

FICHE D'INFORMATION

GESTION DES NÉMATODES DANS LES TOMATES, LES POIVRONS ET LES AUBERGINES

J. W. Noling^{1 2}

Les nématodes parasites des plantes sont de petits vers ronds microscopiques qui vivent dans le sol et attaquent les racines des plantes. Par conséquent, les problèmes de production agricole induits par les nématodes se produisent généralement à la suite d'un dysfonctionnement racinaire, réduisant le volume d'enracinement et l'efficacité de la recherche et de l'utilisation de l'eau et des nutriments. Dans de nombreux cas, une communauté mixte de nématodes phytoparasites est présente dans un champ, plutôt que d'avoir une seule espèce présente. En général, les espèces de nématodes les plus répandues et les plus importantes sur le plan économique sont le nématode à galles, *Meloidogyne spp.*, et le nématode piqueur, *Belonolaimus longicaudatus*. La gamme d'hôtes de ces nématodes, comme avec d'autres, comprend de nombreuses mauvaises herbes et la plupart sinon la totalité des légumes cultivés commercialement dans l'État. Les réductions de rendement peuvent être importantes mais varient considérablement entre les espèces de plantes et de nématodes. En plus des dommages directs causés aux cultures par les nématodes, il a été démontré que bon nombre de ces espèces prédisposent les plantes à l'infection par des agents pathogènes fongiques ou bactériens, ou à transmettre des maladies virales, ce qui contribue à des réductions de rendement supplémentaires.



Figure 1. Flétrissement du poivron en raison d'une infection massive des racines par le nématode à galles. (*Meloidogyne spp.*). Crédit: UF/IFAS

La gamme d'hôtes de ces nématodes, comme avec d'autres, comprend de nombreuses mauvaises herbes et la plupart sinon la totalité des légumes cultivés commercialement dans l'État. Les réductions de rendement peuvent être importantes mais varient considérablement entre les espèces de plantes et de nématodes. En plus des dommages directs causés aux cultures par les nématodes, il a été démontré que bon nombre de ces espèces prédisposent les plantes à l'infection par des agents pathogènes fongiques ou bactériens, ou à transmettre des maladies virales, ce qui contribue à des réductions de rendement supplémentaires.

Biologie et histoire de la vie

La plupart des espèces de nématodes parasites des plantes ont un cycle de vie relativement simple composé de l'œuf, de quatre stades larvaires et de l'adulte mâle et femelle. Le développement des larves du premier stade se produit dans l'œuf où se produit la première mue. Les larves de deuxième stade éclosent des œufs pour trouver et infecter les racines des plantes ou, dans certains cas, les tissus foliaires. La découverte ou le mouvement de l'hôte dans le sol se produit dans les films superficiels d'eau entourant les particules de sol et les surfaces racinaires. Selon les espèces, l'alimentation se fera le long de la surface des racines ou dans d'autres espèces comme les nématodes à galles racinaire. Les jeunes larves envahiront le tissu racinaire,

¹J.W. Noling, professeur, département d'entomologie et de nématologie; UF/IFAS Extension Citrus Research and Education Center, Lake Alfred, FL 33850.

²Traduit de la publication # ENY-032 provenant de EDIS, electronic data information source pour le projet Feed the Future Haïti Appui à la Recherche et au Développement Agricole (AREA). Date de publication originale mars 1999. Modifié en février 2002, novembre 2005, décembre 2009, décembre 2012, décembre 2014 et mars 2016. Révisé en décembre 2019 et traduit en janvier 2020.

établissant des sites d'alimentation permanents à l'intérieur de la racine. Les larves de deuxième stade mueront ensuite trois fois pour devenir des mâles ou des femelles adultes. Pour la plupart des espèces de nématodes, jusqu'à 100 œufs sont produits par femelle, tandis que dans d'autres, comme les nœuds radicaires, plus de 2 000 peuvent être produits. Dans des conditions environnementales appropriées, les œufs éclosent et de nouvelles larves émergent pour achever le cycle de vie en quatre à huit semaines selon la température. Le développement des nématodes est généralement plus rapide dans un intervalle de température optimale du sol de 21°C à 26,6°C.

