الفصل الرابع عشر

تخزين وتسويق وتصدير الخضر

نتناول بالدراسة فى هذا الفصل موضوعات تخزين وتسويق وتصدير الخضر لما لها من علاقة ببعضها ؛ لأن التصدير هو تسويق خارجى ، وكلاهما ـ أى التسويق والتصدير ـ يعتمد على توفير الظروف المناسبة للخضر أثناء التخزين لحين طرحها فى الأسواق وأثناء الشحن إلى الأسواق ، سواء أكانت هذه الأسواق داخلية أم خارجية .

اهمية تخزين الخضروات

من أهم مزايا تخزين الخضر ما يلى :

١ - توفير الخضروات للمستهلك أطول فترة ممكنة .

٢ - زيادة استهلاك الخضروات نتيجة إطالة موسم عرضها بالأسواق .

٣ - زيادة سعر البيع بالنسبة للمنتج بصورة عامة ؛ بسبب عدم تكدس المحصول وقت الحصاد ؛ وبذلك يمكن تجنب الانخفاض الحاد فى الأسعار .

٤ - تسهيل عمليات النقل والشحن .

٥ - المساعدة على تصدير الخضر السريعة التلف .

ويتوقف قرار التخزين من عدمه على عدة عوامل ؛ منها :

١ - السعر الحالى والسعر المرتقب بعد انتهاء فترة التخزين .

٢ - تكاليف التخزين .

٣ - الفقد فى المحصول نتيجة الذبول وفقد الرطوبة والإصابات المرضية أثناء التخزين .

٤ - تكاليف إعادة الفرز والتعبئة بعد التخزين .

طرق تخزين الخضروات

من أهم الطرق المتبعة فى تخزين الخضروات ما يلى :

١ - التخزين على النباتات ، كما فى أصناف طماطم التصنيع .

٢ - التخزين فى الحقل :

أ ـ التخزين فى التربة فى المناطق الجافة ؛ كما فى البطاطا ، والقلقاس ، والطرطوفة .

ب ـ التخزين فى حفر أو خنادق فى تربة جافة ؛ كما فى البطاطا ، والقلقاس ، والجزر ، والبنجر بدون عرْش .

٣ - التخزين فى أبنية خاصة :

أ ـ التخزين فى حجرات تحت سطح التربة .

ب ـ التخزين فى حجرات فوق سطح التربة .

جـ ـ التخزين تحت جمالونات ؛ كما فى البطاطس والبصل .

د ـ التخزين فى عنابر .

٤ - التخزين البارد :

أ ـ فى الجو الطبيعى ؛ مثل حجرات التبريد ، وعربات النقل المبردة ، والثلاجات المنزلية .

ب ـ فى الجو المعدل .

التخزين فى الحقل

يمكن تخزين بعض الخضروات ـ كالكرنب ، ومعظم الخضر الجذرية ـ فى الحقل فى خنادق ، أو فى حفر خاصة ، أو تحت كومة من الأتربة . ويشترط لنجاح هذه الطريقة أن يكون المكان جافا وجيد الصرف . يتم التخزين بوضع الخضروات فى كومات تحاط بالقش ، ثم تغطى بغطاء من التربة يكفى لحمايتها من الحرارة الشديدة أو البرودة والتجمد . ويمكن توفير التهوية اللازمة بعمل فتحة خاصة تمتد عبر أنبوب من وسط الكومة إلى خارج الغطاء . ويتم إغلاق هذه الفتحة فى الجو القارس البرودة .

ويعيب مخازن الحقل عدم إمكانية التحكم فى درجة الحرارة أو الرطوبة النسبية بها ، وتعرضها للإصابة بالقارضات ، كما يكون من الصعب سحب الخضروات المخزنة فى الجو غير المناسب ، فضلا على أنه يحتاج إلى أيدٍ عاملة كثيرة .

التخزين فى الأبنية غير المبردة

تستعمل الأبنية غير المبردة بصفة خاصة فى تخزين الخضروات التى تحتاج إلى جو جاف نسبيا ، كالبصل ، والبطاطا . ويمكن التحكم فى درجة الحرارة والرطوبة النسبية إلى حد ما بالتحكم فى التهوية .

وتُنشأ بعض هذه الأبنية تحت سطح التربة عندما تسمح حالة الصرف بذلك ، وتسمى "Cellars" . ويجب العناية بعملية التهوية فى هذه المنشآت ؛ لأنها تكون ـ عادة ـ عالية فى الرطوبة النسبية ، وتخزن فيها البطاطا وغيرها من الخضروات الجذرية بنجاح .

وفى مصر تخزن البطاطس فى نوالات ، وهى أبنية ذات فتحات كافية للتهوية فى الجدران ، تغلق نهارًا ، وتفتح ليلا لاستقبال الهواء البارد .

التخزين البارد مع التحكم فى الرطوبة النسبية

يعتبر التخزين فى المخازن المبردة هو أكثر طرق التخزين شيوعًا ؛ نظرًا لأنه يساعد على حفظ الخضر بحالة جيدة لفترة طويلة نسبيا . ويتم فى هذه الطريقة التحكم فى درجةالحرارة والرطوبة النسبية ، لكن تبقى مكونات الهواء الجوى كما هى .

وسنتناول بالدراسة فى هذا الجزء بعض المصطلحات والتعاريف الهامة التى تفيدنا فى عمل حسابات التبريد ، ثم ننتقل إلى دراسة كيفية إجراء حسابات التبريد الضرورية عند إنشاء هذه المخازن المبردة ، وبعد ذلك نتعرف على الظروف المناسبة لتخزين محاصيل الخضر المختلفة .

المصطلحات المستخدمة فى مجال التبريد

١ - الوحدات الحرارية Heat Units :

أكثر الوحدات الحرارية شيوعًا هى : الكالورى ، والكيلو كالورى ، والوحدة الحرارية البريطانية .

أ ـ الكالورى Calori (اختصارًا cal) ، هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جرامٍ واحدٍ من الماء درجةً واحدة مئوية .

ب ـ الكيلو كالورى Kailocalori (اختصارًا Kcal) : هو كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية .

جـ ـ الوحدةالحرارية البريطانية British Thermal Unit (اختصارًا BTU) : هى كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة رطل واحد من الماء درجة واحدة فهرنهيتية (الوحدة الحرارية البريطانية = ٢٥٣ كالورى) .

٢ - الحرارة النوعية Specific Heat :

الحرارة النوعية هى كمية الحرارة - مقدرة بالكالورى - اللازمة لرفع درجة حرارة جرام واحد من المادة درجة واحدة مئوية . وكلما ازدادت الحرارة النوعية لمادة ما ، احتاجت إلى كمية أكبر من الطاقة الحرارية لرفع حرارتها ، وكانت أقل تعرضًا للتغير فى درجة الحرارة مع التغيرات فى الظروف البيئية . وفيما يلى الحرارة النوعية لعدد من المواد :

المـــــادة	الحرارة النوعية
المـــاء	١,٠٠
الثـلج	٠,٥٠
البخـار	٠,٤٨
كحول الإيثايل	٠,٥٨
الخشـب	٠,٤٢
الزجـــاج	٠,٢٠
الصلب	٠,١١

وللحرارة النوعية العالية للماء أهمية كبيرة فى حفظ الأنسجة النباتية من التغيرات فى درجة الحرارة مع التغيرات البيئية (Halfacre & Barden ١٩٧٩) .

ويمكن تقدير الحرارة النوعية لأى نوع من الخضر بالمعادلة التالية :

س = أ (١ - ٠,٢) + ٠,٢

حيث (س) الحرارة النوعية ، (أ) النسبة المئوية للرطوبة بالخضر ، (٠,٢) الحرارة النوعية للمادة الجافة (عن استينو وآخرين ١٩٦٣) .

٣ - حرارة السيولة Heat of Fusion :

حرارة السيولة هى كمية الحرارة اللازمة لتغيير جرام واحد من المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة ، دون أن يحدث تغير فى درجة حرارتها ؛ أى وهى عند درجة الذوبان Melting Point .

٤ - حرارة التبخر Heat of Vaporization :

حرارة التبخر هى كمية الحرارة اللازمة لتغيير جرام واحد من المادة عند درجة الغليان من الحالة السائلة إلى حالة بخار . هذا . . ويلزم التخلص من نفس الكمية من الحرارة لتحويل جرام واحد من المادة من حالة بخار إلى الحالة السائلة عند درجة الغليان .

ويوضح جدول (١٤ - ١) حرارة السيولة وحرارة التبخر لعدد من المواد . ويتضح من الجدول ارتفاع قيمة حرارة السيولة والتبخر بالنسبة للماء ، بالمقارنة بالمواد الأخرى .

جدول (١٤ - ١) : حرارة السيولة ، وحرارة التبخر لبعض المواد (بالكالورى) .

المادة	حرارة السيولة	حرارة التبخر
الكحول الإيثيلى	٢٥,٠	٢٠٤
الأكسجين	٣,٣	٥١
الماء	٨٠,٠	٥٤٠

٥ - انتقال الحرارة Heat Transfer :

تنتقل الحرارة بإحدى ثلاث طرق ، ويكون انتقالها دائمًا من الأجسام الساخنة إلى الأجسام الأبرد .

أ ـ بالتوصيل Conduction :

التوصيل هو انتقال الحرارة خلال مادة . ويتناسب معدل التوصيل مع مقطع مادة التوصيل والتدرج الحرارى من الجانب الساخن نحو الجانب الأبرد ، كما يختلف حسب المادة التى يتم التوصيل الحرارى من خلالها . فالصلب ينقل الحرارة جيدًا ، بينما يعتبرالخشب موصلا رديئًا للحرارة . ويعتبر الهواء موصلا رديئًا جدا .

ب ـ بالحمل Convection :

الحمل هو انتقال الحرارة بواسطة مادة متحركة . ويتوقف ذلك على تولد تيارات حمل .

جـ ـ بالإشعاع Radiation :

الإشعاع هو انتقال الطاقة دون ضرورة لوجود مادة موصلة . وتتكون الأشعة الحرارية من أشعة كهرومغناطيسية تنتقل بسرعة الضوء ، وهى ٣ × ١٠^٨ متر / ثانية .

