الباب السابع
المكافحة الحيوية

يترتب على التوسيع فى استخدام المبيدات الكيميائية فى مكافحة الآفات الزراعية حدوث أخطار مباشرة أو غير مباشرة على مختلف الكائنات الحية ومنها الإنسان مما يعرف بالتلوث البيئى ، بالإضافة إلى زيادة فى تكاليف الإنتاج ، كما قد تكون المبيدات حافزا على ظهور سلالات جديدة من الطفيليات الممرضة تمتاز بتحملها للفعل الضار للمبيدات المستخدمة فى مكافحتها . لهذا كانت الدعوة لتحديد إستخدام المبيدات وإستخدام وسائل أخرى فى مكافحة الآفات ومنها المكافحة الحيوية .

تعتمد المكافحة الحيوية على قيام بعض الأحياء الدقيقة بفعل مضاد أو ضار لنمو بعض الطفيليات الممرضة للنباتات وخاصة تلك التى تعيش فى التربة ، والتى يمكنها تحقيق قدر من المقاومة الطبيعية الفعالة بطريقة أيسر وبتكلفة أقل ، والأهم أنها طريقة غير ملوثة للبيئة .

كان ديبارى DeBary سنة 1879 ثم مارشال وورد Marshall Ward أوائل من لفتوا الأنظار إلى ظاهرة التضاد antagonism بين الكائنات الحية ، أى التأثير الضار الذى يحدثه كائن حى على كائن حى آخر يعيش معه فى نفس البيئة . وفى عام 1917 قام واكسمان بعمل دراسات مستفيضة أوضح فيها أن التربة يقطنها عدد كبير جدا من الكائنات الحية تعيش معا فى حالة توازن طبيعى ، ولكن إذا ما إختل هذا التوازن فقد يؤثر ذلك على نمو ونشاط وبقاء بعض الكائنات ، وبذلك تتغير نسب العشائر إلى بعضها .

إقترح جاريت Garrett سنة 1944 تقسيم كائنات التربة إلى مجموعتين :

1 - كائنات متوطنة Soil inhabitants : وهى الكائنات الموجودة أصلا بالتربة ، تعيش وتنمو وتتكاثر بها ، وهى كائنات رمية غالبا وقد تكون متطفلة إختيارا .

2 - كائنات غازية Soil invaders : وهى كائنات دخيلة على التربة ، لم تكن موجودة أصلا بتلك التربة ولكنها وصلت إليها بطريقة أو بأخرى ، وقد تستقر فيها للتغيرات التى تحدثها العمليات الزراعية . وقد إعتبر جاريت الكائنات الممرضة للنبات ضمن الكائنات الغازية . قد تنمو وتتكاثر الكائنات الغازية بالتربة ، وقد تسكن لحين تواجد العائل المناسب لتهاجمه .

قد يؤدى التنافس على البقاء بين الكائنات الغازية والكائنات المتوطنة بالتربة إلى هلاك بعض أنواع الكائنات الغازية نتيجة لضعف قدرة الكائنات الغازية على التنافس فى البيئة الجديدة. وقد يؤدى التنافس إلى إضعاف نمو الكائنات الغازية وضعف قدرتها على التنافس مع الكائنات المتوطنة وذلك لضعف قدرتها على التأقلم فى وسط النمو الجديد عليها. وقد تهاجم بعض كائنات التربة كائنات أخرى سواء عن طريق إفرازات مضرة بالكائنات الأخرى أو بالتطفل عليها أو بالإفتراس وبذلك قد تنقرض بعض كائنات التربة. تختلف الكائنات الغازية فى مدى قدرتها على البقاء فى البيئة الجديدة.

ويمكن القول بأن اكتشاف ظاهرة التضاد بين الكائنات الدقيقة فى التربة هى التى دفعت إلى التفكير فى إتباع طرق المقاومة الحيوية لمكافحة مسببات أمراض النباتات. وقد أمكن الوصول إلى المكافحة الحيوية بإحداث تغيرات خاصة فى ظروف التربة لتصبح أكثر ملاءمة لنمو وتكاثر الكائنات المتوطنة بالتربة وذات التأثير المضاد على الكائنات المرضية المطلوب مكافحتها ، وفى نفس الوقت تكون تلك التغييرات فى ظروف التربة أقل ملاءمة لنمو الكائنات المرضية. والطريقة الأخرى فى الوصول إلى المكافحة الحيوية تعتمد على إدخال كائنات غازية إلى التربة ، يكون لنموها أثر مضاد على الكائن المسبب للمرض.

1-7 التطفل بين الكائنات الدقيقة للتربة

بعض الكائنات الدقيقة تتطفل على كائنات أخرى تسبب أمراضاً للنباتات وتعرف هذه الحالة بالتطفل المزدوج hyperparasitism ، لأن الكائنين الدقيقين متطفلان ، أحدهما يتطفل على النبات والطفيل الثانى متطفل على الطفيل الأول. فى حالة كون الطفيل الثانى فطرى يطلق عليه المصطلح تطفل فطرى mycoparasitism. يمكن تقسيم الطفيليات المتطفلة على كائنات دقيقة تبعاً لطريقة تطفلها وتأثيرها على العائل إلى الأقسام التالية :

1 - طفيليات تنجذب نحو عائلها ، كما فى حالة الفطر ريزوكتونيا سولانى *Rhizoctonia solani* الذى ينجذب نحو هيفات الفطر العائل ويلتف حوله. وقد أمكن إثبات أن الفطر المتطفل يمكنه الإلتفاف حول شعيرات القطن وأيضاً حول قضبان زجاجية دقيقة ولكن كثافة الإلتفاف تزيد فى حالة الهيفات العائلة عنها فى حالة شعيرات القطن والقضبان الزجاجية.