Symptômes

Les symptômes typiques d'une blessure par un nématode peuvent concerner à la fois des parties de la plante aérienne et souterraine. Les symptômes foliaires d'infestation par les nématodes des racines impliquent généralement un retard de croissance et un manque général de non-épargne, un flétrissement prématuré et une récupération lente pour améliorer les conditions d'humidité du sol, la chlorose des feuilles (jaunissement) et d'autres symptômes caractéristiques d'une carence en nutriments. Il a été démontré qu'un taux accru de production d'éthylène, largement responsable de l'expression des symptômes chez les tomates, est étroitement associé à l'infection des racines des nématodes à ganglions et à la formation de galles. Les plantes présentant des symptômes de retard de croissance ou de déclin se produisent généralement dans des parcelles de croissance non uniforme plutôt que comme un déclin global des plantes dans un champ entier.

Le moment où les symptômes de dommages aux plantes qui se produisent est lié à la densité de population de nématodes, à la sensibilité des cultures et aux conditions environnementales dominantes. Par exemple, sous une forte infestation de nématodes, les semis ou les plants repiqués peuvent ne pas se développer, maintenir un retard de croissance ou mourir, entraînant un développement médiocre ou irrégulier des peuplements. Sous des niveaux d'infestation moins sévères, l'expression des symptômes peut être retardée jusqu'à plus tard dans la saison de culture après qu'un certain nombre de cycles de reproduction des nématodes se soient achevés sur la culture. Dans ce cas, les symptômes aériens n'apparaîtront pas toujours facilement au début du développement de la culture, mais avec le temps et la réduction de la taille et de la fonction du système racinaire, les symptômes deviennent plus prononcés et plus diagnostiques.

Les symptômes racinaires induits par les nématodes piqueurs ou noueux peuvent souvent être aussi spécifiques que les symptômes aériens. Le nématode piqueur peut être très nocif, provoquant la formation d'un tapis serré de racines courtes par les plantes infectées, supposant souvent un aspect gonflé. Les nouvelles initiales des racines sont généralement tuées par de fortes infestations du nématode aiguillon, un symptôme qui rappelle la brûlure du sel par les engrais. Les symptômes racinaires induits par le nœud racinaire provoquent un gonflement (galles) des racines des plantes infectées (figure 2). La taille des galles peut aller de quelques gonflements sphériques à de vastes zones de gonflements allongés, alambiqués et tumoraux qui résultent d'une exposition à des infections multiples et répétées. Dans la plupart des cas, les symptômes



Figure 2. Vue rapprochée du nématode à galles (*Meloidogyne* spp.) provoquant une galle au niveau des racines des plantes. Notez l'expansion de type tumoral (galles) des racines. Crédit: UF

de galles racinaire peuvent fournir une confirmation de diagnostic positif de la présence de nématodes, de la gravité de l'infection et du risque de dommages aux cultures.

Dommmage

Pour la plupart des combinaisons de cultures et de nématodes, les dommages causés par les nématodes n'ont pas été déterminés avec précision. La plupart des cultures maraîchères produites sont sensibles aux dommages causés par les nématodes, en particulier par les nématodes à nœuds racinaires et les piqûres de nématodes. Les symptômes et les réductions de rendement des plantes sont souvent directement liés aux niveaux d'infestation avant la plantation dans le sol et à d'autres stress environnementaux imposés à la plante pendant la croissance des cultures. À mesure que les niveaux d'infestation augmentent, les dégâts et la perte de rendement augmentent également. En général, la simple présence de nématodes à nœuds racinaires ou à piqûres suggère un problème potentiellement grave, en particulier sur un sol sablonneux à l'automne lorsque les températures du sol favorisent des niveaux élevés d'activité et de reproduction des nématodes. À des niveaux très élevés, typiques de ceux qui peuvent survenir en cas de doublement des cultures, les plantes peuvent être tuées. Les transplantations plus anciennes, contrairement aux semences directes, peuvent tolérer des niveaux de population initiale plus élevés sans encourir une perte de rendement aussi importante.

