

## أضرار البرودة

### تقسيم المحاصيل البستانية حسب حساسيتها لأضرار البرودة

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

وتقسم المحاصيل البستانية - حسب حساسيتها لأضرار البرودة - إلى ثلاث مجموعات؛ كما يلي:

١- محاصيل تتحمل البرودة:

تتناسب فترة صلاحية خضروات هذه المجموعة للتخزين عكسياً مع درجة الحرارة ما دامت الحرارة أعلى من درجة التجمد.

٢- محاصيل حساسة للبرودة:

تزداد فترة صلاحية خضروات هذه المجموعة للتخزين كلما انخفضت الحرارة حتى درجة معينة تختلف باختلاف المحصول، ثم تنخفض فترة الصلاحية للتخزين مع أى انخفاض أكثر من ذلك فى درجة الحرارة. وتعرف هذه الدرجة باسم درجة الحرارة الحرجة لحدوث أضرار البرودة، وهى تتراوح - عادة - بين حوالى ١٠-١٣ م°. وتنتمى إلى هذه المجموعة معظم الخضر والفواكه الاستوائية وتحت الاستوائية.

٣- محاصيل حساسة قليلاً للبرودة:

تقل درجة الحرارة الحرجة - التى تحدث عندها أضرار البرودة - قليلاً فى خضروات هذه المجموعة مقارنة بخضروات المجموعة السابقة، وهى تتراوح - عادة - بين حوالى ٣ و ٤ م° (Wang ١٩٩٤).

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

ولكن أعراض أضرار البرودة تظهر كذلك في المخازن إذا طالت فترة التخزين في حرارة أقل من الدرجة الحرجة الخاصة بالمحصول.

### أعراض أضرار البرودة

من مظاهر أضرار البرودة ما يلي:

- ١- حدوث تغيرات داخلية وخارجية في اللون discoloration.
- ٢- ظهور نقر pits على سطح الثمار.
- ٣- ظهور مناطق مائية المظهر Water-Soaked.
- ٤- عدم تجانس النضج أو عدم اكتماله.
- ٥- ظهور طعم غير مستساغ.
- ٦- حدوث انهيار داخلي بالأنسجة النباتية.
- ٧- تكون الخضروات أكثر عرضة للإصابة بالنموات الفطرية السطحية والتحلل (عن Kader وآخرين ١٩٨١).

وتكون هذه الأعراض مصاحبة - عادة - بزيادة في معدل التنفس، وإنتاج الإثيلين، والقابلية للإصابة بالأمراض، وفي التغيرات المؤدية إلى الشيخوخة، وخاصة بعد إخراج المنتجات من المخازن الباردة إلى درجة الحرارة العادية لأجل تسويقها.

ويوضح جدول (٢١-٦) أعراض أضرار البرودة في الخضر المختلفة، وأقل درجة حرارة مأمونة يمكن أن تخزن عليها تلك الخضروات، دون أن تتعرض لهذه الأضرار.

وتكون الأعراض الخارجية لأضرار البرودة انعكاساً لأضرار داخلية، لعل من أهمها وأبرزها تلك التي تحدث بالأغشية الخلوية. وعندما تفقد الأغشية الخلوية خاصية نفاذيتها الاختيارية للأيونات من جراء تعرضها للحرارة المنخفضة فإن الأيونات تتسرب من الخلايا دونما رابط. ولطالما استخدمت خاصية التوصيل الكهربائي لراشحات الأنسجة tissue leachates المتأثرة بالبرودة كدليل على مقدار الضرر الذي حدث بالأغشية الخلوية؛ حيث تؤدي زيادة الأضرار بالأغشية إلى زيادة الراشحات؛ ومن ثم زيادة قدرتها على التوصيل الكهربائي.

## الفصل الحادى والعشرون: الحصاد والتداول والتخزين

جدول (٢١-٦): أضرار البرودة في الخضراوات المختلفة، وأقل درجة حرارة مأمونة يمكن أن تخزن عليها تلك الخضراوات، دون أن تتعرض لهذه الأضرار.

