الفصل الثالث عشر

الحصاد والتداول والتخزين

يعنى هذا الفصل بالأسس التى تقوم عليها الطرق المثلى لعمليات الحصاد والتداول والتخزين ، بما يحقق أكبر عائد للمنتج من خلال تحسين نوعية المنتج ومظهره ، والمحافظة عليه من التدهور ، وخفض الفاقد بعد الحصاد ، وهو الذى قد يصل أحيانا إلى ٥٠٪ من المحصول .

الحصاد

تتباين محاصيل الخضر – وكذلك أصناف المحصول الواحد – فى مدة بقاء النبات فى الأرض من الزراعة إلى حين الحصاد ، كما تتأثر تلك المدة كثيرا بمختلف العوامل البيئية التى يتعرض لها المحصول . وتعرف صلاحية المحصول للحصاد بوصوله إلى مرحلة نضج معينة ، وباكتسابه علامات نضج مميزة .

مراحل نضج الثمار

تمر الثمار بمرحلتين أساسيتين للنضج ، هما : النضج البستانى ، والنضج الفسيولوجى.

١ – النضج البستانى Horticultural Maturity:

النضج البستانى هو المرحلة التى يكتمل فيها نمو الثمار وتصبح صالحة للجمع ، ويمكنها أن تستمر فى القيام بوظائفها بعد الحصاد ؛ حتى تكتسب صفاتها الممتازة التى تجعلها

صالحة للأكل ، دون الحاجة إلى أن تظل متصلة بالنبات . وتحدث بعد وصول الثمار إلى مرحلة النضج البستانى تغيرات كيميائية يكتمل بها التكوين الكيميائى الداخلى للثمار ، وينشأ عنها اكتساب الثمار لصفاتها التى تجعلها صالحة للأكل . وإذا قطفت الثمار قبل هذه المرحلة ، فلا يمكن أن تتغير داخلياً حتى تصبح صالحة للاستهلاك .

ومن أمثلة مرحلة النضج البستانى فى محاصيل الخضر طور النضج الأخضر فى الطماطم ، حيث لا تحمر الثمار إذا قطفت قبل وصولها إلى هذه المرحلة ، والطور المناسب للحصاد فى أصناف القاوون الشبكى والأملس والكانتلوب ، حيث تصبح الثمار صالحة للاستهلاك بعد أيام قليلة من وصولها إلى تلك المرحلة .

٢ – النضج الفسيولوجى Physiological Maturity :

النضج الفسيولوجى هو المرحلة التى يكتمل فيها نضج الثمرة فسيولوجياً ، وترتفع خلالها سرعة التنفس فجأة بحدوث ظاهرة الكلايمكتريك Climacteric ، وتكتمل أثناءها كافة التغيرات الحيوية التى تكسب الثمار الصفات التى تجعلها صالحة للأكل .

وقد يحدث النضج الفسيولوجى بعد قطف الثمار فى الحالات التى يحدث فيها النضج البستانى قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى .

وقد يتوافق موعد النضج البستانى مع النضج الفسيولوجى ، كما فى ثمار البطيخ وقرع الشتاء والقرع العسلى . وقد تتفق مرحلة النضج البستانى مع مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك مباشرة ، يكون ذلك قبل وصول الثمار إلى مرحلة النضج الفسيولوجى بوقت طويل ، كما فى الخيار ، والكوسة ، والبامية ، والبقوليات الخضراء ، والفلفل الأخضر ، والباذنجان ، وكذلك محاصيل الخضر التى تزرع لأجل أجزائها النباتية الأخرى غير الثمار.

ويبين جدول (١٣-١) عدد الأيام من التلقيح إلى النضج الاستهلاكى فى الخضر المختلفة تحت الظروف الجوية الملائمة .

جدول (١٣-١) : عدد الأيام من التلقيح إلى النضج الاستهلاكى تحت الظروف الجوية الملائمة .

المحصول	المدة باليوم
الفاصوليا	٧ - ١٠
الذرة : للتسويق الطازج	١٨ - ٢٣
للحفظ والتصنيع	٢١ - ٢٧
الخيار : للتخليل	٤ - ٥
للسلاطة	١٥ - ١٨
الباذنجان	٢٥ - ٤٠
القاوون	٤٢ - ٤٦
البامية	٤ - ٦
الفلفل : النضج الأخضر	٤٥ - ٥٥
النضج الأحمر	٦٠ - ٧٠
القرع العسلى (أصناف مختلفة)	٦٠ - ١١٠
قرع الكوسة : الزوكينى	٣ - ٤(١)
السكالوب Scallop	٤ - ٥(١)
ذو الرقبة الملتوية crockneck	٦ - ٧(١)
قرع الشتاء (أصناف مختلفة)	٥٥ - ٩٠
الطماطم : النضج الأخضر	٣٥ - ٤٥
النضج الأحمر	٤٥ - ٦٠
البطيخ	٤٢ - ٤٥

(١) للثمار التى تزن من ١٢٥ - ٢٥٠ جم

وتحدث بين مرحلتى النضج البستانى والنضج الفسيولوجى تغيرات فيزيائية وفسيولوجية ، منها مايلى :

١ - تحوّل المواد البكتينية من صورة غير ذائبة إلى صورة ذائبة .