Diagnostic sur le terrain et échantillonnage

En raison de leur taille microscopique et de leur répartition irrégulière sur le terrain, des échantillons de sol et de tissu racinaire sont généralement nécessaires pour déterminer si les nématodes provoquent une mauvaise croissance des cultures ou pour déterminer la nécessité d'une gestion des nématodes. Pour les nématodes, l'échantillonnage et la gestion sont une considération avant la plantation ou après la récolte parce que si un problème se développe dans une culture nouvellement plantée, il n'y a actuellement aucune mesure corrective post-plante disponible pour corriger complètement le problème une fois le nématode établi. La densité et la distribution des nématodes dans un champ doivent donc être déterminées avec précision avant la plantation, garantissant qu'un échantillon représentatif est prélevé sur le terrain. L'identification des espèces de nématodes n'a actuellement de valeur pratique que lorsque des systèmes de rotation ou des variétés résistantes sont disponibles pour la gestion des nématodes. Cette information doit ensuite être couplée à une estimation des dommages attendus pour formuler une stratégie appropriée de contrôle des nématodes.

Échantillon consultatif ou prédictif (avant la plantation)

Les échantillons prélevés pour prédire le risque de dommages aux nématodes pour une culture nouvellement plantée doivent être prélevés bien avant la plantation pour permettre l'analyse des échantillons et les périodes de traitement si nécessaire. Pour de meilleurs résultats, prélevez des nématodes à la fin de la saison de croissance, avant la destruction des cultures, lorsque les nématodes sont les plus nombreux et les plus faciles à détecter. Recueillir des échantillons de sol et de racines de 10 à 20 emplacements sur le terrain à l'aide d'un tube d'échantillonnage cylindrique ou, à défaut, d'une truelle ou d'une pelle. Étant donné que la plupart des espèces de nématodes sont concentrées dans la zone d'enracinement des cultures, les échantillons doivent être prélevés à une profondeur de sol d'au moins 6 à 10 pouces. Les nématodes pathogènes des plantes peuvent être profondément répartis dans tout le profil du sol bien en dessous de la profondeur d'échantillonnage typique et des zones de croissance des racines, et ont la capacité de se déplacer vers le haut pour infester les racines des plantes. Dans ce scénario, les échantillons obtenus à partir d'horizons de surface du sol peuvent ne pas décrire correctement les populations de nématodes et les menaces potentielles pour la croissance et le rendement des cultures. En pratique, cependant, échantillonner selon un schéma régulier sur la zone, en insistant sur le retrait des échantillons sur les rangées plutôt que le

long des rangées. Un échantillon ne devrait pas représenter plus de 10 acres pour les cultures de valeur relativement faible et pas plus de 5 acres pour les cultures de valeur élevée. Les champs qui ont des cultures (ou variétés) différentes au cours de la dernière saison ou qui présentent des différences évidentes soit dans le type de sol ou dans les antécédents de problèmes de culture doivent être échantillonnés séparément. Échantillonner uniquement lorsque l'humidité du sol est appropriée pour le travail sur le terrain, en évitant les conditions de sol extrêmement sec ou humide.

Diagnosics sur les plantes établies

Les racines et les carottes de sol doivent être enlevées à une profondeur de 6 à 10 pouces de 10 à 20 plantes suspectes. Évitez les plantes mortes ou mourantes, car les racines mortes ou en décomposition abritent souvent peu de nématodes. Pour les semis ou les jeunes plants repiqués, l'excavation de plantes individuelles peut être nécessaire pour assurer des quantités suffisantes de racines et de sols infestés. La soumission d'échantillons supplémentaires provenant de zones adjacentes de bonne croissance devrait également être envisagée à des fins de comparaison.

