الفصل الأول

التربية لتحمل شد الحرارة المنخفضة

قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

ترجع أهمية التربية لتحسين إنبات البذور فى درجات الحرارة المنخفضة إلى أن ذلك يساعد على ما يلى:

١- إمكانية الزراعة مبكرًا فى شهر يناير، دونما حاجة إلى تدفئة المشاتل لتشجيع الإنبات.

٢- تجانس الإنبات؛ ومن ثم.. تجانس النضج فى حقول الحصاد الآلى التى تزرع بالبذور مباشرة؛ الأمر الذى يزيد من كفاءة عملية الحصاد (عن De Vos وآخرين ١٩٨١).

إن معدل إنبات بذور الطماطم ينخفض تدريجيًّا بانخفاض حرارة مهاد الإنبات من ٢٥ إلى ١٠ °م. وتؤخر الحرارة المنخفضة (١٠-١٥ °م) جوهريًّا من بداية الإنبات، وتخفض معدله، وتؤدى إلى زيادة فترة الإنبات؛ بما يؤثر سلبًا فى توقيت المعاملات الزراعية والحصاد الآلى.

علاقة تحمل شدِّ البرودة عند الإنبات بكل من حجم البذور وسرعة إنباتها

يُعد إسراع إنبات البذور – فى حد ذاته – وسيلة فعالة لتجنب احتمالات تعرضها لظروف بيئية غير مناسبة، ولتقصير الفترة التى تظل البذور معرضة خلالها لهذه الظروف إن وجدت.

لقد لوحظت اختلافات واضحة بين أصناف الطماطم فى سرعة إنبات بذورها. ووجد Whittington & Fierlanger (١٩٧٢) أن سرعة الإنبات صفة وراثية تتميز بما يلى:

١- أغلب التأثير الجينى فيها إضافى.

٢- تتأثر بالتركيب الوراثى للنبات الأم.

٣- ترتبط إيجابيًّا بوزن البذرة.

كما تبين من دراسات Pet & Garretsen (١٩٨٣) وجود اختلافات وراثية بين أصناف الطماطم فى حجم بذورها؛ حيث ظهرت صفة البذور الكبيرة فى هجين الطماطم إكستيز Extase. ويستدل من دراستهما على أن هذه الصفة يتحكم فيها عوامل سيتوبلازمية. وقد أكدت الدراسة أن البذور الكبيرة تنبت بسرعة أكبر من الصغيرة، وتنتج بادرات ذات أوراق فلقية أكبر حجمًا، ونباتات أقوى نموًّا. إلاّ أن تأثير حجم البذرة يختفى – غالبًا — فى النباتات الكبيرة.

ووُجد من دراسة أُجريت على ١٠٥ تلقيحات دياليل بين ١٥ صنفًا وسلالة أن وزن بذور الجيل الأول للنباتات الهجين يعتمد أساسًا على التركيب الوراثى للأمهات دون تأثير يُذكر للتركيب الوراثى للآباء؛ هذا إلاّ أن التحليل الوراثى لبذور الجيل الثانى (الناتجة من التلقيح الذاتى لنباتات الجيل الأول) أظهر أن كلاًّ من الأم والأب يُسهمان بقدرٍ متساوٍ فى وراثة وزن البذرة، وأن الصفة يتحكم فيها جينات كروموسومية ذات تأثير مضيف بصورة أساسية. وقد أنتجت البذور الكبيرة بادرات أكبر عن تلك التى أنتجتها البذور الأصغر، ولكن الفرق بينهما تضاءل مع النمو النباتى، بما يعنى احتمال عدم جدوى تحسين النمو والمحصول بالتربية لزيادة وزن البذرة (Nieuwhof وآخرون ١٩٨٩).

التباينات الوراثية فى قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

قام Soctt & Jones (١٩٨٢) بمقارنة ١٨ سلالة تنمو بريًّا فى الجبال على ارتفاعات كبيرة — حيث تكون الحرارة منخفضة — وتمثل خمسة أنواع من الجنس *Solanum* مع

١٩ سلالة من الطماطم تتميز بقدرة بذورها على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة وتوصل الباحثان إلى النتائج التالية:

١-أظهرت سلالة الطماطم P. I. 120256 (وهى أهم سلالات الطماطم المعروفة بقدرتها على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة) أعلى قدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة، مقارنة بجميع سلالات الطماطم الأخرى؛ حيث أنبتت ٣٠٪ من بذورها خلال ١٢ يومًا على حرارة ١٠ °م، وتساوت فى ذلك مع السلالة P.I. 126435 من النوع البرى *S. peruvianum*.