٢ - تحلّل الكلوروفيل ، وتكون الصبغات التى تعطى الثمار ألوانها الجذابة .

٣ – تزداد الحلاوة بتحول النشا إلى سكر .

٤ – اكتساب الثمار طعمها المميز لنقص الحموضة وتوازنها مع السكر .

لكن التغيرات تستمر أيضاً بعد بلوغ الثمار طور النضج الفسيولوجى ، فتزداد ليونة أنسجة الثمرة ويفسد طعمها ، وبذلك تصبح زائدة النضج Overripe .

العلامات المميزة لمرحلة النضج المناسبة للحصاد

تؤكل ثمار عديد من الخضراوات قبل اكتمال نموها ، كما فى الكوسة ، والخيار ، والبامية . وتتوقف صلاحية هذه الثمار للجمع على رغبات المستهلك . فالبعض يفضل الثمار الصغيرة ، والبعض الآخر يفضل الثمار الأكبر .

أما بالنسبة للثمار التى يقترب فيها موعد النضج البستانى من موعد النضج الفسيولوجى ، فهناك عدة عوامل تؤخذ فى الحسبان ؛ لتحديد مرحلة النضج المناسبة للحصاد كمايلى:

١ – عمر الثمار : حيث تكمل الثمار نموها ونضجها بعد عمر معين (جدول ١٣–١) .

٢ – لون الثمار : يختفى اللون الأخضر للثمار عند استكمال نموها ، ويبدأ ظهور لون الثمار المميز .

٣ – حجم الثمار : يوجد ارتباط بين حجم الثمرة وصلاحيتها للحصاد . ويختلف الحجم المناسب باختلاف الأصناف ، لكن يمكن تقديره بالممارسة والخبرة .

٤ – شكل الثمار : تأخذ الثمار أشكالاً خاصة تميزها عند استكمال نموها .

٥ – انفصال الثمار : تفصل ثمرة القاوون عن العنق انفصالاً جزئياً عند بلوغها مرحلة النضج البستانى ، وتكون منطقة الانفصال محيطة تماماً بالعنق عند تمام نضج الثمار .

٦ – درجة الصلابة : تلين الثمار مع تقدمها فى العمر . ويمكن تحديد صلاحية الثمار للحصاد من درجة ليونتها .

٧ – الأصوات التى تحدثها الثمار عند الطرق عليها ، كما فى البطيخ .

٨ – ظهور الرائحة المميزة ، كما فى بعض أصناف الشمام .

٩ – صعوبة فصل القشرة ، كما فى البطاطا ، والبطاطس .

١٠ – الكثافة النوعية ، كما فى البطيخ والبطاطس .

١١ – تكون طبقة شمعية على سطح الثمرة (الأديم cuticle) ، كما فى الطماطم .
١٢ – اكتمال تكوين الشبك على سطح الثمرة ، كما فى القاوون الشبكى .
١٣ – اندماج الأقراص والرؤوس فى القنبيط ، البروكولى .
١٤ – صلابة الرؤوس ، كما فى الخس ، والكرنب ، وكرنب بروكسل .
١٥ – تكون المادة شبه الجيلاتينية بالثمار ، كما فى الطماطم (Kader وآخرون ١٩٨١) .

الأمور التى تجب مراعاتها عند الحصاد

يوجد عديد من الأمور التى يجب أخذها فى الحسبان عند اختيار الموعد المناسب للحصاد ، وعند إجراء عملية الحصاد للمحافظة على النوعية الجيدة للمنتجات ، كمايلى :

أولاً : ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد

إن أهم ما يجب مراعاته عند اختيار موعد الحصاد مايلى :

١ – مكان التسويق ، والفترة المتوقع مرورها بين الحصاد والتسويق :

تجمع ثمار الطماطم – مثلاً – فى وهى خضراء – ولكن مكتملة النمو – إذا أريد تسويقها فى أماكن بعيدة عن أماكن الإنتاج ، بينما تجمع الثمار وهى حمراء إذا أريد تسويقها فى نفس اليوم، لكن يجب عدم التبكير أكثر من اللازم فى حصاد بعض الخضراوات ، مثل : الطماطم ، والقاوون عند شحنها للأسواق البعيدة ، لأن الثمار يجب أن تصل إلى المستهلك وهى فى حالة ناضجة .

