



DOI:10.22144/ctujos.2024.404

THÀNH PHẦN TUYẾN TRÙNG KÝ SINH TRÊN CÂY CHANH GIẤY (*Citrus aurantifolia*) Ở MỘT SỐ VÙNG CANH TÁC TRỌNG ĐIỂM TẠI TỈNH TIỀN GIANG

Đặng Thị Kim Uyên, Nguyễn Gia Huy*, Trần Thị Thu Trâm, Lê Thị Ngọc Tiên, Võ Thị Thanh
Lộc và Nguyễn Văn Hòa

Viện Cây ăn quả miền Nam

*Tác giả liên hệ (Corresponding author): giahuybvtv@gmail.com

Thông tin chung (Article Information)

Nhận bài (Received): 22/01/2024

Sửa bài (Revised): 14/03/2024

Duyệt đăng (Accepted): 12/04/2024

Title: Composition of plant parasitic nematodes on gíay lime (*Citrus aurantifolia*) in some key cultivation areas in Tien Giang province

Author(s): Dang Thi Kim Uyen, Nguyen Gia Huy*, Tran Thi Thu Tram, Le Thi Ngoc Tien, Vo Thi Thanh Loc and Nguyen Van Hoa

Affiliation(s): Southern Horticultural Research Institute

TÓM TẮT

Chanh giấY (*Citrus aurantifolia*) là loại cây trồng có giá trị thương phẩm và được trồng phổ biến tại tỉnh Tiền Giang. Tuyến trùng ký sinh thực vật là một trong các yếu tố làm giới hạn năng suất, giá trị kinh tế của canh chanh giấY nên ngày càng được quan tâm. Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định mật số và thành phần loài tuyến trùng ký sinh trên cây chanh giấY ở một số vùng canh tác trọng điểm tại tỉnh Tiền Giang như huyện Cái Bè, Cai Lậy, Châu Thành, Chợ Gạo và thành phố Mỹ Tho. Kết quả khảo sát đã xác định được 8 giống tuyến trùng ký sinh gồm: *Tylenchulus*, *Rotylenchulus*, *Aphelenchus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Xiphinema* và *Paratylenchus*. Thành phần tuyến trùng tìm thấy trong đất là *Tylenchulus* (80%) có tần suất bắt gặp cao nhất, tiếp đến là *Rotylenchulus* (63,33%), *Aphelenchus* (60%), *Pratylenchus* (50%), *Helicotylenchus* (46,67%), *Tylenchorhynchus* (46,67%), *Xiphinema* (36,67%) và thấp nhất là *Paratylenchus* (3,33%); ở rễ gồm: *Tylenchulus* (80%), *Rotylenchulus* (63,33%), *Pratylenchus* (46,67%), *Tylenchorhynchus* (40%), *Helicotylenchus* (33,33%). Các loài tuyến trùng *Tylenchulus semipenetrans*, *Pratylenchus coffeae* và *Rotylenchulus reniformis* được xác định là những loài hiện diện phổ biến trên vùng rễ cây chanh giấY tại tỉnh Tiền Giang.

Từ khóa: Chanh GiấY, tỉnh Tiền Giang, tuyến trùng ký sinh thực vật, vùng canh tác trọng điểm

ABSTRACT

Gíay lime (*Citrus aurantifolia*) is a commercially valuable crop widely cultivated in Tien Giang province. Meanwhile, plant parasitic nematodes are one of the factors that limit productivity and economic of gíay lime and are of increased concern. This study identified the density and composition of nematodes on Gíay lime trees in some main cultivated areas in Tien Giang province such as Cai Be, Cai Lay, Chau Thanh, Cho Gao districts and My Tho city. The results identified 8 types of nematodes, including *Tylenchulus* sp., *Rotylenchulus* sp., *Aphelenchus* sp., *Pratylenchus* sp., *Helicotylenchus* sp., *Tylenchorhynchus* sp., *Xiphinema* sp. and *Paratylenchus* sp.. The most significant frequency explored in the soil sample was *Tylenchulus* sp. (80%), followed by *Rotylenchulus* sp. (63.33%), *Aphelenchus* sp. (60%), *Pratylenchus* sp. (50%), *Helicotylenchus* sp. (46.67%), *Tylenchorhynchus* sp. (46.67%), *Xiphinema* sp. (36.67%) and the lowest was *Paratylenchus* sp. (3.33%). In roots, *Tylenchulus* sp. was (80%), *Rotylenchulus* sp. (63.33%), *Pratylenchus* sp. (46.67%), *Tylenchorhynchus* sp. (40%), *Helicotylenchus* sp. (33.33%). The nematode species *Tylenchulus semipenetrans*, *Pratylenchus coffeae* and *Rotylenchulus reniformis* were identified as species commonly present on the rhizosphere of Gíay lime trees in Tien Giang province.

