٥

مقدمات لتربية النباتات لتحمل الظروف البيئية القاسية

تعريف بالمصطلحات الهامة

يتطلب الفهم الصحيح لموضوعات هذا القسم الإلمام ببعض المصطلحات التى يشيع استخدامها فى مجال التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية، نذكر - فيما يلى - بعضها.

التحمل أو القدرة على التحّمل Tolerance: هى قدرة النبات على البقاء والنمو بشكل مقبول فى وجود العامل البيئى القاسى أو العوامل البيئية القاسية المعنية.كما قد يتأثر النمو النباتى بالعامل البيئى، ولكن يبقى الإنتاج المحصولى (الجزء النباتى الذى يزرع من أجله المحصول) «مقبولا» واقتصاديا. وترجع تلك الخاصية إلى تمتع النبات بصفات وراثية معينه.

أما الحساسية Sensitivity .. فهى شدة تأثر النبات بالعامل البيئى القاسى أو العوامل البيئية القاسية إلى درجة أنه قد يتوقف تماما عن النمو، أو يموت، أو لا يكوّن العضو النباتى الاقتصادى الذى يزرع من أجله المحصول (مثل عدم عقد الثمار فى الجو البارد، أو الجو الحار)، أو يُضار هذا العضو النباتى بشدة لدى تعرضه للعامل البيئى غير المناسب. ويشار إلى النبات الحساس أحياناً بأنه Intolerant، ولكن يفضل وصفه بأنه Sensitive.

هذا.. وتقاس الحساسية والقدرة على التحمل على مقياس واحد يمتد من شدة الحساسية إلى شدة القدرة على التحمل.

والتأقلم Adaptation مصطلح ليس له مكان فى مجال التربية لتحمل العوامل البيئية القاسية؛ ذلك لأنه يعنى أحد أمرين: إما تأقلم فسيولوجى، وإما تأقلم وراثى طبيعى.

فأما التأقلم الفسيولوجى Physiological Adaptation.. فهو حدوث تغيرات فسيولوجية معينة فى النبات ـ لدى تعرضه لظروف بيئية معينة ـ تجعله أكثر قدرة على تحمل مزيد من الانحراف فى هذا العامل البيئى، أو غيره. ومن أمثلة ذلك التغيرات الفسيولوجية التى تطرأ على النباتات لدى تعرضها لعملية التقسية، أو الأقلمة Hardening، والتى تجعلها أكثر قدرة على تحمل الظروف البيئية غير المناسبة لها بعد الشتل. ومنها أيضاً زيادة قدرة ثمار محاصيل الجو الدافئ (مثل الطماطم، والباذنجان، والقرعيات) على تحمل التخزين فى الحرارة المنخفضة دون أن تُصاب بأضرار البرودة Chilling Injury إذا ما عُرِّضت ـ فترة وجيزة ـ لحرارة مرتفعة قبل تخزينها فى الجو البارد (حسن ١٩٩٣أ).

وبرغم أن هذا التأقلم الفسيولوجى هو ـ فى حقيقته ـ وراثى؛ لأنه يتم عن طريق إنزيمات معينة يتحكم فى إنتاجها جينات معنية، إلاّ أنه لا يُصنّف على أنه تأقلم وراثى إلاّ بقدر كون جميع صفات النبات المورفولوجية، والتشريحية، والفسيولوجية هى ـ فى الأساس ـ صفات وراثية. كما أن هذا التأقلم الفسيولوجى ليس بطفرة وراثية تميز صنفاً أو سلالة معينة عن غيرها من أصناف أو سلالات نفس النوع النباتى، وإنما هو خاصية شائعة فى عدد كبير من الأنواع النباتية.

وأما التأقلم الوراثى Genetic Adaptation.. فهو ـ فى حقيقته ـ تطور وراثى داخل النوع الواحد يجعله أكثر تأقلما مع الظروف البيئية السائدة فى المناطق التى ينمو فيها. ويحدث هذا التأقلم ـ أو التطور ـ بفعل الانتخاب الطبيعى Natural Selection الذى يُبقى على الطفرات الأكثر تحملاً لتلك الظروف البيئية. وما يهمنا من التأقلم الوراثى هو محصلته النهائية، ألا وهى صفة القدرة على تحمل العامل البيئى المعنى. أما عملية التأقلم ذاتها فهى جزئية من تطور النوع، وتتم ـ تلقائيا ـ فى الطبيعة، ولا دخل لتربية النبات بها.

