ABDMTh

الحفـــظ بالحرارة المنخفضة

اولا ـ المقدمة : تتعرض الاغذية الطازجة كالفواكه والخضراوات عنـد القطف وبعده وكذلك المنتجات الحيوانية كاللحوم والحليب الـــى عوامل فيزيائية وكيميائية وحيوية تؤدي كلها للنيل من نوعية الغذاء وجودته • والاضرار التي يمكن مشاهدتها على الاغذية الطازجـــة كثيرة ويمكن ذكر اهمها :

١ ـ الذبول او الجفاف السطحي الذي يحدث نتيجة فقدان الرطوبة ، ويزداد الامر سوءا عند ارتفاع درجة الحرارة وجفاف وسـط الخزن • ويسبب الذبول فقدانا في الوزن مما تنجم عنه خسارة اقتصادية بجانب التغيرات الحاصلة في الصلابة والقوام •

٢ ـ التفسخ نتيجة فعاليات الاحياء المجهرية كالبكتريا والفطـريات والتي يكاد لايخلو منها غذاء طبيعي • تنمو الاحياء المجهرية عند توفر الظروف الملائمة كما يحدث عند الخزن في حرارة الغرف الاعتيادية ، ولكن الخزن في حرارة منخفضة يعمل على عرقلة نشاط معظم هذه الاحياء ولو ان البعض منها يستمر في النمو ولو بصورة بطيئة جدا حتى في حالة الخزن عند الصفـــر المئوي •

٣ ـ التغيرات الحيوية الناتجة عن الاعمال التنفسية التي تحفزها انزيمات مختلفة • تقوم الانزيمات باعمال مهمة ومرغوبة في الفواكه والخضراوات اثناء النمو في الحقل وعند القطف وبعده لاعطاء ظاهرة النضج التام للثمار وتكوين الطعم والنكهـــة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الطبيعيين ، الا ان استمرار الاعمال الانزيمية بعد مرحلة النضج يغير من قوام الثمار وطعمها ونكهتها • ويمكن تغيير نشاط الانزيمات بخفض درجة الحرارة ، وقد دلت الدراسات الكاينتيكية على ان سرعة نشاط الانزيمات ينخفض الى النصف عند خفض الحرارة ١٠°م ، ولكن نشاطها لايقف تماما حتى في درجات حرارة منخفضة جدا • تجري الاعمال التنفسية في الثمار بصورة مستمرة اذ انها تتكون من انسجة حية وعند خزنها بوجود الاوكسجين يتحلل السكر الى ثاني اوكسيد الكربون وبخار الماء مما يسبب تغيرا في طعم ونكهة الثمار بجانب فقدانها الوزن •

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \xrightarrow[\text{الاكسدة}]{\text{انزيمات}} 6CO_2 + 6H_2O$$

ويمكن خفض سرعة التنفس باتباع طرق عديدة منها :

١ ـ خفض درجة الحرارة ، وقد وجد ان افضل حرارة مناسبة لخزن معظم الخضراوات والفواكه الطازجة هي تلك القريبة من درجة انجمادها ولكن فوقها بقليل •

٢ ـ تعديل الهواء المحيط بالثمار بزيادة ثاني اوكسيد الكربون وخفض نسبة الاوكسجين •

٣ ـ ازالة بعض الغازات المتكونة طبيعيا في الثمار والتي لها علاقة مباشرة بزيادة سرعة التنفس وعملية النضج •

ثانيا ـ تاريخ نشوء الخزن بالحرارة المنخفضة :

استعمل الصينيون الثلج الطبيعي لتبريد مشروباتهم كما استعمل الموسرون زمن الفراعنة طريقة فيزيائية للتبريد وذلك

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خامسا ـ الحفظ بالتبريد :

تبريد الخضراوات والفواكه :

ان جني المحصول له موعد معين يتحدد تبعا للموقع الجغرافي وتتابع فصول السنة ، بينما تكون الحاجة الى الغذاء دائمة ومستمرة . يتعرض الغذاء بعد الجني لمختلف عوامل التلف ، ولذا يتحتم على الانسان فهم هذه العوامل وتلافيها جهد الامكان اذا اراد ان يحتفظ بالمحاصيل المختلفة بعد جنيها لتوفير الغذاء له بشكل دائم ، وتشير تقارير الامم المتحدة الى ان الكميات المفقودة من الغذاء تقدر بحوالي ٢٥ـ٣٠٪ من المحاصيل الزراعية كل سنة نتيجة ظروف الخزن الرديئة . ويمكن حفظ بعض المحاصيل الزراعية بطرق بسيطة وسهلة كحفظ الحبوب مثل القمح والعدس والفاصوليا الجافة والرز ، بينما يتطلب البعض منها طرقا اكثر تقدما كالخضراوات والفواكه التي يصعب حفظها دون ان تعرض لمعاملات تكنولوجية اخرى كالتجفيف والتبريد والتجميد والتعليب . ولكن للمحاصيل الزراعية سواء الطازجة منها او المصنعة فترات خزن معينة بعد الجني او التصنيع ، وتعتمد فترة الخزن على نوعية المواد المخزونة وظروف خزنها . والحفظ بالتبريد الذى يعني الخزن بدرجات حرارة اوطأ من الحرارة السائدة واعلى من درجة انجماد المادة الغذائية ، يساعد على حفظ الصفات الطبيعية المرغوبة للفواكه والخضراوات واللحوم ولفترات زمنية اطول تعتمد على نوعياتها وصفاتها عند الخزن .

وتعتمد حالة الفواكه والخضراوات عند قطفها على الظروف المناخية السائدة وطرق الزراعة وهي عوامل معقدة ولها تاثيرات مختلفة على المحاصيل الزراعية بشكل عام . والمعاملات التى تتعرض لها هذه المحاصيل بعد القطف مهمة جدا اذ ان العديد منها يبقى محتفظا بخواصه الفسيولوجية وتسري فيه الاعمال الحيوية بعد فصله عن النبات ، وان

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مقاومة انسجة الخضراوات والفواكه لهجوم الاحياء المجهرية والتغيرات التي تحصل فيها تعتمد على درجات حرارة الوسط ونوع الغازات المتوفرة فيه . وان عملية نضج الثمار والفترة التي تستغرقها حساسة جدا حيث تتغير الوانها ومكوناتها كالمواد السكرية والنشوية ومحتواها من الحوامض والمواد الدباغية والبكتينية . وبعض الثمار تنضج بصورة تدريجية وعلى وتيرة واحدة دون ان تتغير فيها الاعمال التنفسية بشكل محسوس ، الا ان البعض منها يتصف بزيادة سرعة التنفس عند الاقتراب من قمة النضج حيث تزداد زيادة كبيرة انذاك وبعدها تبدأ عملية التنفس بالانخفاض وتسمى هذه الثمار بـ Climacteric Fruits . ويجب ان تقطف مثل هذه الثمار قبل الوصول الى قمة نضجها وتخزن تحت ظروف مثلى من الحرارة مع تعديل كمية الاوكسجين وذلك للتحكم في اطالة الفترة الزمنية بحيث تتفق مع موعد تسويقها .

