

الفصل التاسع

أمراض الطماطم النيماتودية Tomato Nematode Diseases

نيماتودا ديدان صغيرة ميكروسكوبية لا ترى بالعين المجردة تتبع الملكة الحيوانية. ذات شكل اسطواني أملس غير مقسم إلى حلقات Segments تشبه ثعبان الماء Eel-like. يتراوح طولها من ٠,٥ - ٥ مم وقطرها من ٢٠ - ١٠٠ ميكرون. تنتشر في التربة. وتوجد أيضا في المياه العذبة والمالحة وتهاجم مدى واسعا من النباتات منها عديد من المتاصيل البستانية، وهي أكثر انتشارا على النباتات فى المناطق الحارة والمعتدلة وتضر بالإنتاج الزراعى ضرا كبيرا حى يوجد منها أكثر من ٥٠٠ نوع متطفل على النباتات.

دودة النيماتودية بها جهاز عضلى وأعضاء خاصة بالتغذية وجهاز هضمى وجهاز عصبى وأيضا جهاز تناسلى وجناز إخراج. الإناث عادة أكبر من الذكور فى الحجم. الطور الكامل للنيماتودا متحرك وبالتالي يمكن أن تبقى بعيدة عن لعائل لبعض الوقت، لكن هذه الحركة محدودة نسبيا.

تتميز الديدان النيماتودية الممرضة للنبات بوجود عضو خاص اسطوانى الشكل أجوف يسمى الرمح Spear or Stylet وهو عضو خاص بالتغذية، حيث تقوم النيماتودا بإدخاله فى أنسجة النبات العائل ثم تنرز لعابها الذى يمر فى لرمح حتى يصل إلى أنسجة العائل ويهضم المواد الغذائية بها هضما جزئيا ثم تقوم بامتصاص تلك المواد الغذائية المصومة مرة أخرى عن طريق الرمح. يختلف الرمح من حيث الشكل والحجم باختلاف أنواع النيماتودا لذلك يدخل ودره وشكله كعامل أساسى فى عملية تقسيم الديدان النيماتودية الممرضة للنبات.

توجد النيماتودا المسببة للأمراض النباتية أساسا فى التربة حيث تهاجم جذور النباتات. لكن يوجد أيضا أنواع من النيماتودا المتطفلة على المجموع الخضرى. وتختلف الديدان النيماتودية فى طريقة تطفلها على النبات. مما ما يتطفل خارجيا على الجذور أو السوق أو الأوراق وتتغذى على خلايا البشرة أو القشرة وتسمى فى هذه الحالة Sedentary ectoparasites مثل جنس *Tylenchulus* ومنها ما يتطفل داخليا ويعيش داخل أنسجة النبات وسمى Sedentary endoparasites مثل جنس *Meloidogyne* ويوجد أيضا ديدان نيماتودية تتطفل بعض أطوارها خارجيا وباقى الأطوار الأخرى داخليا وتسمى Migratory endoparasites مثل جنس *Pratylenchus* أو Migratory ectoparasites مثل نيماتودا *Paratrichodorus minor*.

أعراض الإصابة بالديدان النيماتودية

أعراض الضرر النيماتودى النموذجى يشمل الأعراض فوق سطح التربة حيث يوجد المجموع الخضرى وأيضا أعراض تحت سطح التربة حيث يوجد المجموع الجذرى للنبات المصاب. أعراض المجموع الخضرى تشمل: تقزم، عدم النمو المزدهر، الذبول قبل ميعاد النضج حتى لو توفرت الرطوبة فى التربة. اصفرار الأوراق، وأعراض حرى مشابهة لأعراض نقص الماء أو نقص العناصر الغذائية. أما الأعراض على المجموع الجذرى فتختلف باختلاف



نوع النيماتودا. حيث توجد العقد النيماتودية Galls- مناطق انتفاخات على الجذور- تكوين جذور جانبية كثرة- قصر وتجعد الجذور- أيضا تفكيك الخلايا في الأنسجة الجذرية وتحللها.

بدأ ظهور أعراض الإصابة بالنيماتودا له علاقة بكثافة تجمعات هذه الآفة وقابلية المحصول للإصابة والظروف الجوية والبيئية السائدة حول النبات. عند وجود إصابة شديدة بالنيماتودا تفشل البادرات أو الشتلات في النمو وتبقى في حالة تقزم شديد أو موت مسببة وجود رقعات واضحة من نباتات ضعيفة النمو أو رقعات خالية من ألب النباتات الصغيرة منتشرة في أماكن مختلفة من الحقل. أما إذا كانت الإصابة أقل شدة فإن أعراض الإصابة تـأخر في الظهور في أول الموسم إلى أن تتم النيماتودا عدة دورات تكاثرية على المحصول وبالتالي يتأخر ظهور الأعراض فوق سطح التربة إلى آخر الموسم.

نتيجة الإصابة بالديدان النيماتودية تحدث تغيرات عديدة في داخل النبات منها:

١ - زيادة حجم الخلايا المصابة مثلما يحدث في العقد النيماتودية galls على جذور الطماطم والمسببة عن نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne incognita*. توجد آراء بأن زيادة حجم الخلايا وتكوين العقد يعود إلى زيادة معدل إنتاج الإيثيلين في النبات.

٢ - قد تكون هذه العقد نتيجة زيادة الخلايا في العدد نظرا لسرعة انقسام الخلايا انقسامًا غير مباشر في خلايا منطقة البريسكيل الناتج عن الإفرازات اللعابية للنيماتودا مما يؤدي إلى تكوين جذور جانبية كثيرة في منق الانتفاخات على الجذور كما يحدث عند الإصابة بنيماتودا *Meloidogyne hapla*.

٣ - إيقاف الانقسام العادي لخلايا قمم جذور النباتات نتيجة تغذية الديدان النيماتودية ووجود اللعاب على قمم هذه الجذور من الخارج. وتصبح الجذور قصيرة ومجعدة وتتوقف خلايا القمم النامية المرستيمية عن الانقسام تما يحدث عند الإصابة بنيماتودا *Paratrichodorus minor*.

٤ - بعض أنواع النيماتودا يحتوي لعابها على إنزيم Pectinase الذى يذيب الصفيحة الوسطى Middle lamella الموجودة بين الخلايا مما يؤدي إلى تفكيك هذه الخلايا عن بعضها. وهذا يحدث عند الإصابة بديدان النيماتودية *Ditylenchus dipsaci*.

٥ - جميع الديدان النيماتودية التي تصيب النباتات يمكنها إذابة الجدر الخلوية. ليس فقط في مكان تغذيتها ، لكن أيضا في خلايا بعيدة نسبيا. هذا التأثير يختلف في درجة حدوته باختلاف الأنواع المسببة له.

دورة حياة وبيولوجيا الديدان النيماتودية

معظم أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات لها دورة حياة بسيطة تشمل ٦ أطوار Stages 6. أول هذه الأطوار البيضة Egg stage ثم ٤ أطوار يرقية Juvenile stages 4. هذه الأطوار اليرقية يرمز لها بالحروف J1 وJ2 وJ3 وJ4. وأخيرا الطور البالغ Adult stage سواء ذكر أو أنثى (Fig 1) Male or Female.

الطور اليرقى الأول J1 يوجد في داخل البيضة ثم يتم الانسلاخ الأول أيضا في داخل البيضة ويخرج منها الطور اليرقى الثانى J2 ليبحث عن ويصيب جذور النبات العائل وأحيانا يصيب أجزاء المجموع الخضرى للنبات. حركته يرقية النيماتودا فى التربة لإيجاد العائل تتم فى وسط فيلم مائى يحيط بحبيبات التربة وسطح الجذر. وحسب نوع



النيماتودا فإن التغذية تتم على طول سطح الجذر لكن فى بعض الأنواع مثل نيماتودا تعقد الجذور تقوم اليرقات فى الأعمار الصغيرة بمهاجمة أنسجة الجذر مكونة جانب تغذية دائم فى داخل هذه الأنسجة.

نسلخ الطور اليرقى الثانى ٣ انسلاخات أخرى مكونا الطور اليرقى الثالث J3 والطور اليرقى الرابع J4 حتى يصل إلى الطور البالغ حيث يتحدد جنس النيماتودا سواء ذكرا أو أنثى. وفى معظم أنواع النيماتودا تضع الأنثى من ١٠٠ - ١٠٠٠ بيضة لكن فى أنواع أخرى مثل نيماتودا تعقد الجذور يمكن أن تضع الأنثى عدة مئات من البيض وتتوفر الظروف المناسبة للآفة يفقس البيض ويخرج منه الطور اليرقى الثانى ليعيد دورة الحياة. هذه الدورة تستغرق من ٤ - ٨ أسابيع حسب درجة الحرارة وتسرع هذه الدورة فى درجة الحرارة المثلى لنمو النيماتودا والتي تتراوح ما بين ١٠ - ٢٧°م (٧٠ - ٨٠°ف).

د - الديدان النيماتودية فى انتشار الأمراض النباتية

توجد علاقة بين الإصابة بالنيماتودا وإصابة النبات بالكائنات المرضية الثانوية نتيجة فتح ممرات دخول لعدد كبير من كائنات التربة الممرضة بعد اختراقها للطبقات الخارجية الواقية من الجذر. وقد يكون ضرر الكائنات الثانوية أسد وأكثر أهمية من ضرر النيماتودا. ودور الديدان النيماتودية فى انتشار مرض الذبول الفيوزاريومى فى الطماطم ووطن واضح، حيث تسهل دخول الفطر إلى أنسجة العائل. أيضا توجد حالة من التعاون فى إحداث المرض بين النيماتودا والسبب المرضى ويحدث ذلك عند إصابة بعض أصناف الطماطم والقطن المقاومة لفطريات الذبول بالنيماتودا الثانوية. أما نيماتودا تقرح الجذور فتسهل كسر مقاومة الطماطم لفطرى الفيوزاريوم والفيروتسيليوم. وفى بعض الأحيان تهم النيماتودا بحمل المسبب المرضى وحقنه داخل النبات.