٢-أنبتت بذور السلالة LA 460 من النوع البرى *S. chilense* بنسبة ١٠٠٪ خلال ١٢ يومًا على حرارة ١٠ °م، علمًا بأن صفات ثمارها ليست أسوأ حالاً من أكثر سلالات الطماطم قدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة التى تبرز من ثمارها خطوط خضراء متعرجة. ويبين جدول (١-١) مقارنة بين السلالتين فى القدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة، كما تميزت السلالة البرية بأن نموها الجذرى كان أطول كثيرًا من سلالة الطماطم خلال أيام قليلة من بدء الإنبات.

جدول (١-١): مقارنة بين السلالتين *S. lycopersicum* P. I. 120256، و *S. chilense* LA460 من حيث قدرة بذورهما على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة.

معاملة الإنبات	النسبة المئوية للإنبات فى السلالة	
	P. I. 120256	LA 460
١٠ °م لمدة ١٤ يومًا	٤٠	١٠٠
٩ °م لمدة ١٤ يومًا	قليل جدًّا	٩٩
٨ °م لمدة ١٤ يومًا	صفر	٤٠
٨ °م لمدة ٢٠ يومًا	صفر	١٠٠

٣- أظهرت السلالات البرية التالية قدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة:

S. peruvianum P. I. 127831, LA 1474 & P.I. 127832.

S. hirsutum P. I. 127826 & LA 386.

كما اختبر Michalska (١٩٨٥) ٣٥ سلالة من النوع *S. lycopesicum*، وواحدة من *S. pmpinellifoium*، و ٩ من *S. habrochaites* وواحدة من *S. corneliomulleri* للقدرة على الإنبات فى حرارة ٥ °م، ووجد أن خمسًا منها كانت قادرة على الإنبات فى هذه الظروف، وهى:

S. lycopersicum P. I. 341985, P. I. 341994 & P. I. 341988

S. habrochaites P. I. 127827 & LA 386.

وقد تبين عند تقييم ٣٠ صنفًا وسلالة من ستة أنواع من الطماطم (منزرعة وبرية) لقدرة بذورها على الإنبات فى ظروف شد البرودة وظروف شد الملوحة أن معظم التراكيب الوراثية المقيمة تشابهت فى استجابتها لحالتى الشدِّ؛ فكانت إما حساسة، وإما متحملة لحالتى الشد، إلاّ أن عددًا قليلاً منها أظهر قدرًا أكبر من الحساسية (أو التحمل) لأحد حالتى الشد عن استجابتها لحالة الشدِّ الأخرى. وإضافة إلى ذلك، فإن بعض السلالات التى أنبتت بذورها سريعًا نسبيًّا فى ظروف عدم الشدِّ أظهرت حساسية كبيرة لحالتى الشد. ووجدت ارتباطات موجبة بين معدل الإنبات فى ظروف الكنترول (عدم الشد) وشد البرودة (r الشكل المظهرى = ٠,٨٩)، وبين ظروف الكنترول وشد الملوحة (r الشكل المظهرى = ٠,٦٣)، وبين ظروف شد البرودة وشد الملوحة (r الشكل المظهرى = ٠,٧٧). ويفيد ذلك احتمال أن يتحكم فى معدل إنبات البذور تحت ظروف عدم الشد، وشد البرودة، وشد الملوحة نفس الجينات أو نفس الآليات الفسيولوجية، إلاّ أن عوامل أخرى قد تلعب دورًا فى التأثير على إنبات البذور فى ظروف شدٍّ خاصة (Foolad & Lin ١٩٩٩).

وراثة قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

أجريت عدة دراسات على وراثة صفة القدرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة، تبين منها أن هذه الصفة متنحية، وذات كفاءة توريث مرتفعة، ويتحكم فيها من ١–٣ أزواج من الجينات. فقد وجد أن الصفة يتحكم فيها جين واحد فى سلالة الطماطم P.I. 341984 وثلاثة أزواج على الأقل فى سلالة الطماطم P.I. 341985، كما وجد Cannon وآخرون (١٩٧٣) أن قدرة سلالة الطماطم P.I. 341988 على الإنبات فى حرارة ١٠°م يتحكم فيها جين واحد متنح.