وتتعرض بعض المنتجات الزراعية الى الذبول والتعفن بسرعة الا ان للبعض منها فترة خزن جيدة ، فمثلا تتمتع الجذور اللحمية للشوندر واللفت وكذلك درنات البطاطا والابصال بصفات فسيولوجية تمكنها من المحافظة على انسجتها حيث تسري فيها الاعمال الحيوية بصورة بطيئة وتبقى كذلك حتى تتوفر لها ظروف ملائمة للنمو والتبرعم ولذلك فان خزنها لايشكل مشكلة كبيرة ولكن عند اطالة فترة خزنها تبدأ الاعفان بالنمو ويظهر التلف على المواد المخزونة . وقد استعملت طرق ومواد كيميائية عديدة لمعاملة الثمار بعد القطف لمنع التعفن وتاخير العمليات الحيوية ومن هذه الطرق رش الثمار بمحاليل معطهرة للقضاء على الاحياء المجهرية وخصوصا الفطريات ، وقد تطلى بمواد شمعية كما في حالة الحمضيات وبعض انواع التفاح . وقد تبخر غرف الخزن بغازات خاصة لهذا الغرض .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ونتيجة للاعمال التنفسية المستمرة في خلايا الثمار تتكون كمية من الحرارة يعتمد مقدارها على سرعة التنفس التي تتحدد بظروف الخزن اذ كلما ارتفعت درجة الحرارة وتوفر الاوكسجين زادت سرعة التنفس وبالتالي ارتفعت الحرارة الناتجة عنه ولهذا تعتبر حرارة الخزن العامل الرئيس المحدد لاطالة الفترة الخزنية ، كما انه لابد من التحكم في درجة الحرارة بشكل دقيق ومنع تفاوتها مع الزمن • وقد استعملت حرارة منخفضة تتراوح ما بين الصفر و٥م° للاعمال الخزنية بالتبريد لسببين رئيسيين اولهما خفض سرعة الاعمال الحيوية في الخلايا الحية (التمثيل Metabolism وثانيهما ان كثيراً من الاحياء المجهرية التي تسبب تلف الانسجة النباتية تصبح بطيئة النمو جدا في مثل هذه الدرجات •

ومهما يكن فأن الاغذية غير المبردة تكون عرضة للتلف السريع وتصبح عديمة القيمة الغذائية ، اما اذا خزنت تحت ظروف مبردة فانها ستتلف في النهاية ايضا ولكن المدة التي تكون فيها صالحة للاستعمال ستصبح اطول ، كما ان الاغذية السريعة التلف كالحليب واللحوم لايمكن ان تخزن لفترات طويلة حتى عند تبريدها ، بل يجب تسويقها بعد فترة قصيرة •

ان الغاية الرئيسة من عمليات التبريد هي تأخير عملية التلف حتى في احسن الظروف الملائمة للخزن •

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الجدول رقم (٤٥) : كمية الحرارة (كالوري) الناتجة عن عملية التنفس تحت درجات حرارة مختلفة لبعض انواع الخضراوات والفواكه (*) ٠

المحصول	الحرارة الناتجة (كالورى / كغم) خلال ٢٤ ساعة حرار الخزن (م°) صفر	٤	١٥
الفاصوليا الخضراء	١٦٠٠	٢٨٠٠	١٠٥٠٠
والباقلاء والبزاليا	١٦٠٠	٣٨٠٠	١٠٨٠٠
السبانخ	١٥٠	١٨٠	٨٠٠
التفاح	٥٩٠	٩٦٠	٢٢٠٠
الجزر	٢١٠	٤٠٠	١٢٠٠
البرتقال	٢٠٠	٤٠٠	٨٠٠
البطاطا	١٦٠	٢٩٠	١٧٠٠
الطماطم خضراء ناضجة	٢٨٠	٣٥٠	١٥٠٠
الطماطم حمراء ناضجة			

*Desrosier, N. W. and Desrosier, J. H., 1978.

ولا يحسن التبريد من نوعية المواد المخزونة ولكنه يبطىء التلف الكيميائي وفعاليات الاحياء المجهرية والعمليات الانزيمية ، واذا بدأت عوامل التلف فأنه من الصعب ايقافها ٠ واذا اريد الحصول على نتائج جيدة من عمليات التبريد فانه لابد من استعمال منتجات عالية النوعية، اى انها ناضجة وسليمة وخالية من التشقق والاضرار الفسيولوجية وقليلة التلوث بالاحياء المجهرية والاغذية التي لاتتوفر فيها هذه الشروط ستتعرض لابشع التأثيرات كما انها قد تقوم بتلويث المواد الاخرى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ان درجات الحرارة الواطئة تبطىء كثيرا من نشاط الفطريات التي تعتبر من الاسباب الرئيسة في تلف المنتوجات الزراعية في المخازن المبردة • ويجب استعمال اجهزة تنظيم دقيقة تمنع التغير في درجة الحرارة ، اذ ان بعض الخضراوات والفواكه تظهر عليها علامات التلف بسرعة عند حدوث مثل هذا التغير خصوصا عند ادخال اغذية جديدة بكميات كبيرة الى داخل المخازن وبفارق حراري عال عن الاغذية المخزونة • ويستحسن استخدام مراوح لاستحداث تيارات هوائية معتدلة داخل المخازن لمنع الاختلاف في درجات الحرارة والرطوبة بين منطقة واخرى • ويفضل وجود معدات تسجيل لدرجات الحرارة على خطوط بيانية لمعرفة مقدارها والتغيرات التي تحصل عليها بشكل مستمر ولاية فترة زمنية .

والجدول رقم (٤٦) يبين الحرارة المناسبة للخزن والفترة الزمنية المتوقعة لخزن اهم الخضراوات والفواكه •

٢ ـ الرطوبـــــة :

يتحدد مقدار الفقد في وزن المادة الغذائية المخزونة بمقدار الفرق الحاصل بين ضغط بخار الماء على سطحها من جهة وبين ضغط البخار السائد في غرفة الخزن ، وكلما كان الفرق كبيرا زاد التبخر من على سطح المواد الغذائية للوصول الى حالة التوازن ، ولذا يجب جعل نسبة الرطوبة عالية في وسط الخزن على ان لاتكون عالية جدا بحيث تتكثف على سطح المادة الغذائية مما يساعد على نمو الاحياء المجهرية خصوصا العفن • وعلى العموم يمكن القول بان الرطوبة النسبية المثلى هي حوالي ٨٥ـ٩٠٪ في مخازن الفواكه وكذلك الحال مع معظم الخضراوات مثل البازلاء والخيار، اما بالنسبة للخضراوات الورقية كالخس والجذور اللحمية كالجزر فانها اعلى بقليل (٩٠ـ٩٥٪) ، الجدول رقم (٤٦) •

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وقد يكون الفقد في وزن المواد المخزونة كبيرا عند انخفاض نسبة الرطوبة وعدم وجود اغلفة جيدة مانعة للتبخر مما يعطي سطحا مجعدا (ذبولا) للفواكه كالتفاح مثلا وهذا غير محبذ تجاريا ٠