يتبقى بعد ذلك مصطلحات يشيع استخدامهما كثيراً فى مجال التربية لمقاومة الأمراض والآفات - ومن أهمها: القابلية للإصابة Susceptibility، والمقاومة Resistance، والمناعة Immunity - ولكنها لا تناسب هذا المقام؛ أى مجال التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية.

فالقابلية للإصابة يُعنى بها عدم قدرة النبات على حماية نفسه من الإصابة بمسببات الأمراض (مثل: الفطريات، والبكتيريا، والفيروسات)، والآفات (مثل: النيماتودا، والحشرات، والأكاروسات) التى يمكنها التطفل على النبات، والتكاثر عليه، وإحداث أضرار به. فإذا كانت تلك الأضرار شديدة - حتى مع المعدلات المنخفضة لتكاثر الآفة أو المسبب المرضى - كان النبات حساساً Sensitive. أما إن كانت الأضرار قليلة بالرغم من شدة تكاثر الآفة أو المسبب المرضى.. فإن النبات يكون قادراً على تحمل الإصابة Tolerant. وقد سبقت مناقشة هذين المصطلحين وذكرنا أنهما يقعان على مقياس واحد.

أما المقاومة فإنها تقع مع القابلية للإصابة على مقياس واحد، ويعنى بها قدرة النبات على حماية نفسه من الإصابة بمسببات الأمراض والآفات، التى تنخفض - قليلاً أو كثيراً - قدرتها على التطفل على النبات المقاوم، والتكاثر عليه؛ وبذا.. يقل - قليلاً أو كثيراً - الضرر الذى يحدث من جراء هذا التطفل، أو ذلك التكاثر.

ويتبين مما تقدم أن مقاومة النبات أو قابليته للإصابة يمكن أن تكون على مستويات مختلفة؛ فيوصف النبات بأنه شديد القابلية للإصابة، أو قابل للإصابة، أو متوسط القابلية للإصابة، أو متوسط المقاومة، أو مقاوم، أو مقاوم بدرجة عالية. فإذا وصلنا إلى الحالة التى لا يمكن فيها للآفة أو المسبب المرضى اختراق دفاعات النبات إطلاقا.. فإن ذلك هو ما يعرف بالمناعة Immunity، ويكون النبات منيعاً.

وبرغم أن ظهور طفرات وراثية منيعة - فى نبات ما - ضد إحدى الآفات أو المسببات

المرضية ـ التي يشيع تطفلها على هذا النوع النباتي ـ يعد أمراً نادر الحدوث؛ إلاّ أن المناعة تعد أكثر شيوعاً ـ في الطبيعة ـ من المقاومة؛ فلا يوجد نبات واحد قابل للإصابة بجميع مسببات الأمراض والآفات المعروفة، بل إن كل نبات لا يُصاب سوى بعدد محدود للغاية من بين تلك المتطفلات التي يتوفر منها عدة آلاف في الطبيعة.

وإذا ما تمعنّا في مفهوم القابلية للإصابة، والمقاومة، والمناعة ـ على ضوء الشرح المتقدم ـ فإننا نجد أنها لا تصلح للاستعمال في مجال التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية.. فأين التطفل؟ وأين التكاثر؟ وأين التفاعل والديناميكية التي يمكن بهما وصف النبات بالمقاومة، أو القابلية للإصابة؟ كما يتبين لأول وهلة أن مصطلح المناعة ليس له وجود في مجال التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية. فلا يوجد نبات منيع ضد الانحرافات الحادة في أي عامل بيئي، وهناك ـ دائما ـ حدود لقدرة النباتات على تحمل الانحرافات في العوامل البيئية.

