لكل من: نيماتودا تعقد الجذور. والذبول الفيوزارى (السلالتان ١، ٢)، وذبول فيرتسيليم، وفيرس موزايك التبغ

٩- رويستا Royesta:

ثماره كبيرة، كروية الشكل، ذات كتف أخضر، متعددة المساكن. مقاوم لكل من: نيماتودا تعقد الجذور، والذبول الفيوزارى (السلالتان ١، ٢)، وذبول فيرتسيليم، وفيرس موزايك التبغ.

١٠- بيب Pepe:

ثماره كريزية مبكر جدًا. يتحمل الحرارة العالية. مقاوم لكل من: الذبول الفيوزارى، وفيرس موزايك التبغ.

١١- إف ١٨٩ مبكر غزير الإنتاج، يعقد جيدًا فى الحرارة العالية، وثماره كبيرة الحجم

١٢- بار ١٢٤: ثماره كريزية صلبة. غزير الإنتاج.

١٣- ميريتو Mereto:

١٤- دافيستا Davista.

١٥- روماتوس Romatos.

١٦- كارامينا Caramina.

١٧- سرينا Sirena.

الاحتياجات البيئية

درجة الحرارة

تؤثر درجة حرارة التربة تأثيرًا كبيرًا على سرعة إنبات البذور؛ فبينما يستغرق الإنبات نحو ٦ أيام فى حرارة ٢٥-٣٠°م، فإنه يستغرق نحو ١٤ يومًا فى حرارة ١٤°م. و ٤٣ يوما فى حرارة ١٠°م ويتراوح المجال الحرارى المناسب لنمو نباتات

الطماطم بين ١٥ -١٨°م ليلاً، و ١٨-٢٣°م نهارًا، مع قدرة الطماطم على النمو فى درجات الحرارة الأعلى (١٧-٢٢ ليلاً، و ٢٧-٢٩°م نهارًا)، وتحمل درجات الحرارة الأقل من ذلك، إلا أن الثمار لا يمكنها العقد فى درجات حرارة أقل من ١٣°م ليلاً، أو أعلى من ٣٠°م نهارا ويتراوح المجال الحرارى الملائم لعقد الثمار بين ٢٠°م و ٢٥°م

يتأثر نمو الشتلات كثيرا بدرجة حرارة التربة، حيث ينخفض معدل نموها بوضوح، وتأخذ الأوراق لونًا أخضرًا ضاربًا إلى البنفسجى عندما تتراوح درجة حرارة التربة بين ١٣°م و ١٨°م كذلك تظهر أعراض مماثلة على بادرات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى عندما تروى بمحلول غذائى بارد، ولكن تختفى تلك الأعراض عندما يدفأ المحلول المغذى المستعمل وقد وجد Cave (١٩٩١) أن رى بادرات الطماطم النامية فى مزارع الصوف الصخرى خمس مرات يوميًا بمحلول مغذٍ تبلغ حرارته ١٠°م — مقارنة بالرى بمحلول مغذٍ تبلغ حرارته ١٨°م — أدى إلى ظهور لون أخضر داكن ضارب إلى القرمزى على الأوراق فى خلال أسبوع واحد من المعاملة، وتلى ذلك حدوث نقص فى الوزن الجاف للبادرات — مقارنة بمعاملة الشاهد — بعد أسبوع آخر وجدير بالذكر أن هذه الأعراض تلاشت تدريجيًا عندما أوقف استعمال المحلول المغذى البارد، واستبدل به المحلول المغذى الدافئ

هذا وفى حرارة ٢٤-٢٧°م تكون البادرات جاهزة للشتل بعد نحو ٣-٤ أسابيع من زراعة البذور

وعندما يمكن التحكم فى درجة الحرارة داخل البيوت المحمية فإن Resh (١٩٨٥) يوصى باتباع النظام التالى للمجال الحرارى المناسب من زراعة البذور حتى عقد الثمار:

١- يحفظ على درجة حرارة ١٨-٢١° ليلاً ونهارًا حتى إنبات البذور

٢- تخفض درجة الحرارة إلى ١١-١٣°م ليلاً، و ١٥°م نهارًا بمجرد اكتمال امتداد

الأوراق الفلقية. ويستمر الوضع على هذه الحال لمدة ١٠-١٤ يومًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيًا. ولمدة ٢-٣ أسابيع فى الجو الملبد بالغيوم. تؤدى هذه المعاملة إلى التبكير فى تكون العنقود الزهرى الأول. وزيادة عدد أزهاره، مما يؤدى إلى زيادة المحصول المبكر.