٦ - حرارة الحقل Field Heat :

هى الحرارة التى يلزم التخلص منها لخفض درجة حرارة المنتج إلى الدرجة المناسبة للتخزين ، تضاف إليها الحرارة النوعية Vital Heat ، وهى الحرارة التى تنتج من تنفس المنتج أثناء تبريده حتى وصوله إلى درجة الحرارة المناسبة للتخزين .

٧ - طن التبريد Ton of Refrigeration :

هو كمية الحرارة التى يلزم اكتسابها بواسطة طن من الثلج أثناء الذوبان فى درجة حرارة الصفر المئوى خلال فترة ٢٤ ساعة . ويتطلب الأمر ١٤٤ وحدة حرارية بريطانية لإذابة رطل واحد من الثلج فى درجة حرارة الصفر المئوى ، أو حوالى ٢٨٨٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية لإذابة طن من الثلج فى درجة حرارة الصفر المئوى ؛ ويعنى ذلك ١٢٠٠٠ B.t.u. / ساعة .

٨ - الحرارة الحيوية Vital Heat :

الحرارة الحيوية هى الحرارة الناتجة من التنفس . ويمكن تقدير كمية الحرارة الحيوية لأى محصول أثناء التخزين بتقدير كمية غاز ثانى أكسيد الكربون المنطلقة منه أثناء التنفس بالملليجرام فى الساعة ، وضرب الناتج فى عدد ثابت هو ٢٢٠ .

فمثلا . . إذا أنتج البروكولى ١٦٠ ملليجرام / CO_2 / ساعة / كيلو جرام من الخضار على حرارة ٤٠ف (٤,٤م) ، فإن ذلك يعنى أنه ينطلق من البروكولى :

١٦٠ × ٢٢٠ = ٣٥٢٠٠ B.t.u. لكل طن من البروكولى فى اليوم ، ويمثل الثابت ٢٢٠ كمية الحرارة المنطلقة عند التنفس ، مقدرة بالوحدات الحرارية البريطانية إذا ما أنتج الطن الواحد من الخضر الطازجة ملليجرام واحد من غاز CO_2 فى مدة ٢٤ ساعة . ويقدر الثابت كالتالى :

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 673 \text{ kilocalorie}$$

∴ ٦ CO_2 ← ٦٧٣ كيلو كالورى

∴ ١ CO_2 ← $\frac{٦٧٣}{٦}$ = ١١٢,١ كيلو كالورى

∴ ٤٤ جم CO_2 ← ١١٢,١ كيلو كالورى

∴ ١ ملليجرام CO_2 $\frac{١١٢,١}{١٠٠٠ \times ٤٤}$ = ٠,٠٠٢٥٥ كيلو كالورى

= ٢,٥٥ كالورى (سعر حرارى)

وللتحويل من السعرات الحرارية / كجم / ساعة إلى وحدات حرارية بريطانية / طن / يوم نضرب فى ٨٦,٣ ليصبح الناتج ٢,٥٥ × ٨٦,٣ = ٢٢٠ وهو الثابت المطلوب (عن Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

حسابات التبريد

إذا أُريد حساب كمية حرارة الحقل اللازم إزالتها من ١٠ أطنان من الخضر ، علمًا بأن حرارة الحقل ٩٠ف ، وحرارة المخزن ٤٠ف ، والنسبة المئوية للرطوبة بالخضر المراد تخزينها ٨٠٪ ، والعبوات المستعملة خشبية سعة ٥٠ رطلا ، ووزن الصندوق الفارغ ٥ أرطال ، والحرارة النوعية للخشب ٠,٣ ، فإنه يلزم لذلك إجراء الحسابات التالية :

الحرارة النوعية للخضر س = ٠,٨ × (١ ـ ٠,٢) + ٠,٢ = ٠,٨٤ B.t.u. لكل درجة واحدة فهرنهيتية .

∴ الحرارة النوعية لـ ١٠ أطنان = ٠,٨٤ × ٢٠٠٠ × ١٠ = ١٦٨٠٠٠ B.t.u.

∴ كمية الحرارة اللازم إزالتها من ١٠ أطنان من الخضر لخفض حرارتها من ٩٠° ف إلى ٤٠°ف .

= ١٦٨٠٠ × (٤٠ - ٩٠) = ٨٤٠٠٠٠ B.t.u.

عدد الصناديق الخشبية اللازمة = $\frac{١٠ \times ٢٠٠٠}{٥٠}$ = ٤٠٠ صندوق

وزن جميع الصناديق = ٤٠٠ × ٥ = ٢٠٠٠ رطل

الحرارة النوعية لخشب الصناديق = ٢٠٠٠ × ٠,٣ = ٦٠٠ B.t.u. لكل درجة واحدة فهرنهيتية .

∴ كمية الحرارة اللازم إزالتها من الصناديق لخفض حرارتها من ٩٠° ف إلى ٤٠°ف

= ٦٠٠ × (٤٠ - ٩٠) = ٣٠٠٠ B.t.u.

كمية الحرارة الكلية اللازم إزالتها من الخضر والصناديق = ٨٤٠٠٠٠ + ٣٠٠٠

= ٨٧٠٠٠٠ B.t.u. (استينو وآخرون ١٩٦٣) .

وسائل التبريد

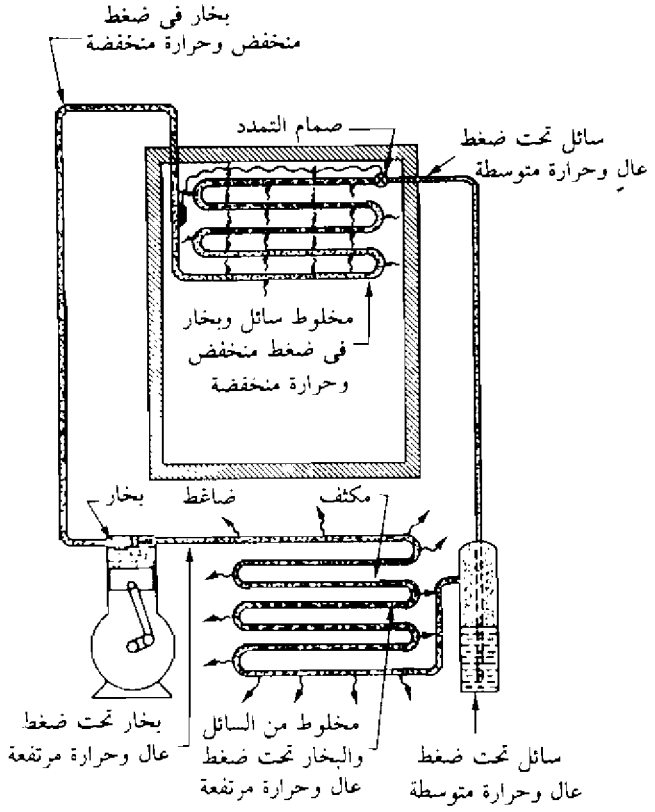
تعتمد معظم المخازن المبردة على التبريد الميكانيكى Mechanical Refrigeration كوسيلة للتحكم فى درجة حرارة المخزن . ويعتمد هذا النظام على خاصية اكتساب السوائل للحرارة عند تحولها إلى غاز . وأبسط طريقة لتحقيق ذلك هى إطلاق النيتروجين السائل فى حيز المخزن ، ولكن ذلك يتطلب إمدادات خارجية مستمرة من الغاز المُسال . ولا يتبع ذلك إلا فى تبريد الشاحنات ، حينما يكون للتركيز العالى من النيتروجين والتركيز المنخفض من الأكسجين أهمية إضافية فى احتفاظ المنتج بجودته أثناء الشحن .

وتَسْتَخْدِم نُظمُ التبريد الميكانيكى الأكثر شيوعًا غازاتٍ أخرى مثل الأمونيا وعدد من الهاليدات السائلة halide fluides (والتى يشار إليها أحيانًا بالاسم التجارى «فريون») ؛ حيث يتم تجميع البخار بواسطة ضاغط compressor ، ويزود النظام بوسيلة لتبادل الحرارة مع الوسط المحيط به .

ويبين شكل (١٤ - ١) مكونات هذا النظام الميكانيكى للتبريد . يلاحظ فى

الشكل أن سائل التبريد يمر من خلال صمام التمدد ؛ حيث ينخفض الضغط فجأة ؛ ليتبخر السائل وتنخفض حرارته إلى درجة مؤثرة فى إزالة الحرارة من حيز التخزين . ويُحصل على الحرارة المسئولة عن تبخر السائل من المادة أو المنتج الذى يُراد تبريده ؛ حيث تنتقل الحرارة منه إلى هواء المخزن ، ثم إلى ملف التبريد الذى يتحول بداخله سائل التبريد إلى الحالة الغازية ؛ ولذا . . فإن ملف التبريد يقع ـ بالضرورة ـ فى داخل الحيز الذى يُراد تبريده .

وبعد أن يكتمل تحول سائل التبريد إلى غاز ، فإن الغاز يُعاد ضغطه بضاغط ؛ ليمر من خلال مكثف condenser ، ويتم تبريده إلى سائلٍ من جديد . ويقع المكثف ـ بالضرورة ـ خارج الحيز الذى يُراد تبريده ؛ لأنه طارد للحرارة . يخزن السائل المكثف بعد ذلك فى مستقبِل ؛ ليتم إخراجه ـ تدريجيا ـ حسب مدى الحاجة إلى التبريد .



شكل (١٤ - ١) : تخطيط للنظام الميكانيكى للتبريد .

وقد يتم تبريد المخازن بوسائل أخرى ؛ مثل نظام المروحة والوسادة ، أو بالاعتماد على هواء الليل البارد فى المناطق التى يوجد فيها فرق كبير بين درجتى حرارة الليل والنهار ، أو على مياه الآبار الباردة .

ولمزيد من التفاصيل عن مختلف وسائل التبريد المتبعة فى المخـازن . . يراجع Kader وآخرون (١٩٨٥) .