ووجد أن قدرة بذور الطماطم على الإنبات فى الحرارة المنخفضة صفة يتحكم فيها جينات متعددة مع سيادة لعدم القدرة على الإنبات فى ظروف شدِّ البرودة. وقدِّر عدد الجينات المتحكمة فى الصفة بما لا يقل عن ثلاثة من بيانات الجيل الثانى، وبما لا يقل عن خمسة من بيانات التلقيحات الرجعية، كما قُدِّرت كفاءة التوريث بنحو ٩٧٪ فى المعنى العام، و٦٦٪ فى المعنى الخاص. هذا إلى جانب أن اختلافات جوهرية فى القدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة وجدت بين نباتات الجيل الأول للتلقيحات العكسية (Ng & Tigchelaar ١٩٧٣).

وفى دراسة أخرى وُجد أن قدرة بذور الطماطم على الإنبات فى الحرارة المنخفضة صفة كمية يتحكم فيها ٢٤ زوجًا من الجينات ذات تأثير مضيف قوى، مع احتمال وجود تأثيرات للسيادة والتفوق. وقد قُدِّرت كفاءة توريث الصفة بنحو ٢٥٪ – ٤٠٪ فى المستوى العام، و ٢٥٪ فى المستوى الخاص. وبدا أن نفس النظام الجينى يتحكم فى القدرة على الإنبات فى كل من الحرارة المنخفضة والعالية، وأن الانتخاب للقدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة يمكن تحقيقه بالانتخاب فى الحرارة العالية (El Sayed & John ١٩٧٣).

وتبين من دراسات De Vos وآخرين (١٩٨١) على ٧ سلالات وأصناف من الطماطم تتباين فى قدراتها على الإنبات فى حرارة ١٠°م – وهى P.I. 120256، وP.I. 341985،

و280597 P.I.، وKanatto، وNova، و Early Red Rock – أن هذه الصفة متنحية جزئيًا، ويكون فيها التأثير الأمى والتأثير المضيف جوهريين، بينما يكون التفاعل غير الآليلى قليل الأهمية. وقدرت الدراسة كفاءة توريث الصفة بنحو ٨٥٪ فى المعنى العام و٦٩٪ فى المعنى الخاص.

كما أظهرت دراسات Michalska (١٩٨٥) أن صفة قدرة بذور سلالة الطماطم P.I. 341985 على الإنبات فى حرارة ٥ °م يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة، مع احتمال وجود بعض الجينات المحورة.

هذا.. ويذكر Kalloo (١٩٩٣) أن قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة يتحكم فيها عامل وراثى واحد متنحٍ. كما تتميز السلالات القادرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة بقدرة بادراتها على النمو الجيد فى تلك الظروف.

وفى دراسة على عدد من العشائر الوراثية لتلقيح بين سلالة الطماطم الحساسة للبرودة UCT5 والسلالة المتحملة لها P.I. 120256، وجد أن معظم التباينات فى المدة التى لزمت للإنبات فى حرارة ١١ ± ٠,٥ °م كان مردها إلى تأثيرات جينية مضيفة، وأن التأثيرات المضيفة للإندوسيرم تحكمت فى ٨٠٪ من التباين الوراثى.

ولقد كان الانتخاب بين نباتات الجيل الثانى للتلقيح السابق مؤثرًا بصورة جوهرية فى تحسين إنبات النسل فى حرارة ١١ ± ٠,٥ °م، وقدرت كفاءة التوريث المنخفضة بنحو ٠,٧٤؛ بما يعنى أن تلك الصفة يمكن تحسينها اعتمادًا على الانتخاب على أساس الشكل المظهرى (Foolad & Lin ١٩٩٨، و Foolad ١٩٩٩).

وفى دراسة أُجريت على عشيرة نباتات الـ BC_1S_1 للتلقيح بين سلالة الطماطم الحساسة للبرودة NC84173 والسلالة LA722 من *S. pimpinellifolium* المتحملة للبرودة خلال مرحلة إنبات البذور، أمكن التعرف على ٣–٥ QTLs – موزعة على موقعين كروموسومين – كان لها تأثيرات جوهرية على تحمل البرودة خلال مرحلة الإنبات؛ حيث

تبين وجود QTLs لتحمل البرودة على كلٍ من الكروموسوم ١ من *S. pimpinellifolium*، والكروموسوم ٤ من NC 84173، وتراوح إسهام كل منها فى تحمل البرودة بين ١١,٩٪، و٣٣,٤٪ (Foolad ١٩٩٨، و ١٩٩٩).