وقد تتغير نسبة الرطوبة داخل غرفة التخزين باختلاف الظـــروف المناخية الخارجية ــ صيفا وشتاء ــ ومقدار توقف واشتغال اجهزة التبريد ونوع التغليف المستعمل وكمية الغذاء المخزون وطبيعة عزل غرف التبريد، وكلها عوامل تشير عند حدوثها الى سوء تصرف العاملين والجهة الفنية المسؤولة عن مخازن التبريد واعمال الصيانة فيها ٠

٣ ــ التهـــــوية :

ان تحريك الهواء بشكل معتدل يساعد على الاحتفاظ بحرارة ورطوبة متجانسة داخل غرف التخزين ، كما انها تفيد في اعطاء تركيـــب متجانس للهواء الموجود خصوصا في حالة الهواء المعدل ، اى تعدل فيـــه نسب كل من الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون ٠ وقد يضطر المسؤول عن ادارة غرف التخزين الى تبديل الهواء داخلها بين فترة واخرى وحينذاك يجب ان يكون هناك تجانس بين طيلة فترة الخزن وسرعة الهواء ونوع الهـــواء الداخل الى الغرف بحيث لايغير من درجة الحرارة والرطوبة عن القيم المثلى٠ والافضل طبعا تكييف الهواء الداخل بحيث يكون مماثلا بحرارته وبرطوبته الى ماهو موجود داخل الغرف ، ويفيد مثل هذا التغيير في التخلص من الروائح القوية واجراء التعديل اللازم فى بعض المكونات كالغـــازات الناتجة عن بعض الثمار ٠

وقد توضع مواد لها القابلية على امتصاص الروائح مثل مسحوق الفحم الفعال وبعض انواع المساحيق الاخرى على ان لاتستعمل هذه المواد داخل غرف انضاج الفواكه لانها قد تمتص بعض الغازات الفعـــالة في عملية الانضاج ٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

حرارة التفس للكيلو الواحد خلال ٢٤ساعة	٥ر١٧ كيلو كالورى بحرارة ٢٥ م ٥ر١٠ كيلو كالوري بحرارة ١٥°م ٢ر٨ كيلو كالوري بحرارة ٤°م

المجموع : ٤٥١٠٩

اي حوالي $\frac{\text{٤٥١٠٩كيلوكالورى}}{\text{٢ ساعة}}$ = ٢٧٠٥٤ كيلو كالورى في الساعة

او $\frac{\text{٢٧٠٥٤كيلوكالوري}}{\text{٣٠٢٤كيلوكالورى/طن}}$ = ٨ر٩٥ طن تبريد / ساعة على

الاقل دون احتساب الحرارة المتصة من الخارج وعلى فرض ان كفاءة التبريد هي ١٠٠٪ ، اما اذا كانت الكفاءة اقل من ذلك فتزداد سعة اجهزة التبريد ٠

لنفرض ان الكفاءة = ٨٥٪، اذا يجب ان تكون الطاقة التبريدية مساوية

الى : $\frac{\text{٨ر٩٥} \times ١٠٠}{٨٥}$ = ٥ر١٠ طن تبريد/ساعة

او $\frac{\text{٢٧٠٥٤} \times ١٠٠}{٨٥}$ = ٣١٨٢٨ كيلو كالوري/ساعة ٠

التبريد المسبق :

ويقصد بذلك تبريد الخضراوات والفواكه بعد قطفها مباشرة وقبل تسويقها او ادخالها المخازن المبردة ، وهي عملية مهمة ولها فوائد كثيرة اهمها المحافظة على الجودة وعدم فسح المجال للتغيرات الحيوية في ان تؤثر على الصفات العامة بعد القطف ، كما ان التبريد المسبق يحافظ على المواد المخزونة في غرف التبريد حيث يكون الفارق بين حرارة المواد الداخلة حديثا وتلك المخزونة بحيث لايؤثر على رفع حرارة الاغذية

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

البيض :

يخزن البيض قريبا من درجة انجماده (حوالي ١ـ٥ر١° تحت الصفر المئوي) على ان لايتعرض للتجميد حيث يسبب ذلك كسر القشرة الخارجية وتلف المواد البروتينية • والرطوبة المفضلة ٨٢ـ٨٥٪ وان استعمال رطوبة اقل بسبب جفاف البيض وكبر حجم الفقاعة الهوائية ، اما النسب العالية من الرطوبة فانها تسبب التعفن • ويمتص البيض الروائح بسهولة ولذا يفضل ان لايخزن مع منتجات ذات رائحة قوية •

اهم الاضرار الناتجة عن الخزن في التبريد :

١ ـ الذبول او الجفاف : تتعرض الاغذية الى فقد كمية من الرطوبة تعتمد على نوع الغذاء ونسبة الرطوبة داخل غرف التخزين • فمثلا تفقد اللحوم نسبا من الرطوبة قد تصل ٢٪ عندما تكون رطوبة الخزن حوالي ٩٠٪ ، وقد يكون الفقد اكثر من ذلك اذا قلت رطوبة المخازن عن ذلك •

وتتعرض جميع الخضراوات والفواكه الى الذبول عندما تكون الرطوبة واطئة وغير مناسبة ويتحتم التحكم بهذه الغرف جيدا اذ ان الذبول يسبب فقد النوعية كالقوام والطعم والنكهة •

٢ ـ الاعمال الحيوية غير المرغوبة :

ان الثمار التي تقطف قبل تمام نضجها وتخزن في حرارة منخفضة لفترة من الزمن يصعب نضجها فيما بعد ، فمثلا عند قطف الطماطم غير الناضجة وخزنها في حوالي ١٢°م لمدة ٣ ايام او اكثر يصعب انضاجها فيما بعد نظرا لتاثر الاعمال الحيوية داخل انسجتها •

كما قد تحدث فعاليات حيوية واضحة عند الخزن في التبريد فمثلا عند خزن البطاطا في حرارة منخفضة تزداد فيها نسب المواد السكرية بسبب تحلل النشاء مما يجعلها تميل الى اللون الغامق عند القلي ولذا

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يستحسن استخراجها من الثلاجات وخزنها فى حرارة مرتفعة (اعلى من ١٥°م) لمدة بضعة ايام قبل استعمالها في صناعة جبس البطاطا .

٣ ـ الاحياء المجهرية :

تعتبر الحرارة المثلى لنمو معظم الاحياء المجهرية الموجودة على سطح اللحوم والاسماك والبيض ولحوم الدواجن حوالي ٢٠ـ٣٥°م ، كما ان هناك العديد من الاحياء التي تتمكن من ان تنمو بحرارة اوطأ من ذلك . ويتحتم خفض حرارة هذه المنتجات بسرعة الى حوالي الصفر المئوي اذا اريد الاحتفاظ بها لفترة من الوقت . وتعتمد فترة التخزين عند الحرارة المنخفضة على مقدار التلوث وبهذا تظهر اهمية السيطرة الصحية التامة عند الانتاج . ويتحتم استعمال افضل الطرق عند الذبح والسلخ والتقطيع ، وهناك علاقة قوية بين زيادة التلوث بالاحياء المجهرية وسرعة تلف اللحوم والاسماك عند الخزن .