٢ – درجة الحرارة السائدة :

تساعد الحرارة المرتفعة على سرعة النضج ، ويلزم الجمع على فترات متقاربة . ومن أكثر الخضراوات تأثراً بالحرارة المرتفعة عند الحصاد : الهليون ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية .

٣ – وقت الحصاد من اليوم :

يلزم إجراء الحصاد للخضروات التى تفقد جودتها بسرعة فى الصباح الباكر ، مع

حفظها باردة قدر الإمكان ، كما تجب عدم ترك الثمار معرضة للشمس بعد جمعها .

٤ – مرحلة النضج المناسبة للحصاد :

بعض الخضراوات تتدهور نوعيتها كثيراً لو تأخر حصادها عن الموعد المناسب ولو ليوم واحد ، كما فى الفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، والذرة السكرية . وتكون هذه المشكلة واضحة بصفة خاصة فى الجو الحار . كما تنخفض جودة بعض الخضراوات الأخرى ، كالقنبيط ، وتتعرض رؤوس الخس للإزهار وتنفجر رؤوس الكرنب فى حالة تأخر حصادها.

أما الخضر الجذرية فإنها تزداد كثيراً فى الحجم إذا تركت دون حصاد بعد وصولها إلى المرحلة المناسبة ، ويؤدى ذلك إلى زيادة المحصول زيادة كبيرة ، لكن مع انخفاض النوعية . وعموماً .. فإن موعد الحصاد قد يمتد إلى عدة أسابيع حسب حاجة السوق ، كما فى الجزر والبنجر .

وبعض الخضراوات ، مثل خيار التخليل ، والفاصوليا الخضراء تكون نوعيتها أفضل عند حصادها وهى صغيرة ، ولكن المحصول يكون منخفضاً . وفى هذه الحالات يتحدد موعد الحصاد بالنوعية المطلوبة والسعر المعروض لها .

ثانياً : ما يجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد

إن أهم مايجب مراعاته عند إجراء عملية الحصاد مايلى :

١ – منع الأضرار الميكانيكية :

فيلزم منع حدوث الأضرار الميكانيكية كالخدش والجروح بمنتجات الخضر عند الحصاد ، لأن ذلك يقلل من نوعية المنتجات ، ويجعلها أكثر عرضة للإصابة بالأمراض ، كما يزيد فقدان الرطوبة من الأسطح المقطوعة ، ويتحقق ذلك باتباع مايلى :

أ – استخدام عمال متمرنين ، واستعمال قفازات أثناء الجمع لمنع جرح الثمار بالأظافر.

ب – تجنب جذب الثمار أو نزعها من النبات بقوة ، أو إسقاطها بعنف من العبوات .

جـ – استخدام عبوات جيدة خالية من الزوائد والأسطح الخشنةالتى يمكن أن تخدش الثمار .

د – نقل الثمار برفق من عبوات الجمع إلى عبوات الحقل .

هـ – تعبيئة الثمار السريعة التلف فى عبوات التسويق بعد قطفها مباشرة .

٢ – استبعاد الخضر التالفة :

تستبعد الثمار المصابة بالأمراض أو الحشرات ، وكذلك المصابة بالعيوب الفسيولوجية .

٣ – ترك جزء من العنق أو الكأس بالثمرة :

يفضل فى بعض الخضروات ترك جزء من العنق بالثمرة ، لأن ذلك يقيها من التلف والجفاف ، فضلاً على إعطاء الثمرة شكلاً مقبولاً ، لكن العنق قد يحدث تلفاً فى الثمار المجاورة كما فى الطماطم .

التداول

يعنى بالتداول العمليات التى تجرى على محاصيل الخضر بعد الحصاد بهدف إعدادها للتسويق . يصلح بعض هذه العمليات لجميع الخضروات ، ولا يصلح البعض الآخر إلا لخضروات معينة . وفيما يلى بيان بجميع هذه العمليات .

١ – تجميع المحصول ونقله إلى محطات التعبئة أو مصانع الحفظ .

٢ – التنظيف الجاف .

٣ – الغسيل والتطهير : ويكون التطهير باستخدام الكلور بتركيز من ٥٠ – ١٠٠ جزء فى المليون ، ويستعمل لذلك هيبوكلوريت الصوديوم .

