

منشورات جامعة دمشق
كلية الزراعة

**التصنيع الغذائي
(الجزء النظري)**

الدكتور عبدالحكيم عزيزية
أستاذ مساعد في قسم علوم الأغذية

الدكتور سمير سليق
أستاذ في قسم علوم الأغذية

جامعة دمشق 1429 - 1430 هـ
2009 - 2010 م

الفهرس

1 مقدمة

3 الفصل الأول: تطور اقتصاديات تصنيع الأغذية

- 3 - تطور تصنيع الأغذية
- 4 - اقتصاديات تصنيع الأغذية
- 5 - الإمكانيات الاقتصادية لتصنيع الفاكهة والخضار في القطر
- 6 - صناعة الأغذية في سورية
- 8 - أهمية الصناعات الغذائية

10 الفصل الثاني: ميكروبيولوجيا الحليب الخام

- 10 - أهمية وجود الأحياء الدقيقة في الحليب
- 11 - مصادر تلوث الحليب بالأحياء الدقيقة
- 12 - الأحياء الدقيقة الملوثة للحليب
- 15 - التغيرات التي تحدثها الأحياء الدقيقة في مكونات الحليب
- 17 - الأحياء الدقيقة الممرضة المنتقلة للإنسان عن طريق الحليب
- 18 - مرض التهاب الضرع

20 الفصل الثالث: فساد الأغذية ومراقبة الجودة

- 20 - مقدمة
- 21 - الأسباب العامة لفساد الأغذية
- 22 - العوامل المؤثرة في فساد الأغذية
- 22 - العوامل المؤثرة على نمو الأحياء الدقيقة في الغذاء
- 27 - تلوث الغذاء من المصادر الطبيعية وفي أثناء الإعداد والتحضير
- 30 - فساد الخضار والفاكهة
- 32 - الأحياء الدقيقة في الأغذية المجمدة والمجففة والمعلبة

- التسمم الغذائي 34
- مراقبة جودة الأغذية 37
- واجبات قسم مراقبة الجودة 38
- الصفات الحسية الشخصية والصفات الموضوعية التحليلية 40

45 **الفصل الرابع: حفظ الأغذية**

- **حفظ الأغذية بالتبريد والتجميد** 45
- فوائد التبريد وطرقه وأوساطه 45
- شروط التخزين المبرد 49
- تأثير التبريد في المادة الغذائية 51
- فوائد التجميد وطرقه 52
- التجميد السريع والتجميد البطيء 54
- الأغلفة المستعملة في عملية تغليف الأغذية المعدة للتخزين المجمد 56
- **حفظ الأغذية بالتجفيف** 58
- فوائد التجفيف 59
- تحضير الأغذية قبل تجفيفها 59
- التجفيف الطبيعي والتجفيف الاصطناعي 60
- الأسس الفيزيائية التي تحكم عملية التجفيف 61
- أنواع آلات التجفيف الاصطناعي 63
- خصائص المواد الغذائية المجففة 66
- **حفظ الأغذية بالتعليب** 70
- خطوات عملية التعليب 70
- اختبار العلب المحفوظة 81
- الفساد الميكروبيولوجي في الأغذية المعلبة 82
- القيمة الغذائية للأغذية المعلبة 83
- **حفظ الأغذية بالحرارة** 84

- أنواع المعاملات الحرارية للأغذية 84
- مقاومة الأحياء الدقيقة وأبواغها للحرارة 87
- العوامل المؤثرة في مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة 88

الفصل الخامس: تصنيع الحليب السائل 91

- مقدمة 91
- الأقسام الرئيسية في مصانع الحليب السائل 91
- البسترة وطرقها 92
- التعقيم 100
- المنتجات الثانوية 105

الفصل السادس: تصنيع الحليب المجفف والمكثف والمثلجات اللبنية 106

- تعريف الحليب المجفف 106
- خطوات تصنيع الحليب المجفف 106
- تعريف الحليب المركز أو المكثف 109
- الخطوات الأساسية في صناعة الحليب المعقم المركز غير المحلى 109
- الخطوات الأساسية في صناعة الحليب المعقم المركز المحلى 111
- تعريف المثلجات اللبنية 113
- خطوات تصنيع المثلجات اللبنية 114

الفصل السابع: تصنيع الألبان المتخمرة 118

- مقدمة 118
- اللبن أو اليوغورت وتعريفه 119
- أنواع اليوغورت المنتشرة في العالم 119
- تصنيع اليوغورت 120
- بادئ اليوغورت 122
- المعاملات الأولية للحليب المعد لصناعة اليوغورت 124

- العوامل التي تؤثر في صفات اليوغورت 126
- عيوب اليوغورت 127

الفصل الثامن: تصنيع الأجبان 131

- مقدمة 131
- تعريف الأجبان وتصنيفها 131
- الأنزيمات المجبنة للحليب 132
- العوامل المؤثرة على سرعة التجبن الأنزيمي 135
- البادئات المستخدمة في صناعة الأجبان 136
- الخطوات الأساسية في صناعة الجبن 138
- فساد الجبن وعيوبه 143
- وصفات تصنيع بعض أنواع الأجبان الأكثر شهرة في سوريا 144

الفصل التاسع: تصنيع القشدة والزبدة والسمن 148

- مقدمة 148
- تعريف القشدة 148
- طرق الحصول على القشدة 149
- طرق حفظ القشدة 151
- التركيب الكيميائي للزبدة 152
- طرق تصنيع الزبدة 152
- الأساس في صناعة السمن 159
- طرق صناعة السمن 159
- صفات السمن الجيد 159

الفصل العاشر: تصنيع اللحوم 161

- الخامات المستخدمة في تصنيع اللحوم 163
- تمليح اللحوم 165

- الآلات والمعدات المستخدمة في تصنيع اللحوم 168
- المعاملات الحرارية التي تجري على اللحوم 176
- تصنيع المرتديلات المسلوقة والسجق والنقانق 179
- تصنيع المرتديلات المدخنة نصف المجففة والمجففة 185
- تصنيع المرتديلات والسجق والنقانق والمنتجات نصف المصنعة قليلة التكلفة ... 190
- تعليب اللحوم 191

201 **الفصل الحادي عشر: تصنيع منتجات البيض**

- غسيل السطح الخارجي للبيض وتنظيفه وتطهيره 201
- آلات كسر قشرة البيضة وسحب محتواها وفصل الصفار عن البياض 203
- تكنولوجيا إعداد منتجات البيض المجمدة وتحضيرها 204
- تكنولوجيا إعداد منتجات البيض المجففة وتحضيرها 208
- التغيرات التي تطرأ على منتجات البيض المجففة في أثناء التخزين 211
- القيمة الغذائية لمنتجات البيض المجففة 212
- تعليب منتجات البيض 216

220 **الفصل الثاني عشر: تصنيع المرطبات وعصير الفاكهة**

- المرطبات الغازية غير الكحولية 221
- عصائر الفاكهة ومنتجاته 224
- متطلبات إنتاج عصير الفاكهة والأشربة من المعدات 226
- عصائر الفاكهة (العنب، البرتقال، التفاح، الخوخ، الأجاص) 228
- مركبات الفاكهة 231

234 **الفصل الثالث عشر: تصنيع الهلام والمربى والمربلاد**

- المكونات الأساسية للهلامات 235
- متطلبات معدات إنتاج الهلام والمربى والمربلاد 237
- تصنيع الهلام والمربى والمربلاد 238

الفصل الرابع عشر: تصنيف المخلفات 248

- تصنيع مخلل الخيار 248

- تخليل الزيتون الاخضر 254

الفصل الخامس عشر: الصحة العامة والتخلص من النفايات في مصانع الأغذية 258

- شروط اختيار مصنع الأغذية 258

- تخطيط وبناء مصنع الأغذية 261

- الصحة العامة في مصانع الأغذية 263

- خصائص الماء المستخدم في مصانع الأغذية 265

المصطلحات العلمية 268

المراجع العربية 290

المراجع الأجنبية 291

مقدمة

ابتدأت منذ مطلع السبعينات من القرن الماضي مستويات نمو الطلب على السلع الزراعية تتجاوز نمو الإنتاج الزراعي في الوطن العربي، مما أدى إلى انخفاض ملموس في مستويات الاكتفاء الذاتي، وازدياد في الاعتماد على مصادر غير عربية ولا سيما في السلع الغذائية الأساسية مثل القمح والأرز والزيوت واللحوم والألبان. ويعد تطور الصناعات المرتبطة بحفظ الأغذية وتداولها وباستنباط أغذية جديدة ركيزة مهمة ومكملة لأي خطوات تتخذ للوصول إلى مستويات مقبولة من الاكتفاء الذاتي.

شهدت سوريا في الفترة القليلة الماضية إقبالا كبيرا على إقامة المنشآت الصناعية وبناء مصانع الأغذية التي تضم كثيراً من خطوط الإنتاج المختلفة لمعظم المصنعات الغذائية. وعلى الرغم من جدية هذه المصانع والحدائق التي تملكها آلات هذه الخطوط الجديدة وأجهزتها فهي غير قادرة على تصنيع الغذاء الجيد المتميز بالخصائص الغذائية اللازم توافرها في الأغذية المصنعة إذا لم يتم بإدارة هذه الخطوط ويشرف على تشغيل هذه الأجهزة عمال مدربون ومهندسون مهرة، تزودوا بالأساس العلمي اللازم لتصنيع الأغذية.

إن التطور الكبير الذي حصل في حقل إنتاج الأغذية وتصنيعها، وتسخير معظم العلوم التقنية الحديثة في هذا المجال، بالإضافة للأهمية الكبيرة في تصنيع وتوفير الغذاء بصورة صحية وجيدة لملايين السكان الذين ضاقت بهم رقعة الأرض، ومع إدراك المنتج والمصنع والمستهلك للغذاء وما لهذه الصناعة من أهمية كبيرة من النواحي الغذائية والاقتصادية، الأمر الذي تطلب منا إنجاز كتاب التصنيع الغذائي الجزء النظري الذي تضمن أحدث الطرق والوسائل والأجهزة المستعملة في مجال تصنيع الأغذية.

بهذه الروح العلمية الصادقة والأمل العميق لتقديم كل ما هو جديد يفيد في تقديم الفائدة العلمية ويعطي الطالب النظرة الثاقبة والفهم الصحيح لعمليات التصنيع الغذائي كتبت فصول هذا الكتاب الذي تولى فيه الأستاذ الدكتور سمير سليق كتابة الفصول الثاني والخامس والسادس والسابع والثامن والتاسع الذي تناول فيها ميكروبيولوجيا الحليب ومن ثم تصنيع الحليب السائل والمجفف والمكثف وتصنيع المثلجات اللبنية ثم تطرق إلى تصنيع الألبان والأجبان وأخيراً تناول تصنيع القشدة والزبدة والسمن، وقام الأستاذ الدكتور عبدالحكيم عزيزية بكتابة الفصول الأول والثالث

والرابع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر والثالث عشر والرابع عشر والخامس عشر حيث تناول شرح تطور اقتصاديات تصنيع الأغذية ثم فساد الأغذية ومراقبة الجودة وانتقل إلى طرق حفظ الأغذية بعدها تطرق إلى بعض الصناعات الغذائية مثل تصنيع اللحوم والبيض وتصنيع المرطبات وعصير الفاكهة والهلام والمربى والمرملاد ومن ثم تصنيع المخلات وتناول أخيراً الصحة العامة والتخلص من النفايات في مصانع الأغذية.

ويأمل المؤلفان أن يكون هذا الكتاب عوناً للطلاب في دراستهم نحو المعرفة الصحيحة والفائدة الممتعة والخبرة العملية ليكون مرشداً لهم في تخطي العقبات التي يمكن أن يواجهوها في حياتهم. لقد بذلنا ما استطعنا من جهد وتخيرنا المفيد وانتقينا العلمي الصالح، نقدم الفكرة الواضحة والعبارة السهلة كلما أمكننا ذلك ليخرج هذا الكتاب صلب العود قوي البناء عظيم الفائدة يفيد بحاجة كل طالب علم، ونرجو أن نكون وفقنا في الوصول إلى الغاية التي نريدها وإن جانبنا الحظ فحسبنا أننا حاولنا.

المؤلفان

دمشق في 2010/06/01

الفصل الأول

تطور اقتصاديات تصنيع الأغذية

Economic Development of Food Processing

تطور تصنيع الأغذية

- هناك عدة عوامل يتوقف على توافرها إمكانات تطور تصنيع الأغذية. وترتبط هذه العوامل بمدى توافر المواد الزراعية الخام والعمالة والأسواق المحلية والخارجية. وفيما يلي بيان بهذه العوامل:
- 1- أن يكون هناك إنتاج كاف من الخامات الزراعية اللازمة لقيام قطاع صناعي غذائي في مناطق تسمح بإجراء عمليات الفرز والتعبئة للمنتجات التي تسوق طازجة أو تلك الناتجة عن عمليات الحفظ والتصنيع.
 - 2- مدى اتساع السوق المحلية وقدرتها الاستيعابية، وهذا يتعلق بالمستويات المعيشية والقدرة الشرائية ومستوى التعليم والثقافة الاستهلاكية والعادات الغذائية.
 - 3- تشجيع الدولة بتقديم القروض والتسهيلات الائتمانية والمصرفية وتشجيع التعليم وتحسين المواصلات وإقامة مراكز البحوث العلمية الهادفة إلى تطوير أساليب التصنيع والتخزين والتداول واستتباب المنتجات الجديدة.
 - 4- انخفاض تكاليف الإنتاج، وخاصة أسعار مواد التعبئة وأجور العمال.
 - 5- توافر العمالة المدربة والمعرفة الفنية والخبرة الاقتصادية والإدارية.
 - 6- توافر طرق المواصلات ووسائل النقل الملائمة.
 - 7- التموين الكافي من الوقود والكهرباء والماء.
 - 8- إمكانات التصدير إلى الأسواق الخارجية.
 - 9- القيام بالدعاية الكافية.

اقتصاديات تصنيع الأغذية

تعد زيادة الإنتاج الزراعي أحد العوامل الرئيسة لزيادة الدخل القومي، وذلك عن طريق التوسع الزراعي الأفقي والعمودي، بحيث يؤدي إلى توافر فائض إنتاجي من المنتجات الزراعية يزيد عن حاجة الاستهلاك الطازج. إلا أن توافر الإنتاج الزراعي دون إيجاد الوسائل العملية لاستغلال فائض هذا الإنتاج قد يؤدي إلى نتائج سلبية. لذلك يجب أن تتجه السياسة الزراعية نحو زيادة الدخل القومي عن طريق زيادة قيمة المنتجات الزراعية، وذلك بإدخال العمليات الصناعية على تلك المنتجات عن طريق تنمية الموارد الضرورية للتصنيع الزراعي وتقديم التسهيلات الكفيلة لتحقيق هذه الغاية. ومثل هذا الاتجاه نحو التصنيع الزراعي سوف يؤدي إلى زيادة الدخل القومي وذلك عن طريق:

- 1- توفير بعض المبالغ التي تدفع لاستيراد المنتجات الغذائية من الخارج أو كلها والإفادة من هذه المبالغ باستيراد مستلزمات الإنتاج التي لا تتوافر محليا.
- 2- تحويل كثير من الخامات الزراعية إلى سلع غذائية ذات قيمة عالية تسد الحاجة من المواد الاستهلاكية.
- 3- الاستفادة من المحاصيل التي لا تجد سوقا رائجة، أو تلك التي تباع بأثمان غير مجزية وتوفرها في أوقات لا تتوافر فيها طازجة، وتوفرها على مدى أيام السنة بأسعار مناسبة.
- 4- تأمين الحالة الاقتصادية وتدعيمها لتنويع طرائق الاستغلال الزراعي وتجنب الاعتماد على محصول واحد (كالقطن مثلا).
- 5- تشجيع إنتاج المواد الأولية اللازمة للألبان واللحوم والبيض، مما يزيد من دخل المزارع نظراً لأن هذه المنتجات تمد المزارع بدخل مستمر فلا يتعرض للبطالة الموسمية.
- 6- التوسع في إنتاج اللحوم والألبان ينتج عن التوسع في تربية الماشية والتي تزيد بدورها من خصوبة التربة بما تخلفه من أسمدة عضوية، إضافة إلى زيادة إنتاج المحاصيل العلفية اللازمة لتغذية الماشية.
- 7- تقوم الصناعات الغذائية بدعم اقتصاديات الريف بمعدلات أكبر مما تقدمه الصناعات الأخرى.
- 8- لمنتجات الصناعات الغذائية مجالات كبيرة في أسواق الدول المتقدمة التي يرتفع فيها الطلب على الاستهلاك وذلك بسبب ارتفاع مستوى معيشة سكانها.
- 9- تشغيل عدد كبير من العمال مما يدعم دخل الفرد ويرتفع بمستوى معيشتة.

الإمكانات الاقتصادية لتصنيع الفاكهة والخضار في القطر

يعد القطر العربي السوري من أنسب المناطق لإنتاج أنواع عديدة من الخضار والفاكهة والمنتجات الحيوانية بسبب صلاحية أرضه وملاءمة جوه لإنتاج الكثير منها طوال العام، ويوجد في القطر الآن العديد من المصانع لهذه المواد الأولية، أهمها مصانع التعليب حيث يوجد حالياً العديد من المصانع في مختلف مناطق القطر، وتقوم بتعبئة أنواع عديدة من منتجات أهمها رب البندورة والبازلاء والفول والمربيات بأنواعها واللحوم، إضافة إلى بعض صناعات التجفيف كتجفيف البصل والعنب والقمردين والتين، إلى جانب مصانع إنتاج العصائر الطبيعية والمشروبات الغازية وغيرها. وقد ازداد نشاط هذه الصناعات مؤخراً بسبب تصدير منتجاتها إلى الأسواق الخارجية. وتعاني هذه الصناعات الكثير من المصاعب التي تعيق تقدمها على الوجه المرغوب، وأهمها:

- 1- عدم توافر خامات الإنتاج، حيث إن الكثير من الخضار والفاكهة لا يكاد يكفي لحاجة الاستهلاك المحلي على الصورة الطازجة وبالتالي لا يوجد فائض إنتاج يكفي لتشغيل الصانع المنشأة أو التي يمكن إنشاؤها على مدار العام أو على الأقل لأطول مدة ممكنة لتغطية تكاليف الإنشاء والإنتاج.
- 2- كثرة المخاطر نتيجة للتقلبات الإنتاجية والتسويقية والسعرية للخضار والفاكهة، ويمكن علاج ذلك بإيجاد إنتاج منظم ومناسب لتشغيل هذه الصناعات.
- 3- ارتفاع أسعار مواد التعبئة كالصفيح والزجاج والورق المقوى المستخدم في الصناعة من الخارج.
- 4- ارتفاع أسعار بعض الخامات لبعض الصناعات مثل السكر الذي يكون حوالي 70 % من مكونات المربيات و حوالي 50 % من مكونات الشرابات والخشافات.
- 5- عدم توافر أنسب الأصناف لعمليات الحفظ المختلفة، حيث إن هناك أصناف خاصة مستنبطة أو يمكن استنباطها لتناسب عمليات التعبئة والحفظ المختلفة.

صناعة الأغذية في سورية

خطت سورية خطوات واسعة في مجال توسيع معامل تصنيع الأغذية التابعة للقطاع العام، فازداد عددها من بضعة مصانع حتى جاوز العشرين مصنعاً وشركة. وسخرت الدولة قدراً كبيراً

من الإمكانات لتمويل شراء المعدات لتحديث هذه المصانع وبناء نهضة صناعية غذائية حديثة. فقد تم إنشاء العديد من مصانع الكونسروة (التعليب) والسكر والخميرة والمخابز الآلية بقدرات تزيد أضعاف المرات عما كان متاحاً في سوريا من قبل، وحاولت هذه الشركات أن ترقى بصناعاتها ومنتجاتها إلى المستوى المأمول من جودة التصنيع وتحقيق الأرباح، والإسهام في توفير الغذاء الجيد للمواطن، ورفع مساهمتها في الاقتصاد الوطني. ومن أجل النهوض بصناعة الأغذية في الجمهورية العربية السورية ينبغي إعادة النظر في الأمور التالية:

1- كمية الإنتاج المحدودة: على الرغم من توافر بعض أنواع الخضار والفواكه بكميات تسوغ إقامة مصانع أغذية بطاقات إنتاجية كبيرة فإن معظم المصانع المقامة حتى تلك التابعة للقطاع العام تعد إذا ما قورنت بمثيلاتها في الدول المتقدمة صغيرة وطاقات إنتاجية محدودة مما ينتج عنه ألا يكون إنتاجاً كافياً حتى للاستهلاك المحلي، ناهيك عن فوات فرص التصدير.

2- التجهيزات ومعدات التصنيع: من المسلمات القول إنه لا يمكن الحصول على منج نهائي جيد إلا إذا توافرت المادة الأولية الجيدة والتجهيزات والمعدات القادرة على التعامل معها بكفاءة عالية. إن معظم مصانع الأغذية القائمة في سورية (القطاع العام) تستخدم تجهيزات ومعدات انقضت عمرها الإنتاجي وعفى عليها الزمن من الناحية التقنية. إن تطوير هذه الصناعات يتطلب بالضرورة إحلال تجهيزات ومعدات تصنيع متطورة وحديثة محل تلك القديمة والبالية.

3- الإدارة: ينبغي إيلاء هذا الجانب الأهمية التي يستحقها، فالإدارة الواعية في المصنع هي في مقام الدماغ في الجسم، فهي التي تتولى أعمال التخطيط للعمليات التصنيعية وتسعى لتنفيذها باقتدار وحكمة ودراية، متجنباً الصعاب وواضعة بدائل حلول للمشكلات التي تعترضها ومستهدفة الوصول بالإنتاج إلى أرقى المستويات وتحقيق العوائد المالية والاقتصادية المجزية من خلال تطبيقها أسس العلم والتقانة وأصول علم المحاسبة.

4- النقل والتعبئة: استحدثت مؤخراً وسائل نقل وتعبئة توفر الاحتفاظ بخصائص جودة المواد الغذائية الأولية بما يضمن وصولها إلى خطوط التصنيع في أحسن حال. إلا أننا لا نزال نلاحظ أن ذلك يتم في شروطه الدنيا، وحالته شبه البدائية كنقل ثمار البندورة

والخضار الأخرى إلى مصانع التعليب، أو حتى نقل وحدات الفروج بعد ذبحها ونزع أحشائها في أكياس الخيش مكدسة في الشاحنات فوق بعضها بعضاً. وتؤدي مثل هذه الممارسات إلى إصابة المواد الأولية بالرضوض والخدوش والكدمات ويلحق بها الأذى والفساد ونمو فطريات العفن والميكروبات، مما ينتج خسائر مادية مباشرة وأخرى صحية واجتماعية.

5- عرض السلع الغذائية: لا يزال يفتقر الى وجود طرائق متطورة لعرض المنتجات الغذائية لبيعها في عبوات أنيقة وجذابة وتعمل في الوقت نفسه على الاحتفاظ بخصائص جودة المنتجات في أثناء عرضها على رفوف محلات البيع.

6- المشكلات والعقبات: لا يمكن القبول بوقف الإنتاج وتعطيل المصنع بسبب عدم توافر المواد الأولية أو أعطال المعدات أو عدم توافر المواد المساعدة. وعموماً تنحصر مشكلات الإنتاج لدى القطاع العام في مجال التصنيع الغذائي بما يلي:

- (أ) عدم توافر المواد الأولية بالكميات المطلوبة طوال الموسم
- (ب) تدني مواصفات المواد الأولية وانحرافها عن المواصفات القياسية مما يلحق الضرر بالإنتاج وجودته.
- (ت) عدم توافر بعض مستلزمات الإنتاج كعدم توافر علب الصفيح للتعليب في معامل التعليب (الكونسروة).
- (ث) ارتفاع أسعار مستلزمات الإنتاج المحلية والمستوردة مما يؤدي إلى رفع تكاليف الإنتاج.

أهمية الصناعات الغذائية

يمتاز القطر العربي السوري بخصائص جغرافية ومناخية جعلت الصناعات الغذائية تشكل ركناً مهماً من أركان الاقتصاد القومي لأنها تقوم باستيعاب المحاصيل النباتية والحيوانية الفائضة وتصنيعها وذلك لتأمين حاجة المواطنين من السلع الغذائية المصنعة المتنوعة وتسويقها في جميع

الأوقات والفصول، ورفد الخزينة العامة بالأموال الناتجة عن تصدير هذه المواد المصنعة. وتبرز أهمية الصناعات الغذائية فيما يلي:

أولاً- أهمية الصناعات الغذائية في تقدم الزراعة:

يتطلب التصنيع الغذائي مواد أولية على درجة عالية من الجودة وحسن المواصفات الأمر الذي لا يتوافر في الأصناف العادية المتداولة في الزراعة، كما يحتاج المصنع إلى كميات كبيرة ترد إلى مصنعه باستمرار ودون انقطاع طوال الموسم ويرغب بإجراء عقود طويلة الأمد مع المزارعين لزراعة الأصناف التي يصنعونها ويلزمون بزراعة الأصناف المرغوبة التي غالباً ما يقوم صاحب المصنع بتحديد وإعطائها إلى المزارع كما يتدخل بتحديد كيفية الزراعة والعناية ومكافحة الآفات والحصاد، ولكي يستطيع المزارع القيام بهذه الالتزامات يوفر لزراعته كل المستلزمات الحديثة من آلات زراعية ومعدات مكافحة وري وقطاف وحصاد ونقل. وبهذا تنتقل الزراعة من زراعة تقليدية يدوية إلى زراعة آلية متطورة يستطيع المزارع معها أن ينتج المحاصيل الوفيرة ذات الجودة العالية والصفات المتماثلة في الشكل والحجم والتي يأتي نضجها متقارباً ومتتالياً لكي يستمر توريد هذه المواد الأولية إلى المصنع أطول فترة ممكنة.

ثانياً- أهمية الصناعات الغذائية والأمن الغذائي:

الأمن الغذائي هو ضمان توفير السلع الغذائية ذات القيمة الغذائية المناسبة والأسعار المقبولة التي تكفل للإنسان بقاءه حياً قادراً على أداء واجباته اليومية أداء سليماً. فالأمن الغذائي هو قدرة البلد أو الشعب على توفير الاحتياجات الأساسية من الغذاء للمواطنين وضمان حد أدنى من تلك الاحتياجات بانتظام من خلال إنتاج السلع الغذائية وتصنيعها. ومن هنا تبدو أهمية الصناعات الغذائية في الوقت الذي يزداد الطلب فيه على السلع الغذائية المصنعة الجيدة، فإذا لم يمكن توفيرها في بلد ما اضطر مرغماً إلى استيرادها.

ثالثاً- أهمية الصناعات الغذائية في إنشاء الصناعات المكملة وتطويرها:

يحتاج التصنيع الغذائي إلى كثير من المواد الأولية والأجهزة والمعدات والمواد المساعدة. ولا بد لتقدم التصنيع الغذائي من أن تتقدم وتنشط الصناعات المساعدة، وأولى هذه الصناعات صناعة العبوات والأوعية التي تعبأ بها المواد المصنعة، ونرى أن نشاط هذه الصناعة وتطورها في البلاد المتقدمة صناعياً يواكب تطور التصنيع الغذائي. إن المظهر الخارجي للعبوات هو مظهر جمال

وذاق وإبداع يستهوي المستهلك بعرض السلع الغذائية مغلفة بأنماط من الأغلفة الجميلة ذات الرسوم والأشكال الجذابة مما يدفع بصناعة الورق وصناعة الكرتون شوطاً إلى التقدم والازدهار إذا أصبحت هذه المواد تلبي أغراض التعبئة لكثير من المواد المصنعة. لقد أثر التصنيع الغذائي تأثيراً عظيماً في تصنيع أجهزة التصنيع ومعداته، فابتكرت الطرائق المتنوعة في بسترة الأغذية وتعقيمها وآلات الإغلاق وآلات الغسل والسلق وآلات التعبئة السريعة والدقيقة في عملها، ولقد دفعت المشكلات التي واجهت تصنيع الأغذية أصحاب المصانع إلى اللجوء إلى مراكز البحث المتخصصة لمساعدتهم على حل هذه المشكلات.

الفصل الثاني

ميكروبيولوجيا الحليب الخام

أهمية وجود الأحياء الدقيقة في الحليب:

يعد الحليب سائلاً متعادلاً غنياً بالمواد الغذائية الضرورية لنمو أنواع الكائنات الحية جميعها حيث يحتوي على الكربوهيدرات، البروتينات، الليبيدات، الأملاح والفيتامينات. وبالتالي كان يعتقد بأن الحليب يعد وسطاً مثالياً لنمو وتكاثر الأحياء الدقيقة وخاصة القدرة على تمثيل اللاكتوز والبروتينات إلا أنه في الوقت الحاضر تم نفي هذا الاعتقاد وذلك بالاعتماد على الملحوظات الآتية:

- يتمثل المصدر السكري الأساسي في الحليب (طاقة) باللاكتوز، وهو سكر صعب الاستقلاب من عدد كبير من البكتيريا والخمائر .
- على الرغم من غنى الحليب بالمواد الآزوتية (أكثر من 3%) فإن أكثرها يتمثل بالكازئين وإن القليل من الأحياء الدقيقة التي تملك نظاماً أنزيمياً مناسباً من أجل تحليل الكازئين والشيء نفسه يقال بالنسبة إلى الليبيدات .
- يحتوي الحليب الطازج عند الحلابة على مواد مضادة للبكتيريا مما يمنع من نمو بعض الأنواع الحساسة لهذه المواد .

ومع ذلك ونظراً لكون مصادر تلوث الحليب الخام كثيرة ومتعددة وخاصة في الاستثمارات الصغيرة والتي تستخدم الحلابة اليدوية ، فعادة ما يحدث التلوث بأعداد كبيرة ومتنوعة من الميكروبات وإن عدداً منها قادر على تحليل بروتينات الحليب محول إياها إلى أجزاء أكثر بساطة وبشكل كاف (أحماض أمينية حرة) يسمح لعدد آخر من الكائنات الحية الدقيقة والتي كانت بطور السكون من الاستفادة من هذه المواد من أجل نموها وبالتالي العمل على زيادة تحلل الحليب .

إن لوجود الأحياء الدقيقة في الحليب أهمية خاصة وذلك لعدة أسباب أهمها :

- 1- وجود أعداد كبيرة من البكتيريا في الحليب دلالة على مدى عدم العناية بإنتاجيته وبخاصة النظافة وبالتالي الاستدلال على مدى جودته.
- 2- تسبب البكتيريا عندما تسمح لها الظروف بالنمو والتكاثر في الحليب تغييرات في طبيعته الكيميائية، فتسبب تحلل الدهون والبروتينات و اللاكتوز ويصبح الحليب غير مستساغ وتتنخفض قيمته الغذائية .

- 3- الحليب عرضة للتلوث بالبكتيريا المرضية ولذا يجب اتخاذ الاحتياطات اللازمة وإتلاف مثل هذا النوع من البكتيريا في حال تلوث الحليب بها .

4- تنتج بعض الأحياء الدقيقة عن طريق الأنزيمات التي تفرزها تغييرات كيميائية مرغوب فيها في الحليب عند تحويله إلى بعض المنتجات الأخرى مثل الألبان المتخمرة والأجبان والزبدة .

مصادر تلوث الحليب بالأحياء الدقيقة

أولاً- تلوث الحليب داخل الضرع:

من الصعب الحصول من ضرع البقرة على حليب معقم (خال من الجراثيم) مهما كانت شروط الحلابة تامة من حيث النظافة والتطهير ، فهناك دائماً في داخل الضرع أحياء دقيقة تلوث الحليب في أثناء استخلاصه وتدخل الجراثيم إلى داخل الضرع بوساطة طريقتين:

- عن طريق الصعود: خلال قناة الحلمة حيث تدخل الجراثيم عن طريق فتحة الحلمة حيث تنتقل أغلب جراثيم الحليب العادية وبعض الجراثيم المرضية .

- عن طريق النزول (داخلية): حيث تستطيع بعض الجراثيم المرضية الوصول إلى الضرع عن طريق الدورة الدموية وبخاصة عصيات السل والإجهاض المعوي .

نستنتج من ذلك أن قنوات الحلمة هي المصدر الأول لتلوث الحليب ولا يعد الضرع مصدراً لتلوث الحليب إلا إذا كان الحيوان مصاباً بمرض التهاب الضرع أو مصاباً بمرض معد وذلك لأنه على الأغلب يفرز الحليب من خلايا غدد الإفراز الموجودة بالضرع معقماً.

ثانياً- تلوث الحليب خارج الضرع:

يأتي الجزء الأعظم من الحمولة الجرثومية للحليب نتيجة تلوثه بعد خروجه من الضرع ويختلف هذا التلوث كثيراً بحسب ظروف إنتاج الحليب وتخزينه.

ومن أهم مصادر هذا التلوث نذكر :

- 1- جلد الضرع: يسبب التلوث وخاصة عند عدم غسل الضرع أو نتيجة الغسيل السيئ.
- 2- جو الإسطبل: غالباً ما يكون جو الإسطبل نتيجة تجمع الأوساخ والروث فيه عاملاً على زيادة عدد البكتريا المعلقة بالهواء وبالتالي تصبح مصدراً لتلوث الحليب.

3- جسم الحيوان: تتساقط الأوساخ والتي مصدرها الروث والفرشة والأفخاذ والذيل والضرع وتصل إلى آنية الحليب في أثناء الحلابة ولهذا المصدر أهمية كبيرة عند الحلابة اليدوية وتخف أهميته مع استعمال الحلابة الآلية .

4- حالة الشخص القائم بالحلابة: قد تنتقل البكتريا وبخاصة المرضية منها من أيدي الحلاب الحامل للمرض أو ملابسه الحاملة للغبار أو فمه أو أنفه، لذلك يجب عدم تشغيل العمال الحاملين للأمراض المعدية وإجراء الفحوص الطبية لهم بين فترة وأخرى.

5- الأواني وآلات الحلابة: وتعد أهم مصدر للتلوث بالبكتريا وبخاصة عندما لا تكون نظيفة.

6- نوعية المياه: لنوعية المياه أهمية كبيرة فالمياه غير النظيفة أو الملوثة المستعملة لغسل الأواني والآلات يمكن أن تكون سبباً لتلوث خطر جداً وبخاصة للقشدة والزبدة.

الأحياء الدقيقة الملوثة للحليب

يعكس عدد الأحياء الدقيقة و أنواعها الموجودة في الحليب بعد إنتاجه مباشرة مدى التلوث داخل الضرع وخارجه وتؤثر ظروف نقل الحليب وتخزينه (درجة الحرارة والفترة الزمنية) في هذا العدد وكذلك في الأنواع السائدة من الأحياء الدقيقة.

ويتراوح تعداد الأحياء الدقيقة نحو 1000 خلية/ مل عندما يكون التلوث خلال الإنتاج قليلاً جداً ويصل إلى نحو 1000000 خلية/ مل .

أما التعداد الأولي الذي يشير إلى 100000 / مل فيدل على ظروف إنتاجية سيئة بينما يعطي التعداد 10000 / مل دلالة على ممارسة جيدة للتنظيف والتعقيم ضمن المزرعة.

ومن أهم الميكروبات التي يمكن أن تلوث الحليب الخام نذكر:

أولاً - البكتريا :

1- عائلة *Micrococcaceas*

الأجناس التابعة لها والتي لها علاقة بالألبان هي:

Micrococcus , *staphylococcus* وهي عبارة عن مكورات موجبة لغرام.

2- عائلة *Streptococcaceas* الأجناس التابعة لها والتي لها علاقة بالألبان هي:

Streptococcus , *Leuconostoc* وهي عبارة عن مكورات موجبة لغرام.

3- عصيات موجبة الغرام وغير متبوعة ويدخل تحت هذه الصفات الأجناس التالية:

Microbacterium .a

Corynebacterium .b

Arthrobacter .c

Kurthia .d

Lactobacillus .e

4- عصيات موجبة الغرام و متبوعة

ويتبع لها الأجناس التالية

Bacillus -

Clostridium -

5- عصيات سالبة لغرام

وينصوي تحتها الأجناس التالية

-Flavobacterium *-Acinetobacter* *-Pseudomonas*

-Aerobacter *- Klebsiella* *-Enterobacter*

-Alcaligenes *-Serratia* *-Escherichia*

ثانياً- الخمائر:

الخمائر كائنات حية دقيقة مكونة من خلية واحدة بيضوية الشكل كبيرة نسبياً، قطرها حوالي 4-

10 ميكرون ، ومن أهم الأجناس التابعة لها والتي لها علاقة بالألبان نذكر:

Torulopsis, Candida, Kluyveromyces, Debaryomyces.

ثالثاً- الفطور:

ليس للفطور أهمية عملية عندما تلوث الحليب السائل وذلك لأنها تحتاج إلى زمن تكاثر طويل

مقارنة مع البكتيريا فهي إذا لا تستطيع منافسة البكتيريا في مثل هذه الأجواء وإنما تؤدي وظيفة

مهمة في بعض مشتقات الحليب وخاصة في إنضاج بعض الأجبان.

ومن أهم أجناس الفطور التي توجد عادة في الحليب ومشتقاته ما يلي:

- الجنس *Rhizopus*
- الجنس *Penicillium*
- الجنس *Aspergillus*
- الجنس *Geotrichum*
- الجنس *Cladosporium*
- أنواع خاصة من البكتيريا:

1. البكتيريا المقاومة للحرارة *Thermoduric Bacteria*

وهي مجموعة من البكتيريا تقاوم درجة حرارة البسترة (63 م° 30 دقيقة) ولكنها لا تتمكن من النمو بها ولذا تبقى في الحليب بعد بسترتة وتسبب ارتفاع عدد البكتيريا. ومن أهم أنواع البكتيريا التي تنتمي إلى هذه المجموعة نذكر:

- الجنس *Micrococcus* مثل الأنواع *M.luteus* , *M.varians*
- الجنس *Staphylococcus* مثل *S.faecalis*
- البكتيريا المتبوعة الهوائية مثل *Bacillus.cereus* , *Bacillus.subtilis*
- *Microbacterium* وخاصة *M. Lacticum* و تعد من أكثر البكتيريا غير المتجرثة مقاومة للحرارة لذلك فهي توجد باستمرار في الحليب المبستر .
- الجنس *Lactobacillus* مثل النوع *L.casei*

2. البكتيريا المحبة للحرارة *Thermophilic Bacteria*

وهي مجموعة من البكتيريا تنمو على الدرجة 55م وإن درجة الحرارة العليا لنموها هي حوالي 70 م وهي عادة عصيات متجرثة غير مرضية و تسبب وجود طعم غير مرغوب بالحليب بالإضافة إلى ارتفاع حموضته وتخثره عند تعرضه للحرارة ،وأهم أنواع البكتيريا غير المتبوعة الموجودة في الحليب والمحبة للحرارة هي

Lactobacillus thermophilus

3. البكتيريا المحبة للبرودة *Psychrophilic Bacteria*

وهي مجموعة من البكتيريا يمكنها أن تنمو على درجة الحرارة المنخفضة (درجة حرارة البراد) بين 2/ - 10 م/ ولذا تسبب هذه البكتيريا مشكلة كبرى للحليب ومنتجاته التي تحفظ في البرادات.

وتتنمي البكتريا المحبة للبرودة إلى الأجناس التالية :

<i>P.fluorescens</i>	وأهمها النوع	<i>Pseudomonas</i>	-
		<i>Flavobacterium</i>	-
		<i>Alcaligenes</i>	-
		<i>Achromobacter</i>	-
		<i>Acinetobacter</i>	-

وقد عزلت بعض أنواع من الجنس *Clostridium* , *Bacillus*

هذا وإن الأنواع التابعة للجنس *Pseudomonas* تسبب عدة تغيرات غير مرغوبة في طعم الحليب مثل تقه المذاق والطعم المتأكسد والطعم المر المتزنخ وذلك نتيجة تحللها الى بروتينات ودهن الحليب.

إن حرارة البسترة تقضي على جميع أنواع هذه البكتريا لذا فوجودها في الحليب المعقم أو المبستر دلالة على التلوث بعد إجراء المعاملة الحرارية أو عدم إتمامها بشكل صحيح .

التغيرات التي تحدثها الأحياء الدقيقة في مكونات الحليب:

1 . إنتاج الحموضة: يتم تكوين الحموضة في الحليب عن طريق تخمير سكر اللاكتوز بفضل أنزيمات خاصة تفرزها بعض البكتريا إلى حمض لبن **Lactic acid** وعندما تصل هذه الحموضة إلى حد معين يتخثر الحليب ، وتنقسم بكتريا حمض اللبن من حيث ناتجات التخمير إلى مجموعتين :

• بكتريا التخمير المتجانس **Homofermentative**

في هذه المجموعة يتم تحلل اللاكتوز إلى حمض لبن بشكل أساسي وينتج بشكل ثانوي القليل من حمض الخل وثاني أو كسيد الكربون وبعض المنتجات الطيارة الأخرى وينتمي لهذه المجموعة بكتريا البادئ وأهم الأنواع التابعة لهذه المجموعة تنتمي إلى

الجنسين : *Streptococcus* , *Lactobacillus*.

• بكتريا التخمير غير المتجانس **Heterofermentative**

في هذه المجموعة يتم تخمر اللاكتوز إلى أكثر من مادة واحدة وتشمل حمض اللبن و حمض الخل و كحول الإيثانول و الجليسرول وثاني أو كسيد الكربون و غيرها من المواد،ومن البكتريا التابعة لهذه المجموعة بعض أنواع الأجناس الآتية:

، *Micrococcus* ، *Microbacterium* ، *Leuconostoc*
Propionibacterium

2. إنتاج الغاز: إن بعض الأحياء الدقيقة عند تخميرها للاكتوز تنتج كمية كبيرة من الغازات فمثلا تنتج عصيات القولون (بكتريا الكوليفورم) كمية ملحوظة من CO_2 و H_2 بالإضافة الى حمض اللبن عند تخميرها اللاكتوز ، كما تنتج البكتريا من جنس *Clostridium* كمية كبيرة من CO_2 و H_2 بالإضافة إلى الكحول و الأسيتون وحمض الخل وقد تبين أن بعض الخمائر مثل *Candida*, *Torulopsis* تنتج غازات أيضا مثل CO_2 بالإضافة إلى الكحول.

3. الحليب الخيطي: تسبب بعض الكائنات الحية الدقيقة عند نموها في الحليب تكوين اللزوجة ويصبح قوام الحليب لزجاً، وتعزى زيادة اللزوجة هذه إلى تكوين كبسولات تتركب من مواد صمغية تصنعها الأحياء الدقيقة وأهم الأنواع البكتيرية المسببة لهذه الظاهرة هي :

Enterobacter aerogenes - *Alcaligenes viscolactis*
Streptococcus cremoris وبعض أنواع ال *Micrococcus*

4. تحلل البروتين: إن بعض البكتريا تكون قادرة على تحلل بروتين الحليب نتيجة لإفرازها أنزيماً شبيهاً بالرينين مسببة تخثر الكازئين وهضمه وتحلله إلى مواد أبسط تختلف حسب نوع الكائن الحي الدقيق ، وتعطي هذه المواد للحليب التأثير القلوي والطعم المر ورائحة الروث و أهم البكتريا المحللة للبروتين هي:

- جنس *Bacillus* مثل الأنواع *B. cereus* , *B. subtilis*
- جنس *Pseudomonas* مثل الأنواع *P. viscosa* , *P. putrefaciens*
- جنس *Proteus*
- جنس *Streptococcus* مثل *S. liquefaciens*

5. تحلل الدهون: إن بعض الكائنات الحية الدقيقة تكون قادرة على إنتاج أنزيم الليبيز والذي يحلل الدهون الى غليسرول وأحماض دهنية بعضها طيارة لها طعم ورائحة قوية يعطيان الحليب الطعم المتزنخ وتشمل هذه الميكروبات :

- بكتريا مثل : *chromobacter lipolyticum* , *Pseudomonas fluorescens*

- خمائر مثل : *Candida lipolytica*

- فطور مثل : *Geotrichum candidum* , *Penicillium spp*

الأحياء الدقيقة المرضية المنتقلة إلى الإنسان عن طريق الحليب:

قد يسبب تلوث الحليب ومشتقاته ببعض الأحياء الدقيقة التسمم الغذائي للإنسان ومن أهم الأنواع البكتيرية المسببة للتسممات الغذائية:

- *Mycobacterium tuberculosis* أو *M.bovis* اللذان يسببان مرض السل.

Staphylococcus aureus : وهي تفرز سموماً داخلية Indotoxin مختلفة تحلل الدم وتسبب تسممات والتهابات مختلفة للإنسان.

- *E.coli* : مسؤولة عن أمراض كثيرة تصيب الإنسان .

- *Salmonella typhimurium*: وهي تفرز سموماً داخلية Indotoxins وتسبب للإنسان والحيوان مظاهر مرضية خطيرة كالإلتهاب الحاد للأمعاء والإسهال الشديد.

- *Clostridium botulinum* : وهي تفرز سموماً خارجية Extoxine أثناء نموها في الحليب ومشتقاته ومواد الغذاء الأخرى وتظهر أعراض التسمم بعد مضي 12-36 ساعة من تناول المادة الغذائية الملوثة على صورة اضطرابات معوية مصحوبة بالتقيؤ واحتمال الإسهال مع العرق العام والغثيان والصداع.

Bacillus cereus ، *Listeria monocytogenes* ، *Coxiella* المسببة لحمى كيري، وكذلك *Campylobacter*.

تقتل جميع البكتريا المرضية بالبسترة باستثناء *Cl. Perferingens* ، *B.cerens* نظراً لكونها متبوعة إلا أن احتمال إنبات الـ *Clostridium* في الحليب المبستر ضعيف جداً كما أن نمو أبواغ الـ *Bacillus* في الحليب المبستر يؤدي إلى إنتاج روائح غير مرغوبة بالإضافة إلى مظهر غير مألوف للحليب يمنع من استهلاكه.

المواد المضادة للبكتريا في الحليب

يحتوي حليب الأبقار وبصورة طبيعية على عدد من المواد المضادة لنمو وتكاثر البكتريا مثل مادة لايسوزايم Lysozyme ومادة لاکتوفيرين Lactoferin والجلوتينينات Agglutinins

واللاكتينينات Lactenins وتحتوي اللاكتينينات على ثلاثة مركبات تعمل معاً كمضاد لنمو البكتريا وهي : لاكتوبيروكسيديز و ثيوسيانيت وبيروكسيد الهيدروجين.

هذا ويبدو أن هذه المواد المضادة للبكتريا تعمل الى حد ما لمنع انتشار الأمراض من خلال الحليب ومشتقاته ، كما أن بعض أنواع بكتريا حمض اللبن والتي تدخل في تركيب البادئات أمثال *Streptococcus diacetylactis* وكذلك *Leuconostoc cremoris* تنتج مواد قاتلة للبكتريا المرضية .

مرض التهاب الضرع Mastitis

وهو اصطلاح عام يقصد به تورم الضرع واحمراره وانتفاخه وارتفاع درجة حرارته ، كما يصاب الحيوان بفقد الشهية والإعياء وتنخفض نسبة ما يعطيه من الحليب وبالتالي فإن استفحال المرض يؤدي إلى جفاف الضرع تماماً وترجع الإصابة بالمرض إلى الأسباب الآتية:

1. إحداث جروح في الضرع
 2. عدم اتباع طريق صحيحة في الحلب مما يسبب ضعف مقاومة الحيوان للمرض .
 3. العدوى من حيوان مصاب .
- إن سبب هذا المرض هو وجود نوع أو أكثر من البكتريا في الضرع و أهم هذه البكتريا هي *Streptococcus agalactiae* , *S.pyogenes* وكذلك *Staphylococcus.aureus* وفي الصيف غالبا ما يسبب هذا المرض بكتريا *Pseudomonas aeruginosa* ستدل على وجودها بلون الحليب الأزرق الناتج عن إفراز هذه البكتريا لنوع من الصبغة وقد تسبب المرض بكتريا *Corynebacterium bovis* وكذلك *E.coli* ونتيجة الإصابة بهذا المرض فإن تركيب الحليب يتغير ، فتزداد نسبة أملاح الكلور ويتغير لونه وقوامه إذ يصبح قوامه ثخيناً أصفر مائياً وغالباً ما يختلط بالدم في الأطوار المتأخرة من الإصابة ويزداد عدد كريات الدم البيضاء في الحليب زيادة غير طبيعية (أكثر من 500000 في الملم) .

لذا يجب عزل الحيوان المصاب مباشرة عن القطيع وعدم السماح بخلط حليبه مع الحليب المخصص للاستهلاك. ويعالج التهاب الضرع بحقن الحيوان المصاب بالمضادات الحيوية مثل

البنسلين والإيرومايسين عن طريق فتحة الحلمة . وعندها يجب عدم تسويق الحليب حتى بعد مضي 3-4 أيام على المعالجة .



الفصل الثالث

فساد الأغذية ومراقبة الجودة

Food spoilage and quality control

مقدمة

لا يمكن تعريف فساد الأغذية تعريفاً كاملاً وصحيحاً من جميع النواحي، إلا أن بعض العلماء عرفوه بأنه أي تغيير يجعل الغذاء غير مقبول بالنسبة لأي مجموعة من الناس لأي سبب من الناحية الصحية أو من ناحية الطعم والرائحة والشكل. ويعتمد تقدير الفساد في غذاء ما على العادات الغذائية للأفراد والمجتمعات، كما يختلف حسب الغرض من الاستهلاك، فمثلاً في حال الرغبة في حفظ وتحضير عصير العنب فإن حدوث أي تخمر فيه يعد فساداً لأنه يغير من خواص العصير الطازج المعروف، أما إذا كانت الرغبة في إنتاج النبيذ فإن حدوث التخمر في هذه الحالة لا يعد فساداً.

كما يجب عد أي غذاء يحتوي على سموم غذاء فاسداً وحتى إذا لم يكن هناك أي اختلاف سواء في المظهر أو الشكل أو الرائحة عن أي غذاء آخر صالح للأكل. وبالرغم من اختلاف الأشخاص في تحديدهم للحد الفاصل بين الغذاء الصالح والفاقد إلا أنه توجد ثلاثة أسس عامة لمعرفة مدى صلاحية الغذاء وهي:

- 1- أن يكون الغذاء في مرحلة النضج المرغوبة بالنسبة للمستهلك، فالخيار ولحوم الدواجن يفضلها المستهلك في السن المبكرة للنضج.
- 2- خلو المادة الغذائية من التلوث في أي مرحلة من مراحل الإنتاج أو الإعداد أو التصنيع أو التحضير.
- 3- الخلو من التغيرات غير المرغوب فيها والتي قد تنتج إما عن فعل الأحياء الدقيقة أو الإنزيمات أو الحشرات.

الأسباب العامة لفساد الأغذية

ترجع عوامل الفساد إلى الأسباب الآتية:

- 1- عوامل حيوية **Biological factors** وهذه تشمل:

أ) الأحياء الدقيقة Microorganisms وهذه تعمل على فساد الأغذية بواسطة الإنزيمات التي تفرزها وبنواتج نشاطها الضارة مثل إفراز أو تكوين مركبات غير مرغوبة أو تكوين مواد سامة مثل الذيفان Toxins أو كونها مسبباً مرضياً كما في حالة الأحياء الدقيقة المرضية.

ب) الإنزيمات Enzymes ويقصد بها إنزيمات المادة الغذائية نفسها والتي تؤدي إلى تغيرات غير مرغوبة مثل ليونة الثمار، وهذه تعد عوامل داخلية.

ت) الحشرات والآفات الأخرى ومنتجاتها وبقاياها.

2- التفاعلات الكيميائية والعوامل غير الحيوية Chemical and non biological factors

وتشمل هذه كافة التغيرات والتفاعلات العضوية وغير العضوية التي تحدث في الغذاء نتيجة لتلوثه بالمعادن أو التآكل والصدأ أو تغيرات في اللون أو القوام أو الطعم، مثل عمليات الأكسدة والتزنخ.

3- التغيرات الطبيعية والفيزيائية Natural and physical changes

مثل الفساد الناتج عن الحروق والتجميد والجفاف والجروح والذبول. وعموماً فإن الفساد قد يشتمل على عامل أو أكثر من هذه العوامل.

وتنقسم الأغذية عموماً حسب قابليتها للتلف أو الفساد إلى:

أ) أغذية سريعة التلف. وهذه تتميز باحتوائها على نسبة مرتفعة من الرطوبة، وفيها جميع العناصر اللازمة لنمو الأحياء الدقيقة، وتتراوح المدة اللازمة لتلفها من بضع ساعات إلى عدة أيام، مثل اللحوم والألبان ومنتجاتهما، إضافة إلى الخضار والفاكهة مثل البندورة الناضجة والفريز والتوت.

ب) أغذية أقل تعرضاً للفساد. تحتوي على نسبة أقل من الرطوبة ولها قشرة سميكة تحميها من تأثير الأحياء الدقيقة إلى حد ما، وتتراوح المدة اللازمة لتلفها من عدة أيام إلى عدة شهور، مثل البطاطا والحمضيات والتفاح.

ت) أغذية عديمة التلف. ويرجع ذلك لاحتوائها على نسبة قليلة جداً من الرطوبة، وتتراوح المدة اللازمة لتلفها من عدة شهور إلى عدة سنوات، مثل الحبوب والأغذية المجففة. والتلف الوحيد لهذه المجموعة يعود إلى وجود الحشرات أو نتيجة لزيادة الرطوبة بحيث تسمح للأحياء الدقيقة بالنمو نتيجة للتخزين السيئ.

وعلى العموم لا يوجد حد فاصل لهذه المجاميع الثلاثة، ويعد هذا التقسيم نظرياً فقط.

العوامل المؤثرة في فساد الأغذية

تعتمد سرعة حدوث فساد الأغذية على نوع وعدد الأحياء الدقيقة وكذلك على البيئة المحيطة بالغذاء. فهناك أنواع عديدة من الأحياء الدقيقة وهذه الأنواع تختلف في تأثيرها في الأغذية، فبعضها قد ينتج حموضة وبعضها الآخر ذيفانات سامة في الأغذية، وبعضها قد ينتج كحولات أو يحلل الكربوهيدرات أو البروتينات أو الدهون الموجودة في الأغذية. ولعدد الأحياء الدقيقة في الأغذية أثر كبير على سرعة فسادها، حيث تتناسب سرعة فساد الغذاء طردياً مع عدد الأحياء الدقيقة الموجودة فيها. ومن العوامل التي تؤثر على نمو وعدد الأحياء الدقيقة في الأغذية ما يلي:

1- عمليات التجهيز للأغذية. وهذه قد تضيف أنواعاً جديدة من الأحياء الدقيقة لم تكن موجودة أصلاً على المادة الغذائية.

2- الإبطاء في إجراء العمليات أو الخطوات المتتالية في التصنيع، وبالتالي إعطاء الفرصة للأحياء الدقيقة الموجودة على المادة الغذائية لتنمو وتتكاثر. فكلما طالت المدة بين إعداد وتحضير البصل للتجفيف لأكثر من ساعتين، زاد عدد الأحياء الدقيقة وازداد نموها وتكاثرها.

3- تلوث الأغذية من المصادر الخارجية في أثناء عمليات التصنيع مما يضيف إعداداً وأنواعاً من الأحياء الدقيقة غير موجودة في الغذاء أصلاً.

العوامل المؤثرة على نمو الأحياء الدقيقة في الغذاء

بالرغم من وجود أنواع عديدة ومختلفة من الأحياء الدقيقة على الأغذية إلا أنه من المعروف أن نوعاً واحداً أو اثنين منها على الأكثر من هذه الأحياء هي التي تسبب فساده. ويرجع ذلك إلى ما يأتي:

أولاً- تأثير مجاميع الأحياء الدقيقة في بعضها:

فإذا وضعت مجموعة من الفطور والخمائر والبكتيريا في بيئة مناسبة مع تساوي جميع الظروف المحيطة بها نجد أن البكتيريا تتغلب على جميع الأحياء الأخرى وتبدأ بالنمو ثم تليها الخمائر فالفطور. كذلك بالنسبة للمجموعة الواحدة من الأحياء الدقيقة فعند وضع عدة أجناس من البكتيريا

مثلا نجد أن جنساً أو اثنين هما اللذان يسودان في النمو، ويرجع السبب في ذلك الى العلاقات المختلفة التي توجد بين الأحياء الدقيقة مثل:

1- التضاد Antibiotic حيث تقوم بعض أنواع الأحياء الدقيقة بإفراز مواد توقف نمو أحياء دقيقة أخرى مثل بكتريا *Streptococcus lactis* والتي تفرز مادة Micin تقتل بكتريا الكلوستريريديوم *Clostridium*.

2- تبادل المنفعة أو التعايش. وهنا يتوقف نم الكائن الحي على وجود نوع معين من الكائنات الأخرى، مثل العلاقة الموجودة بين بعض أنواع الفطريات والطحالب.

3- التتابع Metabiotic حيث يعتمد كائن حي في هذه الحالة على نواتج تخمر كائن حي آخر. أي نجد أن الأول يجعل البيئة مناسبة لنمو الكائن الحي الثاني، مثل نمو الخميرة في المحلول السكري لتعطي الكحول الذي تنمو عليه بكتريا حمض الخل لتعطي الحمض.

ثانيا- تأثير البيئة الخارجية المحيطة بالغذاء في الفساد:

وهذه تؤثر في نوع وعدد الأحياء الدقيقة الموجودة في الغذاء. ومن أهم هذه العوامل:

1- الرطوبة: حيث يعد الماء من أهم المركبات الكيميائية اللازمة لنمو الكائنات الحية، كما يعد أيضاً من ضمن التركيب الطبيعي للمادة الغذائية. وتحتاج جميع الأحياء الدقيقة في نموها إلى توفير نسبة كافية من الرطوبة الحرة غير المرتبطة (ارتباط الرطوبة بمادة صلبة كالسكر)، ويعبر عن الرطوبة الحرة في المادة الغذائية باصطلاح معدل النشاط المائي A_w Water activity وهو يساوي الضغط البخاري للمحلول (ماء مذاب به مادة صلبة) / الضغط البخاري للمذيب (الماء). والماء النقي معدل نشاطه المائي يساوي واحداً صحيحاً. ومعدل النشاط المائي لمحلول من مادة غير متشردة تركيزها 1 مول هو 0.98، وعلى ذلك كلما زادت المادة المذابة قل معدل النشاط المائي لهذا المحلول. إذا قلت الرطوبة النسبية في الجو المحيط بالغذاء عن معدل النشاط المائي للمادة الغذائية فإن هذه المادة تفقد الرطوبة عن سطحها الخارجي، وهذا يتبعه خروج الرطوبة من الأجزاء الداخلية للمادة الغذائية إلى سطوحها الخارجية، وهذا يساعد على سرعة الفساد. والعكس صحيح في حال ارتفاع الرطوبة النسبية للجو المحيط بالغذاء عن معدل النشاط المائي للمادة الغذائية تكتسب هذه رطوبة من الجو المحيط ويزداد معدل

النشاط المائي بها. ويوجد لكل كائن حي دقيق معدل نشاط مائي مفضل ومثالي لنموه Optimum water activity وكذلك مجال معين من الرطوبة يتناسب مع مكونات البيئة الأخرى من درجة حرارة ورقم حموضة وأوكسجين ووجود المواد الغذائية اللازمة للنمو أو وجود المواد المثبطة للنمو. والأحياء الدقيقة التي تنمو في التركيزات المرتفعة من السكر أو الملح يكون معدل نشاطها المائي منخفضاً وتكون عادة من البكتريا في المحاليل الملحية ومن أجناس الخميرة في المحاليل السكرية. ويمكن عد معدل النشاط المائي 0.7 هو الحد الذي يمكن عنده حفظ معظم الأغذية في الجو العادي، ويرجع ذلك إلى أن هذا المعدل هو مستوى الرطوبة الحرة في معظم الأغذية.

2- التركيب النباتي للمادة الغذائية: حيث تعد الأغذية الداخلية للنبات والحيوان خالية من الأحياء الدقيقة ما عدا الحالات المرضية، ولذا فإن هذه الأنسجة تبقى سليمة إذا لم تتح الفرصة للأحياء الدقيقة للتدخل فيها. وتوجد غالباً أغشية أو أغشية واقية للمواد الغذائية مثل الغطاء الخشبي في المكسرات والقشور في الثمار والأغلفة في الخضار. وقد تحظى بعض الفاكهة أو الخضروات بطبقة من الأغشية الصناعية مثل الشمع كما في حالة الحمضيات، وهذه الأغشية تعمل على منع فقد الرطوبة (الذبول) وكذلك على حفظ الأنسجة الداخلية والخارجية من مهاجمة الأحياء الدقيقة.

3- الصفات الكيميائية للمادة الغذائية: أي تركيبها الكيميائي، وهذا يحدد أنواع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، فلكل كائن حي صفات فيزيولوجية معينة تمكنه من استخدام المادة الغذائية كمصدر للنمو. كما أن نوع المادة الغذائية يحدد نوع الفساد ونوع الأحياء الدقيقة المسببة لها. ويتضمن التركيب الكيميائي للبيئة عدة عوامل منها:

(أ) المواد المنتجة للطاقة: وأهمها الكربوهيدرات المعقدة والبسيطة، وتفضل الأحياء الدقيقة السكريات البسيطة وخاصة الأحادية، كما قد تستخدم بعض المركبات العضوية غير الكربوهيدراتية لإنتاج الطاقة مثل الكحولات والحموض العضوية والدهنية.

(ب) المواد اللازمة للنمو: ومنها النيتروجين وبصورة خاصة الحموض الأمينية الضرورية، كما يجب أن تتوفر الحموض الدهنية الضرورية والحموض العضوية

ومشتقاتها. كما تحتاج الأحياء الدقيقة لبعض العناصر اللازمة للنمو ولكن بنسب ضئيلة مثل الفسفور الذي يستخدم في عمليات الاستقلاب والكالسيوم والمنغنيز.

ت) المواد المضافة والمثبطة لنمو الأحياء الدقيقة: مثل ملح الطعام الذي يثبط نمو هذه الكائنات، وفي التركيزات المرتفعة منه 16 % وأكثر فإنه يمنع نموها تماماً، ولذا يستخدم كطريقة حفظ للأسماء واللحوم. وتختلف الأحياء الدقيقة بالنسبة إلى تأثيرها بالتركيزات الحافظة لمُح الطعام، وهناك بعض أجناس الخمائر مثل *Pichia* تتحمل التركيزات العالية ولذا فإنها تؤدي إلى فساد المخلات. أما السكر فيبلغ التأثير الحافظ له حوالي 70 % كما في المربيات، ويعلل تأثيره الحافظ بربطه للماء الحر في البيئة، إلا أن هناك أنواعاً من الخمائر تستطيع أيضاً تحمل هذه الدرجات المرتفعة من السكر مثل *Zygosaccharomyces*، كما تضاف أيضاً إلى المواد الغذائية بعض الحموض العضوية بنسب محددة لها تأثير مانع لنمو بعض أنواع الأحياء الدقيقة مثل حمض البروبيونيك وحمض السوربيك وحمض البنزويك.

ث) المواد المساعدة للنمو: وهذه يحتاجها الكائن الحي بكمية بسيطة مثل الفيتامينات. وتختلف احتياجات الأحياء الدقيقة من هذه المواد حيث يمكن لبعضها تكوين القليل منها داخل جسمها ولكن غالبيتها تأخذها من البيئة المحيطة سواء من المادة الغذائية أو عن طريق تبادل المنفعة (التعايش) مع أحياء دقيقة أخرى.

ج) المواد الطبيعية المثبطة للأحياء الدقيقة: وهذه المواد توجد إما طبيعياً أو تضاف في أثناء التصنيع، وتحد بصورة ملحوظة من نشاط الأحياء الدقيقة في المادة الغذائية، مثل حمض البنزويك الموجود طبيعياً في ثمار الفريز، وأنواع البهارات مثل البصل والثوم وذلك لوجود المواد الطيارة فيهما. وفي أثناء عمليات التصنيع قد تنتج بعض المركبات مثل مادة الفورفورال التي تتكون في أثناء كرملة السكر وتمنع بالتالي نمو الأحياء الدقيقة.

4- رقم الحموضة pH: غالبية الأحياء الدقيقة تفضل البيئة المتعادلة للنمو والتكاثر. وترتب الأحياء الدقيقة حسب القدرة على تحمل الحموضة تنازلياً كما يلي: الفطر ثم الخميرة ثم البكتيريا. وأغلب أنواع البكتيريا يغلب نموها عند رقم حموضة 4.5، إلا أن بعض الأنواع

مثل بكتريا حمض الخل وحمض اللبن تتحمل أرقام حموضة اقل من ذلك، وعند رقم حموضة 1.5 فإن أغلب أنواع الأحياء الدقيقة لا تتمكن من النمو والتكاثر.

5- التركيب الغازي للبيئة. ومنها:

أ) وجود الأوكسجين: قدرة الغذاء على الأكسدة والإرجاع لها أكبر الأثر في تحديد نوع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، ويحدد هذه القدرة وجود الأوكسجين في الجو المحيط بالمادة الغذائية أو في المادة الغذائية نفسها. وكذلك قدرة الهواء أو الأوكسجين على تخلل المادة الغذائية. وتبعاً لذلك تقسم الأحياء الدقيقة إلى:

- هوائية حتماً Aerobic
- لا هوائية حتماً Nonaerobic
- لا هوائية اختيارية Facultative

فالفطريات هوائية حتماً، والخمائر هوائية ولا هوائية اختيارياً، أما البكتريا فتختلف من هوائي حتماً إلى لا هوائي اختيارياً. فإذا كانت قدرة الغذاء على الأكسدة مرتفعة كان نمو الأحياء الدقيقة الهوائية كبيراً وكذلك الأحياء الهوائية اختيارياً. أما إذا كانت قدرة الغذاء على الإرجاع كبيرة فإن الأحياء اللاهوائية حتماً أو اللاهوائية اختيارياً هي التي تنمو في هذه الحالة.

ب) وجود ثاني أوكسيد الكربون: أغلب الأحياء الدقيقة يلزمها غاز ثاني أوكسيد الكربون بكميات بسيطة، وتؤدي زيادة كمية الغاز إلى وقف نمو هذه الأحياء. والتأثير المثبط للغاز يرجع إلى أنه يحل محل الأوكسجين فيمنع نمو الأنواع الهوائية حتماً، كما أنه يخفض من رقم الحموضة عند ذوبانه في البيئة أو لأنه سام للخلايا.

تلوث الغذاء من المصادر الطبيعية في أثناء عمليات الإعداد والتحضير

أولاً- تلوث الغذاء بالأحياء الدقيقة من المصادر الطبيعية:

تحمل النباتات المختلفة على أسطحها أنواعاً معينة من الأحياء الدقيقة Flora بالإضافة إلى التلوث الذي قد يحدث من المصادر الخارجية. كذلك الحيوان له الفلورا الخاصة به إضافة إلى الأحياء الدقيقة الموجودة في أمعائه والتي بخروجها تسبب التلوث بجانب المصادر الخارجية أيضاً. وتحمل النباتات والحيوانات المصابة بنوع من الأمراض نفس الكائن الحي المسبب للمرض، لذا تكون مصدر عدوى للإنسان.

ويمكن حصر مصادر تلوث الغذاء كما يلي:

1- تلوث الغذاء من النباتات المستخدمة في التغذية. حيث يمكن أن توجد على أسطح

النباتات أجناس كثيرة من الأحياء الدقيقة. وعموماً النباتات معرضة للتلوث من المياه والتربة ومياه المجاري (الصرف الصحي) والهواء والحيوانات المختلفة.

2- تلوث الغذاء من الحيوان. الحيوانات عموماً ابتداءً من الدنينة إلى الحيوانات الكبيرة

تعطي للتربة بقاياها من روث وخلافه، وأخيراً تعطي أجسامها بعد الموت، كل ذلك يسبب في تلوث النبات. أما الحشرات والطيور بالإضافة إلى التلف الميكانيكي الذي تسببه فإنها تعطي الفرصة للتلف الميكروبي للوصول إلى داخل النبات.

3- تلوث الغذاء من مياه المجاري. حيث تستعمل مياه المجاري لري وتسميد النباتات

وبالتالي تؤدي إلى تلوثها بالكائنات الممرضة مثل Bacillus والتيفود والديسانتريا والكوليرا، لذا يجب معاملة هذه المياه معاملة خاصة للتخلص من هذه العوامل الممرضة.

4- تلوث الغذاء من التربة. التربة هي المصدر الكبير لأجناس كثيرة وبأعداد لا حصر لها

من الأحياء الدقيقة. وتنتقل التربة بواسطة المياه الجارية وكذلك على هيئة غبار، لذا يجب غسل سطح النباتات قبل تداولها للتخلص من بقايا التربة والكائنات الدقيقة عموماً.

5- تلوث الغذاء من المياه. تحتوي المياه الطبيعية على أنواع خاصة من الأحياء الدقيقة

الملوثة لها عن طريق التربة والحيوانات والمجاري. فالمياه السطحية مثل مياه الأنهار الصغيرة والمياه المخزنة كالبحيرات يختلف محتواها الميكروبي من عدة آلاف بعد سقوط الأمطار إلى إعداد بسيطة جداً إذا تركت لفترة من الزمن وذلك نتيجة لحدوث عملية التنقية عليها. أما المياه الجوفية فيحدث ترشيح لها خلال طبقات التربة المختلفة ويقل عدد الأحياء الدقيقة بها من عدة ملايين إلى عدة مئات فقط في الميليلتر الواحد.

6- تلوث الغذاء من الهواء. يعد هذا التلوث على جانب كبير من الأهمية خاصة من

النواحي الصحية والاقتصادية، فالأحياء الدقيقة المسببة لأمراض الجهاز التنفسي تنتقل للعمال عن طريق الهواء ويزداد أعداد هذه الكائنات على الأغذية خاصة تلك التي يجب تهويتها في أثناء عملية التصنيع (يصاب الخبز بالتعفن نتيجة للتهوية).

ثانياً- تلوث الخضار والفاكهة في أثناء عمليات الإعداد والتحضير:

تنمو الخضار والفاكهة في بيئة مناسبة لنمو الأحياء الدقيقة (هواء وتربة ومياه)، لذلك تجب العناية التامة لتقليل أعدادها إلى أقل حد ممكن. وعلى العموم نجد أن عدد الأحياء الدقيقة لا يزداد زيادة محسوسة في أثناء نمو النبات، ولكن بمجرد حصادها نجد أنها تتلوث بأحياء دقيقة مختلفة عن تلك التي كانت موجودة عليها أصلاً قبل إجراء الحصاد، والسبب في ذلك يعود الى ما يأتي:

عملية جمع الثمار: حيث يؤدي عدم إتباع الطرق السليمة في عمليات الجمع إلى تلف ميكانيكي للثمار وبالتالي يزداد نشاط الأحياء الدقيقة المسببة للفساد كما هو الحال عند سقوط الثمار على الأرض وتجميعها على الأرض أو وضعها في عبوات غير مناسبة.

1- النقل: حيث يؤدي إلى احتكاك الثمار ببعضها فيحدث بها نسبة كبيرة من التلف وبالتالي خروج العصارة الداخلية لها والتي تمثل بيئة صالحة لنمو هذه الأحياء.

2- التبريد: تقلل عملية التبريد من فرص نمو الأحياء الدقيقة إذا ما أجريت أثناء النقل، أو تجري عملية الجمع أثناء الليل للتخلص من حرارة الحقل.

3- التخزين: حيث يخزن المحصول لفترة سواء في الأسواق أم في المصانع، وهذا يؤدي إلى زيادة عدد الأحياء الدقيقة بسبب ارتفاع درجة حرارة المخزن الناتجة عن تنفس الثمار إضافة إلى الملامسة بين هذه الثمار مما يسبب انتقال التلوث من ثمرة إلى أخرى.

4- الغسيل: ويختلف تأثير عملية الغسيل على حمولة الثمار من الأحياء الدقيقة حسب طريقة إجرائها ومدى ملائمتها للمواصفات الخاصة بالمادة الخام. وقد تكون عملية الغسيل مصدراً كبيراً من مصادر التلوث إذا لم تجر بالطرق السليمة. لذا يجب على كل مصنع إجراء عملية الغسيل بالماء الجاري ويبرد باستمرار مع استعمال بعض المواد المطهرة مثل الكلور أو البوراكس.

5- الفرز: حيث يتم إزالة الثمار التالفة أو غير المطابقة للمواصفات أو المصابة بالحشرات والأمراض، ويجب إجراء عملية الفرز بدقة تامة لأن ترك عدد بسيط من الثمار التالفة يؤدي إلى تلف الكمية كلها.

6- التعبئة: وذلك للتسويق الطازج، ويحدث التلوث بأيدي العمال وأجهزة التعبئة ومعظمه تلف ميكانيكي.

7- التسويق: ويحدث التلوث نتيجة لفحص الثمار بأيدي المستهلكين أو في أثناء تعرضها للجو الخارجي.

والى جانب الخطوات السابقة التي تتعرض لها الثمار لإعدادها للاستهلاك الطازج تضاف خطوات أخرى في حالة التصنيع وهي:

1- التدرج: وفيه تفصل الثمار إلى درجات حسب الحجم والوزن، والتلف هنا أغلبه ميكانيكي.

2- التقشير: وهو بجميع أنواعه يؤدي إلى تقليل الحمل الميكروبي ما عدا التقشير اليدوي الذي قد يزيد أو يقلل ذلك.

3- الهرس: في حال عدم توفر النظافة فإن عملية الهرس تؤدي إلى زيادة عدد الأحياء الدقيقة وذلك بسبب اختلاط الثمار مع بعضها، وكذلك عن طريق الآلات المستخدمة في هذه العملية.

4- إزالة البذور والأعناق: مثل أعناق وكأس البندورة أو بذور المشمش والخوخ والدراق، وتؤدي هذه العملية الى تقليل الأحياء الدقيقة وخاصة في حالة البندورة، ولكن قد تزداد هذه الأعداد إذا ما تمت هذه العملية يدوياً بواسطة العمال.

5- عملية السلق: في هذه العملية يقتل عدد كبير من الأحياء الدقيقة وخاصة الخلايا الخضرية، إلا أنها تزيد من عدد الأحياء المحبة للحرارة والمقاومة للحرارة أيضاً خصوصاً عند عدم تغيير ماء السلق.

أما العمليات التصنيعية الأخرى مثل التعبئة والتسخين الابتدائي والقفل المزدوج فقد ينتج عنها زيادة في التلوث إذا لم يراع التنظيف الجيد والمستمر للآلات، مع وجوب استخدام المعادن التي لها أسطح ملساء وغير قابلة للصدأ. وأهم مصادر تلوث الخامات في المصانع ما يلي: صواني التجفيف، خزانات المحاليل السكرية والملحية، الغلايات وأنابيب الانتقال للأغذية، مناضد التقشير وسيور الناقلات.

Spoilage of fruits and vegetables فساد الخضار والفاكهة

ليس من السهل إيجاد حد فاصل بين الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الخضار وتلك التي تسبب فساد الفاكهة. وفساد هذه المواد الغذائية قد يكون راجعاً الى عوامل طبيعية أو نتيجة لفعل الإنزيمات أو الميكروبات أو لكل هذه العوامل مجتمعة مع بعضها. فالتلف الميكانيكي الذي ينتج

عن كدمات أو تجمد المادة بسبب انخفاض درجة الحرارة أو جفافها بسبب ارتفاع الحرارة يهيئ الظروف لنشاط الإنزيمات والميكروبات المختلفة لتحدث الفساد. وإصابة الخضار أو الفاكهة ببعض الأمراض الفطرية يتيح الفرصة للإصابة بالبكتريا المتطفلة. وتعد الظروف التي تتعرض لها الخضار أو الفاكهة في أثناء عمليات الحصاد والنقل والتخزين والتسويق من العوامل التي تتيح الفرصة للإصابة والتلوث بالميكروبات المسببة للفساد أو الإنزيمات التي تساعد على التحلل المستمر حتى بعد موت الثمار، حيث تستمر عمليات التحلل طالما وجد الأوكسجين وطالما بقيت الثمرة مستمرة في تنفسها وفي تأدية وظائفها الداخلية. ويظهر ذلك بوضوح في حالة الموز حيث تتحول القشرة من اللون الأخضر أو الأصفر إلى الأسود نتيجة لفعل الإنزيمات وليس نتيجة لفعل الأحياء الدقيقة.

ويختلف الفساد الميكروبي عموماً باختلاف الخضار والفاكهة، فهو إما أن يكون ناتجاً عن فعل الأحياء الدقيقة المرضية التي تصيب الثمار أو أجزاء منها أو عن الأحياء الدقيقة التي تغزو أنسجة الثمار بعد نمو الأحياء الدقيقة المرضية أو تهيئ ظروفاً خاصة تساعد على الفساد. ومن الأحياء الدقيقة التي تسبب فساد الخضار والفاكهة نذكر:

1- بكتريا *Erwinia carotovora* وهي تشبه بكتريا *E.coli* وتسبب مرضاً للنبات ولا تصيب الحيوانات، وتصيب الخضار والفاكهة محللة مادة البكتين محدثة بذلك تليناً للثمار المصابة Softness وتصيب الثمار ذات رائحة كريهة. توجد هذه الظاهرة في الهليون والشوندر والعنب والخس والملفوف.

2- فطر *Botrytis* وهذا النوع ينشط تحت ظروف رطوبة وحرارة مرتفعة، حيث ينمو مكوناً ميسليماً رمادي اللون ويسبب الحالة المعروفة Gray mold rot العفن الرمادي الفطري.

3- فطر *Rhizopus stolonifer* ويسبب الحالة المعروفة باسم Rhizopus soft rot التي تؤدي إلى تليين الثمار، ويتميز الميسيليوم بالحوامل الجرثومية ذات اللون الأسود والنموات القطنية الشكل المخملية الملمس.

4- فطر *Colletotrichum coccodes* وهو فطر ينتج عن تبقع الأوراق والثمار، وتسمى هذه الظاهرة Anthracnose وتبدأ الإصابة بهذا الفطر في الحقل ثم تزداد بعد ذلك، ومظهرها عبارة عن بقع سوداء تتكون من خيوط داكنة تزداد مع الرطوبة.

5- فطر *Penicillium* ويسبب لوناً أزرقاً مخضراً لوجود جراثيم على المواد المصابة، وتسمى هذه الحالة Blue mold rot وتصاب به الحمضيات بشكل عام.

6- فطر *Alternaria* ويحدث تبعاً على المواد المصابة ذات لون بني في البداية تتحول في النهاية إلى البني الأسود، وتسمى هذه الحالة *Alternaria rot*.

7- فطر *Fusarium* ويسبب مرض Stem and rot أي عفن النبات عند اتصال العقدة بالساق.

8- فطر *Aspergillus niger* وينمو هذا الفطر على شكل بقع سوداء نتيجة لوجود جراثيمه السوداء، ويسمى مرضه Black mold rot.

وهناك أجناس أخرى من البكتريا مثل *Pseudomonas, Bacillus, Clostridium* وجميعها تسبب تليناً في أنسجة الفاكهة أو الخضار. كما أن البكتريا المسببة للأمراض يمكن لها أن تنتقل إلى ثمار الفاكهة في أثناء عرضها للتسويق. والفترة التي يمكن للكائن الحي أن يمكثها فوق الثمار بدون نمو تتراوح ما بين عدة دقائق إلى عدة أيام. وتصل معظم الأحياء الدقيقة المرضية إلى الثمار عن طريق الأسمدة العضوية بشكل خاص. تكون معظم الخضار أكثر عرضة للتلوث من الفاكهة بسبب قرب نموها من التربة. وتزيل عملية الغسيل خاصة في حالة مزج ماء الغسيل مع مواد مطهرة معظم هذه الميكروبات المرضية.

الأحياء الدقيقة في الأغذية المجمدة والمجففة والمعلبة

أولاً- الأحياء الدقيقة في الأغذية المجمدة *Frozen food microbiology*:

الفكرة السائدة حالياً أن التجميد يقتل معظم الأحياء الدقيقة، عدا نسبة بسيطة منها تقاوم هذه الدرجات المنخفضة ولذا فإنها تسبب فساداً لهذه المنتجات في أثناء تخزينها. وقد وجد أن بعض هذه الأحياء الدقيقة قد يتحمل درجات قد تصل إلى - 50 م° لمدة تقرب من 10 ساعات دون إبادة. وقد كان معروفاً أن الأحياء الدقيقة لا تستطيع النمو على درجات حرارة التجميد نظراً لأن الماء المتجمد لا يستفيد منه الكائن الحي الدقيق، إلا أن الأبحاث أثبتت أن بعض هذه الأحياء مثل بكتريا *Pseudomonas* تستطيع الاستفادة من الماء المجمد وتنمو على درجات حرارة -4 م° وأهم الأحياء الدقيقة التي تنمو على المواد المبردة أو المجمدة وتسبب لها الفساد هي

Pseudomonas ومن الفطور الأجناس *Penicillium, Mucor, Botrytis* ومن الخمائر *Debaromyces, Candida, Rhodotorula*.

تتأثر المادة المجمدة بدرجات مختلفة حسب نوعها فمثلاً السوائل مرتفعة التركيز تحافظ على أجناس من الخميرة أو البكتيريا من القتل في أثناء تجميده بعكس المحاليل منخفضة التركيز. كما أن درجة الحموضة لها تأثير كبير على القتل حيث تزداد سرعة إبادة الأحياء الدقيقة في الأغذية ذات رقم الحموضة المنخفض.

ثانياً- الأحياء الدقيقة في الأغذية المجففة **Dried food microbiology**:

لا يمكن للأحياء الدقيقة البقاء في الأغذية المجففة لمدة طويلة، وقد تتحمل البقاء دون رطوبة لمدة معينة ولكن في النهاية لا بد أن تموت. وقد وجد أن عدد الأحياء الدقيقة في المادة الغذائية المجففة يتراوح بين 500 خلية في الغرام في الفاكهة المجففة، ويصل 500000 خلية في الغرام في الخضار المجففة. كما أثبتت التجارب أن التجفيف الصناعي يقلل من أعداد البكتيريا والفطور ويزيل نهائياً معظم الخمائر. وعند إعداد الخضار للتجفيف فإنها تمر بعدة خطوات مثل الغسيل والسلق وكلها تؤدي إلى خفض التلوث. ويمكن حصر مصادر التلوث في الخضار المجففة بالآتي:

1- الأحياء الدقيقة الموجودة أصلاً على المادة الخام.

2- الأحياء الدقيقة الآتية عن طريق مياه الغسيل والأدوات والأجهزة الملوثة المستخدمة في التصنيع.

3- الأحياء الدقيقة التي تأتي عن طريق عمليات التعبئة والتداول والتجهيز.

أما بالنسبة للفاكهة المجففة فقد وجد أن هناك أعداد من الأحياء الدقيقة تظل باقية عليها ويصل عددها إلى حوالي 100000 خلية في الغرام الواحد، وقد وجد أن أجناس هذه الأحياء الدقيقة يختلف عن الموجودة في الخضار المجففة.

ثالثاً- الأحياء الدقيقة في الأغذية المعلبة **Canned food microbiology**:

مع أن الهدف الأساسي من تعليب الأغذية هو القضاء على الأحياء الدقيقة نجد أن المواد الغذائية المعلبة تفسد أحياناً تحت ظروف خاصة يمكن إجمالها في الآتي: في أثناء التصنيع أو التبريد غير الجيد أو تلوث محتويات العلبة عن طريق المسامات والشقوق، إضافة إلى ذلك فكلما

كانت الحرارة المستعملة في المعاملة الحرارية منخفضة كان عدد الأحياء الدقيقة أكبر نظراً لاختلاف تحمل هذه الأحياء لدرجات الحرارة.