٣- تعرَّض البادرات - بعد ذلك، حتى يحين موعد شتلها - لدرجة حرارة ١٤-١٦ °م ليلاً. و ٢٢-٢٤ °م نهارًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيًا، ولدرجة حرارة ١٤-١٥ °م ليلاً، و ١٥-١٦ °م نهارًا فى الجو الملبد بالغيوم حتى تكون قوية النمو - وذات سيقان سميكة.

٤- يناسب النباتات - خلال الفترة من الشتل حتى قبل الإزهار مباشرة - حرارة ١٥ °م ليلاً. و ١٩ °م نهارًا.

٥- تتراوح درجة الحرارة أثناء الإزهار وعقد الثمار بين ١٥-١٨ °م ليلاً، و ٢٢-٢٤ °م نهارًا فى الجو الصحو أو الغائم جزئيًا، و ١٥-١٦ °م ليلاً ونهارًا فى الأيام الملبدة بالغيوم حتى تعقد الثمار بصورة جيدة.

ويلاحظ أن درجات الحرارة التى يُنصح بها تكون منخفضة قليلاً فى الجو الملبد بالغيوم. عنها فى الجو الصحو، وذلك لأن ارتفاع الحرارة يؤدى - فى هذه الظروف - إلى زيادة النمو النباتى، بينما يكون معدل البناء الضوئى منخفضًا بسبب ضعف الإضاءة. وعليه . فإن تعريض النباتات لدرجة حرارة مرتفعة، وإضاءة ضعيفة يؤدى إلى جعل النمو النباتى رهيفًا وضعيفًا.

كما يلاحظ أن ارتفاع حرارة الليل من ١٤ °م إلى ١٨ °م يكون مصاحبًا بزيادة فى المحصول المبكر، ولكن يقابل ذلك نقص قليل فى المحصول الكلى.

وجدير بالذكر أن أزهار الطماطم تبدأ فى التكوين قبل أن تصبح ظاهرة للعين بنحو ٣-٤ أسابيع، حيث تتكون الزهرة الأولى وقت انفراج الفلقتين وبدء ظهور الورقة الحقيقية الأولى وقد وجد أن تعريض بادرات الطماطم لحرارة منخفضة فى تلك المرحلة من النمو يسرع بتكوين العنقود الزهرى الأول، مع تكون عدد أقل من الأوراق قبله، واحتوائه على عدد أكبر من الأزهار. تعطى ثمارًا أكبر حجمًا وتختلف الأصناف فى

استجابتها لمعاملة البرودة تلك، وتعطى بعض الأصناف ثمارًا مشوهة فى العنقود الأول بعد تعرضها لمعاملة البرودة.

وتجرى معاملة البرودة بتعريض البادرات لحرارة ١١-١٣°م ليلاً ونهاراً بدءًا من وقت انفراج الفلقتين إلى حين وصول النباتات لمرحلة تكوين أول ورقتين حقيقيتين ويستغرق ذلك - عادة - ١٠ أيام فى الجو الصحو إلى ثلاثة أسابيع فى الجو الغائم. وبعد انتهاء معاملة البرودة يجب رفع حرارة الليل إلى ١٤-١٧°م، مع المحافظة على حرارة النهار عند ١٦-١٧°م فى الجو الغائم، و ١٨-٢٤°م فى الجو الصحو (Oregon State University ٢٠٠٢)

