بسم الله الرحمن الرحيم

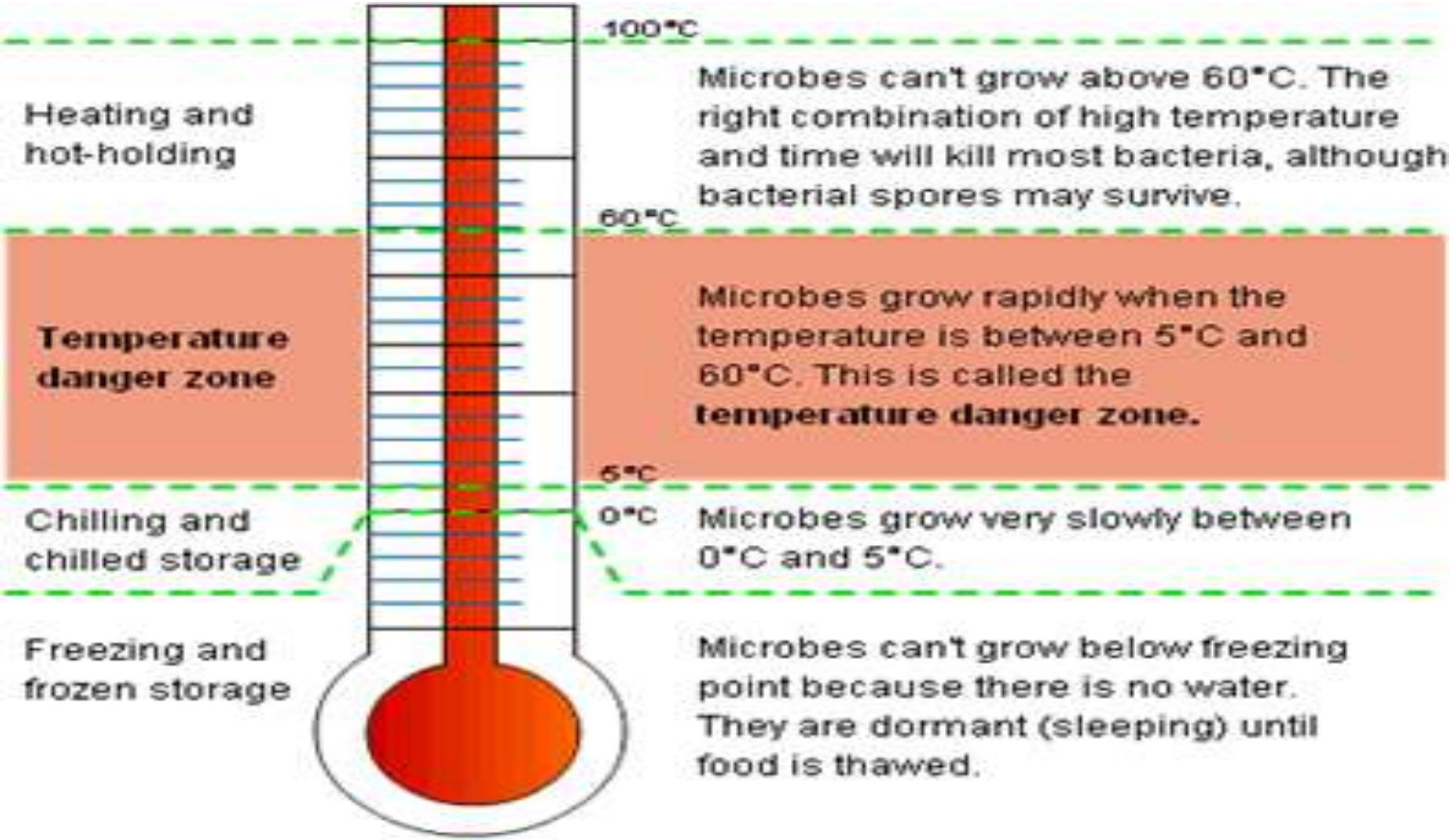
حفظ الأغذية باستخدام درجات الحرارة المنخفضة

Food preservation with low temperatures

حفظ الأغذية باستخدام درجات الحرارة المنخفضة

- يعتمد استخدام درجات الحرارة المنخفضة في مجال حفظ الاغذية الى انخفاض معدلات جميع الانشطة الحيوية داخل خلايا الاحياء الدقيقة الملوثة للأغذية بانخفاض درجة الحرارة الى درجة قد تصل الى حد التوقف .
- وبوجه عام تتوقف أغلب الانشطة الحيوية للأحياء الدقيقة على درجة حرارة التجميد او أقل منها

Temperature danger zone



التبريد Refrigeraion

الأساس العلمى : هو أن الحرارة المنخفضة تثبط أو تبطىء نمو ونشاط كثير من الأحياء الدقيقة المسببة لفساد الأغذية وتبطىء فعل الأنزيمات والأكسجين. ويجب أن نلاحظ أن الحرارة المنخفضة لا تؤدى إلى قتل الأحياء الدقيقة أو إتلاف الأنزيمات فى أغلب الأحوال، لذلك فان الغذاء المحفوظ بالحرارة المنخفضة إذا أخرج من الجو المبرد فانه يكون سريع التلف بفعل الأحياء الدقيقة والأنزيمات التى تستعيد نشاطها.