2 - طفيليات ترسل مماصات داخل خلايا العائل أو تنمو هيفاتها داخل عائلها ، وقد يذيب الطفيل جدر خلايا العائل عند ملاصقته له ، وذلك كما فى حالة تطفل الفطر بنسيليوم فرميكيولاتم *Penicillium vermiculatum* على الفطر ريزوكتونيا سولانى ، ويتم التطفل فى هذه الحالة إما بتكوين مماصات تخترق العائل أو بإلتصاق هيفات الطفيل مع هيفات العائل

وإذابة الجدار الفاصل ، وقد يحدث إلتفاف لهيفات الطفيل حول هيفات العائل مع إذابة جدر العائل فى بعض مناطق الالتصاق ، وقد يتسبب ذلك فى موت العائل ، وذلك كما فى حالة الفطر تريكودرما هارزيانم *Trichoderma harzianum* الذى يلتف حول هيفات الفطر ريزوكتونيا سولانى ويخترق جدرها (شكل 7-1).

كذلك فإن الفطر ديديميللا إكسيتاليس *Didymella exitalis* يرسل مماصات تخترق جدر عائله الفطر أفيوبولس جراميئيس *Ophiobolus graminis* ، وقد يحلل الطفيل جدر العائل الملاصقة بإفرازه لأنزيم الشيتناز chitinase ، وقد يتسبب ذلك فى تحلل بروتوبلازم العائل وموته.

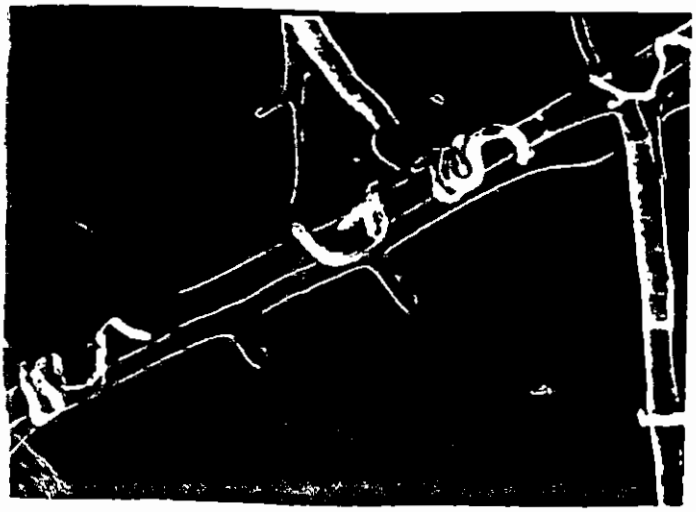
3- طفيليات تكون خلايا صغيرة متخصصة تلتصق بالعائل فقط دون أن تخترقه وتعرف بالخلايا المنظمة buffer cells ، يعتقد أن تلك الخلايا المنظمة تعمل على إقامة علاقة بيولوجية متوازنة بين كل من الطفيل وعائله. من ذلك الفطر كلاكريسبوريم بارازيتيكم *Clacrisporium parasiticum* الذى يلتصق بعوائله الفطرية مكونا الخلايا المنظمة فى أماكن محددة ويكون مع الفطريات العائلة علاقات غذائية متوازنة دون أن يظهر على الفطريات العائلة أضرار واضحة ، غير تأثير الطفيل فى الحد من نمو عائله.

تتأثر عمليات التطفل بين الكائنات الدقيقة بعوامل مختلفة ، بعضها يتعلق بالعائل والبعض يتعلق بالظروف البيئية المحيطة.

7-1-1 العوامل الخاصة بالعائل

1 - عمر العائل : بعض حالات التطفل لا تتم إلا فى أعمار معينة من النمو الهيفى للعائل وذلك كما فى الفطر ريزوكتونيا سولانى الذى يفضل الهيفات الحديثة التكوين لفطريات عوائله عن الهيفات الكاملة التكوين. بعض الباحثين لم يجدوا أفضلية للعمر فى حالة التطفل المتوازن.

2 - طور النمو الفطرى للعائل : بعض الفطريات تهاجم النموات الجرثومية للفطريات العائلة دون أن تصاب هيفات الفطر العائل ، من ذلك الفطر ميروثيسيم فيريكاريا *Myrothecium verrucaria* الذى يتطفل على الحوامل الكونيدية الحديثة التكوين وكذلك على الجراثيم الكونيدية للفطر هلمنثوسبوريم ساتيفم *Helminthosporium sativum* ، وكذلك الفطر ابيكوكم بيربيوراسنس *Epicoccum purpura. cens* الذى يهاجم الجراثيم الكونيدية والأجسام الحجرية للفطر سكليروشيم ترايفوليورم *Sclerotium trifoliorum* ، بينما يتطفل الفطر كونيوثيريم مينيتانس *Coniothyrium minitans* على الأجسام الحجرية فقط.



شكل 7-1 تطفل الفطر *T harzianum* على الفطر *R solani* (شكل علوى)
واحد اق الطفيل لهيفات العائل (شكل سفلى)

3 - **تكوين حواجز تمنع تقدم الطفيل** : بعض الفطريات الزيجوية تكون حواجز عرضية أمام الطفيل ريزوكتونيا سولانى كلما استمر تطفله واختراقه لهيفات العائل ، كما يمنع الفطر ميوكر ركرفوس *Mucor recurvus* دخول الفطر ريزوكتونيا سولانى بتكوين درع واق يوقف به فعل الطفيل.