وتعد المواد الغذائية المحفوظة في العلب الصفيح فاسدة إذا حدث بها أي تغيير في مكوناتها أو قيمتها الغذائية. ويمكن إجمال أنواع الفساد الميكروبي للأغذية المعلبة في النقاط التالية:

- **الفساد بوساطة البكتيريا:** ينتج عن الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة Thermopylic bacteria. حيث ينتج هذا الفساد عن عدم كفاية المعاملة الحرارية وينقسم إلى:

1- **الفساد الحامضي المستوي Flat sour spoilag** وفيه تبقى أطراف العلب على حالتها الطبيعية دون انتفاخ مع تكون حمض اللبن بوساطة البكتيريا، ولذا فإن هذا النوع من الفساد لا يمكن الكشف عليه في العلب المقفلة ويجب كشفها بوساطة الزرع. ويحدث مثل هذا النوع من الفساد في الأغذية منخفضة الحموضة (رقم حموضتها أعلى من 4.5). ويسبب هذا الفساد أنواعاً من جنس *Bacillus*، ولكن في الأغذية الحمضية (رقم حموضتها يتراوح 3.7 - 4.5) مثل البندورة فإنها تفسد بفعل كائن حي محب للحرارة اختياريًا هو *Bacillus thermoacidurans*.

2- **الفساد T. A. Spoilage** وسببه البكتيريا اللاهوائية Therophilic anaerobic وغير المنتجة لغاز كبريتور الهيدروجين Not produced sulfide وتسمى البكتيريا المسببة له *Clostridium therosaccharolyticum* وهي محبة للحرارة حتماً وتنتج حمضاً وغازاً في الأغذية المتوسطة والمنخفضة الحموضة، والغاز الناتج هو ثاني أوكسيد الكربون والهيدروجين مسبباً انتفاخ العلب إذا ما بقيت العلب مدة على درجة حرارة مرتفعة، والغذاء الفاسد له رائحة حمضية.

3- **الفساد الكبريتي المنتن Sulfur stinker** ويقصد به الفساد بوساطة البكتيريا اللاهوائية Therophilic anaerobic والمنتجة لغاز كبريتور الهيدروجين produced sulfide والمسبب له بكتيريا *Clostridium nigrificans* وهذه أقل مقاومة للحرارة من النوعين السابقين، ويدل وجودها على عدم كفاية التعقيم، وهذه البكتيريا محبة للحرارة حتماً، ينتج عن هذا الفساد رائحة كريهة لغاز كبريتور الهيدروجين ولون الغذاء الذي يميل إلى السواد، كما يتميز بانتفاخ العلب بوساطة الغاز المتكون.

4- الفساد بوساطة البكتيريا المتجرثمة والتي تنشط على درجة الحرارة العادية Mesophilic bacteria. أغلب الفساد هنا يعود إلى عدم كفاية المعاملة الحرارية، ويتسبب عن وجود بكتيريا متجرثمة من الجنس *Clostridium* and *Bacillus*، ولكن في الأغذية الحمضية غير المعاملة بحرارة مرتفعة فالسبب يكون أي نوع من البكتيريا غير المتجرثمة أو الفطر أو الخميرة.

- **الفساد بوساطة الخمائر:** الخميرة تقتل على درجات حرارة البسترة فإن وجودها في المعلبات يدل على أن المعاملة الحرارية ضعيفة جداً أو على حدوث تسرب في المعلبات.

- **الفساد بوساطة الفطور:** وجود الفطور في معلبات الأغذية يدل أيضاً على حدوث تسرب في المعلبات. وقد تفسد بعض المواد المعلبة بأنواع من الفطور التي تتحمل الحرارة العالية مثل *Byssoschlamys fluva* وهذا الفطر يحلل البكتين وتحمل جراثيمه درجات حرارة مرتفعة في أثناء تعقيم كثير من أنواع العصير والأغذية الحمضية. وهنا يلحظ أهمية التسخين الابتدائي والتفريغ أو إحلال فراغ العلب بوساطة غاز خامل لأن الفطر هوائي حتماً.

التسمم الغذائي Food spoilage

هو أحد حالات فساد الأغذية وأكثرها خطراً على الصحة العامة. ويرجع التسمم الغذائي إما إلى تناول بعض المواد الكيميائية أو النباتات أو الحيوانات السامة أو الديدانات الناتجة عن بعض أنواع الأحياء الدقيقة أو التلوث بالبكتيريا نفسها.

ويقسم التسمم الغذائي إلى الأنواع الآتية:

1- **التسمم الكيميائي:** وهو ناتج عن استهلاك أو ابتلاع مواد كيميائية سامة مع الطعام مثل الانتيموان والكاديوم والزرنيخ والرصاص والنحاس والزنك والباريوم. فالتسمم بالانتيموان والكاديوم يحدث نتيجة لتحضير الأغذية في أوان □ مصنوعة من الألمنيوم الرخيص، أما الزرنيخ وأملاحه فقد يصل الغذاء عن طريق المادة الخام حيث تستخدم مركباته في مقاومة الآفات لذلك يجب العناية بغسيل هذه المواد جيداً. أما التسمم بالنحاس فينتج عن استعمال أوان □ نحاسية دون طلاء قصديري. لذلك فإن القوانين والتشريعات تحدد الحدود القصوى من هذه المواد المسموح بوجودها داخل الغذاء.

2- التسمم النباتي: ويرجع غالباً إلى الأثر السام لبعض النباتات أو أجزائها أو لأمراض نباتية تصحب هذه النباتات. مثال ذلك:

أ) التسمم الارغوتي Ergot وينتج عن تناول حبوب قمح مصابة بفطر Claviceps perpurea الذي يفرز مادة الارغوت فتحدث تسمماً يؤدي إلى حالة غيبوبة تنتهي غالباً بالوفاة.

ب) التسمم بنباتات سامة مثل تناول فطر خبز الغراب.

ت) التسمم المعروف باسم Favism وهي عبارة عن حالة من الحساسية أكثر منها حالة تسمم، ويحدث نتيجة لتناول أجزاء من نبات الفول أو أزهاره أو ملامسة الأجزاء النباتية وحتى الرائحة أحياناً، حيث يحدث تحلل سريع في هيموغلوبين الدم.

3- التسمم الحيواني: نتيجة لتناول بعض الأنواع السامة كما يحدث في بعض الأسماك.

4- التسمم بالأحياء الدقيقة: ويطلق هذا على الأمراض المتسببة بوساطة الأحياء الدقيقة، وهو يقسم إلى :

- تسمم غذائي Food poisoning ويشمل الأمراض المتسببة عن وجود السم في الغذاء وقت تناوله.

- المرض الغذائي Food infection ويشمل الأمراض التي تنتقل عن طريق الأغذية، أي إنه ينتج عن تناول أغذية ملوثة بميكروبات ممرضة.

أولاً- التسمم الغذائي Food poisoning: يوجد نوعان رئيسان من هذا التسمم وهما:

1- التسمم البوتيوليني Botulism وهو الناتج عن وجود الذيفان (توكسين) المفروزة في

الغذاء بوساطة الميكروب *Clostridium botulinum* وهي بكتريا عصوية موجبة

لغرام لا هوائية حتماً مصدرها الأساسي التربة. ويوجد منها خمس سلالات تعرف باسم

A,B,C,D,E حيث تصيب السلالة الأولى والثانية والخامسة الإنسان محدثة التسمم أما

السلالات D and C فتصيب الطيور والحيوانات. وتشترك أعراض التسمم في الحالات

الخمس، إلا أن العلاج يشترط وجود المصل المناسب لكل سلالة على حدة. تنتج بكتريا

هذا التسمم الغاز وتؤدي إلى رائحة كريهة وخاصة في منتجات اللحوم والأسماك. لذلك

تستبعد معلبات اللحوم المنتفخة وتلك التي تظهر رائحة غير مرغوبة. الذيفان المفروز

غير ثابت للحرارة، حيث يتفكك على درجات حرارة حوالي 80 م° لمدة تتراوح بين دقائق إلى النصف ساعة، ولهذا السبب يجب غلي الأغذية المشكوك فيها غلياً تاماً لمدة ربع ساعة على الأقل لتنشيط وتفكيك هذا الذيفان. تظهر أعراض المرض بعد حوالي 12 - 36 ساعة من تناول الغذاء الملوث، حيث تظهر الأعراض على صورة تعب وصدايح ثم إقياء وإسهال وازدواج في الرؤيا وفي النهاية صعوبة في البلع ووقف في التنفس ويحدث الموت عادة في حوالي 65 % من الحالات بعد 3 - 6 أيام، والعلاج يكون بإعطاء المصل المضاد لجميع السلالات المعروفة.

2- التسمم العنقودي Staphylococci poisoning ينتج عن تلوث الغذاء ببكتريا *Staphylococcus aureus* وهي بكتريا كروية توجد في الطبيعة على الجلد والأنف والحنك، كما أنها تسبب تقرح الجروح والتهاب ضرع الماشية. وهي بكتريا موجبة لغرام غير متجترمة مقاومة لدرجات الحرارة وشديدة التحمل لتركيزات الملح المرتفعة، وهذا الكائن الحي يمكنه النمو على درجات منخفضة من رقم الحموضة pH أقل من 5 تحت ظروف هوائية ولا هوائية، ويمكنه النمو على عدد كبير من الأغذية مثل اللحوم والأسماك والسجق ومنتجات الخبيز والحلويات والبيض. من خواص ذيفانات هذا الميكروب مقاومته للحرارة فلا يتلف على درجة الغليان لمدة 20 - 30 دقيقة، ولا يوجد له مصل مضاد، وتظهر أعراض التسمم به بعد 4 - 6 ساعات من تناول الغذاء المشبوه، لذلك فإن العلاج السريع هو إجراء عملية غسيل المعدة لتفريغ محتوياتها الداخلية.

ثانياً- المرض الغذائي Food infection: حيث يشبه التسمم الغذائي من حيث الأعراض لذا قد يختلط الأمر بينهما. ويتميز بأن الأثر الضار لا يظهر مباشرة بعد تناول المادة الغذائية، ولكن بعد مضي فترة يتمكن خلالها الكائن الحي الدقيق من التكاثر وإحداث الضرر داخل القناة الهضمية. وتوجد أنواع عديدة من هذه الأحياء أهمها السالمونيلا *Salmonella* وهي بكتريا عصوية غير متجترمة سالبة لغرام وقليلة المقاومة للحرارة ولا تفرز ذيفاناً خارج خلاياها، بل أن البكتريا نفسها هي المسبب للمرض، والبكتريا لا تخمر اللاكتوز ولها أنواع عديدة. أهم الأعراض حدوث قيء وإسهال وارتفاع في الحرارة خلال 12 - 24 ساعة من تناول الطعام ثم تزول الأعراض ببطء ويستمر المرض لمدة ثلاثة أيام ونسب الوفاة لا تتعدى 1 - 2 %. ويمكن

مقاومة هذه البكتيريا عن طريق منع تلوث الأغذية إما بالأشخاص المصابين أو بواسطة الذباب. وقد وجد أن بعض حالات السالمونيلا تنتقل من الطيور إلى البيض إلى الإنسان، لذا يجب علاج الطيور المصابة قبل استهلاك البيض الناتج عنها.

بالإضافة إلى ما سبق ذكره من المجموعات البكتيرية السابقة، يمكن لمجموعات أخرى قليلة من البكتيريا أن تكون مسؤولة عن بعض حالات التسمم الغذائي، مثل بكتيريا *Streptococci* وأحياناً *E.coli* وبعض سلالات *Pseudomonas* إذا ما وجدت بأعداد ضخمة فإنها تسبب اضطرابات داخلية وحالات تسمم.

مراقبة جودة الأغذية Food quality control

تقع مسؤولية مراقبة الإنتاج في المصنع على جميع العاملين به، نظراً إلى أن أي قسم من أقسام الوحدة الإنتاجية مرتبط ارتباطاً مباشراً بالوحدة التي قبله ومسؤول عن تسليم الوحدة التالية له بصورة جيدة. وفشل أي وحدة من وحدات الإنتاج يؤدي إلى تلف الناتج الغذائي كله. مثلاً في مصانع التعليب فإن أقسام استلام الخامات والغسيل والفرز والإعداد والسلق والتعبئة والتسخين الابتدائي والقفل المزدوج والتعقيم والتبريد ولصق الأغلفة والتخزين والنقل كلها مرتبطة ببعضها وجميعها تشارك في تحمل مسؤولية جودة الناتج النهائي. ويوجد في كل مصنع قسم خاص لمراقبة الجودة عليه التأكد من أن جميع أقسام المصنع تقوم بعملها على الوجه الأكمل ويكون له سلطة الإشراف الفعلي في أثناء مراحل التصنيع المختلفة.

واجبات قسم مراقبة الجودة:

- 1- فحص جميع المواد الخام الداخلة للمصنع
- 2- تخطيط خطوات التصنيع
- 3- قياس كفاءة الإنتاج
- 4- قياس كفاءة آلات الإنتاج
- 5- فحص الناتج النهائي
- 6- مراقبة المخازن
- 7- مراقبة عمليات الشحن والتخزين
- 8- مراقبة البيانات الإحصائية الخاصة بالتصنيع
- 9- مراقبة الشروط الصحية للمصنع

10- التأكد من مراقبة الإنتاج للقوانين الغذائية

11- الإشراف على التخلص من مخلفات التصنيع

12- وضع أساس التسعيرة للغذاء المصنع

13- وضع أساس التقويم للأشخاص المسؤولين عن الإنتاج

14- تتبع جودة وكفاءة كل عملية من عمليات التصنيع في المصنع

ان مراقبة الجودة مبنية على أساس علمي تحليلي وليس مجرد خبرة، ويجب وضع مميزات وعيوب جميع المواد المستخدمة في التصنيع على شكل قيمة رقمية حتى يسهل المقارنة بينها ومراعاة الإقلال ما يمكن من الصفات الوصفية. فمثلاً لا يقال بندورة حمراء وإنما يعطى لون معين بدرجة معينة.

واجبات المسؤولين عن قسم مراقبة الجودة:

1- وضع المواصفات الخاصة بالمادة الغذائية. حيث يجب وضع مواصفات خاصة لجميع

الخامات والمواد المستخدمة في عملية التصنيع وكل ما يدخل إلى المصنع أو يخرج منه، بحيث تكون هذه المواصفات محددة واضحة وليست مجالاً للتفسيرات المختلفة، ويسهل تنفيذها دون خسارة على الشركة المنتجة أو دون مغالاة في المواصفات تؤدي الى زيادة التكاليف. ويجب أن تكون جميع هذه المواصفات مطابقة للقوانين حتى ولو كان المسؤول عن القسم غير مقتنع بهذه القوانين.

2- تحديد طريقة الاختبار. يجب وضع طرق محددة وواضحة وثابتة لإجراء الاختبار المطلوب بالاستعانة مع قسم الأبحاث في المصنع، ويمكن استعمال طرق الاختبار نفسها التي تجريها الهيئات الحكومية المسؤولة عن الإشراف، أو قد يرى المصنع طرق اختبار خاصة به إذا كانت أسهل في إجرائها بشرط ألا يكون هناك اختلاف بين النتائج المتحصل عليها وتلك التي تجريها الهيئات الحكومية.

3- تحديد ميعاد وطريقة أخذ العينات. من المستحيل إجراء فحص وتحليل لجميع إنتاج المصنع، ولكن تؤخذ عينات للتحليل والفحص تتساوق مع القوانين الغذائية وعلى أسس إحصائية، حيث تعد من واجبات قسم مراقبة الجودة. إن تحديد النسبة التي تؤخذ للتحليل كذلك تحديد طريقة أخذ العينة بحيث يجب أن تكون العينة ممثلة لإنتاج المصنع، كما يجب أن تكون النسبة المأخوذة للتحليل واحدة في جميع خطوات التصنيع.

4- تسجيل نتائج التحليل وكتابة التقرير اليومي. يقوم قسم مراقبة الجودة بإعداد جداول خاصة للإدارة تدون فيها جميع النتائج بسهولة بحيث يتبع إنتاج المصنع بسرعة مع وضع علامات خاصة مميزة على النتائج المخالفة أو غير المطابقة للمواصفات الغذائية.

5- حل المشاكل التي تنشأ بين الأقسام المختلفة للمصنع. على أساس أن قسم مراقبة الجودة يقوم بدور الحكم النهائي.

6- تدريب جميع العاملين في المصنع على أهم الاحتياطات الواجب اتخاذها في كل قسم حتى تكون الأقسام مكتملة لبعضها بحيث يكون الناتج النهائي في أحسن الظروف والمواصفات وبأقل التكاليف.

7- تتبع خطوات التصنيع وتحديد المسئول عن الفساد بدون تحيز.

تحديد معنى الجودة ومعنى مراقبة الجودة

الجودة بالنسبة الى الغذاء تعني إجمالي الصفات المحددة والتي لها تأثير مباشر على قابلية هذا الغذاء للاستهلاك بواسطة المستهلك. وهذا يحتم إيجاد طرق أو وسائل خاصة لتحديد درجة كل صفة من هذه الصفات وإعطائها علامة (قيمة رقمية) خاصة وإجمالي هذه العلامات لجميع الصفات هو التقويم الرقمي لجودة الناتج. ودرجة القبول Acceptance هو متوسط الصفات التي يمكن توافرها في ناتج معين بحيث يكون سعر الناتج يحقق ربحاً للمنتج وبحوز قبول المستهلك. ولا يعني إطلاقاً أن هذه الدرجة هي النهاية العليا أو النهاية الصغرى ولكن بالإضافة الى هذا المتوسط يكون لبعض الإنتاج صفة أحسن والآخر صفة أقل من متوسط القبول وبيع كل من هذين الجزأين بسعر أعلى أو أقل من متوسط القبول. آخذين بالحسبان أن يكون جميع الإنتاج سواء في متوسط القبول أو أعلى أو أدنى منها مطابقاً للمواصفات والقوانين الغذائية، ويجب عدم تحسين الناتج عن المتوسط إذا ما كانت تكلفة التحسين هذه تؤدي إلى رفع السعر بحيث لا يمكن قبوله من المستهلك.

أما مراقبة الجودة فتعرف بأنها المحافظة على الناتج بدرجة جودة معينة في حدود ما بين النهاية الصغرى والنهائية العظمى لقابلية المادة للاستهلاك مع الإقلال من التكلفة قدر المكان. بما أن الهدف الأساسي لمراقبة الإنتاج وجودته هو تحقيق رغبات المستهلك سواء كان بائع جملة أو مصنعاً آخر أو أي فرد على اتصال مباشر بالمصنع، لذا يجب معرفة رغبات المستهلك قبل

البدء في التصنيع والعمل على تحقيق هذه الرغبات في جميع عمليات التصنيع، ويتم ذلك عن طريق اخذ عينات في جميع مراحل التصنيع المختلفة للتأكد من أن الناتج النهائي صالح للاستهلاك ومطابق للمواصفات ويتمتع بجميع الشروط التي يتطلبها المستهلك.

الصفات الحسية الشخصية Subjective والصفات الموضوعية التحليلية Objective

الصفات الحسية الشخصية تعتمد بشكل أساسي على حواس الإنسان التي غالبا ما تكون الحكم الأول والوحيد للمستهلك العادي. ولما كانت الاختبارات الحسية مرتبطة بأحاسيس البشر وهذه ليست متساوية في جميع الأفراد كذلك فإنها تختلف من إنسان إلى آخر أو حتى بالنسبة للإنسان الواحد حسب حالته الصحية والنفسية، لهذا يجب إجراء اختبارات موضوعية تحليلية تستخدم فيها أجهزة خاصة لا تتغير فيها القراءة ويمكنها أن تعطينا نتائج في صورة رقمية ثابتة لا تختلف باختلاف الزمن. وبذلك يمكن تحديد نقط ثابتة للمقارنة بين الصفات المختلفة. أما في حالة استخدام الأجهزة مع عدم وضع ثوابت خاصة محددة أو قواعد معينة لاستخدام الجهاز فإن النتائج تكون غير دقيقة. علماً أن المستهلك لا يفهم الإنتاج حسب قراءة الجهاز وإنما حسب أحاسيسه، ولهذا يجب إيجاد علاقة أو ارتباط بين الصفات الحسية والصفات التحليلية حتى يمكن تحديد القراءات التحليلية المقابلة لصفات حسية معينة يقبلها المستهلك.

وإذا كان الإنسان الواحد تتغير أحاسيسه فإن قراءاته أيضا سوف تكون متذبذبة، وللتغلب على هذا يجب استخدام مجموعة من الأشخاص المتخصصين الممثلين لجميع المستهلكين وإجراء اختبارات حسية عليهم Test panel بدلاً من إجرائها بوساطة فرد واحد نظراً لأن متوسط آراء مجموعة كبيرة من الناس في الصفات الحسية تكون أكثر دقة بمراحل من رأي فرد واحد وكذلك أكثر ثباتاً. ويجب أن تشتمل كافة الطرق سواء كانت طرقاً حسية أو موضوعية على خاصيتين أو صفتين أساسيتين وهما:

1- المطابقة Precision وهي أن القراءات المتحصل عليها تكون واحدة بغض النظر عن

عدد مرات إجراء التجربة. أي أن يكون للإنسان أو الآلة مقدرة على إعطاء قيمة ثابتة واحدة مهما كانت عدد مرات الاختبار.

2- الدقة Accuracy وهي مدى مطابقة قراءة الآلة لتقدير الإنسان العادي.

إن الصفات الحسية التي تستخدم في التقويم هي الإبصار واللمس والطعم والرائحة. ومن الإبصار يمكن الحكم على المظهر واللون واللمعان والكثافة والحجم والشكل والعيوب الظاهرية،

أما الملمس فيمكن الحكم به على الخشانة إما باليد أو بالفم، ومن الرائحة والطعم يمكن الحكم على الرائحة المميزة لمادة معينة أو وجود رائحة كريهة، وأحيانا من الطهي يمكن تحديد المواد المستخدمة في الصناعة وعديمة الرائحة. ويمكن استخدام الاختبارات التحليلية أيضا في تقدير الصفات الحسية للمادة الغذائية وتشمل:

أولاً- اللون Color

هو صفة خاصة مرتبطة بتوزيع طيف الضوء. وهناك صفات أخرى مثل اللمعان والبريق والتعكير وكلها صفات خاصة تتعلق بطريقة توزيع الضوء المنعكس أو النافذ. ورغم أهمية اللون في تقويم المواد الغذائية فإن صفة اللمعان تعد صفة أخرى مهمة في تقويم الغذاء وخاصة الطازج مثل البندورة والتفاح والفريز والبلح.

ثانياً- اللزوجة Viscosity

وهي صفة مهمة في بعض الأغذية مثل العصير والكريمة والكاتشب والزيت والشوربة على اختلاف أنواعها. تؤدي اللزوجة في الصناعة دوراً أساسياً في عمليات التعقيم حيث كلما زادت اللزوجة زادت مدة التعقيم، نظراً لأن نفاذ الحرارة في المحاليل عالية اللزوجة أقل. ويلحظ في معظم المحاليل أن اللزوجة تقل بارتفاع درجة الحرارة ما عدا تلك المحاليل التي تحتوي على نشاء مثل البطاطا حيث إن ارتفاع الحرارة يسبب انتفاخاً لحبيبات النشاء وبالتالي تكسيرها مسببة زيادة سريعة في لزوجة المادة. لذلك نجد أن البطاطا المهروسة المعقمة والمعلبة تحتاج لدرجات حرارة عالية ومدة طويلة لدى إجراء عملية التعقيم عليها. وتستخدم اللزوجة للحكم على جودة الناتج النهائي لبعض المواد ولتتبع عمليات التصنيع وأحيانا تستخدم للكشف عن نوع المواد المضافة في الصناعة، ولتتبع التحليل الكيميائي (الحمية) لبعض المواد مثل النشاء والبروتين والبكتين، كما يمكن استخدامها لمعرفة الوزن الجزيئي والتركيب الفيزيائي لبعض المركبات كالاميلوز.

ثالثاً- الشكل والحجم Shape and volume

يعد الشكل والحجم من صفات الجودة الواجب قياسها وتحديدتها في المواد الخام والمواد المصنعة والتي يلزم تتبعها أحيانا في خطوات التصنيع المختلفة. وتقسّم المواد المراد تصنيعها إلى درجات حسب الحجم وذلك لتجانس حجم المواد الموجودة في علبة واحدة، كما أن عمليات التقشير

والنقطة يمكن إجراؤها ميكانيكياً إذا كانت العينات متجانسة في الشكل والحجم. ويقاس الشكل والحجم عن طريق:

- 1- الوزن: حيث تستخدم موازين خاصة تختلف في دقتها حسب كبر أو صغر العينات.
- 2- الحجم: ويحدد بقياس الفراغ الذي تشغله المادة المراد قياس حجمها. ويعبر عنه بصورتين
- 3- الحجم الظاهري: وهو الحجم الذي تشغله المادة دون ترك أو فصل الحجم الذي تشغله الفراغات الهوائية.
- 4- الحجم المطلق: وهو الحجم الذي تشغله الأجزاء نفسها. ويتم حساب الحجم المطلق بغمر المادة المراد قياس حجمها في مخبر مدرج فيه ماء وحساب الزيادة في الحجم الناجمة عن غمر المادة الغذائية.
- ونسبة الوزن إلى الحجم تعطي قيمة تسمى الكثافة وهي إما على صورة كثافة مطلقة أي (وزن وحدة الحجم ووحدها وزن/حجم) أو كثافة نسبية وهي كثافة مادة بالنسبة لكثافة مادة قياسية على نفس الدرجة من الحرارة.
- 5- الطول والعرض والقطر: تعبر عن تجانس المنتجات وأجزائها، وتستخدم لقياسها مصاف ذات ثقوب بأقطار مختلفة.

رابعاً - العيوب Defects

تعرف العيوب عادة بأنها أي مظهر من عدم الكمال بسبب غياب عامل أساسي من صفات الجودة أو وجود صفة تسيء أو تبعد المادة عن الكمال. وتقسّم العيوب حسب مصدرها أو أسبابها إلى خمسة أقسام:

- 1- عيوب وراثية: وهي العيوب الموجودة في جميع النباتات التابعة لسلالة معينة نظراً لتوارث هذه الصفة بفعل خلل موروث في التمثيل الغذائي لهذه السلالة. وهذه العيوب الوراثية إما أن تكون:
- 2- عيوباً في التركيب مثل التصاق ثمرتين في الفريز أو عدم استقامة الخيار.
- 3- عيوباً في اللون مثل التبقع أو الحبوب الحمراء في الذرة.
- 4- عيوباً في الصفات مثل ارتفاع نسبة الألياف في البازلاء أو الهليون.
- 5- عيوباً ناتجة عن فعل الحشرات متمثلة بالثقوب.

6- عيوباً مرضية: نتيجة لإصابة البذور بالآفات التي تسبب فقد المحصول أو تغيير صفاته.

7- عيوباً ميكانيكية: تشوه الثمار في أثناء النقل مما يسبب خللاً في العمليات الحيوية في أنسجتها وسرعة فسادها.

8- عيوباً خارجية: مثل وجود مواد غريبة داخل العينات، وهذه المواد إما أن تكون غير ضارة كالأوراق وأجزاء النبات الأخرى، أو ضارة كوجود الحصى والزجاج والمعادن.

خامساً - الملمس والقوام Kimsthetic and texture

وهي صفات حسية مرتبطة بحاسة اللمس. وتقسم الصفات الحسية التي تندرج تحت صفتي الملمس والقوام إلى ما يلي:

1- الإحساس باليد. ويتم من خلاله تحديد:

(أ) الصلابة أو التماسك

(ب) الليونة

(ت) العصيرية

2- الإحساس بالفم. ويتم من خلاله تحديد:

(أ) المضغ. وفيه تحدد مقاومة المادة للقطع بواسطة الأسنان.

(ب) التليّف. مثل وجود مواد غير قابلة للأكل تبقى في الفم بعد المضغ وتقاوم القطع.

(ت) وجود شوائب رملية.

(ث) خاصية الامتلاء. وهو ما يحس به الإنسان عند تناول طعام غني بالنشاء.

(ج) التلاصق. وهو وجود مواد غروية لاصقة في المادة الغذائية مثل اللبان.

(ح) الإحساس الدهني. وهو وجود مواد زيتية في المادة الغذائية.

سادساً - النكهة والطعم والرائحة Flavor, test and odors

1- النكهة: وهي الصفة الحسية التي يشعر بها الإنسان من الطعم والرائحة معاً. ويصعب

قياس هذه الصفة بوساطة الأجهزة وتقاس عادة كصفة حسية Subjective

2- الطعم: يوجد بصفة عامة أربعة أنواع للإحساس بالطعم هي: الطعم السكري (للسكر)

والطعم الملحي (للملح) والحمضي (للحمض) والمر (للكليكوزيدات والتانينات).

وطعم المادة الغذائية هو محصلة تأثير كل هذه الأنواع مجتمعة.

3- الرائحة: المواد المؤثرة على الرائحة هي المواد الطيارة التي لها ضغط بخاري عال نسبياً على درجة حرارة الغرفة وقابلة للاختلاط والذوبان في الأغشية المبطنة للأنف والشعيرات الحسية. وهذه المواد الطيارة هي التي تحدد رائحة المادة الغذائية ورائحة المادة المتعفنة ورائحة الزيت المتزنخ. ويصعب تقدير هذه المواد كيميائياً باستخدام الطرق الكيميائية التقليدية حيث إن تركيزها وكمياتها قليلة، لذا يستخدم جهاز التحليل الكروماتوغرافيا الغازية GC.

الفصل الرابع

حفظ الأغذية

Food preservation

حفظ الأغذية بالتبريد والتجميد Food refrigeration and freezing

أولاً - حفظ الأغذية بالتبريد Food refrigeration

لمحة تاريخية: يعد التبريد من أهم تقنيات الحفظ العصرية الذي وضع في يد الإنسان وسيلة ناجعة تمكنه من حفظ الأغذية والتغلب على المسافات الفاصلة بين مناطق الإنتاج الوفير والاستهلاك الكثيف. لم يعرف التبريد على أسسه الصحيحة إلا في عشرينيات القرن التاسع عشر عندما استطاع كلارنس بيردسي وضع فكرة التبريد موضع التطبيق العملي من خلال اشتغاله في التبريد السريع، وبذا بدأت صناعة التبريد وتوالى عليها التحسينات حتى غدت مقياساً تقاس به مستويات تطور المجتمعات المتقدمة.

تعريف التبريد: هو تخزين المواد الغذائية على درجة حرارة أعلى من درجة حرارة التجمد (2.2) إلى 15.5 م°).

فوائد التبريد Benefits of refrigeration:

- 1- يبطئ نمو الأحياء الدقيقة فيقلل فرص فساد الأغذية في أثناء نقل وتوزيع الأغذية القابلة للتلف.
- 2- يبطئ التفاعلات الكيميائية ويؤخر النشاط الإنزيمي في الخضار والفواكه.
- 3- يقلل من معدل التفاعلات والتغيرات الكيميائية التي تطرأ على اللحوم بعد الذبح.
- 4- يزيد فترة حفظ المواد بين القطاف والتصنيع ويطيل مدة تخزين المواد المعلبة تجارياً.
- 5- يساعد على نقل المواد الغذائية من مناطق الإنتاج البعيدة إلى مناطق الاستهلاك.
- 6- يساعد التبريد على توفير المواد الغذائية على مدار الفصول.
- 7- يعمل التبريد وحفظ المواد الغذائية على استقرار الأسعار.

مفهوم حفظ الأغذية بالتبريد Theory of food refrigeration

إن فساد الغذاء هو جملة تغيرات تطرأ على صفاته الحسية والتي تتمثل في مظهره أو ملمسه أو رائحته وطعمه فتجعله غير مرغوب من قبل المستهلك، وقد يكون هذا الفساد ميكروبياً أو إنزيمياً أو ميكانيكياً، ولكي يمكن حفظ الغذاء مقبولا لآبد من إبعاد هذه المؤثرات عنه وذلك في بحفظه في شروط تمنع هذا الفساد وأفضل ما يؤمن هذه الشروط هو التبريد الذي يقوم على أساس منع نمو البكتريا المحبة للحرارة العالية وعدد كبير من البكتريا المحبة للحرارة المتوسطة، إضافة إلى إبطاء التفاعلات الحيوية الناتجة من البكتريا أو الإنزيمات الموجودة في الغذاء الطبيعي.

أنواع التبريد

1- التبريد الطبيعي Natural refrigeration. ونميز منه الطرق الآتية:

(أ) **التبريد بالماء المثلج Ice water.** حيث يستخدم الثلج العادي كوسيط لتبريد المواد الغذائية على درجة حرارة أعلى من الصفر المئوي.

ب) التبريد بوساطة خليط الثلج والملح Ice and salt. حيث يعمل وجود الملح مع الثلج على خفض درجة حرارة الوسط وذلك حسب نسبة الملح المضاف، فكلما ازدادت نسبة الملح انخفضت درجة الحرارة. ويراعى في هذه الحالة أن لا يكون هناك تماس مباشر بين المادة الغذائية وخليط الثلج مع الملح حتى لا تمتص المادة الغذائية الملح، ويمكن تحقيق ذلك بتعبئة المادة الغذائية بأغلفة غير منفذة للماء.

2- التبريد الصناعي Industrial refrigeration. يعد التبريد الصناعي من أهم الطرائق المستعملة في حفظ الأغذية الطازجة والمصنعة سواء على المستوى المنزلي أو التجاري، وتستعمل طرائق كثيرة لتوليد الحرارة المنخفضة وأهم هذه الطرائق وأكثرها استعمالاً:

- أ) نظام التبريد بالضغط Compression system. ويتألف من الأجزاء الآتية:
- الضاغط Compressor: وهو مضخة تقوم بضخ الغاز القادم من المبخر إلى المكثف، وتؤدي هذه العملية إلى رفع درجة حرارة الغاز.
 - المكثف Condenser: يتكون من أسطوانة مصنوعة من الفولاذ المقاوم سميكة الجدران موضوعة أفقياً تنتزع فيها أنابيب تأخذ شكل الوشيجة يمر فيها الوسط المبرد القادم من الضاغط فيمتص الحرارة الزائدة من الغاز الذي تنخفض درجة حرارته، وينزع هذه الحرارة يتحول الغاز إلى سائل يصب في خزان الاستقبال.
 - خزان الاستقبال Receiver tank: خزان أسطواني الشكل مصنوع من الفولاذ المقاوم يتجمع فيه الغاز السائل تحت ضغط شديد.
 - صمام التمدد Expansion valve: ينظم مرور الغاز السائل إلى المبخر، فعندما يجتاز الغاز هذا الصمام يواجه ضغطاً منخفضاً فتنحول ذراته إلى الحالة الغازية فتمتص الحرارة اللازمة لهذا التحول من جو المبخر الذي تنخفض درجة حرارته إلى الدرجة المرغوبة.
 - المبخر Evaporator: يتألف من مجموعة من الأنابيب المتعرجة الضيقة التي تنتزع في جميع أرجاء المبخر أو غرفة التبريد بشكل يؤمن خفض درجة الحرارة في جميع أركانها، وقد تلامس هذه الأنابيب المواد المراد تبريدها مباشرة أو قد يفصلها

عنها سطح معدني. بعد ذلك ترتفع درجة حرارة الغاز في المبخر فيعود إلى الضاغط ليعود في دورة تبريد جديدة.

(ب) نظام التبريد بالامتصاص Absorption system. يتألف نظام التبريد

بالامتصاص من الأجزاء نفسها التي يتكون منها نظام التبريد بالضغط، ويكمن الاختلاف في الجزء الضاغط فقط الذي يتألف في نظام الامتصاص من جزأين:

- خزان الامتصاص Absorber: الذي يقوم باستقبال الغاز الراجع من غرفة التبريد فيبرد بواسطة وشائع يمرر فيها الماء البارد ثم يضخ بواسطة مضخة إلى خزان المولد.

- خزان المولد Generator: وهو خزان أسطواني الشكل موضوع بشكل أفقي يحتوي على محلول الأمونيا المكون من جزء من الأمونيا وجزأين من الماء، يستقبل الغاز الذي يذوب في هذا المحلول مكوناً محلولاً مركزاً يطرد منه الغاز بواسطة وشائع مسخنة بالبخار فينطلق الغاز من المولد إلى المكثف حيث يتم تبريده وتحويله إلى الحالة السائلة.

أوساط التبريد Refrigerants:

وسط التبريد هو مركب كيميائي قادر على نزع الحرارة من منطقة منخفضة الحرارة وتحويلها إلى منطقة مرتفعة الحرارة. ويجب أن تتوفر في أوساط التبريد الصفات الآتية:

- 1- يجب أن يكون منخفض درجة حرارة التجمد.
- 2- يجب أن يكون منخفض الحرارة النوعية ليقال نقل الحرارة المحسوسة إلى مخزن التبريد.
- 3- يجب أن يكون قليل اللزوجة سواء كان سائلاً أم غازياً لتقليل مقاومة الاحتكاك وسهولة استعمال أنابيب صغيرة.
- 4- يجب أن يكون ثابت التركيب الكيميائي ليقاوم التحلل تحت ظروف الضغط والحرارة الموجودة في أجهزة التبريد.
- 5- ألا يسبب صدأ المعادن في وجود أو غياب الرطوبة.
- 6- يجب أن يكون غير قابل للاحتراق أو الانفجار.

7- يجب أن يكون غير سام وغير ضار بالمواد الغذائية.

8- يجب أن يكون عديم الرائحة وإن كان يرغب بامتلاكه لرائحة مميزة تمكن من كشف تسريته.

9- يراعى أن يكون رخيص الثمن ومتوافراً.

أهم أوساط التبريد

غاز الأمونيا NH_3 يعد وسط التبريد الأول في كثير من المعامل ومخازن التبريد لجودة الصفات التي يتميز بها فهو يتبخر على درجة حرارة - 33 م⁰ عند الضغط العادي، والضغط اللازم لتكاثفه عند درجة الحرارة 35 م⁰ هو 12 كغ/سم وهو لا يختلط بزيوت التشحيم وحرارته النوعية 0.52 م⁰ وحرارته الكامنة 589 Btu وهو لا يسبب صدأ المعادن إلا ما كان محتوياً منها على النحاس. يتميز بقدر من الخطورة فهو سام وذو رائحة مخرشة وهي ميزة من الناحية العملية وقابل للاشتعال في ظروف معينة.

مركبات فلور وكلور الميثان والإيثان تحتل هذه المركبات في حقل التبريد مركزاً مرموقاً بسبب ما تتمتع به من صفات مناسبة وهي تعرض في الأسواق تحت أسماء تجارية مختلفة.

الفريون: ومنه المركبات ذوات الأرقام 11، 21، 113، 114 وأهم الصفات التي تتميز بها أنها تتجمد على درجة حرارة - 30 م، وثبات صفاتها الكيميائية وعدم تسببها في صدأ المعادن، ولكن أهم ما يميزها هو عدم سميتها وعدم تغيير صفات أو نكهة المواد الغذائية، لا رائحة لها مما يجعل كشف تسريتها صعباً.

كلور الميثيل: يعد أقل ثباتاً من الفريون، له قابلية متوسطة للاشتعال، غير مخرش للأنسجة، له رائحة ايثيرية، يذوب في الماء ليكون كحول الميثيل وحمض كلور الماء الذي يسبب تلف مواد البناء، لذا يجب استبعاد الماء عند استعماله كوسط للتبريد.

غاز ثاني أكسيد الكبريت: فقد أهميته بعد أن كان كثير الاستعمال في البرادات المنزلية، ويجب استعماله بعيداً عن الماء، كثير الخطورة على الحياة ولو أن رائحته المميزة المخرشة تنبه إلى تسريته، يسبب الصدأ وغير قابل للاشتعال أو الانفجار.

غاز ثاني أكسيد الفحم: يعد من أكثر أوساط التبريد سلامة بعد الهواء والماء، ثابت الصفات الكيميائية تحت جميع شروط التشغيل، لا تذوب فيه مواد تشحيم الآلات، عديم الرائحة وغير

خطر على الحياة ما دام تركيزه لا يصل إلى 4 %، يصعب كشف تسريه إلا باستعمال فقاعات الصابون، إضافة إلى أنه قليل التكاليف.

شروط التخزين المبرد Requirements of refrigerated storage:

التخزين المبرد وسيلة فعالة في حفظ المواد الغذائية الطازجة لفترات قصيرة ريثما يتم استهلاكها محافظة على صفات جودتها وقيمتها الغذائية إذا روعيت الشروط الآتية عند التخزين:

1- الإسراع في تبريد المواد الأولية: تتوفر أفضل صفات الجودة في المادة الغذائية سواء

أكانت خضاراً أم ثماراً أم لحوماً وهي في طور النضج المناسب وبعد قطافها مباشرة أو بعد الذبح بالنسبة إلى حيوانات اللحوم، وتتنخفض هذه الصفات مع مرور الوقت، ولكي تحفظ هذه في أحسن حالتها من الجودة لا بد من تبريد هذه المواد بما يمكن من السرعة لأن بقاء هذه المواد بضع ساعات بعد قطاف الخضار أو الفواكه أو ذبح الحيوانات يؤدي إلى إلحاق قدر ملموس من التردّي بها.

2- التحكم في درجة الحرارة: تحافظ المواد الغذائية المخزنة على صفاتها الجيدة إذا حفظت

على درجة حرارة أعلى من درجة تجمدها بقليل، ويمكن التحكم في درجة حرارة غرف التبريد باتّباع ما يأتي:

أ) عزل جدران المخزن عزلاً جيداً باستعمال المواد العازلة والمبطنة بحيث تؤمن عزلاً جيداً يمنع تبادل الحرارة.

ب) تجهيز غرف التبريد بأجهزة التبريد ذات القدرة المناسبة لخفض درجة حرارة المخزن إلى درجة حرارة التبريد المناسبة، وذلك عن طريق حساب حجم المخزن وكميات الحرارة المتولدة من تنفس الخضار والثمار.

3- المحافظة على الرطوبة النسبية: يعد توافر الرطوبة النسبية المنتظم من أهم شروط

نجاح التخزين المبرد، لأن توافر هذه الرطوبة يمنع تبخر الماء من المواد الغذائية المخزنة وبالتالي وجود توازن بين رطوبة المخزن ورطوبة المواد المخزنة، فإذا انخفضت هذه الرطوبة تبخر جزء من رطوبة المادة الغذائية مما يسبب جفافها، أما إذا زادت رطوبة المخزن تكاثف جزء منها على سطوح المادة الغذائية فيؤدي ذلك إلى:

أ) تشجيع نمو الأحياء الدقيقة وفساد الغذاء

ب) التشقق غير الطبيعي لبعض الثمار مثل التفاح

وتؤدي الرطوبة النسبية غير المناسبة (دون المثلى) إلى ذبول الخضار والثمار وتلف المظهر الخارجي للأنسجة الحيوانية ونقص في وزن المادة الغذائية المخزنة.

4- حركة الهواء: حركة الهواء المناسبة والمنتظمة في مخزن التبريد تساعد على ما يلي:

أ) المحافظة على درجة حرارة متماثلة داخل المخزن

ب) المحافظة على تماثل تركيب جو المخزن

ت) تساعد على سرعة تبريد المواد الغذائية في المخزن

التخزين في جو غازي معدل **Controlled and modified atmosphere storage**

تظل أنسجة الخضار والفواكه بعد قطافها حية وفي حالة تنفس مستمر في أثناء التخزين المبرد، ويتوقف معدل هذا التنفس على مدى توافر الأكسجين في هواء جو المخزن وطرح غاز ثاني أكسيد الفحم، ويكون هذا المعدل طبيعياً عندما تبلغ نسبة الأكسجين من الهواء 21 % ونسبة غاز ثاني أكسيد الفحم 0.03 % .

ولإطالة مدة تخزين هذه المواد أطول مدة ممكنة يجب السماح باستمرار عمليات التنفس البطيئة لصيانة الأنسجة اللازمة للحياة في أداء وظيفتها وإبقاء الأغذية المغلفة سليمة. ويمكن تحقيق هذا الهدف بثلاث طرائق هي:

1- خفض درجة حرارة التخزين

2- خفض نسبة غاز الأكسجين

3- زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الفحم في هواء المخزن

ولما كانت الدرجات المثلى للحرارة المنخفضة والرطوبة النسبية وتركيب غاز جو المخزن تختلف من مادة غذائية لأخرى لذلك يجب بذل العناية الفائقة والتحكم الدقيق بضبط نظام التعديل بما يتلاءم مع كل نوع من أنواع المواد الغذائية المراد تخزينها مبردة.

تأثير التبريد في المواد الغذائية

تحدث تغيرات غير مرغوبة في بعض الثمار والخضار عندما تكون درجة حرارة التبريد أدنى من الدرجات المثلى، وهذا يدعى الضرر التبريدي الذي يؤدي إلى تغيرات فسيولوجية متنوعة مثل الاسمرار الخارجي أو الداخلي وتبقع القشرة الخارجية.

وينخفض معدل التنفس الهوائي في الأنسجة الحيوانية لنقص إمدادات الأكسجين بسبب وقف التنفس، وبذلك يتحول الغلايكوجين إلى حمض لبن حيث ينخفض رقم الحموضة (pH) ويبدأ

التصلب الجيفي الذي يتميز بقساوة العضلات وعدم مرونتها. لذلك فإن التبريد ضروري في أثناء التنفس اللاهوائي لإكساب اللحم اللون والقوام المرغوبين وتقليل التلوث بالأحياء الدقيقة. وتدعى التغيرات غير المرغوبة الناشئة عن التبريد قبل اكتمال التصلب بالقصر التبريدي.

يؤدي التخزين المبرد إلى تبادل الطعوم بين الكثير من الأغذية إذا خزنت قريبة من بعضها بعضاً، ويمكن منع هذا بتغليف الأغذية جيداً.

تفقد بعض الأغذية جزءاً من سكرياته بسبب تحول السكر إلى نشاء في أثناء عملية التخزين المبرد (الذرة الصفراء). كما تفقد بعض الفيتامينات أو أجزاء منها أثناء التخزين المبرد للعديد من الخضار.

ومن التغيرات الشائعة التي تصيب الأغذية في مخزن التبريد فقد القوام المكتنز والهشاشة في الثمار والخضار، وتغيرات لون اللحم الأحمر، وأكسدة الدهون، وطرارة الأنسجة، والنزف في الأسماك، وظاهرة البياض في الخبز والكعك ونقص النكهة وتصبح مرتعاً خصباً لنمو الجراثيم المحبة للبرودة الخاصة بكل غذاء وتسبب فساداً إذا طالت مدة حفظه على المدة المناسبة.

ثانياً - حفظ الأغذية بالتجميد Food freezing

لمحة تاريخية

1854 عرف التجميد التجاري في الولايات المتحدة الأمريكية عندما كانت تستورد الأسماك من كندا.

1892 طبق التجميد الصناعي على الأسماك في مناطق أمريكا الشمالية.

1920 بدأ العمل في التجميد السريع وتم تطبيقه على الخضار والفواكه واللحوم والأسماك.

فوائد التجميد Benefits of freezing

تغيير في العادات الغذائية الذي ساعد على ظهور الوجبات الغذائية المريحة (المحضرة والمطبوخة والمحفوطة بالتجميد).

يساعد التجميد على تخزين المواد الغذائية لفترات زمنية طويلة دون فسادها أو ترد في جودتها.

تحفظ المواد الغذائية المخزنة بالتجميد بصفاتها الحسية (اللون والطعم).

مفهوم حفظ الأغذية بالتجميد Theory of food freezing

من المعروف أن الأحياء الدقيقة الملوثة للغذاء والمسببة لفساده تستمد العناصر اللازمة لنموها من خلال المحاليل المائية، وعلى هذا فان تقييد رطوبة المادة الغذائية بالتجميد يعني حرمان هذه

الأحياء من النمو والتكاثر، كما تؤدي عملية التجميد إلى خفض النشاط الأنزيمي داخل المادة الغذائية.

التجميد لا يقضي على جميع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، بل يبقى الناجي منها في حالة سكون دون أن تؤثر في خواص الغذاء، إلا أنها تعود إلى نشاطها بسرعة عند ارتفاع درجة حرارة الغذاء وبعد ذوبان الكتلة الثلجية. لذا يجب عدم إخراج المادة الغذائية من المجمدة إلا قبيل طبخها أو استعمالها بقليل وبخاصة الخضار.

يتضمن التجميد خفض درجات الحرارة إلى -18°C أو دون ذلك وتجمد جزء من الماء وجزء من المواد الغذائية الذائبة فيه مما يؤدي لإمكانية حدوث الظواهر الآتية:

فرط التبريد Super cooling: انخفاض في درجة حرارة الماء إلى ما دون درجة تجمده دون تشكل البلورات.

تبلور الماء Crystallization of water: التبلور هو التشكل المنتظم للطور الجامد من محلول أو مصهور أو بخار. وتتألف عملية التبلور من طورين:

تشكل النوية: وهو اتحاد جزيئات الماء في حبيبات متناهية الصغر شديدة الانتظام قادرة على البقاء وتكوين الأساس الذي تنمو عليه البلورة.

نمو البلورة Crystal growth: هو تعاضم حجم البلورة بإضافة جزيئات الماء حيث تفضل جزيئات الماء الانضمام إلى البلورات الموجودة من أن تشكل بلورات جديدة.

حجم البلورات: يزداد حجم البلورات ويقل عددها في التجميد البطيء، ويقل حجم البلورات ويزداد عددها في التجميد السريع.

عود التبلور: وهو إعادة انضمام جزيئات من الماء إلى البلورة المتكونة نتيجة عدم ثباتها بسبب تغيرات في بنيتها.

تموضع البلورات: في التجميد البطيء تتشكل البلورات بين خلايا المادة الغذائية بينما في التجميد السريع تنتزع البلورات بشكل منتظم داخل وخارج خلايا المادة الغذائية.

خصائص التجميد السريع والتجميد البطيء

التجميد البطيء	التجميد السريع
حجم البلورات كبير وعددها قليل	حجم البلورات صغير وعددها كبير
شكل وجودة المادة الغذائية رديء	شكل وجودة المادة الغذائية جيد
يسمح بكبر البلورات	يمنع من كبر البلورات
يسمح بارتشاح السوائل من الخلايا	يمنع ارتشاح السوائل من الخلايا
يوقف نمو ونشاط نسبة لا بأس بها من الأحياء الدقيقة	يوقف نمو ونشاط معظم الأحياء الدقيقة
يحد من نشاط الأنزيمات بشكل بطيء	يبطئ بسرعة من فعل الأنزيمات
لا تعود الأغذية لحالتها الطبيعية بعد إزالة حالة التجميد عنها بل تفقد جزءاً من قوامها	تعود الأغذية لحالتها الطبيعية بعد إزالة حالة التجميد عنها

طرائق التجميد Methods of freezing

مجندات الهواء البارد Cold air freezers ونميز منها:

1- المجمدات الحادة Sharp freezers غرف معزولة بشكل جيد مجهزة برفوف درجة حرارتها - 23 - 29 م° حيث يحرك الهواء فيها بوساطة مراوح عادية. (مجمدات المنازل).

2- المجمدات العاصفة Air blast freezers عبارة عن غرف محكمة الإغلاق أو أنفاق يتحرك خلالها الحزام الناقل أو سكة تسير عليها العربات. درجات الحرارة المستعملة - 30 م° وسرعة هواء 760 م/دقيقة.

مجمدات السوائل المبردة Cold liquid freezers ونميز منها:

1- المجمدات بالغمر Immersion freezers حيث يتم فيها تغطيس المواد المراد تجميدها في حمام من السائل البارد المكون من بروبيلين غليكول أو خليط من الملح والماء أو محلول كلور الكالسيوم ويتميز هذا النوع من التجميد بسرعة انتقال البرودة إلى المادة الغذائية ومنع تماسها مع الهواء. ويجب أن يتصف وسط التبريد بخلوه من الطعوم والروائح الغريبة وعدم السمية وعدم تأثيره في لون المادة الغذائية.

2- مجمدات السطوح الباردة Cold surface freezers ومنها المجمد ذو الصفائح Plate freezer وهو صندوق مؤلف من رفوف معدنية يحتوي على قنوات لمرور الوسط المبرد توضع فيه المادة الغذائية بشكل منتظم ثم يغلق بإحكام.

3- مجمدات التجميد الصاعق Immersion freezing with cryogenic liquid

حيث يتم خلالها تجميد المواد المغلفة أو غير المغلفة بشكل جيد ثم تعريضها إلى وسط تبريد بارد جدا (النتروجين وغاز ثاني أوكسيد الفحم السائل). تتم عملية التجميد بإمرار المادة الغذائية المحمولة على حزام ناقل في غرفة محكمة العزل حيث ترش المادة عند دخولها إلى الغرفة بغاز النتروجين وعندما تصل إلى منتصفها ترش برذاذ الغاز السائل ثم تتعرض في القسم الأخير من الغرفة إلى غاز النتروجين مرة أخرى وبهذا تنخفض درجة حرارتها إلى - 18 - 30 م° . وتتميز هذه الطريقة بما يأتي:

أ) وجود فرق حراري كبير بين المادة الغذائية ووسط التبريد مما يجعل نزع الحرارة سريعاً جداً.

ب) قدرة السائل على ملامسة جميع سطوح المادة الغذائية.

ت) تقليل إمكانية أكسدة المادة الغذائية لأن غاز النتروجين غير سام وخامل.

التغيرات التي تحدث للغذاء في أثناء التخزين المجمد (Frozen storage)

عود التبلور Recrystallization حيث يفسد عود التبلور الفوائد التي يتميز بها التجميد السريع ويؤدي إلى تمزق خلايا الأنسجة وانفصالها ورخاوة القوام. ويعالج ذلك بتخزين المواد الغذائية في درجة حرارة ثابتة ومنخفضة جداً لفترة قصيرة.

التسامي Volatilization هو انطلاق بخار الماء من عبوات المواد الغذائية غير محكمة الإغلاق أو التغليف فيؤدي إلى تبقع سطوحها وتشوه مظهرها وخاصة في اللحم وهذا ما يعرف بحرق البراد Freeze burn الذي يغير لونها إلى اللون الأسمر والمظهر الجاف. ويمكن معالجة ذلك بالتغليف الجيد والمحكم.

الفجوة الجليدية Ice cavity وهو تجمد رطوبة هواء العبوة على جدرانها الداخلية مكونة طبقة من الجليد، وتحدث هذه الظاهرة في العبوات غير المملوءة بشكل جيد أو عند وجود فراغ في التعبئة. **تغيرات كيميائية** وتشمل: تحلل الصبغات، تحلل الفيتامينات، عدم ثبات البروتينات وقلة انحلالها، أكسدة الشحوم، التفاعلات التي تسبب زيادة كمية السائل النازف من الأنسجة.

جودة الأغذية المجمدة Quality of frozen food

تتوقف درجة جودة المادة الغذائية المجمدة على ما يأتي:

- 1- نوعية المادة الغذائية الأولية
 - 2- كفاءة عملية التحضير أو المعاملات الأولية أو التصنيع
 - 3- طريق التغليف ونوعية ومتانة الأغلفة
 - 4- طريقة التجميد وسرعتها
 - 5- درجة حرارة التخزين المجمد وثباتها وعدم تذبذبها
- مواصفات الأغلفة المستعملة في عملية تغليف الأغذية المعدة للتخزين المجمد:**

- 1- يجب أن تكون الأغلفة المستعملة ذات سماكة رقيقة تسمح بانتقال البرودة بسرعة إلى داخل المادة الغذائية.
- 2- يجب أن تكون أكياس التغليف مقاومة للتمزق والتشقق عند درجات الحرارة المنخفضة.
- 3- يجب أن تكون ذات مرونة كافية.
- 4- غير منفذة للسوائل وبخار الماء.
- 5- غير ضارة بالصحة.

تعد الأغلفة والأكياس المصنوعة من مادة البولي إيثيلين من أفضل المواد المستخدمة عند تغليف الأغذية المعدة للتخزين المجمد.

تأثير درجات الحرارة المنخفضة على الأحياء الدقيقة في أثناء التخزين المجمد
يتوقف هذا التأثير على ما يأتي:

- 1- نوع الأحياء الدقيقة وظروف نموها
 - 2- درجات الحرارة في أثناء التجميد والتخزين المجمد
 - 3- طول فترة التخزين المجمد
 - 4- التركيب الكيميائي للمادة الغذائية
 - 5- التجميد وإزالة حالة التجميد بشكل متناوب
- إزالة حالة التجميد وإعادة التجميد مرة ثانية**
إزالة حالة التجميد: هي العملية المعاكسة لعملية التجميد وفيها ترتفع درجة حرارة المادة الغذائية حتى تصل إلى -1°C .
يصاحب عملية إزالة حالة التجميد عن المادة الغذائية بعض التغيرات غير المرغوبة وبخاصة عملية نزوح العصير الخلوي منها وبخاصة عند استخدام طريقة التجميد البطيئة.
طرائق إزالة حالة التجميد:

- 1- **باستخدام الهواء البارد:** وهي من الطرق البطيئة وفيها تكون درجة حرارة الهواء 5°C إلى 6°C ورطوبة نسبية 65 - 70 %.
- 2- **باستخدام الهواء الساخن:** وهي من الطرق السريعة وفيها تكون درجة حرارة الهواء 20°C إلى 25°C ورطوبة نسبية 55 - 60 %.
- 3- **باستخدام مزيج الهواء والبخار:** تعد من الطرق السريعة حيث تعمل على اختصار الوقت اللازم لإزالة حالة التجميد عن المادة الغذائية المجمدة بسبب مقدرة البخار الكبيرة على نقل الحرارة، وفيها يستعمل نوعان من درجات الحرارة:
(أ) 4°C إلى 5°C ولمدة 16 ساعة
(ب) 20°C إلى 25°C ولمدة 11 - 13 ساعة
- 4- **باستخدام الماء البارد أو الماء الفاتر:** يؤخذ على هذه الطريقة التماس المباشر بين الماء والمادة الغذائية مما يساعد على سرعة انتقال وانتشار الأحياء الدقيقة إن وجدت.

5- باستخدام الميكروويف: تعد من الطرق السريعة ولكن يؤخذ عليها تركيز درجات الحرارة العالية أحيانا في مناطق محددة وعدم انتشارها بشكل متساو في كافة أجزاء المادة الغذائية المجمدة.

وبشكل عام يفضل إجراء عملية إزالة حالة التجميد للمادة الغذائية المجمدة في حالة الاستخدام المنزلي عن طريق وضعها عند الطبقة الأسفل من البراد قبل يوم من استخدامها، مع مراعاة استخدام هذه الأغذية مباشرة بعد إزالة حالة التجميد عنها، ولا يجوز في أي حال من الأحوال إعادة تجميد المادة الغذائية مرة ثانية بعد إزالة حالة التجميد عنها، لان الاختلاف في درجات حرارة التجميد وإزالة حالة التجميد والعودة إلى التجميد ثانية يشجع وبشكل كبير نمو وتكاثر عوامل الفساد داخل المادة الغذائية إضافة إلى انخفاض في جودة ونوعية هذه المواد من حيث القوام واللون والرائحة.

حفظ الأغذية بالتجفيف Food drying

لمحة تاريخية

تعد طريقة التجفيف من أقدم الطرائق المتبعة في حفظ الأغذية، فقد لاحظ الإنسان القديم أن الثمار تبقى صالحة للأكل بعد جفافها سواء أكانت عملية التجفيف هذه تتم والثمار على أغصانها أم بعد تساقطها على الأرض. اقتبس الإنسان هذه الطريقة عن الطبيعة مستفيداً في ذلك من طاقة الشمس المتوفرة، وعمل على تحسينها والسيطرة على ظروفها المختلفة.

تعريف التجفيف Drying or dehydration تعرف عملية التجفيف بأنها جملة من الإجراءات تهدف لتخليص الغذاء من معظم ما يحتويه من ماء وتتم طبيعياً أو اصطناعياً تحت ظروف محكمة من درجة الحرارة والرطوبة وانسياب الهواء.

وتتم عملية التجفيف الطبيعي والاصطناعي بوساطة الهواء أو التجفيف في جو مفرغ أو بوساطة الحرارة المباشرة.

وظائف الهواء في تجفيف الأغذية

للحواء وظيفتان أساسيتان في تجفيف الأغذية وهما:

1- يعمل على نقل الحرارة من فرن التسخين إلى المادة التي يجري تجفيفها.

2- يعمل على حمل الماء المتبخر ونقله بعيداً عن الوسط المحيط بالمادة المجففة.

العوامل التي تسيطر على عملية التجفيف

- 1- درجة الحرارة المستخدمة، وهي تختلف باختلاف الغذاء وطريقة تجفيفه.
- 2- رطوبة الهواء النسبية، وتتوقف أيضاً على نوع الغذاء ورطوبته وعلى طريقة تجفيفه.
- 3- سرعة جريان الهواء.
- 4- الزمن اللازم للتجفيف.

ويؤدي عدم السيطرة على هذه العوامل إلى نشوء ظاهرة **قساوة الغلاف** والسبب في ذلك هو التعرض لدرجات حرارة مرتفعة في وسط ذي رطوبة نسبية منخفضة مما يؤدي إلى تبخر الرطوبة من السطح بسرعة تفوق التبخر من الأجزاء الداخلية للغذاء وباتجاه الغلاف، وبذلك تصبح الأغلفة غير نفوذة للرطوبة وتحول دون تبخر الماء من الأجزاء الداخلية للثمار مما يتسبب في قساوة الغلاف وتباطؤ استمرار عملية التجفيف أو توقفها.

فوائد التجفيف Benefits of drying

للتجفيف فوائد عديدة نذكر منها ما يأتي:

- 1- يضع التجفيف بين يدي الإنسان وسيلة من أنجع وسائل حفظ الأغذية.
- 2- تتميز المواد الغذائية المجففة بقدرتها الفائقة على احتمال التخزين لأوقات طويلة.
- 3- المحافظة على مكونات المادة الغذائية المجففة.
- 4- يساعد التجفيف على خفض نفقات النقل والتداول والتخزين والاستغناء عن نفقات التبريد.
- 5- يعمل التجفيف على تقليل وزن وحجم المادة الغذائية المجففة لنزع معظم مائها.
- 6- يساعد على توفير المادة الغذائية على مدار السنة.
- 7- يمكن تشكيل المواد الغذائية المجففة بأشكال مختلفة الشكل والحجم بما يتلاءم مع متطلبات السوق والمستهلك.

تحضير الأغذية قبل تجفيفها

تشتمل عمليات التحضير على المراحل الآتية (أو على بعضها) ويتوقف ذلك على نوع الخضار أو الثمار التي يرغب في تجفيفها:

- 1- الفرز والتدريج حسب الحجم والنضج وسلامة الثمار أو الأجزاء الخضرية.
- 2- الغسيل وبخاصة للثمار والخضار.
- 3- تقشير الثمار أو الخضار باليد أو الآلة أو بمحلول الصودا الكاوية، ثم المعادلة بالحموض إذا أجريت عملية التقشير بالصودا.

- 4- التقطيع إلى أنصاف أو أرباع أو شرائح أو مكعبات.
- 5- الغمس في محلول الصودا الكاوية (0.1 - 1.5 %) وذلك لثمار العنب.
- 6- سلق الخضار وبعض الثمار (المشمش والدراق) .
- 7- الكبريتة أي التعريض لدخان SO_2 أو الغمس في محلول يحتوي SO_2 (بتركيز 1000 - 3000 جزء بالمليون) حسب نوع الثمار.

مقارنة التجفيف الطبيعي بالتجفيف الاصطناعي Natural and industrial drying

- 1- يمكن التحكم في ظروف عمليات التجفيف الاصطناعي من حرارة ورطوبة هواء، أما التجفيف الطبيعي فيتوقف على العوامل الطبيعية. لذا تتميز منتجات التجفيف الاصطناعي بتجانسها من حيث صفات الجودة، إضافة إلى كونها أجود وأفضل من نظيرتها المجففة طبيعياً.
- 2- تحتاج الثمار إلى رقعة واسعة من الأرض لتجفيفها تحت أشعة الشمس، أما التجفيف الاصطناعي فيتم في مساحة محدودة من الأرض كافية لاستيعاب غرفة التجفيف مع ملحقاتها.
- 3- يمكن التحكم بالتجفيف الاصطناعي من حيث الشروط الصحية وتجنب الغبار والحشرات والطيور والقوارض، وغالباً ما تجابه عملية التجفيف الشمسي بهذه الصعوبات.
- 4- تكون تكاليف إنشاء غرفة التجفيف الاصطناعي باهظة الثمن غير أن جودة المنتج قد تعوض عن ذلك، أما التجفيف الشمسي فتكاليفه محدودة.
- 5- تحتاج الأغذية المراد تجفيفها اصطناعياً إلى وقت قصير نسبياً يكون في حدود ساعات معدودة، أما بالتجفيف الشمسي فتتوقف المدة (عدة أيام) على حالة الطقس والرطوبة النسبية.
- 6- أما من حيث المردود فيقل في طريقة التجفيف الطبيعي عنه في الاصطناعي نظراً لفقد الناشئ عن استمرار عملية التنفس في الثمار خلال مدة التجفيف وعن عملية الاختمار التي قد تطرأ على بعض الثمار، هذا بالإضافة إلى الأضرار التي تحدثها الحشرات والطيور.

7- تعطي الثمار المجففة اصطناعياً عند طهيها منتجات أفضل من الثمار المجففة طبيعياً والمطهية بالطريقة ذاتها، إلا في حالات معينة حيث تكون الرغبة في الحصول على منتجات تقليدية ذات خصائص لون ونكهة مميزة لا تتوافر إلا عند التجفيف بأشعة الشمس (القمردين).

تأثير التجفيف على نمو الأحياء الدقيقة Effect of drying on microorganisms

يتوقف فساد المواد الغذائية المجففة بالأحياء الدقيقة على مقدار الرطوبة الموجودة فيها، لأن وجود نسبة معينة من الماء أمر لا غنى عنه حتى تتمكن من النمو واستمرار فعاليتها، فإذا لم تتمكن من الحصول على هذا الماء اللازم وقف نموها أو ماتت. ويعبر عن هذا المفهوم بفعالية الماء Water activity.

فعالية الماء: يسبب انخفاض فعالية الماء عند أي درجة حرارة معينة إبطاء نمو وإنبات أبواغ الفطور ويتجلى هذا الانخفاض بصورتين:

(1) إطالة فترة السكون

(2) انخفاض معدل طول أنابيب إنبات الأبواغ.

فعندما تنخفض فعالية الماء عن النسبة المثلى للنمو تزداد فترة طور السكون وينخفض معدل النمو. ويقف نمو البكتيريا عندما تصل فعالية الماء إلى 0.90 والفطور عند 0.8.

تركيز المواد المنحلة: يعد ارتفاع تركيز المواد الصلبة المنحلة من أهم العوامل المساعدة على مقاومة الأغذية المجففة للفساد بالأحياء الدقيقة. فكلما ازداد التركيز ازدادت المقاومة للأحياء الدقيقة.

درجة حرارة التجفيف: إن تعريض المواد الغذائية المراد تجفيفها إلى درجات حرارة التجفيف يقضي على أعداد كبيرة من الأحياء الدقيقة وذلك حسب درجة الحرارة المستعملة.

تأثير التجفيف على فعالية الإنزيمات Influence of drying on enzyme activity

تؤدي معظم درجات الحرارة الرطبة والقريبة من درجة حرارة الغليان إلى إتلاف الإنزيمات الآني (دقيقة واحدة عند 100 م°)، أما إذا تعرضت الأنزيمات للحرارة الجافة كالمستعملة في عملية التجفيف فيكون تأثيرها قليلاً. لذلك إذا أريد إتلاف الإنزيمات وجب تعريضها للحرارة الرطبة أو

الاستعانة بالمثبطات الكيميائية، ولو أن نشاط الإنزيمات ينخفض بانخفاض نسبة الرطوبة إلا أنه مرتبط بتركيز الإنزيم والركيزة. وعموماً تصبح فعالية الإنزيمات معدومة عندما تبلغ نسبة الرطوبة 1% أو أقل.

الأسس الفيزيائية التي تحكم التجفيف Physical principles of governing drying

تتخذ عملية التجفيف الصناعي باستعمال أنواع مختلفة من المجففات، ولما كان هذا التجفيف هو محصلة تأثير عمليات توصيل الحرارة ونقل الكتلة فقد تنوعت المجففات حسب الأسلوب المستعمل في إنجاز عمليات التوصيل والنقل. ومن هنا لا بد من فهم العلاقة بين الحرارة وفصل الرطوبة.

الحرارة ونقل الكتلة Heat and mass transfer، يقوم التجفيف على مبدئين فيزيائيين يشكلان الأساس العملي وهما:

1- نقل الحرارة إلى المادة الغذائية.

2- نقل أو فصل الماء من المنتج (وهذا ما يعبر عنه بنقل الكتلة).

ولكي يتم التجفيف بسرعة كبيرة يجب العمل على توصيل الحرارة ونزع الرطوبة بسرعة كبيرة من المادة المجففة. وتتلخص أهم العوامل المؤثرة عليهما بما يلي:

1- **مساحة السطح Surface area**: تقطع الأغذية وجميع المواد المراد تجفيفها إلى قطع

صغيرة قليلة السماكة بحيث يؤدي هذا التقطيع إلى:

أ) زيادة السطح المعرض للحرارة بالنسبة إلى الحجم. وبتزايد هذه النسبة يزداد انتقال الرطوبة من المادة المجففة وبالتالي تزداد سطوح المادة الملامسة للحرارة مما يسرع انتقال الحرارة إلى المادة الغذائية.

ب) تقليل المسافة التي تقطعها الرطوبة من مركز القطع إلى سطوحها، إضافة إلى تقليل المسافة التي تقطعها الحرارة للوصول إلى مركز القطع.

2- **درجة الحرارة Temperature**: يزداد معدل انتقال الحرارة إلى المواد المجففة كلما كان

الفرق في درجة الحرارة بين المادة الغذائية ووسط التسخين كبيراً، لأن هذا الفرق يشكل القوة الدافعة للرطوبة من المادة الغذائية. وتؤدي الحرارة الدور المهم الثاني عندما يكون وسط التسخين هو الهواء.

3- سرعة الهواء Air velocity: يؤدي جفاف الهواء المستعمل في تجفيف المواد الغذائية دوراً كبيراً:

أ) لأنه كلما كان الهواء جافاً أمكنه أن يحمل كمية أكبر من الرطوبة قبل أن يصل إلى درجة الإشباع.

ب) تحدد درجة جفاف الهواء قدرته على تجفيف المادة الغذائية والحد الذي يمكن أن تنخفض إليه نسبة الرطوبة فيها.

ومن المعروف بأن لكل منتج نسبة رطوبة متوازنة مع رطوبة الجو الخارجي. وهي النسبة الموجودة عند درجة حرارة معينة بحيث لا يكسب ولا يفقد المنتج أي رطوبة. وتنخفض رطوبة المادة إذا انخفضت رطوبة الجو دون هذه النسبة و تزداد رطوبتها إذا زادت.

4- الضغط الجوي والتفريغ Atmospheric pressure and vacuum: يغلي الماء

على درجة حرارة 100 م° في الضغط الجوي العادي 760 مم زئبقي عند سطح البحر. وكلما تناقص الضغط أمكن غلي الماء على درجات حرارة أخفض، وعليه إذا وضعت مادة غذائية في غرفة تحت تفريغ أمكن نزع الماء منها على درجة حرارة أدنى مما لو لم يستعمل التفريغ، وبالتالي تكون سرعة نزع الماء من المادة الغذائية عند التجفيف تحت التفريغ أكبر مما هو عليه تحت الضغط العادي. وبالتالي كلما قل الضغط احتاجت المادة الغذائية إلى وقت أقل لتجفيفها.

5- التبخير ودرجة الحرارة Evaporation and temperature: ترتفع درجة حرارة

المادة الغذائية حالما يقل محتواها من الرطوبة ويبطؤ التبخر، وعندما تخلو المادة الغذائية من الماء ترتفع درجة حرارتها حتى تغدو مساوية لدرجة حرارة هواء المجفف. لذلك يجب إخراج المواد الغذائية الحساسة للحرارة قبل أن تصل إلى درجة حرارة هواء المجفف.

6- الوقت ودرجة الحرارة Time and temperature: جميع طرق التجفيف تستعمل

الحرارة، ولما كانت الأغذية تتأثر بالمعاملات الحرارية لذلك يجب أن يكون هناك توازن بين أعلى معدل تجفيف ممكن والحصول على أجود نوعية للغذاء، وبهذا المفهوم ينسحب مبدأ البسترة السريعة على تجفيف الأغذية باستعمال حرارة عالية لوقت قصير للمحافظة على صفات جودة عالية للمادة الغذائية. لذلك فإن قطع الخضار المجففة في

مجفف جيد التصميم لمدة أربع ساعات ستحتفظ بجودة أعلى مما لو جففت لمدة يومين تجفيفاً شمسياً.

آلات التجفيف الاصطناعي Industrial drying of food

هناك نوعان من آلات التجفيف الاصطناعي:

1- الآلات التي تنتقل فيها الحرارة إلى المادة الغذائية عن طريق الغازات الساخنة التي تعمل على توصيل الحرارة إلى أجزاء المادة الغذائية التي تجفف فيتحول ماؤها من حالة سائلة إلى بخار يحمله الهواء من جديد إلى خارج الغرفة، وتشمل الغازات المستعملة الهواء الساخن والغازات الناتجة عن الاحتراقات.

2- الآلات التي تنتقل فيها الحرارة إلى المادة الغذائية عن طريق سطوح مسخنة تعمل في الوقت نفسه على نقل الغذاء داخل غرف التجفيف، وفي هذه الحالة يتم التجفيف عادة في جو مفرغ من الهواء حيث يتم استخدام مضخة تفريغ للتخلص من بخار الماء المتشكل.

أولاً- طرائق التجفيف المعتمدة على الغازات السائلة

1- **حجرات التجفيف Dryer rooms**: تتألف حجرة التجفيف أو المجففة من غرفة توضع في داخلها أطباق تحتوي على المادة الغذائية التي يجري تجفيفها. ويمرر على الأطباق تيار هوائي ساخن حتى جفاف المادة الغذائية.

2- **المجففات النفقية Tunnel driers**: أكثر المجففات شيوعاً وتستعمل بشكل عام لتجفيف الخضار والفواكه. وتتألف من نفق يتراوح طوله من 12 - 17 متراً تدخل فيه سيور متحركة أو عربات تحتوي على أطباق توضع فيها المادة الغذائية المراد تجفيفها. ويمرر الهواء الساخن فوق هذه الأطباق أو السيور وعبر النفق، وتنظم سرعة مرور المادة الغذائية الموضوعة على العربات بحيث تدخل طازجة من الطرف الأول للنفق وتخرج جافة من الطرف الثاني. كما تنظم حركة مرور الهواء إما في اتجاه مواز لخط سير المادة الغذائية وإما عكس اتجاه سيرها.

3- **مجففات كيلن Kiln**: تتكون هذه المجففات من أبنية تحتوي على طابقين يفصل بينهما سقف يحتوي على شقوق كثيرة. وتوضع المادة الغذائية في الطابق العلوي ويولد الهواء الساخن في الطابق الأسفل وينفذ بصورة طبيعية من خلال الشقوق إلى الطابق العلوي،

وقد توضع مروحة لتحريك الهواء ودفعه، وتحرك المواد الغذائية في أثناء تجفيفها. تستعمل هذه الطريقة لتجفيف شرائح التفاح وفي بعض الأحيان البطاطا. وتحتاج الأغذية المجففة بهذه الطريقة إلى فترة زمنية طويلة نسبياً.

تستعمل الطرائق الثلاث السابقة لتجفيف المواد الغذائية ذات القطع الكبيرة في الحجم نسبياً. وتتوقف سرعة التجفيف على عوامل يتعلق بعضها بمواصفات هواء التجفيف كالحرارة والرطوبة والسرعة، ويتعلق بعضها الآخر بخصائص المادة الغذائية المراد تجفيفها كنوع الخضار أو صنفها أو ثمار الفاكهة ونسبة الرطوبة فيها وطريقة التحضير التي تسبق عملية التجفيف وحجم قطعها وشكلها.

4- المجففات الرشاشة Spry driers: تجفف في هذه المجففات الأغذية السائلة مثل (الحليب - البيض) أو الأغذية الأخرى بعد تحويلها إلى قوام سائل أو عجيني ومن ثم إلى قطيرات صغيرة تعلق في هواء غرفة التجفيف. تمتاز هذه المجففات عن غيرها بقصر المدة اللازمة للتجفيف وباحتفاظ الأغذية بكميات كبيرة من عناصرها الغذائية ومقومات الطعم والروائح. تعتمد هذه المجففات على ضخ الهواء الساخن مع المادة الغذائية السائلة فتتساقط المادة الغذائية على شكل مسحوق ليتم جمعها من أسفل جهاز التجفيف.

ثانياً- طرائق التجفيف المعتمدة على السطوح الصلبة الساخنة

1- المجففات الأسطوانية Drum driers: تستخدم هذه المجففات أسطوانة معدنية دوارة أفقية بقطر يتراوح بين 0.6 - 1.8 م وتسخن بواسطة بخار الماء، وتحول المادة الغذائية الموجودة عليها إلى قوام عجيني يميل إلى السيولة ثم تنتقل بعد ذلك المادة الغذائية لتوضع على السطوح الخارجية لأسطوانات دوارة ساخنة تدور باتجاهات متعاكسة فينبخر ماء المادة الغذائية وتجف، وعندئذ تكشف بواسطة سكاكين خاصة ثم تسحق.

2- المجففات المفرغة ذوات الرفوف Vacuum driers: تتكون من حجرة تحتوي في داخلها على رفوف مجوفة توضع في داخلها أطباق خاصة بالمواد الغذائية سائلة القوام. تغلق الحجرة وتفرغ من الهواء ثم يمرر وسط التسخين عبر الرفوف المجوفة. ومن المواد المستعملة كوسط تسخين الزيت السائل أو البخار أو الماء الساخن. تكاليف هذه الطريقة

مرتفعة لذا فهي محصورة الاستعمال في بعض المواد كمساحيق عصير الحمضيات ومساحيق عصير البندورة.

التجفيف تحت أشعة الشمس Sunny drying

يستعمل هذا النوع من التجفيف في كثير من الدول النامية وبخاصة الدول التي تتمتع بصيف طويل و طاقة شمسية عالية نظراً لانخفاض تكاليف التجفيف بهذه الطريقة إذا ما قورنت بطرائق التجفيف الاصطناعي. يراعى عند استخدام هذا النوع من التجفيف الشروط الصحية وشروط النظافة للوصول إلى منتج عالي الجودة قدر الإمكان. لذلك يفضل إحاطتها بمصدات الرياح، ويجب أن تكون بعيدة عن المناطق التي يحتمل فيها تكاثر الذباب كالإصطبلات وأماكن تجمع القمامة، وألا تكون قريبة من خلايا النحل. كما يراعى إقامة غرف التبخير التي تستخدم للمعالجة بغاز SO_2 وأحواض الغمس أو التغطيس وأماكن فرز الثمار وتدرجها وتقطيعها في موقع مجاور وقريب من أماكن التجفيف.

- **التبخير بواسطة SO_2 :** تعرض عادة ثمار الدراق والخوخ والأجاص والعنب قبل تجفيفها إلى الدخان الناتج عن الكبريت. حيث توضع الثمار في أطباق التجفيف وتحمل على عربات خاصة وتدخل كل عربة بما فيها من أطباق إلى خزانة التبخير ثم يشعل الكبريت في موقد خاص أسفل الخزانة وتغلق أبواب الخزانة وتترك الثمار عرضة للدخان المتصاعد لمدة تتراوح من 3 - 6 ساعات حسب نوع الثمار ، وقد تجري العملية على بعض الخضار بعد السلق.. وتجري كبريتة الثمار للحصول على لون فاتح، كما تساعد الكبريتة على الاحتفاظ بفيتامين C وعلى طرد الحشرات وقتل عدد كبير من الأحياء الدقيقة.

- **الغمس والتغطيس بالقلوي:** تعالج بعض الثمار مثل العنب بمحلول ممدد لأيئة مادة قلوية كماءات الصوديوم أو كربونات الصوديوم لإزالة الطبقة الشمعية المحيطة بالثمار ولصد الحشرات ولإحداث شقوق صغيرة في غلاف الثمرة تساعد على إسراع عملية التجفيف. ويتوقف تركيز المحلول القلوي حسب نوع الثمار وصنفها ودرجة نضجها وأماكن إنتاجها.

خصائص المواد الغذائية المجففة Properties of dried food

نظراً لأن الأنسجة النباتية أو الحيوانية التي يتكون منها الغذاء بشكل عام تملك تركيباً غير متجانس (طبقات من الليبيدات في اللحوم، أو أليافاً ذات اتجاهات متعاكسة في الخضار أو الثمار) فهي تؤثر في عملية نزع الماء في أثناء عملية التجفيف.

تتقلص المادة الغذائية الخاضعة لعملية التجفيف تبعاً للخروج المتزايد للماء خارج الخلايا. ويلحظ هذا التقلص خاصة عندما تتم عملية التجفيف ببطء، ويحدث هذا الانكماش رغم مقاومة العناصر المكونة للأنسجة له. على عكس ذلك فإذا كان نزع الماء سريعاً فإن طبقة جافة وقاسية تتشكل فوراً على سطح الغذاء وتؤدي إلى تثبيت الحجم النهائي للمادة الخاضعة للتجفيف. وتترافق عملية نزع الماء اللاحقة من الأجزاء الداخلية للغذاء بحدوث تمزقات وفراغات داخلية. وبذلك نحصل على مواد تحتفظ بشكلها الأصلي وذات تركيب مسامي، وتعود وتتميه بسرعة وبشكل جيد عند القيام بإضافة الماء. إلا أن هذه الأغذية تكون أكثر عرضة للفساد التأكسدي وعملية تغليفها تكون مكلفة (بسبب ضعف كثافتها). تكون بعض الأغذية لدنة بالحرارة حيث إن بعض مكونات المادة الغذائية تذوب أو تلين بالحرارة. كذلك يمكن أن تحدث تغيرات بالحالة البلورية ينتج عنها ظهور مركبات عديمة التبلور (بخاصة السكريات). وتسبب مجموعة الظواهر هذه التصاق الأغذية فيما بينها كذلك مع جدران أجهزة التجفيف. ويمكن حصر هذه التغيرات بما يأتي:

1- الانكماش Shrinkage: حيث تحصل تشوهات وتبدلات في المرونة والمطاطية واللدونة.

2- التشققات: ناتجة غالباً عن عدم انتظام الرطوبة أو عدم تماثلها في جميع أجزاء المادة.

3- التغيرات البنوية: مثل التفتت والتكتل لأجزاء المادة الغذائية بعد تجفيفها.

عندما تتجاوز درجة حرارة التجفيف حداً معيناً تحدث مجموعة من التفاعلات غير المرغوبة المسببة للفساد ومن أهمها الاسمرار اللانزيمي والذي تزداد سرعته بازدياد المواد الذوابة في الغذاء. وتصبح سرعة الاسمرار عظمتى عندما يكون النشاط المائي بحدود 0.6 ، ولهذا من المفيد عدم ترك الغذاء فترة طويلة في هذه النقطة خلال عملية التجفيف. ومن الملائم استخدام طريقة سريعة في نزع الماء لتقصير فترة المرور بهذه النقطة، كذلك يجب ضبط درجات حرارة الهواء في مختلف أجزاء نفق التجفيف بشكل دقيق. إن الاسمرار اللانزيمي يؤدي إلى تغيرات في اللون والطعم والقيمة الغذائية وأحياناً بالقدرة على إعادة تميه الغذاء المجفف. ويمكن تثبيت هذا

الاسمرار جزئياً باستخدام موانع الأكسدة كثاني أكسيد الكبريت الذي يستعمل عند تحضير مسحوق البطاطا المجفف.