ودُرس إنبات بذور جيل التلقيح الرجعى الأول لتلقيح بين سلالة طماطم بطيئة الإنبات وأخرى برية سريعة الإنبات، وذلك فى ظروف عدم الشدّ، وظروف شدِّ البرودة، وشدِّ الملوحة، وشدِّ الجفاف، وانتخبت النباتات التى نتجت من أسرع البذور إنباتًا تحت كل ظرف، وتُركت لتنمو حتى نضج الثمار، وأُخضعت لتحليل واسمات جزيئية. وقد أمكن تحديد ما بين ٦ إلى ٩ QTLs تؤثر فى سرعة الإنبات فى كل ظرف بيئى من الظروف الأربعة التى أُجرى الاختبار فى ظلها، بمجموع ١٤ QTLs، وكان توزيعها كما يلى: ١٠ QTLs أثرت على سرعة الإنبات فى ٢ أو ٣ ظروف واعتبرت أنها QTLs شائعة ذات علاقة بالإنبات، و ٤ QTLs أثَّرت على سرعة الإنبات فى ظرف واحد، واعتبرت أنها QTLs خاصة بالإنبات فى ظروف معينة. وأظهرت نتائج الدراسة أن نفس الـ QTLs غالبًا ما تؤثر فى إنبات البذور تحت ظروف مختلفة من الشدِّ وعدم الشدِّ؛ مما يؤيد فرضية وجود أُسس فسيولوجية متشابهة تُسهم فى الإنبات فى مختلف الظروف (Foolad وآخرون ٢٠٠٧).

طبيعة قدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

لا ترجع القدرة على الإنبات فى درجة الحرارة المنخفضة إلى قدرة خاصة للنمو فى هذه الظروف؛ فبمقارنة سلالة الطماطم P.I. 341985 القادرة على الإنبات فى ١٠ °م بالصنف سنتنيال Centennial الذى لا تتوفر به هذه الصفة، وعدد من سلالات الجيل الرابع – للتلقيح بينهما – التى تختلف فى هذه الخاصية.. كانت جميعها متشابهة فى معدل نمو الجذير عند هذه الدرجة.

وقد أدى نقع البذور فى محلول لنترات البوتاسيوم وفوسفات أحادى البوتاسيوم، بنسبة ١,٨٪ لكل منهما، لمدة ١–٨ أيام إلى تحسين الإنبات فى كل من السلالة P.I. 341985

والصنف سنتنيال على حرارة ١٠ °م، إلاّ أن التحسن فى إنبات الصنف لم يصل إلى مستوى الإنبات فى السلالة؛ أى إن التأثير البيئى لم يرق إلى مستوى التأثير الوراثى.

ويبدو أن عدم القدرة على الإنبات فى حرارة ١٠ °م يرجع – جزئيًّا – إلى أن البرودة تحفز البذرة على تكوين مواد مانعة للإنبات. وقد أدت إضافة الكربون المنشِّط activated carbon إلى بيئة إنبات البذور إلى تحسين الإنبات فى حرارة ١٠ °م بالنسبة للسلالات غير القادرة – أصلاً – على الإنبات فى تلك الدرجة، بينما لم يكن لهذه المعاملة أى تأثير على السلالات القادرة على الإنبات فى حرارة ١٠ °م (Maluf & Tigchelaar ١٩٨٢).

وقد وجد أن الماء الذى تنقع فيه بذور سلالة الطماطم P.I. 341984 (وهى سلالة قادرة على الإنبات فى درجات الحرارة المنخفضة) يحفز إنبات بذور نفس السلالة والسلالات الأخرى الحساسة للبرودة، بينما كان الماء الذى نقعت فيه بذور الصنف رد روك Red Rock (الحساس للبرودة) مثبطًا لإنبات بذور نفس الصنف والسلالة المقاومة للبرودة فى درجات الحرارة المنخفضة (Abdul-Baki & Stoner ١٩٧٨).

ويذكر أنه قد تحدث تغيرات فى الأغشية الخلوية للأصناف الحساسة للبرودة لدى تعرضها لدرجات حرارة منخفضة. كما وجد Maluf & Tigchelaar (١٩٨٠) أن القدرة على الإنبات فى حرارة ١٠ °م فى سلالة الطماطم P.I. 341985 ترتبط بزيادة فى نشاط إنزيم بيروكسيديز Peroxidase خلال الأيام العشرة الأولى للإنبات على هذه الدرجة.