2-1-7 العوامل الخارجية

1 - **الاحتياجات الغذائية** : تعتبر الاحتياجات الغذائية للعائل من أهم العوامل المؤدية لحدوث التطفل ، ويرجع ذلك إلى تأثر العائل من حيث قابليته للإصابة أو مقاومتها له إلى حد كبير بكمية ونوع الغذاء المتوفر له. كمية ونوع الغذاء الكربوايدراتى كانت ذات أثر واضح على تطفل الفطر بنسيليوم فرميكيولاتم على الفطر ريزوكتونيا سولانى ، فقد كان التطفل واضحا عند نمو العائل على بيئة آجار البطاطس والجلوكوز المحتوية على 20 جم جلوكوز / لتر ، ولم يكن التطفل واضحا عند نقص الجلوكوز بالبيئة إلى 10 جم / لتر. بالنسبة لنوع المواد الغذائية فقد وجد أن الفطر ميوكر ريكيرفس *Mucor recurvus* يهاجم بشدة بالفطر ريزوكتونيا سولانى عند نمو العائل على بيئة آجار محتوية على أزوت غير عضوى مع سكر سداسى ، كما يصاب بشد أيضا فى حالة استبدال السكر السداسى فى البيئة السابقة بدقيق الذرة أو الشوفان أو الأرز ، ولكن تقل الإصابة كثيرا إذا كان المصدر الكربوايدراتى فى البيئة سكرا خماسيا أو سليبيوز أو بسلة أو جنين قمح.

2 - **الحرارة** : تقع الحرارة المثلى لحدوث معظم حالات تطفل الفطريات على بعضها ما بين 25 إلى 30 °م ، فقد وجد مثلا أن الفطر ريزوكتونيا سولانى يتطفل بشدة على عوائله على حرارة 28 °م ، ويقل التطفل على 18 °م.

3 - **الضوء** : فى تجارب معملية اتضحت أهمية الضوء فى بعض حالات التطفل ، حيث وجد أن تطفل الفطر ريزوكتونيا سولانى على عوائله المختلفة لم يتأثر فى الضوء الطبيعى ، فى حين أنه قل فى الضوء الصناعى وعند زيادة شدة الإضاءة.

4 - **حموضة البيئة** : فى بعض الحالات وجد تأثير لحموضة وسط النمو على حدوث التطفل ، فالفطر ريزوكتونيا سولانى يتطفل بشدة على كل من الفطرين بيثيوم ديباريانم *Pythium debaryanum* وبيثيم بتلير ى *P. butleri* عند نمو العائل على بيئة درجة حموضتها 5.5 إلى 7.5 كذلك فإن تطفل الفطر تريكودرما *Trichoderma* على الفطر

أرميللاريا ميللى *Armellaria mellea* تقل عندما تكون حموضة البيئة التى ينمو عليها العائل أقل من 5.1 ٠

5 - وجود كائنات أخرى بالبيئة : تتأثر عملية التطفل بين الكائنات الدقيقة ، فى بعض الحالات ، بوجود كائنات دقيقة أخرى ، ويرجع ذلك إلى أن هذه الكائنات التى ليس لها علاقة بعملية التطفل تؤثر بطريقة غير مباشرة على الطفيليات وعوائلها بإفرازها لبعض المواد التى قد تكون ذات تأثير سيئ على الطفيل مما يعيقه عن القيام بعملية التطفل٠

الكائنات الدقيقة المتطفلة قد تكون مختصة بالتطفل على كائن دقيق من نوع واحد فقط وقد تكون واسعة التطفل فتصيب عدة أنواع من الكائنات الدقيقة٠

2-7 الكائنات المتطفلة على النيماتودا

عرفت الفطريات كطفيليات على النيماتودا منذ عام 1933 عندما وصف شيرباكوف Sherbakoff الفطر أنيولوسبوريم نيماتوجينم *Annulosporium nematogenum* الذى يكون جراثيم كونيدية حلقية الشكل ، تنبت عند دخول النيماتودا خلالها ، مكونة ميسيليوم يخترق الديان ويقضى عليها٠ تمثل الفطريات المتطفلة على النيماتودا مجموعة من الفطريات تشترك معا فى مهاجمة وأسر وقتل النيماتودا والحصول على غذائها منها٠ من هذه المجموعة الفطر كاتيناريا أنجويلليلا *Catenaria anguillulae* الذى أختبر على أنواع عديدة من النيماتودا فى حالات حيوية مختلفة ، فأضيفت مزارع الفطر إلى نيماتودا مقتولة بالماء الساخن على 60 ° م والأخرى مستضعفة بالحرارة والثالثة غير معاملة ، فوجد أن كل النيماتودا المقتولة بالحرارة هوجمت بالفطر المتطفل ، والقليل جدا من تلك النيماتودا غير المعاملة هوجمت بالفطر ، أما النيماتودا المستضعفة بالحرارة فقد هوجمت بالفطر أكثر من غير المعاملة٠

