الفصل العاشر

الخضر الثمرية الأخرى

يتضمن هذا الفصل الخضر الثمرية غير تلك التى ورد بيانها فى الفصول التسعة الأولى من هذا الكتاب.

الباذنجان

يبدأ نضج ثمار الباذنجان عادة بعد ٢,٥-٣ أشهر من الشتل، ويستمر الحصاد لمدة مماثلة. تصبح الثمار فى مرحلة النضج الاستهلاكى عندما تصل إلى ثلثى حجمها الكامل، ويكون ذلك بعد ١٥-٤٠ يومًا من التلقيح حسب الصنف ودرجة الحرارة، وتقطف فيما بين وصولها إلى ثلثى حجمها الكامل، ووصولها إلى حجمها الكامل، ولكن قبل أن تبدأ بذورها فى التصلب.

ويمكن التعرف على مرحلة النضج المناسبة للحصاد بالضغط على الثمرة بالإبهام، فإذا اندفع جلد الثمرة إلى مكانه الأول بسرعة بعد رفع الإصبع، دل ذلك على أنها مازالت غير ناضجة، أما إذا عاد الجلد لوضعه الأول ببطء شديد، دل ذلك على أنها زائدة النضج. وتُعد الثمار المناسبة للاستهلاك وسطًا بين الحالتين (Sims وآخرون ١٩٧٨، Ware & MacCollum ١٩٨٠).

وإذا تعدت الثمار مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك، فإنها تتحول إلى اللون البرونزى، وتتصلب قشرتها وبذورها، وتكتسب طعمًا لاذعًا.

ويتناسب محصول الباذنجان طرديًا مع التأخر فى حصاد الثمار، إلا أن ذلك تصاحبه احتمالات تعدى الثمار لمرحلة النضج المناسبة للاستهلاك. وإذا حدث ذلك .. فلابد من حصاد هذه الثمار والتخلص منها، وذلك لأن تركها على النبات يُعجل من شيخوخته، ويؤدى إلى نقص المحصول.

وتحصد الثمار بأعناقها كل ٣–٥ أيام فى الأصناف ذات الثمار الطويلة، وكل ٥–١٠ أيام فى الأصناف ذات الثمار الكروية والبيضية، حيث تقصر المدة بين الجمعات فى الجو الحار وتطول فى الجو البارد. يقطع عنق الثمرة بالسكين، أو باستعمال مقص تقليم نظرًا لأنه يكون متصلبًا عند وصول الثمرة إلى مرحلة النضج المناسبة للحصاد.

التغيرات الكيميائية الحيوية المصاحبة لنمو الثمار ونضجها

تكون نسبة المواد الصلبة الكلية فى الثمار أعلى ما يمكن عند الإزهار (فى مبايض الأزهار)، وتقل سريعًا لعدة أيام، ثم تبقى عند مستوى ثابت حتى النضج وتكون نسبة السكريات الكلية منخفضة وفى حدود ٢٪–٣,٥٪.

أما الطعم القابض فيكون أعلى ما يمكن عند الإزهار، ثم ينخفض بعد ذلك، ويكون الانخفاض سريعًا فى البداية، ثم بطيئًا فى المراحل التالية (Nothmann ١٩٨٦).

كان تركيز البولى أمينات: بوترسين putrescine، واسبرميدين spermidine منخفضًا ومتساويًا (١,٦٧ نانومول/جم نسيج طازج) عند بداية تكوين الثمرة (بعد ٣–٥ أيام من سقوط البتلات). ولم تلاحظ أية تغيرات جوهرية فى تركيز الاسبرميدين أثناء نمو الثمرة، ولكن ازداد تركيز البوترسين ووصل إلى أعلى مستوى له، وهو ١٧,٤ نانومول/جم فى اليوم التاسع بعد سقوط البتلات، ثم انخفض بعد ذلك إلى مستواه الابتدائى. وبداية من اليوم التاسع لسقوط البتلات حدثت زيادة سريعة فى وزن الثمرة وحجمها، وكان تركيز السكر فى أعلى مستوياته. أما إنتاج الإثيلين فقد انخفض — مع تطور تكوين الثمرة — من ١٤,٢٣ إلى ١,٥ ميكروليتر/كجم فى الساعة، وظل منخفضًا خلال المراحل المتأخرة من تكوينها (Rodriguez وآخرون ١٩٩٩).

