euvesicatoria. مسببة مرض البقع البكتيرية – بدرجة لم تختلف جوهريًّا عن المكافحة القياسية باستعمال النحاس مع المانكوزب (Roberts وآخرون ٢٠٠٨).

كما أدت معاملة الطماطم بمعدلات منخفضة من الـ Acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: ASM) مقدارها ٧٥ ميكرومول (أى ١,٥٨ جم مادة فعالة/ هكتار فى ١٠٠ لتر ماء، أى نحو ٠,٦٦ جم مادة فعالة/فدان فى ١٠٠ لتر ماء) إلى مكافحة التبقع البكتيرى فى الطماطم بصورة جوهرية، مقارنة بالإصابة فى نباتات الكنترول التى لم تُعامل، علمًا بأن هذا المرض تسببه أربعة أنواع مختلفة من جنس *Xanthomonas* (Huang وآخرون ٢٠١٢).

نيماتودا تعقد الجذور

المكافحة بالتطعيم

مقاومة نيماتودا تعقد الجذور بالتطعيم

تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى عديد من أصناف وأصول الطماطم من السلالات والأصناف والهجن النوعية، وهى مقاومة تُكسر فى حرارة تزيد عن ٢٨ °م. ومن أمثلة الهجن النوعية المقاومة Maxifort، و Beaufort، و Big Power. كذلك يوفر *Solanum torvum*، و *S. peruvianum* مقاومة ضد النيماتودا (Louws وآخرون ٢٠١٠)

وقد استُخدم أصلاً الطماطم الجذريين: Multifort (وهو هجن نوعى: *Solanum lycopersicum* × *S. habrochaites*)، وصنف الطماطم الهجين Survivor المقاومين لينماتودا تعقد الجذور.. استخدما كأصول طُعِّم عليها صنفا الطماطم القابلين للإصابة: Brandywine، و Flamme، حيث انخفضت جوهريًّا الإصابة بالنيماتودا بنسبة وصلت إلى ٨٠,٨٪، دون أن يكون للتطعيم أية تأثيرات على المحصول الصالح للتسويق (Barrett & Zhao ٢٠١٢).

وأدى تطعيم سلالة الطماطم BHN602 – القابلة للإصابة بكل من نيماتودا تعقد الجذور والذبول البكتيرى – على أى من الأصول RST-04- 106-T، أو BHN 998، أو

BHN 10 المقاومة للذبول البكتيرى إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، وزيادة محصول الثمار، مقارنة بما فى حدث فى النباتات التى لم تُطَعَّم (Kunwar وآخرون ٢٠١٥).

المكافحة بالميكوريزا والبكتيريا المتطفلة على النيماتودا

أدى تلقيح الطماطم بكل من فطر الميكوريزا *Glomus* sp.، والبكتيريا المتطفلة على النيماتودا *Pasteuria penetrans* – معًا – فى وجود الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* إلى زيادة كل من النمو الخضرى ومحصول النباتات فى الطماطم عما فى النباتات غير الملقحة بالفطر وبالبكتيريا فى وجود الإصابة بالنيماتودا، وكان تأثير المعاملة بالفطر والبكتيريا – معًا – أفضل من المعاملة المنفردة بأى منهما (Talavera وآخرون ٢٠٠٢).

المكافحة الحيوية بالبكتيريا والفطريات

أدت المعاملة بالسلالتين Pa-7، و IE-6 من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى خفض إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور وبالفطرين *Fusarium oxysporum*، و *Rhizoctonia solani*. وكان للسلالتان البكتيريتان نفس الفاعلية ضد النيماتودا عندما كانت منخفضة الكثافة (٥٠٠، و١٠٠٠ يرقة من الطور الانسلاخى الثانى J_2)، بينما كانت السلالة IE-6 – فقط– هى الفعالة فى مكافحة النيماتودا عندما كانت عالية الكثافة (٢٠٠٠، و ٤٠٠٠ J_2). ولقد لوحظ ارتباط سلبى بين الإصابة بفطر الذبول الفيوزارى وبين استعمار البكتيريا للجذور والنموات الخضرية (Siddiqui & Ehteshamul-Haque ٢٠٠٠).

وقد دُرس تأثير عدة عزلات من البكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* – عُزلت من تربة مثبطة للمسببات المرضية – على نمو نباتات الطماطم ومكافحة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بها، ووجد أن العزلات تباينت فى تأثيراتها على كلا الأمرين، وكانت أكثرها تأثيرًا العزلتان: Pa 8، و Pa 9 اللتان كان لهما أقوى تأثير على منع فقس النيماتودا وتقليل أعراض تثألل الجذور وتكاثر النيماتودا، وكانتا – مع

العزلة Pa 3 – الأكثر استعمارًا لجذور الطماطم والأقوى تحفيزًا لنمو البادرات والنباتات. وقد تبين أن العزلتين Pa 8، و Pa 9 تنتجان كمية أكبر من حامض السيانيك HCH عن العزلات الأخرى، وأنهما تنتجان قدرًا أكبر من إندول حامض الخليك IAA عن ١٣ عزلة أخرى؛ ولذا فإنهما يمكن أن تُستعملا فى المكافحة الحيوية لـ *M. incognita* فى الطماطم (Singh & Siddiqui ٢٠١٠).