Keywords: Gíay lime, key cultivation areas, plant Parasitic Nematodes, Tien Giang

1. GIỚI THIỆU

Chanh là một loại quả được sản xuất ở nhiều khu vực trên thế giới, ước tính đến năm 2018 sản lượng toàn cầu của loại trái cây này đạt 7,3 triệu tấn (M'hiri et al., 2018). Nước chanh chứa một lượng lớn hợp chất dinh dưỡng quan trọng như vitamin C, acid citric và nhiều loại khoáng chất khác (Makni et al., 2018). Ngoài ra, vỏ quả chanh cũng được sử dụng làm phụ phẩm để chiết xuất một số hợp chất như tinh dầu, pectin (Fidalgo et al., 2016), chất xơ và polyphenol (Gómez-Mejía et al., 2019), hai hợp chất limonoid và flavonoid trong hạt chanh được nghiên cứu có khả năng chữa được bệnh ung thư (Kim et al., 2012). Ở Việt Nam, cây chanh được trồng khá phổ biến và có sự đa dạng về giống trồng; tỉnh Tiền Giang có diện tích trồng giống chanh Giấy khá phổ biến và là nguồn thu nhập kinh tế tại khu vực này. Tuyến trùng được xem là đối tượng tiềm ẩn, khó kiểm soát và là một trong những tác nhân làm giới hạn hàng đầu trên cây chanh nói riêng và cây có múi nói chung thông qua các triệu chứng như khiến rễ giảm khả năng hấp thu nước và dinh dưỡng, giảm sự phát triển của chồi, làm lá bị vàng và rụng khi mật số tuyến trùng trong đất gia tăng (Irshad et al., 2012); ngoài ra sự tấn công của chúng làm rễ dễ nhiễm *Fusarium oxysporum* và *F. solani* hơn (O'Bannon et al., 1967). Nhiều báo cáo đã ghi nhận hơn 80 loài tuyến trùng hiện diện trên cây có múi và chưa giống cây nào được báo cáo là có khả năng kháng hoặc không phải là vật chủ đối với tuyến trùng (Jabbar & Abedulridah, 2023). Cây bị nhiễm tuyến trùng với mật độ cao sẽ yếu, nhỏ, lá màu vàng rụng sớm và các cành thường có triệu chứng chết dần (Luqaa, 2021). Tại Việt Nam, Thanh (2002) đã ghi nhận trên cây 21 loài tuyến trùng ký sinh trong đó các loài như *Tylenchulus semipenetrans*, *Rotylenchulus reniformis*, *Meloidogyne incognita* và *Xiphinema* spp. được xem là nguy hiểm, cần được kiểm soát sự hiện diện và phòng trừ khi mật số gia tăng. Nghiên cứu của Pháp và ctv. (2016) cũng đã ghi nhận có 9 loài tuyến trùng ký sinh thực vật trên đất trồng cam tại huyện Cao Phong, tỉnh Hòa Bình, loài *T. semipenetrans* có tần suất bắt gặp cao nhất là 74,4%. Tiền Giang hiện có diện tích cây ăn trái toàn tỉnh là 82.630 ha, sản lượng đạt trên 1,7 triệu tấn/năm và là tỉnh có diện tích cây ăn trái lớn nhất cả nước. Tuy nhiên, tuyến trùng là một tác nhân làm giảm năng suất, gây hại tiềm tàng, tạo vết thương cơ giới cho mầm bệnh thứ cấp và là mầm bệnh tích lũy mật số theo thời gian. Một vấn đề khác, thành phần loài tuyến trùng ký sinh trên cây chanh (đặc biệt là giống chanh Giấy) tại tỉnh Tiền Giang vẫn chưa được nghiên cứu. Vì vậy, nghiên cứu này

được thực hiện nhằm xác định thành phần loài tuyến trùng ký sinh trên cây chanh Giấy để có biện pháp quản lý hiệu quả.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu: tuyến trùng ký sinh thực vật liên quan trên cây chanh Giấy.