وتعتبر احياء القولون Coliforms وهي مجموعة الـ Coli—aerogenes من اهم الاحياء المسببة لتلف اللحوم في حوالي ١٥°م ، وتقل اهميتها بانخفاض درجة الحرارة حتى تصبح قليلة الاهمية عند حوالي الصفر المئوي ، بينما تصبح Pseudomonas الاكثر اهمية في الحرارة الواطئة .

وتعتبر الاعفان المشكلة الرئيسة في مخازن التبريد سواء على الخضراوات والفواكه او اللحوم والبيض اذ ان هذه الاحياء تتمكن من ان تنمو ولو ببطيء في الحرارة المنخفضة ولذا يتحتم تنظيف المخازن بين فترة واخرى للتخلص منها ومن الروائح التي تسببها .

ومهما يكن فان الحرارة المنخفضة تبقى افضل الوسائل لخزن الاغذية الطازجة غير المجمدة مثل الفواكه والخضراوات واللحوم والبيض لفترات محدودة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

سادسا ـ الحفظ بالتجميد :

توسع سوق الخضراوات المجمدة توسعا كبيرا منذ انتاجها بشكل تجارى في الثلاثينات وحتى الان لاسباب عديدة اهمها تركيبها الخاص حيث ان لمعظمها تركيبا وقواما سليلوزيا يربط خلاياها مع بعضها البعض بحيث يحافظ على قوامها ولا تصبح هشة عند الاذابة كما يحدث للفواكه. ومن العوامل الاخرى انه يمكن جني معظم الخضراوات وتصنيعها وتجميدها قبل فترة النضج التام مما يساعد على اعطاء منتجات طازجة وجيدة .

ونتيجة للتوسع الحاصل في تسويق الخضراوات المجمدة في الدول المتطورة فقد قل بيع الخضراوات الطازجة ، حتى بالنسبة لاصحاب المطاعم وادارات المستشفيات وذلك لسهولة استعمال المجمدة منها وتقليل كلفة الايدي العاملة عند الاعداد للطبخ ، كالتقشير والتقطيع والغسل . وتجمد حاليا كل الخضراوات عدا الطماطم والخس وخضراوات السلطة الاخرى ، وقد يمكن تجميد هذه المنتجات يوما ما نتيجة للابحاث المتواصلة التي يقوم بها المختصون في الصناعات الغذائية .

أما الفواكه المجمدة فلها سوق محدودة وذلك نتيجة للقوام الذى يتميز به معظمها حيث تصبح هشة تفقد عصارتها عند الاذابة علاوة على تغير لونها بسرعة . ومن المعروف ان الفواكه تقطف عادة عند اكتمالها في النضج لتكوين النكهة المطلوبة ولذلك فانها قد تصبح هشة القوام حتى قبل تجميدها واذابتها . وتعتبر طريقة التجميد افضل الطرق المتوفرة حاليا لحفظ نكهة ولون عصير الفواكه كعصير البرتقال والعنب والتفاح وغيره .

واكثر الفواكه المجمدة رواجا هي التفاح والخوخ والبطيخ والكرز والمشمش ولم يتمكن الباحثون من الوصول الى طرق مرضية لتجميد الموز والعرموط وبعض الفواكه الاخرى .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طـــرق التجميد :

يستعمل التبريد الميكانيكي في معظم عمليات التجميد الحالية مـــع استعمال اجهزة اضافية وتحويرات للاسراع في عمليات التجميد ، كمـــا ادخلت غازات اخرى للوصول الى حرارة منخفضة جدا • وهناك دراسات كثيرة متواصلة لغرض الوصول الى افضل الطرق من حيث المحافظة على النوعية ، الا ان جميع الدراسات تشير الى الاتجاه نحو طرق التجميـد السريع لمـــا في ذلك من مزايا كثيرة • ويمكن تقسيم طرق التجميد الى الاقسام الرئيسة التالية :

١ ـ التجميد البطيء :

وهي الطريقة المتميزة بوضع المواد فى الغرف المعدة للتجميد بدرجة حرارة (−١٨°م) وقد تكون هذه الغرف معدة للتجميد والخزن معـا كما هي الحالة في المجمدات البيتية • وهذه الطريقة غير محبذة تجاريا بسبب بطيء عملية التجميد وما يصحب ذلك من مساوىء عديدة منهـــا تغير نوعية المواد المجمدة ، علاوة على ان المواد الداخلة الى المجمـــدة حديثا قد تسبب رفع حرارة المواد المخزونة والتي سبق وتم تجميدها وما في ذلك من اخطار كبيرة على نوعيتها • ويفضل في مثل هذه الطرق ادخال كميات قليلة وبحرارة منخفضة كتبريد المصنع منها بالثلج اولا قبـــل ادخالها الى المجمدات لخفض الفارق في درجات الحرارة بين الداخـــل حديثا والمخزن منها سابقا ، كما انه يجب توزيع الاغذية الداخلة حديثا قرب جدران المجمدة حيث توجد انابيب التبريد وبعد ان يتم تجميدها تجمع وتوضع في ركن واحد •

والفترة اللازمة للتجميد بهذه الطريقة تكون طويلة وقد تستغرق بضعة ايام اذ انها تعتمد على كمية المادة ودرجة حرارتها وحرارة المجمدة وحجم القطع وكيفية تنضيدها •

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٢ ـ التجميد الحـــاد Sharp Freezing

يتميز التجميد الحاد باستعمال غرف معدة لتجميد المواد الطازجة فقط ولا تستعمل للتخزين ، تتراوح فيها درجات الحرارة بين (-١٨) و(-٢٩)°م ، وتحتوي الغرف على رفوف معدنية يمرر بداخلها غاز التبريد وتنضد فوقها عبوات الاغذية المراد تجميدها • ويجب استعمال تيارات هوائية معتدلة للحصول على حرارة متجانسة في جميع انحاء الغرفة ومنها الاغذية المجمدة ومنع وجود فوارق حرارية بين العبوات في المناطق المختلفة • وتعتمد فترة التجميد على حجم القطع وتتراوح عادة بين ١٠ ـ ٧٢ ساعة حسب حرارة الغرفة وكمية التيار الهوائي • وتوضع غرف التجميد قريبا من غرف الخزن لخفض تكاليف النقل • وتتميز هذه الطريقة بقلة تكاليف النصب والبناء وقلة نفقات الصيانة والادامة الا انها اكثر كلفة بالنسبة للطن الواحد من الغذاء المجمد حيث تحتاج الى عناية مستمرة وايادعاملة لوضع الغذاء وتجميده ونقله • وقد يفضل البعض تسمية هذه الطريقة بالتجميد البطيء ايضا بدلا من التسمية اعلاه •

٣ ـ التجميد السريع :

وهي الطرق التي تتميز بسرعة التجميد حيث يتم تجميد الغـــذاء خلال فترات تتراوح ما بين ٨ دقائق الى اقل من ٣ ساعات ويمكن انجاز مثل هذه السرعة بأحدى الطرق التالية :ـ

