طرق التبريد السريع :- Pre – Cooling

1 -استعمال غرف التبريد الثابتة Room cooling

هذه الطريقة يمكن ان تستعمل مخازن التبريد الميكانيكية الاعتيادية لإغراض التبريد السريع مع تحوير بزيادة سرعة حركة الهواء داخل قاعة الخزن باستعمال مراوح اضافية قوية لها القدرة على زيادة حركة هواء الخزن إلى 200 – 500 قدم/دقيقة (2-5)ملم / ساعة ويجب ايقاف المراوح الاضافية بعد وصول درجة حرارة الثمار إلى الدرجة المطلوبة لتجنب ذبول المحاصيل .هذه الطريقة سهلة وبسيطة لكن عيوبها انها بطيئة وهناك تحوير لزيادة كفائتها بتغيير حركة الهواء وجعلة يتجة من السقف إلى الاسفل بدلاً من ضخ الهواء بصورة افقية تحت سقف الغرفة وذلك بتزويده بانابيب نفخ الهواء على ارضية المخزن ومن ثم يتوزع الهواء البارد بين صفوف العبوات.

2 -طريقة التبريد بالهواء المدفوع جبراً Forced –air cooling

تتم هذه الطريقة باجبار الهواء البارد على الدخول داخل الصناديق او العبوات والدوران حول الثمار بداخل العبوات وامتصاص الحرارة منها بسرعة فائقة ثم يسحب الهواء الحار من بين العبوات باتجاه اجهزة التبريد الميكانيكي ليبرد ويعاد استعمالة مرة اخرى ويمكن اجبار الهواء البارد على الدخول إلى داخل العبوات وذلك باحداث اختلاف في ضغط الهواء على جانبي صفوف العبوات المرصوصة بانتظام في وحدات الخزن الموزعة في المخزن المبرد وتستعمل مراوح او مفرغات هواء قوية لسحب الهواء من الفراغ الموجود بين مجموعتين او صفين من العبوات فيحدث تخلخل بالضغط مما يجبر الهواء على دخول العبوات والدوران حول الثمار حيث يستعمل البلاستك او الكارتون لغلق الفجوة بين مجاميع العبوات من الاعلى كي يحدث تخلخل في الضغط يكفي لاجبار الهواء على الدخول داخل الصناديق ان هذه الطريقة تسبب ذبول الثمار بسرعة لذلك يجب ترطيب الهواء المستعمل في التبريد ان نوع العبوات وطريقة التعبئة يجب ان تكون مناسبة لاجراء عملية التبريد بالهواء المدفوع جبراً فالصناديق يجب ان تحتوي على عدد كافي من الثقوب او الفتحات الطويلة اللازمة لمرور الهواء داخل الصندوق كذلك يجب عدم تبطين الصناديق بالبلاستك وعدم وضع المحاصيل داخل اكياس الورق او البلاستك لان الهواء يدور حول الاكياس ولايدخل إلى داخل الثمار وفي حالة استعمال الصواني الكارتونية او البلاستيكية داخل الصناديق الكبيرة (لتجنب الاضرار الميكانيكية) يجب ان توضع هذه الصواني بطريقة لاتتعارض مع حركة الهواء داخل الصندوق كما يفضل ان تكون الفتحات او الثقوب المخصصة لدخول الهواء في مواقع اسفل واعلى الصواني المستعملة في التعبئة كما في حالة تعبئة صناديق البيض.

عند تبريد الثمار المعبئة في صناديق كارتون مثقبة يجب ان لاتقل مساحة الثقوب عن 4% من مجموع المساحة الجانبية للصندوق لغرض دخول كمية كافية من الهواء البارد إلى داخل الصندوق لزيادة سرعة التبريد اما عند استعمال عدة صفوف من صناديق الكارتون المثقبة إلى جانب بعضها فيجب ان ترص بشكل يجعل الثقوب الجانبية مقابلة لمثيلاتها في الصف الاخر ليمر الهواء البارد من صناديق الصف الاول إلى صناديق الصف الثاني ، ان سعة وعدد الثقوب يتوقف على نوع الثمار ونوع العبوات المستعملة.

