أمراض النبات

المتسببة عن نيماتودا

Plant Diseases due To Nematodes

obeikandl.com

obeikandl.com

أمراض النبات

المتسببة عن نيماتودا

Plant Diseases due To Nematodes

مقدمة:

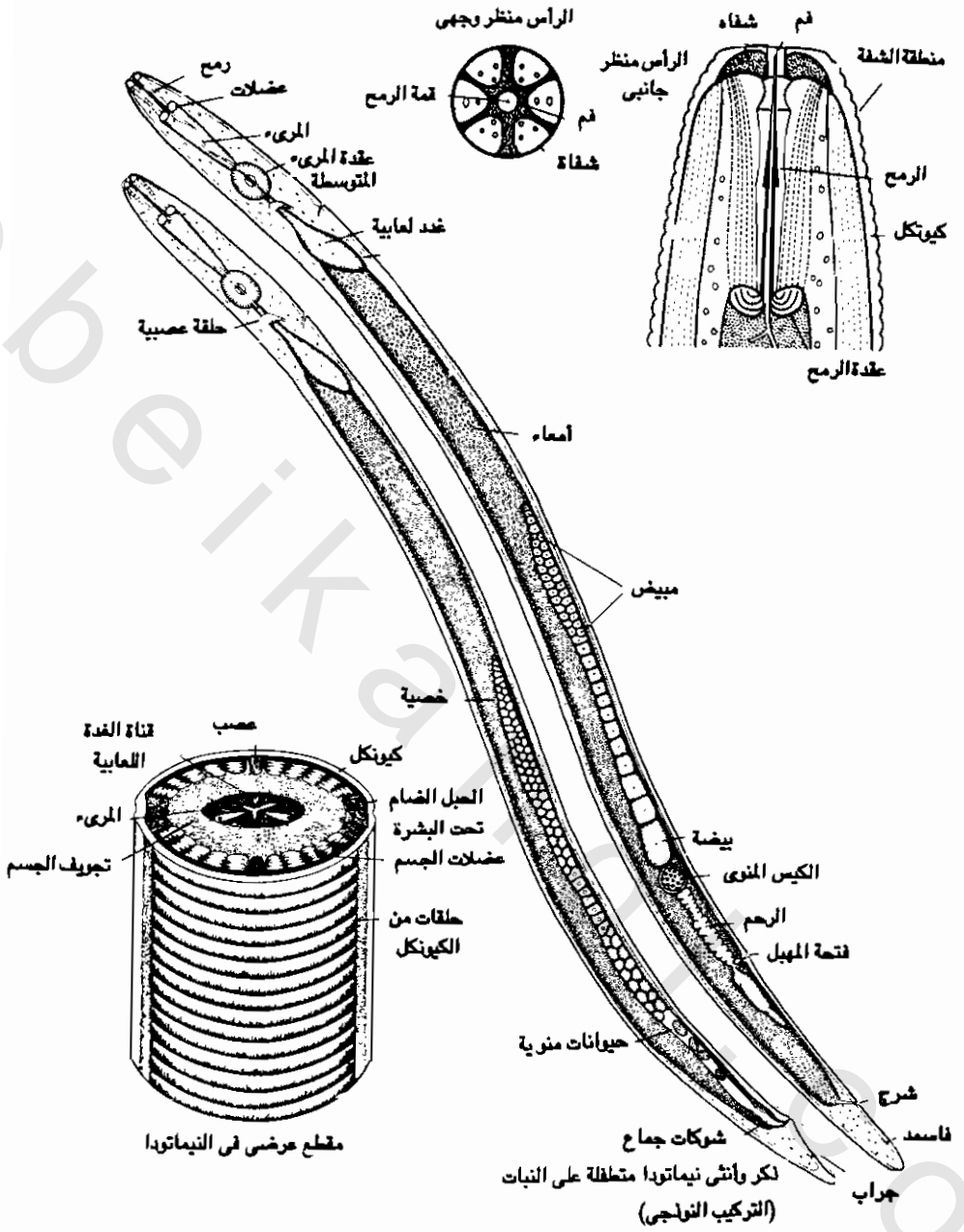
تعتبر النيماتودا إحدى مجموعات المملكة الحيوانية . تسمى النيماتودا أحياناً الديدان الثعبانية، وهي تشبه في مظهرها الديدان، ولكنها متميزة تماماً تصنيفياً عن الديدان الحقيقية. إن معظم الآلاف العديدة من أنواع النيماتودا تعيش بأعداد كبيرة حرة في المياه العذبة أو المياه المالحة أو في التربة، متغذية على النباتات والحيوانات الدقيقة (الميكروسكوبية). تهاجم الأنواع العديدة من النيماتودا وتتطفل على الانسان والحيوان والتي تسبب لهما أمراضاً مختلفة. هناك عدة مئات من الأنواع تعرف بأنها تتغذى على النباتات الحية وتسبب أمراضاً نباتية متنوعة.

مميزات النيماتودا الممرضة للنبات :

Characteristics of Plant Pathogenic Nematodes

الشكل الظاهري (مورفولوجي) : - إن النيماتودا المتطفلة على النبات صغيرة الحجم قياساتها حوالي ٣٠٠ - ١٠٠٠ ميكرون، وقد يصل بعض منها الى حوالي ٤ ملم طولاً وبسمك ١٥ - ٣٥ ميكرون (شكل ٢٥٤). إن صغر مقاس قطر النيماتودا يجعلها غير مرئية بالعين المجردة، ولكن يمكن رؤيتها بسهولة وملاحظتها تحت الميكروسكوب. تكون النيماتودا بشكل عام اسطوانية الشكل وذات مقطع دائري (المقطع العرضي)، وهي ذات أجسام غير مقسمة، ناعمة ليس لها أرجل أو أي زوائد أخرى. إن الاناث في بعض الأنواع يمكن أن تصبح منتفخة في طور النضج وتأخذ شكل الكمثرى أو الأجسام الكروية (شكل ٢٥٥).

التشريح : - إن جسم النيماتودا شفاف تقريبا (شكل ٢٥٤) ومغطى بكيوتكل شفاف والذي عادة يكون معلم بحزوز أو أثلام أو أي علامات أخرى. ينسلخ الكيوتكل عندما تدخل النيماتودا في الأطوار اليرقية المتتابعة.



شكل -٢٥٤

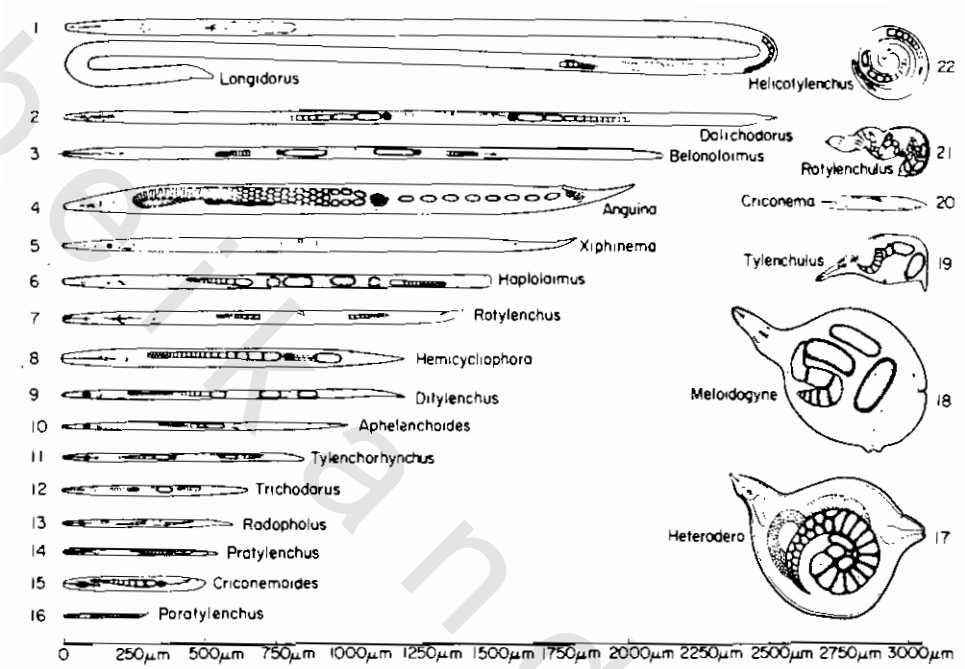
الشكل الظاهري وأهم المميزات الرئيسية لذكر وأنثى نموذجين من النيماتودا المتطفلة على النبات.

يتكون الكيوتكل بواسطة البشرة السفلى hypodermis التي تحتوي على خلايا حية، ويمتد داخل تجويف الجسم على شكل أربعة أوتار فاصلة أربعة أحزمة من العضلات الطولية، هذه العضلات تمكن النيماتودا من الحركة. بالاضافة إلى ذلك توجد عضلات متخصصة على الفم وعلى طول الجهاز الهضمي وعلى التركيبات التكاثرية.

يحتوى تجويف جسم النيماتودا على سائل، هذا السائل يحدث فيه الدورة الدموية وعملية التنفس، أما الجهاز الهضمي فهو عبارة عن أنبوبة مجوفة تمتد من الفم وتمر بالمريء الأمعاء، المستقيم ثم الشرج. إن للنيماتودا عادة ستة شفاه تحيط بالفم. جميع النيماتودا المتطفلة على النبات لها رمح مجوف Stylet or Spear والذي يستعمل في ثقب خلايا النبات.

الجهاز التكاثري جيد التكوين حيث أن النيماتودا الأنثى تمتلك واحداً أو اثنين من المبايض، يلي هذه المبايض قناة البويضات والرحم وينتهي بالفرج. أما التركيب التكاثري في الذكر فهو مشابه للأنثى في تكشفه، ولكن هناك خصية، حويصلة منوية، وقناة ذات فتحة مشتركة مع الأمعاء. يوجد هناك أيضاً زوجاً من شوكات الجماع توجد في الذكر وهي قابلة للبروز. يحدث التكاثر في النيماتودا عن طريق البيض ويمكن أن يكون التكاثر جنسياً أو خنثوي أو تكاثر بكري. هناك أنواع كثيرة من النيماتودا ليس فيها ذكور.

دورة الحياة : - إن تاريخ الحياة في معظم النيماتودا المتطفلة على النبات (دورة الحياة) هي بشكل عام متشابهة تماماً، حيث أن البيض يفقص ويعطي يرقات، هذه اليرقات ذات مظهر وتركيب مشابه عادة للنيماتودا اليافعة. تنمو اليرقة في الحجم وينتهي كل طور يرقي بانسلاخ. جميع أنواع النيماتودا لها أربعة أطوار يرقية، مع أن طور الانسلاخ الأول يحدث عادة في البيضة. بعد الانسلاخ الأخير تتميز النيماتودا إلى نيماتودا يافعة ذكر أو أنثى. بعد ذلك، أي بعد وصول النيماتودا إلى طور النضج، تستطيع الأنثى أن تنتج بيضاً مخصباً، إما بعد أن يتم تلقيحها من الذكر، أو في حالة غياب الذكور، يتم وضع البيض بكرياً أو أن الأنثى بنفسها تنتج الحيوانات المنوية وفي هذه الحالة تكون خنثى.



شكل – ٢٥٥

الشكل الخارجي والحجم النسبي لأهم أجناس النيماتودا المتطفلة على النبات

إن دورة حياة النيماتودا ابتداءً من البيضة وحتى تكبر اليرقة الناتجة من البيضة وتضع بيض، يتم ذلك خلال ٣ – ٤ أسابيع تحت الظروف الجوية المثلى، خاصة درجة الحرارة، ولكن هذه الدورة تأخذ وقتاً أطول في درجات الحرارة المنخفضة. في بعض أنواع النيماتودا فإن الأطوال اليرقية الأولى أو الثانية لا تستطيع أن تهاجم وتصيب النباتات وتعتمد في وظائفها

التمثيلية على الطاقة المخزونة في البيضة. عندما تنتج الأطوار القادرة على إحداث الاصابة، عند ذلك، يجب أن تتغذى على العائل القابل للاصابة أو تجوع حتى تموت. إن غياب العوائل الملائمة يمكن أن يؤدي إلى موت جميع الأفراد في أنواع نيماتودا معينة خلال بضع شهور، ولكن في أنواع أخرى فإن الأطوار اليرقية يمكن أن تجف وتبقى ساكنة أو أن البيض يبقى كامناً في التربة لعدة سنوات.

بيئة وإنتشار النيماتودا : تعيش معظم أنواع النيماتودا الممرضة للنبات جزءاً من حياتها في التربة. إن كثيراً من هذه الأنواع تعيش حرة في التربة، تتغذى سطحياً على الجذور وأجزاء السيقان الموجودة تحت سطح التربة، ولكن حتى في النيماتودا المتطفلة المتخصصة المقيمة في التربة، فإن البيض، الأطوار اليرقية قبل التطفل والذكور توجد في التربة لكل أو لجزء من حياتها. إن درجة حرارة التربة ورطوبة التربة وتهويتها تؤثر على بقاء النيماتودا حية وتؤثر على حركة النيماتودا في التربة. توجد النيماتودا بكميات كبيرة في الطبقة السطحية من التربة (بعمق صفر – ١٥ سم)، هذا مع أن توزيع النيماتودا في الأراضي المزروعة يكون غير منتظم، وتكون موجودة بكمية كبيرة في أو حول جذور النباتات القابلة للاصابة والتي قد تتبعها أحياناً إلى أعماق كبيرة تصل من ٣٠ – ١٥٠ سم أو أكثر. إن أكبر تركيز للنيماتودا يكون في منطقة جذور النبات العائل، وهذا يكون راجعاً بشكل اساسي إلى سرعة تكاثرها وإلى كمية الغذاء المتوفرة لها وكذلك فإنه يكون راجعاً أيضاً إلى إنجذاب النيماتودا بواسطة مواد منطلقة من الجذر في المنطقة المحيطة بالجذر رايزوسفيرRhizosphereيجب أن يضاف إلى هذه العوامل ما يسمى بعامل الفقص وهو تأثير مواد ناشئة من الجذر والتي تنتشر في التربة المحيطة وتشجع بشكل ملحوظ على فقص بيض بعض أنواع النيماتودا. إن معظم بيض النيماتودا يفقص بحرية في الماء في غياب أي مشجع خاص.

تنتشر النيماتودا في التربة ببطء شديد تحت تأثير قوتها الذاتية. إن المسافة الكلية التي تنتقلها النيماتودا، من المحتمل أن لا تزيد عن متر واحد في كل موسم. تتحرك النيماتودا بسرعة أكبر في التربة عندما تكون مسامات التربة مبطنة بطبقة أو بغشاء رقيق من الماء (بضع ميكروميترات)، أكثر من سرعتها عندما تكون التربة غدقه بالماء. بالاضافة إلى الحركة

الذاتية للنيماتودا، فإنها يمكن أن تنتقل بسهولة مع أي شيء يتحرك ويستطيع حمل جزيئات التربة. إن الآلات الزراعية في المزرعة، الري، الغمر بالماء، صرف الماء، أرجل الحيوانات، العواصف المثيرة للغبار، كل هذه العمليات تنقل النيماتودا في المناطق المحلية. بينما يتم نقل النيماتودا لمسافات طويلة، بشكل أساسي، عن طريق منتجات المزرعة وعن طريق نباتات المشاتل المنقولة. إن قليلاً من تلك النيماتودا التي تهاجم أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة، لا تنتقل عن طريق التربة فقط كما ذكر سابقاً، ولكن يمكن أيضاً أن تنتشر عن طريق رذاذ المطر أو عن طريق الماء الساقط فوق النباتات، أو أنها تستطيع أن تتسلق ساق النبات الرطب أو سطوح الورقة بالاعتماد على قوتها الذاتية. هناك إنتقال وإنتشار آخر يأخذ مجراه وذلك عن طريق إتصال أجزاء النبات المصابة مع النباتات السليمة المجاورة.

تقسم النيماتودا الممرضة للنبات حسب تواجدها إلى : -

١ - إما أن تكون طفيليات خارجية، إن أنواع هذه الطفيليات عادة لا تدخل نسيج الجذر، ولكن تتغذى فقط على الخلايا القريبة من سطح الجذر.

٢ - إما أن تكون داخلية التطفل، والأنواع من هذه الطفيليات تدخل العائل وتتغذى على مكونات العائل وهي في داخله.

إن كلا هذين النوعين يمكن أن يكون ١ - إما مهاجرة ، يعني أنها تعيش حرة في التربة وتتغذى على النباتات دون أن تصبح مرتبطة بها، أو أن تكون متحركة داخل النبات.

٢ - أو أن تكون مقيمة غير مهاجرة، يعني أن هذه الأنواع إذا ما حصل ودخلت الجذر فإنها لا تتركه.

إن النيماتودا خارجية التطفل تشمل النيماتودا الحلقية (غير مهاجرة) والنيماتودا الخنجرية ونيماتودا تقصف الجذور والنيماتودا الواخزة وكل هذه الأنواع نيماتودا مهاجرة. أما النيماتودا داخلية التطفل تشمل نيماتودا تعقد الجذور، النيماتودا الحوصلية ونيماتودا الحمضيات (وهذه كلها غير مهاجرة) وتشمل أيضاً نيماتودا التقرح، نيماتودا الساق

والابصال، النيماتودا الحافرة، نيماتودا الأوراق، نيماتودا التقزم، النيماتودا الرمحية، النيماتودا الحلزونية، وهذه كلها مهاجرة الى حد ما. من هذه النيماتودا، فان النيماتودا الحوصلية والنيماتودا الرمحية والنيماتودا الحلزونية، يمكن أن تكون الى حد ما خارجية التطفل، على الأقل خلال جزء من حياتها.

هناك ثلاثة أجناس من عائلة Aphelenchoididae وهم ١) *Aphelenchoides* وهو جنس متخصص بالبراعم والأوراق ٢) *Bursaphelenchus* نيماتودا ذبول الصنوبر، الجنس الثالث *Rhadinaphelenchus* نيماتودا الحلقة الحمراء في جوز الهند وهذه الأجناس نادراً إن لم يكن مستحيلاً أن تدخل التربة. يعيش الجنس الأول في أنسجة النبات الذي يهاجمه، أما الجنسان الثاني والثالث فهما يعيشان في العوامل الحشرية الناقلة لهما.

التصنيف :

إن جميع النيماتودا المتطفلة على النبات (شكل ٢٥٥) تبع قبيلة نيماتودا Nematoda. إن معظم الأجناس المتطفلة تتبع رتبة Tylenchida وقليل منها يتبع رتبة Dorylaimida وفيما يلى ملخص لتصنيف النيماتودا : -

قبيلة نيماتودا ..... Phylum : NEMATODA

رتبة تايلنكيديا ..... ORDER : Tylenchida.

تحت رتبة تايلنكينيا ..... Suborder : Tylenchina

فوق عائلة تايلنكوديا ..... Superfamily : Tylenchoidea

عائلة تايلنكديا ..... Family : Tylenchidae

جنسي أنجوينا : نيماتودا القمح اوتدرنات الحبوب ..... Genus " *Anguina*

جنسي داي تلنكس : نيماتودا الساق او الابصال في ..... Genus : *Ditylenchus*

البرسيم الحجازي، البصل، النرجس... الخ

عائلة : تايلنكوري هنكيديا ..... Family : Tylenchorhynchidae

جنسى : تايلنكوري هنكس ..... Genus : *Tylenchorhynchus*

نيماتودا تقزم الدخان ، القمح ، القطن .. الخ.

عائلة : براتيلنكيديا ..... Family : *Pratylenchidae*

جنس : براتيلنكس ..... Genus : *Pratylenchus*

نيماتودا التقرح في معظم نباتات المحاصيل والأشجار

جنس رادو فولس ..... Genus : *Radopholus*

وهي النيماتودا الحافرة في الموز الحمضيات، القهوة ، قصب السكر.. الخ.

عائلة : هوبلولميديا ..... Family : Hoplolaimidae

جنس : هوبلوليمس ..... Genus : *Hoplolaimus*

وهي النيماتودا الرمحية في الذرة، قصب السكر، القطن، البرسيم الحجازي.. الخ.

جنس : روتيلنكس ..... Genus : *Rotylenchus*

وهي النيماتودا الحلزونية في نباتات مختلفة

جنس : هيليكوتاي لنكس ..... Genus : Helicotylenchus

وهي النيماتودا الحلزونية في نباتات مختلفة

عائلة : بيلونوليميديا ..... Family : Belonolaimidae

جنس : بيلونوليمس ..... Genus : *Belonolaimus*

وهي النيماتودا الواخزة في الحبوب ، البقوليات والقرعيات.

obeikandl.com

فوق عائلة : هيتيروديروديا ..... Superfamily : Heteroderoidea

عائلة : هيثيرودريديا ..... Family : Heteroderidae

جنس : جلوبوديرا ..... Genus : *Globodera*

النيماتودا الحوصلية في البطاطس

جنس : مولويوجوينا ..... Genus : *Meloidogyne*

نيماتودا تعقد الجذور في معظم المحاصيل النباتية

عائلة : ناكوبيايديا ..... Family : Nacobbidae

جنس : ناكوبص ..... Genus : *Nacobbus*

نيماتودا العقد الجذرية الكاذبة

جنس : روتيلنكص ..... Genus : *Rotylenchulus*

النيماتودا الكلوية في القطن، الباباي ، الشاي ، الطماطم .. الخ

فوق عائلة " سيركونيماتوديا ..... Superfamily : Criconematoidea

عائلة : سيركونيماتيديا ..... Family : Criconematidae

جنس : سيركونيملاً ..... Genus : *Criconemella*

النيماتودا الحلقية في النباتات الخشبية

جنس : هيمي سايكلوفورا ..... Genus : *Hemicycliophora*

النيماتودا الغمدية في النباتات المختلفة

عائلة : براتي لنكيديا ..... Family : Paratylenchidae

جنس : باراتيلنكص ..... Genus : *Paratylenchus*

النيماتودا الدبوسية في النباتات المختلفة

عائلة : تايلنكيوليدي ..... Family : *Tylenchulidae*

جنس " تايلنكيولص ..... Genus : *Tylenchulus*

نيماتودا الحمضيات في كل من الحمضيات ، العنب، الزيتون ، الليلك... الخ

تحت رتبه : أفلينكينيا ..... Suborder : Aphelench ina

فوق عائلة : أفيلينوكويدي ..... Superfamily : Aphelenoidea

عائلة : أفيلينكوديدي ..... Family :Aphelenchoididae

جنس : أفـيلينكويدس ..... Genus : *Aphelenchoides*

نيماتودا المجموع الخضري في القرنفل، الفراولة، البيجونيا، الرز، جوز الهند.. الخ

جنس : بيـورسـافلنكص ..... Genus : *Bursaphelenchus*

نيماتودا خشب الصنوبر

جنس : رادينا فـيلنكص ..... Genus : *Rhadinaphelenchus*

نيماتودا الحلقة الحمراء في جوز الهند

رتبـة : دوري لميـدا ..... Order : Dorylaimida

عـائلة : لونجي دوريديا ..... Family : Longidoridae

جنس : لونجيدورس ..... Genus : *Longidorus*

النيماتودا الإبرية في بعض النباتات

جنس : زفينيما ..... Genus : *Xiphinema*

النيماتودا الخنجرية في الأشجار، عروش العنب الخشبية وكثير من النباتات الحولية.