أ ـ التجميد بالتماس المباشر : Contact Freezing

وتتميز هذه الطريقة بوضع المادة الغذائية بتماس مباشر مع جهة التبريد وخفض الحرارة وهناك طريقتان رئيستـــان للتماس وهما :

١ ـ التغطيس في محاليل ذات حرارة منخفضة :

قد يكون التجميد بوضع المواد الغذائية في عبوات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١ ـ استعمال عبوات مناسبة وتوضع العلبة ومحتوياتها للتجميد على رفوف معدنية وتعرض للتيارات الهوائية حتى تتجمد المواد بداخلها على ان تنقل فيما بعد لغرف الخزن ٠

٢ ـ قد توضع المواد مكشوفة وبدون تغليف كوضع البزاليا والفاصوليا مباشرة على رفوف ثابتة مصنوعة من اسلاك معدنية مشبكة وتعرض لتيارات الهواء لتجميدها وتعرف بطريقة التجميد الفردي السريع Individual Quick Freezing (IQF) ثم تعبأ بعد ذلك بالعبوات المناسبة ٠

وقد حورت هذه الطريقة بحيث تكون الرفوف المعدنية على شكل احزمة متحركة وطويلة وتدور عدة دورات داخل النفق حيث تدخل المواد الى النفق من احد اطرافه لتخرج من الطرف الاخر بحيث تكون سرعة الاحزمة كافية لتجميد المواد الغذائية ٠ كما في الشكل رقم (٣٥) ٠

ولكن من مساوىء التجميد المكشوف (بدون عبوات او اغلفة) ان المواد تصبح عرضة لفقدان الوزن والجفاف مما يسيء الى نوعية المنتوج وقد يكون الجفاف خطيرا كما في حالة الاسماك واللحوم والبزاليا ٠

رابعا ـ التجميد الفائق السرعة

Ultra Fast Freezing (Cryogenic Freezing)

ويقصد به التجميد في فترة قصيرة جدا لاتتجاوز الدقائق ، وهي طرق شاع استعمالها في السنوات الاخيرة بأستعمال احد غازات التبريد وهو بحالة سائلة في حرارة منخفضة جدا مثل النتروجين السائل وغاز الفريون السائل وثاني اوكسيد الكربون الصلب ٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ماذا يحدث اثناء التجميد ؟

تعرف درجة الانجماد بانها درجة الحرارة التي يكون فيها طـــورا المادة السائل منها والصلب ، بحالة توازن ، ففي حالة الماء مثلا تكون درجة انجماده هي ا لصفر المئوي ويكون فيها الماء موجودا مع قطع من الثلـــج بحالة متوازنة ٠

وعند وجود مواد صلبة ذائبة في الماء كالسكر فان ضغط بخـــار المحلول يصبح اوطأ من ضغط بخار الماء اى ان $P = X\,{}^{\circ}P$

$P =$ ضغط بخار المحلول في درجة حرارة ثابتة (T)

$X =$ الكسر المولي للماء في المحلول

${}^{\circ}P =$ ضغط بخار الماء النقي في نفس درجة الحرارة ٠

وعند خفض درجة حرارة هذا المحلول السكري الى الضغط المئوي فانه لايتجمد بل يجب خفض حرارته لدرجة اوطأ حتى يصبح ضغط بخاره مشابها لضغط بخار الماء ولذا فان درجة انجماد المحلول اوطأ من درجـــة انجماد المذيب النقي (الشكل رقم ٣٨) ٠

وتحتوي خلايا الخضراوات والفواكه واللحوم الطازجة نسبا عالية من الرطوبة بعضها مرتبط مع المواد العضوية ارتباطا وثيقا ويعتبر جزء منها ويدعى الماء المرتبط (bound water) وهو الجزء الذى لايتجمد حتى الوصول الى حرارة منخفضة تقدر باوطأ من ـ ٢٠°م ، والجزء الاخـــر موجود على شكل محاليل مائية حرة داخل الخلايا (Free Water) ٠

ويحتوي الماء الحر على مواد عضوية ذائبة كالسكريات والحوامض والمواد البروتينية الذائبة والمواد المعدنية والغازات وتكون هذه المحاليل مايسمى بالعصارة ٠ ونظرا لوجود المحاليل في الانسجة المختلفة المكونة للمـــواد الغذائية فان درجات انجمادها تكون اوطأ من درجة الصفر المئوي ، وتعتمد

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

درجة انجماد كل غذاء على مقدار الماء الذي يحتويه وعلى كمية المواد الذائبة فيه • وانجمادها يعني تحول المحلول او العصارة (الماء الحر) الى مادة صلبة ، ويمكن القول بان درجة انجماد الخضراوات والفواكه واللحوم تبدأ اعتبارا من الصفر الى حوالي ـ ٣°م • والتغيرات التي تحدث اثناء انجماد الاغذية وعند اذابتها كثيرة ومعقدة ويصعب معرفتها وفهمها جميعا • من المعروف انه عند تبريد الماء تنخفض حرارته بصورة تدريجية ويفقد كمية من الحرارة مقدارها ١ كالورى / غم لكل ١°م انخفاض في الحرارة حتى الوصول الى درجة الصفر المئوي حيث تبقى الحرارة كذلك فترة من الزمن يفقد فيها الماء حرارة مقدارها ٧٩ر٩ كالوري/لكل غم ليتصلب على شكل بلورات ثلجية • تتكون البلورات نتيجة ترتيب جزيئات الماء لنفسها على سطح الكتلة المائية وزيادة حجمها (١ر٩٪ اكبر من حجم الماء) وقلة كثافتها تبعا لذلك • وليس من الضروري ان تتكون البلورات عند الصفر المئوي بل قد يحدث تبريد فائق Super cooling وفي هذه الحالة ترتفع درجة الحرارة الى درجة الانجماد الفعلية حال تكون البلورات ثم تبدأ بالهبوط مرة اخرى كما في الشكل رقم (٣٩) •

وبعد تحول الماء الى كتلة صلبة تبدأ حرارته بالانخفاض فاقدا حوالي ٥ر٠ كالورى لكل غم لكل درجة مئوية واحدة حتى تصل حرارة الكتلة الثلجية الى حرارة المجمدة •