ومع ذلك.. فكثيرا ما نقرأ عن مقاومة النباتات للملوحة، أو للحرارة العالية أو المنخفضة، أو لمبيدات الحشائش أو لإصابتها بالعيوب الفسيولوجية (غير المرضية)، أو مناعتها لتلك العيوب. ويرى المؤلف أن تلك الأوصاف قد تصلح ـ مجازاً ـ وقد تكون مفيدة لتقريب المعنى المطلوب لغير المتخصصين، ولكن يُفضل تجنب استعمالها في مجال التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية؛ توخيًا للدقة العلمية.

وبذا.. يتبين أن مصطلحي الحساسية والقدرة على التحمل هما أفضل المصطلحات التي يمكن استخدامها في وصف تأثر النباتات بمختلف العوامل البيئية؛ فيوصف النبات بالحساسية إن كان تأثره كبيراً، وبالتحمل إن كان قليل التأثر، مع توصيف المصطلحين بالقلة، أو التوسط، أو الشدة حسب الحالة.

طرق التقييم لتحمل الظروف البيئية القاسية

يتطلب نجاح برامج تربية النباتات أن تكون طرق التقييم المتبعة فيها ـ لأية صفة كانت ـ

سهلة وسريعة، بحيث يمكن إنجازها فى أقصر وقت ممكن، وبأقل جهد، وأقل تكلفة؛ ذلك لأن المربى يتعين عليه - غالباً - تقييم مئات - أو آلاف - من النباتات فى كل جيل من أجيال التربية. ويختلف المربى - فى هذا الشأن - عن غيره من الباحثين الذين تكون أعداد معاملاتهم - غالبا - محدودة، بما يسمح بأن تكون طرق التقييم التى يستخدمونها أكثر استنزافاً للوقت، والجهد، والمال، وربما كانت أكثر دقة.

ومن الطبيعى أن يكون هناك حد أدنى للدقة فى طرق التقييم المستخدمة فى برامج التربية، كما يجب أن تتوفر المرونة فى هذا الشرط؛ ففى بداية برامج التربية - حينما يقوم المربى بتقييم أولى لأعداد كبيرة من الأصناف والسلالات التى تتباين كثيراً فى الصفة موضوع الدراسة - فإن الحد الأدنى للدقة فى التقييم يكفى لتمييز السلالات عن بعضها فى تلك المرحلة. ومع تقدم برنامج التربية.. تقل - تدريجيا - التباينات المشاهدة، بما يتعين اللجوء إلى طرق للتقييم تكون أكثر دقة، ليمكن تمييز النباتات - المختلفة وراثيا فى الصفات المقيمة - عن بعضها البعض. كذلك تقل - تدريجيًا - أعداد النباتات والسلالات المقيمة مع تقدم التربية؛ الأمر الذى يسمح باتباع طرق أكثر تكلفة.

وغنى عن البيان أن توفر طرق دقيقة قليلة التكلفة - منذ البداية - يغنى عن تغيير طرق تقييم الصفات المرغوب فيها خلال برنامج التربية. وإذا لجأ المربى إلى طرق غير مباشرة للتقييم، كأن يستدل من وجود صفة ما فى النبات على الصفة المرغوب فيها - التى يتطلب ظهورها إجراء اختبارات خاصة - فإنه يتعين وجود ارتباط قوى بين الصفتين، ويتعين تحديد مدى قوة هذا الارتباط إحصائياً.

ويمكن إيجاز الطرق المتبعة فى التقييم لتحمل الظروف البيئية القاسية فيما يلى :

١ - طرق غير مباشرة:

ومن أمثلتها ما يلى :

أ ـ تقييم المحصول في الحقل مباشرة تحت الظروف البيئية القاسية المطلوب التربية لتحملها:

تتميز هذه الطريقة بكونها عملية وواقعية؛ لأن المنتج النهائي المرغوب فيه ـ وهو المحصول ـ يؤخذ في الحسبان منذ البداية، ولكن يعيبها ما يلي :

(١) استنزافها لكثير من الوقت والجهد، لضرورة بقاء النباتات في الأرض لحين حصادها.

(٢) ليست دقيقة، وقد تعطي نتائج خاطئة؛ لأن ارتفاع المحصول قد يرجع إلى عوامل وراثية خاصة بتلك الصفة، ولا علاقة لها بتحمل العوامل البيئية القاسية السائدة.