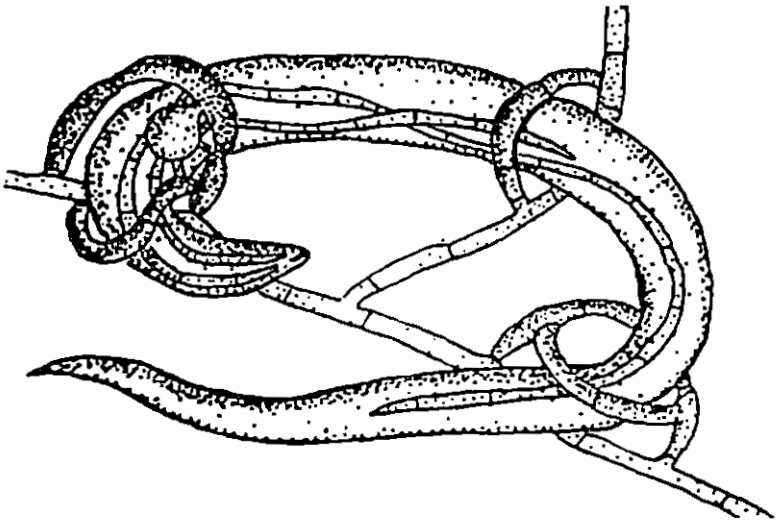
يكثر تواجد الفطريات التى تهاجم وتتغذى على النيماتودا ، وخاصة فى الجزء العلوى منها ، حيث تكثر المواد العضوية المتحللة٠ ولقد عرف أكثر من خمسين نوعا من تلك الفطريات ، إلا أن أكثرها أهمية يتبع الفطريات الناقصة تحت رتبة المونيليات Moniliales وهى من الأجناس أرثروبوتريس *Arthrobotrys* وداكتيللا *Dactylella* ٠

يمكن تقسيم الفطريات المتطفلة على النيماتودا إلى مجموعتين كالآتى :

1 - المجموعة الأولى من هذه الفطريات تكون جراثيم لزجة تلتصق بجلد النيماتودا ، ثم تنبت تلك الجراثيم وترسل غزلها الفطرى داخل جسم الديدان ، وعند تمام نضج الفطر داخل النيماتودا فإنه ينمو خارج الديدان مكونا النموات الجرثومية . من أمثلة فطريات هذه المجموعة الفطر نيماتوكتانس *Nematoctanus* sp. والفطر هاربوسبوريم *Harposporium* sp. ويمتاز الفطر هاربوسبوريم بتكوينه لجراثيم منجلية الشكل ذات أطراف مدببة تدخل فى تجويف المرىء ، عقب إبتلاعها ، ثم تنبت الجراثيم معطية أنابيب إنبات تخترق تجويف الجسم ، وخلال فترة وجيزة تمتلئ أجسام الديدان المصابة بهيفات الفطر .

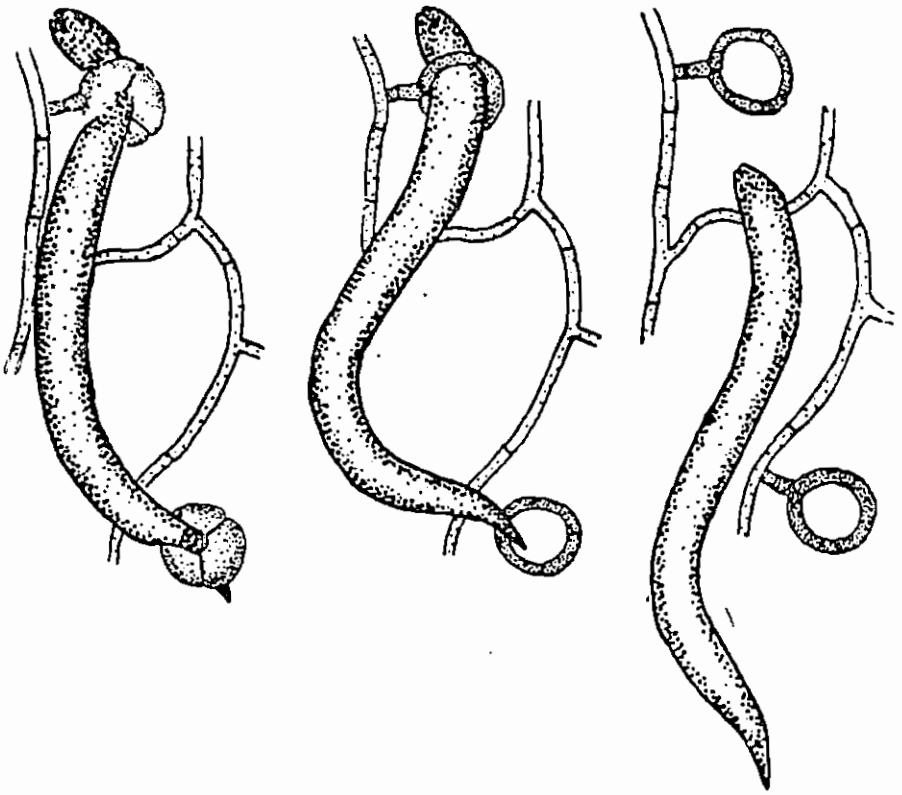
2 - المجموعة الثانية من هذه الفطريات تنصب شباكها لصيد النيماتودا ، ويتم ذلك بأحد طريقتين .