Địa điểm nghiên cứu: các huyện Châu Thành, Chợ Gạo, Cai Lậy, Cái Bè và thành phố Mỹ Tho thuộc địa phận tỉnh Tiền Giang.

Địa điểm phân tích mẫu: phòng thí nghiệm và nhà lưới Viện cây ăn quả miền Nam.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Số lượng mẫu nghiên cứu

Số lượng mẫu đã thu: Tổng số mẫu nghiên cứu bao gồm 30 mẫu đại diện (mỗi mẫu đại diện bao gồm 1 mẫu đất và 1 mẫu rễ). Kích thước mẫu nghiên cứu: vườn chanh được lựa chọn ngẫu nhiên theo các khu vực trọng điểm (mỗi khu vực 6 mẫu đại diện).

2.2.2. Một số phương pháp thực hiện trong nghiên cứu

Thu mẫu

Nông dân được khảo sát điều tra về hiện trạng vườn chanh, sau đó thu mẫu theo dạng zig zag. Mỗi mẫu lấy 5 điểm, mỗi điểm được lấy khoảng 200 g sau đó gộp thành một mẫu sao cho khối lượng mẫu đất đạt từ 1 kg và mẫu rễ từ 20 g. Mẫu được trữ trong túi polyetylen, sau đó được bảo quản trong thùng xốp và tiến hành vận chuyển về phòng để phân tích.

Tách lọc mẫu

Mẫu đất được thực hiện theo phương pháp tách lọc của Baermann (1985):

- Lấy mẫu thu từ thực địa bao gồm cả rễ và đất, đặt vào trong một bình chứa và trộn đều, tách rễ ra để ly trích tuyến trùng và cân lấy 500 g đất

- Đặt 500 g đất vào trong một xô có chứa nước, ngâm từ 30 đến 60 phút tùy theo loại đất, sau đó bóp nhuyễn đất và lọc qua một rây thô có đường kính lỗ khoảng 1 mm; thu hồi rễ giữ lại trên rây để phân tích tuyến trùng và loại bỏ các phần vật chất lớn

- Để phần nước lọc từ rây thô lắng trong khoảng 10 phút, sau đó tiếp tục lọc qua rây mịn với đường kính lỗ là 0,02 mm

- Loại bỏ phần nước đi qua rây mịn và phần vật chất giữ lại trên rây mịn được chuyển vào một cốc thủy tinh

– Đổ nước vào xô đầy và lặp lại bước 4 thêm hai lần nữa với thời gian chờ lắng giảm xuống lần lượt là 5 phút và 1 phút cho mỗi lần lặp

– Đổ phần huyền phù thu được trong cốc thủy tinh qua một rây lọc tinh đã được chuẩn bị sẵn với lớp khăn giấy, đặt trên một đĩa Petri nhựa; thêm nước sao cho vừa đủ chạm vào phần vật chất ở phía trên

– Để rây lọc tinh ở nhiệt độ phòng, thêm nước khi cần thiết; sau khoảng 2 ngày, thu huyền phù chứa tuyến trùng từ đĩa petri để sử dụng cho các phân tích tiếp theo

Mẫu rễ dựa theo phương pháp của Hooper et al. (2005):

– Rửa sạch các rễ dưới vòi nước sau khi đã tách chúng khỏi đất

– Cân 20 g rễ, sau đó cắt nhỏ các rễ thành từng đoạn dài 0,5 - 1 cm, tiếp tục trộn đều và cân lại 5 g mỗi mẫu để tiếp tục quy trình

– Đặt rễ đã cắt vào một rây tinh có lót sẵn khăn giấy và trải đều các đoạn rễ trên bề mặt khăn giấy trong rây tinh, tạo thành một lớp mỏng, đặt rây tinh vào trong một đĩa petri nhựa rồi đổ nước vào đĩa petri sao cho lượng nước vừa đủ ngập lớp rễ, giữ rây lọc tinh ở nhiệt độ phòng và thêm nước khi cần thiết để duy trì độ ẩm; sau 2 ngày, thu huyền phù chứa tuyến trùng từ đĩa petri để sử dụng cho các thí nghiệm tiếp theo

Sau 24 giờ, tiến hành quan sát mẫu và sau 48 giờ sẽ thực hiện công tác đếm mẫu.

