مكتملة النضج بزراعة الأزهار غير مكتملة التكوين فى بيئات صناعية تحتوى على ١٠-٤ مولارًا من إندول حامض الخليك، وقد وجد أن إضافة الهرمون إلى بيئة النمو بتركيز $١٠^{-٥}$ مولارًا قبل مرحلة بداية التلوين أدى إلى زيادة الفترة التى استغرقها تحول الثمار من مرحلة بداية التلوين إلى مرحلة التلون الأحمر الكامل من ٧ أيام إلى ١٢ يومًا؛ الأمر الذى يفيد إمكان إحداث تغيرات جوهرية فى الفترة التى يستغرقها نضج الثمار بتغيير مستوى الأوكسين فيها.

تأثير المعاملات السابقة للصحاد على نوعية الثمار بعد الحصاد

الرطوبة الأرضية

لوحظ فى الأوقات التى يسودها جو ممطر — عندما تعقبها أيام باردة تسودها الغيوم — قبل الحصاد — أن الثمار تكون أكثر عرضة للإصابة بأضرار البرودة عند التخزين، إلا أن الرى بالرش لا يُحدث هذا الأثر؛ الأمر الذى يعنى وجود عامل أو عوامل أخرى تؤثر على الحساسية لأضرار البرودة غير الرطوبة الأرضية. غير أن Dodds وآخرين (١٩٩٦) وجدوا أن ارتفاع منسوب الماء الأرضى أدى إلى زيادة حساسية الطماطم للإصابة بأضرار البرودة.

المعاملات السمادية

من المعلوم أن تسمم نباتات الطماطم الناشئ عن زيادة التسميد الأمونيومى يؤدى إلى إنتاج غاز الإثيلين من النموات الخضرية. وقد توصل Barker & Ready (١٩٩٤) إلى نتائج مماثلة بالنسبة للثمار، حيث وجدا أن نباتات الطماطم التى اعتمدت فى تغذيتها على النيتروجين الأمونيومى ازدادت فيها نسبة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى، وكانت ثمارها أكثر إنتاجًا للإثيلين مقارنة بثمار النباتات التى اعتمدت فى تغذيتها على النيتروجين النتراتى، والتى لم تظهر عليها زيادة غير عادية فى إنتاج الإثيلين.

وبصفة عامة .. فإن أضرار البرودة تزداد — عند التخزين — بزيادة معدلات التسميد بكبرتيات الأمونيوم، وتقل بزيادة التسميد بأى من الفوسفور أو البوتاسيوم (عن Dodds وآخرين ١٩٩٦). هذا إلا أن Dodds وآخرون (١٩٩٦) لم يجدوا تأثيرًا لمعدلات التسميد

بأى من البوتاسيوم أو الكالسيوم فى الحقل على الحساسية للإصابة بأضرار البرودة بعد الحصاد.

وبالمقارنة .. يُستدل من دراسات Garcia وآخرين (١٩٩٥) أن رش نباتات الطماطم بكلوريد الكالسيوم تسع مرات – بتركيز ٠,١ مولار – بداية من الشهر الثانى بعد الشتل أدى إلى زيادة صلابة الثمار أثناء التخزين وزيادة محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية، ولكن مع زيادة – كذلك – فى سرعة تلون الثمار، وفى سرعة فقدها لوزنها.

كذلك وجد Hong وآخرون (١٩٩٥) أن زيادة تركيز الكالسيوم فى المحاليل المغذية لمزارع الطماطم المائية – مع قطف الثمار وهى خضراء مكتملة النمو – أدى إلى تأخير نضجها. وظهر ذلك فى صورة تأخير فى تلوّن الثمار، وبطء فقدها لصلابتها، ونقص فى معدل إنتاجها لغاز الإثيلين، مقارنة بثمار النباتات التى أعطيت مستويات عادية من الكالسيوم. وبالمقارنة .. لم تكن لمعاملة الكالسيوم أية تأثيرات على الثمار التى قطفت فى مرحلة بداية التلوين. وقد ازداد المحتوى البكتينى لثمار الطماطم بزيادة تركيز الكالسيوم.