الرطوبة النسبية ووسائل قياسها

تُعرّف الرطوبة النسبية Relative Humidity بأنها : « النسبة المئوية لما يحمله حيز من الهواء من بخار الماء إلى أقصى ما يمكن أن يحمله نفس هذا الحيز من بخار الماء فى نفس درجة الحرارة » .

وسائل قياس الرطوبة النسبية

تستخدم عدة أجهزة فى قياس الرطوبة النسبية Relative Humidity ، ويعد السيكروميتر psychrometer أكثرها شيوعًا . يحتوى هذا الجهاز على ترمومترين : تُترَك بصيلة (مستودع الزئبق) أحدهما دون غطاء (الترمومتر الجاف) ، بينما تُغَطَّى بصيلة الترمومتر الآخر بقطعة من القماش المبلل بماء مقطر wick (الترمومتر المبتل) . يقيس السيكروميتر « قوة تجفيف drying power » الهواء . وتعتمد النظرية التى يعمل على أساسها على أنه لو كان الهواء المحيط بالبصلية المبتلة غير مشبع بالماء فإن الماء سيتبخر من القماش المبلل المحيط به ؛ مما يؤدى إلى انخفاض حرارته .

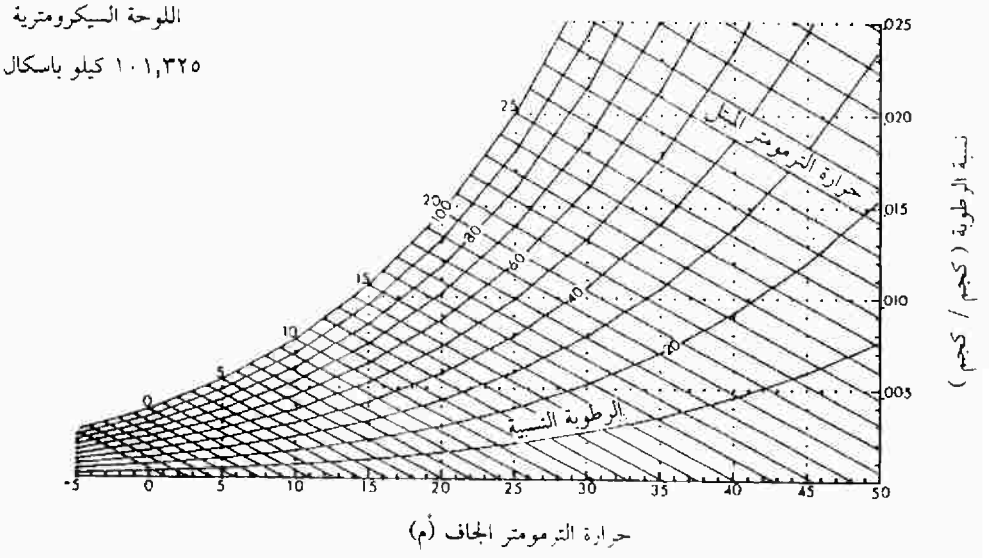
وتنخفض حرارة الترمومتر المبتل إلى قيمة معينة حينما تتعادل الحرارة التى تصل ـ بالحمل convection والتوصيل conduction ـ من الهواء المنساب حول البصيلة مع الحرارة اللازمة لتبخيز الماء النقى الموجود فى قطعة القماش المبللة . ويمكن حساب الرطوبة النسبية من الفرق بين قراءتى الترمومترين الجاف والمبتل بالاستعانة بجداول أو رسوم بيانية خاصة .

وتعد الحركة السريعة للهواء حول الترمومترات ضرورية لدقة القياس ؛ ويتحقق ذلك بسحب تيار مستمر من الهواء بالقرب من بصيلتى الترمومترين ، مع تسجيل القراءة فى كليهما فى وقت متقارب وبدقة ، ومع الاحتراس لكى لا تؤثر فيهما حرارة

الجسم أو الحرارة المنبعثة من الأجسام الأخرى المحيطة بهما . ويتحقق ذلك بحفظ السيكروميتر بداخل صندوق خشبى يسمح بمرور الهواء بحرية من خلاله وحول الجهاز .

يلاحظ أنه ـ عند الصفر المئوى أو الحرارة الأقل من ذلك ـ يؤدى أى خطأ ولو بمقدار نصف درجة مئوية فى قراءة أى من الترمومترين الجاف أو المبتل إلى خطأ يقدر بنحو ٥ – ١٠٪ فى قراءة الرطوبة النسبية ؛ ولذا . . يجب أن تستخدم ترمومترات معايرة جيداً لهذا الغرض .

تستخدم اللوحة السيكرومترية psychrometric chart (شكل ١٤ – ٢) فى التوصل إلى قيمة الرطوبة النسبية من واقع قراءتى الترمومترين الجاف والمبتل .



شكل (١٤ – ٢) : اللوحة السيكرومترية psychrometric chart التى تستخدم فى التوصل إلى قراءة الرطوبة النسبية (يراجع المتن للتفاصيل) .

تظهر درجة حرارة الترمومتر الجاف على المحور الأفقى للوحة ، بينما يمثل المحور الرأسى المحتوى الرطوبى للهواء ، وهو ما يعرف بالرطوبة المطلقة absolute humidity أو نسبة رطوبة بخار الماء إلى الهواء (humidity ratio) . وتكون وحدة قياس الرطوبة المطلقة ـ عادة ـ هى وزن بخار الماء لكل وزن معين من الهواء الجاف ،

ويعبر عنها بالجـرام / كجم (أو بالكيلو جرام / كيلو جرام فى النظام الدولى للوحدات) .

وعادة .. تتراوح الرطوبة المطلقة من ٠,٠٠٤ - ٠,٠١٥ كجم / كجم . وبالرغم من أن نسبة بخار الماء تتراوح فى هذا المدى الرطوبى بين ٠,٤٪ و١,٥٪ ـ بالوزن ـ من الهواء ، فإن بخار الماء يلعب دورًا جوهريا فى التأثير على فترة بقاء الخضر المخزنة بحالة نضرة .

ويظهر على أعلى خط منحن فى اللوحة الحد الأقصى لكمية بخار الماء التى يمكن أن يحملها الهواء عند كل درجة حرارة . يلاحظ أن الهواء تزيد قدرته على حمل بخار الماء ـ تدريجيا ـ مع كل ارتفاع فى درجة حرارته . ويعرف هذا المنحنى العلوى كذلك بمنحنى الـ ١٠٠٪ رطوبة نسبية . أما المنحنيات الأخرى ، فإنها ـ كما تظهر فى الشكل من أعلى إلى أسفل ـ منحنيات الـ ٨٠٪ ، والـ ٦٠٪ ، و الـ٤٠٪ ، والـ ٢٠٪ رطوبة نسبية . ويمثل المحور الأفقى منحنى الـ صفر ٪ رطوبة نسبية .

ويمكن رسم منحنى لـ ٥٠٪ رطوبة نسبية ؛ حيث إنه يمر بالنقط التى تمثل رطوبة مطلقة تعادل نصف أقصى رطوبة مطلقة فى أى درجة حرارة ؛ أى إنه يقع ـ دائمًا ـ فى منتصف المسافة العمودية بين منحنى الـ ١٠٠٪ رطوبة نسبية والمحور الأفقى الذى يمثل «صفر٪» رطوبة نسبية . ويمكن رسم أية خطوط أخرى للرطوبة النسبية باتباع نفس الطريقة .

وكقاعدة عامة ـ كما يلاحظ من الشكل ـ فإن قدرة الهواء على حمل الرطوبة تزداد ـ تقريبًا ـ بمقدار الضعف مع كل ارتفاع قدره ١١م فى درجة الحرارة .

وإذا انخفضت درجة حرارة الهواء فى المخازن ، فإن قدرته على حمل بخار الماء تنخفض تبعا لذلك ، وربما يصبح مشبعًا ببخار الماء ؛ أى تصبح رطوبته النسبية ١٠٠٪ . وإذا استمر الانخفاض فى درجة حرارة الهواء ، فإنه يفقد جانبًا من رطوبته فى صورة

ندى أو تكثف لبخار الماء . وتعرف الحرارة التى يحدث عندها التكثف باسم « حرارة الندى dew point temperature » . وقد يكون الفقد الرطوبى فى صورة صقيع إذا انخفضت الحرارة إلى أقل من الصفر المئوى ، وتعرف الحرارة حينئذ باسم « حرارة الصقيع frost point temperature » .

وتظهر درجة حرارة الترمومتر المبتل بالخطوط المائلة التى تمتد قطريا إلى أعلى ـ من اليمين إلى اليسار ـ عبر الشكل . تُستعمل هذه الخطوط فى تحديد النقطة التى تمثل حالة الهواء بدقة على اللوحة السيكرومترية كما قيست باستخدام السيكروميتر ؛ حيث إن نقطة تقاطع خط قراءة الترمومتر المبتل مع الخط العمودى ـ الذى يمثل قراءة الترمومتر الجاف ـ تمثل حالة الحرارة والرطوبة الجوية (عن Grierson & Wardowski ١٩٧٥ ، و Kader وآخرين ١٩٨٥) .

كذلك يمكن أخذ قراءات مباشرة للرطوبة النسبية باستعمال الـ hair hygrometers . ويتعين فى هذه الحالة معايرة هذه الأجهزة دوريا باستعمال سيكروميتر .

وتستخدم الـ electrical hygrometers ـ كذلك ـ بصورة متزايدة لقياس الرطوبة ، وللتحكم فى أجهزة الترطيب humidifying equipments . وأساس عمل هذه الأجهزة هو قدرة الغشاء الهيجروسكوبى hygrocsopic film على تغيير مقاومته للكهرباء مع أى تغير صغير فى الرطوبة النسبية . وتجب معايرة هذه الأجهزة بصورة دورية .

وسائل التحكم فى الرطوبة النسبية

إذا لم تكن رطوبة المخزن بعد التبريد كافية ، فإنه ينصح بإضافة رذاذ الماء إلى هواء المخزن ، أو رش الأرضيات بالماء عدة مرات ، وعادة ما تكفى ٤ لترات من الماء / متر مكعب لكل طن تبريد ؛ للحفاظ على ٨٥٪ رطوبة نسبية (Ware & MaColium ١٩٧٥) .