٤ – إزالة الأجزاء الزائدة Trimming .

٥ – الربط فى حزم Bunching .

٦ – الفرز Sorting .

٧ – التدريج Grading .

٨ – العلاج ، أو المعالجة Curing :

تجرى هذه العملية لبعض الخضر ، كالبصل ، والثوم، والبطاطس ، والبطاطا ، وتعرف فى البصل والثوم باسم التسميط . يكون الغرض من هذه العملية خفض نسبة الرطوبة فى الأبصال ، فيقل بذلك التلف أثناء التخزين . أما فى حالة البطاطس والبطاطا ، فإنها تتم بوضع المحصول بعد الحصاد فى درجتى حرارة ورطوبة مرتفعتين نسبياً لمدة ٥ - ١٠ أيام؛ بهدف تكوين طبقة بيريدرم Periderm على كل من الأنسجة السليمة والمجروحة لوقاية الأنسجة من الإصابات المرضية ، وتقليل فقد الماء بالنتح .

٩ - التشميع Waxing : تجرى هذه العملية للخضر الثمرية والجذرية بهدف تحسين مظهرها ، ويستخدم لذلك شموع فى صور مختلفة منها المستحلبات المائية .

١٠ - التعبئة والتغليف .

١١ - الإنضاج الصناعى : تجرى هذه العملية بهدف إسراع نضج بعض الثمار ، مثل : الطماطم ، وشهد العسل . ويستخدم الإيثيلين ، أو الإيثريل Ethrel الذى ينتج غاز الإيثيلين داخل النسيج النباتى .

١٢ - التبريد المبدئى Pre - Cooling :

يجرى التبريد المبدئى بغرض التخلص من حرارة الحقل Field Heat (خاصة عندما يكون الحصاد فى الجو الحار) ؛ لتقليل سرعة نضج وتدهور المحصول ، بإبطاء التنفس ، وخفض نشاط الكائنات الحية ، وتقليل الفقد الرطوبى من المحصول أثناء النقل . وسنتناول هذه العملية بالشرح فى موضع آخر من هذا الفصل .

التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد

يمكن - بصورة عامة - تقسيم التغيرات التى تطرأ على محاصيل الخضر بعد الحصاد إلى تغيرات مرغوبة وأخرى غير مرغوبة .

أولاً : التغيرات المرغوبة

من أهم التغيرات المرغوبة التى تحدث فى الثمار المخزنة مايلى :

١ - كل التغيرات التى تؤدى إلى تحسين الصفات التى تجعل الثمار صالحة للأكل ،

سواء من حيث اللون ، أم النكهة ، أم القوام . وهى تغيرات تصاحب استكمال النضج فى الثمار التى تحصد قبل تمام نضجها ، كما فى الصماطم ، والقاوون الشبكى ، والقاوون الأملس .

أ – فالطماطم تحصد عادة ما بين طور النضج الأخضر وطور النضج الوردى حسب درجة الحرارة ، والمدة التى تمر من الحصاد إلى التسويق . وتستكمل الثمار تلونها قبل وصولها إلى المستهلك .

ب – والقاوون الشبكى يكتسب أفضل طعم ونكهة بعد ٢ –٣ أيام من التخزين .

جـ – أما القاوون الأملس فتلزمه المعاملة بالإيثيلين لاستكمال النضج بعد الحصاد .

٢ – يعتبر تبييض الكرفس من التغيرات المرغوبة التى تحتاج هى الأخرى إلى المعاملة بالإيثيلين .

٣ – ومن التغيرات المطلوبة أيضاً تحول النشا إلى سكر أثناء فترة العلاج فى جذور البطاطا ، وفى ثمار القرع العسلى ، مع إطالة فترة التخزين ، وفى الجزر فى الأيام الأولى من التخزين .

ثانياً : التغيرات غير المرغوبة

تشمل التغيرات غير المرغوبة كل ما يؤدى إلى تدهور المحصول وتلفه . وهى فى غالب الأمر امتداد للتغيرات المرغوبة التى سبق بيانها ، حيث تتخطى الثمار مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك وتصبح زائدة النضج over ripe ، كما أن من التغيرات غير المرغوبة ما لا علاقة له بمسألة النضج كما سيأتى بيانه ، ومن هذه التغيرات مايلى :

١ – التغيرات فى اللون :

قد تحدث تغيرات مرغوبة فى اللون ، و من أمثلتها ما يلى :

أ – فقدان الكلوروفيل – أى فقدان اللون الأخضر – فى الخضر التى تؤكل خضراء ، كالخضر الورقية ، و الخيار ، والفاصوليا ، والبسلة الخضراء ، وغيرها .

