الفصل التاسع

أمراض الطماطم النيماتودية Tomato Nematode Diseases

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

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

تتميز الديدان النيماتودية المرضة 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 تفرز لعابها الذى يمر فى الرمح حتى يصل إلى أنسجة العائل ويهضم المواد الغذائية بها هضما جزئيا ثم تقوم بامتصاص تلك المواد الغذائية المهضومة مرة أخرى عن طريق الرمح. يختلف الرمح من حيث الشكل والحجم باختلاف أنواع النيماتودا لذلك يدخل وجوده وشكله كعامل أساسى فى عملية تقسيم الديدان النيماتودية المرضة 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. فمنها 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 وتسمى 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 الأعراض تحت سطح التربة حيث يوجد المجموع الجذرى للنبات المصاب. أعراض المجموع الخضرى تشمل: الهزال، عدم النمو المزدهر، الذبول قبل ميعاد النضج حتى لو توفرت الرطوبة فى التربة. اصفرار الأوراق، وأعراض أخرى مشابهة لأعراض نقص الماء أو نقص العناصر الغذائية. أما الأعراض على المجموع الجذرى فتختلف باختلاف

نـوع النيماتودا. حيث توجد العقد النيماتودية Galls– مناطق انتفاخات على الجذور– تكوين جذور جانبية كثيرة– قصر وتجعد الجذور– أيضا تفكيك الخلايا فى الأنسجة الجذرية وتحللها.

بـدأ ظهور أعراض الإصابة بالنيماتودا لـه علاقة بكثافة تجمعات هذه الآفة وقابلية المحصول للإصابة والظروف الجوية والبيئية السـائدة حول النبات. عند وجود إصابة شـديدة بالنيماتودا تفشـل البادرات أو الشتلات فى النمو وتبقى فى حالة تقزم شديد أو موت مسببة وجود رقعات واضحة من نباتات ضعيفة النمو أو رقعات خالية من أغلب النباتات الصغيرة منتشـرة فى أماكن مختلفة من الحقل. أما إذا كانت الإصابة أقل شـدة فإن أعراض الإصابة تتأخر فـى الظهور فى أول الموسـم إلى أن تتم النيماتودا عـدة دورات تكاثرية على المحصول وبالتالى يتأخر ظهور الأعراض فوق سطح التربة إلى آخر الموسم.

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

١ – زيادة حجم الخلايا المصابة مثلما يحدث فى 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 فى النبات.

٢ – قد تكون هذه العقد نتيجة زيادة الخلايا فى العدد نظرا لسـرعة انقسـام الخلايا انقسـاما غير مباشـر فى خلايا منطقة البريسكيل الناتج عن الإفرازات اللعابية للنيماتودا مما يؤدى إلى تكوين جذور جانبية كثيرة فى منطقة الانتفاخات على الجذور كما يحدث عند الإصابة بنيماتودا *Meloidogyne hapla*.

٣ – إيقـاف الانقسـام العادى لخلايا قمم جذور النباتات نتيجة تغذيـة الديدان النيماتودية ووجود اللعاب على قمم هذه الجذور من الخارج. وتصبح الجذور قصيرة ومجعدة وتتوقف خلايا القمم النامية المرستيمية عن الانقسام كما يحدث عند الإصابة بنيماتودا *Paratrichodorus minor*.

٤ – بعض أنواع النيماتودا يحتوى لعابها على إنزيم Pectinase الذى يذيب الصفيحة الوسطى Middle lamella الموجـودة بـين الخلايا ممـا يؤدى إلى تفكيك هـذه الخلايا عن بعضها. وهـذا يحدث عند الإصابة بديدان الساق النيماتودية *Ditylenchus dispsaci*.

٥ – جميع الديدان النيماتودية التى تصيب النباتات يمكنها إذابة الجدر الخلوية. ليس فقط فى مكان تغذيتها، لكن أيضا فى خلايا بعيدة نسبيا. هذا التأثير يختلف فى درجة حدوثه باختلاف الأنواع المسببة له.

دورة حياة وبيولوجيا الديدان النيماتودية

معظم أنواع النيماتودا المتطفلة على النبات لها دورة حياة بسيطة تشمل ٦ أطوار Stages6. 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 (Male or Female (Fig 1.

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

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

تنسلخ 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 ٠ – ١٠٠ بيضة لكن فى أنواع أخرى مثل نيماتودا تعقد الجذور يمكن أن تضع الأنثى عدة مئات من البيض وبتوفر 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 والتى تتراوح ما بين ١ – 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 المرضة بعد اختراقها للطبقات الخارجية الواقية من الجذر. وقد يكون ضرر الكائنات الثانوية أشد وأكثر أهمية من ضرر النيماتودا. ودور الديدان النيماتودية فى انتشار مرض الذبول الفيوزاريومى فى الطماطم واضح، حيث تسهل دخول الفطر إلى أنسجة العائل. أيضا توجد حالة من التعاون فى إحداث المرض بين النيماتودا والمسبب المرضى ويحدث ذلك عند إصابة بعض أصناف الطماطم والقطن المقاومة لفطريات الذبول بالنيماتودا الثانوية. أما نيماتودا تقرح الجذور فتسهل كسر مقاومة الطماطم لفطرى الفيوزاريوم والفيرتسيليوم. وفى بعض الأحيان تسهم 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 والفطر 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 الجو الحار 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 النيماتودا 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 فى 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 النيماتودية.

٨ – إذا وجـدت نيماتودا فى حقل الإنتاج يجب اسـتعمال المقاومـة الكيماوية قبل الزراعة. ومن المركبات الكيماوية التى كانت تسـتعمل فى مقاومة النيماتودا وألغيت نظرا لسـميتها الشـديدة مركب Methyl bromide وهو من المبيـنـ النيماتودية المدخنة Fumigant nematocides وأيضا مركبات Nemacur وهو من المبيدات الغير مدخنة Non fumigant nematocides. وتسـتخدم الآن مبيدات نيماتودية مدخنة منهـا (1.3 - dichloropropene) Telone ومبيدات نيماتودية غير مدخنة مثل (oxamyl) Vydate.

تصنيف النيماتودا الممرضة للطماطم

تتبـع قبيلة النيماتودا Phylum: Nematoda المملكة الحيوانيـة Kingdom: Animalia ويتبع هذه القبيلة صفين Two classes.

الأول Class: Secernentea

ويتبعه رتبة تيلينكيدا Order: Tylenchida.