ومما يساعد على تأمين الرطوبة النسبية المناسبة استعمال الثلج المجروش ، ورش المنتجات بالماء ، وعدم اختلاف حرارة ملفات التبريد عن حرارة هواء المخزن بأكثر من ثلاث درجات مئوية ـ لمنع تكثف الرطوبة عليها ـ ويتحقق ذلك باستعمال ملفات كبيرة .

والأكثر شيوعًا هو استخدام أجهزة الترطيب ، التى تقوم بإضافة الماء آليا ـ عند اللزوم ـ على صورة ضباب . ويتم التحكم الآلى عن طريق الـ electrical hygrometers التى سبقت الإشارة إليها .

درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر

يوضح جدول (١٤ - ٢) درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين مختلف محاصيل الخضر ، مع بيان فترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

تقسيم محاصيل الخضر حسب درجات الحرارة والرطوبة النسبية المناسبة لتخزينها

يمكن تقسيم محاصيل الخضر ـ حسب درجات الحرارة والرطوبة النسبية المناسبة لتخزينها ـ إلى ثلاث مجموعات ، كما يلى :

أولا : الخضر الورقية والقضة الساقية والزهرية

١ - الورقية : تتضمن الخس ، والكرنب ، والكرنب الصينى ، والكرنب بروكسل ، والكرفس ، والروبارب ، والسبانخ ، والسلق ، والكيل ، والهندباء ، والبقدونس ، والبصل الأخضر .

٢ - الساقية : تتضمن الهليون ، وكرنب أبو ركبة ، والفينوكيا .

٣ - الزهرية : تتضمن الخرشوف ، والبروكولى ، والقنبيط .

يتطلب تخزين هذه الخضروات سرعة تبريدها إلى ١ ± ١°م ، مع تجنب تعريضها للتجمد ، ثم تخزينها تحت الظروف الحرارية ، مع رطوبة نسبية ٩٠٪ - ٩٥٪ .

جدول (١٤ - ٢) : درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر ، وفترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين		
	درجة الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
الخرشوف	صفر	٩٥	٢ - ٤ أسابيع
الطرطوفة	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٥ شهور
الهليون	صفر - ٢	٩٥	٢ - ٣ أسابيع
فاصوليا الليما	صفر - ٤	٩٠	١ - ٢ أسبوع
الفاصوليا الخضراء	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ أيام
البنجر (بالأوراق)	صفر	٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
البنجر (بدون أوراق)	صفر	٩٥	٣ - ٥ شهور
البروكولى	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
كرنب بروكسل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٥ أسابيع
الكرنب	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٦ أسابيع
الكرنب الصينى	صفر	٩٠ - ٩٥	١- ٢ شهر
الجزر (بدون أوراق)	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهور
القنبيط	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسابيع
الكرفس	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ شهور
الكولارد	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
الذرة السكرية	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٨ أيام
الخيار	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
الباذنجان	٧ - ١٠	٩٠	أسبوع واحد
الهندباء	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسابيع
الثوم	صفر	٦٥ - ٧٠	٦ - ٧ شهور
فجل الحصان	١- إلى صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٢ شهرًا
الكيل	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
كرنب أبو ركبة	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسابيع
الكرات أبو شوشة	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ شهور
الخس	صفر	٩٥	٢ - ٣ أسابيع

(يتبع)

تابع جدول (١٤ - ٢) .

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين		
	درجة الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
القاوون :			
الشبكى (٤/٣ انفصال)	٢ - ٤	٨٥ - ٩٠	١٥ يومًا
الشبكى (انفصال كامل)	صفر - ٢	٨٥ - ٩٠	٥ - ١٤ يومًا
الكاسابا	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ أسابيع
شهد العسل	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٣ - ٤ أسابيع
الفارسى	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	أسبوعان
البطيخ	٤ - ١٠	٨٠ - ٨٥	٢ - ٣ أسابيع
عيش الغراب	صفر	٩٠	٣ - ٤ أيام
البامية	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ أيام
البصل (الرءوس)	صفر	٦٥ - ٧٠	١ - ٨ شهور
البصل الأخضر	صفر	٩٠ - ٩٥	-
البقدونس	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٢ شهر
الجزر الأبيض	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٦ شهور
البسلة الخضراء	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ أسابيع
الفلفل الأخضر	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسابيع
الفلفل الأحمر	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	أسبوع واحد
البطاطس	٤	٩٠	٤ - ٥ شهور
القرع العسلى	١٠ - ١٣	٧٠ - ٧٥	٢ - ٣ شهور
الفجل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٤ أسابيع
الروبارب	صفر	٩٥	٢ - ٤ أسابيع
الروتاباجا	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ شهور
السلسفيل	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ شهور
السبانخ	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يومًا
الكوسة	صفر - ١٠	٩٠	٥ - ١٤ يومًا
قرع الشتاء	١٠ - ١٣	٥٠ - ٧٥	١ - ٦شهور حسب الصنف
البطاطا	١٣ - ١٦	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ شهور
طماطم خضراء مكتملة التكوين	١٣ - ٢١	٨٥ - ٩٠	١ - ٣ أسابيع
طماطم حمراء	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٧ أيام
اللفت	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهور
الكرسون المائى	صفر - ٢	٩٠ - ٩٥	٣ - ٤ أيام

ولا يوصى بتخزين خضروات هذه المجموعة لفترات طويلة باستثناء الكرنب ، والكرنب الصينى ، والكرفس .

ويتعين تحريك هواء المخزن بين الخضر المخزنة للمحافظة على درجة الحرارة المطلوبة ، مع التخلص من غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج من عملية التنفس أولا بأول ، وتأمين مستوى مناسب من الأكسجين ، وعدم تعريض الخضروات المخزنة لغاز الإيثيلين .

ثانيًا : الخضر الجذرية ، والساقية المتدرنة ، والبصلية

١ - الجذرية : تتضمن البنجر ، والجزر ، والفجل ، وفجل الحصان ، والجزر الأبيض ، واللفت ، والبطاطا ، والكاسافا .

٢ - الساقية المتدرنة : تتضمن البطاطس ، والطرطوفة ، واليام ، والقلقاس .

٣ - البصلية : تتضمن البصل والثوم .

ويناسب تخزين هذه المحاصيل الظروف التالية :

١ - تخزن الخضر الجذرية من محاصيل المواسم الباردة (مثل : البنجر ، والجزر ، والفجل ، وفجل الحصان ، والجزر الأبيض ، واللفت) فى حرارة الصفر المئوى ، مع رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٥٪ و٩٨٪ ، والتهوية الجيدة للتخلص من الحرارة وثانى أكسيد الكربون الناتجين من التنفس .

٢ - يمكن تخزين البطاطس لمدة ١٠ - ١٢ شهرًا ، ولكن تتوقف ظروف التخزين المناسبة على الهدف الذى يخزن من أجله المحصول ؛ فالبطاطس التى تخزن لأجل التسويق الطازج يناسبها حرارة ٤ - ٧م ، و٩٥٪ - ٩٨٪ رطوبة نسبية ، والتهوية الجيدة (بمعدل ٠,٠٢م٣ هواء / دقيقة / ٤٥ كجم من البطاطس المخزنة) لمنع تراكم غاز ثانى أكسيد الكربون ، والإظلام التام لمنع اخضرار الدرنات .

أما البطاطس التى تخزن لأجل التصنيع (مثل صناعة الشبس) فيناسبها حرارة

٨ - ١٢°م ، ورطوبة نسبية من ٩٥٪ - ٩٨٪ ، والتهوية الجيدة ، والإظلام التام كذلك .

ويناسب البطاطس التى تخزن لأجل استعمالها كتقاوٍ حرارة صفر - ٢°م ، ورطوبة نسبية ٩٥٪ - ٩٨٪ ، وتهوية جيدة .

٣ - تتوقف حرارة التخزين المناسبة للثوم على طول فترة التخزين المطلوبة ؛ فهى صفر°م عند الرغبة فى التخزين المحصول لمدة ٦ - ٧ شهور ، و٢٨ - ٣٠°م إذا كان التخزين لمدة لا تزيد على الشهر . وفى كل الأحوال يجب كذلك توفير ٧٠٪ رطوبة نسبية ، وتهوية بمعدل متر مكعب واحد من الهواء / دقيقة / متر مكعب من محصول الثوم المُخزّن .

٤ - تتوقف فترة تخزين البصل الممكنة على كلٍّ من الصنف ودرجة حرارة التخزين ؛ فتتراوح الفترة من شهر واحد بالنسبة للأصناف القليلة الحرافة ـ التى تنخفض فيها نسبة المواد الصلبة ـ إلى ٦ - ٧ شهور بالنسبة للأصناف العالية الحرافة التى ترتفع فيها نسبة المواد الصلبة . ويجب أن يكون التخزين إما فى حرارة منخفضة (صفر - ٥°م) ، وإما فى حرارة مرتفعة (٢٨ - ٣٠°م) ؛ لأن الحرارة المعتدلة تحفز تنبيت الأبصال .

كذلك يجب أن تتوفر فى مخازن البصل رطوبة نسبية تتراوح بين ٦٥٪ و٧٠٪ ، وتهوية جيدة بمعدل ٠,٥ - ١,٠م^{3} من الهواء / دقيقة / متر مكعب من البصل المُخزّن ، مع عدم تعريض الأبصال للضوء .

٥ - وتخزن الخضر الجذرية الاستوائية فى الظروف التالية :

المحصول	درجة الحرارة (°م)	الرطوبة النسبية (٪)	مدة التخزين
الكاسافا	٥ - ٨	٨٠ - ٩٠	٢ - ٤ أسابيع
البطاطا	١٢ - ١٤	٨٥ - ٩٠	٦ شهور على الأقل
القلقاس	١٣ - ١٥	٨٥ - ٩٠	٤ شهور على الأقل
اليام	١٣ - ١٥	قريبا من ١٠٠٪	٦ شهور على الأقل

ثالثاً : الخضر الثمرية

١ - الثمار غير المكتملة التكوين : تتضمن البقوليات (فاصوليا الليما ، والفاصوليا العادية ، والبسلة ، واللوبيا) ، والخيار ، والكوسة ، والباذنجان ، والفلفل ، والبامية ، والذرة السكرية .