إن المجال الحرارى المناسب للطماطم هو ٢١-٢٧°م نهارًا، مع ١٧-١٨°م ليلاً. وفى الجو الغائم تكون الحرارة القريبة من الحدود الدنيا هى المفضلة، بينما تكون الحرارة الأقرب إلى الحدود العظمى هى المفضلة فى الجو الصحو وفى حرارة أقل من ١٦°م قد تظهر أعراض نقص بعض العناصر بسبب عدم قدرة الجذور على امتصاصها فى تلك الظروف. وأولى علامات شدّ البرودة تلون الأوراق باللون القرمزى، نتيجة لضعف امتصاص الفوسفور على الرغم من إمكان توفره للنبات. ويمكن أن تؤدى ليلة أو ليلتان فى حرارة ١٣-١٤ م إلى ظهور عدد كبير من الثمار المشوهة بعد نحو ٦-٨ أسابيع حينما تبلغ الثمار التى عقدت فى تلك الظروف أكبر حجم لها ولذا يتعين ألاّ تنخفض الحرارة ليلا عن ١٨°م مع جعل منظم الحرارة فى مستوى الأزهار، وليس فى مستوى يعلو قمة النباتات

يجب كذلك تجنب ارتفاع الحرارة عن ٣٢°م؛ نظرًا لأن صبغة الليكونين الحمراء لا تتكون فى حرارة تزيد عن ٣٠°م (Snyder ٢٠٠١).

أما بالنسبة للنمو الخضرى .. فإنه يتأثر - سلبيًا - بحرارة ٣٤°م أو أعلى من ذلك (Malfa ١٩٩٣) وفى حرارة تزيد على ٣٥°م . يقل توصيل الثغور للغازات، وتزداد مقاومة خلايا النسيج الوسطى Mesophyll، وينخفض معدل البناء الضوئى (عن Romero-Aradna & Longuenesse ١٩٩٥).

وقد درس Gosselin وآخرون (١٩٨٤) تأثير درجة حرارة الجذور (١٢، و ١٨، و ٢٤، و ٣٠، و ٣٦°م) ومستوى النيتروجين فى المحاليل المغذية (٢.٥، و ٧,٥، و ٢٢,٥، و ٦٧,٥ ملى مكافئ من النيتروجين/لتر) على نمو نباتات الطماطم فى مزرعة مائية، ووجدوا أن الظروف المناسبة لمختلف الصفات كانت كما يلى:

الصفة	حرارة الجذور (°م)	تركيز النيتروجين (ملى مكافئ/لتر)
أكبر وزن جاف للجذور	١٨	٢٢,٥
أكبر وزن جاف للمجموع الخضرى	٢٤	٢٢,٥
أعلى محصول	٢٤	٢,٥

وقد تبين من هذه الدراسة أن رفع حرارة الجذور مع زيادة مستوى النيتروجين أدى إلى زيادة محتوى الأوراق من الأزوت. لكن مع زيادة نسبة الأزهار غير العاقدة. ونقص المحصول

وتؤثر حرارة الهواء وحرارة الجذور على امتصاص العناصر فى الطماطم على النحو التالى (Papadopoulos & Tıssen ١٩٨٧):

١- أدت حرارة الهواء المنخفضة (١٤/٢٤°م، و ٨/٢٤°م، و ١٤/١٩°م نهارًا/ليلاً) إليها زيادة تركيز النيتروجين فى الأوراق، بينما لم يكن لحرارة الجذور أى تأثير على هذا العنصر

٢- تشابه الفوسفور مع النيتروجين من حيث تأثره بحرارة الهواء، ولكن حرارة الجذور المرتفعة (٢٤-٢٧°م) أدت إلى إحداث زيادة فى امتصاص الفوسفور بدرجة أكبر من الزيادة فى امتصاص النيتروجين.

