٢- ضعف نمو الساق، وقلة استطالة الأوراق، وضعف النمو الخضرى بصورة عامة.

٣- اصفرار الأوراق السفلى.

٤- انحناء أنصال الأوراق لأسفل؛ بسبب زيادة مستوى الإثيلين بالنباتات.

٥- ذبول الأوراق، ويتناسب ذلك طرديًّا مع حدوث زيادة فى تراكم البرولين فى النباتات.

٦- نقص المحصول.

العوامل الجوية

تُعد الطماطم أحد محاصيل الجو الدافئ الحساسة للصقيع فى جميع مراحل نموها. وأفضل حرارة لإنبات البذور هى ٢٠°م وأعلى من ذلك حتى ٣٥°م. ويكون الإنبات بطيئًا جدًّا فى حرارة تقل عن ١٦°م. وتتراوح الحرارة المثلى للنمو النباتى وعقد الثمار ونموها ونضجها بين ٢١، و٢٧°م. ومع توفر رطوبة أرضية مناسبة يمكن أن تتحمل نباتات الطماطم حرارة تصل إلى ٣٨°م، إلاّ أن عقد الثمار يُضار بشدة. ويضعف نمو ثمار الطماطم وتقل جودتها عند انخفاض الحرارة نهارًا عن ٢٠°م، وتتعرض النباتات للإصابة بأضرار الصقيع إذا انخفضت حرارة الليل عن ١٠°م (Le Strange وآخرون ٢٠٠٠).

ولقد كان عقد ثمار الطماطم منخفضًا فى حرارة ١٠°، و١٢,٨°م، وكان مرد ذلك — أساسًا — إلى ضعف حيوية حبوب اللقاح وإنباتها. كذلك انخفض عقد الثمار على ٢٦,٧°م، وكان مرد ذلك — أساسًا — إلى بروز الميسم من المخروط السدائى، وكذلك إلى ضعف قابلية الميسم لاستقبال حبوب اللقاح (Charles & Harris ١٩٧٢).

وبينما تُعد الحرارة أهم العوامل الجوية المؤثرة فى الطماطم، إلاّ إنها تتأثر بمختلف العوامل الجوية الأخرى من شدة إضاءة، وفترة ضوئية، ورطوبة جوية، ورياح، وأمطار... إلخ.

الحرارة العالية

التأثير على مراحل النمو

تُعد الطماطم من نباتات الجو الدافئ كما أسلفنا؛ فهى تحتاج إلى موسم نمو دافئ طويل خالٍ من الصقيع. ويتراوح المجال الحرارى الملائم — بصورة عامة — بين ١٨ و ٢٩°م، كما تتجمد النباتات فى درجة حرارة أقل من الصفر المئوى، ولا يحدث نمو يذكر فى حرارة تقل عن ١٠°م. ومع ارتفاع درجة الحرارة عن ذلك يزداد معدل النمو تدريجيًّا حتى تصل إلى ٣٠°م، حيث يؤدى تعريض النباتات لهذه الدرجة لفترة طويلة إلى جعل الأوراق صغيرة وباهتة اللون، وجعل السيقان رهيفة. وعلى العكس من ذلك.. نجد الأوراق عريضة، ولونها أخضر داكن، والسيقان سميكة فى درجات الحرارة المنخفضة نسبيًّا، والتى تقل عن ١٥°م. ولا يحدث نمو يذكر فى درجة حرارة ثابتة (ليلاً ونهارًا)، وتزيد عن ٣٥°م.

ومما تجدر ملاحظته أن تفاوت درجات الحرارة بين الليل والنهار يناسب الطماطم، فقد وجد أن النمو النباتى كان أفضل فى حرارة ٢٣°م نهارًا و١٧°م ليلاً. وربما يرجع ذلك إلى إسهام الحرارة المنخفضة ليلاً فى تقليل كمية الغذاء المفقود بالتنفس أثناء الليل.