ب – تكوّن لون بنى غير مرغوب نتيجة لأكسدة المواد الفينولية ، كما فى البطاطس .

جـ – اخضرار درنات البطاطس عند تعرضها للضوء .

٢ – التغيرات فى الكربوهيدرات :

من أمثلة التغيرات غير المرغوبة فى المواد الكربوهيدراتية ما يلى :

أ – تحول النشا إلى سكر فى البطاطس المخزنة على درنة حرارة أقل من ٥°م ، حيث تتراكم السكريات تحت هذه الظروف . ويؤدى ذلك إلى اكتساب البطاطس لونا بنيا داكنا ، بدلا من اللون الأصفر الذهبى المرغوب عند التحمير فى الزيت بسبب احتراق السكريات . هذا .. ويرجع ذلك التغير فى اللون إلى السكريات المختزلة فقط . و تختلف الأصناف فى قابليتها لتراكم السكريات المختزلة عند التخزين فى درجات الحرارة المنخفضة .

ب – تحول السكر إلى نشا فى بعض الخضروات ، كالبسلة والذرة السكرية عند تخزينها فى درجة حرارة مرتفعة ، فتفقد الذرة السكرية ٦٠ ٪ من محتواها من السكر خلال يوم واحد من التخزين فى ٣٠°م ، بالمقارنة بـ ٦ ٪ فقط عند التخزين فى الصفر المئوى . ويصاحب فقدان السكر انخفاض كبير فى صفات الجودة .

٣ – فقدان الصلابة :

تفقد الثمار صلابتها لتحلل البكتينات والمواد الأخرى العديدة التسكر ، و تصبح طرية وأكثر حساسية للأضرار الميكانيكية

٤ – التغيرات فى الطعم :

تحدث التغيرات غير المرغوبة فى طعم الخضر المخزنة ؛ نتيجة لما يحدث فيها من تغيرات فى الأحماض العضوية ، والبروتينات ، والدهون .

٥ – فقدان الفيتامينات :

تفقد الخضروات المخزنة جزءاً من محتواها من الفيتامينات ، و يكون ذلك واضحا بوجه خاص فى فيتامين جـ . و يمكن تقليل هذا الفقد بسرعة تبريد المحصول بعد الحصاد ، وتخزينه فى درجات حرارة منخفضة . كما يفيد التخزين فى الجو المعدل – الذى تقل فيه نسبة الأكسجين فى تقليل أكسدة الفيتامينات .

٦ – النموات النباتية :

يحدث أثناء التخزين أن تتكون نموات نباتية بالثمار ، كما فى الحالات التالية :

أ – تزريع البطاطس ، والبصل ، والثوم ، والخضر الجذرية ، كالجزر واللفت ، ويقلل ذلك من صلاحيتها للتسويق .

ب – إنبات البذورداخل الثمار ، و هو الأمر الذى قد يحدث أحيانا فى ثمار بعض سلالات الطماطم والفلفل .

جـ – استطالة مهاميز الهيلون والتواؤها لأعلى إذا كانت بوضع أفقى أثناء التخزين . وتصاحب ذلك زيادة فى صلابتها .

د – ظهور نموات زغبية بأقراص القنبيط .

٧ – الفقد فى الوزن :

تفقد الخضروات المخزنة جزءا من رطوبتها عن طريق النتح . ويؤدى ذلك إلى ذبولها وتغّير مواصفاتها ، كما تقل الكمية الفعلية المسوقة من المحصول. وتزداد سرعة النتح مع ارتفاع درجة حرارة التخزين ونقص الرطوبة النسبية ، كما يزيد فى الخضر الورقية عنه فى الخضر الدرنية .

٨ – أضرار البرودة :

تحدث أضرارالبرودة Chilhing Injury فى معظم الخضروات الاستوائية وشبه الاستوائية عندما تخزن فى درجة حرارة أعلى من درجة تجمدها ، و أقل من ٥ – ١٥°م . ويتوقف الحد الأعلى للمجال الحرارى الذى تحدث فيه أضرار البرودة على نوع المحصول .

و من مظاهر أضرار البرودة ما يلى :

أ – حدوث تغيرات داخلية وخارجية فى اللون discoloration .

ب – ظهور نقر Pits على سطح الثمار .

جـ – ظهور مناطق مائية المظهر Water - Soaked .

د – عدم تجانس النضج أو عدم إكتماله .

هـ – ظهور طعم غير مستساغ .

و – تكون الخضروات أكثر عرضة للإصابة بالنموات الفطرية السطحية ، و التحلل .