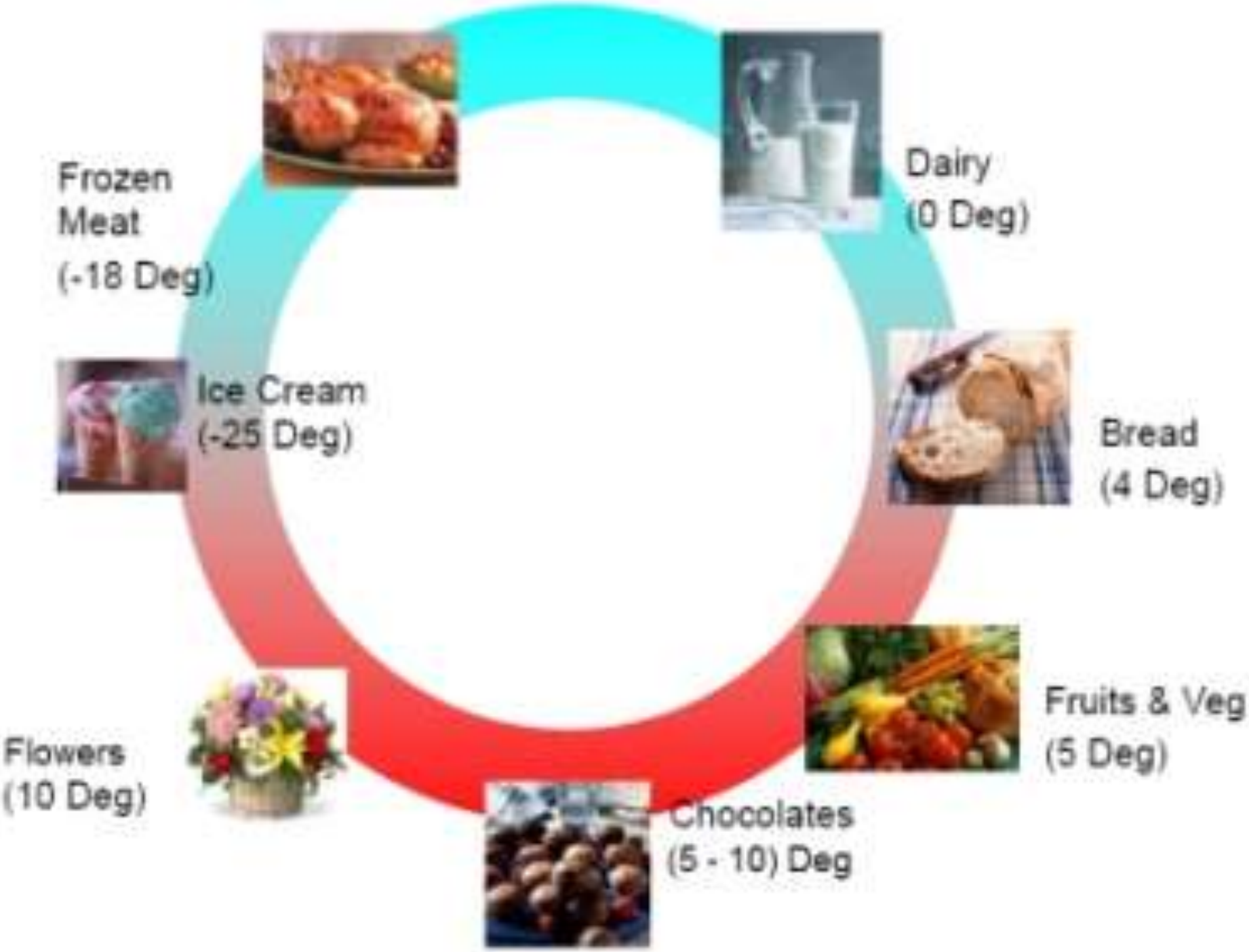
www.alyasa.com

تعريف الحفظ بالتبريد

الحفظ بالتبريد هو عبارةعن حفظ الأغذية عن طريق تخزينها في درجات الحرارة المنخفضة حتى تقترب من الصفر المئوي (0 - 5 ° م) أي ما يعادل 32 – 40° ف لمدة تتراوح من أيام إلى أسابيع إلى عدة شهور وهو من طرق الحفظ القصيرة أو المؤقتة.

Refrigeration practices استخدامات التبريد

- يحفظ كثير من المواد الغذائية الخام مثل : الأسماك، اللحوم، الدواجن، الخضر، الفاكهة ، و كذلك الأطعمة المطبوخة على درجة حرارة التبريد، و لكن يجب الحذر هنا من تلوث هذه الأغذية المطبوخة بالبكتيريا التي قد تتواجد في الأغذية الخام . و يستخدم التبريد الميكانيكي – على نطاق واسع – في المحافظة على جودة الكميات الكبيرة من الأغذية على درجات منخفضة ، تقترب من درجة حرارة التجميد ، و يجب أن يستغرق ذلك فترة زمنية لا تتعدى 3-1 ساعات. و هنا فإنه يتم تبريد الأغذية مبدئيا على درجة تقرب من درجة حرارة التبريد المرغوبة ، ثم تخزن بعدها داخل الثلاجات، و يتم وضعها بعد ذلك داخل أماكن أو حجرات معزولة، يمرر خلالها الهواء البارد.


Frozen
Meat
(-18 Deg)
Dairy
(0 Deg)
Ice Cream
(-25 Deg)
Bread
(4 Deg)
Fruits & Veg
(5 Deg)
Flowers
(10 Deg)
Chocolates
(5 - 10) Deg

الغرض من الحفظ بالتبريد

- وقف نشاط الكائنات الحية الدقيقة .
- تقليل نشاط بعض التفاعلات الكيماوية .
- وقف نشاط الإنزيمات .
- تقليل التعرض لفقد الرطوبة .

أماكن توزيع الأطعمة في الثلاجة:

- باب الثلاجة يحفظ فيه البيض في المكان المخصص له شرط أن يوضع طرف البيض الأصغر للأسفل. توضع في باب الثلاجة المشروبات والألبان ذات الاستخدام اليومي نظراً لبرودتها المنخفضة .
- الرفوف العليا التي قد يحفظ فيها الأكل المطبوخ شرط أن تكون بعيدة عن طرف الرف لتكون بعيدة عن الضوء وترتفع فيها نسبة البرودة وتحفظ لمدة أطول.
- يمكن حفظ بعض المخبوزات في رفوف الثلاجة شرط أن توضع في علب بلاستيكية محكمة الإغلاق ويضاف إليها قليل من قشر برتقال أو ليمون ليمتص الرطوبة ويحافظ على ليونتها ، يمكن حفظ الدجاج في الرف نفسه للحصول على دجاج مبرد بدلاً من المجمد.
- درج الثلاجة السفلي فيمكن أن تحفظ فيها الفاكهة والخضراوات.
- وبالنسبة للخضر الورقية يوضع بينها ورق ليمتص الرطوبة ويتم تغييره من فترة إلى أخرى
- الفريزر فتحفظ فيه اللحوم والأسماك والدجاج بعد تغليفها بأكياس بلاستيكية مفرغة من الهواء.
- يمكن حفظ الخضراوات بعد تقطيعها ووضعها لمدة خمس دقائق في ماء مغلي ثم ترفع بالمصفاة وتوضع في ماء بارد مع قطع ثلج لمدة خمس دقائق أخرى ثم ترفع وتترك حتى تجف من الماء ثم توضع في أكياس أو علب بلاستيكية وتفرغ من الهواء ثم توضع بالفريزر حيث تحفظ بهذه الطريقة لمدة أطول.
- يمكن أن تحفظ الخضراوات (البطاطس، الكوسة، الباذنجان) بعد قليها قليلاً (نصف استواء)، ثم تترك لتجف وتغلف بالطريقة السابقة نفسها وتحفظ بالفريزر .