كما وجد أن معاملة الطماطم بأى من الكائنات الدقيقة المستخدمة فى المكافحة الحيوية:

Pseudomonas fluorescens
Paecilomyces lilacinus
Pichia guilliermondii
Calothrix parietina

منفردة أو مجتمعة أدت إلى خفض شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogune incognita*. ولقد تسببت المعاملة المنفردة بالبكتيريا *P. fluorescens* أو بالفطر *P. liacinus* إلى موت ٤٥٪، و٣٠٪ – على التوالى – من يرقات النيماتودا فى خلال ٤٨ ساعة من المعاملة، وذلك مقارنة بالوضع فى معاملة الكنترول. وكانت المعاملة بأى منهما أو بالخميرة *P. guilliermondii* أكثر كفاءة فى مكافحة النيماتودا عن المعاملة بـ *C. parietina* الذى يعد من الـ cyanobacteria التى تعيش فى التربة، والذى قد يُضاد فعل كائنات المقاومة الحيوية الأخرى ويقلل كفاءتها فى المكافحة. وعمومًا.. فإن المعاملة بكائنات المكافحة الحيوية الأخرى لم تكن فقط قاتلة للنيماتودا، لكنها حفزت – كذلك– النمو النباتى بتوفيرها للكثير من العناصر المغذية وبحثِّها لمقاومة جهازية فى النباتات (Hashem & Abo-Elyousr ٢٠١١).

المكافحة بالدورة الزراعية

يمكن الاستفادة من زراعة أصناف الفلفل عالية المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* (مثل Carolina Cayenne) بإدخالها فى الدورة الزراعية قبل زراعة

المحاصيل العالية القيمة الاقتصادية مثل الطماطم؛ كوسيلة للحد من الإصابة بالنيماتودا فيها (Thies وآخرون ١٩٩٨).

المكافحة بالتبخير الحيوى للتربة بمخلفات البروكولى

وُجد أن التبخير الحيوى للتربة باستعمال مخلفات البروكولى (كل الأجزاء النباتية) وكذلك التطعيم على الأصل Beaufort كانا الأفضل فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور وزيادة محصول الطماطم، وذلك من بين عدد من المعاملات الأخرى التى أجريت وشملت تشميس التربة لمدة ٦ أسابيع مع التغطية باليوليثيلين الشفاف، والتبخير الحيوى بأوراق وثمار الخروع *Ricinus commounis*، وزراعة نبات القطيفة *Tagetes erecta* إلى جوار الطماطم، والمعاملة بالسلالة 251 من الفطر *Paecilomyces lilacinus* (المنتج التجارى BioAct)، والسماد العضوى التجارى Netisin المستخدم كمبيد بنيماتودى حيوى (بمعدل ١٠ كجم/هكتار مع ماء الرى بالتنقيط) (Kaskavalci وآخرون ٢٠٠٩).

المكافحة بالإضافات النباتية للتربة

أدت إضافة نموات خضرية مفرومة من أى من النباتات: *Lantana camara*، أو *Kigelia pinnata*، أو *Ficus bengalensis* إلى التربة إلى إحداث تحسين جوهرى فى نمو نباتات الطماطم مع خفض جوهرى فى إصابتها بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، وكانت المعاملة بـ *Lantana camara* أكثرهم تأثيرًا (Ahmad وآخرون ٢٠١٠).

كما كانت لثمار الخيار البرى *Cucumis myriocarpus* المطحونة تأثيرات قاتلة على نيماتودا تعقد الجذور لم تختلف جوهريًّا عن تأثير المعاملة بأى من المبيدين النيماتوديين الألديكارب aldicab، أو الفيناميفوس fenamiphos (Mashela وآخرون ٢٠٠٨).