وقد يحدث العكس حيث تضاد الكائنات الثانوية فى التربة وجود النيماتودا سواء فى داخل النبات مما يؤدى إلى تركها للنبات أم موتها ودخولها فى حالة سكون، أم فى التربة حيث يوجد بعض أنواع من الحشرات والبكتيريا وتطمر تقوم بمهاجمة هذه الآفة والقضاء عليها.

مقاومة النيماتودا

- ١ - فى حالة الأرض الموبوءة بالنيماتودا يفضل تركها خالية من الزراعة لموسم زراعى (٤ - ٦ شهور) أثناء الجوع مع الحرث عدة مرات.
- ٢ - تشميس التربة لمدة ٤ - ٨ أسابيع فى حقول الإنتاج بعد انتهاء الموسم أثناء الصيف مع غمر الأرض بالماء.
- ٣ - لعمل الدورة الزراعية المناسبة يجب معرفة أنواع النيماتودا السائدة فى الحقل وتوزيعها وتقدير تجمعات نيماتودا فى التربة وعدم زراعة محاصيل قابلة للإصابة بهذه النيماتودا فى الدورة لكى لا تستطيع النيماتودا النمو والتكاثر.
- ٤ - تجنب نقل تربة ملوثة بالنيماتودا من الحقول المصابة إلى الحقول السليمة مع تطهير جميع الأدوات المستعملة على الأراضى المصابة قبل استعمالها فى الأراضى السليمة.
- ٥ - إضافة المحسنات للتربة لزيادة مقدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية.
- ٦ - توجد أصناف مقاومة لبعض أنواع النيماتودا يمكن زراعتها فى الحقول الملوثة بهذه الأنواع.



٧ - زراعة شتلات خالية من الإصابة بالديدان النيماطودية.

٨ - إذا وجدت نيماطودا في حقل الإنتاج يجب استعمال المقاومة الكيماوية قبل الزراعة. ومن المركبات الكيماوية التي كانت تستعمل في مقاومة النيماطودا وألغيت نظرا لسميتها الشديدة مركب Methyl bromide وهو من المبيدات النيماطودية المدخنة Fumigant nematocides وأيضا مركبات Nematicur وهو من المبيدات الغير مدخنة Nematicides. وتستخدم الآن مبيدات نيماطودية مدخنة منها Telone (1.3 - dichloropropene) ومبيدات نيماطودية غير مدخنة مثل Vydate (oxamyl).

تصنيف النيماطودا الممرضة للطماطم

تتبع قبيلة النيماطودا Phylum: Nematoda المملكة الحيوانية Kingdom: Animalia ويتبع هذه القبيلة صنفين Two classes.

الأول Class: Secernentea

ويتبعه رتبة تيلينكيديا Order: Tylenchida.

يتبع هذه الرتبة معظم النيماطودا المتطفلة على النباتات ومنها النيماطودا المتطفلة على نباتات الطماطم مثل: نيماطودا تعقد الجذور Root-knot nematode - النيماطودا الكلوية Reniform nematode - النيماطودا اللاسنة Sting nematode - نيماطودا التقرح Lesion nematode.

الثاني Class: Adenophorea

ويتبعه رتبة ترايبونكيديا Order: Triponchida.

يتبع هذه الرتبة نيماطودا الجذور السميكة والقصيرة على نباتات الطماطم Stubby - root nematode.

أهم أمراض الطماطم النيماطودية

Tomato nematode diseases

١ - نيماطودا تعقد جذور الطماطم Tomato Root - Knot Nematode

نيماطودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp* من أكثر أجناس النيماطودا تطفلا على المحاصيل الحقلية والبستانيّة مسببة أضرارا اقتصادية مهمة. وتنتشر في جميع أنحاء العالم حيث تتطفل إجباريا على آلاف الأنواع من النباتات العشبية والخشبية. يتبع هذا الجنس ٦٠ نوعا (بعض هذه الأنواع يوجد بها عدة سلالات) تصيب أنواع نباتية عديدة منها محاصيل حقلية وخضر وزينة وفاكهة ونباتات مراعى Pasture وحشائش. ومن محاصيل الخضر التي تصاب بنيماطودا تعقد الجذور: الفاصوليا، الطماطم، البطاطس، الفلفل، الباذنجان، الخيار، الكوسة، الشمام، الجزر، الخس، الكرفس، البطاطا، اللفت، السبانخ، الفراولة. ومن نباتات الزينة: القرنفل، الكريزانتيم، الورد. ومن أشجار الفاكهة يصاب الموز، الأناناس، الخوخ، العنب، التفاح وغيرها.

توجد ٤ أنواع من نيماطودا تعقد الجذور تعتبر آفات هامة على نباتات الطماطم وتؤثر على إنتاج محصول الطماض في جميع أنحاء العالم وهي: *M.hapla - M.incognita - M.arenaria - M.javanica*.



تحتشر كل من *M.javanica* و *M.incognita* في المناطق الحارة والمعتدلة وتوجد *M.arenaria* في المناطق الحارة واطعدلة أيضا لكنها أقل انتشارا. أما نوع *M.hapla* فيوجد في المناطق الباردة. إذا تمكنت نيماتودا تعقد الجذور من الجذور العميقة للمحاصيل الحولية فمن الصعب مقاومتها ويمكن أن يحدث فقد كبير في محاصيل الخضر النامية في الأجواء الدافئة نتيجة للإصابة بهذه الآفة. تنتشر هذه النيماتودا باستعمال أو نقل تربة ملوثة أو شتل بادرات مصابة. وعن طريق ماء الري الملوث وسريانه من لحقل الملوث إلى الحقل السليم وأيضا من الآلات والأدوات المستعملة في العمليات الزراعية ومن أحذية العاملين في مجال الزراعة.

المسبب المرضي The causal organism

عمر نيماتودا تعقد الجذور بستة أطوار هي: البيضة- ٤ أطوار يرقية- الطور البالغ سواء ذكر أو أنثى. يرقات نيماتودا تعقد الجذور دودية الشكل طولها حوالي ١/٢ مم بعد الفقس. لا ترى بالعين المجردة. تتميز بوجود رمح قوى في مقدمة الجسم وبعد التغذية والانسلخات تتحول في الشكل وتصبح الإناث البالغة كثيرة الشكل مع استطالة نسي (Fig 2) أما الذكور فيبقى شكلها الاسطوانى (Fig 3).

البيض يوضع بواسطة الإناث في داخل الجذر في كتلة إفرازات تشبه الجيلي وهي مادة جيلاتينية تفرز قبل وثناء وضع البيض وتمتد على شكل قناة في الطبقة الخارجية من أنسجة الجذر إلى التربة ثم تحيط بالبيض بعد ذلك لحمايته من فقد الماء. المادة الجيلاتينية في البدء عديمة اللون ثم تتحول إلى مادة صفراء ضربة إلى السمرة ثم إلى صفة برتقالية بنية اللون. ويتكون غلاف البيضة Egg shell من ٣ طبقات: الطبقة الخارجية Vitelline layer والطبقة العظى Chitinous layer ثم الطبقة الداخلية Lipid layer

اصنع التقسيمى للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Animalia

Phylum: Nematoda

Class: Secernentea

Order: Tylenchida

Family: Heteroderidae

Genus: *Meloidogyne*

species: *M. incognita* - *M. javanica* - *M. arenaria* - *M. hapla*

عراض المرض Disease symptoms

يوجد مظهران للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على نباتات الطماطم. أحدهما على المجموع الخضرى للنبات الآخر على المجموع الجذرى. الأعراض على المجموع الخضرى ليست أعراض خاصة. فالنباتات المصابة يظهر عليها غالبا أعراض التقزم والاصفرار والأعراض المشابهة لنقص العناصر الغذائية والماء والنمو الضعيف بالمقارنة للنباتات السليمة المجاورة لها ابتداء من منتصف الموسم المبكر. تذبل النباتات غالبا في الوقت الحار من النهار -ترغم من وجود رطوبة كافية في التربة ويكون الضرر أكثر وضوحا في التربة الرملية الدافئة التي تم ريهها. وإذا كانت



الإصابة شديدة في أول الموسم قد ينتهي ذلك بموت النباتات المصابة. لكن غالباً تنتشر تجمعات النيमतودا في وقت متأخر من الموسم إلى أن تصل النباتات إلى طور النضج فتبدأ في الذبول عند الإزهار ويقل عقد الثمار.

أما أعراض الإصابة على المجموع الجذري فهي مميزة وواضحة وذلك لوجود العقد Galls or Lumps على تمل الجذور. وعند الإصابة الشديدة تتكون عقد كثيرة جداً مما يؤدي إلى تعفن أغلب المجموع الجذري مع بقاء عدد قليل من الجذور الضعيفة والعقد النيमतودية الكبيرة. قد يتراوح قطر هذه العقد من 1-10 ملم. وجود هذه العقد يقلل من مقدرة الجذور على إمداد النبات بالماء والعناصر الغذائية مما يؤدي إلى ضعف نمو النبات (Fig 4).

هذه العقد يمكن أن تتشقق وتفتح وبالتالي تدخل كائنات التربة الأخرى المسببة للأمراض إلى الجذور. أهم هذه الكائنات بكتريا الذبول وفطريات *S.rolfsii* و *Fusarium* و *Pythium* و *Rhizoctonia*. يمكن أن تؤدي هذه الإصابات الثانوية إلى تلون مكثف للأنسجة الداخلية لكل من الجذر والساق وتسرع بموت النبات.

للتأكد من وجود أعراض المرض على الجذور يعمل حفرة حول النبات المشتبه في إصابته ثم ينزع هذا النبات برفق للمحافظة على جذوره ويغسل بالماء الجاري برفق لإزالة التربة العالقة به ويفحص لرؤية العقد والانتفاخات.