Pour l'un ou l'autre type d'échantillon, une fois que tous les carottes ou échantillons de sol sont collectés, l'échantillon entier doit ensuite être mélangé soigneusement mais soigneusement, et un sous-échantillon de 1 à 2 pintes doit être retiré dans un sac en plastique correctement étiqueté. N'oubliez pas d'inclure suffisamment de racines nourricières. Le sac en plastique empêchera le séchage de l'échantillon et garantira un échantillon intact à l'arrivée au laboratoire. Ne soumettez jamais le ou les échantillons à une surchauffe, à une congélation, à un séchage ou à des périodes prolongées de lumière directe du soleil. Les échantillons doivent toujours être soumis immédiatement à un laboratoire commercial pour analyse. Si la soumission de l'échantillon est retardée, un stockage réfrigéré temporaire à des températures de 4,4 à 15,6 C est recommandé

Reconnaissant que le nématode à nœuds racinaires provoque la formation de grandes zones enflées ou de galles sur les systèmes racinaires des cultures sensibles, les niveaux de population relatifs et la distribution au champ de ce nématode peuvent être largement déterminés par un simple examen du système racinaire des cultures pour la gravité de la galle racinaire (Figure 3). La sévérité de la galle racinaire est une mesure simple de la proportion du système racinaire qui est gingivale. Immédiatement après la récolte finale, un nombre suffisant de plantes doivent être soigneusement retirées du sol et examinées pour caractériser la nature et l'étendue du problème dans le champ. En général, les niveaux de population du sol augmentent avec la gravité de la galle racinaire. Cette forme d'échantillonnage peut dans de nombreux cas fournir une confirmation immédiate d'un problème de nématodes et permet de cartographier l'infestation actuelle sur le terrain. Comme déduit précédemment, la détection de tout niveau de galle racinaire suggère généralement un problème de nématode pour la



Figure 3. Diagnostic sur le terrain de la présence et de la gravité des nématodes à nœuds racinaires via un examen visuel des systèmes racinaires des plantes déracinées pour les galles des racines. Crédit: UF / IFAS

plantation ultérieure d'une culture sensible, en particulier dans les zones immédiates à partir desquelles la ou les plantes ont été récupérées.

Considérations générales de gestion

Actuellement, les considérations de gestion des nématodes comprennent : la rotation des cultures, des cultures moins sensibles ou des variétés résistantes, les pratiques culturales et de travail du sol, et l'utilisation de plants repiqués.

Dans la mesure du possible, ces pratiques sont généralement intégrées à la séquence de cultures « hors saison » estivale ou hivernale. Il convient de reconnaître que toutes les pratiques de gestion des terres et de contrôle des cultures ne sont pas aussi efficaces pour lutter contre les nématodes parasites des plantes et que divers degrés de contrôle des nématodes devraient être attendus. Contrairement à d'autres méthodes chimiques, ces méthodes ont tendance à réduire progressivement les populations de nématodes au fil du temps. Les conditions propres à l'exploitation, telles que le type de sol, la température et l'humidité, peuvent être très importantes pour déterminer si différentes pratiques culturales peuvent être utilisées efficacement pour la gestion des nématodes.

Pratiques culturales

Rotation des cultures

Pour que la rotation des cultures soit efficace, les cultures inadaptées à l'infection, à la croissance ou à la reproduction des nématodes doivent être introduites dans la séquence de rotation. Il peut ne pas être possible de trouver une rotation ou une culture de couverture qui réduira efficacement les populations de tous les ravageurs des nématodes, en particulier si les nématodes à nœuds racinaires et à piqûres se produisent en combinaison. Dans ce cas, les rotations de cultures nuisibles au nœud racinaire, qui est généralement le plus difficile à contrôler, doivent être sélectionnées. Dans certains cas, il existe des variétés de cultures résistantes qui peuvent être utilisées dans la séquence de rotation pour minimiser les problèmes de certaines espèces de nœuds racinaires, mais pas les nématodes piqueurs.