(٣) لا تفيد في تمييز التراكيب الوراثية التي تتحمل العوامل البيئية القاسية لأسباب (صفات) مختلفة؛ بينما يكون ذلك مطلوبا ليتسنى تجميع تلك الصفات في تركيب وراثي واحد ربما يكون أكثر تحملاً للعوامل البيئية القاسية.

(٤) تكون الاختبارات الحقلية دائماً عرضة للتقلبات في العوامل البيئية؛ الأمر الذي ربما لا تتحقق معه سيادة العامل أو العوامل البيئية المرغوب في التربية لتحملها.

ب ـ التقييم بمعاملات خاصة للدلالة على مدى تحمل الانحراف في عوامل بيئية معنية:

يجرى التقييم لتحمُّل العامل البيئي المعني ـ في هذه الحالة ـ بتعريض النباتات لمعاملات خاصة يكون تأثيرها مرتبطاً بمدى حساسية أو تحمل النباتات للانحراف في هذا العامل البيئي. ولعل تأثير المعاملة بالإثيفون يعد من أبرز الأمثلة في هذا المجال.

استخدم Tripp & Wien (١٩٨٩) معاملة الرش ٢ ـ ٣ مرات بالإثيفون بتركيز ٧٥ جزءاً ـ ٢٠٠ جزء في المليون في تقييم الفلفل لتحمل براعمه الزهرية للظروف البيئية القاسية ـ التي تؤدي إلى سقوطها ـ حيث أدت المعاملة إلى سقوط البراعم الزهرية ـ للأصناف الحساسة للحرارة العالية ـ بدرجة أكبر مما حدث في الأصناف التي تتحمل الحرارة العالية. وربما

ترجع العلاقة بين العاملين (الحرارة العالية والإثيفون) إلى أن الظروف القاسية ـ المتمثلة فى الحرارة العالية ـ يترتب عليها إنتاج النباتات لتركيزات عالية من غاز الإيثيلين الذى يعد من الهرمونات المحفزة لتساقط الأعضاء النباتية، بينما تؤدى المعاملة بالإثيفون إلى زيادة تركيز غاز الإيثيلين فى النبات.

وفى دراسة تالية.. أكد Wein (١٩٩٠) أن الرش بالإيثيفون بتركيز ٧٥ أو ١٥٠ جزءاً فى المليون ـ فى غياب أية ظروف بيئية قاسية ـ يفيد كثيراً فى تعرف التراكيب الوراثية الحساسة لهذه الظروف. كما وجد أن تظليل النباتات إلى درجة حجب ٨٠٪ من الضوء الساقط عليها يعطى النتيجة ذاتها، ولكن طريقة التظليل تميزت عن الرش بالإيثيفون بأنها قابلة للتطبيق فى مدى أوسع من الظروف البيئية. وباستخدام أى من هاتين الطريقتين.. تمكن الباحث من تميز ثلاثة أصناف أقل من غيرها تعرضاً لتساقط الأزهار والبراعم الزهرية، وهى: Ace و Canape و Belrubi.

كما استخدم الإثيفون أيضاً ـ فى إنجلترا ـ فى تقييم الطماطم لمقاومة الملوحة العالية؛ حيث ارتبطت شدة الأعراض التى أحدثتها معاملة الإيثفون بالحساسية للملوحة فى جيرمبلازم الطماطم.

٢ ـ طرق مباشرة :

ومن أمثلتها ما يلى :

أ ـ إجراء التقييم فى حقول تتوفر فيها العوامل البيئية المرغوب فى التقييم لتحملها، خاصة ما يتعلق منها بالعوامل الأرضية، مثل: ملوحة التربة، أو انخفاض أو ارتفاع الـ pH، أو مستوى العناصر إلخ. وقد يجرى التقييم فى مناطق صناعية تسودها ملوثات معينة للهواء، أو فى مناطق تتعرض ـ دائماً ـ لانحراف حاد فى درجة الحرارة، سواء أكانت بالارتفاع، أم بالانخفاض.