العقد النيमतودية انتفاخات حقيقية لا يمكن إزالتها بالفرك أو حك الجذور مثلما يحدث للعقد النيتروجينية Nodules الموجودة على جذور النباتات البقولية.

دورة الحياة Life cycle

تبقى نيमतودا تعقد الجذور من موسم إلى الموسم التالي على هيئة بيض في التربة. يحدث الانسلاخ الأول للطور اليرقي الأول داخل البيضة ثم يخرج منها الطور اليرقي الثاني J2. تتحرك يرقات هذا الطور في الوسط المحيط بجذور النبات العائل ولا يتغذى لكن يستعمل الليبيدات المخزنة في جهازه الهضمي Gut ويهاجم إما نفس العائل أو يتحرك بعيداً لإيجاد عائل جديد، حيث يخترق الجذر عند منطقة الاستطالة ثم يستقر ويعطى إشارات لخلايا العائل البارانشيمية القريبة من رأسه لتصبح عديدة الأنوية وتقوم بتغذيته لمدة 24 ساعة وتعرف هذه الخلايا Giant cells. يلزم تكوين خلايا Giant cells تكوين العقد Galls في الأنسجة المحيطة بها حيث يستقر بها J2 وتحذب له تغيرات مورفولوجية وينسلخ 3 انسلاخات مكونا J3 و J4 وأخيراً الطور البالغ.

تبقى الإناث في داخل الجذر حيث تضع البيض في شكل كتلة تشبه الجيلي هي عبارة عن المادة الجيلاتينية السابق ذكرها. عند فقس البيض تحدث تغيرات في نفاذية غلاف البيضة ناتجة عن عمليات طبيعية وإنزيمية تؤدي على هذه النفاذية وتختلف حسب جنس النيमतودا. في نيमतودا تعقد الجذور يوجد عاملان مؤثران على عملية الفقس هما درجة الحرارة المناسبة والماء المتاح. لا يتم الفقس إلا في وجود الرطوبة ودرجة الحرارة الدافئة (ذكر أن أيدي الأمونيوم يثبط فقس البيض ويقلل من قدرة يرقات *M.incognita* على اختراق جذور النبات).

تختلف طول دورة الحياة تبعاً لدرجة الحرارة. تأخذ من 4-6 أسابيع صيفاً ومن 10-15 أسبوعاً في الشتاء. بعد الفقس تحتاج يرقة J2 إلى فيلم من الماء حول حبيبات التربة لتستطيع الحركة لكن ليس في مقدرة النيमतودا تحمل ظروف التربة المشبعة بالماء أو الغدقة Flooded. ولسوء الحظ فإن الرطوبة المثلى لنمو وانتشار نيमतودا تعقد الجذور هي رطوبة التربة المثلى لنمو نباتات الطماطم.



التكامل المتكامل لنيماتودا تعقد الجذور - knot Nematode Integrated Pest Management of Root

يعد حصاد المحصول السابق وقبل زراعة المحصول الجديد يجب تقدير تجمعات النيماتودا فى التربة وتوزيعها فى الأماكن المختلفة من الحقل وتحديد مدى الضرر المتوقع منها فى السنة التالية. وأيضا معرفة جنس ونوع النيماتودا له أهمية كبيرة عند إدخال الدورة الزراعية فى برنامج المقاومة أو استعمال أصناف مقاومة إذا كانت متاحة. لذلك يتبع الآتى:

٦ - أخذ عينات من الحقل أو المزرعة:

تقسم المزرعة أو الحقل إلى أقسام كل قسم لا يزيد على ١٠ أفدنة. يجمع من كل قسم حوالى ٥٠ عينة من مواقع مختلفة باستعمال أنبوبة أخذ العينات الاسطوانية أو بالجاروف Shovel. تؤخذ العينة عندما تكون رطوبة التربة مناسبة للعمل فى الحقل مع تجنب الجفاف الزائد والرطوبة الشديدة. وبما أن معظم أنواع النيماتودا تتركز فى المنطقة اسذرية للمحصول فإن عمق أخذ العينات يجب أن يكون فى حدود ٥ - ٢٠ سم من التربة. وإذا كان الحقل تم تحطيطه فتأخذ العينات من قمة ومن باطن الخط مرورا بالعرض على باقى الخطوط وليس بطول الخط. توضع هذه العينات فى كيس وتخلط جيدا برفق وعناية. ثم تؤخذ عينات صغيرة من هذا الكيس. وتوضع فى أكياس بلاستيك مع جفاف العينة وضمان سلامتها إلى أن تصل إلى المعمل مباشرة للتحليل. مع مراعاة عدم تعريض العينة للحرارة -إثدة أو التجمد أو الجفاف أو أشعة الشمس المباشرة فترة طويلة قبل تسليمها للاختبار. أما إذا تأخر تسليم العينة سبب ما يمكن تخزينها مؤقتا على درجة ٤,٥ - ١٥,٥ م (٤٠ - ٦٠ ف). يجب أن يسجل على العينة اسم الراسل، سنوان، تاريخ أخذ العينة، تاريخ زراعة المحصول، الصنف المنزرع، موقع حقل الزراعة، وأيضا أية معلومات عن كليات النيماتودية السابق استعمالها وأعراض الإصابة النيماتودية الموجودة على النبات.

٢ - توجد طريقة أخرى لقياس مستوى تجمعات نيماتودا العقد الجذرية على المجموع الجذرى للمحصول القابل للإصابة به. تشمل جمع أعداد كافية من النباتات بعد الحصاد النهائى مباشرة مع مراعاة المحافظة على المجموع الجذرى كاملا عند أخذه من التربة. تؤخذ هذه النباتات من مساحات مختلفة من الحقل لكى تكون المحصلة النهائية مثلة للحقل تقريبا. تفحص هذه الجذور بدقة لرؤية العقد والانتفاخات المسببة عن نيماتودا تعقد الجذور ثم تعد هذه العقد ويقدر حجمها وبالتالى يمكن معرفة مدى تلوث التربة بهذه النيماتودا.

٣ - يوجد اختبار حيوى آخر لمعرفة وجود نيماتودا تعقد الجذور فى التربة. يتم ذلك بأخذ تربة من الحقل المراد معرفة إصابته بالنيماتودا. وتوضع هذه التربة فى قصى وتزرع بها بادرات طماطم من صنف قابل للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على أن تكون هذه البادرات سليمة وخالية من الإصابة. تحضن هذه القصى على درجة حرارة من ٢٨ م (٦٨ - ٨٢,٥ ف) تقريبا لمدة شهر ثم ترفع الجذور بعناية وتفحص لرؤية العقد. إذا وجدت هذه العقد هذا دليل على وجود نيماتودا تعقد الجذور فى الحقل. مع العلم أن قطر هذه العقد لن يتعدى ١/٢ ملم فى هذا الطور من البادرات.

هذا الاختبار الحيوى له مزايا أكبر من طرق الاستخلاص لأن كبر حجم العينات يعطى مؤشرا أكثر تقدما ووضوحا. أيضا فى خلال شهر التجربة يوجد متسع من الوقت يتم فيه فقس البيض - إن كان موجودا فى التربة - واكتشاف ليرقات النيماتودية بعد مهاجمتها للنباتات وبالتالى معرفة هل توجد نيماتودا أم لا.



أما عيب هذه الطريقة فى أنها يجب أن تجمع العينات من الحقل قبل شهرين من الزراعة على الأقل. بعد تحديد نوعية النيماطودا وكثافتها يتم القيام ببرنامج المقاومة المتكاملة وتشمل:

أولاً: العمليات الزراعية Practical cultures

توجد عمليات زراعية تؤدى إلى تقليل تجمعات النيماطودا تدريجياً بمرور الوقت ومن هذه العمليات:

١- الدورة الزراعية للمحصول Crop rotation

الطريقة المثلى لمقاومة بعض أنواع النيماطودا زراعة محاصيل لا تستطيع هذه الأنواع النمو أو التكاثر عليها. هذه الطريقة ليس من السهل استعمالها فى مقاومة نيماطودا تعقد الجذور وذلك لكثرة عوائلها من محاصيل الخضراوات والحشائش. وأيضاً يمكنها البقاء فى التربة فى صورة بيض لمدة عام على الأقل فى حالة عدم توفر المحاصيل العائنة. لكن توجد بعض المحاصيل الحولية يمكن إدخالها فى الدورة لمقاومة هذه الآفة منها: القمح، الشعير، الشوفان، الراى، أصناف الطماطم المقاومة، أصناف الفاصوليا المقاومة وأيضاً البصل. كذلك يوجد أنواع أخرى من النباتات لديها القدرة على التحمل مثل الكرنب والقرنبيط والبروكلى وتؤدى إلى الحد من تجمعات هذه النيماطودا. تزرع هذه المحاصيل عندما تكون درجة حرارة التربة أقل من ١٨°م (٦٥°ف) وهى درجة الحرارة اللازمة لبدء نشاط النيماطودا من الصعب إيجاد محاصيل صيفية بها مقاومة جيدة لنيماطودا تعقد الجذور.

٢- ترك الأرض خالية من الزراعة Fallowing

ترك الأرض خالية من الزراعة بعد انتهاء موسم نمو المحصول السابق مع الحرث عدة مرات أثناء الجو الحار الجاف وتنقية الحشائش من الحقل تؤدى إلى موت النيماطودا جوعاً. وفى بعض الأبحاث وجد أن ترك الأرض دافئة رطبة من ٤-٦ أشهر خالية من الزراعة والحشائش قللت تجمعات نيماطودا تعقد الجذور بنسبة ٩٥% وأكثر. لكن يجب معرفة أن ترك الأرض بلا زراعة فترة طويلة له تأثير ضار من الناحية الاقتصادية وتؤثر أيضاً على تركيب التربة ومادتها العضوية ويمكن أن تعرض التربة لعوامل التعرية وقد يكون ذلك أخطر من وجود النيماطودا.