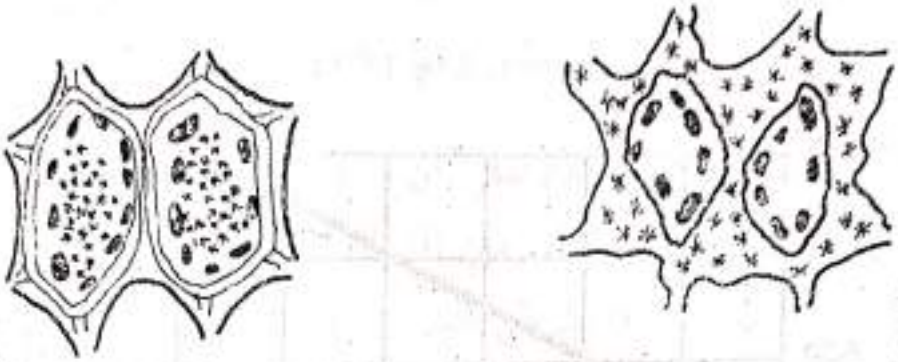
اما اذا اضيفت كمية من الملح الى الماء فأن درجة حرارة المحلول تبدأ بالانخفاض وتظهر بلورات ثلجية نقية عند الصفر المئوي ويزداد نتيجة لذلك تركيز الملح واذا انخفضت الدرجة مرة ثانية فتتكون بلورات اخرى وهكذا يزداد التركيز في المحلول المتبقي حتى تصل الحرارة الى درجة انجماد المحلول كلية دون انفصال بلورات ثلجية نقية وتسمى هذه الدرجة بـ Eutectic point واذا تم تعريض شريحة من الغذاء الى الانجماد تحدث الامور التالية بالتعاقب :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وترتفع الحرارة مرة اخرى الى درجة التصلب الثانية للمحلول المتبقي ، وهكذا تتكرر الحالة مادام هناك فرق بين الطور الصلب والطور الذي لازال سائلا وسط المادة الغذائية حتى يتصلب كل الماء الحر الموجود ، وتلاحظ الحالة المذكورة عند تجميد الشريحة الغذائية بصورة بطيئة ، الشكل رقم (٣٩) ٠

وقد دلت الدراسات على ان البلورات الثلجية تتكون اولا في الماء الحر الموجود في الفراغات بين الخلايا وبذلك يزداد تركيز الاملاح في هذه الفراغات ونتيجة للفرق في التركيز ينضح الماء من داخل الخلايا الى الفراغات خارجها كحصيلة للفرق في الضغط الازموزي ٠ وباستمرار النضوح يحدث تقلص في الخلايا وقد تتمزق او يتشوه مظهرها كما يحدث فيها جفاف جزئي، الشكل رقم (٤١)٠ ان تمزق الخلايا وتجمع المياه المتجمدة خارجها يزيد من فقد العصارة اثناء اذابة المواد المجمدة حيث تفقد على شكل قطرات Dripping (او Drip Loss) بجانب التغيرات التي تحدث في القوام والطعم والنكهة ولهذه الاسباب يفضل خفض درجة الحرارة بسرعة بحيث يمكن تجميد جميع العصارة مرة واحدة وتحويلها الى حالة صلبة وباسرع وقت ممكن لمنع نضوح الماء من جهة لاخرى وبالتالي المحافظة على القوام والصفات الطبيعية للمادة المجمدة ٠ وتشير الدراسات الى ان اهم التغيرات التي تحدث اثناء التجميد ناتجة عن كيفية تكون البلورات الثلجية اذ ان هناك علاقة مباشرة بين حجم البلورات المتكونة وسرعة التجميد ، وان البلورة التي تتكون اولا تعمل كنواة تتجمع حولها البلورات التي تتكون لاحقا فاذا كان التجميد بطيئا فان الوقت يسمح للبلورات الاولى بالزيادة بالحجم مكونة بلورات سداسية الشكل نتيجة لقوة الجذب بين جزيئات الماء عند خفض حرارتها وتقاربها من بعضها البعض ٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الشكل رقم (٤١) : الخلايا النباتية بعد التجميد ١ ـ على اليمين بعد التجميد البطيء حيث تظهر فيها البلورات الثلجية السداسية الكبيرة الحجم وهي تملأ الفراغات الواقعة خارج الغشاء السايتوبلازمي الذى انكمش نتيجة لفقدان جزء من محتواه الرطوبي مع تشوه الجدران الخارجية .

٢ ـ وعلى اليسار تظهر الخلايا بعد التجميد السريع حيث تحافظ على شكلها الطبيعي مع صغر حجم البلورات الثلجية المتكونة وسط الخلية ولم يكن لديها الوقت الكافي للنضوح الى الفراغات الموجودة بين الخلايا.

Fox, B. A. and Cameron, A. C., 1977. Food Sc.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ومن المعروف ان حجم البلورات يكون اكبر اذا تم التجميد بدرجات حرارة بين الصفر و(ـ ٥°م) وهذا يسبب تمزقا اوسع في جـــدران الخلايا • ويتميز الماء عن السوائل الاخرى بزيادة حجمه بمقدار ١ر٩٪ عند انجماده مما يشكل خطرا عند تكون بلورات ثلجية كبيرة في درجات الحرارة المذكورة ، وان طرق التجميد التجارية تهدف جميعها الى عبور هذه الدرجات الحرجة الى حرارة اوطأ وبسرعة • وعند استعمال طرق التبريد السريعة مثل استخدام تيارات هوائية شديدة ومبردة او التغطيس في محاليل مبردة سوف تتكون نويات بلورية عديدة مما يساعد على تجميد العصارة كلها او معظمها على شكل بلورات ثلجية صغيرة الحجم •

ويتغير حجم البلورات الثلجية عند تغير درجات حرارة غرف الخزن، اذ عند ارتفاعها يذوب جزء من البلورات الثلجية الملامسة للعصارة الاكثر تركيزا بالاملاح وعند انخفاضها مرة اخرى يتجمد الجزء الذائب فـــوق البلورات القريبة المتبقية بحالة صلبة وبذلك يزداد حجمها مـــع تكرار عملية الاذابة والتجميد •

ولتجنب هذه التغيرات في حجم البلورات نتيجة ارتفاع وانخفاض درجات الحرارة تضاف بعض السوائل التي تذوب بالماء وتتحد معه بقوة وبذلك تحافظ عليه من النضوح كاستعمال المحاليل السكرية وكلايكول الاثيلين Ethylene glycol والكلسرين • كما يمكن الحد من نضـــوح الماء وحركته بتقليل الماء الحر في الفواكه بتجفيفها جزئيا قبل عمليـــة التجميد كما هي الحالة في حفظ شرائح التفاح مما يحافظ على الخـــلايا من التمزق •

وقد وجد ان الفواكه قد تحتوي على سوائل حرة غير متجمدة عند الخزن في ـ ٥ر٧٠م وحتى عند هذه الدرجة تحدث تغيرات كيميائية ولكنها تغيرات بطيئة الحدوث جدا وتعتبر غير مهمة ، الا ان الخزن في حرارة اعلى يسبب تغيرا اسرع •

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ان عصارة الفواكه والاغذية الاخرى تتجمد كلية وبسرعة عند تعرضها الى (ـ ١٢٠°م) كما يحدث عند التغطيس في النتروجين السائل وقد وجد ان الخلايا النباتية لاتتغير عند تجميدها وخزنها بهذه الحرارة المنخفضة ٠

خطوات تجميد الخضراوات والفواكه :

ان نسبا عالية من الخضراوات والفواكه في الدول المتطورة تجد طريقها الى المستهلك بشكل مجمد وبنوعيات عالية نتيجة للدراسات المتواصلة في هذا المجال ، الا انه لازالت هناك حاجة ماسة الى دراسات وبحوث اكثر عمقا لملافاة تحول الفواكه المجمدة الى منتجات رخوة هشة عند اذابتها مثل الشليك والطماطم ٠ والشعور السائد لدى المختصين هو ان الدراسات الجارية يحسن توجيهها نحو الفواكه التي لازالت الصناعة غير قادرة على تجميدها وتسويقها لعدم امكانية تهيئتها بنوعيات مقبولة لدى المستهلك ٠