توجد أيضاً مجموعة أخرى من الظواهر المرتبطة بعملية التجفيف والتي تحدد غالباً جودة الأغذية المجففة ومن أهمها:

1- الفقد بالتبخير للمكونات العطرية الطيارة: يتعلق هذا الفقد بالوزن الجزيئي وضغط البخار لهذه المكونات وكذلك بدرجة ذوبانها في الماء. حيث يتم خلط الخضار والفواكه المعدة للتجفيف بالنشاء أو الدكسترين قبل بدء عملية التجفيف حيث تسمح هذه العملية بتجنب حدوث اللدانة أو الليونة بالحرارة وتحسين القدرة على الاحتفاظ بالمكونات العطرية.

2- انخفاض القدرة على حفظ الماء: يمكن لحظ هذه الظاهرة عند إعادة إمالة المادة المجففة، ويعود ذلك إلى عدة أسباب من أهمها:

(أ) تشوه البروتينات وتجمعها تحت تأثير الحرارة.

(ب) زيادة تركيز الأملاح.

(ت) تحطم المواد الهلامية (البكتين أو النشويات).

(ث) تغيرات الضغط الأسموزي الناتجة عن تحطم الأغشية الخلوية.

إذا ليس من الممكن الحصول على البنية الأساسية نفسها للمادة المجففة عند إعادة إمالتها وبخاصة الخضار كالخس والبندورة وكذلك اللحم.

3- فقد القيمة الغذائية: يمكن أن تتحطم بعض الفيتامينات جزئياً (A, C) بفعل الأكسدة

خلال عملية التجفيف بالهواء الساخن. وكذلك إضافة مادة السلفيت في أثناء التجفيف

تؤدي إلى انخفاض محتوى المادة من فيتامين B₁.

لا تؤدي عملية التجفيف إلى تعقيم المادة المجففة، ويكون خفض عدد الأحياء الدقيقة ضعيفاً. وفي بعض الحالات تساعد درجة الحرارة المستخدمة في التجفيف على نمو الأحياء الدقيقة. كذلك يكون تعطيل نشاط الإنزيمات جزئياً. لذلك تتم عملية سلق أو بسترة المادة الغذائية قبل تجفيفها.

التجفيف من حالة التجمد (التجفيد) Freeze-Dehydration

باستعمال جو مفرغ يمكن التحكم بظروف الحرارة والضغط، وتجفيف المادة الغذائية يتم بتحويل مائها من الحالة الجامدة إلى الحالة الغازية مباشرة دون المرور بالحالة السائلة. وهي مبنية على أساس ظاهرة النقطة الثلاثية للماء، حيث يمكن للماء أن يوجد في حالاته الثلاث: الغازية والسائلة والصلبة عندما تكون حرارته صفر درجة مئوية وعند ضغط جوي 4.7 ملل زئبقي. وفي العادة تجف الأغذية عندما يكون الضغط الجوي 4 ملل زئبقي أو أقل.

الفرق بين التجفيف بالطرق الاصطناعية الاعتيادية وطريقة التجفيد

التجفيف بالطرق الاعتيادية	التجفيف بطريقة التجفيد
تلائم تجفيف الخضار والفاكهة والحبوب	تلائم تجفيف جميع أنواع الأغذية
لا تلائم تجفيف اللحوم	تجفف اللحوم الطازجة والمطهية بنجاح تام
يمكن إجراؤها بطريقة مستمرة	تجري على دفعات
درجات حرارة التجفيف المستعملة تتراوح بين 37.7 - 93.3 م°	درجات حرارة التجفيف منخفضة لضمان استمرار تجمد المادة الغذائية عند التجفيف
المدة اللازمة لعملية التجفيف قصيرة وتكون عادة أقل من 12 ساعة	المدة اللازمة لعملية التجفيف طويلة وتكون عادة 12 - 24 ساعة
يفقد الماء في أثناء التجفيف من سطوح المادة الغذائية على شكل بخار ماء	يفقد الماء بتحوله مباشرة من الحالة الجامدة إلى الحالة الغازية
المادة الجافة صلبة ومتماسكة	المادة الجافة مسامية
كثافة المادة الجافة أعلى منها قبل التجفيف	كثافة المادة الجافة أقل منها قبل التجفيف
للمادة الجافة رائحة غير طبيعية	للمادة الجافة رائحة طبيعية في العادة
قد يكون للمادة الجافة نكهة غير طبيعية	نكهة المادة الجافة طبيعية
لون المادة الجافة مسمر	لون المادة الجافة طبيعي

تحتاج المادة المجففة فترة طويلة لإعادة التميح	فترة التميح قصيرة وتامة
ثبات المادة المجففة جيد عند التخزين غير أنها	ثبات المادة المجففة ممتاز عند التخزين ولا
تسمر وتصبح ذات رائحة زنخة	يصدر عنها روائح زنخة
تكاليف العملية منخفضة نسبياً	تكاليفها أربعة أمثال تكاليف الطرائق الأخرى

حفظ الأغذية بالتعليب Food canning

لمحة تاريخية

1810 نشر Nicolas Appert مقالة ضمنها طريقة تعليب ما ينوف على 50 نوعاً من الأطعمة المختلفة تحت عنوان فن حفظ كل أنواع المواد الحيوانية والنباتية. في هذه الفترة جاء العالم Louis Pasteur ووضع علم البكتريا في خدمة صناعة حفظ الأغذية بالتعليب وبالطرائق الأخرى.

1810 سجل العالم Peter Durand طريقة لحفظ الأغذية في علب مصنوعة من الصفائح الحديدية المطلية بالقصدير وسماها Tin can .

1813 أرسل كل من Donkin and Hall نماذج من الأغذية المعلبة إلى السلطات البريطانية بقصد تجربتها.

1818 اعتمدت البحرية البريطانية الأغذية المعلبة من اللحوم والخضار لتغذية جنودها.

1819 تمكن الانكليزي William Underwood من إنشاء أول مصنع في أمريكا لتعليب الفواكه والمخللات في أوان زجاجية.

1900 ابتكر ما يسمى بالعلبة الصحية الذي عجل في نمو هذه الصناعة.

1921 ابتدأ بتعليب عصير الحمضيات.

1924 ابتدأ بتعليب عصير البندورة.

1930 ابتدأ بتعليب أغذية الأطفال.

خطوات عملية التعليب

تتعرض المادة الخام من الخضار والفواكه واللحوم والأسماك التي يجري حفظها بالتعليب لعدد من العمليات بهدف الحصول على منتج يتمتع بجودة عالية ومقبول من قبل المستهلك:

1- جمع المحصول: تجمع الخضار والثمار التي ستعطب في مرحلة النضج المرغوبة

للاستهلاك الطازج. ويوصى بتطبيق عمليات التصنيع مباشرة دون أي تأخير.

2- الفرز والتدريج Grading: تفرز أجزاء الخضار والثمار ويستبعد ما هو تالف أو

مجروح، كما تدرج الثمار حسب درجة النضج والحجم واللون.

3- الغسيل Washing: تختلف طرائق الغسيل باختلاف طبيعة الغذاء المعلب، ولكنها

تهدف جميعها للتخلص من الأوساخ والمواد الغريبة العالقة بالخضار أو الثمار. ويمكن تلخيص فوائد عملية الغسيل بما يأتي:

(أ) التخلص من الأوساخ والتقليل من الطعم الترابي الموجود في بعض الخضار مثل الجزر.

(ب) تخفيض الحمولة الميكروبية والتخلص من الحشرات ومواد الرش.

(ت) تحسين مظهر الأجزاء الخضرية أو الثمار بالمساعدة على تعويض ما فقدته من ماء في أثناء عملية النقل.

(ث) تعيد نضارة الخضار الورقية.

(ج) تسهيل عملية التقشير.

وتجري عملية الغسيل من خلال خط يتضمن واحداً أو أكثر من المحطات الآتية:

- **النقع:** تنقع الخضار أو الثمار في أحواض مائية مزودة بسيور شبكية أو أسطوانات تسمح بنقل الثمار بعد انتهاء عملية النقع.

- **الغسيل بالرشاشات المائية:** تتم بتوجيه الرشاشات المائية على الثمار من الأعلى وباتجاهات مختلفة، حيث تكون الثمار في هذه الحالة محمولة على سيور متحركة.

4- التقشير Peeling: تجري هذه العملية بإحدى الطرائق الآتية:

- **الصودا الكاوية:** تستعمل بنسب تتراوح ما بين 1 و 15 % حسب درجة الحرارة ونوع

الخضار أو الثمار التي يرغب بتقشيرها إضافة إلى المدة الزمنية للمعالجة. من

مساوئ التقشير بالصودا الكاوية أثرها المخرش على الأدوات والآلات. حيث تعمل

الصودا الكاوية على تحويل المادة البكتينية غير المنحلة في الماء إلى بكتينات

الصوديوم المنحلة وبذلك يسهل نزع القشرة بعملية غسيل بسيطة (الجزر والبطاطا والشمندر).

- **الماء الساخن أو البخار:** يعمل أيضا على تحويل المواد البكتينية غير المنحلة إلى بكتين منحل بالماء ولكن هذه العملية أبطأ من التقشير بالصودا الكاوية (البندورة والدراق والخوخ والتفاح).

- **اللهب:** تتم عملية التقشير بهذه الطريقة في أسطوانة دوارة يبلغ طولها 8 أمتار توضع فيها الخضار أو الثمار من أحد الطرفين وتستخرج من الطرف الآخر، وتستمر رحلة الثمار فيها مدة 30 - 60 ثانية تتعرض فيها للهب شديد تبلغ حرارته حوالي 1000 م⁰ (الفليفلة والبصل والجزر).

- **الزيت الساخن:** يسخن الزيت لحرارة 149 - 204 م⁰ وتغمس فيه الثمار لعدة ثوان. يستعمل عادة زيت بذور القطن لوفرتة ولرخص ثمنه (الفليفلة).

- **الحموض:** حيث تغطس الثمار داخل مغاطس تحتوي أحماضاً معدنية، تعد هذه الطريقة باهظة التكاليف واستعمالها محدود جداً (الدراق).

- **الاحتكاك:** أسطوانات دوارة ذات سطوح داخلية خشنة تحتوي على نتوءات قصيرة ورؤوس حادة ومزودة بتيار من الماء يزيل القشور حال انتزاعها (البطاطا و الشمندر والجزر واللفت).

- **الضغط:** تتم عملية التقشير هذه بإحداث تغيير مفاجئ في الضغط كتفريغ البخار المضغوط في اسطوانات تحتوي على الخضار أو الثمار، حيث يؤدي هذا التغيير المفاجئ في الضغط إلى انتزاع القشور (البطاطا والجزر). من فوائد هذه الطريقة التخلص من عيون درنات البطاطا التي يصعب نزعها بطريقة التقشير بالاحتكاك، كما أن كمية النسج النباتية المفقودة قليلة جداً إذا ما قورنت بطريقة الاحتكاك.

- **السكاكين والشفرات:** وتتم عملية التقشير في هذه الحالة إما يدوياً أو ألياً.

5- **السلق Blanching:** وتتم إما بالماء الساخن أو بوساطة البخار، حيث تجري عملية السلُق عن طريق غمس الخضار أو الفواكه في الماء الساخن (درجة حرارة الغليان) لمدة ثلاث دقائق.

وتلخص فوائد هذه العملية بما يأتي:

- (1) إزالة الأوساخ وتقليل الحمولة الميكروبية.
 - (2) التخلص من الروائح غير المرغوبة كالرائحة الترابية المميزة للجزر غير المطبوخ.
 - (3) التخلص من الغازات ما بين الخلوية.
 - (4) التخلص من المواد المخاطية الموجودة في بعض أنواع الخضار .
 - (5) تساعد في المحافظة على اللون الأخضر عند بعض الخضار مثل أوراق السبانخ.
 - (6) إتلاف الإنزيمات وخصوصا الكاتاليز والبيروكسيداز .
 - (7) تسهيل عمليتي التقشير أو الهرس التي تجري بعد السلق.
 - (8) التخلص من بقايا المادة القلوية المستعملة في عملية التقشير.
 - (9) التخلص من بقايا آثار الرش والتغير.
 - (10) تطرية النسيج الثمرية والخضرية.
 - (11) تسهيل التعبئة في أوعية التعليب.
 - (12) تقليل الضغط الواقع على مناطق اللحم في العلبة نتيجة لطرد الغازات من النسيج الخضري والثمرية وخصوصا في الحالات التي لا تجري فيها عملية الخلطة.
- ومن مساوئ عملية السلق ما يأتي:

- (1) فقدان بعض العناصر الغذائية (الفيتامينات والأملاح) وتغيرات صفات اللون والنكهة.
 - (2) توافر الظروف الملائمة للبكتيريا المحبة للحرارة وزيادة نشاطها. لذلك ينصح بالتبريد السريع بعد الانتهاء من عملية السلق.
 - (3) تشجيع نمو الأحياء الدقيقة عند عدم كفاية السلق.
 - (4) عند المغالة في عملية السلق تنتج أجزاء نباتية أو قطع ثمرية رخوة جداً لا تتحمل عمليات التعليب اللاحقة.
 - (5) تزيد من تكاليف العملية التصنيعية.
- 6- التبريد Cooling:** تبرد معظم منتجات الخضار والفواكه مباشرة بعد سلقها إما بتغطيسها في ماء بارد لفترة قصيرة أو بتعريضها لرشاشات من رذاذ الماء البارد. وتفيد هذه العملية بما يأتي:

- (1) سهولة التداول

(2) إيقاف فعل أو نشاط البكتريا المحبة للحرارة

(3) تقليل الحمولة البكتيرية

(4) منع زيادة فعل الحرارة في طهي المواد المسلوقة

7- **التعبئة Filling:** تعبأ المواد المراد تغليبيها مباشرة بعد الانتهاء من العمليات التحضيرية

بنسب وأوزان محددة. وتتم عملية التعبئة إما يدوياً في المصانع الصغيرة أو نصف آلياً أو آلياً في المصانع الكبيرة. ومن فوائد التعبئة الآلية تماثل العبوات من حيث الوزن وقلة المواد المفقودة بالانسكاب. تعبأ الأوعية الزجاجية بطريقة تعبئة العلب المعدنية نفسها، ولا بد من الإشارة إلى ضرورة تسخين الأوعية لمنع كسرها إذا كانت ستعبأ بمواد ساخنة، وعند تعبئة الأوعية الساخنة فمن الضروري لحظ عدم وضعها على سطوح باردة. بعد الانتهاء من عملية التعبئة تضاف محاليل السكر أو الملح الساخنة إلى الحد المطلوب حتى تغطي المواد المغلقة، ويعمل على إزالة الفقاعات الهوائية عند انحباسها بطرف سكين أو أي أداة أخرى. يشمل وسط التغليب محاليل الملح أو محاليل السكر أو المرق أو الزيت. تستعمل محاليل الملح وسط تغليب لمعظم المواد التي لا تتصف بالتأثير الحمضي، أما محاليل السكر فتستعمل مع الثمار، والمرق مع اللحوم، والزيت مع الأسماك. ومن فوائد استعمال وسط التغليب ما يأتي:

(1) المساعدة على انتشار النكهة وتجانس توزيعها في مختلف محتويات العلب.

(2) تقصير وقت التعقيم بسبب سرعة توصيل الحرارة.

(3) تقليل فرصة التآكل في معدن العلب نظراً لطرد الهواء.

عند استعمال محاليل الملح وسط تغليب يجب مراعاة استعمال ملح ذي درجة نقاوة عالية. كما يجب استعمال ماء خال من الأملاح وخصوصاً أملاح الكالسيوم والمغنسيوم. وينصح دائماً باستعمال صهاريج مصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ لتحضير محاليل الملح وحفظها لأن ذلك يفيد في منع التآكل المعدني. يغلى المحلول الملحي ويضاف مباشرة إلى العلب أو الأوعية الزجاجية المعبأة بالمواد التي يجري تغليبيها. وعملية الإضافة هذه تتم يدوياً أو آلياً.

تضاف محاليل السكر إلى معظم ثمار الفاكهة المعلبة، حيث تحضر هذه المحاليل مسبقاً بغلي الماء والسكر لمدة 5 دقائق حتى ينحل السكر ويطرد الهواء من السائل، وتزال الرغوة المتشكلة على سطح المحلول السكري في أثناء عملية تحضيره.

بغض النظر عن طريقة التعبئة المتبعة، فمن الضروري مراعاة ترك مساحة أو فراغ رأسي (الفضاء الرأسي) بالدرجة المسموحة. ويقصد بالفراغ الرأسي المسافة التي تفصل بين غطاء العلبة أو الوعاء الزجاجي والسطح العلوي للمحتويات. ويتوقف الفراغ الرأسي على نوع المادة المعلبة وطريقة التعبئة. فعند استعمال العلب يكفي ترك 0.5 سم فراغاً رأسياً لمختلف المواد المعبأة في سوائل، وينصح بترك مسافة أكبر من ذلك للمواد المعبأة في أوعية زجاجية.

للفراغ الرأسي أهمية خاصة عند التعبئة بعلب الصفيح القصديرية، إذ إنه قد ينتج عن الفراغ الرأسي القصير تشوه دائم للعلب وذلك بسبب تمدد المحتويات في أثناء التعقيم. بالإضافة إلى ذلك فإن عدم كفاية الفراغ الرأسي تؤدي إلى انخفاض في معدل انتقال الحرارة بسبب ازدياد كثافة المحتويات. والعكس بالعكس فإن كبر الفراغ الرأسي يؤدي إلى انحباس كمية من الهواء فيه مما يسبب أكسدة المحتويات وتغير لونها.

8- الخلطة Exhausting: يجب استبعاد الهواء والغازات الأخرى من محتويات العلبة قبل إغلاقها. فليس من المرغوب فيه وجود الأوكسجين داخل العلبة المقفلة نظراً لأنه يحرص تفاعل محتويات العلبة مع السطح الداخلي لها وبالتالي يؤثر في القيمة الغذائية للمادة المعلبة وعلى جودتها.

وتزيل عملية السلق معظم الغازات الموجودة في العلبة. وتقيد عملية الخلطة في تمدد المحتويات بالحرارة قبل الإغلاق، وبذلك يمكن تجنب زيادة التعبئة عن الحد المناسب وتجنب بقية العيوب الأخرى الناتجة عن تمدد المحتويات بالحرارة. كما تقيد عملية الخلطة في رفع درجة الحرارة المبدئية لعملية التعقيم والحصول على جو مفرغ جزئياً.

يمكن إجراء عملية الخلطة بتمرير العلب المفتوحة على سيور متحركة داخل نفق فيه بخار الماء، أو بوضعها في صندوق الخلطة الذي يتكون من حوض يحتوي على ماء في درجة حرارة الغليان حيث تغمس العلب في هذا الحوض مع مراعاة أن يكون أعلاها

فوق سطح الماء بمقدار 4 - 5 سم. وتختلف درجة حرارة الخلطة ومدتها حسب المواد المعبلة.

في بعض المصانع الحديثة تجري عملية الخلطة بطريقة ميكانيكية لا حرارية، وتدعى هذه الطريقة بالتعبئة تحت التفريغ، حيث تستعمل أجهزة خاصة لسحب الهواء والغازات من العلبة في أثناء إقفالها. لا تجري عملية الخلطة عند تعليب الأغذية في الأوعية الزجاجية إذ يطرد الهواء والغازات في أثناء عملية التعقيم.

بعد الانتهاء من عمليات التعبئة والخلطة والإقفال والتعقيم وفي أثناء عملية التبريد يحدث تكاثف لبخار الماء داخل المعلبات مما يؤدي إلى تقلص المادة الغذائية المعبلة وينتج عن ذلك حدوث فراغ جزئي. ويختلف مقدار الفراغ في العلبة المعقمة باختلاف معدل درجة حرارة العلبة عند الإقفال، ونوع الغذاء المعب، ومدة الخلطة، ومدى الارتفاع عن سطح البحر، ومقدار الفراغ الرأسي.

يؤدي إغلاق العلب في درجة حرارة مرتفعة إلى حدوث تفريغ كبير يتسبب بتشكيل فراغ رأسي كبير قد يؤدي إلى انطباق العلب وتقعير جدرانها (تدعى هذه الحادثة الانطباق). وينتج عن الانطباق تشوه دائم في جدران العلبة باتجاه الداخل وانجذاب أطرافها بسبب الضغط الخارجي أو التفريغ الداخلي المتزايد. لذلك كان لابد من التقيد باتباع التعليمات الخاصة بترك فراغ رأسي مناسب وإجراء عملية الخلطة عند درجات حرارة ملائمة ومحسوبة بشكل جيد.

درجة حرارة الإغلاق في مركز العلبة: هي درجة حرارة محتويات العلبة عند إغلاقها في أبطاً نقطة ترتفع فيها درجة الحرارة. ولا بد من وصول حرارة المحتويات إلى هذه الدرجة في أثناء عملية الخلطة حتى يتحقق في العلبة التفريغ المطلوب. وتتوقف مدة التعقيم على هذه الحرارة في الحالات التي تعقم فيها العلب مباشرة بعد رفعها من جهاز الخلطة. تحدد درجة حرارة الإغلاق في أبطاً نقطة ترتفع فيها الحرارة في منتصف المسافة التي تفصل بين مركز العلبة وأسفلها وذلك في العلب التي تسخن محتوياتها بطريقة الحمل مثل (الفاصولياء والبازلاء الخضراء). أما في العلب التي تسخن محتوياتها بالتوصيل فتحدد درجة حرارة الإغلاق في مركز العلب تماماً ومثال ذلك (الأغذية صلبة القوام).

درجة الحرارة المبدئية Initial temperature: هي متوسط درجة حرارة محتويات العلبة عند ابتداء عملية التعقيم. تعد هذه الدرجة هي الهامة في تحديد مدة التعقيم. وغالبا ما تكون درجة الحرارة المبدئية ماثلة لدرجة حرارة الإغلاق في مركز العلبة في الحالات التي تعقم فيها العلب مباشرة بعد رفعها من جهاز الخلطة. أما إذا تأخرت عملية تعقيم العلب بعد إخراجها من جهاز الخلطة فإن حرارتها ستخف، لذا فمن الواجب تحديد درجة الحرارة المبدئية لأبرد علبة في مجموعة العلب التي يجري تعليبها. ولتحديد ذلك يحتفظ بأول علبتين تخرجان من جهاز الخلطة بعد وضع الغطائين عليهما من دون الإغلاق وتغلق بقية العلب الأخرى. وتعد هاتان العلبتان أبرد من بقية العلب الأخرى. وتحدد درجة حرارة محتويات هاتين العلبتين بعد مزجهما تماما وقبل البدء بعملية التعقيم مباشرة. وبالاعتماد على درجة الحرارة المبدئية تحدد مدة التعقيم.

9- الإغلاق وغسيل العبوات ووضع الرموز Sealing, Marking and coding:

تغلق العلب بإحكام بعد إجراء عملية الخلطة منعاً لحدوث الفساد في الأغذية المحفوظة. أنواع الآلات المستخدمة في إغلاق العلب منها الآلي ومنها نصف الآلي. بالنسبة إلى الأوعية الزجاجية تغلق بصورة مبدئية قبل عملية التعقيم ويحكم إغلاقها مباشرة بعد انتهاء العملية.

بعد إغلاق العلب وقبل عملية التعقيم تجري عملية غسيل العبوات المقفلة لتحقيق الأهداف الآتية:

- 1) إزالة أجزاء الطعام الملتصقة بالعلب والتي تساعد على التآكل.
 - 2) منع تلوث المعقم بالمواد المتراكمة على سطوح العلب الخارجية.
 - 3) عدم تلويث الماء المستعمل للتبريد الذي يعقب عملية التعقيم.
- يجب أن تتم عملية غسيل العلب بسرعة كبيرة كيلا ينخفض متوسط الحرارة في العلب مما يوجب عندئذ تعديل مدة عملية التعقيم اللاحقة.
- تجري عملية وضع الرموز على العلب بعد غسيلها وقبل عملية تعقيمها وذلك للتعرف إلى نوعية المواد المعلبة وإعطائها رموزاً تدل عليها حيث يمكن الرجوع إليها للتحقق من مواصفات المادة المعلبة وظروف تعليبها.

10- التعقيم Sterilization: تعد عملية التعقيم من أهم عمليات التعليب. وفيها تقتل

جميع الأحياء الدقيقة المسببة للفساد وتصبح الأغذية مطهرة وصالحة للاستهلاك. ويجب أن تكون العملية كافية لقتل جميع الأحياء الدقيقة وألا يغالى فيها حتى لا تطهى المواد المعلبة زيادة عن الحد المقبول. ومن العوامل المهمة التي تؤثر في عملية التعقيم ما يأتي:

- (1) نوع الأحياء الدقيقة المراد قتلها وعددها في وحدة الوزن أو الحجم.
- (2) معدل انتقال الحرارة في أبطأ نقطة تسخين.
- (3) درجة حرارة الغذاء المبدئية و درجة حرارة التعقيم.
- (4) حجم العلبة ونوعها.
- (5) الضغط الذي تتعرض له العلب في أثناء التعقيم.
- (6) درجة حموضة الغذاء المعلب.

تتضمن عملية التعقيم تعريض الأغذية في عبواتها إلى الماء الساخن أو المغلي أو إلى بخار الماء المضغوط لمدة محددة من الزمن. وعموماً يتوقف نوع المعالجة الحرارية ومدتها على نوعية الغذاء المعلب.

انتقال الحرارة: لكي تكون عملية تعقيم المعلبات كافية يجب أن تصل درجة حرارة النقطة الباردة (أخفض نقطة تسخين) في محتويات العلبة أو الوعاء إلى درجة كافية للقضاء على البكتيريا. لذا فمن الواجب معرفة درجة حرارة التعقيم ومدتها، إذ إن كلاً من هذين الشرطين متمم الآخر.

وضع العلب في المعقم: يجب وضع العلب في المعقم بصورة تسمح بنشوء دورة حرة لوسط التسخين (الماء أو البخار). ويوصى دائماً بعدم وضع العلب فوق بعضها تماماً بل توضع بشكل متناوب تحتوي فراغات بسيطة بينها.

التعقيم في حمام مائي: يمكن استعمال الحمامات المائية في درجة الغليان لتعقيم الأغذية الحمضية نظراً لأن 100 م° كافية لقتل كل الأحياء الدقيقة الموجودة في تلك الأغذية ومنع نمو الجراثيم المقاومة منها للحرارة. وتختلف مدة المعالجة الحرارية بالماء المغلي باختلاف الأغذية. المعقمات في هذه الحالة تكون مكشوفة ولا تغلق. وعند وضع العلب في المعقم يجب أن تكون درجة الحرارة فيه 100 م° ، كما يجب أن يعود الماء

للغليان من جديد قبل ابتداء توقيت التعقيم. كما يجب أن يغطي الماء سطح العلب بمقدار لا يقل عن 5 سم.

التعقيم ببخار الماء للأغذية الحمضية: يمكن استخدام البخار تحت الضغط الجوي الاعتيادي لتعقيم الأغذية الحمضية، كما يمكن استعماله في جو مضغوط لتعقيم الأغذية غير الحمضية. ويفضل تعقيم الأغذية الحمضية ببخار الماء تحت الضغط الجوي العادي على التعقيم بالماء الغالي نظراً للسهولة، إضافة إلى أن الوقت اللازم للوصول جهاز التعقيم تحت الضغط الجوي العادي لدرجة حرارة التعقيم أقل بكثير من الوقت الذي يصرف للوصول إلى الدرجة نفسها عند استعمال الحمام المائي.

التعقيم ببخار الماء للأغذية غير الحمضية: تعرض الأغذية غير الحمضية إلى حرارة لا تقل عن 115.5 م° وذلك حتى يمكن القضاء على الأحياء الدقيقة التي تحتويها. توجد هناك علاقة مباشرة بين درجة حرارة البخار ومقدار ضغطه، وبالتالي يمكن التحكم بدرجة الحرارة عن طريق التحكم بضغط البخار.

يجب استخدام بخار ماء نقي كوسط للتعقيم، نظراً لأن معدل انتقال الحرارة في بخار الماء المشوب بالهواء يكون دون معدل انتقالها في البخار النقي، فقد ينتج عن مزيج البخار والهواء ضغط مساو لضغط البخار النقي، غير أن درجة الحرارة تكون منخفضة في تلك الحالة عن الدرجة التي يشير إليها ضغط بخار الماء النقي. كما أن وجود الهواء مع البخار يؤدي إلى تشكل جيوب هوائية قد تتشكل حول العلب وتعزلها جزئياً عن المصدر الحراري فتعيق بذلك عملية التعقيم. لذلك لا بد من تخلية المعقم من الهواء قبل البدء بعملية التعقيم وحساب مدتها.

مراحل عملية التعقيم ببخار الماء: تقسم مراحل عملية التعقيم ببخار الماء إلى ثلاثة أوقات:

(1) **وقت الصعود Coming-up time:** وهو الوقت اللازم لرفع درجة حرارة كل من

المعقم والمواد التي يجري تغليبها إلى درجة حرارة التعقيم المطلوبة.

(2) **وقت الإمساك Holding time:** وهو الوقت الذي تبقى فيه درجة حرارة المعقم

محافظة على درجة حرارة التعقيم.

(3) وقت النزول أو التبريد **Cooling time**: يبدأ توقيت عملية التعقيم عند وصول درجة حرارة المعقم إلى درجة الحرارة المطلوبة. ويقلل البخار عن المعقم مباشرة عند انتهاء العملية وتبدأ بذلك فترة التبريد.

11- التبريد Cooling: يجب تبريد الأوعية بأقصى سرعة ممكنة بعد انتهاء فترة التعقيم.

وينتج عن التبريد البطيء العيوب الآتية:

- (1) زيادة طهي المادة الغذائية.
 - (2) تسريع صدأ العلب.
 - (3) تشجيع نمو الأحياء الدقيقة المحبة للحرارة التي لم تقتلها عملية التعقيم.
- وتوجد عدة طرائق للتبريد تعتمد إما على الماء البارد أو على الهواء. ومن النقاط الهامة الواجب مراعاتها عند تبريد العلب استعمال ماء نقي غير ملوث. فالماء قد يجد طريقه إلى داخل العلب عن طريق ثقب صغيرة مجهرية الحجم توجد في مناطق اللحام مما يساعد في فساد الأغذية المعلبة. إضافة إلى ذلك فإن الماء غير النقي يساعد في تآكل العلب من السطح الخارجي.

تبريد علب الصفيح القصدية: تبرد بالهواء أو الماء. تعرض العلب التي يجري تبريدها بالهواء إلى تيار هواء بارد حتى تبرد إلى الدرجة المطلوبة، عندئذ تلتصق عليها البيانات اللازمة وتخزن. تمتاز هذه الطريقة عن غيرها بسهولة إجرائها وانخفاض تكاليفها، إلا أنها بطيئة مما يسبب في زيادة طهي المادة الغذائية.

وغالباً ما تبرد العلب في الماء إما في صهاريج خاصة أو بوساطة رشاشات. وجميع العلب التي تعقم بالماء الساخن يمكن تبريدها باستخدام الماء البارد. وتبرد العلب في الجو المضغوط بإحدى الطريقتين الآتيتين:

(1) **التبريد بالماء والبخار**: وفيها يسمح بدخول بخار الماء إلى جو المعقم لرفع الضغط قليلاً وفي الوقت نفسه يسمح أيضاً بدخول كميات من الماء بحيث لا يسبب ذلك في انخفاض الضغط، وبعد امتلاء المعقم بالماء يخفض الضغط تدريجياً.

(2) **التبريد بالماء والهواء**: يسمح بدخول الهواء المضغوط إلى المعقم بحيث يزيد الضغط فيه على ضغط التعقيم بمقدار ثلاث ليبرات على البوصة المربعة. عندئذ

يسمح برشاش دقيق من الماء البارد لتبريد العلب شريطة ألا ينخفض الضغط وبذلك يحل الهواء محل البخار.

يتوقف وقت التبريد على حجم العلب ونوع المادة المعلبة ودرجة حرارة التعقيم. وتتراوح عادة 10 إلى 30 دقيقة. حيث ينخفض الضغط داخل المعقم وتترك فيه العلب حتى تصل درجة حرارتها إلى 40 م⁰.

تبريد الأوعية الزجاجية: تبرد بالهواء أو بوساطة رشاشات مائية خارجية أو داخلية مثبتة في غطاء المعقم في جو معرض لضغط هواء مرتفع.

12- التخزين Storage: لابد من وجود أماكن مخصصة ملائمة لتخزين الأغذية المعلبة

قبل تسويقها. إن لدرجة حرارة التخزين أهمية خاصة من حيث تأثيرها في طعم المادة الغذائية ونكهتها ولونها وقوامها. كما أن ارتفاع درجة حرارة التخزين يساعد على زيادة التفاعلات الكيميائية التي ينتج عنها نقص في محتوى الفيتامينات. إضافة إلى ذلك تشجع درجة حرارة التخزين المرتفعة نمو الأحياء الدقيقة التي لم تقتلها حرارة التعقيم. لذا ينصح بتخزين الأغذية المعلبة في مخازن تتراوح درجة الحرارة فيها 10 إلى 21 م⁰. ويجب أن تكون الرطوبة النسبية في حدها الأدنى لتجنب صدأ العلب وأعطيتها ومنع نمو العفن.

أما الأغذية المحفوظة في الأوعية الزجاجية فيجب تخزينها في أماكن لا تصل إليها أشعة الشمس إذ إن ذلك يفقدها قسماً كبيراً من لونها المرغوب.

اختبار العلب المحفوظة

تجري بعض الفحوص والاختبارات على العلب للتأكد من سلامتها والتحقق من عدم فسادها. وتضم الاختبارات الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية.

تحدد الاختبارات الفيزيائية والكيميائية سلامة أوعية التعليب ومظهر المحتويات ووجود الأملاح المعدنية داخل المحتويات. أما الاختبارات الميكروبيولوجية فتجري بغية تحديد مدى كفاية عملية التعقيم ومعرفة أنواع البكتريا الحية المتبقية بعد المعالجة الحرارية وكذلك تحديد أعدادها، وبالتالي معرفة سبب فساد الأغذية المعلبة.

الانتفاخات الفيزيائية: قد ينتج عن تعبئة العلب بكميات كبيرة من المواد الغذائية وهي في درجة حرارة منخفضة انتفاخها الدائم نتيجة للتسخين الذي يتسبب بتمدد المحتويات وبالتالي الضغط

على طرفي العلبة الواحدة وتشوههما. وقد تنتفخ العلب عند نقلها إلى المرتفعات الجبلية خصوصاً إذا كانت قد عبئت في ظروف لم توفر حدوث التفريغ الكافي داخلها.

الانتفاخات الكيميائية: قد تنشأ الانتفاخات الكيميائية بسبب تأثير الغذاء المحفوظ على معدن العلبة وإنتاج غاز الهيدروجين، أو بسبب تحلل محتويات العلبة وإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون من دون وجود البكتيريا أو الأحياء الدقيقة الأخرى.

وكثيراً ما يحدث النخر في العلب بسبب عدم انتظام توزيع الطلاء القصديري في داخل العلبة ووجود خدوش وجروح تكون في تماس مباشر مع غذاء ذي تأثير حمضي (الفواكه). كما يؤدي تماس الحديد والقصدير مع الحموض العضوية الموجودة داخل العلبة في الغذاء المحفوظ إلى نشوء ما يسمى بالازدواج الكهربائي Electro couple الذي ينتج عنه النخر بسبب استقطاب المعدن.

الفساد الميكروبيولوجي: للفساد الميكروبيولوجي في الأغذية المعلبة عدة أشكال:

1- الاحمضاض المستوي Flat sour: لا يرافق هذا النوع من الفساد أي انتفاخ في أي

من نهايتي العلبة، لذلك يقال عنه بالمستوي، أما كلمة الاحمضاض فهي تصف الحموضة المرتفعة التي ترافق نشوء هذا الفساد، غير أنها حموضة من دون غاز. وينشأ الاحمضاض المستوي نتيجة لفعل البكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة التي قد تكون تخلفت في الغذاء بعد التعقيم غير الكافي أو التي قد تكون وصلت إلى الغذاء داخل العلبة بسبب وجود فتحة ما في العلبة. والبكتيريا المسببة للاحمضاض المستوي لاهوائية اختيارياً تنمو في الأغذية ذات الحموضة المنخفضة. وتبقى العلبة مسطحة غير منتفخة، وتكون محتوياتها ذات مذاق حمضي بسبب تشكل حمض اللبن فيها.

2- الفساد الغازي: يتسبب في نشوء هذا النوع من الفساد بكتيريا لاهوائية إجبارياً ومحبة

للحرارة المرتفعة *Clostridium thermosaccharolyticum*. يلزم هذا النوع من الفساد تكون غاز ثاني أكسيد الكربون وغاز الهيدروجين. مما يؤدي إلى انتفاخ العلب وربما انفجارها وتبعثر محتوياتها. وتمر العلبة في أثناء نشوء الفساد الغازي بالأدوار الآتية:

1) انتفاخ أولي Flipper: وذلك عندما يمكن ضغط طرفي العلبة، غير أن طرفاً

واحداً يحدودب إذا ضغط بلطف على الطرف الآخر.

(2) انتفاخ لولبي **Springer**: وفيه يحدودب طرف واحد من العلبة ويبقى الطرف الآخر مستوياً. والضغط على الطرف المحدودب يجعله مستوياً غير أنه وفي الوقت نفسه يؤثر على الطرف الثاني ويجعله منتفخاً من جديد.

(3) انتفاخ لين **Soft swell**: يكون ذلك عندما يزداد ضغط الغازات في داخل العلبة مع بقاء مرونة في طرفي العلبة تمكن من ضغطها قليلاً إلى الداخل.

(4) انتفاخ صلب **Hard swell**: وعنده يكون ضغط الغازات المتشكلة داخل العلبة قد ازداد لدرجة قد تنتهي بالانفجار وتناثر المحتويات.

3- الفساد الكبريتي المنتن **Sulfide stinker**: يحدث هذا النوع من الفساد نتيجة تخلف خلايا حية من بكتريا *Clostridium nigrificans*. هذه البكتريا متجترمة لاهوائية ومحبة للحرارة المرتفعة وينتج عن نشاطها تكون غاز H_2S . يتصف هذا الغاز بكونه قابلاً للانحلال في الماء بدرجة كبيرة، لهذا السبب فإن تشكله لا يؤدي إلى انتفاخ العلب أو نشوء أي أعراض خارجية تنبئ بفساد العلب، إلا بعد فتحها وانطلاق رائحة H_2S الكريهة.

4- تكون الحمض والغاز: تنتج البكتريا المحبة للحرارة المعتدلة هذا النوع من الفساد، وتكون العلب منتفخة الأطراف في العادة، أما محتوياتها فمتحللة.

القيمة الغذائية للأطعمة المعلبة

إن الغذاء المعلب لا يفقد البروتينات أو الدهون أو الكربوهيدرات بدرجة ملحوظة. أما من حيث الفيتامينات فإن ما يضيع منها عند تحضير الطعام وطبخه بالطرائق المعتادة يفوق بكثير ما هو عليه عند التعليب.

عند تخزين الأغذية المعلبة تفقد بعض فيتاميناتها. ويتوقف هذا الفقد على مدى حساسية الفيتامين. يفقد فيتامين C حوالي 15 - 30 % في السنة الأولى عندما تكون درجة حرارة التخزين $26.2^{\circ}C$. ويتراوح مقدار الفقد 5 - 15 % إذا كانت درجة حرارة التخزين $18.3^{\circ}C$. أما الكاروتين والرايبوفلافين والنياسين فإنها تفقد بكميات قليلة في أثناء التخزين. يتحمل فيتامين A الحرارة نسبياً، اللهم إلا إذا كان التسخين بوجود الأوكسجين فإن كمية الفقد تكون كبيرة. وفي حالة التسخين بدرجة حرارة $121^{\circ}C$ في معزل عن الهواء فتكون كمية الفقد غير ملحوظة كثيراً، غير أن التخزين لمدة طويلة في درجات حرارة مرتفعة يؤدي إلى فقد كميات كبيرة من هذا

الفيتامين. يتحمل فيتامين D الحرارة المعتدلة ويقاوم الأكسدة. غير أن وجود الحرارة والأكسجين معاً يعملان على إتلاف هذا الفيتامين بسرعة. يتحمل فيتامين E الحرارة في غياب الأكسجين، والتسخين لمدة طويلة بوجود الأكسجين يؤدي إلى ضياع هذا الفيتامين وفقدانه تماماً.

حفظ الأغذية باستخدام الحرارة Heat preservation of food

لمحة تاريخية

1804 تم اكتشاف هذه الطريقة من قبل الصناعي الفرنسي (Nicolas Appert) أي قبل 50 عاماً من اكتشافات باستور وولادة علم الأحياء الدقيقة. وتعتمد طريقته على تسخين الأغذية خلال فترة من الزمن ثم وضعها ضمن أوعية زجاجية وإغلاقها بإحكام.

1810 نال الإنكليزي (Peter Durand) براءة اختراع لحفظ الفواكه والخضار والأسماك ضمن علب الحفظ.

1819 دخلت طريقة الحفظ ضمن العلب الولايات المتحدة الأمريكية عن طريق (Kensett and Dagett) حيث استخدمها في حفظ السمك والجمبري وبعض الفواكه.

أنواع المعاملات الحرارية للأغذية

تتطبق المبادئ العامة التي تحكم انتقال الحرارة واستجابة الأغذية لها على جميع المعاملات الحرارية، ولو أن كل معاملة تتميز بأهداف محددة تختلف شدتها حسب هذا الهدف. وأهم هذه المعاملات:

أولاً- الطبخ Cooking يهدف الطبخ وهو معاملة الغذاء بالحرارة إلى تحويل الغذاء إلى حالة أكثر استساغة وملائمة، وهو اصطلاح واسع يشتمل على ستة أشكال من المعاملات الحرارية (الخبز، الشوي، التحميص، الغلي، القلي، الغلي البطيء). وتختلف طريقة المعاملة الحرارية وطول مدتها ودرجة الحرارة حسب طبيعة الغذاء، فالخبز والشوي والتحميص تحتاج إلى حرارة جافة، أما الغلي والغلي البطيء فتحتاج إلى الحرارة الرطبة عن طريق وضع المادة الغذائية في الماء المغلي، بينما القلي فهو الطبخ في الزيت. يتعرض الغذاء المطبوخ إلى تغيرات مهمة نتيجة المعاملة الحرارية وتشمل:

1- قتل الأحياء الدقيقة أو خفض أعدادها.

2- إتلاف الإنزيمات غير المرغوبة.

3- إتلاف أو القضاء على السموم الخطيرة الموجودة طبيعياً في الأغذية أو المفزرة بوساطة الأحياء الدقيقة.

4- تغيرات في الطعم واللون والقوام.

5- تحسين قابلية هضم المادة الغذائية.

6- تغيرات غير مرغوبة وتشمل تحلل المكونات الغذائية وتغير في بعض الصفات الحسية.

ثانياً- السلق Blanching هو المعاملة الحرارية التي تطبق على أنسجة الثمار والخضار قبل تجفيفها أو تجميدها أو تعليبها. تعتمد أغراض السلق على عملية الحفظ اللاحقة التي سيتعرض لها الغذاء، فهو يهدف قبل التجفيف أو التجميد إلى إتلاف الإنزيمات لتقليل التغيرات في اللون والطعم والقيمة الغذائية.

يعد إنزيم البيروكسيديز والكاتاليز أكثر الإنزيمات انتشاراً في أنسجة النباتات ومقاومة للحرارة، ويستدل على إتمام عملية السلق بإتلاف هذين الإنزيمين، وانعدام نشاطهما يدل على انعدام نشاط بقية الإنزيمات، وإن طول مدة المعاملة الحرارية اللازمة لإتلافهما تختلف حسب نوع الثمار والخضار، وطريقة التسخين، وحجم الثمار والخضار، ودرجة حرارة وسط التسخين. وعموماً تتراوح هذه المدة بين 2 - 5 دقائق.

يتم السلق باستعمال الماء أو البخار أو الهواء الساخن أو الأمواج القصيرة. تهدف عملية السلق قبل عملية التعليب إلى الأغراض الآتية:

1- إزالة الغازات من الأنسجة

2- رفع درجة حرارة الأنسجة

3- تنظيف الأنسجة

4- تليين الأنسجة لتسهيل التعبئة

5- إتلاف الإنزيمات

ثالثاً- البسترة Pasteurization هي رفع درجة حرارة كل جزء من المادة الغذائية إلى درجة حرارة كافية (غالباً ما تكون أقل من 100 م°) لقتل جزء (وليس جميع) الخلايا الخضرية للأحياء الدقيقة وذلك خلال فترة معينة من الزمن. أي القتل الانتخابي لبعض الأحياء الدقيقة الموجودة داخل المادة الغذائية بخاصة الممرضة منها. لذلك يختلف الغرض منها حسب المادة الغذائية، فيبستر الحليب للقضاء على الأحياء الدقيقة الممرضة. وبما أن البسترة لا تمنع الفساد

كلياَ لذلك لابد من مرافقة البسترة بطريقة حفظ أخرى مثل التبريد أو إضافة المواد الكيميائية أو جعل الظروف السائدة في عبوة المادة الغذائية لاهوائية أو تخمير المادة الغذائية بأحياء دقيقة مرغوبة. يتوقف طول مدة البسترة ودرجة حرارتها على ما يأتي:

1- مقاومة الخلايا الخضرية أو الأحياء الدقيقة الممرضة للحرارة

2- حساسية المادة الغذائية للمعاملة الحرارية

وتستخدم طريقة بسترة الأغذية في الحالات الآتية:

1- عندما يؤدي استخدام الحرارة العالية إلى فقد كبير في القيمة الغذائية للمادة المعاملة

كالفيتامينات، والخواص الحسية كالطعم والرائحة والنكهة.

2- عندما تهدف العملية إلى قتل السلالات الممرضة أو المنتجة للسموم فقط مثل

السالمونيلا.

3- عندما لا تسمح الشروط التي توجد في المادة الغذائية كالحموضة ووجود المثبطات بنمو

البكتيريا الممرضة والمنتجة للسموم (عصير الفاكهة).

4- عندما يراد القضاء فقط على الأحياء الدقيقة التي يزعج أو ينافس نموها الأحياء الدقيقة

المرغوب فيها في التخمرات المراد إجراؤها (صناعة الأجبان).

5- عندما يراد حفظ المادة الغذائية لفترات قصيرة جداً.

رابعاً- التسخين فوق درجة الغليان (100 م°) ونميز منه ما يأتي:

1- **التعقيم Sterilization**: يحصل عند درجات الحرارة فوق 100 م° بواسطة بخار الماء

المضغوط. وهو المعاملة الحرارية التي تطبق على الغذاء لجعله خالياً من جميع أنواع

الأحياء الدقيقة الحية. ويقصد بالتعقيم التجاري التعقيم مع وجود بعض الأحياء الدقيقة

غير الممرضة الخاملة والتي لا تساعد ظروف الغذاء على التكاثر. ويمكن تحديد

العوامل التي تؤثر في كفاءة عملية التعقيم التجاري بما يأتي:

أ) طبيعة الغذاء مثل رقم الحموضة pH.

ب) شروط التخزين بعد المعاملة الحرارية.

ت) مقاومة أبواغ الأحياء الدقيقة للحرارة.

ث) نفوذ الحرارة إلى الغذاء (العبوات ووسط التسخين).

ج) الحمل الميكروبي المبدئي.

2- التسخين فوق العالي Ultra heating: ويتم عند درجة حرارة 135 - 140 م° لمدة

أربع ثوان عن طريق نفث بخار الماء الحار مباشرة في المنتج المراد تعقيمه مثال ذلك منتجات الحليب المعقم.

يشكل رقم الحموضة pH عاملاً مهماً في تعقيم الأغذية التي يراد القضاء على البكتريا الاختيارية أو الإجبارية هوائياً فيها، وذلك لوجود بعض الأبواغ شديدة المقاومة للحرارة التي يمكن أن تنجو من مثل هذه المعاملة، ولكن لانخفاض رقم حموضة هذه المواد فإنها تغدو عاجزة عن النمو وإحداث الفساد. وبناء على ذلك تم تقسيم الأغذية حسب رقم حموضتها إلى:

(أ) الأغذية ذات الحموضة العالية. رقم حموضتها أقل من 3.7

(ب) الأغذية الحامضة. رقم حموضتها بين 3.7 - 4.5

(ت) الأغذية ذات الحموضة المنخفضة. رقم حموضتها أكبر من 4.5

مقاومة الأحياء الدقيقة وجراثيمها (أبواغها) للحرارة

يعبر عن مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة بمفهوم وقت القتل الحراري الذي يعرف بأنه الوقت اللازم لقتل عدد محدد من الأحياء الدقيقة (أو جراثيمها) في درجة محددة من الحرارة وشروط معينة.

1- مقاومة الخمائر وجراثيمها: تتوقف هذه المقاومة على أجناس الخمائر وحتى على

سلالاتها، كما تتوقف على نوع البيئة الموجودة فيها في أثناء التسخين. وتقتل الخمائر

وجراثيمها في درجة حرارة بستر الحليب (62.8 م° لمدة 30 دقيقة أو 71.7 م° لمدة

15 ثانية)، كما أنها تقتل بسهولة في درجة الحرارة التي تتعرض إليها أقراص العجين

عند خبزها (حوالي 97 م° في الداخل).

2- مقاومة فطريات العفن وجراثيمه: تقتل الحرارة الرطبة (60 م° لمدة 5 - 10 دقائق)

معظم أنواع العفن وجراثيمه، غير أن هناك أجناساً تتصف بمقاومتها النسبية. وتقتل

درجة حرارة بستر الحليب جميع أنواع فطريات العفن وجراثيمه. وتقاوم جراثيم العفن

الحرارة الجافة جيداً، حيث وجد أن درجة الحرارة الجافة 120 م° لمدة 30 دقيقة لا تكفي

لقتل بعض الجراثيم المقاومة.

3- مقاومة البكتريا والجراثيم البكتيرية: تختلف درجة مقاومة البكتريا للحرارة باختلاف

الأجناس، فهناك البكتريا المرضية الحساسة التي تقتل بسهولة، وتلك المحبة للحرارة التي

قد تحتاج إلى التسخين (80 - 90 م°) لبضع دقائق للقضاء عليها. وفيما يأتي بعض الملحوظات العامة التي تتصل بمقاومة الخلايا الخضرية البكتيرية للحرارة:

أ) البكتريا المكورة أكثر مقاومة بشكل عام من البكتريا العصوية.
ب) كلما كانت درجات الحرارة المثلى للنمو وكذلك العظمى للسلاسل مرتفعة ازدادت مقاومتها للحرارة بشكل أكبر.

ت) تكتل الخلايا يؤدي إلى رفع مقاومتها للقتل، بحيث تصبح أكثر مقاومة من الخلايا المنفردة المتباعدة عن بعضها بعضاً.

ث) الخلايا البكتيرية المحتوية على دهون بكميات مرتفعة أكثر مقاومة للقتل من غيرها.
أما من حيث مقاومة الجراثيم البكتيرية فتتوقف أساساً على الجنس وأيضاً على ظروف التجزئ أو التبوغ، فتتراوح مدة المقاومة لحرارة 100 م° من أقل من دقيقة واحدة إلى أكثر من 20 دقيقة.
مقاومة الإنزيمات للحرارة: تتلف معظم إنزيمات الغذاء والإنزيمات البكتيرية عند درجة حرارة 79.4 م° ولكن يستثنى بعض منها ممن يتحمل درجات حرارة أعلى مثل إنزيم البيروكسيديز.

العوامل المؤثرة في مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة:

1- العلاقة بين الزمن ودرجة الحرارة المستخدمة: ينخفض زمن قتل الأحياء الدقيقة ضمن شروط معينة عند زيادة درجة الحرارة.

2- الصفات الخاصة بالنوع أو السلالة: لا تختلف المقاومة للحرارة من سلالة لأخرى فحسب وإنما هناك اختلاف بين أصناف النوع الواحد. فالسلالات التابعة للنوع نفسه والمزروعة ضمن بيئة زرع واحدة وبنفس الشروط يمكن أن تظهر اختلافات في مقاومة الحرارة.

3- الحمولة الميكروبية (التركيز الابتدائي للأحياء الدقيقة): وجود تركيز ابتدائي مرتفع من الأحياء الدقيقة أو الأبواغ يتطلب معاملة حرارية أكثر فعالية مما لو كان هذا التركيز ضعيفاً.

4- شروط نمو الأحياء الدقيقة قبل المعاملة الحرارية. وتشمل:

أ) تركيب بيئة الزرع: تختلف مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة باختلاف بيئات الزرع. فوجود شوارد المنغنيز والكالسيوم في بيئة التبوغ يزيد من مقاومة الأبواغ للحرارة. ويؤدي خفض تركيز شوارد الحديد والنحاس والمنغنيز والكالسيوم في بيئة التبوغ إلى خفض مقاومة الأبواغ للحرارة.

- ب) درجة حرارة التحضين: الأبواغ المتكونة في بيئات زرع محضنة على درجات حرارة عالية تكون أكثر مقاومة من الأبواغ المتكونة في درجات حرارة منخفضة.
- ت) عمر الأبواغ أو الخلايا: الخلايا المأخوذة خلال الطور اللوغاريتمي للنمو تكون قابلة للعطب بشكل سريع بالحرارة، أما في طور الثبات فتكون أكثر مقاومة للحرارة.
- 5- مميزات المادة الغذائية التي توجد فيها الأحياء الدقيقة في أثناء المعاملة الحرارية:
- أ) درجة الحموضة: تحدث المقاومة الحرارية العظمى للأحياء الدقيقة وأبواغها في منطقة الاعتدال (pH معتدلاً)، وتكون الأبواغ البكتيرية أقل مقاومة للحرارة عند قيم حموضة مرتفعة (pH منخفضاً).
- ب) وجود الماء: إن التعقيم بالحرارة الرطبة أكثر فعالية من الحرارة الجافة، فالأحياء الدقيقة تقاوم الحرارة الجافة بشكل أكبر من الرطبة.
- ت) وجود المثبطات: يساعد وجود المثبطات (النتريت أو المضادات الحيوية أو المواد الكيميائية) المستخدمة في الحفظ على قتل الأحياء الدقيقة بوساطة الحرارة. فوجود التراكيز المنخفضة من السكر أو الملح (0.3 - 0.5 %) يؤدي إلى زيادة مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة، بينما التراكيز العالية منها تقلل من هذه المقاومة. كذلك وجود المواد الدسمة والغرويات يزيد من مقاومة الأحياء الدقيقة للحرارة.

الفساد الميكروبي للأغذية المعلبة

يحدث الفساد الميكروبي لمادة غذائية محفوظة نتيجة لخطأ في التعقيم أو نتيجة لتلوث لاحق بعد التعقيم أو نتيجة لكلا السببين.

1- الخطأ في التعقيم: يتميز الفساد الناتج عن خطأ بالتعقيم سواء أكانت العلب منتفخة أم

لا بوجود أحياء دقيقة من أنواع مقاومة للحرارة فقط وغالباً ما تكون من نوع واحد. ويمكن أن تكون الأنواع الموجودة غير منتجة للغازات أو لم تصادف الظروف الملائمة لإنتاج كمية كبيرة من الغاز ولهذا لا يلحظ انتفاخ العلبة. ويعود الخطأ في التعقيم إلى ما يأتي:

أ) قيم التعقيم غير كافية

ب) الحمولة الميكروبية الأولية عالية وغير طبيعية

ت) سوء استخدام المعقم

ج) عدم ضبط أجهزة المراقبة بشكل جيد

2- التلوث اللاحق بعد التعقيم: يعود ذلك إلى أن عدم إحكام قفل العلب بشكل محكم،

إضافة إلى وجود الماء حول منطقة القفل غير المحكمة أدى إلى تسرب الأحياء الدقيقة

إلى داخل العلبة. ولتجنب التلوث بعد التعقيم يجب تطبيق الإجراءات الآتية:

أ) القيام بعملية التبريد للعلب في ماء مضاف إليه الكلور كما يلي (4 ملغ كلور حر/

واحد لتر ماء).

ب) تصفية الماء عن العلب ثم تجفيفها بعد التبريد مباشرة.

ت) تجنب كل تلوث عند نقل العلب بعد تصنيعها وحتى استهلاكها.

ث) تجنب الصدمات في مناطق القفل.

الفصل الخامس

تصنيع الحليب السائل

مقدمة

يتم نقل الحليب الخام السائل من المزارع ومن أماكن تربية الحيوانات الحلوب إلى مصانع الألبان وذلك بتعبئته في أوعية معدنية أو بلاستيكية غذائية سعة 50 كيلو في حال كانت المعامل قريبة من أماكن الإنتاج علماً بأنه من المفضل نقل الحليب في صهاريج مبردة كبيرة السعة مصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ أو الصلب المبطن بالزجاج وتصل سعة هذه الصهاريج بين 10 - 15 ألف كيلو.

يراعى ملء هذه الصهاريج تماماً بالحليب حتى لا يكون هنالك فرصة لخض حبيبات الدهن وتحويلها إلى زبدة في أثناء النقل ومن ناحية أخرى فإن ملء هذه الصهاريج يقلل من النفقات الاقتصادية في عمليات النقل.

يجري تعبئة الصهاريج في مراكز تجميع الحليب عن طريق مضخة يتم تزويد الصهاريج بها ويتم تفريغ الحليب منها في المصنع إما عن طريق الجاذبية الأرضية أو باستخدام مضخات في عملية التفريغ.

الأقسام الرئيسية في مصانع الحليب السائل

يمكن تقسيم العمل الذي يتم في مصانع الحليب السائل إلى أربعة أقسام وهي:

- 1 - قسم استلام الحليب
- 2 - قسم البسترة (المعاملة الحرارية للحليب)
- 3 - قسم التعبئة
- 4 - قسم تصنيع المنتجات الثانوية
- 1 - قسم استلام الحليب:

يشمل العمل في هذه المرحلة تجهيز الأماكن المناسبة لاستلام الحليب بمجرد وصوله إلى المصنع حيث يتم تحديد مرتبته ووزنه وأخذ عينات لإجراء التحليلات المختلفة عليه ومن ثم تخزينه في خزانات خاصة. كما يشمل العمل في هذه المرحلة عمليات الغسيل والتطهير لأوعية الحليب أو الصهاريج التي يورد فيها الحليب إلى المصنع.

حين وصول الحليب إلى المصنع في صهاريج فإنه عادة ما تتم عملية وزن السيارة بحمولتها قبل التفريغ ثم يعاد الوزن بعد تفريغ الحليب لتقدير الحليب الوارد إلى المصنع، ينقل بعدها الحليب إلى خزانات خاصة داخل المصنع.

في حال وصول الحليب بالأوعية تنتقل هذه الأوعية من السيارة إلى شريط متحرك على رصيف الاستلام حيث يتم النقل الآلي للبيدونات إلى الميزان لوزن الكميات الواردة من كل مورد على حدة وتسجيل الوزن.

عادة ما تتم في هذه المرحلة عملية تصفية للحليب خلال مصاف معدنية يمر خلالها الحليب إلى حوض الوزن بعدها يسمح بمرور الحليب إلى خزانات التجميع.

في الوقت نفسه تنقل الأوعية بعد تفريغها إلى حيث يتم غسلها وتعقيمها لتعاد إلى المزارع لإعادة استخدامها مرة أخرى وهي في حالة نظيفة.

يتم تخزين الحليب في المصنع في خزانات كبيرة ومصنوعة من الصلب غير القابل للصدأ ومزودة بمقلبات لتقليب الحليب والمبردة لخفض درجة حرارة الحليب في أثناء تخزينه.

2 - قسم المعاملة الحرارية للحليب:

إن مصادر تلوث الحليب كثيرة ومتنوعة لذلك فمن الممكن أن تكون بعض الأحياء الدقيقة الملوثة له ضارة مسببة لفساده أو حتى قد تكون ممرضة للإنسان لذلك يجب معاملة الحليب بالحرارة للقضاء على هذه الكائنات الحية الدقيقة الضارة أو الممرضة، وبالتالي يصبح الحليب صالحاً لغذاء الإنسان ويمكن حفظه لفترات أطول.

يجب أن لا تسبب هذه المعاملة الحرارية حدوث أية تغييرات ملحوظة في خواص الحليب الطبيعية والكيميائية وفي قيمته الغذائية وأهم المعاملات الحرارية المستخدمة في مصانع الحليب هي البسترة والتعقيم.

أولاً - البسترة:

تعريف البسترة: هي تسخين كل قطرة من الحليب إلى درجة حرارة أقل من نقطة غليانه ولوقت كافٍ للقضاء على:

أ - جميع أنواع البكتيريا المرضية للإنسان.

ب - نسبة عالية من البكتيريا الأخرى ومنها الضارة المسببة للفساد (90 - 99 % منها).

ج - الأنزيمات وخاصة الليباز.

ونتيجة لذلك يصبح الحليب صالحاً لغذاء الإنسان وتحسن خواص حفظه.

كما يمكن تعريف البسترة أيضاً بأنها تسخين الحليب بدرجة حرارة ولوقت كافٍ للقضاء على جرثومة السل التي تعد أكثر الجراثيم المرضية التي قد توجد في الحليب مقاومة للحرارة، فإذا قتلت هذه الجرثومة قتلت جميع الجراثيم المرضية الأخرى الموجودة في الحليب.

الخطوات التي يمر بها الحليب في مصانع البسترة:

1 - الترشيح والتنقية

2 - تعديل تركيب الحليب وخاصة نسبة الدهن

3 - التجنيس

4 - تخلية الهواء

5 - البسترة

6 - التبريد والتعبئة

طرق البسترة: هنالك ثلاث طرق رئيسة مستخدمة في مصانع بسترة الحليب وهي:

1 - طريقة البسترة البطيئة

2 - طريقة البسترة السريعة

3 - طريقة البسترة الخاطفة أو بدرجات الحرارة فوق العالية

طريقة البسترة البطيئة:

في هذه الطريقة ترفع درجة حرارة كل قطرة من الحليب إلى درجة بين 62°C - 65°C م وتحتجز بهذه الدرجة مدة لا تقل عن 30 دقيقة ومن ثم يتم التبريد السريع لدرجة 4°C م.

وتجرى البسترة بهذه الطريقة بواسطة أجهزة المبسترات الحوضية وأهمها: **الحوض مزدوج الجدران:** ويعد من أكثر أحواض البسترة البطيئة انتشاراً في العالم، وتصنع من الصلب غير القابل للصدأ ويغلف الحوض بحوض آخر من الصلب يحجز بينهما فراغ هوائي.



يغلف الحوض الخارجي عادة بمادة عازلة للتقليل من فقد الحرارة في أثناء عملية التسخين والحجز.

كما يزود هذا الحوض بمقلب أو خلاط يدار بمحرك كهربائي منفصل للتحكم في سرعة التقليب ويجب أن تكون جوانبه مقوسة كي يمنع التقليب العنيف وتكوين الرغوة.

يسخن الحليب داخل الحوض الداخلي بإمرار الماء الساخن أو بخار الماء في الفراغ بين الحوضين ويجب تقليب الحليب باستمرار في أثناء التسخين والحجز لمنع حدوث أية تغيرات غير مرغوبة كظهور الطعم الشائط.

قد يبرد الحليب بعد بسترتة في الحوض بإمرار تيار من الماء البارد، غير أنه من الأفضل استخدام أجهزة تبريد منفصلة، لأن التبريد في الحوض يكون بطيئاً، مما قد يؤدي إلى حدوث تغيرات غير مرغوبة وخاصة نمو بعض البكتيريا المقاومة والمحبة للحرارة.

يمكن استعمال هذه الطريقة عندما تكون كمية الحليب المراد بسترتها محدودة (1 - 2 طن)، أما إذا كانت الكمية كبيرة فتستخدم أجهزة البسترة المستمرة البطيئة ذات الأحواض المتعددة.

يجب مراعاة الاحتياطات الآتية عند إجراء عملية البسترة البطيئة:

1 - الرغبة: يجب مراعاة عدم تكوين رغوة على سطح الحوض وذلك بملئه وتفريغه ببطء لتجنب تغلغل الهواء في الحليب إذ إن هذه الرغبة تحجز البكتيريا داخلها وتقلل من تأثير الحرارة عليها، لأن درجة حرارة الرغوة تقل ب 4 - 8 م عن درجة حرارة الحليب الذي تعلوه، مما يؤدي إلى عدم كفاءة البسترة من حيث القضاء على البكتيريا.

2 - التقليب: يجب تقليب الحليب باستمرار في أثناء التسخين والحجز للإسراع في عملية التسخين وحتى تتوزع الحرارة بانتظام على جميع الأجزاء، كما يجب تجنب التقليب السريع لأنه يسبب تكوين رغوة على السطح كما يؤدي إلى تجمع حبيبات الدسم (الدهن) أو تكتلها.

3 - درجة حرارة وسط التسخين: يجب أن تكون درجة حرارة وسط التسخين أعلى من الدرجة المطلوبة للبسترة ب 5 - 10 م للإسراع بوصول الحليب الى الدرجة المطلوبة.

4 - التبريد: يجب تبريد الحليب إلى 4 م بعد انتهاء عملية البسترة مباشرة بحيث لا تزيد المدة عن 15 دقيقة لذلك يفضل عدم استخدام إمرار ماء بارد في الفراغ الموجود بين جداري الحوض لأن هذه الطريقة بطيئة، لذلك من المفضل إجراء عملية تبريد الحليب المبستر باستعمال أجهزة تبريد منفصلة ومثالية لتوفير الوقت والجهد وجعل عملية البسترة أفضل.

5 - التسخين الابتدائي للحليب: يفضل تسخين الحليب لدرجة 46 م قبل وضعه في أحواض البسترة، وبذلك يمكن تقليل التأثير الضار للحرارة على خواص الحليب واختصار المدة اللازمة لإجراء العملية.

مزايا البسترة بالطريقة البطيئة:

1 - تعد هذه الطريقة اقتصادية إذا كانت كمية الحليب المراد بسترتها يومياً لا تتجاوز 1 - 2 طن.

2 - يفضل استعمالها في حالة بستر القشدة أو مخلوطة المتلوجات اللبنية

3 - الأجهزة بسيطة التركيب والتشغيل والصيانة.

4 - نسبة البكتريا التي تقتل بهذه الطريقة مرتفعة.

عيوب البسترة بالطريقة البطيئة:

1 - تعد غير اقتصادية إذا كانت كمية الحليب المراد بسترتها يومياً أكثر من 3 طن.

2 - الأجهزة المستعملة متعددة وكبيرة الحجم وتشغل حيزاً كبيراً في المعمل

3 - تحتاج عملية غسيل وتعقيم الجهاز إلى وقت طويل ومجهود كبير.

4 - تستغرق البسترة بهذه الطريقة وقتاً طويلاً.

5 - تتكاثر البكتريا بسرعة إذا تركت الأحواض دون تنظيف أو تعقيم فترة طويلة.

6 - ظهور الطعم الشائب أو المطبوخ في الحليب المبستر بهذه الطريقة.

نظراً لهذه العيوب فإن طريقة البسترة السريعة تنتشر بسرعة في مصانع الألبان التي تنشأ حديثاً في دول العالم كافة.

طريقة البسترة السريعة:

في هذه الطريقة ترفع درجة حرارة كل قطرة من الحليب إلى 72 - 75° م وتحجز على هذه الدرجة لمدة لا تقل عن 15 ثا، ثم يبرد الحليب بعد ذلك تبريداً سريعاً إلى 4° م.

يسخن الحليب في هذه الطريقة باستخدام المبادل الحراري ذي الألواح الذي يعتمد على فكرة الاستفادة من الطاقة الحرارية الموجودة في الحليب المبستر الساخن لتدفئة الحليب الخام البارد، وفي الوقت نفسه يقوم الحليب الخام البارد بتبريد الحليب المبستر الساخن وبذلك يمكن الاقتصاد في نفقات التسخين والتبريد.

لمحة عن المبادلات الحرارية ذات الألواح:

عرفت أول مرة في إنكلترا عام 1923 وتعد أفضل المسخنات للسوائل وخاصة الحليب. تتكون من مجموعة من الألواح الموصولة مع بعضها بعضاً بواسطة ضاغط أو إطار معدني، وتصل عن بعضها بواسطة حلقة من المطاط الاصطناعي (لدرجات الحرارة العالية يستخدم مطاط السيليكون).

تصنع هذه الألواح من الفولاذ غير القابل للصدأ بسماكة 0.5-1.5 ملم وسطحها متعرج لتشكيل قنوات يسير فيها الحليب والماء الساخن أو البارد بطبقات رقيقة في اتجاهين متعاكسين.

يتألف المبادل الحراري ذو الألواح من الأقسام الآتية:

- 1 - قسم التسخين المبدئي للحليب البارد بواسطة الحليب الساخن.
 - 2 - قسم التسخين ويتم فيه رفع درجة حرارة الحليب إلى درجة حرارة البسترة المطلوبة بواسطة الماء الساخن أو بخار الماء.
 - 3 - قسم التبريد: وفيه يبرد الحليب المبستر الساخن بالماء البارد أو بالحليب الخام البارد.
- يمتاز هذا النوع من المبادلات الحرارية بمرونته، فيمكن إضافة ألواح أخرى مما يؤدي إلى زيادة الكفاءة الإنتاجية للحليب المراد بسترته.

مزايا البسترة بالطريقة السريعة:

- 1 - تشغل الأجهزة المستخدمة حيزاً صغيراً في المعمل.
- 2 - يمكن رفع قدرة المصنع الإنتاجية دون الحاجة إلى إضافة مساحة جديدة وذلك بزيادة عدد ألواح التسخين .
- 3 - سرعة العمل حيث يمكن الحصول على حليب مبستر بعد بضع دقائق من دخوله الجهاز.
- 4 - سهولة التنظيف والتعقيم وذلك بدفع ماء التنظيف الساخن أو محلول التعقيم خلال الجهاز.
- 5 - لا تنمو البكتريا المحبة للحرارة في أثناء البسترة نظراً لارتفاع درجة الحرارة وسرعة العملية.
- 6 - الاقتصاد في مواد التسخين والتبريد.
- 7 - توفير الأيدي العاملة وخفض تكاليف البسترة.

عيوب البسترة بالطريقة السريعة:

- 1 - تحتاج لعناية وخاصة الأجزاء غير المعدنية كالحلقات المطاطية، حيث يجب تغييرها من وقت لآخر.
- 2 - تتطلب اهتماماً خاصاً في تنظيفها وتشغيلها.
- 3 - تقل نسبة البكتريا التي تقتل بهذه الطريقة مقارنة بالطريقة البطيئة، وذلك لأن البكتريا المقاومة للحرارة إن وجدت في الحليب الخام تتحمل درجة حرارة البسترة السريعة إلى حد كبير.

طريقة البسترة الخاطفة أو باستخدام درجات الحرارة فوق العالية UHT:

وهي تعريض الحليب وبعض مشتقاته لدرجة حرارة عالية جداً تتراوح بين 90 - 130 °م مدة تختلف تبعاً لدرجة حرارة البسترة المستعملة.

تعد درجة حرارة 90 °م لمدة 1 ثانية كافية لبسترة الحليب بهذه الطريقة

وتقسم الأجهزة المستخدمة في هذه الطريقة إلى:

1 - مبادلات حرارية أنبوبية أو ذات ألواح.

2 - أجهزة إدخال البخار مباشرة.

تتلخص هذه الطريقة بإمرار الحليب المراد بسترته على هيئة طبقة رقيقة داخل أسطوانة مزدوجة الجدران، بينما يمر بين الجدران وسط التسخين (الماء الساخن أو البخار).

بدأ انتشار استعمال هذه الطريقة بنطاق واسع لأنها تمتاز بعدم ظهور أي طعم شائط في الحليب المبستر بالإضافة إلى عدم حدوث أية تغييرات غير مرغوبة أخرى كفقذ الفيتامينات.

لمحة عن المبادلات الحرارية الأنبوبية:

يتكون سطح التبادل الحراري من عدة أنابيب يسير فيها السائل المراد تسخينه أو تبريده ويجري وسيط التسخين خلال الفراغ داخل الغلاف وخارج الأنابيب التي تحتوي على السائل.

يمر الحليب عند بسترته أو تعقيمه بالمبادلات الحرارية الأنبوبية بالمراحل الآتية:

1- تسخين مبدئي بوساطة الحليب الساخن.

2 - تسخين بالماء الساخن أو بالبخار.

3 - حجز على درجة حرارة البسترة أو التعقيم.

4 - تبريد بالحليب البارد.

5 - تبريد بالماء البارد أو بمحلول ملحي.

من مساوئ المبادلات الحرارية الأنبوبية صعوبة تنظيفها من الرواسب المتوضعة على سطوح التسخين الداخلية ويجري تنظيفها فقط بالمواد المستعملة في طرائق التنظيف المعروفة مثل محلول حمض الآزوت تركيز 1 % و محلول ماءات الصوديوم تركيز 1% أيضاً.

تأثر البسترة على صفات الحليب:

أولاً: التأثير على التركيب الكيميائي للحليب المبستر:

1 - لا يطرأ على دهن الحليب أي تغيير في تركيبه الكيميائي نتيجة البسترة.

- 2 - ليس للبسترة تأثير على لاكتوز الحليب.
- 3- لا يحدث للكالسيوم أي تغيير نتيجة البسترة، أما بروتينات المصل فإنها تتأثر بالحرارة وقد وجد أن تسخين الحليب إلى درجة 65° م لمدة 30 دقيقة يؤدي إلى ترسيب 5- 10 % منها، وتزداد هذه النسبة كلما ارتفعت درجة الحرارة.
- 4 - تؤدي البسترة إلى طرد الغازات الذائبة في الحليب كثاني أكسيد الكربون وهذا يؤدي إلى نقص في الحموضة.
- 5 - بالنسبة الى أملاح الحليب فإن البسترة تقلل نسبة الكالسيوم والفوسفور الذائبين.

ثانياً: التأثير على قابلية الحليب للتجبن بالمنفحة:

إن لمعاملة الحليب بدرجات الحرارة المرتفعة علاقة وثيقة بظاهرة تجبنه بالمنفحة، فتتأثر قابلية التجبن هذه وتزداد الفترة اللازمة للتجبن إذا ارتفعت حرارة الحليب إلى 68 - 71° م أو أكثر ولمدة نصف ساعة، كما تعطي خثرة ضعيفة وتزداد الفترة اللازمة لحدوث التجبن كلما ارتفعت درجة الحرارة إلى أن تصل إلى درجة الغليان عندها لا يتجبن الحليب، يرجع هذا التأثير إلى ترسيب أملاح الكالسيوم أو تحويلها من الحالة الذائبة إلى الحالة الغروية.

ثالثاً: الفيتامينات والأنزيمات:

تسبب عملية البسترة ضياع جزء من الفيتامينات الحساسة للحرارة مثل B1 وفيتامين C وتكون نسبة الضياع أكبر باستخدام البسترة البطيئة.

أما الأنزيمات الموجودة في الحليب فتتلف جميعها نتيجة البسترة وأشدّها مقاومة للحرارة هو أنزيم الفوسفاتيز الذي يتلف بدرجة حرارة 61.7° م لمدة 30 دقيقة أو 71.6° م لمدة 15 ثانية لذلك يستخدم كدليل لإتمام عملية البسترة علماً بأنه ليس للأنزيمات قيمة أو أهمية غذائية للإنسان.

رابعاً: الصفات الميكروبيولوجية:

إن رفع درجة حرارة الحليب إلى 61.5° م لمدة 30 دقيقة كافية جداً للقضاء على ميكروب السل الأكثر مقاومة للحرارة من البكتيريا الممرضة والتي تلوث الحليب وبالتالي القضاء على جميع الأحياء الدقيقة الممرضة الأخرى، كما تقضي البسترة على جميع الميكروبات المحبة للبرودة وعلى بكتيريا الكوليفورم وعلى الفطور والخمائر، إلا أن البكتيريا المقاومة والمحبة للحرارة فالتعدد

من أفرادها يقاوم حرارة البسترة ويبقى في الحليب بعد بسترته، مسبباً تدهور مواصفاته سريعاً، لذلك فإن مدة صلاحية عبوات الحليب المبستر لا تتجاوز الأيام العشرة مع حفظ العبوات في البراد لوقف نشاط هذه الأنواع من البكتيريا.

اختبارات كفاءة البسترة:

من أجل الكشف عن عدم كفاءة البسترة نتيجة عدم وصول درجات الحرارة إلى المطلوبة للبسترة أو الحجز فترة أقصر من اللازم أو تلوث الحليب بعد بسترته بالحليب الخام يمكن اللجوء للآتي:

1 - يمكن استعمال وجود بكتريا القولون في الحليب المبستر دلالة على عدم كفاءة البسترة لأن البسترة تقضي بشكل كامل على بكتريا القولون (الكوليفورم).

2 - كما يمكن استخدام ثلث أنزيم الكتاليز دليلاً على ذلك، إذ إن تسخين الحليب إلى درجة 65-70 °م كافية للقضاء على نشاط هذا الأنزيم قضاءً تاماً.

3 - إلا أنه من المفضل استخدام الكشف عن أنزيم الفوسفاتيز القلوي للكشف عن عدم كفاءة عملية البسترة، علماً بأن أنزيم الفوسفاتيز القلوي يتلف بتسخين الحليب إلى درجة 63 °م لمدة 30 دقيقة.

ثانياً- التعقيم:

تعريف الحليب المعقم: هو الحليب الذي عومل بحرارة مرتفعة نسبياً (أعلى من 100 °م) وتوافرت فيه نتيجة ذلك الصفات الآتية:

- يظل ثابتاً وذا صفات تجارية جيدة ولا يفسد تحت الظروف الجوية العادية.
- خلوه من الكائنات الحية الدقيقة بكل أنواعها أي يجب أن لا يحدث أي نمو ميكروبي في الحليب المعقم.

خطوات تصنيع الحليب المعقم:

1 - اختبار الحليب المراد تعقيمه وتنقيته: يجب أن يكون الحليب جيد النوعية (أملاحه متوازنة، خال من التهاب الضرع ومن البكتريا المتبوعة، كما يجب أن يكون pH معتدلاً ≈ 6.8) لأن انخفاض pH الحليب أي ارتفاع حموضته يسبب تخثر الحليب في أثناء تسخينه.

- يتم اختبار ملائمة الحليب للتعقيم بطريقة الـ UHT باختبار الكحول الاتيلي (مسدس الكحول) حيث يمزج حجم من الكحول الذي تركيزه 75 % مع حجم مماثل من الحليب مع مراعاة أن يبقى الحليب متوازناً دون حدوث خثرة.

- يستعمل اختبار الكحول لرفض الحليب غير المناسب للمعاملة الحرارية بطريقة UHT للأسباب الآتية:

(أ) حموضته مرتفعة

(ب) توازنه الملحي غير طبيعي

(ت) يحتوي على نسبة عالية من بروتينات المصل بسبب خلطه باللبن مثلاً.

- ينقى الحليب بوساطة المرشحات ويفضل في هذه الحالة استعمال الأجهزة التي تعتمد على قوة الطرد المركزي وتجرى عملية التنقية على البارد.

2 - التسخين الابتدائي: ويتم ذلك باستخدام المبادلات الحرارية حيث يتم رفع درجة حرارة الحليب إلى 65 - 70 °م والهدف من هذه العملية هو زيادة كفاءة التجنيس.

3 - التجنيس: وذلك بإمرار الحليب تحت ضغط ضمن فتحات ضيقة مما يسبب تقطيت حبيبات الدهن العادية وبالتالي منع تشكل طبقة قشدية على السطح.

4 - التعقيم المبدئي: وفيه يسخن الحليب إلى درجة 130 - 135 °م لمدة بضع ثوان وذلك باستخدام المبادلات الحرارية الأنبوبية.

- إن الهدف من التعقيم المبدئي هو قتل عدد كبير من الحمولة الميكروبية إضافة الى العمل على ثبات بروتينات المصل ومنع ترسبها بتأثير الحرارة العالية التي سيتعرض لها الحليب في أثناء التعقيم النهائي.

5 - التعبئة: يعبأ الحليب الساخن المجنس في زجاجات أو عبوات معقمة، ثم تغطى بغطاء محكم لا يفتح إلا عند الاستهلاك، وتؤخذ إلى التعقيم.

6 - التعقيم: يعتمد تعقيم الحليب في النطاق التجاري على تسخينه إلى درجة حرارة ولوقت كافٍ للقضاء على جميع الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في الحليب الخام. هنالك ثلاث طرق رئيسة مستخدمة في المصانع لتعقيم الحليب وهي:

أ - استعمال حوض التعقيم (أوتوغلاف): تتراوح درجة حرارة التسخين بين 110 - 120 °م لمدة 15-40 دقيقة، وغالباً ما يستعمل 107 °م لمدة 20 دقيقة.

- تعبأ الزجاجات بحليب حرارته 80 °م ثم تقفل قفلاً محكماً وتوضع في عربات خاصة تدخل إلى حوض التعقيم.

- تمتاز هذه الطريقة بسهولة الإجراء وقلة التكاليف غير أن عيوبها هي:

(أ) ظهور الطعم الشائط

(ب) تشكل لون بني في عبوات الحليب

(ت) قد لا تكون عملية التعقيم محكمة

(ث) ضرورة التبريد التدريجي منعاً لكسر الزجاجات وهذا يتطلب وقتاً طويلاً

(ج) كمية الحليب الممكن تعقيمها بهذه الطريقة محدودة.

ب - طريقة التعقيم المستمر: تتلخص هذه الطريقة في قفل الزجاجات بعد ملئها بالحليب قفلاً

محكماً ثم نقلها على حصيرة آلية إلى أسطوانات التعقيم والتبريد وتسمى أحياناً ببرج التعقيم.

- يتكون برج التعقيم من أربع وحدات أسطوانية الشكل مفتوحة الطرفين ولها غطاء وقاعدة

مشتركة وكل من البرج الأول والثالث والرابع مقسم طولياً إلى قسمين.

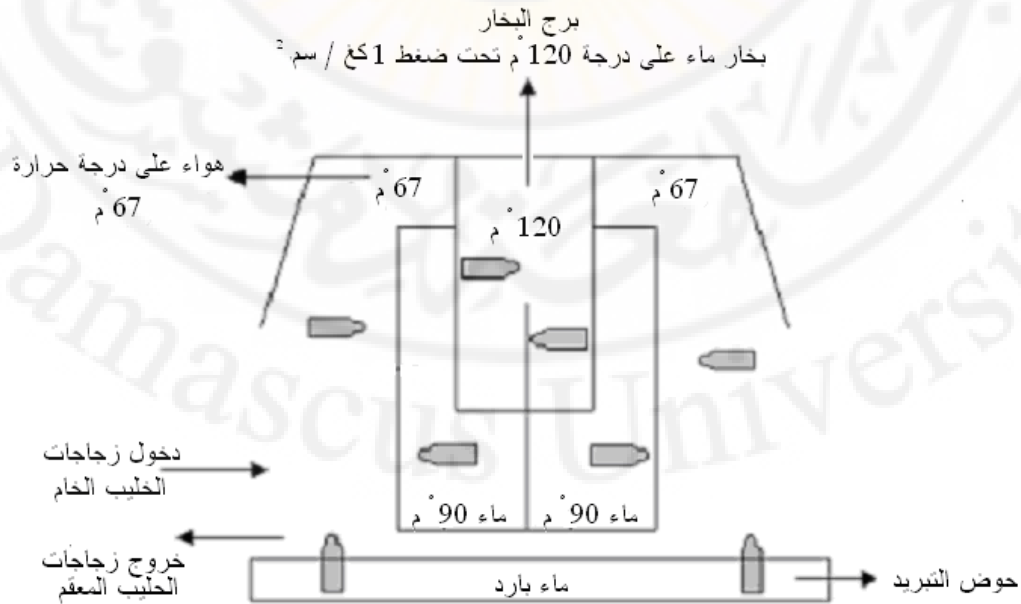
- تدخل زجاجات الحليب في البرج الأول حيث الجو دافئ وعند وصول الزجاجات إلى قمته

تتقلب فينقلب الحليب داخلها، وعندما تدخل القسم الثاني تغمر في الماء الساخن الذي درجة

حرارته 90° م، تدخل الزجاجات بعد ذلك في برج البخار أو البرج الثاني وهو برج غير مقسم حيث

تصعد إلى أعلى ثم تهبط وبذلك يحصل تقليب آخر لمحتويات الزجاجاة، والبرج الثاني مشبع بجو

من البخار الذي درجة حرارته 120° م وضغطه 1 كغ / سم²



رسم توضيحي يبين سير زجاجات الحليب في برج التعقيم المستمر

تقضي الزجاجات داخل هذا البرج المدة اللازمة للتعقيم وهي عادة 20 دقيقة ثم تستمر في دورتها لتدخل البرج الثالث وعندها يبدأ التبريد وذلك بمرور الزجاجات في القسم الأول من هذا البرج ويحوي ماء ساخناً درجة حرارته 90° م، ثم تمر في قسمه الثاني وبعدها تمر في البرج الرابع الذي يحوي ماء بارداً ليتم تبريدها.