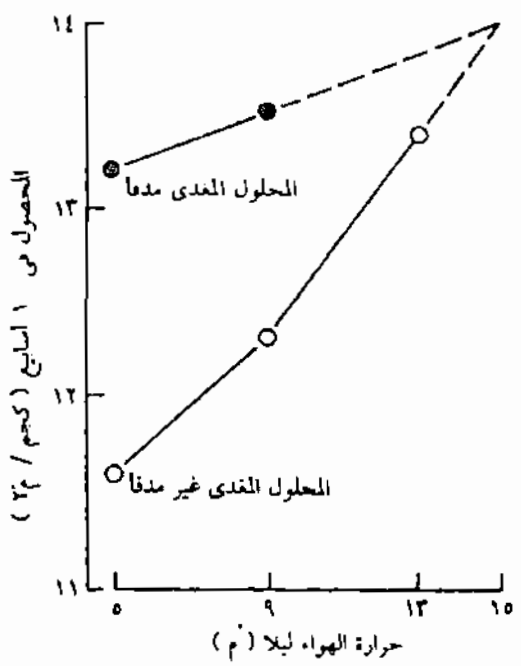
٣- لم تكن لحرارة الهواء أو الجذور تأثير يذكر على محتوى الأوراق من البوتاسيوم.

٤- ازداد تركيز الكالسيوم والمغنيسيوم فى الأوراق فى حرارة الهواء المنخفضة (٨/٢٤°م، و ٨/١٣°م نهارا/ليلا)، بينما لم يتأثر أى منهما بحرارة الجذور.

وتبعا لـ Sady وآخرين (١٩٩١) .. فإن حرارة الهواء المرتفعة (مقارنة بحرارة ١١°م)

حفزت النمو الخضرى لنباتات الطماطم النامية فى مزارع تقنية الغشاء المغذى. وأدت إلى زيادة المحصول المبكر والكلى كما ازداد المحصول الكلى عندما رُفعت حرارة المحلول المغذى إلى درجة ثابتة مقدارها ٢٠°م بصرف النظر عن حرارة الهواء.

وقد أوضحت دراسات Cooper (١٩٨٢) على الطماطم فى مزارع تقنية الغشاء المغذى أن درجة الحرارة المثلى للمحاليل المغذية هى ٢٥°م قام Cooper بتعريض النموات الهوائية للطماطم لحرارة ٢٠°م نهارا، و ٥°م، أو ٩°م، أو ١٣°م ليلاً، مع تدفئة (٢٥°م) أو عدم تدفئة المحاليل المغذية المستعملة. ويظهر من نتائج هذه الدراسات أن مجرد رفع حرارة المحلول المغذى إلى ٢٥°م، مع بقاء هواء الصوبة غير مدفأ ليلاً (على حرارة ٥°م) أعطى محصولاً مساويًا لمعاملة تدفئة هواء الصوبة ليلاً إلى ١٣°م مع عدم تدفئة المحلول المغذى وتظهر أهمية تدفئة المحلول المغذى على المحصول — بوضوح — فى شكل (٩-١).



شكل (٩-١) تأثير التفاعل بين درجة حرارة المحلول المغذى، ودرجة حرارة الهواء ليلاً على محصول الطماطم

يلاحظ من شكل (٩-١) أن نباتات الطماطم تستجيب بشدة لتدفئة المحلول المغذى في غياب تدفئة هواء الصوبة ليلاً. وأنه فى غياب تدفئة المحلول المغذى .. يتناسب محصول الطماطم طرديًا مع درجة حرارة هواء الصوبة ليلاً. كما يستدل من الشكل على توقع تلاقى الخطين المتقطعين عند حرارة ١٥°م (التى لم تتضمنها معاملات هذه الدراسة)؛ وهو ما يعنى تلاشى التأثير الإيجابى لتدفئة المحلول المغذى على المحصول عند ارتفاع حرارة الهواء ليلاً إلى ١٥°م. ومن المعروف أن درجة الحرارة الهواء المثلى لنباتات الطماطم ليلاً – فى الزراعات الأرضية – هى ١٥°م.

هذا ويذكر Cooper (١٩٨٢) أن درجة حرارة المحلول المغذى يمكن أن تكون ثابتة ليلا ونهارا. أو تكون أعلى نهارًا منها ليلاً، ولكن لا يجب أن تكون حرارة المحلول المغذى أعلى ليلاً منها نهارًا؛ لأن لذلك تأثيرات سلبية على النمو النباتى والمحصول.