يفضل فى هذه الحالات إجراء التقييم للصفة المرغوب فيها مباشرة منفردة، أو مع

obeikandl.com

المحصول إن أمكن، ولكن لا يفضل التقييم للمحصول منفرداً؛ لأن ذلك قد يعنى احتمال انتخاب تراكيب وراثية لا لشئ إلاّ لكونها ذات كفاءة إنتاجية عالية.

ب ـ إجراء التقييم فى الصوبات (البيوت المحمية) :

تتشابه هذه الطريقة فى مميزاتها مع طريقة التقييم الحقلى السابقة، وتزيد عليها فى إمكانية السيطرة التامة على العوامل البيئية، واستمرار برنامج التربية فى غير المواسم العادية لنمو النباتات.

جـ ـ إجراء التقييم فى المختبرات تحت ظروف متحكم فيها :

تسمح هذه الطريقة بالتقييم لصفات معينة ترتبط بالأساس الفسيولوجى للصفة الظاهرة للمربى؛ أى بصفة تحمل الظروف البيئية القاسية، كما تسمح بتمييز التراكيب الوراثية ـ التى تتحمل تلك الظروف ـ لأسباب مختلفة.

٣ ـ التقييم من خلال مزارع الأنسجة

يجرى التقييم لتحمل الظروف البيئية القاسية عن طريق مزارع الأنسجة؛ حيث يتم عزل سلالات خلايا Cell Lines قادرة على تحمل تلك الظروف. وقد اتبعت هذه الطريقة بنجاح فى مجالات التربية لتحمل الملوحة، ونقص العناصر، والتركيزات العالية من الألومنيوم (الذى يتوفر بتركيزات سامة فى الأراضى التى ينخفض فيها الـ pHكثيرا)، وكذلك فى الانتخاب لتحمل مبيدات الحشائش، وسموم المسببات المرضية.

ويتعين ـ بعد عزل سلالات الخلايا المرغوب فيها ـ تهيئة الظروف المناسبة لتميز نباتات كاملة منها؛ ليمكن إكثارها جنسيا أو خضريا، واختبارها لتحمل الإنحراف فى العامل البيئى المعنى تحت الظروف الطبيعية.

ومن أهم مزايا التقييم عن طريق مزارع الأنسجة ما يلى :

أ ـ إمكانية التحكم فى العوامل البيئية، بما فى ذلك مستوى الانحراف فى العوامل البيئية التى يُرغب فى التربية لتحملها.

ب ـ تقييم عدد كبير من الخلايا فى ظروف تامة التجانس.

جـ ـ غياب التباينات ـ فى الصفات المعنية ـ التى ترجع إلى اختلافات مورفولوجية، أو إلى اختلافات فى مرحلة النمو النباتى؛ لأن التقييم يتم على المستوى الخلوى.

د ـ إمكان دراسة الأساس الفسيولوجى للصفات المقيمة على المستوى الخلوى.

ولكن التقييم عن طريق مزارع الأنسجة يعيبه ما يلى :

أ ـ ضرورة توفر التقنيات المناسبة لتميز النباتات بشكل جيد من سلالات الخلايا المنتخبة؛ الأمر الذى لا يتوفر فى جميع الحالات، كما أن قدرة سلالات الخلايا على التميز تنخفض بشدة مع مرور الوقت.

ب ـ ربما لا تظهر الصفة المعنية فى النباتات الكاملة التى تتميز من سلالات الخلايا المنتخبة.

جـ ـ ربما لا تحتفظ النباتات الكاملة ـ التى تتميز من سلالات الخلايا المنتخبة ـ بصفات الصنف الأصلى الذى أنتجت منه؛ بسبب ظهور طفرات ـ غير مرغوبة ـ فيها.

د ـ لا تفيد هذه الطريقة فى الانتخاب للصفات التى تعتمد على وظيفة مركبة لعضو نباتى، أو مجموعة من الأعضاء أو الأنسجة النباتية؛ مثل انتقال العناصر فى الجهاز الوعائى (عن Stavarek & Rains ١٩٨٤).

أهداف التربية فى مجال تحمل الظروف البيئية القاسية

نتناول بالشرح ـ فى الفصول التالية ـ الأهداف التى يضعها المربى نصب عينيه عن التربية لتحمل الظروف البيئية القاسية، وهى :

١ ـ تحمل الانحرافات الحادة فى درجات الحرارة انخفاضاً، أو ارتفاعاً.