التنفس وإنتاج الإثيلين

تباين معدل تنفس ثمار الباذنجان (بالملليجرام ثانى أكسيد كربون لكل كيلوجرام

فى الساعة) كما يلى:

الطراز	معدل التنفس
الأمريكى	٣٠-٣٩
الأبيض البيضى	٥٢-٦١
اليابانى	٦٢-٦٩

أما معدل إنتاج الإثيلين من ثمار الباذنجان فيبلغ ٠,١-٠,٧ ميكروليتر لكل كيلوجرام من الثمار فى الساعة.

وتعد ثمار الباذنجان متوسطة إلى عالية الحساسية للإثيلين الذى تتعرض له. ويؤدى تعرض الثمار لتركيز من الغاز يزيد عن جزء واحد فى المليون أثناء الشحن أو التخزين إلى انفصال الكأس والتلون البنى والتدهور العام فى الجودة (Cantwell & Suslow ٢٠٠٧).

التداول

يتطلب تصدير الباذنجان تعبئته فى صناديق كرتونية، وتبريده أوليًا بطريقة الدفع الجبرى للهواء، قبل شحنه على حرارة ١٠°م ورطوبة نسبية ٨٥٪-٩٠٪.

ولا يوصى بتبريد الباذنجان أوليًا بطريقة الماء البارد hydrocooling لأن الماء قد يترك بقعًا على سطح الثمرة، ولأن هذه الطريقة قد تكون قليلة الكفاءة بالنظر إلى اتساع مسطح الثمرة الخارجى بالنسبة إلى حجمها. وقد يكون التبريد فى الغرف المبردة كافيًا إن أمكن خفض درجة حرارة لُب الثمرة إلى ١٣-١٥°م فى خلال ٢٤ ساعة من الحصاد (عن Salunkhe & Desai ١٩٨٤).

التخزين المبرد العادى

إن الظروف المثلى لتخزين ثمار الباذنجان هى حرارة ١٠-١٢°م، مع رطوبة نسبية ٩٠٪-٩٥٪. وتقل فترة تخزين الباذنجان — عادة — عن ١٤ يومًا، حيث تتدهور

جودته بعد ذلك، فيصاب بالأعفان غالبًا، وخاصة بعد نقله من المخزن إلى أسواق البيع. ويؤدى تخزين الباذنجان لفترة قصيرة على حرارة أقل من ١٠°م – بهدف الحد من الفقد فى الوزن – إلى إصابة الثمار بأضرار البرودة (Thompson ٢٠٠٣).

ويزداد الفقد الرطوبى من الباذنجان اليابانى كثيرًا عن الباذنجان الأمريكى القياسى، حيث تبلغ سرعة فقده للماء ثلاثة أضعاف سرعة فقد الباذنجان الأمريكى، ويترتب على ذلك سرعة فقده للمعان الجلد الذى يتكرمش، ويصبح اللب أسفنجيًا والكأس بنيًا.

هذا مع العلم بأن الطراز الأمريكى هو الباذنجان القياسى (الكروى إلى البيضاوى) ذات اللون القرمزى الداكن، واليابانى ذات ثمار مطاولة ورفيعة لونها قرمزى فاتح إلى داكن وسريع التلف، والصينى ذات ثمار مطاولة ورفيعة لونها قرمزى فاتح (Cantwell & Suslow ٢٠٠٧).

لا يجب أبدًا تعريض ثمار الباذنجان للثلج، كما لا يجب وضعه فى نفس المكان مع المنتجات ذات الروائح النفاذة مثل البصل لامتصاصه لتلك الروائح (Siller-Cepeda ٢٠٠٤).