Giám định mẫu

Sau khi thu được huyền phù có chứa tuyến trùng, các đặc điểm hình thái học được quan sát như: vùng môi, dạng kim, dạng đế kim, điều, thực quản tuyến, DGO (lỗ đổ tuyến thực quản lưng), vị trí lỗ bài tiết, phần ruột, dạng vị trí lỗ đẻ trứng, dạng âm hộ, đặc điểm buồng trứng, dạng gai giao cấu, trợ gai, tinh hoàn, phasmids, vùng sáng, dạng đuôi... theo khóa phân loại của Siddiqi (2000) kết hợp với số đo hình thái lượng theo công thức của de Man (1880) được trích dẫn bởi Châu và Thanh (2000).

Đếm mẫu

Sau 48 giờ, mẫu được đếm, các mẫu nghiên cứu được đưa về cùng một thể tích (10 mL) rồi rút 1 mL dung huyền phù và trải đều trên lame đếm tuyến trùng. Mỗi mẫu đếm 3 lần.

Công thức đánh giá tính theo Norton (1978) (được trích dẫn bởi Chen et al., 2012):

1. Mật số trung bình (MSTB):

$$MSTB = N_{mẫu} = (V_{tổng} \times V_{đếm}) \div n_{đếm}$$

2. Tần suất bắt gặp (Absolute Frequency - AF):

3. AF (%) = Số mẫu của một giống ÷ Tổng số mẫu đã thu x 100

4. Tần suất tương đối (Relative Frequency - RF):

RF (%) = AF (%) ÷ Tổng tần suất của tất cả các giống

5. Chỉ số giá trị ưu thế (Prominence Value - PV):

$$PV = \text{Mật số} \times \sqrt{\text{Tần suất bắt gặp (AF)}}$$

6. Phần trăm số lượng tuyến trùng mỗi giống (%) = Tổng số lượng hiện diện của một giống tuyến trùng tại tất cả các mẫu ÷ Tổng số lượng hiện diện của tất cả giống tuyến trùng tại tất cả các mẫu x 100 (Nguyễn và ctv., 2015).

2.2.3. Chỉ tiêu theo dõi:

Mật số trung bình, tần suất bắt gặp, chỉ số ưu thế và phần trăm số lượng tuyến trùng mỗi giống hiện diện trong mẫu đất và mẫu rễ trên cây chanh được xác định.

Các giống/ loài tuyến trùng hiện diện được định danh.

Sự hiện diện của các giống/ loài tuyến trùng tại các địa điểm khảo sát được đánh giá.

Thông qua đó, giống/ loài gây hại quan trọng trên cây chanh được xác định.

2.3. Xử lý số liệu

Các chỉ số về mật số và biểu đồ tuyến trùng được tổng hợp và xử lý trên phần mềm Microsoft Excel 2016. Mật số tuyến trùng được kiểm định sự khác biệt thống kê qua phân hạng LSD. Các phân tích thống kê được thực hiện trên phần mềm SPSS 22.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Thành phần tuyến trùng ký sinh cây chanh tại tỉnh Tiền Giang

Kết quả điều tra đã xác định thành phần tuyến trùng hiện diện trong vùng rễ cây chanh Giấy tại tỉnh Tiền Giang rất đa dạng, trong đó có các loài ký sinh gây hại rễ chanh có mật số cao. Qua phân tích đã phát hiện 12 loài thuộc 8 giống, 5 họ thuộc 3 bộ tuyến trùng ký sinh thực vật (Bảng 1). Hình thái tuyến trùng được mô tả như sau:

Aphelenchus avenae: Mẫu chỉ tìm thấy con cái chưa ghi nhận con đực, sau khi cố định nhiệt cơ thể (L= 670-880 μm) thường cong về phía bụng, vùng

môi trong đẹt, kim hút ngắn (14-17 μm) và đế thường không rõ. Thực quản trước có dạng hình trụ, điều giữa thường to và có van bán nguyệt, lỗ bài tiết nằm ngang với vòng thân kinh, hemizonid nằm phía sau lỗ bài tiết khoảng 3-4 vòng cutin. Hệ sinh dục có một buồng trứng thẳng và lỗ đẻ trứng thường cách đầu khoảng (72,5- 75%) so với cơ thể. Hậu môn nối trực tiếp với ruột và chóp đuôi thường tròn tù.