التغذية بغاز ثانى أكسيد الكربون

وجد Behboudian & Tod (١٩٩٥) أن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى حجرات النمو إلى ١٠٠٠ جزء فى المليون أدى إلى زيادة محتوى الثمار من السكروز، والجلوكوز، والفراكتوز، والمواد الصلبة الذائبة الكلية عما فى ثمار الكنترول التى نُميّت نباتاتها فى الهواء العادى. كما أدت المعاملة بثانى أكسيد الكربون إلى إبطاء نضج الثمار، ونقص معدل تنفسها ومعدل إنتاجها من الإثيلين، مقارنة بثمار النباتات التى لم تتلق تلك المعاملة، وجميعها تغيرات مرغوب فيها.

كما وجد Islam وآخرون (١٩٩٥) أن زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون خلال فترة نمو وتكوين الثمار أحدثت نقصًا جوهريا فى محتوى الثمار من أحماض الستريك والماليك والأوكساليك، مع زيادة جوهرية فى تركيز السكريات المختزلة، وفى دكنة اللون الأحمر أثناء التخزين فى حرارة ٢٠°م.

المعاملة بالإثيفون قبل الحصاد

أهمية المعاملة بالإثيفون

أوضحت عديد من الدراسات أن معاملة نباتات الطماطم بالإثيفون Ethephon قبل الحصاد تؤدى إلى سرعة نضج الثمار، وتركيز النضج خلال فترة زمنية قصيرة، وهو الأمر الذى يؤدى إلى زيادة المحصول فى حالة إجراء الحصاد آليًا، بدون تأثير على نوعية الثمار. ففى إحدى الدراسات أدت المعاملة بالإثيفون بمعدل ٣٧٥ مل (سم^{3}) للفدان إلى تبكير الحصاد الآلى بنحو ١٢ — ١٤ يومًا، زيادة المحصول بمقدار ٥ — ١٠ أطنان للفدان، مع زيادة نسبة الثمار الصالحة للتسويق من ٥٩٪ إلى أكثر من ٩٠٪ (Dostal & Wilcox ١٩٧١). وفى دراسة أخرى أدت المعاملة بالإثيفون إلى تبكير النضج بنحو ١٠ أيام، مع نقص وزن الثمرة فى الأصناف ذات الثمار الكبيرة (Splittstoesser & Vandemark ١٩٧١).

وتفيد المعاملة بالإثيفون فى الحالات التالية:

١ — عند الرغبة فى إسراع النضج مبكرًا فى الربيع للاستفادة من ارتفاع الأسعار، كما يكون عليه الحال خلال الفترة الممتدة من حوالى منتصف شهر مارس إلى آخر شهر أبريل فى مصر. يسمح ذلك ببدء الحصاد مبكرًا بنحو ٥–٧ أيام.

٢ — عند الرغبة فى إسراع النضج فى الخريف، لتجنب التعرض للصقيع فى المناطق التى يحدث فيها صقيع.

٣ — عند الرغبة فى تركيز نضج الثمار خلال فترة زمنية قصيرة، لتسهيل الحصاد اليدوى، أو لأجل الحصاد الآلى.

٤ — زيادة المحصول فى حالات العقد غير المستمر؛ حيث توجد فترتان للعقد تفصلها فترة بدون عقد.

٥ — التغلب على مشكلة النضج المتأخر فى الحقول ذات النمو الخضرى الزائد.

٦ — خفض تكاليف فرز الطماطم حسب درجة النضج؛ لأن نضج الثمار يكون متجانسًا.

٧ – تقليل الفقد فى وزن الثمار – الذى يحدث خلال الفترة التى يتطلبها اكتمال النضج – لأن النضج يكون سريعًا.