٢ - الثمار المكتملة التكوين : تتضمن القاوون ، والبطيخ ، والقرع العسلى ، والطماطم .

تعتبر معظم خضروات هذه المجموعة حساسة للبرودة (الحرارة الأقل من ١٢,٥م) ، ويتوقف مقدار الضرر على مدى الانخفاض فى درجة الحرارة ، وطول فترة التعرض للحرارة ، والمحصول ذاته .

وتكون ظروف التخزين المناسبة كما يلى :

١ - الثمار المكتملة التكوين :

أ ـ الطماطم الخضراء المكتملة التكوين والقرع العسلى : ١٣ - ١٥,٥م .

ب ـ الطماطم الملونة جزئيا ، والقاوون الشبكى ، وشهد العسل فى بداية مراحل اكتمال النضج : ٥ - ٧م .

جـ ـ الطماطم المكتملة النضج والبطيخ : ٧ - ١٠م .

د ـ القاوون المكتمل النضج : ٤ - ٦م .

٢ - الثمار غير المكتملة التكوين :

أ ـ الباذنجان ، والخيار ، والكوسة ، والبامية : ١٠ - ١٣م .

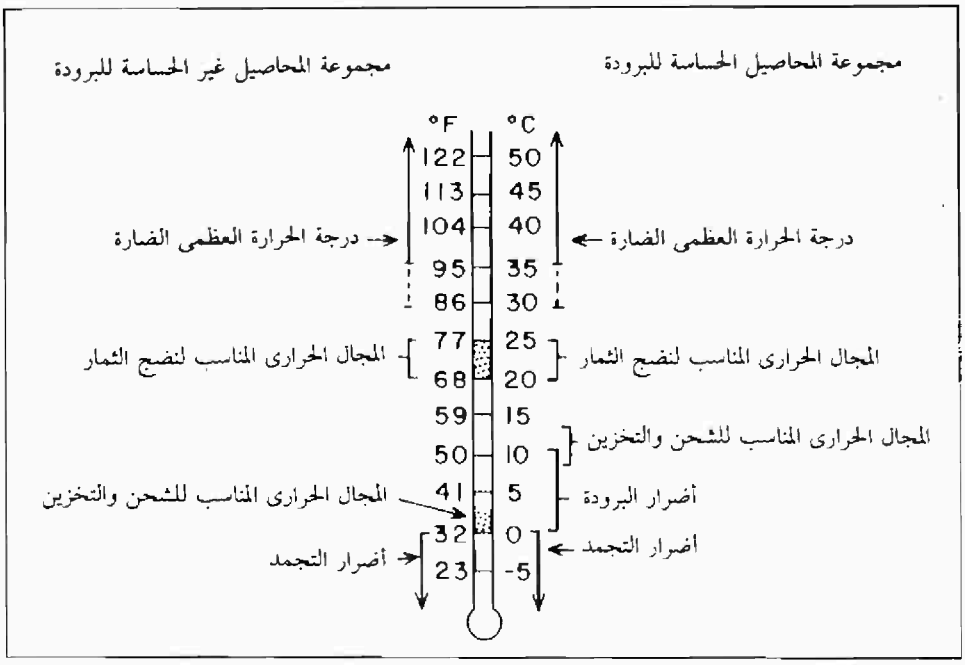
ب ـ الفلفل : ٥ - ٧م .

جـ ـ فاصوليا الليما ، والفاصوليا العادية ، واللوبيا : ٥ - ٨م .

د ـ البسلة ، والفول الرومى ، والذرة السكرية : صفر م .

ويناسب جميع الخضروات رطوبة نسبية تتراوح بين ٩٠٪ و٩٥٪ ، فيما عدا القرع العسلى الذى تناسبة رطوبة نسبية تتراوح بين ٦٠٪ و ٧٠٪ .

ويبين شكل (١٤ - ٣) الظروف الحرارية المناسبة لتخزين مختلف الخضروات ، مقسمة حسب كونها حساسة للبرودة ، أم غير حساسة لها .



شكل (١٤ - ٣) : الظروف الحرارية المناسبة لتخزين مختلف الخضروات حسب كونها حساسة للبرودة (مثل : الفاصوليا الخضراء ، والخيار ، والباذنجان ، والقاوون ، والبامية ، والفلفل ، والبطاطس ، والقرع العسلى ، وقرع الكوسة ، والبطاطا ، والطماطم ، والبطيخ) ، أم غير حساسة لها (مثل : الخرشوف ، والهيلون ، وفاصوليا الليما ، والبنجر ، والبروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكرنب ، والجزر ، والقنبيط ، والكرفس ، والذرة السكرية ، والثوم ، والخس ، والبصل ، والبسلة ، والفجل ، والسبانخ ، واللفت) (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

ويمكن إجمالا القول بأن الذرة السكرية وجميع خضر الجو البارد تخزن فى درجة الصفر المئوى ، وتستثنى من ذلك البطاطس التى يفضل تخزينها فى حرارة ٤°م . أما خضر الجو الدافئ ، فيفضل تخزينها فى حرارة من ٧ - ١٠°م ؛ لأن انخفاض درجة الحرارة عن ذلك يؤدى إلى تعرضها لأضرار البرودة . ويلخص جدول (١٤ - ٣) درجات الحرارة المثلى لتخزين الخضر ، وفترة التخزين المناسبة .

أما فيما يتعلق بالرطوبة النسبية ، فإن محاصيل القرع العسلى والبصل والثوم تحتفظ بجودتها بصورة جيدة فى رطوبة نسبية من ٧٠٪ - ٧٥٪ ، بينما تُفَضِّل باقى الخضروات رطوبةً نسبيةً تتراوح بين ٩٠٪ و ٩٥٪ ، ويستثنى من ذلك بعض خضر

جدول (١٤ - ٣) : تقسيم محاصيل الخضر حسب درجة الحرارة المثلى للتداول والتخزين ، وطول فترة التخزين الممكنة (عن عبد القادر ١٩٨٦) .

طول فترة التخزين الممكنة	درجة الحرارة المثلى للتداول والتخزين (°م)			
	صفر	٥	١٠	١٣
أقل من أسبوع	البسلة - الفول البلدى الأخضر - البصل الأخضر - الفراولة	-	الطماطم المكتملة التلوين	
١ - ٢ أسبوع	الخرشوف - السبانخ - الخس الورقى - البروكولى - عيش الغراب	القاوون اللوبيا الخضراء	الخيار - قرع الكوسة - الفلفل - الباذنجان - الباميه	الطماطم (نصف تلون)
٢ - ٣ اسابيع	الهليون - الكرفس - الشيكوريا - الخس - الكرنب		كيزان العسل - الشمام - البطيخ - القثاء	الطماطم (أقل من ربع تلون)
٣ - ٤ اسابيع	القنبيط - الفجل - البقدونس			الطماطم المكتملة النمو الخضراء
٤ - ٦ اسابيع	الكرنب - الكرنب الصينى - الكرات			
أكثر من ٦ اسابيع	الجزر - بنجر المائدة - اللفت - الطرطوفة - البصل - الثوم	البطاطس (للاستهلاك الطازج)	البطاطس (للتصنيع)	البطاطا - القلقاس - القرع العسلى

الجو الدافئ التى تناسبها رطوبة نسبية تتراوح بين ٨٥٪ و ٩٠٪ ؛ كالباذنجان ، والقاوون ، والكوسة ، والبطاطا ، والطماطم .

وتجدر الإشارة إلى أنه كلما طالت فترة تخزين الخضر ، قصرت الفترة التى تبقى خلالها محتفظة بجودتها بعد إخراجها من المخزن .

ويصاحب إخراج الخضر من المخزن تكثُّف بخار الماء على المنتج ، وهى الظاهرة التى تعرف باسم « التعرق sweating » . ويزداد التعرق بزيادة الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى . وهذه الظاهرة ضارة ، ويجب الحد منها قدر المستطاع ؛ حتى لا تساعد على انتشار العفن . ويتم ذلك بالسماح للخضر المخزنة بأن تفقد برودتها بصورة تدريجية ، أو بإخراجها من المخزن فى الأوقات التى تقل فيها الرطوبة النسبية فى الجو الخارجى . هذا . . ويمكن الإسراع فى تخليص الخضر من بخار الماء المتكثف عليها بتعريضها لتيار من الهواء .

مصادر إضافية خاصة بالمخازن المبردة

يمكن التعمق فى موضوع المخازن المبردة بالرجوع إلى كلٍّ من مرسى وآخرين (١٩٦٠) بشأن طرق وحسابات وحمولة التبريد ، و Smith (١٩٦٨) بشأن تفاصيل إنشاء مخازن البطاطس المبردة ، و Mitchell وآخرين (١٩٧٢) بشأن التبريد التجارى للخضر والفاكهة ، و Grierson & Wardowski (١٩٧٥) بشأن الرطوبة النسبية فى المخازن وأهميتها .

التخزين فى الجو المعدل المتحكم فى مكوناته

تعريف بالتخزين فى الجود المعدل وأهميته

سبق أن أوضحنا فى الفصل السابق أن التخزين فى الجو المعدل يعنى التخزين فى جو تقل فيه نسبة الأكسجين ، وتزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون عما هى فى الهواء الجوى ؛ وذلك بهدف خفض معدل التنفس ؛ حتى تطول فترة احتفاظ الخضر بجودتها .

