حفظ الغذاء بالحرارة المنخفضة والتعليب

اولا: الحفظ بالتبريد Refrigeration

ويعني الحفظ على درجات حرارة فوق درجة انجماد المادة الغذائية، والى حد معين اقل من درجة حرارة الغرفة مع المحافظة على خواصها الحسية.

ويهدف التبريد الى التقليل من عوامل تلف وفساد الاغذية مثل الرطوبة والتفاعلات الكيميائية والإنزيمية والأحياء المجهرية. فبالنسبة للاحياء المجهرية المسببة لتلف وفساد الاغذية بصورة عامة يقلل التبريد من نشاطها اذ تنمو اغلب هذه الاحياء بسرعة كبيرة عند حرارة 15-45 °م وتنخفض سرعة نموها عند حرارة 10-15 °م وتكون بطيئة عند حرارة اقل من 10 °م وضئيلة جدا عند درجة حرارة مقاربة للصفر المئوي.

ومن العوامل التي تتأثر بها عملية التبريد: طبيعة المادة، هل هي طازجة او مصنعة، نباتية او حيوانية، والسيطرة على درجة الحرارة والرطوبة النسبية للوسط الذي تتواجد فيه. وتبقى المحاصيل بعد جنيها حية وتستمر بالفعاليات الحيوية وتستهلك العديد من المكونات اثناء الخزن. اما اهم الفعاليات الحيوية فهي التنفس والنتح.

التنفس: يعني اخذ الاوكسجين وطرح ثاني اوكسيد الكربون، اذ يستهلك الاوكسجين في اكسدة بعض المكونات مثل الكربوهيدرات الذائبة في الماء كما في التفاعل التالي:

$$\underset{\text{Glucose}}{C_6H_{12}O_6} + 6O_2 \longrightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 674 \text{ K. cal.}$$

يزداد التنفس بارتفاع درجة الحرارة لحد 37 °م وتزداد معها كمية الطاقة المتحررة، بينما تنخفض سرعة التنفس بانخفاض درجة الحرارة ويتوقف عند انجماد المحصول.

النتح: يعني فقدان الماء من سطح المحصول اثناء خزنه عن طريق التبخر ويتأثر بدرجة حرارة الوسط وسرعة التنفس ونوع المحصول، وبالتالي تظهر حالة الذبول في المحاصيل وتنخفض قيمتها التسويقية، فمثلا يظهر الذبول في الفواكه عندما تفقد 4-6 % من رطوبتها بينما تذبل الخضروات عندما تصل نسبة فقد الرطوبة فيها 3-5 %.

الاحتياجات الاساسية للخزن بالتبريد

1- **تبريد المخزن:** عن طريق اجهزة تبريد خاصة تعمل بنظام الضغط مع استخدام غازات خاصة.
2- **السيطرة على درجة الحرارة:** اذ لكل منتج حرارة تلائم حفظه لأطول مدة، لكن يجب مراعاة عدم تذبذب الحرارة صعودا وهبوطا لتأثير ذلك على المادة من حيث الذبول والجفاف ونمو الكائنات الدقيقة.
3- **السيطرة على الرطوبة النسبية:** فالمواد تختلف بنسب رطوبتها وعليه يجب المحافظة على مستوى معين من الرطوبة النسبية داخل جو التخزين لأن نقصان الرطوبة يؤدي الى ذبول المادة المخزونة بينما ارتفاعها يؤدي الى تراكمها على اسطح المواد وبالتالي يشجع نمو الفطريات (الخمائر والاعفان).
4- **تبديل هواء المخزن:** لتوزيع الحرارة والرطوبة بصورة متجانسة داخل المخزن يجب المحافظة على مستوى معين من سرعة الهواء بحيث لا تكون قليلة تؤدي الى تراكم نواتج التنفس والرطوبة على اسطح المواد المخزونة او تكون عالية بحيث تودي الى جفاف المواد المخزونة.
5- **تنظيف وتطهير المخازن:** وذلك عن طريق ازالة كل المخلفات مع رش المخازن بالمطهرات مثل الفورمالديهايد بشكل غاز وبتركيز 40 % لكل 100 $م^3$ من المخزن.