Tylenchorhynchus leviterminalis: con cái được mô tả hình thái tương đối dài (L=720-760 μm), vùng bên có 4 đường, vùng môi nhô cao, stylet dài, thường mảnh (17,5-20 μm), dạng mỏ neo ngược thường cong về phía môi. Điều giữa hình từ oval đến cầu và van phát triển mạnh. Hệ sinh dục có hai buồng trứng đối xứng qua lỗ đẻ trứng và lỗ đẻ trứng thường nằm giữa cơ thể (51-56%). Đuôi bo tròn dạng dùi trống, có một phasmid nằm phía sau cách hậu môn khoảng 4-6 vòng cutin. Con đực có đặc điểm tương tự con cái trừ đặc điểm giới tính, gai sinh dục (spic = 22-25 μm) thường hướng về phía bụng, trợ gai ngắn (10-13,6 μm), cánh màng đuôi rộng và kéo dài hết mút đuôi dạng peloderal.

Tylenchorhynchus nudus: Nghiên cứu chỉ ghi nhận con cái trong mẫu được mô tả cơ thể có kích thước thường tương đối lớn (L=750-810 μm), dạng hình trụ. Vùng môi dẹp dạng bán cầu nhô về phía trước. Kim dài (20-22,5 μm) và đế kim hơi vát về phía sau. Hệ thực quản có điều giữa hơi oval, thực quản tuyến dạng quả lê thường không che ruột, lỗ bài tiết thường nằm trước thực quản tuyến. Âm hộ thường nằm gần giữa cơ thể (55,2-58%), gồm hai buồng trứng thẳng và đối xứng. Đuôi thường có dạng trụ hơi tù đến chóp.

Pratylenchus brachyurus: Chỉ ghi nhận con cái trong mẫu nghiên cứu với các đặc điểm cơ thể (L = 480-620 μm) có 4 đường bên, vùng môi thấp và khô thường có hai vòng cutin và vòng thứ nhất thường có dạng viền góc cạnh, stylet ngắn (18,5 - 21,2 μm) và khô, đế kim to, điều giữa có dạng hình cầu, thực quản tuyến che ruột về phía bụng, lỗ bài tiết thường nằm phía sau van ruột - thực quản. Hệ sinh sản có buồng trứng đơn, túi chứa tinh thường không được tìm thấy, âm hộ (vulva) nằm phía sau so với cơ thể khoảng từ 82 đến 85% và thường nhô ra, cuối đuôi có dạng chóp hoặc hơi tù.

Pratylenchus coffeae: Sau khi cố định bằng nhiệt cơ thể thường hơi cong về phía bụng, cơ thể con cái (415-670 μm) vùng bên có 4 đường, đầu có hai vòng cutin, vùng môi chắc và stylet (16-18 μm) ngắn, khô với đế kim hình tròn. Thực quản trước ngắn và hẹp lại ở phần điều giữa, điều giữa có dạng hình cầu, thực quản tuyến kéo dài che ruột về phía bụng, lỗ

bài tiết nằm ngang với van ruột - thực quản. Hệ sinh dục có một buồng trứng và túi chứa tinh hình oval, lỗ đẻ trứng thường nằm 77-82% so với cơ thể. Đuôi tròn và mút đuôi nhẵn. Con đực đáng mạnh hơn con cái, gai sinh dục (spicule) kích thước từ spic = 17-17,5 μm cong về phía bụng, cánh màng đuôi kéo dài đến mút đuôi và đuôi hình chóp. Kết quả này phù hợp với mô tả của Castillo & Vovlas (2007) về mô tả đặc điểm các loài thuộc giống *Pratylenchus*.

Rotylenchulus reniformis: Thường ghi nhận con cái tuổi 4 (J4) trong đất với đặc điểm đặc trưng của họ Hoplolaimidae được mô tả cơ thể (L= 355-400 μm) sau khi cố định bằng nhiệt thường cong lại, vùng môi có 5 vòng cutin nhỏ dạng hình chóp, hơi nhô ra. Kim hút (Stylet) mảnh (17-18,5 μm) với đế tròn, điều giữa thường có dạng oval và van bên trong phát triển, thực quản tuyến thường che ruột về phía bụng, lỗ bài tiết thường nằm giữa eo thực quản (Isthmus). Lỗ đẻ trứng nằm gần ở nửa phía sau cơ thể (V = 64,2-68%). Đuôi hình chóp với mút đuôi tròn tù.