يتبـع هـذه الرتبة معظم النيماتودا المتطفلة علـى النباتات ومنها النيماتودا المتطفلة علـى نباتات الطماطم مثل: نيماتـودا تعقد الجـذور Root-knot nematode – النيماتودا الكلوية Reniform nematode – النيماتودا اللاسـعة Sting nematode – نيماتودا التقرح Lesion nematode.

الثانى: Class: Adenophorea

ويتبعه رتبة ترايبونكيدا Order: Triponchida

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

أهم أمراض الطماطم النيماتودية

Tomato nematode diseases

١ ـ نيماتودا تعقد جذور الطماطم Tomato Root – Knot Nematode

نيماتودا تعقد الجذور *Meloidogyne spp* من أكثر أجناس النيماتودا تطفلا على المحاصيل الحقلية والبسـتانية مسـببة أضرارا اقتصادية مهمة. وتنتشـر فى 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 وحشـائش. ومن محاصيل الخضر التى تصاب بنيماتودا تعقد الجذور: الفاصوليا، الطماطم، البطاطس، الفلفل، الباذنجان، الخيار، الكوسـة، الشـمام، الجزر الخس، الكرفس، البطاطا، اللفت، السبانخ، الفراولة. ومن نباتات الزينة: القرنفل، الكريزانثمم، الورد. ومن أشجار الفاكهة يصاب الموز، الأناناس، الخوخ، العنب، التفاح وغيرها.

توجد ٤ أنواع من نيماتودا تعقد الجذور تعتبر آفات هامة على نباتات الطماطم وتؤثر على إنتاج محصول الطماطم فى جميع أنحاء العالم وهى: *M.hapla – M.incognita – M.arenaria – M.javanica*.

تنتشر كل من *M.incognita* و*M.javanica* فى المناطق الحارة والمعتدلة وتوجد *M.arenaria* فى المناطق الحارة والمعتدلة أيضا لكنها أقل انتشارا. أما نوع *M.hapla* فيوجد فى المناطق الباردة.

إذا تمكنت نيماتودا تعقد الجذور من الجذور العميقة للمحاصيل الحولية فمن الصعب مقاومتها ويمكن أن يحدث فقد كبير فى محاصيل الخضر النامية فى الأجواء الدافئة نتيجة للإصابة بهذه الآفة.

تنتشر هذه النيماتودا باستعمال أو نقل تربة ملوثة أو شتل بادرات مصابة. وعن طريق ماء الرى الملوث وسريانه من الحقل الملوث إلى الحقل السليم وأيضا من الآلات والأدوات المستعملة فى العمليات الزراعية ومن أحذية العاملين فى مجال الزراعة.

المسبب المرضى The causal organism

تعتبر نيماتودا تعقد الجذور بستة أطوار هى: البيضة- ٤ أطوار يرقية- الطور البالغ سواء ذكر أو أنثى. يرقات نيماتودا تعقد الجذور دودية الشكل طولها حوالى ١/٢ مم بعد الفقس. لا ترى بالعين المجردة. تتميز بوجود رمح قوى فى مقدمة الجسم وبعد التغذية والانسلاخات تتحور فى الشكل وتصبح الإناث البالغة كمثرية الشكل مع استطالة نسبيا (Fig 2) أما الذكور فيبقى شكلها الاسطوانى (Fig 3).

البيض يوضع بواسطة الإناث فى داخل الجذر فى كتلة إفرازات تشبه الجيلى وهى مادة جيلاتينية تفرز قبل وقت وضع البيض وتمتد على شكل قناة فى الطبقة الخارجية من أنسجة الجذر إلى التربة ثم تحيط بالبيض بعد وضعه لحمايته من فقد الماء. المادة الجيلاتينية فى البدء عديمة اللون ثم تتحول إلى مادة صفراء ضاربة إلى السمرة ثم إلى حمرة برتقالية بنية اللون. ويتكون غلاف البيضة Egg shell من ٣ طبقات: الطبقة الخارجية Vitelline layer والطبقة الوسطى Chitinous layer ثم الطبقة الداخلية Lipid layer

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى 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*

أعراض المرض Disease symptoms

يوجد مظهران للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على نباتات الطماطم. أحدهما على المجموع الخضرى للنبات والآخر 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 بالنباتات السليمة المجاورة لها ابتداء من منتصف الموسم المبكر. تذبل النباتات غالبا فى الوقت الحار من النهار بالرغم من وجود رطوبة كافية فى التربة ويكون الضرر أكثر وضوحا فى التربة الرملية الدافئة التى تم ريها. وإذا كانت

الإصابة شديدة فى أول الموسم قد ينتهى ذلك بموت النباتات المصابة. لكن غالبا تنتشر تجمعات النيماتودا فى وقت متأخر من الموسم إلى أن تصل النباتات إلى طور النضج فتبدأ فى الذبول عند الإزهار ويقل عقد الثمار.

أما أعراض الإصابة على المجموع الجذرى فهى مميزة وواضحة وذلك لوجود العقد Galls or Lumps على كل الجذور. وعند الإصابة الشديدة تتكون عقد كثيرة جدا مما يؤدى إلى تعفن أغلب المجموع الجذرى مع بقاء عدد قليل من الجذور الضعيفة والعقد النيماتودية الكبيرة. قد يتراوح قطر هذه العقد من ١- ١٠ملم. وجود هذه العقد يقلل من مقدرة الجذور على إمداد النبات بالماء والعناصر الغذائية مما يؤدى إلى ضعف نمو النبات (Fig 4).

هذه العقد يمكن أن تتشقق وتفتح وبالتالى تدخل كائنات التربة الأخرى المسببة للأمراض إلى الجذور. أهم هذه الكائنات بكتريا الذبول وفطريات *S.rolfsii* و*Fusarium* و*Pythium* و*Rhizoctonia*. يمكن أن تؤدى 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 فى إصابته ثم ينزع هذا النبات برفق للمحافظة على جذوره ويغسل بالماء الجارى برفق لإزالة التربة العالقة به ويفحص لرؤية العقد والانتفاخات.

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

دورة الحياة Life cycle

تبقى نيماتودا تعقد الجذور من موسم إلى الموسم التالى على هيئة بيض فى التربة. يحدث الانسلاخ الأول للطور اليرقى الأول داخل البيضة ثم يخرج منها الطور اليرقى الثانى J2. تتحرك يرقات هذا الطور فى الوسط المحيط بجذور النبات العائل ولا يتغذى لكن يستعمل الليبيدات المخزنة فى جهازه الهضمى Gut ويهاجم إما نفس العائل أو يتحرك بعيدا 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 ٢٤ ساعة وتعرف هذه الخلايا Giant cells. يلازم تكوين خلايا Giant cells تكوين العقد Galls فى الأنسجة المحيطة بها حيث يستقر بها J2 وتحدث له تغيرات مورفولوجية وينسلخ ٣ انسلاخات مكونا J3 وJ4 وأخيرا الطور البالغ.

