الفصل الثامن

التربية لمقاومة العيوب الفسيولوجية

نقصر مناقشتنا فى هذا الفصل على التربية لمقاومة العيوب التى تظهر على الثمار سواء أكان ظهورها لأسباب فسيولوجية ويتحكم فيها عوامل وراثية، أم كانت صفات وراثية قليلة التأثر بالعوامل البيئية.

التشقق العمودى والدائرى والتفلق

تختلف أصناف الطماطم – كثيرًا – فى قابلية ثمارها للإصابة بالتشقق cracking، سواء أكان هذا التشقق عموديًّا radial، أم دائريًّا concenteric، أم كان تفلقًا bursting.

اختبار القابلية للتشقق

تتطلب التربية لمقاومة تشققات الثمار تعريض النباتات أو الثمار لظروف مهيئة لظهور التشققات فى الأصناف أو السلالات القابلة للإصابة، ثم تقدير درجة الإصابة حسب شدة الأعراض.

وتختبر قابلية الأصناف للإصابة بالتشقق بوسائل مباشرة، وأخرى غير مباشرة كما يلى:

١–رى الحقول ريًّا غزيرًا أثناء مرحلة النضج الأحمر للثمار؛ حيث يؤدى هذا الإجراء إلى إحداث تفلقات كثيرة وتشققات عمودية فى الثمار التى لديها الاستعداد لذلك. ويفيد الرى بالرش، خاصة فى هذا الشأن.

٢–أمكن استبعاد مختلف العوامل البيئية المؤثرة فى التشقق؛ باختبار معملى

تُعرَّض فيه الثمار – وهى فى بداية مرحلة التلوين – لتفريغ جزئى وهى مغمورة فى الماء، مع استمرار التفريغ إلى أن يتوقف خروج الفقاعات من مكان عنق الثمرة، ثم يوقف التفريغ، مع استمرار غمر الثمار فى الماء تحت الضغط الجوى العادى، يؤدى الاختبار إلى إحداث تشققات فى الثمار تتناسب شدتها مع مدى قابلية التركيب الوراثى للإصابة.

٣–اختبار مدى متانة جلد الثمرة كدليل على مدى مقاومتها للتشقق، برغم أنه لم يقم دليل قوى على وجود علاقة مؤكدة بين الصفتين. هذا... إلاّ أن Voisey وآخرين (١٩٧٠) وجدوا أن اختبار الوخز Puncture test – وهو مقياس لمتانة جلد الثمرة – أفاد فى تقييم درجة التشقق. وقد أوضح الباحثون أن مساندة الجدر الثمرية للجلد فى المقاومة للوخز يمكن أن تؤثر فى النتائج.

٤–استفاد Chu & Thompson (١٩٧٢) من الارتباط بين المقاومة للتشقق وصفة الكأس اللحمى Fleshy Calyx فى الانتخاب لمقاومة التشقق. وتتميز صفة الكأس اللحمية – وهى مستمدة من النوع البرى *S. habrochaites* – بأن كأس الثمرة تكون سميكة، وفصوصها عريضة، خاصة عند القاعدة. وقد لاحظ الباحثان أن النباتات المنعزلة فى هذه الصفة كانت أكثر مقاومة للتشقق. وبرغم أن صفة الكأس اللحمية بسيطة، ويتحكم فيها جين واحد ذو سيادة غير تامة (الجين fl)، وأن هذا الجين ليس له تأثير متعدد على المقاومة للتشقق.. إلاّ أن الباحثين اعتقدا فى أهمية هذه الصفة عند الانتخاب لمقاومة التشقق.

وتقاس التشققات – بعد إحداثها – بإحدى الطرق الآتية:

١–باستخدام مقياس وصفى للدرجات المختلفة للتشقق.

٢–بعمل خريطة للتشققات، ثم قياس أطوالها باستعمال بلانيمتر Planimeter. وتتميز هذه الطريقة بالدقة، إلاّ أنها بطيئة للغاية، ولا تصلح لأغراض التربية.