عـائلة : تريكودوريدي ..... Family : Trichodoridae

جنس : باراتري كـودورس ..... Genus : *Paratrichodorus*

نيماتودا تقصف الجذور في النجيليات، الخضروات، التفاح ، التوت البري

جنس : تـريكودورس ..... Genus : *Trichodorus*

نيماتودا تقصف الجذور في بنجر السكر، البطاطس، الحبوب، التفاح

عزل النيماتودا :

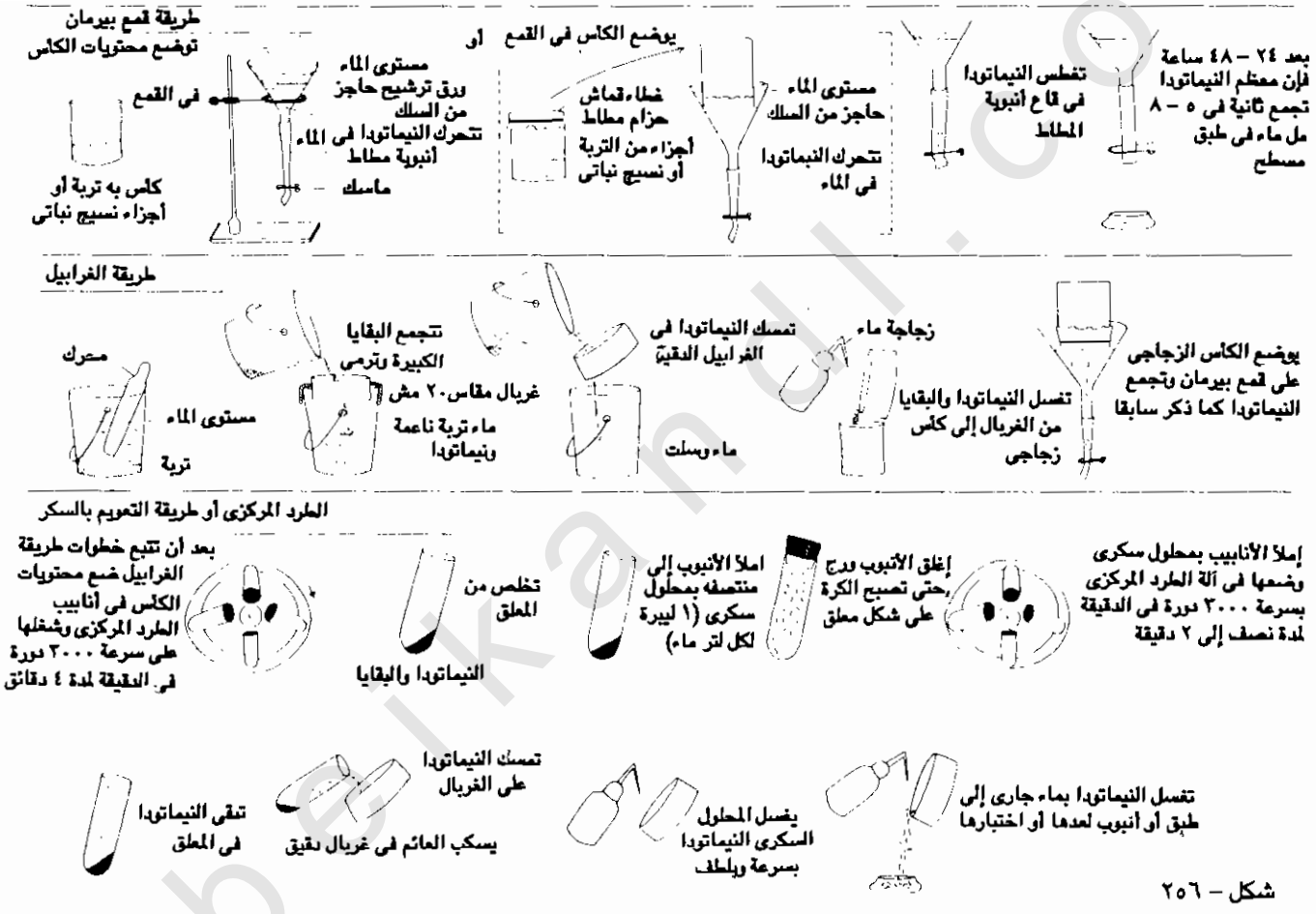
يمكن عزل النيماتودا المتطفلة على النبات، بشكل عام، من جذور النباتات التي تصيبها أو من التربة المحيطة بالجذور التي تتغذى عليها النيماتودا (شكل ٢٥٦). إن أنواعاً قليلة من النيماتودا تهاجم أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة، مثل نيماتودا المجموع الخضري للأقحوان، نيماتودا تدرن الأعشاب، ونيماتودا الساق، نيماتودا الأوراق، نيماتودا الأبصال، هذه الأنواع من النيماتودا يمكن عزلها بشكل أساسي من أجزاء النبات التي تصيبها.

عزل النيماتودا من التربة

تستعمل عينة تربة مجموعة حديثاً ، حوالي ١٠٠ – ٣٠٠ سم^3، يمكن عزل النيماتودا الموجودة فيها إما بإستعمال طريقة قمع بيرمان أو بإستعمال طريقة الغرابيل. يتكون قمع بيرمان من قمع زجاجي متوسط الحجم (قطره من ١٢ – ١٥ سم) والذي يرتبط به أنبوبة

مطاط ويوجد ماسك على الأنبوبة. يوضح القمع على حامل ويملأ بالماء. توضع عينة التربة في القمع على ورقة مسامية رطبة قوية، أحياناً تدعم قطعة الورق بوضع قطعة دائرية من الشبك ذات قطر ٥ – ٦ سم، أو أن توضع عينة التربة في كأس زجاجي الذي فوقه تثبت قطعة من القماش بواسطة حزام مطاطي، بعدئذ يقلب الكأس في القمع بقطعة القماش وتصبح كل التربة تحت سطح الماء، تترك لتركد لمدة ليلة واحدة أو لعدة ساعات. تتحرك النيماتودا الحية بنشاط وتهاجر من خلال قطعة القماش أو من الورقة المثقبة إلى الماء وتغوص إلى قعر الأنبوبة المطاطية فوق الماسك مباشرة. إن أكثر من ٩٠٪ من النيماتودا الحية يتحصل عليها في أول ٥ – ٨ مل من الماء النازل من الأنبوبة المطاطية. تؤخذ عينة الماء هذه وتوضع في أطباق غير عميقة وذلك لاجراء الفحص، إذا كان يرغب في عزل نيماتودا مفردة فإنه يتم من هذه الأطباق.

أما طريقة الغرابيل فإنها مبنية على حقيقة أنه عندما تمزج عينة تربة صغيرة ٣٠٠ سم^{٣} مع كمية كبيرة إلى حد ما من الماء (٢ ليتر) فإن النيماتودا تطفو في الماء، ويمكن جمعها على غرابيل ذات ثقوب من حجم معين، وبالتالي فإن مخلوط الماء مع التربة يحرك ومن ثم يترك ليركد لمدة ٣٠ ثانية، يؤخذ الجزء العائم ويصب في غربال نو ثقوب ٢٠ ميش 20- mesh (يعني عشرين ثقباً في كل إنش مربع). إن هذا الغربال يحجز البقايا ذات الأجزاء الكبيرة ويسمح للنيماتودا بأن تمر إلى الوعاء (الجردل)، بعدئذ يصب الماء الذي يحتوي على النيماتودا في غربال نو ٦٠ ميش، هذا الغربال يحجز النيماتودا الكبيرة وبعض البقايا، ولكن يسمح للنيماتودا الصغيرة والبقايا الصغيرة أن تمر خلاله إلى الوعاء. أما الماء الذي مر من الغربال فإنه يؤخذ ويسكب في غربال نو ٢٠٠ ميش، وهذا الغربال يحجز النيماتودا الصغيرة وبعض البقايا. يغسل كل من الغربال نو الستين ميش والغربال نو ٢٠٠ ميش مرتين أو ثلاثة مرات وذلك لازالة كل ما يمكن إزالته من البقايا، بعدئذ تؤخذ النيماتودا وتغسل في أطباق مسطحة قليلة الغور وذلك للفحص المباشر ولاجراء عزل آخر. اكتشف حديثاً مُرَوِّق نصف أتوماتيكي يساعد مع الخطوات السابقة وفي هذه الحالة نحتاج لعامل واحد بدلاً من ثلاثة بالطريقة اليدوية القديمة.



شكل – ٢٥٦

طرق عزل النيماتودا من التربة ومن أنسجة النبات.

عزل النيماتودا من المواد النباتية

بغض النظر عن نوع المادة النباتية المحتوية على نيماتودا، تؤخذ هذه المواد وتقطع إلى قطع صغيرة جداً إما باليد أو بإستعمال خلاط لعدة ثوان، وبعد ذلك توضع هذه القطع في قمع بيرمان، كما وصف سابقاً. تترك النيماتودا النسيج النباتي وتتحرك خلال الماء إلى الأنبوبة المطاطية حيث تتجمع هناك ومن ثم تؤخذ وتوضع في أطباق قليلة الغور لاجراء الفحوصات اللازمة.

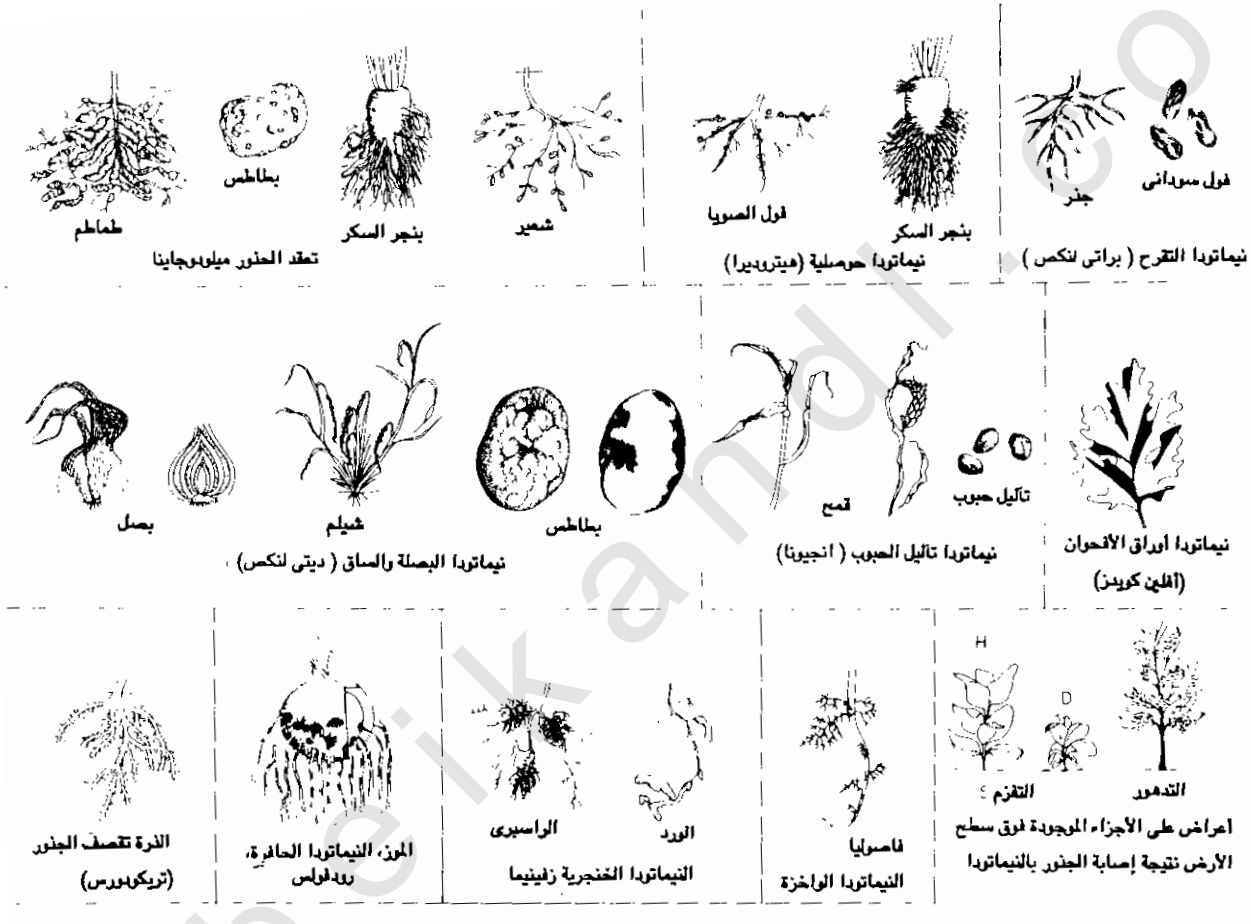
الأعراض المرضية المتسببة عن النيماتودا

Symptoms Caused by Nematodes

تؤدي الاصابات النيماتودية للنباتات إلى ظهور الأعراض على الجنور بالاضافة إلى ظهورها على أجزاء النباتات الموجودة فوق سطح التربة (شكل ٢٥٧). يمكن أن تظهر أعراض الجنور على شكل تعقد في الجنور، أو تدرنات في الجنور، تقرحات الجنور، تفرع زائد للجنور، أضرار قمم الجنور، وتعفن الجنور (يظهر هذا العرض عندما تكون إصابات النيماتودا مصحوبة بفطريات أو بكتيريا ممرضة للنبات أو رميه).

تكون أعراض الاصابة على الجنور، عادة، متبوعة بأعراض غير مرتبطة بها ومميزة لها في أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة، حيث يظهر بشكل أساسي خفض وضعف في النمو، تظهر أعراض نقص التغذية، مثل إصفرار المجموع الخضري، الذبول الزائد والمفرط أثناء الطقس الحار أو الجاف، نقص في الانتاج وإنخفاض نوعية المنتجات النباتية.

تخترق بعض أنواع النيماتودا أجزاء النباتات الموجودة فوق سطح التربة أكثر من إختراقها للجنور، وتسبب على تلك الأجزاء تدرنات، بقع متحللة وميتة، تعفنات، إلتفاف أو تشوه الأوراق والسيقان، وتكشف غير عادي في الأجزاء الزهرية. تهاجم بعض أنواع النيماتودا الحبوب أو النجيليات مكونة تدرنات مملوءة بالنيماتودا في أماكن البذور (يتكون في أماكن البذور كتل من النيماتودا بدلاً من أن يتكون فيها حبوب).



شكل ٢٥٧

أنواع وأشكال الأعراض المرضية المتسببة عن أهم النيماتودا المتطفلة على النبات.

obeikandl.com

كيف تهاجم النيماتودا النباتات

تسبب النيماتودا أضراراً للنباتات بمقدار ضئيل جداً عن طريق التأثير الميكانيكي المباشر فقط والتي تحدثه في النباتات أثناء تغذيتها عليها. يبدو أن معظم الأضرار التي تحدث للنباتات بواسطة الاصابة النيماتودية تتسبب عن طريق إفراز لعاب يحقن في النباتات أثناء تغذية النيماتودا. بعض أنواع النيماتودا متغذيات سريعة، فإنها تمزق جدار الخلية، تحقن لعابها في الخلية، تمتص جزءاً من محتويات الخلية ومن ثم تنتقل خلال بضع ثوان. بعض أنواع النيماتودا الأخرى تتغذى ببطء أكبر، ويمكن أن تبقى على نفس الثقب الذي عملته لعدة ساعات أو أيام، هذه الأنواع بالاضافة إلى إناث الأنواع التي تكون دائمة المكوث في، أو على الجذور تحقن الجذور بلعابها على فترات متقطعة مادامت تتغذى على الجذر. إن الدور الذي تقوم به طريقة التغذية في احداث الأعراض، يكون في جعل خلايا النبات المهاجمة تتفاعل بشكل يفضي إلى موت قمم الجذور والبراعم أو أن تسلبها حيويتها أو قد تؤدي إلى تكوين تقرحات وتحطيم الأنسجة، تكوين إنتفاخات وتدرنات بأنواع مختلفة، تجعد وتشوه السيقان والمجموع الخضري. إن بعض هذه الظواهر يتسبب عن نوبان الأنسجة المصابة بواسطة أنزيمات النيماتودا والتي بمساعدة أو بدون مساعدة المواد السامة الناتجة من عمليات التمثيل تسبب تحلل وتفسخ وموت الخلايا. هناك بعض المظاهر الأخرى تتسبب عن إستطالة غير عادية في الخلايا تسمى هايبرتروفي hypertrophy أو تتسبب عن وقف وكبح إنقسام الخلية، أو أن بعض المظاهر تتسبب عن تشجيع إنقسام الخلية الناشىء بطريقة محددة وتؤدي إلى تكوين تدرنات أو تؤدي إلى تكوين أعداد كبيرة من الجذور الجانبية على أو بالقرب من مناطق الاصابة.

إن الأوضاع المرضية في النبات المتسببة عن النيماتودا هي معقدة. فمن المحتمل أن الأنواع المتغذية على الجذور تقلل من مقدرة النباتات على إمتصاص الماء والمواد الغذائية من التربة، وبالتالي تسبب أعراض نقص الماء والمواد الغذائية في الأجزاء الموجودة فوق سطح التربة في النباتات المصابة. وعلى كل حال فإن التفاعلات الحيوية بين النيماتودا والنبات تتلف

وتفسد جميع العمليات الفسيولوجية في النباتات، وتلعب النيماتودا دوراً في زيادة الأماكن التي تدخل منها الكائنات الأخرى، بتلك الطرق تكون النيماتودا مسئولة عن أضرار النبات. وبالتالي فإن الأضرار الميكانيكية أو سحب المواد الغذائية من النباتات بواسطة النيماتودا، تُكَوِّن بشكل عام أضراراً أقل أهمية، ولكن تصبح أهميتها كبيرة عندما تكون تجمعات النيماتودا كبيرة جداً.

العلاقات المتبادلة بين النيماتودا والكائنات الاخرى الممرضة للنبات: *Interrelationship Between Nematodes and other Plant Pathogens*

مع أن النيماتودا تستطيع أن تسبب أمراضاً للنباتات بنفسها، إلا أن معظمها يعيش ويؤثر في التربة، حيث أنها تكون دائماً محاطة بالفطريات والبكتيريا، وإن كثيراً من هذه الكائنات يستطيع أيضاً أن يسبب أمراضاً للنبات. يحدث في كثير من الحالات ترافق بين النيماتودا وبعض الكائنات الممرضة الأخرى، عندئذ تصبح النيماتودا جزءاً من مجموعة مسببات مرضية مؤدية إلى طاقات مرضية متحدة، تحدث مرضاً أكثر بكثير من مقدار مجموع الضرر الناتج عن كل من الكائنات الممرضة التى تستطيع أن تحدثه بمفردها.

يعرف الآن كثيراً من التركيبات المرضية (معقدات مرضية) ناتجة عن (نيماتودا – فطر). إن فطر فيوزاريوم الذبول في كثير من النباتات يزداد في إنتشاره وفي شدته المرضية عندما تصاب النباتات أيضاً بنيماتودا تعقد الجذور، نيماتودا التقرح، النيماتودا الواخزة، النيماتودا الكلوية، النيماتودا الحافرة، أو نيماتودا التقزم. ولقد ذُكرت تأثيرات مشابهة أيضاً في معقدات الأمراض الشاملة على نيماتودا وفطر فيرتسليم الذبول، وفطر السقوط المفاجىء بثيم *Pythium* وفطر الرايزوكتونيا *Rhizoctonia*، والفطر فايتوفثورا *Phytophthora* التى تسبب أعفان الجذور وفي حالات أخرى كثيرة. لا يوجد في أي من هذه الحالات، أن يُنقل الفطر بواسطة النيماتودا. وعلى أية حال فإن الأصناف النباتية القابلة للاصابة بفطر خاص بها، فإنها تتضرر بزيادة كبيرة جداً عندما تصاب بالنيماتودا. إن الضرر المركب يبدو أنه يظهر أكبر إلى

حد بعيد من مجموع الأضرار الناتجة عن فعل كل كائن ممرض بمفرده، كما وأن الأصناف المقاومة للاصابة بالفطريات على نحو مألوف يبدو بوضوح أنها تصبح مصابة بهذه الفطريات بعد إصابتها أولاً بالنيماتودا. إن أهمية النيماتودا في هذه التركيبات تكشف بحقيقة أن تدخين التربة الهادف إلى إستبعاد النيماتودا ولكن ليس إلى استبعاد الفطر، تخفض كثيراً من حدوث المرض والأضرار المتسببة أساساً عن الفطر.

مع أنه يبدو من المحتمل تماماً أن الجروح الميكانيكية المتسببة على النباتات بواسطة النيماتودا هي عامل هام في تزويد الفطر بطريق أو مدخل أو وسيلة يدخل منها. إن إستمرار التأثير الذي تقوم به النيماتودا على قابلية العائل للاصابة في الأطوار الأخيرة من تكشف النبات، يوحي بأن النيماتودا يمكن أيضاً أن تسبب بعض إستجابات العائل التي تخفض المقاومة الطبيعية للفطر. يجب أن يذكر هنا أيضاً بأنه على الأقل في بعض من هذه التركيبات يكون هناك كتلة من الميسيليوم في الأنسجة المصابة بالنيماتودا أكبر من تلك الموجودة في الأنسجة الخالية من النيماتودا في نفس النبات وايضاً تجمعات من النيماتودا موجودة في الأنسجة المصابة بالفطر اكبر من تجمعات النيماتودا الموجودة في الأنسجة الخالية من الفطر في النبات المريض.

هناك حالات، معروفة، قليلة نسبياً من التركيبات المرضية الناشئة من نيماتودا – بكتيريا، مثالاً على ذلك نيماتودا تعقد الجذور، حيث أن هذه النيماتودا تزيد من تكرار حدوث وشدة مرض الذبول البكتيري في الدخان المتسبب عن البكتيريا بسيدوموناس سولاناسيرم *Pseudo-monas solanacearum*، وكذلك تزيد النيماتودا من تكرار حدوث وشدة مرض الذبول البكتيري في البرسيم الحجازي المتسبب عن *Clavibacter michiganense subsp. insidi-osum* وكذلك تزيد من تكرار حدوث وشدة مرض الجرب البكتيري في الجلاديولس المتسبب عن بسيدوموناس مارجنياتا *Pseudomonas marginata*. في معظم تلك الأمراض، يبدو أن دور النيماتودا يكون في تزويد البكتيريا بساحة عدوى، وكذلك بمساعدة الاصابة البكتيرية عن طريق تجريح العائل (إحداث جروح). ومن ناحية أخرى فإن إصابة الجذر في أشجار البرقوق

بالنيماتودا الحلقية كريسونيملا زينوبلكس *Criconemella xenoplax* قد غيرت من فسيولوجية الأشجار وأدت إلى تكشف كثير ومفرط من التقرحات المتسببة عن البكتيريا *Pseudomonas syringae pv. syringae* على فروع الأشجار المصابة بالنيماتودا، أكثر من تلك التقرحات المتكونة على الأشجار الخالية من النيماتودا.

إن من أكثر العلاقات المتبادلة معرفة، هي العلاقات المتبادلة بين النيماتودا – الفيرس ، حيث أن كثيراً من الفيروسات النباتية مثل فيرس الورقة المروحية في العنب وفيرس arabis mosaic، التبقع الحلقي في الدخان، التبقع الحلقي في الطماطم، الحلقة السوداء في الطماطم، والتبقع الحلقي في الشليك (Raspberry) فيرس خشخشة الدخان، وفيرس التلون البني المبكر في البسلة، كل هذه الفيروسات تنتقل خلال التربة عن طريق عوامل ناقلة نيماتودية. كذلك فإن جميع تلك الفيروسات تنتقل بواسطة واحدٍ أو أكثر من الأربعة أجناس من النيماتودا *Para-trichodorus* النيماتودا الخنجرية *Xiphinema*، النيماتودا الأبرية (لونجيدورس *Longidor-us*)، نيماتودا تقصف الجذور (تريكودورس *Trichodorus*) حيث أن الجنس الثاني والثالث تنقل فقط الفيروسات الكروية التي تتضمن معظم الفيروسات المنقولة بالنيماتودا. أما الجنس الأول والجنس الرابع فهي تنقل الفيروسات العصوية أو الشبيهة بالأنبوب، مثل فيرس خشخشة الدخان وفيرس التلون البني المبكر في البسلة. هذه النيماتودا (الأجناس الأربعة) تستطيع نقل بعضاً من الفيروسات بعد تغذيتها على النباتات المصابة لمدة قصيرة من الزمن تقارب ساعة واحدة ولكن نسبة النقل تزيد بزيادة مدة التغذية لمدة أربعة أيام. إذا ما حصل واكتسبت النيماتودا الفيرس من نبات مصاب، فإن النيماتودا تبقى قادرة على إحداث الاصابة لمدد تتراوح من ٢ – ٤ شهور وأحياناً لمدة أطول. تستطيع كل أطوار النيماتودا (الأطوار اليرقية، والأطوار اليافعة) أن تنقل الفيروسات، ولكن لا يحمل الفيرس من الطور اليرقي إلى طور يرقي آخر أو إلى الطور اليافع خلال الانسلاخ، ولا يمر الفيرس من النيماتودا اليافعة خلال البيض الى اليرقات. مع أن النيماتودا تستطيع أن تستوعب أو تتناول وتحمل خلال جسمها عديداً من الفيروسات النباتية، إلا أنها تستطيع نقل فيروسات معينة فقط إلى النباتات السليمة. إن ذلك يوحي بأن هناك إتحاد بيولوجي (مصادقة بيولوجية) محكم جداً بين الناقل النيماتودي وبين الفيروسات التي يمكن نقلها وسبحان الله.

مقاومة النيماتودا

هناك طرق عديدة فعالة متوفرة لمقاومة النيماتودا، مع أن عوامل معينة، مثل التكاليف ونوع المحصول، تحد مع قابليتها للاستعمال في بعض المناطق. هناك أربعة طرق عامة تستعمل في مقاومة النيماتودا. هذه الطرق هي : العمليات الزراعية، المقاومة الحيوية عن طريق إستعمال الأصناف المقاومة ووسائل معينة أخرى، المقاومة عن طريق إستعمال عوامل فيزيائية مثل : الحرارة، والمقاومة عن طريق إستعمال الكيماويات. ويستعمل عادة في مقاومة أمراض النيماتودا أكثر من وسيلة واحدة أو يستعمل عدة وسائل مجتمعة من تلك الطرق في التطبيقات العملية.

obeikandl.com

المراجع

Anonymous (1972 and annually afterwards). "Commonweath Institute of Helminthology Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes." Commonw. Agric. Bur. Farnham Royal, Bucks, England.