ولدرجة الحرارة تأثير متجمع Cumulative ، حيث يبدأ فى الحقل قبل الحصاد ، ويستمر مع التخزين فى درجة الحرارة المنخفضة . و كثيرا ما تبدو الخضر طبيعية المظهر عند إخراجها من المخازن الباردة ، إلا أنها سرعان ما تظهر عليها أضرار البرودة بعد بقائها فى الجو العادى لمدة يوم أو يومين ، أى أثناء فترة التسويق .

٩ - أضرار التجمد :

تحدث أضرار التجمد Freezing Injury من جرّاء تكون البللورات الثلجية فى الخلايا بأنسجة الخضروات ، حيث يبدو النسيج المتجمد بعد إخراجه من المخزن وتعرضه لدرجة الحرارة العادية كما لو كان منقوعاً فى الماء Water - Soaked .

ومن أشد الخضروات حساسية لأضرار التجمد كل من : الهليون ، والفاصوليا الخضراء، والخيار ، والباذنجان ، والخس ، والفلفل ، والبطاطس ، وقرع الكوسة . ، والبطاطا ، والطماطم . تحدث بهذه الخضروات أضرار شديدة عند تعرضها للتجمد ولو لفترة قصيرة .

١٠ - أضرار نقص الأكسجين :

يحدث النقص فى الأكسجين من جراء تنفس الخضروات المخزنة ، و يكون ذلك مصحوبا بزيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون . وتختلف الخضروات فى مدى حساسيتها لذلك . ومن الأضرار التى يحدثها نقص الأكسجين ما يلى :

أ - ظهور حالة القلب الأسود فى درنات البطاطس .

ب - تبقع قرون الفاصوليا الخضراء ببقع بنية اللون .

١١ - أضرار الإيثيلين :

تنتج الفاكهة والخضروات غاز الإيثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها . وتختلف الثمار كثيرا فى معدل إنتاجها للغاز . و يؤدى وجود الثمار ذات المعدلات المرتفعة فى إنتاج الغاز - مثل : التفاح ، والكمثرى ، و البرقوق ، و الأفوكادو ، والقاوون الشبكى ، والباباظ ، والخوخ - (وكذلك الخضر الحساسة للغاز) إلى حدوث أضرار كثيرة . ومن أمثلة هذه الأضرار ما يلى :

أ – فقدان اللون الأخضر :

فالإيثيلين يسرع من تحلل الكلورفيل ، و يؤدى إلى اصفرار الأنسجة الخضراء ، فتنخفض بذلك صفات الجودة فى الخضر الورقية ، و فى الثمار الخضراء ، كالخيار والكوسة ، و الخضر الأخرى ، كالبروكولى والخرشوف .

ب – انفصال الأوراق والأعضاء النباتية الأخرى Abscission :

يؤدى التعرض للإيثيلين إلى انفصال الأوراق وسقوطها فى الكرنب ، و القنبيط ، والخضر الورقية ، وانفصال البراعم فى البروكولى ، وانفصال أوراق الكأس فى الباذنجان.

جـ – تأثيرات غير مرغوبة على القوام :

يؤدى تعرض الثمار للإيثيلين إلى فقدانها لصلابتها ، و خفض فترة تخزينها و قدرتها على تحمل الشحن ، كما فى البطيخ ، بينما تزيد الصلابة فى مهاميز الهليون .

د – تغيرات فى الطعم :

برغم أن الإيثيلين يحدث تغيرات هامة مرغوبة فى طعم ونكهة الخضروات – تشمل تحول النشا إلى سكر ، وفقدان الحموضة ، و تكوين المركبات المتطايرة – إلا أنه يؤدى أيضا إلى إحداث تغيرات غير مرغوبة ، مثل تكون طعم مرّ فى كل من الجزر ، و الكرنب .

هـ – تبرعم درنات البطاطس .

و – تكون تبقعات صدئة Russet Spotting فى الخس .

تنفس منتجات الخضر بعد الحصاد

يمكن إرجاع غالبية التغيرات التى تطرأ على الخضروات بعد الحصاد إلى تنفس أنسجتها ، و ما يصاحب ذلك من نشاط إنزيمى و انطلاق للطاقة ؛ فتوجد علاقة طردية مباشرة بين سرعة تدهور الخضروات المخزنة ومعدل تنفس أنسجتها . و تعد أكثر الخضر ارتفاعا فى معدل التنفس الهليون ، والبروكولى ، والذرة السكرية ، والبسلة ، والسبانخ ، وأقلها فى معدل التنفس البصل ، والبطاطس ، والكرنب .