وقد أجريت عديد من الدراسات على وراثة صفة المقاومة للتشقق فى ثمار الطماطم، وهى تكاد تجمع على أنها صفة كمية يتحكم فيها أكثر من جين. ومن النتائج التى أمكن التوصل إليها أن صفتى المقاومة للتشقق العمودى والتشقق الدائرى يتحكم فيها جينات ذات تأثير مضيف ومستقلة عن بعضها البعض.

وراثة المقاومة للتشقق

أوضح Gilbert عام ١٩٥٩ أن المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور – المتحصل عليها من النوع البرى *S. peruvianum* – ترتبط بالقابلية للإصابة بالتشقق الدائرى، إلا أنه أمكن كسر هذا الارتباط. كذلك ذُكِرَ أن المقاومة للتشقق الدائرى صفة متنحية، بينما يتحكم فى المقاومة للتشقق العمودى ٢–٣ أزواج من الجينات الرئيسية – منها جين واحد على الأقل سائد – بالإضافة إلى عدة جينات أخرى أقل تأثيرًا، كما وُجِدَ أن صفة المقاومة للتشقق تورث مستقلة عن صفة حجم الثمرة. أما صفة التفلق.. فقد وجد أنه يتحكم فيها زوجان من العوامل الوراثية؛ أحدهما سائد، والثانى متنحٍ، وهى صفة تورث مستقلة عن التشقق بنوعيه (عن Walter ١٩٦٧).

ووجد أن صنف الطماطم Richansky يتميز بمقاومته التامة لتشقق الثمار الدائرى والعمودى، وأن تلك الصفة يتحكم فيها جين واحد سائد، أُعطى الرمز RSC (من skin crack resistance) (Avdeyev & Ivanova ٢٠٠٠).

طبيعة المقاومة للتشقق

أوضحت دراسات Cotner وآخرين (١٩٦٩) أن الثمار المقاومة للتشقق تميزت بما يلى:

١–كانت خلايا البشرة منبسطة ومفلطحة Flattened فى حالة المقاومة للتشقق الدائرى – مقارنة بالثمار القابلة للإصابة – بينما لم تلاحظ أية فروق فى شكل خلايا البشرة فى حالة المقاومة للتشقق العمودى.

٢-كانت الأنسجة الوعائية أكثر كثافة فى الثمار المقاومة للتشقق بنوعيه.

كما وجد أن جلد الثمار المقاومة للتشقق احتوى على عدد أقل من طبقات الخلايا الكولنشيمية، كما كانت هذه الخلايا أقل انضغاطًا، وتغلغل بينها الكيوتين بدرجة أكبر مما فى الثمار القابلة للإصابة. ووجد Voisey وآخرون (١٩٧٠) أن المقاومة للتشقق لا ترتبط بسمك جلد الثمرة، وإنما بمدى متانته وقابليته للتمدد. وتتوقف هاتان الخاصيتان على مدى تغلغل طبقة الكيوتين الخارجية بين خلايا الطبقة الخارجية للجلد.

أما بالنسبة لصفة الكأس اللحمى – التى وجد أنها مرتبطة بصفة المقاومة للتشقق – فقد ذكر Chu & Thompson (١٩٧٢) أن الأوراق (السبلات) اللحمية ربما تعمل على تجنب امتصاص الثمرة لكميات زائدة من الماء؛ الأمر الذى يقلل من إصابتها بالتشقق.

التشقق الأديمى

التشقق الأديمى cuticle cracking يظهر فى طبقة أديم cuticle الثمرة ولا يصل إلى طبقة الجلد، وهى التى تعرف مع الأديم باسم epicarp.