L'utilisation de cultures de couverture pauvres ou non hôtes au cours de la séquence de rotation peut, dans certains cas, offrir une approche efficace de la lutte contre les nématodes. Quatre cultures légumineuses de couverture sont adaptées pour gérer les populations de nématodes à piqûres ou à nœuds racinaires : *Vigna unguiculata* . cv. 'Iron Clay', *Crotalaria juncea*, *Aeschynomene americana*, *Indigofera hirsuta*. Le sorgho est une culture de couverture populaire qui restaure de grandes quantités de matière organique du sol. Les rotations des cultures de couverture avec certaines graminées des pâturages (en particulier le pangola digitgrass et, dans une certaine mesure, la bahiagrass et l'herbe des Bermudes) ont considérablement réduit, mais pas éliminé, les nématodes à nœuds racinaires. Il convient de reconnaître que la période de rotation des cultures étant raccourcie ou éliminée, les problèmes de nématodes s'intensifieront en conséquence. D'autres légumineuses vivaces en cours d'évaluation pourraient jouer un rôle important dans les futurs programmes de gestion des nématodes.

Pour que les cultures de couverture soient les plus efficaces, les peuplements doivent être établis rapidement et les mauvaises herbes indésirables pouvant servir d'hôtes alternatifs doivent être supprimées. Étant donné que de nombreuses mauvaises herbes différentes servent d'hôte végétal alternatif aux nématodes (c.-à-d., Les noisettes), il peut ne pas être possible de gérer le nématode à galles avec la rotation des cultures à moins qu'un programme intégré de gestion des mauvaises herbes ne soit également envisagé et mis en œuvre sur le terrain. Avec de nombreuses cultures de couverture, l'établissement rapide de peuplements a été un problème important. De même, les séquences de rotation économique des cultures sont souvent encore compliquées par le manque de compétences en gestion des cultures, d'équipement spécialisé pour cultiver et

récolter, ou par le manque d'installations de transformation et de marchés proches. Dans certains cas, d'autres mesures devraient être envisagées, comme la mise en jachère, qui est généralement aussi efficace que la rotation des cultures pour réduire les infestations au champ de nématodes.

Jachère

La jachère propre pendant la saison morte est probablement la mesure de lutte culturale la plus importante et la plus efficace disponible pour les nématodes. Lorsque les sources de nourriture ne sont plus facilement disponibles, les densités de population de nématodes dans le sol diminuent progressivement avec la mort due à la famine. En raison de la large gamme d'hôtes de nombreuses espèces de nématodes, les mauvaises herbes et les cultures spontanées doivent être contrôlées pendant la période de jachère pour empêcher la reproduction des nématodes et une nouvelle augmentation de la population. Au moins deux opérations de disque sont généralement nécessaires pour maintenir des sols de jachère propres pendant la période intermédiaire entre les cultures. Les effets défavorables de la jachère sur la matière organique et la structure du sol sont généralement plus que compensés par le niveau de contrôle des nématodes atteint et l'augmentation de la productivité des cultures qui en résulte. Lorsque l'érosion du sol est un problème potentiellement grave, d'autres mesures devraient être envisagées.

Contrôle biologique

À l'heure actuelle, il n'existe aucun agent de lutte biologique efficace et disponible dans le commerce qui puisse être utilisé avec succès pour lutter contre les nématodes.

Résistance des plantes

Les variétés résistantes aux nématodes disponibles dans le commerce ne sont disponibles que pour les tomates, les poivrons, les pois du sud et les patates douces. Dans une variété résistante, les nématodes ne se développent pas et ne se reproduisent pas normalement dans les tissus racinaires, permettant aux plantes de croître et de produire des fruits même si une infection par les nématodes des racines se produit. Cependant, une certaine perte de rendement peut encore se produire, même si les plants sont moins endommagés et sont beaucoup plus tolérants à l'infection par les nœuds radiculaires que ceux d'une variété sensible. Toutes les variétés de cultures portant le code VFN (Verticillium, Fusarium, Nematodes) sur le sachet de semences ou l'étiquette sont résistantes aux espèces communes de nématodes à galles. Bien que même les variétés de tomates résistantes puissent encore présenter une écorchure des racines sous des niveaux élevés de nématodes, elles maintiennent généralement leur rendement.