ان الحرارة المثلى في مخازن التجميد لحفظ الفواكه هي تحت ـ ٢٣°م ورطوبة نسبية حوالي ٩٠٪ (اى ضغط بخار ماء = ٥٨ر٠ م زئبق) الجدول رقم (٤٩) ، اذ ان مثل هذه الحرارة تبطيء التفاعلات الحيوية كما انها تمنع الاحياء المجهرية من النمو وبالتالي ثبات نوعية المواد المجمدة ٠ واذا اتبعت الطر قالمثلى فى التصنيع كالتنظيف والسلق والتبريد والتجميد السريع واستعمال العبوات والاغلفة المناسبة والخزن في حرارة منخفضة الى حين عمليات التسويق فانه يمكن الاحتفاظ بالنوعية العالية الى حد يجعل المواد المسوقة شبيهة بتلك الطازجة منها وهذه هي الغاية الاساسية من عملية الحفظ بالتجميد ٠

وقد توفرت خبرات علمية جيدة وطرق فنية حديثة للمحافظة على النوعية ، الا ان الادارة الصناعية يجب ان تنظر الى الكلفة نظرة جدية قبل الاقدام على اية طريقة ٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ونوعية الخضراوات والفواكه تتاثر في كل خطوة من خطـــوات التصنيع المتتابعة مثل عمليات القطف والنقل والتنظيف والتقطيع والسلق والتجميد والتسويق والتحضير والاستهلاك ، وقد تكون بعض التغيرات الفيزيائية والحيوية كثيرة وضارة • وقد ادى استعمال المكننة فـــي الخطوات الصناعية ذات الانتاج الواسع الى زيادة الاضرار بنوعيات المواد المصنعة اذ ان الايادي العاملة الماهرة اكثر كفاءة من المكننة الا انها اكثر كلفـــة •

والخطوات المتبعة في التصنيع هي :

١ـ عملية الجني والنقل : تعتمد نوعية المنتجات القادمة الى المصنع على ثلاثة عوامل اساسية هي نوعيتها عند القطف وطريقة القطف وعملية تعبئتها ونقلها الى محلات التصنيع •

وتقطف الخضراوات قبل النضج التام لتكون طازجة وذات قوام متماسك وقد وجدت طرق فيزيائية مختلفة يمكن الاعتماد عليهـــا لتقدير درجة النضج كاستعمال جهاز قياس معامل الانكسار لمعرفة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية او استعمال طريقة الاستخـــلاص بالكحول لتقدير نسب المواد السكرية الذائبة كما في حالة تقديـــر درجة نضج البزاليا والذرة الحلوة • ومن المعروف انه كلما تقدم نضج هذه الخضراوات زادت المواد النشوية غير الذائبة وقلت المواد السكرية كما تزداد الالياف السليلوزية ولهذا فان النضج التـــام يعتبر مضرا لنوعية الخضراوات • وقد يقدر القوام او المقـــاومة للضغط والتكسر اذ ان ذلك مقياس جيد لمراحل نضج البزاليـــا والفاصوليا •

اما في حالة الفواكه فيجب ان تقطف وهي في مرحلة النضج التام حيث تكون في قمة الجودة والنوعية العالية • ويعتبر اللـــون

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الجدول رقم (٤٩) : ضغط بخار الماء في درجات حرارة مختلفة عندما تكون الرطوبة النسبية ١٠٠٪(*)

درجة الحرارة °م	ضغط بخار الماء تور (مم زئبق)
٦٠	١٤٩ر٤
٣٠	٣١ر٨
٤	٦ر١
صفر	٤ر٥٨
— ١٨	٠ر٩٣٩
— ٢٣	٠ر٥٨
— ٢٩	٠ر٣١٧
— ٦٠	٠ر٠٠٨

Handbook of chem. and Physics, C. R. Co. Inc.I

وقياس كل من المواد السكرية والحامضية والطعم والنكهة العوامل الرئيسة المؤشرة لهذا النضج وعليها يتم الاعتماد باعطاء الاوامر لجني المحصول ٠

وللنوع والصنف والظروف المناخية والزراعية الاخرى والاصابة بالحشرات تأثير كبير على نوعية كل من الخضراوات والفواكه على حد سواء ٠ وقد وضعت كثير من المنشآت المنتجة للخضراوات والفواكه المجمدة شروطا للمزارعين الذين تتعاقد معهم يقوم بموجبها المزارع بزارعة صنف معين وبمساحة معلومة كما يحدد وقت الزراعة ومواعيد التسميد وكميات السماد المستعمل ونوعه

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مع ضرورة الاحتفاظ بمذكرات يومية يدون فيها المزارع عوامل المناخ ودرجات الحرارة والرطوبة وتسلم هذه المذكرات الى ادارة المصنع لتتمكن على ضوئها تحديد موعد جمع المحصول .

وللمحافظة على النوعية يجب الاهتمام بعملية الجني ففي الحقول الكبيرة التي تزرع بناء على تعاقد يتم بين ادارة المصنع وبين صاحب الحقل او الجمعية الفلاحية التعاونية يتم جني المحصول عادة بطرق ميكانيكية يعتمد فيها اعتمادا كبيرا على استعمال الآلة .

وهناك دراسات متواصلة يقوم بها مربو النبات لانتاج اصناف جديدة تتميز بالانتاج الوفير والصلابة والجودة وبتجانس النضج حتى يسهل قطفها مرة واحدة بدلا من الاعتماد على القطف مرات متعددة بالايدي . كما تفضل زراعة انواع اكثر تحملا ومقاومة للظروف القاسية في حالة الجني الميكانيكي وخطوات التصنيع . وتوجد فواكه كثيرة تقطف ميكانيكيا مثل الكرز والعنجاص ولكن ذلك اقل في حالة ثمار التفاح والخوخ والمشمش والعرموط والعنب والبرتقال .

وبعد القطف تعبا في عبوات مناسبة للنقل الى المصنع . وتتحمل بعض الخضراوات اكثر من غيرها كالفاصوليا وقرنات البزاليا والذرة الحلوة والبطاطا الا ان الفواكه اكثر عرضة للتلف اثناء التعبئة والنقل .