وراثة المقاومة للتشقق الأديمى

قُدِّرت كفاءة توريث المقاومة للتشقق الأديمى بنحو ٠,٦٢- ٠,٨٩ فى المعنى العام، و ٠,٤٥ – ٠,٦٩ فى المعنى الضيق (Emmons & Scott ١٩٩٨أ).

طبيعة المقاومة للتشقق الأديمى

دُرِست الاختلافات التشريحية بين ثلاثة أصناف مقاومة للتشقق الأديمى (هى: Fla. 7497، و Fershmarket 9، و Campnell 28) وصنفين قابلين للإصابة (هما: Fla 7181، و Suncoast) وتبين أن طبقتى الأديم cuticle والبشرة epidermis كانتا أسمك جوهريًا فى الأصناف المقاومة (١٠,٣٨ – ١١,٣٧ ميكروميتر) عما فى الصنفين القابلين

للإصابة (٦,٤٥– ٧,٧٦ ميكروميتر). وارتبط سمك الأديم سلبيًّا (r = –٠,٤٣) مع انعكاس الضوء من على الثمرة، وأمكن تقدير السمك بقياس انعكاس الضوء من عليها. وقد ازدادت الإصابة بالتشقق الأديمى فى الأصناف ذات الثمار الكروية وعديمة المفصل بالعنق عما فى الأصناف ذات الثمار المبططة، وذات المفصل. كذلك ازدادت الإصابة بالتشقق الأديمى مع زيادة حجم الثمرة (Emmons & Scott ١٩٩٨ب).

ووُجد من دراسة على ثلاثة أصناف من الطماطم الشيرى تتباين فى إصابتها بتشقق أديم الثمرة، هى: Inbred 10 (مقاوم)، و Sweet 100 (وسط)، و Sousalito Coctail (يُصاب) أن سمك أغشية الأديم cuticular membranes يمكن استعمالها كمقياس لقابلية إصابة ثمار طماطم الشيرى بالظاهرة، حيث تزداد المقاومة بزيادة سمك الأغشية (Matas وآخرون ٢٠٠٤).

تعفن الطرف الزهرى

تتعرض جميع أصناف الطماطم للإصابة بتعفن الطرف الزهرى blossom end rot، إلاّ أن حدة الإصابة تزداد فى الأصناف الكمثرية؛ مثل سان مارزانو San Marzano. وتعتبر الأصناف ذات الثمار المستطيلة elongated – مثل كاسلونج Castlong – أكثرها قابلية للإصابة؛ حيث تظهر عليها أعراض الإصابة بشدة عندما لا تتوفر لها الرطوبة الأرضية بانتظام.

وراثة المقاومة لتعفن الطرف الزهرى

أوضحت الدراسات الوراثية وجود ارتباط قوى بين شدة الإصابة بتعفن الطرف الزهرى، وصفة النضج الأخضر المتجانس؛ حيث زادت الإصابة جوهريًّا فى الثمار uu عما فى الثمار UU، و Uu.

طبيعة المقاومة لتعفن الطرف الزهرى

ترتبط صفة مقاومة تعفن الطرف الزهرى بقدرة النبات على امتصاص وتمثيل

الكالسيوم. وتأكيدًا لذلك.. وجد Greenleaf & Adams (١٩٦٩) فى ثلاث سلالات من الطماطم العلاقات التالية:

١-كانت السلالة Au-1 مقاومة بدرجة عالية لتعفن الطرف الزهرى، وذات قدرة كبيرة على امتصاص الكالسيوم وتركيزه فى النبات.

٢-كانت السلالة Au-3 مقاومة بدرجة متوسطة للعيب الفسيولوجى، ولزم لها كميات أقل من الكالسيوم حتى لا تظهر عليها أعراض الإصابة.

٣-كانت السلالة Au-2 شديدة القابلية للإصابة بالعيب الفسيولوجى، وذات احتياجات كبيرة من الكالسيوم، إلاّ أن قدرتها على امتصاص ونقل الكالسيوم فى النبات كانت منخفضة.