الخضراوات	الحد الأدنى المأمون لدرجة الحرارة (م°)	أعراض أضرار البرودة
الفاصوليا الخضراء	٧	نقر وصدأ russeting
الخيار	٧	نقر ويقع مائية water-soaking وتحلل decay
الباذنجان القاوون	٧	انسحاق أو احتراق scald سطحي وعفن ألترنارى
الشيكى	٧-١٠	نقر وتحلل سطحي
شهد العسل - الكاسافا - الفارسي	٧-١٠	نقر وتحلل سطحي وعدم النضج
البطيخ	٤	نقر وطعم غير مستساغ
البامية	٧	اسوداد وظهور مناطق مائية وتحلل
الفلفل الحلو	٧	نقر وعفن ألترنارى
البطاطس	٣	تكون لون بنى ضارب للحمرة mahogany browning
القرع العسلى وقرع الشتاء	١٠	تحلل وعفن ألترنارى
البطاطا الطماطم	١٣	تحلل ونقر وظهور لون داخلى أسود
الحمراء	٤-١٠	ظهور مناطق مائية مع طراوة الثمار وتحللها
الخضراء المكتملة النمو	١٣	عدم اكتمال التلون وعفن ألترنارى

وقد وجد Côté وآخرون (١٩٩٣) ارتباطاً بين درجة التوصيل الكهربائى لراشحات أجزاء من نسيج بشرة ثمار الطماطم التى تعرضت لحرارة ٣ م° لفترات مختلفة وبين شدة أضرار البرودة التى ظهرت على الثمار (فى صورة نقر وعدم تجانس فى النضج) عندما نقلت بعد ذلك إلى حرارة ٢٠ م°. ولكن هذا الارتباط ظهر فقط عند إجراء اختبار التوصيل الكهربائى فى الحرارة المنخفضة (٣ م°)، وليس بعد نقل الثمار إلى حرارة الغرفة (٢٠ م°).

ومن بين وسائل الحد من أضرار البرودة، ما يلي:

- ١- التعريض لحرارة منخفضة تزيد قليلاً على الحرارة الحرجة، قبل تخزينها مباشرة.
- ٢- التعريض لحرارة مرتفعة قبل التخزين أو بصورة متقطعة أثناء التخزين.
- ٣- التخزين في الجو المعدل.
- ٤- المعاملة ببعض المركبات الكيميائية، مثل بنزوات الصوديوم والثيابندازول.
- ٥- معاملات منظمات النمو، مثل: حامض الأبسيسيك والإثيلين والترايازولات.

### أضرار الإثيلين

تنتج الخضروات والفاكهة غاز الإثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها، وهو يعد من الهرمونات الطبيعية التي تكون نشطة فسيولوجياً في تركيبات تصل - في حدها الأدنى - إلى ٠,١ حتى ٠,٥ جزءاً في المليون في مختلف الثمار. وعلى خلاف ما كان شائعاً .. فإن الإثيلين هو الذي يحفز ويقدم التغييرات التي تؤدي إلى النضج، وليس أحد نواتج عملية النضج (Oeller وآخرون ١٩٩١).

### معدل إنتاج الخضر والفاكهة للإثيلين

تتباين منتجات الخضر والفاكهة - كثيراً - في معدل إنتاجها لغاز الإثيلين عند نضجها وأثناء تخزينها كما هو مبين في جدول (٢١-٧).  
ومن أهم العوامل التي تؤدي إلى زيادة معدلات إنتاج المنتجات البستانية لغاز الإثيلين ما يلي:

- ١- وصول الثمار إلى مرحلة النضج.
- ٢- الأضرار الميكانيكية.
- ٣- الإصابات المرضية.
- ٤- ارتفاع الحرارة حتى ٣٠°م.

### الأضرار التي يحدثها غاز الإثيلين

إن أهم الأضرار التي يحدثها غاز الإثيلين هو إسراع تدهور المنتجات البستانية. وتجدد