التغيرات التي تحصل اثناء الخزن بالتبريد

1- استهلاك السكريات وكذلك الحوامض الى حد معين اثناء التنفس.
2- تحلل الكربوهيدرات ذات الاوزان الجزيئية العالية.
3- تحلل البروتينات جزئيا.
4- تحلل المواد البكتينية وظهور حالة من الليونة في النسيج.
5- فقدان اللون وبشكل خاص الكلوروفيل.
6- التلف التبريدي Cold injury وهذا يعني حصول تغيرات في شكل وقوام المادة الغذائية المخزونة على درجة حرارة اقل من درجة الحرارة الحرجة، وهذه التغيرات غير مرغوب فيها وتقلل من القيمة الغذائية للمادة المخزونة.

درجة الحرارة الحرجة: هي الدرجة الحرارية التي اذا انخفضت عنها درجة حرارة المادة المخزونة بالتبريد حدث ما يعرف بالتلف التبريدي.

ثانيا: الحفظ بالتجميد Freezing

يعني حفظ الاغذية بدرجات حرارة منخفضة اقل من نقطة الانجماد ولمدة طويلة دون ضرر يذكر، وهي من اكثر طرائق الحفظ شيوعا اذ تعتبر الاغذية المجمدة الاقرب للأغذية الطازجة. وحرارة التجميد تتراوح بين -18 الى -40 °م.

تفسير عملية التجميد

من المعروف ان الماء يتجمد عند درجة الصفر المئوي، وتكون اقل من الصفر المئوي عند اذابة اي مادة فيه، اي ان درجة تجميد المحاليل تكون اقل من الماء.

درجة الانجماد هي الدرجة الحرارية التي تبدأ عندها البلورات الثلجية بالتكون عند ازالة الحرارة من الماء النقي، فالبلورات الثلجية لا تتكون عند الصفر المئوي وباستمرار ازالة الحرارة من الماء تنخفض الحرارة الى اقل من الصفر المئوي ويطلق عليها تحت الانجماد Super cooling وبالتالي تتكون نواة البلورات الثلجية ومن ثم تكبر وتتحرر الطاقة الكامنة للإنجماد والذي يرفع الحرارة الى الصفر المئوي.

التغيرات الحاصلة في الغذاء بسبب التجميد

1- ظهور التحسس الرملي Sandy taste في الايس كريم خاصة عند وجود مستويات عالية من اللاكتوز.
2- دنترة البروتينات بسبب المواد الذائبة التي لا تترسب وتبقى في المحلول لاسيما تركيز الملح.
3- تركيز الغازات في المحاليل.
4- فقدان في القيمة الغذائية عند التذويب Thawing عن طريق السائل الذي يخرج من المواد المجمدة Drip الذي يسحب معه بعض المكونات من داخل المادة الغذائية المجمدة لاسيما الذائبة في الماء.

التجميد اما ان يكون بطيئا او سريعا. ومن طرائق التجميد: التجميد بالهواء او التماس المباشر او الغمس في السوائل.

ثالثا: الحفظ بالحرارة (التعليب) Canning

يعد التعليب من طرائق حفظ الاغذية الواسعة الانتشار ويعرف بأنه عبارة عن حفظ الغذاء في علب محكمة القفل مع استخدام درجات حرارة عالية نسبيا تكفي للقضاء على الاحياء المجهرية والإنزيمات في الاغذية.

مراحـل التعليـب

1- **الجني واختيار الاصناف المناسبة** من حيث النوعية الجيدة والطزاجة ودرجة النضج.

2- **الغسل والتنظيف** اما بالنقع او الرشاشات المائية لغرض:

أ- ازالة الاتربة والأوساخ ومخلفات المبيدات الحشرية.

ب- تقليل عدد الاحياء المجهرية.

ج- اجراء عملية تطرية لأنسجة المواد المغسولة.

ويفضل اضافة كمية من الكلور النشط بمقدار **2-0.5 ملغم/لتر** من ماء الغسيل.

3- **الفرز والتدريج** حسب الحجم او الشكل.

4- **التحضير**: ويشمل ازالة الاجزاء غير الصالحة للأكل مثل البذور والسويق والأقماع والقشور قبل التعليب او اجراء تقطيع للفواكه والخضر بشكل مربعات او مكعبات او التقشير اليدوي او الميكانيكي او استخدام بعض المحاليل الكيميائية مثل $CaCl_2$، Na_2CO_3 او NaOH بأوقات وتراكيز مختلفة، ثم تغسل بالماء لإزالة الاثار.

5- **السلق الخفيف Blanching** : هي عملية تعريض المواد الغذائية لحرارة رطبة ولمدة زمنية محدودة، للأغراض التالية:

أ- تقليل الاحياء المجهرية.