المكافحة بالمستخلصات النباتية

ازدادت معدلات وقف النمو وموت نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* جوهريًّا مع زيادة تركيز المستخلص المائى لأوراق الثوم الطازجة من ١٪ إلى ٢٪، و٤ ٪ (وزن/حجم)، كما ثُبِّط فقس بيض النيماتودا جوهريًّا – كذلك – بالمعاملة، وكان

المستخلص المائى لأوراق الثوم المتخمرة أقوى تأثيرًا. وأدت معاملة التربة إلى تثبيط إصابة النيماتودا للطماطم جوهريًّا، وازداد التأثير بزيادة كمية المستخلص المستخدم فى المعاملة، إلا أن الزيادة الكبيرة أثرت – كذلك – سلبيًّا على نمو الطماطم. وقد أدت المعاملة بمستخلص ٢٪ مع سماد حيوانى قبل الزراعة، ومع استخدام غطاء بلاستيكى للتربة إلى تقليل إصابة الطماطم بالنيماتودا بنسبة ٧٢٪، وزيادة محصولها بنسبة ٧٣٪، مقارنة بالوضع فى نباتات الكنترول. ويبدو أن المركبات الكبريتية التى توجد بمستخلص الثوم كانت هى المسئولة عن مقاومة النيماتودا فى هذه الدراسة (Gong وآخرون ٢٠١٣).

وكان المستخلص المائى لأوراق نبات التانبول أو التامول betel (وهو: *Piper betle*) سامًّا ليرقات الطور الإنسلاخى الثانى J_2 لينماتودا تعقد الجذور، كما ثبط فقس البيض. وأدى نقع جذور شتلات الطماطم فى المستخلص إلى تقليل تكوين الثآليل بها، وخفض إنتاج البيض، وأعداد الـ J_2 فى التربة، كما أدى إلى تحفيز نمو نباتات الطماطم. وتناسبت تلك التأثيرات مع زيادة تركيز المستخلص (تراوح تخفيف المستخلص من صفر٪ إلى ٨٠٪). ولقد كانت الـ J_2 أكثر حساسية للمستخلص عن البيض، حيث ماتت كلها عند المعاملة بجميع التخفيفات المستعملة (حتى ٨٠٪ تخفيف)، بينما لم يحدث ١٠٠٪ موت للبيض إلاّ عندما كانت المعاملة بالمستخلص غير المخفف، كذلك كان المستخلص غير المخفف هو الأقوى تأثيرًا فى الحد من إصابة جذور الطماطم وإنتاج البيض فيها وأعداد الـ J_2. وكانت الزيادة فى طول جذور النباتات المعاملة ٢٣٥٪ من الطول فى نباتات الكنترول (Premachandra وآخرون ٢٠١٤).

المكافحة بمستحثات المقاومة

حامض السلسيلك والمثيل جاسمونيت

أثرت المعاملة بحامض السلسيلك سلبيًّا فى تطور النيماتودا *Meloidogyne chitwoodi* على الطماطم، لكنها لم تؤثر على تكاثر النيماتودا، بينما كانت المعاملة بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate هى الأكثر كفاءة فى خفض إصابة الطماطم

بالنيماتودا (خفَّضت اختراق النيماتودا للجذور بنسبة ٥٨٪) (Vieira dos Santos & Curtis ٢٠١٣).

الـ BABA

أحدثت معاملة بادرات الطماطم بأى من β-aminobutyric acid (اختصارًا: BABA)، أو Salycylic acid (اختصارًا: SA)، أو السلالة CHAO من *Pseudomonas fluorecens* خفضًا جوهريًّا فى شدة الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، وكان أكثرها فاعلية المعاملة بالـ BABA الذى أدى إلى خفض شدة العقد الجذرية، وعدد كتل النيماتودا/ نبات، وعدد البيض/ كتلة بيض، كما أحدثت المعاملة زيادة فى إنتاج الـ H_2O_2 (وهو أحد نواتج شد الأكسدة) ونشاط الـ SOD، والـ GPOX بصورة أوضح عما فى حالتى المعاملة بأى من الـ SA أو *P. fluorecens*، ولكنها جميعًا أسهمت فى حث شد أكسدة فى جذور الطماطم من خلال توليد عناصر نشطة فى الأكسدة (ROS) والإنزيمات المرتبطة بأيضها (Sahebani & Hadavi ٢٠٠٩).

الـ ASM

استحثت معاملة الطماطم بحامض السلسيلك مع الماء عن طريق سقى التربة soil drenching، وبالـ acibenzolar-S-methyl (اختصارًا: ASM) بطريقة غمس الجذور .. استحثت مقاومة جهازية مكتسبة SAR ضد الإصابة بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*؛ حيث انخفض تكاثر النيماتودا على الجذور فى النباتات المعاملة (فكان أقل من ٥٠٪ من معدل تكاثرها فى النباتات غير المعاملة)، وانخفضت إصابتها بالنيماتودا. وقد ازدادت فاعلية إضافة حامض السلسيلك للتربة مع الماء عندما زودت التربة — كذلك — بالأحماض الدبالية بالسقى مع الماء. وكانت أفضل معاملة هى الجمع بين إضافة حامض السلسيلك والـ methyl-salicylic acid إلى التربة بالسقى مع الماء؛ حيث قللت، تلك المعاملة الإصابة بالجيل الثانى للنيماتودا (Molinari & Baser ٢٠١٠).