Barker, K. R. and Imbriani, J. L. (1984). Nematode advisory programs. Status and prospects. *Plant Dis.* **68**, 735–741.

Christie, J. R. (1959). "Plant Nematodes, Their Bionomics and Control." Florida University, Agric. Exp. Stn., Gainesville.

Dropkin, V. H. (1980). "Introduction to Plant Nematology." Wiley, New York.

Endo, B. Y. (1975). Pathogenesis of nematode-infected plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 12, 213–238.

Ferris, H. (1981). Dynamic action thresholds for diseases induced by nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol.* **19**, 427–436.

Giebel, J. (1982). Mechanism of resistance to plant nematodes. *Annu. Rev. Phytopathol.* **20**, 257–279.

Jenkins, W. R., and Taylor, D. P. (1967). "Plant Nematology." Reinhold, New York.

Peachy, J. E., ed. (1969). "Nematodes of Tropical Crops," Tech. Commun., Commonw. Bur. Helminthol., No. 40.

Powell, N. T. (1971). Interactions between nematodes and fungi in disease complexes. *Annu. Rev. Phytopathol.* **9**, 253–294.

Smart, G. G., Jr., and Perry, V. G., eds. (1968). "Tropical Nematology." Univ. of Florida Press, Gainesville.

Thorne, G. (1961). "Principles of Nematology." McGraw-Hill, New York.

Webster, J. M. (1969). The host-parasite relationships of plant-parasitic nematodes. *Adv. Parasitol.* 7, 1–40.

Webster, J. M., ed. (1972). "Economic Nematology." Academic Press, New York.

Wyss, U. (1982). Virus-transmitting nematodes: Feeding behavior and effect on root cells. *Plant Dis.* **66**, 639–644.

Zuckerman, B. M., Mai, W. F., and Rohde, R. A., eds. (1971–1981). "Plant Parasitic Nematodes," 3 vols. Academic Press, New York.

Zuckerman, B. M., Mai, W. F., and Harrison, M. B., eds. (1985). "Plant Nematology Laboratory Manual." University of Massachusetts, Agric. Exp. Stn., Amherst.

Veech, J. A., and Dickson, D. W., eds. (1987). "Vistas on Nematology." Soc. of Nematologists, Hyattsville, Maryland.

الأمراض المتسببة عن نيماتودا تعقد الجذور النيماتودي

Diseases Due To Root Knots Nematodes

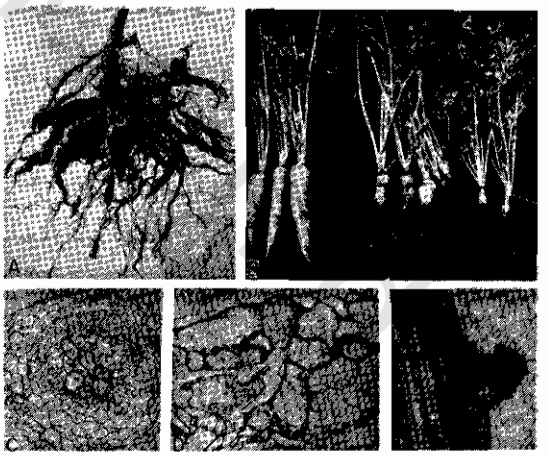
يوجد مرض تعقد الجذور النيماتودي حيثما توجد النيماتودا ميلودوجينا *Meloidogyne* حيث توجد هذه النيماتودا في كل مكان في العالم، ولكنها توجد بكثرة وبأعداد أكبر في المناطق ذات المناخات الدافئة أو الحارة وذات الشتاء القصير أو المعتدل، أيضاً توجد نيماتودا تعقد الجذور في الصوبات الزجاجية في أي مكان عندما لا تعقم التربة المستعملة للزراعة. تهاجم النيماتودا أكثر من ٢٠٠٠ نوعاً من النباتات شاملة كل النباتات المزروعة.

تسبب نيماتودا تعقد الجذور أضراراً للنباتات عن طريق تقليل حيوية قمم الجذور، وهي (النيماتودا) إما أن توقف نموها أو أن تسبب إنتاج أعداداً وفيرة جداً من الجذور، ولكن تسبب النيماتودا أضراراً للنبات بشكل أساسي عن طريق تكوين أورام في الجذور، هذه الأورام لا تحرم النبات من المواد الغذائية فقط، بل أيضاً تشوه الجذور وتقلل القيمة التسويقية لكثير من جذور المحاصيل. عندما تصاب نباتات قابلة للاصابة في طور البادرة، تكون الخسائر عالية جداً وقد تؤدي إلى إتلاف كامل للمحصول. أما الاصابات التي تحدث في النباتات المتقدمة في السن قد يكون لها تأثيرات بسيطة فقط على الانتاج أو يمكن أن تخفض الانتاج الى حد كبير.

الأعراض : إن الأعراض التي تظهر على أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة تشبه تلك الأعراض المتسببة عن كثير من أمراض الجذور الأخرى، أو الأعراض المتسببة عن بعض العوامل البيئية التي تؤدي إلى خفض كمية الماء المتوفر للنبات. تُظهر النباتات المصابة إنخفاضاً في النمو وتُظهر بعض الأوراق صغيرة، خضراء باهتة اللون، أو يظهر أوراق مصفرة تميل إلى الذبول في الطقس الدافيء. قد لا يستطيع النبات أن يكون أزهاراً وثماراً، وإذا تكون أزهاراً أو ثماراً فإنها تكون صغيرة وذات نوعية سيئة. تستمر النباتات المصابة، عادة، حية خلال موسم النمو ونادراً ما تموت قبل الأوان.

إن أكثر الأعراض تمييزاً لهذا المرض هي الأعراض التي تظهر على أجزاء النبات الموجودة تحت سطح التربة، حيث تنتفخ الجذور المصابة في منطقة الاختراق ويتكشف هذا

الانتفاخ إلى تدرنات نموذجية لتعقد الجذور والتي تكون بقطر يساوي ضعفي أو ثلاثة أضعاف قطر الجذر السليم (شكل ٢٥٨ ، A). هناك عديداً من الاصابات تأخذ مجراها على طول نفس الجذر، وإن التدرنات التي تظهر على طول الجذر تعطي الجذر المظهر الصلب والصولجاني. يظهر على الجذور المصابة ببعض الأنواع من نيماتودا تعقد الجذور، بالاضافة إلى التدرنات، تفرعات جذرية قصيرة عديدة والتي تنشأ من الجزء العلوي من التدرن وتؤدي إلى نظام جذري كثيف وملتف (شكل ٢٥٨، B) . وعلى أية حال فإن الجذور المصابة، عادة، تبقى أصغر وتظهر أطوار مختلفة من النكروزز (موت الخلايا وتحللها). كثيراً ما يحدث تعفن الجذور ويظهر خاصة في أواخر الموسم. عندما تهاجم النيماتودا الدرنات أو الأعضاء اللحمية الأخرى الموجودة تحت سطح التربة فإنها تنتج تورمات صغيرة فوق سطوحها والتي تصبح واضحة تماماً في بعض الأوقات، ويمكن أن تسبب تشوه في هذه الأعضاء أو تسبب تشققات في جلودها



شكل – ٢٥٨

(A) تدرنات على جذور نباتات الطماطم متسببة عن نيماتودا تعقد الجذور ميلودوجاينا Meloidogyne. (B) نباتات جزر سليمة وأخرى مصابة بالنيماتودا. (C) مقطع عرضي في جذر طماطم حديث مبيناً جزء من نيماتودا تعقد الجذور (الأسهم) والخلايا العملاقة في الاسطوانة المركزية. (D) مقطع في جذر الطماطم مبينا نيماتودا تعقد الجذور على الخلايا العملاقة المحيطة برأسها.(E) أنثي نيماتودا تعقد الجذور تتغذى على الجذور الحديثة وتضع كتل البيض في غلاف خارج الجذر.

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن النيماتودا ميلويدوجوينا *Meloidogyne* sp. إن الإناث والذكور اليافعة من نيماتودا تعقد الجذور من السهل تمييزها من الشكل الظاهري (شكل ٢٥٨ ، ٢٥٩). إن الذكور تشبه الديدان وهي ذات أطوال حوالي ١,٢ – ١,٥ ملم وذات قطر حوالي ٣٠ – ٣٦ ميكرون. أما الإناث فهي كمثرية الشكل وذات أطوال ٠,٤ – ١,٣ ملم وذات عرض حوالي ٠,٢٧ – ٠,٧٥ ملم. تضع كل أنثى ما يقارب من ٥٠٠ بيضة في مادة جيلاتينية منتجة بواسطة النيماتودا. يتكشف الطور اليرقي الأول داخل كل بيضة، وبعد أن تمر اليرقات في الانسلاخ الأول داخل البيضة تصبح اليرقة في الطور اليرقي الثاني. تخرج اليرقة ذات الطور اليرقي الثاني من البيضة إلى التربة حيث تتحرك هناك حتى تجد جذوراً قابلة للاصابة. اليرقة ذات الطور اليرقي الثاني تشبه الدودة، وهي الطور الوحيد القادر على إحداث الاصابة من هذه النيماتودا. إذا وجد العائل القابل للاصابة في المنطقة المجاورة لليرقة، فإنها تخترق الجذر وتصبح مقيمة وتنمو في السمك آخذة شكل النقانق (سجق) Sausage-shape. تتغذي النيماتودا على خلايا النبات المحيطة برأسها وذلك عن طريق غرز رمحها وإفراز لعاب خلال هذه الخلايا. اللعاب المفرز من قبل النيماتودا يشجع إستطالة الخلايا وأيضاً يذيب بعضاً من محتويات هذه الخلايا والتي عندئذ تمتص بواسطة النيماتودا عن طريق رمحها. تمر النيماتودا في إنسلاخ ثاني يكون باعثاً على الطور اليرقي الثالث. تكون اليرقة في الطور الثالث مشابهة لليرقة في الطور الثاني، ولكنها تفتقد الرمح وتكون أكثر سُمناً. تمر اليرقة ذات الطور اليرقي الثالث في إنسلاخ ثالث وتؤدي إلى ظهور اليرقة ذات الطور الرابع والتي يمكن تمييزها إلى ذكر أو أنثى. يكون الذكر الذي في الطور اليرقي الرابع ذو شكل دودي ويكون ملفوفاً بالكيوتكل الثالث، ثم بعد ذلك يمر في الانسلاخ الرابع والأخير ويخرج من الجذر على شكل دودي ويكون ذكر يافع والذي يصبح حر الحياة في التربة. أما اليرقة المؤنثة ذات الطور الرابع تستمر في النمو في السمك وتنمو قليلاً في الطول، تمر في الانسلاخ الرابع والأخير وتصبح أنثى يافعة والتي تظهر كمثرية الشكل. تستمر الأنثى اليافعة في الانتفاخ وتضع بيضاً سواء بتلقيح أو بدون تلقيح من الذكر، يكون البيض موضوعاً في غطاء جلاتيني واق. يمكن أن يوضع البيض داخل أو خارج أنسجة الجذر. يعتمد ذلك على

مكان الأنثى أثناء وضع البيض. يمكن أن يفقص البيض فوراً بعد وضعه أو يمكن أن يقضي الشتاء ثم يفقص بعد ذلك في الربيع. تكمل دورة الحياة في ٢٥ يوماً عندما تكون درجة الحرارة ٢٧° م ولكن يأخذ وقتاً أطول على درجات حرارة أكثر إنخفاضاً أو إرتفاعاً. عندما يفقص البيض يمكن أن تهاجر اليرقات ذات الطور اليرقي الثاني القادرة على إحداث الاصابة من التدرنات إلى الأجزاء المجاورة من الجذر وتسبب إصابات جديدة في نفس الجذر أو أنها يمكن أن تخرج من الجذر وتصيب جذوراً أخرى من نفس النبات أو جذور نباتات أخرى. إن أكبر تجمعات وأعداد من نيماتودا تعقد الجذور تكون عادة موجودة في منطقة الجذور التي على عمق ٥ – ٢٥ سم تحت سطح التربة، ولكن وجد أن التدرنات موجودة على جذور الخوخ وعلى جذور أخرى على عمق ٢ – ٢.٥ سم من سطح التربة. إن مقدرة نيماتودا تعقد الجذور على الحركة إعتماداً على قوتها الذاتية محدودة ولكن يمكنها أن تنتقل بواسطة الماء أو بواسطة التربة الملتصقة بآلات وأدوات المزرعة أو بأي طريقة أخرى تنتقل إلى المناطق غير الملوثة.

شكل – ٢٥٩

دورة مرض تعقد الجذور المتسبب عن النيماتودا من جنس ميلويدوجاينا.

تكشف المرض : تدخل اليرقات ذات الطور اليرقي الثاني القادرة على إحداث الاصابة، عادة، الجذور خلف قمة الجذر وتأخذ طريقها بين أو خلال الخلايا حتى تصل إلى موقع ملائم خلف القمة، حيث تصبح هناك موطدة نفسها ودائمة في النسيج، تكون رؤوس اليرقات في المنطقة المنشئة للأسطوانة الوعائية (شكل ٢٥٩). أما في الجذور المسنة فإن رأس اليرقة يكون عادة في البريسيكل. يحدث أضراراً لبعض الخلايا على طول الممر الذي تسلكه اليرقة، وإذا ما دخلت يرقات عديدة فإن الخلايا القريبة من قمة الجذر تتوقف عن الانقسام ويتوقف نمو الجذر، ومن ناحية أخرى فان الخلايا القشرية القريبة من منطقة دخول اليرقات تبدأ في الاتساع وأحياناً يحدث ذلك أيضاً في خلايا البريسيكل والأندوديرمز القريبة من مكان مرور اليرقات. بعد مرور يومين أو ثلاثة أيام من توطيد اليرقة نفسها في الجذر فإن بعض الخلايا المحيطة برأس اليرقة تبدأ في الاتساع، تبدأ أنوية الخلايا في الانقسام ولكن لا يتكون جدر خلوية بينها، وكذلك فإن الجدر الموجودة بين بعض الخلايا تتكسر وتختفي وتلتحم المحتويات البروتوبلازمية لعديد من الخلايا مسببة تكوين الخلايا العملاقة Giant cells (شكل ٢٥٨ ، D,C و ٢٥٩). إن التحام وإتساع الخلايا يستمر لمدة ٢ – ٣ أسابيع وإن الخلايا العملاقة تجتاح الأنسجة المجاورة بدون إنتظام. يحتوي كل تدرن، عادة، على ٣ – ٦ خلايا عملاقة والتي يمكن أن تتكون في القشرة بالاضافة إلى الاسطوانة الوعائية. يبدو أن توسع الخلايا قد حدث بواسطة المواد التي يحتويها اللعاب المفرز من قبل النيماتودا في الخلايا العملاقة أثناء التغذية. تتحطم وتتفسخ الخلايا العملاقة عندما تتوقف النيماتودا عن التغذية أو تموت. عندما تتكون الخلايا العملاقة في الاسطوانة الوعائية، تتكشف عناصر خشب غير منتظمة أو قد يتعوق تكشفها. إن عناصر الخشب الموجودة سابقاً يمكن أن تتحطم بواسطة الضغط الميكانيكي الناتج عن توسع الخلايا. في الأطوار الأولى من تكوين التدرن تتسع الخلايا القشرية (خلايا القشرة) في الحجم، ولكن خلال الأطوار الأخيرة فهي أيضاً تنقسم وبسرعة وكذلك فإن إنتفاخ الجذر ينتج أيضاً من إزدياد حجم وعدد خلايا البرانشيما الوعائية، خلايا البريسيكل، وخلايا الاندوديرمز المحيطة بالخلايا العملاقة، وينتج الانتفاخ أيضاً من إتساع وتضخم النيماتودا. نظراً لأن إناث النيماتودا تتسع وتكبر وبسبب تكوين أكياس البيض فإنها

تندفع إلى الخارج، تُشَقْشِقُ القشرة ويمكن أن تصبح معرضة على سطح الجذر أو يمكن أن تبقى مغطاة كلية، وهذا يعتمد على موقع ومكان وجود النيماتودا بالنسبة لسطح الجذر.

بالاضافة إلى الاضطرابات المتسببة في النباتات بواسطة تدرنات النيماتودا نفسها، فإن الأضرار الكثيرة في النباتات المصابة تزداد بواسطة بعض الفطريات المتطفلة التي تستطيع بسهولة أن تهاجم أنسجة الجذور الضعيفة وتهاجم الخلايا التي حدث لها زيادة في العدد، وتهاجم الخلايا غير المتمايزة في التدرنات. وزيادة على ذلك فإن بعض الفطريات مثل بثيم *Pythium*، فيوزاريوم *Fusarium*، رايزوكتونيا *Rhizoctonia* تنمو وتتكاثر بسرعة في التدرنات أكثر منه في المناطق الأخرى من الجذر وبالتالي تحث وتسبب التحطيم المبكر لأنسجة الجذر.

المقاومة : - يمكن مقاومة نيماتودا تعقد الجذور بكفاءة في الصوبات الزجاجية وذلك بتعقيم التربة بالبخار أو تدخين التربة بالمبيدات النيماتودية. أما في الحقل فإن أفضل طريقة لمقاومة نيماتودا تعقد الجذور يمكن الحصول عليها عن طريق تدخين التربة بالكيماويات مثل بروماید المیثیل مع الكلوروبكرين ، ميتام صوديوم او ميثيل الايزوسيانات. هناك عديداً من المبيدات النيماتودية الاحداث مثل الديكارب، اوكساميل، فينامفوس، تستعمل بكفاءة، تعطى كل معاملة مقاومة جيدة لنيماتودا العقد الجذرية. وفي السنوات الحديثة حصل على مقاومة تجريبية جيدة لتعقد الجذور وذلك باستعمال حبيبات على التربة من مادة avermectins والتي هي مضادات حيوية منتجة بواسطة ستربتومايسز افيرميتيليتس *Streptomyces avermitilis*. ولقد حصل على مقاومة حيوية لتعقد الجذور عن طريق معاملة التربة الملوثة بالنيماتودا بجراثيم *Bacillus penetrans* الذي كان يسمى الجنس *Pasteuria* والذي هو متطفل إجباري على بعض النيماتودا المتطفلة على النبات أو عن طريق معاملة النباتات المنقولة او التربة الملوثة بجراثيم الفطر *Dactylella oviparasitica* الذي يتطفل على بيوض نيماتودا ميلودوجوينا. وفي بعض التجارب بمعاملة النباتات المنقولة او التربة الملوثة بجراثيم الفطر *Glomus* ، *Gigaspora* وهما من فطريات الميكورهزا الداخلية Vesicular-arbuscular هناك أيضاً أصناف مقاومة لنيماتودا تعقد الجذور متوفرة في كثير من المحاصيل.

المراجع

Bird, A. F. (1974). Plant response to root-knot nematode. *Annu. Rev. Phytopathol.* **12,** 69–85.

Carter, W. W., and Nieto, S., Jr. (1975). Population development of *Meloidogyne incognita* as influenced by crop rotation and fallow. *Plant Dis. Rep.* **59,** 402–403.

Christie, J. R. (1936). The development of root-knot nematode galls. *Phytopathology* **26,** 1–22.

Dropkin, V. H., and Nelson, P. E. (1960). The histopathology of root-knot nematode infections in soybeans. *Phytopathology* **50,** 442–447.

Sasser, J. N. (1954). Identification and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* sp.). *Md., Agric. Exp. Stn., Bull.* **A-77,** 1–30.

Sasser, J. N. *et al.* (1983). The international *Meloidogyne* project—its goals and accomplishments. *Annu. Rev. Phytopathol.* **21,** 271–288.

Stirling, G. R. (1984). Biological control of *Meloidogyne javanica* with *Bacillus penetrans*. *Phytopathology* **74,** 55–60.

obeikandl.com

النيماتودا الحوصلية : هتيروديرا وجلوبوديرا
Heterodera and *Globodera*

تسبب النيماتودا الحوصلية كثيراً من الأمراض النباتية، غالباً، في المناطق المعتدلة من العالم. إن بعض الأنواع من النيماتودا الحوصلية تهاجم فقط قليلاً من الأنواع النباتية، وتكون موجودة في مناطق جغرافية محدودة، بينما الأنواع الأخرى تهاجم أعداداً كبيرة من الأنواع النباتية وتكون واسعة الانتشار. إن أهم أنواع النيماتودا الحوصلية وعوائلها الأكثر أهمية هي:-

١ - هتيروديرا أفينا *Heterodera avenae* على الحبوب.

٢ - هيتيروديرا جلايسنز *H. glycines* على فول الصويا.

٣ - جلوبوديرا روستوكاينسز *G. rostochiensis* على البطاطس (شكل ٢٦٠، A) وعلى الطماطم والباذنجان.

٤ - هتيروديرا شختياي *H.schachtii* على بنجر السكر (شكل ٢٦٠ ، B)، الصليبيات والسبانخ.

٥ - هيتروديرا تاباكم *H. tabacum* على الدخان.

٦ - هتيروديرا ترايفولاي *H. trifolii* على البرسيم.

إن الصفات التشخيصية لاصابات النيماتودا الحوصلية هي وجود حويصلات على الجذور وعادة وجود جذور كثيرة متوالدة وتكوين مجموع جذري كثيف سطحي.

النيماتودا الحوصلية في فول الصويا *Heterodera glycines*

لقد وجدت النيماتودا الحوصلية على فول الصويا *H. glycines* في المناطق الشمالية من آسيا، اليابان وفي الولايات المتحدة في المناطق من فرجينيا إلى فلوريدا إلى أوا، أركنساس إلى ميسوري وإيلنويس. إن هذه النيماتودا تستمر في الانتشار ببطء إلى مناطق جديدة بالرغم من قوانين الحجر الزراعي الصارمة المفروضة على المناطق الملوثة حالياً.

شكل - ٢٦٠

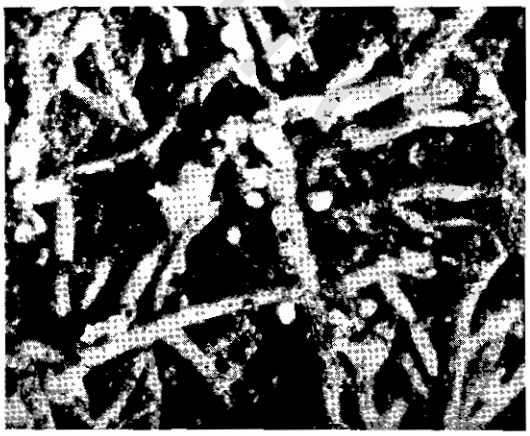
(A) يرقة، وبيضة النيماتودا الذهبية في البطاطس (جلوبوديرا روستوكاينسز). (B) بقع خالية في حقل بنجر السكر متسببة عن الأضرار، بنيماتودا بنجر السكر Heterodera schachtii.

إن أكثر العوائل التي تهاجم بشدة هي فول الصويا، ولكن أيضاً يمكن أن تهاجم النيماتودا محاصيل بقولية أخرى عديدة مثل الفاصوليا العادية، البيقية، ليسبيديزا lespede-za، الترمس، وكذلك يمكن أن تهاجم نباتات غير بقولية أيضاً. تختلف الخسائر المتسبة عن هذه النيماتودا وذلك إعتماداً على درجة التلوث بها. تتراوح الخسائر من نسبة بسيطة إلى تحطيم كامل للمحصول. وعادة في الحقول الملوثة بشدة فإن إنتاج المحصول ينخفض من ٣٠ - ٧٥٪.

الأعراض : تظهر نباتات فول الصويا المصابة متقزمة وذات مظهر ضعيف غير مزدهر، يتحول المجموع الخضري إلى اللون الأصفر قبل الأوان ويسقط مبكراً. تحمل النباتات أزهاراً قليلة فقط وبذور قليلة وصغيرة. عادة تموت النباتات المصابة النامية في أراضي رملية. أما النباتات المصابة النامية على أراضي خصبة ذات نسبة عالية من الرطوبة، يمكن أن يظهر عليها شحوب بسيط على الأوراق المتقدمة في السن فقط، ويمكن أن يظهر قليل من التقزم، أو لا يظهر تقزم ويمكن أن تعطي النباتات إنتاج عادي تقريباً وذلك لمدة سنة أو سنتين. أما في

السنوات اللاحقة فإنه نظراً للاعداد الكبيرة جداً التي تكون قد تكونت من النيماتودا في التربة، فإن النباتات في هذه المناطق تصبح أيضاً شديدة الشحوب ومتقزمة.

