المكافحة بسلالات فيوزاريم غير ممرضة

أدت معاملة الفلفل بالسلالة غير الممرضة Fo47 من *Fusarium oxysporum* إلى حمايتها من الإصابة بكل من الفطر *Verticillium dahliae* – مسبب مرض ذبول فيرتسيليم – والفطر *Phytophthora capsici*، مسبب مرضى عفن الجذور الفيتوفثورى ولفحة فيتوفثورا، وذلك بحثها تعبير ثلاثة من جينات الدفاع، وهى تلك التى تشفر لتمثيل الـ PR-1 protein (وهو: CABPR1)، و class II chitenase (وهو: CACHI2)، وأحد الـ sesquiterpene cyclase (وهو: CASC1). تشترك هذه الجينات فى تمثيل الكابسيديول capsidiol وهو فيتوألاكسين phytoalexin (Veloso & Diaz ٢٠١٢).

المكافحة بالديدان الأرضية

وجد أن توفير الظروف التى تعمل على زيادة أعداد الديدان الأرضية فى التربة تفيد فى تثبيط الإصابة بذبول فيرتسيليم فى الباذنجان (Elmer & Ferrandino ٢٠٠٩).

عفن الجذور الرايزكتونى واللفحة الجنوبية

المكافحة ببكتيريا المحيط الجذرى

حفَّزت معاملة الفلفل بالسلالة CA32 من البكتيريا *Bacillus subtilis* مع أى من السلالتين CA05 أو CA28 من *Pseudomonas putida* من كفاءة مكافحة الفطرين *Rhizoctonia solani*، و *Sclerotium rolfsii* تحت ظروف الصوبة، وذلك مقارنة بمستوى المكافحة عندما كانت المعاملة بأى من النوعين البكتيرين منفردًا (Abeysinghe ٢٠٠٩).

عفن التاج والجذر الفيتوفثورى

المكافحة بالتطعيم

يسبب الفطر *Phytophthora capsici* مرض عفن التاج والجذر الفيتوفثورى فى الفلفل والطماطم، وهو مرض خطير يمكن مكافحته بالتطعيم. ولقد وجد مستوى مقبولاً من المقاومة للمرض فى إحدى سلالات الفلفل، فضلاً عن تحملها لنيماتودا تعقد الجذور

Meloidogyne incognita. كذلك أمكن التعرف على مستويات أعلى من المقاومة للفطر *P. capsici* فى عدد من سلالات الفلفل التى كانت متوافقة كأصول، والتى أدت بعض توافقاتها مع أصناف الفلفل (فى التطعيم) إلى زيادة المحصول. كما أمكن التوصل إلى أصول من الفلفل الحار كانت متوافقة مع الفلفل الحلو، فضلاً عن تحملها للمرض، وبكتيريا الذبول، وغمر المياه flooding، وحرارة التربة العالية.

عُرِفَت كذلك بعض الهجن النوعية التى استخدمت كأصول للطماطم، والتى وفرت – مع تبخير التربة – قدرة على تحمل المرض (Louws وآخرون ٢٠١٠).

وقد حقق تطعيم الفلفل على الأصول الجذرية: الهجين Tecnico، و Robusto، و Capsifort، و Terrano مكافحة للفحة فيتوفثورا – التى يسببها الفطر *P. capsici* بنسب تراوحت بين ٥٥٪، و١٠٠٪ حسب الأصل والطعم المستخدمين. وأدت إضافة الكمبوست مع التطعيم إلى زيادة فاعلية التطعيم فى مكافحة المرض (Gildardi وآخرون ٢٠١٣).

كذلك وجدت المقاومة للفطر *Phytophthora capsici* فى عدد من سلالات وأصناف الباذنجان، وكان أكبرها مقاومة السلالتين: EG195، و EG203. وقد أوصى باختبارهما لمقاومة بعض فطريات التربة الأخرى، وتقييم مدى صلاحيتهما كأصول للطماطم والفلفل والباذنجان لتلك الفطريات (Foster وآخرون ٢٠١٣).

المكافحة البيولوجية بالبكتيريا

أحدثت المعاملة بالسلالة CA32r من البكتيريا *Bacillus subtilis* خفضًا جوهريًّا فى إصابة الفلفل بعفن الجذر والرقبة الذى يسببه الفطر *Sclerotium rolfsii*. وكانت أفضل طريقة للمعاملة بالبكتيريا بتلقيح جذور الشتلات والتربة معًا، حيث أفاد ذلك فى حماية جذع الشتلات من الإصابة، وقللت من تواجد الفطر فى التربة (Abeysinghe ٢٠٠٩).