فى الطريقة الأولى ، والتى تشمل الفطر أرثروبوتريس أليجوسبورا *Orthorobotrys oligospora* ، يكون الفطر هيفات لزجة الملمس مغزولة كالشبكة وبها عقد loops يقع فيها الصيد من النيماتودا التى تحاول جاهدة الخروج من الفخ ، ولكن سرعان ما يكون الفطر نموات هيفية جانبية قصيرة تلتف حول تلك الديدان وتلتحم مع الهيفات الأصلية مكونة شبكة حول الفريسة ، وأثناء ذلك تشل الفريسة بفعل المواد السامة الموجودة فى الإفرازات اللزجة لهيفات الفطر . خلال ساعات قليلة يكون الفطر الصائد قد بدأ فى إختراق فريسته ، ثم ينمو داخلها ويمتص محتوياتها (شكل 7-2) . ومن هذه الفطريات ما يكون غزلاً فطرياً لزجاً سلمى الشكل مثل الفطر داكتيللا جفيروباجا *Dactylella gephyropaga* .



شكل 7-2 . فطر ارثروبوتريس يتطفل على أحد الديدان النيماتودية

فى الطريقة الثانية والتى تشمل الفطر داكتيلا لبتوسبورا *D. leptospora* تكون الفطريات مصايد حلقية ، تتكون كل حلقة من خليتين أو ثلاثة تحمل فى نهاية هيفات تنمو عموديا على النمو الهيفى للفطر . تدخل النيماتودا هده الحلقات أثناء شق طريقها فى التربة ، وبمجرد ملامسة جسم الدودة لخلايا الحلقة تنتفخ خلايا الحلقة سريعا إلى حوالى ثلاثة أميال حجمها العادى ، وبذلك يضيق الخناق على الفريسة بطريقة يستحيل منها على الفريسة الإفلات من الحلقة ، تخترق مماصات من خلايا الحلقة إلى جسم الدودة وتقتلها وتتغذى عليها (شكل 7-3).



شكل 7-3 : خطوات تطفل فطر داكتيلا على أحد الديدان النيماتودية

كثيرا من الفطريات الصائدة للنيماتودا لا تكون أعضاء للصيد على البيئات الصناعية ، ولكن أمكن دفع الفطر أرثروبوتريس كونيدس *A. conoides* على تكوين أعضاء صيد فى البيئات الصناعية بإضافة مادة تسمى نيمين nemin• وقد أوضحت الدراسات التى تمت فى هذا المجال أن لكل فطر من هذه الفطريات مادة خاصة تدفعه لتكوين مصائده•

ثبت إصابة النيماتودا بالبكتيريا فى حالات قليلة ، فقد وجدت بكتيريات فى فراغ النيماتودا ولم يمكن تحديد إن كانت تلك البكتيريات من الأنواع الرمية أو من الأنواع المتطفلة•

كذلك فإن الإصابات الفيروسية للنيماتودا سجلت فى بعض الحالات ، فى سنة 1959 سجلت إصابة فيروسية لديدان الجذور ميلويدوجينى إنكوجنيتا *Meloidogyne incognita*• ومن المتوقع وجود فيروسات كثيرة تتطفل على النيماتودا لأن الفيروسات تهاجم مجاميع كثيرة من الكائنات الدقيقة•

عزل الكثير من البروتوزوا التى تهاجم النيماتودا ، ومن ذلك البروتوزوا ديبوسيكيا بنيترانس *Dubosequia penetrans* التى تتطفل على النيماتودا براتيلنكس براتنسس *Pratylenchus pratensis* والتى تهاجم الجهاز التناسلى للديدان فى الإصابات البسيطة وينتشر فى الجسم كله عند إشتداد الإصابة• كما تهاجم نفس البروتوزوا ديدان تعقد الجذور ميلويدوجين جافانيكا *M. javanica*• كذلك فقد وجدت تلك البروتوزوا فى إناث ديدان تعقد الجذور ميلويدوجين إنكوجنيتا أكريتا *M. incognita acrita* الموجودة على جذور نبات القصب• وفى دراسة على تطفل البروتوزوا المذكورة إتضح أن البروتوزوا تخترق جدر الديدان عند الملامسة ، حيث أنها تفرز مواد لاصقة ، وغالبا ما يحدث الإلتصاق بالطرف الخلفى للديدان ونادرا ما يحدث بالطرف الأمامى•

ومن النيماتودا ما تهاجم نيماتودا أخرى ، فقد وجد أن النيماتودا التابعة للجنس سينورا .*Seinura* spp يمكنها أن تخدر فريستها من ديدان تعقد الجذور ميلويدوجين .*Meloidogyne* spp وبراتيلنكس .*Pratylenchus* spp بأن تحقن فيها لعابها• كذلك فقد وجد أن النيماتودا التابعة للجنس ثورنيا .*Thornia* spp توجد دائما مع ديدان أشجار الموالح النيماتودية ، حيث تهاجم وتتغذى على الديدان النيماتودية تيلنكيولس سميبنترنس *Tylenchulas semipenetrans* وأفيلينكس أفينى *Aphelenchus avenae*•

7- 3 إستخدام الفطريات فى مكافحة الأمراض النباتية

يوجد من الفطريات ما يفرز مواد تثبط نمو البعض الآخر أو تتطفل عليه والتى يمكن استخدامها لمكافحة الفطريات الممرضة للنبات ، فقد تمكن ياروود سنة 1956 من أن يمنع إصابة كل من عباد الشمس والفاصوليا من الإصابة بالصدأ بتلقيح كل منها بجراثيم يوريدية للفطرين المسببين للصدأ فى كل من المحصولين. كذلك فقد أمكن مكافحة الفطر أرميللاريا ميلى *Armillaria mellea* والذى يهاجم جذور كثير من النباتات بإستخدام تركيزات منخفضة من ثانى كبريتيد الكربون تشجع الفطر تريكودرما فيريدى *Trichoderma viride* الذى يضاد الفطر الممرض.