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

تختلف طول دورة الحياة تبعا لدرجة الحرارة. تأخذ من ٤- ٦ أسابيع صيفا ومن ١٠- ١٥ أسبوعا فى الشتاء.

بعد الفقس تحتاج يرقة J2 إلى فيلم من الماء حول حبيبات التربة لتستطيع الحركة لكن ليس فى مقدرة النيماتودا تحمل ظروف التربة المشبعة بالماء أو الغدقة Flooded. ولسوء الحظ فإن الرطوبة المثلى لنمو وانتشار نيماتودا تعقد الجذور هى رطوبة التربة المثلى لنمو نباتات الطماطم.

المقاومة المتكاملة لنيماتودا تعقد الجذور Integrated Pest Management of Root - knot Nematode

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

١ - 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 الجذرية للمحصول فإن عمق أخذ العينات يجب أن يكون فى حدود ٥- ٢٠سم من التربة. وإذا كان الحقل تم تخطيطه 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 الزائدة أو التجمد أو الجفاف أو أشعة الشمس المباشرة فترة طويلة قبل تسليمها للاختبار. أما إذا تأخر تسليم العينة بسبب ما يمكن تخزينها مؤقتا على درجة ٤,٥- ١٥,٥°م (٤٠- ٦٠°ف). يجب أن يسجل على العينة اسم الراسل، العنوان، تاريخ أخذ العينة، تاريخ زراعة المحصول، الصنف المنزرع، موقع حقل الزراعة، وأيضا أية معلومات عن المبيدات 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 ممثلة 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 قصارى وتزرع بها بادرات طماطم من صنف قابل للإصابة بنيماتودا تعقد الجذور على أن تكون هذه البادرات سليمة وخالية من الإصابة. تحضن هذه القصارى على درجة حرارة من ٢- ٢٨°م (٦٨- ٨٢,٥°ف) تقريبا لمدة شهر ثم ترفع الجذور بعناية وتفحص لرؤية العقد. إذا وجدت هذه العقد فهذا 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 النيماتودا وكثافتها يتم القيام ببرنامج المقاومة المتكاملة وتشمل:

أولاً: العمليات الزراعية Practical cultures

توجد عمليات زراعية تؤدى إلى تقليل تجمعات النيماتودا تدريجيا بمرور الوقت ومن هذه العمليات:

١ـ الدورة الزراعية للمحصول Crop rotation

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

٢ـ 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 النيماتودا جوعا. وفى بعض الأبحاث وجد أن ترك الأرض دافئة رطبة من ٤– ٦ أشهر خالية من الزراعة والحشائش قللت تجمعات نيماتودا تعقد الجذور بنسبة ٩٥٪ أو أكثر. لكن يجب معرفة أن ترك الأرض بلا زراعة فترة طويلة له تأثير ضار من الناحية الاقتصادية وتؤثر أيضا على تركيب التربة ومادتها العضوية ويمكن أن تعرض التربة لعوامل التعرية وقد يكون ذلك أخطر من وجود النيماتودا.

٣ـ 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 البولى إيثيلين الشفاف الرقيق لرفع درجة حرارة التربة. الطبقة الأولى تغطى بها التربة جيدا مع الضغط عليها ثم توضع فوقها الطبقة الثانية برفق.

معظم النيماتودا المتطفلة على النبات تموت عند درجة حرارة من ٤٤– ٤٨°م (١١١– ١١٨°ف) ويصل تأثير التشميس على التربة إلى عمق ٥– ١٠سم من سطح التربة. يعطى التشميس نتائج أفضل فى التربة الطينية الرطبة عن التربة الرملية الرطبة، لأن الأخيرة أقل احتفاظا بالماء وبالتالى يقل انتقال الحرارة بها إلى مسافات أعمق.

٤ـ تمر الأرض بالماء Flooding

تمر الأرض بالماء بعد انتهاء الموسم يؤدى إلى هدم تجمعات النيماتودا فى التربة ويتم ذلك بصريقتين:

الأولى وهى التغريق طويل الدورة المستمر، والثانية التغريق المتتابع أى تغريق ٢– ٣ أسابيع ثم تجفيف ٢– ٣ أسابيع وتكرر العملية. والطريقة الثانية هى الأكثر تأثيرا فى تقليل تجمعات النيماتودا.

لكن هذه العملية تؤدى إلى استنزاف عناصر التربة الغذائية وزيادة الأملاح بها وأيضا الإسراف فى استعمال الماء.

٥ جراءات 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 بالنيماتودا.

– عدم نقل تربة ملوثة بالنيماتودا من أماكن مصابة إلى الأراضى الجديدة الخالية من النيماتودا.

– عند الرى تروى المساحات الخالية من الإصابة بالنيماتودا أولا ثم بعد ذلك تمر المياه إلى الأراضى المصابة.

– الحصول على شتلات الطماطم من مشاتل موثوق بها وخالية من الإصابة بالنيماتودا.

– تبخير أرض المشتل قبل الزراعة باستعمال الكيماويات الموصى بها. أما المخلوط المستعمل فى القصارى أو الصوانى فيطهر بالبخار على درجة ٦٠°م (١٤٠°ف) لمدة ٣٠ دقيقة إذا كان مستعملا قبل ذلك. هذه المعاملة تقاوم فيريات الذبول أيضا.

٦ـ محسنات التربة Soil amendments

عديد من المحسنات العضوية مثل الدبال Peat والسماد الحيوانى Animal manures وسماد الدواجن Poultry litter والكومبوست Compost يمكن أن تضاف إلى التربة لتزيد مقدرتها على الاحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية والقدرة على تبادل الكاتيونات وهذا يؤدى إلى تقليل الإصابة بالنيماتودا. بعض هذه المحسنات تطلق نيتروجين الأمونيا فى التربة فتثبط نمو تجمعات النيماتودا مباشرة وتُسرِّع من نمو ونشاط الكائنات الميكروبية الدقيقة المضادة للنيماتودا وتؤدى أيضا إلى تنوع هذه الكائنات.