3 - التبريد بالماء البارد Hydrocooling

يمكن ازالة حرارة الحقل من المحصول بغمر الثمار باحواض من الماء الباد او رش الماء البارد فوق الثمار ان الماء البارد يمتص الحرارة من الثمار فترتفع حرارته ويعاد تبريدة وتدويره ميكانيكياً ويدور الماء بين اجهزة التبريد والمحصول كي يبقى بارداً ويفضل تجديد الماء باستمرار او تنقيتة وتعقيمة لان الماء يكون به اتربة وملوثات كالاحياء المجهرية من الثمار المهروسة او المصابة . ان المبخر evaporator يكون على شكل انابيب تغمر في حوض الماء لتبريده وتقوم مراوح بتحريك الماء حول انابيب المبخر ويمكن ان توضع الثمار على احزمة ناقلة في صناديق تنغمر تحت الماء البارد او في حوض التبريد وتخرج من الطرف الثاني للحوض وتتم بسرعة ودرجة حرارة المحصول يتم تنظيمها حسب سرعة الحزام الناقل الذي يحدد فترة بقاء المحصول مغمور في حوض التبريد ويمكن وضع المحصول في سلال مشبكه او سلكية او اكياس مشبكه لتسهيل دخول وخروج الماء ويمكن وضع المحصول على الاحزمة مباشرة بعد الجني و وصول المحصول ويمكن ان يغمر المحصول في احواض التبريد او ينهمر الماء البارد علية من الاعلى او تستخدم الطريقتين الغمر والرش وطريقة الرش تقلل من تلوث الثمار .

وبعد خروج الثمار نظيفة باردة يفضل تعبئة المحصول في عبوات الشحن او الخزن او التسويق ولايترك المحصول مدة طويلة بانتظار الشحن لان ذلك يؤدي إلى ارتفاع حرارته من جديد ان هذه الطريقة تسبب انتشار الاحياء المجهرية في المحاصيل . لكن التبريد بالماء اسرع من التبريد بالهواء جبراً بما يقارب 3-4 مرات ، هذه الطريقة لاتناسب جميع محاصيل الفواكه والخضر التي يتسبب الماء في تلفها .

التبريد بالتفريغ :-

تبرد المحاصيل بادخالها إلى غرف او دهاليز محكمة الجدران وتغلق الابواب جيداً لمنع تسرب الغاز والابخرة ثم يسحب الهواء بواسطة مضخات تفريغ قوية تؤدي إلى تخلخل الضغط ان تخفيض الضغط يجعل الماء يتبخر تحت درجة الغليان ويمكن التحكم بدرجة الحرارة بقدار الضغط او شده التفريغ مثلاً عند تخفيض الضغط من 760 ملم زئبق إلى 23.6 ملم زئبق يغلي الماء ويتحول إلى بخار عند درجة 25 م^{o} اما عندما ينخفض الضغط إلى 406 ملم زئبق فان الماء يغلي بدرجة الصفر المئوي ، ان غليان الماء يعني تحوله من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية وهذا يعني امتصاص الحرارة. فقد وجد ان الاوند الواحد من الماء يمتص 1073 وحدة حرارية بريطانية عندما يتحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية بدرجة صفر مئوي ان هذا الماء الذي تبخر هو الماء الموجود في المحصول المراد تبريدة لذلك يفقد المحصول حوالي 1%لكل 10 درجات فهرنهايت من وزنه مما يؤدي إلى ذبول المحصول . ولتجنب ذلك يرش المحصول بالماء البارد اثناء تخفيض الضغط ، ان هذه الطريقة سريعة وتستغرق 10 – 30 دقيقة لاتمام تبريد المحصول وهي من افضل الطرق التي تناسب محاصيل الخضر الورقية التي تحجز بينها جيوب هوائية يصعب ازالتها بالطرق الاخرى . العيب الثاني لهذه الطريقة كلفتها العالية لكن سرعتها تقلل من كلفتها والعيب الثالث هو تراكم بخار الماء في حيز التبريد الذي يسبب ارتفاع الضغط وتوقف عملية التبخر والتبريد لذا يجب أزاله بخار الماء من حيز التفريغ بنفس سرعة تكوين البخار.

