Claviceps المسبب لمرض الإرجوت، وتحقن جراثيم التفحم السائب فى نورة نبات القمح باستعمال محقنة تحت جلدية، وتعدى نورات القمح والشعير بجراثيم التفحم السائب تحت تفريغ. ويتعين فى حالات الرش بجراثيم الفطر تغطية النورات بكيس بلاستيكى لمدة ٢٤-٧٢ ساعة بعد المعاملة.

عدوى الثمار

لا تفضل عدوى الثمار إذا أمكن تقييم النباتات عن طريق الأجزاء النباتية الأخرى فى طور مبكر من النمو، لأن عدوى الثمار يتطلب الانتظار وقتا طويلا إلى أن تثمر النباتات، كما أن وصول النباتات إلى هذه المرحلة المتقدمة من النمو يتطلب مساحات أكبر من الوحدات التجريبية لإجراء عملية التقييم. وبالرغم من ذلك.. فإنه يلزم عدوى الثمار ذاتها فى بعض الأحيان، كما فى مرض الأنثراكنوز فى الطماطم.

وقد حصل Robbins & Angell (١٩٧١) على ٩٥٪ إصابة بالأنثراكنوز فى ثمار صنف الطماطم Heinz 1350 بوضع نقطة صغيرة من معلق جراثيم الفطر على سطح الثمرة بواسطة محقنة، ثم ثقب بشرة الثمرة تحت نقطة المعلق بإبرة المحقنة. وقد ظهرت أعراض المرض فى حرارة الغرفة وفى الرطوبة الجوية العادية، وبذا.. لم تكن هناك حاجة إلى التحكم فى درجات الحرارة أو الرطوبة الجوية.

الطرق المختبرية لتقييم مقاومة النباتات للأمراض

تتعدد الطرق المختبرية المستخدمة فى تقييم النباتات للأمراض، ومن أمثلتها ما يلى:

عدوى الأوراق المفصولة

تتبع طريقة عدوى الأوراق المفصولة عن النبات (detached leaves) مع كثير من المسببات المرضية الفطرية، مثل فطريات الأصداء، والبياض الزغبى، والبياض الدقيقى، وتبقع الأوراق السركسبورى. ولاتباع هذه الطريقة تُعَوَّم الأوراق على محلول سكروز

بتركيز ١٪-٣٪ فى ماء معقم، وتجرى العدوى برش جراثيم الفطر، أو نثرها جافة على سطح الورقة التى تعرض لإضاءة شدتها ١٠٠ قدم - شمعة لمدة ١٢-٢٤ ساعة، مع حرارة ٢٠-٢٤°م ويمكن إضافة ٥٠ جزءًا فى المليون من الـ benzimidazole، لتبيط نمو الكائنات المترممة.

وقد أمكن عدوى الأوراق الأولية للفاصوليا بأى من الفطرين *Botrytis cinerea*، أو *Sclerotinia sclerotiorum*، وذلك برش الأوراق المفصولة بمعلق لجراثيم الفطر بتركيز مليونى جرثومة / مل من محلول فوسفات غير عضوى منظم (KH_2PO_4 بتركيز ٦٢,٥ ملى مول) (Leone & Tonneijck ١٩٩٠).

التقييم بسموم المسببات المرضية

يمكن اتباع هذه الطريقة تحت ظروف الصوبات كذلك، وفيها تستخدم السموم Toxins التى تفرزها المسببات المرضية أثناء نموها فى البيئات الصناعية فى تقييم النباتات لمقاومة الأمراض التى تحدثها تلك المسببات المرضية، إذا إنها تتسبب - فى بعض الحالات - فى أحداث أعراض مماثلة للأعراض التى تحدثها الإصابة بالمسبب المرضى ذاته.

كان أول استخدام لهذه الطريقة فى التقييم للمقاومة للفطر *Helminthosporium victoriae* فى الشوفان كما يلى: نقعت بذور الشوفان لمدة نصف ساعة فى الماء، ثم وضعت فى طبقة بسمك ١٢ مم داخل أحواض خشبية، وحوفظ عليها مبتلة على حرارة ٢٧°م لمدة يومين، ثم رشت بعد ذلك بمحلول سُم الفطر، ثم أبقيت على نفس درجة الحرارة لمدة يومين آخرين. اختبر بهذه الطريقة أكثر من ١٠٠ بوشل من البذور (حوالى ٤,٥×١٠^{٧} بذرة شوفان) خلال أربعة أيام. وقد ظهرت بادرات خالية من أعراض المرض بمعدل ٥٠ بادرة لكل بوشل من البذور، وتبين من الاختبارات التالية بالفطر ذاته أن ٩٢٪ من هذه البادرات كانت مقاومة فعلا للمرض (Wheeler & Luke ١٩٥٥).

وقد أوضحت الدراسات التالية لذلك أن هذا السُّم الفطرى — الذى أطلق عليه اسم Victorin — يسبب تلفًا كبيرا للأغشية الخلوية بالأصناف القابلة للإصابة، بينما لم يكن له تأثير يذكر فى الأصناف المقاومة. كما تبين أن مقاومة النباتات لهذا السم الفطرى كانت بسيطة وسائدة.