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

ـ زراعة نباتات مثبطة للنيماتودا Nematode – suppressive plants

من هذه النباتات القطيفة Marigold حيث تقوم بتثبيط نمو نيماتودا تعقد الجذور وأيضا نيماتودا التقرح ويوجد نوعان من نباتات القطيفة:

(أ) القطيفة الفرنسية French mariogold (*Tagets patula*) ويوجد منها أصناف مهمة مؤثرة تشمل Tangerine – Queen Sophia – Petite Blanc – Nemagold. تستعمل هذه الأصناف فى مقاومة النيماتودا على

الطماطم ماعدا نيماتودا *M.hapla* وهى المنتشرة 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. tennifolia*) لأن النيماتودا تتغذى وتتكاثر عليها.

(ب) القطيفة الأفريقية African marigold (***Tegetes erecta***). 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.

٨ـ 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 التبكير بالزراعات الصيفية بقدر الإمكان قبل أن تنشط النيماتودا. وعندما تنشط النيماتودا تكون جذور الشتلات ذات حجم كبير وقوية تستطيع مقاومة الإصابة بالنيماتودا وإذا أصيبت يمكنها البقاء والإنتاج.

ثانيا: اختيار الأصناف المقاومة Resistant varieties

توجد أصناف طماطم مقاومة للنيماتودا متاحة تجاريا. لكن بعض هذه الأصناف له صفات مزرعية غير مقبولة. 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 Master100 وSuper red.

وفى ولاية ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية تزرع أصناف مقاومة منها: Small Fry وSweet Million وClassica وViva Italia وAlkinson وVine Ripe وAuburn وGoliath.

الأصناف المقاومة عامة تؤدى إلى إفشال 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) تؤدى إلى نقص مقاومة الصنف للنيماتودا. لا 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 الطماطم 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.

رابعا: المقاومة الكيماوية Chemical control

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

١ ـ مبيدات نيماتودية مدخنة Fumigant nematocides

هذه المبيدات يجب أن تنتشر فى التربة على صورة غاز كى تعطى تأثيرها. يزداد تأثير هذه المركبات فى التربة جيدة 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 (فى الربيع مثلا) وذلك بتأخير ميعاد الزراعة. وعند حدوث تشبع للتربة بالماء نتيجة لوجود مطر أو رى الأرض بالمعاملة تطول مدة احتفاظ التربة بالأثر السام للمبيد وخاصة فى طبقات التربة الأعمق. لذلك يجب تكرار حرث التربة وتهويتها فى الفترة ما بين التدخين والزراعة.

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

ـ مبيدات نيماتودية غير المدخنة Nonfumigant nematocides

من هذه المبيدات مركبات carbofuran وoxamyl وتستخدم إما كحبيبات Granulars أو سائل Liquid ويجب أن تخلط بالتربة فى السنتيمترات العليا من سطح التربة أو تحمل بواسط الماء إلى التربة كى تحدث تأثيرها. وتستخدم بانتظام كى تصل إلى مناطق الجذور فى المستقبل. ومن هذه المبيدات أيضا مركبات fosthiazate الحبيبية وكذلك مركبات cadusafos الحبيبية.

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

توجد اقتراحات بترتيب العمليات المزرعية والمقاومة الكيماوية لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور كالآتى:

(أ) قبل ١٢ شهرا من زراعة الطماطم: إذا كان المحصول النامى فى الحقل قابلا للإصابة بالنيماتودا 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 وتحرث الأرض جيدا بعد الحصاد مع بقاء الأرض خالية من الحشائش.

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

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

(هـ) عند الزراعة مباشـرة: إذا دلت نتائج الاختبارات السـابقة عن وجود نيماتودا فى التربة يجب اتباع الآتى : إما زراعة أصناف مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور أو استعمال مبيدات نيماتودية لمقاومة النيماتودا قبل الزراعة.

٢ـ النيماتودا الكلوية على الطماطم Tomato Reniform Nematode

توجد النيماتودا الكلوية بكثرة فى المناطق الاسـتوائية وشـبه الاسـتوائية والمناطق المعتدلـة الدافئة من أمريـ وأفريقيا وجنوب أوروبا والشرق الأوسط وآسيا واستراليا. تنتشر هذه النيماتودا عادة فى التربة الثقيلة نوعا. وتصيب أكثر من ٣١٤ نوعا من النباتات. وتصيب بشـدة كلا من الطماطم والقطن وتصيب أيضا الخس، اللوبيا، الكوسـة فول الصويا، الخيار، الأسـبرجس، الشاى، الأناناس، الشـمام. ووجد عديد من نباتات الزينة والحشائش عائلـ لهذه النيماتودا.

المسبب المرضى The causal orgnism

النيماتـودا الكلويـة Linford Oliveira *Rotylenchulus reniformis* دودة دائريـة صغيرة الحجم. متوسـط طـ يرقـات الذكـور من ٠,٣٤– ٠,٤٢ mm تقريبا، أمـا الإناث فيتراوح طولها من ٠,٣٨– ٠,٥٢ mm. طول رمح اليرقـ من ١٦– ٢١ *Mm* وهو متوسط الصلابة فى الإناث وأقل صلابة فى الذكور وبه عقدة دائرية صغيرة فى كلا الجنسيـ (Fig 5).

إناث النيماتودا الكلوية نصفية التطفل الداخلى Semiendoparasitic. تقوم الأنثى باختراق قشـرة الجذر وتنشـيـ مكان تغذية دائما فى داخل الجذر تقيم فيه ولا تتحرك ويبقى الجزء الأمامى من جسـم الدودة– وهو منطقة الرأس Anterior– فى الداخل أما الجزء الخلفى – منطقة الذيل Posterior– يبقى خارج سطح الجذر. يتضخم هذا الجـ ويتجعد أثناء التغذية فى فترة النضج ويأخذ شـكل الكلية. لذلك فإن تسـمية Reniform nematode ترمز إلى شـكـ الجسم الكلوى للأنثى الناضجة (Fig 6). تبقى الذكور دائما خارج الجذور.

يوجد ١٠ أنواع تابعة لجنس *Rotylenchulus* لكن أكثر الأنواع أهمية *R.reniformis* (Robinson, 1997).

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

Kingdom: Animalia
Phylum: Nematoda
Class: Secernentea
Order: Tylenchida
Family: Hoplolaimidae
Genus: *Rotylenchulus*
species: *R. reniformis*

أعـ عن المرض Disease symptoms

تصيب الإناث فقط جذور النبات. بعد الإصابة تتكون خلايا عديدة الأنوية ناتجة عن إذابة الجدر الخلوية لعديد من الخلايا المحيطة بمنطقة رأس النيماتودا وتسمى Synecytial cells هذه الخلايا مكان التغذية.