تكون درجة حرارة الزجاجات عند خروجها من حوض التبريد أقل من 40° م والمدة التي تستغرقها حتى تمر في دورة التعقيم هذه 80 دقيقة ويحصل تقليب الحليب خلال هبوط وصعود الزجاجات في هذه الأبراج سبع مرات.

مميزات طريقة التعقيم المستمر:

- 1 - التسخين التدريجي وكذلك التبريد التدريجي بعد إتمام عملية التعقيم يقلل من كسر الزجاجات.
- 2 - تقليب الحليب مرات عديدة خلال العملية يساعد على عدم تكون قشرة على سطح الزجاجات.
- 3 - تقليل حدوث أخطاء في العملية.
- 4 - تجانس الطعم واللون نظراً لأن المعاملة واحدة لكل دفعة.
- 5 - الإنتاج على نطاق واسع.

ج - التعقيم بالحرارة فوق العالية UHT:

في هذه الطريقة يتم رفع حرارة الحليب إلى درجة تتراوح بين 135 - 150° م خلال وقت قصير جداً يتراوح بين 2 - 10 ثوان.

بهذه الطريقة يمكن حفظ الحليب لفترة طويلة من الزمن دون فساد مع احتفاظ الحليب بمعظم خواصه الأساسية.

يمكن تقسيم الطرق المختلفة للتعقيم بطريقة الـ UHT إلى ثلاث طرق رئيسية وذلك تبعاً لوسيلة التسخين:

- 1 - التسخين غير المباشر بوساطة المبادلات الحرارية.
- 2 - التسخين المباشر عن طريق ضخ بخار الماء في الحليب المراد تعقيقه.

3 - التسخين بطريقة الاحتكاك الميكانيكي، وتعتمد هذه الطريقة على الظاهرة الفيزيائية الآتية: حين انسياب سائل ما في حركة سريعة نسبياً بين سطحين متقاربين ينشأ عن ذلك زيادة كبيرة في الضغط يترافق بارتفاع مهم وسريع في الحرارة .

الخواص البيوكيميائية والظاهرية لحليب الـ UHT:

يتصف حليب الـ UHT بأنه قريب في خواصه الظاهرية من الحليب المبستر مع تفوقه عليه في خواصه الحفظية، ولونه أكثر بياضاً من الحليب المبستر لزيادة انعكاس الأشعة الضوئية كحصيلة لتخثر جزء من بروتينات المصل، لا يوجد تغير ملحوظ في الطعم ، كما أن المعاملة الحرارية التي تعقبها عملية تفريغ تؤدي إلى طرد الغازات والروائح غير المرغوبة، ويلحظ انخفاض ملحوظ في درجة الحموضة.

فيما يتعلق بقيمته الغذائية فإنه أفضل بكثير من الحليب المعقم بالزجاجات ويقترب جداً من الحليب المبستر في حصول الفقد الذي يحدث لبعض الفيتامينات.

تأثير تعقيم الحليب على صفاته:

- 1 - يكتسب الحليب المعقم اللون البني الخفيف والطعم الشائط.
- 2 - من الصعب تجبن الحليب المعقم بالمنفحة .
- 3 - تسبب حرارة التعقيم تغييراً في طبيعية بروتينات المصل وترسبها وتجعلها أقل ذوباناً.
- 4 - يجب أن يبقى طعمه طبيعياً خالياً من التغيرات غير المرغوبة لمدة لا تقل عن سبعة أيام في حرارة الجو العادية (دون حفظ في البراد) .

ثالثاً - قسم التعبئة:

يقوم هذا القسم بغسيل وتعقيم الزجاجات الفارغة الواردة من الموزعين حيث يتم:

- 1 - نقع هذه الزجاجات في ماء نظيف حرارته 50° م.
- 2 - نقع الزجاجات في محلول قلوي حرارته 65- 70° م .
- 3 - بعد النقع تتعرض الزجاجات للغسيل إما بالفرشاة أو بدفع الرذاذ داخل الزجاجات.
- 4 - شطف الزجاجات المغسولة بالماء الفاتر لإزالة المحلول القلوي.
- 5- شطف الزجاجات المغسولة بماء نظيف وقد يضاف إليه الكلور لإجراء عملية التعقيم.

6 - بعد الشطف توضع الزجاجات بوضع مقلوب بعض الوقت لتصفيتها ومن ثم تعاد إلى وضعها الطبيعي.

ملحوظة: إن المنظفات المستخدمة هي الصودا الكاوية أو محاليلها بتركيز يتراوح بين 1 - 3 % وهذه المنظفات ذات أثر فعال للتخلص من دهن الحليب عن طريق التصبن.

كما يقوم هذا القسم أيضاً بتعبئة الحليب في الزجاجات وإقفالها، حيث تتم عملية التعبئة في المصانع الحديثة بطريقة آلية ومنظمة وتتم التعبئة بإحداث تفريغ للهواء الجوي أولاً من الزجاجاة في جهاز التعبئة لتقليل الفقد في كمية الحليب عند كسر الزجاجاة في الجهاز ويلحق بجهاز التعبئة جهاز آخر لقفل الزجاجات بوساطة أغطية من رقائق الألومنيوم.

حالياً حدث تطور في نظام تعبئة الحليب المبستر حيث انتشرت تعبئته في أكياس بولي اثيلين أو عبوات بلاستيكية غذائية خفيفة الوزن كما يستخدم أيضاً عبوات كرتونية مطلية من الداخل بشمع البرافين وذات أحجام مختلفة، وذلك توفيراً للجهد المبذول في العبوات الزجاجية وجمعها وغسلها وتنظيفها إلى جانب الفقد الحادث لها بالكسر في أثناء عملية التعبئة أو التداول .

أما الحليب المعقم فيعبأ أيضاً في عبوات زجاجية إلا أنه حديثاً ولأسباب السابقة يتم استبدالها بعبوات بلاستيكية غذائية تتحمل درجات حرارة التعقيم أو عبوات كرتونية مغلقة من الداخل .

ملحوظة: العبوات المستخدمة في تعبئة الحليب المعقم بطريقة UHT يجب أن تتوفر فيها الشروط الآتية: 1 - أن تكون هذه العبوات معقمة، غير نفوذة تجاه الغازات أو الماء. 2 - لا طعم لها ولا رائحة. 3 - سهولة الاستعمال، تقاوم المعاملات الحرارية والكيميائية المعتدلة.

تصنيع المنتجات الثانوية

ويقوم هذا القسم بفرز الدهن من الحليب المراد تعبئته للحصول على حليب كامل أو منخفض الدسم، حيث يتم في هذا القسم تحضير القشدة لاستخدامها في صناعات لبنية أخرى.

تصنيع الحليب المطعم:

الحليب المطعم هو حليب فرز أو كامل الدسم، يضاف إليه مواد منكهة مختلفة كالشوكولاته والكاكاو أو الكراميل أو الفانيليا كما يمكن استخدام نكهة الفواكه الطبيعية كموا منكهة.

غير أن عيبها هو عدم تحمل هذه المركبات لحرارة التعقيم مما يستدعي اللجوء إلى تطبيق طرائق أخرى لتعقيمها كاستخدام المرشحات الجرثومية أو التندلة ثم إضافتها إلى الحليب المراد تطعيمه والذي سبق تعميمه على حدة.

- يجب تفادي التلوث في أثناء المزج أو الخلط.
- في حال إضافة المنكهات إلى الحليب قبل تعميمه فإن المادة المنكهة ستفقد الكثير من نكهتها ولونها.

الفصل السادس

تصنيع الحليب المجفف والمكثف والمثلجات اللبنية

الحليب المجفف

تعريفه: هو المسحوق أو البودرة الناتجة عن عملية تجفيف الحليب وبالتالي التخلص من القسم الأعظم من مائه، حيث يصبح بالإمكان حفظه لفترة زمنية طويلة وبشروط تخزين متواضعة إضافة إلى ذلك فإن التجفيف يخفض حجم المادة بحيث تصبح مناسبة للنقل والتخزين.

- إن محتوى الحليب المجفف من الماء يتراوح 2.5 - 4% لذلك يعد مصدراً رئيساً لمنتجات الألبان في البلدان الحارة وكذلك البلدان ذات الإنتاج المنخفض من الحليب الطازج.

تصنيع الحليب المجفف: إن عملية تصنيع الحليب المجفف تشمل الخطوات التكنولوجية الآتية:

(أ) **استلام الحليب الخام وتنقيته:** تجرى على الحليب فور استلامه عدة اختبارات من أجل تقييمه وأهم هذه الاختبارات اختبار الحموضة والدسم والمواد الجافة اللادھنية. تتم عملية تنقية الحليب بالفرازات الخاصة بهدف تخليصه من الشوائب.

(ب) **ضبط تركيب الحليب:** تجرى عملية ضبط نسبة الدهن أو الدسم بالحليب حسب الهدف (حليب مجفف كامل الدسم أو خالي الدسم).

(ت) **البسترة:** يبستر الحليب المعد للتجفيف على درجة حرارة تتراوح بين 88 - 92° م لمدة 2 - 5 دقائق وهذه البسترة تهدف إلى:

- 1- القضاء على البكتيريا الممرضة وأغلب الميكروبات الأخرى.
- 2- إتلاف الأنزيمات وخاصة الليباز .

3- تشويه بروتينات المصل وتحرير أو كشف مجموعات SH في سلسلة الببتيدات لمنع أكسدة الدهن.

(ث) **التكثيف:** يخضع الحليب إلى عملية تكثيف قبل تجفيفه مباشرة للوصول إلى 24 - 52% مادة جافة (تركيز حوالي 3.5 - 4 مرات).

إن الحليب المجفف الذي يتم تكثيفه قبل تجفيفه يتميز بالصفات الآتية:

1- قدرة أفضل على الانحلال والسقوط عند إذابته.

2- نسبة الدهن الحر أقل.

3- نسبة الهواء داخل الحبيبات تكون أقل وهذا بدوره يخفض من أكسدة الدهن ويعطيه وزناً أثقل في وحدة الوزن.

(ج) **التجفيف:** يتم تجفيف الحليب بإحدى الطرق الآتية:

1- **التجفيف على أسطوانات:** وفيها يوضع الحليب على صورة غشاء رقيق فوق

الأسطوانة الساخنة فينتخر ما به من ماء بسرعة ويكشط الغشاء الرقيق الجاف

باستمرار ويطحن ويعبأ في عبوات خاصة.

إن درجات الحرارة المستخدمة في هذه الأسطوانات مع الزمن المقابل لها لإتمام عملية التجفيف التام تنحصر في الآتي:

المدة اللازمة بالثانية	درجة الحرارة (م)
4	135
3	145
2	170

أهم ما يحدد جودة الحليب المجفف هو سرعة وانتظام كشط الغشاء المجفف من على الأسطوانات حتى لا يتعرض هذا الغشاء الرقيق من الحليب المجفف للدرجات الحرارية مدة أكثر من الحد اللازم مما يسبب معه تلف بروتينات الحليب مما يسبب فيما بعد صعوبة في إذابة المسحوق.

تجرى عملية التجفيف إما تحت الضغط الجوي العادي أو تحت تفريغ.

يتم تسخين أسطوانات التجفيف عن طريق ضغط البخار داخلها بمقدار 15 رطل على البوصة المربعة في المتوسط وتكون حرارته تتراوح بين 140-175 م .

إن طريقة التجفيف بالأسطوانات تحت الضغط الجوي / العادي لا تصلح لإنتاج الحليب المجفف كامل الدسم وذلك لأن الناتج يتمتع بانخفاض قدرته على الانحلال، إضافة إلى ارتفاع نسبة الدهن الحر وارتفاع نسبة الجزيئات المحترقة فيه.

إلا أن طريقة التجفيف بالأسطوانات تحت التفريغ تزيد من كفاءة هذه الطريقة في التجفيف لأن الحليب المجفف الناتج من هذه الطريقة يتمتع بلونه الطبيعي ورائحته العطرة ومحتواه التام من الفيتامينات وبملاك فترة حفظ أطول وقدرة أفضل على الانحلال مقارنة مع حليب البودرة الناتج عن التجفيف بالأسطوانات العادية.

2- تجفيف الحليب على صورة رذاذ: وفيها يدخل الحليب إلى حجرة التجفيف على

صورة رذاذ بعد بسترته وتكثيفه قبل عملية التجفيف، وعند دخول الحليب إلى حجرة التجفيف يتعرض لتيار من الهواء الساخن درجة حرارته 130° م ومدفوع إلى حجرة تحت ضغط عال.

يلحظ أن عملية التجفيف بهذه الطريقة تتم على درجة حرارة منخفضة تساعد على وقاية بروتينات الحليب من التلف بالحرارة.

تتوقف جودة الناتج على سرعة دخول الرذاذ إلى حجرة التجفيف وعلى مدى انتظام عملية خروج المسحوق الناتج من حجيرة التجفيف وعدم بقاءه مدة طويلة في قاع الحجرة الساخنة.

3- تبريد الحليب المجفف: يجب أن يخضع الحليب المجفف بعد خروجه من مكثات التجفيف المختلفة للتبريد بشكل سريع.

إن التبريد البطيء أو الحرارة المرتفعة للحليب المجفف تعمل على إذابة الدهن به وتعرضه لعمليات الأكسدة أثناء التخزين المقبل له. إضافة إلى ذلك فإن الدهن الحر يعمل على خفض قدرة الحليب المجفف على الانغمار والانحلال.

4- تعبئة وتخزين الحليب المجفف: يعبأ الحليب المجفف في أكياس خاصة صناعية

مكونة من طبقتين، طبقة داخلية من البولي إيثيلين وطبقة خارجية من الألمونيوم الرقيق والتي تكون غير منفذة للرطوبة والأكسجين.

في حال تخزين المنتج لفترة طويلة فغالباً ما يعبأ في علب معدنية خاصة تغلق بإحكام بواسطة طبقة من الألمونيوم الرقيق.

يجب ألا تتعدى درجة حرارة المخزن المعد لتخزين الحليب المجفف كامل الدسم عن 20° م ورطوبة الهواء النسبية يجب أن لا تتعدى 75 % في هذه الظروف يمكن حفظ الحليب المجفف كامل الدسم المحفوظ في أكياس من البولي اتيلين لمدة 4 أشهر، ولمدة 6 أشهر بالنسبة الى المنتج المعبأ في علب.

يتصف الحليب المجفف خالي الدسم بفترة حفظ أطول بكثير من فترة حفظ الحليب المجفف كامل الدسم وكذلك فإن ظروف تخزينه أكثر تواضعاً.

الحليب المكثف (المركز)

للحليب المركز أو المجفف أهمية اقتصادية كبيرة إذا ما قورن مع الحليب الخام للأسباب الآتية:

- 1 - إن الحليب المركز والمجفف يشكل حيزاً أقل عند تخزينه وتعبئته.
 - 2 - طول مدة صلاحيته للاستهلاك.
 - 3 - تكاليف نقله وتخزينه أقل.
 - 4 - يمكن تخزينه واستخدامه في فترات عدم توافر الحليب الطبيعي (الخام).
 - 5 - نتيجة لخصائصه الوظيفية الجيدة فيمكن استخدام الحليب المركز والمجفف في تصنيع العديد من المنتجات الغذائية (كمنتجات الخبز وبعض الخلطات الغذائية).
- يعرف الحليب المركز أو المكثف على أنه حليب كامل الدسم أو حليب فرز نزع جزء من مائه بالتبخير تحت التفريغ، ويوجد عادة نوعان أساسيان من الحليب المركز هما:

1 - الحليب المعقم المركز غير المحلى

2 - الحليب المركز المحلى

يتميز هذان المنتجان بالقدرة الحفظية العالية دون اللجوء للتبريد، ويرجع هذا إلى التعقيم الحراري في المنتج الأول بينما يضيف تركيز السكر المستعمل قوة الحفظ للمنتج الثاني حيث يعمل السكر على زيادة الضغط الأسموزي للوسط وبالتالي يقضي على الكائنات الحية تقريباً.

الحليب المعقم المركز غير المحلى

- يجب أن يحتوي هذا المنتج على 25 % مادة جافة كلية كحد أدنى منها 7.5 دسم وهذا يتطلب تركيز الحليب 2.1 مرة.

- نظراً لكون الحليب المركز غير المحلى معقماً وخالياً من الميكروبات لذا يستعمل بكثرة في أغذية الأطفال بالإضافة إلى استعمالاته في صناعة الحلويات والبوظة.

الخطوات الأساسية في صناعة الحليب المعقم المركز غير المحلى:

1 - استلام وانتخاب الحليب الخام: يجب أن يكون الحليب المعد لصناعة الحليب المركز غير المحلى طازجاً تماماً أي تركيبه الكيميائي طبيعي ومأخوذ من أبقار سليمة.

- إن ارتفاع حموضة أو اختلال توازنه الملحي يؤدي إلى عدم ثبات الحليب في أثناء التسخين وتشكيل الحليب جيلاتيني القوام في أثناء التعقيم وكذلك عدم ثباته في أثناء التخزين.

2 - تنقية الحليب وضبط تركيبه: بعد استلام الحليب تتم عملية تنقيته بفرزات خاصة ويعدل تركيبه من حيث نسبة الدهن حسب المواصفات المطلوبة للمنتج النهائي.

3 - التسخين الأولي للحليب (التقسية): يبستر الحليب المعد لصناعة الحليب المركز غير المحلى في درجة حرارة عالية (85 - 90 ° م) لمدة 15 - 20 دقيقة ويطلق على هذه الخطوة التقسية وهذه المعاملة تهدف إلى:

أ - إتلاف الأحياء الدقيقة والأنزيمات.

ب - رفع قدرة الحليب المكثف على الثبات أو الاستقرار تجاه الحرارة.

ج- رفع قدرة الحليب المكثف على الثبات أو الاستقرار تجاه التخزين.

4 - التكثيف: يكتف الحليب في جهاز تبخير تحت ضغط، والناتج النهائي يجب أن يملك كثافة قدرها 1.06 عند درجة حرارة 55 ° م أو نحو 1.075 عند درجة حرارة 20 ° م.

5 - تجنيس الحليب: يبرد الحليب المكثف إلى درجة حرارة التجنيس 55 - 60 ° م ثم يمرر إلى المجنس ذي ضغط قدره نحو 200 ضغط جوي، وذلك بهدف منع أو الحد من تجميع الدهن على سطح الحليب المكثف في أثناء التخزين.

6 - التبريد: يبرد الحليب المكثف المجنس بوساطة المبردات ذات الصفائح لدرجة 5 - 8 ° م ويحفظ في خزانات خاصة لحين تعبئته في العلب.

7 - التعبئة: يعلب الحليب المكثف غير المحلى في علب مطلية بالقصدير ذات أحجام مختلفة ويحكم إغلاقها ألياً.

8 - التعقيم: يعقم المنتج المعبأ في علب عادة على درجة حرارة 115 - 118 °م لمدة 15 دقيقة أو 138 - 140 °م لعدة ثوان فقط. يستعمل لهذا الغرض معقمات تملك إمكان تحريك العلب بشكل مستمر مما يسرع عملية التسخين والتبريد للعلب.

9 - تبريد المنتج: يتم عن طريق غمر العلب في ماء بارد.

10 - الرج: يلحظ في المنتج المبرد بعد تعقيمه ظهور القوام الجيلاتيني ولتصحيح القوام تخضع العلب إلى الرج في جهاز خاص لمدة 2 - 5 دقائق مما يخفض لزوجة المنتج مقارنة مع لزوجته بعد التعقيم مباشرة مما يؤدي الى رفع قدرة المنتج على الثبات ومنع تجمع الدهون على السطح.

11 - مراقبة إحكام وإغلاق العلب: تعد هذه العملية إجبارية وذلك بهدف التأكد من صحة أو دقة إغلاق العلب وكذلك من تعقيم المنتج، حيث تخضع عينات عشوائية من كل دفعة إلى عملية تحضين لمدة 10 - 20 يوماً في درجات حرارة مختلفة 30 - 37 °م.

- في حال عدم إتمام عملية التعقيم بشكل صحيح نلاحظ انتفاخ العلب نتيجة نمو الأحياء الدقيقة فيها، اما في حال عدم إحكام الإغلاق فيلاحظ انطلاق الفقاعات الهوائية من العلب. **12- تخزين العلب:** يتم تخزين العلب في أماكن خاصة بحيث لا تزيد درجة حرارة المخزن على 10 °م ورطوبة الهواء النسبية يجب ألا تتعدى 75% ويجب قلب العلب مرتين كل شهر ، في هذه الظروف يمكن للعلب محكمة الإغلاق أن تحتفظ بصلاحياتها لمدة عام كامل.

الحليب المركز المحلى

- يجب أن يحتوي الحليب المركز المحلى على 28 % كحد أدنى من المادة الجافة الكلية مصدرها الحليب، منها 8 % دسم والباقي مادة جافة لا دهنية.

- كما يجب أن يحتوي على 44.5 % سكروز مضاف وبالتالي فإن نسبة الرطوبة به يجب أن لا تتعدى 27.5%.

- إن ارتفاع نسبة السكر في الحليب المركز المحلى تعمل على رفع الضغط الأسموزي الحلوي له مما يؤدي إلى منع نمو البكتريا والخمائر في هذا المنتج لذلك لا يخضع المنتج النهائي لعملية تعقيم.

بما أن الحليب المكثف المحلى يجب أن يحتوي على 28 % مادة جافة مصدرها الحليب، فإن درجة تركيز الحليب الأولى تتعلق بمحتواه من المادة الجافة الكلية.

مثال: إذا كان لدينا حليب خام نسبة المواد الجافة الكلية فيه هي 11.7% فإن درجة التركيز تساوي $2.4 = 11.7 / 28$ مرة.

الخطوات الأساسية في صناعة الحليب المركز المحلى:

1 - استلام الحليب الخام وتقويمه: يجب أن يكون الحليب الخام المعد لصناعة الحليب المركز المحلى طازجاً تماماً ذا نوعية جيدة وتركيب كيميائي طبيعي، مأخوذ من أبقار سليمة مغذاة تغذية جيدة.

2 - تنقية الحليب: بجهاز الطرد المركزي يتم تنقية الحليب من الشوائب والأوساخ الميكانيكية.

3 - ضبط تركيب الحليب المعد للتصنيع: وذلك للوصول إلى نسبة الدسم المطلوبة حسب المواصفات لكل بلد وهي بشكل عام 8% في المنتج النهائي.

4 - البسترة: يبستر الحليب المعد لتصنيع الحليب المركز المحلى على درجة حرارة بين 85 - 90° م لعدة دقائق والهدف من ذلك:

(أ) إتلاف الأنزيمات وخاصة الليباز الذي يسبب تزنج الدهن.

(ب) إتلاف البكتيريا الممرضة والبكتيريا الأخرى والخمائر والفطور.

(ت) تشويه بروتينات المصل مما يؤدي إلى تشكل معقد ثابت تجاه الحرارة والتخزين.

5 - إضافة السكر (التحلية): بعد البسترة يحول الحليب الساخن إلى أحواض خاصة قريبة من وحدات التركيز حيث يضاف السكر إلى الحليب بنسبة 19 - 20 كغ لكل 100 كغ حليب ويهدف تسهيل عملية خلط السكر مع الحليب، تضاف كمية السكر المحسوبة على شكل محلول سكري تركيزه 70-75 % (يذاب السكر والذي يجب أن يكون نقياً تماماً في وعاء خاص يحوي ماء مغلياً تقريباً ٠).

يمكن حساب كمية السكر الواجب إضافتها إلى الحليب الخام كما يأتي: مثال: لدينا 100 كغ حليب معد لتصنيع حليب مكثف محلى نسبة المادة الجافة الكلية في هذا الحليب هي 12.2 % ماهي كمية السكر الواجب إضافتها للحصول على نسبة سكر في المنتج النهائي هي 44.5%.

الحل: كما نعلم فإن الحليب المركز المحلى يجب أن يحتوي على 28 جزءاً وزنياً مادة جافة كلية، هذا يعني:

كل 28 جزءاً مادة جافة كلية يقابلها 44.5 جزءاً سكروز

وكل 12.2 جزءاً مادة جافة كلية يقابلها س 28 جزءاً سكروز

$$س = \frac{44.5 \times 12.2}{19.4} = 28.4 \text{ سكروز}$$

28

إذا يجب إضافة 19.4 كغ سكر لكل 100 كغ حليب خام.

6 - التركيز (التكتيف): يكتف الحليب في جهاز تبخير تحت ضغط وتفرغ للوصول إلى التركيز المطلوب.

7 - تبريد المنتج: يتطلب الحليب المكثف المحلى تبريداً سريعاً ومباشراً إلى درجة حرارة بين 26 - 32 °م وذلك حسب درجة تركيز اللاكتوز (وذلك حتى لا يتبلور اللاكتوز على هيئة بلورات كبيرة تسبب القوام الرملي للمنتج) حيث ترتفع درجة حرارة التبريد بزيادة تركيز اللاكتوز .

8 - التعبئة: يعبأ الحليب المركز المحلى في علب من المعدن المطلي بالقصدير وذلك بجو شبه معقم قدر الإمكان، يجب أن تكون العلب نظيفة، جافة، ومعقمة نظراً لعدم استعمال التعقيم في هذا المنتج.

- يمكن أيضاً تعبئة الناتج في براميل كبيرة في حال استخدامه للصناعات الأخرى .

9 - التخزين: يجب ألا تزيد درجة حرارة المكان المعد لتخزين الحليب المكثف المحلى على 15 °م و الرطوبة النسبية للهواء يجب أن لا تتعدى 75%.

عند هذه الشروط فإن صلاحية المنتج للاستهلاك يمكن أن تصل إلى سنتين وعند رفع درجة حرارة التخزين فوق الـ 20 °م فإن المنتج سوف يتعرض للفساد السريع وذلك نتيجة للاستمرار والتخثر وعند خفض درجة حرارة عن 5 °م فإن اللاكتوز سوف يتبلور على شكل بلورات كبيرة الحجم معطياً حليباً مكثفاً رملي القوام.

لمنع ترسيب اللاكتوز المتبلور في أسفل العلب ينصح بقلب العلب المخزنة مرة كل 1 - 2 شهر.

المثلجات اللبنية

المقدمة: لا يعرف بالضبط الزمن الذي ظهرت به صناعة المثلجات اللبنية، ولكن من المعتقد بأن الصينيين هم أول من استخدم مزيجاً مؤلفاً من الثلج وعصير الفواكه من أجل عمل أطباق تقدم بعد الطعام وذلك قبل قرابة 3000 سنة، كما أن الرومان استخدموا الثلج من أجل تبريد المشروبات في الصيف ويعتقد أن هذه الفكرة أتت من حضارة الفراعنة أو الحضارة البابلية.

يعزى إلى ماركوبولو (الرحالة الإيطالي) أنه حمل معه من بكين إلى فينيسيا عام 1292 وصفة كاملة لعمل الحليب المجمد، ويعتقد أن ذلك الحدث هو الأصل في صناعة المشروبات المثلجة، ومع ذلك وحتى أواسط القرن التاسع عشر ظلت صناعة الحلويات المثلجة وإنتاجها بدائية ومحدودة جداً، وذلك حتى استطاع Jacob Fussell في عام 1851 إنشاء أول مصنع بوظة في مدينة بالتيمور ومنذ ذلك الحين تطورت صناعة المثلجات اللبنية تطوراً كبيراً جداً. يمكن أن نعرف المثلجات اللبنية بأنها المنتجات التي نحصل عليها من خلال تجميد مزيج مؤلف من مكونات مختلفة (حليب مبستر ، قشدة، سكر ، بيض، منكهات وملونات طبيعية واصطناعية ، مثبتات ومستحلبات و إضافات أخرى مسموح بها) هذا المزيج يحافظ عليه مجمداً حتى استهلاكه.

يوجد حالياً أطباق كثيرة ومتنوعة من المجمدات مثل البوظة السادة والبوظة بالشوكولاته أو القشدة أو اللوزيات أو الفاكهة، كما يوجد الحليب المثلج والشرابات إلخ. يختلف تركيب مزيج المثلجات اللبنية حسب نوعها، ويمكن القول إن المثلجات اللبنية تتركب وسطياً من دهن الحليب 5-15 %، بروتينات الحليب 4-5 %، اللاكتوز 5-6 %، رماد الحليب 1%، سكر 15 % مثبتات 0.1-0.4 % مواد مستحلبة 0.2 %.

من ذلك يتبين لنا الأهمية الغذائية لهذه المادة إذ تحتوي جميع مكونات الحليب ولكن بنسب مختلفة بالإضافة إلى ذلك فقد تحتوي على بعض المواد الغذائية الأخرى كالفاكهة مثلاً هذه المادة لها تأثير مرطب في الصيف لذلك يكثر استهلاكها في هذا الفصل، كما أنها تعد مادة مولدة للطاقة نظراً لما تحتويه من الدهن والسكر إذ يعطي كل 100 غرام من البوظة زهاء 196.7 سعراً حرارياً.

خطوات صناعة المثلجات اللبنية:

1 - تحضير مزيج المثلج اللبني: يحضر مزيج المثلج اللبني بصب المواد السائلة الداخلة في تركيبه (حليب، قشدة) إلى خزان خاص وذلك بعد تحديد كمياتها أو أوزانها بدقة وفقاً لمعطيات المواصفات القياسية المطلوبة للمثلج اللبني حسب البلدان.

تسخن هذه المواد السائلة إلى درجة حرارة 40° م مع استمرار التحريك في أثناء التسخين، تضاف بعد ذلك المواد المثبتة، حليب البودرة المذاب في الماء، الكاكاو، السكر المذاب في جزء من المواد السائلة (حليب أو ماء) أما المنكهات فتضاف بعد بسترة المزيج وتبريده.

2 - تعديل حموضة المزيج: من المفيد معادلة حموضة المخلوط أو المزيج الزائدة حيث تعمل هذه الحموضة الزائدة على ترسيب بروتينات الحليب في أثناء معاملة المزيج حرارياً كما تعمل على زيادة لزوجته في أثناء التجنيس مما يقلل من قابليته للخفق. توجد عدة مواد يمكن استخدامها لمعادلة الحموضة الزائدة بالمزيج مثل قلويات الصودا أو القلويات الجيرية أو القلويات المختلطة .

3 - بستر المزيج: عند بستر مزيج المتلجات اللبنية تستخدم درجات حرارة أعلى قليلاً عن تلك المستخدمة في بستر الحليب السائل وذلك نظراً لزيادة لزوجة المزيج. عادة ما يبستر المزيج المحضر بالخطوة السابقة في أحواض ثنائية الجدران على درجة حرارة 70° م لمدة 30 دقيقة أو على درجة 75° م لمدة 15 دقيقة كما يمكن إجراء البستر بواسطة المبادلات الحرارية على درجة حرارة 81° م لمدة 25 ثانية.

عند إجراء البستر في الأحواض يجب أن يتم تحريك المزيج بشكل جيد ومستمر حيث إن البستر هنا تقيد إضافة الى القضاء على الأحياء الدقيقة، في خلط المزيج بشكل جيد وإذابة المواد الداخلة في تركيبه، كما تؤمن ظروفًا أفضل للترشيح وتجنيس المزيج.

يجب أن لا تؤدي البستر إلى تغيير الخواص الطبيعية للمواد الخام الداخلة في تركيب المزيج.

4 - ترشيح المزيج: بعد انتهاء عملية البستر، يخضع المزيج الساخن لعملية ترشيح حيث تعدّ هذه العملية ضرورية قبل إجراء التجنيس وتسمح بإزالة القطع غير الذائبة والموجودة في المزيج والتي يمكن أن تسبب انسداد المجنس مما يؤدي إلى توقف استمرارية العمل.

5 - تجنيس المزيج: يحول المزيج الساخن من المرشح إلى المجنس حيث تعدّ هذه العملية ضرورية وهامة لأنها تحقق الأغراض الآتية:

1 - تمنع صعود الدهن إلى الأعلى في أثناء إنضاج المزيج وكذلك حتى لا ينفصل في أثناء التجميد.

2 - تحسين طعم المتلج اللبني من خلال توزيع متجانس للدهن.

3- الحصول على بوظة ناعمة متجانسة القوام.

4 - تحسين القابلية للخفق .

5 - زيادة لزوجة المزيج مما يؤدي إلى استعمال نسبة أقل من المواد المثبتة.

يجنس المزيج على درجة حرارة 63 - 77° م ويستخدم ضغط تجنيس قدره 125 كغ / سم² في المجنس ذي المرحلة الواحدة أما في المجنس ثنائي المرحلة فيستخدم ضغط قدره 150 - 175 كغ / سم² في المرحلة الأولى و 30 كغ / سم² في المرحلة الثانية.

6 - **تبريد المزيج:** بعد التجنيس يبرد المزيج مباشرة إلى درجة حرارة 2 - 4° م، حيث يعمل التبريد على وقف نمو الأحياء الدقيقة المتبقية في المزيج بعد البسترة كما تمكن هذه الدرجة المنخفضة على إنضاج المزيج.

7 - **انضاج أو تعتيق المزيج:** تتلخص هذه العملية بإبقاء المزيج على درجة 4° م لمدة تتراوح بين 8 - 12 ساعة وذلك في أحواض ثنائية الجدران ومزودة بخلاطات لتحريك المزيج من وقت لآخر وتهدف هذه العملية إلى:

(أ) تبلور حبيبات الدهن

(ب) إعطاء فرصة للمواد المثبتة كي تذوب وتمتص الماء

(ت) تغيير طبيعة بروتينات الحليب إذ تنتفخ وتصبح مساعدة على الوصول إلى القوام الجيلاتيني.

(ث) زيادة لزوجة المزيج نتيجة للتغيرات السابقة.

8 - **إضافة المواد المنكهة:** بعد الانتهاء من عملية الإنضاج يضاف إلى المزيج المواد المنكهة والتي يتعذر إضافتها قبل البسترة (نظراً لإمكانات تغيير صفات هذه المواد بفعل الحرارة المرتفعة). ومن هذه المواد نذكر: الفواكه، الفانيليا.

تحضر الفواكه قبل استخدامها بـ 12/ ساعة وتخلط بنسبة 3 - 4 أجزاء فواكه إلى جزء واحد سكر.

تضاف الفانيليا إلى المزيج على شكل محلول مسحوق مع السكر، وتضاف الملونات على شكل محلول مائي أو على شكل مستحلب دهني.

9 - **تجميد المزيج وإدخال الهواء:** تؤثر عملية تجميد المزيج تأثيراً كبيراً في نوعية المنتج النهائي، حيث تهدف عملية التجميد إلى تجميد جزئي لماء المزيج وإشباع المثلج اللبني بالهواء.

يتبلور الماء الموجود بشكل حر في المزيج في أثناء التجميد على صورة بلورات ثلجية، حجم هذه البلورات له الأثر الكبير في نوعية البوظة الناتجة، حيث إن البلورات كبيرة الحجم تسبب العيب المعروف بالقوام الرملي للبوظة (قواماً خشناً على اللسان) بينما تعطي البلورات الثلجية الصغيرة

القوام الناعم للمثلج اللبني (قطر البلورات الثلجية يجب أن لا يتجاوز 10 ميكرونات) إن حجم هذه البلورات يتوقف على عدة عوامل أهمها:

1 - شدة التحريك

2 - سرعة التجميد

3 - نسبة المادة الجافة اللادھنية

4 - وجود عوامل التثبيت والاستحلاب

في أثناء التجميد يُدفع الهواء إلى المزيج ويُخفق معه مسبباً الزيادة في حجم المزيج وهذا ما يعرف باسم الريع في المثلجات اللبنية. ويعرف الريع بأنه نسبة الزيادة في حجم مزيج المثلجات اللبنية بعد الانتهاء من تجميده وذلك نتيجة خلطه مع الهواء ويعبر عنها بنسبة مئوية.

$$\text{الريع} = \frac{\text{حجم البوظة الناتجة} - \text{حجم المزيج المستعمل}}{\text{حجم المزيج المستعمل}} \times 100$$

إن إدخال كمية غير كافية من الهواء في المزيج ينتج عنه جسم ثقيل قاس مشبع بالماء. أما إدخال كمية زائدة من الهواء في المزيج فيسبب حدوث جسم ثلجي خفيف زغبى. بشكل عام يمكن الحصول على ريع عال بزيادة نسبة المادة الجافة الكلية في المزيج.

10 - التعبئة والتشكيل: عند خروج المثلجات من جهاز التجميد تكون لينة القوام لذلك فإنها عادة ما تعبأ مباشرة في أوعية مناسبة تكسبها الشكل المرغوب والحجم المناسب للنقل والتداول وتجرى عملية التعبئة يدوياً أو بوساطة ماكينات خاصة.

11 - التقسية (التجميد النهائي): بعد تعبئة المثلجات يكون قوامها عادة نصف صلب وليس جامداً بدرجة تجعلها تحتفظ بشكلها وعلى ذلك فإن عملية التجميد تستمر في غرف التقسية. لذلك فإن عملية التقسية تعد جزءاً مكماً لعملية التجميد الأولى وإن كانت بدرجة أبطأ حتى تصل درجة حرارة المثلجات إلى -17° م أو أقل.

كلما كانت عملية التجميد في غرف التقسية أسرع كانت بلورات الثلج المتكونة بالمثلجات أصغر وكان تركيب الناتج النهائي أكثر نعومة.

12 - التخزين والتسويق: بعد تقسية المثلجات تسوق إما مباشرة وهو الأفضل أو تخزن لبضعة أسابيع حتى يتم بيعها واستهلاكها. وخلال فترة التخزين يجب أن تخزن في غرف مبردة خاصة حرارتها حوالي -25° م. وعند نقلها في أثناء التوزيع يجب حملها في سيارات مبردة حرارتها

حوالي -18 م. وفي أثناء طرح المتلجات اللبنية يجب أيضاً أن تحفظ في مكان مبرد حرارته حوالي -18 م.

الفصل السابع

الألبان المتخمرة

مقدمة

عرف الإنسان منذ زمن بعيد أن الحليب يتخمر ويصبح ذا طعم حامضي بعد الحصول عليه من ضرع الحيوان بوقت قصير ، وهذا الحليب الحامض لا يحدث له تخمرات غير مرغوبة مما يمكن حفظه والتغذية عليه أياماً عديدة . ولقد كانت الشعوب الشرقية أول من عرفت وصنعت الألبان المتخمرة بينما لم تنتشر هذه الصناعة في أوروبا إلا في مطلع القرن العشرين.

تختلف هذه المنتجات عن بعضها بعضاً من حيث التركيب ، النكهة والقوام وطبيعة الأحياء الدقيقة المسببة للتخمر ونوع الحليب المستخدم وكذلك طريقة التصنيع ، وقد سميت بأسماء مختلفة حسب المنطقة والقبيلة لكنها تشترك جميعها بأن العامل المسبب للحموضة هو حمض اللبن نتيجة تخمر سكر الحليب (اللاكتوز) بواسطة بكتريا حمض اللبن. وفي بعضها تحدث تخمرات لامتجانسة ينتج عنها بالإضافة إلى حمض اللبن كحول إيثيلي وبعض الأحماض الطيارة والمركبات الألدهيدية والغازات وذلك بواسطة الخمائر المخمرة للاكتوز .

وتعد الألبان المتخمرة ذات قيمة غذائية مرتفعة كونها تعادل قيمة الحليب المصنوعة منه.

اليوغورت (اللبن أو الخاثر)

يعد اليوغورت من أقدم أنواع الألبان المتخمرة التي عرفها الإنسان وهي لبن سريع التخثر ذو قوام ثخين ناعم متماسك وطعم حامضي ونكهة خاصة مميزة . ويطلق على اليوغورت أسماء مختلفة حسب المناطق التي يصنع فيها ، فيسمى (لبن رائب) في سورية و(لبن زبادي) في مصر و(داهي) في الهند و(ياهورت) في تركيا... الخ.

يصنع اللبن في سوريا من حليب الأبقار والماعز أو الأغنام والأخير هو المفضل لارتفاع نسبة الدسم وجوامد الحليب فيه. أما طريقة تصنيعه فهي على الشكل الآتي:

- 1- تسخين الحليب: (درجة حرارة الغليان أو أقل بقليل ويمكن أن يترك ليغلي بضع دقائق وذلك بهدف تركيز محتوياته وقتل البكتريا غير المرغوبة).
- 2- التبريد لحرارة (40 - 45م°): بعد التسخين يترك الإناء ليبرد (يصبح بالإمكان غمس إصبع اليد فيه).
- 3- إضافة البادئ: وهو عبارة عن خاثر اليوم السابق بمعدل (2 - 3 %) ويخلط به جيداً.
- 4- التحضين: بعد إضافة البادئ يترك في مكان دافئ ويغطى غالباً للمحافظة على حرارته ويبقى كذلك لمدة 2-3 ساعات حيث يتم التخثر وتتكون الحموضة المطلوبة .
- 5- التبريد والاستهلاك: وذلك بوضعه بدرجة حرارة الغرفة قليلاً ومن ثم في البراد حتى اليوم التالي حيث يصبح جاهزاً.

تعريف اليوغورت: يعرف اليوغورت حسب المنظمة العالمية للأغذية والزراعة F.A.O والمنظمة العالمية للصحة W.H.O: بأنه حليب متخمّر نتيجة تشكل حمض اللبن في الحليب الخام أو المعقم أو المكثف أو المجفف الكامل أو الخالي من الدسم وذلك بفعل نوعين من بكتريا حمض اللبن وهما *L.bulgaricus* - *Str.thermophilus* ويجب أن تكون هذه الأحياء الدقيقة حية و بأعداد كبيرة (حوالي 10×10^7 خلية / مل لبن على الأقل) في المنتج النهائي .

أنواع اليوغورت: تختلف أنواع اليوغورت حسب التركيب الكيميائي وطريقة الإنتاج والنكهة و المعاملة بعد التحضين، وقد وضعت كل من ال F.A.O و W.H.O مواصفات أنواع اليوغورت بحسب محتواها من الدسم وقسمت إلى:

- كامل الدسم (نسبة الدسم أعلى من 5 %)
 - متوسط الدسم (3 - 0.5 %)
 - خفيف أو منخفض الدسم (0.5 % أو أقل)
- وبشكل عام تنتج في أيامنا هذه ثلاثة أنواع رئيسة من اليوغورت وهي:
- اليوغورت الممزوج بالتحريك
 - اليوغورت المتلاحم
 - اليوغورت السائل

هذه الأنواع يمكن أن تكون طبيعية أو تحتوي على إضافات متنوعة مثل الفواكه ، اللوزيات ،والمنكهات. كما يمكن أن تكون بلون اليوغورت الطبيعي أو عادة ملونة. ويمكن أن تتباين هذه المنتجات من حيث لزوجتها وقوامها بشكل كبير من مصنع لآخر.

أما الفرق بين الأنواع الثلاثة السابقة من اليوغورت فهو على الشكل الآتي:

أولاً- اليوغورت المتلاحم:

يتم التخثر والتحصين والتبريد في الوعاء نفسه أي بعد التعبئة وبذلك تبقى الخثرة متجانسة ونصف جامدة ومتلاحمة ، أما الفواكه فتضاف قبل التحصين.

ثانياً- اليوغورت الممزوج بالتحريك:

يخثر في الأحواض ثم يبرد قبل تعبئته حيث يتم تكسير الخثرة بالتحريك ثم يعبأ ، أما الفواكه فتضاف بعد التحصين.

ثالثاً - اليوغورت السائل:

يشبه اليوغورت الممزوج بالتحريك ولكن لزوجته تكون أقل لاحتوائه على نسبة منخفضة من جوامد الحليب قد تصل إلى 11% أو أقل ومن صفات هذا المنتج انفصال الجوامد عن المصل ولذلك يجب رج الزجاجات قبل الاستهلاك.

يجب أن يكون مظهر كل أنواع اليوغورت أملس صافياً وأن يكون مذاقه طازجاً وحامضياً معطراً ورقم حموضة اليوغورت أي PH يتراوح بين 4-5 أو بين 0.75-0.95%.

هذا ويمكن أن تنتج أنواع أخرى متعددة من اليوغورت وذلك حسب طريقة المعاملة بعد التحصين مثل اليوغورت المبستر ويوغورت ال U.H.T واليوغورت المركز واليوغورت المجمد واليوغورت المجفف.

تصنيع اليوغورت

إن خطوات تصنيع اليوغورت تجارياً تتلخص بالخطوات الآتية وحسب المخطط الآتي علماً بأنه يمكن تصنيع الأنواع الثلاثة بحيث يكون قوامها أكثر سماكة ودسماً إما بالتبخير أو بإضافة الحليب المجفف أو الحليب المركز. كما تضاف مثبتات ونذكر من المثبتات المستعملة: الجيلاتين والبكتين و الأغار بنسبة تتراوح بين 0.1-0.5 % حسب نوع المثبت المستعمل، كما يضاف السكر أو الغلوكوز بنسبة حوالي 7-15% وفي هذه الحالة يجب أن تحتوي ثمار الفاكهة المضافة عادة على حوالي 50% سكر.



بادئ اليوغورت:

يتألف بادئ اليوغورت من نوعين من بكتيريا حمض اللبن هما:

Streptococcus.thermophilus و *Lactobacillus.bulgaricus* وقد ذكر وجود بعض البكتيريا الأخرى والخمائر غير أن النوعين السابقين هما الهامان في إنتاج يوغورت جيد، تنمو هذه الأحياء الدقيقة في تعايش فيما بينها وتسبب التخمر اللبني ، فالبكتيريا الكروية *Str.thermophilus* تنتج بشكل رئيس الحموضة، بينما تنتج البكتيريا العصوية *L.bulgaricus* بالإضافة إلى حمض اللبن مواد النكهة المختلفة.

ولقد ثبت علمياً وعملياً بأن هذين النوعين يجب وجودهما بنسب متساوية في البادئ وذلك للحصول على يوغورت جيد ويمكن التحكم بنسبة هذين النوعين من البكتيريا بالعوامل الآتية:

- كمية البادئ المضافة (زيادتها يؤدي إلى سيادة البكتيريا العصوية).
- درجة حرارة التحضين (رفعها تؤدي إلى سيادة البكتيريا العصوية).
- المدة الزمنية للتحضين (زيادتها تؤدي إلى سيادة البكتيريا العصوية نظراً لارتفاع الحموضة).

الحصول على البادئ:

تقدم في هذه الأيام المخابر المنتجة للبادئات المستخدمة في صناعة الألبان عدة صور وسلالات من مزارع البادئ. وبحسب السلالة المختارة تتبدل مواصفات اللبن من حيث الحموضة والنكهة واللزوجة والقوام ، وبذلك فإنه من الممكن تعديل صفات اليوغورت النهائية بوساطة البادئ المستخدم في تصنيعه.

إن أغلب البادئات التجارية تباع كخليط من هذين النوعين من البكتيريا، هذا ويجب تجديد هذه البادئات أسبوعياً للحصول على إنتاج جيد.

كما يجب إكثار البادئ الأم باستعمال حليب كامل الدسم معقم أو حليب فرز معقم وللمحافظة على نسبة متساوية من كل من النوعين يجب إضافة 2-3% من البادئ وأن تكون درجة الحضانة 45م° وأن تكون الحموضة النهائية 0.85-0.90 ويفضل تجديد البادئ الأم يومياً

وكذلك البادئ الذي سيستخدم في الإنتاج . وإن أي خروج عما سبق يؤدي إلى زيادة البكتريا الكروية والعصوية وبذلك يختل التوازن بين عديدهما.

- تزداد نسبة البكتريا الكروية في المزرعة في الحالات الآتية:

1. تخمير البادئ إلى درجة حموضة قليلة 0.6% (مدة زمنية منخفضة للتخمين).
2. استعمال درجة حرارة حضانة منخفضة 37م° .
3. إضافة جزء قليل من البادئ للحليب 1% مثلاً (كمية قليلة من البادئ المضاف).

- ومن جهة ثانية فإن أعداد البكتريا العصوية تزداد في الحالات الآتية:

1. تخمير البادئ إلى درجة حموضة مرتفعة.
2. استعمال درجة حرارة حضانة مرتفعة أو عالية.
3. نسبة إضافة البادئ الأم للحليب مرتفعة.

لذلك يجب اختبار مزرعة بادئ البوغورت ليس فقط من التلوث بميكروبات أخرى ولكن للتأكد من أن نسبة كل من النوعين إلى بعضهما متساوية ، ويمكن إعادة التوازن عن طريق التحكم في الظروف المستخدمة في التكاثر لمساعدة نوع على النمو أكثر من النوع الآخر حتى يتوازنا .

خطوات تحضير البادئ

يتبع في تحضير البادئ الخطوات الآتية:

1- انتخاب الحليب: يجب أن يكون الحليب طبيعياً مأخوذاً من حيوانات سليمة، كما يجب

عدم استخدام حليب حدث له تحلل دهني بفعل أنزيم الليبيز وذلك لأن الأحماض الدهنية الحرة المنطلقة نتيجة التحلل تمنع نمو بكتريا البادئ . كما يجب أن يحتوي الحليب على نسبة عالية من الجوامد وقد يستخدم حليب الفرز لهذه الغاية أو الحليب المجفف خالي الدسم السهل الذوبان في الماء بحيث إن نسبة الجوامد الكلية في الحليب المستخدم في تحضير البادئ يجب ألا تقل عن 11 % .

2- معاملة الحليب بالحرارة: وهي ضرورية جداً للقضاء على البكتريا فيجب تسخين الحليب

الى درجة حرارة 90-95 م° ولمدة 30 دقيقة ويفضل بعضهم تعقيم الحليب غير أن

ذلك قد يكسب البادئ الطعم الشائط.

- 3- **التبريد:** يبرد الحليب بعد معاملته بالحرارة مباشرة إلى درجة التحضين 43-45 م° .
- 4- **تلقيح البادئ:** تختلف كمية البادئ المضافة ولكن عادة تكون بنسبة 2-3 %.
- 5- **التحضين:** عادة ما يكون لمدة 3-4 ساعات على درجة حرارة 42-45 م° وذلك للوصول إلى الحموضة المناسبة وقدرها 0.8-0.9 %.
- 6- **التبريد:** بعد انتهاء عملية التحضين وتكوين الحموضة المناسبة يبرد البادئ إلى درجة حرارة 5 م° ويحفظ على هذه الدرجة لحين استعماله .
- هذا ويجب أن يتم تحضير البادئ تحت شروط صحية صارمة ومن المفضل إجراء عملية التحضير هذه في غرف معزولة تجنباً لحدوث خطر تلوث البادئ .

العناية ببادئ اليوغورت

ذكرنا سابقاً أنه للحصول على ألبان متخمرة ذات صفات جيدة فإن ذلك يعتمد وبشكل أساسي على البادئ المستعمل، لذلك فالعناية بالبادئ أمر هام جداً في صناعة اللبن أو اليوغورت الجيد. إن البكتريا المكونة لبادئ اليوغورت حساسة جداً للإصابة بملتهم البكتريا (البكتريوفاج) Bacteriophage . ولذلك يجب تنشيطها بصورة دورية مع تغيير السلالات كل 2-3 أيام. كما أن بكتريا البادئ يمكن إيقاف فعاليتها وذلك نتيجة وجود نسبة ضئيلة من المضادات الحيوية Antibiotics أو مواد التنظيف والتعقيم، ولذلك فإن الحليب الذي سيستعمل لتنشيط البادئ يجب أن يكون خالياً من هذه المواد.

المعاملات الأولية للحليب:

- 1 - **تعديل تركيب الحليب:** إن زيادة نسبة الجوامد اللادھنية في الحليب ينتج عنه يوغورت أكثر ثباتاً و أكبر لزوجة . وتتم هذه الزيادة إما بالتبخير أو إضافة الحليب المجفف أو الحليب المركز. ترفع عادة نسبة الجوامد اللادھنية في الحليب بمعدل يتراوح بين 1 - 3 % ليصبح حوالي 11 - 12 % . أما نسبة الدسم فتعدل لتصبح بين 0.1 - 4 % .
- 2 - **تخلية الهواء:** عند صناعة الألبان المتخمرة يجب أن يكون محتوى الحليب من الهواء منخفضاً قدر المستطاع . و يجب إجراء عملية التخلية في مرحلة مبكرة قبل بسترة الحليب و تتلخص مزايا تخلية الهواء بالآتي:

- تحسين شروط المجانسة
- تقليل خطر فشل في قسم البسترة

➤ إزالة الروائح غير المرغوبة

➤ تحسين ثبات اليوغورت و لزوجة

3 - التجنيس: الهدف الأساسي من التجنيس ما يأتي:

- ✓ تفطيت حبيبات الدهن لتجنب انفصال القشدة
- ✓ يفيد التجنيس في زيادة قابلية الكازئين للارتباط مع الماء
- ✓ يعمل على خلط محتويات الحليب المعاد تشكيله وزيادة اللزوجة وثبات الخثرة
- ✓ يحسن من طعم المنتج

تجرى عملية التجنيس عادة قبل المعاملة الحرارية و أحياناً قد تجرى بعدها و تتم عملية التجنيس تحت ضغط قدره 200 كغ / سم² و بدرجة حرارة بين 55 - 70 °م.

4 - المعاملة الحرارية:

المعاملة الحرارية الناجحة تؤدي إلى:

1. تحسين صفات الحليب و جعله أكثر ملائمة لنمو بكتريا البادئ
 2. إنتاج يوغورت ذي لزوجة عالية متماسك و أكثر ثباتاً
- إن درجة الحرارة المستخدمة هي غالباً 90 °م لمدة 5 دقائق و يحدث في هذه المعاملة ما يأتي:
- أ - تشوه لبروتينات المصل و جعلها ذات مقدرة على الارتباط بالماء
- ب - تعمل هذه المعاملة على زيادة حساسية الكازئينات لأيونات الكالسيوم
- ت- تعمل على تخفيض زمن التخثر نتيجة زيادة إنتاج الحموضة بواسطة بكتريا البادئ لأن هذه المعاملة تعمل على إتلاف المواد القاتلة للبكتريا مثل اللاكتينات و كذلك تقضي هذه المعاملة على الجراثيم المرضية .
- ث- تحدث هذه المعاملة تحللاً جزئياً للبروتينات منتجة أحماضاً أمينية و ببتيادات ضرورية لنمو بكتريا البادئ .
- ج- كما تحدث أيضاً انخفاضاً طفيفاً في القيمة التغذوية للحليب نتيجة لتخريبها لبعض الفيتامينات مثل B12 , B6 , B1 , C و حمض الفوليك كما تنخفض قليلاً القيمة الحيوية للبروتينات .

ح- يجب أن يؤخذ بالحسبان أن المعاملة الحرارية السابقة غير كافية للقضاء على بعض الانزيمات مثل الليباز و البروتياز المفزة بوساطة البكتريا المحبة للبرودة و التي قد تسبب حدوث تغييرات غير مرغوبة في طعم اليوغورت في أثناء التخزين .

5 - الإضافات:

يمكن إضافة المثبتات عند صناعة اليوغورت بسبب ارتباطها مع الماء مما يزيد من اللزوجة و يساعد على تجنب انفصال المصل ، ومن المثبتات المستعملة عادة يوجد الجيلاتين و البكتين و الأغار و تضاف بنسبة تتراوح بين 0,1 - 0,5 حسب نوع المثبت المستعمل .

العوامل التي تؤثر في صفات اليوغورت

1- نسبة الجوامد الكلية في الحليب المستعمل: بشكل عام كلما كانت نسبة جوامد الحليب

الكلية مرتفعة كان القوام أجود وأنع ، وأفضل نسبة للجوامد الكلية في الحليب يجب أن تتراوح بين 11-16% . إن زيادة نسبة الجوامد اللادھنية في الحليب وخاصة الكيزين وبروتينات المصل تعطي لبناً متماسك القوام كما يقلل كثيراً من ظاهرة انفصال المصل.

هذا ويمكن تعديل الجوامد الكلية في الحليب باتباع طريقة أو أكثر من الطرق الآتية:

(أ) تبخير 10-20% من ماء الحليب وهذا يعادل زيادة في جوامد الحليب الكلية بمقدار 1.5-3% أو استخدام الترشيح فوق العالي للتخلص من جزء من ماء الحليب.

(ب) إضافة جزء من الحليب المركز .

(ت) إضافة حليب الفرز المجفف بمعدل 0.5-2.5 % بالوزن.

(ث) إضافة مسحوق بروتينات المصل حيث يجب أن لا تزيد نسبته على 1-2 %

2- التجنيس: يعمل التجنيس على تحسين التوزيع المتجانس لمكونات المزيج وكذلك على

زيادة لزوجة خثرة اليوغورت وثباتها بالإضافة إلى تحسين صفاته المذاقية .

إن الشروط المثلى لتجنيس حليب اليوغورت هي استعمال ضغط قدره 100-

200 كغ/سم² بدرجة حرارة 50-60 م° ، ولا ننسى أهمية التجنيس في منع ظهور طبقة

القشدة على السطح.

3- المعاملة الحرارية المستعملة: إن ذلك يحدد نسبة بروتينات المصل المترسبة من الحليب

نتيجة المعاملة بالحرارة وبالتالي تؤثر في نظام البناء الجيلاتيني لليوغورت بالإضافة إلى

أن معاملة الحليب بالحرارة تؤدي إلى انطلاق الأحماض الدهنية بصورة حرة وهذه تسبب

النمو السريع للبكتريا العصوية للبادئ وهذه بدورها تفرز أنزيمات خاصة تحلل بروتينات الحليب وتنتج أحماضاً أمينية ضرورية لنمو البكتريا الكروية للبادئ وخاصة الحمض الأميني فالين.

وقد وجد بأن المعاملة الحرارية تخفض من زمن التخثر نتيجة زيادة إنتاج الحموضة بواسطة بكتريا البادئ.

4- نسبة البكتريا العصوية *L. bulgaricus* إلى البكتريا الكروية *S. thermophilus*:

إن هذه النسبة تحدد صفات الطعم والقوام المرغوبة للبن المتخمر وعادة ما تكون هذه النسبة 1:1 غير أن بعضهم يفضل أن تكون 2:1 أو حتى 3:1 حيث يمكن التحكم في هذه النسبة عن طريق درجة حرارة الحضانة .

إن بعض السلالات من البكتريا العصوية *L. bulgaricus* تنتج قواماً سميكاً لزجاً وهذه السلالات تكون المفضلة عندما يكون الهدف الحصول على قوام سميك كما أن زيادة عدد البكتريا العصوية في البادئ يعطي طعماً حامضياً حاداً للبن الناتج .

5- التعبئة: يجب ألا تستغرق عملية التعبئة أكثر من 30 دقيقة بعد التلقيح وذلك لتجنب حدوث ارتجاج للخرثرة بعد أن يبدأ تكوينها فإذا حدث ارتجاج في هذه الفترة التي يبدأ فيها تكوين القوام فإنه ينتج جسماً ضعيفاً.

6- التبريد: إن تبريد اليوغورت مرحلة هامة ودرجة وكبافي مراحل التصنيع إذا أردنا الحصول على الصفات الجيدة من حيث تماسك الخرثرة وهلاميتها. إن التبريد يوقف نشاط بكتريا البادئ مما يؤدي إلى وقف إنتاج الحموضة ، كما يهيئ البروتين لحفظ أكبر كمية من المصل ، ويفضل التبريد التدريجي عن التبريد السريع المفاجئ لأنه يمنع انكماش الخرثرة وتقلصها وبالتالي تجنب حدوث ما يسمى بالصدمة الحرارية .

عيوب اليوغورت:

يمكن تقسيم عيوب اليوغورت الرئيسية إلى ثلاث فئات (عيوب الطعم، عيوب المظهر، عيوب القوام).

1. عيوب الطعم:

طبيعة العيب	المسبب
-------------	--------

مرارة	حفظ لمدة طويلة، نشاط زائد للبادئ في تحليل البروتين، تلوث بالبكتريا المحللة للبروتين.
طعم خميري	تلوث بالخمائر
طعم فطيري	تلوث بالفطور، فواكه من نوعية سيئة بالنسبة لليوغورت الممزوج مع الفواكه.
عدم وجود الطعم والنكهة الخاصة باليوغورت	نشاط سيئ للبادئ (خلل في التوازن، سيادة البكتريا الكروية، تحضين لمدة وجيزة بدرجة حرارة منخفضة، انخفاض نسبة الجوامد الكلية).
نقص في الحموضة	نشاط سيئ للبادئ (نسبة التلقيح منخفضة، مدة التحضين غير كافية أو بدرجة حرارة منخفضة، وجود مثبطات بالحليب، ملتهفات البكتريا).
حموضة زائدة	سير سيئ لعمليات التخمير (نسبة التلقيح مرتفعة، مدة التحضين طويلة أو على درجة حرارة مرتفعة، تبريد غير كاف، حفظ على درجة حرارة مرتفعة).
ترنخ	تلوث بالبكتريا المحللة للدهون ومعاملة حرارية غير كافية .
طعم طحيني كالبودرة	إضافة كمية كبيرة من الحليب المجفف .
طعم مؤكسد	حماية سيئة ضد الضوء ، وجود معادن (حديد- نحاس).
طعم مطبوخ أو شائط	معاملة حرارية قاسية .
طعم حامضي لاذع	بادئ سيئ (تلوثه ببكتريا لبنية غريبة-أو كوليفورم).
طعم دهني	محتوى عال من الدسم.

2. عيوب المظهر:

المسبب	طبيعة العيب
--------	-------------

إنفصال المصل	حموضة زائدة نتيجة تحضين زائد أو ارتفاع درجة الحرارة عند التخزين، زيادة مدة الحفظ، تبريد ضعيف، خلط زائد، استعمال مضخة نابذة، مزج سيئ للفواكه، رج اليوغورت المتلاحم، محتوى منخفض من الجوامد الكلية .
إنتاج الغاز	تلوث بالخمائر أو الكوليفورم.
مستعمرات على السطح	تلوث بالخمائر أو الفطور .
طبقة من القشدة على السطح	عدم تجنيس الحليب أو سوءه.
منتج على غطاء العبوة	نقل سيئ للمنتج.

3. عيوب القوام:

طبيعة العيب	المسبب
-------------	--------

انفصال الخثرة	رج أو اهتزاز في أثناء النقل مباشرة بعد تبريد سيئ في غرفة باردة .
ضعف تماسك الخثرة	نسبة التلقيح منخفضة، تحضين سيئ (زمن قصير - درجة حرارة منخفضة) رج قبل التخثر التام، نسبة جوامد كلية منخفضة
يوغورت سائل (مائع)	خلط قوي، تحضين سيئ (زمن قصير)، نسبة جوامد كلية منخفضة، بادئ سيئ (ضعيف إنتاج للزوجة)، فواكه أو منكهات غير مركزة.
لزج جداً	بادئ سيئ (منتج بكثرة للزوجة)، درجة تحضين منخفضة.
قوام رملي	تسخين شديد للحليب، تجنيس على درجة مرتفعة من الحرارة، كمية كبيرة من الحليب المجفف، خلط سيئ، تحميض غير منتظم أو ضعيف جداً.
قوام حبيبي	خلط سيئ، محتوى عال من الدسم، اختبار سيئ للبادئ.

الفصل الثامن

الأجبان

المقدمة

الجبن مادة غذائية لذيذة المذاق عالية القيمة الغذائية سهلة الهضم تصنع من الحليب. عرف الإنسان الجبن منذ عصور ما قبل التاريخ وقد وردت صناعة بعض أنواع الجبن في كتابة الرومان والأغريق عدة قرون قبل الميلاد. ومن المحتمل جداً بأن اكتشاف الجبن كان قد حدث صدفة حين كان الإنسان ينقل الحليب ويحمله بوساطة أوعية مصنوعة من الجلود ومن معدة

الحيوانات وكروشها فمن الممكن حدوث عملية التجبن بوضع الحليب في معدة حيوان ما وفي مناخ حار .

إن تصنيع الجبن هو صورة من صور تحويل مادة غذائية سريعة الفساد ذات محتوى مرتفع من الرطوبة (الحليب) إلى مادة غذائية متماسكة ذات محتوى منخفض من الرطوبة (الجبن) يمكن حفظها لمدة زمنية طويلة وذات قيمة غذائية عالية.

تعريف الجبن:

يعرف الجبن وحسب منظمتي الأغذية و الزراعة والصحة العالمتين بأنه المادة الطازجة أو المسواة التي تحصل عليها بعد تخثر وفصل المصل من الحليب أو القشدة أو الحليب المفروز جزئياً أو حليب الخض أو خليط منها.

تصنيف الجبن:

تقسم أصناف الجبن المختلفة تبعاً لنسبة الرطوبة بها وقوام الجسم وطريقة التخمير إلى الأقسام الآتية:

أولاً- الأجبان الطبيعية: و تشمل:

- 1- الأجبان الطرية: تحتوي على نسبة عالية من الرطوبة (55 - 80 %) وتؤكل بعض الأنواع طازجة (كامبريدج ، الجبن البلدي (العكاوي) ، بينما تتضج أنواع أخرى غالباً بوساطة الفطور السطحية و الخمائر (كامبيرت).
- 2- أجبان نصف طرية: لها خثرة متماسكة و تتراوح نسبة الرطوبة فيها بين 40 - 55 % و تتضج بوساطة الأحياء الدقيقة (اللبورغر ، مانستر).
- 3- الأجبان الزرقاء: تصنع من خثرة نصف طرية أو نصف قاسية (42 - 52 %) وتتضج بأنواع من فطر الـ *Penicillium* الذي ينمو ضمن و على سطح كتلة الجبن (روكفرت ، ستيلتون) .
- 4- الأجبان نصف القاسية: تصنع من خثرة متماسكة، تتراوح رطوبتها بين 45 - 50 % وتتضج بوساطة البكتريا وتستهلك بعد 2 - 3 أشهر من الإنضاج (إيوام ، غودا).
- 5- الأجبان القاسية المضغوطة: تصنع من خثرة متماسكة جافة نوعاً ما (35 - 40 % رطوبة) ، وتتضج بالبكتريا ببطء لمدة تتراوح بين 3 - 12 شهراً (شيدر ، شيسير).

6- الأجبان القاسية جداً: و هي مخصصة للبرش تصنع من خثرة متماسكة جداً، ورطوبتها منخفضة جداً (26 - 34 %) و تتضج بالبكتريا ببطء لمدة تزيد على 1 - 2 سنة مثل (رومانو ، بافيران).

7- أجبان بروتينات المصل : وتصنع من بروتينات المصل للحليب مثل (ريكوتا ، مايسوت).

ثانياً - الأجبان المصنعة أو المطبوخة : مثل الأجبان المصنعة المبسترة - المصنعة الغذائية- أو المصنعة المنتشرة أو القابلة للمدّ. تحضر هذه الأنواع عن طريق تقطيع الأجبان الطبيعية ثم طحنها و صهرها و تشكيلها في قوالب ثم تغليفها.

الأنزيمات المجبنة للحليب:

إن الأنزيمات المجبنة للحليب هي بروتينازات (تحطم السلاسل الببتيدية للبروتينات من الداخل) وهي بذلك تختلف عن بقية الأنزيمات التي تحلل البروتين وذلك بهدم الروابط الببتيدية في مناطق مختلفة من السلسلة الببتيدية (بروتينازات).

هذا وقد استخرجت هذه الأنزيمات من مصادر مختلفة (نباتية ، حيوانية ، ميكروبية):

- الأنزيمات ذات الأصل الحيواني: وأهمها الببسين المنتج من معدة الخنازير و الببسين المستخرج من معدة الدجاج والببسين البقري و الرنين المستخرج من المعدة الرابعة لصغار العجول.

- الأنزيمات المستخرجة من النباتات: وأشهرها البابائين (من قشرة نبات الباباي)، الفيسين (من قشور التين)، البروميلين (من سوق الأناناس).

- الأنزيمات ذات الأصل الميكروبي. وتنقسم إلى:

1- أنزيمات من أصل بكتري: و أهمها أنزيم البروتيناز الذي تفرزه بكتريا *Bacillus subtilis*.

2- أنزيمات من أصل فطري : يوجد ثلاثة أنواع أساسية من أنزيمات الفطور المستخدمة في صناعة الأجبان و هي :

Endothia parasitica , Mucor miehei , Mucor pusillus

المنفحة:

وهي من أهم الأنزيمات المجبنة للحليب و المستخدمة عالمياً في صناعة معظم أنواع الجبن ،تستخرج المنفحة من المعدة الرابعة لصغار الحيوانات المجترة قبل فطامها (العجول) وهي تتضمن نوعاً من الأنزيمات وهي الكيموزين (الرنين) يشكل القسم الأعظم والبيسين بنسبة بسيطة.

يستعمل أنزيم الرنين أو الكيموزين في تجبن الحليب ويعد من أفضل الأنزيمات في صناعة الجبن ولذلك ففي كثير من الأماكن يستخدم كمقياس أو كمعيار من أجل حساب نشاط الأنزيمات الأخرى المجبنة.

يستخرج أنزيم الرنين (الكيموزين) الموجود في الخلايا المخاطية للمعدة الرابعة لصغار الحيوانات المجترة الرضيعة، وعندما يكبر الحيوان ويتوقف عن رضاعة الحليب (أي التغذية على الأعلاف) يحل أنزيم البيسين محل الرنين.

إن أنزيم الرنين هو عبارة عن بروتين من نوع الجلوبيولين و يعد أنزيماً محلاً للرابطة الببتيدية في البروتين. رقم الحموضة الأمثل لنشاطه هو 3.8 وهذا ما يميزه عن أنزيم البيسين الذي يظهر نشاطاً أعظماً عندما يكون رقم الحموضة 2.5.

صناعة المنفحة:

توجد المنفحة في الأسواق على ثلاث صور وهي:

1- المستخلص السائل للمنفحة: وهو الأصل الذي يستعمل للحصول على صور المنفحة الأخرى بعد عملية ذبح العجول الرضيعة التي لا يزيد عمرها على أسبوعين والتي مازالت تتغذى على الحليب فقط. تؤخذ المعدة الرابعة مع ترك جزء صغير من المعدة الثالثة (الوريقة) ثم تفرغ من محتوياتها بالضغط عليها من الخارج ودون قلبها ثم تغسل من الخارج فقط بالماء أو بمحلول مركز من ملح الطعام وتزال الأنسجة الدهنية الملتصقة بها في حالة وجودها. يربط أحد طرفي المنفحة بخيط وتنفخ بالهواء من الطرف الآخر، وتعلق في مكان جيد التهوية لمدة 2 - 3 أسابيع حتى تجف تمزق المنفحة إلى قطع صغيرة وتخلط بمادة مالئة خاملة مثل النشارة ،وتتقع بمحلول من ملح كلور الصوديوم تركيزه 10% يحتوي على حامض البوريك كمادة حافظة وبعد عدة أيام من النقع تضاف كمية أخرى من الملح حتى يصبح تركيز المحلول 16% وبعدها يصفى ويرشح حتى نحصل على مستخلص رائق. إن

إضافة حمض إلى هذا المستخلص الخام يعمل على تنشيطه والوصول به إلى أقصى درجة فاعلية . تحفظ المنفحة السائلة في زجاجات نظيفة قاتمة اللون أو في أوان فخارية أو بلاستيكية ،تحفظ في الثلاجة بعيداً عن الضوء، ومن صفات المنفحة السائلة الجيدة أن تكون لها رائحة المنفحة الطبيعية وهي قاتمة اللون رائقة لأن ظهور العكارة يدل على بدء تحللها.

2- **مسحوق المنفحة أو أقراصها:** بعد الحصول على المستخلص السائل النشط للمنفحة يتم ترسيب أنزيم الرنين بالأحماض أو بواسطة الإشباع بكلور الصوديوم أو بكليهما معاً، يجفف الراسب الناتج للحصول على مسحوق المنفحة أو أقراصها .

3- **بللورات الرنين:** لقد أمكن حديثاً تنقية أنزيم الرنين وبلورته على هيئة بللورات إبرية أو صفائح مستطيلة أو قوالب هرمية.

تأثير الرنين (الكيموزين) على الكازئين:

إن التغييرات التي يمكن ملاحظتها عند إضافة أنزيم الرنين إلى الحليب هي تكوين خثرة مرئية وهي مركب معقد مكون أساساً من بارافوسفوكيزينات الكالسيوم غير ذائبة ، و يبين التحليل الكيميائي عدم حدوث أي تغيير في تركيب الكازئين. مصدر الخثرة هو الكيزين ويمكن لهذه الخثرة أن تعود و تتشتت عند إضافة قلوي.

إن ترسيب الكازئين بتأثير الرنين يعتمد على مدى حساسيتها لأيونات الكالسيوم ولدرجة تركيز هذه الأيونات في الوسط .

العوامل المؤثرة في سرعة التجبن الأنزيمي:

1- **تركيز الأنزيم:** تتناسب سرعة التخثر طردياً مع كمية الأنزيم المضافة ،كما يؤثر تركيز الأنزيم في صفات الخثرة.

2- **رقم الحموضة الـ pH:** يؤثر ذلك على نشاط الرنين وكذلك في المرحلة اللاأنزيمية من التجبن ،تقصر المدة حتى تصل إلى حد يتم فيه تخثر الحليب بتأثير الحموضة ($pH = 4.6$)، وبعد رقم حموضة 5.4 - 5.7 هو رقم الحموضة المثلى بالنسبة الى

المرحلة الأولى الأنزيمية من التجبن ، كما أن رقم الحموضة المنخفض يعمل على زيادة أيونات الكالسيوم في الوسط وهذا يساعد على إتمام المرحلة الثانية للأنزيمية من التجبن.

3- درجة الحرارة: لا يحصل التخثر على درجة حرارة أقل من 10° م ، ويكون التخثر بطيئاً على درجة حرارة تتراوح بين (10 - 20) وتزداد القابلية للتخثر بارتفاع درجة الحرارة حتى تصل إلى 40° م حيث تبلغ أقصاها إذ يتم التجبن في أقصر مدة وتكون صفات الخثرة جيدة ولا يحدث التخثر على درجات حرارة أعلى من 65° م حيث ينعدم نشاط الأنزيم.

4- المعاملة الحرارية السابقة للحليب: تنخفض سرعة حدوث التجبن وصلابة الخثرة عندما يسخن الحليب إلى درجة حرارة 65° م أو أعلى ويرجع تأثير المعاملة الحرارية هذه إلى تحويلها لأيونات الكالسيوم والفوسفور إلى الصورة الغروية المرتبطة (فوسفوكيزينات الكالسيوم). وبذلك ينخفض تركيز أيونات الكالسيوم في الوسط ويؤثر ذلك في تمام المرحلة الثانية للتجبن.

5- نسبة أملاح الكالسيوم الذائبة: لا تحصل عملية التجبن بتأثير المنفعة إلا بوجود كمية من أملاح الكالسيوم الذائبة وإن المعاملات التي تؤدي إلى نقصان الكالسيوم الذائب ينتج عنها إطالة زمن التخثر ، كالمعاملات الحرارية التي تزيد درجة الحرارة فيها عن 70° م ، حيث تؤدي إلى تحول الفوسفات ثنائية الكالسيوم إلى فوسفات ثلاثية الكالسيوم وهذه الأخيرة غير ذائبة وتعيق التجبن ويجب في هذه الحالة إضافة عنصر الكالسيوم مثلاً بصورة كلور كالسيوم إلى الحليب لتعويض النقص الناتج حيث يعمل كلور الكالسيوم أيضاً على انخفاض رقم الحموضة .

6- نسبة المواد الآزوتية الذائبة في الحليب: إن وجود نسبة عالية من المواد الآزوتية الذائبة يؤدي إلى إطالة زمن التجبن ، حيث تقوم هذه المواد بحماية الكازئين من المنفعة.

7- نوع الحليب: تختلف قدرة الكيموزين أو الرنين على تجبن الحليب حسب مصدره فالحليب المصاب بالتهاب ضرع قد لا يتجبن بصورة جيدة.

البادئات المستخدمة في صناعة الأجبان

إن تكوين حمض اللبن في الحليب قبل إضافة المنفعة إليه ضروري في تصنيع أغلب أصناف الجبن ، حيث يؤدي إلى إعطاء الخثرة طعماً حامضياً طازجاً كما يساعد على عمل المنفعة وتسريع فصل المصل بانكماش الخثرة وإكسابها القوام والصفات المرغوبة، كما أن البادئ يعمل

على خفض رقم الحموضة في خثرة الجبن الطازج إلى حوالي 5 - 5.2 مما يساعد على منع نمو البكتيريا المرضية و البكتيريا المسببة للفساد مما يعمل على ضغط المنتج بصورة أفضل. تنتج بكتيريا حمض اللبن أيضاً مركبات النكهة وتساعد فاعليتها المحللة للبروتين وبدرجة أقل تلك المحللة للدهون على إنضاج الجبن.

في الصناعة الحديثة للأجبان يتم على نطاق واسع إضافة سلالات منتخبة من بكتيريا حمض اللبن كبادئات تعطي الحموضة المناسبة لتصنيع الجبن بصورة منتظمة من يوم لآخر وبالتالي إنتاج منتجات ثابتة المواصفات.

تتضمن بكتيريا حمض اللبن المستخدمة كبادئات عند تصنيع الجبن أنواعاً منتخبة من أجناس *Streptococcus* و *Lactobacillus* و *Leuconostoc* حيث يمكن استعمال خليط من هذه الأنواع من مزارع مختلطة أو كسلالات منفردة.

تساعد كمية حمض اللبن والزمن الذي تكونت به في تحديد صنف الجبن الناتج ويمكن التحكم في كمية حمض اللبن المتكونة هذه عن طريق كمية البادئ المضافة ونوع البادئ و الطريقة التي تعامل بها الخثرة.

والجدول التالي يبين الأحياء الدقيقة المستخدمة كبادئات وكذلك التي يتم التلقيح بها بعد تكون الخثرة من أجل إنضاج الجبن مثل بعض أنواع الفطور التابعة للجنس *Penicillium*.

نوع البكتريا	استخدامها	الحرارة
<i>Streptococcus Lactis</i>	أنواع أساسية في أغلب البادئات و لكن يجب تجنب تحت الأنواع المنتجة لمادة Nisin (مبيد بكتري)	محبة للحرارة المتوسطة
<i>Str.lactis var hollandicus</i>	أجبان من نوع Gouda و Edam	
<i>Str. cremoris</i>	مسؤولة عن إنتاج النكهة و الرائحة	
<i>Bifidobacterium bifidium</i>	تستخدم في تغذية الأطفال	
<i>Str.lactis subsp. Diacetylactis</i>	مسؤولة عن إنتاج النكهة و الرائحة	
<i>Str. thermophilus</i>	متحملة للحرارة العالية	محبة للحرارة المرتفعة
<i>Str.durans</i>		
<i>Str. faecalis</i>	تستخدم أحياناً نظراً لقدرتها كمنتجة للنكهة و الرائحة و كذلك لنموها في درجات حرارة مرتفعة	محبة للحرارة المرتفعة
<i>Str. citrovorus</i>	منتجة للنكهة و الرائحة	محبة للحرارة المتوسطة
<i>Str.paracitrovorus</i>		محبة للحرارة المتوسطة
<i>Leuconostoc citrovorum</i>		محبة للحرارة المتوسطة
<i>Leu. dextranicum</i>		محبة للحرارة المتوسطة
<i>Lactobacillus casei</i>	تستخدم في الأجبان التي تسخن على درجات حرارة مرتفعة	محبة للحرارة المرتفعة
<i>L. lactis</i>		
<i>L. bulgaricus</i>		
<i>L.helveticum</i>		
<i>Propionibacterium shermani</i>	تستخدم في بعض الأجبان من أجل إنتاج الغاز و الرائحة و النكهة	
<i>Penicillium roqueforti</i>	فطور زرقاء (داخلية)	محبة للحرارة المتوسطة
<i>P. glaucum</i>	فطور زرقاء (داخلية)	
<i>Geotrichum candidum</i> أو <i>P. candidum</i>	فطور بيضاء سطحية	
<i>P. camemberti</i>	فطور بيضاء سطحية	

الخطوات الأساسية في صناعة الجبن:

سوف نستعرض هنا أهم المراحل الأساسية لصناعة معظم أنواع الجبن ،حيث إن هنالك اختلافات تفصيلية في طريقة التصنيع بحسب أنواع الجبن ،كما أنه يوجد بعض المتغيرات المعروفة حتى في طريقة تصنيع النوع الواحد من الجبن ،ومع الوضع بالحسبان مختلف مراحل التصنيع فإن الخبرة تؤدي دوراً هاماً في إنتاج أجبان ذات طعوم ونكهة مميزة.

1- انتخاب الحليب:

يجب أن يكون الحليب المستعمل ذا نوعية جيدة وخالياً من المثبطات الجرثومية حتى يختمر، كما يجب أن يحتوي على النسبة المعتادة من اللاكتوز الضروري للتخمر (خالياً من حليب التهاب الضرع) وكذلك إن انخفاض نسبة الكالسيوم في الحليب يؤدي إلى إطالة الفترة الزمنية للتخثر .

قد تجري على الحليب قبل وضعه في حوض التجبن العمليات الآتية:

(أ) تعديل تركيبه: وذلك للحصول على نسبة مرغوبة من الدهن في الجبن.

(ب) التنقية: وذلك لإزالة الشوائب وتنقية الحليب قبل تجبنه وذلك باستخدام المنقي.

(ت) البسترة: إن بسترة الحليب المحضر لصناعة الجبن أمر ضروري لقتل البكتريا الممرضة مع العلم بأن ذلك يؤدي إلى إلحاق بعض الضرر بقابلية الحليب للتجبن بالمنفحة نتيجة ترسيب أملاح الكالسيوم و فقدان، الكازئين لجزء من ماء التمييه وكذلك ترسيب بعض بروتينات المصل ومن الأشياء المتبعة لمعالجة هذه المساوئ : إضافة كلور الكالسيوم بمقدار (5 - 10 غ / 100 ل حليب) ،تجرى بسترة الحليب بالطريقة السريعة (75 م لمدة 15 ثانية).

تؤدي عملية بسترة الحليب المعدّ لصناعة الجبن إلى زيادة المردود الناتج وتعزى هذه

الزيادة إلى ما يأتي:

1- تخريب جزء من البروتينات الذائبة و التي تفقد عادة مع المصل و تحويلها إلى الشكل غير

ذائب و بالتالي إبقاؤها في الخثرة.

2- تحجز المادة الدسمة ضمن الخثرة بشكل أفضل.

3- تحويل جزء من الأملاح الذائبة إلى شكل غير ذائب وبالتالي بقاءها مع الخثرة.