يبدأ تجمد ثمار الباذنجان على حرارة -٠,٨°م. ومن أبرز أعراض أضرار التجمد – بعد تفكك الثمار – اللب المائى المظهر الذى يكتسب لونًا بنيًا، والذى يفقد رطوبته بسرعة ملحوظة (Cantwell & Suslow ٢٠٠٧).

أضرار البرودة

ظهرت أعراض أضرار البرودة على ثمار الباذنجان بعد ٣٢ يومًا من التخزين على ٧,٢°م، وذلك على صورة تلون بنى داخلى واحتراق (انسفاع) وتلون بنى سطحى، وتنقير وأعفان، وكلها أعراض قد لا تظهر إلا بعد إخراج الثمار من المخزن المبرد. ويمكن أن تختلط تلك الأعراض بأعراض الإصابة بأضرار التركيزات العالية لثانى أكسيد الكربون.

أما على ٥°م، فإن أضرار البرودة تظهر فى خلال ٦-٨ أيام.

وتتباين طرز الباذنجان فى الفترة التى تبدأ بعدها أضرار البرودة فى الظهور لدى تعرضها لحرارة مختلفة، كما يلى:

الطراز/الحرارة (°م)	صفر	٢,٥	٥	٧,٥
الأمريكى	١-٢	٤-٥	٦-٧	١٢
اليابانى	—	٥-٦	٩-٨	١٢-١٤
الصينى	٢-٣	٥-٦	١٠-١٢	١٥-١٦

(عن Cantwell & Suslow ٢٠٠٧).

ومن أهم مظاهر إصابة الثمار بأضرار البرودة، ما يلى:

١- تكون النقر السطحية.

٢- التلون البنى الداخلى لنسيج المشيمة، واكتساب البذور والحزم الوعائية لونًا بنيًا.

٣- ظهور أعراض الانسفاع Scalding، وهى ظاهرة تكون مساحات أو بقع بنية على سطح الثمرة، تصبح غائرة بمرور الوقت.

٤- فى النهاية تكتسب الثمار لونًا برونزيًا.

٥- تزداد حساسية الثمار للإصابة بفطر الألترناريا *Alternaria* بعد إخراجها من المخزن.

وتزداد الحساسية للبرودة فى الثمار التى تتكون فى الجو البارد نسبيًا عما فى تلك التى تتكون فى الجو الدافئ. فمثلاً .. كانت الثمار التى حصدت خلال فصل الشتاء (ديسمبر ويناير) أكثر حساسية للإصابة بأضرار البرودة عند تخزينها على ٦ أو ٨°م (مع ٨٧٪-٩٠٪ رطوبة نسبية) عن تلك التى حصدت فى الربيع (مارس وأبريل) (Fallik وآخرون ١٩٩٥). هذا .. مع العلم بأن للحرارة المنخفضة تأثير متجمع، وقد يبدأ من الحقل.

وقد أجريت بعض المعاملات بهدف الحد من ظهور أضرار البرودة، فمثلاً .. أدت التدفئة المتقطعة intermittent warming لثمار الباذنجان بالتخزين لمدة ٣ أيام على حرارة ٢,٥ + ٣ أيام على حرارة ١٢,٥°م + ٣ أيام على حرارة ٢,٥°م + ٣ أيام على حرارة ٢٠°م .. أدت إلى تأخير ظهور أعراض أضرار البرودة بنحو أسبوع مقارنة بموعد ظهورها فى ثمار الكنترول التى خزنت على حرارة ٢,٥°م لمدة ٩ أيام ثم لمدة ٣ أيام على حرارة ٢٠°م (Mancarelli وآخرون ١٩٩١). وقد حصل Kluge وآخرون (١٩٩٨) على نتائج مماثلة عندما عرضت ثمار الباذنجان التى خزنت تخزينًا باردًا لمدة ٢١ يومًا للتدفئة كل ٣، أو ٤، أو ٥، أو ٦ أيام، حيث لم تُصب الثمار بأضرار البرودة.