٨ – تقليل الشروط والمواصفات التى يتعين توفرها فى غرف الإنضاج.

٩ – احتفاظ الثمار – التى تنضج بعد المعاملة بالإثيفون – بمحتوى من حامض الأسكوربيك أكثر ارتفاعًا عما يكون عليه الحال فى الثمار التى تنضج طبيعيًا دون أن تعامل بالإثيفون.

ويترتب على المعاملة بالإثيفون بتركيز ١٢٥ – ٥٠٠ جزء فى المليون – سواء أكانت المعاملة للنباتات قبل الحصاد بفترة قصيرة، أم للثمار بعد الحصاد مباشرة – إلى تقصير الفترة التى يستغرقها نضج الثمار ما بين ٥ أيام و ١٢ يومًا، حسب التركيز المستخدم والصنف المستعمل (Kaynas وآخرون ١٩٩٢).

هذا .. إلا أن الثمار لا تزداد فى الحجم كثيرًا بعد المعاملة.

الأمور التى تجب مراعاتها عن المعاملة بالإثيفون

يجب أن تؤخذ الأمور التالية فى الحسبان لأجل ضمان فاعلية المعاملة بالإثيفون:

١ – عدم معاملة الحقول التى تكون نباتاتها ضعيفة النمو أو معرضة لأى شدّ؛ ذلك لأن المعاملة بالإثيفون يمكن أن تُحدث سقوطًا لبعض أوراق النبات؛ مما يعرض النباتات الضعيفة النمو الإصابة ثمارها بلسعة الشمس.

٢ – لا تجوز المعاملة بالإثيلين إذا كان من المتوقع ارتفاع الحرارة عن ٣٢°م.

٣ – لا تفيد المعاملة بالإثيفون فى إسراع نضج الثمار غير الناضجة؛ فهى يجب أن تكون خضراء مكتملة التكوين لكى تفيد معها المعاملة. وأفضل وقت للمعاملة هو عندما تكون ٥٪ – ١٥٪ من الثمار فى الحقل – بالعدد – وردية أو حمراء اللون. ولا تستفيد الحقول التى تزيد فيها نسبة الثمار – التى بدأت فى التحول اللونى – أو كانت فى أى درجة من درجات التلوين تزيد عن ٤٠٪ – من المعاملة.

٤ – عدم رش مساحات تزيد عما يمكن حصاده فى اليوم الواحد؛ نظرًا لأن

ثمار النباتات المرشوشة لا تبقى بحاله جيدة على "العرش" كثمار النباتات غير المعاملة.

٥ – تتباين الأصناف فى قوة النمو وصفات الأوراق؛ ومن ثم فى مدى استجابتها لمعاملة الإثيفون هذا وتحصد الثمار – عادة – بعد نحو ٢–٣ أسابيع من المعاملة حسب درجة الحرارة.

٦ – لا يخلط الإثيفون مع المبيدات، كما يستعمل محلول الرش أولاً بأول، ولا يترك ولو حتى إلى صباح اليوم التالى.

توقيت معاملة حقول الطماطم بالإثيفون ومعدلاتها

يعتبر الرش بالإثيفون إحدى معاملات منظمات النمو التى تتبع على نطاق تجارى واسع فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية. وتجرى المعاملة فى الحقول المعدة للحصاد الآلى سواء أكانت من أصناف التصنيع، أم من أصناف الاستهلاك الطازج. ويقرر المزارع بنفسه أهمية إجراء المعاملة عند تعرض الحقل لظروف بيئية غير مناسبة. مثل: الجفاف، أو سوء التغذية، أو أى عامل يحد من النمو الجذرى، أو التعرض للإصابات المرضية أو الحشرية.