كما تعمل البسترة على القضاء على معظم الكائنات الحية الدقيقة غير المرغوب في وجودها في الحليب ، وبالتالي يمكن إضافة البادئ المنتخب وهذا ما يساعد على الحصول على إنتاج متمثل.

ث) إضافة البادئ: يلحق الحليب المخصص لصناعة الجبن بالبادئات المؤلفة من خليط من سلالات معروفة ومختبرة لعدة أنواع من بكتريا حمض اللبن. إن الكمية المضافة من البادئ تختلف حسب نوع الجبن و لكن عادة ما يضاف 0.2 % للجبن القاسي ، 0.4 % للجبن نصف القاسي و 0.8 % للجبن الطري. في بعض الأحيان يضاف البادئ بعد إضافة المنفحة. هذا ويجب تغيير مزرعة البادئ يومياً نظراً لخطر الإصابة بالملتهامات.

2- التجبن (تخثر الحليب):

إن الهدف الأساسي من تجبن الحليب هو تحويل الكازئين من الحالة الذائبة إلى الحالة غير الذائبة ، وبالتالي تحويله إلى شكل متماسك وهذا التحول يسهل انفصال المصل عن الخثرة معطياً الجبن كنتاج نهائي.

في صناعة الجبن يتم ترسيب الكازئين إما بالأحماض أو أنزيم الرينين أوبهما معاً.

أ - تجبن حامضي:

يتم بفعل الأحياء الدقيقة التي تضاف إلى الحليب وذلك لإنتاج حمض اللبن ابتداء من اللاكتوز مؤدياً إلى تخثر الحليب عندما يصل رقم الحموضة إلى 4.6 ، يؤثر حمض اللبن الناتج في كازئينات الحليب مرسباً الكازئين ومنتجاً لاكتات الكالسيوم الذائبة.

(حمض لبن + كازئينات الكالسيوم ← لاكتات كالسيوم + كازئين (غير ذائب))

كما يؤثر حمض اللبن في فوسفات الكالسيوم الغروية المرتبطة مع الكازئين مما يؤدي إلى تفتيت بنية المذيلات وترسيب الكازئين بصورته النقية وعلى أدنى درجة من قابليته للذوبان في الماء ،ويمكن إعادة الكازئين المترسب إلى حالته الأولى وذلك عن طريق إعادة رقم الحموضة إلى وضعه الطبيعي 6.6 وإعادة التوازن الملحي الى الحليب.

ب- التجبن الأنزيمي (المنفحي):

يتم تجبن الحليب في صناعة أغلب أصناف الجبن بالمنفحة ،حيث يحدث تخثر الحليب بالمنفحة على درجة الحموضة الطبيعية للحليب أما نسبة المنفحة المضافة إلى الحليب فتتوقف على قوة المنفحة بحيث يحدث التخثر خلال 40 دقيقة عند pH 6.5 وبدرجة حرارة بين 35 - 37° م بحيث

تضاف المنفحة إلى الحليب حسب تعليمات الشركة المصنعة ، إذ إن زيادة كمية المنفحة المضافة ينتج عنها خثرة جامدة مطاطية ونقص الكمية ينتج عنه خثرة طرية وضعيفة.

يوضع الحليب في حوض التجبن وهو حوض مزدوج الجدار مصنوع غالباً من الحديد غير القابل للصدأ تعدل درجة حرارة الحليب داخله إلى درجة حرارة التفتيح عن طريق إمرار الماء البارد أو الساخن بين جداريه وقد يضاف في هذه المرحلة ملونات لإعطاء الجبن الناتج اللون الأصفر المتجانس وأيضاً قد يضاف كلور الكالسيوم بنسبة تتراوح بين 5 - 10 غ/ 100 ل حليب بعد إذابتها بالماء ، كما تضاف كمية المنفحة المناسبة للحليب دفعة واحدة وبسرعة مع التقليب الأدنى حتى يتم توزيعها في الحليب بشكل متوازن ويجب عدم التقليب بعد ذلك وخاصة عند ابتداء الخثرة في التكوين لأن ذلك من شأنه تفتيت الخثرة الطرية وزيادة الفاقد منها خلال مراحل التصنيع .

3- معاملة الخثرة:

بعد إتمام عملية التجبن والتي يستدل عليها بعدة ظواهر (ك انفصال الخثرة عن جدار وعاء التجبن عند الضغط عليها باليد دون أن تترك أي أثر عليه ، أو بقاء قضيب زجاجي نظيفاً بعد غمسه في الخثرة) . تنقل الخثرة كما هي و تصفى باستخدام قطعة من القماش كما هو الحال في صناعة الجبن العكاوي. أو تقطع إلى مكعبات صغيرة متجانسة بهدف السماح للجزء الأكبر من المصل بالخروج من الخثرة وهذا ما يحدث لمعظم أصناف الجبن حيث يصفى الشرش ثم تنقل الخثرة إلى قوالب خاصة مختلفة الأشكال مثقبة ، إن تقطيع الخثرة إلى أجزاء صغيرة يمنع المصل من الرشح من خلال المسافات البينية الضعيفة وينتج عنه بطء رشح المصل خلال عملية التصفية وبالتالي احتفاظ الخثرة بنسبة عالية من الرطوبة ، لذلك فقد يجرى على الخثرة مع المصل تسخين غير مباشر عبر الجدران المزدوجة لحوض التخثر وبهذه الطريقة تتقلص أو تنكمش حبيبات الخثرة مع استمرار خروج المصل وبسرعة ، تدعى هذه المعاملة بالطبخ علماً بأن هذه المعاملة لا تستعمل عند صناعة الأجبان الطرية.

4- وضع الخثرة في القوالب:

تتم عملية تعبئة الخثرة و المصل ضمن قوالب مثقبة معدنية أو بلاستيكية وتعطي القوالب الجبن الشكل الخاص به ولإزالة المصل المتبقي في الخثرة تجرى عملية كبس لها ضمن القوالب إلا أن عملية الكبس قد تكون غير مرغوبة لصناعة بعض أنواع الجبن (أجبان زرقاء - الروكفورت) وبهذه الحالة تفصل الخثرة عن المصل بوساطة مصفاة دائرية تدور ببطء أو بوساطة مرشح مهتز

حيث لا يتم كبسها مطلقاً هذا ويتم قلب قوالب الجبن بعد تشكلها على الأقل 4 - 10 مرات بحيث تتساوى الرطوبة بين الوجهين العلوي والسفلي وعندما يصبح الجبن متماسكاً ضمن قالبه ينزع منه وينقل إلى أحواض التملح الخاصة، ومنها إلى غرف الإنضاج.

5- التملح:

يضاف ملح كلور الصوديوم إلى جميع أصناف الجبن تقريباً في مرحلة ما من تصنيعه، وهناك ثلاث طرق لتمليح الجبن وهي:

- 1 - التملح الجاف: وذلك بنثر الملح الجاف الناعم أو الخشن عدة مرات فوق سطح الجبن .
- 2- التملح الرطب: وذلك بوضع قوالب الجبن ضمن محلول ملحي يتراوح تركيزه بين 16 - 25% لفترة زمنية تتباين من ساعة إلى 72 ساعة .
- 3 - التملح عن طريق خلط الملح الجاف بالخثرة المطحونة قبل وضعها في القوالب. يتركز الملح في البداية على السطح ثم يبدأ بالانتشار للداخل حتى يصبح توزيعه في النهاية متجانساً. إن متوسط محتوى الأجبان من الملح يتراوح بين 1.5 - 4% حيث تؤدي إضافة ملح كلور الصوديوم الى الجبن وظائف عدة أهمها:

1. مساهمته في الطعم الخاص للجبن
2. يساعد على سهولة التخلص من الشرش
3. للملح أهمية كبيرة في إيقاف نشاط الكائنات الحية الدقيقة الضارة
4. يؤدي الملح إلى زيادة معدل ذوبان البروتينات في الأجبان الطازجة
5. يساهم في تشكل قشرة على سطح قالب الجبن

6- إنضاج الجبن:

نطلق على هذه العملية إنضاج أو تخمير أو تسوية الجبن ويمكن تعريفها بأنها المرحلة الأخيرة من مراحل صناعة الأجبان، والتي يتم خلالها مجموعة من التغيرات البيوكيميائية المعقدة لإعطاء الجبن الناتج الطعم و النكهة المميزتين ،وكذلك الشكل و القوام الخاصين بكل نوع من أنواع الجبن .

إن الجبن الناتج بالخطوات السابقة يسمى بالجبن الطازج ولهذا الجبن طعم رقيق غير حريف حامضي خفيف وملحي وجسم غير المصنع مطاطي في بعض الأصناف، ولزيادة سائغيته وجعله لذيذ المذاق فإن الجبن يسوى أو ينضج بقصد إحداث بعض التغيرات الكيميائية والفيزيائية به، إن

التغيرات الكيميائية التي تسبب التحول من الجبن الطازج إلى الجبن الناضج هي تفاعلات أنزيمية وتأتي هذه الأنزيمات من المنفحة أو الأحياء الدقيقة النامية في الجبن أو التي تفرزها بكتريا البادئ كما أن هنالك بعض الأنزيمات الموجودة وبشكل طبيعي في الحليب الخام (الليباز).

تتم عملية الإنضاج ضمن غرف تسمى غرف الإنضاج حيث يتم التحكم من خلالها بدرجة الحرارة و نسبة الرطوبة، وذلك حسب متطلبات كل نوع من أنواع الجبن لإعطائه الطعم والنكهة الخاصة به أما فترة أو طول مرحلة الإنضاج فتتفاوت أيضاً طبقاً لنوع الجبن، ونتيجة لعملية الإنضاج فإن مكونات الحليب الأساسية التي تحدث فيها التغيرات الكيميائية هي الكيزين والدهن و اللاكتوز.

- التغيرات الكيميائية:

- 1- اللاكتوز: يختفي اللاكتوز في أغلب أصناف الجبن بعد بضعة أيام من تصنيعها ويتحول إلى حمض لبن وكمية بسيطة من حمض الخل وحمض البروبيونيك وثنائي أوكسيد الفحم والكحول.
- 2- البروتينات: يوجد الكيزين في الجبن الطازج على صورة باراكازئينات غير ذائبة في الماء وفي أثناء التسوية تتحلل إلى مركبات أبسط قابلة للذوبان في الماء.
- 3- الدهن: يتحلل دهن الحليب عند تسوية الجبن أنزيمياً بفعل الليباز وتنتج عن هذا التحلل انطلاق الأحماض الدهنية الطيارة، وتساهم هذه الأحماض في نكهة الجبن.

- التغيرات الفيزيائية: تحدث خلال عملية التسوية بعض التغيرات في الجسم و الطعم وفي بعض الأصناف في البناء.

طرق الإنضاج أو التسوية

يسوى الجبن بإحدى الطريقتين الآتيتين:

- 1- في هذه الطريقة يحفظ الجبن تحت ظروف لا تشجع نمو الأحياء الدقيقة على السطح وتقتصر نشاطها على داخل كتلة الجبن وتتبع هذه الطريقة في تسوية الأجبان الجافة (القاسية)، وبصورة عامة تسوى هذه الأصناف ببطء وتحفظ في غرف التسوية لمدة طويلة حيث تكون نسبة الرطوبة النسبية في هذه الغرف منخفضة لحد ما .

- 2 - في الطريقة الثانية يحفظ الجبن تحت ظروف خاصة من شأنها تشجيع نمو الأحياء الدقيقة على السطح حيث تنتشر الأنزيمات المفروزة على السطح وداخل كتلة الجبن وتعمل على تخميرها ، وتسوى بهذه الطريقة جميع أصناف الأجبان الطرية ، أما الأجبان نصف الطرية كالروكفورت فإنها تسوى بالطريقتين معاً.

حفظ الأجبان

إن أحد الأسباب الداعية لتحويل الحليب إلى الجبن هو إمكانية إطالة مدة حفظه، وبصورة عامة تزداد المدة التي يمكن حفظ الجبن بها كلما انخفضت نسبة الرطوبة به. إلا أن هنالك عدداً من العوامل التي تساهم بصورة متداخلة ومتضافرة في طول الفترة التي يمكن حفظ الجبن فيها مقارنة مع الحليب وهي:

- 1- وجود اللاكتوز في الحليب مما يجعله وسطاً ملائماً لنمو البكتيريا، أما في الجبن المسوى فلا يبقى أي أثر للاكتوز وبالتالي فإن البكتيريا التي تحتاج للسكريات لأجل نموها فإنها لا تستطيع النمو في غياب مصدر الطاقة اللازم لها.
- 2- تكون الحموضة في معظم أصناف الجبن متراوحه بين 3.5 - 4.5 وهي درجة كافية لمنع نمو البكتيريا في الداخل والتي تسبب فساد الجبن.
- 3- إن كمية الملح المضافة إلى الجبن يكون غالباً تركيزها كافياً لإيقاف نشاط كثير من البكتيريا التي تسبب الفساد .
- 4- تسوى معظم أصناف الجبن على درجة حرارة منخفضة تتراوح بين 5 - 16° م وهذه الدرجة من الحرارة تمنع لحد ما النمو السريع لمعظم البكتيريا المسببة للفساد.

فساد الجبن وعيوبه

- 1- فساد الجبن نتيجة نمو الفطور عليه: إن نمو الفطور في أغلب الأصناف غير مرغوب فيه، إذ تسبب الطعم المتعفن و بعض الطعوم الأخرى غير المرغوب فيها، إن النظافة والتعقيم أهم ما يمكن عمله لمقاومة نمو الفطور وخاصة في غرف الإنضاج.
- 2- تكوين الغازات: يمكن أن تتكون الغازات غير المرغوبة في أية مرحلة من التصنيع والتسوية ، ويعزى تكون الغازات في الخثرة في المراحل الأولى للتصنيع إلى وجود عصيات القولون وخاصة في الأجبان المصنعة من حليب خام ملوث بهذه البكتيريا .يسبب تكوين الغازات في الخثرة تشكل عدد من المسامات والفراغات داخل كتلتها وبالتالي إعطاءها القوام الإسفنجي غير المرغوب. وقد تسبب بعض الخمائر تحلل اللاكتوز وتكوين غازات في المراحل الأولى للتصنيع أيضاً ، أما الغازات التي قد تتكون بعد الانتهاء من تصنيع الجبن بوضع أسابيع فإن سببها هو بكتيريا تابعة للجنس *Clostridium* .

3- التعفن السطحي :إن تكاثف الرطوبة على سطح الجبن الجاف يسمح للخمائر و الفطور والبكتريا المحللة للبروتين بالنمو مسببة ليونة في مكان نموها وتغيير اللون وروائح غير مرغوبة ويمكن منع حدوث هذه الظاهرة عن طريق حفظ سطح الجبن جافاً.

4- عيوب الطعم: يمكن أن يصبح طعم الجبن غير مستساغ لأسباب كثيرة ناتجة عن استعمال حليب رديء النوعية يحتوي على الطعوم الغريبة .

5- عيوب اللون: قد يحدث في الجبن بعض الألوان الغريبة والتي مصدرها الوعاء و في بعض الأحيان الأحياء الدقيقة التي تلوث الجبن والتي تكون قادرة على إفراز صبغات مسببة ظهور تبقعات على الجبن .

وصفات تصنيع بعض أنواع الأجبان الأكثر شهرة في سوريا

- صناعة الأجبان البيضاء:

أ - طريقة تصنيع الجبن العكاوي: الجبن العكاوي معروف جيداً في منطقة الشرق الأوسط ويتم تصنيعه محلياً من حليب البقر أو الغنم أو الجاموس وأحياناً من حليب الماعز أو خليط من الماعز والغنم. لا يحتوي هذا الجبن على عيون وهو ذو مذاق معتدل، نظيف ذو لون أبيض أو أبيض مصفر.

ويستهلك الجبن العكاوي بشكل طازج أو يحفظ في محلول ملحي تركيزه 16 - 18 % ملح كلور الصوديوم وقد نصت المواصفة المتعلقة بالجبن الأبيض بأن لا تقل نسبة الدسم في هذا النوع عن 15 % إذا كان مصنوعاً من حليب الأبقار أو الماعز وعن 18 % إذا كان مصنوعاً من حليب الأغنام أو الجاموس كما يجب أن لا تزيد نسبة الرطوبة على 60 %.

خطوات التصنيع:

1. اختيار حليب خام جيد النوعية الكيميائية و الجرثومية بشرط أن لا تزيد حموضته على 0.25 %.

2. تصفية الحليب وتنقيته من الشوائب المرئية.

3. بسترة الحليب على الدرجة 75 °م ولمدة 15 ثانية.

4. تبريد الحليب إلى الدرجة 35° م، وبسرعة.
 5. إضافة كلوريد الكالسيوم بنسبة 20 غرام / 100 كغ حليب.
 6. إضافة البادئ بنسبة 0.5 %.
 7. التحضين بالدرجة 35° م ولمدة 30 دقيقة.
 8. إضافة المنفحة بنسبة 2.5 غرام / 100 كغ حليب بحيث يحدث التخثر في مدة 40-60 دقيقة.
 9. تقطع الخثرة إلى مكعبات بحجم 10 - 12 مم وتترك في المصل لمدة 15 دقيقة ثم تقلب لمدة 15 دقيقة أخرى إلى أن تتماسك نوعاً ما.
 10. فصل المصل جزئياً ثم نقل الخثرة إلى إطار خشبي مبطن بالقماش.
 11. وضع الخثرة في قطع قماشية صغيرة تتسع لحوالي نصف كيلو ومن ثم تلف وترصف بجانب بعضها على لوح خشبي ويوضع فوقها لوح خشبي آخر ثم تكبس بوضع الأثقال وتترك لمدة نصف ساعة حتى ينقطع رشح المصل.
 12. وضع قطع الجبن في محلول ملحي تركيزه 18 % ودرجة حرارته 5° م لمدة ليلة واحدة.
 13. في اليوم التالي توضع قطع الجبن في صفائح معدنية وتعبأ بمحلول ملحي جديد ثم تغلق بإحكام وتنقل إلى البرادات 4° م حتى يحين موعد تسويقها للاستهلاك.
- ب - طريقة تصنيع جبن الشلل والحلوم:** تتبع الخطوات السابقة الخاصة بالجبن العكاوي من 1 - 10 وبعدئذ تضغط الخثرة في الإطار الخشبي وتترك لمدة 3 - 5 ساعات وبدرجة حرارة قدرها 35° م وحتى تتكون بها الحموضة المناسبة $pH = 5.2$ ويمكن للصانع معرفة كون حموضة الخثرة قد وصلت إلى الدرجة المطلوبة وذلك بإجراء الاختبار الخيطي بغمس قطعة صغيرة من الخثرة في ماء ساخن درجة حرارته 65 - 70° م لمدة دقيقة أو دقيقتين حتى تلين بدرجة كافية يمكن معها عجنها حتى تصبح متجانسة ويشدها بأصابع يديه فإذا بلغ طول الخيط المتر دون أن ينقطع دل ذلك على أن النضج أصبح مناسباً لإجراء عملية الطبخ وإلا يلزم ترك الخثرة في مكان دافئ لبعض الوقت.
- وتتلخص عملية الطبخ بتقطيع الخثرة إلى شرائح رقيقة توضع في ماء مملح 3 - 5 % ودرجة حرارته 75° م وتعجن إلى أن نحصل على كتلة عجينية القوام وذات مطاطية مناسبة وتصنع من قطع العجينة الأشكال المطلوبة (شلل أو حلوم جدل أو قوالب مختلفة الأبعاد) وتوضع هذه القطع

الجديدة في ماء بارد لمدة من الزمن ثم تنقل إلى الصفائح المعدنية وتعبأ بمحلول ملحي تركيزه 18 % وتخزن في البرادات بدرجة 4° م لحين الاستهلاك.

ت - تصنيع جبن القشقوان: جبن القشقوان هو أكثر الأجبان استهلاكاً في البلقان وفي الدول المحيطة بالبحر الأبيض المتوسط ويصنع القشقوان من حليب الأبقار أو الأغنام أو الماعز ويتبع مجموعة أجبان الـ Pasta – filata، وتصنع باعتماد الخطوات الآتية:

1- بعد بسترة الحليب على الدرجة 65° م مدة 30 دقيقة، وتبريده بسرعة إلى 38° م، يضاف البادئ بنسبة 0.4%، ويحضن المزيج على الدرجة 38° م مدة نصف ساعة، وبعدها يجري إضافة كلوريد الكالسيوم على هيئة محلول ملحي تركيزه 10% حيث يضاف منه 3 مل لكل 1 لتر حليب، والمنفحة بنسبة 1.5 غرام / 100 لتر حليب، ويعاد تحضين المزيج على الدرجة 38° م مدة ساعة.

2- بعدها تقطع الخثرة المتكونة وتترك حتى تصل درجة الـ pH فيها إلى 6، حيث يتم التخلص من جزء من المصل ويعاد تحضينها على الدرجة 38° م حتى تصل درجة الـ pH فيها إلى 5.2، فيتم التخلص من كامل المصل، وتطبخ الخثرة بمحلول ملحي تركيزه 12% من ملح كلوريد الصوديوم، على درجة حرارة حوالي 85° م، وتصل درجة حرارة الخثرة إلى حوالي 59° م عند الطبخ.

3- توضع الخثرة بعد تمام عملية الطبخ في القوالب، وتحضن في غرف الإنضاج على الدرجة 8 - 10° م مدة أسبوع، بجو رطوبته 70%.

4- بعد تمام جفاف الخثرة، تغلف القوالب المتكونة بأكياس خاصة (مؤلفة من بولي أميد، بولي أنيلين وسللوز) تتمتع هذه الأكياس بخاصية الانكماش الحراري على درجة الغليان، مما يسمح بأخذها لشكل القالب، وبالتالي منع تشقق السطح الخارجي للقالب خلال عملية الإنضاج. تجري عملية إنضاج القوالب في درجة الحرارة 8 - 10° م مدة 45 وحتى 60 يوماً.

ث- تصنيع الجبنة الشركسية: تعد من الأجبان الشعبية الخاصة ببعض المناطق وهي من الأجبان التي لا تحفظ لفترة طويلة ولا يتم حفظها في محاليل ملحية إنما يتم حفظها فقط بالبراد بعد إضافة الملح بنسبة 1 - 2% وتعد من أنواع الأجبان التي تتم باتباع التجبن الحامضي الحراري.

1. غلي الحليب الخام المنقى من الشوائب.

2. إضافة اللبن الرائب أو مصله مع التحريك حتى حدوث التخثر.

3. فصل المصل بقوالب مبطنة بالشاش.
4. تمليح الخثرة
5. تغليف القوالب
6. إنضاج بدرجة حرارة 10° م لمدة شهر أو أكثر.

الفصل التاسع

تصنيع منتجات الحليب الدوائية (القشدة – الزبدة – السمنة)

مقدمة

يحتوي حليب الأبقار على حوالي 3.8% دهن وقد حاول الإنسان منذ القديم تركيز دهن الحليب هذا بتحويله إلى قشدة وزبدة مما يسهل نقلها وتخزينها كما يمكن حفظها لمدة أطول مقارنة مع الحليب.

تعد الزبدة مادة دهنية مركزة غير أنه لا يمكن تخزينها لفترة طويلة تحت ظروف الجو الطبيعية وخاصة في البلاد الحارة، لذا فقد حوّل سكان المناطق الحارة الزبدة إلى مادة دهنية شبه نقية تسمى السمن يمكن تخزينها في الظروف الجوية العادية لمدة طويلة. لذلك يمكن القول إن مشتقات الحليب الدهنية المعروفة على نطاق واسع وتنتشر في معظم بلدان العالم هي القشدة و الزبدة والسمن.

القشدة Cream

عادة ما يلحظ عند وضع كمية من الحليب الطازج في وعاء ما فإنه بمرور الوقت يتكون على سطح الحليب طبقة تعرف بالقشدة، أهم ما يميزها عن الحليب هو احتوائها على نسبة عالية من الدهن. وبالتالي يمكن تعريف القشدة: بأنها حليب به نسبة عالية من الدهن.

تتكون طبقة القشدة على سطح الحليب نتيجة لصعود حبيبات الدهن خلال طبقات الحليب بفعل الجاذبية الأرضية. فمن المعروف أن الحليب يحتوي على مكونات تختلف فيما بينها في الكثافة، إذ تبلغ كثافة دهن الحليب 0.91 - 0.93 على درجة حرارة 15° م بينما تتراوح كثافة الحليب الخالي من الدهن (حليب فرز) 1.035 - 1.041 على نفس درجة الحرارة.

تعد القشدة منتجاً هاماً من منتجات الألبان نظراً لاستخداماتها المتعددة، حيث تستخدم بشكل مباشر في التغذية إضافة لاستخدامها في صناعة الحلويات والمثلجات اللبنية، وتعد أيضاً مرحلة متوسطة في صناعة الزبدة.

يختلف محتوى القشدة من المادة الدسمة اختلافاً كبيراً حيث يتراوح بين 12 - 80% وذلك تبعاً لنوع القشدة و الطريقة المستخدمة في تحضيرها و الغرض من استعمالها.

طرق الحصول على القشدة:

يمكن الحصول على القشدة بإحدى الطريقتين الآتيتين :

- 1 - بالترقيد تحت تأثير الجاذبية الأرضية.
 - 2 - باستخدام الفراز (اعتماداً على قوة الطرد المركزي).
- 1 - تحضير القشدة بالترقيد تحت تأثير الجاذبية الأرضية: تعتمد هذه الطريقة على توزيع الحليب في أوان واسعة قليلة العمق ، حيث يتم تركها فترة من الزمن (24 - 72 ساعة) بدرجات حرارة منخفضة ومنظمة (أقل من 10° م)، ونظراً للاختلاف ما بين كثافة مكونات الحليب اللادهنية (1.034) وكثافة دهن الحليب (0.92) يتم صعود الحبيبات الدهنية إلى السطح تحت تأثير

الجاذبية الأرضية، مشكلة القشدة التي يتم قشطها من فوق سطح الحليب. من العوامل المساعدة على تجمع دهن الحليب على السطح نذكر:

1 - التسخين الهادئ لدرجة حرارة 60° م لمدة 30 دقيقة.

2 - التخفيف بإضافة الماء.

3 - ارتفاع نسبة الدسم في الحليب .

4 - كبر قطر الحبيبات الدهنية.

أما العوامل التي تعيق تجمع الدهن على السطح فهي:

1 - التسخين الشديد للحليب و الذي يسبب تشويه البروتين .

2 - الحموضة الخفيفة للحليب .

3 - تجنيس الحليب.

لهذه الطريقة عيوب كثيرة أهمها:

1 - تحتاج إلى وقت طويل، حيث تصبح غير عملية في حال كون كمية الحليب كبيرة.

2 - ارتفاع نسبة الفاقد من الدهن في الحليب المتبقي، حيث قد تصل إلى 5 غرام في اللتر .

3 - عدم إمكان التحكم في نسبة الدهن في القشدة الناتجة.

4 - صعوبة استعمال هذه الطريقة على مدار السنة، وبخاصة في الأشهر الحارة.

5 - احتمال تلوث الحليب كبير جداً في أثناء التبريد.

6 - ارتفاع حموضة حليب الفرز المتبقي مما يحد من إمكان استخدامه في التصنيع، إضافة إلى ارتفاع حموضة القشدة الناتجة.

2 - تحضير القشدة بوساطة الفراز (قوة الطرد المركزي):

من أجل استخلاص القشدة بهذه الطريقة يتبع الآتي:

يعاد تسخين الحليب إلى درجة 35° م ثم يمرر في مخروط الفراز الذي يدور بسرعة كبيرة جداً تصل إلى عدة آلاف دورة في الدقيقة حيث يتعرض الحليب داخل المخروط إلى قوتين، قوة الجاذبية من جهة و القوة النابذة من جهة أخرى، ولأن قوة الجاذبية بسيطة جداً بالمقارنة مع القوة الثانية، لذا تصبح ضعيفة التأثير وبالتالي فإن الحليب بمجرد دخوله مخروط الفراز يواجه قوة نابذة أو طاردة كبيرة جداً، ويكون بلازما الحليب لها وزن نوعي أعلى من الدهن لذلك فهي تطرد بعيدة

عن محور الدوران وتخرج من فتحة خاصة بها تدعى بفتحة خروج الحليب الفرز، بينما تتجمع القشدة بالقرب من محور الدوران وتخرج من فتحة القشدة.

إن كفاءة عملية الفرز تتوقف على العوامل الآتية :

1- سرعة دوران المخروط: كلما ازدادت السرعة انخفضت نسبة الفاقد من الدهن في الحليب الفرز.

2 - درجة حرارة الحليب: إن أفضل درجة حرارة لإجراء الفرز هي 35° م.

3 - ارتفاع حموضة الحليب يؤدي إلى تقليل كفاءة الفرز نتيجة تأثير الحموضة على الكازئين وكذلك على اللزوجة.

4 - تركيب أجزاء الفراز وكذلك أجزاء المخروط بشكل صحيح يخفض من معدل فقد الدهن.

5 - تنظيم سرعة ورود الحليب إلى المخروط بحيث تتعرض كامل كمية الحليب للطررد المركزي بشكل جيد.

أما مزايا طريقة الفراز فهي:

1 - تقليل الفاقد من الدهن مع حليب الفرز بدرجة كبيرة لأن معدل الفقد لا يتجاوز 0.5 غ دهن في اللبتر.

2 - إمكانية التحكم في نسبة الدهن بالقشدة الناتجة.

3 - سرعة إجراء عملية الفرز وبالتالي تخف فرص التلوث.

4 - إمكانية استعمال الحليب الفرز المتبقي في صناعات متعددة نظراً لانخفاض حموضته.

5 - يمكن استعمال الفرازات على مدار السنة.

6 - تصلح هذه الطريقة للإنتاج الكبير .

طرق حفظ القشدة:

1- التبريد: يمكن حفظ القشدة الخام لمدة 5 - 7 أيام وذلك بتبريدها لدرجة $4 - 6^{\circ}$ م وقد تستعمل أحياناً درجات حرارة أقل من ذلك عندما يراد حفظ القشدة لمدة طويلة كما في حالة القشدة المجمدة حيث تستعمل درجة حرارة $(- 25^{\circ}$ م).

2- البسترة : وذلك إما بالطريقة البطيئة أي التسخين لدرجة 64° م لمدة نصف ساعة أو بالطريقة السريعة حيث تسخن القشدة لدرجة 80° م لعدة ثوان، إلا أنه في الغالب تستخدم درجة حرارة بين $70 - 75^{\circ}$ م لعدة ثواني (15 ثانية) ثم تحفظ في البرادات على درجة $4 - 6^{\circ}$ م.

- 3- التعقيم: تجنيس القشدة أولاً ثم تعباً في علب ذات أحجام مناسبة وتقل بشكل محكم، ثم تعقم بتسخينها على الدرجة 105° م لمدة 25-30 دقيقة ثم تبرد بسرعة وتحفظ لحين تسويقها.
- 4- إضافة مواد حافظة: هذه الطريقة تستخدم في الدول التي تسمح باستخدام هذه المواد، وهي غير مسموحة في بلادنا.
- 5- تركيز نسبة الدهن: من المعروف أن ارتفاع نسبة الدهن بالقشدة يقلل من مجال نشاط الأحياء الدقيقة نظراً لانخفاض النشاط المائي في القشدة المركزة.
- 6- حفظ القشدة بالتجفيد: بهذه الطريقة تحتفظ القشدة الناتجة بجميع خواص القشدة الطازجة المحضرة منها مع إمكانية حفظها لفترة طويلة.

الزبدة Butter

استخرجت الزبدة من الحليب منذ أقدم العصور واستخدمت كغذاء في الهند منذ 2000 عام قبل الميلاد. وقد تطورت صناعة الزبدة منذ اكتشاف الفراز عام 1877 وكذلك عندما بدأ ببسترة القشدة المعدة لصناعة الزبدة منذ عام 1880 وكذلك إدخال البادئات في التصنيع عام 1890 مما ساهم في تحسين صفات الحفظ و النكهة للزبدة.

قديماً كان هنالك استخدام للخضاض المصنوع من الخشب و المجهز بمضارب داخلية لتجميع وعجن الزبدة. وفي عام 1935 صنع الخضاض من الحديد غير قابل للصدأ والذي حل تدريجياً محل الخضاض الخشبي وذلك لمتانته وسهولة تنظيفه وتعقيمه. ومنذ عام 1940 وحتى يومنا هذا تطورت صناعة الزبدة بالطريقة المستمرة اعتماداً على نظرية فريتز Fritz وانتشرت بسرعة في الأقطار المنتجة للزبدة وحلت كلياً محل الخضاض.

التركيب الكيميائي للزبدة:

يتأثر التركيب الكيميائي للزبدة بعدة عوامل منها المادة الخام المستعملة (حليب أو قشدة) وطريقة التصنيع. وتشير التحليلات إلى أن متوسط تركيب عينة من الزبد المملح تتراوح كالاتي: دهن (80-82%)، ماء 14.6-17.6% ، ملح 1.2%، بروتين + كالسيوم + فوسفور (1.2 %)، أما الـ pH فيتبدل حسب طريقة الصناعة المستخدمة ويتراوح عادة ما بين 4.5 - 6.75، كما تحتوي الزبدة على الفيتامينات الذائبة في الدهون.

طرائق تصنيع الزبدة. تصنع الزبدة بإحدى الطرق الآتية:

- 1 - خض الحليب مباشرة.

2 - ترقيد الحليب ثم فصل القشدة وخضها.

3 - فرز الحليب بالفراز ثم خض القشدة الناتجة.

4 - صناعة الزبدة بالطريقة المستمرة.

1 - خض الحليب مباشرة: تعد هذه الطريقة من الطرق البدائية المستخدمة في البيوت الريفية و تتلخص في وضع الحليب في وعاء مصنوع من جلد الماعز يسمى بالقربة، حيث تترك القربة حتى يروب الحليب (أي يتخثر) عندئذ تجرى عملية الخض وذلك بتحريك القربة المعلقة في حبل بين حامل خشبي للأمام ثم سحبها بشدة إلى الخلف وتكرر العملية إلى أن تظهر علامات انتهائها وذلك بسماع صوت حبيبات الزبدة الصغيرة السابحة في حليب الخض. عندئذ تفتح القربة وتجمع الحبيبات الزبدية إما باليد أو بتصفية المخلوط في منخل يحجز الحبيبات الزبدية ويسمح للبن الخض بالنفاذ، حيث تجمع حبيبات الزبدة وتشكل على هيئة كرات صغيرة.

2 - ترقيد الحليب ثم فصل القشدة وخضها : وأيضاً تعد هذه الطريقة بدائية مستخدمة في الأرياف، وتتلخص في فصل قشدة الحليب بطريقة الترقيد، بعد ذلك تضرب هذه القشدة باليد في نفس الآنية بما تحتها من حليب رائب أو تكشط وتوضع في خضاض فخاري خاص ويضاف إليها جزء من اللبن لتكبير حجمها وتقليل درجة لزوجتها ويحرك الخضاض يميناً وشمالاً بشيء من الرج إلى أن تتكون الحبيبات الزبدية ويضاف إليها الماء حتى يسهل فصلها عندئذ يصفى الزبد عن طريق منخل أو مصفاة ويشكل حسب الطلب.

أما عيوب الطريقتين السابقتين فهي:

1. احتواء الزبد الناتج على عدد كبير من الميكروبات بعضها قد يكون ممرضاً ويرجع ذلك

إلى صعوبة تنظيف الأواني المستخدمة في التصنيع أو تعقيمها.

2. إنتاج زبد غير موحد الصفات إضافة إلى كثرة كمية الحليب المستعملة.

3. زيادة حموضة الزبدة.

4. زيادة الفاقد من الدهن في لبن الخض.

5. في حالة خض الحليب مباشرة تحتاج الطريقة إلى وقت طويل لإجرائها.

6. احتواء الزبد الناتج على نسبة عالية من الرطوبة و المواد الحليبية غير الدهنية مما يسرع

في فسادها.

7. لا يمكن إنتاج كمية كبيرة من الزبدة.

3 - إنتاج الزبدة بفرز الحليب بالفراز ثم خض القشدة الناتجة: وهي إحدى الطرق المستخدمة في المصانع لإنتاج الزبدة، حيث يعد هذا النوع من الزبدة هو السائد في الأسواق لما يتمتع به من استساغة لدى أغلب المستهلكين وهو يصنع بدءاً من قشدة منضجة ومن قشدة غير منضجة وعندها تسمى الزبدة الناتجة بالزبدة الحلوة.

في هذه الطريقة تصنع الزبدة من القشدة وذلك بعد فرزها من الحليب بوساطة الفراز الميكانيكي ثم خض القشدة الناتجة بوساطة الخضاض الميكانيكي. وتتلخص خطوات صناعة هذا النوع في المراحل الآتية :

1- استلام وتدرج ووزن واختبار القشدة

2- معادلة الحموضة

3- بسترة القشدة

4- تبريد القشدة

5- تخمير القشدة

6- تصليب أو تجميد الدهن

7- تجهيز القشدة للخض

8- خض القشدة

9- غسل الزبدة

10- تمليح الزبدة

11- خدمة وتشكيل الزبدة

12- التعبئة و التسويق والتخزين

وسنتكلم الآن باختصار على كل خطوة من الخطوات الأساسية السابقة.

1 - استلام وتدرج ووزن واختبار القشدة: عادة ما تصل القشدة إلى المصانع على صورة سائلة أوجامدة ،وعندئذ تجرى عليها عدة اختبارات لتحديد صفاتها ومدى صلاحيتها لصناعة الزبدة من عدمه ومن أمثلة الاختبارات التي تجرى على القشدة اختبار مدى التلوث واختبار تقدير نسبة الدهن و الحموضة مقدرة كحمض لبن وتقدير العدد الكلي للبكتريا بصفة عامة ولمجموعة الكوليفورم بصفة خاصة.

2 - معادلة الحموضة: عادة ما يتعرض الزيت المصنوع من قشدة زائدة الحموضة للتلف السريع بخلاف المصنع من قشدة أقل حموضة، وقد وجد أن درجة الحموضة المثلى للقشدة المعدة للخض يجب أن تكون بين 0.18-0.2% مقدرة كحمض لاكتيك حيث توفر هذه الحموضة للزبد الناتج pH يتراوح بين 6.6-7.2 وهي أفضل درجة pH يمكن حفظ الزبدة عليها، هذا وقد وجد أن ارتفاع حموضة القشدة المعدة للخض عن الحد السابق ذكره يعرض الزيت الناتج للتلف وظهور الأطعمة المختلفة غير المرغوبة لذا تجرى معادلة الحموضة في القشدة إلى الحد المذكور بواسطة استعمال القلويات، ولمعادلة حموضة القشدة عدة فوائد نوجزها فيما يأتي:

أ. المساعدة في تسهيل عملية بسترة القشدة في الخطوة التالية دون حدوث تجبن للبروتين نتيجة ارتفاع الحموضة.

ب. تقليل الفاقد من الدهن عند الخض وتلافي ظهور عيوب تنقع الزيت.

ت. إنتاج زبد جيد الصفات.

ث. المساعدة على حفظ الزبدة.

3 - بسترة القشدة: تستعمل هنا درجات حرارة تزيد قليلاً عما يستعمل في بسترة الحليب وذلك حتى يسهل وصول الحرارة إلى الميكروبات المحتمية في أغلفة حبيبات الدهن وأيضاً لإيقاف عمل أنزيمات القشدة و الطريقة الأكثر شيوعاً هي بسترة القشدة على 72 - 75 °م لمدة 30-45 دقيقة أو على 80-85 °م لمدة 3 - 5 دقائق.

يمكن تلخيص فوائد البسترة في الآتي:

أ. التخلص من كل الميكروبات المرضية.

ب. تحسين خواص حفظ القشدة والزبدة.

ت. تحسين وتوحيد صفات الزبدة الناتجة .

4 - تبريد القشدة: تبرد القشدة بعد البسترة مباشرة إلى درجة حرارة 4-7 °م وتحفظ لحين الاستعمال أما إذا أريد تخميرها بإضافة البادئ فتبرد القشدة لدرجة حرارة 20-23 °م.

5- تخمير القشدة: يمكن خض القشدة بعد تبريدها المدة الكافية لتجميد دهنها ودون سابق تخمير فنحصل على ما يسمى بالزبدة الحلوة ، إلا أن أغلب المستهلكين اعتاد على استهلاك الزيت الناتج من قشدة مخمرة حيث يتم استعمال التخمير الصناعي وذلك بإضافة البادئات التي تحتوي على ميكروبات لإنتاج الحموضة مثل *Streptococcus cremoris* و *Str. lactis* وأخرى لإنتاج

النكهة أو الرائحة مثل *Leuconostoc citrovorum* و *Leu. dextranicum* وغيرها. تحضر هذه البادئات وتضاف بنظام خاص وبكميات معروفة. بعد إضافة البادئات اللازمة تتم عملية التخمير على درجة 20-23° م . إن من أهم مزايا التخمير:

أ. إكساب الزبدة طعم لذيذ ونكهة طبيعية.

ب. إسرار عملية الخض وتقليل الفاقد من الدهن في حليب الخض.

ت. خفض رقم pH نتيجة الحموضة الناتجة عن بكتريا البادئ مما يساعد على حفظ الزبدة من البكتريا غير المرغوبة .

6 - تصليب أو تجميد الدهن: عندما تصل القشدة المخمرة إلى الحد المطلوب من درجة الحموضة (0.4 % كحمض لاكتيك)، تنخفض درجة حرارة القشدة المخمرة إلى 4 - 6° م لمدة لا تقل عن 2-3 ساعات وتختلف هذه المدة باختلاف الحرارة المستعملة وكفاءة عملية التبريد. وتنفذ هذه الخطوة في الآتي :

أ) إن تجميد الدهن السائل وتحويله إلى حالة شبه صلبة يقلل الفاقد من الدهن في الخض.

ب) حفظ القشدة و إيقاف الحموضة بها عند المطلوب لحين إجراء عملية الخض.

7- تجهيز القشدة للخض. وتشمل:

أ) تعدل درجة حرارة القشدة المخمرة إلى أنسب درجة حرارة للخض وهي تتراوح بين 8-15°م، وأنسب حموضة للقشدة عند الخض هي من 0.25 - 0.4 % حمض لبن ، وكذلك يجب أن تكون نسبة الدهن في القشدة في حدود 30-35%.

ب) يجب تصفية القشدة قبل وضعها في الخضاض مباشرة وذلك بإمرارها خلال مرشحات وذلك لتكسير كتل القشدة التي تكونت قبل فترة التبريد وقبل الخض.

ت) يضاف الملون (صبغة الأناتو الزيتي) إلى القشدة بعد تصفيتها وقبل عملية الخض مباشرة، ويضاف الملون بمقدار لا يزيد عن 1سم³ لكل 15 كغ قشدة ناتجة عن حليب البقر ، وقد تقل كمية الملون عن ذلك أو قد لا تضاف إطلاقاً في حالة القشدة البقرية الناتجة عن حيوانات تغذت على عليقة خضراء ، وذلك بسبب زيادة تركيز اللون الأصفر بها والناتج من صبغة الكاروتين.

8- عملية الخض: إن الغرض الأساسي من هذه العملية هو تجميع حبيبات الدهن المعلقة في القشدة مع بعضها بغرض تكوين حبيبات من الزبدة يسهل فصلها عن بقية مكونات القشدة (حليب الخض)، ويتوقف نجاح هذه العملية على ما يأتي:

1- قلة الفاقد من الدهن في حليب الخض.

2 - مناسبة قوام وتركيب الزبد الناتج.

3 - قصر المدة اللازمة للعملية.

تتكون حبيبات الزبد نتيجة لتقليب القشدة المستمرة في الخضاض مما يتيح الفرصة لاصطدام حبيبات الدهن والتصاقها ببعضها، وتحتجز كميات ضئيلة من جوامد الحليب الأخرى مع الدهن وتتفصل أغلبية المكونات اللادھنية والماء مكونة ما يعرف بالحليب الخض. وباستمرار التقليب (الخض) يزداد حجم الحبيبات ويزداد انفصال حبيبات الدهن عن حليب الخض.

9 - غسيل الزبدة: بعد ظهور الزبدة في الخضاض يصفى الحليب ويضاف ماء الغسيل والذي تكون درجة حرارته أقل من درجة حرارة الخض (4° م) والغرض من هذه العملية:

أ - تخليص الزبدة من الزيادة المصاحبة من حليب الخض.

ب - خفض درجة حرارة الزبدة بالماء يساعد على استدارة حبيبات الزبدة وتجميدها ومنع تلاحقها على هيئة كتل.

ج - يحسن من خواص الزبدة.

عادة ما يغسل الزبد المصنوع بطريقة سليمة وقشدة نظيفة مرة واحدة وبعد إضافة ماء الغسيل يدار الخضاض بسرعة عدة مرات للمساعدة على تصفية ماء الغسيل.

10- تمليح الزبدة: يضاف الملح للزبدة بهدف تحسين خواص حفظها وإعطائها طعماً مستساغاً، ويفضل أن يكون الملح على درجة عالية من النقاوة حيث يضاف الملح بنسبة 2 - 4% إما بصورة محلول ملحي تركيزه 10% أو قد يضاف بشكل جاف بنسبة $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ أوقية لكل 2.5 كغ زبدة . يفيد استعمال التملح بالمحلول الملحي في تلافي عدم تجانس التملح ، وعادة يستعمل الملح الجاف في الخضاضات المحتوية على عصارات. نظراً لكون دهن الحليب وسطاً غير مذيب للملح فإن الماء الموجود في الزبدة هو الذي يذوب به الملح وحيث أن للماء درجة تشبع ضعيفة من الملح فإن كمية الملح المضاف تتوقف على نسبة الرطوبة في الزبدة، لذا فإن زيادة كمية

الملح تتسبب في إحداث بعض العيوب في الزبدة مثل التبقع وعدم انتظام اللون وحدث بعض التجمعات المائية حول أماكن تجمع الملح وخاصة عند عدم توزيعها بانتظام.

11 - خدمة وتشكيل الزبدة:

إن الهدف من هذه الخطوة يتمثل في ما يلي:

- أ) إدماج الزيت للوصول إلى طعم وتركيب كيميائي موحد وذو قوام وتركيب متجانس.
 - ب) توزيع الملح بشكل متجانس داخل كتلة الزبدة.
 - ت) ضبط رطوبة الزبدة بحيث لا تزيد على 16%.
- من الملاحظ أنه يصعب تشكيل الزبدة الطرية وذلك بخلاف الزبدة الصلبة والتي يسهل تشكيلها. إلا أن التماسك في تشكيل وضغط الزبدة يؤدي إلى ظهور بعض العيوب كالالتصاق بالسكين وعدم الفرد وتغير اللون، كما تعمل عملية التشكيل على إتلاف القدرة الحفظية للزبدة حيث تؤدي إلى ظهور الطعم السمكي ، كما أنها تعمل على إدماج نسبة كبيرة من الهواء مما يعمل على سرعة الأكسدة وخاصة في حالة ارتفاع الحموضة أو نسبة الملح.

12- التعبئة والتغليف والتسويق والتخزين: والغرض من ذلك تقديم الزبدة للتاجر أو المستهلك في عبوات وأشكال ومظهر يتناسب مع ذوقه واحتياجاته والتي تختلف تبعاً للتجارة العامة أو للاستهلاك الفردي.

- يشترط في العبوات ألا تحدث نقصاً في الوزن ولا تلوثاً بالطحالب ولا تسبباً في امتصاص رائحتها للزبدة المغلفة بها.
- من أشهر مواد التغليف ورق البارافين - البولي إيثيلين و الألومونيوم المفضض .
- تحفظ الزبدة بعد تشكيلها وتغليفها في مخازن مبردة تتوقف درجة حرارتها تبعاً لمدة التخزين، فتكون حوالي 4 - 5° م في حالة التخزين لمدة لا تزيد على أسبوعين، وعلى -15° م في حالة التخزين لمدة أطول من ذلك.

4 - صناعة الزبدة بالطريقة المستمرة:

وهي من الطرق الحديثة المستخدمة في أوروبا بالاعتماد على طريقة فريتز Fritz، وتصمم الأجهزة بحيث يتم تصنيع الزبدة بطريقة شبيهة بطريقة الخضاض وتعطي زبدة مشابهة لها، إلا أنها تكون ذات كتلة متماسكة وكثيفة نتيجة لتوزيع قطرات الماء الدقيقة فيها بانتظام.

أهم مميزات الطريقة المستمرة:

(أ) الإنتاجية المرتفعة.

(ب) زيادة الريع وذلك لزيادة المواد الصلبة اللادھنية في الزبدة بهذه الطريقة مقارنة بزيادة طريقة الخضاض .

(ت) الزبدة الناتجة أفضل من ناحية الجودة حيث إن القوام يكون أكثر نعومة وقطرات الماء تكون أقل من 5 ميكرون و أكثر تجانساً في التوزيع.

السمن Butter Oil

إن السمن هو منتج بالغ التركيز لدهن الحليب و المستحصل عليه من الحليب أو القشدة أو الزبدة بطرائق حرارية - ميكانيكية تؤدي إلى التخلص شبه التام من الماء و المواد الجافة اللادھنية. وعلى الرغم من أن هذه المادة حديثة العهد بأوروبا و أمريكا، إلا أنها معروفة منذ القدم في العديد من بلدان العالم وبخاصة في الشرق الأوسط والهند، ففي الشرق الأوسط عرف السمن منذ العصور الأولى ولازال البدو وسكان الريف يربون حيوانات الحليب لهدف الحصول على السمن بالدرجة الأولى، إذ يحول حليب الأغنام والماعز والأبقار إلى زبدة وتحول الزبدة إلى السمنة. احتل هذا المنتج في السنوات الأخيرة أهمية كبيرة وبخاصة في البلدان ذات المناخ الحار نظراً لمميزاته المتعددة والتي من أهمها:

1 - طول فترة حفظه.

2 - تعدد مجالات استخدامه في الصناعات الغذائية المختلفة.

3 - إمكان استخدامه في إعادة تركيب المنتجات اللبنية الطازجة.

الأساس في صناعة السمن:

أولاً - التخلص من أكبر كمية ممكنة من المواد غير الدهنية بما فيها الماء من الخامة المستعملة سواء كانت قشدة أو زبدة وذلك للحصول على المادة الدهنية على درجة عالية من النقاوة، وفي عينات السمن التجارية التي أجيد صنعها تزيد محتوياتها الدهنية على 99% وتقل نسبة المواد غير الدهنية بها عن 1% ولا تتعدى في كثير من الأحيان 0.5%.

ثانياً - قتل كل المحتويات الميكروبية تقريباً في المادة الأولية المستعملة وإبطال فاعلية كل ما بها من أنزيمات. لذلك تزداد قابليته للحفظ كثيراً عن الخامة الأصلية التي صنع منها السمن.

طرق صناعة السمن:

1 - طريقة الغلي: وتتم إما عن طريق : غلي الزبدة، أو غلي القشدة المركزة (وهي القشدة المعاد فرزها). وهي من أقدم الطرق المعروفة لعمل السمن وتتلخص خطوات التصنيع في الآتي:

أ) اختيار الزبدة الجيدة المواصفات

ب) تسهيل الزبدة بالتسخين

ت) تصفية الزبدة

ث) غلي الزبدة

ج) ترسيب المواد اللادھنية

ح) فصل السمن وترشيحه

2 - طريقة الطرد المركزي: عادة ما تتبع في المصانع الكبيرة وتستخدم فيها قوة الطرد المركزي لفصل الدهن عن الماء وبقية المواد الصلبة اللادھنية.

صفات السمن الجيد:

1. يجب أن يمتاز بلون أصفر ذهبي في حال السمن البقري وبلون أبيض مخضر في حالة السمن الجاموسي و الغنم والماعز .

2. للسمن الجيد رائحة مقبولة لا تختلف كثيراً عن رائحة دهن الزبد المفصول عنه بمجرد التسييل.

3. أن يكون على شكل جامد على درجة 12 - 14° م.

4. أن يتحمل التخزين لمدة طويلة دون تلف.



الفصل العاشر

تصنيع اللحوم

Meat Processing

مقدمة

يصعب تحديد بداية زمان ومكان تصنيع اللحوم حيث تعد هذه الصناعة قديمة قدم البشرية ذاتها. ويجب على صناعة اللحوم هذه أن تتجه بشكل فعال نحو تقنيات جديدة تؤدي إلى سد احتياجات المستهلك، وكذلك تعمل على تحسين جودة ونوعية المنتجات الأخرى المضافة إليها. تعد اللحوم ومنتجاتها من الأغذية الشهية والمرغوبة من قبل المستهلك، حيث تتعدد أنواعها وأصنافها بتعدد أذواق المستهلكين فهي تختلف من بلد لآخر ومن مجتمع إلى آخر مما أدى إلى التنوع الكبير في هذه المصنوعات. تركّز اهتمام الكثير من الباحثين في الربع الأخير من القرن العشرين على إنتاج وجبات غذائية معلّبة أو غير معلّبة ذات قيمة غذائية عالية يدخل في مكوناتها الرئيسة لحوم من مصادر حيوانية مختلفة.

تعد أنسجة اللحوم قبل عمليات الذبح والسلخ خالية من مسببات الفساد، ولكن سرعان ما يأخذ الفساد البكتيري مجراه بعد عمليات الذبح والسلخ والتطهير المترافقة بتغيرات كيميائية في اللون والرائحة والقوام إضافة الى التحلل الذاتي الذي يطرأ على أنسجة اللحم. كما تعد اللحوم من أكثر المواد الغذائية تعرضاً للفساد. لذلك يتم تطبيق نظم تصنيع فورية وملائمة بقصد حفظ هذه اللحوم من عوامل الفساد. وهناك نوعان من الحفظ يطبقان على اللحوم الطازجة:

1- الحفظ المؤقت Short term preservation : وذلك باستخدام وسائل منع وإعاقة نمو مسببات الفساد من النشاط والتكاثر لفترة زمنية مؤقتة ومحدودة لا تتجاوز عدة أيام أو أسابيع قليلة. ومثال ذلك (التبريد، البسترة، إضافة المضادات الحيوية، والتجفيف الجزئي).

2- الحفظ الدائم Long term preservation : يعتمد على أساس إيقاف نمو الأحياء الدقيقة وتكاثرها ونشاطها ومسببات الفساد لفترات طويلة من الزمن أو القضاء عليها بشكل كامل مع اتخاذ الإجراءات الكفيلة بعدم فسح المجال لمسببات فساد جديدة بالوصول إلى المنتج، وهذا النوع من الحفظ يمتد من عدة أشهر إلى عدة سنوات. ومثال ذلك (التعليب، التجفيد، التجفيف، التملح، التدخين والتشيع).

ومن الشروط الواجب توافرها عند التعامل مع اللحوم الطازجة والمعدة لإجراء عمليات التصنيع المختلفة عليها في مصانع اللحوم:

1- يجب أن لا تزيد فترة التخزين المبرد لهذه اللحوم على خمسة أيام في درجة حرارة صفر إلى 2 م° ورطوبة هواء نسبية 80 - 85 % ويمكن إطالة هذه الفترة إلى 10 - 13 يوماً عند المحافظة على درجات حرارة قريبة من الصفر المئوي.

2- بهدف التقليل ما أمكن من تلوث اللحوم المعدة للتصنيع بالأحياء الدقيقة ومنع زيادة نموها وتكاثرها يجب المحافظة على نظافة الآلات والمعدات المستخدمة في عمليات التصنيع إضافة إلى إجراء الفحوص الطبية الدورية للعاملين.

3- يجب أن تكون الآلات والمعدات المستخدمة في تصنيع اللحوم مصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ وبخاصة الأجزاء التي هي بتماس مباشر مع المادة المصنعة، وأن لا تحتوي هذه المعدات على أماكن ميتة أو ضيقة تتجمع خلالها المادة المصنعة لتشكل المكان الملائم لنمو مسببات الفساد إضافة إلى صعوبة تنظيفها.

4- يجب أن تكون درجات الحرارة داخل صالات التصنيع منخفضة بحدود 5 م° مع وجود التهوية المناسبة والمجهزة بمرشحات (فلتر) تسمح فقط بدخول الهواء النظيف غير الملوث بالغبار أو الأحياء الدقيقة.

5- يراعى عند إجراء عمليات تصنيع اللحوم استخدام المياه النظيفة والخالية من عوامل الفساد وبالنوعية التي تكون صالحة للشرب واتخاذ الاحتياطات الملائمة للمحافظة على نظافتها ومنع تلوثها، أما في حالة وجود الماء العسر فيجب استخدام وحدة تحلية وتطرية المياه لجعله صالحاً للاستخدامات التصنيعية.

6- من أجل المحافظة على نظافة البيئة المحيطة بالمصنع وعدم تلوثها بفضلات المصنع ومياهه المالحة يجب العمل على التخلص من تلك المواد بطرائق لا تسيء إلى البيئة والوسط المحيط.

الخامات المستخدمة في تصنيع اللحوم

أولاً- اللحم **Meat**: تستخدم لحوم أنواع مختلفة من الحيوانات (البقر، العجل، الغنم، الماعز، الخنزير ولحوم حيوانات أخرى إضافة إلى لحوم الدواجن) حيث تستخدم أنواع اللحوم الثانية والثالثة ذات الأسعار الرخيصة والتي يدخل معها لحوم بعض الأعضاء والأجهزة الداخلية، ولا تستعمل لحوم النوع الأول إلا في الأنواع الجيدة من اللحوم المصنعة مثل اللحوم المدخنة.

ثانياً- الدهن **Fat**: يستخدم غالباً في مصنعات اللحوم الدهون الناتجة عن الحيوانات السابقة الذكر حيث تضاف بكميات وأشكال تختلف باختلاف مصنعات اللحوم.

ثالثاً- البروتينات المضافة **Proteins**: حيث تضاف بروتينات متنوعة تختلف فيما بينها حسب مصادرها و الهدف من إضافتها في أثناء تصنيع اللحوم.

1- البروتينات ذات المصدر الحيواني **Animal proteins**: ومنها مسحوق الحليب المجفف والبيض، حيث تضاف بهدف رفع القيمة الغذائية للمنتج النهائي بسبب احتوائها على كافة الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية اللازمة لبناء جسم الإنسان.

2- البروتينات ذات المصدر النباتي **Vegetable proteins**: تضاف على شكل مسحوق الحبوب أو على شكل بروتينات مستخلصة بهدف إغناء المنتج النهائي بالكثير من

البروتينات والعناصر الغذائية الأخرى مثل الألياف والعناصر المعدنية وبعض الفيتامينات، كذلك يمكن أن تضاف هذه البروتينات كهدف اقتصادي للتقليل ما أمكن من التكلفة والتوفير باللحم المضاف والتي تفوق أسعاره أسعار البروتينات ذات المصدر النباتي. ومن المصادر الهامة لهذه البروتينات فول الصويا الذي يأتي في المرتبة الأولى يليه البازلاء، الحمص، الفول البلدي، الفاصولياء والعدس.

رابعاً- المواد المائلة والمعدلة للقوام Extenders and binders: الهدف من إضافتها زيادة ربط المكونات الداخلة في مصنعات اللحوم مثل الماء والبروتين والدهن مع بعضها بعضاً فتحسن القوام وتزيد من نعومته وتساعد على زيادة وزن المنتج النهائي. ومن هذه المواد النشاء والمصادر الغنية به مثل البطاطا والأرز، حيث يضاف النشاء بنسبة تصل إلى 5 %، وهناك أنواع عديدة من النشاء المعدل يتم إنتاجها لتحقيق غاية محددة في المنتج النهائي. ويضاف أيضاً مسحوق الحليب الخالي من الدسم إلى مصنعات اللحوم بنسبة تصل إلى 5 % للهدف نفسه ولزيادة نسبة الكالسيوم. كما يضاف الجيلاتين إلى خلطات اللحوم وخاصة عند تصنيع المرتديلات المعلبة للهدف نفسه وبنسب تتراوح بين 0.5 - 2 %.

خامساً- ملح الطعام Salt: يعمل على تحسين طعم المنتج كما يعمل على محافظة المنتج على رطوبته وتختلف نسبة إضافته باختلاف نوعية المنتجات، ويراعى أن يكون الملح نقياً خالياً من جميع الشوائب وآثار الحديد والنحاس اللذين يشجعان تشكل ظاهرة الأكسدة والتزنخ في المنتجات نصف المصنعة.

سادساً- أملاح النتريت والنترات Nitrites and nitrates: تستعمل كمواد حافظة وممانعة للأكسدة وتعمل على إكساب منتجات اللحوم المصنعة اللون الأحمر الوردي الثابت، ويراعى أن لا تزيد نسبة إضافة أملاح النتريت والنترات على 0.05 % من وزن اللحم.

سابعاً- حمض الأسكوربيك Ascorbates: وهو فيتامين C بالحالة النقية يضاف بهدف تنشيط التفاعل بين نتريت الصوديوم وصبغة المايغلوبين الموجودة في اللحم في أثناء عملية التملح مما يؤدي إلى تحسين لون اللحم المملحة بشكل جيد مع المحافظة على ثبات ألوانها، كما يعمل حمض الأسكوربيك كمادة واقية لتغيرات pH. تضاف هذه المادة بنسبة 0.5 % من وزن اللحم.

ثامنا - الفوسفات وأملاحها Phosphates: تفيد في زيادة كمية الماء المرتبط مع البروتين، تضاف هذه المادة بنسبة 0.5 %، منها ثلاثي فوسفات الصوديوم وحمض بيروفوسفات الصوديوم وثنائي وأحادي فوسفات الصوديوم.

تاسعا - الغلوتامات Glutamates: تضاف هذه المواد بهدف تعزيز نكهة المنتجات المصنعة، ونسبة إضافتها بحدود 0.5 % ومنها غلوتامات أحادية الصوديوم وغلوتامات ثنائية الصوديوم.

عاشرا - السكر sugar: يساعد على تشكل اللون الأسمر البني في المنتجات المصنعة نتيجة لحدوث عملية الكرملة للسكر في أثناء المعاملة الحرارية، كما يفيد السكر في تحسين الطعم والنكهة. وتتراوح نسبة إضافته بين 0.5 - 1 %.

حادي عشر - المواد المانعة للأكسدة Antioxidants: هي مواد تعمل على منع أكسدة الدهون وتزنجها، وتضاف هذه المواد بشكل أساسي إلى منتجات اللحوم المجففة ومنتجات اللحوم نصف المصنعة أو غير المعرضة لعملية الطبخ الكامل مثل أنواع الكفتة المختلفة. وتشمل:

Butylated hydroxyl toluene (AHT)

Butylated hydroxyl anisol (AHA)

Propyl gallatte غالات البروبيل

ونسبة إضافة هذه المواد تتراوح بين 0.001 - 0.02 %.

ثاني عشر - المواد المانعة لنمو فطريات العفن: تضاف بهدف منع نمو فطور العفن على السطح الخارجي لمصنعات اللحوم وبخاصة أنواع المرتديلات والسجق والنقانق المعبئة بأغلفة السلفوان حيث تعمل على منع نمو فطور العفن تحت سطوح هذه الأغلفة. ومن أمثلة هذه المواد سوريات البوتاسيوم بتركيز 2.5 % حيث يتم تغطيس المنتجات المراد معاملتها بهذا المحلول.

ثالث عشر - البهارات والتوابل Spices: وتعد من المواد التي تضاف إلى خلطات اللحم المراد تصنيعها بهدف تحسين الطعم والنكهة والرائحة المميزة لكل صنف من المنتجات المصنعة، كما تسهم بعض هذه المواد (الثوم) في عملية حفظ هذه المصنعات من نمو وتكاثر عوامل الفساد، وتضاف البهارات والتوابل إلى خلطات اللحم بكميات ونوعيات مختلفة وذلك حسب الذوق السائد وحسب العادات والتقاليد الغذائية لكل شعب من الشعوب. تتم إضافة البهارات والتوابل على صورة مسحوق البذور الناعم أو مسحوق الثمار أو الأوراق، مع محافظة هذه المواد على خلوها من

مسببات الفساد والأحياء الدقيقة. ومن أهم البهارات والتوابل المستعملة في خلطات اللحوم نذكر ما يأتي:

اللفل الأسود Black pepper، الفلفل الأبيض White pepper، الفليفلة الحمراء الحلوة والحارة (بابريكا) Paprika، القرفة Cinnamon، جوزة الطيب Nutmeg، الزنجبيل Ginger، القرنفل Clove، الثوم Garlic، البصل Onion، حبوب الهيل Cardamom، بذور الكزبرة Coriander seeds، بذور اليانسون Anis seeds، بذور الكمون Cumin seeds، بذور الكراوية Caraway seeds، بذور الخردل Mustard seeds، المريمية Sage، أوراق الزعتر البري Savory thyme، أوراق الغار Bay leaves، العطرة Marjoram.

تمليح اللحوم Curing

تجري عملية تمليح اللحوم عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق لتحقيق الأغراض الآتية:

1- رفع مقدرة اللحم على ربط الماء وإكسابه اللزوجة والبلاستيكية والقوام المرن.

2- زيادة المردود النهائي وتحسين قوام الناتج وشكله.

3- إعطاء المنتج النهائي اللون المميز له والمحافظة على ثباته.

4- إعطاء الطعم والنكهة المميزة للمنتج.

تتم عملية التملح بطرائق عديدة، لكن أكثر هذه الطرائق شيوعاً عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق هي طريقة تمليح القطع الكبيرة للحم، أو طريقة تمليح اللحم بعد فرمه بشكل ناعم. وتختلف كمية الملح التي تضاف حسب أنواع المنتجات، فعند إنتاج المرتديلات المعلبة والمرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة والسجق والنقانق الطازجة تكون بحدود 2 - 2.5 %، أما عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المجففة ونصف المجففة فتكون بحدود 3 - 4 % ثم تزداد هذه النسبة في المنتج الجاهز بعد المعاملة الحرارية إلى 4 - 5 % بسبب تبخر جزء من رطوبة المنتج في أثناء التدخين والتجفيف. وتتوقف المدة اللازمة لعملية تمليح اللحم على الأمور الآتية:

1- سرعة نفاذية الملح.

2- طريقة إضافة الملح (محلول، جاف).

3- درجة فرم ونعومة اللحم (قطعاً كبيرة، قطعاً صغيرة، فرماً ناعماً).

بعد إجراء عملية التملح يترك اللحم المملح فترة من الزمن تختلف باختلاف أنواع المنتجات المصنعة فهي بحدود 10 - 12 ساعة عند إنتاج المرتديلات المطبوخة، و 6 - 8 ساعات عند

إنتاج السجق والنقانق المطبوخة، و 24 - 48 ساعة عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة، و 5 - 7 أيام عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المجففة. مع مراعاة أن تكون درجة الحرارة في أثناء حفظ اللحم المملح 2 - 4 م°.

والهدف من عملية ترك اللحم مملحا لفترة من الوقت يعود للأسباب الآتية:

1- لضمان انتظام توزيع الملح بشكل متساو داخل اللحم المفروم أو على سطوح اللحم المقطع وداخله.

2- إعطاء الفرصة لبروتينات اللحم بالتفاعل التبادلي مع المحلول الملحي وزيادة نسبة البروتينات الذائبة فيه.

في أثناء إجراء عملية التمليح تضاف كميات قليلة من الفوسفات بحدود 0.5 %، والهدف من إضافة الفوسفات مع عملية التمليح هو زيادة كمية البروتينات الذائبة ورفع مقدرة اللحم على ربط الماء وإكسابه اللزوجة الكافية.

كما يضاف في أثناء عملية التمليح نترات الصوديوم بكميات قليلة جداً 0.05 % من وزن اللحم، وذلك للمحافظة على ثبات لون اللحم المملح، فكما هو معروف أن الميوغلوبين Myoglobin هو الصباغ الرئيس في اللحم الطازج ذو لون أرجواني ويتحول إلى الأوكسي ميوغلوبين Oxymyoglobin ذي اللون الأحمر اللامع عند التعرض للأوكسجين. وبذلك فعند تقطيع اللحم لأول مرة يكون لونه أرجوانياً، وسرعان ما يتغير لون سطوحه بعد التعرض للهواء فيصبح أحمر لامعاً. وتكون ألوان سطوح القطع الكبيرة حمراء لامعة لكنها أكثر دكانة في الأجزاء الداخلية وذلك لأنها تتعرض للهواء بمقدار أقل من تعرض السطوح الخارجية. إلا أن ذلك اللون الأحمر اللامع الخاص بالأوكسي ميوغلوبين الذي يتشكل بعد التعرض للهواء غير ثابت لمدة طويلة، إذ إن استمرار التعرض يؤدي إلى مزيد من الأكسدة والتحول إلى متميوغلوبين Metmyoglobin ذي اللون البني. وعند طهي اللحم الطازج تتغير طبيعة هذه الصباغات البروتينية وينال التغيير جزءاً يسيراً من أوكسي ميوغلوبين وبالتالي يتحول لون اللحم إلى اللون القرمزي، أما اللحم الذي يترك دون طهي لينضج فيخرب الكثير فيه من صباغ الأوكسي ميوغلوبين ويصبح لونه مائلاً إلى البني. غير أن اللحوم المملحة Cured بإضافة النترت أو النترات تكون ذات لون أحمر، وتبقى كذلك طيلة مدة الطهي، حيث تشكل النترت أو النترات مع الميوغلوبين صباغ أوكسيد آزوت الميوغلوبين Nitric oxide myoglobin ذي اللون الأحمر،

ويحول الطهي أوكسيد آزوت الميوغلوبين إلى صباغ أوكسيد آزوت الهيموكروموجين Nitric oxide hemochromogen ذي اللون القرمزي أو الأحمر.

ومن أجل تنشيط التفاعل بين نترتيت الصوديوم وصبغة المايغلوبين الموجودة في اللحم في أثناء عملية التمليح يضاف حمض الأسكوربيك (فيتامين C في الحالة النقية) مما يؤدي إلى تحسين لون اللحوم المملحة بشكل جيد مع المحافظة على ثبات ألوانها. وبشكل عام يمكن أن تتم عملية تمليح اللحوم بإضافة خليط مكون بشكل أساسي من الملح إضافة إلى الفوسفات ونترتيت أو نترات الصوديوم وحمض الأسكوربيك Ascorbic acid، وأحيانا يضاف إلى هذه الخلطة كميات قليلة من السكر لتحسين النكهة. وهناك خلطات عديدة وجاهزة من مكونات التمليح والبهارات والتوابل تصنع وتحضر خصيصاً في أثناء إنتاج أنواع محددة من مصنعات اللحوم.

الآلات والمعدات المستخدمة في تصنيع اللحوم

أولاً- آلات فرم اللحم والدهن Grinders

تجري عملية فرم اللحم والدهن بمساعدة آلات خاصة تعمل على فرم قطع اللحم إلى درجات مختلفة من النعومة تتعلق بنوعية المنتج المراد تصنيعه وذلك بتغيير الأقراص المثقبة التي يخرج منها اللحم المفروم، وأقطار ثقب هذه الآلات متدرجة حسب نوعية المنتج حيث تتراوح من 2 - 6 ملم. فعند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المجففة ونصف المجففة تستخدم أقراص الفرمة بثقوب ذات قطر 4 - 6 ملم، أما عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة فتستخدم أقراص الفرمة بثقوب ذات قطر 2 - 3 ملم وذلك للحصول على لحم مفروم ناعم بشكل جيد. وتتألف آلة الفرمة من الأجزاء الآتية:

- 1- **مخزن اللحم:** وهو القمع الذي توضع بداخله قطع اللحم المراد فرمها.
- 2- **جهاز الفرمة الميكانيكي:** ويتكون من الأقراص المثقبة والشفرات إضافة إلى عزقات ولوالب التثبيت و حلزون التغذية.
- 3- **لوحة تحكم:** وفيها يتم تنظيم سرعة دوران المحرك.
- 4- **هيكل الآلة وقاعدتها.**

تتراوح سرعة دوران الشفرات من 1050 إلى 1150 دورة في الدقيقة. تجري عملية فرم الدهن بواسطة آلة فرم اللحم نفسها، لكن في بعض أنواع المرتديلات والتي تكون فيها قطع الدهن ظاهرة داخل المنتج يتم فرم الدهن باستعمال أقراص ذات ثقب كبيرة بقطر 5 - 6 ملم.

ثانياً- آلات الخلط Mixers and blenders

تجري عملية خلط اللحم ومكوناته داخل جهاز خاص يدعى بجهاز الخلط (الخلاط)، ويتكون هذا الجهاز من الأجزاء الآتية:

- 1- **عربة التغذية:** تعمل على تغذية جهاز الخلط باللحم المفروم والدهن والمواد المضافة. وعاء أو حجرة الخلط: وهو عبارة عن وعاء أسطواني أو على شكل إناء نصف كروي يتوضع على قاعدة تساعد على الدوران، وتفريغ المحتويات، وفي بعض الأجهزة يكون ثابتاً غير متحرك.
- 2- **ذراع الخلط:** وهو محور موصول بجسم الجهاز تتوضع عليه ذراعان أو أكثر يتوسط وعاء أو حجرة الخلط دون ملامستها، وهو يدور بسرعات مختلفة يعمل على خلط المواد الموجودة داخل حجرة الخلط.
- 3- **غطاء الجهاز:** يمكن من خلاله مشاهدة عملية الخلط، حيث يغلق بشكل محكم في أثناء عمل الجهاز.
- 4- **وحدة تفريغ الهواء:** تعمل على سحب الهواء والفقايع الهوائية من داخل المنتج في أثناء عملية الخلط.
- 5- **ذراع تفريغ:** يعمل على تفريغ محتويات حجرة الخلط بعد الانتهاء من عملية الخلط.
- 6- **لوحة المراقبة والتحكم:** وفيها يتم تشغيل الجهاز والتحكم بسرعة دوران ذراع الخلط. يعمل الجهاز على خلط اللحم المملح والدهن المفروم وكميات البهارات المضافة بشكل جيد حتى يصبح القوام ليناً قابلاً للمد والتشكيل، مع ملاحظة تفريغ الخلاط من الهواء بشكل تام في أثناء عملية الخلط للمحافظة على تجانس الخلطة والتخلص من الفقاعات الهوائية التي تسبب إلى شكل المنتج بعد المعاملات الحرارية.

ثالثاً- آلات السحق والتنعيم (الاستحلاب)

Emulsion mills, cutters and comminuters

تجري عملية السحق والتنعيم للحم والدهن والماء والبهارات وبقية الإضافات الأخرى داخل جهاز خاص يدعى بجهاز الاستحلاب.

ويتكون هذا الجهاز من الأجزاء الآتية:

- 1- **عربة التغذية:** تعمل على تغذية جهاز الاستحلاب باللحم المفروم والمواد المضافة.
- 2- **صحن التنعيم والسحق:** وهو صحن دوار تجري بداخله عملية التنعيم والسحق.
- 3- **السكاكين:** وهي شفرات حادة جداً معقوفة تتوضع على محور موجود في مركز الصحن الدوار، وهي تدور بسرعات عالية تعمل على سحق المواد الموجودة داخل الصحن.
- 4- **غطاء الصحن:** يمكن من خلاله مشاهدة عملية السحق والتنعيم، حيث يغلق بشكل محكم في أثناء عمل الجهاز.
- 5- **ذراع تفريغ:** يعمل على تفريغ محتويات الصحن بعد الانتهاء من عملية السحق والتنعيم.
- 6- **لوحة المراقبة والتحكم:** وفيها يتم تشغيل الجهاز والتحكم بسرعة دوران الصحن والشفرات الحادة.

توضع كميات اللحم والدهن المفرومة والبروتينات النباتية والحيوانية والماء المتلج والبهارات والإضافات الأخرى جميعها داخل الجهاز وبشكل متعاقب وبفترات زمنية ثابتة ومحددة ترتبط بنوعية المنتج وبسرعة دوران الصحن والشفرات الحادة.

يعمل جهاز الاستحلاب على تجانس جميع المواد السابقة وسحقها بوجود الماء والوصول إلى حالة من المستحلبات مما يؤدي إلى زيادة قدرة اللحم المفروم على ربط الماء ورفع نوعية الناتج وكميته. ونتيجة لاستخدام هذا النوع من الأجهزة يتحطم قوام الألياف العضلية وينتج قوام لدن قابل للمد بمشاركة الماء المضاف والدهن، ويلحظ أن الحرارة ترتفع كثيراً في أثناء القيام بهذه العملية وبخاصة بالقرب من محور الشفرات الحادة مما يؤدي إلى تخثر البروتينات وتجمعها وبالتالي خفض قدرة اللحم على ربط الماء وسوء الصفات التركيبية للحم الناتج والحصول على منتج ضعيف القوام وقليل العصيرية والكمية، لذلك يجب إضافة الماء البارد (حرارته قريبة من الصفر) أو الثلج المجروش. أما في حالة استخدام اللحوم المجمدة فلا ترتفع الحرارة وبالتالي يمكن استخدام مثل هذه اللحوم في أثناء إعداد المرتديلات والسحق والنقائج المجففة أو نصف المجففة، لأنه في هذه الحالة لا يضاف الماء إلى خلطة هذه الأنواع من المرتديلات وبخاصة المجففة منها. تستمر فترة السحق والتنعيم على جهاز الاستحلاب بحدود 8 - 12 دقيقة. وهناك نوع من أجهزة السحق والتنعيم مع التفريغ الهوائي وذلك لتسهيل عملية فصل الغازات الهوائية من المستحلب الناتج، وبالتالي لا تظهر العيوب الفراغية في المنتج. وتتجلى فوائد استخدام آلة السحق والتنعيم بما يأتي:

أ) السرعة في إنجاز العمل وسرعة تداول المواد المضافة وسهولة التحكم بإضافتها.
ب) تفكيك قوام الألياف العضلية لأنسجة اللحم وتحطيمها وسحق وتنعيم الدهن والإضافات الأخرى.

ت) سهولة الحصول على قوام مرغوب خال من العيوب والفجوات الهوائية التي تسيء إلى شكل المنتج.

توضع كميات اللحم المفرومة داخل صحن الجهاز ويشغل ثم يضاف الماء البارد أو الثلج تدريجياً ثم البروتينات المضافة وبعدها البهارات والتوابل والإضافات الأخرى، بعد ذلك يضاف الدهن المفروم، أن وقت إضافة الدهن يتوقف على حجم قطعة الدهن المرغوبة في المنتج، فإذا كانت أحجام قطع الدهن كبيرة يضاف قبل الانتهاء من عملية الاستحلاب وذلك لتعاشي سحق هذه القطع وتنعيمها، أما إذا كانت صغيرة فتضاف في أثناء عملية السحق والتنعيم.

رابعاً- آلات التعبئة وحشو الخلطة Sausages stuffers

تجري عملية التعبئة للخلطات بعد الانتهاء من عملية الاستحلاب وذلك ضمن الأغلفة الطبيعية أو الصناعية. تتم عملية التعبئة بمساعدة أجهزة خاصة تدعى المحاقن، وتقسم إلى:

1- المحاقن اليدوية: وهي أسطوانة تحوي داخلها صفيحة معدنية تتوضع عليها الخلطة، ويوجد أسفل هذه الصفيحة مكبس متحرك يرفع هذه الصفيحة للأعلى بفعل الحركة الميكانيكية المطبقة عليه مما يؤدي إلى الضغط على الخلطة ورفعها للأعلى باتجاه قمع ينتهي بقرن التعبئة، يتم اختيار قطر قرن التعبئة تبعاً لأقطار وقياسات الأغلفة المستعملة في تعبئة الخلطات وتبعاً لنوعية المنتجات. تستخدم المحاقن اليدوية عادة عند تعبئة الخلطات الحاوية على قطع كبيرة من الدهن أو المواد الأخرى (الزيتون، الفستق، الجوز) وذلك تجنباً لتلفها وتغير أشكالها وتحولها إلى الحالة الناعمة، لأن عملية الضخ هذه تجري ببطء وبشكل يدوي يمكن معه التحكم في سرعة الضخ والتعبئة.

2- المحاقن الآلية: مبدأ عمل هذه المحاقن مشابه تماماً للمحاقن اليدوية، إلا أنه في هذه المحاقن يستخدم الهواء المضغوط الناتج عن مضخة هواء آلية. تمتاز هذه المحاقن بالصفات الآتية: السرعة في إنجاز العمل و تماثل المنتجات بالأوزان والمقاييس.

يتم تعبئة المرتديلات المطبوخة باستعمال الأغلفة ذات الأقطار الكبيرة نسبياً، بينما المرتديلات المدخنة المجففة ونصف المجففة فيجري تعبئتها باستعمال الأغلفة ذات الأقطار الصغيرة والتي

تتميز برقتها وإمكان أكلها مع المنتج. عند تعبئة خلطات المرتديلات المطبوخة يتم الحقن تحت ضغط $5 - 6 \times 10^5$ باسكال، أما بالنسبة للمرتديلات المجففة ونصف المجففة فيتم الحقن تحت ضغط 13×10^5 باسكال، بينما منتجات السجق والنقانق $4 - 5 \times 10^5$ باسكال. ويراعى عدم زيادة التعبئة داخل الأغلفة في حالات المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة وذلك لتحاشي تمزق الأغلفة في أثناء المعاملات الحرارية التالية، أما بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق المجففة ونصف المجففة فيمكن المبالغة في تعبئتها وذلك لأن حجمها ينقص في أثناء المعاملة الحرارية. وأخيراً يوصى عند وضع الخلطات داخل محاقن التعبئة أن ترص بشكل جيد حتى لا تظهر الفراغات والجيوب الهوائية داخل المنتج.

خامساً- آلات تشكيل الوصلات وربط القوالب Linkers:

تجري هذه العملية مباشرة بعد الانتهاء من عملية حقن الخلطات داخل الأغلفة، وتتم إما يدوياً وذلك عن طريق ربط نهايتي القوالب بواسطة خيوط غليظة ومتينة، ويتم عمل شبكة من هذه الخيوط حول القالب دون الضغط عليه، وغالباً ما تستخدم هذه الطريقة عند إنتاج كميات قليلة من أنواع المرتديلات، أو يمكن أن تجري هذه العملية بشكل آلي باستخدام الهواء المضغوط، حيث يتم ربط نهايتي القالب بواسطة محابس معدنية. أما بالنسبة الى النقانق والسجق فيتم ربطهما عن طريق فتلهما بشكل جيد مما يؤدي إلى تشكل فاصل بين القطعة والتي تليها. وهناك آلة متخصصة تقوم بعملية حقن الخلطات داخل الأغلفة وربط القوالب الناتجة عنها. وتتألف هذه الآلة من الأجزاء الآتية:

1- جهاز التزويد بالأغلفة والمحابس المعدنية

2- جهاز حقن الخلطة داخل الأغلفة

3- جهاز ربط أطراف القوالب المعبأة بواسطة المحابس

بعد الانتهاء من عملية تشكيل الوصلات والربط يعمد إلى وخز القوالب بواسطة الدبابيس وذلك للتخلص من الفقاعات الهوائية الموجودة داخل القوالب والتي تسيء إلى شكل المنتج بعد المعاملة الحرارية. ثم تعلق القوالب من أحد طرفيها بحيث تبقى حرة في الهواء لا تلامس سطوحها أي جزء من سطوح المعدات والقوالب المجاورة، وبذلك ينتشر الهواء على سطوحها انتشاراً جيداً ولا يتشكل عليها بقع كما يحدث إذا كانت متلامسة مع السطوح المجاورة. بعد ذلك ترسل هذه القوالب مباشرة الى المعاملات الحرارية وذلك عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة، بينما تحفظ هذه

القوالب قبل إجراء المعاملات الحرارية عليها داخل غرف خاصة بذلك من أجل عملية الترييح وذلك عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المجففة ونصف المجففة. رطوبة الهواء النسبية داخل هذه الغرف 80 - 85 % ودرجة الحرارة داخلها 8 م° والمدة الزمنية اللازمة لهذه العملية 2 - 4 ساعات بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة، بينما تكون 2 إلى 4 م° ولمدة 5 - 7 أيام بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق المجففة. والهدف من حفظ القوالب لفترة من الزمن قبل إجراء المعاملات الحرارية يعود إلى ما يأتي:

- 1- إعطاء الفرصة لاستقرار تكوين القالب وظهور ما يسمى التركيب الثاني.
- 2- تتابع التفاعلات المرتبطة ب تثبيت اللون.
- 3- تجفيف سطح القوالب بشكل جزئي.
- 4- إنضاج اللحم بتأثير الأنزيمات النسيجية والميكروبية.