وفى دراسة أخرى أجريت على عدد من السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة isogenic lines – التى تتفاوت فى قدرتها على الإنبات فى حرارة ١٠ °م – قارن Maluf & Tigchelaar (١٩٨٢) محتوى بذور هذه السلالات من الأحماض الدهنية، ووجد الباحثان أن قدرة البذور على الإنبات فى حرارة ١٠ °م ترتبط سلبيًّا بمحتواها من حامض الأوليِّك Oleic acid (معامل الارتباط r = ٠,٨١ وجوهرى جدًّا)، وإيجابيًّا

بمحتواها من حامض اللينوليِّك Linoleic acid (معامل الارتباط r = ٠,٧١ وجوهرى جدًّا). ولم يتأثر محتوى البذور من الأحماض الدهنية بفترة الحضانة على ١٠ °م؛ كما تشابه محتوى الأحماض الدهنية فى البذور كلها مع محتوى الأحماض الدهنية فى الأغشية الخلوية.

وقد لاحظ الباحثان أن نسبة الزيادة فى حامض اللينوليِّك فى السلالات القادرة على الإنبات فى حرارة ١٠ °م كانت مماثلة لنسبة النقص فى حامض الأوليِّك (معامل الارتباط r لنسبة الحامضين = ٠,٧٩ وجوهرى جدًّا). واقترح الباحثان أن الجينات المسئولة عن قدرة البذور على الإنبات – فى درجات الحرارة المنخفضة – تؤدى إلى زيادة حالة عدم تشبع حامض الأوليِّك إلى حامض اللينوليِّك أثناء تكوين البذور.

ويستدل من دراسة أجريت على سلالة طماطم قادرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة (١٢ °م) هى P.I. 341988، وصنف حساس للبرودة هو UC82B أن المانع الرئيسى لإنبات البذور – فى التراكيب الوراثية الحساسة – فى الحرارة المنخفضة هو طبقة الإندوسبرم، كما أظهرت السلالة المتحملة معدلاً أعلى لتنفس البذور عما حدث فى بذور UC82B؛ بما يعنى زيادة نشاطها الأيضى فى ظروف الحرارة المنخفضة (Leviatov وآخرون ١٩٩٣).

وقد تبين أن طفرات غياب الأنثوسيانين: ah، و aw، وbls تؤدى – عند وجود أى منها بحالة أصيلة – إلى تحسين قدرة بذور الطماطم على الإنبات فى ظروف شد الملوحة، والحرارة، والبرودة، والشد الأسموزى، وذلك باستثناء أن الجين aw لم يكن مؤثرًا فى ظروف شد جفاف أُحدِث بالمعاملة بالبوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ (Atanassova وآخرون ١٩٩٧).

التربية لقدرة البذور على الإنبات فى الحرارة المنخفضة

عندما أُجرى انتخاب لسرعة إنبات البذور فى الحرارة المنخفضة فى الجيل الثانى لتلقيح بين سلالة الطماطم الحساسة للبرودة UCT5 والسلالة P.I. 120256 المتحملة للبرودة فى كل من مرحلتى إنبات البذور والنمو الخضرى انعكس ذلك إيجابًا على

سرعة إنبات بذور النسل فى الجيل الثالث فى الحرارة المنخفضة، كما أظهرت نباتات نفس الأنسال قدرة مطلقة أكبر على النمو الخضرى فى الحرارة المنخفضة. إلاّ أن قدرتها النسبية على النمو فى الحرارة المنخفضة مقارنة بنموها فى الحرارة المعتدلة لم تكن بنفس القوة؛ بما يعنى أن قدرة النمو الكبيرة المطلقة فى الحرارة المنخفضة ربما كان مردها إلى زيادة فى قوة نموها plant vigor وليس لزيادة فى تحملها للبرودة (Foolad ١٩٩٩).

