، وأسطح العمل أو مخفية عن النظر لتصبح مصادر لمزيد من التلوث. يكون الفساد واضحاً عندما يصل العد الكلي إلى ١٠ ٨ مستعمرة/ جرام أو في كل سم مربع. فترة الصلاحية القصوى هي عدد الأيام اللازمة ليصل العد الكلي إلى المستوى المذكور سابقاً.

• **ضبط (السيطرة على) درجة الحرارة من الأمور الحرجة المهمة Temperature control is critical**: يجب تبريد اللحم أو تجميده عند الضرورة . قد يقلل سوء استخدام المبردات(abuse of chillers) الخ..(على سبيل المثال، بزيادة تحميلها فوق الطاقة والتحكم الضعيف في الأبواب (القفل) ، الخ...) كفاءتها بدرجة بالغة . و من غير الضروري حفظ اللحم في مناطق العمل الدافئة.

• يمكن الحصول على فترة الصلاحية طويلة فقط، عندما يكون العد الكلي الابتدائي(initial count) ودرجة حرارة الحفظ منخفضان. تقل فترة الصلاحية بدرجة كبيرة بالارتفاعات البسيطة جداً في درجات حرارة التخزين في مدى ١٠ إلى ٦°م (٣٠-٤٣°ف).

• انظر *إرشادات معهد علوم وتقنية الأغذية (IFST Guidelines for the handling of chilled foods,1990)* لتداول الأغذية المبردة لمعرفة الكثير من الجوانب العملية في هذا المجال.

٣- لا تعمل على حدوث التلوث

Do not introduce contamination

• ***نظافة المصنع*** **Factory hygiene** : يُمكن التنظيف غير الجيد للمعدات وأجزائها أو/ والأماكن الميكروبات من البقاء وقد يؤدي إلى تلوث المنتجات الطازجة المارة خلال هذه المعدات.

• ***النظافة الشخصية*** **Personal hygiene** : لبس الملابس الواقية النظيفة وغسل اليدين من الإجراءات الأساسية الضرورية التي تمنع إدخال ميكروبات محمولة بواسطة العاملين. تأثير ذلك في القيم السائدة بصفة عامة مفخرة للعمل.. الخ، ولذا فالتأثير غير المباشر على نظافة المصنع أمرٌ مهماً أيضاً.

• ***ضبط أو السيطرة على القوارض والحشرات*** **Pest Control**: قد تلوث القوارض والحشرات والطيور المنتجات مباشرة. لذا بصفة عامة، فإن للتحكم في هذه الآفات آثاراً جانبية جيدة على النظافة.

• ***تأخير الإنتاج*** **Delays in Production**: عندما يكون هناك تأخير في الإنتاج ، يجب أن يُعتني بالمواد الموجودة في أسفل الكومة؛ وقد تبقى هذه المواد طويلاً الى أن تفسد وتصبح خطرة على المواد النظيفة سريعة الحركة.

للحوم المطبوخة (المطهية) ومنتجاتها For Cooked Meat and Cooked Meat Products

٤- أطبخ طبخاً جيداً للقضاء على كل الكائنات الحية المسببة للفساد والتسمم الغذائي

Cook thoroughly to destroy all spoilage and food poisoning organisms

عادة، يكون الطبخ إلى درجات حرارة يبدو اللحم عندها مطبوخ بقدر كاف، والأفضل من ذلك استخدام مقاييس حرارة لقياس درجات الحرارة في مركز المنتج، والتي يجب أن تصل إلى ٧٠°م، ١٥٨°ف، أو أعلى.

لا تقتل الجراثيم في معظم عمليات الطبخ ولكنها لا تسبب مشكلات طوال بقائها ساكنة وممنوعة من النمو، و يتم ذلك بإجراء العمليات التالية بصورة صحيحة.

٥- برد تبريداً جيداً، تحت ظروف (تبريد) نظيفة

Cool thoroughly, in clean conditions

- امنع التأخير على درجات حرارة دافئة.
- إما أن يؤكل الطعام ساخناً وإما أن يبرد فوراً وبسرعة وكفاءة، وإما أن يجمد إذا استدعى الأمر ذلك.

٦- تجنب التلوث الخلطي Avoid cross-contamination

يجب *تفادي* تلوث المنتجات المطبوخة (مبسترة أو معقمة) باللحم غير المطبوخ، أو بالمعدات أوالعاملين الذين يتداولون ويلامسون اللحم غير المطبوخ مهما كانت التكاليف. ولأن اللحم المطبوخ يكون نظيفاً، فإن أي تلوث جديد مثلاً بالميكروبات المسببة للتسمم الغذائي، قد تنمو بصفة خاصة سريعاً. يجب على الأقل أن تعمل في إنتاج المنتجات غير المطبوخة مجموعة مختلفة من العمال، كما يجب تنظيم خطوط الإنتاج لتفادي التحولات من استخدام خط لآخر. والوضع المثالي هو أن تستخدم غرف مختلفة (للمنتجات غير المطبوخة).

لاحظ: يشكل الموظفون المراقبون الذي يتحركون بين الأقسام مخاطر خاصة. يجب عليهم غسل أيديهم بإستمرار من وقت لآخر. كما يجب ضبط التحركات وملامسة المناطق النظيفة نسبياً والمتسخة نسبياً (مثلاً خطوط الذبح والسلخ).

الغذاء المطبوخ Cooked food

قد يعاد تسخين الطعام المطبوخ الذي برد ، شريطة *أن يسخن جيداً*؛ مثلاً إلى ٧٠°م (١٥٨°ف) كحد أدنى لدرجة حرارة مركز اللحم؛ وذلك لقتل أو تحطيم أي ميكروبات قد تكون نمت منذ الطبخ الأوّلي، *ومن أجل الاستهلاك المباشر*؛ لتفادي أي احتمالات نمو جراثيم باقية (حية). إذا كان هناك أي شك في أي من النقاط التي ذكرت، يجب عدم تسخين الطعام مرة أخرى.

obeikandl.com