الوسائل المستخدمة في عملية التبريد

- الثلج العادي ويستخدم في تبريد الخضروات واللحوم المعدة للاستهلاك السريع .
- مخاليط مبردة من الثلج وملح الطعام وتستخدم في حفظ الأسماك وتبريدها أثناء النقل من المصايد إلى الأسواق .
- استخدام الثلاجات التجارية أو المنزلية التي تدار بالكهرباء واستخدام الوسائل المبردة .

كيفية عمل السوائل المبردة

السوائل المبردة عبارة عن غازات في حالة سائلة محفوظة تحت ضغط مرتفع وعند إزالة الضغط يتحول السائل إلى غاز ويمتص ما يلزم له من حرارة لهذا التحول من حرارة المواد المحيطة به. مما يؤدي لخفض درجة حرارة المواد الغذائية وبذلك تتحول الغازات إلى سوائل بزيادة الضغط عليها.

أنواع السوائل المبردة

- **غاز النوشادر أو الأمونيا :**

أكثر انتشاراً في الثلاجات التجارية ولا يستخدم في الثلاجات المنزلية لرائحته النفاذة وتعرضه للاشتعال .

- **غاز الفريون :**

أكثر استخداماً في الثلاجات المنزلية عديم الرائحة وغير سام وغير قابل للالتهاب والانفجار .

- **غاز ثاني أكسيد الكبريت :**

سام وقابل للتفاعل مع المعادن رائحته نفاذه ويكشف عن تسربه من خلال رائحته .

- **ثاني أكسيد الكربون :**

يستخدم في الأغراض التي تحتاج إلى درجات منخفضة جداً من الحرارة مثل غرف تبريد البواخر لعدم قابليته للاشتعال.

التلف التبريدى

- عدم نضج الطماطم جيدا عند تدفئتها عقب حفظها على درجة 1,6 ° م لمدة ثلاثة أيام .
- تلون بعض أصناف البطاطس باللون البنى من الداخل عند تخزينها على درجة حرارة تقل عن 4,4° م وترتفع نسبة السكر فى البطاطس .
- فقد نسبة من الفيتامينات أثناء التبريد كما يحدث فى السبانخ حيث يفقد 5% من حامض الاسكوربيك خلال ثلاثة أيام عند تخزينها على درجة 1,1 ° م.

التخزين المبرد للسلع الغذائية

تتعرض السلع الغذائية لبعض المعاملات قبل ايداعها مخازن الحفظ بالتبريد وهي :

أ. التبريد المسبق او المبدئي او الاولي:

يقصد به خفض درجة حرارة السلعة الي درجة حرارة التخزين المطلوبة في اقصر فترة زمنية ممكنة حتي يتمكن من تخزينها بآمان في حجرات التخزين بالتبريد (الثلاجات) لان حجرات التخزين المبردة مصممة فقط لغرض المحافظة علي درجة الحرارة فقط وليست لها كفاءة او مقدرة تبريد بحيث تضمن سحب الحرارة من السلعة المطلوبة. يعبر عن الحرارة المسحوبة من السلع اثناء التبريد المسبق بالحرارة الملموسة او الحمل التبريدي ويعبر عنها بالطن تبريد.

فوائد التبريد المسبق

1. المحافظة علي الجودة وعدم فتح المجال للتغيرات الحيوية في ان تؤثر علي الصفات العامة بعد القطف.

2. تهيئة المنتجات وذلك بخفض درجة حرارتها الي درجة التخزين المطلوبة وبالتالي المحافظة علي السلع المخزنة مسبقا بالمخازن من التعرض للتذبذب في درجة حرارتها لو تم ادخال هذه المنتجات دون تعريضها للتبريد الاولي، وبالتالي عدم المساس بكفاءة اداء اجهزة التبريد بالمخازن.ويجب عدم تبريد السلع الي ما دون درجة الحرارة الحرجة لها.

ب المعاملات التكميلية.

تتعرض بعض الفواكه والخضراوات لبعض المعاملات قبل تخزينها بالتبريد وذلك لتحقيق احد الاهداف التالية :

1. المساعدة في اطالة العمر الخزني للسلعة.
2. المحافظة علي الجودة.
3. تقليل خطر التلف الميكروبي او الفسيولوجي.

ومن هذه المعاملات:

- ✓ المعاملة بالكيماويات (المبيدات الفطرية).
- ✓ التغليف

الظروف المثلي لتخزين السلع الغذائية بالتبريد

1. مجموعة الأغذية التي تخزن علي درجة حرارة مابين 0° م و4 °م تشمل اغلب المنتجات الحيوانية والخضروات والفواكه ويطلق عليها مصطلح الأغذية غير الحساسة للبرودة.

2. مجموعة الأغذية التي تخزن عند > 4 ° الي 8 °م يطلق عليها مسمي الأغذية الحساسة للبرودة وهي لها عمر تخزين اقل من المجموعة الاولي.

3. مجموعة الأغذية التي تخزن عند درجة حرارة اعلي من 8 ° م تسمي الأغذية او السلع الغذائية الحساسة جدا للبرودة وتشمل ايضا بعض الانواع من الجبن الصلب والمعامل حراريا.

العوامل الأساسية لتخزين السلع الغذائية بالتبريد

وهي عبارة عن العناصر المناخية القابلة للتحكم والسيطرة اثناء الخزن هي: درجة الحرارة ، الرطوبة النسبية، التركيب الغازي لهواء المخزن، التهوية .