وقد أمكن عزل مجموعة من سلالات المحيط الجذرى البكتيرية (أُعطيت الأسماء الكودية: CCR04، و CCR80، وGSE09، و ISE13، و ISE14) كانت جميعها مضادة للفحة فيتوفثورا فى الفلفل، كما خفضت جميعها جوهريًّا إصابة الثمار بفطر

الأنثراكنوز *Colletotrichum acutatum* فى كل من الثمار الخضراء والحمراء. وبالأخص.. حققت المعاملة بالسلالتين GSE09، و ISE14 محصولاً أعلى من الثمار وأحجامًا أكبر منها عما كان عليه الحال فى معاملة الكنترول. وقد اشتملت المركبات المتطايرة التى أنتجتها بعض هذه السلالات (مثل GSE09، و ISE13) على ١٧ مركبًا، كان 2,4-di-tert-butylphenol الوحيد الذى حفز نضج الثمار وثبط نمو وتطور نمو الفطرين *C. acutatum*، و *P. capsici*. ويستفاد من هذه الدراسة إمكان الاستفادة من السلالتين GSE09، و ISE14 فى مكافحة كلاً من لفحة فيتوفثورا والأنثراكنوز فى الفلفل، وفى إسراع نضج الثمار وزيادة المحصول (Sang وآخرون ٢٠١١).

وأحدثت معاملة الفلفل بالسلالة R89 من البكتيريا *Chryseobacterium* sp. أعلى كفاءة من المكافحة البيولوجية لكل من أمراض الفلفل: الذبول البكتيرى (الذى تسببه البكتيريا *Ralstonia solanacearum*) ولفحة فيتوفثورا (التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici*)، ونيماتودا تعقد الجذور (النيماتودا *Meloidogyne* spp.)، بلغت ٩٢٪، و ٨٢٪، و٨٦٪، على التوالى للأمراض المنفردة، و ٨٧٪ للأمراض الثلاثة مجتمعة، وكان تأثير تلك العزلة أقوى عن تأثير المعاملة بأى من العزلتين AR 12 أو SM 21 من *Bacillus subtilis* (Liu وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالترايكودرما

أحدثت المعاملة بالفطر *Trichoderma harzianum* خفضًا واضحًا فى تواجد الفطر *Phytophtora capsici* – مسبب مرض عفن الجذور فى الفلفل – مع خفضٍ لإصابة الجذور بالمرض تراوح بين ٢٤٪، و ٧٦٪، على الرغم من استمرار انخفاض النمو النباتى (الوزن الجاف) بنحو ٢١٪–٢٤٪، مقارنة بالنمو فى النباتات التى لم تتعرض للفطر الممرض. وفى غياب فطر الترايكودرما مع تواجد الفطر الممرض بلغ الانخفاض فى الوزن الجاف للنباتات حوالى ٦٠٪–٦٩٪؛ بما يعنى أن فطر الترايكودرما قلل ضرر الفطر الممرض على نباتات الفلفل (Ahmed وآخرون ١٩٩٩).

المكافحة بالمستخلص المائى للكمبوست

وجد أن المستخلص المائى للكمبوست المجهز بصورة تجارية يُفيد فى مكافحة إصابات جذور الفلفل ونمواته الخضرية بالفطر *Phytophthora capsici*. وقد ثبطت تلك المستخلصات إنبات الجراثيم السابحة، واستطالة الأنابيب الجرثومية،ونمو الغزل الفطرى، وحَدَّت من عشيرة الفطر. ويبدو أن المستخلصات تحتوى على مركب أو مركبات كيميائية ثابتة حراريًّا يمكنها تثبيط إصابات الجذور والنموات الخضرية للفلفل بالفطر *P. capsici*، إضافة إلى تثبيطها غير المباشر لإصابات النموات الخضرية من خلال حثِّها لمقاومة جهازية توفر حماية واسعة المدى (Sang وآخرون ٢٠١٠).

المكافحة بالملاط الناتج من الهضم اللاهوائى للسبلة الحيوانية

يُعد الهضم اللاهوائى طريقة واعدة لمعاملة الكميات الضخمة من السبلة الحيوانية – التى تنتج من مزارع الإنتاج الحيوانى – لما تتميز به من كفاءة فى الحصول على الطاقة، مع الاستعمال الأكثر فائدة للملاط slurry الناتج. وقد وجد أن المعاملة بالملاط المهضوم لاهوائيًّا anaerobically digested slurry ثبط الفطر *Phytophthora capsici* مسبب مرض عفن الجذور الفيتوفثورى، وقللت جوهريًّا من الإصابة بالمرض (Cao وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بالسيليكون

أحدثت إضافة السيليكون – فى صورة سيليكات الكالسيوم – إلى بيئة نمو الفلفل (١ : ١ مخلوط من الرمل الناعم والبيت) زيادة قدرها ٤٠٪ فى محتوى الجذور فقط (دون السيقان) من السيليكون، كما أسهمت المعاملة فى تعزيز النمو النباتى وفى خفض شدة الإصابة بلفحة فيتوفثورا التى يسببها الفطر *Phytophthora capsici* (French-Monar وآخرون ٢٠١٠).