وقد كان المتبع فى الماضى هو الاعتماد على التنفس الطبيعى للخضر فى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون وخفض نسبة الأكسجين ، مع تنظيم مكونات هواء المخزن بعد ذلك بالتحكم فى التهوية . ويسمى ذلك بـ «التخزين فى الجو المعدل Modified At-mosphere » ، لكن المتبع الآن ـ غالبًا ـ هو التحكم التام فى نسب الغازات الموجودة بالمخازن بخلطها بالخارج آليا ، بالنسبة المرغوبة ، ثم دفعها إلى الداخل بانتظام . ويسمى ذلك بـ « التخزين فى الجو المتحكم فى مكوناته Controlled Atmosphere » . ويراعى فى كلتا الطريقتين عدم خلو المخزن تمامًا من الأكسجين لأية فترة ، وإلا

حدث تنفس لا هوائى ، وتكونت مركبات غير مقبولة الطعم نتيجة لذلك . ولا تخفى أهمية أن تكون المخازن ذات الجو المعدل محكمة الإغلاق تمامًا ؛ بحيث لا تتسرب منها الغازات (Lutz & Hardenburg ١٩٦٨) .

وللتخزين فى الجو المعدل أهميته بالنسبة لكل من الخضر السريعة التلف ، وتلك التى تكمل نضجها بعد الحصاد .

وبرغم نجاح التخزين فى الجو المعدل فى عديدٍ من الخضروات ، إلا أن البعض منها يتأثر بزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو المخزن ، وتظهر بعض العيوب الفسيولوجية بها ، وهو الأمر الذى لا يحدث إلا فى الأنسجة النباتية الخالية من الكلوروفيل . فمثلا . . تحدث أضرار بالقنبيط فى جو به ٥٪ CO_2 ، و٢٪ O_2 ، بينما يظل البروكولى بحالة جيدة فى جوٍّ به ١٠٪ CO_2 ، و٢٥,٪ O_2 . كما يتأثر خس الرءوس ذو الأوراق المقتصفة بجو معدل به ٢٪ CO_2 ، بينما يتحمل الخس الرومين ذو الأوراق الخضراء نسبة CO_2 تصل إلى ١٢٪ (Isenberg ١٩٧٩) .

هذا . . ويغطى المرجع الأخير (Isenberg ١٩٧٩) موضوع تخزين الخضر فى الجو المعدل من وجهتى الأساسيات والتطبيقات على محاصيل الخضر كل على حدة . كما يعطى Morris وآخرون (١٩٧١) قائمةً بجميع الدراسات التى أجريت فى هذا المجال حتى عام ١٩٦٩ .

وسائل التحكم فى نسب مكونات الجو المعدل

يمكن توفير النسب المناسبة من غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون فى حالة الجو المعدل باستعمال مركبات ذات قدرة عالية على امتصاص ثانى أكسيد الكربون ؛ مثل الصودا الكاوية (أيدروكسيد الصوديوم) . كما يمكن للماء امتصاص ثانى أكسيد الكربون عندما تصبح تركيزاته عالية . ويشترط عند اتباع تلك الوسائل أن تكون المخازن محكمة الإغلاق ؛ لكى يزداد تركيز ثانى أكسيد الكربون ، وينخفض تركيز الأكسجين إلى المستويات المرغوب فيها بالتنفس .

كما يمكن تقييد تبادل الغازات حول المنتج المخزن بواحدةٍ أو أكثر من الوسائل التالية: تعبئة المنتجات داخل أكياس ، أو تغليفها بأغشية خاصة ، أو تبطين العبوات

بأغشية البوليثيلين ، أو تغطية « الباليتات pallets » بالبوليثيلين ، أو تشميع المنتجات .

أما الجو المتحكم فيه فإنه يتحقق بضخ تيار من الهواء يحتوى على النسب المرغوب فيها من كل من الأكسجين ، وثانى أكسيد الكربون ، والنيتروجين . ولا تكون المخازن فى هذه الحالة محكمة الإغلاق . ويتم توفير النسب المرغوب فيها من الغازات عن طريق احتراق أى من غازى البروبان propane ، أو الميثان methane . ونظراً لأن خليط هذه الغازات يتخلل المنتج المخزن ، ثم يخرج من خلال منافذ التهوية بصورة دائمة ؛ لذا . . فإنه لا توجد عند اتباع هذه الطريقة مشاكل تتعلق بتراكم غاز الإيثيلين ، كما لا توجد حاجة إلى استعمال المركبات التى تمتص غاز ثانى أكسيد الكربون (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤ أ) .

أما غاز أول أكسيد الكربون فإنه يضاف باستعمال اسطوانات (أنابيب) الغاز المضغوط بعد خلطه مع النيتروجين ؛ لكى لا يزيد على ١٠٪ .

ويعطى Kader وآخرون (١٩٨٥) مزيداً من التفاصيل عن خلط الغازات وقياس نسبيتها فى هواء المخازن.

وعندما تطول كثيراً فترة التخزين فى الجو المتحكم فيه ، فإنه تلزم ـ حينئذ ـ إزالة الإيثيلين الذى يتراكم فى جو المخزن ، ويستعمل لذلك مركبات ماصة للغاز ؛ مثل برمنجنات البوتاسيوم منفردة ، أو مع الفحم (الشاركول) ، مع إمرار هواء المخزن من خلال فلاتر تحتوى على تلك المواد ، وتجديد المواد ذاتها من حين لآخر .

وتجدر الإشارة إلى أن استعمال الأوزون لأكسدة الإيثيلين لا يمكن تحقيقه فى هذه المخازن ؛ لأن عملية الأكسدة تتطلب توفر الأكسجين بتركيزات أعلى من تلك التى تتواجد فى المخازن ذات الجو المعدل .

نسب الاكسجين وثانى اكسيد الكربون المناسبة لتخزين الخضر

يوضح جدول (١٤ - ٤) الظروف المناسبة لتخزين مختلف محاصيل الخضر فى الجو المعدل من حيث نسبة غازى الأكسجين وثانى أكسيد الكربون ، ودرجة الحرارة ، مع بيان بالأهمية النسبية للتخزين بهذه الطريقة فى كل محصول .

جدول (١٤ - ٤) : ملخص بتوصيات الظروف المناسبة لتخزين محاصيل الخضر فى الجو المعدل[1] (عن Kader وآخرين ١٩٨٥) .

المحصول	الحرارة (°م)	ثانى أكسيد الكربون (٪)	الأكسجين (٪)	الأهمية النسبية للتخزين وملاحظات
الخرشوف	صفر - ٥	٢ - ٣	٣ - ٥	الطريقة جيدة ، ولكنها غير متبعة تجاريا
الهليون	صفر - ٥	الهواء	٥ - ١٠	الطريقة جيدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجاريا
الفاصوليا الخضراء	٥ - ١٠	٢ - ٣	٥ - ١٠	الطريقة متوسطة الفائدة ، وخاصة لمصانع الحفظ
البنجر	صفر - ٥	لا يوجد	لا يوجد	ليس لها أهمية تذكر . تفضل رطوبة نسبية ٩٨ - ١٠٠٪
البروكولى	صفر - ٥	١ - ٢	٥ - ١٠	الطريقة جيدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجاريا
كرنب بروكسل	صفر - ٥	١ - ٢	٥ - ٧	الطريقة جيدة ، ولكنها غير متبعة تجاريا
الكرنب	صفر - ٥	٣ - ٥	٥ - ٧	الطريقة جيدة ، وتستعمل تجاريا أحيانًا
القاوون	٣ - ٧	٣ - ٥	١٠ - ١٥	الطريقة جيدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجاريا
الجزر	صفر - ٥	لا يوجد	لا يوجد	ليس لها أهمية تذكر . تفضل رطوبة نسبية ٩٨ - ١٠٠٪
القنبيط	صفر - ٥	٢ - ٥	٢ - ٥	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير متبعة تجاريا
الكرفس	صفر - ٥	٢ - ٤	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، وقليلة الاستعمال تجاريا
الذرة السكرية	صفر - ٥	٢ - ٤	١٠ - ٢٠	الطريقة جيدة ، ولكنها محدودة الاستعمال تجاريا
الخيار	٨ - ١٢	٣ - ٥	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير متبعة تجاريا
شهد العسل	١٠ - ١٢	٣ - ٥	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير متبعة تجاريا
الكرات أبو شوشة	صفر - ٥	١ - ٢	٣ - ٥	الطريقة جيدة ، ولكنها غير متبعة تجاريا
الخس	صفر - ٥	٢ - ٥	صفر	الطريقة جيدة ، وتتبع تجاريا أحيانًا مع إضافة أول أكسيد الكربون بنسبة ٢ - ٣٪

(يتبع)

تابع جدول (١٤ - ٤) .

المحصول	الحرارة (°م)	ثاني أكسيد الكربون (٪)	الأكسجين (٪)	الأهمية النسبية للتخزين وملاحظات
عيش الغراب	صفر - ٥	الهواء	١٠ - ١٥	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكن استعمالها محدود تجاريا
البامية	٨ - ١٢	٣ - ٥	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها غير مستعملة تجاريا تفيد إضافة أول اكسيد الكربون بنسبة ٥ - ١٠٪ فى حرارة ٥ - ٨°م
البصل الرؤوس	صفر - ٥	١ - ٢	صفر	الطريقة جيدة ، ولكنها غير مستعملة تجاريا ، وتكون الرطوبة النسبية ٧٥٪ .
البصل الأخضر	صفر - ٥	١ - ٢	١٠ - ٢٠	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها محدودة الاستعمال تجاريا
الفلفل الأخضر والحريف	٨ - ١٢	٣ - ٥	صفر	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها قليلة الاستعمال تجاريا
البطاطس	٤ - ١٢	لا يوجد	لا يوجد	ليس لها أهمية تذكر ، ولا تستعمل تجاريا
الفجل	صفر - ٥	لا يوجد	لا يوجد	ليس لها أهمية تذكر ، وتفضل رطوبة نسبية من ٩٨ - ١٠٠٪
السبانخ	صفر - ٥	الهواء	١٠ - ٢٠	الطريقة متوسطة الفائدة ، ولكنها لا تتبع تجاريا
الطماطم :				
المكتملة النمو الخضراء	١٢ - ٢٠	٣ - ٥	صفر	الطريقة جيدة ، وتستعمل تجاريا على نطاق محدود
الناضجة جزئيا	٨ - ١٢	٣ - ٥	صفر	الطريقة جيدة ، وتستعمل تجاريا على نطاق محدود

(أ) تتراوح الرطوبة النسبية المناسبة بين ٩٠٪ و٩٥٪ ، إلا إذا ذكر خلاف ذلك تحت الملاحظات .