وقد أمكن حديثا مقاومة أمراض ذبول القاوون المتسبب عن الفطر فيوزاريوم أكسيسيبورم ميلونس *Fusarium oxysporum melonis* وذبول القطن المتسبب عن فيوزاريوم أكسيسبوم فازينفكيم *F. oxysporum vasinfectum* وعفن جذور القمح المتسبب عن فيوزاريوم كلمورم *F. culmorum* ، وذلك بمعاملة التقاوى بجراثيم الفطر ترايكودرما هارزيانم *T. harzianum* أو بمزارع للفطر منماة على بيئة النخالة والبيت bran-peat والتى نجحت أيضا فى مكافحة موت البادرات المتسبب عن الفطر ريزوكتونيا سولانى والفطر سكليروشيم رولفسياى *Sclerotium rolfsii* وقد تمكن سيفان Sivan وشت Chet سنة 1982 من تقليل الإصابة بذبول البادرات الناشئ عن الفطر بيثيوم *Pythium* فى البسلة والخيار بنسبة 67-88 % بمعاملة البذور بمعلق الجراثيم الكونيدية للفطر تريكودرما هارزيانم. وفى تجارب حقلية سنة 1983 أمكن تقليل إصابة الفول السودانى بفطريات الأسبرجيللس .*Aspergillus* spp ، التى تكون سموم الأفلاتوكسينات Aflatoxins وذلك بمعاملة التربة أو التقاوى بفطر تريكودرما هارزيانم ، وذلك بنسبة 43 - 60 % مقارنة بمعاملات التقاوى بالمبيدات حيث قللت الإصابة بنسبة 31 % فقط. كما استخدم الفطر تريكودرما هارزيانم فى تجارب حقلية ملوثة طبيعيا بالفطر سكليروشيوم رولفزياى زرعت بها طماطم ، وفى مشاتل ملوثة بريزوكتونيا سولانى زرعت بها فراولة ، وقد أدى ذلك إلى خفض الإصابة بكل من الفطرين إلى 20 % فى الطماطم و 18 - 46 % فى مشاتل الفراولة. وعند نقل شتلات الفراولة إلى الأرض المستديمة زاد معدل المحصول المبكر بنسبة 21 - 37 %.

وجد شت وآخرون Chet *et al* أن المعاملة المزدوجة بالفطر تريكودرما هارزيانم مع معاملة التربة بمعدلات أقل من التركيز القاتل من بنتا كلورونيتروبنزين (PCNB) أعطت

مقاومة أفضل فى الفول السودانى ضد سكليروشيم رولفزياى ، وفى الباذنجان ضد الفطر ريزوكتونيا سولانى عن المعاملة بالمبيد فقط أو بالفطر فقط.

بالنسبة لمكافحة النيماتودا فقد جرب ذلك منذ زمن بعيد ، حيث ذكر زوبف Zopf 1888 أنه بالإمكان إستخدام الفطر أرثوبوتريس أوليجوسبورا *Arthobotrys oligospora* لمكافحة الديان النيماتودية.

7-4 إستخدام البكتيريا فى مكافحة الأمراض النباتية

ظهر أن بعض أنواع من البكتيريا تؤثر تأثيراً ضاراً على فطريات الأصداء ، وقد أوضحت بعض التجارب أن تلك البكتيريات تفرز مواد مضادة ذات تأثير سام على فطريات الأصداء إذا توافرت لها رطوبة عالية وحرارة مرتفعة نسبياً. وفى سنة 1978 أمكن استخدام أنواع من البكتيريا بسيدومونس *Pseudomonas* فى مكافحة صدأ الكرات المتسبب عن الفطر باكسينيا أليای *Puccinia allii*.

وقد ظهر أن التحلل الذى يحدث لكثير من فطريات التربة يرتبط بوجود أنزيمى الشيتيناز chitinase واللامينارينيز laminarinase وهما من الأنزيمات التى تفرزها أنواع من البكتيريا مثل باسلس سيريس *Bacillus cereus*. كذلك شوهد تطفل بين أنواع مختلفة من البكتيريا ، حيث وجد أن البكتيريا الوابة الشكل تتطفل تطفلاً إجبارياً على بكتيريات من جنسى بسيدوموناس وزانثومونس *Xanthomonas* ، ويحدث ذلك بإلتصاق طرف الخلية البكتيرية المتطفلة بسطح الخلية البكتيرية المتطفل عليها.

إستخدمت البكتيريا زانثومونس جيوجلاندس *X. juglandis* فى وقاية أشجار الجوز ضد الإصابة بالفطر دورثيوريللا جريجاريس *Dorthiorella gregaris* ، كما استخدمت البكتيريا باسلس ستلس *B. subtlis* فى مكافحة مرض الجذر الأسود فى البنجر المتسبب عن الفطر ريزوكتونيا سولانى.

عزل زيماير Zeumayer سنة 1955 أنواع من البكتيريا تبين أن وجودها بالتربة يمنع إصابة القاصوليا بكل من البكتيريات المرضية زانثوموناس كامبستريس فاسيولى *X.campestris* pv. *phaseoli* وكورينيبكتريم فلاسيمفاسينس *Corynebacterium flacemfaciens*. وقد أمكن منع إصابة بادرات الموالح بالبكتيريا زانثومونس سيترى *X.citri* المسببة لمرض تقرح الموالح ، والمنزرعة فى تربة معقمة بإضافة البكتيريا باسلس ستلس ، وقد إتضح وجود تضاد بين نوعى البكتيريا المذكورين عند إنمائهما معا على بيئة صناعية.