درجة حرارة الآمان. هي درجة الحرارة التي لو ارتفعت درجة حرارة الثلاجة عنها تتحول الاحياء الدقيقة من الحالة الكامنة الي الحالة النشطة. وتختلف هذه الدرجة بأختلاف نوع البكتريا وكذا بأختلاف المادة الغذائية. وتعتبر درجة حرارة الآمان بالنسبة لكل مادة غذائية هي اوفق درجات التخزين بالنسبة لها.

درجة الحرارة الحرجة. يقصد بها اقل درجة حرارة يمكن تخزين السلع الغذائية عندها دون حدوث ضرر لها. ولو انخفضت درجة الحرارة عنها ستحدث للسلع تدهور في جودتها هذا التدهور ليس بسبب نشاط ميكروبي وانما نتيجة تغيرات فسيولوجيا بسبب عوامل مثل زيادة ثاني اكسيد الكربون او غاز الايثلين.

الرطوبة النسبية

- لها علاقة مباشرة بمدي بقاء السلع الغذائية مخزنة دون تلف. اذا انخفضت الرطوبة النسبية داخل حجرات التخزين عن اللازم فأنها تسبب ذبول الخضروات والفواكه نتيجة لتبخر الرطوبة منها وتراكمها علي شكل جليد علي المواسير الموجودة في الثلاجة. اما اذا زادت الرطوبة النسبية عن الحد المطلوب فأنها تشجع نمو وتكاثر الفطريات وبالتالي تلف السلع المخزنة. تذبدب درجة الحرارة داخل الثلاجة وعدم السيطرة عليها يؤدي الي عدم السيطرة علي الرطوبة النسبية .

الرطوبة النسبية = وزن بخار الماء الموجود في حجم معين من الهواء عند درجة حرارة معينة / وزن بخار الماء الذي يشبع نفس الحجم عند نفس درجة الحرارة x 100

- وتختلف الرطوبة النسبية الملائمة لتخزين ثمار الفاكهة والخضار حسب النوع والصنف.

التركيب الغازي لهواء المخزن

يؤدي تغيير تركيب هواء حجرة التخزين المبرد بزيادة غاز ثاني اكسيد الكربون الي اكثر من 12% وخفض محتوي غاز الاكسجين الي اقل من 3% الي احداث مجموعة من التغيرات فى الثمرة ويمكن تلخيصها فيما يلي:

1. تأثير زيادة غاز Co2 في هواء المخزن

التاثير الايجابي يشمل ابطاءعملية التنفس، خفض حرارة التنفس الناتجة، تأخير حدوث النضج، خفض الفقد الناتج عن النتح، تأخير حدوث الامراض، اعاقة تأثير غاز الايثلين.

اما التأثير السلبي فيشمل: زيادة حساسية انسجة الخلايا للبرودة، امكانية حدوث حرق علي قشرة الثمرة، ظهور اضرار زيادة Co2علي شكل تبقع بني وظهورتجاويف وفراغات هوائية في لب الثمار.

2. تأثير انخفاض تركيز غاز الاكسجين في هواء المخزن.

التأثير الايجابي يشمل: ابطاء شدة التنفس، ابطاء في تفكك المواد البكتينية والسكريات والاحماض العضوية، خفض تكوين غاز الايثلين ومجموعة المركبات الطيارة الاخري واعاقة تأثير الايثلين كهرمون مشجع للنضج.

التأثير السلبي يشمل: تغير في طعم الثمار نتيجة بداية حدوث ظواهر التخمر، تشجيع ظهور مرض اسمرار القشرة (الحرق)، ارتفاع الحساسية لدرجات الحرارة المنخفضة واضرار التركيزات المرتفعة في Co2.

التهوية

تطلق ثمار الفاكهة والخضر اثناء تخزينها كميات كبيرة من الحرارة والرطوبة اضافة الي نواتج اخري تضر بمسار التخزين العام. بالتالي يتطلب العمل علي اجراء تهوية كاملة ضمن المخزون بتجديد هواء الحجرة للتخلص من الحرارة والرطوبة والروائح والغازات غير المرغوبة. وبالتالي أن عملية التهوية تهدف الي تحقيق الاتي:

أ, طرد الحرارة الناتجة من تنفس الثمار.

ب. توزيع الهواء البارد في المخزن.

ج. تجنب تراكم الحرارة في اجزاء معينة من المخزن.

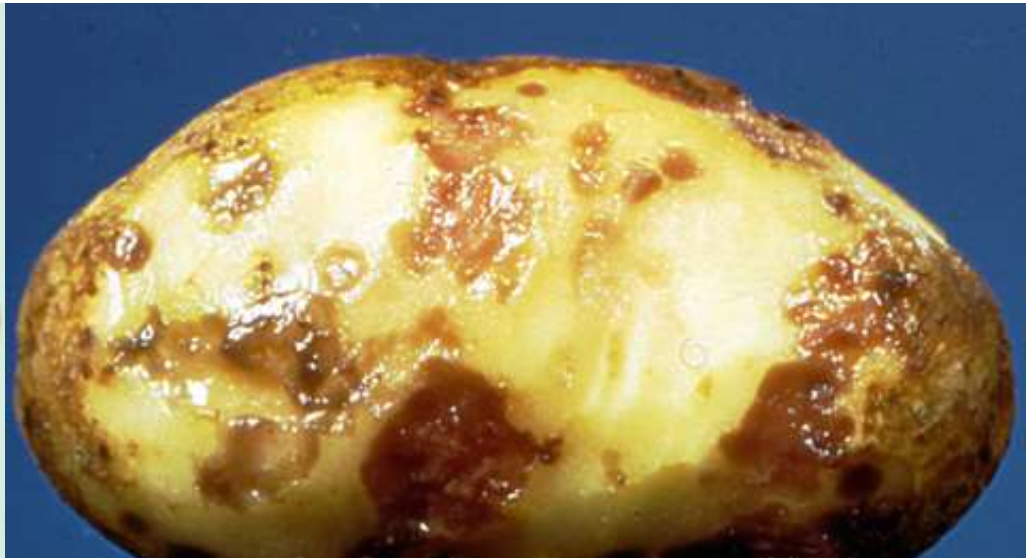
د. منع تجمع نواتج التنفس غير المرغوبه حول الثمار.