٣- تشميس التربة Soil solarization

تشميس التربة لمدة ٤-٨ أسابيع خاصة أثناء الصيف بعد الحرث الجيد وترطيب التربة للسماح باختراق الحرارة لها يمكن إجراؤه فى المزارع الصغيرة. تستعمل طبقتان من شرائح البولي إيثيلين الشفاف الرقيق لرفع درجة حرارة التربة. الطبقة الأولى تغطى بها التربة جيداً مع الضغط عليها ثم توضع فوقها الطبقة الثانية برفق. معظم النيماطودا المتطفلة على النبات تموت عند درجة حرارة من ٤٤-٤٨°م (١١١-١١٨°ف) ويصل تأثير التشميس على التربة إلى عمق ٥-١٠ سم من سطح التربة. يعطى التشميس نتائج أفضل فى التربة الطينية الرطبة عن التربة الرملية الرطبة، لأن الأخيرة أقل احتفاظاً بالماء وبالتالي يقل انتقال الحرارة بها إلى مسافات أعماق.



٤- حمر الأرض بالماء Flooding

حمر الأرض بالماء بعد انتهاء الموسم يؤدي إلى هدم تجمعات النيما تودا فى التربة ويتم ذلك بصريقتين: الأولى وهى التفریق طويل الدورة المستمر، والثانية التفریق المتتابع أى تفریق ٢-٣ أسابيع ثم تجفيف ٢-٣ أسابيع وتكرر العملية. والطريقة الثانية هى الأكثر تأثيرا فى تقليل تجمعات النيما تودا. لكن هذه العملية تؤدي إلى استنزاف عناصر التربة الغذائية وزيادة الأملاح بها وأيضا الإسراف فى استعمال المبيدات.

٥- إجراءات صحية Sanitation

- بعد حصاد المحصول السابق تجمع جذور النباتات وتدمر بالحرق ولا تستعمل فى عمل Compost.
- عدم إقامة المشاتل فى الأماكن المزروعة بمحاصيل قابلة للإصابة بالنيما تودا.
- عدم نقل تربة ملوثة بالنيما تودا من أماكن مصابة إلى الأراضى الجديدة الخالية من النيما تودا.
- عند الري تروى المساحات الخالية من الإصابة بالنيما تودا أولا ثم بعد ذلك تمر المياه إلى الأراضى المصابة.
- الحصول على شتلات الطماطم من مشاتل موثوق بها وخالية من الإصابة بالنيما تودا.
- تبخير أرض المشتل قبل الزراعة باستعمال الكيماويات الموصى بها. أما المخلوطة المستعمل فى القصارى أو التوانى فيطهر بالبخار على درجة ٦٠°م (١٤٠°ف) لمدة ٣٠ دقيقة إذا كان مستعملا قبل ذلك. هذه المعاملة تقاوم فريات الذبول أيضا.

٦- محسنات التربة Soil amendments

عديد من المحسنات العضوية مثل الدبال Peat والسماد الحيوانى Animal manures وسماد الدواجن Poultry lit والكومبوست Compost يمكن أن تضاف إلى التربة لتزيد مقدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية والقدرة على تبادل الكاتيونات وهذا يؤدي إلى تقليل الإصابة بالنيما تودا. بعض هذه المحسنات تطلق نيتروجين الأمونيا في التربة فتثبط نمو تجمعات النيما تودا مباشرة وتسرع من نمو ونشاط الكائنات الميكروبية الدقيقة المضادة للنيما تودا ويؤدي أيضا إلى تنوع هذه الكائنات.

أما الكومبوست فيؤثر فى الطفيل إما تأثيرا مباشرا يثبط نموه، وإما يقوى النبات مما يقلل من تأثير إصابة الطفيل. لكن يجب ترك الكومبوست فترة طويلة قبل استعماله كى ينضج للتخلص من إمكانية وجود أملاح ونواتج هضم مهمة للنبات فى مكوناته مثل بعض الأحماض العضوية وأيضا تلافى رائحته الكريهة.

- زراعة نباتات مثبطة للنيما تودا Nematode - suppressive plants

من هذه النباتات القטיפية Marigold حيث تقوم بتثبيط نمو نيما تودا تعقد الجذور وأيضا نيما تودا التفرح ويوجد بعن من نباتات القטיפية:

(أ) القטיפية الفرنسية (Tagets patula) French mariogold) ويوجد منها أصناف مهمة مؤثرة تشمل Tangerine - Queen Sophia - Petite Blanc - Nemagold. تستعمل هذه الأصناف فى مقاومة النيما تودا على



الطماطم ماعدا نيماتودا *M.hapla* وهى منتشرة فى المناطق ذات الشتاء البارد. تعطى النباتات تأثيرها الأكبر عند ما تزرع منفردة لموسم كامل لكن زراعتها مع الخضر الحولية كتحميل Intercropping أو تحت الأشجار يقلل تأثيرها فى المقاومة.

يجب تجنب زراعة Signet marigold (*Tagetes signata* or *T. tenuifolia*) لأن النيماتودا تتغذى وتتكاثر عليها. (ب) القطيفة الأفريقية (*Tegetes erecta*) African marigold. هذه النباتات تعمل على خفض كثافة النيماتودا كثيرا فى التربة.

لكى تمنع بذور نباتات القطيفة من الوجود فى التربة يجب أن يتم قطع النباتات قبل تفتح الأزهار.

٨- موعد الزراعة والحصاد Planting and harvesting date

معظم أنواع النيماتودا تنشط خلال شهور الصيف الدافئة. ولا تستطيع اختراق جذور النبات عند درجة حرارة أقل من ١٨°م (٦٤°ف). لذلك من الأفضل التبريد بالزراعات الصيفية بقدر الإمكان قبل أن تنشط النيماتودا. وعندما تنشط النيماتودا تكون جذور الشتلات ذات حجم كبير وقوية تستطيع مقاومة الإصابة بالنيماتودا وإذا أصيبت يمكن البقاء والإنتاج.

ثانيا: اختيار الأصناف المقاومة Resistant varieties

توجد أصناف طماطم مقاومة للنيماتودا متاحة تجاريا. لكن بعض هذه الأصناف له صفات مزرعية غير مقبول. من الأصناف والهجن المقاومة للنيماتودا تحت الظروف المصرية صنف VFN8 وهجين Nema Rock وهجين CLX3749 وتتم زراعتهم فى العروة الصيفية المبكرة. أما العروة النيلية فيزرع بها Nema 1400 والهجين المحلى Super red و Master100.

وفى ولاية ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية تزرع أصناف مقاومة منها: Sweet Million و Small Fry و Goliath و Auburn و Vine Ripe و Alkinson و Viva Italia و Classica.

الأصناف المقاومة عامة تؤدي إلى إفسال نمو وتكاثر النيماتودا طبيعيا داخل أنسجة الجذور وإذا تمت إصابة هذه الأصناف تكون أكثر مقدرة على التحمل وتستطيع أن تنمو وتنتج ثمار بعكس الأصناف القابلة للإصابة.

يوجد جين واحد سائد فى الطماطم (Mi gene) يستعمل فى التربة لإيجاد أصناف يمكن أن تكون مقاومة لجميع أنواع نيماتودا تعقد الجذور المهمة اقتصاديا والسابق ذكرها. لكن هذا الجين Mi به حساسية واضحة لدرجة الحرارة حيث إن ارتفاع درجة الحرارة ولو درجة واحدة عن ٢٥,٥°م (٧٨°ف) تؤدي إلى نقص مقاومة الصنف للنيماتودا. لو أن تصل درجة الحرارة إلى ٣٣°م (٩١°ف) حينئذ يصبح الصنف قابل للإصابة.

توجد بعض سلالات نيماتودا تعقد الجذور *M. incognita* لديها القدرة على مهاجمة أصناف انطماطم المقاومة وعند تكرار زراعة هذه الأصناف المقاومة تنشأ سلالات جديدة من هذا النوع أكثر تطفلا وأقدر على كسر هذه المقاومة.

ثالثا: المقاومة البيولوجية Biological control

لا يوجد عامل مقاومة بيولوجى متاح تجاريا فى الوقت الحاضر يمكن استعماله فى المقاومة.



١٣٣: المقاومة الكيماوية Chemical control

إذا أصيبت جذور النباتات بالنيما تودا وظهرت أعراض الإصابة من الصعب إنهاء هذه المشكلة تماما ومنع فقد المحصول، لذلك يجب تقليل تجمعات النيما تودا إلى مستوى غير ضار وذلك باستعمال المبيدات النيما تودية Nematocides قبل الزراعة. ويوجد نوعان من المبيدات النيما تودية المستخدمة في مقاومة النيما تودا:

١- مبيدات نيما تودية مدخنة Fumigant nematocides

هذه المبيدات يجب أن تنتشر في التربة على صورة غاز كي تعطى تأثيرها. يزداد تأثير هذه المركبات في التربة حدة الصرف والتكوين مع إزالة بقايا المحصول السابق أو تحلله. مع العلم أن كل المواد المدخنة سامة للنبات. لذلك يجب استعمالها قبل زراعة الطماطم بثلاثة أسابيع على الأقل وتزداد هذه الفترة عند انخفاض درجة حرارة التربة (في الربيع مثلا) وذلك بتأخير ميعاد الزراعة. وعند حدوث تشبع للتربة بالماء نتيجة لوجود مطر أو ري الأرض بالمعاملة تطول مدة احتفاظ التربة بالأثر السام للمبيد وخاصة في طبقات التربة الأعمق. لذلك يجب تكرار حرث التربة وتهويتها في الفترة ما بين التدخين والزراعة.

وقد أدى تحريم استعمال بروميد الميثايل إلى اكتشاف مدخنات جديدة منها Telone C-17 و Telone C-35 تركيب الكيماوى (1.3-dichloro propene plus 17% or 35% chloropicrin) - هذه المركبات تعتبر أفضل لإحلال حياوى لبروميد الميثايل. لكن هذه المركبات سامة أيضا وتؤثر تأثيرا ضارا على كائنات التربة الدقيقة المفيدة.