تسويق الخضر

يتوقف نجاح العملية التسويقية على ثلاثة عوامل ؛ هى تركيز الإنتاج فى منطقة معينة ، وحسن توزيعه على مختلف الأسواق ، ومراعاة التوازن بين العرض والطلب . ويمكن التحكم فى حالة التوازن هذه بتخزين الفائض من الخضر فى ظروف تخزينية جيدة لحين تحسن الأسعار .

هذا . . ويقوم المنتج ـ عادة ـ بتصريف محصوله بإحدى الطرق التالية :

١ - بالبيع على جوانب الطرق الزراعية Road Sale Stand :

يمكن بعرض المنتجات للبيع على الطريق زيادة الأرباح بالحصول على مكسب تاجر الجملة وتاجر التجزئة ، لكن أسعار المعروضات يجب أن تقل عن مثيلاتها المبيعة لدى تاجر التجزئة . ويجب أن يقع موقع البيع على طريق مزدحم بالمرور ، ويفضل أن يكون قرب ضواحى المدن ، مع وضع لافتة تنبه إلى مكان البيع قبله بمسافة كافية . كما يجب تنويع المنتجات وعرضها بطريقة لافتة للأنظار .

٢ - البيع لتجار التجزئة ، سواء منهم المتجولون أم الثابتون (المحليون) .

٣ - البيع لتجار الجملة .

٤ - البيع بالمزاد العلنى .

٥ - البيع عن طريق الجمعيات التعاونية .

٧ - التصدير للخارج .

هذا . . وتقام فى بعض الدول معارض للخضر يتسابق فيها المنتجون فى عرض منتجاتهم من الخضر المختلفة . ويفيد ذلك فى تعريف المستهلكين والتجار بمنتجاتهم (يراجع Topoloski ١٩٦٦ بخصوص قواعد عرض الخضر فى المعارض ، وكيفية إجراء عملية التحكيم) .

تصدير الخضر

تقل صادرات مصر من الخضر المختلفة بصورة لافتة للنظر إذا ما قورنت بما تصدره الدول المنافسة التى قد لا يكون لها ما لمصر من مميزات طبيعية مناسبة ، ولكن هذه

الدول اهتمت اهتمامًا واسعًا بعمليات إنتاج وتصدير الخضر على نطاق واسع . وتقوم بالتصدير إلى نفس الأسواق التى نحاول التصدير إليها . من هذه الدول : إيطاليا ، وهولندا ، وإسبانيا ، وجزر الكنارى .

مشاكل تصدير الخضروات

فى عام ١٩٧٤ لخص عدل الدين أهم المشاكل الإنتاجية التى تؤدى إلى انخفاض كميات الخضر الصالحة للتصدير ؛ وبالتالى انخفاض الكميات المصدرة فيما يلى :

١ - عدم توفر أصناف الخضر المرغوبة فى الأسواق الخارجية من معظم المحاصيل ؛ حيث لا تزرع فى مصر سوى الأصناف التى يطلبها السوق المحلى ، وغالبًا ما تختلف المواصفات المطلوبة فى الأسواق المحلية عن تلك المطلوبة فى الأسواق الخارجية .

٢ - عدم إقبال المزارعين على إنتاج الأصناف المطلوبة للتصدير ـ حتى لو توفرت هذه الأصناف ـ إلا بعد التعاقد مقدمًا مع الهيئات المصدرة للمحصول لصعوبة تصريفه أحيانًا فى الأسواق المحلية . وفى الجانب الآخر ، فإن الهيئات المصدّرة غالبًا ما تتردد فى التعاقد مع المزارعين على كميات كبيرة ؛ نظرًا لعدم وجود سياسات واضحة ثابتة للإنتاج والتصدير .

٣ - عدم اهتمام المزارعين بإنتاج خضر التصدير فى الأوقات المناسبة للتصدير ، بل يكون اهتمامهم الأول بزراعة الخضر فى المواعيد التى تناسب أقصى إنتاج ، وغالبًا ما تكون هذه المواعيد غير مناسبة للتصدير .

٤ - تفتت زراعات الخضر فى مساحات صغيرة متباعدة ؛ مما يصعب الإشراف الفنى على العمليات الزراعية ، كما يصعب تجميع المحصول لفرزه وتعبئته ، ويزيد ذلك من تكاليف الإنتاج للتصدير ، بالمقارنة بالدولة المنافسة .

٥ - عدم إلمام المزارعين بالطور المناسب لجمع المحصول للتصدير ؛ مما يؤدى إلى رفض جزء كبير من المحصول لعدم صلاحيته للتصدير .

٦ - ارتفاع تكلفة إنتاج الخضر للتصدير محليًا بالنسبة للأسعار السائدة عالميًا . ويحدث ذلك بالرغم من ارتفاع تكلفة الأيدى العاملة فى الدول المنافسة عما هى فى مصر ، ولكن تكلفة الإنتاج الكلية تقل فى هذه الدول ، عنها فى مصر ؛ وذلك

بسبب ميكنة معظم العمليات الزراعية ، والعناية التامة بزراعة ورعاية المحصول ؛ مما يؤدى إلى زيادة المحصول ، وكذلك اتباع الأسلوب التعاونى فى الإنتاج والتسويق ، مع إجراء عمليات الفرز والتعبئة فى مناطق الإنتاج . وتعتبر هذه النقطة من أهم مشاكل تصدير الخضر فى مصر .

٧ - صعوبة التعاقد ـ سلفًا ـ مع المستوردين ؛ نتيجة لقلة الكميات المنتجة من معظم الخضر للتصدير ؛ وبالتالى عدم إمكان وضع سياسة ثابتة للتصدير . وقد أدى ذلك إلى عدم إمكان الاستجابة دائمًا لطلبات السوق الخارجية ، مع فقد ثقة العملاء بقدرتنا على مدهم بطلباتهم من خضر التصدير .

٨ - أدى عدم وجود سياسة ثابتة للتصدير وقلة الكميات المصدرة إلى عدم إمكان تطبيق نظام البيع بالأمانة الذى يتبع فى بيع المحاصيل السريعة التلف ـ مثل الخضر ـ حيث يباع المحصول بالمزاد فى الأسواق التى يصل إليها بالسعر السائد فى ذلك الوقت حسب حالة السوق ، دون التقيد بسعر سابق . ويتطلب تطبيق هذا النظام وجود مندوبين دائمين للهيئات المصدرة بالأسواق المصدر إليها ، ولكن ذلك لا يتأتى إلا عند وجود سياسة ثابتة للتصدير ، مع استمرار التصدير سنويا لنفس الأسواق بمعدلات عالية (عدل الدين ١٩٧٤) .

وبالرغم من حدوث بعض التقدم فى تصدير خضروات معينة ـ مثل البطاطس والفاصوليا ـ فإن غالبية هذه المشاكل ما زالت على حالتها حتى وقت إعداد هذا الكتاب .

الشروط اللازم توافرها لنجاح العملية التصديرية

بناء على ما تقدم . . فإنه يلزم توفر عدد من الشروط التى تغطى مختلف جوانب العملية التصديرية ؛ حتى يمكن التوسع فى تصدير الخضروات ، وهى كما يلى .

١ - الشروط المتعلقة بالجوانب الإنتاجية

تجب مراعاة ما يلى :

أ ـ زراعة الأصناف التى تطلبها الأسواق الأجنبية . ويشترط لنجاح زراعتها وتصديرها أن تكون ذات محصول مرتفع تحت الظروف المصرية ، وأن تتحمل الشحن ، وأن تكون ذات مواصفات تخزينية جيدة .

ب ـ توحيد الأصناف المصدرة ؛ حتى تتعود عليها الأسواق الأجنبية .

جـ تركيز المساحات المزروعة للتصدير ؛ وذلك لتسهيل عمليات الإنتاج والتعبئة والشحن .

د ـ زراعة خضر التصدير فى المواعيد المناسبة للتصدير ؛ حتى تعطى المحصول فى وقت تقل فيه المنافسة الأجنبية . فمثلا يصدر البصل المصرى خلال مارس وأبريل ومايو لعدم نضج البصل الإسبانى ـ وهو أول بصل أوروبى ـ قبل آخر شهر مايو .

هـ ـ الاهتمام بحصاد محصول التصدير قبل تمام نضجه حتى يتحمل عملية الشحن . ويتوقف طور النضج المناسب للحصاد على بُعْدِ السوق المصدر إليها .

٢ - الشروط المتعلقة بجوانب الإعداد والتجهيز :

أ ـ تلزم إقامة بيوت التعبئة فى مناطق إنتاج خضر التصدير .

ب ـ تجب العناية بفرز خضر التصدير وتوحيد مواصفاتها القياسية .

جـ ـ تجب العناية بالعبوات ومظهرها ، ومحاولة صناعة عبوات رخيصة الثمن تتوافر خاماتها محليًا ، مع التوقف التام عن التعبئة فى أقفاص الجريد .

د ـ الاهتمام بإجراء العمليات التالية للحصاد التى تساعد على احتفاظ الخضر بجودتها ، كمعالجة درنات البطاطس وأبصال البصل .

هـ ـ إنشاء المخازن المبردة لإجراء عملية التبريد الأولى ، ولحفظ الخضر لحين تصديرها .

٣ - الشروط المتعلقة بعملية الشحن :

أ ـ يجب أن يكون النقل الداخلى على صورة أفضل ، سواء أكان بالسكك الحديدية ، أم بعربات نقل الخضر .

ب ـ يجب أن تتوفر الثلاجات فى أرصفة الشحن لتستخدم فى التبريد الأولى ، أو كمخازن مؤقتة .

جـ ـ تحتاج عملية الشحن البرى والجوى إلى تنظيم أدق .

د ـ ضرورة توفير أسطول نقل بحرى مع إعداد البواخر بوسائل الحفظ المناسبة .