هـ. تجنب وجود تركيز مرتفع من غاز الايثلين.

و. طرد الروائح المتراكمة بالمخزن كما هو الحال في مخازن اللحوم والأسماك.

فساد الاغذية المبردة

- التعفن البكتيرى اللين : Bacterial Soft Rot
- المسبب: بكتريا *Erwinia carotovora*
- تسببه بكتريا *Erwinia carotovora* التى تحلل البكتين مما يؤدى الى حدوث نعومه وطراوة فى الأنسجة وفى بعض الأحيان رائحة كريهه وهرياً ومظهراً مائياً وبقع لينة مصفرة اللون على السيقان وجذورودرنات الخضروات. وللوقاية من هذا الفساد يتحاشى تلوث الثمار وتجريحها أثناء التداول وتبريد المواد الغذائية بسرعة الى أقل درجة حرارة.



Gray Mold Rot : التعفن الفطرى الرمادى

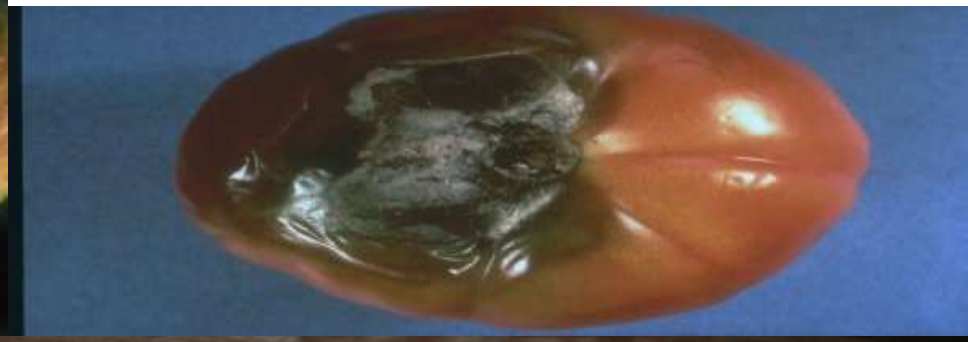
- المسبب: فطر ***Botrytis cinerea***

من مظاهر هذا الفساد تعفن الانسجة مع أحتفاظها بصلابتها وظهور لون بنى أو رمادى وللوقاية منه يراعى تحاشى تجريح الانسجة وخفض الرطوبة النسبية وخفض الحرارة الى أقل درجة ممكنة نظرا لان هذا الفساد يحدث على درجة32 ْف .

Watery Soft Rot : التعفن اللين المائى

- *Sclerotinia sclerotiorum, Sclerotinia minor* and *Sclerotinia trifoliorum*

فى هذا الفساد تظهر على الأنسجة بقع بنية اللون أو وردية لينة القوام وعصيرية وتنمو عليها فطريات تكسبها مظهر قطنيا. وللوقاية منه تزال الاجزاء التالفة والملونة وتخزن المادة الغذائية على درجة حرارة قريبة من 32 ْف أوأقل



Moldiness

وهو نوع من الفساد يحدث للزبد أثناء تخزينة تحت التبريد حيث تتكون بقع فطرية داكنة اللون فى داخل الزبد وعلى السطح وظهور نكهة التزنخ أو التعفن بسبب نشاط البكتريا.

كذلك تتعرض الجبن أثناء التبريد للجفاف ونمو الفطريات

تأثير التبريد على درجات الجودة

- يساعد التبريد على أطالة فترة بقاء المواد الغذائية فى حالة صالحة لكنه تكون اقل جودة من الأغذية الطازجة.
- يراعى فى التخزين تحاشى أمتصاص الاغذية لروائح غريبة لذلك لا يخزن التفاح مع الكرفس أو الكرنب أو البصل
- وبصفة عامة لا تخزن المواد الغذائية مع الكرفس ، كذلك لا يخزن اللبن مع التفاح والموالح لأن يمتص منها الرائحة ، ويمتص البيض رائحة الاسماك عند تخزينة معها.

التجميـــــد Freezing

- بدأ حفظ الأغذية بالتجميد منذ زمن بعيد حيث استخدمه سكان المناطق الشمالية الباردة مثل بلاد الإسكيمو في حفظ الأسماك و اللحوم الحمراء خلال فصل الشتاء عن طريق تجميدها بالهواء الجوي البارد، و في منتصف القرن الثامن عشر بدأ تطبيق التجميد الصناعي في تجميد الأسماك عن طريق مخاليط الثلج والملح وفي أواخر هذا القرن تم تجميد الأسماك واللحوم والدواجن عن طريق استغلال التجميد الميكانيكي بغاز الأمونيا. وفي بداية القرن التاسع عشر جُمدت الفواكه والخضروات على نطاق تجاري كبير و لكن يمكن تعريفه (Quick freezing)، و قد أدى ظهور التجميد السريع إلى التطور الواضح والسريع في صناعة تجميد الأغذية .

تعريف التجميد

- هوخفض درجة الحرارة إلى أدنى درجة لتجمدها تصل من – 10 مْ إلى – 45 مْ .
- حيث ان الماء الحر فى الخلايا لا يتجمد على الصفر المئوى وأنما يحتاج ألى درجة حرارة أقل من ذلك لأن المواد الصلبة الذائبة فية مثل الأملاح والسكريات والأحماض العضوية تؤدى إلى خفض نقطة التجمد وعلى سبيل المثال فإن 64%من الماء الحر فى البسلة يتجمد على–5° م بينما 86 % منه يتجمد عند –15° م و92% عند -30 ْم. وكلما كان التجميد سريعا كلما أمكن الحصول على منتجات مجمدة ذات جودة أفضل من التجميد البطيء.