تتسبب الإصابة فى جذور البادرات تضخم خلايا البريسيكل. أما جذور النباتات من ٤– ٥ أسابيع فتتضخم بها خلايا البشرة وبالتالى يقل نمو الجذر العادى وينمو العديد من الجذور الجانبية القصيرة والبدينة. تتقزم النباتات المصابة 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

تضع الأنثى البيض. يفقس الطور الثانى J2 من اليرقات بعد ١– ٢ أسبوع من وضع البيض. يخترق J2 جذر النبات بعد ١– ٢ أسبوع من الفقس وتستمر الإناث فى التغذية لمدة ١– ٢ أسبوع أيضا بعد الاختراق حتى تصل إلى طور النضج. تقل الذكور الموجودة فى التربة خارج الجذور (خارجية التطفل Ectoparasitic) بإخصاب الإناث. تضع الأنثى البيض المخصب فى كتلة جيلاتينية (٦٠– ٢٠٠ بيضة تقريبا) للحفاظ على رطوبة البيض وحمايته من متطفلات التربة.

قد يتم الإخصاب قبل اكتمال نمو الغدد التناسلية للأنثى وتحتفظ الأنثى بالاسبيرمات Sperms مخزنة فى Spermatheca إلى ان يتم نضج الغدد التناسلية Gonads فيتم إخصاب البيض مباشرة. المعروف أن عدد الذكور والإناث فى تجمعات هذه النيماتودا متساوية وأن بعض تجمعات هذه النيماتودا تتكاثر لاجنسيا بالتوالد البكرى Parathenogenic.

تستغرق دورة حياة هذه الآفة عادة من ٢٤– ٢٩ يوما ويتوقف ذلك على درجة حرارة التربة وقوامها. Rebios (1973) وجد 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 وجود نسبة مرتفعة من الطمى Silt و/ أو الطين Clay.

يمكن للنيماتودا الكلوية البقاء فى التربة الجافة لمدة عامين على الأقل فى غياب العائل معتمدة على ميكانيكية الحياة بدون ماء Anhydrobiosis.

المقاومة 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، الحلفا الحار، الفلفل الحلو، السبانخ. وتوجد أيضا محاصيل غير عائلة للآفة مثل القمح والأذرة العادية. لكن توجد بعض الآراء بعدم تأثير الدورة الزراعية فى مقاومة النيماتودا الكلوية لأن هذه النيماتودا تستطيع البقاء على جذور معظم المحاصيل.

٤ – توجد cvs مقاومة لهذه النيماتودا.

٥ – إذا كانت الأرض موبوءة بالنيماتودا تترك خالية لمدة ٦– ١٢ شهرا مع وجود رطوبة بها ومقاومة الحشائش الموجودة فى الأرض أثناء هذه الفترة.

(ب) المقاومة البيولوجية Biological control

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

(جـ) المقاومة الكيماوية Chemical control

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

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

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

١ – استعمال قشر البرتقال المتخمر Sour orange peel وفصوص الثوم المخزنة Stored garlic cloves أدت إلى نفض أعداد النيماتودا الكلوية فى محصول عباد الشمس فى مصر ما يقرب من ٨٤– ٩٢٪ (Amin and Youssef, 1998).

٢ – استعمال أوراق النيم Neem وCasters واللوبيا والبامية فى مقاومة النيماتودا الكلوية وكانت النتائج مشابهة لتأثير مركبات الـ carbofuran الحبيبية.

كذلك عند استعمال بقايا نباتات القطيفة *Tagetes spp* فى التربة أدت إلى مقاومة النيماتودا الكلوية.

٣ـ النيماتودا اللاسعة Sting Nematode

النيماتودا اللاسعة من أكثر النيماتودا المتطفلة تأثيرا على النبات وأيضا أطول نيماتودا متطفلة على النبات حيث يصل طول النيماتودا البالغة إلى ٣ mm. يوجد عدة أنواع من النيماتودا اللاسعة لكن نيماتودا *Belonolaimus longicaudatus* أكثر ضررا وانتشارا. تصيب هذه النيماتودا 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 النيماتودا توجد فقط فى التربة الرملية– على الأقل ٨٠٪ رمل– حتى تستطيع البقاء.

المسبب المرضى The causal organism

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

هذه النيماتودا خارجية التطفل على جذور النباتات. تبقى فى التربة وتتغذى بإدخال رمحها الطويل فى قمم الجذور. تتكاثر جنسيا وبعد التزاوج تضع الأنثى البيض فى زواج.

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى 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 تؤدى إلى موت النباتات. هذه الأعراض يمكن أن تتشابه 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 فى التربة وبعد التزاوج تضع الأنثى البيض فى أزواج- تستمر فى وضع البيض مع استمرار وجود الغذاء- يفقس البيض بعد حوالى ٥ أيام من وضعه ويخرج منه الطور الثانى من اليرقات ويتجه إلى جذور النباتات ويتغذى عليها وينمو ويحدث له ٣ انسلاخات إلى أن يصل إلى الطور الناضج أو البالغ. تأخذ هذه الدورة حوالى ١٨- ٢٤ يوما من بدء وضع البيض إلى وجود النيماتودا البالغة. وبعد أن تصل النيماتودا إلى طور النضج تتزاوج وتضع الأنثى البيض لتعيد دورة الحياة.

تتغذى اليرقات بإرسال رمحها الطويل إلى داخل قمة الجذر وعن طريق هذا الرمح تحقن الإنزيمات فى أنسجة الجذر ثم تقوم بامتصاص عصير النبات من خلال هذا الرمح أيضا وبالتالى يتوقف نمو قمة الجذر نتيجة لهذه التغذية.

المقاومة Control

يجب قبل البدء فى عملية المقاومة عمل اختبار تربة للنيماتودا Soil nematode assay للتأكد من أن هذه النيماتودا هى المسببة للأعراض التى تم تشخيصها للمرض على النباتات ثم تبدأ إجراءات المقاومة بعد ذلك كالآتى:

أولا: العمليات الزراعية Practical cultures

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

obeikandl.com

٢ – تحسين التهوية حول جذور النباتات.

٣ – زيـادة مقـدرة التربة على الاحتفاظ بالعناصر الغذائية وذلك بإضافة المحسـنات أو المواد العضوية وقد يجد أن إضافة هذه المحسـنات أدت إلى تقليل تجمعات النيماتودا وقد يعود ذلك إلى التأثير المباشـر لهذه الإضافات على النيماتودا أو يرجع إلى تشجيع الكائنات الحية الدقيقة المضادة للنيماتودا فى التربة.