ولا تجوز المعاملة بالإثيفون فى الحالات التى تتجاوز فيها النباتات المرحلة المناسبة للمعاملة، أو عندما يكون التبكير فى الحصاد أمرًا غير مرغوب فيه لأسباب تتعلق بعملية الحصاد أو التسويق. ولا تجرى المعاملة إلا فى مرحلة معينة من النضج، وهى عندما تكون الثمار ما بين مرحلة النضج الأخضر، و ٥٪– ١٠٪ تلوين. وتقدر حالة النضج فى الحقل بتقليع ٣ – ٥ نباتات من عدة أماكن ممثلة للحقل. وهزها بقوة حتى تسقط الثمار، ثم تستبعد الثمار التى يقل قطرها عن ٢,٥ سم. وتقسم الثمار الباقية إلى ٣ مجاميع خضراء غير مكتملة التكوين، وخضراء مكتملة التكوين، وملونة بأية درجة من بداية التلوين حتى الأحمر التام. وتقطع الثمار الخضراء للتأكد من كونها مكتملة أم غير مكتملة التكوين. ثم يلى ذلك تقدير نسبة الثمار فى كل مجموعة بالوزن، أو بالعدد.

يكون معدل استخدام الإيثيفون حوالى ٠,٥ – ١,٠ لتر للفدان فى الحرارة العالية،

يزداد إلى ١,٢٥ — ١,٧٥ لترًا فى الجو المعتدل والمائل إلى البرودة، وإلى ٢ لتر فى الجو البارد. تذاب هذه الكميات فى كمية الماء التى تلزم لرش فدان (٢٠٠ — ٦٠٠ لتر حسب نوع الرشاشات المستخدمة). ولا تفيد زيادة كمية الإثيفون عن ٢ لتر للفدان لأنها تؤدى إلى سقوط نسبة عالية من الأوراق، وخفض جودة الثمار.

وأفضل حرارة لإجراء المعاملة عندها هى ٢٤ — ٢٩°م.

ويجرى الحصاد — عادة — بعد نحو ١٤ — ١٨ يومًا من المعاملة.

معاملة الفئات الصنفية المختلفة بالإثيفون

معاملة أصناف الطماطم التصنيع

يراعى عند معاملة حقول التصنيع أن أكثر الثمار استجابة للمعاملة بالإثيفون هى الخضراء مكتملة التكوين، والتى يلزم أن تكون نسبتها من ٥٠٪ — ٦٠٪، بينما لا تزيد نسبة الثمار الملونة عن ٥٪ — ١٥٪ عند المعاملة. تجرى المعاملة مرة واحدة خلال الموسم بمعدل ٨٠ — ٤٠٠ لتر من محلول الرش الذى يتوقف تركيزه على درجة التبكير فى النضج، ودرجة الحرارة السائدة.

ففى الجو الحار يستخدم الإثيفون فى الأصناف المبكرة بمعدل ١٨٠ مل (سم^{٣}) للفدان عند تلون ٥٪ — ١٥٪ من الثمار، وتستمر باقى العمليات الزراعية بصورة طبيعية حتى الحصاد الذى يكون عادة بعد ١٢ — ١٥ يومًا. وفى الأصناف المتوسطة فى موعد النضج، مثل: فى إف ١٤٥ — بى — ٧٨٧٩، يستخدم الإثيفون بمعدل ٣٦٠ مل للفدان عند تلون ١٠٪ — ٢٠٪ من الثمار، أو عند تلون ٢٥٪ — ٣٥٪ من الثمار فى الأصناف الأكثر صلابة، ويجرى الحصاد عادة بعد ١٤ — ١٦ يومًا من المعاملة. ولا ينصح بإجراء المعاملة عند ارتفاع الحرارة عن ٤١°م.

أما فى الجو البارد، فيستخدم الإثيفون فى الأصناف المبكرة الصلبة بمعدل ٣٦٠ مل للفدان عند تلوين ٢٥٪ — ٣٥٪ من الثمار. ويستخدم الإثيفون فى الأصناف المتوسطة النضج بمعدل ٤٥٠ مل للفدان عند تلوين ١٥٪ — ٢٠٪ من الثمار.