التأثير الحافظ للتجميد:

- تحتوي الأغذية على كميات كبيرة من الماء، فاللحوم مثلاً تحتوي على ثلاثة أرباع وزنها ماء وتحتاج البكتيريا والأحياء الدقيقة إلى الماء في مارسة نشاطها خلال العمليات الفسيولوجية مثل الهدم والبناء. وخلال تجميد الأغذية تأخذ درجة الحرارة في الانخفاض حتى تصل إلى أقل من صفر لأن درجة تجمد الغذاء تكون أقل من نقطة تجمد الماء النقي نتيجة وجود المواد الصلبة الذائبة في الماء الموجود بالغذاء والذي يخفض من نقطة التجمد أثناء تجميد الأغذية. تتحول جزئيات الماء الموجودة بصورة عشوائية إلى بلورات ثلجية تتوزع بشكل مرتب وفي صورة منتظمة بداخلها وفي نهاية فترة التجميد تتوقف حرية حركة جزئيات الماء تماماً. اما عند تجميدها تجميداً بطيئا فإن جزئيات الماء يكون لديها الوقت لكي تتراكم تدريجياً، وببطء مع بعضها البعض مما ينتج عنه تكوين بلورات ثلجية كبيرة الحجم .بينما التجميد السريع لا يعطي الفرصة لهجرة جزئيات الماء وتجمعها مع بعضها البعض مما يؤدي إلى تجمدها في أماكنها؛ وتنتج عن ذلك بللورات ثلجية صغيرة الحجم وموزعة بانتظام؛ لذا فغالبا ما يفضل التجميد السريع عن التجميد البطيء. لهذا فإن التأثير الحافظ لتجميد الأغذية يرجع بصفة رئيسية إلى تحول جزئيات الماء إلى بلورات ثلجية غير متاحة لاستفادة البكتيريا والأحياء الأخرى منها، كذلك فإن التجميد يعمل على انخفاض معدل التفاعلات الكيميائية بالأغذية.

منتدى مدينة تمير
WWW.TUMAER.COM/VB

إعداد الاغذية للتجميد
Preparation of food for freezing

الانتخاب
selection

الفرز
sorting

الغسيل
washing

السلق
blanching

التعبئة
packaging

طرق التجميد :

أ - طريقة التجميد البطىء Slow Freezing: ويقصد بها تجميد الأغذية بالهواء الذى يتحرك حركة طبيعية أو باستخدام المراوح الكهربائية وذلك على درجة حرارة تتراوح بين 5 - 20 ْف (-15 - 29 ْم) ويتم التجميد بهذه الطريقة بين 3 - 72 ساعة .

ب- طريقة التجميد السريع Fast freezing:

وفيه يتم تجميد المادة الغذائية فى نصف ساعة أو أقل وتكون درجة الحرارة المستخدمة من (-30 إلى -40 درجة مئوية ويتم التجميد السريع بثلاثة طرق :

1- الغمر المباشر للاغذية أو العبوات فى السائل المبرد.

2-الاتصال غير المباشر بين الاغذية والعبوات المحتوية عليها وبين السائل المبرد.

3- طريقة التيار الهوائى المبرد (-17 إلى - 34 ْم) .

ت- التجميد الخاطف Flash freezing:

وفى هذه الطريقة تتم عملية التجميد بسرعة جداً حيث لا يتعدى وقت التجميد من 1-5 دقائق حيث يتم استخدام درجة حرارة منخفضة (-20 إلى -30 درجة مئوية) مع استخدام ضغط عالى (300 – 500 ميجا بسكال) مما يؤدى إلى تكوين بلورات ثلج صغيرة فى وقت قصير مما يقلل بطريقة ملحوظة من السائل المنفصل ويحسن من خواص الجودة للمنتج النهائى.

التجميد السريع	التجميد البطيء
بلورات الثلج بين الخلايا ذات حجم صغير.	بلورات الثلج خارج الخلايا ذات حجم كبير.
تتوقف كافة العمليات الحيوية داخل المادة الغذائية او خلايا الأحياء الدقيقة .	تثبيط العمليات الحيوية والتمثيل الغذائي لخلايا الأحياء الدقيقة.
زمن التعرض للعوامل الضارة قصيرة.	زمن التعرض طويل.
يسبب صدمة حرارية للأحياء الدقيقة.	لا تسبب صدمة حرارية للأحياء الدقيقة .
لا تتمكن الأحياء الدقيقة من التكيف مع درجات الحرارة المنخفضه.	تتمكن بعض انواع الأحياء الدقيقة من التكيف مع درجات الحرارة المنخفضة.
لا تتمكن المكونات الذائبه ذات التأثير الحامي للأحياء الدقيقة من التجمع.	تتجمع المواد الذائبة ذات التأثيرات الحامية المفيدة.
- تتحد خلايا الأحياء الدقيقه في صورة بلورات اختلال عمليات التمثيل داخل خلايا الأحياء الدقيقة.	

مميزات التجميد السريع

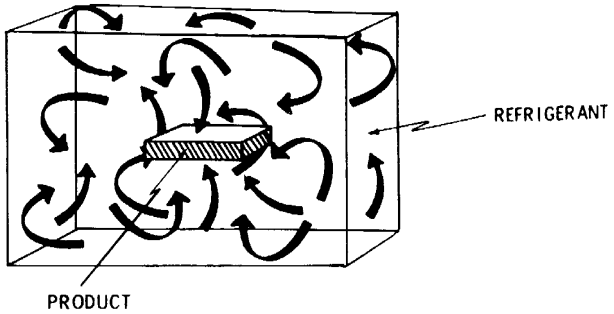
- المواد المجمدة تجميد سريع أقرب شبهاً لنفس المواد وهي طازجة .
- صغر حجم بلورات الثلج المتكونة مما يؤدي إلى عدم تمزق الأنسجة بينما التجميد البطيء تتكون بلورات ثلجية كبيرة تمزق الأنسجة وتتلف القوام .
- قصر المدة في التجميد السريع يقلل من تأثير فعل البكتيريا والأنزيمات .
- نقص السوائل المنفصلة في التجميد السريع عن البطيء.

انواع المجمدات

يمكن تقسيم المجمدات إلى المجاميع التالية طبقاً للوسط المستعمل لنقل الحرارة:

اولا: مجمدات التماس أو التلامس المباشر:

يتم في هذا النوع من المجمدات خفض حرارة المواد الغذائية الي درجة تجمدها عن طريق التلامس المباشر بين وسط التبريد والمادة الغذائية. تتراوح درجة الحرارة في هذه المجمدات ما بين - 18 م^0 و - 40 م^0 . يستخدم هذا النوع في تجميد الاغذية غير السائلة المغلفة وغير المغلفة وتوجد عدة انواع من هذه المجمدات



6.7 figure Schematic diagram of direct-contact freezing system.