وفى دراسة أخرى على نباتات الجيل الثانى للتهجين السابق (بين صنف الطماطم UCT5 ذات البذور البطيئة الإنبات والسلالة P.I. 120256 ذات البذور السريعة الإنبات)، أُجرى تقييم على القدرة على الإنبات فى ظروف عدم الشدِّ (الكنترول)، وظروف شد البرودة، وظروف شد الملوحة؛ وفى كل معاملة انتُخِبت الأسرع إنباتًا (أول ٥٪ إنبات) للحصول على بذور الجيل الثالث منها. وتبين أن الانتخاب لسرعة الإنبات كان مجديًا فى ظروف كل من شد البرودة وشد الملوحة، لكنه لم يكن مجديًّا فى ظروف عدم الشد. كذلك فإن الانتخاب فى ظروف أى من شد البرودة أو شد الملوحة حسَّن إنبات بذور النسل جوهريًّا فى حالتى الشدِّ، وكذلك ظرف عدم الشد. ويستفاد من تلك النتائج أن نفس الجينات تُسهم فى الإنبات السريع للبذور تحت ظروف شدِّ البرودة وشدِّ الملوحة وظروف عدم الشدِّ. ويعنى ذلك أن الانتخاب فى برامج التربية — تحت أى من حالتى الشدِّ قد يؤدى إلى تحسن فى إنبات البذور فى مدى واسع من الظروف البيئية (Foolad وآخرون ١٩٩٩).

وقد أُجرى تقييم لنباتات التلقيح الرجعى الأول BC_1 لتلقيح بين سلالة الطماطم البطيئة الإنبات NC 84173 (والتى استخدمت كأم وكأب رجعى)، وسلالة *S. pimpinellifolium* السريعة الإنبات LA 722.. أُجرى تقييم للإنبات فى ظروف شدِّ البرودة، وشد الملوحة، وشدِّ الجفاف، وانتخبت أسرع البذور إنباتًا (أول ٢٪ منها) فى كل تقييم. كان هذا الانتخاب فعّالاً وحسَّن إنبات بذور النسل جوهريًّا فى كل ظروف الشدِّ. وتؤيد هذه النتائج افتراض أن نفس الجينات قد تتحكم فى سرعة إنبات البذور

تحت ظروف شد البرودة، والملوحة، والجفاف. كذلك فإن الانتخاب لسرعة الإنبات تحت أى من ظروف الشد الثلاثة حسَّن إنبات بذور النسل فى ظروف عدم الشدِّ؛ بما يفيد أن الآليات الوراثية التى تُسهِّل إسراع إنبات البذور تحت ظروف الشدِّ قد تُسهم — كذلك — فى سرعة إنبات البذور فى ظروف عدم الشدِّ. وعمليًّا فإن الانتخاب لسرعة إنبات البذور فى أى من ظروف الشدِّ قد تُعطى نسلاً يمكن لبذوره الإنبات فى ظروف بيئية متباينة (Foolad وآخرون ٢٠٠٣).

قدرة النباتات على النمو فى الحرارة المنخفضة

يؤدى بقاء نباتات الطماطم فى حرارة من ٢–١٢ °م لأيام قليلة إلى تعرضها لأضرار البرودة التى يسبق — أو يصاحب — ظهورها تغيرات فسيولوجية؛ أهمها: انخفاض معدل التنفس والبناء الضوئى، وبطء الحركة الدورانية للسيتوبلازم، وحدوث أضرار للأغشية الخلوية يترتب عليها نفاذيتها للماء وتسرب الأملاح من الخلايا.

وقد تبين من دراسة أُجريت على ٣١ صنفًا وسلالة تمثل الطماطم وخمسة من أنواعها البرية وجود ارتباط ضعيف (r = ٠,٤٢) بين معدل إنبات البذور والنمو الخضرى المطلق فى الحرارة المنخفضة، وارتباط آخر ضعيف أيضًا (r = ٠,٤٧) مع النمو الخضرى النسبى فى ظروف البرودة مقارنة بالنمو فى الحرارة المعتدلة (Foolad ١٩٩٩).

هذا.. ويُعد صنف الطماطم Siberia من الأصناف المتحملة للبرودة (عن Giroux & Fillion ١٩٩٢).

طرق التقييم لقدرة النباتات على النمو فى الحرارة المنخفضة

يتطلب تقييم مقاومة نباتات الطماطم للبرودة أن تتوفر وسيلة كمية لتقدير درجة المقاومة لا تعتمد على وصف الأضرار المورفولوجية التى تحدثها البرودة؛ حيث يفضل تقدير درجة التحمل أو شدة الإصابة قبل ظهور أية أعراض يمكن مشاهدتها بالعين المجردة؛ وبذا.. يمكن الإسراع فى عملية التقييم، مع تجنب احتمالات فقد الجيرمبلازم أثناء الاختبار.