يظهر المجموع الجذري في النباتات المصابة أصغر منه في النباتات السليمة ولكن لا يتضح أية بقع صغيرة منظورة بالعين أو أية تدرنات أو تشوهات أخرى على الجذور المصابة. عادة تحتوي جذور النباتات المصابة على أعداد من العقد الجذرية (عقد الرايزوبيوم البكتيرية) أقل الى حد كبير من العقد الجذرية الموجودة على جذور النباتات السليمة. إن أكثر عَرَض مميز لهذا المرض هو وجود أنثى النيماتودا في أطوار مختلفة من التكشف ووجود حويصلات ملتصقة بجذور فول الصويا (شكل ٢٦١). تكون الاناث الحديثة صغيرة، بيضاء مدفونة جزئياً في الجذر ويبرز جزء فقط منها على سطح الجذر. أما الاناث المتقدمة بالسن فإنها تكون أكبر وغالباً تظهر كلها على سطح الجذر وتظهر بلون مصفر أو بني وهذا يعتمد على مدى نضجها. وكذلك يظهر أيضاً حويصلات بنية ميتة على الجذور.



شكل – ٢٦١

إناث النيماتودا الحوصلية ليمونية الشكل ملتصقة بجذور فول الصويا

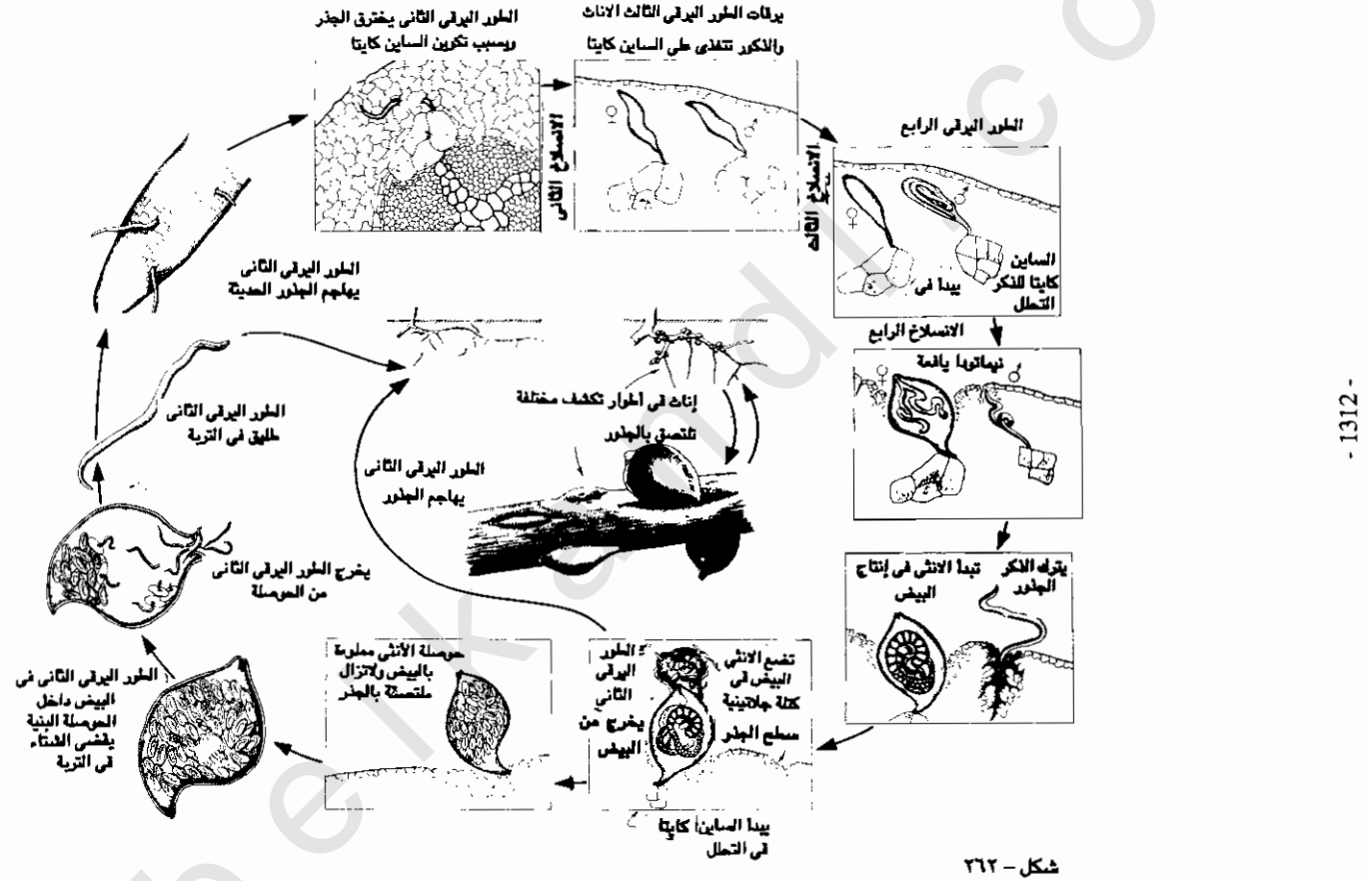
الكائن المسبب للمرض : يتسبب هذا المرض عن نيماتودا هتيروديرا جلايسنز *Heterodera glycines* . تقضي النيماتودا الحوصلية لفول الصويا الشتاء على شكل حويصلة بنية في الطبقة السطحية من التربة من ٩٠ – ١٠٠ سم. إن الحويصلات هي عبارة عن الجلود الجلدية لاناث النيماتودا وتكون مملوءة بالبيض. يحتوي البيض على يرقات تكشفت ووصلت الطور اليرقي الثاني (شكل ٢٦٢). عندما تصبح درجة الحرارة والرطوبة ملائمة في الربيع تخرج اليرقات من الحويصلات وتصيب جذور نباتات العائل. يعرف من هذه النيماتودا أربعة سلالات على الأقل.

بعد إختراق الجذور بحوالي ٤ – ٦ أيام تنسلخ اليرقات وتنتج اليرقات ذات الطور اليرقي الثالث. تكون اليرقات ذات الطور اليرقي الثالث سمينة أكثر من يرقات الطور اليرقي الثاني، وبعد ٥ – ٦ أيام يبدأ ظهور يرقات الطور اليرقي الرابع. الاناث في يرقات الطور اليرقي الرابع تفقد مظهرها النحيل إلى حد ما، وتتكشف وتأخذ الشكل الدورقي النموذجي، وتكون قياساتها تقريباً ٠.٤ ملم في الطول، ٠.١٢ – ٠.١٧ ملم في العرض، يظهر بعد مرور ١٢ – ١٥ يوماً إناثاً وذكوراً يافعة. يكون الذكر اليافع شبيه بالدودة، طوله ١.٣ ملم وقطره ٣٠ – ٤٠ ميكرون. تبقى الذكور في الجذر لعدة أيام والتي خلالها يمكن أن تلقح الاناث أو يمكن أن لا تلقحها، بعد ذلك تنتقل إلى التربة ولا تلبث أن تموت.

عندما يكتمل تكشف الاناث، فإن الاناث اليافعة تكون ذات شكل ليموني، وقياساتها ٠.٦ – ٠.٨ ملم طولاً وذات قطر ٠.٣ – ٠.٥ ملم، وتكون ذات لون أبيض إلى أصفر باهت في البداية، وعند النضج تصبح بنية مصفرة. يكون تجويف جسم الأنثى دائما مملوءاً بالمبايض وكلما تتكشف البويضات بالتدريج إلى بيض كامل التكوين فإن تجويف جسم الأنثى يصبح مليئا كلياً بالبيض. وبسبب إنتفاخ جسم الأنثى أثناء إنتاج البيض فإنه يحطم الخلايا القشرية ويسبب تشقق سطح الجذر ويبرز جسم الأنثى بالتدريج حتى يصبح جميع جسم الأنثى تقريباً مكشوفاً خلال سطح الجذر. تكون هناك كتلة جلاتينية ممزوجة مع الغبار وبقايا النبات تحيط بالنهاية الخلفية من الأنثي حيث أن النيماتودا تضع شيئاً من بيضها فيها. تنتج كل أنثى ٣٠٠ – ٦٠٠ بيضة حيث أن معظم هذا البيض يبقى داخل جسم النيماتودا عندما تموت الأنثى.

يمكن أن يفقص البيض الموجود في المادة الجلاتينية مباشرة، وإن اليرقات الخارجية ذات الطور اليرقي الثاني يمكن أن تسبب إصابات جديدة. أخيراً فإن جدار الجسم القديم يصبح الحوصلة وتكون ذات لون غامق إلى بني. تتطلب هذه النيماتودا لكي تكمل دورة حياتها حوالي ٢١ – ٢٤ يوم تقريباً. تتألف الحوصلة من كيوتكل الأنثى المتحول عن طريق الافرازات التي تفرزها النيماتودا إلى كيس صلب بني والذي يبقى في التربة لعدة سنوات ويحفظ البيض الذي يكون قد تكون داخل الجسم.

تكشف المرض : تخترق اليرقة ذات الطور اليرقي الثاني القادرة على إحداث الاصابة، تخترق الجذور الأولية الحديثة أو القمم المرستيمية في الجذور الثانوية مباشرة (شكل ٢٦٢) ويكون تقدم اليرقة في القشرة غالباً داخل الخلايا ويؤدي إلى تشوه وموت الخلايا المهاجمة. تمر اليرقات في كثير من الحالات خلال القشرة وتغرز رماحها في الاندوديرمز (البشرة الداخلية) أو في البريسيكل، بعد يومين من الاختراق تركن اليرقة إلى الراحة وتتغذى على خلايا القشرة وأنسجة الاسطوانة الوعائية مسببة الاستطالة في هذه الخلايا. مثل تلك المجموعة من الخلايا تسمى ساين كايتا Syncytia (كتلة من البروتوبلازم عديدة الأنوية) تكون محاطة بطبقة واحدة من الخلايا الصغيرة المتضاعفة في العدد والتي جدرها تخضع لذوبان أكثر وتسمح بتوسع وزيادة الساين كايتا. خلال تكشف الطور اليرقي الثالث فإن خلايا القشرة المحيطة بالنيماتودا تكون قد تحطمت نتيجة تمدد جسم النيماتودا وخاصة بواسطة الاناث المتكشفة. يكون تكشف الساين كايتا إما محصوراً جداً في أنسجة البريسيكل أو يكون في أنسجة اللحاء والكامبيوم الثانوي. إن الساين كايتا الملامس للذكور التي هي في الطور اليرقي الرابع أو في الطور اليرقي الثالث يبدأ في إظهار علامات من التفسخ والتحلل، هذا يدل على توقف التغذية. أما الساين كايتا الذي هو ملامس للاناث يبقى نشيطاً حتى طور وضع البيض أو قد يبقى نشيطاً بعد هذا الطور. إن تحلل وتفسخ الساين كايتا يكون مصحوبا بإنخفاض في حجم الخلايا المكونة للساين كايتا ويؤدي إلى تقهقر وتقلص وإنهيار جدار الساين كايتا . وإن المسافة الناتجة من ذلك تكون مشغولة جزئياً فقط بالنسيج البارنشيمي المحيط.



شكل – ٢٦٢

دورة حياة وتكشف امراض نيماتودا قول الصويا الحوصلية هتيروديرا جلايسنز.

عندما تهاجم النيماتودا الأصناف المقاومة من فول الصويا، لا يكون هناك تثبيط واضح لاختراق الكائن الممرض في داخل أنسجة العائل. يتكون الساين كايتا خلال ٢ – ٣ أيام بعد الحقن، ولكن في اليوم الخامس يتحلل ويتفسخ كثيراً منه وتموت معظم يرقات الطور الثاني المرافقة له. يصل قليل من النيماتودا إلى الطور اليرقي الثالث ولكن لا ينتج إناث أو ذكور يافعة. إن تكشف الساين كايتا وما يتبع ذلك من تحلل وتكروز (موت وتحلل الخلايا) يكون محصوراً في محيط الاسطوانة الوعائية وفي مناطق في القشرة التي تكون قد هوجمت واستحثت بواسطة اليرقات القادرة على العدوى. إن مناطق الجذر التي أصبحت فارغة وشاغرة نتيجة لتحلل الساين كايتا تمتلىء سريعاً بالخلايا البرانشيمية المتجددة المجاورة.

إن تكشف الساين كايتا خلال منطقة الكامبيوم الثانوية في الأصناف القابلة للاصابة يؤدي إلى تثبيط النمو الثانوي في كل من اللحاء والخشب، وحيث أن جزءاً قصيراً من الجذر يمكن أن يهاجم بعديد من اليرقات، فإن الأعداد الكبيرة من الساين كايتا التي تتكشف يمكن أن تسبب إنخفاضاً كبيراً في العناصر الموصلة للحاء والمواد الغذائية، وهذا يسبب نمواً وإنتاجاً محدودين في نباتات فول الصويا وخاصة تحت ظروف نقص الرطوبة.

المقاومة : إن تدخين تربة حقول فول الصويا الملوثة بالنيماتودا الحوصلية لفول الصويا باستعمال أنواعاً مختلفة من المبيدات النيماتودية يزيد مؤقتاً نمو النبات وإنتاجية فول الصويا باستعمال إيثلين دبرومايد (EDB) (والذي حُرِّم استعماله في الولايات المتحدة حديثاً) او معاملة التربة بمبيدات نيماتودية غير مدخنة مثل الديكارب، كاربوفوران، فانها تزيد مؤقتاً نمو وإنتاج فول الصويا. إن حويصلات النيماتودا ويرقاتها على أية حال، تقريبا، لا يمكن استئصالها من الحقول كلية بالتدخين، ويبقى تجمعات صغيرة من النيماتودا بعد عملية التدخين، هذه الكمية المتبقية تستطيع أن تبني نفسها بسرعة على نبات فول الصويا النام بقوة في الأراضي المدخنة حديثاً. بالاضافة الى ذلك فان تكاليف التدخين لكل هكتار يجعل استعمال هذه الطريقة غير عملية.

إن أكثر الطرق عملية في مقاومة النيماتودا الحوصلية لفول الصويا يكون عن طريق استعمال الاصناف المقاومة وعن طريق دورة زراعية مدتها ١ – ٢ سنة. بحيث لا يكون فيها

محاصيل عوائل للنيماتودا نظراً لان بعض البقوليات هي المحاصيل المزروعة وهي عوائل أخرى للنيماتودا. وبالتالي فان كفاءة الدورة الزراعية تزيد بزراعة اصناف فول الصويا الأكثر مقاومة والتي لا تسمح بسرعة وزيادة بناء تجمعات النيماتودا. كثيراً ما توجد حويصلات وبيض النيماتودا الحويصلة لفول الصويا مصابة بواحد او اكثر من الفطريات العديدة مثل *Fusari-um* ، *Verticillium* ، *Nematophthora* ، *Catenona* حيث أنه في المستقبل القريب قد يكون من المحتمل استعمال واحداً من هذه الفطريات او متطفلات أخرى كمقاومة حيوية للنيماتودا الحوصلية.

إن قوانين الحجر الزراعي تفرض الان بالقوة لمنع إنتشار الطفيليات الى المناطق الخالية من النيماتودا عن طريق التربة الملوثة، او المنتجات او الالات الملوثة او اي مواد ملوثة أخرى.

نيماتودا بنجر السكر : هتيروديرا شختياي Heterodera Schachtii

توجد هذه النيماتودا حيث يزرع بنجر السكر في أميركا الشمالية، أوروبا، الشرق الأوسط واستراليا، وهي اكثر الآفات النيماتودية خطورة على إنتاجية بنجر السكر، وهي أيضاً تهاجم السبانخ والصليبيات. تسبب نيماتودا بنجر السكر خسائر في الانتاج من ٢٥ – ٥٠٪ أو اكثر وخاصة في البلدان ذات المناخ الدافيء أو في المحاصيل المزروعة متأخرة في الموسم. تكون الخسائر في بنجر السكر ، غالباً، نتيجة خفض وزن الجذور، ولكن في المناخ الدافيء فإن محتوى الجذر من السكر ينخفض أيضاً، وبشكل عام فإن النيماتودا تجعل الخسائر المتسببة عن الكائنات الممرضة الأخرى أشد خطورة وأكثر سوءاً، خاصة عند الاصابة بالفطريات سيركوسبورا *Cercospora* ، رايزوكتونيا *Rhizoctonia* ، وفيروسات البنجر. في الحقول الملوثة بنيماتودا بنجر السكر يظهر مساحات مزروعة، صغيرة أو كبيرة، فيها نباتات حديثة ذابلة أو ميتة، أو تظهر نباتات بنجر السكر المسنة متقزمة (شكل ٢٦٠ ، B) وإن الجذور الرئيسية لهذه النباتات يظهر عليها جذور شعرية بأعداد كبيرة جداً. يمكن أن ترى حويصلات صغيرة بيضاء أو مائلة للون البني من إناث النيماتودا ملتصقة بالجذور. إن الصفات الظاهرية والصفات الحيوية وإنتشار نيماتودا بنجر السكر، كل ذلك مشابه تماماً لصفات النيماتودا

الحوصلية في فول اصويا. إن مقاومة نيماتودا بنجر السكر في بنجر المائدة الأحمر تعتمد على الزراعة المبكرة، نظراً لأن النباتات المزروعة مبكراً تستطيع أن تنمو، كلما أمكن ذلك، على درجات حرارة التي عليها تكون النيماتودا غير نشيطة تقريباً، وكذلك تعتمد المقاومة على الدورات الزراعية بإستعمال البرسيم الحجازي، الحبوب، أو البطاطس والتي ليست عوائل لهذه النيماتودا. وكذلك يمكن مقاومة هذه النيماتودا بتدخين التربة بإحدى مبيدات النيماتودا مثل DCP. ولغاية الآن لا يوجد أصناف من بنجر السكر مقاومة لهذه النيماتودا متوفرة تجارياً.

obeikandl.com

المراجع

Anonymous. 1961. Soybean cyst nematode. *U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv. Spec. Reptr.* **22–72**:20 p.

Endo, B. V. 1964. Penetration and development of *Heterodera glycines* in soybean roots and related anatomical changes. *Phytopathology* **54**:79–88.

Endo, B. V. 1965. Histological responses of resistant and susceptible soybean varieties and backcross progeny to entry and development of *Heterodera glycines*. *Phytopathology* 55:375–381.

Franklin, Mary T. 1972. *Heterodera schachtii. C.I.H. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes*. Set 1, No. 1. 4 p.

Gipson, Ilene, K. S. Kim, and R. D. Riggs. 1971. An ultrastructural study of syncytium development in soybean roots infected with *Heterodera glycines*. *Phytopathology* **61**:347–353.

Raski, D. J. 1950. The life history and morphology of the sugar beet nematode *Heterodera schachtii*. *Phytopathology* **40**:135–152.

Stone, A. R. 1973. *Heterodera rostochiensis. C.I.H. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes*. Set 2, No. 16, 4 p.

obeikandl.com

نيماتودا الحمضيات " تايلنكيولص سيمي بنترنس

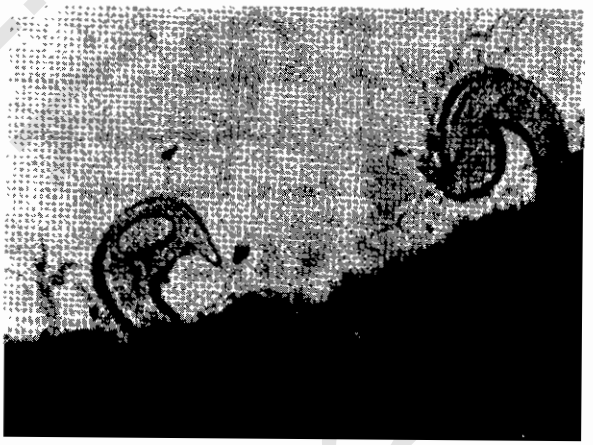
Tylenchulus semipenetrans

توجد هذه النيماتودا حيثما تزرع أشجار الحمضيات. تهاجم النيماتودا، في بعض المناطق بالاضافة إلى الحمضيات، العنب، الزيتون، الليلك ونباتات أخرى. تظهر الأشجار المصابة تدهوراً بطيئاً حيث تنمو بضعف، تتحول أوراقها إلى اللون المصفر وتسقط مبكراً، يظهر موت قمم (موت رجعي) في النموات الحديثة، ينخفض إنتاج الثمار تدريجياً حتى يصل إلى مستويات غير مربحة.

إن الكائن المرض هو تايلنكيولص سيمي بنترنس *Tylenchulus semipenetrans* وهي نيماتودا نصف داخلية التطفل، غير مهاجرة. تكون اليرقات والذكور دودية الشكل، ولكن جسم الأنثى يكون منتفخاً بشكل غير منتظم خلف الرقبة. قياسات النيماتودا حوالي ٤ . ٠ ملم طولاً وقطرها حوالي ١٨ – ٨٠ ميكرون، حيث تكون قياسات القطر كبيرة في الاناث الناضجة فقط أو التي في مرحلة النضج. إن الاناث هي التي يكون فيها الطرف الأمامي من الجسم مغموراً في نسيج الجذر والطرف الخلفي يبقى خارجاً (شكل ٢٦٣)، تضع الاناث بيضها في مواد جلاتينية. تكتمل دورة حياة النيماتودا *T. semipenetrans* خلال ٦ – ١٤ اسبوع على درجة حرارة ٢٤° م . يفقص البيض وتخرج اليرقات ذات الطور اليرقي الثاني. إن اليرقة المذكرة والنيماتودا المذكرة اليافعة لا تتغذى ويبدو أنها لا تقوم بأي دور لا في إحداث المرض ولا في تكاثر النيماتودا. أما اليرقة المؤنثة ذات الطور اليرقي الثاني فهي الطور المعدي الوحيد من النيماتودا ولا يمكن أن تتطور بدون تغذية ولكن تستطيع أن تبقى حية لعدة سنوات. توجد نيماتودا الحمضيات في التربة على عمق يصل إلى ٤ متر.

تهاجم، عادة، اليرقات المؤنثة ذات الطور اليرقي الثاني، الجذور المغذية ذات العمر ٤ – ٥ أسابيع وتتغذى على الخلايا السطحية في الجذور وهناك تمر في ثلاثة إنسلاخات أخرى وتنتج الاناث اليافعة. عندئذ فإن الاناث الحديثة تتعمق أكثر في القشرة ويمكن أن تصل إلى عمق يقارب من البريسيكل. يُكوّن رأس النيماتودا حوله فجوة صغيرة جداً، وتتغذى النيماتودا على

٣ – ٤ طبقات من الخلايا البرانشيمية المحيطة وتسمى خلايا مغذية (nurse cells)، بعد ذلك فإن الخلايا التي حول منطقة التغذية تصبح غير متعضية وتتحطم. إن ما يتبع ذلك من مهاجمة من قبل الفطريات الثانوية والبكتيريا، يجعل المنطقة المهاجمة تتحول إلى بقع ميتة متحللة غامقة اللون والتي يمكن أن تكون عديدة جداً بحيث أنها تعطى الجذر المظهر الداكن. في الاصابات الشديدة قد يكون هناك مائة أو أكثر من الاناث تتغذى في كل ١ سم من الجذر. إن الاناث بمصاحبة أجزاء التربة التي تلتصق بالمادة الجلاتينية التي فيها كتل البيض، تؤدي إلى ظهور جذور حديثة داكنة كثيرة الانحدارات (الفجوات)، وفي كثير من الحالات تتعفن الجذور الحديثة هذه.



شكل – ٢٦٣

إناث النيماتودا ***Tylenchulus semipenetrans*** تتغذى على جذور الحمضيات ورؤوسها مغمورة في خلايا مفردة.

يكون إنتشار النيماتودا خلال التربة بطيئاً وبمعدل يصل إلى ١.٥ سم تقريباً في كل شهر عندما تكون جذور نباتات الحمضيات في تلامس، وعلى أية حال فإن النيماتودا تنتشر مسافات طويلة بواسطة نقل التربة الملوثة بالنيماتودا على الآلات والأدوات الزراعية، تنتقل بواسطة الحيوانات، وبواسطة ماء الري أيضاً. وكذلك فإن النيماتودا تنتقل إلى مسافات طويلة

عن طريق نقل نباتات مشاتل الحمضيات الملوثة. تصل النيماتودا إلى أعلى تجمعات لها في الأشجار المصابة التي تبدأ في إظهار التدهور بعد ٣ – ٥ سنوات من الاصابة الأولية. عندما تظهر الشجرة أطواراً متقدمة من التدهور، فإن تجمعات النيماتودا أيضاً تتدهور في العدد.