Des recherches antérieures ont démontré des températures seuils du sol et des réductions incrémentielles de la résistance aux nématodes à chaque degré au-dessus de 25,6°C, de sorte qu'à 33°C, les plants de tomates sont pleinement sensibles. Des isolats de nématodes mi-virulents capables de se reproduire et causant des dommages aux plantes ont été identifiés dans de nombreuses régions du monde. Trop souvent, on découvre que des populations sur le terrain de nombreuses espèces différentes de nématodes à galles sont présentes, et que ces espèces en dehors de la résistance prolifèrent et causent des dommages.

Dans les poivrons, deux variétés résistantes aux nématodes à galles (Carolina Belle et Carolina Wonder) ont été commercialisées par le laboratoire de recherche sur les légumes du département américain de l'agriculture (USDA) pour une augmentation des semences commerciales en avril 1997. Les deux variétés sont à pollinisation ouverte et homozygotes pour le nématode à ganglions N gène résistant. Des recherches préliminaires ont démontré que ces variétés confèrent un degré élevé de résistance au nématode à galles ; cependant, l'expression de la résistance est sensible à la chaleur. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour caractériser l'utilité de ces variétés dans des conditions de température élevée du sol.

Comme pour les tomates, l'utilisation de ces variétés peut devoir être limitée aux semis de printemps lorsque les températures du sol sont plus fraîches.

En plus des problèmes d'instabilité thermique, la plantation continue ou répétée de variétés végétales résistantes sélectionnera très certainement des races virulentes de *Meloidogyne* capables de surmonter la résistance. Par conséquent, la durée et / ou l'utilité de la résistance peut être limitée dans le temps. Dans des études antérieures sur des tomates résistantes, il a été démontré que des races de nématodes brisant la résistance se développent en un à trois ans. Étant donné que de nouvelles races de nématodes peuvent se développer si rapidement, un système de contrôle intégré impose généralement la rotation de variétés résistantes et non résistantes pour ralentir le processus de sélection de nouvelles races virulentes. Des essais antérieurs en Floride ont démontré la capacité de certaines espèces ou races de nœuds racinaires à se reproduire et à endommager une variété de tomate résistante. Les résultats de ces expériences ont démontré que même avec une variété résistante, qui a été moins endommagée que celle d'une variété sensible, une certaine considération des niveaux initiaux de population de sol du nématode à galles doit être observée pour minimiser les pertes de rendement de la tomate. Étant donné que d'importantes pertes de rendement peuvent encore se produire, des efforts combinés pour gérer les populations du sol à de faibles niveaux avant la plantation doivent encore être envisagés, en particulier si les tomates sont plantées en automne.

Avec l'utilisation de porte-greffes appropriés, la greffe qui utilise des hybrides de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) et des hybrides interspécifiques de tomate (*S. lycopersicum* × *S. habrochaites*) a été utilisée dans le monde entier comme porte-greffe résistant aux maladies dans la production de tomates greffées. Lorsque des cultivars de tomates résistants ayant des caractéristiques requises par le marché (par exemple, type de fruit, taille, saveur ou rendement) ne sont pas disponibles, des cultivars acceptables sur le marché mais sensibles aux nématodes peuvent être greffés sur des porte-greffes résistants aux nématodes. La résistance aux nématodes à nœuds racinaires n'a pas encore été identifiée dans certaines cultures, mais les hybrides se sont avérés être de bons candidats pour des porte-greffes résistants aux nématodes à nœuds racinaires pouvant être greffés sur des cultivars commerciaux. La plupart des recherches actuelles sur le greffage examinent l'utilisation du gène de résistance Mi incorporé dans ces porte-greffes comme outil pour gérer le nématode à galles. Pour la production biologique, ces porte-greffes hybrides ont tous eu des performances similaires et ont considérablement réduit le nœud racinaire des tomates par rapport aux plants non greffés. D'autres études sont justifiées pour examiner l'influence de ces porte-greffes hybrides interspécifiques sur le rendement des cultivars déterminants et indéterminés cultivés dans les systèmes de production au champ. Lors de l'évaluation de l'opportunité d'utiliser des plants de tomates greffés pour la gestion des nématodes à nœuds racinaires, les producteurs doivent tenir compte de la gravité de l'infestation de nématodes, du système de culture et des cultivars de greffons et porte-greffes à utiliser.