Helicotylenchus crenacauda: Con cái sau khi cố định bằng nhiệt thường xoắn lại (L=545-630 μm), vùng môi thường nhô ra dạng bán cầu có 4-5 vòng cutin, kim dài nhưng mảnh (25-27 μm), đế kim hơi lõm. Điều giữa hình cầu, thực quản tuyến thường che ruột. Lỗ bài tiết thường nằm phía trước van ruột - thực quản. Hemizonid nằm ngay dưới lỗ bài tiết. Hệ sinh dục phát triển, thường có lỗ đẻ trứng (vulva) nằm gần giữa cơ thể (V=61-64,7%), gồm hai buồng trứng đối xứng nhau qua vulva. Cuối mút đuôi thường có một mucro rất phát triển, trên vỏ cutin trên mucro thường lõm vào và có nhiều nếp gấp, phasmid nằm phía trước hậu môn từ 7 từ 12 vòng cutin. Con đực không tìm thấy trong mẫu.

Helicotylenchus digonicus: Cơ thể con cái thường xoắn lại sau khi cố định bằng nhiệt (L=520-700 μm). Vùng môi thường nhô về phía trước có từ 3 vòng cutin. Kim thường mảnh (25-27 μm) và đế kim dạng hình thuôn nhưng hơi lõm về phía môi. Lỗ bài tiết nằm trước van thực quản - ruột. Hemizonid thường nằm phía trước cách lỗ bài tiết 2 vòng cutin. Điều giữa dạng cầu rất phát triển, thực quản tuyến che ruột. Hệ sinh dục có hai buồng trứng thường đối xứng nhau qua lỗ đẻ trứng (V > 60%). Đuôi thường cong về phía lưng cuối đuôi thường có một mucro ngắn, phasmid nằm phía trước hậu môn từ 14-15 vòng cutin Con đực không tìm thấy trong mẫu.

Helicotylenchus retusus: Sau khi cố định bằng nhiệt cơ thể, con cái thường xoắn lại và có kích thước tương đối lớn (L=730-765 μm), có 4 đường bên, các incisures của đường bên rời nhau. Kim

thường mảnh (26-26,3 µm) và để kim với hai cạnh ngoài thường cong về phía trước. Lỗ bài tiết nằm ngang với van thực quản-ruột hemizonid nằm phía trước lỗ bài tiết khoảng 1-2 vòng cutin. Điều giữa có dạng hình cầu, thực quản tuyến che ruột. Hệ sinh dục có hai buồng trứng thường đối xứng nhau qua lỗ trứng (vulva) và vulva nằm gần giữa cơ thể (V>60%) có cấu trúc màng (epiptigma), túi chứa tinh to và chứa tinh trùng. Đuôi có dạng hình trụ và phân đốt, nút đuôi rộng tròn.

Paratylenchus sp.: Sự hiện diện của loài này rất ít và chỉ xuất hiện 1/30 mẫu ghi nhận; trong suốt quá trình khảo sát chỉ tìm thấy ấu trùng nên công tác xác định loài gặp nhiều khó khăn.

Xiphinema insigne: Sau khi cố định nhiệt cơ thể, loài này thường cong lại (L>2000 µm). Hình dáng thường thon dần về phía đuôi. Vùng đầu hơi dẹp, phân biệt với cơ thể thường nhờ phần hơi lõm ở thân. Stylet (148-166 µm) bao gồm hai phần là odontostyle (95-100 µm) có gốc hình xiên với odontophore (53-65,8 µm), loe rộng về phía sau tạo thành gốc kim, gốc kim có dạng hình trái tim ngược hướng về phía môi. Thực quản gồm hai phần: thực quản trước dài và gấp khúc lại tại nơi tiếp giáp với thực quản sau (hình trụ). Vulva cách 27 - 32% so với chiều dài cơ thể gồm hai buồng trứng (amphididelphic) có kích thước khác nhau và gấp lại. Đuôi có dạng hình chóp dài và cong về phía bụng thường có 3 cặp nhú ở từng mặt bên đuôi. Loài này cũng được báo cáo xuất hiện quanh vùng rễ cam (*Citrus aurantium*) (Châu và Thanh, 2000).