مجمدات التماس أو التلامس المباشر

- **أ. التجميد بأستخدام الهواء الساكن (المجمد الحاد Sharp freezer):**
- يتم تجميد الأغذية بواسطة الهواء البارد الساكن أو بتدوير الهواء داخل المجمد ببطء. ويعاب علي هذه الطريقة ان معدل التجميد بطيء جدا. ودرجة حرارة التشغيل لا تتتجاوز - 15 م^0 . نتيجة لبطء معدل التجميد قد تحدث بعض التغيرات غير المرغوبة في القوام واحيانا قد يحدث بعض الفساد للمنتج قبل الوصول لحالة التجمد. هذا النوع اصبح في الوقت الحالي غير معروف نظراً لتطور تقنيات التجميد.

التجميد باستخدام الهواء المتحرك (تيارات الهواء الشديدة او الصاعقة) (Air blast freezer):

- **مميزاته وعيوبه:**

1. اقتصادي مقارنة بالمجمد الحاد.
2. ملائم لتجميد العديد من السلع الغذائية باختلاف اشكالها واحجامها.
3. يمكن ان يتسبب في جفاف الاغذية غير المغلفة في حالة عدم السيطرة علي ظروف التجميد مما يتسبب في احتمالية تكثف الرطوبة المفقودة من السلعة علي انابيب المبخرات للمجمد مما يتطلب ضرورة اجراء عملية تسييح للثلج لتفادي الهبوط في كفاءة التجميد.
4. عملية التسييح تعتبر مكلفة ومستهلكة للوقت.
5. حدوث انبعاج او بروز غير مرغوب في العبوات نتيجة تمددها بفعل التجميد بسبب عدم اخذ الاحتياط عند تصميم العبوات لاستيعاب هذا التمدد.

- **مجمدات الطبقة المائعة او السائلة (Fluidized bed freezer).**

- يتم التجميد بفرش المادة الغذائية علي هيئة مرتبة بسمك يتراوح مابين 1 الي 10 سم علي سير مثقوب او صواني علي هيئة غرابيل ويتم دفع الهواء البارد من تحت الي اعلي خلال الثقوب وبسرعة تكون كافية لرفع او تعليق جزيئات او حبيبات المادة الغذائية في تيار الهواء البارد بطريقة تشبه حركة غليان السوائل. ودرجة حرارة الهواء تكون في حدود - 34 °م . هذا المجمد يستخدم في تجميد انواع معينة من الاغذية فقط والتي يتراوح حجمها من حبة الذرة الي الفراولة. يتراوح زمن التجميد بهذا النوع ما بين 3 الي 30 دقيقة حسب نوع وحجم جزيئات السلعة.

- **<u>المميزات والعيوب:</u>**

اكثر كفاءة في التوصيل الحراري وبالتالي اسرع في معدل التجميد.

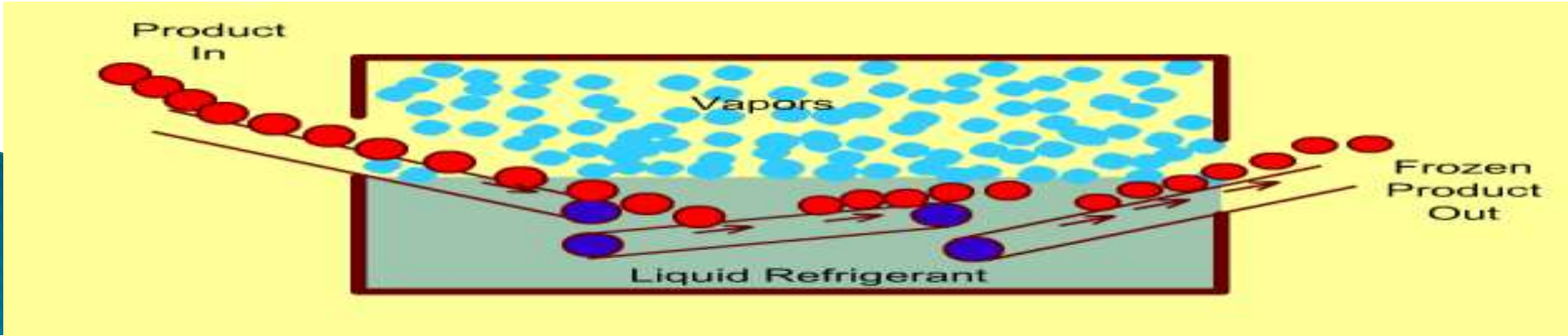
اقل عرضة للجفاف مقارنة بمجمد الانفاق وبالتالي التقليل من عدد مرات اذابة الثلج من علي انابيب المبخرات.

لا يلائم كل المادة الغذائية وإنما يقتصر استعماله علي السلع المتجانسة في الشكل والحجم وذات حجم معين يسمح بتعليقها في تيار الهواء البارد.

- **د. التجميد بالغمر (Immersion freezer):**

- تجمد المواد الغذائية في هذا النوع من المجمدات اما بغمرها (مغلفة او غير مغلفة) في سائل التبريد او برش سائل التبريد عليها، وهي تستخدم علي نطاق تجاري في تجميد معلبات او عبوات مركزات العصائر والدواجن والاسماك مثل التونة والسردين والجمبري علي مراكب الصيد.

- تكون سرعة التبادل الحراري في هذا النوع من المجمدات ذات كفاءة عالية نظراً لإحاطة سائل التبريد لسطح المادة الغذائية من كل الجوانب.



- **هـ. مجمدات التبخير السائل او الصلب (Cryogenic freezing):**

- مجمدات فائقة السرعة يتم فيها تجميد المادة الغذائية بتعريضها الي سوائل تبريد تتحول الي صورة غازية بمجرد تعرضها للضغط الجوي العادي ونظراً لإنخفاض درجة غليانها. وهذا ما يميزها عن طريقة التجميد بالغمر في المحاليل التي سبق شرحها. يستخدم في هذه المجمدات النيتروجين المسال او اكسيد النيتروز او الفريون او ثاني اكسيد الكربون.