كذلك وجد أن النواتج الأيضية لبيئة الفطر المسبب لمرض الذبول الفيوزارى فى الكرنب (السلالة ١)، والفطر المسبب لذبول الفجل (السلالة ٢) تُحدِثُ أعراضًا مرضية شبيهة بالأعراض الأولى للمرض لدى أضافتها إلى مزارع رملية للنباتات القابلة للإصابة. وقد أحدثت إفرازات السلالة ١ أعراض المرض فى كل من الكرنب والفجل، بينما أحدثت إفرازات السلالة ٢ المرض فى الفجل فقط، وهو ما يتمشى مع حقيقة أن السلالة ١ تصيب كلا من العائلين، بينما تصيب السلالة ٢ الفجل فقط (عن Walker ١٩٦٥).

وأمكن عزل بروتين من راشح مزارع سلالة رقم ١ من الفطر *Fusrium oxysporum* f. sp. *lycopersici* أدى — عند المعاملة به — إلى قتل بروتوبلاستات التراكيب الوراثية القابلة للإصابة بتركيزات منخفضة فى حدود ميكروجرام/ مل، بينما كانت بروتوبلاستات الأصناف المقاومة لتلك السلالة أقل حساسية لهذا البروتين بأكثر من ١٠٠ مرة (Strange ١٩٩٣).

وقد اختبر Kuti & Ng (١٩٨٩) مقاومة الفطر *Myrothecium roridum* فى القاوون بعدوى الأوراق المفصولة؛ إما بالفطر ذاته، وإما بالمركب roridin E — وهو من إفرازات الفطر السامة لنبات القاوون — وتبين وجود اختلافات وراثية بين النباتات المختبرة فى تحملها لكل من الفطر وإفرازاته السامة، وكان معامل الارتباط بينهما ٠,٩٤.

ومن أهم الأمراض النباتية (الفطرية) التى تظهر أعراضها نتيجة لإفراز مسبباتها لسموم خاصة ما يلى (عن Daly & Knoche ١٩٨٢).

الفطر المسبب للمرض	العائل
Alternaria kikuchiana	الكمثرى
A. mali	التفاح
A. citri	البرتقال — اليوسفى — الليمون المخرفش
A. alternata	الفراولة
A. alternata f. sp. *lycopersisci*	الطماطم
Helminthosporium victoriae	الشوفان
H. carbonum	الذرة
H. maydis	الذرة
H. sacchari	قصب السكر
Periconia circinata	الذرة الرفيعة
Phyllosticta maydis	الذرة الشامية

وغالبًا ما تكون المقاومة لسموم المسببات المرضية صفة وراثية بسيطة.

وترجع أهمية اختبارات المقاومة التى تجرى باستعمال سموم المسببات المرضية إلى إمكان تقييم أعداد هائلة من البذور والبادرات بيسر وسهولة خلال فترة زمنية وجيزة وفى مساحة صغيرة. ويفضل عند اتباع هذه الطريقة استخدام تركيزات منخفضة نسبيًا من سموم المسببات المرضية فى البداية؛ حتى لا يُقضى على جميع التراكيب الوراثية التى قد تكون على درجات متوسطة من المقاومة، ثم تُعرض هذه النباتات — أو أنسالها — لتركيزات أعلى من السموم بعد ذلك (Durbin ١٩٨١).

هذا . إلا أنه يجب الحذر من أن استخدام إفرازات أو سموم المسببات المرضية فى تقييم المقاومة للأمراض قد يؤدى إلى نتائج خاطئة. فمثلاً.. وجد أن الفطر *Verticillium albo-atrum* يصيب كلا من النباتات المقاومة والقابلة للإصابة. ويمتد أعلى الساق، لكن

لا تظهر أعراض المرض إلا فى الأصناف القابلة للإصابة فقط، وهى التى يفرز فيها الفطر سمومه التى تُحدث الأعراض المشاهدة؛ أى إن المقاومة ترجع إلى قدرة النباتات المقاومة على الحد من إفراز الفطر لسمومه فيها؛ وبذا.. فإن استعمال سموم الفطر فى تقييم المقاومة فى حالات كهذه — يؤدى إلى نتائج خاطئة.

استعمال مزارع الأنسجة فى اختبارات مقاومة الأمراض

يلجأ مربو النبات إلى إجراء اختبارات مقاومة الأمراض فى مزارع الأنسجة؛ بهدف تقييم الجيرمبلازم للمقاومة أحيانًا، وبهدف انتخاب التباينات الوراثية المقاومة — التى قد تتوفر فى مزارع الأنسجة — فى أغلب الأحيان.

أمثلة متنوعة لحالات وراثة المقاومة للأمراض وخصائصها

نوضح — فيما يلى — أمثلة متنوعة لبعض حالات وراثة المقاومة للأمراض وخصائصها (عن Walker ١٩٥٩، و ١٩٦٦ إلا إذا ذكر خلاف ذلك).

حالات مقاومة يتحكم فى وراثتها جين واحد

من أمثلة حالات المقاومة للأمراض التى يتحكم فى وراثتها جين واحد ما يلى:

العائل	المرض/ الأعراض	الطفيل	المقاومة
الفاصوليا	تبرقش	Pod Mottle Virus	سائدة
الفاصوليا	موزايك	Bean Mosaic Virus	سائدة
الفاصوليا	البياض الزغبى	*Pytophthora phaseoli*	سائدة
الفاصوليا	البياض الدقيقى	*Erysiphe polygoni*	سائدة
الفاصوليا	الصدأ	*Uromyces phaseoli*	سائدة
الخيار	الجرب	*Cladosporium cucumerinum*	سائدة
الخس	البياض الدقيقى	*Erysiphe cichoracearum*	سائدة

يتبع