الفصل الثانى عشر

المكافحة المتكاملة للأمراض النيماتودية

أسلفنا الإشارة فى فصول القسم الأول من هذا الكتاب إلى عديد من الوسائل لمكافحة الأمراض النيماتودية ضمن مناقشتنا لأساليب مكافحة مختلف الأمراض والآفات، ونخص بالإشارة الفصول الخاصة بالأساليب الزراعية، والمكافحة الحيوية للأمراض، وبدائل المبيدات، والمبيدات. ونُفصِّل فى هذا الفصل كافة الطرق المستعملة فى مكافحة النيماتودا على وجه الخصوص.

الدورة الزراعية

تفيد الدورة الزراعية المناسبة فى خفض أعداد النيماتودا فى التربة. ويجب تخطيط الدورة بحيث يزرع أكثر المحاصيل الاقتصادية قابلية للإصابة عندما يكون تعداد النيماتودا منخفضًا. ففى بداية موسم الزراعة ينمو هذا المحصول بصورة جيدة لضعف إصابته، لكن مع نهاية الموسم نجد أن تعداد النيماتودا فى التربة يكون قد تضاعف عدة مرات. فإذا أعقبت ذلك زراعة صنف أو محصول مقاوم ينخفض تعداد النيماتودا مرة أخرى، وهكذا.

ومن النباتات المنيعة أو التى على درجة عالية من المقاومة لمختلف أنواع النيماتودا والتى يمكن إدخالها فى الدورة لمقاومة تلك الأنواع — ما يلى (عن Sasser وآخرين ١٩٨٢).

النيماتودا	النباتات المقاومة أو المنيعة لها
Belonolaimus	البطيخ
Criconemoides ornatus	القطن، وفول الصويا
Ditylenchus destructor	الجزر، والترمس
Ditylenchus dipsaci	الشعير، والذرة، والشوفان، والبيقة، والجزر، والبنجر
Globodera pallida	الشوفان

النيماتودا	النباتات المقاومة أو المنيعة لها
Globodera rostochiensis	الشوفان
Helicotylenchus	الكاسافا
Heterodera schachtii	البصل، والفاصوليا
Hoplolaimus columbus	البطاطا
Meloidogyne arenaria	
سلالة ١	القطن
سلالة ٢	القطن، والفول السوداني، والفلفل
Meloidogyne hapla	القطن، والبطيخ، والذرة، وكل النجيليات تقريبًا، وكل النرجيسيات ما عدا البصل
Meloidogyne incognita	الشعير
سلالة ١	الفول السوداني، والقطن
سلالة ٢	الفول السوداني، والقطن
سلالة ٣	الفول السوداني
سلالة ٤	الفول السوداني
Meloidogyne javanica	القطن، والفول السوداني، والفلفل، والفراولة
Meloidogyne naasi	البطاطس، والشوفان، والذرة
Nacobbus sberrans	الذرة، والقمح، والشوفان، والشعير، والبرسيم الحجازي، والبرسيم، والبصل
Paratrichodorus christiei	الفول السوداني، وفول الصويا
Pratylenchus coffeae	الفول السوداني
Pratylenchus indicus	السمسم، والشعير، والقمح
Radopholus	الكاسافا، وقصب السكر
Radopholus similis	البطاطا، والفجل
Rotylenchulus	حشيشة برمودا، والشوفان، والذرة، ، والفول السوداني
Rotylenchulus reniformis	الذرة، والذرة الرفيعة
Xiphinema americanum	الذرة الرفيعة، والشيلم
Xiphinema diversicaudatum	الشعير، والبطاطس، وبنجر السكر، والكرنب، والقمح، والفاصوليا

ولتخطيط دورة زراعية مناسبة بهدف مكافحة الآفات النيماتودية، يتعين مراعاة ما يلى:

١- التعرف أولاً على النوع أو الأنواع النيماتودية المسببة للمشاكل فى المزرعة.

٢- توجيه الاهتمام نحو أكثر الأنواع إضرارًا بالمحاصيل المزروعة.

٣- عدم زراعة المحصول الأساسى القابل للإصابة فى نفس الحقل أكثر من مرة واحدة كل ثلاث سنوات.

٤- يختار أكثر الأنواع المقاومة — لنوع النيماتودا الذى يراد مكافحته — لإدخاله فى الدورة، مع مراعاة أن يكون محصولاً اقتصاديًا فى منطقة الزراعة.

٥- يجب أن تأتى زراعة المحصول المقاوم — فى الدورة — قبل المحصول الأساسى القابل للإصابة.

٦- فحص جذور النباتات أثناء نموها بصفة دورية للتأكد من مدى فاعلية الدورة. ومدى صلاحية الأنواع التى أدخلت فى الدورة لأجل مكافحة النيماتودا، ومدى ظهور أنواع جديدة خطيرة من النيماتودا بعد مكافحة النوع الذى كان سائدًا.

ويلاحظ من القائمة التى سبق بيانها أن الفول السودانى والنجليات بمختلف أنواعها من الأنواع المحصولية المقاومة لعديد من الأنواع النيماتودية، والتى يمكن الاعتماد عليها فى الدورة لمكافحة تلك النيماتودا.

وبالمقارنة .. نجد أن نيماتودا تعقد الجذور يمكنها إصابة نحو ٢٠٠ نوع نباتى؛ ولذا .. فإن مكافحتها عن طريق اتباع دورة زراعية مناسبة أمر يصعب تحقيقه؛ وإن لم يكن مستحيلاً. فمثلاً .. كان نمو الخيار ومحصوله جيدين عندما زرع بعد أحد أصناف الطماطم المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى حقل موبوء بشدة بالنيماتودا (Hanna وآخرون ١٩٩٤).

كذلك أمكن الاستفادة من زراعة الأصناف عالية المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*، مثل صنف الفلفل Charleston Belle فى خفض أعداد النيماتودا فى التربة إلى درجة سمحت بإنتاج محصول ناجح تقل فيه الإصابة بشدة فى

عروة تالية لعروة زراعة الفلفل، وذلك من محاصيل قابلة للإصابة مثل الخيار والكوسة (Thies وآخرون ٢٠٠٤).

وبالمقارنة فإن مدى عوائل نيماتودا بنجر السكر المكونة للحوصلات *Heterodera schachtii* قليل؛ حيث يقتصر على أنواع محصولية معدودة، تشمل — إلى جانب بنجر السكر — كلا من: بنجر المائدة، وبنجر العلف، والصليبيات، والسبانخ؛ ولذا .. فإن اتباع دورة زراعية لا تزرع فيها تلك الأنواع المحصولية القابلة للإصابة أكثر من مرة واحدة فى نفس الأرض كل ٣–٦ سنوات يفيد كثيرًا فى مكافحة هذه الآفة (عن Mckenry & Roberts ١٩٨٥).