أغلفة المرتديلات والسجق والنقانق Casings

تعمل الأغلفة المستعملة في تعبئة خلطات المرتديلات والسجق والنقانق على حفظ هذه المصنعات من عوامل الفساد الخارجية والضغط الميكانيكية المؤثرة فيها في أثناء التسويق والتخزين، كما أنها تعطيها الشكل المطلوب والمميز لكل نوع من هذه المصنعات. لذلك يجب أن تتمتع هذه الأغلفة بالصفات الآتية:

- 1- المرونة والمتانة الكافية
- 2- النفاذية لبخار الماء والغازات
- 3- مقاومتها لفعل عوامل الفساد والوسط الخارجي
- 4- متماسكة في أثناء المعاملة الحرارية
- 5- اتصالها الجيد بالمنتج اللحمي
- 6- رخيصة الثمن
- 7- سهولة الحفظ والتسويق والاستعمال.

تقسم الأغلفة المستعملة في تشكيل المرتديلات والسجق والنقانق إلى قسمين:

أولاً- **الأغلفة الطبيعية Natural casings**: وهي الأمعاء المعاملة والمنظفة لجميع أنواع الحيوانات أو الأغلفة الحيوانية Animal casings. وغالباً ما تستخدم هذه الأغلفة عند إنتاج الأنواع النيئة المجففة للمرتديلات والسجق والنقانق. تجهز الأغلفة الطبيعية كما يأتي: تفرغ من

محتوياتها بشكل كامل ثم تغسل بالماء البارد من الداخل والخارج عن طريق ضخ الماء إلى داخلها، بعد ذلك تتقع بالماء البارد لمدة 2 - 3 ساعات بالنسبة إلى أمعاء الحيوانات الصغيرة، و 12 - 16 ساعة بالنسبة إلى أمعاء الحيوانات الكبيرة، يلي ذلك عملية تفريغها من الماء وتصفيتها بشكل جيد ثم تجفف عن طريق ضخ الهواء إلى داخلها. ثم تجري عملية قصها وتهذيبها وإزالة الأجزاء المتضررة منها لتصبح جاهزة لعملية التعبئة. تتميز الأغلفة الطبيعية بسرعة فسادها وتأثرها بفعل العوامل الخارجية، لذلك يجري إرسالها مباشرة لعمليات التعبئة بعد الانتهاء من تجفيفها أو يتم تخزينها على درجات حرارة منخفضة قريبة من الصفر المئوي داخل أوعية تحتوي الماء البارد، وهناك طريقة أخرى لتخزينها عن طريق إحاطتها الكاملة بالملح على أن تغسل جيداً وتجفف مرة أخرى قبل عملية تعبئتها. يجب أن لا تزيد فترة تخزين الأغلفة الطبيعية على 5 - 7 أيام في البرادات العادية. بينما تخزن لفترات أطول عند إحاطتها بالملح بشكل كامل.

ثانياً - الأغلفة الصناعية Synthetic casings: وهي منتجات صناعية تتميز برخص ثمنها بالمقارنة مع الأغلفة الطبيعية وإمكان إنتاجها بمقاييس ومواصفات وأقطار متعددة وذلك حسب نوع المنتجات المصنعة مما يتيح توافر الشروط الملائمة والمطابقة لعمل آلات التعبئة والحقن، كما تتميز هذه الأغلفة بسهولة حفظها ونقلها وعدم احتياجها إلى شروط خاصة كما في الأغلفة الطبيعية. وهناك أنواع عديدة من الأغلفة الصناعية تختلف عن بعضها بعضاً باختلاف المواد المصنعة منها. ومن أهم هذه الأغلفة:

1- الأغلفة المصنعة من البروتينات الصناعية (بروتيزين) : تمتاز هذه الأغلفة بالمرونة

وقدرتها على الالتصاق بالمنتج اللحمي وعدم الانفصال عنه في أثناء المعاملات الحرارية، كما أنها تتميز بالمتانة والنفاذية النسبية لبخار الماء والغازات.

2- الأغلفة المصنعة من السللوز: تتميز هذه الأغلفة بمتانتها وتماسكها الجيد في أثناء

المعاملة الحرارية لكن نفاذيتها ضعيفة لبخار الماء والغازات وتتفصل عن سطح المنتج عندما يقل حجمه بالتجفيف، لذلك لا تستخدم هذه الأنواع في تعبئة المرتديلات والسجق والنقانق المجففة ونصف المجففة.

3- الأغلفة المصنعة من البوليميرات الصناعية (السولفان) : تتميز هذه الأغلفة برقتها

ومتانتها العالية ورخص ثمنها لذلك تعد من أكثر الأغلفة الصناعية انتشاراً.

4- الأغلفة المصنعة من البكتينات والنشويات: تمتاز هذه الأغلفة بأنها تؤكل مع المنتج بعد المعاملة الحرارية.

وبشكل عام تقطع الأغلفة الصناعية حسب الأطوال والمقاييس المطلوبة ثم يتم نقعها بالماء العادي لمدة 2 - 3 ساعات قبل البدء بتعبئتها.

أنواع منتجات المرتديلات والسجق والنقانق

انتشرت في الآونة الأخيرة عمليات تصنيع المرتديلات والسجق والنقانق بشكل كبير مما زاد في أنواعها وأصنافها، لذلك ومن أجل تسهيل دراسة هذه المنتجات يمكن تقسيمها تبعاً للعمليات التكنولوجية والتصنيعية التي تجري عليها ونوعية الخامات الداخلة في تكوينها والمعاملات الحرارية التي تطبق عليها إلى ما يأتي:

1- منتجات المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة

2- منتجات المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة والمجففة

3- منتجات السجق والنقانق الطازجة

4- منتجات المرتديلات والسجق والنقانق المصنعة من الدم

5- منتجات المرتديلات والسجق والنقانق الخاصة بالمرضى والأطفال وكبار السن

وبشكل عام يجب أن تتوفر في المنتج الجاهز من هذه المصنعات الشروط الآتية: النوعية الجيدة والمطابقة الكاملة للمواصفات والمقاييس الموضوعة لكل صنف (الشكل الخارجي، القوام، اللون، الطعم، الرائحة والنكهة، نسبة البروتين، نسبة الدهون، نسبة الرطوبة، نسبة الملح والنترت المتبقي).

بالنسبة إلى الحوم الداخلة في تصنيع هذه المنتجات يمكن استخدامها طازجة بعد الذبح مباشرة شريطة انقضاء مرحلة التيبس الرمي وذلك عن طريق تبريدها تبريداً مباشراً بعد عمليات الذبح والسلخ والتنظيف. وقد لاحظ أن إعداد المرتديلات والسجق والنقانق من اللحوم الطازجة بعد الذبح والتبريد مباشرة يؤدي إلى رفع مقدرة اللحم على ربط الماء ويزيد من الطراوة وبالتالي زيادة المردود النهائي لهذا المنتج.

أما عند استخدام اللحوم المبردة لمدة 2 - 3 أيام نحصل على نوعية جيدة من جميع أصناف المرتديلات والسجق والنقانق، لكن اللحوم المجمدة تعطي مصنعات أقل جودة (بخاسة المطبوخة) حيث إن قدرتها على ربط الماء ضعيفة والمواد المستخلصة فيها قليلة لضياعتها مع السائل

المنفصل بعد إزالة حالة التجميد عنها، ولا يسمح باستخدام اللحوم المجمدة لمرتين مما يؤدي إلى سوء الصفات النوعية للمصنعات الناتجة.

ويجب أن تتوفر في اللحوم صفات الزوجة الجيدة دون أي علائم لوجود التزنخ الدهني، ومأخوذة من حيوانات سليمة خالية من الأمراض. كما يجب أن تتوفر في المواد الأخرى المواصفات القياسية لها من نقاوة ونظافة وخلو من الميكروبات.

يتضمن تصنيع المرتديلات والسجق والنقانق عدداً من العمليات المتعاقبة بشكل منتظم، ولكل عملية من هذه العمليات أهميتها الخاصة، فكل مرحلة تصنيعية تجري على اللحوم والخامات المضافة يجب تنفيذها بشكل تام وجيد لأن إهمال إحدى هذه المراحل التصنيعية ينعكس سلباً على صفات المنتج النهائي.

المعاملات الحرارية التي تجري على المرتديلات والسجق والنقانق

تتم جميع المعاملات الحرارية التي تجري على المرتديلات والسجق والنقانق ضمن جهاز واحد يحتوي على جميع نظم المعاملات الحرارية من شي وسلق وتبريد وتذخين وتجفيف، وذلك عن طريق برمجته لتحديد درجة الحرارة المطلوبة ونسبة الرطوبة اللازمة والفترة الزمنية لكل عملية من العمليات السابقة، ويمكن أن تجري كل معاملة من المعاملات السابقة على حدة ضمن جهاز منفصل عن الآخر. وقد استنبطت المعدات والتجهيزات التي تمكن من تنفيذ المعاملات الحرارية المؤتمتة، إذ بموجبها تتم جميع عمليات التنظيم والتحكم والإشراف من خلال ما يسمى المعالج الدقيق، وتتطوي مبتكراته على تنفيذ المعاملات الحرارية خطوة خطوة.

وعموماً يتم إجراء المعاملات الحرارية على المرتديلات والسجق والنقانق ضمن تسلسل مبرمج يبدأ بعملية الشي المترافقة بعملية التذخين وذلك في المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة، ثم يلي ذلك عملية السلق ثم التبريد. أما في المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة فتتفصل عملية الشي عن عملية التذخين، حيث يتم البدء بعملية الشوي ثم السلق ثم التذخين إضافة إلى التجفيف. بينما في المرتديلات والسجق والنقانق المجففة فلا تظهر عمليات الشي والسلق، حيث تقتصر المعاملات الحرارية في هذه الحالة على عمليتي التذخين والتجفيف. وسنتناول بشيء من التفصيل كل عملية من هذه العمليات على حدة:

1- عملية الشي: تجري هذه العملية باستخدام الهواء الساخن الجاف (الحرارة الجافة) Dry

hot air، وتختلف درجة الحرارة والوقت اللازم لإتمام هذه العملية باختلاف المنتجات

المصنعة، فعند إنتاج المرتديلات المطبوخة تكون درجة حرارة الشي 100 - 120 م° والمدة الزمنية اللازمة لإجراء هذه العملية تكون بحدود 60 - 80 دقيقة، بينما في السجق والنقانق المطبوخة تكون 80 - 100 م° ولمدة 50 - 60 دقيقة، علماً أن عملية الشوي في كلتا الحالتين السابقتين مترافقة مع عملية التدخين. أما بالنسبة للمرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة فتكون درجة حرارة الشي 80 - 100 م° ولمدة 70 - 90 دقيقة وتكون فيها عملية الشي منفصلة عن عملية التدخين. بينما لا تجري عملية الشي في المرتديلات والسجق والنقانق المجففة.

2- عملية السلق: تتم عملية السلق بوساطة بخار الماء الساخن (الحرارة الرطبة) Wet hot air، وتجري هذه العملية على المرتديلات المسلوقة والسجق والنقانق المطبوخة والممرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة. حيث تكون درجة حرارة بخار الماء الساخن في جميع الحالات 75 - 85 م°، لكن تختلف الفترة الزمنية اللازمة لإنجاز هذه العملية باختلاف نوع المنتجات، فهي 60 - 80 دقيقة في المرتديلات المطبوخة، و25 - 30 دقيقة في السجق والنقانق المطبوخة، و70 - 90 دقيقة في المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة. وبنتيجة عملية السلق بوساطة بخار الماء الساخن يحصل تخثر وتجمع للبروتينات وتتلف الأنزيمات والصورة الخضرية للميكروبات، ويتغير قوام الناتج لنحصل على هيكل فراغي غير متقطع يربط الماء والمواد الذائبة فيه.

3- عملية التبريد Cooling: تجري هذه العملية فقط على المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة بعد الانتهاء من عملية السلق والمعاملات الحرارية، بينما تكون هذه العملية فاصلاً يسبق عملية التدخين في المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة. والهدف من هذه العملية هو تقليل الفساد ومنع الفاقد في المنتج. تتم عملية التبريد بدرجة حرارة 8 إلى 15 م° بوساطة رذاذ الماء البارد ورطوبة هواء نسبية 95 %، وتستمر هذه العملية 2 - 3 ساعات في جميع المنتجات.

4- عملية التدخين Smoking: التدخين هو معاملة سطح المنتج اللحمي بالمواد الموجودة في الدخان الذي ينتج عن عملية الاحتراق البطيء للأخشاب. يدخل في تركيب الدخان مجموعات متعددة من المركبات كالفينولات والألدهيدات والكيثونات والأحماض العضوية والكحول الإيثيلي والرماد والرائحة (القطران).

والغرض من عملية التدخين ما يأتي:

(أ) إعطاء المنتج اللون الخاص به والطعم والنكهة القوية

(ب) تجفيف سطح المنتج وإكسابه البريق واللمعان

(ت) رفع مقاومة المنتج لفعل البكتريا التعفنفة وأكسجين الهواء

في أثناء إجراء هذه العملية تترسب مواد التدخين على سطح المنتج ثم تنتقل جزئياً إلى الداخل، وفي الوقت نفسه يحدث تبخر لجزء من رطوبة اللحم بسبب الاختلاف المبدئي للأبخرة في الدخان وعلى سطح المادة المدخنة، حيث يتم انتقال الرطوبة من المركز إلى السطح فيحدث التجفيف الجزئي. يمكن تنظيم تركيز مواد التدخين عن طريق تغيير كثافة وسرعة تحرك الدخان، هذا ويجب الإشارة إلى أن سرعة انتقال مواد التدخين داخل المنتج غير كبيرة نسبياً وتتأثر بالحرارة وتركيب المنتج، كما أن درجة التجفيف التي تحدث في أثناء التدخين تتأثر بالإضافة إلى ما سبق بالرطوبة النسبية في الوسط المحيط. تعود الفاعلية الحفظية للتدخين إلى تأثير مواد الدخان المثبط لفعل الأحياء الدقيقة والتجفيف الحاصل وتضاد الأكسدة. وبسبب تراكم مواد الدخان تتبخر الرطوبة وبخاصة من على السطح كما تزداد فعالية الأنزيمات بحرارة التدخين مما يكسب الناتج منظرًا مرغوبًا ونكهة مميزة وقواماً طرياً. تستخدم في عملية التدخين أخشاب الأشجار عريضة الأوراق كالزان والبتول والبلوط والهور (دون قشرة)، ولا تستخدم أخشاب الأشجار الصنوبرية لاحتوائها على كمية عالية نسبياً من المواد الراتنجية التي تعطي المنتج طعماً مرّاً.

يمكن أن تتم عملية التدخين ضمن غرف تدخين ثابتة أو عن طريق أجهزة التدخين الآلية الدوارة، حيث تعلق المادة المراد تدخينها على السلاسل المتحركة الدوارة وتتعرض للدخان، ويوضع مصدر التدخين عادة في أسفل برج التدخين بصورة موقد أو ينتقل عبر أنابيب من مدخن مركزي، ويلحظ قبل البدء بعملية التدخين وتحميل المنتج رفع حرارة غرف التدخين إلى درجة حرارة أعلى من درجات حرارة التدخين بحوالي 10 م° وتستمر على ذلك بعد تحميل المنتج وبدء التدخين لعدة ساعات وذلك بهدف تجفيف سطح المنتج. وتعرف نهاية عملية التدخين بتحديد المدة اللازمة لها وبالدلائل الحسية المميزة لكل منتج.

وكما ذكرنا سابقاً تجري عملية التدخين بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقائق المطبوخة بشكل مترافق مع عملية الشوي. أما بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقائق نصف المجففة فتجري عملية التدخين بعد الانتهاء من عملية التبريد، وتكون درجة حرارة التدخين 35 - 50 م° والفترة الزمنية اللازمة لها 12 - 24 ساعة، أما بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقائق المجففة فتجري عملية التدخين بعد الانتهاء من عملية ترييح القوالب، وتكون درجة حرارة التدخين 18 - 22 م° والفترة الزمنية اللازمة لها 2 - 3 أيام.

5- عملية التجفيف Drying: تجري هذه العملية ضمن غرف مهواة وعلى درجة حرارة 10 - 12 م°، ورطوبة هواء نسبية 75 %. وتختلف الفترة اللازمة لهذه العملية باختلاف المنتجات، حيث تتراوح من 2 - 3 أيام بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقائق نصف المجففة، و25 - 30 يوماً بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقائق المجففة. والغرض من هذه العملية هو التخلص من أكبر كمية ممكنة من رطوبة المنتج وإتمام التفاعلات المرتبطة بتنشيط اللون والإنضاج مما يؤدي إلى زيادة مقاومة المنتج لعوامل الفساد المختلفة وبالتالي زيادة فترة حفظه وتخزينه.

بعد الانتهاء من تنفيذ المعاملات الحرارية على المنتجات المصنعة ترسل الى الأسواق بهدف استهلاكها مباشرة أو تخزين لفترات قصيرة أو طويلة تبعاً لنوعية المنتج.

حيث تخزن المرتديلات والسجق والنقائق المطبوخة لمدة 48 - 72 ساعة على درجة حرارة 8 م°، ويمكن إطالة هذه الفترة إلى 5 - 7 أيام عند التخزين على درجة حرارة 4 - 5 م°. كما تخزن المرتديلات والسجق والنقائق نصف المجففة لمدة 10 أيام على درجة حرارة 12 م°، ويمكن إطالة هذه الفترة إلى 20 - 25 يوماً عند التخزين على درجة حرارة 4 - 5 م°، بينما تخزن المرتديلات والسجق والنقائق المجففة لمدة 4 أشهر على درجة حرارة 12 - 15 م° ويمكن إطالة هذه الفترة إلى 6 - 7 أشهر عند التخزين على درجة حرارة 4 - 5 م°.

تصنيع المرتديلات والسجق والنقائق المطبوخة

Processing of cooked sausages and Mortadella

تتميز المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة بقيمتها الغذائية العالية وطعمها اللذيذ، حيث يمكن استهلاكها مباشرة دون إعداد إضافي في البيوت (عدا بعض أنواع النقانق الطازجة التي تعرض للمعاملة الحرارية قبل تناولها). كما تتميز هذه المنتجات بأنها تصلح لجميع الوجبات والأوقات وخاصة في الوقت الحاضر بسبب قلة الوقت اللازم لعمليات التحضير والطبخ المنزلي، كما يمكن أن تحفظ هذه المنتجات لفترات قصيرة (عدة أيام) أو فترات طويلة (عدة أشهر) وذلك حسب أنواعها، فيمكن حفظ المرتديلات وأنواع السجق والنقانق المطبوخة 7 - 15 يوماً وذلك في ظروف التبريد المنزلي، بينما تحفظ المرتديلات والسجق والنقانق المجففة 5 - 7 أشهر مما يعطيها إمكانية التسويق لمسافات بعيدة نسبياً مع توافر شروط الحفظ والتبريد الجيدة. أما فيما يتعلق بمعلبات اللحوم وخاصة المرتديلات المحفوظة ضمن العبوات المعدنية فيمكن إطالة فترة تخزينها حتى السنتين. يراعى عند إنتاج المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة إزالة الأجزاء منخفضة القيمة الغذائية من اللحم مثل الجلد والعظام والأنسجة الرابطة والضاومة والتي تسيء إلى نوعية المنتج النهائي، وتضاف بعض المواد عالية القيمة الغذائية مثل البروتينات النباتية والحليب الخالي من الدسم والبيض وبعض مصادر النشويات، كما تضاف المواد المكسبة للطعم والنكهة المحببة مثل البهارات والتوابل، وأحياناً تضاف بعض أنواع الملونات الطبيعية أو الصناعية المخصصة للأغراض الغذائية لتحسين صفات اللون وشكل المنتج، كما تضاف بعض المواد الحافظة وممانعات التزنخ. ومما يزيد قابلية هذه المنتجات للهضم هو عمليات الفرغ والتنعيم والاستحلاب والمعاملات الآلية الأخرى إضافة إلى المعاملات الحرارية (سلقاً، شويماً، تدخيناً). وأخيراً يمكن تغليف هذه المنتجات بأغلفة طبيعية أو صناعية تعمل على حفظها من تأثير عوامل الفساد المختلفة وزيادة فترة تخزينها عن طريق تقليل فقد الرطوبة منها.

خطوات صناعة المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة

تختلف المرتديلات المطبوخة عن السجق والنقانق المطبوخة وذلك باختلاف مكوناتها من اللحم والدهن والبروتينات المضافة والبهارات والتوابل ونسبها ونوعية الأغلفة المعبأة بها وأطوالها وأقطارها، إضافة إلى الاختلاف في نظام المعاملات الحرارية الذي يطبق عليها. تستخدم في أثناء تصنيع المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة اللحوم والدهون المبردة أو المجمدة الخالية من الأمراض والمأخوذة من حيوانات سليمة. في أثناء تصنيع هذه الأنواع يمكن استخدام لحوم

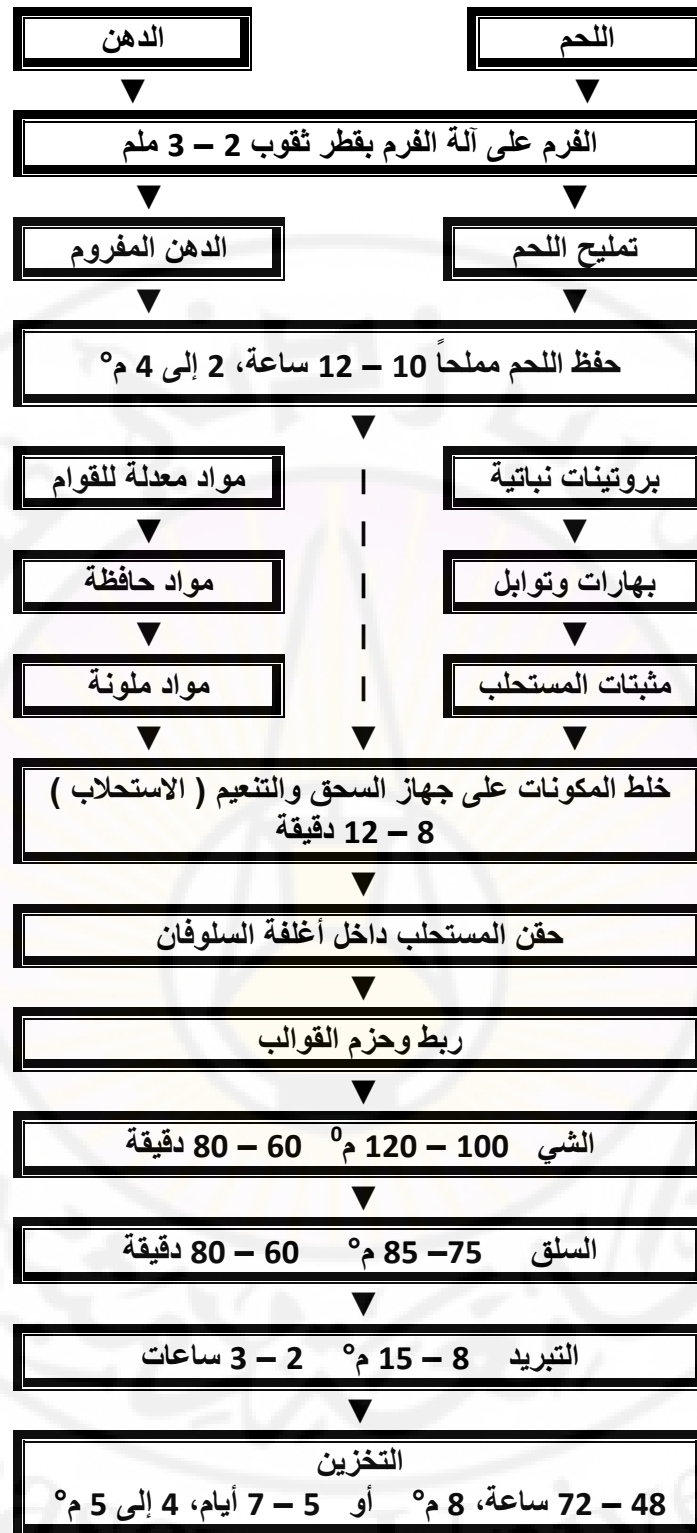
الأصناف الثانية والثالثة. كما تضاف في أثناء إعداد هذه الأنواع البروتينات بشقيها النباتي والحيواني وذلك لرفع القيمة الغذائية لها والاقتصاد بالتكاليف، إضافة إلى المواد المعدلة للقوام (المواد النشوية). كما يضاف الماء المثلج أو مجروش الثلج إلى خلطات هذه المنتجات بنسبة 15 - 25 %، وتختلف نسبة الماء المضاف باختلاف نوعية هذه المنتجات، مع العلم أن نسبة الماء لا تحسب من مكونات الخلطة. ويتم إعداد وتحضير المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة وفقاً للتسلسل الآتي:

- 1- يفرم اللحم والدهن على فرامات بقطر ثقب 2 - 3 ملم.
- 2- يضاف الملح إلى اللحم المفروم ويخلط بوساطة آلة الخلط بشكل جيد لمدة 4 - 5 دقائق، وتكون نسبة الملح المضافة 2.5 %.
- 3- يحفظ اللحم المملح على درجة حرارة 2 إلى 4 م° لمدة 10 - 12 ساعة بالنسبة إلى المرتديلات المطبوخة، و 6 - 8 ساعات بالنسبة إلى السجق والنقانق المطبوخة.
- 4- إجراء عملية السحق والتنعيم (الاستحلاب) باتباع التسلسل الآتي: تضاف كمية الدهن المفروم والبروتينات المعدة لذلك ليتم سحقها وتنعيمها مع بعضها، بعد ذلك بدقيقتين يضاف اللحم المفروم وجزء من الماء المثلج، وبعد مرور 3 - 4 دقائق يضاف الثوم الطازج ونترت الصوديوم بمعدل 5 غ لكل 100 كغ لحم، والبهارات والتوابل الأخرى والجزء المتبقي من الماء المثلج. حيث تستمر عملية السحق والتنعيم (الاستحلاب) لمدة 8 - 12 دقيقة بالنسبة إلى المرتديلات المطبوخة، و 6 - 10 دقائق بالنسبة إلى السجق والنقانق المطبوخة.
- 5- يوضع المستحلب الناتج داخل آلة التعبئة والحقن بشكل مرصوص للتخلص من الفقاعات الهوائية.
- 6- يضخ المستحلب داخل الأغلفة ذات المقاييس والأقطار المختلفة، حيث تستخدم الأغلفة ذات الأقطار الكبيرة بالنسبة إلى المرتديلات المطبوخة، وذات الأقطار الصغيرة والأطوال القصيرة بالنسبة إلى السجق المطبوخ، أما النقانق المطبوخة فتستخدم لأجلها الأغلفة الدقيقة التي لا تتجاوز أقطارها 20 ملم، ويمكن استخدام الأغلفة الطبيعية عند إنتاج السجق والنقانق النيئة.

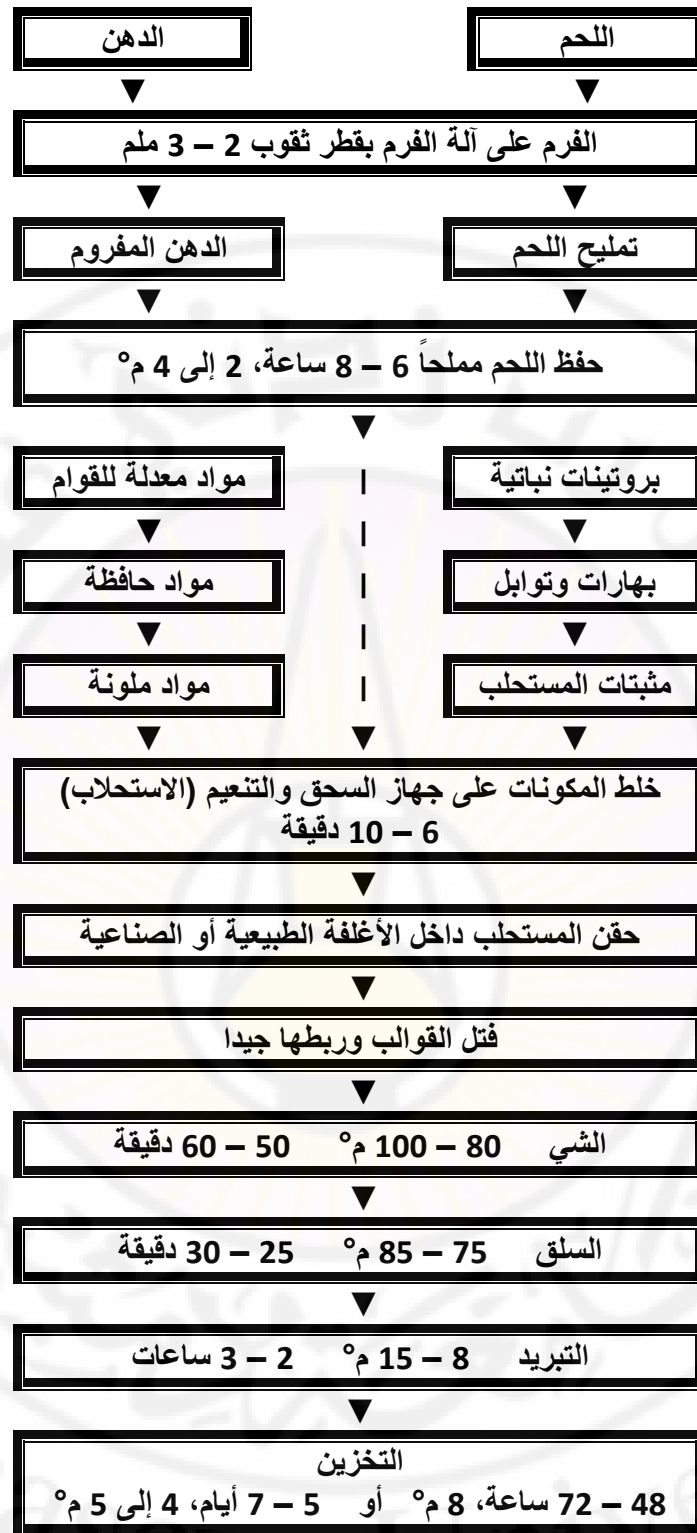
7- ربط القوالب وحزمها، ويتم ذلك ألياً أو يدوياً. بالنسبة الى النقانق يتم فتلها مما يؤدي إلى تشكل الفواصل بينها، أما السجق فيتم ربط قوالبه باستخدام الخيوط الغليظة أو تستخدم المحابس المعدنية، وهذا ما ينطبق كذلك على المرتديلات المطبوخة.

8- المعاملات الحرارية: يطبق نظام المعاملات الحرارية على هذه المنتجات وفق تسلسل معين تختلف فيه درجات الحرارة والوقت اللازم لإجراء كل مرحلة من مراحله. والمخططان رقم (1) ورقم (2) يوضحان جميع العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير المرتديلات والسجق والنقانق المطبوخة.

مخطط رقم (1) العمليات التكنولوجية لإعداد المرتديلات المطبوخة



مخطط رقم (2) العمليات التكنولوجية لإعداد السجق والنقانق المطبوخة



تصنيع المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة والمجففة

Processing of dry and semi-dry sausages and Mortadella

عند إنتاج هذه الأنواع من المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة والمجففة وتحضيرها يفضل استخدام اللحوم الطازجة والتي تتراوح قيمة pH فيها بين 5.4 – 5.8. كما يستخدم في تحضير هذه الأنواع الدهون الطازجة ومن مصادر حيوانية مختلفة. وبما أن مثل هذه الأنواع من المنتجات لا يضاف إليها الماء في أثناء إعدادها وتحضيرها فيمكن استخدام اللحم المجمدة أيضاً والتي لا ترتفع فيها درجات الحرارة في أثناء عملية فرمها، مع مراعاة أن تكون هذه اللحوم جافة متماسكة ومأخوذة من الحيوانات السليمة البالغة والخالية من الأمراض. ويتم إعداد وتحضير المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة والمجففة كما يأتي:

- 1- يفرم اللحم والدهن على فرامات بقطر 4 – 6 ملم.
- 2- يضاف الملح ونترتيت الصوديوم إلى اللحم المفروم ويخلط بشكل جيد. نسبة الملح التي تضاف إلى هذه الأنواع من المرتديلات 3 – 4 %، وكمية نترتيت الصوديوم هي 5 غ لكل 100 كغ لحم.
- 3- يحفظ اللحم المملح في أوعية من الفولاذ غير القابل للصدأ داخل غرف مبردة بدرجة حرارة 2 إلى 4 م° ولمدة 24 – 48 ساعة بالنسبة للمرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة، و 5 – 7 أيام للمرتديلات والسجق والنقانق المجففة. يراعى عند حفظ اللحم المملح أن يرص على شكل طبقة لا يزيد عمقها على 15 سم، وأن تزود غرف التبريد بالتهوية اللازمة لإبقائها جافة.
- 4- يوضع اللحم المملح والدهن المفروم وكميات البهارات والفلفل الأسود والثوم الطازج والسكر المطلوبة داخل خلاط آلي يعمل على خلط جميع المواد السابقة بشكل جيد حتى يصبح القوام ليناً قابلاً للمد والتشكيل، مع ملاحظة تفريغ الخلاط من الهواء بشكل تام في أثناء عملية الخلط للمحافظة على تجانس الخلطة والتخلص من الفقاعات الهوائية التي تسبب إلى شكل المنتج بعد المعاملات الحرارية. المدة اللازمة لعملية الخلط هذه تتراوح من 2 – 3 دقائق.
- 5- توضع الخلطة الناتجة داخل آلة التعبئة والحقن وبشكل مرصوص لطرد الفقاعات الهوائية، ثم تحقن داخل الأغلفة الطبيعية أو الصناعية وتربط القوالب وتشبك بشكل جيد.

- 6- يتم عمل ثقب دقيقة بوساطة الدبابيس للقوالب وذلك للتخلص من الفقاعات الهوائية.
- 7- تعلق القوالب على عصي وبشكل تكون فيه متباعدة عن بعضها بعضاً وتترك داخل غرف مبردة بدرجة حرارة 8 م° ولمدة 2 - 4 ساعات بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة وبدرجة حرارة 2 إلى 4 م° ولمدة 5 - 7 أيام بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق المجففة. الرطوبة النسبية للهواء داخل هذه الغرف 75 - 85 %.
- 8- تخضع المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة لعمليات الشوي والسلق والتبريد قبل البدء بعملية التدخين، درجة حرارة الشوي 80 - 100 م° والوقت اللازم لهذه العملية 70 - 90 دقيقة، أما بالنسبة الى عملية السلق فتجري على درجة حرارة 75 - 85 م° ولمدة 70 - 90 دقيقة، بعد ذلك تخضع المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة لعملية تبريد تستمر 2 - 3 ساعات على درجة حرارة 8 - 15 م°.
- 9- يتم تدخين المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة على درجة حرارة 35 - 50 م° ولمدة 12 24 ساعة، أما المرتديلات والسجق والنقانق المجففة فتدخن على درجة حرارة 18 - 22 م° ولمدة 2 - 3 أيام مع مراعاة أن تكون الرطوبة النسبية 70 % في أثناء عملية التدخين.
- 10- تجفف المرتديلات والسجق والنقانق داخل غرف خاصة مباشرة بعد الانتهاء من تدخينها، حيث تتم هذه العملية على درجة حرارة 10 - 12 م° ولمدة 10 أيام بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة، و 25 - 30 يوماً بالنسبة الى المرتديلات والسجق والنقانق المجففة، مع مراعاة أن تكون رطوبة الهواء النسبية داخل غرف التجفيف 65 - 70 % وأن يتم تدوير الهواء باستمرار للمحافظة على جفاف هذه الغرف.
- يمكن أن تتشكل في أثناء عملية التجفيف طبقة رقيقة من الدهن تغطي قوالب المرتديلات والسجق والنقانق مما يعيق سرعة جفاف القوالب لذلك تزال هذه الطبقة باستمرار عن طريق مسح القوالب بوساطة قطعة قماش مبللة بالماء الساخن. بعد الانتهاء من عملية التجفيف يحصل فقد في وزن الناتج وذلك لخروج الرطوبة في أثناء هذه العملية. يبلغ فقد الناتج في المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة نحو 20 % من الوزن الطازج (قبل المعاملة الحرارية)، بينما في المرتديلات والسجق والنقانق المجففة فيبلغ 32 %.

وهناك أنواع من المرتديلات والسجق والنقانق كاملة الجفاف حيث يصل الفقد في وزنها حتى 40 % لأن مدة تجفيفها تكون طويلة وتستغرق 60 - 90 يوماً.

والمخططان رقم (3) ورقم (4) يوضحان جميع العمليات التكنولوجية والمعاملات الحرارية التي تجري على المرتديلات والسجق والنقانق المجففة ونصف المجففة.

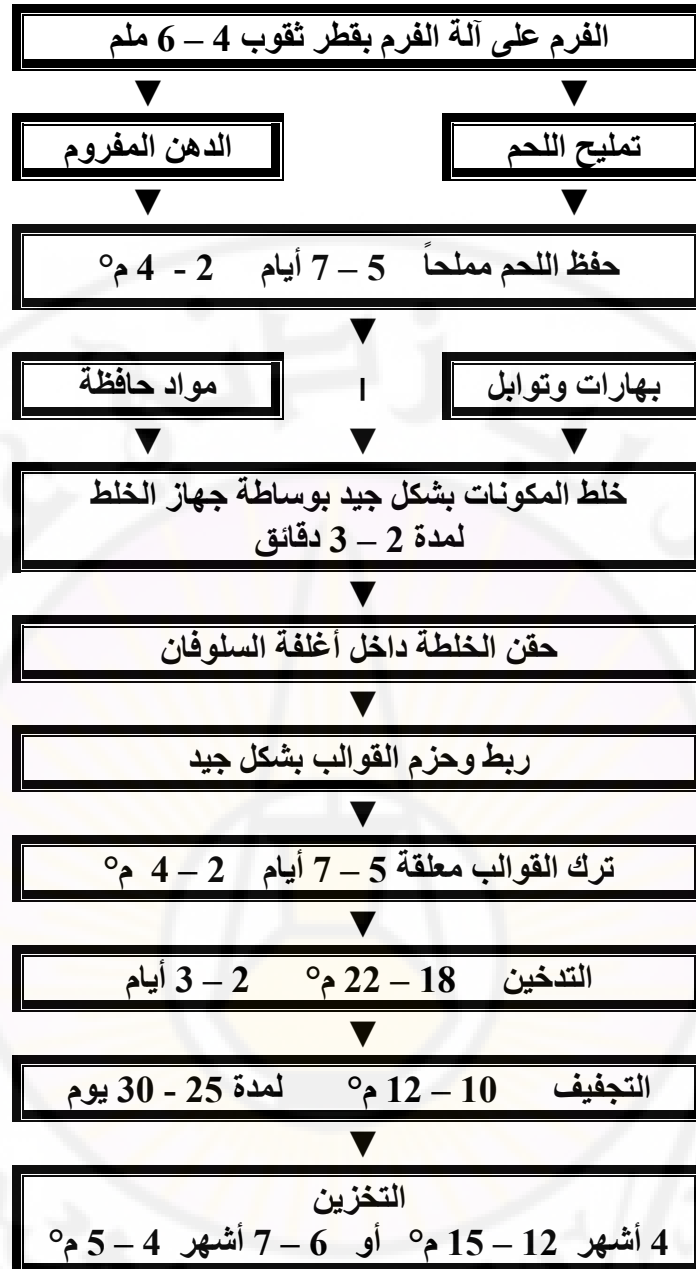
مخطط رقم (3) العمليات التكنولوجية لإعداد المرتديلات والسجق والنقانق نصف المجففة





مخطط رقم (4) العمليات التكنولوجية لإعداد المرتديلات والسجق والنقانق المجففة





تصنيع المرتديلات والسجق والنقانق والمنتجات نصف المصنعة قليلة الكلفة

Least-cost formulation sausages and ready to eat meat products

يعد مفهوم إعداد وتصنيع المرتديلات والسجق والنقانق والمنتجات نصف المصنعة قليلة الكلفة حديثاً نسبياً في مجال تصنيع اللحوم وبخاصة بعد الرواج الذي لاقته تلك المنتجات عند شرائح

كبيرة جداً من المواطنين ذوي الدخل المحدود، علماً أن تلك المنتجات لا تقل بالقيمة الغذائية عن مصنعات اللحوم ذات الأسعار والكلفة المرتفعة. يعتمد مبدأ إعداد وتصنيع مثل تلك المنتجات على إدخال المكونات الرخيصة وذات القيمة الغذائية العالية نسبياً، حيث يمكن استخدام لحوم الأصناف الرخيصة والتي تتمتع بحالة صحية جيدة إضافة إلى الملحقات والأجهزة الداخلية الناتجة عن عمليات الذبح، كما تستخدم أنواع مختلفة من الخامات النباتية التي تحتوي نسبة عالية من البروتينات والكربوهيدرات (فول الصويا، الحمص، البازلاء، الفاصولياء، العدس) كمواد تعمل على رفع القيمة الغذائية لهذه المنتجات وزيادة محتواها من البروتين، وهناك خامات نباتية أخرى يمكن أن تضاف إلى خلطات هذه المنتجات وذلك لتحسين قوامها وتماسكها وخاصة تلك الحاوية نسبة عالية من النشويات (البطاطا، الأرز)، ويضاف كذلك بعض أنواع الملونات الطبيعية أو الكيميائية الغذائية والتي تعمل على تحسين لون هذه المنتجات، مع ملاحظة أن نسبة البهارات والتوابل وبخاصة الثوم الطازج وحب الهال المطحون تضاف بكميات أكبر نسبياً إلى خلطات هذه المنتجات وذلك للتخلص من ظاهرة التزنخ وإعطاء المنتج النكهة والرائحة المحببة والتي يمكن أن تحجب الطعم والرائحة الناتجة عن إضافة الخامات النباتية بنسب كبيرة. مما سبق نستطيع القول إن المصنعات الناتجة عن تلك الخامات الرخيصة ستكون أقل كلفة بكثير من المصنعات الناتجة عن استخدام أنواع الخامات غالية الثمن. ويحرص العاملون عند إنتاج مثل هذه الأنواع من المصنعات أن تكون على درجة عالية من القيمة الغذائية والشروط الصحية والتي في كثير من الأحيان لا يمكن تمييزها عن المصنعات التي يدخل في تكوينها الخامات ذات السعر المرتفع. إذاً الهدف الأساسي هو الحصول على منتج ذي مواصفات غذائية وشروط صحية جيدة، إضافة إلى تمتعه بالصفات الحسية المطابقة للمواصفات والمقاييس (الطعم، اللون، النكهة، الرائحة، القوام) وبأسعار منخفضة.

ومن مميزات تبني مفهوم إعداد وتصنيع المنتجات قليلة الكلفة ما يأتي:

1- تأمين حاجة السوق والمستهلك من المنتجات الغذائية الجيدة والغنية بالبروتينات بأسعار

منخفضة ومناسبة لشريحة كبيرة من المواطنين.

2- استخدام الخامات رخيصة الثمن والمتوافرة بكميات لا بأس بها وذات القيمة الغذائية العالية.

3- سرعة حساب نسب المواد المضافة واللازمة من هذه الخامات وذلك باستخدام الحاسوب.

4- يمكن الحصول على خلطات عديدة ومتنوعة من هذه الخامات وذلك بالاعتماد على معطيات التركيب الكيميائي والقيمة الغذائية لكل نوع من أنواع الخامات المضافة.

5- التقليل من الفاقد وهدر الخامات وتراكم المخزون.

تعليب اللحوم meat canning

تعد اللحوم من المواد سريعة التأثير بفعل الأحياء الدقيقة، وبالتالي تعد بيئة ملائمة ومناسبة لنمو وتكاثر جميع مسببات الفساد، وعملية التعليب ما هي إلا إحدى عمليات حفظ هذه اللحوم لفترات طويلة نسبياً وذلك بتعرض معلبات اللحوم لدرجات الحرارة المرتفعة أو ما يسمى عملية التعقيم الميكروبيولوجي التي يتم من خلالها القضاء على جميع مظاهر الحياة في معلبات اللحوم، لكن مثل هذا النوع من المعاملات الحرارية التي تتعرض لها معلبات اللحوم تعد قاسية وتؤدي إلى تضرر وتدهور المادة الغذائية المعلبة في كثير من الأحيان، لذلك يلجأ إلى ما يسمى عملية التعقيم التجاري والتي تكون فيها درجات الحرارة المستخدمة في التعقيم أقل من الحالة السابقة والوقت اللازم لإجراء هذه العملية يكون أطول، وفيها يتم القضاء على الخمائر والأنزيمات والفطريات وإتلاف النسبة العظمى من جراثيم البكتيريا، بينما المتبقي من هذه الجراثيم يقضى عليه تدريجياً بعد ذلك بسبب عدم قدرته على متابعة النمو والتكاثر وذلك لوجود الظروف غير الملائمة من الحموضة الناتجة عن المادة المعلبة أو وجود الوسط اللاهوائي والذي يعيق نمو أنواع البكتيريا الهوائية، كما أن لعملية التبريد السريعة بعد المعاملة الحرارية (التعقيم) دوراً كبيراً في القضاء على جراثيم البكتيريا وبخاصة تلك المحبة للحرارة وذلك عن طريق إحداث الصدمة الحرارية لهذه الأنواع من البكتيريا.

وبشكل عام تؤدي عملية التعقيم في أثناء إعداد وتحضير معلبات اللحوم دوراً كبيراً في الحصول على معلبات جيدة خالية من مسببات الفساد والتي يمكن حفظها لفترات طويلة نسبياً. وأهم ما يميز عملية التعقيم هو معرفة درجة الحرارة المناسبة والمدة الزمنية اللازمة لإجرائها.

لمحة موجزة عن صناعة علب الصفيح المستخدمة في التعليب

تجري جميع العمليات المتعلقة بهذه الصناعة بشكل آلي. تبدأ بتحويل كتل الصلب إلى ألواح الصفيح عن طريق الحرارة والضغط العالي ، ثم يعتمد بعد ذلك إلى تنظيف الألواح الناتجة بواسطة الحموض الممددة ثم تطلى بواسطة القصدير إما عن طريق غمرها بالقصدير السائل أو عن طريق المعاملة الكهربائية. إن نسبة القصدير في ألواح الصفيح الرقيقة 1.5 % . يلي عملية الطلاء هذه تغطية الألواح بطبقة رقيقة جداً من زيت النخيل وذلك لمنع تأكسدها بأكسجين الهواء في أثناء تخزينها أو تسويقها. ثم تجري عملية طلاء أحد وجهيها بمادة الورنيش لتصبح جاهزة لعمليات القص والتشكيل.

توضع الألواح الجاهزة والمطوية ضمن آلات خاصة لتقطيعها إلى قطع مساحتها تساوي مساحة جدران العلبة المراد إنتاجها، وطولها يساوي محيط العلبة وعرضها يساوي ارتفاع العلبة، ثم يتم تتليم الأركان الأربعة لهذه القطع لتسهيل عمليات تركيب الغطاء والقاع.

بعد ذلك ترسل هذه القطع إلى آلات خاصة تعمل على لفها حتى تلتصق حافتها لتسهيل تشكل الدسترة الجانبية للأسطوانة الناتجة ثم تتم عملية لحامها بواسطة القصدير والرصاص المنصهرين (نسبة القصدير 60 % والرصاص 40 %) لنحصل بعد ذلك على أسطوانة مفتوحة من كلتا الجهتين، ثم تجري عملية ثني أطراف هذه الأسطوانة للخارج لتتكون الشفتان عند الحافة العليا والسفلى لتسهيل تركيب الغطاء والقاع. في أثناء ذلك تجري عملية صناعة الغطاء والقاع بالقطر المناسب والملائم لقطر الأسطوانة الناتجة، حيث تقطع ألواح الصفيح على شكل دوائر بواسطة آلات خاصة مع إجراء حلقات عديدة على هذه الصفائح المدورة (وظيفة هذه الحلقات السماح بتمدد الغطاء والقاع في أثناء المعاملة الحرارية قليلاً)، كما يتم عمل أخدود حول محيط الغطاء والقاع لمئنه بمادة مطاطية تعمل على عزل محتويات العلبة ومنع دخول الهواء أو خروجه بعد عملية القفل، إضافة الى كونها تزيد من إحكام القفل بشكل جيد. يلي ذلك تركيب القاع بواسطة آلة خاصة بطريقة القفل المزدوج، ثم تعبأ المادة الغذائية المراد تعليبها، بعدها يتم إغلاق العلب بواسطة الغطاء بطريقة القفل المزدوج لتكون جاهزة لعملية التعقيم اللاحقة.

في كثير من معامل تعليب المواد الغذائية لا يوجد معمل لإنتاج ألواح الصفيح، حيث يتم في هذه الحالة استيراد الألواح الجاهزة وتشكيلها حسب القياسات المطلوبة ضمن ورشات خاصة. كما أنه يوجد الكثير من معامل الصفيح المتخصصة بإنتاج العلب الأسطوانية والقيعان والأغطية بقياسات

مختلفة تلبي حاجة ورغبات جميع معامل تعليب المواد الغذائية، بعد ذلك تجري عملية تركيب الأغذية والقيعان بوساطة آلات خاصة موجودة ضمن معامل التعليب.

كما ذكرنا يتم طلاء ألواح الصفائح بطبقة من القصدير والتي قد تسبب التفاعل مع بعض مكونات الأغذية المعلبة مؤدية إلى تغيرات غير مرغوبة في هذه الأغذية وبالتالي تدني صفاتها أو فسادها. لذلك تتم معالجة ألواح الصفائح بحيث يطلّى أحد وجهيها (الوجه الملامس للمادة الغذائية المعلبة) بمواد عضوية صناعية تقف حائلاً بين المادة الغذائية المعلبة وعلبة الصفائح المطلية بالقصدير. تتم هذه العملية عن طريق حل المادة العضوية بوساطة المحلات العضوية مثل الكحول ورشها على سطح لوح الصفائح بوساطة بخاخ يخرج منه رذاذ ناعم جداً ثم تدخل هذه الألواح إلى أفران الشوي وتعرض لدرجات حرارة مرتفعة بحدود 230 - 260 م° حتى تجف المادة الطلانية وتصبح ذات لون ذهبي مسمّر. يطلق على مواد الطلاء هذه بالورنيش Enamel، ويجب أن تتمتع بالصفات الآتية:

- 1- أن تكون طبقة الطلاء المتشكلة من هذه المواد مرنة تتحمل التشكيل الميكانيكي، وأن لا ينتج عنها قشور في أثناء صناعة العلب.
- 2- لها القدرة على الاحتفاظ بشكلها وخواصها في أثناء فترات الحفظ والتخزين.
- 3- لا تتأثر بالقلويات والحموض والأملاح.
- 4- لا تتأثر بدرجات حرارة التعقيم العالية بعد تعبئتها بالمواد الغذائية.
- 5- غير سامة مع خلوها من المعادن الثقيلة وعلى الأخص الكاديوم والرصاص والزرنيخ والزنبق والأنثيموان.
- 6- تمنع التفاعل بين معدن الصفائح ومكونات المادة الغذائية.
- 7- لا تضر بصفات المادة الغذائية المعبأة من طعم ولون ونكهة.
- 8- لها قوة التصاق عالية بمعدن الصفائح ولا تتفصل عنه في أثناء عملية التعقيم والتبريد.

أنواع معلبات اللحوم

تتميز معلبات اللحوم بارتفاع قيمتها الغذائية وذلك بمقارنتها مع معلبات الخضار والفواكه والخامات النباتية الأخرى، وهناك أنواع عديدة لمعلبات اللحوم تختلف فيما بينها باختلاف مكوناتها وطريقة الإعداد والتحضير. ومن أهم هذه المعلبات :

1- معلبات اللحوم المفرومة الناعمة والمرتبديلا، حيث انتشرت هذه الأنواع بشكل كبير وزاد عليها الإقبال والطلب بشكل واسع بسبب رخص ثمنها وطعمها اللذيذ وقيمتها الغذائية العالية، إضافة الى أنها لا تحتاج إلى عمليات تحضير مسبقة.

2- معلبات قطع اللحم مع الخضار (البطاطا، الجزر، الفليفلة، الفطر)، حيث يضاف إلى تلك المعلبات المرق الناتج عن عملية سلق قطع اللحم إضافة إلى البهارات والتوابل.

3- معلبات اللحوم على شكل عجائن طرية، وهي أنواع يمكن تحضيرها من الكبد وبعض الأجهزة الداخلية، تصنع خصيصا لوجبات الأطفال وتتميز بطعمها اللذيذ وسهولة مدها بسبب احتوائها نسبياً عالية من الماء والدهون.

ويجب أن تتوفر في معلبات اللحوم الشروط الآتية:

(أ) ذات قيمة غذائية عالية.

(ب) غياب علائم الفساد الميكروبي.

(ت) أن تتمتع بالطعم والنكهة الخاصة والمميزة لكل نوع من أنواع المعلبات.

(ث) في حال احتوائها على المرق يجب أن يكون شفافاً رائقاً خالياً من الشوائب.

(ج) خالية من أملاح الرصاص والشوائب الغريبة.

(ح) ألا تزيد كمية القصدير في هذه المعلبات على 2000 مغ/كغ، والنحاس 8 مغ/كغ.

وهناك مواصفات موضوعة لكل نوع من أنواع هذه المعلبات تحدد من خلالها المكونات والتركيب الكيميائي والمحتوى الميكروبي المسموح به إضافة إلى بعض صفات الجودة الخاصة بكل نوع من أنواع هذه المعلبات.

خطوات إعداد وتحضير وتعليب اللحوم Process of canned meat

عند تعليب اللحوم يفضل أن تستخدم اللحوم المبردة لمدة 2 - 3 أيام على درجة حرارة صفر إلى 2 م°، أو اللحوم المجمدة. ولا ينصح بتعليب اللحوم الطازجة وبخاصة بعد عمليات الذبح والسلخ والتنظيف مباشرة وذلك تفادياً لتشكل غاز ثاني أوكسيد الكربون في أثناء عملية التعقيم بفعل الحرارة العالية مما يؤدي إلى انتفاخ العلب وفي بعض الأحيان إلى انفجارها. والسبب في ذلك يعود إلى تفاعل البيكربونات الموجودة في اللحم مع الحموضة المتكونة داخل هذا اللحم بعد عملية الذبح والسلخ والتنظيف مباشرة، بينما في حالة اللحم المبرد أو المجمد فلا يحدث ذلك بسبب تسرب غاز ثاني أوكسيد الكربون المتكون في اللحم في أثناء فترة التبريد أو التجميد.

عند إنتاج معلبات اللحوم بإضافة الخامات النباتية يراعى أن تكون هذه الخامات خالية من علائم الفساد والمواد الغريبة والروائح العفنة، ويجب أن تكون البهارات والتوابل المضافة مطحونة بشكل ناعم وخالية من الشوائب.

وفيما يأتي الخطوات المتبعة في إعداد وتحضير وتعليب اللحوم:

- 1- تقطيع الذبيحة إلى عدة أجزاء ثم تجري عليها عملية فصل اللحم والدهن عن العظام.
- 2- تنظيف اللحم الناتج من الأنسجة الضامة وبقايا الغضاريف وفتات العظام.
- 3- في حالة إنتاج معلبات قطع اللحم مع الخضار يراعى ما يأتي:
 - أ) تستخدم لحوم أنواع مختلفة من الحيوانات مثل لحم البقر والعجل والغنم (منطقة الفخذ) ولحم الدجاج (منطقة الصدر) وهذه اللحوم يجب أن تكون خالية من الدهون الظاهرة ومشفاة بشكل جيد ومقطعة إلى مكعبات متجانسة بقياس 2 سم³.
 - ب) تتم عملية سلق قطع اللحم بالماء المغلي على درجة حرارة 100 م⁰ ولمدة 60 دقيقة بالنسبة الى لحم البقر والعجل والغنم، أما بالنسبة الى قطع لحم الدجاج فتسلق لمدة 40 دقيقة.
 - ت) تصفية اللحم من المرق وحفظه إلى حين إضافته لاحقاً إلى معلبات اللحوم مع الخضار.
 - ث) تضاف كميات الملح والبهارات حسب الأوزان المحددة إلى المرق الناتج عن عملية سلق اللحوم ويحرك بشكل جيد.
 - ج) الخضار المستخدمة في معلبات اللحوم مع الخضار (البطاطا، الجزر، الفليفلة، الفطر، وخضار أخرى) تغسل وتنظف بشكل جيد وتقشر وتزال الأجزاء غير المستخدمة منها وتقطع على شكل مكعبات أو شرائح تختلف أشكالها باختلاف المنتجات.
 - ح) تسلق الخضار القاسية (البطاطا، الجزر) بالماء المغلي لمدة 20 - 45 دقيقة حسب درجة قساوتها، بينما تترك بقية الخضار الطرية (الفليفلة، الفطر) دون سلقها لتضاف طازجة إلى المعلبات.
 - خ) تبرد الخضار التي سلقت بالماء البارد المتجدد للمحافظة على قوام متماسك.

4- يراعى أن تضاف الخامات المساعدة من ملح وبهارات ومواد حافظة ومواد معدلة للقوام والإضافات الأخرى بالكميات المناسبة لكل نوع من أنواع معلبات اللحوم.

5- عند تعبئة Filling خلطات اللحوم (قطع اللحم، الخضار، المرق، البهارات والتوابل والإضافات الأخرى)، وتعبئة المستحلبات الناتجة عن عملية السحق والتنعيم في أثناء إنتاج معلبات المرتديلا يراعى التخلص من الفراغات والفقاغات الهوائية التي قد توجد داخل المعلبات وذلك قبل عملية إغلاق العلب وبدء عملية التعقيم، ويتم ذلك عن طريق التسخين الابتدائي لهذه العلب ضمن آلات مزودة بأنفاق خاصة على درجة حرارة 75 - 80 م° ولمدة 1 - 1.5 دقيقة. والهدف من عملية التسخين الابتدائي للمعلبات قبل إغلاقها ما يأتي:

أ) طرد الفقاعات الهوائية والتي تسيء إلى شكل المنتج بعد عملية التعقيم وخاصة في معلبات المرتديلا.

ب) التخلص من ظاهرة انفجار العلب في أثناء عملية تعقيمها، وخاصة تلك الحاوية على المرق ضمن مكوناتها.

ت) التقليل من عمليات الأكسدة بالنسبة الى مكونات المادة الغذائية أو لمعدن العلبة التي قد تحصل بوجود الأوكسجين.

6- تجري عملية إغلاق العلب Closing المعبأة بطريقة القفل المزدوج. وللتأكد من انجاز هذه العملية بشكل جيد يتم وضع العلب المغلقة في حوض ماء ساخن بدرجة حرارة 85 - 95 م° لمدة دقيقة واحدة، فإذا ظهرت فقاعات هوائية في مكان ما من الحوض دل ذلك على عدم نجاح عملية القفل للعلب الموجودة في هذا المكان. بعد ذلك تغسل العلب وتنظف قبل إرسالها إلى عملية التعقيم.

7- تجري عملية التعقيم Sterilization بوضع العلب داخل سلة التعقيم، ثم يتم تغطيس السلة داخل المعقم الذي يغلق بشكل جيد ويضبط على درجة الحرارة والضغط والوقت اللازم لهذه العملية. ويمكن إجمال العوامل التي تؤثر في درجة الحرارة والوقت اللازم لعملية تعقيم معلبات اللحوم بما يأتي:

أ) نوع المادة الغذائية ودرجة حموضتها.

ب) حجم العلبة.

ت) مدى تلوث المادة الغذائية المعلبة.

ث) درجة نظافة العلب والأدوات المستخدمة في عملية التعقيم.

ج) طريقة انتقال الحرارة داخل العلب، وهذا يعود إلى نوع المادة الغذائية المعلبة.

يتم انتقال الحرارة داخل العلب بطريقة الحمل إذا كانت العلب تحتوي على المرق مع قطع اللحم والخامات الأخرى، بينما يكون الانتقال بطريقة التوصيل إذا كانت العلب خالية من المرق والسوائل الأخرى (معلبات المرتديلا). حيث يكون انتقال الحرارة في الحالة الأولى أسرع. لكن العلب الخالية من السوائل سرعان ما يتشكل فيها المرق نتيجة ما يفرزه اللحم من الماء في أثناء عملية التعقيم (حالة تغليب قطع اللحم دون إضافة المرق).

وبشكل عام يراعى الاعتناء بنظافة المادة المعلبة والعلب والأدوات المستخدمة في عملية التغليب بهدف نجاح عملية التعقيم والحصول على منتج خال من مسببات الفساد، وعموماً يتم تغليب اللحوم ضمن عبوات تتراوح أوزانها من 150 حتى 1000 غ، حيث تكون درجة الحرارة اللازمة لعملية تعقيم هذه العلب 120 م° والمدة الزمنية اللازمة 40 دقيقة وذلك عند 1.2 - 1.3 ضغط جوي.

8- بعد الانتهاء من عملية التعقيم يتم تبريد العلب مباشرة داخل حوض من الماء البارد المتجدد، وذلك لإحداث الصدمة الحرارية التي تؤدي للقضاء على بقايا أنواع البكتيريا المحبة للحرارة، إضافة إلى قطع الأثر السيئ للحرارة المرتفعة في نوعية الناتج. يحتوي ماء التبريد على البرمنغنات أو الكلور للقضاء على الميكروبات.

9- يتم تحضين العلب على درجة حرارة 45 - 55 م° لمدة 5 - 7 أيام وذلك قبل وضعها في الاستهلاك للتأكد من سلامة عملية التعقيم واستبعاد العلب المنتفخة والفاصلة (بسبب نشاط البكتيريا اللاهوائية المنتجة للغازات).

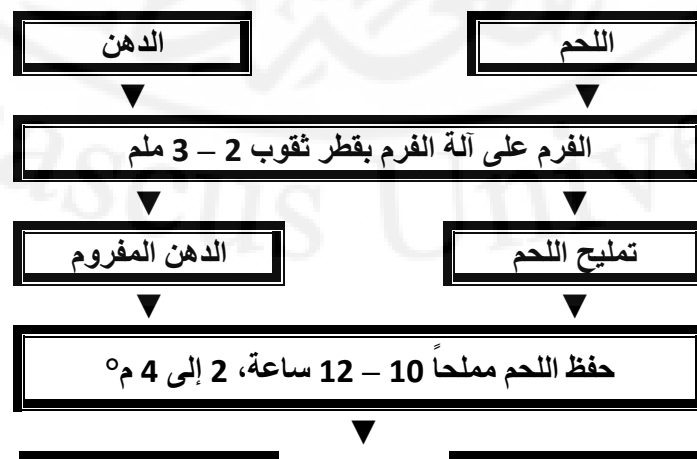
10- لصق البطاقات والبيانات على العلب والتي تتضمن: اسم الشركة المنتجة - مكونات المادة المعبأة - نوعية المادة المعبأة - الوزن الفارغ والقائم للعبوة - تاريخ الإنتاج وانتهاء الصلاحية.

11- وضع العلب الجاهزة داخل صناديق كرتونية لتصبح جاهزة لعمليات النقل والتسويق والاستهلاك أو التخزين.

12-تخزن المعلبات الجاهزة ضمن غرف بدرجة حرارة 5 - 10 م° ورطوبة هواء نسبية 65 - 70 % وذلك لفترات زمنية تختلف باختلاف نوعية المادة المعبأة ونظام التعقيم المطبق عليها، وبشكل عام يمكن أن تصل فترات تخزين معلبات اللحوم حتى السنتين.

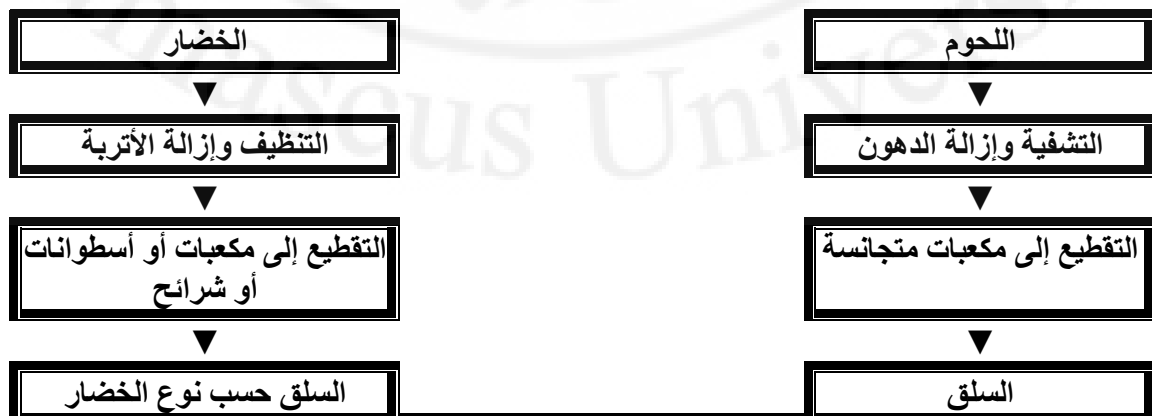
والمخططان رقم (5) ورقم (6) يوضحان جميع العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير المرتديلات المعلبة ومعلبات اللحوم مع الخضار.

مخطط رقم (5) العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير المرتديلات المعلبة





مخطط رقم (6) العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير معلبات اللحوم مع الخضار



100م° لمدة 5 - 45 دقيقة

100 م° لمدة 60 دقيقة



التغيرات التي تطرأ على اللحوم المعلبة نتيجة لعملية التعقيم

في أثناء تعريض معلبات اللحوم لدرجات الحرارة الناتجة عن عملية التعقيم يطرأ عليها تغيرات تختلف باختلاف درجة حرارة التعقيم والمدة الزمنية اللازمة لإجراء هذه العملية. حيث تجري عملية تحلل بسيط للمواد الدهنية، علماً أن هذا النوع من التحلل لا يضر بالمادة الغذائية المعلبة. كما تتم عملية تحلل البروتينات وتختثرها، حيث تزداد في هذه الحالة كمية الأحماض الأمينية الناتجة عن هذا التحلل داخل المرق المتكون نتيجة لإفراز الماء في أثناء عملية التعقيم (حالة المعلبات التي تحتوي على قطع اللحم دون مرق)، بينما يحدث عملية نقص لهذه الأحماض الأمينية داخل المرق إذا تمت عملية التعقيم على العلب المعلبة مع المرق وذلك بسبب تفكك الروابط الببتيدية

التي تربط سلاسل الأحماض الأمينية المشكلة للبروتينات نتيجة للحرارة الناتجة عن عملية التعقيم. يزداد الفقد في الفيتامينات مع زيادة درجات حرارة التعقيم ، ويكون هذا الفقد بحدود 40 - 70 % وبخاصة عند وصول درجة حرارة التعقيم إلى 130 م°، وتعد كل من فيتامينات A , E , K مقاومة لهذه الحرارة بشرط غياب الأوكسجين

الفصل الحادي عشر

تصنيع منتجات البيض

Processing of eggs products

عند تصنيع منتجات البيض يسمح فقط باستعمال البيض ذي القشرة النظيفة الخالية من مسببات الفساد، ولا يسمح باستعمال البيض المعد كمادة علفية والبيض المكسور.

غسيل السطح الخارجي للبيض وتنظيفه وتطهيره

تتم عملية الغسيل والتطهير لسطح البيضة الخارجي للتقليل ما أمكن من الأحياء الدقيقة ومسببات الفساد الموجودة على سطح البيضة. فكما هو معلوم تعد قشرة البيضة مصدراً رئيساً للتلوث، لذلك

تجري عملية غسل البيض بغية الحصول على منتجات البيض (الصفار، البياض، مخلوط البيضة) الخالية من مسببات الفساد والتلوث لإجراء عمليات التصنيع عليها بعد عملية كسر البيض والحصول على مخلوط البيض أو بياضه أو صفاره.

قبل إجراء عملية كسر البيض تجري عملية التعقيم عن طريق غسل البيض وتطهيره بوساطة محلول ماءات الصوديوم أو كربونات الصوديوم. إن فعالية محلول التطهير ترتبط بشكل رئيس بتركيزه ودرجة حرارته. حيث يعد محلول ماءات الصوديوم المستخدم لهذه العملية فعالاً عندما يستخدم بتركيز 0.2 % وبدرجة حرارة 30 م°، وبهذا المحلول المستخدم يمكن اختصار الوقت اللازم لنقع وغسيل وتطهير البيض وتنظيفه من الأوساخ كافة العالقة عليه مهما كانت نسبتها كبيرة. والبيض الناتج بعد عملية الغسيل والتطهير بهذا المحلول يمكن تخزينه بشكل جيد حتى 30 يوماً.

إن المدة اللازمة لعملية تعقيم وتطهير البيض الطازج الملوث تكون أقل بالمقارنة مع البيض المخزن لمدة 30 يوماً مع ثبات درجة حرارة المحلول المطهر. كما أن فعالية عملية التعقيم والتطهير باستخدام محلول ماءات الصوديوم بتركيز 0.2 % تكون أكبر مما هي عليه عند استخدام محلول كربونات الصوديوم بتركيز 0.5 % والماء وذلك في حالة تطهير البيض الطازج الملوث والبيض المخزن لمدة 30 يوماً.

يمكن استخدام المحلول المستعمل في عملية تطهير وغسيل البيض لمرات عديدة، حيث يمكن استعماله 20 مرة تقريباً لفترة من الزمن تصل حتى ثلاث ساعات ونصف الساعة مع ملاحظة أنه يجب أن يصفى هذا المحلول باستمرار بوساطة منخل أو شبكة معدنية لتخليصه من الأوساخ. وهناك آلات خاصة تقوم بعملية تطهير البيض وغسله وتجفيفه بشكل آلي باستخدام محاليل التطهير المختلفة. حيث تقوم بعض هذه الآلات بعمليات الغسيل والتطهير والتجفيف بطاقة إنتاجية تصل إلى 3000 بيضة في الساعة. تتم هذه العمليات بالكامل بشكل آلي بدءاً من عملية وضع البيض ضمن الآلة ومروراً بتسخين المحلول اللازم للتطهير وتنقيته ثم عملية الغسيل بوساطة الفراشي وتجفيف البيض المنظف ثم وضعه ضمن عبوات كرتونية خاصة بذلك وبشكل دقيق وسريع.

آلات كسر قشرة البيضة وسحب محتواها وفصل الصفار عن البياض

تعد عملية كسر البيض واحدة من أهم وأصعب العمليات التحضيرية لتصنيع منتجات البيض وبخاصة عندما تكون هذه العملية معتمدة على العمل اليدوي فقط. لكن في الوقت الحاضر وبعد التطور الحاصل في مجال تجهيز الآلات المستعملة في تصنيع منتجات البيض يوجد هناك عدة آلات حديثة تقوم بهذه العملية بشكل آلي وبإشراف ثلاثة عمال فقط. حيث تقوم هذه الآلات بعملية مراقبة البيض المراد كسره من الناحية الصحية والغذائية ثم عملية التطهير والغسيل والتجفيف وكسر البيض وسحب محتواه وتجميع القشور وفرز صفار البيض عن بياضه أو تجميع الصفار مع البياض بشكل مخلوط داخل عبوات مخصصة لذلك. الطاقة الإنتاجية لمثل هذه الآلات تصل إلى 7500 بيضة في الساعة الواحدة. حيث يقوم أحد العمال باختيار البيض المعد للكسر ووضعه ضمن المكان المخصص له في الآلة، فتعمل الآلة على فرز حبه إلى أنواع مختلفة بينما يقوم عامل آخر بمراقبة البيض لمعرفة ما هو صالح وما هو فاسد وغير مطابق للمواصفات وذلك لاستبعاده، بعد ذلك يدخل البيض إلى حجرة الغسيل بشكل آلي حيث يتم غسله من الأوساخ بشكل جيد بواسطة فراش ناعمة ليتم بعد ذلك تطهيره بمحاليل التطهير والتعقيم (ماءات الصوديوم 0.2 % أو كربونات الصوديوم 0.5 %) وبدرجة حرارة 30 - 40 م⁰، بعد ذلك يعرض البيض المطهر للماء العادي من أجل غسله مرة أخرى وإزالة ما بقي عليه من محلول التطهير، ثم يمرر على مجفف هوائي ليتم تجفيفه من الرطوبة العالقة عليه ليعرض بعد ذلك إلى نوع من أنواع المصابيح التي تعمل على قتل الميكروبات العالقة عليه بواسطة الإشعاعات الصادرة عن هذا المصباح وذلك لفترة 30 ثانية وعلى بعد من المصباح 5 - 10 سم عن سطح البيض. بعد هذا يقوم عامل آخر بوضع البيض الجاهز للكسر على ناقل آخر ضمن الآلة نفسها ليتم كسر قشور البيض بشكل آلي وفصل القشور الناتجة وتجميعها في مكان مخصص لها ثم فصل الصفار عن البياض أو تركهما بشكل مخلوط ليتم التعليب ضمن عبوات معدنية مناسبة من أجل استخدامها في العمليات التصنيعية اللاحقة التي تعتمد على منتجات البيض مثل صناعة البسكويت والمعجنات والحلوى.

إن عملية كسر البيض وفصل محتواه لمكوناته تتم بإشراف صحي دقيق، وإذا تبين وجود بيض فاسد أو مخالف للمواصفات يتم توقيف الآلة واستبعاده ثم غسل الآلة بشكل جيد والأوعية لمتابعة العملية بشكل نظيف وصحي.

تتم عملية سحب محتوى البيض وفصله عن القشور وعملية فصل الصفار عن البياض بواسطة الشفط الهوائي ليتم تفريغ كل نوع من منتجات البيض في مكانه المخصص له وبشكل آلي. كما تجري عملية تصفية البيض الناتج وخلطه بواسطة آلات خاصة.

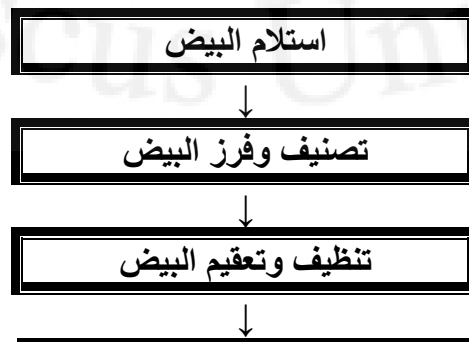
تكنولوجيا إعداد منتجات البيض المجمدة وتحضيرها

تستخدم منتجات البيض المجمدة (مخلوط البيض المجمد، بياض البيض المجمد، صفار البيض المجمد) بشكل رئيس في إعداد وتصنيع المعجنات والحلويات وأغذية الأطفال والأغذية العلاجية ذات المحتوى العالي من البروتينات، كذلك تستخدم في التغذية بشكل عام.

الهدف من عمليات إعداد وتحضير منتجات البيض المجمدة هو الحصول على منتجات البيض الصالحة للتخزين فترات طويلة أو المعدة للتصدير والنقل لمسافات بعيدة بالمقارنة مع البيض المعد للاستهلاك المباشر، حيث يتم استخدام هذه المنتجات في عمليات التصنيع الغذائي في أي وقت مع سهولة استخدام هذه المنتجات عند الحاجة إليها.

يمكن تخزين منتجات البيض المجمدة لفترات طويلة جدا ضمن عبوات معدنية أو كرتونية أو عبوات مفرغة من الهواء تكون ملائمة للاستخدام على النطاق التجاري (15 - 20) كغ أو تكون ملائمة للاستخدام على النطاق المنزلي (2 - 5) كغ. تستخدم منتجات البيض المجمدة مباشرة بعد إزالة حالة التجميد عنها. إن العمليات التكنولوجية لإعداد منتجات البيض المجمدة وتحضيرها وتعبئتها موضحة بالمخطط رقم (1).

مخطط رقم (1) العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير وتعبئة منتجات البيض المجمدة





تجري في البداية عملية بسترة لمخلوط البيض وبياض البيض وصفار البيض وذلك على درجة حرارة 59 – 60 م° ولمدة 40 ثانية، حيث يتم خلالها القضاء على الأحياء الدقيقة الموجودة. بعد ذلك تترك المادة المبسترة لمدة 20 دقيقة لتجري عليها عملية التبريد حتى تصل درجة حرارتها 2 م°، والهدف من عملية التبريد هذه هو التقليل من حجم المادة المبسترة وتسريع عملية التجميد اللاحقة. بعد ذلك تجري عملية تجميد منتجات البيض على درجة حرارة - 20 – 25 م°، وتستمر هذه العملية مدة 48 ساعة وفيها تصل درجة الحرارة داخل مركز العبوات - 6 م°.

تطراً على منتجات البيض في أثناء التجميد تغيرات تتمثل باختلاف توزيع الماء والمادة الجافة داخل العلب. ففي أثناء عملية التجميد البطيء لمنتجات البيض يتحول الماء إلى حبيبات كبيرة من الجليد، وهذا ما يؤدي بدوره إلى الإخلال بشكل المنتج المجمد داخل العلب، حيث يشاهد بعد عملية إزالة التجميد عن منتجات البيض المجمدة داخل العلب تحول المنتج إلى كتلة كثيفة مما يسيء إلى المنتج النهائي.

تتم عملية تخزين منتجات البيض المجمدة داخل حجرات خاصة بدرجة حرارة - 18 - 20 م⁰ ورطوبة هواء نسبية 70 - 80 %، ويمكن ضمن هذه الشروط من درجة الحرارة ورطوبة الهواء النسبية تخزين منتجات البيض المجمدة داخل العبوات من 8 إلى 12 شهراً. ولزيادة فترة التخزين هذه تستخدم عملية التجميد السريع للمنتج، حيث يعمل التجميد السريع على إعطاء منتج ذي صفات تسويقية مرغوبة وخاصة بعد إزالة حالة التجمد. تجري عملية إزالة حالة التجمد عن منتجات البيض المجمدة داخل غرف عادية بدرجة حرارة 20 م⁰. عند تجميد الصفار منفرداً فإنه يشكل مادة هلامية لا ترجع إلى حالة السيولة السابقة عقب إزالة حالة التجمد، لذلك ينصح بإضافة السكر 5 % أو الملح أو الغليسيرول إلى الصفار قبل تجميده.

إذا لم تتخذ الاحتياطات اللازمة في أثناء عملية التجميد والتخزين فإن أعداد الأحياء الدقيقة قد تتكاثر لتصبح كبيرة جداً في الناتج المجمد (حتى المليون في الغرام الواحد)، ويكثر في العادة وجود *Proteus*, *Pseudomonas alcaigens*, *Flavobacterium* وتوجد أيضاً المكورات الموجبة لصبغة غرام بأعداد قليلة، وكذلك العصيات والبكتيريا القولونية، وأحياناً السالمونيلا القادمة من دجاجات مصابة. ونادراً ما توجد البكتيريا المحللة للدم Hemolytic. للحصول على نوعيات عالية من منتجات البيض المجمدة يسمح فقط باستخدام بيض الدجاج الطازج المبرد والخالي من الروائح الكريهة وعوامل الفساد الأخرى ومطابق للمواصفات والمتطلبات التسويقية. والجدول رقم (1) يبين الخواص الفيزيائية والكيميائية والصفات الحسية لمخلوط البيض المجمد و صفار البيض المجمد و بياض البيض المجمد.

جدول (1) الخواص الفيزيائية والكيميائية والصفات الحسية لمنتجات البيض المجمدة

منتجات البيض المجمدة			الصفات الفيزيائية
بياض البيض	صفار البيض	مخلوط البيض	والكيميائية والحسية

اللون	أورانجي غامق في الحالة الجافة وأصفر فاتح بعد التجميد	أصفر غامق في الحالة الجافة وأصفر بعد التجميد	أبيض مخضر في الحالة الجافة وأبيض غامق بعد التجميد
الرائحة	الرائحة المميزة للمنتج	الرائحة المميزة للمنتج	الرائحة المميزة للمنتج
الطعم	الطعم المميز للبيض	الطعم المميز للصفار	الطعم المميز للبياض
القوام	صلب في الحالة الجافة سائل بعد التجميد	صلب في الحالة الجافة كثيف بعد التجميد	صلب في الحالة الجافة سائل غير متجانس بعد التجميد
الرطوبة %	75	54	88
الليبيدات %	11	29	—
البروتين %	12	15	1.1
الكربوهيدرات %	1.2	0.9	0.6
الرماد %	0.8	1.1	0.4
حرارة المنتج م°	5	5	5
pH	7	5.9	8

تكنولوجيا إعداد منتجات البيض المجففة وتحضيرها

منتجات البيض المجففة هي مواد مركزة عالية القيمة الغذائية يمكن تخزينها لفترات طويلة جداً، تستخدم في صناعة المعجنات والبسكويت والحلويات والمواد الغذائية وأغذية الأطفال والأغذية العلاجية.