ولكل مرحلة من مراحل نمو نبات الطماطم وتطوره درجة الحرارة المثلى لها، بدءًا من إنبات البذور، وحتى نضج الثمار، ولكنها — باستثناءات قليلة — تكون فى المجال الحرارى المبين أعلاه. والاستثناءات هى احتياج بعض المراحل إلى حرارة أكثر انخفاضًا، مثل نمو الأوراق الفلقية (١٦–٢٠°م)، وتكوين الأزهار وتفتحها (١٥°م)، وعقد الثمار (١٨–٢٠°م)؛ واحتياج النمو الخضرى لحرارة أكثر ارتفاعًا نهارًا، وأكثر انخفاضًا ليلاً (٣٥° نهارًا، و١٨°م ليلاً). كما تقل درجة الحرارة المناسبة لأية مرحلة من النمو مع انخفاض شدة الإضاءة.

التأثير على عقد الثمار

يقل عقد ثمار الطماطم فى الحرارة العالية سواء أحدث الارتفاع فى درجة الحرارة ليلاً حتى ٢٥°م، أم نهارًا حتى ٣٨°م.

وتبعًا لكل من Rudich وآخرين (١٩٧٧)، و Levy وآخرين (١٩٧٨)، فإن الحرارة المرتفعة تضر بعقد الثمار فى الطماطم من خلال تأثيرها على العمليات الفسيولوجية التالية:

١- نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات.

٢- عدم انتقال المواد الكربوهيدراتية بكفاءة فى النبات.

٣- قلة إنتاج حبوب اللقاح، واختلال عملية تكوينها.

٤- ضعف حيوية، وإنبات حبوب اللقاح.

٥- بروز الميسم من المخروط السدائى.

٦- جفاف المياسم، وتلونها باللون البنى.

٧- عدم انشقاق المتوك.

ويحدث معظم التأثير الضار للحرارة العالية على العقد قبل تفتح الزهرة، خاصة إذ تواكب الارتفاع فى الحرارة مع بداية ظهور النورة الزهرية. وتتداخل معظم تأثيرات الحرارة العالية معًا؛ فيؤدى نقص مستوى المواد الكربوهيدراتية فى النبات أو عدم انتقالها بكفاءة إلى قلة إنتاج حبوب اللقاح، ويؤدى اختلال عملية تكوين حبوب اللقاح إلى ضعف حيويتها، ويؤدى بروز الميسم أو جفافه إلى عدم إتمام عمليتى التلقيح وإنبات حبوب اللقاح، على التوالى؛ أما عدم انشقاق المتوك فإنه يؤدى إلى عدم حدوث التلقيح من الأساس. هذا.. وتتوفر بين سلالات وأصناف الطماطم (مثل السلالة BL 6807 والصنف Saladette) مصادر لتحمل تأثير الحرارة العالية على مختلف الصفات التى أسلفنا بيانها (El-Ahmadi & Stevens ١٩٧٩).

وفى دراسة خاصة بتأثير الحرارة المرتفعة على محتوى النبات من البرولين توصل الباحثون إلى أن ارتفاع درجة الحرارة يؤدى إلى ارتفاع نسبة البرولين فى الأوراق على حساب نسبته فى المتوك، بينما يعد المحتوى المرتفع للبرولين فى المتوك ضروريًا لإكساب حبوب اللقاح القدرة على الإنبات فى الحرارة العالية (Kuo وآخرون ١٩٨٦).

وجدير بالذكر أن حيوية البويضات لا تتأثر بنفس القدر الذى تتأثر به حبوب اللقاح، خاصة عندما لا يزيد ارتفاع الحرارة عن ٣٣°م، والدليل على ذلك أن العقد يتحسَّن فى الأزهار المعاملة بالحرارة العالية عندما تلقح مياسمها بحبوب لقاح مأخوذة من نباتات لم تتعرض للحرارة المرتفعة.

الحرارة المنخفضة

التأثير على نمو البادرات والإزهار

يؤدى تعرُّض بادرات ونباتات الطماطم الصغيرة لحرارة منخفضة تتراوح بين ١، و ٦°م إلى ظهور لون أزرق قرمزى على سيقان وأوراق النباتات، وإلى ضعف نموها. ويرجع ذلك إلى نقص امتصاص عنصر الفوسفور فى الحرارة المنخفضة؛ فتظهر أعراض نقصه متمثلة فى اللون المذكور. فضلاً عن أن الحرارة المنخفضة تؤدى إلى ظهور الصبغات المسئولة عن اللون. وتُعالج هذه الحالة برفع درجة الحرارة فى المشاتل المحمية، وبرش البادرات بأسمدة ورقية غنية بالفوسفور، وبإضافة الأسمدة الفوسفاتية أسفل البذور بمسافة ٢–٣ سم عند الزراعة بالبذور مباشرة direct seeding فى الجو البارد.

