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.

جـ- 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 أقل 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.

ومن أهم آليات تحمل الحرارة، ما يلى:

أ- ثبات الأغشية البلازمية تحت ظروف الشدّ.

ب- الثبات الحرارى للـ photosystem II.

جـ- سرعة انتقال نواتج البناء الضوئى.

د- حركة مخزون الساق من الغذاء المخزن فيه.

هـ- التنظيم الأسموزى (Singh ١٩٩٣).

إن القدرة على استمرار عملية البناء الضوئى بمعدلات عالية فى ظروف الشدِّ الحرارى ترتبط إيجابيًّا بتحمل الحرارة. وتتأثر تلك القدرة فى القمح — على سبيل المثال — بصفة بقاء الأوراق خضراء حتى مرحلة متأخرة من التطور النباتى (صفة stay-green)، فضلاً عن وجود تباينات واسعة بين أصناف القمح فى المحتوى الكلوروفيلى للأوراق وفى معدل البناء الضوئى فى ظروف الشدِّ الحرارى. وترتبط صفة تحمل الحرارة — كذلك — بدرجة توصيل الثغور فى ورقة العلم. ومن بين الصفات التى ترتبط بتحمل الحرارة درجة ثبات الأغشية البروتوبلازمية تحت ظروف الشدِّ (التى يعبر عنها بدرجة التسرب الأيونى)، وهى التى قيست فى ورقة العلم وقت تفتح الأزهار، والتى وجد أنها ترتبط بدرجة الثبات فى طور البادرة (Reynolds وآخرون ٢٠٠١).

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 (تكتب اختصارًا: CAM). ففى هذه الحالة (حالة الـ CAM) تغلق الثغور فى أشد ساعات النهار حرارة. كما أن النباتات ذات مسار البناء الضوئى C_4 أكثر تحملاً للحرارة العالية عن النباتات ذى المسار C_3؛ لأن الأولى أكثر كفاءة فى الاستفادة من التركيزات المنخفضة لغاز ثانى أكسيد الكربون فى المسافات البينية للخلايا. كذلك تتوفر بين النباتات الـ C_4 — التى تتباين فى تحملها للحرارة العالية — اختلافات فى مدى ثبات إنزيم RuBP carboxylase فى ظروف الحرارة العالية، وفى كفاءة تمثيل الغذاء المجهز بها، وانتقاله إلى الأعضاء الأكثر تأثرًا بالحرارة