ندبة أو أثر الطرف الزهرى

تُعرف نُدبة أو أثر الطرف الزهرى باسم blossom end scar. وتتباين الأصناف كثيرًا فى مساحة تلك الندبة من مجرد نقطة صغيرة لا تكاد تُلاحظ إلى مساحة كبيرة ومتفرعة، وخاصة فى الأصناف الشديدة التفصيص.

وفى إحدى الدراسات لوحظت أصغر ندبة للطرف الزهرى فى السلالة N-643 وذلك من بين ٢٧ تركيبًا وراثيًّا جرى تقييمها (Elkind وآخرون ١٩٩٠).

تتكون نُدبة الطرف الزهرى من نسيج فلينى عند موضع قاعدة القلم (قلم الزهرة قبل عقدها)، وتحتوى — عادة — على قنوات تقود إلى أنسجة الفجوات الداخلية. تزداد نسبة ذلك العيب فى الثمار كبيرة الحجم وتنعدم — تقريبًا — فى الثمار ذات الطرف الزهرى المدبب. وهو عيب يسئ إلى مظهر الثمرة ويقلل من قدرتها على التخزين (Barten وآخرون ١٩٩٣).

وراثة أثر الطرف الزهرى

تراوحت كفاءة توريث أثر الطرف الزهرى بين ٠,٧١، و ٠,٩٢ حسب طريقة التقدير (Elkind وآخرون ١٩٩٠).

كما وجد أن عدد فتحات ندب الطرف الزهرى صفة كمية، وقُدرت كفاءة توريثها فى تلقحين مختلفين بنحو ٠,٢٥، و ٠,٥٥، كما كان الارتباط بين عدد فتحات نُدب الطرف الزهرى وحجم تلك الندب جوهريًّا (r = ٠,٥− ٠,٧) (عن Barten وآخرين ١٩٩٣).

وقد وجد أن الجينات التى تتحكم فى وراثة دليل ندبة الطرف الزهرى blossom-end scar index (وهو مقياس لحجم ندبة الطرف الزهرى نسبة لحجم الثمرة) ذات تأثير مضيف بصورة أساسية (Barten وآخرون ١٩٩٣).

أثر العنكبوت

يظهر العيب الفسيولوجى "أثر العنكبوت" spider track كنسيج شعاعى من خلايا بشرية فاقدة للونها ومتحللة، تمتد من عند أثر العنق. وقد وجد أن تلك الحالة تكثر فى سلالة التربية Fla 850276-1 (Scott & Barten ١٩٩٢).

وراثة أثر العنكبوت

عندما لقحت سلالة التربية Fla 850276-1 التى تكثر بها الظاهرة مع الصنف Walter المقاوم للظاهرة، وجد أنها صفة كمية يتحكم فيها جينات ذات تأثير مضيف مع تأثير قليل للسيادة نحو ظهور العيب، ومع تأثير كبير للعوامل البيئية. وقد قُدِّرت كفاءة التوريث بنحو ٠,٤٧ فى المعنى الضيق، و ٠,٦١− ٠,٦٤ فى المعنى العام، وقُدر عدد العوامل الوراثية المتحكمة فى الصفة بنحو ٤,٦ (Scott & Barten ١٩٩٢).

وجه القط

تتباين أصناف الطماطم – كثيرًا – فى شدة إصابة ثمارها بوجه القط cat face، وهى ظاهرة تزداد حدتها فى الأصناف ذات الثمار الشديدة التفصيص وفى الظروف البيئية غير المناسبة للتلقيح الجيد وأثناء تكوين المبيض، وخاصة فى الجو البارد.