٢ ـ الاستجابة للفترة الضوئية السائدة.

٣ ـ تحمل المستويات العالية من الأملاح فى التربة ومياه الرى.

٤ ـ تحمل الجفاف.

٥ ـ القدرة على النمو فى الأراضى الغدقة، وهى التى تبقى مشبعة بالرطوبة لفترات طويلة.

٦ ـ تحمُّل الانحرافات الحادة فى pH التربة انخفاضاً، أو ارتفاعاً، وتحمل نقص العناصر أو تيسرها إلى درجة السمية المترتبان على تلك الانحرافات.

٧ ـ القدرة على النمو الجيد فى وجود مستويات منخفضة من العناصر الغذائية بصورة عامة، مع الاستجابة الجيدة للتسميد.

٨ ـ زيادة كفاءة العلاقة بين النباتات وبكتيريا تثبيت آزوت الهواء الجوى.

٩ ـ تحمل مبيدات الحشائش.

١٠ ـ تحمل المركبات التى تلوث الهواء الجوى Air Pollutants.

وسيكون محور الدراسة عند تناولنا لتلك الأهداف هو العامل البيئى المعنى، وما يتصل به من أمور؛ مثل: مصادر صفة القدرة على تحمل العامل البيئى، ووراثتها، وأساسها الفسيولوجى (طبيعتها)، وطرق التقييم التى اتبعت لإظارها، وجهود التربية التى بذلت لإدخالها فى الأصناف التجارية.

تحسين نوعية البذور

بالإضافة إلى الأهداف التى سبق بيانها، فإن المربى يهتم ـ كذلك ـ بتحسين نوعية البذور (من حيث كونها أعضاء تكاثر)؛ لتكون أكثر قدرة على تحمل الظروف البيئية القاسية أثناء إنباتها، كما يهتم بالتربية لإسراع إنبات البذور، لزيادة فرصة إفلاتها من الظروف البيئية غير المناسبة. وقد تجرى التربية لتحسين نوعية البذور بهدف محدد مثل زيادة قدرتها على الإنبات فى الحرارة المنخفضة أو المرتفعة، وهو ما يدخل ضمن الفصول التالية، ولكن

الهدف من التربية لتحسين نوعية البذور قد يكون ـ كذلك ـ زيادة فرصة تحملها للظروف البيئية القاسية ـ بصورة عامة ـ وهو ما تتناولة بالشرح فى هذا الجزء، مع الاستعانة بأمثلة من الدراسات التى أجريت على محصولى الطماطم والفاصوليا فى هذا المجال.

إسراع إنبات البذور

يعد إسراع إنبات البذور ـ كما أسلفنا ـ 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 & Fierelanger (١٩٧٢) أن سرعة الإنبات صفة وراثية تتميز بما يلى:

١ ـ أغلب التأثير الجينى فيها إضافى.

٢ ـ تتأثر بالتركيب الوراثى للنبات الأم.

٣ ـ ترتبط إيجابياً 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 حجماً، ونباتات أقوى نمواً. إلاّ أن تأثير حجم البذرة يختفى ـ غالباً ـ فى النباتات الكبيرة.

التخلص من غطاء البذرة شبه الصلد

تعرف البذور شبه الصلدة فى الفاصوليا بأنها البذور الجافة التى لا تمتص الماء خلال الأربع والعشرين ساعة الأولى من النقع فى الماء، ولكنها تكتسب الرطوبة ـ بسرعة ـ خلال ١٤ يوماً من وضعها فى جو ذى رطوبة نسبية مرتفعة، ويمكنها الإنبات بعد ذلك بصورة

طبيعية. ويتأخر إنبات البذور شبه الصلدة نحو ٢ ـ ٣ أيام؛ مما يؤدى إلى زيادة احتمالات تعرضها للظروف البيئية غير المناسبة وإلى عدم تجانس النضج؛ ولذلك أهمية كبيرة عند إنتاج الفاصوليا للتصنيع. وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف الفاصوليا فى تلك الصفة (عن Morris ١٩٧١).