5-7 إستخدام الفيروس البكتيرى فى مكافحة الأمراض النباتية

من الممكن إستخدام الفيروسات البكتيرية bacteriophages فى مكافحة البكتيريات الممرضة للنباتات. والفيروسات البكتيرية تختلف فى تخصصها ، فمنها ما يختص بسلالة معينة من البكتيريا ، ومنها ما يختص بجنس معين وقد أمكن عزل عدة أنواع من هذه الفيروسات التى تهاجم البكتيريات منها سيدوموناس تاباسى *P.tabaci* مسببة اللفحة النارية فى الدخان وزانثوموناس برونى *X.pruni* مسبب تقرح الخوخ وزانثوموناس ترانسلوسنس *X.translucens* مسبب مرض القمح البكتيرى وزانثوموناس مالفاسيرم *X. malvacearum* مسبب مرض التبقع الزاوى فى القطن. وقد أمكن مكافحة تقرح الخوخ برش بادرات الخوخ بالفيروس البكتيرى الذى يهاجم البكتيريا المسببة. وكذلك أمكن مكافحة مرض التبقع الزاوى فى القطن بإضافة الفيروس البكتيرى الخاصة بالبكتيريا المسببة للمرض إلى التربة ، وأعطى مقاومة أفضل من رش البادرات.

6-7 مكافحة الأمراض النباتية بتغيير ظروف التربة لصالح الطفيل

يتضح مما سبق أن إدخال كائنات متطفلة أو مضادة لكائنات التربة المرضية لا يصادف نجاحا ، فى بعض الحالات ، نظرا لما تحتويه التربة من كائنات أخرى عديدة ، قد يتعارض بعضها مع هذه الكائنات ، أو لأن ظروف التربة نفسها لا تتلاءم مع الكائن الدخيل. ظهرت هذه الحقيقة فى تجربة لويندلنج Weindling وفاوست Fawcett سنة 1936 عندما أمكنهما وقاية بادرات موالح من الإصابة بالفطر ريزوكتونيا سولانى بإضافة الفطر ترايكودرما فريدى ، ولكن ظهر أن تلك الوقاية لا تتم بنجاح إلا فى التربة الحامضية التأثير.

وقد لخص ستانير Stainer سنة 1935 أسباب الفشل فى إستخدام الطفيليات أو الكائنات المضادة للكائنات الممرضة للنبات فيما يلى :

1 - أن ظروف التربة متغيرة تغييرا كبيرا على وجه الأرض وخاصة فى أجزائها العلوية الذى تشغله كائنات التربة وجذور النباتات.

2 - الإمكانيات الكبيرة التى تمتلكها الأطوار الساكنة لبعض الكائنات الممرضة والتى تمكنها من تحمل ظروف قاسية لا تتحملها الأطوار الخضرية.

ويمكن تغيير ظروف التربة حتى تكون أكثر ملاءمة للطفيل المضاف إلى التربة وأقل ملاءمة للكائن الممرض المطلوب مكافحته ، بطرق عديدة منها :

1 - **تغيير درجة حموضة التربة** : فى دراسة تمت على الفطر تريكودرما فيريدى الذى يقوم بفعله المضاد ضد بعض الكائنات المرضية بالتربة عن طريق إفرازه للمضادين الحيويين جليوتوكسين gliotoxin وفريدين viridin ، ثبت أن هذا الفطر ينمو جيدا على درجات الحموضة العالية وأن المضادين الحيويين المفرزان لا يتحللان فى الوسط الحامضى ، وعلى ذلك فإن هذا الفطر ينجح فى القضاء على كثير من الفطريات الممرضة للنبات فى التربة الحامضية• هذا وقد لوحظ أن الإصابة بمرض الجرب العادى فى البطاطس تكون شديدة فى الأراضى المائلة للقلوية وتكون نادرة الحدوث فى الأراضى التى بها نسب عالية مرتفعة من المواد العضوية والتى تكون حامضية ويمكن تعليل ذلك بتشجيع الحموضة للفطريات المضادة مثل ترايكودرما وإضعافها للفطر المسبب للمرض•

2 - **إضافة المادة العضوية بالتربة** : إتجهت الأنظار منذ زمن بعيد إلى إستخدام المواد العضوية المختلفة كمخصبات للتربة• وقد عم إستخدام المادة الخضراء وبقايا المحاصيل فى بعض المناطق حيث تحرث فى التربة أثناء العمليات الزراعية• وقد أمكن مكافحة مرض جرب البطاطس بإستعمال السماد الأخضر ، وتتوقف فاعلية المكافحة ومدى نجاحها على إختيار نوع السماد الأخضر الذى يتناسب مع نوعية التربة المضاف إليها• فإن إضافة المادة العضوية تؤثر تأثيرا مفيدا فى الحد من الأمراض التى تصيب جذور المحاصيل الزراعية ، فقد نجحت مكافحة عفن الجذور التكساسى المتسبب عن الفطر فيماتوتريكم أمنيفورم *Phymatotrichum omnivorum* بإستخدام المادة العضوية ، وعلل ذلك بأن المادة العضوية تنبه إنبات أجسام الفطر الحجرية فى عدم وجود عوائلها ويتعرض لمنافسة الكائنات الرمية فيقل بالتالى لقاح الفطر الممرض بالتربة• وقد أمكن الإقلال من فطر ريزوكتونيا سولانى الذى يصيب كثير من المحاصيل ، وذلك بإضافة برسيم حجازى أو قش قمح إلى التربة ، وعلل ذلك بأن إضافة المادة العضوية يزيد من الفطريات الرمية المحللة للسليلوز ، ويؤدى ذلك إلى الحد من نمو فطر ريزوكتونيا ، زيادة إلى أن المادة العضوية تنتج كميات كبيرة من غاز ثانى أكسيد الكربون وتستهلك آزوت التربة الصالح فترتفع نسبة الكربون إلى الآزوت فى المادة العضوية•

