البقاء فى شدٍّ قاتل بطبيعته باسم القدرة المكتسبة على تحمل الحرارة acquired thermotolerance فى حالة الصدمة الحرارية (التعرض للحرارة العالية)، وباسم القدرة المكتسبة على تحمل أضرار البرودة acquired chilling tolerance فى المدى الحرارى بين صفر، و ١٥ °م، والقدرة المكتسبة على تحمل التجمد acquired freezing tolerance فى حرارة تقل عن الصفر المئوى تتكون فيها البلّورات الثلجية داخل الأنسجة النباتية (Sung وآخرون ٢٠٠٣).

يعنى يتحمل الحرارة العالية thermotolerance قدرة الكائن الحى على البقاء فى حرارة تعد — بالنسبة له — شديدة الارتفاع. والنباتات — كالكائنات الأخرى — تمتلك القابلية لاكتساب القدرة على تحمل الحرارة (التحمل المكتسب للحرارة acquired themotolerance) سريعًا — ربما فى خلال ساعات؛ مما يمكنها من البقاء فى حرارة تُعد قاتلة لها. ويتم اكتساب صفة القدرة على تحمل الحرارة العالية تلقائيًّا بصورة ذاتية خلوية، ويكون ذلك — عادة — نتيجة لسبق تعرض النبات لمعاملة حرارية غير قاتلة قد تكون لفترة قصيرة. ويؤدى اكتساب النبات لمستوى عالٍ من القدرة على تحمل الحرارة العالية إلى حماية الخلايا والنبات من الحرارة القاتلة التى قد يتعرض لها لاحقًا. كذلك يمكن أن تستحث القدرة على تحمل الحرارة بفعل حدوث زيادة تدريجية فى الحرارة إلى مستوى قاتل. وهذا الاستحثاث يتضمن عددًا من العمليات، منها: تكوين الـ HSPs، ودورات أيض الـ ABA (حامض الأبسيسك)، والـ ROS، والـ SA (حامض السلسيلك). ويعد ذلك كله بمثابة تغيير مؤقت فى برمجة التعبير الجينى المؤثر فى كل تلك الصفات والعمليات، وهو ما يعرف باسم الاستجابة للصدمة الحرارية heat shock response (Wahid وآخرون ٢٠٠٧).

وسائل حماية النباتات لنفسها من أضرار الحرارة العالية

تقوم النباتات بحماية نفسها من أضرار الحرارة العالية بإحدى وسيلتين، هما:

١- تفادى أضرار الحرارة Heat Avoidance:

لا يعنى تفادى النبات لأضرار الحرارة العالية أن تكون درجة حرارته أقل من درجة حرارة الهواء المحيط، وإنما أن يكون النبات قادرًا على البقاء فى درجات حرارة لا تتحملها نباتات أخرى، وهو ما يحدث بالوسائل التالية:

أ- العزل الحرارى Insulation:

وهو ما يحدث فى جذوع الأشجار الكبيرة بفعل طبقة القلف السميكة التى توجد فيها.

ب- انخفاض معدل التنفس:

ربما لا يكون هذا العامل مهما فى الأوراق (حيث يكون تأثيره قليلاً جدًّا مقارنة بالحرارة التى تكتسبها الأوراق من جراء تعرضها للأشعة الشمسية)، ولكنه يكتسب أهمية كبيرة فى أعضاء التخزين الشحمية.

ج- عدم اكتساب الأوراق الطاقة الضوئية الساقطة عليها:

يتحقق ذلك من خلال ظاهرة الانعكاس Reflectance، والنفاذية Transmissivity، علمًا بأن وجود الشعيرات الزغبية وغيرها من الزوائد الورقية يزيد من ظاهرة انعكاس الضوء. وتتأثر النفاذية بلون الأوراق وسمكها، حيث تزيد فى الأوراق ذات اللون الأخضر الفاتح والقليلة السمك.

ومن العوامل الأخرى المؤثرة فى هذا الشأن اتجاه وضع الأوراق وحركتها.

د- التبريد بالنتح Transpirational cooling:

يعتقد أن النتح يزيل نحو ٢٣٪ من الحرارة التى يكتسبها النبات خلال فترة منتصف النهار، وتتوقف مدى فاعليته على سرعة الرياح، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية. فعن طريق النتح يمكن أن تنخفض حرارة الورقة عن حرارة الهواء المحيط بها

بمقدار ١٠ درجات مئوية أو أكثر. وفى قطن بيما Pima يزداد عقد اللوز ويزداد المحصول فى الأصناف المتحملة للحرارة العالية، فى الوقت الذى يزداد فيها توصيل الثغور والقدرة على البناء الضوئى. ومع زيادة درجة توصيل الثغور يقل الارتفاع فى حرارة الأوراق (عن Hall ١٩٩٢).

ولقد وجدت فى القمح تباينات كبيرة بين الأصناف فى قدرة أوراقها على خفض حرارتها canopy temperature، حيث يمكن أن يصل الانخفاض فى بعض التراكيب الوراثية إلى ١٠ درجات مئوية اقل من حرارة الهواء المحيط فى الجو الحار والرطوبة المنخفضة. وترتبط تلك الخاصية بتحمل الحرارة العالية، ويمكن قياسها — بالـ infrared thermometry، إلاّ أن تلك الاختلافات لا يمكن تحديدها فى الجو الرطب، الذى ينخفض فيه تبريد الأوراق بالبخر إلى درجة لا يعتد بها. وعلى الرغم من ذلك، فإن الأوراق تبقى على ثغورها مفتوحة لتسمح بدخول ثانى أكسيد الكربون، ويمكن أن تقود الاختلافات فى تثبيت ثانى أكسيد الكربون إلى اختلافات فى درجة توصيل الثغور، وهى الصفة التى يمكن قياسها باستعمال porometer (Reynolds وآخرون ٢٠٠١).

٢- تحمل الحرارة Heat Tolerance:

فى حالة تحمل الحرارة نجد أن الأنسجة التى ترتفع حرارتها تحافظ على وظائف حيوية معينة تكون ضرورية لعملية التحمل قد يكون منها: زيادة معدل البناء الضوئى، ونقص معدل التنفس، وعدم تراكم السموم أو إبطال مفعولها، ووجود بعض المركبات الهامة بتركيزات عالية؛ فلا يترتب على نقصها قليلاً — بفعل الحرارة العالية — تأثيرات ضارة على النبات. كما قد يحدث التحمل للحرارة العالية نتيجة زيادة ثبات البروتينات تحت هذه الظروف، أو سرعة عودتها إلى حالتها الطبيعية إذا ما حدثت لها دنترة جزئية.

الأساس الفسيولوجى لتحمل الحرارة العالية

تُظهر بعض الأنواع النباتية تحملاً كبيرًا للحرارة العالية من خلال ظواهر فسيولوجية محددة، لعل أبرزها أيض حامض الكراسيولاسيان Crassulacean Acid Metabolism