وبعد أن يكتمل تكوين ونمو الأوراق الفلقية، يؤدى تعرض البادرات لحرارة تتراوح بين ١٠ و ١٣°م، لمدة ٢–٤ أسابيع، إلى زيادة عدد الأزهار فى العنقود الزهرى الأول، وبالتالى إلى زيادة المحصول المبكر، كما تؤدى هذه المعاملة إلى تقليل عدد الأوراق المتكونة قبل ظهور العنقود الزهرى الأول، إلاّ أن الحصاد يتأخر قليلاً بسبب بطء النمو النباتى خلال فترة التعريض للبرودة. وتجرى هذه المعاملة بصورة روتينية فى الزراعات المحمية، بالدول ذات الجو البارد، بهدف زيادة المحصول المبكر.

التأثير على عقد الثمار وتلوينها

نجد فى المناطق، وفى المواسم الباردة أن لدرجة الحرارة ليلاً تأثيرًا كبيرًا على عقد الثمار فى الطماطم؛ فلا يحدث العقد إلا إذا ارتفعت درجة الحرارة ليلاً عن ١٣ °م. ونجد تحت هذه الظروف أن النباتات تبقى غير مثمرة حتى ترتفع درجة الحرارة ليلاً إلى المجال المناسب للعقد وهو من ١٥–٢٠ °م. ويمكن غالبًا التنبؤ بموعد وفرة المحصول فى الأسواق من واقع سجلات الأرصاد الجوية، حيث يكون ذلك بعد ٤٥–٥٥ يومًا من بداية ارتفاع درجة حرارة الليل إلى المجال المناسب لعقد الثمار.. وتلك هى الفترة اللازمة لحين نضج الثمار فى الجو المائل إلى البرودة.

ويرجع التأثير السيئ لانخفاض درجة حرارة الليل على عقد الثمار إلى تسببها فيما يلى:

١– ضعف إنتاج حبوب اللقاح.

٢– ضعف حيوية حبوب اللقاح المنتجة.

٣– تأخر إنبات حبوب اللقاح، ونقص سرعة نمو الأنابيب اللقاحية.

ويظهر تأثير الحرارة المنخفضة على تكوين حبوب اللقاح إذا حدثت قبل تفتح الأزهار بأسبوعين، وهى الفترة التى تعقب الانقسام الاختزالى للخلية الأمية لحبوب اللقاح. كما لا تكون الحرارة المنخفضة مؤثرة على حيوية حبوب اللقاح إلاَّ عندما يكون التعرض لها ليلاً ونهارًا؛ إذ يؤدى ارتفاع الحرارة نهارًا إلى ٢٠ °م إلى إلغاء التأثير السلبى للتعرض لحرارة ٥–٨ °م ليلاً على حيوية حبوب اللقاح (Picken ١٩٨٤).

ولا يكون تلوين الثمار جيدًا فى درجات الحرارة المنخفضة التى تقل عن ١٠ °م، أو درجات الحرارة المرتفعة التى تزيد عن ٣٠ °م.

الفترة الضوئية وشدة الإضاءة

تُعد الطماطم من النباتات المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية (day neutral)؛ فلا يتأثر إزهارها بطول النهار، إلا أن للفترة الضوئية تأثير كبير على النمو الخضرى

حيث يقل ويضعف كثيرًا عند نقص الفترة الضوئية عن ٨ ساعات. كذلك يضعف النمو الخضرى وينخفض محتوى الثمار من فيتامين ج عند انخفاض شدة الإضاءة، كما هى الحال فى الزراعات المحمية شتاءً.

وكما هو معلوم.. فإن انخفاض درجة الحرارة شتاءً يمنع حدوث التلقيح، ويؤدى إلى انخفاض نسبة عقد الثمار. ويؤدى انخفاض شدة الإضاءة آنذاك إلى ظهور الجيوب الهوائية puffiness فى مساكن الثمار العاقدة، وإصابتها بالنضج غير المنتظم (المتبقع) Blotchy Ripening، كما ينخفض محتواها من السكريات المختزلة؛ مما يجعلها رديئة الطعم (Rylski وآخرون ١٩٩٤).