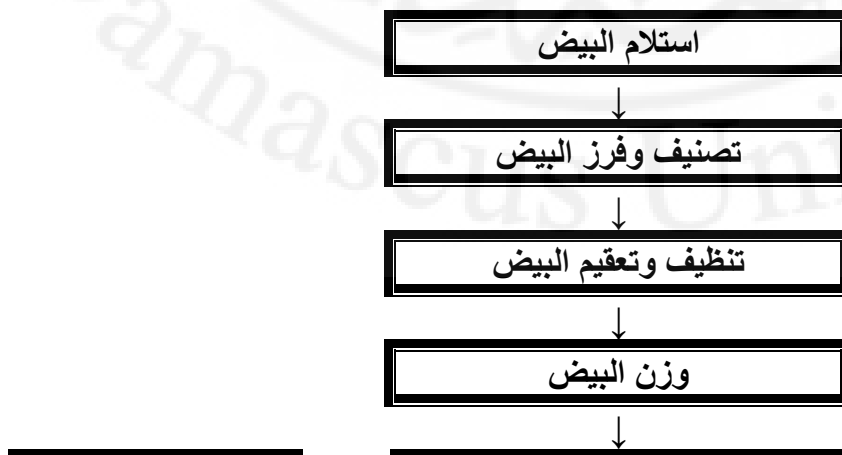
منتجات البيض المجففة خالية من الظروف الملائمة لنمو الأحياء الدقيقة وتكاثرها، حيث يموت جزء كبير من الأحياء الدقيقة في أثناء عملية التجفيف وبخاصة الميكروبات الأكثر ضرراً، أما بقية الأحياء الدقيقة المتبقية بعد عملية التجفيف فهي تموت تباعاً في أثناء عملية التخزين لأنها لا

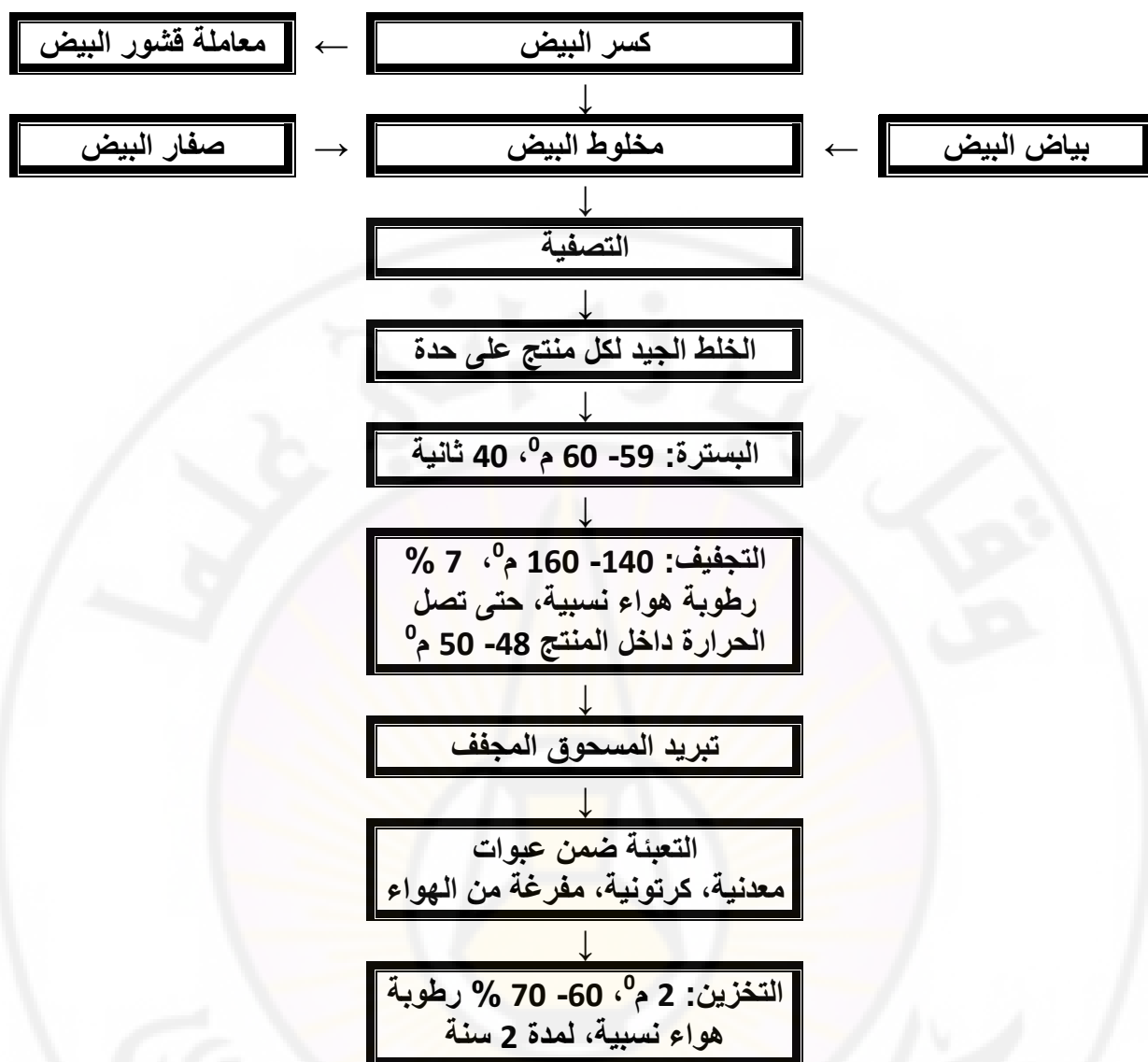
تستطيع النمو والتكاثر ضمن الشروط الصعبة لهذا المنتج (قلة الماء فهي نحو 4 - 8 %)، حيث تحتوي منتجات البيض المجففة بضع مئات من الخلايا الميكروبية في الغرام الواحد وقد يصل العدد إلى ما يزيد على مئة مليون، ويتوقف ذلك على نوعية البيض الخام المستعمل وطرائق التداول المتبعة. ومن الميكروبات التي قد تتواجد داخل منتجات البيض المجففة بعد الانتهاء من عملية التجفيف نذكر المكورات الدقيقة والمكورات السبحية (المكورات المعوية) *Enterococci* والبكتريا القولونية وأنواع السالمونيلا والبكتريا المتجرثمة وأنواع العفن.

من أجل إعداد منتجات البيض المجففة وتحضيرها يستخدم بيض الدجاج الطازج أو المبرد. وتشمل منتجات البيض المجففة على مخلوط البيض المجفف وبياض البيض المجفف وصفار البيض المجفف. والمخطط رقم (2) يوضح العمليات التكنولوجية لإعداد منتجات البيض المجففة وتحضيرها.

قبل البدء في عملية التجفيف تجري عملية بسترة على منتجات البيض، حيث يتم القضاء على 99 % من الأحياء الدقيقة الموجودة. تتم عملية البسترة على درجة حرارة 59 - 60 م° ولمدة 40 ثانية مع مراعاة عدم تبريد منتجات البيض المبسترة وذلك لتتم عليها مباشرة عملية التجفيف اللاحقة. بعد الانتهاء من عملية البسترة على منتجات البيض تجري عليها مباشرة عملية التجفيف بواسطة أجهزة مختلفة (أجهزة التجفيف بالاعتماد على القرص الموزع وأخرى بالاعتماد على البخاخ المتحرك).

مخطط رقم (2) العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير وتعبئة منتجات البيض المجففة





إن درجة حرارة التجفيف 140 – 160 م° ورطوبة الهواء النسبية 7 %، تستمر عملية التجفيف حتى تصل درجة الحرارة داخل المنتج المجفف إلى 48 – 50 م°.

يحتاج بياض البيض المجفف إلى معالجة إضافية قبل عملية التجفيف بغية المحافظة على الصفات المتعلقة بخفقه فيما بعد عند استعماله في المعجنات. وقد اقترح لذلك إضافة السكر أو اللاكتوز إلى بياض البيض قبل تجفيفه وأن يتم العمل على تقليل لزوجته بالتريسين. وتتبع الآن طريقة حديثة تتضمن الآتي:

1- استخدام الأنزيم المؤكسد للغلوكوز الذي يتم الحصول عليه من الفطر لأكسدة الغلوكوز في البيض وتحويله إلى حمض الغلوكونيك.

2- إضافة فوق أوكسيد الهيدروجين الذي يحرر الأوكسجين بفعل إنزيم الكاتاليز.

تتخفّض عملية انحلال منتجات البيض المجفّفة بالماء أو المحاليل الأخرى إذا لم يتم تبريدها مباشرة بعد الانتهاء من عملية التجفيف. كذلك تتخفّض درجة ذوبان منتجات البيض المجفّفة وانحلالها كلما ارتفعت درجة حرارة التخزين. ويمكن التقليل من عملية انخفاض درجة ذوبان وانحلال منتجات البيض المجفّفة بإضافة السكروز أو اللاكتوز بنسبة 10 - 15 %.

يتم تخزين منتجات البيض المجفّفة في أماكن باردة نسبياً وجافة ومظلمة ورطوبة هواء نسبية 50 - 60 %. تستمر فترة تخزين منتجات البيض المجفّفة لمدة سنتين وذلك على درجة حرارة 2 م⁰ ورطوبة هواء نسبية 60 - 70 %. أما إذا تم التخزين على درجة حرارة 20 م⁰ ورطوبة هواء نسبية 75 % تتخفّض المدة حتى ستة أشهر.

لا ينصح بتخزين منتجات البيض المجفّفة على درجات حرارة أعلى من 20 م⁰. وبشكل عام يتم تخزين منتجات البيض المجفّفة والمعلّبة داخل علب كرتونية لمدة تسعة أشهر، أما المعلّبة داخل عبوات معدنية فتتمدد مدة التخزين إلى 12 شهراً، بينما منتجات البيض المجفّفة والمعلّبة داخل عبوات مفرغة من الهواء فتخزن لمدة 15 شهراً.

عند الحصول على منتجات البيض المجفّفة من منتجات البيض المجمدة تجري عملية إزالة التجميد عنها ضمن غرف لا تزيد فيها درجة الحرارة على 24 م⁰، بعد ذلك تجري عليها عملية تجفيف أولية لتصل نسبة المادة الجافة فيها 42 - 45 %، بعدها تجري عملية التجفيف الكاملة على المنتج. تفيد عملية التجفيف الأولي لمنتجات البيض المجمدة والمزال عنها التجميد في الاقتصاد بنفقات الطاقة اللازمة لعملية التجفيف بمرتين والحصول على نوعية عالية للمنتج المجفّف.

التغيرات التي تطرأ على منتجات البيض المجفّفة في أثناء التخزين

تطرأ على منتجات البيض المجفّفة تغيرات عديدة في أثناء تخزينها نذكر منها:

- 1- انخفاض في عملية انحلال المادة الجافة.
- 2- ضياع خاصية المطاطية للمادة المجفّفة.
- 3- ارتفاع درجة الحموضة.
- 4- انخفاض كمية الكاروتين وغماقة لون المسحوق المجفّف.
- 5- تغيرات في اللون والرائحة.

يجب إن تتوفر في منتجات البيض المجففة لكي تكون ذات نوعية عالية متطلبات وخواص فيزيائية وكيميائية وحسية ترضي حاجة السوق ورغبات المصنعين والمستهلكين. وهذه الصفات موضحة في الجدول رقم (2).

يجب ألا يزيد عدد الأحياء الدقيقة داخل منتجات البيض المجففة من نوع العصيات المعوية على 0.1 في كل 1 غ منتجاً. كما يجب ألا تحتوي منتجات البيض المجففة على بكتريا من نوع السالمونيلا مطلقاً.

يعطي كل 3.6 كغ من مخلوط البيض 1 كغ بيضاً مجففاً. إن مردود منتجات البيض المجففة التي تحتوي على 7 % رطوبة هو 27.4 % من وزن مخلوط البيض قبل عملية التجفيف.

جدول (2) الخواص الفيزيائية والكيميائية والصفات الحسية لمنتجات البيض المجففة

منتجات البيض المجففة			الصفات الفيزيائية والكيميائية والحسية
بياض البيض	صفار البيض	مخلوط البيض	اللون
أبيض مصفر	أصفر محمر	أصفر فاتح	
طعم البياض المميز دون رائحة غريبة	طعم الصفار المميز دون رائحة غريبة	طعم البيض المميز دون رائحة غريبة	الطعم والرائحة

القوام	مسحوق ناعم	مسحوق متكتل سهل الفرط	مسحوق ناعم دون كتل
الرطوبة %	7	5	9
الليبيدات %	36 - 50	50	-
البروتين %	46	35	85
الرماد %	4.9	4	5
درجة الذوبان %	85	40	590
pH	8	7	9

القيمة الغذائية لمنتجات البيض المجففة

تعد القيمة الغذائية لمنتجات البيض المجففة عالية جداً، لذلك تستخدم هذه المنتجات في رفع القيمة الغذائية وزيادتها لكثير من المنتجات الغذائية مثل صناعة أغذية الأطفال عالية القيمة الغذائية، وصناعة الأغذية الخاصة بالمرضى، إضافة لصناعة المعجنات والحلويات. والجدول رقم (2) يوضح التركيب الكيميائي لمخلوط البيض المجفف وبياض البيض المجفف وصفار البيض المجفف. نستنتج أن نسبة البروتين تكون أعلى ما يمكن داخل بياض البيض المجفف مقارنة مع صفار البيض المجفف أو مخلوط البيض المجفف وهذه نتيجة حتمية كون نسبة الرطوبة داخل بياض البيض قبل تجفيفه عالية جداً (87 %) وبعد تجفيفه تنخفض إلى 9 % وبالتالي تبقى المواد الجافة التي نسبتها 13 % والتي تشكل منها البروتينات نحو 11 %، بينما نلاحظ أن نسبة الرطوبة داخل صفار البيض قبل تجفيفه تكون بحدود 48 % وبعد عملية التجفيف تنخفض إلى 3.4 % وبالتالي تبقى المواد الجافة التي نسبتها في حدود 52 % والتي تشكل منها البروتينات حوالي 16 %.

تعد منتجات البيض المجففة من المواد الغذائية الغنية جداً بالعناصر المعدنية التي تعمل على إغناء المنتجات والمصنعات التي تدخل في تركيبها بهذه العناصر المعدنية. والجدول رقم (3) يبين كمية العناصر المعدنية الكبرى والصغرى داخل منتجات البيض المجففة. يبين الجدول أن صفار البيض المجفف هو من المواد الغذائية الغنية جداً بالعناصر المعدنية وبخاصة الحديد، بينما يتميز بياض البيض المجفف بغناه بعنصر الكالسيوم. وعموماً تعد منتجات البيض المجففة من

المنتجات التي تستخدم في رفع القيمة الغذائية للمصنعات التي تضاف إليها وبخاصة العناصر المعدنية، وذلك نظراً لاحتوائها على كمية لا بأس بها من الرماد الذي تشكل منه العناصر المعدنية النسبة العظمى.

تعد منتجات البيض المجففة من المواد الغذائية عالية القيمة الحيوية نظراً لاحتوائها على كامل الأحماض الأمينية الضرورية لبناء جسم الإنسان إضافة إلى احتوائها الأحماض الأمينية غير الأساسية.

والجدول رقم (4) يوضح ذلك. حيث نستنتج أن مجموع الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية يكون أعلى ما يمكن داخل بياض البيض المجفف مقارنة مع صفار البيض المجفف ومخلوط البيض المجفف، وبالتالي تكون القيمة الحيوية والغذائية لبياض البيض المجفف عالية جداً.

تحتوي منتجات البيض المجففة كميات لا بأس بها من الفيتامينات، والجدول رقم (5) يبين أنواع الفيتامينات وكمياتها داخل منتجات البيض المجففة. حيث نستنتج أن صفار البيض المجفف من المواد الغذائية الغنية جداً بفيتامين A، بينما يعد بياض البيض المجفف غنياً بفيتامين B₂.

جدول (3) محتوى العناصر المعدنية داخل منتجات البيض المجففة

منتجات البيض المجففة			العناصر المعدنية
صفار البيض	بياض البيض	مخلوط البيض	
العناصر المعدنية الكبرى مغ / 100 غ			
249	1067	448	كالسيوم
262	75	193	بوتاسيوم

29	71	42	مغنزيوم
99	1297	436	نترات
–	–	23	نتريت
328	1340	625	كبريت
1047	194	725	فوسفور
984	1232	581	كلور
العناصر المعدنية الصغرى ميكروغرام / 100 غ			
23000	1840	8900	حديد
115	25	64	يود
80	4	32	كوبالت
245	25	103	منغنيز
484	182	315	نحاس
42	14	22	مولبيديوم
–	–	200	فلور
25	11	14	كروم
1090	810	3500	توتياء

جدول (4) محتوى الأحماض الأمينية داخل منتجات البيض المجففة

منتجات البيض المجففة			الأحماض الأمينية
صفار البيض	بياض البيض	مخلوط البيض	مغ / 100 غ
12694	35574	17240	أحماض أمينية أساسية
1840	5460	2550	فالين
1821	4857	1770	إيزولوسين
2631	7022	3770	لوسين

2166	5045	2380	لايسين
802	3177	1210	مثنونين
1631	3683	2640	ثريونين
450	1270	720	تربتوفان
1353	5060	2200	فينيل الانين
18116	48978	26720	أحماض أمينية غير أساسية
1717	5683	2730	الانين
2202	4718	2460	أرجنين
2493	7874	4550	أسبارتيك
737	1819	900	هستيدين
1023	3039	1560	غلايسين
4006	11269	6290	غلوتامين
–	100	50	أوكسي بولين
1342	3081	1450	برولين
2764	2687	3490	سيرين
1310	3198	2250	تايروزين
522	1955	990	سيستئين
30810	84552	43960	المجموع العام

جدول (5) محتوى بعض الفيتامينات داخل منتجات البيض المجففة

منتجات البيض المجففة			الفيتامينات
صفار البيض	بياض البيض	مخلوط البيض	مغ / 100 غ
2.16	–	0.9	فيتامين A
0.35	–	0.25	فيتامين B ₁
0.47	2.00	1.64	فيتامين B ₂

تعليب منتجات البيض

يضاف السكر إلى منتجات البيض في أثناء تعليبها للمحافظة على ثبات البروتين داخل هذه المنتجات في أثناء تعريضها لحرارة التعقيم أو الحرارة المنخفضة عند التجميد منعاً لتخثر بروتين البيض ومنعاً لحدوث التغيرات غير المرغوبة (فيزيائية، كيميائية) داخل بروتين البيض.

يضاف السكر إلى منتجات البيض المعلبة على شكل سكروز، كما يضاف أحياناً إلى منتجات البيض المعلبة كميات قليلة جداً من ملح الطعام للهدف نفسه.

إن نسبة المواد المضافة (سكرًا، ملحاً) إلى منتجات البيض المعلبة ترتبط بشكل كبير برغبة المستهلك ومتطلبات السوق ونوع المنتج المراد إضافته إليه والذوق العام. حيث يضاف السكر إلى منتجات البيض المعلبة بنسبة تتراوح من 5 - 50 % بالنسبة إلى كتلة منتج البيض المعلب. أما ملح الطعام فيضاف بنسبة قليلة لا تزيد على 1.5 %. وأحياناً يتم إضافة السكر والملح إلى منتجات البيض المعلبة على شكل خلطات معروفة التركيب.

عند إعداد منتجات البيض وتحضيرها مع السكر يتم استخدام بيض الدجاج الطازج أو المبرد والصالح للاستهلاك والخالي من مسببات الفساد والمتمتع بصفات جيدة. عند استخدام منتجات البيض بإضافة السكر يتم تنظيف محتوى البيض من جميع الأغشية والقشور ويصفى بواسطة شبكة قطر ثقبها 1 - ملم.

يجب أن يكون السكر المستخدم في منتجات البيض المعلبة ناصع البياض وخالياً من جميع الشوائب والروائح الغريبة. أما الملح المستخدم لهذه العملية فيجب أن يكون مطحوناً بشكل ناعم. وقبل عملية أخذ الأوزان المطلوبة من السكر والملح تجري عملية تصفيتهما بشبكة قطر ثقبها 1 - 2 ملم.

تجري عملية خلط السكر المضاف مع مخلوط البيض أو بياضه أو صفاره بواسطة خفاقة أو خلاط لمدة 20 دقيقة، أو حتى تمام عملية الخلط بشكل جيد. بعد ذلك يسكب الخليط ضمن عبوات معدنية ذات مواصفات ملائمة بسعة 5 - 8 كغ، بعد ذلك يتم تعريض العبوات المعبأة إلى حرارة التسخين الأولي، ثم تجري عملية إغلاقها بشكل جيد بواسطة آلات خاصة، بعد ذلك تخضع

هذه العبوات إلى عملية البسترة والجدول رقم (6) يوضح نظام المعاملات الحرارية التي تجري على منتجات البيض المعلبة باختلاف نسبة المواد المضافة من السكر والملح.

جدول (6) المعاملات الحرارية التي تجري على منتجات البيض المعلبة

المعاملات الحرارية	مخلوط البيض مع السكر والملح		بياض البيض مع السكر % 50 – 30	صفار البيض مع السكر % 50 – 30
	سكر 10-25 % ملح 0.5 %	سكر 30-50 % ملح 1 %		
زمن تسخين العلب المعدنية / دقيقة				
200 – 500 مل	7 – 5	7 – 5	6	12
5000-8000 مل	20 – 15	20 – 15	20 – 15	30 – 25
درجة الحرارة م°	70 – 65	75 – 72	65 – 63	75 – 72
زمن البسترة / د	35	33	32	33
حرارة البسترة/م°	63 – 58	70 – 61	61 – 58	71 – 61

من الجدول نستنتج أنه عند زيادة حجم المعلبات تزداد الفترة اللازمة لتسخينها، وأن درجة الحرارة اللازمة لعملية التسخين تتراوح من 63 - 75 م°، وأن متوسط زمن البسترة للعلب الحاوية لمنتجات البيض مع السكر والملح هو 33 دقيقة، ودرجة الحرارة اللازمة لعملية البسترة هذه 60 - 70 م°. لقد أظهرت الدراسات أن عدد الأحياء الدقيقة قبل بسترة مخلوط البيض يصل إلى 12000 - 166000 في واحد مل منتجاً، أما بعد عملية البسترة فقد انخفض هذا العدد إلى 5 - 12 في واحد مل منتجاً.

إن عملية تغليب منتجات البيض بإضافة السكر تزيد من فترة التخزين. حيث يتم تخزين مخلوط البيض المعلب الحاوي 50 % سكرًا على درجة حرارة 16 - 20 م° لمدة تصل إلى 8 أشهر، أما عند تخزينها على درجة حرارة 30 م° فتتخفض هذه الفترة إلى ثلاثة أشهر. أما صفار البيض المعلب أو بياض البيض المعلب بإضافة 50 % سكرًا فيمكن تخزينه حتى 5 - 7 أشهر على درجة حرارة 16 - 20 م°.

عند تخزين منتجات البيض المعلبة بإضافة السكر لا تطرأ أي تغيرات فيزيائية أو كيميائية تذكر على هذه المنتجات.

يمكن تخزين منتجات البيض المعلبة بإضافة السكر ضمن شروط عادية ولا تحتاج إلى البرادات وبالتالي التقليل من تكاليف التخزين.

تستخدم منتجات البيض بإضافة السكر والملح بشكل واسع في صناعة المعجنات باختلاف أنواعها والحلويات وأغذية الأطفال والأغذية العلاجية.

إن العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير منتجات البيض المعلبة بإضافة السكر موضحة بالمخطط رقم (3).

مخطط (3) العمليات التكنولوجية لإعداد وتحضير منتجات البيض المعلبة بإضافة السكر





الفصل الثاني عشر

المرطبات وعصائر الفاكهة ومنتجاتها

Soft drinks, fruit juices and its products

مقدمة

شهدت صناعة عصير الفاكهة والخضار تقدماً ملحوظاً خلال القرن الماضي من حيث كمية الإنتاج أو التقانات المتبعة. فقد طورت معدات الاستخلاص والتصنيع فأنتج عصير العنب وعصير التفاح بجودة عالية وتكاليف منخفضة، كما أنتجت أشربة متعددة من عصير الفاكهة لم

تكن معروفة. ويتم الآن إنتاج عصير الفاكهة و شحن كمياتها بشكل سائب لتوزع في الأسواق بالمفرق عسيراً مبرداً. كما استتبطت طرائق جديدة لإنتاج المركّزات المعقمة، فتوضع في صهاريج معقمة محمولة على سيارات شاحنة أو في براميل جاهزة للشحن، وقد اتبعت هذه الطريقة الأخيرة في إنتاج مركز البندورة لشحنه إلى مراكز التصنيع البعيدة عن مركز إنتاج الثمار. وقد لاقى شراب الغريفون مع الأناناس رواجاً هائلاً حيث تستورد الولايات المتحدة الأمريكية كميات ضخمة من مركز عصير الأناناس من هاواي والفلبين لتمزجها مع عصير الغريفون الذي تنتجه محلياً.

إن التشريعات المتشددة على استخدام الملونات والمنكهات الاصطناعية في كل من أوروبا والولايات المتحدة الأمريكية قد أدت إلى التوجه نحو إنتاج أشربة فواكه ذات نكهات وألوان طبيعية مستخلصة من ثمار حقيقية. ويشار أيضاً إلى إنتاج عصير الفاكهة والأشربة المدعمة بإضافة الفيتامينات والمعادن. وقد نشط مؤخراً الاهتمام بإنتاج أغذية الحمية، وسوقت مساحيق أساسيات الأشربة المركبة من الكاروتين وحمض الاسكوربيك وحمض الليمون (السيتريك) والسكر وإضافات اللون والنكهة، وهناك اهتمام في الوقت الحاضر بإحلال هذه المنتجات محل عصير الفاكهة النقي المدعم بالفيتامينات.

يتخلف عن تصنيع ثمار الفاكهة وإنتاج العصير مخلفات تشتمل على البذور والجيوب البذرية ومواد أخرى عسيرية يستخدم بعضها في إنتاج هلامات ذات جودة منخفضة، كما يستخدم بعضها الآخر في إنتاج البكتين واستخدامات أخرى محدودة كأعلاف للحيوانات.

المرطبات الغازية غير الكحولية

المرطبات الغازية مشروبات خالية من الكحول، تحضر من محلول سكري وتحتوي على ملونات ومكسبات للطعم والرائحة (منكهات) وحموض، كما تحتوي على مواد حافظة ومانعات للأكسدة ومواد أخرى تضاف لأغراض خاصة (كملاح الطعام والكافئين والكينين)، وتحتوي أيضاً غاز ثاني أكسيد الكربون المضغوط، وتعبأ المنتجات بطريقة تمنع فيها من تسرب الغاز (ضمن ظروف التداول والتخزين العادية). ويشترط دائماً خلو المرطبات الغازية من الشوائب والرواسب والمواد المتعفنة والمخمرة والحشرات (وأجزائها ومفرزاتها)، كما يشترط خلوها من الأجزاء الفلينية والزجاجية والأحياء الدقيقة الضارة ومن إفرازاتها. والمنتج الجيد هو ذلك الذي لا ينفصل فيه واحد أو أكثر من مكوناته، بل يتصف بمظهر نقي ومتألق وجذاب.

الآلات والمعدات المستخدمة في عملية إنتاج المرطبات الغازية:

1- وحدة تخزين السكر وإذابته Sugar storage and dissolving unit

2- نواقل ومعدات وزن دقيقة وآلات تسليم جرعات محددة من المكونات

3- آلات المزج والتقليب لضمان تمام الإذابة

4- تجهيزات الأتمتة Automation ومراقبة الإنتاج Process control

5- وحدة تحضير المزيج وتخزينه Mix preparation and storage

6- وحدة انتزاع الغازات من الماء Water degasification

7- وحدة الخلطة وبسترته Premix and pasteurizing

8- تجهيزات إضافة غاز ثاني أوكسيد الكربون CO₂

9- وحدة التعبئة

المكونات الأساسية الداخلة في صناعة المرطبات الغازية غير الكحولية

أولاً- الماء: هو أهم مكونات المرطبات الغازية ويدخل في تركيب المشروبات بنسبة قد تصل إلى 92 % حيث يستخدم في تحضير محلول السكر ويجب أن يكون نقياً من وجهة النظر الكيميائية وبأقصى درجات النقاوة الممكنة، فهو يفوق في مواصفاته ما يتطلب توافره في ماء الحنفية المعد للشرب. وعلى الرغم من أنه يمكن عد ماء الشرب مقبولاً بكتريولوجياً من حيث إمكانية استخدامه في تحضير المرطبات الغازية، إلا أنه لا يمكن قبوله من حيث اعتبارات النقاوة الكيميائية، إذ إن احتوائه على أي ملوث ولو كان ذلك بكميات قليلة نسبياً يتيح الفرصة لتشكل تفاعلات لا يرغب في آثارها. وفي العادة لا ترقى مياه الشرب العادية للدرجة التي تجعلها مستوفية المواصفات والمقاييس التي للماء المعتمد في تحضير المرطبات الغازية غير الكحولية. فقلوية الماء يجب أن تكون منخفضة حتى لا تعادل ولو جزئياً الحمض المستخدم في المنتج، وإلا فإنه ستحدث تغيرات في خصائص المنتج النهائي وتنخفض فيه خاصية الحفظ. ويفترض أيضاً أن لا يوجد أثر للكلور المتبقي Residual chlorine (المتخلف عادة في ماء الشرب بعد المعالجة بالكلور)، وإلا فإن ذلك سيؤدي كثيراً لنكهة المنتج. كما أن وجود العكر يسلبه مظهره النقي الجذاب. أما دقائق المواد العضوية والمواد الصلبة غير العضوية فإنها تعمل نويات غروية لتراكم ثاني أوكسيد الكربون، وبالتالي لاستبعاده خارج المحلول مما يؤدي إلى اندفاع المنتج وفورانه في حالتي التعبئة وفتح

العبوة. لذلك يلجأ مصنعو المرطبات الغازية غير الكحولية لمعالجة المياه حتى ترقى إلى هذه المقاييس العالية. وقد تشمل المعالجة ما يأتي:

(أ) الترسيب الكيميائي

(ب) إزالة الأيونات Deionization

(ت) إضافة الفحم المنشط (مرشح فحامي) بهدف نزع الروائح والطعوم من المياه وتخليصها مما قد تحتويه من الكلور المتبقي.

(ث) تمرير المياه عبر مرشحات ورقية للتخلص من الآثار المتخلفة عن المرشح الفحمي وتخليصها مما قد تحتويه من الهواء.

ثانياً - CO₂ ثنائي أوكسيد الكربون: يحصل عليه مصنعو المرطبات بصورة نقية معبأ في أسطوانات كبيرة ومضغوطة، وتتوقف كمية ما يستخدم من غاز على نوعية النكهة المطلوب توافرها في المنتج النهائي. وتشمل وظائف غاز CO₂ في المنتج النهائي على ما يأتي:

1- تعزيز وتركيز نكهة المرطبات الغازية

2- مادة حافظة بسبب خاصيته الحمضية

3- الإحساس بالوخز الخفيف عند تناول المرطبات الغازية

4- إعطاء المنتج المظهر المتألق الفوار

حيث يحل غاز ثاني أوكسيد الكربون بمعدل 1.5 حتى 4 حجوم من الغاز (عند الشرطين النظاميين من الضغط والحرارة) لكل حجم واحد من السائل.

ثالثاً - مواد التحلية: تشمل في معظم الحالات على السكر، وقد يستخدم واحد أو أكثر من مواد التحلية الأخرى التالية: سكر محول (منقلب) وفركتوز وغلوغوز وعسل نحل، ويحتوي المنتج النهائي على 8 - 14 % سكر. أما وظائف مواد التحلية فتحدد بأنها مصادر للطاقة والطعم الحلو المستساغ والإحساس بشعور امتلاء الفم.

رابعاً - مكسبات الطعم والرائحة (المنكهات): وتشمل ما يأتي:

1- مختلف أنواع عصير الفاكهة غير المركزة

2- مستخلصات النكهة الطبيعية لأي من أنواع ثمار الفاكهة أو الخضار أو البراعم الزهرية أو القلف أو الجذور أو الأوراق النباتية أو أي مادة نباتية أخرى مشابهة.

3- المنكهات الاصطناعية المصرح باستخدامها غذائياً

خامسا- الملونات والحموض والمواد الحافظة: إما أن تكون الملونات المستخدمة مشتقة من مصادر طبيعية أو من مصادر اصطناعية، ويلاحظ أن تكون مشمولة بقائمة المواد التي يصرح باستخدامها في الأغذية. أما الحموض العضوية فيمكن أن تكون واحداً أو أكثر مما يأتي: ستريك، لاكتيك، طرطريك، ماليك، فيوماريك، حمض الخل، غلوكونيك، أدبييك. ويستعمل حمض الفوسفور في تحضير المشروبات الغازية المحتوية على مركبات الكولا أو الزنجبيل. كما يشمل استخدام المواد الحافظة واحداً أو أكثر مما يأتي: حمض البنزويك أو بنزوات الصوديوم، حمض السوربيك أو أحد أملاحه مع الصوديوم أو البوتاسيوم أو الكالسيوم، استرات الميثيل والإيثيل والبروبيل لباراهيدروكسي حمض البنزويك، وثاني أكسيد الكبريت أو أحد أملاح حمض الكبريتي HSO_3 مع الصوديوم أو البوتاسيوم. وفي حال استخدام مضادات الأكسدة فتعتمد مركبات الهيدروكسي تولين البوتيلي (BHT) Butylated Hydroxy Toluene أو الهيدروكسي انيسول البوتيلي (BHA) Butylated Hydroxy Anisol ، وغللات البروبيل وحمض الاليتوريك أو الاليزواسكوربيك، والتوكوفيرولات.

عصائر الفاكهة ومنتجاتها

- 1- عصائر الفاكهة:** منتجات تعبأ في عبوات معدنية أو زجاجية أو ورقية (كرتون مغطى بالشمع)، وتتألف من عصير الفاكهة 100 % وقد يضاف القليل من السكر إلى العصير بقصد التحلية، ولا يضاف إلى العصير عدا ذلك أي مواد أخرى.
- 2- نكتار الفاكهة:** منتجات مستخرجة من ثمار الفاكهة ذات قوام غليظ نسبياً، وتحتوي على عصير الفاكهة بنسب 40 - 50 %، ويعمل لب الثمار فيها مغلفاً للقوام. وقد تحتوي الأنواع رخيصة الثمن على العصير بنسب 10 - 20 %، ويعوض عن نقص العصير في هذه الحالة الأخيرة بإضافة مواد اصطناعية لتغليظ القوام كمركب كربوكسي ميثيل سللوز.

3- شراب الفاكهة: منتجات مكونة من عصير الفاكهة بنسبة 6 - 10 %، ولا تضاف إليها مواد لتعليظ القوام.

تنتج مراكز الفاكهة بصورة رئيسة في المناطق التي توجد فيها زراعة أشجار الفاكهة وذلك بقصد خفض الحجم وإنقاص الوزن قبل نقل المنتج إلى مواقع إعادة التصنيع والتحويل إلى أي من منتجات عصير الفواكه آنفة الذكر. وتنتج مراكز الفاكهة من دون أي إضافة، وقد تحضر بعد إضافة السكر والمنكهات والألوان والمستحلبات....الخ. ويأتي في مقدمة النكهات المرغوبة في الوطن العربي نكهتا البرتقال والأناناس ولبها الغريفون (غريب فروت) والتفاح.

القيمة الغذائية لعصائر الفاكهة ومنتجاتها

تحتوي معظم أنواع ثمار الفاكهة على السكر بكميات كبيرة، ويذكر بصورة خاصة عصير العنب ولبه في ذلك عصير التفاح والشمش والأناناس والخوخ. والسكر عنصر تغذية هام، فهو سهل التمثيل، ويزود الجسم بالطاقة بشكل سريع. أما محتوى الفاكهة من البروتينات والدهون فمحدود نسبياً، لكن يعد معظمها مصادر ممتازة لفيتامين C (الحمضيات والفريز)، كما يعد عدد منها مصدراً جيداً للكاروتين (مولد فيتامين A) كالشمش والخوخ والدراق، وعدد آخر يحتوي على كميات معتدلة من البريدوكسين والايكسيتول وحمض الفوليك والبيوتين وهي جميعاً من مجموعة فيتامين B. ويوجد فيتامين B₁ أيضاً بكميات معتدلة في عصير التفاح والشمش والغريفون والبرتقال والدراق والإجاص والأناناس والخوخ. وتحتوي أنواع العصير جميعها على كميات ملحوظة من العناصر المعدنية اللازمة لنمو الجسم وصيانتته. ولسوء الحظ يتأكسد فيتامين C بسهولة، حيث تفقد كميات كبيرة منه في أثناء عمليتي استخلاص العصير من الثمار وبسترة العصير الناتج، أما أنواع عصير الحمضيات فلا تفقد إلا جزءاً يسيراً مما تحتويه من هذا الفيتامين. ولا تفقد الفيتامينات عند حفظ العصير بالتجميد إلا بمقادير محدودة جداً. أما عند حفظ العصائر معلبة فتتعرض لفقد مقادير كبيرة لاسيما إذا خزنت لفترات طويلة تحت ظروف خزن مرتفعة الحرارة نسبياً.

أسس تقانة إنتاج عصائر الفاكهة

قد تشترك الفواكه في المراحل التي تخضع لها لاستخلاص العصير من ثمارها، إلا أنها تتفاوت في المعدات المستخدمة في ذلك، ويكون ذلك تبعاً لنوع الثمار وخصائصها. وتشتمل مراحل إنتاج عصير ثمار الفاكهة على خطوات رئيسة هي:

1- استخلاص العصير

2- تنقية العصير وترويجه

3- نزع الهواء من العصير

4- بسترة العصير

5- تركيز العصير إذا كان يرغب بزيادة ما تحتويه وحدة الحجم من مواد صلبة.

6- إضافة الى ما سبق قد يعتمد لإغناء العصير بإضافة مكونات النكهة التي يكون قد فقدتها في أثناء مراحل التصنيع.

هذا وقد يسوق العصير الناتج إما معلباً (في علب معدنية أو في قوارير زجاجية أو في علب من الكرتون المشمع) وإما مجمداً في علب معدنية.

وتصمم معدات استخلاص عصير الحمضيات بحيث ينساب الزيت المر الناتج عن قشورها بعيداً عن دفق العصير، أما عند إنتاج عصير التفاح فلا يشكل الزيت الناتج أي مشكلة إذا ما امتزج مع العصير الناتج لا بل تسحق الثمار كاملة بما تحتويه القشور من مكونات النكهة، ثم يستخلص العصير بعدئذ. ويحتوي العصير المستخلص من معظم ثمار الفاكهة كميات قليلة من الدقائق المعلقة التي تستبعد بالتمرير عبر المرشحات. وحيث إن هذه الدقائق قد تسد مسام المرشحات مما يتسبب في نشوء صعوبة استمرار العملية، لذلك يتم استخدام معدات الطرد المركزي السريعة لهذا الغرض. وثمة مستهلكون يفضلون أن يكون عصير التفاح الناتج رائعاً لا تشوبه شائبة، لذلك يصبح ضرورياً معالجة العصير بالإنزيمات لتفكيك المواد البكتينية الموجودة فيه بصورة طبيعية، فتترسب الدقائق الصغيرة ويتم التخلص منها بواسطة الترشيح أو بالطرد المركزي. ونظراً لأنه يفضل احتواء عصير البرتقال على عكر خفيف فإنه يتم المحافظة على الدقائق المعلقة الموجودة بصورة طبيعية. يحتوي العصير المستخلص والمروق هواء محتبساً. يخلص منه برشه في حجرة تفريغ. ويشار إلى أن بقاء الهواء محتبساً في العصير يسرع إتلاف فيتامين C ويؤدي إلى تغيرات أخرى غير مرغوبة تعزى إلى الأوكسجين.

وثمة مراحل مهمة أخرى تتضمنها العملية الإنتاجية لصناعة عصير ثمار الفاكهة وتشمل البسترة والتركيز واسترجاع مكونات النكهة وإعادة إضافتها للعصير الناتج، ودعم العصير بإضافة الفيتامينات. وتحتوي جميع أنواع العصير كمية قليلة من المواد الصلبة، لذلك فإنه من المألوف في الصناعة أن يركز العصير سواء أكان المنتج النهائي سيسوق مجمداً أم معلباً. ويتم التركيز بتبخير جزء مما يحتويه العصير من ماء في حجرة مخللة من الهواء في حرارة منخفضة وذلك بقصد

المحافظة ما أمكن على مكونات النكهة الطبيعية. ومع ذلك فإنه غالباً ما تفقد مكونات النكهة مع بخار الماء المطرود بالتبخير، لذلك تمرر هذه الأبخرة عبر وحدة خاصة لاستخلاص النكهة منها. وتصمم لكل نوع من ثمار الفاكهة وحدة استرجاع نكهة خاصة تلائم خصائص الثمار. وبعد استرجاع مواد النكهة تضاف ثانية للعصير المركز بقصد تعزيز نكهته. وعندئذ يحفظ العصير إما مجمداً (في عبوات معدنية)، وإما معلباً في عبوات معدنية أو زجاجية بعد إخضاعه لمعالجة حرارية نهائية تضمن عدم نشاط الأحياء الدقيقة في أثناء عملية التخزين.

متطلبات إنتاج عصائر الفاكهة من المعدات

يشتمل أي خط لإنتاج عصير الفاكهة على ثلاثة أقسام رئيسية وهي قسم معالجة الثمار وقسم معالجة العصير وقسم تعبئة المنتج. وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية من المعدات ذات أهمية بالغة في خطوط إنتاج عصير الفاكهة وهي:

(أ) أجهزة فصل عالية السرعة وتستخدم لتنقية العصير

(ب) مبادلات حرارية صفائحية تستخدم في عمليات البسترة والتبريد وفي أنواع المعالجات الحرارية الأخرى.

(ت) مبخرات تستخدم لتركيز العصير

وإضافة إلى الأنواع الثلاثة الرئيسية المذكورة توجد وحدات تخدم أغراضاً معينة في عمليات إنتاج عصير الفاكهة، وتشمل هذه الوحدات ما يأتي:

1- أجهزة نزع السائل من لب الفاكهة

2- وحدات نزع الهواء الحر أو المذاب في السائل

3- مبخرات صفائحية للتركيز الأولي ولاسترجاع النكهة

4- مبادلات حرارية لولبية تستخدم في تسخين عصير العنب تسخيناً أولياً

5- وحدات التبريد

6- مصافي ذاتية التنظيف

وإضافة إلى معدات معالجة العصير الرئيسية التي تخدم أغراضاً معينة في عملية الإنتاج توجد أيضاً قطع مساعدة لها أهميتها في عملية الإنتاج نظراً لأنها تربط القطع مع بعضها بعضاً فتجعلها تعمل جميعاً ضمن مجموعة إنتاج متكاملة وتشمل: صهاريج التخزين والمزج والمضخات والصمامات، إضافة إلى معدات مراقبة الإنتاج.

عصير العنب

يتكون خط إنتاج عصير العنب من محطات عمل رئيسة هي: تحضير الثمار ومعالجة الهريس وتنقية العصير والبسترة والتخزين البارد والتصفية ثم التعبئة. وتتم عملية تصنيع عصير العنب وفقاً لما يأتي:

تمرر العناقيد عبر آلة هرس تهرس العنبات وتخلص العناقيد من العيدان. وإذا لم يتم التخلص من العيدان يكتسب العصير الناتج في أثناء مرحلة التسخين الأولية طعماً مرّاً وقابضاً. وتهدف عملية التسخين الأولية إلى إضفاء لون جيد للعصير، وتتم قبل كبس الهريس لاستخلاص العصير، وتجري في مبادل حراري أنبوبي مستمر ضمن مجال $60 - 62.7^{\circ}\text{C}$ ، ولا يجب أن تزيد الحرارة على 71.1°C حتى لا تستخلص كميات كبيرة من المادة العفصية الموجودة في البذور. ويخضع العصير بعد التسخين الأولي إلى عملية تالية هي الاستخلاص بالمكبس الساخن، ومن ثم إلى الترويق. ويروق العصير بالبسترة الخاطفة ثم التبريد والخن في صهاريج قرب درجة التجمد (-2.7 حتى -2.2°C) لترسب منه الأرغولات. ويرشح العصير باستخدام جهاز الطرد المركزي المستمر. بعد ذلك تتم بسترة العصير الناتج بتسخينه ضمن مجال $82.2 - 87.8^{\circ}\text{C}$ بحيث تكون حرارة الإغلاق 85°C . بعد ذلك يوضع العصير في العلب عند درجة حرارة لا تقل عن 87.7°C مع ملاحظة ملء العلبة تماماً بالعصير الساخن. ثم تغلق العلب ولا تكون بحاجة لمعالجة حرارية إضافية إذا كانت حرارة الإغلاق 85°C وكان حجمها 360 مل فأكثر. أما إذا كان حجم العلب أقل من 360 مل فينبغي معالجتها حرارياً عند 100°C لمدة 10 دقائق. بعدها تبرد العلب مباشرة إلى $35 - 40^{\circ}\text{C}$ ثم تخزن هذه العلب في مخزن بارد $10 - 15^{\circ}\text{C}$ حتى يحين موعد توزيعها.

عصير البرتقال

توجد عدة أصناف من البرتقال تستخدم في صناعة عصير البرتقال ومركزاته، وتنبأين هذه الأصناف من حيث النكهة واللون والحموضة والمقاومة للصقيع وخصائص أخرى. إن لبنية ثمرة البرتقال اعتبارات هامة صممت بموجبها آلات استخراج العصير، فتحتوي طبقة الفلافيدو Flavido على زيت قشر البرتقال الذي يرغب بوجود بعضه في العصير وبكمية محدودة. أما طبقة الالبيدو Albido والبذور في مكوناته تخلف طعماً مرّاً إذا ما عصرت الثمرة بمقدار كبير، كما تحوي مختلف أجزاء ثمرة البرتقال مركبات النكهة الطيارة والسكريات والإنزيمات والحموض

والبروتينات والدهم والصباغات والفيتامينات، وتتوقف نسبها في تركيب العصير الناتج على عدة عوامل تشمل:

1- صنف البرتقال المستخدم

2- الظروف الزراعية

3- درجة النضج

4- طريقة استخراج العصير

تتأثر الخصائص المميزة لصفات نكهة العصير الناتج ولونه ودرجة ثباته في أثناء التخزين بدرجة كبيرة بنسب تركيب مزيج المكونات آنفة الذكر، وقد وضعت النظم المحلية والدولية التي تحدد المواصفات والمقاييس الخاصة بدرجة نضج الثمار بسبب تأثيرها بصورة مباشرة في محتوى العصير من الحموضة والمواد الصلبة.

ويتألف خط إنتاج عصير الحمضيات بشكل عام وعصير البرتقال بشكل خاص من عدة مراكز عمل تضم بمجموعها المعدات الرئيسة الآتية: وحدة غسيل، وحدة معالجة الثمار بالفرشاة، وحدة فحص الثمار وتفتيشها، جهاز استخلاص زيت القشر والعصير، جهاز تنقية العصير، جهاز تنقية الزيت، جهاز ترويق الزيت، مصفاة، صهاريج، مضخات، جهاز انتزاع الهواء، مبادلات حرارية صفيحية، مبادل حرارة كاشط للسطوح Scraped surface، صهريج تجميع العصير، مبخر للحصول على مركز العصير Concentrate. وتتم عملية تصنيع عصير البرتقال وفقاً لما يأتي:

تفرغ الشاحنات الناقلة عند وصولها إلى المصنع ويتم استقبال الثمار، ثم تتعاقب عليها عمليات الغسيل والتدريج واستبعاد العفن والتالف. وتقاد الثمار لتتساقط فرادى كل منها في تجويف استخلاص خاص بها ومزود بأصابع شعاعية تؤدي إلى انفصال الثمرة عند إطباقها عليها من الطرف العلوي، على حين تنقب بسكين أسطوانية أسفل الثمرة فتجعل فيه فتحة تسمح للعصير بالانسياب من خلالها. وبانتهاء عملية الاستخلاص هذه يقذف بأجزاء القشرة بعيداً فيصبح تجويف الاستخلاص جاهزاً لاستقبال ثمرة أخرى وهكذا. وقد صمم تجويف الاستخلاص بما يمكن من انسياب زيت قشر ثمرة البرتقال خارج القشرة متجمعاً في مكان خاص وفي معزل عن مكان تجمع العصير. ثم يصفى العصير الناتج مما يحتويه من بذور وقطع ثمرية، ثم يمرر في جهاز انتزاع الهواء نظراً لأن بقاء الأوكسجين فيه يتسبب بفقد فيتامين C ويؤدي لحدوث تغيرات غير مرغوبة

في كل من لون المنتج النهائي ونكهته. وفي حالة تباين كميات العصير المستخلصة من حيث الحموضة والنكهة فإنه يلجأ إلى مزجها مع بعضها بعضاً بغرض المجانسة، كما قد تحلى بإضافة السكر إذا لم تكن هناك مخالفة للقوانين والأنظمة المعمول بها، شريطة أن يوضح ذلك على بطاقة العبوة. ويكون العصير الناتج حتى المرحلة الأخيرة عرضة للتلف والفساد بفعل الأحياء الدقيقة والإنزيمات الموجودة بصورة طبيعية، ولذلك فهو يمرر من خلال جهاز بستر أنبوبي فيصبح عندئذ جاهزاً للوضع في عبوات الاستهلاك المباشر أو لإخضاعه لتبخير قسم من مائه للحصول على المركز.

عصير التفاح

تستخدم جميع أصناف التفاح في إنتاج عصير التفاح. وعموماً لا يوجد هناك صنف تفاح واحد يعطي أفضل صفات الجودة وأكثرها نكهة. وللحصول على النكهة المرغوب فيها في المنتج النهائي فإنه من المعتاد اللجوء إلى استخدام اثنين أو أكثر من أصناف التفاح. والغرض من مزج صنفين أو أكثر مع بعضهما بعضاً هو الحصول على توازن فيما بين الخصائص القائمة بين الأصناف المختلفة. والمزيج الجيد هو ذلك الذي لا يكون شديد الحموضة ولا مفرطاً في الحلاوة. ومن المألوف استخدام ثمار التفاح صغيرة الحجم غير الملائمة للاستهلاك الطازج في إنتاج عصير التفاح، هذا على الرغم من اعتماد الثمار كبيرة الحجم كمصدر للعصير عندما يكون الطلب على السلعة المنتجة متزايداً وتكون الكميات المتاحة من الثمار صغيرة الحجم السليمة غير كافية. وبشكل عام يجب أن تكون الثمار سليمة وإنه قد تم نضجها فوصلت إلى المرحلة التي تتشكل فيها النكهة العظمى. لكنها يجب أن لا تكون متقدمة في النضج. فالثمار متقدمة النضج هي كتلك غير الناضجة من حيث عدم احتوائها النكهة بمقدار كاف، وبالتالي لا تصلح لإنتاج عصير يتمتع بخصائص جيدة. وعموماً يمكن القول بأن حالة النضج التي تتوسط تلك الملائمة لطرح الثمار في السوق وتلك الملائمة للأكل الطازج هي المرغوبة لتصنيع عصير التفاح. ويبدو أن ثمار التفاح التي تصنع خلال فصل الخريف وأوائل الشتاء تعطي عصير تفاح جيد الخصائص، أما التي تصنع في الأشهر التي تلي شهر كانون الثاني فتتخفف في العصير خصائص الجودة.

ومما يجب ملاحظته عند اختيار معدات خط الإنتاج أن الحمض الموجود في عصير التفاح يتفاعل بشدة مع معادن النحاس والحديد والتوتياء والرصاص مما يؤدي إلى تاكل أجزاء هذه

المعدات وتدني طعم المنتج النهائي، لذلك ينبغي تجنب وجود هذه العناصر في الأجزاء المكونة للمعدات التي تتلامس بصورة مباشرة مع الثمار أو العصير. وأفضل المعدات هي المصنوعة من الفولاذ غير القابل للصدأ أو الزجاج، أما الخشب فلا ينصح باستخدامه.

ويتألف خط إنتاج عصير التفاح من سبع محطات رئيسية هي: استقبال الثمار واستخلاص العصير والتفكية (الترويق) والبسترة مع استرجاع الرائحة العطرة وتفكيك البكتين والتركيز والتبريد. وتتم عملية تصنيع عصير التفاح وفقاً لما يأتي: تخزن ثمار التفاح الصغيرة المعدة لإنتاج العصير في درجة الصفر المئوية، ثم تسحب من المخزن بكميات ملائمة من كل صنف من الأصناف المخزنة حسبما تتطلب نسب الخلط المعتمدة في التصنيع.

تخضع الثمار لعملية فحص وتفتيش تهدف لاستبعاد تلك المصابة بفطريات العفن حيث إنها تخلف الطعم العفن في العصير الناتج حتى وإن كانت كمياتها قليلة، ويمكن أن تتم عملية الفرز والاستبعاد قبل عملية الغسيل أو بعدها، وتجري فوق سير ناقل مكون من أسطوانات دوارة بما يمكن من تدوير كل ثمرة وتقليبها، وتسهيل مشاهدة العفنة ومن ثم استبعادها.

تغسل ثمار التفاح بتمريرها في حوض نقع يقلب الماء فيه بواسطة تيار هواء، ثم ترش الثمار بالماء في أثناء صعودها على سير ناقل مائل. وفي العادة يضاف حمض كلور الهيدروجين ليكون تركيزه في ماء النقع بمعدل 1 %، فيخلص الحمض سطوح الثمار مما يكون قد علق بها من مواد الرش. وفي حالة كون الثمار قد رشّت بمواد مكافحة بكميات كثيفة أو كانت شمعية بطبيعتها فقد يضحى ضرورياً إتباع عمليتي غسيل بالمادة القلوية ومن ثم بالحمض.

تنتقل الثمار بعد غسلها إلى آلة الطحن والنقطيع، حيث تقوم بتقطيعها إلى قطع تتراوح بين 3 - 6 مم، إذ إن القطع بحجم كهذه تضمن إنتاج مردود عصير مرتفع.

استخلاص عصير التفاح عن طريق الضغط بواسطة مكابس خاصة وهي طريقة قديمة، وحديثاً يتم استخلاص العصير عن طريق الطرد المركزي Centrifugation وهي طريقة سريعة وتضمن استمرارية عملية التصنيع.

بعد استخلاص العصير بواسطة المكبس أو بالطرد المركزي فإن السائل الناتج يكون عنبري اللون، كما يكون لزجاً وعكراً. ويعزى العكر للدقائق الصلبة الموجودة بحالة معلقة، أما اللزوجة فتتراجع إلى وجود المواد البكتينية. وقد يعلب العصير الناتج عكراً دون أي معالجة تهدف لترويقه، أو يعلب بعد

التصفية والترويق. والسلعة السائدة في الأسواق العالمية حالياً هي عصير التفاح الرائق والصافي وذلك بسبب زيادة الطلب عليه من المستهلكين.

وتشمل مراحل تحضير العصير العكر (غير المروق) الاحتفاظ به في صهاريج عميقة لفترة قصيرة تسمح بتوضع الجوامد المعلقة وبذلك ينخفض مقدار الرواسب غير المرئية التي تتوضع في الأوعية في أثناء التخزين. بعد ذلك يسحب العصير من الصهاريج العميقة ثم يخضع لمعالجة حرارية يعقبها التبريد. أما تحضير العصير الرائق فيتم كما يأتي:

- 1- تصفية العصير بتمريره عبر مصاف، حيث تحتجز دقائق لب الثمار كبيرة الحجم
- 2- إخضاع العصير لمعالجة حرارية خاطفة لبضع دقائق عند حرارة 88 م⁰
- 3- المعاملة بالإنزيمات (إنزيمات البكتينيز) لتفكيك مادة البكتين الموجودة في العصير فتترسب بعضها وتحول بعضها إلى مادة ذوابة.

مركبات الفاكهة

يحتوي عصير البرتقال الطبيعي حوالي 10.5 % مواد صلبة، فإذا كان يرغب بالحصول على مركز بنسبة 1:4 فإن ذلك يتطلب رفع تركيز المواد الصلبة أربع مرات بحيث تصبح نسبتها بعد التركيز 42 %، ويتم ذلك بتبخير الماء الفائض في درجة حرارة منخفضة وفي جو مفرغ. غير أن عملية تركيز عصير البرتقال تترافق مع فقد لبعض مكونات النكهة، ولذلك فإنه من الإجراءات المألوفة للتعويض عن النكهة المفقودة أن يتم التركيز حتى 55% مواد صلبة، ثم يضاف بعدئذ عصير برتقال طازج لخفض نسبة التركيز حتى 42 %، وقد يلجأ أيضاً إلى إضافة بعض زيت قشر البرتقال بقصد تحقيق الغرض نفسه. وعند المرحلة الأخيرة يصبح مركز عصير البرتقال جاهزاً للحفظ، وغالباً ما يتم ذلك بالتجميد. وتنقل عبوات المنتج النهائي بعد استكمال تجميدها في سيارات شاحنة مجهزة بوسائل تبريد تمكن من الحفاظ على درجة حرارة منخفضة -15 م⁰ أو أقل حتى وصولها إلى مراكز البيع، مع ضرورة الإبقاء عليها مجمدة حتى تصبح في حوزة المستهلك، أو حتى تصل إلى مراكز إعادة التصنيع. تخزين العصير المجمد يجب أن يتم من خلال ظروف تخزين حرارية لا ترتفع فيها درجة الحرارة عن -17.7 م⁰، وقد وجد أن التخزين في -15 م⁰ حتى -12.2 م⁰ لمدة طويلة أو التخزين في درجات حرارة أعلى من ذلك لمدد قصيرة يؤدي إلى تلف النكهة وفقد للعكر مع احتمال تشكل قوام هلامي.

نكتار الفاكهة

يدل تعبير نكتار الفاكهة في الصناعة على أنواع عصير الفاكهة اللبية الممزوجة مع محلول سكر وحمض الليمون لإنتاج مشروب جاهز للتناول على الرغم من أنها تشابه في نكهتها عصير الفاكهة بسبب إضافة الماء والسكر والحمض. وتتفاوت هذه المشروبات في مظهرها ابتداء من سوائل تكاد تكون رائقة حتى تلك المثقلة بما تحتويه من مواد صلبة معلقة. وتشمل عبوات النكتار التي تعبأ لأغراض تجارية نكتار المشمش والدراق بصورة رئيسة، كما تشمل كميات قليلة من نكتار الإجاص والخوخ.

وبفضل في إنتاج النكتار استخدام الثمار الطازجة أو المجمدة. ويمكن أيضا استخدام الثمار المعلبة إلا أن جودة المنتج في هذه الحالة لا ترقى إلى تلك المستمدة من الثمار الطازجة أو المجمدة. وبعد إنتاج النكتار مخرجاً لاستخدام الثمار متقدمة النضج التي لا تحتل التعليب بصورة مرضية. وعند الاعتماد على الثمار الطازجة في إنتاج معظم أنواع النكتار فإنه يفضل استخدام تلك التي تنضج طبيعياً على الشجرة. كما يمكن الاستفادة من عصير الفاكهة الناجم عن عمليتي نزع النوى والتقطيع إلى شرائح بتحويله إلى خط صنع النكتار.

مراقبة جودة الإنتاج

تتضح مزايا تبني برنامج جيد لمراقبة جودة إنتاج المرطبات وعصائر الفاكهة ومنتجاتها في النقاط الآتية:

- 1- حماية تكاليف الإنتاج عن طريق الكشف عن العيوب ومنع وقوعها
- 2- حماية المستهلك والتأكد من حصوله على منتج شهى ذي نوعية جيدة
- 3- الالتزام بالتشريعات المحلية والحفاظ على جودة تضمن دخول المنتج الأسواق المنافسة
- 4- مراقبة استخدام مواد أولية عالية الجودة لضمان الحصول على منتجات عالية الجودة
- 5- مراقبة المخلفات وتحسين الاستفادة منها

الفصل الثالث عشر

تصنيع الهلام والمربى والمرملا

Jellies, Jams and Marmalades Processing

مقدمة

تعد صناعة الهلام والمربى والمرملا من المنتجات الغذائية الهامة والصناعات المنزلية ذات الانتشار الواسع في كثير من بلاد العالم ومنها سورية. ويمثل تصنيعها أحد طرائق حفظ الأغذية الهامة لأنها تستفيد من الثمار التي لا تستعملها الصناعات الأخرى وترقد المستهلك بمنتجات ذات قيمة غذائية عالية وبخاصة الفيتامينات والكربوهيدرات. وتعتمد صناعة الهلامات والمربيات والمرملا على أساس وجود المواد الصلبة المنحلة والحموض بنسب مرتفعة نسبياً.

تحضر الهلامات والمربيات والمرملا من الثمار أو الثمار وأجزائها الأخرى (كقشور الثمار) بإضافة السكر وزيادة تركيزه حتى درجة لا تسمح بنمو الأحياء الدقيقة التي تتسبب بفساد الأغذية.

ويقوم السكر وحده بمهمة الحفظ، وهو في ذلك أكثر فعالية عند وجوده مع الحمض. وإضافة إلى الحفظ بالسكر قد يلجأ إلى طرائق حفظ أخرى كالتعقيم أو التبريد. ويتم منع نمو الفطور والأعفان عن طريق عزل سطح المنتجات عن الهواء أو باستبعاد الهواء عنها عن طريق تعبئة الهلامات والمربيات والمرملا في أوان محكمة الإغلاق بعد التخلية من الهواء. وبفيد إحكام الإقفال في منع فقد المنتجات بعض رطوبتها، كما يفيد في تجنبها الأكسدة وحدث تغيرات أخرى غير مستحبة سواء من حيث الطعم أو الرائحة.

الهلامات Jellies : يعرف الهلام بأنه ذلك المنتج الذي يحضر بغلي الثمار مع الماء (أو من دونه)، واستخلاص العصير وتصفيته، وإضافة السكر (سكروز)، والتركيز (بالتسخين) على قوام يمكن أن يتهلم مباشرة عقب التبريد. يتكون الهلام من مزيج عصير الفاكهة الطبيعي مع السكر بنسبة 45 : 55 وزناً. ويضاف إلى الهلام بعض المواد الأخرى بقصد تحسين الطعم أو اللون معاً أو لإتمام نقص مكونات العصير كالحموض العضوية (حمض الليمون عادة) والبكتين. يتصف الهلام الجيد بنقاوته ومظهره الشفاف ولونه الجذاب. ويجب أن يحافظ الهلام على قوامه المتماسك عند إزالته من العبوة فلا ينساب بل يبقى كتلة رجاة. كما يجب ألا يكون قوامه لزجاً أو صمغياً وأن يبقى محتفظاً بنكهته الأصلية وأن يمثل طعم الفاكهة التي حضر منها. ويجب أن تكون حافة الهلام حادة عند قطعها بالسكين وسطحه براقاً ومظهره أملس.

المربى Jams: ونميز منه نوعين:

1- المربى المهروس: يحضر المربى المهروس بغلي الثمار مع السكر حتى يمكن الحصول على قوام ثخين نسبياً من دون أن تبقى الثمار محافظة على شكلها. ويجب ألا تقل نسبة الثمار عن 45 جزءاً (بالوزن) مقابل 55 جزءاً من السكر.

2- المربى السليم: يحضر المربى السليم بطهي الثمار في محلول سكري (سكروز) حتى يتراوح تركيزه ما بين 55 - 70 %، ويجب أن تبقى الثمار محتفظة بقوامها وشكلها.

المرملا Marmalade: هو هلام يحتوي على قطع نوع معين من الفاكهة معلقة فيه، ويقتصر تحضيره على البرتقال وال نارنج والكرفون.

المكونات الأساسية للهلامات

يجب أن تحتوي الفاكهة المراد استعمالها في صناعة الهلام على كميات كافية من الحموض والبكتين من أجل الحصول على هلام جيد دون أن يضطر الصانع إلى إضافة هذه المواد إلى

عصير الفاكهة. ويعتمد نجاح تصنيع الهلام على التكوين الجيد للشبكة الهلامية الناتج عن اتحاد جزيئات البكتين المنحلة والمتوضعة بأشكال واتجاهات كثيرة ومتباينة بواسطة الروابط الهيدروجينية. ولكي يتحقق هذا التوازن لا بد من توافر كمية كافية من البكتين والحموضة المتمثلة برقم حموضة محددة وكمية من السكر لا تقل عن 65 %، لذلك يعتمد تكون الهلام على توافر مكونات الهلام الأساسية وجودة صفاتها وهي:

1- العصير: يعد العصير المأخوذ من الفاكهة الأساس الذي تقوم عليه عملية تصنيع الهلام، لأنه يحتوي على البكتين اللازم لتكوين الشبكة الهلامية، وعلى الحموضة التي تهئ الوسط اللازم لارتباط الألياف البكتينية.

2- البكتين: ركن أساسي في تشكيل الشبكة الهلامية، ويتكون من سلاسل حمض الغلاكتورونيك المؤسّرة جزئياً والتي تكون مع الماء محلولاً غروباً. تختلف كمية البكتين في الثمار المختلفة، فتعد ثمار التفاح وثمار توت العليق والليمون والكرفون والكشمش من الثمار الغنية بالبكتين والحمض، ومن الثمار الغنية بالبكتين والفقيرة بالحمض أنواع الكرز الحلوة والتين والموز والسفرجل، ومن الفواكه المعتدلة بمحتواها من البكتين والحمض أصناف العنب الناضجة والتوت وثمر العليق والإكي دنيا، ومن الفواكه الفقيرة بهما الرمان والدراق والإجاص الناضجة. لذا يحسن خلط عصير الفواكه قليلة البكتين مع عصير فاكهة غنية به، أو تضاف كمية من بكتين تجاري لتعديل نسبة البكتين في العصير للحصول على هلام جيد.

3- الحموضة: تعد الحموضة من أهم عوامل تشكيل الشبكة الهلامية، ولكن لا يكفي توافر كمية كبيرة منها لضمان تشكيل الهلام لأن وجود المواد ذات التأثير الواقي Buffering تقلل من فعل الحموضة، لذلك لا يمكن ربط تشكل الهلام بالحموضة الكلية للعصير لأن وجود المواد الواقية يقلل من رقم الحموضة pH، وأنه توجد علاقة مباشرة بين الحموضة الفعالة Active acidity أي pH وتشكيل الهلام. وقد وجد أن رقم الحموضة الأدنى الذي يتشكل عنده الهلام هو 3.46 شريطة أن تكون كمية البكتين الموجودة مساوية للحد الأدنى لكمية البكتين اللازمة لتشكيل الهلام. يحدد تركيز شاردة الهيدروجين أو رقم الحموضة pH صفات الهلام الناتج حيث يصبح الهلام قاسياً بإنخفاض رقم الحموضة مما قد يؤدي

إلى نرف بعض السائل منه، ويصبح رخواً إذا ارتفع رقم الحموضة إلى أكثر من 3.5 إلى حد عدم تشكل الهلام بسبب عدم تشرد جزيء البكتين.

4- السكر: يعد السكر من العوامل الأساسية المحددة لنجاح تشكيل الهلام. وأهم ما يقوم به السكر جذب جزيئات الماء فيؤدي إلى تقليل ذوبان البكتين غير المتشرد كي يظل جزء منه متاحاً لتشكيل الشبكة الهلامية ويساهم في مرونة الهلام. ويحبذ استعمال سكر جيد في تصنيع الهلام وجميع المربيات، وتتوقف كمية السكر المضافة على كمية البكتين في العصير، فإذا كان العصير غنياً بالبكتين أضيف إليه حجم مساوٍ من السكر أو أكثر قليلاً، أما إذا كان العصير فقيراً به أضيفت إليه كمية من السكر تقل عن حجمه. وعموماً يجب تطبيق القاعدة الأساسية في عمل المربيات والهلام وهي احتواؤها على 45 جزءاً من الثمار إلى 55 جزءاً من السكر.

تشكيل الشبكة الهلامية Gel formation: تتشكل الشبكة الهلامية عندما تتوافر عناصر تكوين الهلام وهي العصير والحموضة والبكتين والسكر في حالة توازن مناسب، ويمكن تشكيل الشبكة الهلامية كما يأتي:

يحمل البكتين شحنة سالبة عندما يكون في عصير الفاكهة، فإذا أضيف إليه السكر خلخل السكر هذا التوازن وقلقل جزيئات البكتين التي تتكثرت مكونة شبكة من الخيوط تتحبس في طياتها قطرات السائل، وتمتد استمرارية هذه الشبكة بفعل البكتين وتتأثر كثافة النسيج بتركيز البكتين، فكلما زاد تركيز البكتين زادت كثافة ألياف الشبكة، أما قوة الشبكة فتتأثر بما يأتي:

- 1- تركيز السكر الذي تؤدي زيادته إلى انخفاض قدرة الشبكة على احتباس الماء.
- 2- تركيز الحمض الذي يتحكم بمتانة الألياف المتكونة، حيث تجعل الحموضة العالية الألياف متينة قاسية، وقد يتحطم تشكيل الهلام لتحلل البكتين، وتؤدي الحموضة المنخفضة إلى ألياف ضعيفة غير قادرة على احتباس السائل.

متطلبات معدات إنتاج الهلام والمربى والمرباد

درجت ربات البيوت على تحضير أنواع الهلام والمربى والمرباد بموجب وصفات جرى تداولها عبر الأجيال، وقد تبنت الصناعة بعض الوصفات المتداولة مع زيادة في مقادير المكونات مع ما يتناسب والطاقة الإنتاجية المرغوب فيها. إلا أن دور الخبرة والمراس بقي مهماً في إنجاز عمليات التحضير سواء أكانت تتم في حيز المنزل أو المزرعة أم على مستوى الإنتاج التجاري. وبقيت

هناك في بعض الحالات عوامل محددة للإنتاج لا يمكن تجاوزها، ذلك عند الرغبة في تحضير منتج نهائي ذي صفات جيدة، والمثال على ذلك هو كمية (الطبخة) الواحدة من الهلام إذ إنه كلما كانت صغيرة ومحدودة أصبح بالإمكان الحصول على منتج نهائي مستوف المواصفات المطلوبة. وقد حققت صناعة منتجات أنواع الهلام والمربى والمرملاد إنجازات ضخمة بعد أن استخدمت في عمليات التصنيع معدات متطورة للتسخين والتبريد والتبخير. والمبادل الحراري ذو المقاشط مثال متميز يبين دور المعدات المتطورة في إمكان إخضاع تصنيع الهلام والمربى والمرملاد للإنتاج المستمر.

يتكون المبادل الحراري ذو المقاشط من أسطوانة مزدوجة الجدار ركب في مركزها محور دوار يتحرك بفعل محرك كهربائي أو هيدروليكي ركب في قمة الأسطوانة. وقد وصل بالمحور الدوار سكاكين تكاد تلامس نصالها السطوح الداخلية للأسطوانة فتعمل في أثناء دورانها على قشط المنتج من السطوح مما لا يدع مجالاً لاحتراق دقائق المنتج عند التسخين. يسخن المنتج من أسفل الأسطوانة ويؤخذ من مخرج في أعلاه، أما سائل التسخين والتبريد فيضخ فيما بين جداري الأسطوانة وباتجاه معاكس لاتجاه خط سير المنتج.

تصنيع الهلام

تمر عمليات تصنيع الهلام بعدد من الخطوات المتتابعة نلخصها بما يأتي:

1- تحضير الثمار: يتم الحصول على الثمار من حقول المزارعين المرتبطين بعقود توريد إلى

مصانع الأغذية أو من الأسواق المحلية، ولا يشترط أن تكون هذه الثمار من الدرجات ذات النوعية العالية بل يمكن استعمال ثمار الدرجات العادية التي لا تفي بمتطلبات التصنيع الأخرى، لأن شكل هذه الثمار وحجمها غير ذي أهمية في صنع الهلام والمربى.

2- غسيل الثمار: تغسل الثمار التي تحتوي سطوحها على كمية من الأتربة والشوائب ولا

سيما إذا كانت من الثمار الملامسة لسطح التربة أو سقطت عليها من الأشجار.

3- تقشير الثمار: تقشر الثمار ذات القشور السميكة أو القاسية مثل التفاح والإجاص

والسفرجل والخوخ، ولا تحتاج الثمار رقيقة القشور إلى تقشير كما هو الحال في ثمار

المشمش والتوت وثمار العليق، كما تزال النوى من الثمار ذات الأنوية، وتتم جميع هذه

العمليات يدوياً إذا كانت كميات الثمار قليلة، أو تستعمل الأجهزة الآلية للقيام بها في

المصانع الكبيرة.

4- غلي الثمار: تختلف كمية العصير في الثمار المختلفة كما تختلف قساوة هذه الثمار، ولكي يمكن استخلاص جميع العصير من هذه الثمار يعتمد إلى غلي الثمار القاسية مثل ثمار التفاح والسفرجل مع قليل من الماء، وتطبخ الثمار التوتية دون إضافة الماء غالباً، كما تحتوي بعض الثمار على كمية كبيرة من العصير مما يتطلب استخلاصها مرتين، وفي جميع الحالات يجب عدم إطالة مدة الغليان أكثر من اللازم للحفاظ على طعم هذه الثمار وتجنب حلمهة البكتين.

ويتوقف طول مدة الغليان على مدى قساوة الثمار وصلابة قوامها، فتحتاج ثمار التفاح إلى عشرين دقيقة أو أقل وتحتاج ثمار البرتقال إلى 30 - 60 دقيقة، ويجب عدم استمرار عملية الغليان إلى أبعد من الحد الذي يسمح باستخراج أكبر قدر من العصير لأن التسخين المفرط يؤدي إلى الحصول على عصير عكر صعب التصفية لكثرة ما يشوبه من المواد البكتينية الأولية غير المنحلة.

5- الحصول على العصير: توضع الثمار حالما ينتهي سلقها وتلين أنسجتها بين ثنايا قطعة قماش أو مصفاة ويضغط عليها لاستخلاص عصيرها، وتستخدم المصانع الكبيرة أجهزة العصر الهيدروليكي ذوات القدرة الملائمة لإتمام هذه العمليات بقدر ملائم من النظافة والإتقان.

6- تصفية العصير: يكتسب الهلام لونه الجذاب ومظهره الجميل من جمال لون العصير وصفاته، لذا يعتمد المصنعون إلى تصفية العصير مرة أو مرتين حتى يغدو صافياً رائعاً. وتجري عمليات التصفية باستعمال المصافي القماشية أو مصافي الضغط، ويستحسن أن يخلط العصير بقليل من مساعدات التصفية التي تكون طبقة رقيقة فوق قماش المصفاة تساعد على تحسين عملية التصفية ومنع انسداد ثقوبها، ويمكن الوصول إلى تصفية العصير بوضع العصير في أوعية عميقة واسعة لمدة 24 ساعة حتى ترسب المواد المعلقة وتستقر فوق قعر الوعاء عندها يسحب العصير الرائق، وإذا لم يتم الانتظار لإجراء عملية الترويق فيمكن اللجوء إلى تنقيط العصير باستعمال المثقلات ذات السرعة العالية، ولكن يراعى إزالة المواد المعلقة ذات الحجم الكبير قبل إجراء عملية التنقيط لمنع انسداد ثقوب المثقلة.

7- إضافة السكر: تتوقف كمية السكر المضافة إلى حجم معين من العصير على كمية البكتين فيه، فإذا كان العصير غنياً به أضيف إليه حجم مساوٍ من السكر أو أكثر قليلاً، وإذا كان العصير فقيراً بالبكتين يضاف إليه أقل من حجمه من السكر. ويمكن تحديد كمية السكر الملائمة بإجراء اختبار سريع لكمية البكتين في العصير وذلك بأخذ 200 سم³ من العصير وإضافة 100 و 150 و 200 غرام من السكر إليها على التوالي، ثم ملاحظة أي كمية من السكر تعطي أفضل تهلم، وعموماً يجب ألا تزيد نسبة السكر على 55 جزءاً إلى 45 جزءاً من الثمار.

يفضل استعمال سكر جيد في صنع الهلام والمربيات، كما يمكن استعمال قطر الذرة بكميات محدودة بغرض خفض نفقات الإنتاج، وتقوم المصانع الكبيرة بتخزين السكر في خزانات كبيرة والعصير في خزانات مماثلة لها في الحجم وتربط جميعها بأنابيب تصب في قدور الطبخ وتسحب منها الكميات المحسوبة اللازمة لعمل كمية الهلام المطلوبة.

8- إضافة البكتين: تؤدي إضافة البكتين إلى تحسين قوام الهلام والحصول على منتج متمائل الجودة والمظهر. وقد لا يضاف البكتين إلا إلى عصير الفاكهة الفقيرة به، ولمعرفة الكمية الواجب إضافتها منه يقدر البكتين في العصير بإحدى طرائق تقدير البكتين مثل طريقة Wichmann أو طريقة Carree haines إلا أن هذه الطرائق تحتاج إلى وقت طويل، لذلك يمكن للصانع المدرب أن يتحقق من الحاجة إلى إضافة البكتين بتجربة سهلة تتضمن أخذ حجوم متساوية من العصير والكحول الميثيلي أو الإيثيلي تركيزه 95 % في كأس ثم خلط المزيج جيداً، فالعصير الغني بالبكتين يؤدي إلى تكوين كتلة هلامية واضحة، والمتوسط يشكل قطعاً هلامية متفرقة والفقير به يشكل بضع قطع أو لا يشكل شيئاً.

يبيع البكتين في الأسواق التجارية على شكل مسحوق ناعم أو محبب، وله نوعان بكتين سريع التهلم وبكتين بطيء التهلم، وتجري إضافته إلى العصير بعد خلطه بعشرة أجزاء من السكر الجاف ويضاف المزيج إلى العصير وهو ساخن دون درجة الغليان وفي نهاية مرحلة الطبخ على دفعات متتالية حتى تضاف الكمية كلها.

9- إضافة الحمض: يجب ألا تقل حموضة العصير عن 0.5 % ويفضل أن تتراوح بين 0.75 - 1 %، فإذا لم تصل حموضة العصير المستعمل إلى هذا القدر وجب إضافة

الحمض الذي قد يكون حمض الليمون على الأغلب أو حمض طرطير أحياناً لرفع نسبة الحموضة، أو خلط العصير بعصير فاكهة أخرى مرتفع الحموضة، وتتم إضافته على شكل محلول مركز وقبل انتهاء مدة الطبخ بقليل.

يمكن عمل هلام من عصير فاكهة منخفض في حموضته وذلك بزيادة نسبة السكر أو إطالة مدة الغليان.

10- عملية الطبخ: تعد عملية طبخ الهلام من العمليات الأساسية في تصنيع الهلام لأنها تؤدي إلى تهلم مكونات الهلام وارتباطها مع بعضها لتكوين الشبكة الهلامية، وانحلال السكر وتركيز المزيج حتى يصل إلى نقطة التهلم المناسبة. ويراعى أن تكون مدة الطبخ قصيرة ما أمكن ذلك لأن الغليان لمدة طويلة يؤدي إلى حلمهة البكتين وفشل تكوين الهلام. وقد تطفو على سطح المزيج في أثناء الغليان رغوة ناتجة عن تخثر بعض المواد والتي تجب إزالتها وإعادة تحريك المزيج بعناية.

تستمر عملية طبخ الهلام حتى يصبح المزيج قادراً على تشكيل الهلام ذي القوام المرغوب عندما يبرد. وتتحكم في الوصول إلى نهاية مدة الطبخ عوامل كثيرة منها تركيز البكتين وتركيز الحمض ونسبة السكر إلى البكتين والقوام المطلوب الوصول إليه. ويمكن تحديد نهاية عملية الطبخ باختبار قوام المزيج إما بالاعتماد على خبرة الصانع في التقدير الصحيح لانتهاء عملية الطبخ أو بإجراء بعض الاختبارات السريعة التي نفصلها في عملية طبخ المربى.

11- التعبئة والحفظ: يشيع استعمال الأوعية الزجاجية في تعبئة الهلام، وقد يعبأ في علب من الصفيح مطلية بطلاء واق أو أوعية ورقية أو كرتونية مختلفة الأحجام. وتتم تعبئة الهلام ساخناً مع إحكام إغلاق الأغشية لتبقى العبوات سليمة غير معرضة للفساد. فتتم تعبئة الهلام بوساطة أجهزة التعبئة الآلية في المصانع وهي أجهزة تقوم بملء العبوة وإغلاقها في ظروف معقمة وصحية، وغلق الأوعية الزجاجية بأغطية تحكم الإغلاق بالضغط (الكبس) أو البرم.

12- البسترة: لا تحتاج العبوات المعبئة بالهلام الساخن بدرجة حرارة 82 - 93 م⁰ إلى البسترة حيث تكفي حرارة الهلام لبسترة العبوة والغطاء، أما العبوات الكبيرة التي تستعملها المصانع فتنتقل بوساطة سير متحرك إلى خزان حفظت درجة حرارته على 82 م⁰ حيث

تبقى فيه مدة نصف ساعة وقد تقصر هذه المدة إذا كانت درجة حرارة الهلام عالية عند تعبئته.

13- التبريد: يؤدي بقاء عبوات الهلام الساخنة على هذه الدرجة من الحرارة مدة طويلة حتى

تبرد تلقائياً إلى دكانة لون الهلام وإلحاق الضرر بنكهته وقوامه، لذا تجهز أجهزة البسترة المستمر بأقسام لتبريد العبوات الزجاجية، وهي عبارة عن خزانات مملوءة بالماء الذي تنخفض درجة حرارته تدريجياً، أو أجهزة بحزام متحرك يرش برذاذ الماء البارد الذي يوصل درجة حرارة العبوات إلى الدرجة المطلوبة.

يؤدي إتقان صنع الهلام إلى الحصول على منتج جيد حسن القوام طيب الرائحة والنكهة، وأهم صفات الهلام الجيد هي:

- 1- أن يكون رائقاً شفاف المظهر
 - 2- أن يكون رجاج القوام
 - 3- أن يسهل إخراجها من عبواته دون أن يفقد شكل الوعاء
 - 4- أن يتصف بطعم الفاكهة المستعملة في صنعه
- وعلى الرغم من الحذر الشديد والخبرة الحسنة في الصناعة قد لا يتم تشكيل الهلام ويفشل تكوينه، ويمكن إرجاع ذلك إلى الأسباب الآتية:

1- استعمال كمية زائدة من السكر: تؤدي إضافة كمية زائدة من السكر عما يتحملة محتوى العصير من البكتين إلى فشل تشكيل الهلام.

2- الغليان الطويل: يؤدي طبخ الهلام إلى مدة طويلة لحلمة البكتين وتكوين كتلة متكرمة سائلة القوام، لذا يجب تركيز العصير مع السكر والوصول إلى درجة التهام بأسرع وقت ممكن.

3- تكوين البلورات: تتكون البلورات السكرية في الهلام إذ تجاوز تركيز السكر 70 بريكسا، ولكن إذا تحول جزء من السكر إلى سكري الغلوكوز والفركتوز يقل أو يمتنع تكون البلورات.

4- الهلام القاسي: يرجع تكوين الهلام القاسي إلى قلة كمية السكر المستعملة بالنسبة إلى كمية العصير، أو بسبب إطالة مدة الطبخ إلى ما بعد الوصول إلى نقطة التهام.

تصنيع المربى

يصنع المربى من جميع أنواع الفواكه وبعض أنواع الخضار، كما يمكن تصنيعه من نوعين من الثمار أو أكثر، حيث يعطي خليط ثمار الأناناس مع أي نوع من الفواكه مربى لذيذ الطعم متميز الجودة والمذاق. وتتم صناعة المربى بالمراحل الآتية:

1- تحضير الثمار: يستعمل في صنع المربى مختلف أنواع الثمار الكبيرة والصغيرة، وتتلقى

الثمار الناضجة ذات الألوان الجذابة الخالية من الإصابات أو التلف، ثم تدرج حسب جودتها، أو قد تستعمل الدرجات الأقل جودة في صنع المربيات التي تجد لها استعمالاً واسعاً في حشو المنتجات الغذائية في مصانع البسكويت أو المخابز.

ويتناول تحضير الثمار الصغيرة غسلها وإزالة الأوساخ والأعناق كما في حالة الفريز والتوت البري أو تقشيرها كما في ثمار الدراق والإجاص والنفاح، أما ثمار المشمش والخوخ فلا تقشر، وتتم هذه العمليات يدوياً في المنزل والمصانع الصغيرة والياً في المعامل الكبيرة.

2- الطبخ الأولي: لا تحتاج الثمار الطرية والصغيرة مثل الفريز والكرز والتوت الأرضي إلى

الطبخ، غير أن بعض الثمار القاسية مثل النفاح وقشور البرتقال والجزر تحتاج إلى غليها بقليل من الماء لغرض تليين أنسجتها وتسهيل عملية دهنها.

3- دهن الثمار: يفضل صنع المربى من الثمار الصغيرة أو قطع بعض الثمار الكبيرة وبقاؤها

كذلك بعد تعبئة المربى، ولكن قد يعتمد إلى دهن الثمار الصغيرة والكبيرة المقطعة وتحويلها إلى عجينة ناعمة القوام استجابة إلى أذواق بعض المستهلكين، ويتم تحويل الثمار إلى هذه الحالة باستعمال آلات مجهزة بمضارب تدور في أسطوانة كبيرة مغلقة بغلاف شبكي تخرج منه الثمار وهي على شكل عجينة دقيقة القوام.

4- إضافة السكر: تختلف كمية السكر المستعملة في صنع المربى حسب نوع الفاكهة ودرجة

نضجها ونسبة السكر فيها، ويتبع في إضافة السكر القاعدة العامة (1 كغ سكر إلى 1 كغ فاكهة). وتقل هذه النسبة عندما تكون الثمار ناضجة ومرتفعة الحلاوة أو تزداد إلى أكثر من ذلك إذا كانت الثمار حامضة أو قليلة الحلاوة.