٢- مبيدات نيما تودية غير المدخنة Nonfumigant nematocides

من هذه المبيدات مركبات oxamyl و carbofuran وتستخدم إما كحبيبات Granulars أو سائل Liquid ويجب أن تعلق بالتربة في السنتيمترات العليا من سطح التربة أو تحمل بواسطة الماء إلى التربة كي تحدث تأثيرها. وتستخدم بانتظام كي تصل إلى مناطق الجذور في المستقبل. ومن هذه المبيدات أيضا مركبات fostniiazate الحبيبية وكذلك مركبات cadusafos الحبيبية.

هذه المركبات غير المدخنة مسجلة للاستعمال في التربة فقط ما عدا مبيد Vydate- يتبع مجموعة oxamyl- الذى يمكن استعماله على المجموع الخضرى أيضا. والمركبات غير المدخنة أقل تأثيرا في المقاومة من المركبات المدخنة لكن تتميز عنها في أنها أقل سمية وأسهل استعمالا وأكثر اقتصادا.

توجد اقتراحات بترتيب العمليات المزرعية والمقاومة الكيماوية لمقاومة نيما تودا تعقد الجذور كالتالى:

(أ) قبل ١٢ شهرا من زراعة الطماطم: إذا كان المحصول النامى في الحقل قابلا للإصابة بالنيما تودا تؤخذ عينة من الجذور وتفحص ويقدر نسبة العقد الجذرية على المحصول.

(ب) قبل ٨ أشهر من زراعة الطماطم: بعد حصاد المحصول السابق ينزع المجموع الجذرى المصاب ويدمر مباشرة بعيدا عن الحقل وتحرق الأرض جيدا بعد الحصاد مع بقاء الأرض خالية من الحشائش.

(ج) قبل ٨ أشهر من زراعة الطماطم أيضا: يزرع المحصول غير القابل للإصابة بنيما تودا تعقد الجذور ويسمى cover crop (مثل الحبوب الشتوية أو أذرة العلف (Forage sorghum)).



(د) قبل شهرين من زراعة الطماطم: بعد انتهاء المحصول المغطى تختبر التربة للكشف عن وجود الطفيل حيا بأخذ عينة وتحليلها أو بالطرق الحيوية.

(هـ) عند الزراعة مباشرة: إذا دلت نتائج الاختبارات السابقة عن وجود نيماتودا في التربة يجب اتباع الآتي: إما زراعة أصناف مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور أو استعمال مبيدات نيماتودية لمقاومة النيماتودا قبل الزراعة.

٢- النيماتودا الكلوية على الطماطم Tomato Reniform Nematode

توجد النيماتودا الكلوية بكثرة في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية والمناطق المعتدلة الدافئة من أمريكا وأفريقيا وجنوب أوروبا والشرق الأوسط وآسيا وإستراليا. تنتشر هذه النيماتودا عادة في التربة الثقيلة نوعا. وتصيب أكثر من ٣١٤ نوعا من النباتات. وتصيب بشدة كلا من الطماطم والقطن وتصيب أيضا الخس، اللوبيا، الكوسم، فول الصويا، الخيار، الأسبرجس، الشاي، الأناناس، الشمام. ووجد عديد من نباتات الزينة والحشائش عثة لهذه النيماتودا.

المسبب المرضي The causal organism

النيماتودا الكلوية *Rotylenchulus reniformis* Linford Oliveira دودة دائرية صغيرة الحجم. متوسط طـ يرقات الذكور من ٠,٣٤ - ٠,٤٢ mm تقريبا، أما الإناث فيتراوح طولها من ٠,٣٨ - ٠,٥٢ mm. طول رمح اليرقة من ١٦ - ٢١ Mm وهو متوسط الصلابة في الإناث وأقل صلابة في الذكور وبه عقدة دائرية صغيرة في كلا الجنسين (Fig 5).

إناث النيماتودا الكلوية نصفية التطفل الداخلي Semiendoparasitic. تقوم الأنثى باختراق قشرة الجذر وتنشئ مكان تغذية دائما في داخل الجذر تقيم فيه ولا تتحرك ويبقى الجزء الأمامي من جسم الدودة - وهو منطقة الرأس - Anterior - في الداخل أما الجزء الخلفي - منطقة الذيل Posterior - يبقى خارج سطح الجذر. يتضخم هذا الجزء ويتجدد أثناء التغذية في فترة النضج ويأخذ شكل الكلوية. لذلك فإن تسمية Reniform nematode ترمز إلى شكل الجسم الكلوي للأنثى الناضجة (Fig 6). تبقى الذكور دائما خارج الجذور. يوجد ١٠ أنواع تابعة لجنس *Rotylenchulus* لكن أكثر الأنواع أهمية *R. reniformis* (Robinson, 1997).

الوضع التقسيمي للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Animalia

Phylum: Nematoda

Class: Secernentea

Order: Tylenchida

Family: Hoplolaimidae

Genus: *Rotylenchulus*

species: *R. reniformis*



أعراض المرض Disease symptoms

تصيب الإناث فقط جذور النبات. بعد الإصابة تتكون خلايا عديدة الأنوية ناتجة عن إذابة الجدر الخلوية لعدد من الخلايا المحيطة بمنطقة رأس النيماتودا وتسمى Synecyial cells هذه الخلايا مكان التغذية. يتسبب الإصابة في جذور البادرات تضخم خلايا البريسيكل. أما جذور النباتات من ٤- ٥ أسابيع فتتضخم به خلايا البشرة وبالتالي يقل نمو الجدر العادي وينمو العديد من الجذور الجانبية القصيرة والبديئة. تتقرم النباتات الحية بشدة وتتلون باللون الأصفر وقد تذبل وهذا هو الضرر المباشر. أما الضرر غير المباشر لهذه الآفة هو مقدرتها على كسر مقاومة بعض أصناف الطماطم المقاومة لمرض الذبول (كذلك القطن).

دورة الحياة Life cycle

ضع الأنثى البيض. يفقس الطور الثاني J2 من اليرقات بعد ١- ٢ أسبوع من وضع البيض. يخترق J2 جذور النبات بعد ١- ٢ أسبوع من الفقس وتستمر الإناث في التغذية لمدة ١- ٢ أسبوع أيضا بعد الاختراق حتى تصل إلى طور النضج. تقعد الذكور الموجودة في التربة خارج الجذور (خارجية التطفل Ectoparasitic) بإخصاب الإناث. تضع الأنثى البيض المصب في كتلة جيلاتينية (٦٠- ٢٠٠ بيضة تقريبا) للحفاظ على رطوبة البيض وحمايته من متطفلات التربة. تد يتم الإخصاب قبل اكتمال نمو الغدد التناسلية للأنثى وتحتفظ الأنثى بالاسبيرمات Sperms مخزنة في Spermatheca إلى أن يتم نضج الغدد التناسلية Gonads فيتم إخصاب البيض مباشرة. المعروف أن عدد الذكور والإناث في تجمعات هذه النيماتودا متساوية وأن بعض تجمعات هذه النيماتودا تتكاثر لاجنسيا بالتوالد البكري Parathenogenic. تستغرق دورة حياة هذه الآفة عادة من ٢٤- ٢٩ يوما ويتوقف ذلك على درجة حرارة التربة وقوامها. (Rebios 1973) وسد أن هذه النيماتودا عندما تصيب فول الصويا تنمو وتحدث إصابة جيدة عند درجة حرارة ٢٩.٥ م (٨٥°ف). لكن لا تستطيع إنتاج بيض عند ١٥ م (٥٩°ف) أو ٣٦ م (٩٧°ف). ويناسب نمو وتكاثر النيماتودا الكلوية التربة الناعمة مع و-د نسبة مرتفعة من الطمي Silt و/ أو الطين Clay. يمكن للنيماتودا الكلوية البقاء في التربة الجافة لمدة عامين على الأقل في غياب العائل معتمدة على ميكانيكية الماء بدون Anhydrobiosis.

إدارة Control

(١) المعاملات الزراعية Practical cultural

- ١ - منع نقل تربة أو نباتات مصابة بالنيماتودا الكلوية من الأماكن المصابة إلى المناطق الخالية من الإصابة.
- ٢ - وجد أن تشميس التربة لمدة ٦٠ يوما أدى إلى زيادة النمو وزيادة محصول الطماطم بنسبة ٢٥- ٤٠٪.
- ٣ - اتباع دورة زراعية مع محاصيل مقاومة للإصابة مثل: الشعير، الأذرة السكرية. قصب السكر، الشوفان، الحنظل الحار، الفلفل الحلو، السبانخ. وتوجد أيضا محاصيل غير عائلة للآفة مثل القمح والأذرة العادية. لكن توجد بعض الآراء بعدم تأثير الدورة الزراعية في مقاومة النيماتودا الكلوية لأن هذه النيماتودا تستطيع البقاء على جذور عظم المحاصيل.



- ٤ - توجد cvs مقاومة لهذه الـنيماتودا.
٥ - إذا كانت الأرض موبوءة بالنيماتودا تترك خالية لمدة ٦-١٢ شهرا مع وجود رطوبة بها ومقاومة الحشرات الموجودة فى الأرض أثناء هذه الفترة.

(ب) المقاومة البيولوجية Biological control

وجد أن فطر *Paecilomyces lilacinus* يتطفل على بيض الـنيماتودا الكلوية.

(ج) المقاومة الكيماوية Chemical control

تكرار رش المجموع الخضرى للطماطم بمبيد (oxamyl) Vydate، أدى إلى مقاومة الـنيماتودا الكلوية. (Rach and Bird, 1973). كذلك فى حقول القطن.

فى الأراضى الموبوءة بهذه الآفة وجد أن تدخين التربة فى حقول الإنتاج قبل الزراعة بمركب (dichloropropene) أدى إلى زيادة محصول القطن، الطماطم، الخس، فول الصويا زيادة معنوية. (Rodinson et al, 1987) وعند استعمال *aldicarb + dichloropropene* كانت الوقاية أفضل كثيرا.