ب- التخلص من الطعم والرائحة غير المرغوبين.

ج- تليين انسجة المواد الغذائية لاسيما الورقية منها لتسهيل تعبئتها.

د- التخلص من الغازات الموجودة بين الانسجة للحد من عمليات الاكسدة.

و- اتلاف وتثبيط عمل الانزيمات لاسيما انزيم الفينول اوكسيديز Phenol oxidase الذي يسبب الاسمرار، والبيروكسيديز Peroxidase المسبب لتفاعلات الاكسدة.

ز- تثبيت اللون الطبيعي، لاسيما الاخضر والاصفر.

م- يساعد على احكام الغلق في حالة القناني الزجاجية.

6- **التعبئة:** وتتم يدويا او آليا للمواد الكاملة او المقطعة مع ترك فراغ كافي في العلبة لإعطاء المظهر الجذاب، ثم يضاف وسط التعليب Canning medium وهذا اما يكون محلول ملحي للخضروات او محلول سكري للفواكه وأحيانا يكون عصير الطماطة او الزيت او الحساء حسب نوع المادة الغذائية المعلبة.

7- **تفريغ الهواء من العلب Exhausting:** ويجرى لمنع انتفاخ العلبة او انفجارها، والحد من الاكسدة بالتخلص من الاوكسجين، وتسهيل اجراء المعاملات الحرارية اللاحقة.

8- **غلق العلب Sealing** ويتم غلق العلب بإحكام ومن ثم تعامل بالحرارة.

9- **المعاملات الحرارية Thermal processing** : يجرى التعقيم على حرارة اعلى من 100 °م، بينما البسترة على حرارة اقل من 100 °م. وتختلف الاغذية من حيث المعاملات الحرارية فمثلا الاغذية الحامضية - التي تكون قيمة الـ pH لها اقل من 4.5 - كالخوخ والمشمش والتفاح وغيرها الملائمة لنمو الخمائر والاعفان تعرض الى درجة حرارة الغليان. اما الاغذية القليلة الحموضة - التي تكون قيمة الـ pH لها اعلى من 4.5- مثل الخضروات واللحوم والتي تكون ملائمة لنمو البكتريا اللاهوائية فإنها تعرض الى درجات حرارة اعلى من سابقتها.

وان الغرض من اجراء المعاملات الحرارية هو القضاء على الاحياء المجهرية، والحفاظ على نوعية وجودة الغذاء.

10- **التبريد Cooling** : تبرد العلب بعد المعاملة الحرارية مباشرة وبشكل تدريجي لمنع تدهور نوعية الغذاء نتيجة الطبخ المفرط، وتجرى العملية اما بالهواء او الماء حتى درجة 40°م.

11- **الاختبار الخزني Storage testing** : تترك العلب لمدة زمنية على حرارة معينة قبل تسويقها للتأكد من سلامتها من حيث المظهر الخارجي او اجراء الفحص المختبري عليها. وتسمى المدة المخصصة للفحص بمدة الحضن Incubating period .

12- **وضع العلامات والخزن**: توضع العلامات على العلب وتكتب عليها البيانات المطلوبة مثل اسم المنتج ونوعه وتاريخ الانتاج والانتهاء والمكونات وغيرها، بعدها تخزن لحين التسويق.

13- **اجراء الفحوصات على المنتجات المعلبة**: وتشمل الفحوصات الفيزيائية والكيميائية مثل فحص اللون والمظهر والرائحة وانتفاخ العلب ووجود المعادن والملوثات الكيميائية فيها. فضلا عن اجراء الفحوصات الميكروبايولوجية للتاكد من اعداد وانواع الاحياء المجهرية الموجودة فيها.

تأثير التعليب على نوعية المادة الغذائية

يؤدي تسخين الغذاء الى حصول تغيرات في تركيبه، قسم من هذه التغيرات تكون مفيدة مثل طراوة اللحوم. ويؤثر التسخين على اللون والنكهة وتحدث دنترة للبروتينات، اي تغيير طبيعتها، اما الدهون فإنها قد تتعرض الى التزنخ التحللي او التأكسدي، بينما يتكسر السكر والنشا بفعل الحرارة العالية وبالتالي تزداد تفاعلات الاسمرار وإنتاج لون الكراميل. اما الفيتامينات فيكون الرايبوفلافين B_2 ثابتا تجاه الحرارة بينما فيتامينات B_1 وC وA تكون حساسة تجاه الحرارة.