ثانيا: المقاومة البيولوجية Biological control

وجد أن بكتريا *Pasteuria usgae* إجبارية التطفل على النيماتودا *B. longicaudatus* – هى بكتريا endospore-forming bacterium – هـذه البكتريا توجد فـى التربة التى يوجد بها هذا النوع من النيماتودا والطريقة الوحيدة المستعملة الآن لعدوى الحقل بهذه البكتريا هى إضافة تربة من حقل به نيماتودا لاسعة مصابة بهذه البكتريا إلى الحقل المراد اجراء المقاومة به. لكن هذه الطريقة لها مخاطرها وغير اقتصادية فى الاستعمال التجارى. لكن تعد محـاولات الأن لإنتاج هـذه البكتريا معمليا كعامل مقاومة بيولوجى. وإذا تم ذلك سـيصبح هذا العامل ذا أهمية كبيرة.

ثانيا: المقاومة الكيماوية Chemical control

النيماتودا اللاسعة خارجية التطفل، لذلك يمكن مقاومتها باستعمال المبيدات النيماتودية التلامسية بعكس عديد من النيماتودا داخلية التطفل. ومن المبيدات النيماتودية التلامسية والمستعملة فى مقاومة هذه النيماتودا المركبات الآتية: مركبات Carbamates (aldicarb carbofuran) ومركبات Organophosphates (cadusafos- ethoprop- turbufos) ومن المدخنات مبيد Telone وMetam sodium.

وتوجد مركبات أخرى من Telone وهى Telone C-17 (64.3٪ 1,3- dichloropropene + 16.5٪ chloropicrin) ويوجد أيضا مبيد Telone C-35 (61.8% 1,3- dichloropropene + 35٪ chloropicrin).

وقد ثبت بالتجارب أن هذه المركبات تعادل أو تتفوق على تأثير المركب (67٪ methyl bromide + 33٪ chloropicrin) عند استعمالهم على الطماطم والفلفل والفراولة. مع العلم أن مركب بروميد الميثايل تم الغاؤه نظرا لسميته العالية

٤ـ نيماتودا الجذور السميكة Stubby Root Nematode

تصيب هذه النيماتودا 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*.

أهميـة هذه النيماتودا ليسـت فى ضررها المباشـر على جـذور النباتات المصابة فقط لكن تقـوم أيضا بنقل بعض الفيروسات النباتية التى تسبب أضرارا للنباتات. فهى الناقل الأساسى لفيرس Tobacco rattle virus المسبب لمرض Potato corky ring spot على درنات البطاطس. وأهم أعراض هذا المرض وجود حلقات بنية فلينية على سطح الدرنة أو وجود نقط بنية مبرقشة فى داخل الدرنة بالقرب من السطح تؤدى إلى خفض القيمة التسويقية لهذه الدرنات.

المسبب المرضى The causal organism

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

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

الوضع التقسيمى للمسبب المرضى Classification of causal organism

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

أعراض المرض Disease symptons

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 الجذرى. لذلك ترى هذه النباتات فى وضع ذابل. عند تغذية النيماتودا على قمة جذور البادرات يؤدى ذلك إلى موت البادرات. أما إذا كانت النباتات كبيرة بعض قمة جذورها المهاجمة بواسطة الآفة تتلون باللون البنى ويقف نمو هذه الجذور وتبدو سميكة وقصيرة ومنتفخة وذابلا ويموت كثير من هذه الجذور نتيجة لإصابات ثانوية اخرى. عند نمو جذور جديدة تهاجم أيضا وينتج عن ذلك مجموع جذرى صغير مدمج يحتوى على عديد من الجذور المتفرعة القصيرة السميكة.

قد تتداخل أعراض هذا المرض مع اعراض مسببات مرضية أخرى مختلفة، لذلك يفضى التشخيص المعملى تحديد نوع النيماتودا المسببة للمرض أو المسبب المرضى الآخر إن وجد.

دورة الحياة Life cycle

معظم *P. minor* إناث فقط ونادرا ما يوجد ذكور لذلك تتكاثر لاجنسيا بالتوالد البكرى Parathenogenic، حيث تقوم الأنثى البالغة بوضع البيض فى التربة ويبقى بها إلى أن يفقس ويخرج الطور اليرقى الثانى J2 ويتحرك إلى

الجذور ليبدأ التغذية ثم ينسلخ ٣ انسلاخات إلى أن يصل إلى الطور البالغ الذى يمكنه وضع البيض وإعادة دورة الحياة. تأخذ دورة حياة هذه النيماتودا حوالى ١٦ يوما عند توفر درجة الحرارة المناسبة- ٢٩°م أى ٨٤°ف- وتقل هذه الفترة عند انخفاض درجة الحرارة. تعتبر هذه الدورة قصيرة إذا ما قورنت بدورات النيماتودا المتطفلة على النباتات.

توجد هذه النيماتودا فى أنواع عديدة من التربة ولكن تسبب ضررا كبيرا فى التربة الرملية إلى التربة الرملية الطفلية Sandy to sandy loam soil.

المقاومة Control

توجد نيماتودا *P. minor* على عمق كبير من سطح التربة حيث توجد أغلب تجمعاتها ما بين ٢٠- ٤٠سم (٨- ١٦بوصة) أسفل سطح التربة وهذا عكس وجود باقى النيماتودا 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 فى مقاومة هذه النيماتودا. لكن المبيدات النيماتودية الجهازية تعطى تأثيرا أكبر فى مقاومة *P. minor*، حيث تمتص جذور النباتات المادة الفعالة للمبيد مما يؤدى إلى وقاية النبات من الإصابة إلى أن تقوى هذه الجذور. ومن المبيدات النيماتودية المستعملة فى مقاومة هذه الآفة- وهى مبيدات نيماتودا غير مدخنة- المركبات الآتية:

Benfuracarb) Oncol- (oxamyl) Vydate- (aldicarb) Temic- (curbosulfon) Marshal.

ملاحظات مهمة:

١ - من الأهمية معرفة أن استمرار زراعة المحاصيل ذات القابلية العالية للإصابة بهذه الآفة يمكن ان يزيد من تجمعاتها إلى درجة الخطورة ومن هذه المحاصيل: القمح- البرسيم- الشعير- البصل- الكرنب- الخس- الكوسة- الفلفل الحلو- البامية. لذلك يجب استعمال المبيدات النيماتودية فى المحاصيل التالية لها.