كذلك يمكن التخلص من بخار الماء المتكون في حيز التفريغ بتحويله إلى ماء بعملية التبريد والتكثيف والمحطة تصل كفائتها إلى 250 طن يومياً وصناديق التعبئة يجب ان تكون حاوية على عدد كافي من الثقوب او الفتحات .

التبريد بالثلج :- Ice cooling

يستعمل في هذه الطريقة الثلج العادي الذي ينثر على ثمار التعبئة لازالة حرارة الحقل ان اساس عملها هو ان الثلج يمتص الحرارة من الثمار اثناء ذوبانه وكل 1 غم ثلج مائي يمتص 80 سعرة حرارية عندما يتحول من ثلج إلى ماء بدرجة الصفر المئوي لكن هذه الطريقة بطيئة وتسبب اضرار للثمار والعبوات خاصة الكارتونية وبما ان الثلج يلامس جميع المحصول فيحدث تباين في درجة الحرارة حسب قرب الثمار من الثلج ولتلافي هذه الحالة يطحن او يبرش الثلج وينثر فوق المحصول او يضاف الماء البارد فوق الثلج المبروش ليذوب ويتخلل الماء اكوام المحصول ويزيد من سرعة التبريد ، ولحساب كمية الثلج اللازم فقد وجد ان باوند واحد من الثلج العادي يكفي لتخفيض درجة حرارة اربع باوندات من الثمار وبمقدار 40 درجة فهرنهايت وفي الوقت الحاضر استعيض عن الثلج العادي بالثلج الجاف او تنائي اوكسيد الكاربون السائل او النايتروجين السائل وفي هذه الحالة ينثر الثلج الجاف فوق الثمار لانه يبردها بسرعة فتصاب باضرار البرودة لذا نبعثر الثلج الجاف على ارضية المخازن او الشاحنة اما الغازات السائلة فيجب ان لا تلامس الثمار اثناء التبريد بل يجب ان ترش في هواء الغرفة بواسطة مرشات خاصة متصلة باسطوانات الغاز ويمكن حساب كمية الغاز السائل اللازم للتبريد من العلاقة التالية لكل باوند من ثنائي اوكسيد الكاربون السائل او النيتروجين السائل يعادل في تبريدة 102 باوند من الثلج العادي اما في حالة الثلج الجاف فان كل باوند يعادل في تبريدة 108 باوند من الثلج العادي.

التغيرات الكيميائية التي تحدث في الثمار اثناء النمو والنضج والخزن:-

تمر الثمار بسلسلة من التغيرات الكيميائية اثناء النمو والنضج وتؤدي إلى حدوث تغيرات في اللون والطعم والصلابة والنكهة وتحدث قبل وبعد الجني لكي تصل الثمار إلى اصلح مايمكن للاكل ويجب ان تصل الثمار إلى مرحلة البلوغ على الاشجار قبل الجني والتغييرات الاخرى التي تؤدي إلى النضج ممكن ان يحدث بعد الحصاد في حين ان بعض الثمار لاتنضج الا على الاشجار مثل العنب والشليك.

ان التغييرات الكيميائية التي تحدث بعد الحصاد وتؤدي إلى تحسين الخصائص الاكلية للثمار وفي ثمار اخرى تؤدي إلى تدهور القيمة النوعية والغذائية للثمار وتصبح غير قابلة للاستهلاك البشري وهذا يحدث للثمار التي تجنى قبل النضج .