Amendements du sol

De nombreux types différents d'amendements et de matériaux compostés ont été appliqués au sol pour supprimer les populations de nématodes parasites des plantes et améliorer le rendement des cultures et la santé des plantes. Le fumier animal, la litière de volaille et les résidus de cultures de couverture incorporés au disque sont des exemples typiques d'amendements du sol utilisés en agriculture pour améliorer la qualité du sol et comme moyen d'améliorer le potentiel de lutte biologique du sol. Certains amendements qui contiennent de la chitine et des engrais inorganiques qui libèrent de l'azote ammoniacal dans le sol suppriment directement les populations de nématodes et améliorent la croissance sélective des antagonistes microbiens des nématodes. Plus récemment, des déchets et des boues compostés municipaux ont été utilisés pour modifier le sol afin d'améliorer sa fertilité, sa teneur en matière organique, sa capacité de rétention d'eau, sa rétention d'éléments nutritifs et sa capacité d'échange de cations.

La suppression des agents pathogènes présents dans le sol via l'incorporation ou le simple paillage d'amendements compostés est réputée être basée sur une activité microbienne accrue et un nombre accru d'antagonistes générés par la décomposition de l'amendement dans le sol. Les sols avec une diversité de micro-organismes bénéfiques sont plus supprimeurs d'agents pathogènes que les sols avec peu ou pas de diversité biologique. D'autres mécanismes possibles pour la suppression des agents pathogènes par les composts comprennent l'inhibition directe de l'agent pathogène ou le niveau réduit des organismes dans l'hôte végétal. L'augmentation de la population d'organismes utiles dans le sol semble être le résultat direct des changements environnementaux provoqués par les modifications après l'addition au sol. Cela suggère que pour maintenir la suppression du sol, les amendements doivent être réappliqués périodiquement pour maintenir l'environnement du sol propice aux antagonistes.

Des études en Floride ont été menées pour déterminer dans quelle mesure l'augmentation des taux d'application d'un déchet composté solide municipal affecte la capacité des plants de tomates à tolérer l'infection des racines par des espèces de nématodes à galles (*Meloidogyne spp.*) Ces études ont montré que dans un sol sablonneux pauvre en matière organique (moins de 2%), les rendements en tomates pourraient être augmentés de manière significative avec des amendements du sol dans des sols exempts de nématodes ou infestés de nématodes. L'impact du nématode à nœuds racinaires sur le rendement de la tomate était cependant effectivement constant, ce qui suggère que l'application de l'amendement du sol n'a pas amélioré la capacité des plants de tomates à tolérer l'infection par le nématode à nœuds racinaires. La plupart des recherches antérieures et en cours en Floride semblent également indiquer que les principaux effets des amendements du sol sur les rendements des cultures semblent moins liés au contrôle des nématodes ou des agents pathogènes du sol qu'à l'amélioration de la nutrition des plantes et de la disponibilité des nutriments et de l'eau.

Inondation

Il a été démontré que les inondations suppriment les populations de nématodes. L'alternance de cycles de deux à trois semaines d'inondation et de séchage s'est avérée plus efficace que de longs cycles d'inondation continus.