إن مقاومة نيماتودا الحمضيات مبنية على منع دخولها إلى مناطق جديدة وذلك عن طريق زراعة الأصول المأخوذة من المشاتل في حقول خالية من النيماتودا وعن طريق معاملة أصول المشاتل بالماء الساخن على درجة ٤٥° م لمدة ٢٥ دقيقة أو المعاملة بمادة فينسولفوثايون fen-sulfothion. ونظراً للعمق الكبير الذي تستطيع أن تبقى عليه النيماتودا حية، فإن تدخين التربة لا يكون دائماً فعالاً. ولقد حصل على مقاومة مُرضيَة وذلك عن طريق التدخين قبل الزراعة بمادة DD، ميثايل بروماید وأيضاً عن طريق التدخين بعد الانبات بمادة الديكارد يضاف للتربة عن طريق الحاقنات الازميلية أو على شكل حبيبات والتي تدمج مع التربة مباشرة. إن بعض أنواع الحمضيات الناتجة من التكاثر الخضري (Clones ؛ هي تكاثر الصنف خضرياً فقط) تكون مقاومة لتجمعات النيماتودا في بعض المناطق ولكن لا تكون مقاومة في مناطق أخرى.

المراجع

Cohn, E. 1972. Nematode diseases of citrus, *in* "Economic Nematology." J. M. Webster (Ed.). Academic Press, New York, pp. 215–244.

Siddiqi, M. R. 1974. *Tylenchulus semipenetrans. C.I.H. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes.* Set 3, No. 34. 4 p.

Van Gundy, S. D. 1958. The life history of the citrus nematode *Tylenchulus semipenetrans. Nematologia* 3:283–294.

obeikandl.com

نيماتودا التقرح براتيلنكص: Pratylenchus

توجد نيماتودا التقرح أو نيماتودا المروج الخضراء في كل أنحاء العالم حيث أنها تهاجم الجذور في كل أنواع النباتات مثل محاصيل الحقل، محاصيل الحبوب، محاصيل الخضار، أشجار الفاكهة وكثير من نباتات الزينة العشبية والشجيرات.

إن شدة الأضرار المتسببة عن نيماتودا التقرح يصعب تقديرها، فهي تختلف بإختلاف المحصول المهاجم، وتكون أكبر في المناطق شبه الاستوائية منها في المناطق المعتدلة. إن الأضرار التي تحدث للنباتات تكمن في خفض أو تثبيط نمو الجذر عن طريق تكوين بقع موضعية ميتة ومتحللة على الجذور الحديثة التي يمكن أن تُتبَع بتعفن الجذر وذلك بإصابته بالبكتيريا أو الفطريات الثانوية. وكنتيجة للأضرار الواقعة على الجذر فإن النباتات المصابة تنمو بضعف وتعطي إنتاج منخفض وأخيراً يمكن أن تموت.

الأعراض : تظهر العوائل النباتية العشبية القابلة للاصابة بنيماتودا التقرح، بعد مهاجمتها بالنيماتودا، متقزمة وشاحبة، حيث يعتقد بأنها تعاني من نقص العناصر أو نقص الماء. عادة تصاب عدة نباتات في منطقة واحدة حيث يؤدي ذلك إلى تجمعات نباتية ذات نمو منخفض وذات لون أخضر مائل للاصفرار والتي يمكن رؤيتها من مكان بعيد. وكلما تقدم الموسم يصبح التقزم أكثر وضوحاً ويذبل المجموع الخضري أثناء أيام الصيف الحارة، ويصبح لون الأوراق بني مائل للاصفرار. إن مثل هذه النباتات يمكن نزعها من الأرض بسهولة وذلك لشدة التحطيم الذي حصل في المجموع الجذري. ينخفض إنتاج النباتات المصابة بدرجات مختلفة وفي حالة الاصابات الشديدة تموت النباتات.

عندما تهاجم الشجيرات أو الأشجار بنيماتودا التقرح فإن الأضرار تظهر، عادة، ببطء وتكون أقل وضوحاً من تلك الأعراض التي تظهر على العوائل العشبية، ونادراً ما تقتل النباتات. عادة تتكون الأعراض على أشجار مفردة أو مجموعات من الأشجار تصبح تدريجياً غير قوية وغير مزدهرة النمو وتنتج محصول قليل. تكون أوراق الأشجار المصابة صغيرة

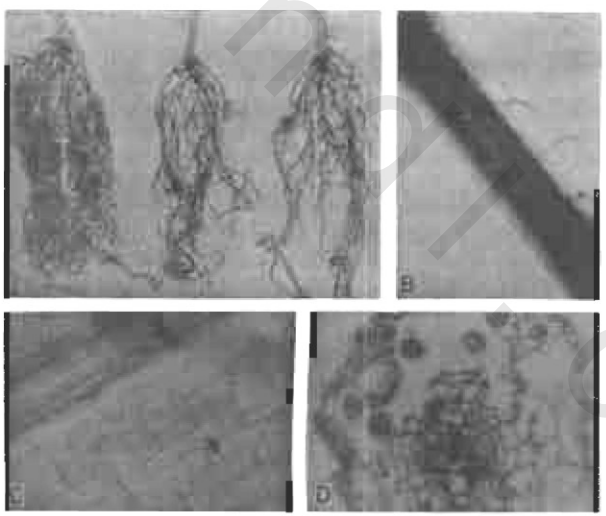
الحجم ويكون لونها أخضر مسود أو أصفر، يمكن أن تفقد الفروع الجانبية أوراقها قبل الأوان وتموت قممها (موت رجعي). يدل المظهر العام للأشجار المصابة على أنها ضعيفة وأنها في مرحلة تدهور. كما وأن تجمعات الأشجار المصابة يمكن أن يزيد عددها وبالتالي تزداد المساحة المحتوية على الأشجار المصابة، مع أن هذا يمكن أن يحدث في فترة طويلة نوعاً ما.

تتكون الأعراض على جذور النباتات المصابة من بقع ميتة متحللة والتي تظهر في البداية على شكل بقع دقيقة جداً ثم تتطاول وتصبح مائية أو ذات لون أصفر غائم، ولكن لا تلبث تلك البقع أن تتحول إلى لون بني أو أسود تقريباً. تظهر البقع أساساً على الجذور المغذية الحديثة وتكون غالباً متركزة في منطقة الشعيرات الجذرية، ولكن يمكن أن تظهر في أي مكان على طول الجذور. غالباً ما تمتد البقع طولياً تابعة لمحور الجذر ويمكن أن تلتحم مع بقع أخرى، ولكن في نفس الوقت يمكن أن تمتد جانبياً ببطء ، حتى ، أخيراً تطوق وتلتف حول كل الجذر الذي يموت بعد ذلك. ونظراً لاتساع البقع تنهار خلايا القشرة المهاجمة وتظهر منطقة ملونة ضيقة. عادة ما ترافق الفطريات الثانوية والبكتيريا إصابة النيماتودا في التربة وتشارك في زيادة التلون وتعفن المناطق المصابة من الجذر والتي يمكن أن تتقشر. يبقى على النباتات المصابة إصابات متوسطة يبقى عليها جذور حية بدرجات مختلفة، وفي بعض العوائل يمكن أن تشجع الاصابة تكوين جذور عرضية، ولكن بشكل عام فإن الجذور الفردية تتلون وتتقصف وإن حجم المجموع الجذري ينخفض كثيراً عن طريق تكسر الجذر الناتج من تكوين التقرحات (شكل ٢٦٤ ، A).

الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن النيماتودا براتيلنكس *Pratylenchus sp.*، هذه النيماتودات ذات قياسات حوالي ٠,٤ – ٠,٧ ملم طولاً وذات قطر ٢٠ – ٢٥ ميكرون. تظهر على شكل نيماتودا سمينة شبه اسطوانية ذات رأس مفلطح، قوية ذات رمح قصير وسميك، ولها ذيل مفلطح ملتوي (شكل ٢٦٤ ، B) وهي مهاجرة ومتطفلة داخليا تهاجم جذور عديد من أنواع النباتات.

إن تكشف وتكاثر النيماتودا براتيلنكس يكون بطيئاً نوعاً ما. ويبدو أن دورة الحياة للأنواع المختلفة تكتمل خلال ٤٥ – ٦٥ يوماً. تقضي هذه النيماتودا الشتاء في الجذور

المصابة أو في التربة على شكل بيض، يرقات أو يافعات، باستثناء الاناث المنتجة للبيض والتي يبدو أنها غير قادرة على البقاء حية في الشتاء. إن النيماتودا اليافعة واليرقات في الأعمار المختلفة تستطيع أن تدخل وتغادر جذور العوائل القابلة للاصابة. تضع الأنثى بيضها إما بعد الاخصاب أو بدون إخصاب حيث يكون البيض إما مفرداً أو في مجموعات صغيرة داخل الجذور المصابة. يبقى البيض في الجذور ويفقص هناك، أو عندما تتكسر أنسجة الجذر فإن البيض ينتقل الى التربة. يحدث الانسلاخ الأول والطور اليرقي الأول في البيضة. تتحرك اليرقة ذات الطور اليرقي الثاني الخارجة من البيضة حركة بسيطة في التربة أو أنها تدخل الجذر، على أية حال فإنها تتطور إلى الأطوار اليرقية اللاحقة ومن ثم إلى نيماتودا يافعة. عندما تكون النيماتودا في التربة فإنها تكون حساسة للجفاف وخلال فترات الجفاف فإنها تتمدد ساكنة، وتبقى على هذه الحالة حتى تزداد الرطوبة في التربة ويستأنف النبات نموه.

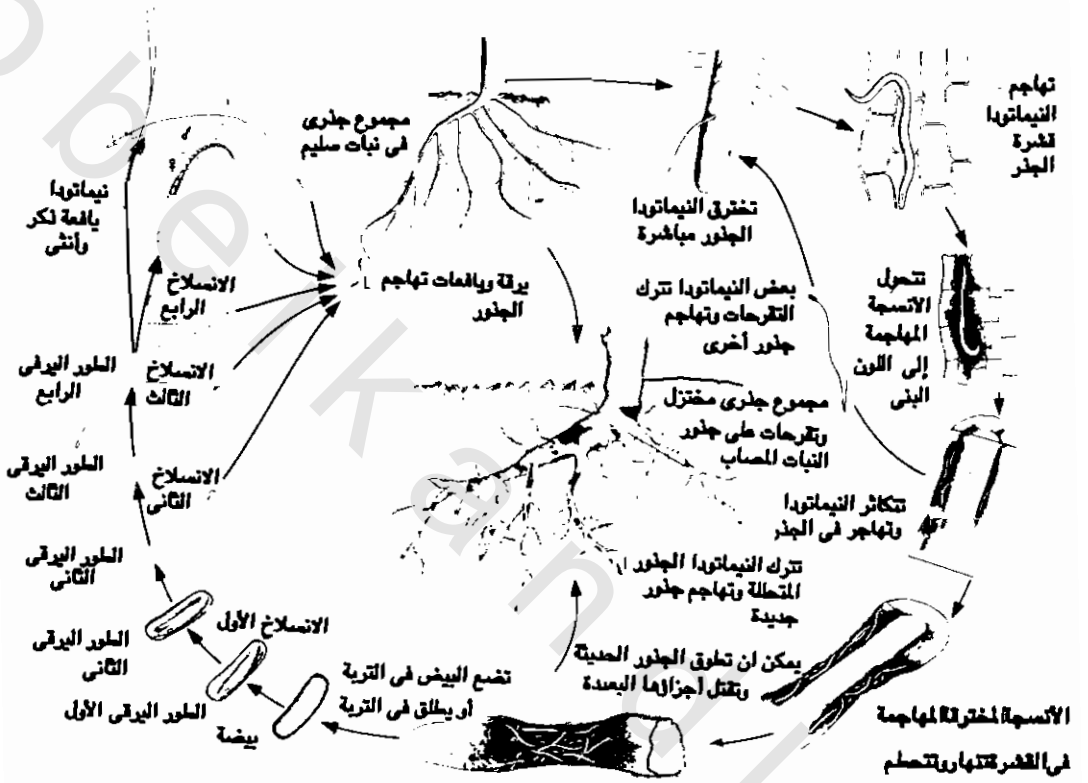


شكل - ٢٦٤

(A) جذور نباتات الفاصوليا عليها أعراض متسببة عن نيماتودا التقرح. النبات السليم على اليسار. (B) نيماتودا التقرح (براتيلنكس) مخترقة جذور الجزر الحديثة. (C) نيماتودا التقرح تتغذى على جذور الجزر الحديثة. (D) مقطع عرضي في جذر الجزر مبيناً ستة من نيماتودا التقرح في القشرة المحطمة وواحدة في الاسطوانة المركزية.

تكشف المرض : – إن النيماتودا اليافعة واليرقات من براتلينكس تدخل الجذور، عادة ، في إتجاهات شعاعية أو نصف قطرية في أي مكان على طول الجذور (شكل ٢٦٤ ، B) يتم الاختراق داخل الخلايا عن طريق الهجوم المتواصل بالرمح والرأس الذي يبدو أنه يُلَيِّن ويضعف ويحطم جدار الخلية. إن جدار الخلية والسيتوبلازم الملاصق تتحول، عادة ، إلى اللون البني الفاتح وتظهر على شكل بقع صغيرة ملونة خلال بضع ساعات بعد الحقن. تتحرك النيماتودا خلال القشرة حيث تتغذى وتتكاثر (شكل ٢٦٤ ، D, C)، لا تهاجم النيماتودا الاندوديرمز حتى عندما تمتلىء تماماً كل المناطق الواقعة بين البشرة والاندوديرمز بالنيماتودا (شكل ٢٦٥). إن حدوث النكروزز (موت وتحلل الخلايا) في خلايا القشرة يتبع ممر النيماتودا، ولكن تلون الخلايا المصابة والمجاورة يختلف باختلاف النبات العائل. أحياناً تهاجم خلية واحدة أو خليتين فقط على كل جانب من أنفاق النيماتودا، ولكن في أحيان أخرى فإن التقرحات تشمل ما يزيد عن نصف محيط الجذر. إن الجزء من طبقة الاندوديرمز الملاصق للنيماتودا يأخذ أيضاً اللون البني الغامق والذي يمتد إلى حد ما في مجموعات كبيرة من الخلايا. وحيث أن النيماتودا تستمر في تغذيتها على خلايا القشرة، فإن جدر الخلايا تتحطم ويظهر عديد من الفجوات في القشرة، تكون هذه الفجوات ذات جدر، أحياناً، مبطنة بترسبات بنية.

يسكن في كل تقرح، عادة، أكثر من نيماتودا واحدة، وأحياناً يوجد في خلايا عائل واحد أربعة أو أكثر من النيماتودا التي توجد بالعرض (مستعرضة) في الخلايا في وقت واحد. تضع الأنثى بيضها في القشرة وكثيراً ما يتشكل من البيض واليرقات وقليل من النيماتودا اليافعة (عشوش)، توجد هذه العشوش بأعداد كبيرة في القشرة. بعد فقص البيض فإن النيماتودا تتغذى على الخلايا البرانشيمية وتتحرك غالباً طولياً خلال القشرة، وبالتالي تستطيل التقرحات (شكل ٢٦٥). تترك بعض النيماتودا التقرح وتخرج من الجذر وتنتقل إلى مناطق أخرى من الجذر أو إلى جذور أخرى حيث تسبب إصابات جديدة. إن الأنسجة القشرية الميتة والمتحللة في التقرحات الكبيرة تتقشر، أو أنها تُهاجم من قبل فطريات ثانوية وبكتيريا، حيث يؤدي ذلك إلى تعفن وتحطم أنسجة الجذر حول منطقة الاصابة ويتبع ذلك موت الجزء الأقصى من الجذر وراء منطقة الاصابة، وبالتالي ينخفض، إلى حد كبير، عدد الجذور التي تقوم بوظائف المجموع الجذري في النبات، ويصبح إمتصاص الماء والمواد الغذائية غير كاف وتصبح أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة متقزمة وشاحبة وتظهر أعراض نقص الماء والمواد الغذائية.



شكل – ٢٦٥

دورة حياة وتكشف الأعراض المرضية المتسببة عن نيماتودا التقرح براتيلنكس.

المقاومة : إن أفضل طريقة لمقاومة نيماتودا تقرح الجذور، هي بواسطة غمر التربة بالمبيدات النيماتودية أو وضع هذه المبيدات في أثلام قبل زراعة المحصول. إن المبيدات التي تعطي مقاومة جيدة للنيماتودا هي : – DD وبروزون، ولكن هذه المبيدات تفشل عادة في

استئصال النيماتودا كلية. أما في المناطق ذات المناخ الحار أو ذات المناخ الجاف فيمكن الوصول إلى مقاومة جيدة إلى حد ما لنيماتودا التقرح عن طريق ترك الأرض بدون زراعة صيفاً، هذا الاجراء يقلل من تجمعات النيماتودا عن طريق تعريضها إلى الحرارة والجفاف وعن طريق استبعاد نباتات العائل. إن المقاومة عن طريق إتباع الدورة الزراعية هي الآن غير ناجحة إلى حد ما بسبب المدى العوائلي الواسع لنيماتودا التقرح ولنقص المعلومات عن عوائلها المفضلة بالضبط.

لقد وجد أن اضافة الاوكسامايل على التربة او رشاً على المجموع الخضري أعطي مقاومة جيدة لنيماتودا تقرح الجذور في بعض المناطق.

obeikandl.com

المراجع

Dickerson, O. J., H. M. Darling, and G. D. Griffin. 1964. Pathogenicity and population trends of *Pratylenchus penetrans* on potato and corn. *Phytopathology* **54**:317–322.

Good, J. M., L. W. Boyle, and R. O. Hammons. 1958. Studies of *Pratylenchus brachyurus* on peanuts. *Phytopathology* **48**:530–535.

Mountain, W. B., and Z. A. Patrick. 1959. The peach replant problem. VII. The pathogenicity of *Pratylenchus penetrans*. *Can. J. Bot.* **37**:459–470.

Parker, K. G., and W. F. Mai. 1974. Root diseases of fruit trees in New York State. VI. Damage caused by *Pratylenchus penetrans* to apple trees in the orchard growing on different rootstocks. *Plant Dis. Reptr.* **58**:1007–1011.

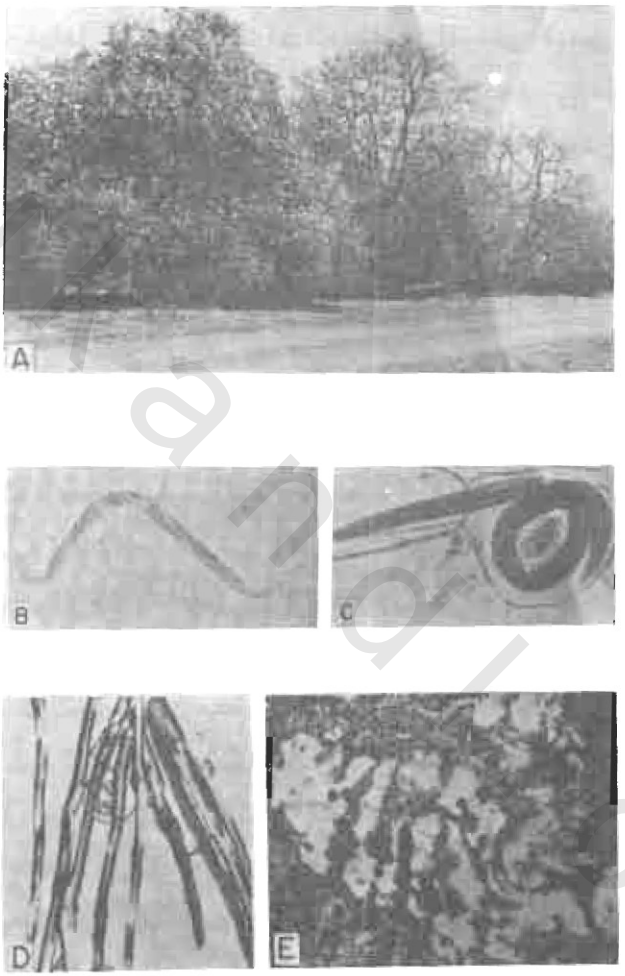
Obeikandl.com

النيماتودا الحافرة : رويدوفولص سيميلز
Radopholus similis

توجد هذه النيماتودا بكثرة في المناطق الاستوائية في العالم، وفي الصوبات الزجاجية في أوروبا. إن هذه النيماتودا من أكثر الكائنات المرضة لجذور الموز خطورة في معظم المناطق التي تزرع الموز، حيث تسبب ما يسمى بعفن الجذر، الرأس الأسود، مرض السقوط أو مرض تدهورالموز، وهي تسبب مرض التدهور المنتشر في الحمضيات في فلوريدا، وتدهور الافوجادرو (avocados) في فلوريدا وتدهور الشاي في سيلان ومرض الاصفرار في الفلفل الأسود في أندونيسيا. زيادة على ذلك فإنها تهاجم القهوة وأشجار مثمرة وأشجار نباتات الزينة وأشجار الغابات، وقصب السكر والذرة والخضروات والنجيليات والحشائش.

تظهر نباتات الموز المصابة ضعيفة النمو وعليها قليل من الأوراق التي هي أصغر من مثيلاتها في النباتات السليمة ويظهر عليها تساقط الأوراق قبل الأوان، وإنخفاض وزن الثمار. في حالات كثيرة فإن جميع نباتات الموز تسقط على الأرض. تُظهر جذور نباتات الموز في البداية تلون بني وفجوات في القشرة، وهذه الأعراض تكون متبوعة بتشققات عميقة ذات حواف مرتفعة عن سطح الجذر (شكل ٢٦٦ ، D). إن تلك النيماتودا بمصاحبة الفطريات والبكتيريا التي تهاجم الجذور المتشققة تجعل الجذور تتعفن، وأخيراً يبقى قليلا من الأعقاب الجذرية فقط، والتي تكون قصيرة ولا تستطيع أن تثبت وتمسك النبات في التربة بقوة كافية، وبالتالي يسقط النبات على الأرض. تظهر مناطق سوداء متعفنة في قشرة الرايزوم المحيطة بالجذور المصابة (شكل ٢٦٦ ، E). ونتيجة للاصابة بهذ المرض فإن فترة حياة زراعات الموز المربحة في كثير من المناطق تنخفض من عمر غير محدد إلى عمر قصير يقارب السنة وإن تكاليف إعادة الزراعة سنوياً والخسائر في الانتاج تكون عالية جداً.

في حالة إنتشار التدهور في الحمضيات المتسبب عن هذه النيماتودا، فإن مجموعات من الأشجار المصابة تكون أيضاً ذات أوراق وثمار قليلة وأصغر منها في النباتات السليمة ويحدث موت قمم (موت رجعي) في النموات الحديثة والأغصان (شكل ٢٦٦ ، A) . ينخفض إنتاج



شكل – ٢٦٦

(A) أشجار برتقال سليمه ومصابة على أطراف منطقة بها ينتشر التدهور نتيجة الاصابة بالنيماتودا Radopholus similis. (B) إناث النيماتودا محتوية على بيضتين. (C) النيماتودا المذكورة وبيضة في خلايا الموز. (D) تقرحات على جذور الموز بسبب الاصابة بالنيماتودا السابقة (E) تقرحات على رايزومات الموز بسبب النيماتودا المذكورة اعلاه.

obeikandl.com

الأشجار المصابة بنسبة ٤٠ - ٧٠٪، حتى أثناء الفترات ذات الرطوبة متوسطة الانخفاض فإن الأشجار المصابة تذبل بسرعة، ولكنها لا تموت عادة. وفي كثير من الحالات تشفى وتسترجع الأشجار قواها مؤقتاً بعد الفترات الممطرة. إن أعراض التدهور تنتشر بإستمرار وبثبات إلى أشجار كثيرة كل سنة ويزداد قطر المنطقة ذات الأشجار المتدهورة ١٠ - ٢٠ متر كل سنة تقريباً. تظهر الأعراض على الأجزاء التي فوق سطح التربة بعد إصابة الجنور بما يقارب سنة. يظهر على الجنور المغذية المصابة عديداً من التقرحات التي تكون إسفنجية ومتشققة، وفي حالات كثيرة يغزوها طفيليات فطرية أولية وثانوية والتي تفضي إلى تعفن وتحطيم وتحلل الجنور المغذية. يبدو أن الجنور المغذية تهاجم وتحلل غالباً على عمق ٥٠ سم أو أكثر تاركة أقل من نصف الجنور المغذية قائمة بوظائفها.