ويزداد معدل التنفس بمقدار ٢ – ٣ أضعاف فيما بين الصفر المئوى ، و ١٠°م ، وبمقدار الضعف مع كل زيادة فى درجة الحرارة بعد ذلك مقدارها ١٠ درجات مئوية فيما بين ١٠ – ٣٥ °م . هذا بينما يؤدى خفض نسبة الأكسجين وزيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى جو المخزن إلى خفض معدل تنفس الخضر ، و يسمى ذلك الإجراء بالتخزين فى الجو المعدل Modified Atmosphere . ويحتوى الجو المعدل على ٣ – ٥ ٪ أكسجيناً، ونحو ٥ ٪ ثانى أكسيد الكربون .

وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين

من أهم وسائل إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها أثناء التخزين ما يلى :

١ – قصر التخزين على الخضروات التى وصلت إلى طور النضج المناسب .

٢ – عدم تخزين الخضروات المخدوشة والمصابة بالآفات .

٣ – الوقاية من الكائنات الدقيقة المسببة للعفن بالمعاملة بالكيماويات ، مثل البوراكس ، وهيبوكلوريت الصوديوم ، و غاز ثانى أكسيد الكبريت .

٤ – إجراء المعاملات الخاصة بمنع التزريع الذى يحدث فى بعض الخضر ، كالبطاطس، والبصل ، والثوم :

قد تجرى هذه المعاملات قبل الحصاد أو بعده ، ويستخدم لذلك مركبات مثل الماليك هيدرازيد ، و ميثيل إستر نفثالين حامض الخليك .

٥ – التبريد المبدئى Pre - cooling :

تجرى عملية التبريد المبدئى – بغرض التخلص من حرارة الحقل – إما قبل التحميل على الشاحنات ، و إما بعد التحميل مباشرة . و تتراوح مدة العملية من ٣٠ دقيقة إلى ٢٤ ساعة حسب الطريقة المتبعة . و من أهم الطرق المتبعة فى هذا الشأن ما يلى :

أ – استخدام غرف التبريد ، أو العربات المبردة .

ب – وضع ثلج بالعبوات مخلوطا بالمنتج أو على سطحه .

جـ – الغمس فى الماء المثلج ،أو إمرار المنتج تحت رذاذ من الماء المثلج Hydrocooling .

د – التبريد بطريقة السريان الجبرى للهواء Forced Air Cooling .

هـ – التبريد بالتفريغ Vacuum Cooling :

يعتمد التبريد بالتفريغ على أساس أن تعرض الخضر للتفريغ – وهى فى حيز مغلق – يؤدى إلى تبخر الرطوبة منها ، ويؤدى ذلك تلقائيا إلى انخفاض درجة حرارتها ، لأن عملية تبخر الماء تلزمها طاقة يُتحصل عليها من الخضر ذاتها . وتصلح هذه الطريقة للخضروات ذات الأسطح التبخرية الكبيرة ، مثل الخضر الورقية عموما . ويلزم إجراؤها على الخضر وهى مبتلة ، حتى لاتفقد نسبة كبيرة من رطوبتها .

٦ – التخزين فى درجة حرارة منخفضة:

يعمل التخزين فى درجة حرارة منخفضة على إطالة فترة احتفاظ الخضر بجودتها بتثبيطه لكل مما يلى :

أ – التنفس والأنشطة الحيوية الأخرى .

ب – التدهور الذى يحدث مع زيادة النضج وفقدان الثمار لصلابتها والتغيرات فى القوام واللون .

جـ – الفقد فى الرطوبة و الذبول .

د – التلف الناتج من الإصابة بالبكتيريا والفطريات و الخمائر .

هـ – النموات غير المرغوبة ، كما يحدث فى البصل و البطاطس .

ويبين جدول (١٣-٢) درجات الحرارة والرطوبة النسبية الملائمة لتخزين محاصيل الخضر، وفترة التخزين التى تظل خلالها الخضر بحالة جيدة تحت هذه الظروف .

٧ – التحكم فى الرطوبة النسبية فى جو المخزن :

للرطوبة النسبية أهمية كبيرة بالنسبة للخضروات المخزنة ، لأن نقص الرطوبة يسرع من ذبول الخضروات ، و زيادتها عن اللازم – أى عندما تكون قريبة من ١٠٠ ٪ – يؤدى إلى نمو العفن على الجدران و الأرضيات والعبوات ، و على الخضر نفسها . وينصح غالبا برطوبة نسبية تتراوح من ٩٠ – ٩٥ ٪ فى معظم الخضروات مع بعض الاستثناءات ، كما فى البصل ، و الثوم ، و البطاطس (جدول ١٣ – ٢) .