وفى دراسة أجريت على ٣٨٨ صنفاً من الفاصوليا.. تبين أن ٨٠٪ منها كان بها بذور صلدة بنسبة تراوحت من ١ ـ ٧٩٪. وبالتلقيح بين السلالات الخالية من البذور الصلدة والسلالات ذات النسبة العالية من البذور الصلدة.. كانت بذور الجيل الأول وسطاً بين الآباء، وظهرت كل الانعزالات الممكنة فى الجيل الثانى؛ مما يدل على أن عدد الجينات الذى يتحكم فى هذه الصفة قليل نسبياً (عن Copeland ١٩٧٦).

وفى دراسة أخرى وجد Dickson & Boettger (١٩٨٢) أن تلك الصفة يتحكم فيها عدة جينات مع سيادة غير تامة لصفة البذور غير الصلدة. وقد كانت هذه الصفة مرتبطة بصفة قوة نمو البادرات، وقدرت درجة توريثها ـ على النطاق الضيق ـ بنحو ٢٠ ـ ٥٠٪.

ويفضل دائماً أن تكون البذور نصف صلدة Semihard؛ لأن البذور التى تمتص الماء بسرعة شديدة تكون أكثر عرضة للإصابة بتشققات البذور؛ مما يؤدى إلى إنتاج بادرات غير طبيعية. وتميز البذور المرغوبة بنقع البذور (بعد تجفيفها سلفاً إلى ٦٪ رطوبة) فى الماء لمدة ١٢ ـ ٢٤ ساعة مع ملاحظتها؛ للتخلص من السلالات التى تتشرب بذورها بالماء قبل مرور ١٢ ساعة، وتلك التى تبقى بذورها غير متشربة بالماء لمدة تزيد على ٢٤ ساعة، وهى التى تكون بذورها صلدة، بينما تكون السلالات التى تتشرب بذورها بالماء خلال ١٢ ـ ٢٤ ساعة نصف صلدة.

مقاومة تمزق قصرة البذرة

تعرف حالة تمزق قصرة البذرة فى الفاصوليا باسم fish face، وهى تحدث عند نمو الفلقتين بسرعة أكبر من سرعة نمو قصرة البذرة. تتعرض مثل هذه البذور للإصابة بالعفن فى التربة بدرجة أكبر من البذور السليمة، كما يكون مظهرها غير مقبول، ويتم التخلص منها ـ غالباً ـ عند تنظيف البذور.

ولقد وجدت سلالات مقاومة لهذه الحالة، وسلالات أخرى لا تزيد فيها نسبة البنور المصابة - تحت الظروف المناسبة للنمو السريع للبنور - على ١٠٪، وتراوحت نسبة البنور التى أصيبت بتمزق الغلاف البذرى - فى إحدى الدراسات - من ١,٥ إلى ٤٧,٦٪ فى سلالات مختلفة.

وتوضح الدراسات الوراثية أن هذه الصفات يتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة (عن Morris١٩٧١)، وذو نفاذية تتراوح من ٢٥ - ٥٠٪ حسب موسم النمو (Dickson ١٩٦٩).

مقاومة الأضرار الميكانيكية

تلعب الأضرار الميكانيكية - التى تحدث بالبذور - دوراً كبيراً فى مدى تحملها للظروف البيئية القاسية أثناء إنباتها، وكذلك تحمل البادرات الناتجة منها لتلك الظروف.

وتختلف أصناف وسلالات الفاصوليا فى مدى مقاومة بذورها للإصابة بالأضرار الميكانيكية Mechanical Injuries عند استخلاصها وتداولها. وقد تراوحت نسبة الإصابة بالتشققات العرضية لفلقات البذور - فى أصناف مختلفة - من صفر إلى ٤٨,٣٪ فى إحدى الدراسات، ومن ٥ - ٩٤٪ فى دراسة أخرى. كما وجدت المقاومة لهذا النوع من تشققات البذور فى بعض سلالات الفاصوليا ذات القرون الشمعية، ونقلت إلى أصناف ذات قرون خضراء (عن Dickson ١٩٨٠).