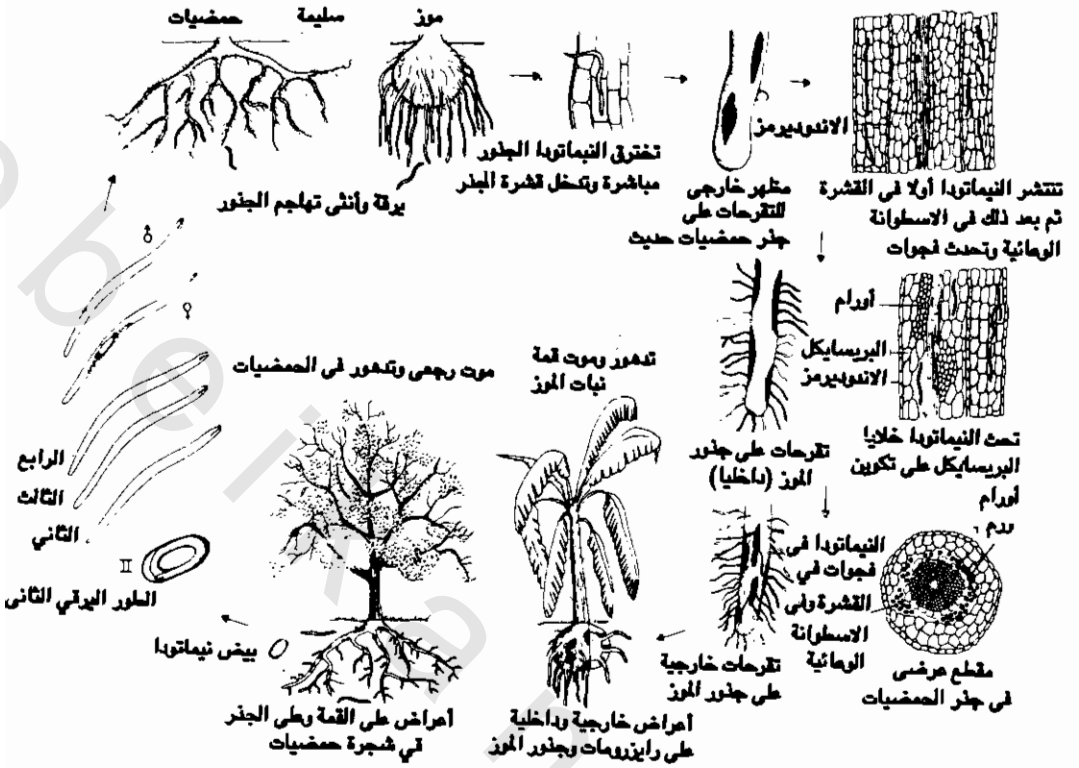
الكائن المرض : - يتسبب هذا المرض عن النيماتودا رودوفواص سيميلز *Radopholus similis*. تعرف هذه النيماتودا باسم النيماتودا الحافرة وهي تشبه الدودة، قياساتها حوالي ٠,٦٥ ملم طولاً في ٢٥ ميكرون عرضاً (شكل ٢٦٦ ، B,C) . تقضي النيماتودا حياتها وتتكاثر داخل فجوات في قشرة الجذر حيث تكمل دورة حياتها في حوالي ٢٠ يوم تقريباً. تستطيع كل اليرقات والنيماتودا اليافعة أن تصيب الجنور، ومع أنها تستطيع الخروج من الجنور وتنتشر خلال التربة، إلا أن معظم إنتشار النيماتودا من نبات إلى نبات آخر يتم عن طريق تلامس الجنور أو الجنور القريبة من التلامس. إن إنتشار النيماتودا إلى مسافات بعيدة يكون ذلك بشكل أساسي عن طريق إنتقالها مع المواد النباتية المصابة مثل شتلات الموز المصابة. مع أن النيماتودا التي تصيب الموز والحمضيات متطابقة مورفولوجياً، إلا أن سلالات النيماتودا التي تصيب الموز تستطيع مهاجمة الموز ولكن لا تستطيع مهاجمة الحمضيات، بينما سلالات النيماتودا التي تصيب الحمضيات تستطيع أن تهاجم الحمضيات بالاضافة إلى الموز وعوائل أخرى كثيرة. إن سلالة الحمضيات لحد الآن يعرف بأنها موجودة في فلوريدا فقط. ومن المحتمل أن سلالات أخرى يمكن أن توجد في مناطق أخرى من العالم.

تكشف المرض : تخترق النيماتودا الحافرة الجنور المغذية وتنتقل بين الخلايا في البرنشيما القشرية متغذية على الخلايا المجاورة وتحطمها وتحللها وتسبب تكوين الفجوات

(شكل ٢٦٧)، وكلما استمرت النيماتودا في التغذية فإن الفجوات تتسع وتلتحم مع بعضها البعض مكونة أنفاق جانبية طويلة. تكون الأنفاق في الموز محدودة في القشرة بين البشرة والأندوديرمز. تنتقل النيماتودا أيضاً من الجذور التي تتغذي عليها إلى الرايزومات. أما في الحمضيات فإن النيماتودا لا تقتصر على تكوين الفجوات في القشرة فقط ولكنها أيضاً تدخل الاسطوانة الوعائية خلال الخلايا التي ليس عليها شريط كاسبريان (ممرات خلايا الأندوديرمز) حيث تتجمع هناك في اللحاء والكامبيوم والتي تحطمه وتحلله خلال بعض الوقت وتكون فجوات مملوءة بالنيماتودا. في نفس الوقت يترسب صمغ في القشرة وتنقسم خلايا البريسيكل بكثرة وتنتج مجموعات من الخلايا الشبيهة بالورم. تظهر الفجوات التي في الجذور من الخارج على شكل تقرحات بنية محمرة في كل مكان في القشرة، وبعد الاصابة بمدة ٣ – ٤ أسابيع تتحول التقرحات إلى واحد أو أكثر من التشققات العميقة. تضع كل أنثى بيضة واحدة أو قليلاً من البيض كل يوم وتستمر في ذلك لمدة أيام وعندما يفقص البيض تنمو اليرقات وتكبر وتتكاثر وتزداد تجمعات النيماتودا بسرعة. يمكن أن يوجد في التقرح الواحد ما يقارب من ٨٠٠ نيماتودا، والشجرة الواحدة يمكن أن تغذي وتدعم وجود مئات الألوف من النيماتودا الحافرة. إن الفطريات مثل فيوزاريوم *Fusarium*، سكليروشيم *Sclerotium* وغيرها تهاجم جذور النباتات المصابة بالنيماتودا بسرعة أكثر وتحدث زيادة أكثر في تعفن الجذور وتحطيمها وتحللها.

المقاومة : يمكن الحصول على مقاومة للنيماتودا الحافرة في الموز وذلك عن طريق إزالة الأنسجة المتلونة من شتلات الموز بالكشط، ومن ثم غمر الشتلات في ماء ساخن على درجة ٥٥° م لمدة ٢٠ دقيقة. ويمكن كذلك الحصول على مقاومة للنيماتودا عن طريق غمر الحقل بالماء لمدة ٥ – ٦ شهور إذا كان ذلك ممكناً. ويمكن الحصول على مقاومة أيضاً بتدخين التربة بالمبيدات النيماتودية.

أن مقاومة التدهور التدريجي في الحمضيات يكون أكثر صعوبة منه في مقاومة نيماتودا الموز، وتعتمد المقاومة بشكل أساسي على : –



شكل – ٢٦٧

دورة حياة النيماتودا الحافرة ***Radopholus similis*** في الحمضيات والموز.

١ – إتخاذ اجراءات تنظيمية وقائية والتي تثبط إنتشار النيماتودا وتمنع تمكنها وإستيطانها في مناطق جديدة وذلك عن طريق معاملة أشجار المشاتل بالماء الساخن. على درجة حرارة ٥٠° م لمدة عشرة دقائق أو غمرها في المبيدات النيماتودية مثل إيثوبروب ethoprop والمبيد fensulfothion، وكذلك معاملة الأدوات (تطهيرها)، وتدخين التربة كل ستة شهور بمادة DD بشرائح ذات عرض خمسة أمتار حول منطقة التدهور وإبقاؤها خالية من الأعشاب عن طريق الحراثة أو بإستعمال مبيدات الحشائش.

٢ – تدخين المناطق المتدهورة بجرعات عالية من الـ DD ، بعد إزالة جميع الأشجار المتدهورة وعلى الأقل إزالة خطين آخرين من الأشجار السليمة حول الأشجار المصابة.

٣ – إستعمال الأصول المقاومة أو المتحملة للنيماتودا.

obeikandl.com

المراجـع

Blake, C. D. 1972. Nematode diseases in banana plantations, in "Economic Nematology," J. M. Webster (Ed.). Academic Press, New York, pp. 245-267.

DuCharme, E. P. 1959. Morphogenesis and histopathology of lesions induced on citrus roots by *Radopholus similis*. *Phytopathology* 49: 388-395.

Poucher, C., *et al.* 1967. Burrowing nematode in citrus. *Fla. Dept. Agric. Bull. No.* 7 : 63 P.

Williams, K. J. O., and M. R. Siddiqi. 1973. *Radopholus similis. C. I. H. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes.* Set 2, No. 27. 4 p.

obeikandl.com

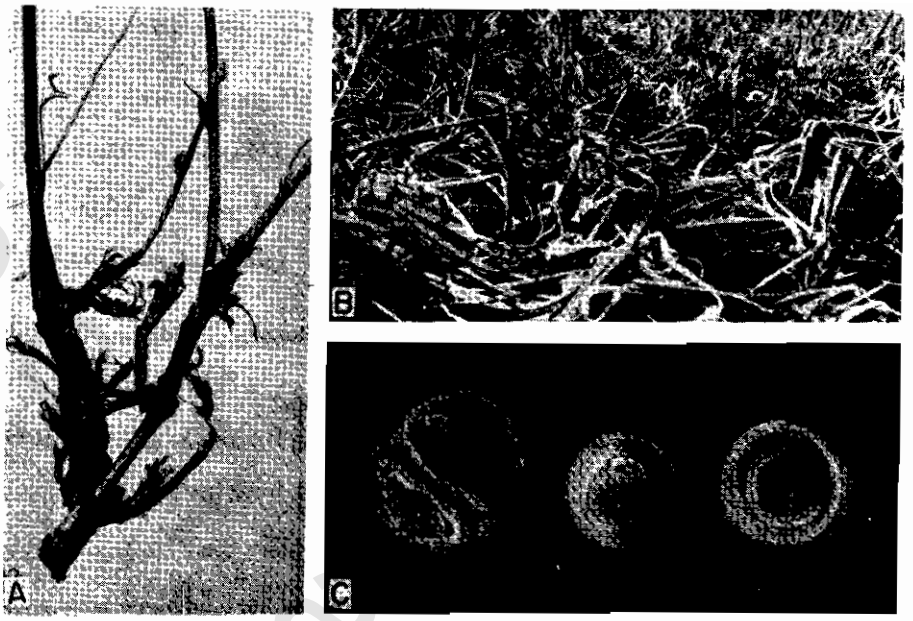
نيماتودا الساق والبصلة :

دايتلنكس Ditylenchus

من الأنواع العديدة من النيماتودا دايتلنكس التي تسبب أمراضاً للنباتات، فإن النيماتودا دايتلنكس دبساكا *Ditylenchus dipsaci* هي الأكثر إنتشاراً والأكثر خطورة من كل الأنواع وبشكل عام هي الوحيدة التي يشار إليها على أنها نيماتودا الساق والبصلة، بينما النيماتودا دتيلنكس دستراكتور *D. destructor* تعرف على أنها نيماتودا تعفن البطاطس.

إن نيماتودا الساق والبصلة عالمية الانتشار، ولكنها بشكل عام سائدة وخطيرة في المناطق ذات المناخ المعتدل، وهي واحدة من أكثر النيماتودا المتطفلة على النبات تحطيماً وإتلافاً للنباتات. تهاجم هذه النيماتودا أعداداً كثيرة من العوائل النباتية، متضمنة الابصال، النرجس، الياسنت hyacinth (أزهار من الزنبقيات) التيولب، الشوفان، الراي، البرسيم الحجازي، البرسيم الأحمر، الفراولة والفولكس (شكل ٢٦٨ ، A) . مع أن جميع هذه العوائل تهاجم بواسطة نيماتودا تابعة لنوع واحد، إلا أن تجمعات مختلفة أو biotypes ، من نيماتودا الساق والبصلة لها بعض العوائل المفضلة وعندما تنتقل إليها فإنها ستهاجم واحداً أو قليلاً من هذه العوائل المفضلة، ولا تهاجم العوائل الأخرى عند وجود العوائل المفضلة. تسبب النيماتودا خسائر كبيرة في معظم المحاصيل التي تصيبها وذلك عن طريق قتلها للبادرات، أو تسبب تقزم النباتات، أو تحطم الابصال أو تجعلها غير صالحة للتكاثر أو للاستهلك، وكذلك فإنها تسبب ظهور سيقان ومجموع خضري مشوه ومنتفخ وملتوي، وبشكل عام تخفض الانتاج كثيراً.

الأعراض : – في الحقول الملوثة بنيماتودا الساق والبصلة، فإن ظهور البادرات فوق سطح التربة مثل البصل، تتعوق وتختزل السيقان إلى حد كبير، يمكن أن يمرض نصف أو أكثر من نصف البادرات الظاهرة فوق سطح التربة، حيث تظهر باهتة، ملتوية، مقوسة وذات مناطق منتفخة على طول الفلقة. تكون الفلقات عادة اسفنجية مع تشقق البشرة على شكل رباط الحذاء. تموت معظم البادرات المصابة خلال ٣ أسابيع من الانبات، أما البادرات الباقية فإنها في كثير من الحالات تموت متأخرة.



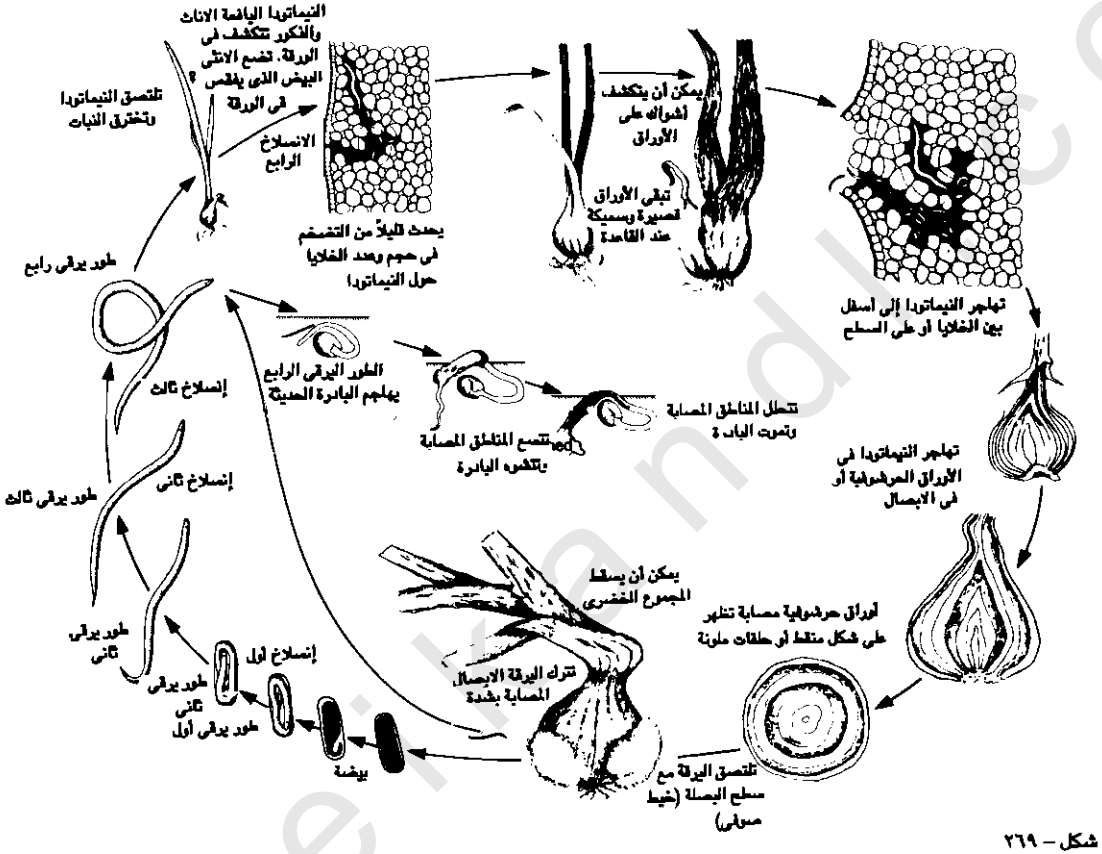
شكل -٢٦٨

(A) نبات برسيم حجازي متقزم وسميك الساق وأوراق صغيرة مكتظة نتيجة الاصابة بنيماتودا الساق *Ditylenchus dipsaci*. أما شكل (B) نباتات بصل مصابة يظهر عليها أعراض الانبطاح، ضعيفة الساق، متقزمة وكثير من الأوراق الخارجية الميتة. (C) أبصال نرجس مصابة مبينة حلقة كاملة أو غير كاملة من اللون البني.

عندما تزرع الأبصال في أرض ملوثة فإن النباتات المتكشفة خلال ثلاثة أسابيع تقريباً، تظهر متقزمة، ويظهر عليها بقع صفراء فاتحة، إنتفاخات (spikkles) وتقرحات مفتوحة على المجموع الخضري. يظهر على النباتات الحديثة والاشطاءات إنتفاخات على الساق وأوراق قصيرة ومتجعدة. في حالات كثيرة فإن كثيراً من الأوراق الخارجية تصبح متهدلة، تموت قمم الأوراق (موت رجعي) وتصبح الأوراق ضعيفة جداً حيث أنها لا تستطيع أن تحافظ على نموها القائم وتسقط على الأرض (شكل ٢٦٨ ، B) . يصبح ساق ورقبة البصلة طرية ولينة وتمتد

هذه الأنسجة الطرية إلى أسفل في الأوراق الحرشوفية كل لوحدها والتي تصبح طرية مفككة وذات لون رمادي باهت. إذا عمل مقطع عرضي في البصلة المصابة تظهر الأوراق الحرشوفية المهاجمة على شكل حلقات ملونة (شكل ٢٦٨ ، C)، وتظهر في المقطع الطولي على شكل خطوط ملونة غير متساوية. في حالات الاصابات المتقدمة، يمكن أن تهاجم مناطق كبيرة من البصلة او البصلة كلها، يمكن أن تتشقق الابصال المصابة وتصبح مشوهة أو يمكن أن تنتج إشطاءات وابصال مزدوجة، يمكن أن تتفكك الأوراق الحرشوفية الخارجية وتنفصل عند إحداث ضغط مائل بسيط بأبهام اليد على النصف العلوي من البصلة ويظهر تحتها نسيج لين سهل التفتت نو لون أشيب. تصبح الأبصال في الطقس الجاف جافة لا رائحة لها وذات وزن خفيف جداً، أما في الموسم الرطب يحدث عفن طري في الابصال وذلك بسبب المهاجمات الثانوية التي تدخل في البصلة وتحطمها عندها ينطلق من البصلة رائحة كريهة. تظهر الأبصال المصابة، أحياناً، ذات مظهر سليم من السطح الخارجي ولكنها تواصل التعفن في المخزن، حيث أنه في حالات كثيرة تتقشر الحراشف الخارجية كاشفة النسيج الاسفنجي السفلي والأوراق الحرشوفية الطرية التي تتصف بأنها سهلة التفتت وذات لون أشيب.

الكائن الممرض : - يتسبب هذا المرض عن النيماتودا دايتلنكص دبسكا *Ditylenchus dipsaci*. يبلغ طول هذه النيماتودا حوالي ١ - ١.٣ ملم وقطرها حوالي ٣٠ ميكرون (شكل ٢٦٩)، إن كل من الاناث والذكور لها ذيل حاد. تضع كل أنثى حوالي ٢٠٠ - ٥٠٠ بيضة، يحدث الانسلاخ الأول في البيضة. تخرج اليرقة ذات الطور اليرقي الثاني من البيضة وتمر بسرعة في الانسلاخ الثاني والثالث ويَنْتج اليرقة قبل اليافعة أو اليرقة القادرة على الاصابة. تستطيع اليرقة القادرة على الاصابة أن تقاوم الظروف المعاكسة من التجمد والجفاف الشديد لمدة طويلة من الزمن وهي في أجزاء من الأنسجة النباتية مثل، الساق، الأوراق، الأبصال، البذور، أو في التربة. أما تحت الظروف الملائمة من درجات الحرارة والرطوبة، فإن اليرقة قبل اليافعة preadult تصبح نشيطة، تدخل العائل وتمر في الانسلاخ الرابع وتصبح إما ذكوراً أو إناثاً. بعد ذلك تضع الأنثى البيض، غالباً بعد أن يتم تلقيحها من قبل الذكر. إن دورة الحياة الكاملة من البيضة إلى البيضة عادة تحتاج إلى (١٩ - ٢٥) يوماً تقريباً. يأخذ التكاثر مجراه



شكل – ٢٦٩

دورة حياة النيماتودا المسماة نيماتودا الساق والبصلة *Ditylenchus dipsaci*

obeikandl.com

في الأنسجة العصارية أو في الأنسجة السريعة النمو أو في أعضاء التخزين ويستمر طوال السنة، مع أنه يتعوق أو يوقف بواسطة درجات الحرارة المنخفضة. إن النيماتودا *D. dipsaci* هي نيماتودا داخلية التطفل في الأبصال، السيقان والأوراق، وتمر في أجيال متكررة بعد أجيال في هذه الأنسجة، وتنتقل إلى التربة فقط عندما تصبح ظروف الحياة في الأنسجة النباتية غير ملائمة. عندما تتحلل وتتفسخ الأبصال المصابة بشدة، تخرج اليرقات (يرقات قبل اليافعة preadult) وأحياناً تتجمع على مقربة من الطبقات القاعدية من الأبصال الجافة على شكل كتل قطنية بيضاء رمادية تسمى صوف النيماتودا "Wool" حيث تبقى حية لعدة سنوات.

تكشف المرض : - عندما تهاجم النيماتودا البذور النابتة أو البادرات الحديثة، فإنها تدخل بالقرب من قلنسوة الجذر أو من مناطق لا تزال ضمن البذرة. تبقى النيماتودا، غالباً، بين الخلايا وتتغذى على الخلايا البرانشيمية في القشرة. تفقد الخلايا القريبة من رؤوس النيماتودا كل محتوياتها أو جزء كبير من محتوياتها، بينما الخلايا المحيطة بهذه الخلايا تنقسم وتتسع مؤدية إلى ظهور إنتفاخات على البادرات. يمكن أن تصبح البادرة مشوهة. يحدث تشقق في الأبيديرمز، هذا التشقق غالباً ما يتبع توسع الخلايا وبالتالي يفتح الطريق إلى المهاجمات الثانوية مثل البكتيريا والفطريات.

أما في البادرات المتقدمة في السن أو في النباتات الحديثة، تدخل النيماتودا الأوراق عن طريق الثغور أو تخترق مباشرة عن طريق نسيج البشرة في قاعدة الورقة (شكل ٢٦٩). إن إتساع الخلية وإختفاء الكلوروبلاست والزيادة في المسافات البينية في النسيج البرانشيمي كل ذلك يتبع الاختراق. تعيش النيماتودا، عادة، وتتكاثر في المسافات البينية متغذية على الخلايا البرانشيمية المجاورة التي تستهلك محتوياتها من قبل النيماتودا بدون أن تسبب تلون ملحوظ على بقايا الخلايا. وكلما كبرت البصلة فإن النيماتودا تهاجر من الأوراق إلى أسفل، إما بين الخلايا أو عن طريق الانتقال على سطح الأوراق وتدخل ثانية من الأغماد الخارجية في الساق أو في الرقبة التي تخترق خلالها وتصيب الأوراق الحرشوفية الخارجية في الأبصال. تصبح السيقان المصابة بشدة، طرية وإسفنجية بسبب تكوين فجوات كبيرة خلال الصفيحة المتوسطة

(Middle lamella) المتحطمة وخلال الخلايا التي تغذت عليها النيماتودا، مثل هذه السيقان لا يمكن أن تبقى صلبة وقاسية مدة طويلة تحت تأثير وزن المجموع الخضري، وغالباً تنهار. تستمر النيماتودا وتكمل تقدمها بين الخلايا خلال الأوراق الحرشوفية الخارجية في الأبصال عن طريق تحطيم النسيج البرانشيمي. تنفصل الخلايا البرانشيمية عن بعضها البعض وعن الأوعية حيث أن هذه الأوعية تعطي مظهر شريطي للحرشوفة. تظهر الخلايا البرانشيمية المتفككة، في البداية ذات قوام طري سهل التفتت بيضاء، ولكن المهاجمات الثانوية عادة تدخل فيها وتجعلها تتحول إلى اللون البني. تبقى النيماتودا في الأوراق الحرشوفية في الأطوار الأولى من الاصابة، وعند إجراء مقاطع في منطقة الاصابة، تظهر الاصابات على شكل حلقات غير كاملة أو كاملة من نسيج أشيب أبيض أو مائل للبني. في الأطوار الأخيرة من الاصابة تمر النيماتودا من ورقة حرشوفية إلى أخرى، وبالتالي يمكن أن يكون كثيراً من الأوراق الحرشوفية المخترقة في حلقة واحدة. يستمر إنتشار الاصابة في البصلة أثناء وجودها في الحقل وفي المخزن حتى تصبح جميع البصلة مصابة (في معظم الحالات).