5- طبخ المربى أو الغليان: تعد عملية طبخ المربى من العمليات الهامة في تحضيره كما هو

الحال في الهلام، ويحكم إتقان هذه العملية جودة المنتج وقوامه ولونه لأنها تقوم بعدة وظائف أهمها:

أ) إذابة السكر

ب) نفوذ السكر إلى أنسجة الثمار

ت) تحول السكر إلى سكر محول

ث) تبخير جزء من الماء فيزيد تركيز المزيج

ج) رفع درجة غليان المزيج حتى يصل إلى درجة التماسك المطلوبة والتي يستدل عليها

بوصول درجة الغليان إلى 103 – 105 م⁰.

ح) القضاء على الأحياء الدقيقة وتلف الإنزيمات

وتجري عملية طبخ المربى بطريقتين:

الطبخ في الأوعية المفتوحة: تستعمل هذه الطريقة في إنتاج المربى في المنازل أو المخابر الدراسية أو المصانع الصغيرة، حيث تستعمل فيها أوعية ذات حجوم مختلفة مصنوعة من الحديد الذي لا يصدأ (الستانلس ستيل) ويتألف قسمها السفلي من جدار مزدوج يمر بينهما البخار، حيث توضع الفاكهة الكاملة أو المقطعة فيها ثم يضاف إليها السكر ويغلى المزيج مع التقليب لمدة 4 – 5 دقائق ثم يقلل البخار، وتضاف الكمية المتبقية من السكر، وتمزج جيداً وتستأنف عملية الطبخ مرة ثانية مع استمرار التحريك وإزالة الشوائب الطافية، وبعدها يضاف البكتين والحمض وتستمر عملية الطبخ لمدة 10 دقائق ثم يصب المربى من أوعية الطبخ لمنع تأثير الحرارة، أو يبرد إلى درجة حرارة التعتبة 82 – 93 م⁰ بمرور الماء البارد في الجدار المزدوج لوعاء الطبخ.

الطبخ في الأوعية المغلقة تحت التفريغ: تعد المحافظة على اللون الطبيعي للفاكهة والمظهر الجذاب للمربى من أهم متطلبات هذه الصناعة، إذ إنه كثيراً ما يدكن لون المربى المطبوخ في الأوعية المفتوحة ويميل إلى اللون المعتم بسبب شدة الغليان أو إطالة مدة الطبخ، ولتجنب هذه المساوئ يعتمد إلى طبخ المربى في أوعية مغلقة تحت تفريغ بحيث يمكن خفض درجة حرارة الطبخ إلى 70 م⁰ أو أقل مما يمكن من سرعة إنجاز عملية الطبخ ومنع اسمرار المنتج والمحافظة على لونه الطبيعي الجذاب.

وهناك طرائق يتم من خلالها تقدير انتهاء عملية الطبخ، لأن إنهاء عملية الطبخ في الوقت المناسب يعد من أهم مميزات الخبير الصانع. وعليه يمكن تقدير نهاية عملية الطبخ بثلاث طرائق:

أ) طريقة استخدام الملعقة: تؤخذ كمية من المزيج بملعقة التحريك ثم تسكب إلى الوعاء، فإذا انسكب المزيج على شكل خيط مستمر دل على عدم الوصول إلى النقطة المناسبة، أما إذا انسكب بشكل متقطع وبلزوجة مقبولة دل على انتهاء عملية الطبخ.

ب) استعمال مقياس الحرارة: يغمس مقياس الحرارة في المزيج المطبوخ بين فترة وأخرى، فإذا دل المقياس على درجة حرارة تتراوح بين 103 - 105 م⁰ تكون عملية الطبخ قد انتهت.

ت) استعمال مقياس الانكسار: توضع نقطة من المزيج البارد على مؤشر مقياس الانكسار وتقرأ نسبة المواد الصلبة الكلية، فإذا كانت القراءة على نسبة 65 - 68 % تكون عملية الطبخ انتهت ووصلت لزوجة المنتج إلى المستوى المطلوب.

6- تعبئة المربي: حالما تنتهي عملية طبخ المربي يبرد إلى درجة حرارة 80 - 82 م⁰ ويعبأ على هذه الدرجة لأنها تساعد على بقاء الثمار أو قطعها معلقة في المزيج بعد ملء الأوعية. يستعمل في تعبئة المربي أوعية مختلفة الأشكال والأحجام حسب الهدف من استعمال المربي، فيعبأ في أوعية بسعة 0.5 إلى 1 كغ لغرض الاستعمال المنزلي، أو يعبأ في عبوات تتسع 2 - 5 كغ لاستعمال مصانع الأغذية والبسكويت والمعجنات والمخابز، كما يعبأ في عبوات كرتونية على شكل علبة الكبريت تتسع إلى كميات صغيرة لغرض الاستعمال الفردي كما في المطاعم أو وجبات الطائرات.

تقلب الأوعية رأساً على عقب بعد انتهاء عملية التعبئة ليعقم المنتج الساخن السطح الداخلي للأغطية، أو تبستر الأوعية في حمام من البخار أو الماء حتى ترتفع درجة حرارتها إلى 85 م⁰ أو أكثر قليلاً لمدة 3 - 5 دقائق، ثم تلتصق عليها بطاقة البيانات وتوضع في الصناديق استعداداً لتخزينها أو شحنها إلى أماكن البيع.

تصنيع المرملا

هناك بعض الالتباس بين المربي والمرملا، فيطلق اسم إحداهما على الآخر لدى بعض فئات الناس، ولكن من الناحية العلمية تقتصر تسمية المرملا على المنتجات المصنوعة من البرتقال. وتمر صناعة المرملا بالمراحل الآتية:

1- الفاكهة الملائمة لصناعة المرملا: يعد البرتقال أهم الفواكه التي يصنع منها المرملا، إذ يعطي ما يعرف بالمرملا الحلو، فإذا ما صنع من ثمار برتقال ناضجة كثيراً تنخفض فيها

نسبة البكتين مما يدعو إلى إضافة كمية من البكتين والحمض، يحصل عليها من إضافة بعض ثمار الليمون أو الكريفون الذي يكسبه الطعم المر الذي يغدو مشابهاً للمرملاذ الإنكليزي.

2- تحضير العصير: تعصر كمية من ثمار البرتقال للحصول على كمية مناسبة من العصير، ثم تقطع الكمية الباقية من الثمار إلى قطع صغيرة بحجم مناسب.

3- تقطيع الثمار: تقطع ثمار البرتقال بعد تقشيرها إلى شرائح رقيقة تبلغ سماكتها 0.5 سم، ويضاف إلى شرائح البرتقال كمية من شرائح الليمون بنسبة 1 : 10 أو 1 : 20 حسب طور نضج ثمار البرتقال، حيث تؤدي ثمار الليمون إلى تحسين نكهة المرملاذ، وقد يصنع أحياناً من كميات متساوية من البرتقال والليمون وقد يؤدي ذلك إلى تميز المنتج وطيب نكهته.

4- الغليان: تغمر شرائح الثمار بمقدار ضعف حجمها من الماء في قدور مشابهة للمستعملة في صناعة الهلام، ويغلى المزيج حتى تصبح الثمار طرية أي حوالي الساعة، ويمكن إضافة كمية من الماء بدل الماء المتبخر في أثناء الغليان. تؤخذ الشرائح المطبوخة وتعصر جيداً للحصول على عصير خال من الرواسب والمواد المعلقة. ويمكن ترويق العصير بوضعه في وعاء كبير وعميق لمدة 24 ساعة أو يستعاض عن ذلك بالتصفية.

5- تحضير الشرائح: تحضر الشرائح من قشور البرتقال عن طريق تقشير مساحة بعرض حوالي 2 - 4 سم عند المحيط الأكبر للثمرة ثم تقطع إلى قطع صغيرة بسماكة 2 - 3 ملم، أو يتم ذلك عن طريق إزالة القشرة في عدة أماكن من الثمرة ثم تقطع إلى شرائح صغيرة، أو تقطع الثمرة الكاملة إلى شرائح صغيرة.

6- طبخ المرملاذ أو الغليان: تخلط القشور المحضرة مع كمية العصير الملائمة، وتتوقف نسبة القشور إلى العصير على محتوى العصير من البكتين وسماكة القشور المقطعة التي تصل نسبتها إلى 5 - 7 % وتضاف مع السكر الذي يساوي وزنه وزن العصير.

7- إضافة السكر: تختلف كمية السكر المضاف حسب تركيب العصير، فإذا ارتفع مستوى العصير من البكتين والحمض أمكن زيادة كمية السكر المضافة، أما إذا كان العصير فقيراً بإحدهما أو كليهما تكون عادة كمية السكر مساوية لكمية العصير.

8- إضافة البكتين: إذا قل محتوى العصير من البكتين يمكن التغلب على ذلك بإضافة كمية ملائمة منه، إذ إن إضافته تؤدي إلى زيادة تماسك القوام وزيادة تماثله وتقليل نسب الفشل في صنعه.

9- انتهاء عملية الطبخ: ترتبط جودة المرملاذ بحسن تطبيق عملية الطبخ أو الغليان، وتستمر هذه العملية حتى يزداد تماسك قوام المزيج وترتفع لزوجته، ويستدل على نهاية عملية الطبخ بإحدى الطرائق المتبعة في معرفة نهايته في المربي.

10- التبريد: يجب أن يسمح للمرملاذ بعد انتهاء عملية الطبخ أن يهدأ قليلاً لتتمكن القشور من تشرب السكر أو قطرات القطر المحيط بها قبل أن يوضع في الأوعية. إذا تمت تعبئة المرملاذ ساخناً مالت القشور إلى الطفو على السطح بدلاً من بقائها معلقة ويمكن تجنب ذلك بإضافة البكتين سريع التهلم.

11- إضافة المنكهات: يؤدي غلي أو طبخ المرملاذ إلى تبخر قدر كبير من زيت البرتقال من القشور، وبذا يكون المنتج النهائي إذا استعملت في صناعته أصناف تجارية من البرتقال مفتقراً إلى النكهة المرغوبة، لذا يعتمد في كثير من الأحيان إلى إضافة قليل من زيت البرتقال أو مستخلص البرتقال إلى المرملاذ بعد انتهاء عملية الطبخ لتحسين النكهة.

12- البسترة: يعبأ المرملاذ ساخناً في الأوعية الزجاجية أو علب الصفيح على درجة حرارة 65 - 82 م⁰، ويفضل أن تتم التعبئة تحت تفريغ إن أمكن، ثم تبستر العبوات على درجة 82 م⁰ إذا تمت التعبئة دون هذه الدرجة ثم تبرد وتلصق عليها بطاقة البيانات وترسل إلى الأسواق أو إلى مستودعات التخزين.

الفصل الرابع عشر

تصنيع المخللات

Pickling

مقدمة

تعود الناس على استعمال المقبلات منذ زمن بعيد لإثارة الشهية وزيادة الإقبال على استعمال الطعام لأنها تزيد الأغذية الشهية لذة وممتعة.

لقد ظل تصنيع المخللات صناعة منزلية يتوارثها الأبناء عن الآباء وبقي إتقانها معتمداً على الخبرة الشخصية والمعرفة الفردية لوقت طويل، ولم تطبق عليها المفاهيم العلمية إلا بعد معرفة علم الأحياء الدقيقة ومعرفة طبيعة الاختتمارات البيولوجية وبعد دراسة حمض اللبن من قبل باستور 1858.

تصنيع مخلل الخيار Cucumber pickling

تأتي صناعة مخلل الخيار في مقدمة أنواع الخضار المخللة وذلك لسهولة تخليل هذه الثمار ووفرة محصولها وتميزها بطعم مرغوب لذيذ مما جعل مخلل الخيار في مقدمة المخللات. وقد تنوعت الأشكال التي يصنع بها مخلل الخيار نظراً لما تلاقيه صناعة تخليل الخيار من إقبال من جمهور المستهلكين، وأهم هذه الأنواع هي:

- **مخلل الخيار الحامض:** يعد هذا النوع من أكثر أنواع مخلل الخيار شهرة، فهو يصنع في جميع بلاد العالم بل ويتم صنعه في كل بيت تقريباً.

- **مخلل الخيار الشبتي:** وهو من أشهر أنواع مخللات الخيار في أمريكا الشمالية ويلقى إقبالاً متزايداً في بقية الدول لما يتميز به من نكهة الشبت المرغوبة.
 - **مخلل الخيار الحلو:** يتميز هذا النوع من المخلل بطعمه الحلو إضافة إلى الطعوم الأخرى مما يجعله مرغوباً لدى الكثير من محبي التنوع في هذه الصناعة.
- تقوم نظرية حفظ الخضار والفواكه بالتخليل على الأسس العلمية الثلاثة الآتية:
- 1- يساعد تركيز المحلول الملحي على نمو البكتريا المرغوبة وتكاثرها، حيث تنتج حمض اللبن وحموضاً أخرى أقل بتركيز ملائم يعيق نمو البكتريا غير المرغوبة أو يمنع نموها.
 - 2- يؤدي تكوين الحموضة في وسط التخليل إلى انخفاض رقم حموضته مما يجعله غير ملائم لفعل الإنزيمات أو حتى وقف هذا الفعل.
 - 3- ينتج عن نمو البكتريا والأحياء الدقيقة الأخرى وتكاثرها غاز الفحم الذي يطرد الأوكسجين من الوسط ويعمل على خلق ظروف غير هوائية لاستمرار الاختمار اللبني.
- ولكي يضمن المصنع أن التغيرات الاستقلابية والفيزيائية هي التغيرات المرغوبة، تجب معرفة تأثير البيئة الفيزيائية والكيميائية الضرورية لنمو مختلف أنواع البكتريا والخمائر والفطور. ومن العوامل الهامة جداً التي يجب الاهتمام بها والسيطرة عليها درجة حرارة الاختمار وتركيز الملح ووجود الأوكسجين وعدم ظهور الملوثات لأنها تؤثر في مسار عملية الاختمار وتتحكم به، وأهم هذه العوامل جميعاً هو تركيز الملح لأنه يؤثر غالباً على تتابع نمو البكتريا في مخلل الخيار والخيار الشبتي. وبشكل عام توجد طريقتان عامتان لتحضير مخزون الخيار المملح من أجل تخليه هما:
- (أ) **التخليل بالملح الجاف:** لا تستعمل طريقة التملح الجاف بشكل واسع في تخليل الخيار في الوقت الحاضر وذلك لميل الثمار إلى الطراوة والانكماش مما يثير بعض الصعوبات عند التعبئة. ولربما استعملت هذه الطريقة لتحضير مخللات أوراق الملفوف أو الزهرة أو الفليفلة أو تخليل الزيتون الناضج.
- تهياً أوعية التخليل المكونة من البراميل أو الخزانات الدائرية ذات الحجم الكبير، فتوضع كمية من المحلول الملحي في الوعاء بارتفاع 30 سم لتشكل مهذاً ليناً يحول دون ارتطام الثمار بقعر الخزان عند تفريغها، ثم تضاف الثمار إلى الخزان ويضاف إليها الملح بمعدل 5 كغ أو 6 كغ من الملح الجاف لكل 100 كغ من الخيار حسب حجم الثمار برش كمية

الملح الملائمة بعد إضافة كل طبقة من الثمار حتى يعبأ الخزان إلى ثلاثة أرباع حجمه ثم يغطى ويرص الغطاء بوضع ثقل عليه لمنع طفو الثمار.

يتملى الخزان عادة بالمحلول الملحي المتكون من خروج الماء من الثمار بالمحلول إلى خارج الثمار حتى يغمر الغطاء، فإذا لم يغمر بالمحلول يضاف محلول ملحي تركيزه 40 درجة سالوميتر حتى يصل إلى المستوى المطلوب، ويجب إعادة سحب المحلول الملحي وخطه في الخزان للمحافظة على تساوي التركيز في جميع أجزاء الخزان، ثم يزداد تركيز الملح تدريجياً في أثناء مدة التخزين حتى يصل تركيزه إلى 60 درجة سالوميتر.

(ب) التخليل بالمحلول الملحي: يستعمل معظم المصنعين طريقة التخليل بالمحلول الملحي لتخليل الخيار بدلاً من استعمال التملح بالملح الجاف، وينفذ التخليل بهذه الطريقة باتباع أسلوبيين:

- الطريقة منخفضة التركيز: تهيأ الثمار المعدة للتخليل كما تحضر البراميل أو الخزانات وتوضع في أسفل كل خزان كمية من المحلول الملحي ثم تضاف الثمار، ويضاف إليها محلول ملحي تركيزه 30 درجة سالوميتر (8 % ملحاً)، ثم تضاف كمية من الملح تساوي 9 كغ لكل 100 كغ من الثمار، ويرفع تركيز المحلول الملحي أسبوعياً بمعدل 1 درجة سالوميتر حتى يصل إلى 60 درجة سالوميتر، ويتم الاختمار بهذه الطريقة بمعدل سريع بسبب انخفاض تركيز الملح.

- الطريقة مرتفعة التركيز: يستعمل في هذه الطريقة محلول ملحي تركيزه 40 سالوميتر بدلاً من 30 سالوميتر المستعمل في الطريقة السابقة، ويضاف الملح بمعدل 9 كغ لكل 100 كغ من الثمار، ويزداد تركيز الملح أسبوعياً بمعدل 2 سالوميتر حتى يصل إلى 60 سالوميتر.

تتبع في عملية تخليل الخيار خطوات معينة بعيدة عن التعقيد وتستعمل المواد والأوعية المتشابهة غالباً في معظم المصانع، ولكن المنتج الذي يتم الحصول عليه يخفي كثيراً من الاختلافات في اللون والقوام والمظهر الخارجي وأخيراً في الطعم والرائحة، ويرد ذلك إلى الخبرة العملية وإلى توفير الشروط الملائمة جداً لعملية التخمير حتى تعطي المنتج ذا الصفة الجيدة والجودة العالية. ويتبع في تخليل الخيار الخطوات الآتية:

1- إعداد الثمار: تبدأ عملية إعداد ثمار الخيار للتخليل من قطاف المحصول، إذ يجب بذل عناية كبيرة عند قطاف الثمار لتجنب إصابتها بالشقوق والجروح، كما تختار الثمار ذات الحجم المتوسط والشكل الأسطواني والقوام المكتنز والنضج الكامل، واستعمال عبوات ملائمة لنقلها تمنع تعرضها للخدش وإيصالها إلى المصنع بما يمكن من السرعة لمنع ترديها.

2- فرز الثمار وتدريبها: يتم فرز الثمار في المعامل الكبيرة فور وصولها إلى المصنع، وتجري هذه العملية بوضع الثمار على حزام ناقل وتمريرها أمام العمال لاستبعاد الثمار غير الملائمة. وتدرج الثمار إلى درجات حسب حجمها قبل التخليل حيث تخلل الثمار الكبيرة منفصلة عن الثمار الصغيرة أو تتم عملية التدريب بعد إنجاز عملية التخليل وعند تحضير الثمار للتعبئة.

3- تحضير المحلول الملحي: يحضر المحلول الملحي في المصانع الكبيرة بكميات كبيرة باستعمال موازين آلية تضيف كميات محسوبة من الملح إلى الماء المعد في أحواض مجهزة بمحركات تخلط الملح بالماء حتى يتم ذوبانه والحصول على التركيز المطلوب.

4- إضافة المحلول الملحي: تهيأ البراميل أو الخزانات المعدة للتخليل بوضع كمية من المحلول في قعر الخزان بارتفاع 30 سم لمنع سقوط الثمار على قعر الخزان الصلب، ثم تضاف الثمار، وعندما تتكون طبقة محددة يضاف المحلول الملحي مع رش الملح، ويستمر بإضافة الثمار حتى يمتلئ الخزان إلى ما دون الحافة بمقدار 15 سم ثم تغطي البراميل أو الأوعية الأخرى بالأغطية الخشبية التي تثبت في أمكنتها بوساطة مقابض معدنية لتبقى الثمار مغطاة بالمحلول الملحي ولمنع تلوث البراميل.

وقد وجد أن إضافة 1 % سكر (يفضل سكر الغلوكوز) تساعد على تحسين خواص الاختمار وتمنع نمو بعض أنواع الجراثيم غير المرغوبة. يبلغ تركيز المحلول الملحي المضاف إلى ثمار الخيار 30 درجة سالوميتر أي حوالي 8 % ملحاً، أو 40 درجة سالوميتر أي 10 % ملحاً، ولكن هذا التركيز ينخفض بعد يوم أو يومين لارتشاح عصير الثمار إلى الخارج ودخول الملح إلى الثمار. لذا يجب تعديل التركيز بإضافة كمية ملائمة من الملح إلى الأوعية يومياً خلال الأسبوع الأول من عملية التخليل لمنع نمو الجراثيم غير المرغوبة وخاصة تلك المسببة للعفن.

5-الاختمار: إن أساس عملية التخليل هو الاختمار، فإذا بدأ صحيحاً أدى إلى الحصول على منتج جيد، أما إذا تعثرت عملية الاختمار تغير مسارها وأدت إلى فساد الثمار. ولكي نضمن بدء اختمار جيد يجب توفير الشروط المناسبة للعملية الناجمة المتمثلة في تركيز الملح الملائم والحرارة المناسبة والظروف غير الهوائية وإبقاء الثمار مغمورة في المحلول الملحي، وتستمر عملية التخليل مدة تتراوح بين 3 - 4 أسابيع.

تبقى ثمار الخيار في المخزون الملحي مدة طويلة حيث تقف عملية الاختمار عندما يصل تركيز المحلول إلى 60 درجة سالوميتر، وتحفظ الثمار فيه مدة طويلة حتى يحين وقت وضعها في الأوعية الصغيرة لتوزيعها على أسواق الاستهلاك.

6-النقع: تتصف ثمار الخيار في مخزون المحلول الملحي بملوحتها المفرطة التي لا تناسب شروط الاستهلاك والتسويق، لذا لابد من إزالة الملوحة الزائدة بنقعها بالماء. وتتم هذه العملية بغمر الثمار بماء ساخن درجة حرارته 40 - 55 م⁰ حسب حجم الثمار وتماسك قوامها لمدة تتراوح بين 10 - 14 ساعة مع التحريك المتقطع وإبدال الماء حتى تنخفض الملوحة إلى القدر المطلوب. وقد يضاف مقدار 0.5 كغ من الشب أو كلور الكالسيوم لكل 100 لتر من ماء الغسيل الثالث لزيادة تماسك الثمار و 60 غ من الكركم لتحسين اللون.

7-التعبئة: تعبأ الثمار المخللة بعد إزالة الملح عنها في أوعية زجاجية ذات أحجام مختلفة، ويضاف إليها المحلول الملحي المناسب وكمية من الخل والتوابل وتغطى بأغطية معدنية محكمة وتوضع في صناديق كرتونية تمهيداً لتخزينها أو شحنها إلى أسواق البيع.

تصنيع مخلل الخيار الشبتي Dill pickles

يحضر مخلل الخيار الشبتي بتخليل ثمار الخيار في محلول ملحي ممدد تضاف إليه أعشاب الشبت Dill herbs والتوابل ويباع في الأسواق على هذه الصورة.

تحضر ثمار الخيار كما سبق شرحه، كما تهيأ البراميل اللازمة للتخليل وتكون عادة بسعة 100 - 200 لتر، وبعد أن تنظف البراميل تفرش بطبقة من أعشاب الشبت بسماكة 5 - 8 سم ثم تعبأ ثمار الخيار حتى نصف حجم البرميل ويتكون هذا الخليط من كميات متساوية من القرنفل والكزبرة والفليفلة و 0.5 كغ من أوراق الغار لكل 7 - 8 كغ من التوابل السابقة ثم تعبأ الثمار حتى يمتلئ البرميل إلى ما دون حافته العليا بنحو 10 سم ثم توضع طبقة من أعشاب الشبت.

يغطي البرميل بغطائه الخشبي أو البلاستيكي ويثبت جيداً حتى يصبح البرميل غير منفذ للماء، ثم يضاف المحلول الملحي بتركيز 40 درجة سالوميتر إلى البرميل من فتحة في الغطاء موجودة في جانبه حتى يمتلئ تماماً، ويفضل تحميص المحلول الملحي بمقدار 1 ليتر من حمض الخل بتركيز 10 % لكل 40 ليتراً من المحلول الملحي وذلك ليمنع نمو الأحياء المسببة للفساد وتشجيع نمو الأحياء المرغوب فيها.

تخزن البراميل في جو دافئ تبلغ درجة حرارته نحو 26 م° لأنه إذا قلت درجة الحرارة أدت إلى إطالة مدة الاختمار، وإذا زادت أدت إلى الفساد أو طفو الثمار، وتغلق الفتحة في أثناء عملية الاختمار فيما عدا فتح ثقب صغير فيها لتصريف الغاز المتكون في أثناء فترة التخمير الشديد التي تؤدي إلى فقد كمية من المحلول، لذلك تضاف إلى البراميل كمية من المحلول الملحي بتركيز 24 درجة سالوميتر لتعويض الفاقد وإبقاء البراميل مملوءة ومحكمة الإغلاق حتى بعد أن تتم عملية التخليل لمنع إعطاء الفرصة للخمائر السطحية لتنمو على السطح وتؤدي إلى أكسدة الحمض وتهيئة الفرصة لحدوث الفساد.

تتكمّل عملية الاختمار (التخليل) في غضون 6 أسابيع وتصبح الثمار جاهزة للاستهلاك الذي يجب أن يتم خلال بضعة شهور، أما إذا رغب في حفظها لمدة أطول فيجب رفع تركيز المحلول الملحي إلى 30 درجة سالوميتر أو بسترة الأوعية على درجة حرارة 90 م° لمدة 10 دقائق.

تصنيع مخلل الخيار الحلو Sweet cucumber pickles

يحضر مخلل الخيار الحلو كما يحضر مخلل الخيار الحامض باستثناء وضع الثمار في محلول خلي حموضته 0.5 % لعدة أيام لمنع ذبول الثمار بسبب الضغط الحلولي لمحلول الخل المحلى بالسكر.

تحضر وصفة الخل المحلى بالسكر والتوابل بطرائق كثيرة منها أخذ 30 ليتراً من الخل و 13 كغ من السكر و 30 غ من كل من القرنفل والكزبرة وبذور الخردل وبذور الزنجبيل ومسحوق جوزة الطيب، توضع التوابل في قطعة قماش على شكل صرة وتغطس في الخل ويغلق الوعاء جيداً وتغلى لمدة ساعة، وإذا حدث نقص في كمية الخل يكمل إلى ما كان عليه بإضافة الماء. ترفع صرة التوابل وتعصر وتستبعد، ثم يذاب السكر في السائل الخلي الساخن المحتوي على التوابل السابقة حتى يصل تركيزه إلى 40 درجة بالنغ عند درجة حرارة 20 م° ولا تقل حموضته عن 5 % كحمض خل.

تضاف ثمار الخيار إلى المزيج المحضر وتترك فيه لعدة أسابيع، ثم يعاد وضع الثمار في مزيج جديد من الخل والتوابل تركيزه 55 درجة بالنع، وتحبذ زيادة تركيز السكر تدريجياً كي لا تصاب الثمار بالانكماش، ويتم ذلك بخزن ثمار الخيار في الخل المحلى الذي تزد فيه كمية السكر تدريجياً، وبعد أن يصل اختمار الثمار إلى المستوى المطلوب من حيث اللون والنكهة تعبأ في أوعية زجاجية سعة 1 أو 2 كغ في محلول ملحي مضاف إليه الخل وترسل إلى الأسواق للاستهلاك.

عيوب مخلل الخيار وفساده

تلحق بثمار مخلل الخيار عدة عيوب وينتابها بعض الفساد الذي يتسبب عن فعل الأحياء الدقيقة. وأهم هذه العيوب:

- 1- ذبول الثمار: ينشأ عن تخليل الثمار في محلول عالي تركيز الملح والسكر.
- 2- الثمار الجوفاء: يعود هذا العيب إلى كون الثمار جوفاء أصلاً أو عدم توفر شروط مناسبة في أثناء التخليل مثل ارتفاع التركيز أو قلته أو عدم توافر الغطاء الثقيل.
- 3- الثمار الطافية: يعود تكون الثمار الطافية للأسباب الآتية:
 - أ) تخليل ثمار جوفاء
 - ب) تكوين الغاز داخل الثمار بفعل الخمائر أو بكتريا حمض اللبن متباينة الاختمار.
 - ت) سمك قشرة الثمار مما يسبب منع تسرب الغاز.
- 4- الثمار الزلقة: تتكون طبقة لزجة على الثمار بسبب نمو البكتريا المتكيسة أو تمزق الغشاء المتكون على سطح البرميل.
- 5- الثمار الطرية: ينشأ هذا العيب بسبب الإنزيمات المحللة للبكتين الناتجة عن نمو الفطور الملوثة للأزهار الباقية على طرف الثمار ودخولها إلى خزان الاختمار. ومما يشجع حدوث هذا العيب عدم كفاية تركيز الملح وانخفاض الحموضة ووجود الهواء المشجع لنمو الخمائر السطحية والفطور والبكتريا المحللة للبكتين.

تخليل الزيتون الأخضر Pickling of green olive

اكتسبت بلاد حوض البحر الأبيض المتوسط شهرة واسعة في مجال زراعة أشجار الزيتون واستخراج زيتة وتخليل ثماره أكثر من غيرها من بلاد العالم، فكان لها السبق في إيجاد هذه الصناعات، والفضل في تطويرها وتقديم منتجات غذائية عالية الجودة.

وتعد صناعة تخليل ثمار الزيتون من أقدم الصناعات التي زاولها سكان سورية، إذ كانت تؤلف جزءاً أساسياً من غذائهم نظراً لما تمتاز به ثمار الزيتون المخللة من نكهة محببة إلى كافة الناس وطعم مرغوب فيه، فاستمرت هذه الصناعة تتطور تطوراً بطيئاً لأنها لم تلق العناية اللازمة ولا الاهتمام الكافي للارتقاء بها إلى مستوى الصناعة المتقدمة.

يجب أن يتوافر في صنف الزيتون المختار للتخليل أن يكون مكتمل النضج مكثّر القوام صغير النواة لذيذ الطعم والنكهة وأن تكون الثمار خضراء اللون. وأهم الأصناف الصالحة للتخليل هي:

1- الجلط: يتميز هذا الصنف بكبر ثماره واكتنازها وكبر نواته وبلونه الأصفر قبل أن يصل إلى نهاية طور النضج.

2- الدان: يتميز بثماره الصغيرة ذات الشكل الكروي تقريباً وله طعم لذيذ ونكهة قوية عند التخليل.

3- التفاحي: تأخذ ثمار هذا الصنف الشكل الأسطواني ويميل لونها إلى اللون الأصفر الزيتوني قبل أن تصل إلى نهاية طور النضج.

ومن أهم الأصناف الأجنبية المستعملة في تخليل الزيتون الأخضر:

- Svilano ويرغب في استعماله للتخليل أكثر من الأصناف الأخرى لكبر ثماره وصلاحيته للتخليل.

- Manzalino يتميز بثماره ذات الشكل الكرزي والحجم الكبير ونضجه المبكر.

تقطف جميع الأصناف التي يرغب بتخليها خضراء اللون مكتملة النضج وقبل بدء تحولها إلى اللون الأسود.

خطوات تخليل الزيتون الأخضر

1- تحضير الثمار: تقطف ثمار الزيتون عندما يصبح لونها أخضر أو أخضر مصفراً وبلغت طور النضج الكامل والقوام المكثّر. ويجب بذل عناية فائقة عند قطاف ثمار الزيتون وعند تعبئتها لأنها شديدة التأثر بالجروح والكدمات التي تصبح مهذاً للتلوث الميكروبي.

2- الفرز والتدريج: تؤدي عمليات القطاف المتبعة في جني ثمار الزيتون إلى إلحاق بعض الأضرار بالثمار من جراء طرق الأغصان بالعصي أو سقوط الثمار على الأرض، لذلك يجب فرز الثمار واستبعاد الثمار المجروحة والمشوهة وكل الثمار التي لا تلائم التخليل.

3- النقع في المحلول: تهدف هذه العملية إلى إزالة جزء من الطعم المر لثمار الزيتون وإبقاء جزء منه وذلك بنقع الثمار في محلول قلوي تركيزه 0.75 - 1.5 % من ماءات الصوديوم في أحواض أو براميل خشبية على درجة حرارة الغرفة، وتبقى الثمار في المحلول حتى ينفذ إلى داخل الثمرة متخللاً اللب بما لا يتجاوز 1 - 2 مم، وتستمر عملية النقع حتى يزول معظم الطعم المر.

4- إزالة المحلول القلوي: عندما تتم إزالة جزء من الطعم المر ولا يبقى منه إلا ما يلائم ذوق المستهلك يزال المحلول القلوي من الثمار وذلك بنقلها إلى وعاء جديد وغمرها بالماء من 2 - 3 مرات يومياً مع التحريك بعضاً أو محرك يدوي، وقد تستمر هذه العملية 1 - 2 يوم.

5- عملية الاختمار: بعد الانتهاء من إزالة المحلول القلوي، تنقل الثمار إلى براميل خشبية تتسع إلى 200 ليتر ويضاف إليها المحلول الملحي من ثقب جانبي في البراميل الموضوعة أفقياً. يختلف تركيز المحلول الملحي حسب المنطقة وبلد التصنيع، فيصل تركيزه إلى 44 درجة سالوميتر في إسبانيا و50 درجة سالوميتر في كاليفورنيا، ويزداد تركيز المحلول الملحي تدريجياً حتى يصل إلى التركيز المطلوب. توضع البراميل في العراء بعد ملئها وإحكام إغلاقها معرضة لأشعة الشمس التي تساعد على رفع درجة حرارة المحلول والإسراع بعملية الاختمار.

ويشيع لدى بعض المصانع في ولاية كاليفورنيا إضافة قليل من قطر الذرة (غلوكوز) بعد عدة أيام من بدء الاختمار لتزويد الأحياء الدقيقة ببعض ما تحتاج إليه من السكريات القابلة للتخمر التي تفتقر إليها ثمار الزيتون.

6- إزالة النوى وحشو الثمار: تزال نوى ثمار الزيتون بعد اكتمال عملية الاختمار بألة نزع النوى الآلية، ثم تحشى الثمار بقطع صغيرة من الفليفلة الحمراء أو الجزر المحفوظة لهذا الغرض في محلول ملحي.

7- التعبئة: تؤدي عملية الاختمار إلى حدوث تغيرات كيميائية في الثمار تنتهي باكتسابها الطعم المرغوب والقوام الملائم والرائحة الشهية، عندئذ تعبأ ثمار الزيتون بعد فرزها وتدرجها (إن لم تفرز من قبل) في الأوعية الزجاجية ذات الحجوم المرغوبة، وتملأ الأوعية بمحلول ملحي تركيزه 28 درجة سالوميتر حتى تغمر الثمار، وقد تلجأ ربات البيوت أو معظم المصانع إلى إضافة 0.2 - 0.5 كغ من حمض الخل لكل 100 ليتر

من المحلول الملحي ولا سيما إذا كانت الحموضة أدنى مما هو مرغوب فيه، ثم تغلق الأوعية تحت تفريغ إن أمكن لمنع نمو الخمائر.

وقد اعتاد بعض المصنعين السوريين وكذلك ربات البيوت ممن يقمن بعمل مخلل الزيتون منزلياً إضافة كمية ملائمة من الخل إلى الوعاء الذي ملئ بالزيتون ثم إضافة كمية من ثمار الليمون الحامض المجزأ إلى قطع صغيرة ثم إضافة طبقة من زيت الزيتون إلى سطح الوعاء الزجاجي لمنع نمو الخمائر السطحية

عيوب مخلل الزيتون الأخضر

- **الفساد النتن Zepatera** يتميز برائحة تشبه رائحة الخبز المتعفن والذي يتحول إلى رائحة براز الدجاج عند اشتداد الإصابة به، ويعزى سبب هذا الفساد إلى فعل نوع من الكلوستريديوم المحلل للسكريات والبروتينات وكذلك البكتريا المنتجة لحمض البروبونيك المميز برائحة الجبن المتعفن.

- **تردي اللون:** إذا تعرضت ثمار الزيتون إلى الهواء في أثناء عمليات الغسيل بعد معالجتها بالمحلول القلوي مال لونها إلى السواد، وتصبح بعد أن تكتمل عملية الاختمار رمادية اللون مما يعد عيباً في صناعة مخلل الزيتون، ويمكن منع ظهور هذا اللون بإضافة قليل من حمض الأسكوربيك.

الفصل الخامس عشر

الصحة العامة والتخلص من النفايات في مصانع الأغذية

Plant sanitation and waste disposal

مقدمة

أصبح تصنيع المواد الغذائية عنصراً فاعلاً في حياة الإنسان والشعوب وثمره من نتاج الحضارة وتقدم العصر ووسيلة يتقادى بوساطتها الوقوع في شرور الفقر وأخطار المجاعة. وقد بدأ منذ زمن ليس بالقصير انحسار استعمال بعض الأغذية الطازجة في كثير من البلدان وزاد الاعتماد على المصنع منها، كما وجد بالتعليب وسيلة من أنجع وسائل الحفظ وأكثرها انتشاراً وقابلية للتخزين مما ساعد على انتشار هذه الصناعة في معظم بلاد العالم.

ولما كانت الأغذية حاجة ضرورية للحياة لا غنى عنها، وهي وسط من أجود الأوساط لدعم وبقاء ومعيشة الأحياء الدقيقة، وقابليتها الشديدة للتلوث، لذا تفرض جميع هذه الخصائص بذل أقصى درجات العناية في إنتاج وتصنيع المواد الغذائية، وإيلاء أمر نظافة مصانع الأغذية بالغ الأهمية حتى درجة الإفراط، لأن نظافة المنتج هي نتيجة حتمية لنظافة المصنع، وتلوث ثم فساد المنتج هي نتيجة حتمية أيضاً لعدم نظافة المصنع.

إن موضوع نظافة المصنع أمر بدهي تقرضه المبادئ العامة للحياة وتشدد عليه الأنظمة والقوانين الخاصة بهذه الصناعة ويؤكد الاهتمام بصحة المواطنين والعناية بغذائهم، ومن يستهن بهذه الصناعة يجب إبعاده عنها لأن الغذاء إذا فسد ينتشر كالباء الذي لا حدود لأضراره ولا سيما إذا اقترن بانخفاض مستوى الرعاية الصحية.

شروط اختيار موقع مصنع الأغذية Plant location

يحدد موقع مصنع الأغذية إمكانيات النجاح أو الإخفاق لمستقبل السياسة الإنتاجية وبلوغ الآمال الكبيرة في الوصول إلى الطموحات التي يرغب المصنع في الوصول إليها، لذا فإن اختيار الموقع الجيد والمناسب يعد من الأولويات التي تفرض شروط النجاح لاستمرار مثل هذه المشاريع.

وتتلخص هذه الشروط بما يأتي:

1- توافر المواد الأولية Raw materials: تحدد اقتصاديات الإنتاج المريح إلى مدى بعيد

موقع المصنع بالنسبة إلى توافر المواد الأولية وسهولة الحصول عليها، لذا يجب إقامة المصانع التي تقوم بتصنيع الثمار والخضار والتي تعتمد على إنتاج المزارع في المنطقة الملائمة من حيث التربة ودرجة الحرارة وهطول الأمطار لزراعة الأصناف الجيدة الملائمة للتعليب. وقد أولت المصانع هذا الموضوع كبير اهتمامها حتى أصبحت تقدم البذار المقاومة وتعليمات الزراعة وأوقات القطاف ووسائل النقل.

2- قرب الأسواق Markets: يحتل قرب السوق من المصنع نفس الأهمية التي يحتلها توافر

المواد الأولية، لأن تصريف المنتجات هو الهدف الأساسي للمصنع، لذا تجب دراسة أحوال المنطقة من الناحية الاجتماعية ومعرفة مستوى دخول الناس القاطنين بها، وإمكانية التحسن في السنوات القادمة، والاهتمام بالأسواق القريبة للتقليل من نفقات النقل. وينصح في كثير من الحالات أن يتم تصريف منتجات المصنع في دائرة لا يزيد قطرها على 200 - 300 كم. وتفرض القواعد الاقتصادية وجود المصنع بالقرب من مصادر المواد الأولية والأسواق وخاصة عندما يقوم المصنع بتصنيع المواد الغذائية القابلة للتلف، فتقام مصانع اللحوم بجوار أو قرب المسالخ، ومصانع تعليب الأسماك في الموانئ التي تهتم بصيد الأسماك. ولكن التقدم في تقنية تغليف المواد الغذائية والتقدم الذي أحرزته صناعة السيارات المبردة وعربات السكك الحديدية المبردة أيضاً وتوفير سبل التبريد والسرعة في عمليات النقل خففت من أهمية هذا الأمر، إلا أن نفقات النقل المتزايدة ما زالت تشغل حيزاً كبيراً من اهتمام المشتغلين بصناعة الأغذية.

3- نفقات النقل Transportation cost: تشغل نفقات نقل المواد الغذائية جزءاً لا يستهان

به من تكلفتها ولا سيما بعد أن حلت المصانع الكبيرة المقامة على مسافة أبعد من الأسواق مما كانت تقام عليها المصانع الصغيرة. وتشكل وسائل النقل المائية سواء ما كان منها نهرياً أو بحرياً أهم وسائل نقل المواد الغذائية وذلك لرخص أسعار النقل بها مقارنة مع الوسائل البرية أو الجوية. ولما كانت مصانع الأغذية تقام على مقربة من الموارد الأولية والأسواق وبسبب قلة الأنهار وبطء النقل فيها أصبح استعمال القطارات والطائرات أكثر

عملية وأقل نفقة ولا سيما إذا كانت المواد الغذائية تتصف بقابلية التلف والتغيرات الموسمية في الأسعار.

4- توافر الأيدي العاملة Labor abundance: من أول العوامل الأساسية التي تحدد اختيار موقع مصنع الأغذية توافر الأيدي العاملة المنتجة ذات الأجور المعتدلة والمهارات المعينة. إلا أن زيادة استعمال الآلات ذاتية التسيير Automation قللت من الحاجة إلى الأيدي العاملة ولكنها فرضت توافر مهارات مؤهلة في عمال مصانع الأغذية، لذلك لا سبيل إلى التغاضي عن هذه المعطيات وتوظيف العمال ذوي الخبرة الجيدة لتقنيات المعامل الحديثة، بل يجب إقامة الدورات المهنية والتدريبية للعمال الذين يشغلون مثل هذه الآلات. يجب إيلاء موضوع الأجور بالغ الأهمية بوضع الحلول الناجعة السليمة بتسليم قيادة هذه المؤسسات إلى ذوي الخبرة والتأهيل الفذ ليحسنوا الاختيار ويحكموا التخطيط والتنظيم فيأتي الإنتاج غزيراً والعمل مثمراً مربحاً.

5- بيئة موقع المصنع site environment: يولى الموقع الطبيعي لمصنع الأغذية والوضع الاقتصادي والمستوى الاجتماعي والثقافي للمنطقة التي سيقام المصنع في رحابها اهتماماً بالغاً، حيث تدرس هذه العوامل دراسة عميقة ووافية. فتوافر مصادر المياه ضرورة بالغة وعامل أساسي في الإنتاج وجودة صفاته وخلوه من المواد العضوية ويسره الملائم من أهم الاعتبارات التي يجب أن ينظر إليها ببالغ الأهمية. يشكل التخلص من النفايات وبقايا المواد المصنعة موضوعاً بالغ الخطورة، لأن النفايات مصدر قلق وتلوث للمواد الغذائية المصنعة ومنظر قبيح لموقع المصنع العام. كما أن تقبل السكان القاطنين بجوار المصنع المراد إنشاؤه مهم جداً وينعكس في توفير أو حجب المساعدة أو تقديم العمال.

6- توافر رأس المال Capital: لابد من توافر سيولة نقدية معينة لدى من يريد إقامة مثل هذه المصانع، هذا القدر من رأس المال يحدد أبعاد المصنع الجغرافية، كما يجب إبقاء جزء من رأس المال لشراء المواد الأولية وأجور العمال وتغطية النفقات الطارئة وقسط آخر يبقى احتياطاً يستعمل عند الضرورة القصوى والظروف المفاجئة.

تخطيط وبناء مصنع الأغذية Planning and building food plant

أولاً- بناء مصنع الأغذية **Building of food plant**: بناء المصنع هو المكان الذي سيأوي المعدات والأجهزة اللازمة للتصنيع وخطوط الإنتاج المختلفة والمواد الأولية في طريقها إلى التصنيع والعمال القائمين بعمليات التصنيع المختلفة. لذلك يجب أن تبذل العناية الكبيرة عند إقامة هذا البناء ليتصف بجميع الشروط اللازمة من حيث متانة البناء وحسن التقسيم والتوزيع وجمال التصميم، وأهم الاعتبارات والشروط اللازم توافرها عند إنشاء مصنع التعليب:

- 1- توافر موارد مياه كافية تغطي الاحتياجات الآنية والمستقبلية.
- 2- توافر إمكانيات صرف المياه اللازمة للاحتياجات الحالية والمستقبلية مع اتخاذ الاحتياطات اللازمة لتوفير الأماكن اللازمة لنقلها.
- 3- توافر مساحة من الأرض ملائمة لتغطية الاحتياجات الحالية والمستقبلية اللازمة لتوسع المصنع وللتخزين ولوقوف سيارات الموظفين والنقل.
- 4- توافر القوة والمتانة في البناء لتحمل جميع الظروف الجوية مع الأخذ بالحسبان وزن الثلج الذي يسقط في البلاد كثيرة الثلوج ولاستيعاب المياه الناتجة عن هطول الأمطار الغزيرة.
- 5- توافر العلو الكافي في البناء لإقامة الأجهزة الناقلة وتركيب المعدات التي تحتاج إلى طابقين في تركيبها.
- 6- توافر التهوية المناسبة لمنع تكاثف البخار.
- 7- توافر التدفئة لوضع العاملين في جو ملائم للعمل والنشاط.
- 8- توافر المساحة الكافية لتحميل وتفريغ السيارات الناقلة للمواد الأولية أو الشاحنة للمنتجات. ويجب أن يعنى عناية كبيرة بمقاومة التربة المشاد عليها البناء وحساب مقدار تحملها للثقل أو زيادة الحمولة من جراء تخزين المواد ووضع الأجهزة والمعدات والارتجاج والضغط الناتج عن تشغيلها. كما يجب أن تكون أرضية المصنع على مستوى الأرض وخفض ممرات سكك العربات ومجاري المياه ليتمكن ذلك من تحميل السيارات مباشرة من داخل أو جوار أرض المصنع، ويستبعد ردم الأرضية بالأتربة والحجارة مما يعرضها إلى التصدع بسبب الأثقال وضغط عمل المعدات. فيجب أن تكون الأرضية سميكة وقوية مصنوعة من الخرسانة وتغطي بطبقة من مادة مثل السيليكات لتقسية السطح وجعله مقاوماً لفعل حموض الخضار والفواكه. تصمم مجاري المياه لتكون دائرية المقطع فيسهل تصريف المياه إذا كانت كميته قليلة ويسهل تنظيفها، ويجب الحذر من نفوذ الحموض إليها فيؤدي إلى تشققها أو تصدعها.

ثانياً - تخطيط مصنع الأغذية Planning of food plant: يؤدي حسن تخطيط المصنع وإحكام توزيع وضع المعدات والأجهزة إلى رفع كفاءة عمل هذه المعدات والحصول منها على أكبر قدر من الطاقة وسهولة الوصول إليها وتشغيلها وقلة الأعطال. فتقام المراحل والمضخات في اقرب نقطة من المعدات التي تغذيها، كما يجب أن تكون هذه الأجهزة والمعدات مصنوعة من أنواع الحديد الجيد. إضافة إلى ذلك يجب أن يتم منع تكاثف بخار الماء وطلاي السقوف والمواد المستعملة بمواد مانعة للعفن ونمو الفطور.

مساحات التخزين Warehouse storage space: يجب أن يحتوي مخطط المصنع على مساحات كافية لتخزين المواد الأولية حتى يحين تصنيعها تفصلها عن بعضها ممرات ملائمة وقادرة على استيعاب 50 % من القدرة المتوقعة للمصنع، ويجب أن تكون الأبواب عالية وكبيرة كي تتمكن السيارات الشاحنة من الرجوع إلى الوراء أو الدخول إلى المخزن لأجل التفريغ والتحميل.

التحضير والتصنيع Preparation and processing: يجب أن تكون قاعات التحضير والتصنيع كافية وقادرة على استيعاب أطول خطوط التصنيع مع ترك ممرات في بداية ونهاية القاعات، هذه الممرات يجب أن تكون عريضة تسمح لعربات الرفع بالسير والتحرك السريع فيها، كما يجب أن يصحب هذه القاعات رصيف تحميل بطول القاعة يتسع لوقوف سيارتي تحميل في وقت واحد مع مكان لوضع كمية من الصناديق المراد تحميلها وبعرض لا يقل عن 5 - 7 أمتار. كما يجب أن تكون سقوف هذه القاعات عالية تسمح باستعمال كافة أنظمة النقل الآلي. كما يساعد ارتفاع السقف على وضع النوافذ في مكان مرتفع من الجدران وعلى طول قاعة التصنيع دون أن يؤدي ذلك إلى إرباك العمل ولا يتعارض مع بقاء فسحة فوق سكة عربات النقل الجانبية في المصنع. فالنوافذ المرتفعة تسمح بهروب البخار بوساطة مضخات شفط فيؤمن ذلك راحة العاملين.

المكاتب والغرف الملحقة Offices and other rooms: يعني التصميم الجيد بجمع مكتب المدير وموظفي الحسابات ومراقبي الجودة والمخبر معاً، كما تجمع أقسام التخزين وبعض القطاعات الأخرى وقسم الميكانيك معاً، أما غرفة الإسعافات الأولية فتلتحق بإحدى هاتين المجموعتين أو توضع منفردة. ومن الغرف الواجب بناؤها أيضاً غرفة الورشة الميكانيكية وإصلاح المعدات الكهربائية وتخزين المعدات البديلة وأدوات إطفاء الحريق إضافة لغرف تخزين المواد الأولية المستخدمة في التصنيع.

الصحة العامة في مصانع الأغذية Plant sanitation

لا تكتسب النظافة العامة في مصانع الأغذية أهميتها من كونها مهمة وأساسية في الصحة العامة والمظهر الخارجي للمصنع بل لأن ممارسة النظافة تساهم في النوعية الجيدة وجودة حفظ الأغذية المصنعة. هذا وتضع التقنية المعاصرة في أيدي المصنع وسائل أكثر فعالية واقتصادية لتصنيع الأغذية بشروط أكثر صحية وأفضل بكثير مما كان سائداً قبل عشر سنوات.

تعرف الممارسة الصحية للنظافة في تصنيع الأغذية بأنها المراقبة المنظمة للشروط البيئية في أثناء نقل وتخزين وتصنيع الأغذية بشكل يمنع تلوثها بالأحياء الدقيقة والحشرات والقوارض والآفات الحيوانية الأخرى وبالمواد الكيميائية الغريبة. وعموماً تبدأ الممارسة الصحية من المزرعة أو مركب الصيد ولا تتوقف حتى توضع المادة على مائدة المستهلك.

أولاً- تصنيع الأغذية والصحة العامة Food processing and public health: تفرض القوانين الغذائية خلو الأغذية المصنعة تماماً من البكتيريا المرضية والأحياء الدقيقة المسببة للأمراض لأن هذه البكتيريا تتصف بمقاومتها السيئة للحرارة، ولأن المعاملة الحرارية التي تتعرض لها هذه المواد الغذائية في أثناء عملية التعقيم تكفي للقضاء على جميع البكتيريا المرضية التي يحتمل وجودها، كما أن العمليات التصنيعية الأخرى تساعد على التخلص من كثير من الأحياء الدقيقة مثل الغسيل والسلق. وهكذا تتفاعل جميع هذه العمليات من غسيل وسلق وتعقيم وإشراف العاملين المؤهلين والخبيرين بأصول تشغيل هذه الأجهزة لتؤمن وتضمن النظافة المطلوبة للمصنع والمنتجات.

ثانياً- نظافة العاملين في مصنع الأغذية Sanitation of food employees: يجب أن يتمتع العاملون في مصانع الأغذية بالصحة الجيدة والخلو من الأمراض السارية، ويجب عدم تشغيل المصابين بأمراض الجهاز التنفسي والجروح الجلدية، كما يجب أن يلزم العمال بارتداء القفازات عندما يقومون بعمليات تستلزم تماس أيديهم مع المواد الغذائية. ويوصى بوضع منطقة الغسيل في مدى ملاحظة الإدارة، كما يجب أن تجهز بالماء الساخن والبارد والصابون والمناشف بالإضافة إلى وضع بعض المواد المطهرة مثل مركبات الأمونيوم الرباعية التي تحضر ثلاث مرات يومياً في مدى ساعات العمل حيث يجب تغطية الأيدي في المحلول المطهر بعد غسلها بالماء والصابون.

ثالثاً- نظافة أجهزة ومعدات مصنع الأغذية Food plant equipments sanitation: إن الاهتمام بنظافة معدات التصنيع أمر على جانب كبير من الأهمية، لأن هذه المعدات والأجهزة

تستعمل لإجراء عمليات تصنيع مواد سهلة التلوث تؤمن وسطاً ملائماً لتكاثر الأحياء الدقيقة. ولكي يسهل تنظيفها يجب أن تتصف صناعتها ببعض المواصفات التي نذكر منها:

- 1- يجب أن تصمم جميع أجزاء المعدات بحيث يسهل فكها وتركيبها باليد وأن تكون خفيفة.
- 2- يجب أن تكون سطوح جميع القطع والأجزاء ملساء خالية من الشقوق.
- 3- يجب أن تخلو جميع الوصلات والمفاصل من الزوايا الحادة وأن تكون دائرية.
- 4- يجب أن تكون جميع سطوح الآلات التي تتلامس مع الغذاء في متناول اليد ويمكن تنظيفها بسهولة.
- 5- يجب عدم استعمال الأدوات والمعدات المصنوعة من الالنتيموان أو الكاديوم واستبعاد معدات النحاس وخلاتطه.
- 6- يجب استبعاد المناطق الميئة من جميع الآلات لكي لا تصبح مأوى ومصدراً للعدوى بالأحياء الدقيقة المختلفة.

النظافة في بناء مصنع الأغذية Sanitation of food plant building

مصنع الأغذية هو مجموعة الأبنية المشيدة في وسط بقعة من الأرض تناثرت فيها الأشجار الباسقة وفرشت مساحاتها الفارغة ببساط من المرج الأخضر زينت بالورود والأزهار حتى غدت أرضه حديقة غناء ترتاح إليها النفوس تنظمها طرق محكمة التخطيط والتنسيق توصل إلى المداخل المختلفة للمصنع الذي يفضل أن يكون امتداده من الشرق إلى الغرب وأن تكون أرضه مرتفعة عن الأرض المجاورة، وتصل مداخله بمنحدرات معبدة تسهل وصول وسائط النقل، كما يجب فصل مناطق التصنيع عن بعضها بجدران مبطنة بالآجر وخاصة المجاورة للأجهزة والتي تحتاج إلى توصيلات المياه، ومطلية بطلاء خفيف اللون، وأن تخلو من الزوايا الحادة ليسهل تنظيفها، وأن تكون السقوف في مناطق التصنيع قابلة للغسيل، وأن تجهز الجدران الفاصلة بأبواب عليها شبكة من السلك لمنع دخول الحشرات والقوارض، وأن تكون غرف تغيير الملابس والغسل بعيدة عن قاعات التصنيع، كما يجب أن تكون دورات المياه واسعة جيدة التهوية. تؤثر الإضاءة على دقة وكفاءة ومعنويات العاملين. وقد ثبت أن الإضاءة الجيدة تؤدي إلى حسن وسرعة الإنتاج ودقته.

خصائص الماء المستخدم في مصانع الأغذية Properties of water in food plants

يعد الماء من أهم المواد المستعملة في مصانع الأغذية، وهو أحد الأركان الهامة التي تحدد اختيار المكان لإقامة المصنع، لأن هذا الماء يدخل في معظم العمليات الصناعية ولا يمكن تصور عملية صناعية دون أن يكون الماء عاملاً أساسياً في تنفيذها. لهذا يجب أن تتوفر في الماء شروط أساسية نذكر منها:

- 1- يجب أن يكون نظيفاً وبالنوعية القابلة للشرب
 - 2- يجب أن تنطبق عليه المواصفات البكتريولوجية المحددة
 - 3- يجب أن يكون خالياً من التلوث بالفضلات ومياه المجاري
 - 4- يجب أن لا يكون عسراً لأن عسر الماء سيؤدي إلى تكون شقوق في الأنابيب والمعدات، هذه الشقوق تعمل كطبقة عازلة تعيق نقل الحرارة الجيد.
 - 5- يجب أن يكون الماء خالياً من شوارد الكالسيوم لأن وجودها يسبب قساوة قوام الخضار والثمار. إضافة إلى أن الكالسيوم المترسب على جدران الأنابيب يعيق نقل بخار الماء، كما يصبح الماء قلوياً بسبب صدأ العيوب المصنوعة من الألمنيوم.
- لذلك يضاف الكلور إلى الماء لجعله صالحاً للاستعمال من الوجهة الصحية. ويضيفه المصنع إلى ماء التبريد لخواصه المطهرة ولجعله خالياً من البكتيريا. لا يحتاج ماء الشرب إلى أكثر من 0.4 PPM من الكلور، ويحتاج ماء غسيل الطاولات والأحزمة الناقلة إلى 5 PPM ، ويمكن أن يحتوي الماء المستعمل في عمليات الغسل العامة على 29 PPM لأن معظم هذا الكلور يذهب لإشباع حاجة التربة والمواد الأخرى في الأرض المغسولة.

Waste water treatment معالجة مياه النفايات

تهدف معالجة مياه النفايات وهو الماء الخارج من مصنع الأغذية والذي استعمل في كافة العمليات التصنيعية لإزالة فئات المواد الغروية والمتخثرة واختزال مستلزمات الأوكسجين البيولوجية حتى يصبح الماء قابلاً للصرف. ويختلف مستوى هذا التلوث الذي يجب إيصال الماء إليه حسب المناطق المختلفة، وتحدده مجموعة من العوامل منها:

- أ) تصريف ماء النفايات إلى مجاري البلدية أم إلى مصنع معالجة النفايات
- ب) مقدار تكاليف هذه المعالجة وهل يمكن إجراؤها في المصنع نفسه
- ت) إمكانية السماح للمصنع بإلقاء النفايات في الأنهار والقوانين الناجمة لذلك

أولاً- المعالجة الأولية Primary treatment: يزيل المصنع جميع الفتات الكبيرة بإمرار الماء على مصافي شبكية مهتزة، كما تزال الأجزاء الصغيرة بالتصفية أو بالتثقيب، وأما الأجزاء الدقيقة فتترك لتترسب أو تطفو في خزانات كبيرة. وتؤدي هذه العملية الأخيرة إلى طفو الزيوت المختلفة والزبد فيصار إلى قشطها وتركيز المواد المترسبة وشفط السائل. وتخثر المواد الغروية بإضافة الشن، وتزيل هذه العملية حوالي 50 % من مستلزمات الأوكسجين البيولوجية للنفايات في الماء، و75 % من مجموع المواد الصلبة.

ثانياً- المعالجة الثانوية Secondary treatment: تجري هذه المعاملة في المصانع الكبيرة وبأدوات المصنع نفسه، وفي حالات أخرى تضخ المياه إلى مجاري مياه البلدية. وتشمل هذه المعالجة الخطوات الآتية:

1- استعمال المصافي الوشلية Trickling filters: تقوم هذه العملية على مبدأ جمع ماء النفايات والبكتريا الهاضمة معاً وتحت شروط من التهوية القصوى. وتتألف المصفاة بشكل عام من فراش من الحجارة المكسرة أو مواد ذات سطح كبير تتلامس مع الهواء أو يدفع الهواء خلالها فسرعان ما تتكون مستعمرات نمو بكتيري حول هذه الحجارة وفيها فتحلل البكتريا هذه النفايات وتقلل مستلزمات الأوكسجين البيولوجية.

2- استعمال خزانات الوحل المنشط Activated sludge tanks: تتألف من خزان كبير يرسل فيه تيار من الهواء فتتكون فيه كتل من نمو البكتريا الهوائية، التي تتغذى وتحلل النفايات القادمة مع الماء، وإذا افتقرت هذه الخزانات إلى النتروجين أو الفسفور فيمكن إضافتهما إما على شكل نفايات أو مكملات أخرى، وبذا يمكن إضافة الماء باستمرار ونزعه باستمرار شريطة بقاء الماء القادم عدة ساعات لخفض مستلزمات الأوكسجين البيولوجية.

3- استعمال الأهوار أو البحيرات Ponds and lagoons: يضخ الماء القادم من الطريقتين السابقتين إلى خزانات كبيرة أو بحيرات صناعية ضحلة بعمق 1 - 2 م لبقاء سيادة الشروط الهوائية التي تقوم بخفض مستلزمات الأوكسجين البيولوجية وترسيب المواد الصلبة الباقية. وهكذا يصبح الماء في هذه الأهوار منخفض مستلزمات الأوكسجين البيولوجية، حيث يصرف بعدها إلى البحيرات العادية أو الأنهار.

لا تملك بعض المصانع الوسائل الكافية لإجراء العمليات السابقة فيمكن أن تحصل على ترخيص بصرف ماء نفاياتها في مياه المجاري التابعة للبلديات التي تقوم بمعالجة هذه المياه في معاملها الخاصة التي تبني في أمكنة ملائمة لاستقبال هذه المياه.

معالجة وتصنيع النفايات الصلبة Solid waste upgrading and treatment

لا يلقى إلا القليل من النفايات الصلبة، وإنما تعالج وتصنع منها المواد الأكثر فائدة. فتعصر قشور ولب ونوى الثمار والخضار لإزالة الماء منها وتحول إلى سماد يضاف إلى التربة. حيث تستعمل نفايات مصانع اللحوم والأسماك والأجزاء غير المأكولة في علائق الحيوانات، ويستعمل ريش الدواجن في حشو الوسائد الغالية، وجلود الحيوانات في صناعة الجلود والجلاتين. أما نفايات صناعة الحليب وهي غنية بالعناصر الغذائية فتصنع في شروط صحية جيدة، فتجفف كميات كبيرة من المصل والمخيض وتستعمل في غذاء الإنسان أو الحيوان أو صناعة الحلويات أو النقانق. أما بعض النفايات التي لا يمكن تصنيعها أو إدخالها إلى السوق أو استعمالها والاستفادة منها فتستعمل في تسخين المراجل وتوليد البخار. وتخمر بقايا الخضار والفواكه لاستخراج السكريات لتنمية الخمائر واستخراج الكحول، وبعضه يحرق في الأرض كمادة مالئة. وإذا كانت جميع هذه العمليات غير مقبولة وغير عملية فيمكن حرق النفايات أو سوقها إلى البحر أو نقلها بالشاحنات ورميها بعيداً أو حرقها بالأفران وتحويلها إلى رماد.

المصطلحات العلمية باللغة الإنكليزية

A	
Abnormal milk	حليب غير طبيعي
Abomasums	أنفحة

Absorption	الامتصاص
Accredited milk	حليب ذي نوعية ممتازة
Accuracy	الدقة
Acetaldehyde	أستالدهيد
Acetic acid	حمض الخل
Acetoin	أسيتوئين
Acid curd	خثرة حامضية
Acidification	تحميض
Acidity	حموضة
Acidophilus milk	لبن الأسيدوفيليس
Active acidity	الحموضة الفعالة
Activity	فاعلية
Additive	مادة مضافة
Adulteration	غش
Agitators	مقلب
Agglutinins	راصات
Air blast freezers	المجمدات العاصفة
Air velocity	سرعة الهواء
Albido	طبقة الألبيدو
Amino-acid	حمض أميني
Animal casing	أغلفة حيوانية
Animal proteins	البروتين الحيواني
Anis	اليانسون
Antibiotics	مضادات حيوية
Antigenes	متضادات جينية

Antioxidants	مضادات الأكسدة
Antiseptics	مطهرات
Antisera	أمصال مضادة
Aroma	نكهة
Aromatic	عطري
Ascorbates	الأسكوربات
Atmosphere	الجو
Automation	التسيير الذاتي
Autoclave	معقم (صاد موصد)
B	
Bacteria	بكتيريا
Bacterial population	محتوى بكتيري
Bacterial toxins	سموم بكتيرية
Bacteriocin	مضادات بكتيرية
Bacteriophage	ملتهم البكتيريا
Bacteriostatic	مثبط للبكتيريا
Bands	حزم
Bay leaves	أوراق الغار
Binders	المواد الرابطة
Biological factors	عوامل حيوية
Biological spoilage	فساد حيائي
Biological treatment	معاملة حيائية
Bitterness	مرارة
Black pepper	الفاصل الأسود
Blanching	السلق

Botulism	تسمم بوتوليني
Brevibacteria	البكتيريا القصيرة
Brine	محلول ملحي
Brucellosis	الحمى المالطية
Public health	الصحة العامة
Building	بناء
Butter	زبدة
Butter milk	مخيض
C	
Canning	التعليب
Cardamom	هيل
Caraway	كراوية
Coriander	كزبرة
Capital	رأس المال
Capsid	غطاء فيروس
Capsomers	وحدات غطاء الفيروس
Carbohydrates	كربوهيدرات
Casein	كازئين
Casings	أغلفة السجق
Centrifugation	تثقيب (طرد مركزي)
Cestodes	ديدان شريطية
Cheese	جبنة
Cheese yield	مردود الجبن
Chemical spoilage	فساد كيميائي
Chlorinated	مكلورة

Chymosin	كيموزين
Cinnamon	قرقة
Citrates	سترات
Citric acid	حمض الليمون
Clarification	تنقية
Cleaning	تنظيف
Closing	الإغلاق
Clotting	تخثر
Clotting time	زمن التخثر
Cloves	قرنفل
Coagulability	قابلية التخثر
Coagulum	خثرة
Coliform	بكتيريا القولون
Color	اللون
Colostrum	لبأ (سرسوب)
Coming up time	وقت الصعود
Compressor	ضاغط
Concentrate	مركز
Conditioning	تعبئة
Consistency	قوام
Contamination	تلوث
Cooked cheeses	جبنة خثرة مطبوخة
Cooked	مطبوخة
Cooling	تبريد
Concentrated milk	حليب مركز

Condensed	مكثف
Cooking	الطبخ
Coryneform	بكتيريا هراوية
Cream	قشدة
Creaming	فرز القشدة
Crystallization	التبلور
Cucumber pickles	مخلل الخيار
Culture	مزرعة
Culture butter milk	لبن مخيض متخمّر
Cumin	كمون
Curd	خثرة
cutting	تقطيع
Cured meats	لحوم مقددة
Curing	تمليح اللحم
Cutter	آلة الاستحلاب
Cutting time	زمن تقطيع الخثرة
D	
Defecation	ترسيب بروتين ودهن الحليب
Defects	عيوب
Deionization	إزالة الأيونات
Dehydration	تجفيف
Denaturation	تشوه البروتينات
Density	كثافة
Deodorization	إزالة الروائح
Deodorizer	مزيل الروائح

Detergent	منظف
Development	تطوير
Diacety	دي استيل
Digestibility	قابلية الهضم
Dill herb	عشبة الشبت
Dill pickles	مخلل الخيار الشبت
Dipper	مغرفة
Dissolving unit	وحدة الإذابة
Dried milk	حليب مجفف
Disinfectant	مطهر
Disinfection	تطهير
Drainage	فصل المصل
Drum driers	المجففات الأسطوانية
Dry hot air	الهواء الجاف الحار
Drying	تجفيف
Dryer rooms	حجرات التجفيف
E	
Economic	الاقتصاد
Eggs	بيض
Equipments	معدات وأجهزة
Electrical impedance	توصيل كهربائي
Electrolytes	مواد منحلة كهربائياً
Electro couple	الازدواج الكهربائي
Electrophoresis	رحلان كهربائي
Employees	العمال

Emulsifier	مادة مستحلبة
Emulsion	مستحلب
Enamel	الورنيش
Endospores	سبورات داخلية
Endotoxins	سموم داخلية
Enterococci	المكورات العنقودية
Enterotoxins	سموم معوية
Environment	البيئة
Enzyme	أنزيم
Enzyme Linked immunosorbent Assay	الامتصاص المناعي المرتبط بالأنزيم (ELISA)
Epitome	موقع استقبال
Evaporated	مبخر
Evaporated milk	حليب مبخر
Exhausting	الخلقة
Exotxins	سموم خارجية
Expansion valve	صمام التمدد
Extenders	المواد المائلة
Eyes in cheese	عيون الجبن (انفتاح)
Eyran	عيران
F	
Fat	دهن
Fatty acid	حمض دهني
Fermentation	تخمير
Fermented milks	ألبان متخمرة
Filling	التعبئة

Film yeasts	خمائر غشائية
Filters	مصافي
Filtration	ترشيح الحليب
Firm cheese	جبين ذو خثرة مغلقة
Flat sour spoilage	فساد حامضي مسطح
Flavido	طبقة الفلافيدو
Flavor	نكهة
Flavorings	منكهات
Flipper	انتفاخ أولي
Flora	مجموعات
Florescence	فلورة
Food	غذاء
Food infection	المرض الغذائي
Food freezing	تجميد الأغذية
Food borne diseases	أمراض تنتقل عبر الغذاء
Food plant	مصنع أغذية
Food preservation	حفظ الأغذية
Food poisoning	تسمم الأغذية
Food refrigeration	تبريد الأغذية
Food sanitation	شروط صحية
Food spoilage	فساد الأغذية
Freeze burn	حرق البراد
Fruit juices	عصائر الفاكهة
Freeze drying (dehydration)	تجفيد
Fungi culture	خمائر فطرية

Fungicide	مبيدات فطرية
F-value	قيمة (ف)
Fresh cheese	جبين طازج
Flavored milk	حليب منكه
G	
Garlic	الثوم
Gas formation	تكون الغازات
Gelatin	جيلاتين
Gel formation	تشكيل الهلام
Generation time	زمن الإخلاف
Generator	مولد
Ginger	زنجبيل
Glutamates	غلوتامات
Glycolysis	تحلل السكر
Goat's milk	حليب الماعز
Grading	الفرز أو التدريج
Green olive	زيتون أخضر
Grinder	آلة الفرغ
H	
Haemolysin	تحلل الدم
Halotolerant	تتحمل الملوحة
Halphilic	محببة للملوحة
Hard cheese	جبين قاس
Hard pressed cheese	جبين قاس مضغوط
Hard swell	انتفاخ صلب
Hazard analysis critical control	تحليل المخاطر والتحكم بالنقاط الحرجة

points	HACCP
Head space	فراغ رأسي
Heat exchanger	مبادل حراري
Hemolytic	البكتريا المحللة للدم
Heterofermentation	تخمير غير متجانس
Holding time	وقت الإمساك (التعقيم)
Homofermentation	تخمير متجانس
Homogenization	تجنيس
Humidity	رطوبة
Hybridome	خلية هجينة متحولة
Hydrophobic	كاره للماء
Hygiene	صحي
Haemolysin	تحلل الدم
Ice cream	مثلجات لبنية
Ice cavity	الفجوة الجليدية
Ice water	الماء المثلج
Immersion freezers	المجمدات بالغمر
Incubation	تحضين
Incubators	حاضنة
Industrial refrigeration	تبريد صناعي
Ingredients	مكونات
Inhibition	مثبط
Initial temperature	الحرارة المبدئية
Inoculation	تلقيح
Isolation	عزل

Intermediate moisture foods	أغذية متوسطة الرطوبة
Insulated containers	أوعية معزولة
J	
Jams	المربى
Jellies	الهلام
Jellifying agent	مهم
K	
Kefir	كفير
Kishk	كشك
Kumis	كوميس
L	
Lagoons	برك
Lactic acid	حمض اللبن
Lactose	لاكتوز
Least cost	قليلة الكلفة
Liquid	سائل
Linkers	معدات ربط القوالب
Lipase	ليباز
Location	موقع
Lipolysis	تحلل دهني
Liquid yogurt	يوغورت سائل
Long term preservation	الحفظ الدائم
Lot	إرسالية
M	
Machinery mould	عفن الآلات
Mad cow disease	مرض جنون البقر

Mammary gland	غدة الضرع
Marjoram	العطرة
Markers	مؤشرات
Market	السوق
Market diseases	أمراض السوق
Marmalades	مرملاد
Mastitis	مرض التهاب الضرع
Maturation	إنضاج
Mass transfer	نقل الكتلة
Marking and coding	وضع الرموز
Meat	اللحم
Meat processing	تصنيع اللحوم
Membrane	غشاء
Meningitis	التهاب السحايا
Methods	طرائق
Metmyoglobin	متميوغلوبين
Micelles	مذيلات
Microbial spoilage	فساد ميكروبي
Microbial activity	نشاط ميكروبي
Microbiological standard	مواصفات خاصة بالأحياء الدقيقة
Microcalormetry	قياس السعرات الدقيقة
Microorganisms	الأحياء الدقيقة
Microplates	أطباق دقيقة
Milk acidification	تحميض الحليب
Mixer and blenders	آلات الخلط

Modified	معدل
Moisture	رطوبة
Monoclonal	أجسام مضادة وحيدة النسيلة
Mortadella	مرتديلا
Most probable number(MPN)	عد احتمالي
Mother culture	المزرعة الأم
Mustard	خردل
Mycoplasma	مايكروبلازما
Mycotoxins	سموم فطرية
Myoglobin	ميوغلوبين
N	
Natural casing	أغلفة طبيعية
Natural flora	فلورا طبيعية
Natural refrigeration	تبريد طبيعي
Nature inhibitors	مثبطات طبيعية
Nausea	غثيان
Nitrites	النتريت
Nitrates	النترات
Nitric oxide myoglobin	أوكسيد أزوت الميوغلوبين
Nitric oxide hemochromogen	أوكسيد أزوت الهيموكروموجين
Nisin	نيزين
Non perishable foods	أغذية غير قابلة للفساد
Nutrient broth	مرق مغذي
Nutmeg	جوزة الطيب
Nutrition	تغذية
O	

Ochratoxin	أوكراتوكسين
Odors	الرائحة
Official	رسمية
Onion	بصل
Openness	فتحات الجبن
Origin	أصل منشأ
Osmophilic	محببة للضغط الأوزموري
Oxidation –reduction Potentials	جهد الأكسدة والاختزال
Oxymyoglobin	أوكسي ميوغلوبين
Oysters	محارات
P	
Packaging	تعبئة
Paprika	فليفلة حمراء
Pasteurization	بسترة
Pathogen	جراثيم ممرضة
Pepsin	ببسين
Pickling	التخليل
Peeling	تقشير
Peptides	ببتيدات
Prenatal	حول الولادة
Perishable foods	أغذية قابلة للفساد
Phosphates	فوسفات
Planning	تخطيط
Plant	مصنع
Polyclonal antibiotic	أجسام مضادة متعددة الوجوه

Polyhedral viruses	فيروسات متعددة الوجوه
Polymerase chain reaction	تفاعل سلسلة بوليمرازي
Precision	المطابقة
Preparation	تحضير
Preservative	مادة حافظة
Preservation	حفظ
Pressure	ضغط
Primary	أولي
Primer	مرئسات
Prions	البرايونات (بروتينات معدية)
Process control	مراقبة الإنتاج
Processed cheese	جبنة مطبوخة
Processing	تصنيع
Products	منتجات
Properties	خصائص
Propionic acid	حمض البروبيونيك
Proteinase	بروتيناز
Proteins	بروتينات
Proteolysis	تحلل بروتيني
Psychrophiles	محببة للبرودة
Psychrotrophs	تتحمل البرودة
Putrefaction	تعفن
Pyruvic acid	حمض البيروفيك
Q	
Quality	نوعية أو جودة

Quality control	ضبط الجودة
R	
Rancidity	تزنخ
Raw milk	حليب خام
Recombined	معاد التركيب
Reconstituted milk	حليب معاد التشكيل
Refrigeration	تبريد
Rennet	منفحة
Rennin	منفحة (رينين)
Retentive	حليب مركز بالترشيم فوق العالي
Reverse osmosis	الجلول العكسي
Ripened cheese	جبنة منضج
Radiometry	قياس الإشعاع
Raw material	المواد الأولية (الخام)
Ready to eat	نصف مصنع (جاهز للأكل)
Redox potential(Eh)	جهد الاختزال
Rehydration	إعادة ترطيب (تشرب)
Receiver tank	خزان الاستقبال
Recrystallization	عود التبلور
Refrigerants	أوساط التبريد
Resistor	مقاوم
Residual chlorine	الكلور المتبقي
Rotting	نتانة
S	
Sage	ميريمية
Salt	ملح

Sampling	أخذ العينات
Sanitization	تطهير
Savory thyme	زعتر
Sealing	الإغلاق
Semi-hard cheese	جبين نصف قاس
Semi –soft cheese	جبين نصف طري
Sensory evaluation	تقويم حسي
Shape	شكل
Sharp freezers	المجمدات الحادة
Sheep's milk	حليب غنم
Shrinkage	الانكماش
Skim milk	حليب فرز
Soft cheese	جبين طري
Soft swell	انتفاخ لين
Solids non fat	الجوامد اللادهنية
Sour cream	قشدة حامضية
Spices	بهارات
Springer	انتفاخ لولبي
Spry dried	المجففات الرشاشة
Stabilizer	مثبت
Standardization	تعديل التركيب
Staphylococci poisoning	التسمم العنقودي
Starter culture	بادئ
Sterilization	تعقيم
Sterilized milk	حليب معقم

Stirred yogurt	يوغورت ممزوج بالتحريك
Strain	سلالة بكتيرية
Stretching	تشليل الجبن
Sugar	سكر
Substitute	بديل
Sulfide stinker	الفساد الكبريتي المنتن
Sunny dried	التجفيف الشمسي
Super cooling	فرط التبريد
Sweet whey	مصل حلو
Symbiosis	تعاضد
Synthetic casing	أغلفة صناعية
Syneresis	نضج المصل
Sandwich ELISA	الامتصاص المناعي المرتبط بالإنزيم ذات الشطيرة
Sanitation	تطهير
Sausages	السجق
Sclerotia	سكليروشيا
Scrapie	مرض الحكة
Scraped surface	كاشط السطوح
Secondary	ثانوي
Semi perishable foods	أغذية قابلة للفساد
septicemia	تعفن الدم
Serotype	نوع مصلي
Sewage	مياه عادمة
Shellfish	قواقع بحرية
Short term preservation	الحفظ المؤقت

Slaughter	ذبح
Sludge	وحل
Smoking	التدخين
Soft drink	مشروبات غازية
Solid water	نفايات صلبة
Spoilage	فساد
Spongiform encephalopathy's	أمراض الدماغ الاسفنجية
Spore	سبور
Soft rot	تعفن رخو
Solar salts	أملاح مجففة شمسياً
Sterilization	تعقيم
Storage	تخزين
Stuffers	آلات الحشو
Subclinical	دون السريري
Substrate	مادة خاضعة
Swab	ماسحة
Sweet cucumber pickles	مخلل الخيار الحلو
System	نظام
T	
Taste	الطعم
Taxonomy	تصنيف
Temperature	درجة الحرارة
Thermisation	تسخين الحليب لحرارة قريبة من البسترة
Thermoduric	مقاومة للحرارة
Thermophilic	جراثيم محبة للحرارة العالية

Tyndallisation	تنفلة
Test	الطعم
Texture	قوام
Thermal death time (TDT)	زمن القتل الحراري
Thermoduric	صامدة للحرارة
Thermograms	منحنيات حرارية
Titer	تركيز
Total number	عدد كلي
Toxins	سموم
Transportation	نقل
Treatment	معالجة
Trickling filters	مرشحات تقطير
Trier	قلم أخذ العينات
Tunnel driers	مجففات نفقية
U	
Udder	ضرع
Ultrafiltration	الترشيح فوق العالي
Ultra heating	تسخين فوق العالي
Ultrasonic's	أمواج فوق صوتية
Upgrading	تحسين
UV irradiation	أشعة فوق بنفسجية
V	
Vacuum	تفريغ
Vacuum drying	المجففات المفرغة
Vegetable proteins	بروتينات نباتية
Viruses	فيروسات

Viscosity	لزوجة
Volatile fatty acids	حموض دسمة طيارة
Volatilization	التسامي
Volume	حجم
Vacuum package	تغليف تحت التفريغ
Verotoxin	فيروتوكسين
Viroids	فابرويدات
W	
Washing	الغسيل
Waste disposal	التخلص من النفايات
Water activity	النشاط المائي
Water degasification	نزع الغاز من الماء
Wet hot air	هواء رطب حار
Whey	مصل
Whey cheese	أجبان المصل
White brined cheese	جبنة أبيض مملح
White pepper	فلفل أبيض
Whole milk	حليب كامل الدسم
wastes	مخلفات
Water activity	نشاط مائي
X	
Xanthine oxidize	زانثين أوكسيداز
Xerophilic moulds	أعفان تتحمل الجفاف
Y	
Yeast	خميرة
Yields	مردود

Yoghurt	يوغورت
Z	
Zabady	لبن زبادي
Zepatera	الفساد النتن

المراجع

References

المراجع العربية

- العودة كرم (1994). أساسيات تصنيع الخضار والفواكه، منشورات جامعة دمشق.

- العودة كرم، المصري سليمان، حمادة الخياط غسان، سفر عادل (1994). أسس حفظ الأغذية، منشورات جامعة دمشق.
- العودة كرم، المصري سليمان (1990). تقنيات التصنيع الغذائي، مطبعة خالد بن الوليد، منشورات جامعة دمشق.
- العودة كرم، حمادة الخياط غسان (1982). أساسيات تصنيع الأغذية، مطبعة خالد بن الوليد، منشورات جامعة دمشق.
- شحاته عبدالسيد (1997). تكنولوجيا الجبن، الأسس العلمية، المكتبة الأكاديمية، القاهرة، جمهورية مصر.
- عزيزية عبدالحكيم (1996). تصنيع منتجات الدواجن، مطبعة الإتحاد بدمشق، منشورات جامعة دمشق.
- مصري سليمان، أبو الخير صالح، حمادة الخياط غسان (1984). الصناعات الغذائية، منشورات جامعة دمشق.
- نزار حمد محمد (1992). تقانة تصنيع الأغذية وحفظها، المطبعة العلمية بدمشق.
- تكنولوجيا الإنتاج والجودة في الصناعات الغذائية والصناعات الزراعية في دول الاسكوا (2000). اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا، الأمم المتحدة.

المراجع الأجنبية

- Anilkumar, G. Gaonkar (1995). Food processing, Kraft General Foods, Inc., Glenview, IL, USA. ISBN: 978-0-444-81500-2.
- Beerens, H., Luquet, F. M. (1987). Guide pratique analyse microbiologique des laits et des produits laitiers, Lavoisier 2, Rue Lavoisier, F75384, Paris cedex 08.

- Desrosier, N. W., Desrosier, J. N. (1977). The technology of food preservation, 4th ed. AVI publishing Co., INC.
- Encyclopedia of food (2002). Dole Food Company, Inc. The Mayo Clinic, USLA, Center for Human Nutrition. ISBN: 978-0-12-219803-8.
- Fellows, P. J. (1990). Food processing technology: Principles and practice, Ellis Horwood Limited.
- Fennema, R. O. (1975). Principles of food preservation, Part 2: physical principles of food preservation. Marcel Dekker, INC.
- Goodenough, P. W., Atkin, R. K. (1982). Quality in stored and processed vegetables and fruits, AP.
- Kung, S. D., Bills, D., Quatrano, R. (1989). Biotechnology and food quality, Butter worth publication.
- Pflug, J. T., Esselen, W. B. (1963). Food processing operation, vol. 2. J. L. Hard and M. A. Joslyn (eds) AVI.
- William, J. S., Owen, J. C. (1977). Egg science and technology, Westport, Connecticut.

اللجنة العلمية

الأستاذ الدكتور صياح أبو غرة

الأستاذ الدكتور محمد محمد

الأستاذ الدكتور سمير سليق

المدقق اللغوي

