التربية للمقاومة بالتحويل الوراثى

أمكن تحويل الطماطم وراثيًا بجين الفلفل Bs2 الذى يُكسب الفلفل مقاومة لسلالات البكتيريا *X. vesicatoria* التى تحمل جين عدم الضراوة البكتيرى avrBs2. وقد كانت نباتات الطماطم المحولة وراثيًا بهذا الجين مقاومة لمرض البقع البكتيرية (Tai وآخرون ١٩٩٩).

النقط البكتيرية

تُسبب البكتريا *Pseudomonas syringae* var. *tomato* مرض النقط البكتيرية bacterial speck.

مصادر المقاومة لمختلف سلالات البكتيريا ووراثتها

يحمل صنف الطماطم Rehovot-13 صفة المقاومة للبكتيريا، ويتحكم فيها جين واحد سائد يتفاعل مع جينات ثانوية.

وفى دراسة قُيم فيها ٢١ صنفًا وسلالة للمقاومة كانت أعلاها مقاومة: Rehovot-13، و Ontario 7710، والسلالة PI 126927 من *S. pimpinellifolium* (Fallik وآخرون ١٩٨٣).

وتتوفر المقاومة للسلالتين 0، و 1 من البكتيريا *P. syringae* pv. *tomato* فى سلالات الطماطم الكندية ONT 7710، و ONT 7611، و ONT 781، ويتحكم فيها جين واحد سائد أُعطى الرمز Pto، يُحمل على الكروموسوم ٥ فى الموقع ٣٠.

وقد أمكن إنتاج سلالة جديدة مقاومة للسلالة ١ من البكتيريا، هى LCHG 177 من التلقيح الرجعى الثانى لتلقيح مركب اشتمل — إلى جانب الطماطم — على: السلالة LA456 من *S. chilense*، والسلالة PI 127829 من *S. peruvianum*، والسلالة LA407 من *S. habrochaites*، وتبين أن مقاومتها للبكتيريا يتحكم فيها جين واحد سائد (Sotirova وآخرون ٢٠٠٠).

هذا.. ويُوفر الجين Pto فى الطماطم مقاومة – تبعًا لنظرية الجين للجين – ضد البكتيريا *P. syringae* pv. *tomato*، وهو الجين الذى كان قد نُقل إلى الطماطم من نوع برى منذ أكثر من ٧٠ عامًا، ويستخدم حاليًا – على نطاق واسع – فى مكافحة المرض.

وللتفاصيل المتعلقة بالأساس الجزيئى الذى يُنظم من خلاله الجين Pto المقاومة للبكتيريا .. يراجع Pedley & Martin (٢٠٠٣).

ولقد أنتجت البكتيريا *P. syringae* var. *tomato* سلالات تغلبت على المقاومة الوراثية التى يتحكم فيها الجينان Pto، و Prf. وبتقييم ٢٧٨ سلالة من الطماطم والأنواع البرية القريبة منها باستعمال سلالتى البكتيريا A9، و 407 ، أمكن التعرف على خمس سلالات مقاومة، هى: LA 3799 من *S. peruvianum*، و PI 128655 من *S. peruvianum* var. *dentatum*، و LA 2765 و LA 1777 من *S. habrochaites*. واعتمادًا على ٩٣ introgression lines حُصل عليها من السلالة LA1777 من *S. habrochaites* أمكن التعرف على أربعة QTLs على الكروموسومات١، و٢، و١٢ (Thapa وآخرون ٢٠١٥).

طرق التقييم للمقاومة

تُظهر جميع أصناف الطماطم المقاومة للبكتيريا *P. syringae* pv. *tomato* تحللات عند رشها بالمبيد الحشرى فِنيثون Fenthion، بما فى ذلك تلك التى تحمل الجين Pto المتحصل عليه من *S. pimpinellifolium* إلى درجة أن المربين يفضلون اللجوء إلى الفِنيثون بدلاً من البكتيريا عند إجراء التقييم لمقاومة المرض، وإلى درجة الاعتقاد أن تفاعلى الـ Pto (المقاومة والتحللات بفعل الفِنثيون) يحكمهما آلية واحدة. ويحدث الأمر ذاته فى المقاومة المتحصل عليها من *S. peruvianum*.

هذا.. إلا إنه تتوفر سلالة مقاومة للبكتيريا من *S. habrochaites*، هى: LA 1777، لا تُظهر تحللات عند رشها بالفِنيثون (Laterrot & Moretti ١٩٩٢).

وقد أوضحت دراسة جزيئية وجود cDNA مسئول عن المقاومة للبكتيريا *P. syringae* pv. *tomato*، و cDNA آخر مسئول عن الحساسية للفنيثون (Martin ١٩٩٤).

طبيعة المقاومة

لقد أمكن عزل الجين Pto المسئول عن المقاومة للبكتيريا *P. syringae* pv. *tomato*، وتبين أنه يُشفر لـ serine-threonine protein kinase يتواجد فى السيتوبلازم. ووجد أن الأساس الجزيئى لتعرف الجين على الجين (جين المقاومة وجين عدم الضراوة) فى تلك الحالة (بين الطماطم المقاومة والبكتيريا *P. syringae* pv. *tomato*) هو التفاعل الفيزيائى المباشر لـ Pto kinase مع أى من بروتينات البكتيريا المرضة المؤثرة، وهما: AvrPto، و AvrPtoB؛ فبعد التعرف على أى منهما. فإن الـ Pto kinase يعمل فى تناغم مع Prf (وهو بروتين يحتوى على leucine-rich repeat) لتنشيط المسارات الأيضية المتعددة التى تقود إلى المقاومة (عن Pedley & Martin ٢٠٠٣).

التربية للمقاومة

اكتُشف الجين Pto المسئول عن مقاومة الطماطم البرية *S. pimpinellifolium* للبكتيريا *P. syringae* pv. *tomato* فى ثلاثينيات القرن العشرين، وأعقب ذلك إدخاله فى عديد من الأصناف التجارية، واستُخدم على نطاق واسع منذ السبعينيات فى مقاومة هذا المرض فى مختلف أنحاء العالم، دون أن تظهر أى حالة لكسر مقاومة هذا الجين حتى تحت الظروف المساعدة على حدوث إصابة شديدة.

وقد أمكن تحويل الطماطم وراثيًا بالجين polyphenol oxidase cDNA من البطاطس؛ حيث ازداد فيها نشاط إنزيم البولى فينول أوكسيديز بمقدار ٥–١٠ أضعاف. وقد اختيرت ثلاث سلالات محولة وراثيًا لاختبار مقاومتها للبكتيريا *P.*

syringae pv. *tomato*؛ فوجد أنها أظهرت درجة عالية من المقاومة، وكانت — مقارنة بنباتات الكنترول — أقل ١٥ مثلاً فى أعداد البقع المرضية، وثُبِّط فيها النمو البكتيرى بقوة، ونقصت فيها أعداد البكتيريا بمقدار ١٠٠ مثل الأعداد فى أوراق نباتات الكنترول المصابة (Li & Steffens وآخرون ٢٠٠٢).