٢ - توجد محاصيل غير عائلة لهذه النيماتودا أو ضعيفة الإعالة لها وهى: الأسبرجس- السبانخ- الخيار- الفراولة- الراى.

٣ - وجد أن البقوليات الصيفية مثل اللوبيا Cowpea تعمل على خفض تجمعات هذه الآفة وتقلل من استعمال المبيدات النيماتودية فى مقاومتها.

٥ - نيماتودا تقرح جذور الطماطم Tomato Lesion Root Nematode

تنتشر نيماتودا التقرح فى جميع أنحاء العالم خاصة المناطق ذات الجو المعتدل من أمريكا وأوروبا وآسيا واستراليا. وفى أفريقيا توجد فى مصر وتونس وجنوب أفريقيا. ولهذه الآفة مدى عائلى 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 الورود والصنوبريات.

السبب المرضى The causal organism

يتسبب مرض تقرح جذور الطماطم من أنواع تتبع جنس *Pratylenchus* وأهمها نيماتودا *P. penetrans*. هذه النيماتودا من المتطفلات الداخلية المهاجرة Migratory endoparasites حيث تدخل فى جذور العائل للتغذية وتكاثر وتتحرك بحرية داخل وخارج الأنسجة الجذرية، لكن لا تقيم فى الجذور وتتغذى فقط فى قشرة الجذر.

هذه النيماتودا دودية الشكل صغيرة شفافة ميكروسكوبية يتراوح طولها من ٠,٣ إلى ٠,٩ mm. لها هيكل رأسى واضح ومميز ومستمر مع محيط الجسم المنحنى. طول الرمح ٢٠ um أو أقل. الرمح متوسط الصلابة مع وجود عقدة قاعدية واضحة. الطرف الخلفى للأنثى إسطوانى إلى شبه مخروطى. أما الطرف الخلفى للذكر فشبه مخروطى (Fig 11).

وضع التقسيمى للمسبب المرضى 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 المتقزمة الصفراء معطية للحقل مظهرا أشعث ومهملا خاصة فى وسط هذه المساحات. عند توفر الظروف المناسبة لنمو النيماتودا وبتقدم موسم النمو النبات تزداد المساحة المصابة فى الحجم. ويقل عدد أوراق النباتات المصابة كثيرا وكذلك حجم الورقة.

أما الأعراض أسفل سطح التربة فهى أكثر وضوحا. عند بدء الإصابة تظهر تقرحات صغيرة بنية اللون- يتراوح اللون البنى بين الفاتح والداكن- على جذور النباتات. وبتقدم النمو تتسع هذه التقرحات وتتصل ببعضها لتعطى الجذر اللون البنى الشامل. تتفسخ أنسجة القشرة Cortex التى تغلف الجذر نتيجة لتغذية النيماتودا وبالتالى يمكن خلع النبات بسهولة من التربة. تؤدى الإصابة الشديدة بالنيماتودا إلى موت الجذر تماما.

هذه التقرحات تحدث نتيجة لتداخل الجليكوسيدات Glycosides الخاصة بالنبات مع الانزيمات المنطلقة من النيماتودا أثناء التغذية مكونة مواد كيماوية سامة لخلايا العائل. درجة تداخل العائل مع الطفيل تعتمد على تركيز ومكان الجليكوسيد المتخصص فى داخل أنسجة الجذر وعلى الإنزيمات المنطلقة من الآفة خلال التغذية.

يمكن أن تتشابه أعراض مرض التقرح النيماتودى مع أعراض أمراض أخرى فى التربة منها أعراض الإصابات الحشرية ونقص العناصر الغذائية والتأثير المثبط للعوامل البيئية والجوية. لذلك يجب أخذ عينات من الجذور والتربة وتحليلها لتحديد المسبب المرضى قبل بدء إجراءات المقاومة.

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

كذلك ارتفاع درجة الحرارة وزيادة الرطوبة يساعدان على زيادة شدة المرض. أما الظروف التى تؤدى إلى النمو الأمثل للنبات فهى غير ملائمة لانتشار المرض ولو كانت تجمعات نيماتودا التقرح كثيرة فى التربة.

ومن الأضرار التى تلحقها هذه النيماتودا بالنبات العمل على دخول كائنات التربة الأخرى المتطفلة والرمية لتصب الجذور عن طريق الجروح الناتجة عنها. وتقوم أيضا بإضعاف مقاومة العائل للطفيليات الأخرى حيث تضعف مقاومة الأصناف المقاومة فى الطماطم لأمراض الذبول المسببة عن فطرى الفيوزاريوم والفيرتسيليوم. والأبحاث الجديدة تشير إلى تداخل فطر *V. dahliae* ونيماتودا تقرح الجذور بطريقة تعاونية Synergistically تؤدى إلى ضعف نباتات الطماطم وبالتالى قلة المحصول حتى عند مستوى تجمعات قليلة من النيماتودا لا تسبب ضررا إذا كانت بمفردها.

دورة الحياة Life cycle

تقضى نيماتودا تقرح الجذور فترة الشتاء على هيئة بيض أو يرقات أو ديدان ناضجة فى جذور العائل أو فى التربة. عندما تتوافر الظروف المناسبة تضع الأنثى البالغة بيضها المخصب إما فى صورة فردية أو فى مجموعات صغيرة فى جذور العائل أو فى التربة بالقرب من جذر العائل. بعد ١- ٣ أسابيع من وضع البيض يفقس الطور اليرقى الثانى 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 فى خلال ٣٠ يوما عند ٣٠°م (٨٦°ف) وعند ٢٤°م (٧٦°ف) تأخذ الدورة ٣٥ يوما 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 تكوين 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 فتترك وتهاجر من خلال القشرة إلى مناطق أخرى سليمة فى 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 كى لا تنتشر الآفة.

٢ - تنتشر نيماتودا التقرح لمسافات طويلة داخليا وخارجيا عن طريق أجزاء النباتات المستعملة فى التكاثر الخضرى، فيجب مراعاة ذلك لمنع نقل النيماتودا إلى حقول الزراعة القريبة والبعيدة.

٣ - عند الرى يجب رى الأماكن الخالية من الإصابة أولا ثم الانتقال منها إلى الأماكن المصابة وذلك لأن ماء الرى وسيلة لنقل بيض ويرقات النيماتودا وكذلك الديدان البالغة.

٤ - تطهير أدوات الزراعة المستعملة فى الحقول المصابة قبل استعمالها فى الحقول السليمة. كذلك تطهير أيدى وأحذية العاملين بالمزرعة.