3 - **التطهير الجزئى للتربة** : يؤدى تطهير التربة جزئيا سواء بإستخدام المواد الكيميائية أو الحرارة إلى إبادة بعض كائنات التربة دون البعض الآخر مؤديا إلى حدوث تغيير فى التوازن الطبيعى لكائنات التربة فتبخير التربة المحتوية على الفطر أرميللاريا ميلى *A.mellea* الذى يصيب جذور أشجار الموالح يؤدى إلى الإقلال الشديد فى أعداد هذا الفطر بالتربة ، ولكن تأثير التبخير كان ضعيفا على الفطر ترايكودرما فيريدى *T.viride* ، وتنتج

عن ذلك نشاط فطر ترايكودرما عقب التبخير فيقضى على ما تبقى من الفطر الممرض للنبات.

كذلك فقد وجد أن تعريض التربة للشمس فى الجو الحار يقلل من الإصابات المرضية بالفطرين ريزوكتونيا سولانى *R .solani* وفيرتسليوم داليا *Verticilluum dahliae* فى البطاطس ، كما وجد أن التبخير ببروميد الميثيل وكذلك معاملة التربة بالفطر ترايكودرما هارزيانم قللت من الإصابة أيضا ، إلا أن المعاملة المزدوجة بحرارة الشمس أو بالتبخير إذا أضيف معها المعاملة بالفطر المضاد أعطت نتائج أفضل من المعاملات المفردة.

4 - زراعة نباتات تؤثر جذورها على كائنات التربة : ومن أفضل الأمثلة على ذلك إستخدام النباتات الراقية الصائدة كوسيلة للمكافحة الحيوية للأمراض المتسببة عن كائنات التربة.

النبات الصائد هو النبات الذى تنبه جذوره إنبات الأطوار الساكنة للطفيل بالتربة دون أن يكون قابلا للإصابة به. وقد إستخدم هوايت White سنة 1954 نبات الداتورا سترامونيوم *Datura stramonium* كنبات صائد للتخلص من الفطر سبونجوسبرا سبتيرينيا *Spongospora subterranea* المسبب لمرض الجرب المسحوقى فى البطاطس.

وقد استخدم الكتان كنبات صائد لبذور الهالوك ، حيث يزرع قبل المحصول القابل للإصابة فتفرز جذور الكتان مواد تنبه إنبات بذور الهالوك.

تمكن كول Cole وهوارد Howard سنة 1962 من الإقلال من النيماتودا هيتيرودير روستوشينتسس *Heterodera rostochinensis* المسبب لمرض النيماتود الذهبى فى البطاطس، بنسبة 80 % باستخدام نوع البطاطس *Solanum tuberosum andigena* ، وعلل ذلك بأن نباتات البطاطس المقاومة تشجع فقس حويصلات النيماتودا دون أن تصاب بها. عموما فإن أفضل النباتات الصائدة إستخداما هى سلالات العوائل النباتية المقاومة للإصابة.

تأثير جذور النباتات قد يكون تأثيرا منشطا على بعض الأحياء الدقيقة بالتربة وقد يكون مثبطا لنموها. ويبين الجدول رقم 7-1 بعض المحاصيل الزراعية وتأثير إفرازاتها الجذرية على بعض الفطريات.

جدول 7-1

تأثير جذور بعض المحاصيل الزراعية على بعض الفطريات المرضية بالتربة

النبات	الفطر الذى يتأثر	التأثير
فجل وخس	*Pellicularia filamentosa*	منشط لنمو المبسيليوم
توت	*Rhizoctonia solani*	منشط لنمو الميسيليوم
شوفان	*Byssuchlamys nivea*	مثبط لنمو الميسليوم
بطاطس وداتورا	*Spongospora subterranea*	منبه لإنبات الجراثيم
طماطم	*Colletotrichum atramentarium*	منبه لإنبات الجراثيم
لفت	*Pythium mamillatum*	منبه لإنبات الجراثيم
بسلة	*Aphanomyces eutiches*	منبه لإنبات الجراثيم
بصل	*Sclerotium cepivorum*	منبه لإنبات الجراثيم
طماطم وفجل وخس	*Fusarium* spp.	منبه لإنبات الجراثيم
فاصوليا	*Fusarium solani* f. *phaseoli*	منبه لإنبات الجراثيم
موز (جروس ميشل)	*Fusarium oxysporum* f. *cubense*	منبه لإنبات الجراثيم
موز (لاكاتان)	*Fusarium oxysporium* f. *cubense*	مثبط لإنبات الجراثيم
بسلة وأفوكادو وعائلة باذنجانية	*Phtophthora erythroseptica* *Phytophthora parasitica* *Phytophthora cinnamoni*	يجذب الجراثيم الهدبية
بسلة	*Fusarium oxysporum* f. *pisi*	تشجع على الإصابة
طماطم وقمح	*Verticillium albo-atrum*	تشجع إنبات الأجسام الحجرية