وتعامل الأصناف المتأخرة معاملة الأصناف متوسطة النضج، ولكنها تستغرق وقتًا أطول حتى الحصاد. كما يجب وصول محلول الرش إلى معظم الأسطح النباتية ولا يجوز خلط الإثيفون بأية مادة أخرى (Sims وآخرون ١٩٧٩).

معاملة أصناف الاستهلاك الطازج

يراعى عند معاملة حقول الاستهلاك الطازج أن تتم هذه المعاملة قبل الحصاد بنحو ٣ — ٦ أيام عند تلون حوالى ٥٪ — ١٠٪ من الثمار ؛ إذ تؤدى المعاملة فى هذا الوقت إلى إسراع نضج الثمار بعد الحصاد، فلا يستغرق التلوين التام لكل الثمار سوى ٣ أيام عند المعاملة قبل الحصاد بستة أيام، و٦ أيام عند المعاملة قبل الحصاد بثلاثة أيام، بينما يستغرق التلون التام لثمار النباتات غير المعاملة مدة ١٢ يومًا بعد الحصاد، ويعنى ذلك إسراع تلون الثمار الخضراء الناضجة فى العبوات أثناء الشحن والتسويق، مما يقلل الاختلافات فى درجة التلوين فى العبوة الواحدة.

ويستخدم الإثيفون بمعدل ١,٥–٢ لتر للفدان فى ١٦٠ لتر ماء. ويوصى بالتركيز العالى عند المعاملة قبل الحصاد بستة أيام، وعند انخفاض درجة الحرارة عن ٣٠°م، وعندما يكون النمو الخضرى غزيرًا، وتقل الكمية المستعملة من محلول الرش عندما تقتصر المعاملة على خطوط الزراعة فقط، كما لا ينصح بالمعاملة بالإثيفون عند ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٨°م، لأن المعاملة حينئذ تؤدى إلى سقوط بعض أوراق النباتات، مما يؤدى إلى تعرض الثمار للإصابة بلفحة الشمس. ويجب ألا تتعرض النباتات لأية ظروف بيئية غير مناسبة، أو لإصابات مرضية أو حشرية أثناء المعاملة أو بعدها مباشرة (Sims & Scheuerman ١٩٧٩).

معاملة أصناف لمحاصيل الزراعات المحمية

يمكن أن تبكر المعاملة بالإثيفون من نضج الثمار فى الزراعات المحمية .. ففى إحدى الدراسات وجد أن معاملة العناقيد الثمرية بعد ١٥ — ٣٥ يومًا من تفتح الأزهار بتركيز ٥٠٠ جزء فى المليون أسرعت من وصول الثمار إلى طور بداية التلوين بنحو ٧ أيام،

وأحدثت زيادة فى المحصول المبكر، ولكنها لم تؤثر على المحصول الكلى (Iwahori & Lyons ١٩٧٠).

معاملة الأصناف ذات الثمار الكريزية

يشكل حصاد الثمار نسبة كبيرة من تكلفة الإنتاج فى الأصناف ذات الثمار الكريزية، وهى التى تزرع – غالبًا – فى البيوت المحمية. وقد وجد Ohta وآخرون (١٩٩٢) أنه يمكن حصاد العناقيد الثمرية كاملة بخفها على ١٥ ثمرة للعنقود غير المتفرع أو على ٢٠ ثمرة للعنقود المتفرع، ثم رش العنقود كله بالإثيفون بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون. أدت هذه المعاملة إلى تجانس نضج الثمار، وزيادة محتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية. دون التأثير على وزنها أو محتواها من الأحماض، ولكن مع فقد جلد الثمرة وجدرها لبعض من صلابتها.