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

ثانيًا: زراعة نباتات مثبطة لنمو النيماتودا

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

ثالثًا: المعاملات الحرارية Heat treatments

لمعاملة الحرارية لمقاومة النيماتودا وطفيليات أخرى فى التربة وسيلة اقتصادية فعالة فى الصوب إذا استعملت جيدا. يتم ذلك بتعريض التربة لدرجة حرارة من ٤٠– ٥٢°م (١٠٥– ١٢٦°ف). أو بإمرار تيار هواء مشبع بالبخار فى التربة وهذا أكثر كفاءة. لكن لا يستعمل إلا فى الكميات القليلة من التربة.

رابعًا: المقاومة الكيماوية Chemical control

توجد مبيدات نيماتودية تستعمل فى مقاومة نيماتود تقرح الجذور فى الطماطم. هذه المبيدات إما تستعمل كتدخينات قبل الزراعة ومنها Basamid وTelone II وMetam sodium وSistan، وإما تستعمل من خلال نظام الرى، وهى على هيئة حبيبية Granular منها مجموعة Carbamates (oxamyl. aldicarb) أو مجموعة Organophosphates (prephos- fenamiphos- isazoph).

□□□

Plant Pathogenic Nematodes

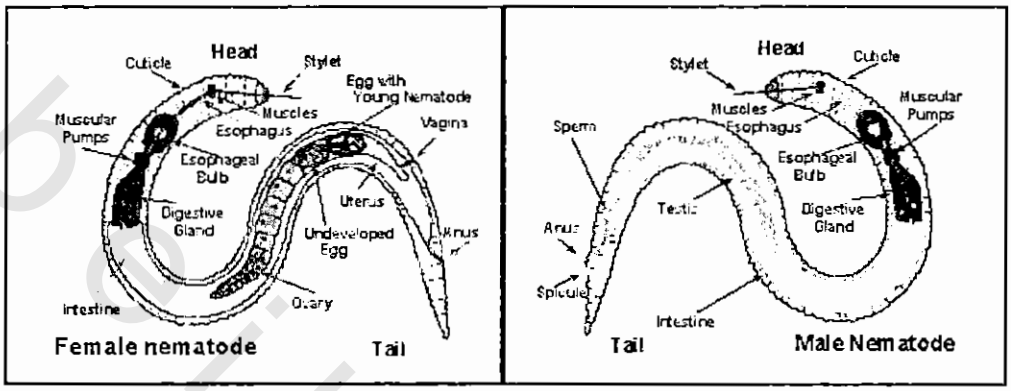

Fig (1)

Female and male nematodes

Root- Knot Nematode

Fig (2)

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

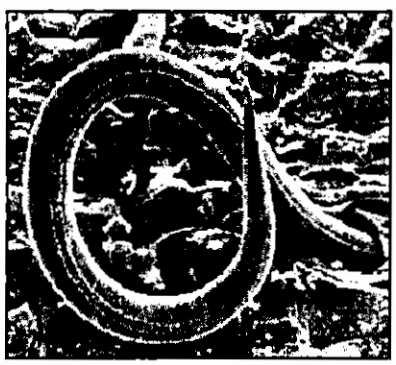

Fig (3)

Adult male of root-knot nematode

obeikandl.com

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

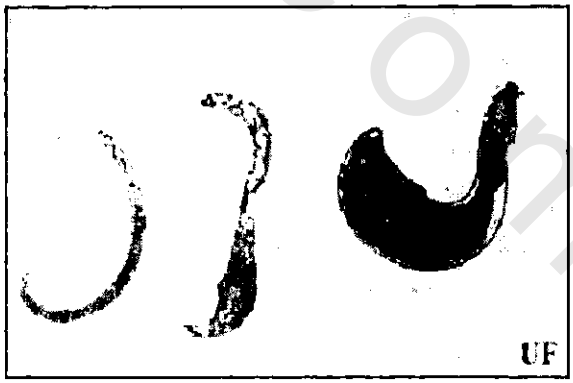

Fig (6)

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

obeikandl.com

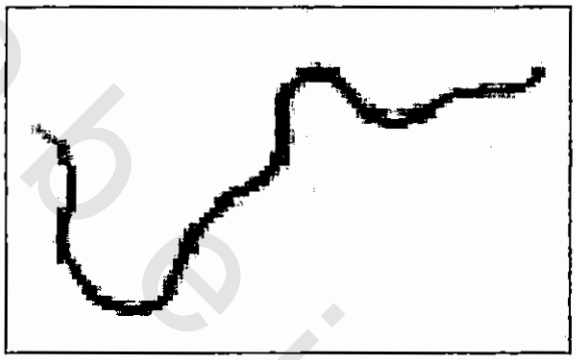

Fig (7)

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

obeikandl.com

Stubby Root Nematode

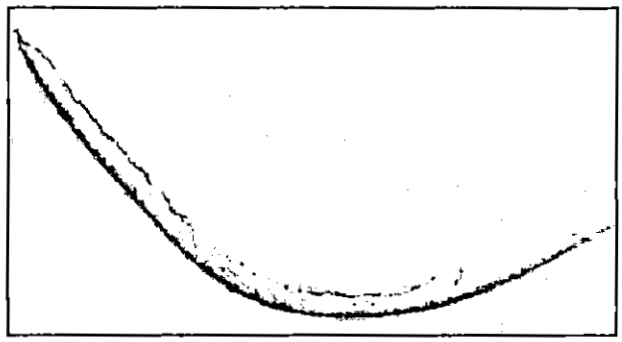

Fig (9)

Stubby root nematode

Fig (10)

Onchio style of stubby root nematode

Root Lesion Nematode

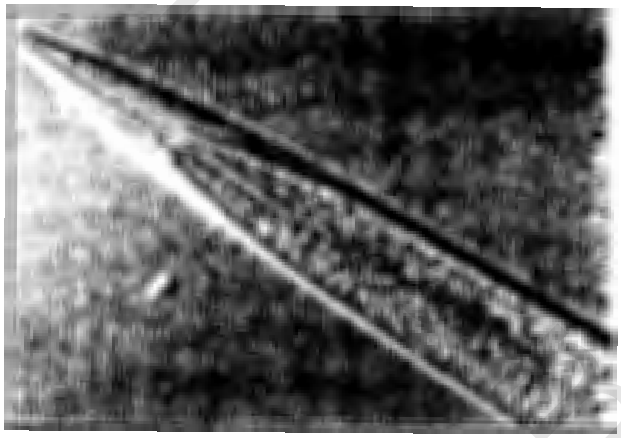

Fig (11)

Tomato root lesion nematode

obeikandl.com