3.2. Đặc điểm quần xã tuyến trùng ký sinh cây chanh Giấy tại tỉnh Tiền Giang

Ba mươi mẫu đất trồng chanh đã được khảo sát, có 8 giống tuyến trùng xuất hiện ở tỉnh Tiền Giang bao gồm *Aphelenchus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*, *Tylenchorhynchus*, *Tylenchulus*, *Paratylenchus* và *Xiphinema* (Bảng 2). Trong đó, *Tylenchulus* là giống hiện diện với mật số trung bình cao nhất (770,78 cá thể/ 500g đất) khác biệt thống kê ở mức ý nghĩa 1%, kể đến là các giống có mật số tuyến trùng từ cao đến thấp lần lượt *Rotylenchulus* (353,33 cá thể / 500g đất), *Pratylenchus* (135,87 cá thể / 500g đất), *Tylenchorhynchus* (111,11 cá thể / 500g đất), *Helicotylenchus* (91,33 cá thể / 500g đất) và *Aphelenchus* (64,22 cá thể / 500g đất) và giống có ghi nhận nhưng mật số thấp và không chiếm ưu thế cao là *Xiphinema* và *Paratylenchus*. Về chỉ số ưu thế giữa các giống cũng có sự chênh lệch giống *Tylenchulus* đạt 689,40 cao nhất so với các giống khác, giống *Rotylenchulus* đạt 281,19 (chủ yếu ghi nhận con non và thành trùng đực) do con cái trưởng thành chỉ ký sinh trong rễ, giống *Pratylenchus* đạt 96,07 và các loài khác giá trị ưu thế thấp hơn. Do đó, dựa vào dữ liệu này cũng cho thấy 3 giống *Tylenchulus*, *Rotylenchulus* và *Pratylenchus* là các giống ưu thế trong đất. Trong cuộc điều tra của Pháp và ctv. (2016) tại một số vườn cam ở Cao Phong, Hòa Bình cũng ghi nhận sự hiện diện của ba giống tuyến trùng này; trong đó, loài *T. semipenetrans* tần suất xuất hiện với 74,4%.

Bảng 1. Thành phần loài tuyến trùng ký sinh cây chanh Giấy tại tỉnh Tiền Giang

Bộ Aphelenchida Siddiqi, 1980	7. Loài <i>R. reniformis</i> Linford và Oliveira, 1940
Họ Aphelenchidae (Fuchs, 1937) Steiner, 1949	Họ Pratylenchidae Thorne, 1949
Giống <i>Aphelenchus</i> Bastian, 1865	Giống <i>Pratylenchus</i> Filipjev, 1936
1. Loài <i>A. avenae</i> Bastian, 1865	8. Loài <i>P. coffeae</i> (Zimmermann, 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941
Bộ Tylenchida Thorne, 1949	9. Loài <i>P. brachyurus</i> (Godfrey, 1929) Filipjev & Sch. Stekhoven, 1941
Họ Belonolaimidae Whitehead, 1960	Họ Tylenchulidae Skarbilovich, 1947
Giống <i>Tylenchorhynchus</i> Cobb, 1913	Giống <i>Tylenchulus</i> Cobb, 1913
2. Loài <i>T. leviterminalis</i> Siddiqi, Mukherjee & Dasgupta, 1982	10. Loài <i>T. semipenetrans</i> Cobb, 1913
3. Loài <i>T. nudus</i> Allen, 1955	Giống <i>Paratylenchus</i> Micoletzky, 1922
Họ Hoplolaimidae Filipjev, 1934	11. Loài <i>Paratylenchus</i> sp.
Giống <i>Helicotylenchus</i> Steiner, 1945	Bộ Dorylaimyda Pearse, 1942
4. Loài <i>H. crenacauda</i> Sher, 1966	Họ Longidoridae Thorne, 1935
5. Loài <i>H. digonicus</i> Perry, 1959	Giống <i>Xiphinema</i> Cobb 1913
6. Loài <i>H. retusus</i> Siddiqi & Brown, 1964	12. Loài <i>X. insigne</i> Loos, 1949
Giống <i>Rotylenchulus</i> Linford và Oliveira, 1940	

Ghi chú: Dựa theo khóa phân loại của Châu và Thanh (2000); Siddiqi (2000).