ثانيا: مجمدات التماس او التلامس غير المباشر.

- يتم خفض درجة حرارة المادة الغذائية وتجميدها من خلال الواح أو صفائح معدنية مشكلة علي هيئة ارفف افقية او عمودية ومجوفة بحيث يمر في هذا التجويف انابيب تحتوي علي سائل التبريد. وبالتالي يطلق علي هذه المجمدات اسم مجمدات الالواح او الارفف او الصواني المعدنية (Plate freezer). وسائط التبريد المستعملة اما محاليل ملحية او سوائل تبريد مثل الفريون او الامونيا. الارفف في هذه المجمدات تكون قابلة للحركة بحيث يمكن احكامها علي السلعة المراد تجميدها وبالتالي فإن هذا المجمد يلائم او يناسب المنتجات المسطحة او العبوات ذات الاشكال الهندسية المنتظمة.

- يوجد نوعين من هذه المجمدات الأول يسمي مجمد الارفف الافقي والثاني يسمي مجمد الارفف العمودي وهو يستخدم في تجميد المواد الغذائية غير المغلفة مثل عصائر الفواكه او الاسماك السطحية مثل السردين حيث تجمد في صورة قوالب. عند الانتهاء من التجميد تسخن الارفف لتسهيل ازالة القوالب المجمدة من الارفف وتكون مدة التسخين لا تقل عن 1,5 دقيقة.

المميزات.

1. اقتصادي وذوكفاءة في التوصيل الحراري.

2. يقلل من الفقد نتيجة الجفاف.

3. يقلل من المشاكل الناجمة من عملية صهر او التسييح للثلج المتراكم من جراء فقد الرطوبة اثناء التجميد.

4. يقلل من فرص انبعاج او بروز العبوات.

العيوب.

1. ضرورة ان تكون العبوات ذات اشكال هندسية منتظمة ومتجانسة في السمك.

2. معدل التجميد بطيء نوعا ما عند مقارنته ببعض المجمدات الاخري.

- تعبئة المواد المجمدة : في علب صفيح – ورق مقوى – نايلون – سلوفان .
- شروط العبـــوات :
- أن لا تكسب المواد الغذائية طعم خاص .
- أن لا تكون منفذة للرطوبة .
- يجب إحكام غلقها فلا يتسرب الهواء إلى داخلها .
- تكون رخيصة الثمن والصنع .

شروط استعمال المواد المجمدة

- استعمال الأغذية المجمدة بعد خروجها من غرف التبريد مباشرة لأنها تتعرض للتلف بعد انصهارها وفقدها للعناصر الغذائية .
- تصهر الفاكهة المجمدة ببطء وتؤكل وهي مازال بها بعض البلورات الثلجية لكي تكون متماسكة القوام .
- يجب أن يكون الصهر التدريجي ولا ينبغي إعادة التجميد مرة أخرى بعد الانصهار .

التلف او الحرق التجميدى Freezer burn

- تتعرض المواد الغذئية للتلف التجميدى أثناء التجميد بتيار الهواء ولذلك ينصح بتغليف الأطعمة فبل تجميدها لمنع تسرب رطوبتها بالتسامى وهذة التلف التجميدى يؤثر فى لون وقوام ونكهة الأطعمة علاوة على قيمتها الغذائية .

تأثير التجميد على الأحياء الدقيقة

- معظم الاحياء الدقيقة لا تنموعلى درجة حرارة 32 ْف الأ أن هناك بعض الخمائر تنمو على درجة حرارة منخفضة تصل إلى 15 ْف فى الاغذية المجمدة.
- التجميد البطىء يتلف البكتريا خصوصا الخلايا الخضرية فيقل عددها ولا تتأثر الجراثيم .
- يساعد الغسيل والسلق فى تقليل عدد الاحياء الدقيقة إلى حد كبير ويزداد هذا العدد ثانية أثناء عملية التصنيع . ومن الممكن مشاهدة بعض الاحياء الدقيقة الحية فى أغذية مجمدة محفوظة على درجة الصفر الفهرنهيتى بعد 6 أشهر .

تأثير التجميد على القيمة الغذائية للأطعمة

- **البروتينات** تتغير طبيعة بعض البروتينات بتأثير التجميد خصوصا فى حالة تكرار التجميد والصهر وقد يحدث بعض التحلل فى بروتينات الأغذية أثناء تجميدها إذا لم يتوقف نشاط الانزيمات
- **الدهون :** تتعرض المواد الغذائية الدسمة لحدوث التزنخ أثناء تخزينها على حالة مجمدة ويحدث التزنخ فى الاسماك بدرجة أسرع منها فى اللحم الحيوانى أما فى المادة النباتية فنادر الحدوث
- **الفيتامينات :** لا تفقد الفيتامينات فى عملية التجميد وكلما أنخفضت درجة حرارة المادة الغذائية كلما أدى ذلك الى المحافظة عليها
- **الاعداد والتجهيز:** تؤثرالعمليات المستخدمة فى الاعداد والتجهيزعلى القيمة الغذائية للغذاء، فالسلق والغسيل والتقطيع والطحن تسبب فقدا فى الفيتامينات وتعريض الاطعمة للجو يهيىء الفرصة لحدوث الأكسدة لبعض الفيتامينات مثل فيتامين C.

فساد المواد المبردة والمجمدة :

- تغير القوام وليونة الأنسجة بسبب ارتفاع درجات الحرارة داخل الثلاجات كما في البطاطس ولذلك يجب العمل على جعل حرارة التخزين ثابتة .
- تغير اللون لعدم إحكام الغلق فتتعرض للأكسدة والهواء والأنزيمات .
- الإصابة بالفطريات والبكتيريا بسبب عدم العناية بعملية الفرز قبل التخزين وارتفاع الرطوبة النسبية داخل الثلاجات وعدم التهوية .
- تزنخ الدهون وتغير الطعم نتيجة ارتفاع حرارة التخزين لذا يجب العمل على ثبات درجة حرارة التخزين .

الحمد لله

THANK YOU!
©WWW.GRATITUDEHABITAT.COM