وأدى تخزين الثمار التى عوملت بالمطهرات فى أكياس بلاستيكية قليلة الكثافة وغير مثقبة (بمعدل ١٢–١٤ ثمرة/كيس فى طبقتين) إلى إمكان تخزينها على ٨°م لأكثر من ثلاثة أسابيع دون أن تصب بأضرار البرودة، بينما ظهرت على الثمار التى طهرت سطحيًا ولم توضع فى الأكياس أضرارًا شديدة من جراء البرودة بعد ثلاثة أسابيع من تخزينها على ٨°م، هذا مع العلم بأن حرارة الثمار التى وضعت فى الأكياس كانت دائمًا أعلى بمقدار ٠,٥–١,٠°م عن حرارة المخزن (Fallik وآخرون ١٩٩٥).

التغيرات المصاحبة للثمار أثناء تخزينها وشحنها

إن من أهم التغيرات التى تطرأ على الثمار بعد حصادها، ما يلى:

١– يبدأ تدهور ثمرة الباذنجان بعد الحصاد بفقدها للمعانها وصلابتها، ثم انكماشها بسبب فقدها للرطوبة، وفقدها للونها بسبب تحلل صبغاتها.

٢– تتأثر ثمار الباذنجان سلبيًا بالإثيلين، الذى يؤدى إلى انفصال الكأس عن الثمار وتعفنها (عن Nothmann ١٩٨٦).

٣– ظهور أضرار البرودة إذا تعرضت الثمار أثناء تخزينها أو شحنها لحرارة ٧°م أو أقل من ذلك.

التخزين فى الجو المعدل والجو المتحكم فى مكوناته

تغلف الثمار فى أغشية من البوليثيلين أو البولى فينيل كلورايد؛ بهدف الحد من فقدها للرطوبة، وخفض معدل تنفسها، بتكوين الأغشية لجو معدل modified atmosphere يحيط بالثمار.

ونظرًا لأن المستوردين الأوروبيين لا يفضلون تغليف ثمار الباذنجان – كل على انفراد – بأغشية البولى فينيل كلورايد المطاطة التى تلتصق بالثمار، لأنه يتعين إزالتها قبل عرض الثمار للتسويق، فقد أمكن استبدال هذه الطريقة بأخرى عوملت فيها الثمار بمبيد فطرى مع NAA ثم وضعت كل ١٠-١٥ ثمرة معًا فى أكياس من البوليثيلين غير المثقب داخل الكراتين، ووضع معها داخل الكيس – الذى يكون مبطنًا للكرتونة – ١٠ طبقات من المناديل الورقية لمنع تكثف الرطوبة. وقد منعت هذه الطريقة لتخزين الباذنجان فقد الوزن وحافظت على نوعية الثمار خلال فترة تخزينها التى دامت لمدة ١٤ يومًا على ١٢°م، ثم لمدة ٣ أيام إضافية على ٢٠°م (Fallik وآخرون ١٩٩٤ ب).

كذلك كان تخزين الثمار وهى مغلفة فى أغشية الـ PVC المثقبة أو غير المثقبة على حرارة ١٢°م أفضل من عدم التغليف فى حرارة ٤، أو ٨، أو ٢٤°م، وأفضل من التغليف فى حرارة ٤، أو ٨°م. خزنت الثمار بهذه الطريقة لمدة ١٦ يومًا دون أن تظهر عليها أى أعراض للتدهور أو أضرار البرودة، وكان الفقد فى الوزن خلال فترة التخزين ١,٨٪ فقط (١,٧٩٪ فى الأغشية المثقبة، و ١,٨١٪ فى الأغشية غير المثقبة) (Henz & Silva ١٩٩٥).