توجد بعض الأبحاث تشير إلى استعمال بعض المواد الطبيعية فى مقاومة الـنيماتودا الكلوية منها:

- ١ - استعمال قشر البرتقال المتخمر Sour orange peel وفصوص الثوم المخزنة Stored garlic cloves أدت إلى نغى أعداد الـنيماتودا الكلوية فى محصول عباد الشمس فى مصر ما يقرب من ٨٤-٩٢%. (Amin and Youssef, 1998)
 - ٢ - استعمال أوراق النيم Casters وNeem واللوبيا والبامية فى مقاومة الـنيماتودا الكلوية وكانت النتائج مشابة لتأثير مركبات الـcarbofuran الحبيبية.
- كذلك عند استعمال بقايا نباتات القטיפه *Tagetes spp* فى التربة أدت إلى مقاومة الـنيماتودا الكلوية.

٣- الـنيماتودا اللاسعة Sting Nematode

الـنيماتودا اللاسعة من أكثر الـنيماتودا المتطفلة تأثيرا على النبات وأيضا أطول نيماتودا متطفلة على النيب حيث يصل طول الـنيماتودا البالغة إلى ٣ mm. يوجد عدة أنواع من الـنيماتودا اللاسعة لكن نيماتودا *Belonolaimus longicaudatus* أكثر ضررا وانتشارا. تصيب هذه الـنيماتودا بعض محاصيل الخضر منها: الكرنب- القرنبيط- الكانتالوب- الجزر- الفاصوليا- البطاطس- الطماطم- الباذنجان- الخيار- اللوبيا- الخس- الفراولة. ومن المحاصيل الزراعية القطن- الفول السودانى- فول الصويا- الأذرة السكرية. ومن الفاكهة تصيب الموالح. وتصيب أيضا الحشائش النامية فى الطبقة السطحية من التربة Turfgrasses وبعض نباتات الغابات. هذه الـنيماتودا توجد فقط فى التربة الرملية- على الأقل ٨٠% رمل- حتى تستطيع البقاء.

المسبب المرضى The causal organism

ديدان *Belonolaimus longicaudatus* Rau طويلة. إسطوانية طولها من ٢-٣ mm. منطقة الشفاه قوية ومتوازنة- الريح طويل ومرن- المضخة الوسطى Median bulb دائمة ويوجد بها صمام كبير. نهاية ذيل الأنثى دائرى الشكل (Fig 7) و (Fig 8).



هذه الـنيماتودا خارجية التطفل على جذور النباتات. تبقى في التربة وتتغذى بإدخال رملها الطويل في قمم الـجذور. تتكاثر جنسيا وبعد التزاوج تضع الأنثى البيض في أزواج.

التصنيف التقسيمي للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Animalia

Phylum: Nematoda

Class: Secernentea

Order: Tylenchida

Family: Belonolaimidae

Genus: *Belonolaimus*

Species: *B. longicaudatus*

أعراض المرض Disease symptoms

تظهر أعراض الذبول والتقزم على النباتات المصابة بالنيماتودا اللاسعة وقد يظهر عليها أيضا أعراض نقص التغذية. وعند وجود كثافة عالية من تجمعات هذه النيماتودا قد تؤدي إلى موت النباتات. هذه الأعراض يمكن أن تتأبه مع أعراض أمراض أخرى بيولوجية أو أمراض فسيولوجية. عند إصابة البادرات بهذه النيماتودا يمكن أن تظهر فوق سطح التربة ثم تتوقف عن النمو تماما.

دورة الحياة Life cycle

توجد ذكور وإناث النيماتودا اللاسعة معا في التربة وبعد التزاوج تضع الأنثى البيض في أزواج- تستمر في وضع البيض مع استمرار وجود الغذاء- يفقس البيض بعد حوالي ٥ أيام من وضعه ويخرج منه الطور الثاني من اليرقات ويتجه إلى جذور النباتات ويتغذى عليها وينمو ويحدث له ٣ انسلخات إلى أن يصل إلى الطور الناضج أو البالغ. تستمر هذه الدورة حوالي ١٨ - ٢٤ يوما من بدء وضع البيض إلى وجود النيماتودا البالغة. وبعد أن تصل النيماتودا إلى عمر النضج تتزاوج وتضع الأنثى البيض لتعيد دورة الحياة. تتغذى اليرقات بإرسال رملها الطويل إلى داخل قمة الجذر وعن طريق هذا الرمح تحقن الإنزيمات في أنسجة الجذر ثم تقوم بامتصاص عصير النبات من خلال هذا الرمح أيضا وبالتالي يتوقف نمو قمة الجذر نتيجة لهذه التغذية.

المقاومة Control

يجب قبل البدء في عملية المقاومة عمل اختبار تربة للنيماتودا Soil nematode assay للتأكد من أن هذه النيماتودا هي المسببة للأعراض التي تم تشخيصها للمرض على النباتات ثم تبدأ إجراءات المقاومة بعد ذلك كالتالي:

١- العمليات الزراعية Practical cultures

١ - عدم نقل تربة ملوثة بهذه النيماتودا إلى مناطق جديدة.



٢ - تحسين التهوية حول جذور النباتات.

٣ - زيادة مقدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية وذلك بإضافة المحسنات أو المواد العضوية وقد وجد أن إضافة هذه المحسنات أدت إلى تقليل تجمعات النيMATODA وقد يعود ذلك إلى التأثير المباشر لهذه الإضافات على النيMATODA أو يرجع إلى تشجيع الكائنات الحية الدقيقة المضادة للنيMATODA فى التربة.

ثانيا: المقاومة البيولوجية Biological control

وجد أن بكتريا *Pasteuria usgae* إجبارية التطفل على النيMATODA *B. longicaudatus* - هي بكتريا -spore-forming bacterium- هذه البكتريا توجد فى التربة التى يوجد بها هذا النوع من النيMATODA والطريقة الوحيدة المستعملة الآن لعدوى الحقل بهذه البكتريا هي إضافة تربة من حقل به نيMATODA لاسعة مصابة بهذه البكتريا فى الحقل المراد اجراء المقاومة به. لكن هذه الطريقة لها مخاطرها وغير اقتصادية فى الاستعمال التجارى. لكن تعد محاولات الآن لإنتاج هذه البكتريا معمليا كعامل مقاومة بيولوجى. وإذا تم ذلك سيصبح هذا العامل ذا أهمية كبيرة.

ثانيا: المقاومة الكيماوية Chemical control

النيMATODA اللاسعة خارجية التطفل، لذلك يمكن مقاومتها باستعمال المبيدات النيMATODية التلامسية بعكس عديد من النيMATODA داخلية التطفل. ومن المبيدات النيMATODية التلامسية والمستعملة فى مقاومة هذه النيMATODA المركبات الآتية: مركبات Carbamates (aldicarb carbofuran) ومركبات Organophosphates (namiphos- ethoprop- turbufos) ومن المدخنات مبيد Metam sodium و Telone. وتوجد مركبات أخرى من Telone وهى Telone C- 17 (16.5% chloropicrin + 1,3- dichloropropene 3%) و يوجد أيضا مبيد Telone C- 35 (35% chloropicrin + 1,3- dichloropropene 61.8%). وقد ثبت بالتجارب أن هذه المركبات تعادل أو تتفوق على تأثير المركب (33% chloropicrin + 3% meth. yl bromide) عند استعمالهم على الطماطم والفلفل والفراولة. مع العلم أن مركب بروميد الميثايل تم الغاؤه نظرا لسميته العالية

٤- نيMATODA الجذور السميكة Stubby Root Nematode

تصيب هذه النيMATODA أكثر من ١٠٠ نوع نباتى منها: البطاطس- الطماطم- الباذنجان- الكرنب- قصب السكر- الأذرة والأذرة السكرية- الفول السودانى- فول الصويا. وتوجد فى المناطق الحارة وشبه الحارة فى جميع أنحاء العالم وتتبع جنس *Paratrichodorus* وأكثر انواعه انتشارا *P. minor*. أهمية هذه النيMATODA ليست فى ضررها المباشر على جذور النباتات المصابة فقط لكن تقوم أيضا بنقل بعد الفيروسات النباتية التى تسبب أضرارا للنباتات. فهى الناقل الأساسى لفيروس Tobacco rattle virus المسبب لمرد Potato corky ring spot على درنات البطاطس. وأهم أعراض هذا المرض وجود حلقات بنية فليينية على سطح الدرنة أو وجود نقط بنية مبرقشة فى داخل الدرنة بالقرب من السطح تؤدى إلى خفض القيمة التسويقية لهذه الدرنات.



المسبب المرضي The causal organism

نيماتودا *Paratrichodorus minor* (Calbran) Siddiqi عبارة عن ديدان صغيرة جدا لا ترى إلا بالميكروسكوب. خيصة التطفل تتغذى على جذور النبات وهي في التربة. تتغذى أولا على الخلايا المرستيمية لقمة الجذر. وهي التاتودا الوحيدة المتطفلة على النبات وتملك An onchio style وهو عبارة عن رمح صلب منحني يستعمل في التغذية كخنجر Dagger لعمل ثقب في خلايا النبات. ثم تفرز مادة لعابية Salivary من فمها Stoma في الخلية المعربة وتتصلب هذه المادة اللعابية مكونة أنبوبة تغذية تسحب بها النيماتودا محتوى الخلية من الغذاء وعندما تنسى من هذه الخلية تنتقل لتتغذى على خلايا أخرى تاركة أنابيب التغذية ومكونة أنابيب جديدة في كل خلية تقوم بالتغذية منها (Fig 9) و (Fig 10).