تعقيم (أو بسترة) التربة بالتشميس

أدت بسترة التربة بالتشميس solarization إلى حماية الثوم خلال كل مراحل نموه من الإصابة بالنيماتودا *Ditylenchus dipsaci* فى تربة ملوثة بشدة بها فى إسرائيل. وفى إيطاليا أدى تشميس التربة لمدة ٤، و ٦، و ٨ أسابيع إلى التخلص من ٩٠٪، و ٩٤٪، و ٩٨٪ – على التوالى — من *D. dipsaci*.

كذلك أعطى تشميس التربة مكافحة جيدة لنيماتودا الحوصلات، والنيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis*.

وعلى الرغم من أن تشميس التربة يقضى — كذلك — على نيماتودا تعقد الجذور، إلاّ أنه تحدث إصابات متأخرة — لا تؤثر كثيرًا فى المحصول — وذلك عند نمو الجذور إلى الأعماق التى لم تتأثر فيها النيماتودا بعملية التشميس.

وبصورة عامة .. تعيش النيماتودا فى الطبقة السطحية من التربة وحتى عمق ٤٠–٥٠سم، بينما لا ترفع عملية التشميس حرارة التربة إلى درجة قاتلة للنيماتودا لعمق يزيد عن ٣٠ سم (Lamberti & Greco ١٩٩١ — FAO Production and Protection Bulletin 109 — الإنترنت).

الإضافات العضوية للتربة

تلعب الإضافات العضوية إلى التربة دورًا هامًا فى تقليل أعداد النيماتودا فيها، وفى خفض شدة الإصابات النيماتودية. ولا شك فى أن للإضافات العضوية تأثيرات بالغة على نشاط الكائنات الدقيقة فى التربة، بما توفره لها من مصادر للطاقة، وبما تحتويه من كائنات دقيقة كثيرة ومتنوعة. ويكون لهذه الكائنات الدقيقة أثرها الكبير فى تنشيط مختلف عناصر المكافحة البيولوجية فى التربة.

ومن بين الإضافات العضوية التى أحدثت نقصًا فى أعداد النيماتودا فى التربة ما يلى (عن Palti ١٩٨١):

نوع الإضافات العضوية	الأنواع النيماتودية التى تأثرت بها
مخلفات المجارى sewage sludge	*Meloidogyne incognita*
البرسيم الحجازى، والكتان (نموات خضرية جافة)	*M. incognita*
نشارة الخشب	*M. javanica*
	Heterodera tabacum
الأوراق النباتية + كبريتات الأمونيوم	*Pratylenchus penetrans*
الأوراق النباتية، ومخلفات المجارى	*Hoploaimus tylenchiformis*
	Xiphinema americanum
بقايا الهيفات الفطرية من إنتاج مضادات	*Pratylenchus penetrans*
الحيوية، ومخلفات السليلوز من صناعة الورق	*Tylenchorhynchus dubius*
كسب بذور السترد المتبقى بعد عصر الزيت منها	*Helicotylenchus* sp.
	Tylenchorhynchus sp.
	Meloidogyne sp.
الشوفان وحشيشة السودان	*Pratylenchus penetrans*
مخلفات المجارى المعالجة	*Belonolaimus longicaudatus*
كسب بذور الخروع المتبقى بعد عصر الزيت منها	*Tylenchulus semipenetrans*

كذلك تلعب نباتات حشيشة السودان *Sorghum sudanese* — عند قلبها فى التربة كسماد أخضر — دورًا فى الحد من نشاط نيماتودا تعقد الجذور *M. hapla* والإصابة بها؛ بسبب أيون السيانات CN^- الذى ينتج عند تحلل ذلك النبات الذى يحتوى على الجلوكوسيد السيانوجينى dhurrin (Widmer & Abawi ٢٠٠٠).

زراعة النباتات المضادة للنيماتودا

أدت زراعة القطيفة marigold (الأنواع: *Tagetes patula*، و *T. ereca*، و *T. signata*) قبل الطماطم إلى خفض إصابتها بالعقد الجذرية وتقليل أعداد يرقات الطور الثانى من كل من *Meloidogyne incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*، و *M. hapla*. وبينما لم يكن لأى من أنواع القطيفة تأثيرات سامة على الطماطم، فإن أصنافها تباينت فى تأثيرها على النيماتودا، حيث أمكن لأنواع النيماتودا الأربعة التكاثر على الصنف Tangerine Gem من *T. signata*، بينما أمكن لعديد من الأصناف من *T. patula*، و *T. erecta* تثبيط تكوين العقد الجذرية وتكاثر النيماتودا على الطماطم لمستويات جيدة (Ploeg ١٩٩٩).

كما أدت زراعة أى من الطماطم أو الكنتالوب بعد القطيفة marigold (*T. patula*) فى أرض كانت موبوءة بنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* إلى خفض إصابتهما بالنيماتودا وزيادة محصوليهما بدرجة عالية (Ploeg ٢٠٠٢).

كذلك أدت زراعة نوع الفلفل *Capsicum chinense* المقاوم لنيماتودا تعقد الجذور مع الطماطم أو الفلفل القابل للإصابة فى تربة ملوثة بالنيماتودا *M. incognita* إلى حمايتها من الإصابة بها (Peterson & Harrison ٢٠٠٢).

زراعة الأصناف المقاومة

تتوفر المقاومة الوراثية ضد عديد من الأنواع النيماتودية فى عديد من محاصيل الخضر.

وإلى جانب الأصناف المقاومة المنتجة بطرق التربية الكلاسيكية فقد أدى تحويل الطماطم وراثيًا لتشفر لتمثيل البروتين Cry6A (والمتحصل على الجين الخاص به من البكتيريا *Bacillus thuringiensis*) إلى جعلها مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* (Li وآخرون ٢٠٠٧).

هذا .. ويُستدل من الدراسات التى أجريت على صنف من الطماطم مقاوم لنيماتودا

تعقد الجذور من النوع *M. incognita*، ولكنه قابل للإصابة بالنوع *M. hapla* أن العدوى – بأى من النوعين – تستحث فى النباتات مقاومة جهازية أو قابلية للإصابة جهازية – فى الجالتين على التوالى – تظهر عند العدوى – لاحقًا – بالنوع الآخر من النيماتودا (Ogallo & McClure ١٩٩٦).

المعاملة الحرارية للتقاوى

تفيد المعاملة الحرارية للتقاوى – سواء أكانت بذورًا، أم أجزاء خضرية – فى تخليصها من الآفات النيماتودية؛ ومن أمثلة ذلك تلك الموضحة فى جدول (١٢-١) عن Sasser وآخرين (١٩٨٢).

جدول (١٢-١): المعاملات الحرارية (بالماء الساخن) لتخليص التقاوى من الآفات النيماتودية.