وعلى الرغم من أن ثمار الباذنجان التى عبئت فى أغشية من البوليثيلين ذات الكثافة المنخفضة LDPE داخل صناديق كرتونية على حرارة ٢٠°م احتفظت بنضارتها لمدة ٧-١٤ يومًا حسب الصنف، إلا أن كؤوس الثمار أصيبت بنسبة أعلى من الأعفان التى سببتها فطريات *Cladosporium* spp.، و *Alternaria* sp. مقارنة بما حدث فى الثمار التى لم تعبأ فى أغشية البوليثيلين (Diaz-Perez ١٩٩٨).

ويؤدى بقاء الثمار فى مستوى منخفض من الأكسجين (٣٪-٥٪) إلى تأخير تدهورها وتعفنها لأيام قليلة. ويتحمل الباذنجان زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون حتى ١٠٪، ولكنه لا يفيد فى زيادة فترة صلاحيته للتخزين لأكثر مما يوفره نقص الأكسجين (Cantwell & Suslow ٢٠٠٧).

وقد أدت زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون إلى ٥٪ أو ٨٪ أو ١٢٪ إلى تلون الثمار خارجيًّا باللون البنى، ولكن لم تفقد الثمار صلابتها. وقد كانت الثمار الكروية والبيضية الشكل أكثر تحملاً لزيادة تركيز الغاز عن الثمار الطويلة (Mencarelli وآخرون ١٩٩١).

وقد قام Kaynas وآخرون (١٩٩٥) بتخزين ثمار الفلفل على حرارة ١٢°م لمدة ٤٢ يومًا فى الهواء العادى، أو فى هواء معدل فى عبوات modified atmosphere packages (اختصارًا: MAP) باستعمال أغشية مثقبة أو غير مثقبة من البوليثيلين ذات الكثافة المنخفضة LDPE والبولى فينايل كلوريد PVC، أو فى الهواء المتحكم فى مكوناته controlled atmosphere (اختصارًا: CA) يحتوى على ٣٪ O_2 + ٣٪ CO_2، أو ٥٪ O_2 + ٥٪ CO_2، أو ٥٪ O_2 + ١٠٪ CO_2، وقيمت حالة الثمار بعد أسبوعين، وأربعة، وستة أسابيع، بعد انتهاء فترة التخزين البارد مباشرة، وبعد ثلاثة أيام إضافية على ٢٠°م، وكانت النتائج كما يلى:

١ – ازدادت معدلات زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة، ومعدلات نقص الحموضة، ونسبة النشا، ونسبة حامض الأسكوربيك فى الثمار التى خزنت فى الهواء العادى عمّا فى تلك التى خزنت فى الـ MAP أو فى الـ CA.

٢ – كان الفقد فى الوزن أعلى جوهريًّا فى حالة التخزين فى الهواء عمّا فى جميع معاملات التخزين الأخرى.

٣ – كان الفقد فى الوزن أعلى جوهريًّا عندما كان التخزين فى MAP عمّا كان عليه الحال فى الـ CA بعد أسبوعين من بداية التخزين، ولكن هذا الفرق اختفى بعد ٤، و ٦ أسابيع.

٤ – أضَرَّ التخزين فى ١٠٪ CO_2 لمدة أكثر من أسبوعين بشدة بثمار الباذنجان حيث تغير لون الثمار الخارجى وظهر اصفرار على الكأس، ولكن تلك الأعراض كانت أقل وضوحًا عندما كانت نسبة CO_2 ٥٪.

٥ – كانت أفضل نوعية للثمار عندما كان التخزين فى الـ MAP باستعمال الـ PVC، أو فى الـ CA فى وجود ٣٪ O_2 + ٣٪ CO_2، حيث احتفظت الثمار بجودتها لمدة ٦ أسابيع.

وسائل إطالة فترة صلاحية الثمار للتخزين

أجريت محاولات عديدة، بهدف زيادة فترة صلاحية ثمار الباذنجان للتخزين، نذكر منها ما يلى:

١ – محاولات الحد من أضرار البرودة، وقد أسلفنا بيانها.

٢ – المعاملات الكيميائية (المبيدات الفطرية ومنظمات النمو)، بهدف الحد من إصابة الثمار بالأعفان وتأخير وصولها إلى مرحلة الشيخوخة، فمثلاً:

أ – أدى غمس ثمار الباذنجان فى محلول ٠,٥٪ سانوسيل ٢٥ Sanosil-25 (الذى يحتوى على ٤٨٪ فوق أكسيد الأيدروجين H_2O_2) إلى تقليل أعفان الثمار بعد الحصاد وأثناء التخزين مع إطالة فترة صلاحيتها للتخزين مقارنة بثمار الكنترول التى لم تعط هذه المعاملة (Fallik وآخرون ١٩٩٤).

ب – أدى غمس كأس ثمرة الباذنجان فى محلول يحتوى على ٢٠٠ جزء فى المليون من نفثالين حامض الخليك NAA، و ٩٠٠ جزء فى المليون من البروكلوراز prochloraz إلى تأخير شيخوخة الكأس وعفن الثمرة، وكان غمس الثمرة كلها أفضل من غمس كأسها فقط. وأمكن بهذه الطريقة تخزين الثمار لمدة ١٤ يومًا على حرارة ١٢ °م، ثم لمدة ٣ أيام على حرارة ٢٠ °م ظل خلالها كأس الثمرة محتفظًا برونقه واخضراره، واحتفظت خلالها الثمرة بصلابتها، بينما لم تتعد نسبة الإصابة بالأعفان ٥٪. وكان المتبقى من المبيد فى الثمار التى غمست بأكملها – بعد فترة التخزين – ٠,٣٤ مجم/لتر (Temkin-Gorodeiski وآخرون ١٩٩٣).

الباذنجان المجهز للمستهلك

أدت تعبئة الباذنجان المجهز للمستهلك fresh-cut فى MAP إلى زيادة فترة احتفاظ الشرائح بجودتها، حيث أدت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون إلى نقص نشاط الإنزيمات: polyphenol oxidase، و pectin methylesterase، و β-galactosidase، بينما أدت المعاملة بحامض الستريك إلى خفض نشاط إنزيم البولى فينول أو كسيديز فقط (Catalano وآخرون ٢٠٠٧).

البامية

النضج والحصاد

يبدأ حصاد البامية بعد ٤٥–٥٠ يومًا من الزراعة فى العروة الخريفية، و ٦٠–٧٥ يومًا فى العروة الصيفية المتأخرة، و ٨٠–١٠٠ يومًا فى العروتين: الصيفية المبكرة، والشتوية. ويستمر الحصاد لمدة ٢–٥ أشهر حسب الحالة الجوية.

تجمع القرون – وهى مازالت صغيرة – قبل أن تتخشب وقبل أن تبلغ البذور نصف حجمها الطبيعى، ويكون ذلك بعد ٤–٦ أيام من التلقيح فى الأصناف الأمريكية التى تؤكل ثمارها وهى كبيرة، وبعد فترة أقل من ذلك فى الأصناف المصرية التى تؤكل ثمارها وهى صغيرة. وأيًّا كان الصنف المزروع .. فإن تأخير حصاد الثمار عن مرحلة النضج المناسبة للاستهلاك يؤدى إلى سرعة تليفها، خاصة فى الجو الحار. ولذا .. فإن الحصاد يجرى يوميًّا فى الجو الحار، وكل يومين فى الجو الدافئ، وكل ٤–٥ أيام فى الجو البارد. ونظرًا لأن الأزهار تتكون يوميًا؛ لذا فإن الثمار تتفاوت فى الحجم عند الحصاد؛ مما يستدعى ضرورة تقسيمها إلى رتب مختلفة.

تكون صفات الجودة لقرون البامية عالية نسبيًّا فى اليوم الرابع من تفتح الزهرة، وتزداد جودة الثمار حتى اليوم السادس، ثم تنخفض حتى اليوم العاشر إلى الثانى عشر، وبعد ذلك تكون القرون متليفة ولا تصلح للاستهلاك. ويكون المحصول الصالح