جدول (١-١): أمثلة لحالات انتخاب فى مزارع الأنسجة لبعض ظروف الشدّ البيئى (عن Remotti ١٩٩٨).

النوع	طبيعة التحمل الذى تحقق من خلال مزارع الأنسجة
Sorghum bicolor	تحمل الأراضى الحامضية
Daucus carota	تحمل الألومنيوم
Nicotiana plumbaginifolia	تحمل الألومنيوم
Oryza sativa	تحمل الألومنيوم
Solanum tuberosum	تحمل الألومنيوم
Datura innoxia	تحمل الكادميوم
Nicotiana tabacum	تحمل الكادميوم
Oryza sativa	تحمل الكادميوم
	تحمل الشدّ الرطوبى
Triticum durum	تحمل الشدّ الرطوبى
Triticum aesativum	تحمل الشدّ الرطوبى، وتحمل الحرارة العالية
Gossypium hirsutum	تحمل الحرارة العالية (٣٨°م)
Cucumis melo	القدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة (١٤°م)
Linum usitatissimum	القدرة على الإنبات فى الحرارة المنخفضة (٥-٨°م)
Medicago sativa	تحمل التجمد (-١٦°م)
Oryza sativa	تحمل البرودة (٥-١٠°م)
Trifolium pretense	تحمل التجمد (-١٠°م)
T. aestivum	تحمل التجمد (-١٣°م)
Zea mays	تحمل البرودة (٤°م)
Beta vulgaris	تحمل الأشعة فوق البنفسجية UV-B

الصفات التى تفيد فى الانتخاب لتحمل حالات الشدّ

يجب أن تتوفر فى الصفات التى يُجرى الانتخاب على أساسها لتحمل حالات الشدّ، ما يلى:

١- أن يكون من السهل تقديرها أو تقييمها.

٢- أن تكون درجة توريثها عالية، أو — على الأقل — متوسطة.

٣- يجب أن تتوفر تباينات وراثية كبيرة فى الصفة.

٤- يجب أن تظهر قدرًا عاليًا من الصلة بصفة تحمل حالة الشدِّ.

٥- يجب أن تُظهر قدرًا من الصلة بالمحصول تحت ظروف الشدِّ.

وتتم دراسة الصفات التى يُعتقد - نظريًا - أنها على صلة بصفة أو صفات تحمل الظروف البيئية القاسية على النحو التالى:

١- يتم أولاً تطوير تقنيات ملائمة لقياسها.

٢- يلى ذلك غربلة الجيرمبلازم لتقدير التباين الوراثى فى تلك الصفات.

٣- قد يدل وجود ارتباط بين تلك الصفات والمحصول تحت ظروف الشدِّ على أهميتها فى برامج التربية.

٤- إلا أن ذلك الارتباط يجب أن يؤيَّد بمقارنة أداء سلالات ذات أصول وراثية متشابهة تقريبًا near isogenic lines لكل صفة على حدة. وتتطلب مقارنة السلالات ذات الأصول الوراثية المتشابهة جهدًا ووقتًا كبيرين، وتكون مناسبة — على الأرجح — للصفات التى يتحكم فيها عدد محدود من الجينات oligogenic traits.

٥- ولذا .. فإن الطريقة الأفضل — عمليًا — تكون بتلقيح أبوين يختلفان فى ٤-٥ من أكثر صفات تحمل الظروف الشدِّ البيئى أهمية، ثم إخضاع أنسال الجيل الثالث للانتخاب فى الاتجاهين (+،-) لكل صفة. ويلى ذلك تقدير انحدار regression قيم عائلات الجيل الرابع على تلك الخاصة بعائلات الجيل الثالث. ويعقب ذلك إجراء قياسات المحصول فى الجيل الخامس أو السادس فى بيئات مختلفة؛ أى تحت ظروف الشدِّ وظروف عدم الشدِّ. وتحدد نتائج هذه الدراسة مصادر مقاومة كل حالة من حالات الشدِّ البيئى والصفات المتصلة بها.

٦- وكبديل .. يمكن عمل تلقيح مركب composite cross بتلقيح عدة سلالات تتباين بوضوح (+،-) فى صفات تحمل حالة الشدِّ. ويُحافظ على الأجيال التالية

بالتلقيح الذاتى إلى أن تصبح النباتات أصيلة وراثيًّا تقريبًا. يلى ذلك انتخاب نباتات عشوائيًّا، وتقييم أنسالها تحت ظروف الشدِّ، حيث يمكن من البيانات المتحصل عليها تقدير درجة توريث حالة الشدِّ والمحصول والارتباط بينهما. وإذا أظهرت صفة مقاومة حالة الشدِّ درجة عالية من الارتباط، ودرجة توريث أعلى من درجة توريث المحصول ذاته، فإنها تكون مفيدة كوسيلة للانتخاب لمقاومة حالة الشدِّ فى برامج التربية (Singh ١٩٩٣).

ولقد طورت شركة Evogene برنامجًا (software) يمكن عن طريقه التنبؤ بالجينات التى يُرغب فى اكتشافها لأجل صفات معينة، وأطلقت عليه الاسم ATHLETE. أمكن عن طريق هذا البرنامج اكتشاف الجين Evo133، الذى يُعد من الجينات المؤمل عليها فى زيادة تحمل النباتات لظروف الشدِّ البيئى (الجفاف، وملوحة التربة ومياه الرى، والحرارة العالية) فى مختلف النباتات. نُقل هذا الجين بالفعل — بطرق الهندسة الوراثية — إلى كل من الطماطم، والذرة، وفول الصويا، والقطن، حيث أظهرت النباتات التى حولت وراثيًّا زيادة فى المحصول قدرت بنحو ٢٥٪ تحت الظروف العادية، و ٢٠٪ تحت ظروف الشدِّ البيئى (Evogene — ٢٠١٠ — الإنترنت).

مشاكل التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية

إن من أبرز مشاكل التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية، ما يلى:

١- ضرورة تحديد شدة الانحراف فى العامل البيئى التى يُرغب فى تحملها؛ الأمر الذى يصعب تحديده بسبب التباين الشديد فى مدى ذلك الانحراف من منطقة لأخرى.

٢- يكون من الأسهل إجراء الانتخاب لتحمل الظرف البيئى القاسى فى ظروف متحكم فيها، ولكن الأفضل أن تجرى الاختبارات تحت الظروف الطبيعية فى الحقل، فى الوقت الذى يصعب فيه التحكم فى ظروف الحقل.

٣- يرجع تحمل الانحراف فى أى عامل بيئى — عادة — إلى مجموعة من الصفات