تبقى الثمار حية بعد الحصاد وتستمر فيها معظم الفعاليات الحيوية والفسلجية مثل التحلل والهدم الغذائي لانتاج الطاقة او عمليات البناء مثل تكوين الصبغات والاحماض النووية ومن معرفة التغيرات الكيميائية والفسلجية التي تحدث في الثمار نستطيع تفعيلها او ايقافها من خلال الظروف المحيطة بالثمار.

التغيرات في محتوى الثمار من الماء :-

محاصيل الخضر والفواكه تحتوي على نسب متفاوتة من الماء حوالي 80% من وزنها وفي الخيار والرقي والخس تحتوي على حوالي 95% اما الحاصلات الدرنية فتحتوي من 50-60 % من وزنها ماء .تعتمد كمية الماء الموجودة في المحصول على كمية الماء المتوفر وقت الحصاد والتكوين الوراثي والظروف البيئية المحيطة بالمحصول وبعد الحصاد تبدأ نسبة الماء بالنقصان ومن الصعب تعويضها عن الماء المفقود لذلك يجب حصاد المحصول عندما يكون محتواه المائي اعلى مايمكن عند الصباح الباكر مثلاً او ري المحصول قبل الجني خاصة المحاصيل البستنية الحساسة للذبول بعد الحصاد كالمحاصيل الورقية ثم تخزينها في درجة حرارة منخفضة ملائمة للمحصول وزيادة نسبة الرطوبة في جو المخزن مع استعمال العبوات المناسبة بالإضافة إلى ان الثمار تختلف في سرعة فقدانها للماء بسبب تكييف السطح الخارجي للمحصول ومساحته فأوراق اللهانة اقل فقدان للماء من اوراق السلق لاحتوائها على طبقة شمعية وصنف التفاح Colden delicious يفقد من الماء اكثر من الصنف Red delicious بسبب احتوائه على شقوق وفجوات في البشرة.

يلاحظ ان نسبة الماء في الثمار تتغير مع تقدم الثمرة بالنضج مثلاً في التمر اعلى نسبة للماء في دور النمو السريع ثم ياخذ محتواها المائي بالانخفاض عند النضج في مرحلة الرطب من 50% إلى 38% ويستمر بالنقصان مع تقدم الثمرة نحو النضج النهائي حتى ينخفض إلى 20-25% وتزداد فترة التخزين واحتفاظ الثمار بمقومات الجودة كلما قلت نسبة محتواها المائي . ان درجة حرارة الخزن المرتفعة تقلل نسبة الماء في المحصول فثمار التمر المخزنة في درجة حرارة المختبر تنخفض نسبة الرطوبة فيها من 12% إلى 9% في حين الثمار المخزنة على الصفر مئوي ترتفع نسبة الماء فيها من 10% إلى 17% كذلك اكياس التعبئة لها تاثير في التحكم بكمية الفقدان الرطوبي.

التغيرات في الكاربوهيدرات :-

تكون الكاربوهيدرات قسماً كبيراً من المواد الكيميائية الداخلة في تركيب الثمار وهي ناتجة عن عمليات البناء الضوئي Photosynthesis وتشمل الكربوهيدرات على :

1 - النشأ Starch
2 - السكريات الاحادية Monosaccharide's اهمها الكلوكوز و الفركتوز
3 - السكريات الثنائية Disaccharide's اهمها السكروز
4 - السكريات المتعددة Polysaccharide's مثل السليلوز والمواد البكتينية والنشأ
5 - مشتقات السكريات Sugar derivatives مثل الاسترات والكحولات والمواد الكلايكوسيدية والاحماض السكرية.