المحصول ونوعية التقاوى	المعاملة الحرارية		الأنواع النيماتودية التى يتم التخلص منها
	الحرارة (م°)	المدة (دقيقة)	
جذور البطاطا	٥٠	٥-٣	*Meloidogyne* spp.
	٤٦,٨	٦٥	*Meloidogyne* spp.
جذور الفراولة	٥٢,٨	٥	*Meloidogyne* spp.
	٤٩,٤	٧	*Pratylenchus penetrans*
	٤٨	١٥	*Ditylenchus dipsaci*
	٥٢-٥٠	٧-٥	*Ditylenchus dipsaci*
	٤٧-٤٦	٩٠-١٣	*Aphelenchoides fragariae*
درنات البطاطس	٤٧,٥-٤٦	١٢٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٢	٢٠-١٥	*Pratylenchus coffeae*
	٥٣	١٥-١٠	*Pratylenchus coffeae*
درنات اليام	٥١	٣٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٥-٥٠	٤٠	*Scutellonema bradys*
أصول الموالح	٤٩	١٠	*Tylenchulus semipenetrans*

تابع جدول (١٢-١).

المحصول ونوعية التقاوى	المعاملة الحرارية		الأنواع النيماتودية التى يتم التخلص منها
	الحرارة (م°)	المدة (دقيقة)	
	٤٦,٧	١٠	*Tylenchulus semipenetrans*
	٤٥	٢٥	*Tylenchulus semipenetrans*
	٥٠	١٠	*Radopholus similes*
كورمات الموز	٥٥	٢٠	*Helicotylenchus multicinctus*
	٥٥	٢٠	*Pratylenchus brachyurus*
	٥٥	٢٠	*Radopholus* spp.
	٥٥	٢٠	*Pratylenchus* spp.
	٥٥	٢٠	*Helicotylenchus* spp.
بذور الأرز	٥٢	١٠	*Aphelenchoides besseyi*
أصول الخوخ	٥٠-٥١,١	١٠-٥	*Meloidogyne* spp.
أصول العنب	٥٢,٧	٥	*Meloidogyne* spp.
	٥٤,٤	٣	*Meloidogyne* spp.
	٤٧,٨	٣٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٠	١٠	*Meloidogyne* spp.
	٥٢	٥	*Xiphinema index*
	٥٢	١٠	*Xiphinema index*

المكافحة الحيوية

تتنوع الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية للنيماتودا على النحو التالى:

مكافحة النيماتودا بالبكتيريا

تتباين الأنواع البكتيرية التى تفيد فى مكافحة النيماتودا، كما يلى:

البكتيريا Bacillus thuringiensis:

تمكن Zuckerman وآخرون (١٩٩٣) من عزل سلالة من هذه البكتيريا (أعطيت الرمز CR-371) أعطت نتائج جيدة عند استعمالها فى مكافحة عدة أنواع نيماتودية؛ هى:

النوع	الاختبار
Caenorhabditis elegans	فى بيئة صناعية
Meloidogyne spp.	على الطماطم فى الصوبة
Meloidogyne incognita	على الطماطم والفلفل فى الحقل
Rotylenchulus reniformis	على الطماطم والفلفل فى الحقل
Pratylenchus penetrans	على القراولة فى الصوبة

وقد أجريت المعاملة بهذه البكتيريا إما بإضافتها إلى التربة — فى صورة معلق إلى جانب النباتات، وإما بإضافتها إلى غلاف للبذرة من المثيل سيليلوز methylcellulose. وقد تساوت الطريقتان من حيث فاعليتهما فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم.

بكتيريا المحيط الجذرى:

من أمثلة بكتيريا المحيط الجذرى rhizosphere bacteria ما يلى:

- تتطفل البكتيريا *Bacillus penetrans* على بيض النيماتودا وأطوارها اليرقية.
- يُفيد استخدام الأكتينوميسيتات actinomycetes (مثل *Streptomyces* sp.) فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور (Chubachi وآخرون ١٩٩٩).
- أظهرت الدراسات أن السلالة G12 من *Rhizobium etli* — وهى من البكتيريا التى تعيش فى المحيط الجذرى للنباتات — تستحث مقاومة جهازية فى البطاطس ضد الإصابة بنيماتودا تحوصل البطاطس *Globodera pallida*، كذلك أعطت الخلايا المقتولة للبكتيريا تأثيرات مماثلة، وتبين أن البكتيريا تنتج lipopolysaccharides هى التى تعمل كعامل حاث لبدء تكوين المقاومة الجهازية فى جذور البطاطس (Reitz وآخرون ٢٠٠٠).
- يستدل من الدراسات التى أجريت باستعمال البكتيريا *Pseudomonas oryzihabitans* أنها يمكن أن تفيد فى المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور (Samaliev وآخرون ٢٠٠٠).
- أمكن الحصول على مكافحة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور — تماثل المكافحة المتحصل عليها عن طريق المعاملة بتبخير التربة بالمبيدات — بالجمع بين البسترة

بالأشعة الشمسية solaraization وإضافة المبيد النيماتودى الحيوى BioNem الذى يحتوى على ٣٪ جراثيم مجفدة lyophilized للبكتيريا *Bacillus firmus* (Giannakou وآخرون ٢٠٠٧).

● وجد أن نحو ٨٪ من الأنواع البكتيرية التى تتواجد فى المحيط الجذرى للنباتات ذات نشاط مضاد للنيماتودا، ومنها *Pseudomonas* spp. (مثل *P. aeruginosa*)، و *Bacillus subtilis*، و *Bacillus firmus*، وجميعها تقلل فقس بيض النيماتودا وتزيد من معدلات موتها، وتخفض قدرتها على اجتياح الجذور. وربما تفرز هذه البكتيريا سمومًا أو تغير من الإفرازات النباتية الجذرية؛ بما يجعلها أقل جاذبية للنيماتودا (عن Giannakou وآخرين ٢٠٠٧).

مكافحة النيماتودا بالفطريات المفترسة

من هذه الفطريات ما يلى:

١- *Arthobotrys oligospora*:

يكون الفطر شبكة كثيفة لزجة تحيط بالأطوار الدودية vermiform stages للنيماتودا.

٢- *Dactylaria candida*:

يكون الفطر حلقات ثلاثية الخلايا وعقدًا لزجة تكون بمثابة شراك للأطوار الدودية.

٣- *Dactylaria brochopaga*:

يكون الفطر حلقات ثلاثية الخلايا تكون بمثابة شراك للأطوار الدودية.

● وقد أظهر الفطر *A. oligospora* قدرة أكبر على مقاومة نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne* spp. عن الفطر *Paecilomyces lilacinus*، وكذلك عن الفطرين *Pasteuria penetrans*، و *Hirsutella rhossiliensis* (Amin ٢٠٠٠).

مكافحة النيماتودا بالميكوريزا

منّ الأمثلة على مكافحة النيماتودا بالميكوريزا ما يلى:

● يفيد استعمال الميكوريزا *Trichoderma harzianum* فى المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور، حيث يستعمر الفطر كلا من بيض النيماتودا ويرقاتها فى طور الانسلاخ الثانى (Sharon وآخرون ٢٠٠١).

● أدت المعاملة بفطر الميكوريزا Glomus mosseae قبل ثلاثة أسابيع من عدوى الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* إلى خفض الأضرار التى أحدثتها النيماتودا وذلك من خلال تحفيز النمو الذى أحدثه استعمار الميكوريزا للجذور (Talavera وآخرون ٢٠٠١).

مكافحة النيماتودا بالفطريات الأخرى المتطفلة

من هذه الفطريات ما يلى:

١- *Catenaria* spp.:

تهاجم جراثيم الفطر السابحة zoospores الوحيدة الهدب الأطوار الدودية للنيماتودا.

٢- *Harposporium anguillulae*:

تقوم الأطوار اليرقية بتناول جراثيم الفطر ضمن غذائها؛ لتتطفل عليها بعد ذلك.

٣- *Dactylella oviparasitica*:

يتصل الفطر ببيض النيماتودا ويخترقه، وخاصة بيض نيماتودا تعقد الجذور.

٤- *Nematophthora gynophila*:

يتطفل الفطر على إناث نيماتودا الحوصلات، وتتواجد جراثيم الفطر الساكنة فى الحوصلات النّاضجة للنيماتودا (عن Mckenry & Roberts ١٩٨٥).

٥- *Paecilomyces lilacinus*:

يعد هذا الفطر — حاليًا — أهم الكائنات المستخدمة فى المكافحة البيولوجية لكل من نيماتودا تعقد الجذور ونيماتودا الحوصلات، وقد كان اكتشافه بواسطة إخصائيى النيماتودا فى مركز البطاطس الدولى فى بيرو؛ حيث وجد متطفلاً — فى أحد الحقول — على بيض نيماتودا تعقد الجذور.

وتبين أن إصابة بيض نيماتودا تعقد الجذور بالفطر تقضى عليه خلال خمسة أيام. وتحت ظروف الحقل أصاب الفطر نحو ٨٦٪ من كتل البيض المجموعة من جذور

النباتات المعاملة بالفطر، وقضى على أكثر من ٥٤٪ من البيض فيها؛ مما أدى إلى نقص كبير فى أعداد بيض النيماتودا فى التربة فى الموسم الأول من المعاملة.

وقد وجد أن الفطر ينتشر بسرعة كبيرة فى التربة المعاملة، وينتشر منها إلى القطع المجاورة، ويتطفل على كل ما يقع فى طريقه من بيض لنيماتودا تعقد الجذور، لدرجة أنه لم يمكن العثور على أية نيماتودا فى الحقول التى عوملت بالفطر بعد ثلاث سنوات من المعاملة. ولم يمكن إعادة عدوى هذه الحقول بنيماتودا تعقد الجذور بعد تلك الفترة التى ثُبت الفطر وجوده فيها (Jatala ١٩٨٥).

ومن بين الأمثلة على مكافحة النيماتودا بالفطريات المتطفلة ما يلى:

● أمكن مكافحة النيماتودا *Rotylenchulus reniformis* فى الطماطم — تحت ظروف كلا من الزراعات المحمية والحقلية — بواسطة الفطر *Paecilomyces lilacinus* (Walters & Barker ١٩٩٤).

● وفى سرى لانكا نجح هذا الفطر (*P. lilacinus*) فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* مثلما نجح مبيد الكاربوفوران Carbofuran (Ekanayake & Jayasundara ١٩٩٤).

● وقد حصل على نتائج جيدة كذلك عندما استخدم الفطر فى مكافحة النيماتودا الذهبية (نيماتودا البطاطس المكونة للحوصلات) *Globodera rostochiensis*، وأيضًا *G. pallida*؛ حيث تطفل الفطر بكفاءة عالية على بيض النيماتودا، وقضى على نسبة كبيرة منه.

● تكافح النيماتودا *M. incognita* بيولوجيًّا باستعمال الفطر *P. lilacinus* بكفاءة عالية تعادل كفاءة استعمال المبيدات (Noe & Sasser ١٩٩٥).

● وجد أن نمو نباتات الطماطم التى تم عدوها بينماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* لم يتأثر بالنمياتودا عندما عوملت النباتات — كذلك — بكل من الفطرين *Beauveria bassiana*، و *Paecilomyces lilacinus* اللذان قللا من أعراض تعقد الجذور وتكوين كتل البيض، كما تطفلا على أكثر من ٩٠٪ من بيض النيماتودا. وبالمقارنة ..

فإن المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* لم تحسن النمو النباتى فى وجود النيماتودا ولم تقلل جوهريًا من أعراض العقد الجذرية أو أعداد كتل البيض (Saikia ١٩٩٨).

● كذلك كوفحت النيماتودا *M. hapla* فى الخس باستعمال أى من *Hirsutella rhossiliensis*، أو *Verticillium chlamydosporium* فى المكافحة الحيوية (Viaene & Abawi ٢٠٠٠).

● يفيد الفطر الإجبارى التطفل *Pasteuria penetrans* فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور، ويوصى به لجعل التربة مثبطة للنيماتودا (عن Giannakou وآخرين ٢٠٠٧).

مكافحة النيماتودا بكائنات دقيقة متنوعة

من الأمثلة على ذلك ما يلى:

● أدى غمس جذور الفلفل فى معلق للبكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* إلى مكافحة إصابة الجذور بكل من *Fusarium solani*، و *Rhizoctonia solani*، و *Meloidogyne javanica* وذلك بصورة جوهرية، كما أدى غمس الجذور فى معلق للبكتيريا مع *Trichoderma harzianum* إلى إحداث أكبر قدر من المكافحة للنيماتودا *M. javanica*. هذا مع العلم أن الإصابة بكل من *M. phaseolina*، و *R. solani* كانت أكبر فى الأراضى الملوثة بالنيماتودا *M. Javanica* عما فى الأراضى غير الملوثة. وإلى جانب تأثيرهما فى مكافحة مسببات أمراض الجذور، فقد أدت المعاملة المشتركة بكل من البكتيريا *P. aeruginosa* والتريكوديرما *T. harzianum* إلى زيادة النمو النباتى بصورة جوهرية (Siddiqui وآخرون ١٩٩٩).

● أفادت فى المكافحة الحيوية للنيماتودا *M. hapla* المعاملة بأى من البكتيريا *Bacillus thuringiensis* أو الفطر *Paecilomyces marquandii* أو الاستربتوميسيت *Streptomyces costaricanus* (Chen وآخرون ٢٠٠٠).

● كانت المعاملة بكل من: *Paecilomyces lilacinus*، و *Glomus mosseae* مجتمعين أفضل فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الطماطم عن المعاملة بأى منهما منفردًا (Bhat & Mahmood ٢٠٠٠).

● وجد أن راشح مزارع السلالة Bc-2 من البكتيريا *Burkholderia cepacia*، والسلالة Gl-3 من الفطر *Trichoderma virens* يحتوى كل منهما على عوامل مثبطة لفقس بيض نيماتودا تعقد الجذور وحركة يرقات الطور الثانى، وقد أظهرت مزارع جذور الطماطم نتائج مؤكدة لذلك لدى معاملتها براشح مزارع الفطر (Meyer وآخرون ٢٠٠٠).

المستخلصات النباتية

أفادت المعاملة ببعض المستخلصات النباتية فى مكافحة النيماتودا، كما يلى:

١- النيم:

أدت معاملة التربة بالنيم *Azadirachta indica* إما فى صورة أوراق أو كسب cake (الجزء المتبقى بعد استخلاص الزيت منه)، أو المنتج التجارى النقى aza إلى خفض أعداد أكياس بيض نيماتودا تعقد الجذور وأعداد البيض فى كل كيس منها فى الجذور. كذلك أدت المعاملة بالمنتج النقى إلى خفض أعداد اليرقات التى أصابت جذور الطماطم؛ الأمر الذى لم يتحقق لدى المعاملة بالأوراق أو بالـ cake (Javed وآخرون ٢٠٠٧ب).

كذلك أعطى النيم (الأوراق، والكُسب المتبقى بعد استخلاص زيت النيم، والزيت النقى) — عند إضافته إلى التربة أو عند غمس الجذور فى محلول مائى منه — مقاومة جهازية ضد نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne javanica* (Javed وآخرون ٢٠٠٧أ).

٢- القطيفة:

يفيد استخدام المستخلص المائى لنبات القطيفة *Tagets minuta* فى مكافحة النيماتودا، ويمكن إضافة هذا المستخلص مع ماء الرى بالتنقيط.

٣- نبات *Ocimum sanctum*:

أمكن الحصول على أفضل نمو نباتى فى الطماطم وأعلى محصول وأقل إصابة بينماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita* بالمعاملة المزدوجة بكل من الميكوريزا ومستخلص النبات *Ocimum sanctum* (Sharma & Bharadwaj ٢٠٠٥).

٤- مستخلصات البصل والثوم:

أدت معاملة التربة بالمركب الكبريتي المتطاير *dimethyl disulphide* (المتحصل عليه من البصل والثوم، وأيضًا كأحد نواتج تقطير البترول) بمعدل ٠,٣ مل لكل ديسمتر مكعب من التربة إلى تحقيق أفضل نتيجة فيما يتعلق بخفض أعداد نيماتودا التحوصل ونيماتودا تعقد الجذور، وزيادة النمو النباتي، وأعداد النيماتودا المترممة، علمًا بأن هذا التركيز أحدث بعضًا من التسمم لنباتات الطماطم عندما شتلت البادرات عقب معاملة التربة مباشرة، ولكنه لم يُحدث أي تسمم عندما كان الشتل بعد خمسة أيام من المعاملة (Coosemans ٢٠٠٥).

٥- الزيوت الأساسية:

وجد بعد تقييم تأثير الزيوت الأساسية لسبعة وعشرين نوعًا من النباتات العطرية ونباتات التوابل على نيماتودا تعقد الجذور أن إثنى عشر منها شلّت حركة أكثر من ٨٠٪ من يرقات النيماتودا *Meloidogyne javanica* عند استعمالها بتركيز ١٠٠٠ ميكروليتر/لتر. كذلك ثبطت معظم هذه الزيوت فقس البيض عند نفس التركيز. وكانت أكثر الزيوت الأساسية تأثيرًا على النيماتودا هي المستخلصة من كل من:

Carum carvi
Foeniculum vulgare
Mentha rotundifolia
Mentha spicata
Origanum vulgare
Origanum syriacum
Coridothymus capitatus

فعندما خُلِطت تلك الزيوت — مع التربة الرملية في الأصص — بتركيز ١٠٠ أو ٢٠٠ مجم/كجم أدت إلى خفض تثألل الجذور في بادرات الخيار.

وقد اختبر تأثير المكونات الرئيسية لتلك الزيوت على النيماتودا، ووجد أن كلا من الـ carvacrol، و t-anethole، و carvone-(+) شلّت حركة يرقات النيماتودا ومنعت فقس بيضها في البيئات الصناعية عند تركيز يزيد عن ١٢٥ ميكروليتر/لتر. كذلك أدى خلط معظم تلك المكونات بالتربة الرملية بتركيز ٧٥ أو ١٥٠ مجم/كجم إلى خفض تثألل الجذور في الخيار (Oka وآخرون ٢٠٠٠).

المستخلصات الحيوانية من البروتينات الشيتينية

يحصل على البروتينات الشيتينية Chitin Protein من الهيكل الخارجى Exoskeleton الصلب لسرطان البحر (السلطعون)، وجراد البحر (الإربيان)، والجمبرى. ومن تحضيراته التجارية الكلاندوسان ClandoSan، والـ Chitosan. ويحضر مركب الكلاندوسان من تلك المواد مخلوطة بكل من اليوريا، ومنظم عضوى.

تستخدم البروتينات الشيتينية فى مكافحة جميع أنواع النيماتودا. ويتعين خلط التحضير التجارى (مثل الكلاندوسان) بالتربة إلى عمق ١٥–٢٠ سم قبل الزراعة بنحو ١٥–٣٠ يومًا. كما يمكن إضافته بعد الزراعة، ثم الرى. وتجدر الإشارة إلى أن الكلاندوسان يحتوى — كذلك — على ١٠,٤٪ نيتروجينًا فى صورة يوريا، و ٢,٣٪ فوسفورًا، ١,٣٪ بوتاسيوم (A. H. Hummert Seed Co. ١٩٨٩).

وقد أوضحت دراسات Evans (١٩٩٣) أن إضافة الشيتين إلى حقول بطاطس بها بيض النيماتودا *Globodera pallida* قضى على النيماتودا، مع زيادة محصول الدرنات إلى ٢–٣ أمثال نباتات المقارنة غير المعاملة.

كما أفادت معاملة التربة بالشيتين chitin فى مكافحة النيماتودا *M. hapla* فى الخس (Chen وآخرون ١٩٩٩).

المقاومة المستحثة كيميائيًا

أدى رش نباتات الطماطم أو سقى التربة بمحلول (للمركب DL-β-amino-n-butyric acid) (اختصارًا: BABA) إلى خفض إصابة النباتات بنيماتودا تعقد الجذور. وذلك كما ظهر من قلة تكوين العقد الجذرية وقلة أعداد بيض النيماتودا فيها، مقارنة بما حدث فى نباتات الكنترول التى لم تعامل بالمركب (Oka وآخرون ١٩٩٩).

المكافحة بالمبيدات

تستعمل المبيدات النيماتودية إما على صورة أبخرة Fumigants تنطلق فى التربة، وتذوب فى الماء الأرضى، ثم تخترق أجسام النيماتودا، وإما على صورة مواد غير

متبخرة nonfumigants تذوب فى الماء الأرضى مباشرة. والبعض منها يمتصه النبات إما عن طريق التربة، وإما بعد رش النموات الخضرية، ويتوزع جهازيًا فى النبات؛ حيث يؤثر على النيماتودا التى تتغذى على الجذور.

ومن بين أهم المبيدات النيماتودية المستخدمة، ما يلى:

١- نيماكور Nemacur (يحتوى على fenamiphos)، وفايدت (يحتوى على oxamyl)، وموكاب (يحتوى على ethoprop) .. وجميعها يعامل بها عند الزراعة أو بعد ذلك بقليل.

٢- مبخرات التربة، مثل تيلون Telone C-17، و Telone C-35 (يحتوى كلاهما على 1,3-dichloropropene + chloropicrin)، و Telone II (يحتوى على 1,3-dichloropropene)، وفابام Vapam (يحتوى على metam-sodium)، وميثيل أيوديد methyl iodide، وكلوروبكرن.

وقد أعطى تبخير التربة بالميثيل أيوديد نتائج مماثلة لتلك التى حُصل عليها بالتبخير ببروميد الميثيل، وذلك فيما يتعلق بمكافحة نيماتودا تعقد الجذور (Hutchinson وآخرون ١٩٩٩).

ويعطى جدول (١٢-٢) قائمة بأهم المبيدات النيماتودية.

ويعد النيماكور Nemacur من أكثر المبيدات أمانا فى الاستخدام أثناء النمو النباتى. ويمكن استعماله كمحلول مخفف يضاف إلى التربة؛ إما إلى جانب النباتات soil drench، وإما من خلال شبكة الرى بالتنقيط.

جدول (١٢-٢): أهم المبيدات النيماتودية (عن Valdez ١٩٧٩، و Sasser وآخرين ١٩٨٢).

المبيد	بعض تحضيراته التجارية	الاسم الكيميائي	الصورة التي يوجد عليها	الآفات الأخرى التي يبيدها
أولاً: المبخرات Fumigants				
١- مخلوط د. د. DD Mixture	DD، وفورلكس Vorlex	1,3-dichloropropene & 1,2-dichloropropane	سائل	الحشـــرات، والفطريـــات، والحشائش
٢- دى بى سى بى DBCP		1,2-dibromo-3-chloropropane	سائل أو مبرغل (محبب)	—
٣- إى دى بى EDB	Solibrom، و Terr-O-Cide	ethylene dibromide	سائل	—
٤- ناثام Natham		sodium methyl-dithio-carbamate	سائل	الحشـــرات، والفطريـــات، وبذور الحشائش
٥- بروميد الميثايل MBr	Brom-O-Gas	methyl bromide	غاز	—
ثانياً: المبيدات الجهازية				
١- ألديكارب Aldicarb	التمك Temik	2-methyl-2-(methylthio)propionaldehyde- o-(methylcarmoyl oxime)	مبرغل (محبب)	الحشرات
٢- كاربوفيوران Carbofuran	فيورادان Furadan	2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuramyl methylcarbamate	مبرغل	الحشرات
٣- ايثوبروب Ethoprop	موكاب Mocap	o-ethyl S,S-dipropyl phosphorodithioate	مبرغل أو سائل	الحشرات
٤- ترايازوفس Triazophos		1-phenyl-3-(0,0-diethyl-thinophosphoryl)1,2,4-triazole	سائل أو مبرغل	
٥- فنسلفوثيون Fensulfothion	تِرّاكيور Terracur P ودازانت Dasanit	0,0-diethyl 0-(p-methyl-sulfinyl)phenyl) phosphorothioate	مبرغل	—
٩- أوكساميل Oxamyl	فايدت Vydate	methyl-N,N-dimethyl N-(methyl-carbamyl) oxy)-1-thioxamidate	مبرغل أو سائل	الحشرات
٧- فيناميفوس Fenamiphos	نيماكيور	ethyl 4-(methylthio)-m-tolylisopropyl-phosphoramidate	مبرغل أو سائل	—
٨- تربوفوس Terbufos	كونتر Counter	S-[[(1,1-dimethylethyl) thio] methyl] 0,0-diethyl phosphorodithioate	مبرغل	الحشرات
٩- ميتام-صوديوم Metam-Sodium	فابام Vapam	sodium-N-methyldithiocarbamate	سائل	الحشـــرات، والفطريـــات، والحشائش

ويمكن إيجاز طرق المعاملة بالمبيدات النيماتودية كما يلى:

١- تبخير التربة وهى فى حالة مستحرثة (أى وهى تحتوى على نحو ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية) مع تغطيتها جيدًا بالبلاستيك طوال فترة التعقيم، ثم تركها لتهوى لمدة لا تقل عن يومين قبل زراعتها، ويفضل ألا تقل مدة التهوية عن أسبوع.

٢- خلط المبيدات المبرغلة بالطبقة السطحية من التربة حتى عمق ١٠ سم، ثم رى التربة، ويفضل تغطيتها بالبلاستيك كما سبق فى حالة المبيدات السائلة التى تستخدم فى تبخير التربة.

٣- قصر المعاملة - أيًا كان المبيد - على خطوط الزراعة - بعرض متر واحد - إن كانت المسافة بين خطوط الزراعة كبيرة؛ بشرط ألا تزيد المساحة المعاملة على ٣/١ - ٢/١ الحقل.

٤- قصر المعاملة على البقع التى تكون مصابة بوضوح بالنيماتودا ضمن حقول سليمة.

٥- إضافة المبيدات المحببة - مثل الأسمدة - إلى جانب النباتات، ثم التغطية عليها والرى.

٦- إضافة المبيدات عند زراعة البذور كما تضاف الأسمدة؛ حيث تكون على عمق يزيد بمقدار ٥ سم من العمق الذى تزرع فيه البذور، وإلى الجانب بنحو ٥ سم أخرى.

٧- إضافة المبيدات مع مياه الرى بالتنقيط (عن Johnson ١٩٨٥).

وتكافح النيماتودا فى المشاتل عندما تكون موبوءة بمعاملتها بالنيماكور ١٠٪ محبباً، أو التوريدان ١٠٪ محبباً، أو التميك ١٠٪ محبباً، أو الفايدات ١٠٪ محبباً بمعدل ٤٠ كجم للفدان نثرًا على سطح التربة، ثم تقلب، وتزرع البذرة، ويروى المشتل.

وأفضل المبيدات هو بروميد الميثايل - المصرح باستعماله فى الدول النامية حتى عام ٢٠١٥ - والذى يستخدم بمعدل حوالى ٧٠ جم لكل متر مربع من المشتل. وهو يقضى تمامًا على النيماتودا بجميع أنواعها، والحشرات الأرضية، والبكتيريا، والفطريات، ومعظم بذور الحشائش.

ويمكن بعد الشتل رش النباتات بالفايدات السائل ٢٤٪ بمعدل لترين للفدان. ويكرر الرش كل ٣ أسابيع مع الرى بعد الرش مباشرة. وتزداد الكمية المستعملة إلى ٣ لترات للفدان فى حالة عدم معاملة النباتات فى المشتل.

كما يفيد غمس الأجزاء النباتية المستخدمة فى التكاثر فى المبيدات النيماتودية.

ممارسات مكافحة النيماتودا فى محاصيل الخضر

تتبع فى مكافحة النيماتودا - وخاصة نيماتودا تعقد الجذور - فى محاصيل الخضر الأساليب التالية:

١- الزراعة فى الأراضى البكر، حيث تكون — غالبًا خالية من النيماتودا الضارة بالنبات.

٢- عدم استعمال الشتلات المصابة فى الزراعة.

٣- رش المشاتل والنباتات الصغيرة بالفايدات بتركيز ٠,٦٪، حيث تحميها هذه المعاملة من الإصابات المبكرة، والتى تكون شديدة التأثير على النمو والمحصول.

٤- اتباع دورة زراعية مناسبة تدخل فيها زراعة المحاصيل التى لا تصاب بنيماتودا تعقد الجذور، مثل: الذرة، والقمح، والشعير، والأرز.

وتفيد الدورة الزراعية — خاصة — مع النيماتودا المتحوصلة، لأن مدى عوائلها قليل نسبيًا، ويقل تعدادها بمقدار ٥٠٪ سنويًا فى غياب العائل، حيث يفقس من ٤٠-٦٠٪ من البيض سنويًا، ثم تموت اليرقات.

٥- تعقيم المشاتل والحقل الدائم بالإشعاع الشمسى (التشميس) solarization (Javed وآخرون ١٩٩٤).

٦- عدم نقل تربة مصابة إلى الحقل كما يحدث عند نقل تربة ثقيلة إلى الأراضى الرملية المستصلحة حديثًا. كذلك تنتقل النيماتودا إلى الحقل مع الأسمدة العضوية غير المتحللة جيدًا.

٧- ينتقل البيض بسهولة على الآلات الزراعية الملوثة به، ومع التربة، وماء

الرى، لذا .. يجب اتخاذ الاحتياطات التى تمنع انتقال النيماتودا بأى من هذه الطرق؛ فتغسل الآلات الزراعية جيدًا، ويوقف نقل التربة من الحقول الملوثة، ويتجنب تحرك الماء السطحى خارج الحقول الملوثة نظرًا لأن الحوصلات الجافة تطفو على سطحه.

٨- عدم تغذية الماشية على النباتات المصابة؛ لأن الحوصلات يمكن أن تمر من القناة الهضمية للحيوان دون أن تتأثر حيوية البيض فيها.

٩- حرث بقايا النباتات المصابة عميقًا فى التربة.

١٠- يمكن التخلص من النيماتودا، وكافة مسببات الأمراض، والحشرات التى قد تتواجد فى الأسمدة العضوية بتكويم السماد المراد استعماله، وترطيبه. وتبخيره ببروميد الميثايل. كما أن سماد الدواجن المجفف فى الأفران (سماد الكتكوت المطبوخ) يعد معقمًا كذلك.

١١- تعقيم المشاتل ببروميد الميثايل، ومعاملة تربة الحقل قبل الزراعة بمبيد التيلون ٢ Telone II، وهو 1,3-dichloropene. تكون المعاملة الحقلية أكثر فاعلية فى الأراضى الخشنة القوام، وفى الجو المعتدل والدافئ الذى تتراوح حرارته من ١٠-٢٢ °م. ويفضل أن تكون التربة رطبة نوعًا ما (بها حوالى ٤٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية) عند المعاملة.

١٢- تعقيم التربة فى الزراعات المحمية بالبخار. أو بأحد المبيدات النيماتودية، مثل: الينماكور، أو التمك، أو الثيوريدان بمعدل ٣ كجم من المبيد لكل بيت بلاستيكى تبلغ مساحته ٥٠٠ متر مربع. يقلب المبيد فى التربة بالحرث. ثم تروى الأرض وتزرع مباشرة، كما تجب معاملة مخاليط الزراعة المستخدمة فى المشاتل. وللتى يكون أساسها التربة - بأى من المبيدات السابقة بمعدل ٠,٥ جرام لكل كيلوجرام واحد من المخلوط عند إعداده.

١٣- رى النباتات النامية المصابة بالنيماكور Nemacur، إما يدويًا لكل نبات على حدة عند قاعدة الساق، وإما مع ماء الرى بالتنقيط وهى الطريقة المفضلة.

١٤- زراعة الأصناف المقاومة عند توفرها:

تتوفر المقاومة للسلالة رقم ٢ من نوع نيماتودا تعقد الجذور *M. arenaria* فى أصناف خيار التخليل لوسيا Lucia (NC46)، ومانتيو Manteo (NC44)، وشلبى Shelby (NC45)، وجميعها أصناف مفتوحة التلقيح ذات مواصفات جيدة للتخليل، وحُصِلَ عليها من سلالة 1 *hardwickii* North Carolina (NCHl)، ويعد شلبى أعلاها محصولاً (Walters وآخرون ١٩٩٦، و Walters & Wehner ١٩٩٧).

وتتوفر سلالات من *Cucurbita moschata*، و *Cucurbita maxima* قليلة الإصابة نسبيًا بنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، ويمكن استعمالها كأصول للقاوون (Cho وآخرون ١٩٩٧).

ولكن لا تتوفر المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور — أو لأى من الآفات النيماتودية الأخرى — فى أى مصادر أخرى — منزرعة أو برية — من جميع القرعيات الرئيسية.

هذا .. بينما تتوفر عشرات الأصناف المقاومة من الطماطم لنيماتودا تعقد الجذور، وكذلك عديد من أصناف البطاطا والفلفل والباذنجان والفاصوليا.

١٥- التطعيم على أصول مقاومة فى الزراعات المحمية.

١٦- زراعة المحاصيل التى لا تُصاب بنيماتودا تعقد الجذور — كالقمح — أو الأصناف المحصولية المقاومة قبل زراعة الأصناف القابلة للإصابة.

وقد أفادت زراعة محصول من الطماطم المقاومة لنيماتودا تعقد الجذور فى أرض ملوثة بالنيماتودا قبل زراعة الخيار إلى تقليل شدة الإصابة بالنيماتودا فى الخيار (Hanna وآخرون ١٩٩٤أ و ١٩٩٤ب).

١٧- أفاد التسميد العضوى للباذنجان — ببعض أنواع الأسمدة الحيوانية — فى مكافحة النيماتودا الكلوية والحد من تكاثرها على الباذنجان وكانت أكثر الأسمدة العضوية الحيوانية فاعلية سماد الحمام، وتلاه سماد السمان، فسماد الدواجن، فسماد الأرانب، بينما كان سماد الإبل أقلها فاعلية (Ismail & Youssef ١٩٩٧).

١٨- يبدى الباحثون اهتمامًا متزايدًا بشأن تأثير مختلف ألوان الأغطية

البلاستيكية للتربة على النمو النباتى والمحصول؛ بسبب تباين تلك الأغطية فى أطول الموجات الضوئية التى تنعكس منها (يراجع لذلك حسن ١٩٩٨). وقد ظهر — كذلك — أن هذه الألوان تتباين من حيث تأثيرها على نيماتودا تعقد الجذور؛ حيث وَجَدَ Fortnum وآخرون (١٩٩٥) تأثيرًا معنويًا للتفاعل بين موسم الزراعة.(الربيع والخريف)، ولون الغطاء البلاستيكى (الأبيض، والأحمر، والأسود)، والعدد المبدئى لبيض النيماتودا (صفر، و ١٠٠٠٠، و ٥٠٠٠٠، ١٠٠٠٠٠، و ٢٠٠٠٠٠ بيضة/نبات) فى التأثير على شدة تعقد جذور الطماطم. وقد كانت التربة تحت البلاستيك الأسود والأحمر أدفأ منها تحت البلاستيك الأبيض.

١٩- المكافحة الحيوية:

اختبر Ali (١٩٩٦) تأثير خمسة أنواع بكتيرية (هى *Arthrobacterium* sp.، و *Corynebacteriium* spp.، و *Serratia* spp.، و *Streptomyces* spp.) على نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica*، ووجد أن معاملة نباتات الطماطم بالبكتيريا قبل أسبوع من عدواها بالنيماتودا قلل الإصابة بالنيماتودا بنسب تراوحت بين ٤٦٪، و ٩٦٪، مقارنة بمعاملة الشاهد. وقد استمر تأثير البكتيريا على النيماتودا فى التربة لمدة ١٥ شهرًا.

وقد سبقت الإشارة إلى فاعلية فطر الميكوريزا *Glomus mosseae* فى تقليل إصابة الطماطم بنيماتودا تعقد الجذور، وقد وجد Al-Raddad (١٩٩٥) أن وجود هذا الفطر مع الفطر *Paecilomyces lilacinus* (الذى يستخدم كذلك فى المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور) منع إصابة جذور الطماطم بالنيماتودا كلية.

كذلك أفادت المعاملة بالفطر *Verticillium lecanii* فى خفض أعداد بيض النيماتودا *M. incognita* فى التربة. ويبدو أن الفطر يُحدث تأثيره من خلال إفرازه لمادة ضارة بالنيماتودا، وهى مادة لا يتغير تركيبها بالحرارة العالية، حيث أحدثت المعاملة بمزارع الفطر الميتة — التى وضعت فى الأوتوكليف — تأثيرًا مماثلاً لمزارع الفطر الحية (Meyer ١٩٩٩).

وتساوت المكافحة الحيوية لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* باستعمال الفطر المتطفل عليها *Paecilomyces lilacinus* مع المكافحة باستعمال المبيد فيناميفوس

fenamiphos، حيث أدى اتباع أى من الطريقتين إلى زيادة محصول الباذنجان (Noe & Sasser ١٩٩٥).

ومن الفطريات الأخرى التى أعطت نتائج إيجابية فى خفض أعداد النيماتودا وزيادة محصول الباذنجان كلا من *Arthrobotrys oligospora*، و *A. superba*، وإن كانت المعاملة بأى منهما لم تؤد إلى خفض دليل التثأل gall index (شدة الأعراض) مقارنة بالمعاملة بالفيناميفوس (Colombo وآخرون ١٩٩٥).

وقد حصل Rao وآخرون (١٩٩٧) على مكافحة جيدة لنيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* بغمس شتلات الباذنجان فى مستخلص مائى لنبات النيم (٥٪ أو ١٠٪) يحتوى على جراثيم الفطر *P. lilacinus*.

٢٠- استعمال المستخلصات النباتية:

أدى استعمال أوراق النيم (*Azadirachta indica*) مع جرعات منخفضة من المبيدات إلى خفض أعداد النيماتودا وتحسين نمو الباذنجان، وزيادة المحصول (Prsad وآخرون ١٩٩٤).

كما أدى غمس جذور البادرات فى بعض المبيدات أو فى مستخلصات لنباتات النيم (*A. indica*)، أو الكانيار Kanair (= *Nerium oleander*) إلى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. javanica* وتحفيز النمو النباتى، وكانت أفضل المعاملات هى الغمس فى محلول المبيد ميثاميدوفوس Methamidophos، وأعقبها الغمس فى محلول المبيد مونوكروتوفس monocrotophs، ومستخلصات النيم والكانيار (Aziz وآخرون ١٩٩٥)، وإلى جانب مكافحة نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita*، أفادت المعاملة بأى من الـ neem cake، والـ castor cake (وهو الخروع *Ricinus communis*)، والمبيد كاربوفيوران carbofuran .. أفادت كذلك فى مكافحة النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* (Kumar & Vadivelu ١٩٩٦).

كذلك أفاد استعمال مستخلص مائى من نبات القطيفة (*Tagetes* spp.)، أو أوراقه المفرومة فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور فى الباذنجان وخفض أعداد النيماتودا فى التربة، وتحفيز النمو النباتى (Walia & Cupta ١٩٩٧).

وأدت معاملة التربة بالإضافات العضوية مثل عجينة خروع الزيت *Ricinus communis* (بمعدل ٢٥ مجم/كجم من التربة) مع عجينة أوراق النيم *Azadirachata indica* (بنفس المعدل) (Mukhtar وآخرون ١٩٩٤).

٢١- المكافحة بالمبيدات:

تستعمل المبيدات فى مكافحة نيماتودا تعقد الجذور بإحدى الوسائل التالية:

أ- قبل الزراعة باستعمال الكلوروبكرن، أو الفابام (ميتام صوديوم)، أو الموكارب Mocarp، أو التيلون Telone (داى كلوروبروبين Dichloropropene).

ب- قبل الزراعة أو عندها باستعمال الفايدات Vydate (أوكساميل Oxamyl).

جـ- بعد الزراعة باستعمال الفايدات رشًا بتركيز ٣-٥ مل من المبيد/لتر ماء.

وقد أمكن مقاومة نيماتودا تعقد الجذور فى الكوسة بإضافة المبيد فيناميفوس Fenamiphos مع مياه الرى بالتنقيط بمعدل ١,٤١ لتر مادة فعالة للفدان. أدت هذه المعاملة إلى خفض أعداد يرقات الانسلاخ الثانى، وتقليل شدة أعراض الإصابة (Johnson & Young ١٩٩٤).