وقد تنقل الفواكه الهشة في احواض معدة لوضع الثمار بالماء الذى قد تخفض درجة حرارته بالثلج مما يزيد صلابة الثمار ومنع تشققها كما انها وسيلة جيدة للنقل قبل عملية الغسل اللاحقة . وعند استلام الفواكه والخضراوات في المصنع يجب ان تجري عليها

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خطوات التصنيع بسرعة قبل ان تبدأ التغيرات الفيزيائية والكيميائية ولو ان بعض الخضراوات يمكن خزنها حتى يحين موعد تصنيعها مثل خزن الجزر في غرف مبردة لفترات لابأس بها وكذلك البطاطا في غرف مكيفة لمدة ٨ اشهر بعدها تصبح عرضة للغياس والتعفن ٠

٢ ـ التنظيف :

وهي اول خطوة من خطوات التصنيع عند الاستلام وعليها يعول تقليل التلوث وازالة المواد المتبقية على الخضراوات او الفواكه كالاسمدة والمواد الكيميائية المستعملة في مكافحة الحشرات والفطريات ٠

ان وجود مواد غريبة في المنتجات المجمدة يثير اشمئزاز المستهلك كما ان القوانين الخاصة بالمنتجات الغذائية تحتم ازالة المواد الغريبة مهما كان نوعها او مصدرها قبل عمليات التصنيع ٠

ان طرق التنظيف قد تكون جافة مثل وضع ورق السباغ (والخضراوات الورقية المشابهة) في اسطوانات معدنية افقية ذات جدران مشبكة وتقلب (Tumbling) هذه الخضراوات عند حركة الاسطوانات حركة دائرية لازالة الحشرات والمواد الغريبة عنها والتي يصعب ازالتها بعد غسلها بالماء حيث تلتصق الاوراق ببعضها البعض ويصعب تنظيفها ٠

ويعقب هذه العمليات الجافة النقع والغسل بالماء كما تعرض للرش بماء تحت ضغط عال قد يصل عدة كغم/سم٢ ٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

١ ـ التقشير الميكانيكي بالتخديش بسطوح خشنة كاستعمال الكاربوراندم لتخديش قشور البطاطا والشوندر ، ولتسهيل ازالة القشور والتخلص منها يوجه عليها عند التخديش تيار من الماء تحت الضغط وهي تتقلب في اسطوانة عمودية على جزء الكاربوراندم الذى يدور اسفل الاسطوانة • وقد جرت العادة على تعريض اللفت والشوندر الى البخار اولا لفترة ١ـ٢ دقيقة ثم التبريد لتسهيل سلخ القشور بالكاربوراندم •

٢ ـ وقد يستعمل محلول قلوي ساخن تغطس فيه الثمار اولا يعقبه الرش بتيار شديد من الماء كما هي الحالة في تقشير الخوخ والجزر • وتفقد المواد المقشرة بهذه الطريقة قسما من الحوامض • ويستعمل محلول قلوي بتركيز ١ر٥ ـ ٢ر٥٪ وبحرارة ٨٢°م لمدة ٣٠ ثانية في حالة الخوخ واكثر من ذلك بقليل فى حالة الجزر ، حيث يستخدم محلول قلوي تركيز ٤٪ بحرارة ٩٨°م لمدة ٤ دقائق يعقب ذلك غسل جيد لازالة القشور وبقايا المواد القلوية •

٣ ـ ويستعمل اللهب مباشرة لفترة ثوان معدودة لتسهيل سلخ القشور الخارجية كما في حالة الفلفل الاخضر والبصل •

٤ ـ وفي حالة التفاح تستعمل اجهزة خاصة تقوم بعمليتي التقشير وازالة وسط الثمار Cores في آن واحد حيث انها مزودة بسكاكين حادة منحنية تلائم سطح الثمار لازالة القشرة الخارجية كما تدخل وسط الثمار اسطوانة حادة تثقب الثمرة وتدفع عنها الجزء الوسطي كله مع البذور على شكل كتلة مستطيل الثمرة تشمل البذور وجهة الزهرة والسويق مع جزء من الطبقة اللحمية وبذلك تصبح الثمرة مفتوحة الوسط • ويتمكن الجهاز الواحد من القيام بتقشير حوالي ٧٥ ثمرة فى الدقيقة •

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وبعد التقشير تعرض الخضراوات والفواكه الى التقطيع حسب الرغبة ، ففي حالة الفاصوليا الخضراء يتم التقطيع الى اجزاء بطول ٣ـ٥ سم وقد تشرح الفاصوليا طولا على شكل قطع خفيفة (French Cut) • اما فى حالة التفاح والخـــوخ فقد تقطع الى فصوص اشبه بفصوص ثمار الحمضيات وقـــد يقطع الخوخ الى انصاف •

والجزر يقطع عادة الى قطع مكعبة الشكل اما البطاطا فقد تقطـع الى شرائح chips او قطـع مستطيلة لغـرض القلي (French Fried) ويتم كل ذلك حسب رغبة السوق •

٥ ـ السلق الخفيف : Blanching

ليست هناك طرق فعالة لاتلاف الانزيمات غير الحرارة ، ولهذا تعتبر عملية السلق ضرورية عند الحفظ بالتجميـــد • ويتطلب السلق عناية خاصة للتوفيق بين اتلاف الانزيمـــات والتغير الحاصل فى القوام بفعل الحرارة • والخضراوات التي يتم تسويقها على ان يقوم المستهلك بغليها في العبـــــوة (Boil in the bag) يجب ان تطبخ جيدا قبل تعبئتها لان المستهلك سيقوم بتسخين العبوة مع محتوياتها في الماء المغلي دون طبخها • اما العبوات التي ستفرغ محتوياتها وتسلق قبل اكلها فيكتفي بتعريضها لعملية سلق خفيف فقط للتخلص من الانزيمات •

ويعتبر انزيما البروكسيديز والكاتليز من اكثر الانزيمات مقاومة للحرارة ولهذا يعتبران كمؤشرين لكفاءة عملية السلـق ولو انه لم تثبت فعلا مسؤولية احدهما عن تلف الحاصل اثناء

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وفي حالة الفواكه قد تعرض بعضها الى عملية سلق خفيف كما في حالة التفاح وقد يضاف قليل من كلوريد الكالسيوم لاعطاء صلابة لشرائح التفاح عند السلق • وقد يستعاض عن السلق بمعاملات اخرى مثل استعمال محلول (SO_2) لمنع الاسمرار التاكسدي في هذه الثمار • وقداثبتت بعض الطرق نجاحا جيدا في المحافظة على لون الفواكه مثلوضع الشرائح في محلول سكري مع قليل من فيتامين C (٢ر٠٪) او وضع الخليط تحت ضغط منخفض للتخلص من الهواء المذاب في كل من المحلول والثمار • والفواكه الهشة التي لاتتحمل عمليات السلق مثل الشليك وتكي الشام والثمار المشابهة فانها تغسل برذاذ من الماء اولا ثم توضع في المحلول السكرى (٥٠٪) المكون من خليط من السكروز (٤ اجزاء) والدكستروز (جزء واحد) •

وتبرد الثمار بعد السلق لتكون على اهبة للخطوة الاخيرة على ان تزال الثمار التالفة والمتضررة نتيجة الاعمال الميكانيكية المختلفة •

٦- التعبئة والتجميد :

قد تعبأ الخضراوات والفواكه في العبوات المناسبة ثم تعرض التجميد بالملامسة بوضعها على الرفوف المعدنية • يعرض المديد من الخضراوات لعملية التجميد نثرا قبل التعبئة اى تنثر فرادى على احزمة متحركة او على مشبكات معدنية او في صحون كبيرة مسطحة وتعرض لعمليات التجميد كي تكون صغيرة الحجم ويسهل تجميدها في التيارات الهوائية خلال بضع دقائق او بأقل من دقيقة بالغازات المسيلة كغاز النتروجين او ثاني اوكسيد الكربون •

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner