الطريق الأول:

أ — النقل إلى حجرات الإنضاج لأجل المعاملة بالإثيلين بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون على ٢٠°م.

ب — ثم التبريد أو التخزين المؤقت على ٧ — ١٣°م حسب مدى نضج الثمار.

جـ – ثم التحميل والنقل إلى الأسواق، حيث قد تُعاد فيها التعبئة من جديد.

الطريق الثانى:

أ — التبريد أو التخزين المؤقت على ٧ — ١٣°م حسب درجة نضج الثمار.

ب — ثم التحميل والنقل.

جـ – ثم النقل إلى حجرات الإنضاج فى الأسواق لأجل المعاملة بالإثيلين بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون على ٢٠°م، ثم إعادة التعبئة من جديد (عن Brecht ٢٠٠٣).

تكنولوجيا تداول الطماطم بعد الحصاد وقبل التخزين والشحن

تفريغ حمولة الشاحنات فى محطات التعبئة والغسيل بالماء المكلور

يتم تفريغ حمولة الشاحنات التى تنقل الطماطم من الحقل — لدى وصولها إلى محطة التعبئة — فى أحواض كبيرة مملوءة بماء غير ملوث بالميكروبات وتوفر هذه الطريقة كثيرًا فى الأيدى العاملة، كما تحمى الثمار من الأضرار الفيزيائية، نظرًا لأن إسقاطها فى الماء يحميها من صدمات الارتطام بأى أسطح صلبة.

لكن يعيب هذه الطريقة زيادة فرصة تلوث نسبة كبيرة من الثمار بالميكروبات المرضة جراء تلوث الماء بما يتواجد على بعض الثمار من ملوثات، واحتمال تسرب الماء الملوث — من خلال ندبة عنق الثمرة — إلى داخل الثمار؛ نظرًا لأن الثمار تكون حرارتها — عند تفريغها — أعلى من حرارة ماء الغمر، مما يؤدى إلى سرعة برودتها نسبيًّا؛ ومن ثم انكماش الهواء الموجود بداخلها؛ مما يؤدى إلى اندفاع ماء الغمر فيها؛ الأمر الذى يحدث من خلال ندبة العنق، وأى جروح أو خدوش سطحية.

ولهذا السبب .. تتم – دائمًا – معاملة ماء الغمر بالكلورين بتركيز ١٠٠–١٥٠ جـزءًا فى المليون

ويؤدى تأجيل تفريغ حمولة ثمار الطماطم فى أحواض الماء بعد جمعها – لمدة لا تقل عن أربع ساعات – إلى الحد من نفاذ الماء – من خلال ندبة العنق – إلى داخـل الثمـرة (Smith وآخرون ٢٠٠٧)؛ الأمر الذى يقلل – كثيرًا – من نفاذ الأنواع البكتيرية المسببة للأعفـان، مثـل بكتيريـا العفـن الطـرى *Erwinia carotovora*، والعفـن الحامـضى البكتيرى *Leuconostoc mesenteroides*، وكذلك بعض أنـواع الـ .*Lactobacillus* spp، بالإضـافة إلى فطريـات العفـن الحامـضى *Geotrichum candidum*، وعفـن ريـزوس rot *Rhizopus*، والعفن الرمادى *Botrytis cinerea*. وقد وجدت اختلافـات وراثيـة بـين سلالات الطماطم فى مدى قابلية ثمارها للتشرب بالمـاء مـن خـلال ندبـة العنـق (Smith وآخرون ٢٠٠٨).

ويتعين لأجل الحد من تشرب ثمار الطماطم بالماء الذى تفرغ فيه حمولـة الثمـار رفـع حرارته عن حرارة لب الثمار بنحو ٦–٧ درجات مئوية، ويحدث ذلك من خلال تجنب تقلص الفراغات الهوائية التى توجد بالثمار (إذا ما كانت حـرارة المـاء الـذى تفـرغ فيـه الثمار أقل من حرارة الثمار)؛ وبذا نتجنب اندفاع الماء إلى داخل الثمار مـن خـلال ندبـة العنق. هذا .. علمًا بأن تلك الفراغات الهوائية تزداد كثيرًا فى الثمـار التـى تُحـصد فـى الجو الحار، ولذا .. يراعى دائمًا أن تبقى الثمار فى الظل بعد الحصاد.

كذلك يمكن أن يزداد اندفاع الماء إلى داخل الثمرة بزيادة الضغط عليهـا إذا مـا كانـت على عمق كبير فى أحواض التفريغ؛ ولذا .. يوصى بعدم زيادة العمق عن ٣٠ سم وعـدم زيادة فترة بقاء الثمار فى الماء عن دقيقة واحدة.

وتجب ملاحظة بعض الأمور التى تتعلق بالماء الذى تفرغ فيه حمولـة الثمـار، كما يلى:

١ – عدم استعمال مواد ناشـرة أو زيـادة الكلـورين بالمـاء لأن ذلـك يزيـد مـن معـدل تشرب الثمار بالماء.

٢ – الموازنة بين رفع حرارة الماء وفقده للكلورين نتيجة ذلك الارتفاع فى درجة الحرارة، وكذلك زيادة تفاعل الكلورين مع المادة العضوية فى الحرارة العالية؛ وما قد يترتب على ذلك من تكوين مركبات ضارة بالصحة (Suslow ٢٠٠٧).

وللحصول على أفضل نتائج للتطهير بالكلورين فى المياه المكلورة التى يُعاد استخدامها، يراعى ما يلى:

١ – المحافظة على تركيز ١٥٠–٢٠٠ جزء فى المليون من الكلورين الحر، مع pH للماء يتراوح بين ٦,٥، و ٧,٥.

٢ – تدفئة حوض الماء الذى تفرغ فيه حمولة الثمار لتصبح حرارته أعلى من حرارة لُب الثمار بمقدار خمس درجات مئوية.

٣ – عدم زيادة فترة غمر الثمار عن دقيقتين للحد من تشرب الثمار بالماء.

٤ – عدم السماح ببقاء الثمار طافية على سطح الماء أثناء فترات راحة العاملين، مع ملاحظة الأماكن التى قد لا تتحرك فيها الثمار dead spots، ودفعها للحركة خارجها.

٥ – عدم السماح بتواجد الثمار فى أكثر من طبقة واحدة بحوض التفريغ لأجل الحد من ضغط الماء وما يتبعه من تشرب الثمار به.

٦ – استخدام نظام آلى للتحكم المستمر فى تركيز الكلورين والـ pH، مع إجراء القياسات يدويًا – كذلك – كل ساعة. وإذا ما أظهر القياس اليدوى عدم دقة النظام الآلى يتعين تسجيل القياسات على فترات أكثر تقاربًا.

٧ – تفريغ تانك الثمار يوميًا، مع التخلص من الرواسب، وتطهيره وشطفه، وإعادة ملئه بالماء الصالح للشرب.

٨ – اتباع النظم المعتمدة للتخلص من الماء (Mahovic وآخرون ٢٠٠٧).

وقد ظلت ثمار الطماطم التى بُرّدت أوليًا – وهى فى طور التحول – بالماء البارد المحتوى على معلق لخلايا البكتيريا *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* و ٥٠–٢٠٠ مجم/لتر من الكلورين الحر (١٠°م، و pH= ٧) .. ظلت تلك الثمار خالية من العفن لمدة ١٠ أيام تالية لذلك عندما كان تخزينها على ٢٠°م. هذا إلا أن بعض الثمار

أصيبت بالعفن الذى يسببه الفطر *Rhizopus stolonifer* عندما احتوى ماء التبريد الأولى على جراثيم هذا الفطر. وبالمقارنة أصيبت ٥٠٪ إلى ١٠٠٪ من الثمار بالعفن عندما خلا ماء التبريد من الكلور. وقد ازداد وزن ثمار الطماطم التى بُرّدت أوليًا بتلك الطريقة بسبب دخول الماء فيها من خلال ندبة العنق؛ الأمر الذى قد يشكل خطورة صحية بدخول المسببات المرضية — التى قد تتواجد فى ماء التبريد — فى الثمرة (Vigneault وآخرون ٢٠٠٠).

وقد وجد أن نقعَ الطماطم فى ماء يحتوى على صبغة ذائبة أدى إلى اختُراق الصبغة للجروح التى توجد بالثمار. ولقد حددت الصبغة إطار الخلايا عند سطح الجرح، وبدا أنها تخترق عدد من المسافات التى توجد بين الخلايا بعد ذلك الإطار. وأدت المعاملة بهيبوكلوريت الصوديوم بتركيز ١٪ إلى قصر لون الصبغة عند سطح الجرح، بينما ظلت الصبغة المتواجدة تحت سطح الجرح زرقاء اللون. وبذا .. فإن الجراثيم الميكروبية التى قد تتواجد فى ماء التبريد (مثل جراثيم *Rhizopus stolonifer*) يمكن أن تفلت من فعل الكلورين إذا ما حملت إلى المسافات بين الخلوية بخاصية الانتشار أو بالحركة الشعرية للعصير الخلوى والماء (Bartz وآخرون ٢٠٠١).

وعلى الرغم من أن تقصير فترة تعريض ثمار الطماطم للماء المكلور يؤدى إلى زيادة أعداد بكتيريا الـ *Salmonella* فى الجروح الملوثة بها، فإن تلك المعاملة لا تؤدى إلى التخلص التام من البكتيريا حتى على الأسطح غير المجروحة، كما أن ندبة ساق الثمرة لا تُطهّر بسهولة بهيبوكلوريت الصوديوم (Felkey وآخرون ٢٠٠٦).

هذا .. وتزداد — كثيرًا — فرصة تلوث ثمار الطماطم — داخليًا — بالـ *Salmonella* مع ماء التنظيف إذا ما كانت تلك الثمار قد تلوثت أصلاً بالتربة قبل أو أثناء الحصاد؛ ذلك لأن البكتيريا يمكنها أن تعيش فى التربة الرطبة لمدة لا تقل عن ٤٥ يومًا، كما أن أعدادها تزداد فى الثمار التى تتلوث بها (Guo وآخرون ٢٠٠٢).

وقد يحتاج الأمر بعد إخراج الطماطم من خزانات الماء التى فرغت فيها الحمولات الحقلية تنظيفها بالغسيل باستعمال ماء صالح للشرب، يكون معاملاً بالكلورين بتركيزات

أعلى بكثير مما يناسب مياه الشرب (١٥٠-٢٠٠ جزء فى المليون). تفيد هذه المعاملة فى تخليص الثمار من التربة التى قد تكون ما زالت عالقة بها، بالإضافة إلى تطهيرها سطحيًّا من كل مسببات الأعفان، والميكروبات الضارة بصحة الإنسان. وغالبًا ما يُعاد استخدام تلك المياه توفيرًا للنفقات، وللحد من مشاكل الصرف الصحى.

الفرز والتعبئة

تعبأ الطماطم بعد حصادها مباشرة فى صناديق من الكرتون، أو البلاستيك، أو الجريد، تتراوح سعتها من ٥ — ١٠ كجم. ويفضل عدم استخدام الصناديق الأكبر من ذلك أو العميقة حتى لا تتفلق الثمار السفلية تحت ثقل الضغط الذى يقع عليها من الثمار العلوية، كما يفضل عدم استخدام أقفاص الجريد، لأنها تؤدى إلى تجريح الثمار، وزيادة نسبة التالف منها.

وعند إنتاج الطماطم فى المزارع الكبيرة — سواء لغرض التسويق المحلى أم للتصدير — فإن المحصول يجُمَّع أولا فى وحدة التعبئة الموجودة فى المزرعة، أو فى مكان قريب منها، حيث تمر الثمار على سيور متحركة لتفرز، وتنظف، وتدرج، ثم تعبأ. وبينما يتم التنظيف والتدريج آليًّا، يقوم العمال بالفرز أثناء مرور الثمار أمامهم على السيور المتحركة، حيث يقومون باستبعاد الثمار غير الناضجة، وزائدة النضج، والمصابة بالعيوب الفسيولوجية، أو بالأمراض أو الحشرات. وتتوقف درجة الإصابة المرضية أو الحشرية، وشدة العيوب الفسيولوجية المسموح بها على العرض والطلب، ورغبات المستهلك، والقوانين المحلية التى تنظم ذلك، سواء أكان المحصول مخصصًا للاستهلاك المحلى أم للتصدير، وقد تفرز الثمار المتقدمة فى النضج بمفردها أحيانًا حتى تكون ثمار كل عبوة متقاربة فى درجة نضجها. وتصل الثمار المفروزة فى نهاية المطاف إلى مكان التعبئة، حيث تتجمع الثمار المدرجة حسب الحجم، أو اللون فى أماكن مستقلة بها عمال يقومون بالإشراف على عملية التعبئة، ومن الجدير بالذكر أن عملية التدريج تتم آليًّا حسب حجم، أو وزن الثمرة.

وتوضع الثمار فى العبوات إما بدون ترتيب معين in bulk، أو توضع فى أطباق بلاستيكية تحتوى على انخفاضات بحجم الثمار، ويتوقف عددها فى كل طبق على مساحة الصندوق، وحجم الثمار. ويحتوى كل صندوق عادة على ٢ – ٣ طبقات من الأطباق، وتتبع هذه الطريقة فى تعبئة محصول التصدير للأسواق التى تتطلب ثمارًا عالية الجودة (شكل ١–١؛ يوجد فى آخر الكتاب).

وتعبأ الطماطم – غالبًا – فى كراتين سعة ١١,٤ كجم (٢٥ رطل) بأبعاد ٣٠ × ٤٠ × ٢٤ سم، حيث تصف بارتفاع ١٠ كراتين فى بالتات ١٠٠×١٢٠ سم.

هذا .. وتُحصد طماطم الزراعات المحمية (لأجل الاستهلاك الطازج بطبيعية الحال) فيما بين مرحلتى النضج الأحمر الفاتح والأحمر الكامل، وهى التى تعرف باسم vine-ripe؛ أى الناضجة على "عروشها"، ويكون حصاد الثمار التامة الاحمرار بمعدل مرتين أسبوعيًا. وتعبأ هذه الثمار لأجل أسواق الجملة فى كراتين تتسع لنحو ١٥–٢٥ رطلاً من الثمار (٦,٨–١١,٤ كجم)، وتتحدد سعة الكرتونة بأحجام الثمار التى تعبأ فيها؛ فمثلاً كرتونة ٥×٥ تعنى وجود خمسة صفوف بكل منها خمس ثمار فى كل طبقة من الكرتونة.

وتكون أحجام الثمار كما يلى:

الحجم	العبوة	أقل قطر للثمار (سم)	أكبر قطر للثمار (سم)
أكبر حجم	٤×٥	١٠,٥	أكبر من ذلك
كبيرة جدا	٥×٥، و ٥×٦	٧,٢	١٠,٥
كبيرة	٦×٦	٦,٢	٧,٢
متوسطة	٦×٧	٥,٦	٦,٢
صغيرة	٧×٧	٥,٣	٥,٦
صغيرة جدًا	٧×٨	٤,٦	٥,٣

أما الطماطم الشيرى (الكريزية)، فقد تكون على صورة عناقيد أو تعبأ سائبة.

تعرف الطماطم الشيرى التى تسوق على صورة عناقيد باسم cherry tomatoes on the vine، ومن أصنافها المفضلة Aranca. تكون عبواتها سعة ٣ كجم، وفى طبقة واحدة عادة، وتشحن عن طريق الجو فقط، وتبقى بحالة جيدة لمدة أسبوع. تكون النافذة التصديرية فى أوروبا من أوائل ديسمبر إلى أواخر مارس.

تعرف هذه الطماطم باللآلئ الحمراء red pearls، وهى حلوة المذاق وحمراء داكنة اللون. يجب أن يتراوح قطر الثمرة بين ٣٠، و ٤٠ مم، مع تواجد ٧-٨ ثمار بكل عنقود. يفضل أن تتراوح نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بين ٧,٥٪، و ٩٪.