المقاومة : إن تجمعات النيماتودا *D. dipsaci* المتطفلة على بعض المحاصيل يمكن تقليلها عن طريق استعمال واتباع دورة زراعية طويلة الأجل (٢ -٣ سنوات على الأقل) وذلك بإستعمال محاصيل مقاومة مثل السبانخ، الجزر، البطاطس، والخس. نظراً لأن هذه النيماتودا تقضي الشتاء في الأبصال والبذور المصابة، لذا يبدو واضحاً ضرورة إستعمال بذور أو شتلات خالية من النيماتودا. يمكن تنظيف البذور أو الابصال الملوثة بالنيماتودا وذلك بمعاملتها بالماء الساخن لمدة ساعة على درجة حرارة ٤٦° م. وكذلك فإن تقاوى البصل يمكن تخليصها من النيماتودا عن طريق وضعها في أوعية محكمة القفل وفيها غاز ميثايل بروماید لمدة ٢٤ ساعة على درجة حرارة ٢٤° م، وكذلك فإن أبصال النباتات الزهرية يمكن تنظيفها بنجاح من النيماتودا وذلك بوضعها في محلول ٠.٥ ٪ فورمالدهايد على درجة ٤٣° م لمدة ٤ ساعات.

إن مقاومة هذه النيماتودا في الحقول الواسعة مع أنها مكفلة جداً في معظم الحالات، إلا أنه يمكن الحصول على مقاومة جيدة عن طريق تدخين التربة في الخريف بإستعمال المبيدات النيماتودية، أو عن طريق معاملة التربة قبل الزراعة وذلك بوضع المبيدات في خطوط أو بمعاملتها أثناء الزراعة أو بعد الزراعة بالمبيدات النيماتودية المناسبة.

المراجع

Chitwood, B. G., A. G. Newhall, and R. L. Clement. 1940. Onion bloat or eelworm rot, a disease caused by the bulb or stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Kuhn) Filipjev. *Proc. Helminthol. Soc. Wash.* 7:44–51.

Krusberg, L. R. 1961. Studies on the culturing and parasitism of plant-parasitic nematodes, in particular *Ditylenchus dipsaci* and *Aphelenchus ritzemabosi* on alfalfa tissues. *Nematologica* 6:181–200.

Newhall, A. G. 1943. Pathogenesis of *Ditylenchus dipsaci* in seedlings of *Allium cepa*. *Phytopathology* 33:61–69.

Sayre, R. M., and W. B. Mountain. 1962. The bulb and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*) on onion in Southwestern Ontario. *Phytopathology* 52:510–516.

Seinhorst, J. W., and J. L. Koert. 1971. Stem nematodes in onion seed. *Gewasbescherming* 2:25–31.

ommkandl.com

نيماتودا ثآليل الحبوب (أنجيونا Anguina)

إن هذه النيماتودا كانت أول نيماتودا ذكرت بأنها تتطفل على النبات، ولقد اكتشفت في سنة ١٧٤٣ م ، عندما طحنت حبوب قمح مصابة (ثآليل حبوب) ووضعت في قطرة ماء وفحصت تحت الميكروسكوب. هناك أنواعاً عديدة من النيماتودا أنجيونا *Anguina* معروفة وكلها تسبب تكوين ثآليل على الحبوب، الأوراق وأجزاء النبات الأخرى الموجودة فوق سطح التربة. من النيماتودا التي تسبب ثآليل الحبوب، أنجيونا أجروستس *A. agrostis* والتي من المحتمل أن تكون الأكثر إنتشاراً في أوروبا وأمريكا الشمالية، وتسبب أضراراً كبيرة للنباتات النجيلية ذات الإسم العلمي *Agrostis spp.*، ولكن النيماتودا أنجيونا ترتساي *A. tritici* تبين أنها الأهم على القمح والشيلم في الماضي، وفي بعض المناطق لاتزال هامة حتى الآن. إن ثآليل حبوب القمح التي سوف تشرح فيما بعد، توجد حيثما يزرع القمح ولكن في معظم الأقطار هي نادرة جداً الآن وذلك بسبب إستعمال حبوب نظيفة وجديدة في الزراعة. إن نيماتودا ثآليل الحبوب لاتزال منتشرة في بعض أقطار البحر الأبيض المتوسط، مناطق شرق أوروبا وفي آسيا.

تظهر الأعراض على النباتات في جميع أطوار نموها. تكون البادرات المصابة متقزمة بشدة تقريباً وتظهر بعض الصفات مثل، إلتفاف الأوراق، التواء وتجعد الأوراق أو إنثناء الأوراق (شكل ٢٧٠). غالباً فإن الورقة الملتفة تلتصق وتمسك بالورقة التالية لها والخارجة حديثاً أو أنها تلتصق وتمسك بالنورة وتجعلها تصبح مفصصة أو منحنية وتتشوه كثيراً. غالباً ما تتسع السيقان بالقرب من القاعدة وكثيراً ما تنحني وتتقزم بشكل عام. تكون السنابل المريضة أقصر وأسمك من السنابل السليمة وتكون عصيفات السنيبلة مبتعدة قليلاً عن بعضها البعض وذلك بسبب إمتلاء الحبوب بثآليل النيماتودا. يمكن أن تحتوي السنابل المريضة على واحدة أو قليل من الحبوب، أو أن كل حبوبها تتحول إلى تدرنات نيماتودية. تكون التدرنات ذات لون أخضر لامع في البداية، ولكنها تتحول بعد ذلك إلى لون بني أو أسود عند نضج السنابل. تبقى السنابل المريضة خضراء لمدة أطول من السنابل السليمة وتسقط الثآليل من

السنابل بسهولة أكثر من سقوط الحبوب. تكون الثآليل الناضجة صلبة وداكنة، مستديرة، وأقصر من حبوب القمح العادية السليمة، وغالباً ما تكون مشابهة لحبوب الدحيرج (Cockle ، وهو عشب ينمو في حقول القمح) وكذلك مشابهة لحبوب القمح المصابة بالتفحم المغطى أو تكون مشابهة للأجسام الحجرية لفطر الايرجوت.

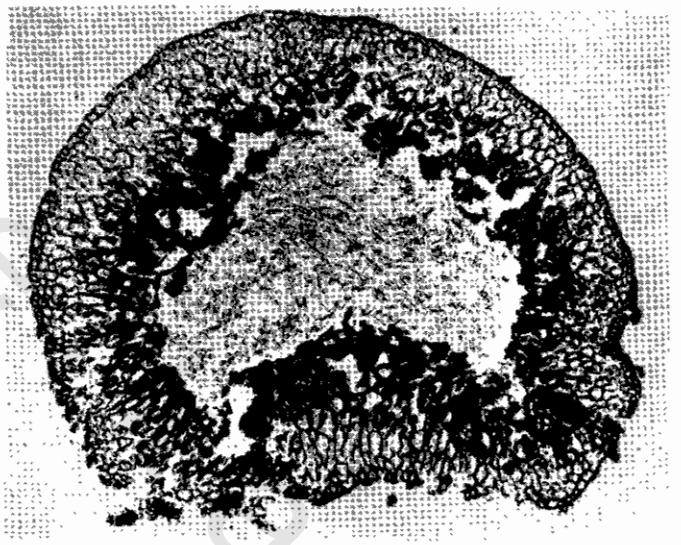
شكل – ٢٧٠

دورة حياة نيماتودا تثآلل القمح *Anguina tritici*

إن الكائن الممرض أنجيونا ترتساي *Anguine tritici* ، هي نيماتودا كبيرة الحجم، قياساتها ٣,٢ ملم طولاً، ١٢٠ ميكرون عرضاً. تضع النيماتودا بيضها وتنتج كل أطوارها اليرقية والنيماتودا اليافعة في ثآليل الحبوب.

تقضي نيماتودا ثاليل الحبوب الشتاء على شكل يرقة في الطور اليرقي الثاني في ثآليل الحبوب أو في النباتات التي أصيبت في الخريف. تصبح الثآليل الساقطة على الأرض أو المزروعة مع البذور، تصبح طرية ورخوة أثناء الطقس الدافىء الرطب وتنطلق منها اليرقات ذات الطور اليرقي الثاني المعدي. عند وجود غشاء رقيق من الماء على سطوح النباتات فإن اليرقة تسبح فيه إلى أعلى وتتغذى خارجياً (طفيليات خارجية) على الأوراق المحكمة التلاصق بالقرب من القمة النامية مؤدية إلى تشوه الأوراق والساق. عندما تبدأ النورة في التكوين تدخل النيماتودا البدايات الزهرية (المناطق التي تنشأ منها الأزهار) وتنتج اليرقات ذات الطور اليرقي الثالث وذات الطور اليرقي الرابع والنيماتودا اليافعة. يصبح كل منشأ زهري مصاب، عبارة عن بذرة منتفخة ويمكن أن تحتوي على ٨٠ أو أكثر من النيماتودا اليافعة من كلا الجنسين. بعدئذ تضع كل أنثى حوالي ٢٠٠٠ بيضة خلال عدة أسابيع، في الانتفاخ المتكون حديثاً وبالتالي فإن كل إنتفاخ أو تدرن يحتوي على ١٠,٠٠٠ – ٣٠,٠٠٠ بيضة، لا تلبث أن تموت اليافعة بعد وضع البيض. بعد ذلك يفقص البيض وتخرج اليرقات ذات الطور اليرقي الأول ولكن هذه لا تلبث أن تنسلخ وفي وقت الحصاد تنتج اليرقات ذات الطور اليرقي الثاني والذي يكون مقاوم جداً للجفاف ويستطيع أن يبقى حياً في الثآليل لمدة تصل إلى ثلاثين سنة (شكل ٢٧١). تعطي نيماتودا ثآليل الحبوب جيلاً واحداً فقط في السنة. تنتشر النيماتودا في الحبوب المصابة.

تعتمد مقاومة نيماتودا ثآليل الحبوب على إستعمال بذور نظيفة خالية من الثآليل المحتوية على النيماتودا. يجب عدم زراعة الحقول الملوثة بنيماتودا ثآليل الحبوب، بالقمح أو الشيلم لمدة سنة على الأقل. تطلق ثاليل الحبوب في الجو الرطب اليرقات ذات الطور اليرقي الثاني وإذا لم يتوفر عوائل قابلة للاصابة فإنها تموت قبل أن تستطيع أن تحدث إصابة وتتكاثر. أما في الجو الجاف، على أية حال، فإن النيماتودا تستطيع أن تبقى حية في ثآليل الحبوب لعدة سنوات.



شكل – ٢٧١

مقطع عرضي في ثالول حبة قمح مبيناً الكتلة البيضاء من النيماتودا الكامنة في المركز.

المراجـع

Leukel, R. W. 1929. The nematode disease of wheat and rye. *U.S. Dept. Agr. Farmers' Bull.* 1607 : 12 p.

Southey, J. F. 1972. *Anguina tritici. C. I. H. Descriptions of Plant-Parasitic Nematodes*. Set 1, No. 13, 4 p.

obeikandl.com

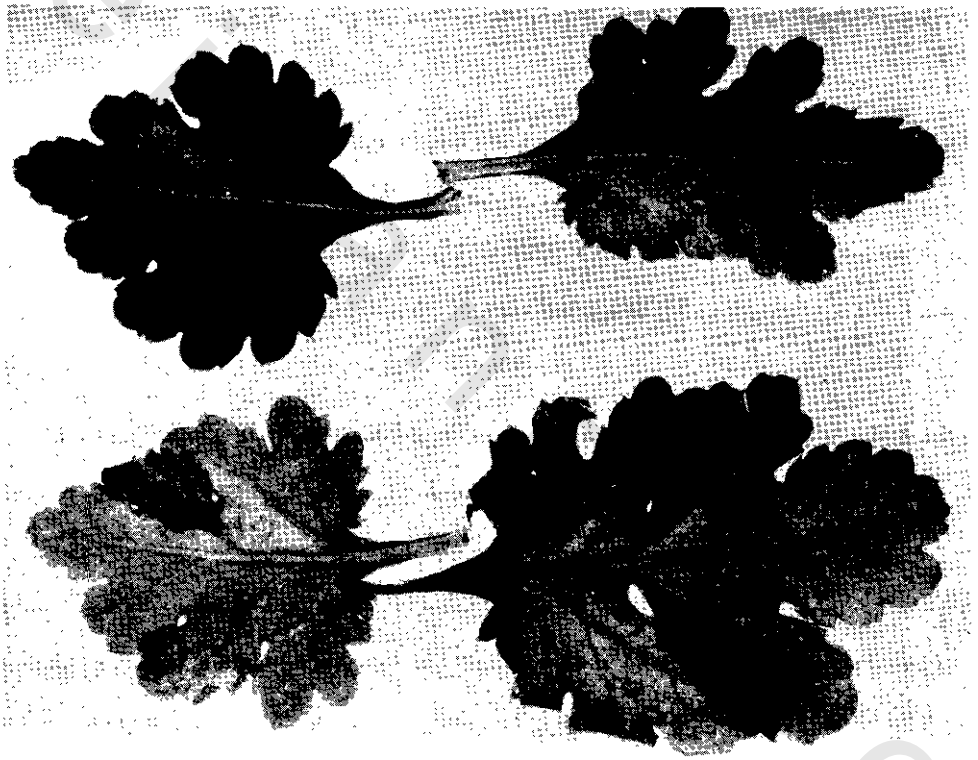
نيماتودا الأوراق (افيلينكويدس (Aphelenchoides

هناك أنواعاً عديدة من النيماتودا أفيلينكويدس تتغذى متطفلة خارجياً وداخلياً على أجزاء النبات الموجودة فوق سطح التربة. إن بعضاً من أكثر الأنواع أهمية هي أفيلينكويدس رتزيمبوزا *Aphelenchoides ritzemabosi*، وهي نيماتودا أوراق الأقحوان، أفيلينكويدس فراجيريا *A.fragariae* وهي نيماتودا تجعد الربيع أو نيماتودا التقزم الربيعي في الفراولة، وهي تهاجم أيضاً عديداً من نباتات الزينة. أما نيماتودا أفيلنكويدس بيساي *A.besseyi* فهي النيماتودا المسببة التقزم الصيفي أو التجعد الصيفي في الفراولة وتسبب القمة البيضاء في الرز.

إن نيماتودا أوراق الأقحوان تعرف أيضاً باسم الدودة الاسطوانية للأقحوان (eelworm) وهي معروفة الانتشار في الولايات المتحدة وفي أوروبا وتؤدي إلى خسائر كبيرة إلى حد ما. بالإضافة إلى الأقحوان فإن نيماتودا الأوراق أو الأنواع القريبة العلاقة بها تهاجم عديداً من الأنواع النباتية الأخرى متضمنة، الأستر، الداليا، العايق، الفولكس، الزينيا وأحيانا الدخان والفراولة.

الأعراض : تعطي البراعم المصابة أو القمم النامية في السيقان، غالباً، نباتات ذات مظهر شجيري كثيف، غير طبيعي ذو سلاميات قصيرة، ويمكن أن تتضرر القمم النامية كثيراً، حيث أن النموات الحديثة لا تستمر في نموها بل تتحول إلى اللون البني، وإن الأوراق الناتجة من براعم ملوثة بالنيماتودا تكون صغيرة ومشوهة. يظهر على الساق وأعناق الأوراق ندب بنية متسببة عن تغذية النيماتودا خارجياً على هذه الأنسجة أثناء وجودها في البرعم. نادراً ما تتكشف النموات الحديثة الملوثة جداً بالنيماتودا إلى نباتات عادية. أما النموات الحديثة غير الملوثة يمكن أن توجد على نفس الجذع النباتي مع النموات الملوثة وتتكشف إلى نباتات جديدة عادية. كلما تقدم الموسم فإن النيماتودا تتسلق أعلى الى الساق وتهاجم أولاً الأوراق السفلية ومن ثم الأوراق العلوية التي تسبب عليها بقعاً صغيرة مصفرة تتحول فيما بعد إلى اللون

الأسود المائل للبني. لا تلبث هذه البقع أن تلتحم مع بعضها البعض وتشكل لطع كبيرة والتي في البداية تكون محدودة بين العروق الكبيرة في الورقة (شكل ٢٧٢). أخيراً تصبح كل الورقة مغطاة ببقع أو لطع، ولا تلبث أن تتكمش أو تتقلص، تصبح لامعة أو تسقط على الأرض. إن سقوط الأوراق يسير مع الاصابة حيث يتقدم من الأوراق السفلية إلى الأوراق العلوية. أيضاً فإن النيماتودا تلوث الأزهار الشعاعية وتمنع تكشفها. تموت النباتات المصابة بشدة بدون أن تعطي مجموع خضري كبير عادي أو دون أن تعطي أزهاراً قابلة للتسويق.



شكل ٢٧٢

مناطق ملونة على أوراق الأقحوان متسببة عن نيماتودا الأوراق *Aphelenchoides ritzemabosi*.

الكائن المسبب للمرض : – يتسبب هذا المرض عن النيماتودا أفيلينكويدس رتزيمبوزا *Aphelenchoides ritzemabosi*. وهي نيماتودا طويلة، ضعيفة ونحيفة طولها حوالي ١ ملم وقطرها حوالي ٢٠ ميكرون. يمكن أن تقضي هذه النيماتودا كل حياتها في داخل الأوراق أو على سطوح أعضاء النبات الأخرى. تضع الأنثى اليافعة بيضها في المسافات البينية في الأوراق، يفقس البيض وتنتج الأربعة أطوار اليرقية وأخيراً النيماتودا اليافعة، كل ذلك داخل الورقة. تكتمل دورة حياة النيماتودا في حوالي اسبوعين. لا تمتلك هذه النيماتودا أي فترة من دورة حياتها تقضيها في التربة، ولكن كثيراً ما توجد في التربة محمولة في الأوراق المصابة والأوراق الميتة الساقطة على الأرض، أو أن النيماتودا تغسل بواسطة ماء المطر أو ماء الري عندما تكون موجودة على سطوح الأنسجة النباتية. إن نيماتودا الأوراق تقضي الشتاء على شكل نيماتودا يافعة في الأوراق الميتة أو بين حراشف البراعم في الأنسجة المصابة.

تكشف المرض : – تقضي النيماتودا الشتاء بين حراشف البراعم أو في القمة النامية في الأغصان، تصبح هذه النيماتودا نشيطة في الربيع وتتغذى متطفلة خارجياً وذلك بفرز رمحها في خلايا بشرة الأعضاء النباتية في المنطقة المجاورة لها، وبالتالي فإن منطقة الساق القريبة من البراعم الملوثة بالنيماتودا والأوراق وأعناق الأوراق الناشئة من مثل هذه البراعم تظهر ندب بنية اللون تتألف من مجموعات من الخلايا مقتولة بواسطة النيماتودا، بالاضافة للقتل المباشر للخلايا فإن النيماتودا بواسطة إفرازاتها تسبب قصراً في السلاميات، هذا الذي يؤدي إلى مظهر شجيري للنبات ، وكذلك تسبب التلون البني في الفرع ويفشل الفرع في أن ينمو (حيث تسبب له العمى blindness). وتسبب تكوين فروع جانبية في غير وقتها (غير مكتملة النمو) وتسبب أيضاً تكشف أوراق مشوهة. تلوث النيماتودا النباتات السليمة الجديدة عن طريق السباحة أو التسلق إلى أعلى الساق عندما يكون الساق مغطى بغشاء رقيق من الماء أثناء الطقس الرطب أو الطقس الممطر، عندما تصل النيماتودا إلى الأوراق فإنها تدخل عن طريق الثغور (شكل ٢٧٣). إن وجود النيماتودا بين خلايا الورقة يسبب تلون بني في الخلايا، وتبدأ خلايا الميزوفيل في التحطيم مؤدية إلى تكوين فجوات كبيرة في الميزوفيل. في المراحل المبكرة من الاصابة فإن خلايا عرق الغمد التي في العروق الكبيرة تمتد من السطح العلوي إلى

السطح السفلي وهي لا تسمح للنيماتودا أن تخترق خلال مسافاتها البينية، وبالتالي تسد وتمنع إمتداد نكروزز الورقة عبر العروق (النكروزز : هو موت وتحلل الخلايا). في الأطوار المتقدمة من الاصابة حتى هذه الخلايا أيضاً تتحطم وتتقدم النيماتودا وينتشر النكروزز عبر العروق ويغطي الورقة بأكملها. في الأوراق المصابة بشدة فإن الخلايا المتفسخة والمتحطمة تحتوي على طبقة سميكة من مواد بنية تتكون على جدرها، يتحطم نسيج البشرة في مكانه وتنكمش الأوراق، وبعد أن تلتصق الأوراق بالساق لبعض الوقت فإنها تسقط على الأرض.

شكل ٢٧٣

دورة حياة نيماتودا أوراق الأقحوان *Aphelenchoides ritzemabosi*

المقاومة : إن إتباع العديد من الاجراءات الصحية يساعد كثيراً ومهم جداً في مقاومة نيماتودا الأوراق. يجب أن تبقى الأوراق والساق جافة خاصة في النباتات المزروعة داخل البيوت وذلك لمنع حركة وإنتشار النيماتودا. يجب أن تؤخذ العقل من القمم المرتفعة الطويلة ذات الفروع القوية فقط، ويجب عدم أخذها من النموات القريبة من قاعدة النبات. يجب أن يفرش سطح التربة بتبن أو نشارة (mulched) في بداية الربيع حول نباتات الأقحوان وذلك لتغطية الأوراق المصابة القديمة ومنع النيماتودا، التي أمضت الشتاء فيها، من أن تصل الأوراق السفلية. يجب تطهير وتنظيف العقل الساكنة أو الجنوع النباتية المتوقع أنها مصابة بالنيماتودا، وذلك بغمرها في ماء ساخن ٥٠° م لمدة خمس دقائق، أو ماء درجة حرارته ٤٤° م لمدة نصف ساعة. يمكن الحصول على مقاومة ممتازة لهذه النيماتودا وذلك عن طريق رش النباتات بالبراثيون أو المالاثيون، ابتداءً من تموز وحتى شهر أيلول، وكذلك عن طريق إشباع التربة مرتين بينهما مدة أسبوعين بمادة ثايونازين Thionazin.

المراجـــع

Bryden, J. W., and W. E. H. Hodson. 1957. Control of chrysanthemum eelworm by parathion. *Plant Pathol.* 6:20-24.

French, N., and Ruth M. Barraglough. 1964. Observations on eelworm on chrysanthemum stools. *Plant Pathol.* 13:32-37.

Hesling, J. J., and H. R. Wallace. 1961. Observations on the biology of chrysanthemum eelworm, *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz) Steiner in florist's chrysanthemum. I. Spread of eelworm infestation. *Ann. Appl. Biol.* 49:195-203, 204-209.

obeikandl.com

نيماتودا خشب الصنوبر Pine Wood Nematode

بيورسافيلنكس زايلوفلس Bursaphelenchus xylophilus

لقد تبين أن هذه النيماتودا موجودة في اليابان منذ ثلاثين عاماً وفي فرنسا والولايات المتحدة منذ سنة ١٩٧٩ حيث وجدت لأول مرة في ميسوريا وبعد ذلك اكتشفت في معظم الولايات شرق جبال روكي وفي كاليفورنيا. تهاجم النيماتودا بدرجات مختلفة من الشدة أكثر من ٢٨ نوعاً من الصنوبر وعديداً من المخروطيات الاخرى وتكون أكثر شدة على الصنوبر *Pinus sylvestris* ، *P. nigra* ، *P.radiata* والصنوبر ذو الأوراق القصيرة *P.echinata*. تعتبر النيماتودا العامل الاساسي لذبول الصنوبر ومسببة المرض المميت لكثير من أشجار أنواع الصنوبر العائل لها. ينتشر المرض بسرعة ويسبب خسائر كبيرة في الصنوبر في عديد من مناطق زراعته في اليابان. ويبدو أن المرض قد إنتشر سريعاً جداً منذ ١٩٧٩ في مناطق زراعة المخروطيات في مناطق عديدة من الولايات المتحدة، ولكن لغاية الان لا يعتبر مشكلة هامة في الغابات الوطنية فسيحة الامتداد. إن القوة التهديدية لهذه النيماتودا تكمن في نقطتين اولاهما مقدرتها على قتل كل أو أجزاء من الشجرة، والثانية إنتقالها من الصنوبر الميت الى الصنوبر السليم ببعض الحشرات.