التقييم لمقاومة وجه القط

يُفيد رش شتلات الطماطم مرة واحدة عند شتلها بالجبريللين بتركيز ٥٠-٥ ميكرومول إلى زيادة إصابة الثمار بوجه القط فى الأصناف التى تكثر بها تلك الظاهرة طبيعيًّا مثل Revolution، بينما لا تتأثر بنفس القدر الأصناف المقاومة لها مثل Valeri. وقد ساعد الرش بالجبريللين مرتان بينهما ١٠ أيام فى استمرار ظهور الأعراض على العناقيد الزهرية التالية فى التكوين؛ بما يسمح بتقييم أصناف – تتباين فى درجة تبكيرها – فى المقاومة لظاهرة وجه القط (Wien & Zhang ١٩٩١).

كذلك وجد أن رش بادرات أربعة عشر صنفًا من أصناف الاستهلاك الطازج وهى بعمر حوالى خمسة أسابيع بحامض الجبريلك بتركيز ٢٢ ميكرومول مرتان بينهما أسبوع أدت إلى زيادة معدلات ظهور حالة وجه القط وأظهرت الاختلافات بين الأصناف. وفى ذلك الاختبار كانت أقل الأصناف تأثرًا بحالة وجه القط هى: Valerie، و Sunrise، و Basketvee، وكانت أكثرها إصابة الأصناف: Starfire، و New Yorker، و Olympic (Wien & Turner ١٩٩٤).

النضج المتلطخ

قُيمت ثمانية أصناف من الطماطم لحالة عدم انتظام تلون الثمار عند نضجها (النضج المتلطخ blotchy ripening)، والذى تسببه تغذية الذبابة البيضاء من الطراز B *B. argentifollii*، وكانت جميعها قابلة للإصابة، وظهرت عليها الأعراض داخليًّا وخارجيًّا، إلا أن الأعراض الخارجية كانت أقل وضوحًا فى الصنف Colonial، مقارنة بما حدث فى باقى الأصناف (Powell & Stoffella ١٩٩٥).

الجيوب

تختلف أصناف الطماطم – كثيرًا – فى استعدادها الوراثى للإصابة بالجيوب puffiness، ويعتقد أن الأصناف ذات الثمار الكبيرة المنضغطة المتعددة المساكن أقل تعرضًا للإصابة بالجيوب من الأصناف ذات الثمار الكروية، أو الكمثرية الصغيرة القليلة المساكن.

وراثة المقاومة للجيوب

تبين من الدراسات الوراثية التى أجراها Palevitch & Kedar (١٩٧٠) – تحت ظروف الحقل – أن المقاومة للجيوب صفة سائدة جزئيًا، ويتحكم فيها عدد قليل من الجينات، وأنها ذات درجة توريث مرتفعة نسبيًا.

التربية للتخلص من الظواهر الوراثية غير الطبيعية

التربية للتخلص من جدرى الثمار

إن جدرى الثمار Fruit Pox مرض وراثى، يظهر على ثمار الطماطم فى شكل بقع صغيرة أدكن لونًا من بقية الثمرة، تصبح ذهبية اللون عند اكتمال نضج الثمرة. تجف البقع وربما تتفتح عندما تتعرض الثمار المصابة لأشعة الشمس؛ مما يسمح بإصابتها بالفطريات المسببة للعفن. وتلك حالة وراثية يتحكم فى ظهورها جين واحد متنح. وتستبعد النباتات الحاملة لهذا الجين أولاً بأول فى برامج التربية (Univ. of Calif. ١٩٨٢).

التربية للتخلص من اللون الأخضر فى جيلاتين المساكن

تظهر المادة الجيلاتينية المحيطة بالبذور – أحيانًا – بلون أخضر، برغم اكتمال نضج الثمار.

تعرف هذه الحالة باسم green gel، وهى ظاهرة وراثية، تتأثر حدتها بالعوامل البيئية، وتتباين أصناف الطماطم فى قابليتها للإصابة بها. ويذكر Walter (١٩٦٧) أن هذه الصفة يتحكم فى ظهورها زوجان من العوامل الوراثية المتنحية.