وعلى خلاف ما تقدم بيانه من ضرورة انخفاض درجة الحرارة ليلاً عن درجة الحرارة نهارًا، فإن بعض الدراسات تؤيد مبدأ الحرارة المتكاملة Temperature Integrating Concept، والذى تكون النباتات – بمقتضاه – قادرة على الاستفادة من الحرارة المتاحة لها على مدى الأربع والعشرين ساعة. وقد طور هذا المبدأ فى دول شمال غرب أوروبا بهدف التوفير فى طاقة التدفئة؛ حيث تستعمل ستائر حرارية متحركة، تُضم نهارًا للسماح بنفاذ أكبر قدر من الطاقة الشمسية، وتفرد ليلاً لتوفير أكبر قدر من العزل الحرارى (منع نفاذ الأشعة تحت الحمراء الصادرة من الأجسام الصلبة داخل الصوبة. ومنع فقد حرارة التدفئة – بالتوصيل – خارج الصوبة) وتعزيزًا لهذا الرأى .. يذكر أن نمو نباتات الخيار، والأقحوان، والورد يتوقف على متوسط الحرارة خلال الأربع وعشرين ساعة

وقد درس Koning (١٩٨٨) تأثير ثلاثة نظم حرارية لحرارة الليل والنهار بمتوسط درجة الحرارة اليومى نفسه (وهى: مرتفعة / منخفضة، ومتساوية، ومنخفضة / مرتفعة)

على نمو وإزهار وعقد ثمار نباتات الطماطم، ووجد أن سيقان النباتات كانت أقصر عندما كانت حرارة الليل أقل من حرارة النهار وبينما لم يتأثر عدد العناقيد الزهرية بالنظام الحرارى. فإن المحصول الكلى ومتوسط وزن الثمرة كانا أعلى تحت ظروف حرارة الليل الأعلى من حرارة النهار

قوة وفترة الإضاءة والطول الموجى والتظليل

تحتاج بادرات الطماطم فى المناطق الشمالية — ذات الليل الطويل والإضاءة الضعيفة وقت نمو النباتات خلال فصل الشتاء — إلى إضاءة تكميلية من مصدر مناسب (مثل لمبات الصوديوم ذوات الضغط العالى)، بهدف زيادة شدة الإضاءة، وإطالة القدرة الضوئية إلى المدة المناسبة؛ فمثلاً .. وجد Boivin (١٩٨٧) — فى كندا — أن تعريض بادرات الطماطم المزروعة فى أوائل ديسمبر — إلى حين موعد شتلها — لإضاءة إضافية من لمبات الصوديوم ذات الضغط العالى (١٠٠ ميكرومول/ثانية/م^{٢}) أدى إلى نقص عدد الأوراق قبل العنقود الزهرى الأول جوهريًا، وزيادة المحصول المبكر بنسبة ١٠٠٪

كما وجد McAvoy وآخرون (١٩٨٩) ارتباطًا قويًا موجبًا (r = ٠,٩٤٧) بين محصول الطماطم الكلى، وبين الإشعاع الشمسى الكلى المؤثر فى عملية البناء الضوئى Total Photosynthetic Photon Flux خلال الفترة من الإزهار إلى الحصاد.

وبينما لا تفتقر المنطقة العربية لا إلى شدة الإضاءة، ولا إلى الفترة الضوئية المناسبة لإنتاج الطماطم (أو غيرها من الخضروات) .. فإن استعمال وسائل التوفير فى الطاقة — مثل الستائر الحرارية شتاءً للتوفير فى طاقة التدفئة، أو شباك التبريد البلاستيكية صيفا للتوفير فى طاقة التبريد — قد يكون له مردود سلبى على النمو والمحصول إذا ازداد التظليل عما ينبغى

فمثلا تبين من دراسات Cokshull وآخرين (١٩٩٢) — التى أجريت فى المملكة المتحدة — أن التظليل بنسبة ٦,٤٪، أو ٢٣,٤٪ كان له مردود سلبى كبير