جدول (١٣-٢) : 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 أسبوع
الهليون	صفر - ٢	٩٥	٢ - ٣ أسبوع
فاصوليا الليما	صفر - ٤	٩٠	١ - ٢ أسبوع
الفاصوليا الخضراء	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ يوم
البنجر (بالأوراق)	صفر	٩٥	١٠ - ١٤ يوم
البنجر (بدون أوراق)	صفر	٩٥	٣ - ٥ شهر
البروكولى	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
كرنب بروكسل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٥ أسبوع
الكرنب	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٦ أسبوع
الجزر (بدون أوراق)	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهر
القنبيط	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الكرفس	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ شهر
الذرة السكرية	صفر	٩٠-٩٥	٤ - ٨ يوم
الخيار	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
الباذنجان	٧ - ١٠	٩٠	١ أسبوع
الهندباء	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسبوع
الثوم	صفر	٦٥ - ٧٠	٦ - ٧ شهر
كرنب أبو ركبة	صفر	٩٠ - ٩٥	٢ - ٤ أسبوع
الكرات أبو شوشة	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ شهر
الخس	صفر	٩٥	٢ - ٣ أسبوع
القاوون			
الشبكى ($\frac{3}{4}$ إنفصال)	٢ - ٤	٨٥ - ٩٠	١٥ يوم
الشبكى (انفصال كامل)	صفر - ٢	٨٥ - ٩٠	٥ - ١٤ يوم
الكاسابا	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ أسبوع
شهد العسل	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٣ - ٤ أسبوع
الفارسى	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٢ أسبوع
البطيخ	٤ - ١٠	٨٥ - ٨٠	٢ - ٣ أسبوع
عيش الغراب	صفر	٩٠	٣ - ٤ يوم

جدول (١٣-٢) : يتبع .

الخضر	الظروف المناسبة للتخزين		
	درجة الحرارة (م°)	الرطوبة النسبية (٪)	فترة التخزين
البامية	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٧ - ١٠ يوم
البصل (الرؤوس)	صفر	٦٥ - ٧٠	١ - ٨ شهر
البصل الأخضر	صفر	٩٠ - ٩٥	—
البقدونس	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٢ شهر
البسلة الخضراء	صفر	٩٠ - ٩٥	١ - ٣ أسبوع
الفلفل الأخضر	٧ - ١٠	٩٠ - ٩٥	٢ - ٣ أسبوع
الفلفل الأحمر	٤ - ٧	٩٠ - ٩٥	١ أسبوع
البطاطس	٤	٩٠	٤ - ٥ شهر
القرع العسلى	١٠ - ١٣	٧٠ - ٧٥	٢ - ٣ شهر
الفجل	صفر	٩٠ - ٩٥	٣ - ٤ أسبوع
السبانخ	صفر	٩٠ - ٩٥	١٠ - ١٤ يوم
الكوسة	صفر - ١٠	٩٠	٥ - ١٤ يوم
قرع الشتاء	١٠ - ١٣	٥٠ - ٧٥	١ - ٦ شهر حسب الصنف
البطاطا	١٣ - ١٦	٨٥ - ٩٠	٤ - ٦ شهر
طماطم خضراء ناضجة	١٣ - ٢١	٨٥ - ٩٠	١ - ٣ أسبوع
طماطم حمراء	٧ - ١٠	٨٥ - ٩٠	٤ - ٧ يوم
اللفت	صفر	٩٠ - ٩٥	٤ - ٥ شهر

٨ - التخزين فى الجو المعدل :

الجو المعدل هو الجو الذى تقل فيه نسبة الأكسجين وتزيد نسبة ثانى أكسيد الكربون عما هى فى الهواء العادى . و الفرق بين الجو المعدل Modified Atmosphere ، و الجو المتحكم فيه Controlled Atmosphere أن درجة التحكم فى نسبتى الغازين تكون فى الأول قليلة أو منعدمة ، حيث تعتمد على النقص الطبيعى للأكسجين والزيادة الطبيعية لثانى أكسيد الكربون مع التنفس . أما فى الحالة الثانية .. فيتم التحكم فى نسبتى الغازين طوال فترة التخزين .

٩ – توفير التهوية المناسبة فى المخازن ؛ لمنع ارتفاع الرطوبة إلى ١٠٠ ٪ ، ولضمان تجانس درجة الحرارة فى المخزن .

١٠ – التخزين فى الظلام ، أو على الأقل فى إضاءة منخفضة جدا .

١١ – العناية بنظافة المخازن والحماية من القوارض .