وقد درس Dickson & Boettger (١٩٧٧) وراثة المقاومة لكل من الأضرار الميكانيكية والتشققات العرضية لفلقات البذور، وتوصلا إلى ما يلى :

أ - كانت المقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية كمية.

ب - كانت البذور الملونة أكثر مقاومة لكلا النوعين من الأضرار الميكانيكية من البذور البيضاء، إلا أنه أمكن الحصول على انعزالات ذات بذور بيضاء ومقاومة.

جـ - قدرت درجتا التوريث على النطاقين العريض والضيق على التوالى: المقاومة للأضرار الميكانيكية: ٥٥ - ٧٩٪، و٢٢ - ٧٣٪، والمقاومة للتشققات العرضية بالفلقات: ٥٣ - ٩٣٪، و٢٢ - ٥٨٪.

د - أدى الانتخاب الشديد فى الجيل التجميعى bulked الثالث إلى زيادة المقاومة لكلا النوعين من الأضرار.

وفى دراسة أخرى.. تراوحت درجة توريث المقاومة للأضرار الميكانيكية - على النطاق الضيق - من ٢٦ - ٤٦٪ مع سيادة المقاومة، وتراوحت فى دراسة ثالثة من ٢٧ - ٥٢٪، وكانت مرتبطة بمقاومة التشققات العرضية بفلقات البذور.

وقد وجد إن إزالة غطاء البذرة، ثم تشبع البذور بالماء يترتب عليه حدوث تشققات عرضية بالفلقات؛ مما يعنى إمكان الحد من هذه الظاهرة لتربية أصناف ذات غطاء بذرى لا يسمح بالتمدد السريع للفلقات أثناء تشربها بالماء، إلا أنه لم توجد علاقة بين سمك الغطاء ومقاومة البذور للأضرار الميكانيكية. هذا.. وتقيم البذور لمقاومة الإصابة بالأضرار الميكانيكية عندما تتراوح نسبة الرطوبة بها من ٥ - ٨٪ (عن Dickson ١٩٨٠)، ويجرى الاختبار بإسقاط عينات من البذور عدة مرات من ارتفاع مترين على سطح صلب، ثم التعرف على البذور المصابة بالأضرار الميكانيكية - إما باختبار الإنبات العادى، وإما بالنقع لمدة ٢ - ٣ دقائق - بحيث تظهر تجعدات واضحة حول الشقوق، بينما لا تتشبع البذور السليمة بالماء إلا بعد عدة ساعات.

وبخصوص طبيعة المقاومة للأضرار الميكانيكية.. لم يتوصل Eisinger & Bradford (١٩٨٦) إلى أية علاقة بين قابلية بذور الفاصوليا للإصابة بالتشققات العرضية بالفلقات وبين محتواها من أى من عنصرى الكالسيوم أو البوتاسيوم، ولكن الباحثين وجدا ارتباطاً موجباً بين مقاومة التشققات ومحتوى البذور من عنصر المغنيسيوم. ونظراً لأن هذا الارتباط اعتمد - أساساً - على وجود اختلافات بين الأصناف فى محتوى بذورها من المغنيسيوم؛ لذا فربما لا يكون ذلك دليلاً على وجود علاقة سبب ومسبب حقيقية بين الصفتين .

تحسين قوة إنبات البذور

وجد ارتباط سالب بين درجة التوصيل الكهربائي بالماء الذى تنقع فيه بذور الفاصوليا، وبين قدرة هذه البذور على الإنبات فى الظروف الحقلية غير المناسبة، لكن تلك العلاقة لم تتأكد تحت الظروف المعملية لاختبارات الإنبات (عن Dickson ١٩٨٠).

مراجع عامة

نذكر - فيما يلى ذلك من فصول - المراجع التى تخص كل واحد من أهداف التربية التى يأتى شرحها. أما المراجع العامة.. فمن أبرزها فى هذا المجال كل من: Christiansin & Lewis (١٩٨٢)، و Duke (١٩٨٢). وللتعمق فى مجال تربية الفاكهة لتحمل مختلف العوامل البيئية القاسية.. يراجع Quamme & Stushnoff (١٩٨٣)، و Stushnoff & Quamme(١٩٨٣).