أما الطماطم الشيرى السائبة، فمن أصنافها المفضلة Josphina، وتُعبأ ثمارها فى punnets ذات غطاء، تتسع كل منها لربع كيلو جرام، وتوضع كل تسع منها فى كرتونة. تشحن عن طريق الجو، وتبقى بحالة جيدة لمدة ١٠ أيام. يجب ألا يقل محتواها من المواد الصلبة الذائبة عن ٦٪، ويفضل أن يتراوح بين ٧٪، و ٨٪. تكون النافذة التصديرية خلال شهور الشتاء.

التبريد الأولى

لا تحتاج ثمار الطماطم إلى معاملة التبريد الأولى إلا إذا كانت حرارتها أعلى من ٢٧°م، وكان من المرغوب فيه تأخير وصولها إلى مرحلة اكتمال النضج.

وقد تبَّرد ثمار الطماطم أوليًا بطريقة الدفع الجبرى للهواء بمجرد وصولها إلى محطة التعبئة لتأمين احتفاظها بجودتها.

يمكن تبريد ثمار الطماطم الكريزية من ٣٢°م إلى ١٦°م فى خلال ٣ — ٥ دقائق بغمرها، أو رشها بماء تتراوح حرارته بين درجة واحدة وأربع درجات مئوية.

وقد أدى تبريد الطماطم بالماء البارد على ١٠°م (pH=٧,٠) يحتوى على ٢٠٠ جزء فى المليون من الكلورين الحر ومعلق من بكتيريا العفن الطرى البكتيرى *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* إلى انخفاض حرارتها من ٣٥ إلى ١٥°م فى ١٣,٣ دقيقة وبقاءها خالية

من العفن لمدة ١٠ أيام على ٢٠°م، وإن ظهرت إصابات متفرقة بعفن ريزوبس الطرى الذى يسببه الفطر *Rhizopus stolonifer*، هذا فى الوقت الذى أصيبت فيه ٥٠٪ - ١٠٠٪ من الثمار بالعفن إن لم يحتوى ماء التبريد (الملوث بالبكتيريا) على الكلورين. ولم تظهر أى دلائل على حدوث أى أضرار على ثمار الطماطم التى دخلها محلول الكلورين بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون (Vigneault وآخرون ٢٠٠٠).

وغالبًا .. يكون تبريد الطماطم بعد تجهيزها فى بالتات إلى ٢٠°م للإنضاج أو إلى ١٢ °م للتخزين. ويتم التبريد — عادة — فى الحجرات المبردة، ولكن التبريد بطريقة الدفع الجبرى للهواء يعطى نتائج أفضل. وإذا ما كانت حرارة اللب فى الطماطم المعبأة والمجهزة فى بالتات ٢٨°م، فإنها ترتفع بمقدار درجتين — مباشرة — بعد وضع النباتات فى حرارة ٢٠°م، ثم تبرد تدريجيًا إلى ٢٣°م فى خلال ٢٤ ساعة.

وبالمقارنة فإن تلك الطماطم يمكن تبريدها إلى ٢٠°م بطريقة الدفع الجبرى للهواء فى خلال ساعتين ونصف الساعة؛ وبذا .. يكون نضجها أكثر تجانسًا فى مختلف كراتين البالتة.

ويجب فى جميع الأحوال عدم تعريض الثمار لحرارة تقل عن ١٠°م لأكثر من ٢٤ ساعة؛ لكى لا تصاب بأضرار البرودة.

فسيولوجيا الطماطم بعد الحصاد

التغيرات المصاحبة لنضج الثمار

يصاحب نضج ثمار الطماطم، وانتقالها من مرحلة اكتمال النمو وهى خضراء إلى طور النضج الأحمر حدوث تغيرات فى مكونات الثمار تؤثر فى خصائصها، وفى صفات الجودة بها، وتكون بصورة تدريجية، وهى كما يلى:

١ — فقد الكلوروفيل.

٢ — زيادة محتوى الثمار من الصبغات، مثل الليكوبين، والبيتاكاروتين.

٣ — تحلل النشا، وتكوين الجلوكوز والفراكتوز، وزيادة نسبة السكريات، ولكن مع