٤ - العوامل الخاصة بالأسواق الخارجية :

أ ـ يجب ألا يُسْمَح بالاشتغال فى التصدير إلا لمن يتمتع بسمعة تجارية حسنة ، ومن يستمر فى الوفاء بالتزاماته وعقوده .

ب ـ ضرورة متابعة رسائل الخضر المصدرة بعد وصولها إلى الأسواق الخارجية ، ومحاولة وضع سياسة ثابتة لحل المشاكل أولا بأول .

جـ ـ يلزم عمل الدعاية اللازمة للمنتجات المصرية بالأسواق الأجنبية (مرسى وآخرون ١٩٦٠) .

مواسم التصدير

تتباين مواسم تصدير الخضر إلى الدول الأوروبية باختلاف المحصول ؛ كما يلى :

المحصول	موسم التصدير
البطاطس	فبراير حتى منتصف مايو
البصل	مارس حتى مايو
الطماطم	أكتوبر حتى فبراير
البسلة	أكتوبر حتى مارس
القاصوليا	أكتوبر حتى مارس
الفول الرومى	فبراير ومارس
الخرشوف	فراير ومارس
الباذنجان	أكتوبر حتى أبريل
الكوسة	أكتوبر حتى مارس
الكرنب	أكتوبر حتى فبراير
القنبيط	أكتوبر حتى فبراير
الخس	أكتوبر حتى أبريل
الكرفس	أكتوبر حتى أبريل
الفلفل	أكتوبر حتى أبريل
الثوم	أبريل ومايو

ومن محاصيل الخضر الأخرى التى دخلت أسواق التصدير حديثًا وأصبحت مطلوبة فى الأسواق الأوروبية كلٌّ من : الفراولة ، والبسلة السكرية ، والبصل الأخضر .

الشحن

تلزم المحافظة على صفات الجودة فى محاصيل الخضر أثناء عملية الشحن بتوفير الظروف المناسبة لها من درجة حرارة ورطوبة نسبية ، مع مراعاة كافة العوامل التى سبق ذكرها عند مناقشة موضوع التخزين . فالمدة التى تمر بها الخضروات أثناء الشحن هى فى واقع الأمر جزء من فترة التخزين التى تمر فيما بين الحصاد والتسويق .

تقسيم الخضر والفاكهة حسب إمكانية شحنها معًا

تتفاوت الخضر والفاكهة ـ كثيرًا ـ فى الظروف المناسبة لها خلال فترة شحنها ، وفى معدل إنتاجها للإيثيلين ومدى حساسيتها له . وبينما يتطلب الجانب الاقتصادى شحن مختلف المنتجات معًا ، فإن ذلك لا يتحقق إلا إذا كانت تلك المنتجات ستوافقة بعضها مع بعض .

وقد قسّم Lipton (١٩٧٧) الخضر والفاكهة إلى ثمانى مجموعات من حيث توافقها بعضها مع بعض ـ حيث يمكن شحن محاصيل كل مجموعة معًا ـ كما يلى :

المجموعة الأولى

تشحن فى حرارة صفر - ١,٥°م ، ورطوبة نسبية ٩٠٪ - ٩٥٪ . ولا يستعمل معها الثلج

تضم هذه المجموعة : التفاح ، والمشمش ، والكريز ، والتين (ولكن التين لا يجتمع مع التفاح ؛ لكى لا تنتقل إليه رائحة التفاح) ، والعنب ،والخوخ ، والكمثرى ، والبرقوق ، والرمان .

المجموعة الثانية

تشحن فى حرارة ١٣ - ١٨°م . ورطوبة نسبية ٨٥٪ - ٩٥٪ ، ولا يستعمل معها الثلج .

تضم هذه المجموعة : الزبادى ، والموز ، والباذنجان ، والجريب فروت ،

والجوافة ، والمانجو ، وشهد العسل ، والقاوون الفارسى ، والزيتون ، والباباظ ، والأناناس ، والطماطم المكتملة التكوين الخضراء ، والطماطم الوردية ، والبطيخ .

المجموعة الثالثة

تشحن فى حرارة ٢,٥ - ٥م ، ورطوبة نسبية ٩٠٪ - ٩٥٪ ، ولا يستعمل الثلج إلا مع القاوون الشبكى .

تضم هذه المجموعة : القاوون الشبكى ، والليمون الأضاليا ، والبرتقال .

المجموعة الرابعة

تشحن فى حرارة ٤,٥ - ٧,٥م (الفاصوليا من ٣,٥ - ٥,٥م) ، ورطوبة نسبية ٩٥٪ ، ولا يستخدم معها الثلج أبدًا .

تضم هذه المجموعة : الفاصوليا الخضراء ، والبامية ، والفلفل (ولكنه لا يخلط مع الفاصوليا) ، والكوسة ، والطماطم الوردية ، والبطيخ .

المجموعة الخامسة

تشحن فى حرارة ٤,٥ - ١٣م ، ورطوبة نسبية ٨٥٪ - ٩٠٪ ، ولا يستعمل معها الثلج أبدًا .

تضم هذه المجموعة : الخيار ، والباذنجان ، والجريب فروت ، والليمون البنزهير ، والبطاطس ، والقرع العسلى ، والبطيخ .

المجموعة السادسة

تعد هذه المجموعة ـ باستثناء التين ، والعنب ، وعيش الغراب ـ متوافقة مع محاصيل المجموعة السابعة .

تشحن فى حرارة صفر - ٢,٥م ، ورطوبة نسبية ٩٥٪ - ١٠٠٪ ، ولا يستعمل الثلج مع الهليون والتين .

تضم هذه المجموعة : الخرشوف ، والهليون ، والبنجر ، والجزر ، والهندباء ، والتين ، والعنب ، والسبانخ ، والسلق ، والكرات أبو شوشة (ليس مع التين أو

العنب) ، والخس ، وعيش الغراب ، والبقدونس ، والجزر الأبيض ، والبسلة ، والروبارب ، والسلسفيل ، والسبانخ ، والذرة السكرية .

المجموعة السابعة

تتوافق محاصيل هذه المجموعة مع محاصيل المجموعة السادسة باستثناء التين ، والعنب ، وعيش الغراب .

تشحن فى حرارة صفر - ١,٥م ، ورطوبة نسبية ٩٠٪ - ١٠٠٪ ، ويمكن خلط الثلج معها دون مشاكل .

تتضمن هذه المجموعة : البروكولى ، وكرنب بروكسل ، والكرنب ، والقنبيط ، والكرفس ، وفجل الحصان ، وكرنب أبو ركبة ، والبصل الأخضر (لا يخلط مع التين ، والروبارب ، والعنب) ، والفجل ، والروتاباجا ، واللفت .

المجموعة الثامنة

تشحن فى حرارة ١٣ - ١٨م ، ورطوبة نسبية ٨٥٪ - ٩٠٪ ، ولا يستعمل معها الثلج أبدًا .

تضم هذه المجموعة : البطاطس والبطاطا .

المجموعة التاسعة

تشحن فى حرارة صفر - ١,٥م ، ورطوبة نسبية ٦٥٪ - ٧٥٪ ، ولا يستعمل معها الثلج أبدًا .

تتضمن هذه المجموعة : البصل ، والثوم .

وسائل الشحن

تتعدد طرق شحن الخضروات فيما بين النقل البرى بالشاحنات ، والسكك الحديدية ، والنقل البحرى ، والنقل الجوى . ونظرًا لأن التطرق إلى الجوانب الفنية لعملية الشحن يخرج عن نطاق هذا الكتاب ؛ لذلك سنكتفى بذكر بعض المصادر التى تغطى عملية شحن الخضر بالطرق المختلفة ؛ وهى :

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
Claypool وآخرون	١٩٥٨	بطرق الجو
Redit & Hamer	١٩٦١	بالسكك الحديدية
Andreson	١٩٦٢	بالسكك الحديدية
Kuenzli	١٩٦٢	بالشاحنات
Phillips	١٩٦٢	بالشاحنات
U.S. Dept. Agr.	١٩٧٠	بالشاحنات
Kader وآخرون	١٩٨٥	بالشاحنات ، والسكك الحديدية ، وبطريق البحر ، والجو

مصادر إضافية عن التداول والتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد

نعرض - فيما يلى - قائمة مختارة من بعض المراجع العامة التى تهم المشتغلين بتداول وتخزين وفسيولوجيا بعد الحصاد فى محاصيل الخضر .

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
مرسى وآخرون	١٩٦٠	محاصيل الخضر - عام وشامل
النبوى وآخرون	١٩٧٠	المحاصيل البستانية - عام وشامل
Morris وآخرون	١٩٧١	التخزين فى الجو المعدل
Lutz & Hardenburg	١٩٦٨	التخزين
Haard & Salunkhe	١٩٧٥	الخضر والفاكهة : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Lipton	١٩٧٥	التخزين فى الجو المعدل
Pantastico	١٩٧٥	الخضر والفاكهة الاستوائية وشبه الاستوائية : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Amer. Soc. Agr. Eng.	١٩٨٠	التحكم فى نسب الغازات فى هواء المخزن
Wills وآخرون	١٩٨١	الخضر والفاكهة : تداول وفسيولوجيا بعد الحصاد
Dennis	١٩٨٣	أمراض ما بعد الحصاد
Salunkhe & Desai	١٩٨٤ أ ، و ب	شامل
Kader وآخرون	١٩٨٥	المحاصيل البستانية : عام وشامل

المؤلف	السنة	طريقة الشحن
Lougheed	١٩٨٧	الأمراض الفسيولوجية التى تسببها غازات الإيثيلين ، والأكسجين ، وثانى أكسيد الكربون أثناء التخزين
Lipton	١٩٨٧	الشيخوخة فى الخضر الورقية
Klein & Lurie	١٩٩٢	المعاملات الحرارية السابقة للتخزين
Amer. Soc. Hort. Sci.	١٩٩٤	المعاملات السابقة للتخزين للحد من الإصابات المرضية
Wang	١٩٩٤	أضرار البرودة
Amer. Soc. Hort. Sci.	١٩٩٥	تداول وفسيولوجيا المنتجات المصنعة جزئيًا