Solarisation du sol

La solarisation du sol est une technique non chimique dans laquelle des bâches en polyéthylène transparent sont posées sur un sol humide pendant une période de six à 12 semaines pour chauffer les sols non cultivés à des températures mortelles pour les nématodes et autres pathogènes transmis par le sol. Les températures du sol sont amplifiées en raison du piégeage du rayonnement solaire entrant sous les panneaux transparents en polyéthylène. Pour être efficaces, les sols doivent être mouillés et maintenus à une teneur élevée en humidité du sol pour augmenter la sensibilité (sensibilité thermique) des parasites du sol et la conductivité thermique du sol. Les sols paillés humides augmentent les températures du sol en raison principalement de l'élimination de la perte de chaleur par évaporation et de la convection de chaleur ascendante, en plus d'un effet de serre en interdisant la dissipation du rayonnement du sol. À la fin de la période de solarisation, le plastique transparent est peint avec une peinture au latex blanc pour permettre une utilisation continue du plastique comme couverture de paillis pour la production de légumes sur des lits surélevés.

L'utilisation la plus réussie de la solarisation du sol semble se produire dans des sols plus lourds (limoneux à argileux) plutôt que sableux. Les sols avec une faible capacité de rétention d'eau et un drainage rapide peuvent inhiber considérablement le transfert de chaleur vers des horizons de sol plus profonds. La perte de lutte antiparasitaire est directement corrélée à la profondeur du sol. La profondeur à laquelle la température mortelle peut être atteinte (6 à 8 pouces) dépend également de l'intensité et de la durée de la lumière solaire et de la température ambiante.

De nombreux ravageurs différents ont été supprimés et / ou contrôlés par la solarisation du sol, en particulier dans les environnements arides avec un ensoleillement intense et une couverture nuageuse et des précipitations limitées. Les nématodes parasites des plantes se sont généralement révélés plus difficiles à contrôler avec la solarisation du sol, tout comme certains ravageurs des mauvaises herbes comme la crabgrass dans une étude du centre de la Floride. Les résultats d'expériences préliminaires suggèrent également le potentiel de pressions de sélection vers une accumulation d'individus tolérants à la chaleur qui pourraient servir à réduire l'efficacité de la solarisation du sol après une utilisation répétée comme tactique de contrôle des nématodes. Dans certaines études, l'utilisation efficace de la solarisation pour le contrôle des nématodes a nécessité une approche systémique intégrée, couplant la solarisation à d'autres approches chimiques ou non chimiques. Par exemple, l'utilisation combinée de la solarisation du sol avec un nématicide a amélioré le contrôle des nématodes et le rendement des cultures. De plus, l'utilisation de paillis de plastique photo-sélectifs pratiquement imperméables peut également compléter les traitements à faible dose de fumigants pour réduire la germination et la croissance des mauvaises herbes en cas de périodes prolongées de couverture nuageuse se produisant pendant le régime de solarisation.

Autres pratiques culturales

D'autres mesures culturales qui réduisent les problèmes de nématodes comprennent la destruction rapide du système racinaire des cultures infestées après la récolte. Les champs qui sont déboisés dès que possible après la récolte ne préviendront pas seulement la poursuite de la croissance de la population de nématodes mais soumettront les populations existantes à la dissipation par le soleil et le vent. L'utilisation de plants de tomates exempts de nématodes est également recommandée. En effet, les plantes à semis direct sont particulièrement sensibles car elles sont vulnérables aux blessures pendant une plus longue durée, au cours d'une période précoce mais critique de développement des cultures. Étant donné que les nématodes peuvent être transportés dans l'eau d'irrigation qui s'est écoulée d'un champ infesté, les producteurs devraient éviter d'utiliser des eaux de fossé ou d'étang pour l'irrigation ou les mélanges de pulvérisation. Dans la plupart des cas, une combinaison de ces pratiques de gestion réduira considérablement les niveaux de population de nématodes mais les ramènera rarement en dessous de niveaux économiquement dommageables. Cela est particulièrement vrai pour les terres qui sont continuellement plantées de variétés de cultures sensibles. Dans ces cas, une certaine forme d'aide aux pesticides sera encore généralement nécessaire pour améliorer la production agricole.