هذه النيماتودا إجبارية التطفل على النبات وتتبع رتبة Triplonchida ومن مميزات أفراد هذه الرتبة وجود ٦ طبقات من الكيوتيكل تغطي جسم الآفة:

التصنيف التقسيمي للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Animalia
Phylum: Nematoda
Class: Adenophorea
Order: Triplonchida
Family: Trichodoridae
Genus *Paratrichodorus*
Species: *P. minor*

أعراض المرض Disease symptoms

الحقل المصاب بهذه النيماتودا توجد به مساحات صغيرة غير منتظمة الشكل بها نباتات متقزمة وذابلة وصفراء اللون يبدو عليها أعراض نقص التغذية الناتج عن ضعف وقلة المجموع الجذري. لذلك ترى هذه النباتات في وضع مائل. عند تغذية النيماتودا على قمة جذور البادرات يؤدي ذلك إلى موت البادرات. أما إذا كانت النباتات كبيرة من قمة جذورها المهاجمة بواسطة الآفة تتلون باللون البني ويقف نمو هذه الجذور وتبدو سميقة وقصيرة ومنتفخة بلا ويموت كثير من هذه الجذور نتيجة لإصابات ثانوية أخرى. عند نمو جذور جديدة تهاجم أيضا وينتج عن ذلك مجموع جذري صغير مدمج يحتوى على عديد من الجذور المتفرعة القصيرة السميقة. قد تتداخل أعراض هذا المرض مع أعراض مسببات مرضية أخرى مختلفة، لذلك يفضل التشخيص المعلى لتحديد نوع النيماتودا المسببة للمرض أو المسبب المرضي الآخر إن وجد.

صورة الحياة Life cycle

معظم *P. minor* إناث فقط ونادرا ما يوجد ذكور لذلك تتكاثر لاجنسيا بالتوالد البكري Parathenogenic، حيث تتوأم الأنثى البالغة بوضع البيض في التربة ويبقى بها إلى أن يفقس ويخرج الطور اليرقي الثاني L2 ويتحرك إلى



الجدور ليبدأ التغذية ثم ينسلخ ٣ انسلاخات إلى أن يصل إلى الطور البالغ الذي يمكنه وضع البيض وإعادة دورة الحياة. تأخذ دورة حياة هذه النيما تودا حوالي ١٦ يوما عند توفر درجة الحرارة المناسبة - ٢٩م أي ٨٤ف- وتسير هذه الفترة عند انخفاض درجة الحرارة. تعتبر هذه الدورة قصيرة إذا ما قورنت بدورات النيما تودا المتطفلة على النباتات.

توجد هذه النيما تودا في أنواع عديدة من التربة ولكن تسبب ضرا كبيرا في التربة الرملية إلى التربة الرملية الطفلية Sandy to sandy loam soil.

المقاومة Control

توجد نيما تودا *P. minor* على عمق كبير من سطح التربة حيث توجد أغلب تجمعاتها ما بين ٢٠ - ٤٠ سم (٨ - ١٦ بوصة) أسفل سطح التربة وهذا عكس وجود باقي النيما تودا المتطفلة على النباتات. هذا العمق يساعدها على الهروب من معاملات التدخين ولا تتأثر بها. وأثبتت التجارب أن تجمعات هذه الآفة تزداد بعد عملية التدخين. لذلك لا يوصى باستعمال التدخين أو المدخنات في مقاومة هذه النيما تودا. لكن المبيدات النيما تودية الجهازية تعطي تأثيرا أكبر في مقاومة *P. minor*، حيث تمتص جذور النباتات المادة الفعالة للمبيد مما يؤدي إلى وقاية النبات من الإصابة إلى أن تقوى هذه الجذور. ومن المبيدات النيما تودية المستعملة في مقاومة هذه الآفة - وهي مبيدات نيما تودية غير مدخنة - المركبات الآتية:

Marshall- (curbosulfon) Temic- (aldicarb) Vydate- (oxamyl) Oncol- (enfuracarb)

ملاحظات مهمة:

- ١ - من الأهمية معرفة أن استمرار زراعة المحاصيل ذات القابلية العالية للإصابة بهذه الآفة يمكن أن يزيد من تجمعاتها إلى درجة الخطورة ومن هذه المحاصيل: القمح - البرسيم - الشعير - البصل - الكرنب - الخس - الكوسة - الفلفل الحلو - البامية. لذلك يجب استعمال المبيدات النيما تودية في المحاصيل التالية لها.
- ٢ - توجد محاصيل غير عائلة لهذه النيما تودا أو ضعيفة الإصابة لها وهي: الأسبرجس - السبانخ - الخيا - الفراولة - الراي.
- ٣ - وجد أن البقوليات الصيفية مثل اللوبيا Cowpea تعمل على خفض تجمعات هذه الآفة وتقلل من استعمال المبيدات النيما تودية في مقاومتها.

٥- نيما تودا تقرح جذور الطماطم Tomato Lesion Root Nematode

تنتشر نيما تودا التقرح في جميع أنحاء العالم خاصة المناطق ذات الجو المعتدل من أمريكا وأوروبا وآسيا وأستراليا. وفي أفريقيا توجد في مصر وتونس وجنوب أفريقيا. ولهذه الآفة مدى عائلي كبير يشمل أكثر من ٣٥٠ عائلا نباتيا منها محاصيل خضر كالبطاطس - الطماطم - الفلفل - الباذنجان - الفاصوليا - البسلة وأشجار فاكهة مثل التفاح والكريز وأيضا محاصيل حقلية منها الأذرة وفول الصويا وقصب السكر وتصيب كذلك الورد والصنوبريات.



السبب المرضي The causal organism

يتسبب مرض تقرح جذور الطماطم من أنواع تتبع جنس *Pratylenchus* وأهمها نيماتودا *P. penetrans*. هذه الديدان من التطفلات الداخلية المهاجرة Migratory endoparasites حيث تدخل في جذور العائل للتغذية وتكاثر وتتحرك بحرية داخل وخارج الأنسجة الجذرية، لكن لا تقيم في الجذور وتتغذى فقط في قشرة الجذر. هذه النيماتودا دودية الشكل صغيرة شفافة ميكروسكوبية يتراوح طولها من 0.3 إلى 0.9 mm. لها هيكل رأسى واضح هيز ومستمع مع محيط الجسم المنحنى. طول الرحم 20 um أو أقل. الرحم متوسط الصلابة مع وجود عقدة قاعدية سحة. الطرف الخلفى للأنثى إسطوانى إلى شبه مخروطى. أما الطرف الخلفى للذكر فشبه مخروطى (Fig 11).

تصنيف التسمي للمسبب المرضي Classification of causal organism

Kingdom: Animalia
Phylum: Nematoda
Class: Secernentea
Order: Tylenchida
Family: Pratylenchidae
Genus: *Pratylenchus*
Species: *P. penetrans*

أعراض المرض Disease symptoms

تتميز الأعراض فوق سطح التربة بوجود مساحات مستديرة إلى بيضاوية من النباتات المتقرمة الصفراء معطية لحقل مظهرا أشعث ومهملًا خاصة في وسط هذه المساحات. عند توفر الظروف المناسبة لنمو النيماتودا ويتقدم موسم نمو النبات تزداد المساحة المصابة في الحجم. ويقل عدد أوراق النباتات المصابة كثيرا وكذلك حجم الورقة. أما الأعراض أسفل سطح التربة فهي أكثر وضوحا. عند بدء الإصابة تظهر تقرحات صغيرة بنية اللون- يتراوح لون البنى بين الفاتح والداكن- على جذور النباتات. ويتقدم النمو وتتسع هذه التقرحات وتتصل ببعضها لتعطي جذور اللون البنى الشامل. تتفسخ أنسجة القشرة Cortex التى تغلف الجذر نتيجة لتغذية النيماتودا وبالتالي يمكن سح النبات بسهولة من التربة. تؤدي الإصابة الشديدة بالنيماتودا إلى موت الجذر تماما. هذه التقرحات تحدث نتيجة لتداخل الجليكوسيدات Glycosides الخاصة بالنبات مع الإنزيمات المنطلقة من نيماتودا أثناء التغذية مكونة مواد كيميائية سامة لخلايا العائل. درجة تداخل العائل مع الطفيل تعتمد على تركيز الجليكوسيد المتخصص في داخل أنسجة الجذر وعلى الإنزيمات المنطلقة من الآفة خلال التغذية. يمكن أن تتشابه أعراض مرض التقرح النيماتودى مع أعراض أمراض أخرى في التربة منها أعراض الإصابات الحشرية ونقص العناصر الغذائية والتأثير المثبط للعوامل البيئية والجوية. لذلك يجب أخذ عينات من الجذور والتربة وتحليلها لتحديد المسبب المرضي قبل بدء إجراءات المقاومة.

تعتمد شدة الإصابة بهذه النيماتودا على الظروف المحيطة بالنبات، حيث يشتد المرض كثيرا في التربة ذات لقوام الخفيف والفقيرة في العناصر الغذائية- نيتروجين وبوتاسيوم وكالسيوم- وأيضا الفقيرة في المادة العضوية.



كذلك ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الرطوبة يساعدان على زيادة شدة المرض. أما الظروف التي تؤدي إلى النمو الأفضل للنبات فهي غير ملائمة لانتشار المرض ولو كانت تجمعات نيماتودا التقرح كثيرة في التربة. ومن الأضرار التي تلحقها هذه النيماتودا بالنبات العمل على دخول كائنات التربة الأخرى المتطفلة والرمية لتتصب الجذور عن طريق الجروح الناتجة عنها. وتقوم أيضا بإضعاف مقاومة العائل للطفيليات الأخرى حيث تضعف مقاصة الأصناف المقاومة في الظماطم لأمراض الذبول المسببة عن فطري الفيوزاريوم والفيوتسيليوم. والأبحاث الجديدة تدر إلى تداخل فطر *V. dahliae* ونيماتودا التقرح الجذور بطريقة تعاونية Synergistically تؤدي إلى ضعف نباتات الطمغ وبالتالي قلة المحصول حتى عند مستوى تجمعات قليلة من النيماتودا لا تسبب ضررا إذا كانت بمفردها.