1- النشأ Starch:-

يتكون النشأ من عدد كبير من جزيئات الكلوكوز مرتبطة مع بعضها في سلسلة طويلة ترتبط بروابط كلايكوسيدية 4-1 ويتكون النشأ من الاميليز اكثر من 300 وحدة كلوكوز والاميليز يذوب في الماء ، الاميلوبكتين يتكون من اكثر من 1000 وحدة سكر كلوكوز في اواصر مستقيمة ذات اواصر كلايكوسيدية 4-1 وسلاسل اخرى متفرعة 1-6 وهو غير قابل للذوبان في الماء .

وتختلف نسبة النشأ في ثمار البطاطا 21% اميلو و78% اميلوبكتين ويتحلل النشأ بعملية Clycolysis حيث يتحول النشأ إلى سكريات اهمها الكلوكوز .ان عملية بناء وهدم النشأ تحدث بنفس الوقت في الثمار وعملية البناء تكون اسرع من عملية الهدم في المراحل الاولى لتكوين الثمار وعملية الهدم اسرع من البناء عند اكتمال النمو ونضج الثمار وتقوم الاوراق بصنع الغذاء على شكل سكريات بسيطة تنقل إلى الثمار وتتحول إلى نشأ حيث يخزن في الثمار ثم يتحلل عند النضج إلى سكريات . ان عملية تحلل النشأ تقوم بها انزيمات اهمها انزيم الاميليز وهناك انزيمات تنشط في درجات الحرارة المنخفضة تحول النشأ إلى سكر اهمها انزيم Invertase .

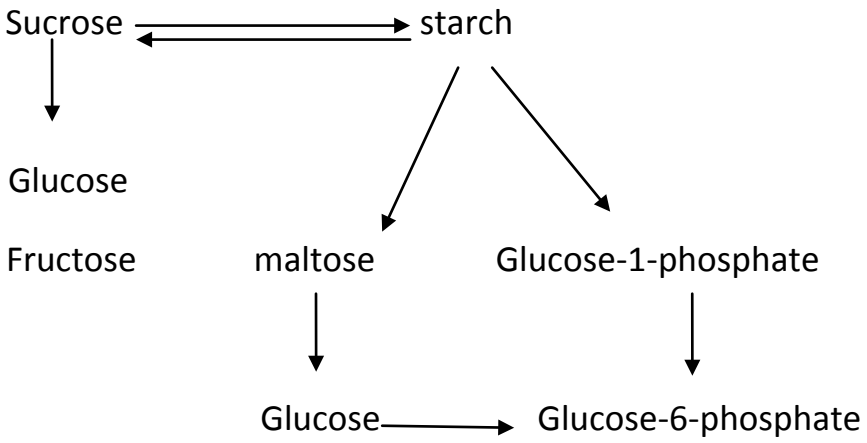
2- التغير في السكريات :-

تدخل الكاربوهيدرات إلى الثمار على شكل سكريات ويتحول السكر إلى نشأ عند وصولة الثمار ويخزن على شكل نشأ ثم يتحول النشأ عند النضج إلى سكر . والسكريات تقل نسبتها عند خزن الثمار لاستخدامها في عملية التنفس لانتاج الطاقة الضرورية لاجراء العمليات الحيوية في الثمار وثانياً نشاط الانزيمات التي تحلل السكريات .

ان نسبة السكريات تزداد عند نضج الثمار ثم تقل بعد عبور الثمرة مرحلة النضج التام والتدهور والشيخوخة.

كما وتحدث تغييرات متبادلة في السكريات اثناء النضج والخزن على الرغم من عدم زيادة نسبة السكريات الكلية . في العنب والشليك تزداد السكريات المختزلة على حساب السكروز وفي البطيخ تزداد نسبة السكروز مع نقصان السكريات المختزلة.

ليس النشأ وحده مصدر السكريات المعقدة مثل السليلوز والهيموسليلوز والبكتيمن الموجود في قشرة وجدران الخلايا تتحول عند تحللها إلى سكر .



شكل يمثل تحلل الكاربوهيدرات المخزنة في الثمار