الأعراض : – يتكشف على الأشجار أو الأغصان المصابة فجأة لون أخضر رمادي فاتح في المجموع الخضري. يتوقف نزول الراتنج (الذي ينزل من جروح الأشجار السليمة) من جروح الأشجار المصابة. يتحول لون المجموع الخضري بعد الاصابة بأسبوع أو أسبوعين ويظهر بشكل عام أخضر مصفر . بينما تتحول مجموعات عشوائية من الأوراق الإبرية الى اللون البني. لا يلبث أن يتحول المجموع الخضري الى اللون البني المصفر ويبقى مجموعات عشوائية من الاوراق الابرية بلون أخضر فاتح. عند هذه المرحلة يُظهر خشب الأشجار المصابة أعراض الصبغة الزرقاء بوضوح. خلال ٤ – ٦ أسابيع من ظهور الأعراض فان الشجرة أو الغصن يتحول مجموعة الخضري الى اللون البني ويظهر الذبول وتبقى الأوراق الابرية دون سقوط يذكر. تكون الصبغة الزرقاء كثيفة في كثير من الأشجار المصابة. الأشجار المصابة تموت لا محالة.

الكائن المرض : - بيورسافيلنكس زايلوفلس *Bursaphelenchus xylophilus* النيماتودا قياسها ٨٠٠ ميكرون طولا، ٢٢ ميكرون قطرها. تتكشف وتتكاثر بسرعة بحيث تكمل دورة حياتها خلال أربعة أيام خلال الصيف. تضع كل أنثى حوالي ٨٠ بيضة والتي تفقص وتتكشف الأربعة أطوار اليرقية وبعد أربعة إنسلاخات تنتج النيماتودا اليافعة في حوالي أربعة أيام. طالما أن الشجرة حية فان النيماتودا تتغذى على خلايا النبات، ولكن بعد موت الشجرة فان النيماتودا تتغذى على الفطريات التي اخترقت الشجرة التي ماتت او في طريقها الى الموت. في الأطوار الاخيرة من الاصابة يظهر شكل مختلف من يرقات الطور اليرقي الثالث يسمى الطور المنتشر، ويتميز بوجود كميات كبيرة من الأغذية المخزنة وطبقة كيوتكل سميكة. ينسلخ هذا الطور ويتحول الى الطور الرابع، اليرقة المنتشرة والتي تسمى dauerlarvae والتي تتكيف بشكل خاص لتعيش في الجهاز التنفسي لبعض الخنافس (Cerambycid beetles) والتي بواسطتها تنتقل الى الأشجار السليمة . هذه النيماتودا آكلة فطريات، هذا يعني أنها تتغذى وتكمل دورة حياتها متغذية على كثير من أنواع الفطريات مثل *Botrytis cinerea* والفطريات زرقاء الصبغة *Ceratocystis* spp.

تكشف المرض : - تقضي نيماتودا خشب الصنوبر الشتاء في خشب الأشجار المصابة الميتة والتي تحوي أيضاً يرقات واحداً او اكثر من خنافس كريامبسيديا مثل *Monochamus alternatus* في اليابان، *M. carolinensis* في الولايات المتحدة. تبدأ اليرقات الموجودة في الخشب (يرقات الخنافس) في بداية الربيع بشق حفرة تتشرنق فيها. في نفس الوقت فان الطور اليرقي الثالث للنيماتودا تتجمع حول غرفة الشرنقة وتنسلخ لتعطي الطور اليرقي الرابع dauerlarvae. عندما تخرج حشرات الخنافس اليافعة من الشرنقة في وسط او أواخر الربيع فان اعداداً كبيرة من افراد الطور اليرقي الرابع للنيماتودا تدخل في هذه الخنافس عن طريق الفوهات التنفسية (في أواخر الحلقة الثالثة) وتمتلىء القصبات الهوائية الى حد ما في الجهاز التنفسي للخنافس. تأخذ الخنافس اليافعة طريقها وتخرج خارج الخشب كل منها يحمل ١٥٠٠٠ - ٢٠٠٠٠ يرقة نيماتودية في الطور الرابع. ولقد وجد أن حشرة واحدة من الخنافس فيها ٢٣٠٠٠٠ يرقة نيماتودية في الطور الرابع. تطير الخنافس الخارجة الى قمم الأغصان

الغضة في الأشجار السليمة وتتغذى لمدة ٣٠ يوماً عن طريق ضرب او وخز القلف لتصل الى أنسجة الكامبيوم. أثناء تغذية الخنافس فان يرقات الطور الرابع للنيماتودا تخرج من الحشرة عن طريق الفتحات التنفسية (سبحان الله) وتدخل أشجار الصنوبر خلال الجروح، إذا ما دخلت اليرقة ذات الطور اليرقي الرابع النبات فانها تمر في الانسلاخ الاخير وتنتج النيماتودا اليافعة والتي تتكاثر. تهاجر النيماتودا الى قنوات الراتنج حيث تتغذى على الخلايا الإبثيلية المبطنة للقنوات مسببة موتها بالاضافة الى موت الخلايا البرانشيمية المحيطة بها. تتحرك النيماتودا بسرعة خلال قنوات الراتنج في كل من الخشب والقشرة وتتكاثر بسرعة وخلال أسابيع قليلة تبني تجمعات كبيرة جداً في العائل. إن بادرات الصنوبر الاسكتلندي ، مثلاً ، القابلة للاصابة المحقونة بـ ٢٠٠٠ نيماتودا ، يتكون في كل بادرة ٥٠٠٠٠ نيماتودا تقريباً خلال ٣٠ يوماً من الحقن وتموت بعد ذلك بفترة قصيرة.

إن تحطيم قنوات الراتنج يؤدي الى الانقطاع المبكر لسيل الراتنج من الجروح الصناعية المحدثة على الأغصان أو الجذع، ويكون ذلك خلال حوالي ١٠ أيام من الحقن. وهذا يكون متبوعاً بانخفاض وأخيراً توقف وانقطاع النتح بواسطة المجموع الخضري خلال ٣٠ يوماً من الحقن وهذا يكون متبوعاً أيضاً بذبول مفاجيء وفقد لون المجموع الخضري. الزيادة السريعة في التجمعات النيماتودية تأخذ مجراها بشكل اساسي بعد توقف سيل الراتنج وتستمر بعد تلون المجموع الخضري والذبول وبعد موت الشجرة، وتصل الى أعلى مستوى بعد حوالي شهر من الحقن. يوجد حوالي ١٠٠٠ – ١٠٠٠٠ نيماتودا في غرام واحد من الخشب الجاف المأخوذ من الأشجار المصابة. في المراحل الأخيرة من المرض وعندما تصبح ظروف الشجرة متدهورة تنخفض تجمعات النيماتودا. في نفس الوقت يكون هناك زيادة تدريجية في نسبة وجود يرقات الطور الثالث المنتشر بالنسبة لتجمعات النيماتودا الكلية في الخشب. يعمل الطور اليرقي الثالث للنيماتودا كطور كمون أو راحة للنيماتودا.

في نفس الوقت فان الحشرات اليافعة للخنافس *Monochamus sp.* التي هي الناقل لنيماتودا خشب الصنوبر بعد أن تكون قد تغذت على نموات الصنوبر الغضة للنموات الحديثة

لمدة شهر تقريباً تبحث عن مكان وتضع بيضها تحت قلف أشجار الصنوبر المجهدة والضعيفة متضمنة الأشجار التي تظهر الأعراض او الجفاف نتيجة الاصابة بنيماتودا خشب الصنوبر. تتغذى اليرقتان الأوليتان تحت القلف ولكن الثالثة تخترق الخشب والتي بعد الإنسلاخ تعطي اليرقة الرابعة والتي تقضي الشتاء في الخشب. في بداية الربيع تبدأ اليرقة الرابعة في حفر فجوة في الخشب والتي تتشرنق فيه وتنجذب إليها او حولها يرقات النيماتودا في الطور الثالث. تنسلخ هذه اليرقات (يرقات النيماتودا) وتعطي الطور اليرقي الرابع dauerlarvae والذي يهاجم الحشرات اليافعة بمجرد خروجها من الشرنقة وتكتمل الدورة.

أشجار الصنوبر المتنشطة في بعض المناطق المعتدلة بشكل اساسي بواسطة الأمراض المختلفة والحشرات تُهاجم بواسطة نيماتودا خشب الصنوبر وعادة لا تظهر أعراض الذبول النموذجية.

المقاومة : – هناك طريقتان للمقاومة، المعاملة بالمبيدات الحشرية لمقاومة الخنافس، ازالة وحرق أشجار الصنوبر الميتة والجافة للتخلص من اماكن تربية النيماتودا والخنافس، هذه الطرق متوسطة الكفاءة وهي عملية في الأماكن المحصورة فقط ولا يمكن تطبيق اي منها في الغابات الواسعة. أنواع الصنوبر القابلة للاصابة والتي هوجمت بالنيماتودا مثل أشجار الظل يمكن استبدالها بأنواع من الصنوبر أكثر مقاومة او باي أنواع أخرى من الأشجار.

المراجع

Dropkin, V. H., Foudin, A., Kondo, E., Linit, M., Smith, M., and Robbins, K. (1981) Pinewood nematode: A threat to U. S. Forests. *Plant Dis.* 65, 1022-1027.

Kondo, E. *et al* (1982). Pine wilt diseases-nematological, entomological, an biochemical investigations. *Univ. Mo., Columbia, Agri, Exp. Stn. Bull.* SR 282, 1-56.

Malek, R. B., and Appleby, J. E. (1984) Epidemiology of pine wilt in Illinois *Plant Dis.* 68, 180-186.

Mamiya, Y. (1983). Pathology of the pine with disease caused by *Bursaphelenchus xylophilus*. Ann. Rev. *Phytopathol.* 21, 201-220.

Wingfield, M. J. (1987). "Pathogenicity of the pine wood Nematode." Symposium Series. APS Press, St. Paul.

openkandl.com

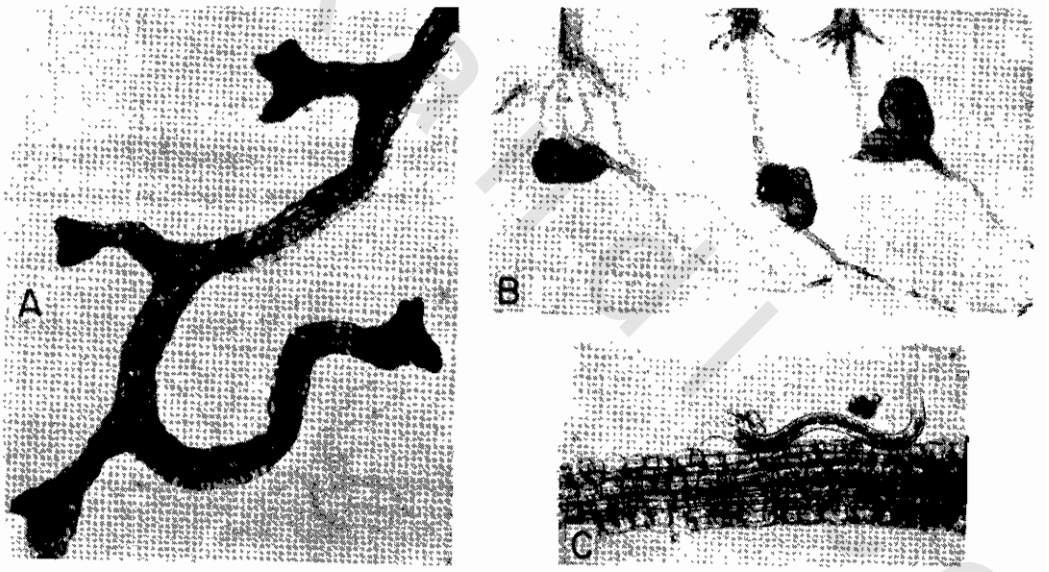
نيماتودا تقصف الجذور (تريكودورس Trichodorus)

توجد نيماتودا تقصف الجذور في جميع أنحاء العالم، وهي تهاجم مجالاً واسعاً ومختلفاً من النباتات من ضمنها، الشوفان، الكرنب، الطماطم، البرسيم، الذرة، الفاصوليا، العنب، الخوخ. تهاجم النيماتودا النباتات عن طريق القضاء (devitalizing) على قمم الجذور وتوقف نموها مؤدية إلى تقليل وخفض المجموع الجذري في النباتات وهذا يؤدي إلى تقزم شديد وشحوب النبات بأكمله، خفض الانتاج وسوء نوعية المنتج ونادراً ما تموت – إذا حدث ذلك – النباتات المصابة بهذه النيماتودا.

الأعراض : – تظهر النباتات المصابة متقزمة خلال ٢ – ٣ أسابيع من العدوى وتكون ذات أوراق وأغصان أقل وأصغر منها في النباتات السليمة، إلا أنها تظهر في البداية بلون عادي، وكلما تقدم موسم النمو يزداد الفرق في الحجم بين النباتات السليمة والنباتات المصابة بنيماتودا تقصف الجذور، حيث تظهر النباتات السليمة ثلاثة إلى أربعة أضعاف حجم النباتات المصابة. يبدأ ظهور تغيرات في اللون في النباتات المصابة حيث يظهر الشحوب بدلاً من اللون الأخضر العادي.

تظهر الأعراض على الجذور في النباتات المصابة، على شكل نمو غير طبيعي في الجذور الجانبية ويتوالد جذور فرعية كثيرة. لا يظهر على قمم الجذور المتطفل عليها نكروزز (موت وتحلل خلايا) أو أضرار أخرى، رغم أنها تكون، عادة، ذات لون أغمق من اللون العادي، في مثل قمم الجذور هذه يتوقف النشاط المرستيمي ويتوقف نمو الجذر، ولكن الخلايا المتكونة سابقاً يمكن أن تتسع بشكل غير طبيعي وتسبب إنتفاخ في قمة الجذر (شكل ٢٧٤). كثيراً ما تُكوِّن الجذور المصابة عديداً من الجذور الجانبية والتي تكون بدورها مهاجمة من قبل النيماتودا. نتيجة الاصابات المتكررة في الجذور الجانبية وفي فروعها يتكون مجموع جذري صغير (أصغر منه في الوضع العادي) خال من الجذور المغذية ويتميز بأنه قصير متقصف، سميك، ذو فروع جذرية منتفخة والذي توقف نموها بواسطة الاصابات النيماتودية (شكل ٢٧٤ و٢٧٥).

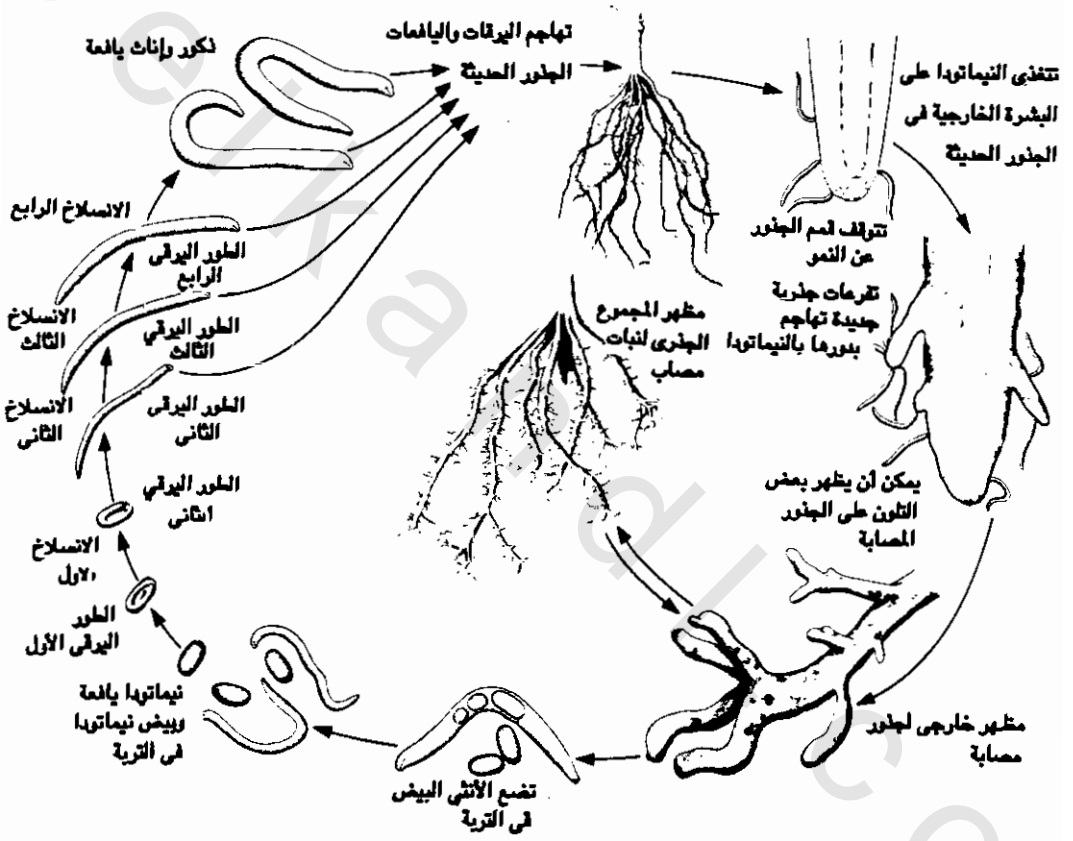
الكائن الممرض : يتسبب هذا المرض عن النيماتودا تريكودورس كرستاياي *Trichodor-us christiei*. هذه النيماتودا صغيرة ذات أطوال ٠.٦٥ ملم طولاً ، ٤٠ ميكرون عرضاً، وهي تعيش في الطبقة السطحية من التربة ١ – ٣٠ سم، وهي خارجية التطفل تتغذى على خلايا البشرة في منطقة قمة الجذر أو قريباً من تلك المنطقة، وهي لا تدخل نسيج الجذر إطلاقا (شكل ٢٧٤ ، C). تضع النيماتودا بيضها في التربة وهذا البيض يفقص ويعطي اليرقات ومن ثم يعطي نيماتودا يافعة. تكتمل دورة حياة هذه النيماتودا خلال ٢٠ يوم تقريباً (شكل ٢٧٥). إن تجمعات النيماتودا *T. christiei* تُبنى وتتكون بسرعة حول العائل القابل للاصابة ولكنها تتدهور عندما يصبح العائل النباتي متقدماً في السن ولا يكون قمم جذرية جديدة، أو عندما لا يوجد العائل النباتي الجيد والمناسب لها. يوجد، عادة ، البيض، اليرقات واليافعات في التربة طوال السنة، مع أن اليرقات التي لم تصبح يافعات والبيض، يبدو أنها الأطوار الأكثر تواجداً خلال فترة الشتاء.



شكل – ٢٧٤

(A) جذر الكشميش الأسود عليه أعراض تقصف الجذور المتسبب عن *Trichodorus christiei*. . (B) جذور حديثة لنباتات ذرة متضررة بنيماتودا تقصف الجذور. (C) تتغذى النيماتودا T. christii خارجياً على جذور الكشميش الأسود

هناك أنواعاً عديدة من هذه النيماتودا منها *T. christii* من ضمن الأنواع التي تستطيع نقل الفيروسات النباتية من نبات إلى آخر. إن فيرس خشخشة الدخان، وفيرس التلون البني المبكر في البسلة، كلا الفيروسين من الفيروسات العصوية الشكل وهي الفيروسات الوحيدة المعروف بأنها تنتقل بواسطة النيماتودا تريكودورس. هناك فيروسات نباتية عديدة أخرى كلها كروية الشكل تنتقل بواسطة الناقلات النماتودية الأخرى، مثل لونجيدورس *Longidorus* وزفينيما *Xiphinema* فقط.



شكل ٢٧٥

دورة حياة نيماتودا تقصف الجذور *Trichodorus christii* .

تكشف المرض : عندما تكون نباتات العائل القابلة للاصابة نامية في تربة ملوثة بنيماتودا تريكودورس، لا تلبث أن تقترب النيماتودا وتتصل بالجذور الحديثة أو القمم الجذرية، وهي تحني رأسها تقريباً على شكل زاوية قائمة على سطح الجذر وتضع منطقة الشفاه (Libs) في مواجهة جدار الخلية وتثقب الجدار بالغرز المباشر بواسطة الرمح. إذا ما حدث ودخل الرمح داخل الخلية فإن المواد اللزجة المنطلقة من خلاله في الخلية تجعل سيتوبلازم خلية النبات يتجمع حول رأس الرمح، عندئذ فإن جزءاً من السيتوبلازم يؤكل بواسطة النيماتودا، التي بعد ذلك تنتقل إلى خلايا أخرى خلال ثوان أو أحياناً خلال دقائق قليلة من إبتداء التغذية. مع أنه قد يلاحظ فتحة قطرها نصف ميكرون في جدار الخلية لعدة ساعات بعد أن تترك النيماتودا الخلية، ويبدو أنه لا يحدث أي فقد لمحتويات الخلية عن طريق هذه الفجوة، ويتفرق السيتوبلازم المجتمع تدريجياً وتعود الخلية إلى حالتها العادية.

تستطيع جميع الأطوار اليرقية الحرة وكذلك النيماتودية اليافعة أن تهاجم النباتات وتتغذى عليها، تكون التغذية محدودة على خلايا الطبقة الخارجية epidermal التي في قمة الجذر أو القريبة منها في الجذور القديمة والمتقدمة بالسن، وعلى جميع الجذور العصارية الحديثة في أي مكان على طول الجذر (شكل ٢٧٥).

مع أنه يمكن أن تهاجم النيماتودا قمة جذر واحد بأعداد كثيرة في وقت واحد أو خلال فترة زمنية، إلا أن الضرر الميكانيكي المتسبب عن تغذية النيماتودا تريكودورس قليل جداً ولا يحسب له قيمة بالنسبة للتغيرات الجسيمة التي تحدث للجذر أو بالنسبة للأعراض التي تظهر على أجزاء النبات التي فوق سطح التربة. تبدي الجذور المتطفل عليها إنخفاض في النشاط المرستيمي في قمة الجذر حيث لا تمتلك قمة الجذر قلنسوة محددة أو منطقة إستطالة، وتكون منطقة الانقسام في الجذور المصابة أصغر بكثير منها في الجذور السليمة. تكون الجذور الفرعية متوفرة بكثرة وأكثر تلاصقاً مع بعضها البعض في الجذور المصابة منها في الجذور السليمة. كل هذه التأثيرات يبدو أنها نتيجة لتأثير تثبيطي أو تشجيعي لمواد مفرزة من قبل النيماتودا في خلايا النبات، إذا ما قورنت بالأضرار الميكانيكية المباشرة.

المقاومة : يمكن مقاومة نيماتودا تقصف الجذور، وذلك بإستعمال المبيدات النيماتودية فوق جميع الحقل. إن إستعمال خليط من ميثايل بروماييد مع كلوروبكرين، تيلون، DD، يعطي مقاومة جيدة، إلا أنها مؤقتة لهذه النيماتودا، وذلك لأنه بعد ٦ – ٨ أسابيع من المعاملة تبدأ نيماتودا تقصف الجذور في الظهور في الحقل، وإذا ما وجدت عوائل قابلة للاصابة فإن تجمعات النيماتودا تبنى بسرعة . إن المبيدات النيماتودية بطيئة التأثير مثل إيثوبروب، تعوق أو تمنع البناء السريع لمجموعات النيماتودا، وبالتالي تزيد من فعالية المعاملة. إن ترك الأرض بدون زراعة، أو تركها بدون زراعة وحرثها وتجفيفها، أو زراعتها بدون ري، يعطي مقاومة فعالة نوعاً ما لنيماتودا التريكودورس.

obeikandl.com

المراجع

Allen, M. W. 1957. A review of the nematode genus *Trichodorus* with descriptions of ten new species. *Nematologica* **2**:32–62.

Chen, T. A., and W. F. Mai. 1965. The feeding of *Trichodorus christiei* on individually isolated corn root cells. *Phytopathology* **55**:128 (abstr.).

Rohde, R. A., and W. R. Jenkins. 1957. Host range of a species of *Trichodorus* and its host–parasite relationships on tomato. *Phytopathology* **47**:295–298.

Russell, C. C., and V. G. Perry. 1966. Parasitic habit of *Trichodorus christiei* on wheat. *Phytopathology* **56**:357–358.

Zuckerman, B. M. 1962. Parasitism and pathogenesis of the cultivated highbush blueberry by the stubby root nematode. *Phytopathology* **52**:1017–1019.

Obeikandl.com