دورة الحياة Life cycle

تقضى نيماتودا التقرح الجذور فترة الشتاء على هيئة بيض أو يرقات أو ديدان ناضجة في جذور العائل أو في التربة. عندما تتوافر الظروف المناسبة تضع الأنثى البالغة بيضها المخصب إما في صورة فردية أو في مجموعات صغيرة في جذور العائل أو في التربة بالقرب من جذر العائل. بعد ١-٣ أسابيع من وضع البيض يفقس الطور اليرقي الثاني J2- يعتمد ذلك على درجة حرارة التربة- ثم يحدث الانسلاخ ٣ مرات لتتكون اليرقات الناضجة. بعد ذلك يتم التزاوج وتضع الإناث البيض المخصب ليعيد دورة الحياة مرة أخرى. طول دورة الحياة تعتمد كثيرا على درجة حرارة التربة حيث تكتمل الدورة في خلال ٣٠ يوما عند ٣٠°م (٨٦°ف) وعند ٢٤°م (٧٦°ف) تأخذ الدورة ٣٥ يوم أما إذا انخفضت درجة الحرارة إلى ٢٥°م (٥٩°ف) تمتد دورة الحياة إلى ٨٦ يوما. جميع أطوار هذه النيماتودا- خارج البيضة- يمكنها إصابة العائل حيث تنجذب إلى جذوره خاصة منطقة تكبير الشعيرات الجذرية وقمم الجذور ومعظم الاختراق يتم خلف منطقة الاستطالة. يمكن أن تتغذى النيماتودا لفترة وجيزة خارجيا من سطح الجذر Ectoparasitically قبل أن تخترق الجذر من بين خلايا البشرة أو خلالها لتتم التغذية على خلايا القشرة إلى أن تتكون فجوات وتتهدم الأنسجة ويصبح الجزء المصاب غير صالح للتغذية أو التكاثر فتتكرر وتهاجر من خلال القشرة إلى مناطق أخرى سليمة في الجذر أو إلى التربة للتوجه إلى جذر آخر.

المقاومة Control

أولا: العمليات الزراعية Practical cultures

- ١ - عدم زراعة شتلات ملوثة بالنيماتودا أو نقلها إلى أماكن أخرى كي لا تنتشر الآفة.
- ٢ - تنتشر نيماتودا التقرح لمسافات طويلة داخليا وخارجيا عن طريق أجزاء النباتات المستعملة في التكاثر الخضرى، فيجب مراعاة ذلك لمنع نقل النيماتودا إلى حقول الزراعة القريبة والبعيدة.
- ٣ - عند الري يجب ري الأماكن الخالية من الإصابة أولا ثم الانتقال منها إلى الأماكن المصابة وذلك لأن ماء الري وسيلة لنقل بيض ويرقات النيماتودا وكذلك الديدان البالغة.
- ٤ - تطهير أدوات الزراعة المستعملة في الحقول المصابة قبل استعمالها في الحقول السليمة. كذلك تطهير أيدي وأحذية العاملين بالزرعة.



- ١ - منع العاملين والحيوانات من العمل فى الأماكن المصابة ثم الانتقال إلى الأماكن السليمة.
- ٢ - توفير التغذية المتكاملة للنباتات والظروف المثلى لنموها.
- ٣ - مقاومة الأمراض والحشرات التى تؤدى إلى ضعف النباتات.
- ٤ - زراعة أصناف مقاومة لنيماتودا تقرح الجذور عند توفرها.

ثأج : زراعة نباتات مشبعة لنمو النيماتودا

زراعة نباتات القטיפه *Tagetes spp.* لموسم كامل أدى إلى خفض كبير فى أعداد نيماتودا تقرح الجذور. يمكن أن تحمل نباتات القטיפه بين نباتات الطماطم.

ثأب : المعاملات الحراريه Heat treatments

لمعاملة الحراريه لمقاومة النيماتودا وطفيليات أخرى فى التربة وسيلة اقتصاديه فعاله فى الصوب إذا استعملت جيداً. يتم ذلك بتعريض التربة لدرجة حراره من ٤٠ - ٥٢°م (١٠٥ - ١٢٦°ف). أو بإمرار تيار هواء مشبع بالبخار فى التربة وهذا أكثر كفاءه. لكن لا يستعمل إلا فى الكميات القليله من التربة.

ثأج : المقاومة الكيماويه Chemical control

توجد مبيدات نيماتودية تستعمل فى مقاومة نيماتود تقرح الجذور فى الطماطم. هذه المبيدات إما تستعمل كخناث قبل الزراعة ومنها Basamid و 11 Tclone و Metam sodium و Sistan، وإما تستعمل من خلال نظام الري، و على هيئة حبيبيه Granular منها مجموعه Carbamates (oxamyl, aldicarb) أو مجموعه Organophosphates (prephos- fenamiphos- isazoph).





Plant Pathogenic Nematodes

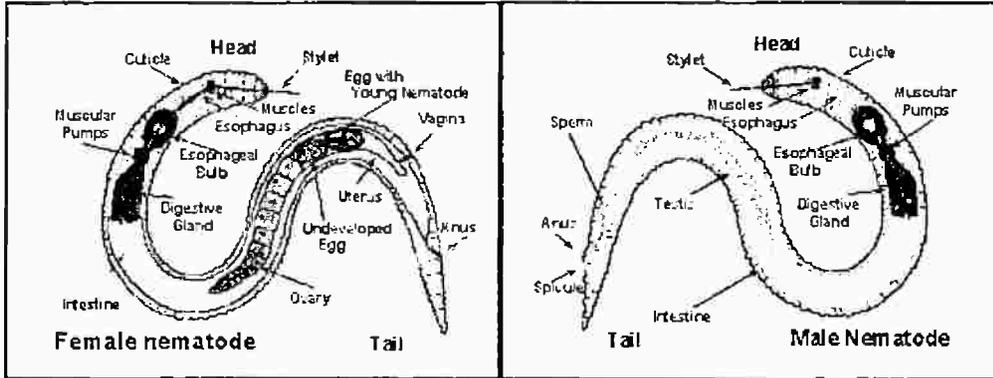


Fig (1)

Female and male nematodes

Root- Knot Nematode



Fig (2)

Adult female of the root-knot nematode (*Meloidogyne sp.*) with attached egg mass



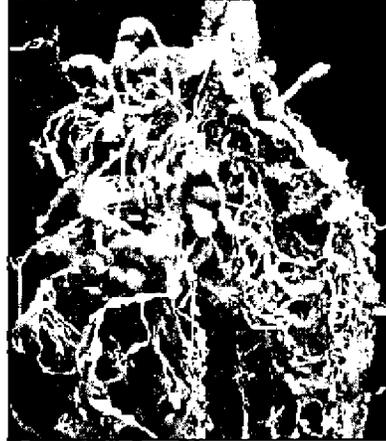
Fig (3)

Adult male of root-knot nematode



Root-Knot Nematode

Fig (4)
Root system infected with *M. incognita*



Reniform Nematode

Fig (5)
Male and young female of reniform nematode, stages typically found in soil

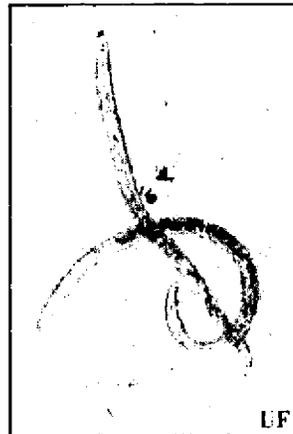
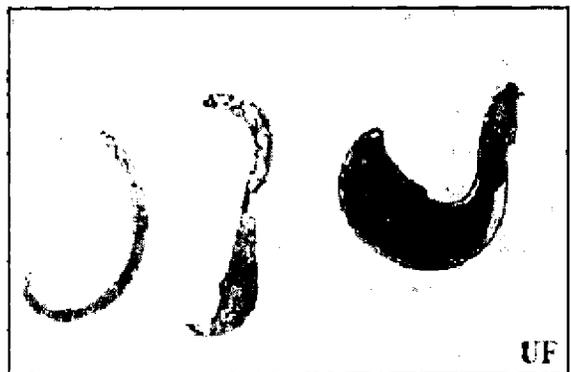


Fig (6)
Life stages of reniform nematode, ranging from left to right is juvenile, young female with swollen body, and mature female in kidney shape





Sting Nematode

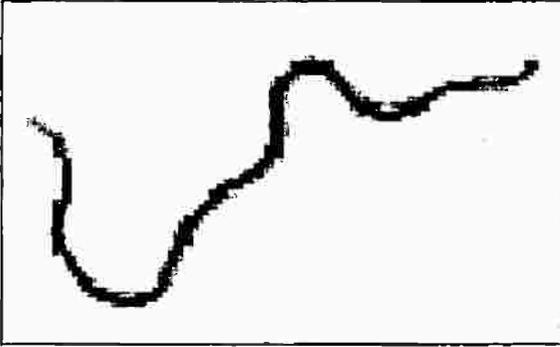


Fig (7)

The adult female of sting nematode



Fig (8)

Greatly enlarged adult female sting nematode showing slender, elongated stylet (center) used for reaching deep inside root tissue



Stubby Root Nematode

Fig (9)
Stubby root nematode

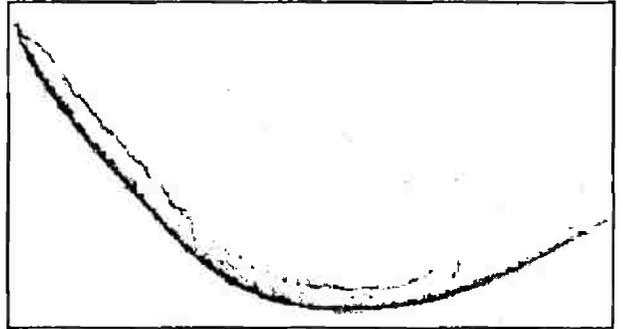


Fig (10)
Onchio style of stubby root nematode



Root Lesion Nematode

Fig (11)
Tomato root lesion nematode