المعاملة بالـ LPE مقارنة بالإيثفون

وجد Farag & Palta (١٩٩٣) أن رش نباتات الطماطم جيدًا بأى من: الإثيفون بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون، أو بمحلول من lysophosphatidylethanol-amine (وهو دهن طبيعى يكتب اختصارًا: LPE) بتركيز ١٪ فى الميثانول قبل الحصاد بنحو أسبوعين .. أدى رشها إلى زيادة نسبة الثمار الصلبة الناضجة جيدًا – فى أى من المعاملتين – إلى حوالى ٥٠٪، مقارنة بنحو ١٨٪ فى معاملة الشاهد التى رشت بالماء. ولكن الأوراق التى رشت بالإثيفون جفّت، بينما لم يظهر سوى بعض الأصفرار على الأوراق فى كل من حالتى الرش بالـ LPE والكنترول. وقد احتفظت الثمار الصلبة بجودتها لمدة ٥ أيام فى حرارة ٢٢°م. كما ترتب على أى من المعاملتين زيادة نسبة الثمار المخزنة التى ظلت محتفظة بصلابتها بعد التخزين إلى حوالى ٥٥٪، مقارنة بنحو ٢٨٪ فى الكنترول، مع انخفاض فى نسبة الثمار التى تعفنت إلى نحو ٦٪، مقارنة بنحو ٢٣٪ فى الكنترول. وقد أدت معاملة النباتات بكلا المركبين معًا (الإثيفون والـ LPE بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون لكل منهما) إلى زيادة نسبة الثمار الصالحة للتسويق، ونقص

نسبة الثمار الخضراء عند الحصاد، مع زيادة نسبة الثمار التى احتفظت بجودتها بعد التخزين عما فى معاملة الكنترول.

الحصاد

مراحل التكوين والنضج المناسبة للحصاد

عند اختيار مرحلة النمو والنضج المناسبة للحصاد تجب مراعاة ما يلى:

١ – الثمار الخضراء غير مكتملة التكوين: لا تصلح للقطف، ولا تتلون بعد الحصاد.

٢ – الثمار الخضراء مكتملة التكوين جزئيًا: لا تصلح أيضًا، ولا تتلون بصورة جيدة بعد الحصاد، ولا تكتسب الخصائص الجيدة الصالحة للأكل، حتى لو أنضجت صناعيا.

٣ – الثمار الخضراء مكتملة النمو: تتلون باللون الأحمر التام بعد قطفها بنحو ١٨ يومًا فى الجو الدافئ، وتكون خصائصها الصالحة للأكل جيدة عند اكتمال نضجها. تصلح للتصدير إلى مسافات بعيدة.

إن الحد الأدنى لمرحلة اكتمال التكوين الذى يمكن أن تقطف عنده ثمار الطماطم هو هذا الطور الذى يعرف أيضًا بالاسم Mature Green 2، وفيه يكون قد اكتمل تكوين البذور، ولا تقطع فيه البذور عند قطع الثمار بشفرة حادة، ويكون قد تقدم تكوين الجل فى مسكن واحد – على الأقل – من مساكن الثمرة، بينما يكون الجل فى طريقة للتكوين فى باقى المساكن (Suslow & Cantwell ٢٠٠٦).

وتحصد طماطم الاستهلاك الطازج – لأجل الشحن البحرى لفترات طويلة أو لأجل حمايتها من الإصابة بأضرار البرودة – بقطفها وهى خضراء ناضجة أو فى طور التحول، مع إنضاجها صناعيًا بالمعاملة بغاز الإثيلين لمدة ١٢ – ١٨ ساعة على ٢٠°م. أما طماطم التصنيع فإن النباتات تُعامل – لإسراع نضجها – بالرش بالإثيفون حينما تكون ١٠٪ من ثمارها فى أى درجة من درجات التلوين.

٤ – الثمار التى فى طور التحول: تصلح للتصدير إلى مسافات غير بعيدة.