Ở mẫu rễ mật số tuyến trùng ký sinh trên cây chanh tại tỉnh Tiền Giang được trình bày ở Bảng 3, trong đó ghi nhận 5 giống và qua phân tích mẫu rễ cho thấy, giống *Tylenchulus* có mật số cao đứng đầu (155,78 cá thể/5g rễ) và chỉ số ưu thế cao nhất, kế đến là các giống *Pratylenchus* (84,77 cá thể/ 5g rễ), *Rotylenchulus* (61,56 cá thể/ 5g rễ) với mật số thống kê tương đương nhau. Còn lại gồm *Tylenchorhynchus* và *Helicotylenchus* có mật số bắt gặp trong mẫu rễ ít nhất. Tuyến trùng *Tylenchulus semipenetrans* và *Pratylenchus* spp. đều có khả năng ký sinh và gây hại cao, vì theo Abu Habib et al. (2020), chúng được tìm thấy hầu hết trong các mẫu phân tích cây có múi tại Ai Cập, và là nguyên nhân giúp các mầm bệnh trong đất có cơ hội tấn công thông qua các vết thương do tuyến trùng gây ra trên rễ. Kết quả này tương đồng với nghiên cứu của Kumar & Arthus (2021) khi cho rằng *Tylenchulus semipenetrans*, *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae* và *Meloidogyne* spp. gây hại cây có múi trên toàn thế giới. Tuy nhiên, loài *Radopholus similis* chưa được ghi nhận tại Việt Nam và cũng nằm trong danh sách kiểm dịch thực vật của Việt Nam. Nghiên cứu này cũng cho thấy đến thời điểm hiện tại vẫn chưa ghi nhận loài này tại khu vực nghiên cứu.

Về tần suất bắt gặp (%) của 8 giống tuyến trùng hiện diện trên mẫu đất và mẫu rễ có sự khác nhau (Hình 1). Giống *Tylenchulus* và *Rotylenchulus* hiện diện phổ biến trong các mẫu phân tích với tần suất xuất hiện lần lượt là 80% và 63,33%. Giống *Aphelenchus* không hiện diện ở mẫu rễ nhưng ở mẫu đất có tần suất bắt gặp 60%; theo Wood (1973) ghi nhận loài *Aphelenchus avenae* là tuyến trùng thực vật có khả năng ký sinh và sinh sản trên một số vật chủ khác nhau, bao gồm rễ non, mô sẹo, nấm và rêu.

Pratylenchus có tần suất bắt gặp ở mẫu rễ là 46,67% và trong đất là 50%. Ở mẫu rễ, giống *Tylenchorhynchus* và *Helicotylenchus* có tần suất bắt gặp là 40% và 33,33%, tuy nhiên hai giống này được ghi nhận ngoại ký sinh là chủ yếu nhưng một số nghiên cứu khác cũng ghi nhận chúng có thể bán nội ký sinh di động trên rễ cây trồng (Bridge & Hague, 1974); 2 giống tuyến trùng *Xiphinema* và *Paratylenchus* không xuất hiện ở mẫu rễ, nhưng có tần suất bắt gặp ở mẫu đất lần lượt là 36,67% và 3,33%. Tại khu vực khảo sát, sự hiện diện của loài *T. semipenetrans* được bắt gặp hầu hết trong các mẫu phân tích đất và rễ trong nghiên cứu cho thấy cây chanh là ký chủ tương thích. Theo Verdejo-Lucas & McKenry (2004), đây là loài quan trọng và có khả năng thiết lập quần thể trên các vùng trồng cây có múi, là nguyên nhân gây thiệt hại năng suất từ 10 đến 30% trên toàn thế giới.

Kết quả biểu đồ Hình 2 về tần suất tương đối (%) trong mẫu đất giống *Aphelenchus* chiếm 21,60% cao hơn so với các giống còn lại. Giải thích cho vấn đề này là do giống được ghi nhận thường xuyên ký sinh nấm và mật số cao của chúng tỷ lệ thuận với mật độ nấm trong đất (Wood, 1973), kể đó *Tylenchulus* đạt 19,20%, *Rotylenchulus* (15,20%) chủ yếu ghi nhận là ấu trùng và con đực trong đất, do con cái bán nội ký sinh trong rễ. Mặt khác, các loài khác chiếm tỷ lệ nhỏ hơn và các đánh giá tùy vào từng khu vực khảo sát. Mẫu rễ ghi nhận *Tylenchulus semipenetrans* chiếm 30%, *Rotylenchulus* chiếm 23,75%, *Pratylenchus* (18,75%), *Tylenchorhynchus* (15%), *Helicotylenchus* (12,5%). Trong cuộc điều tra của Abd-Elgawad (2020) cũng ghi nhận các giống tuyến trùng gây hại này gắn liền với rễ cây có múi tại Ai Cập.

Bảng 2. Thành phần tuyến trùng ký sinh cây chanh trong mẫu đất (cá thể/ 500 gram đất)

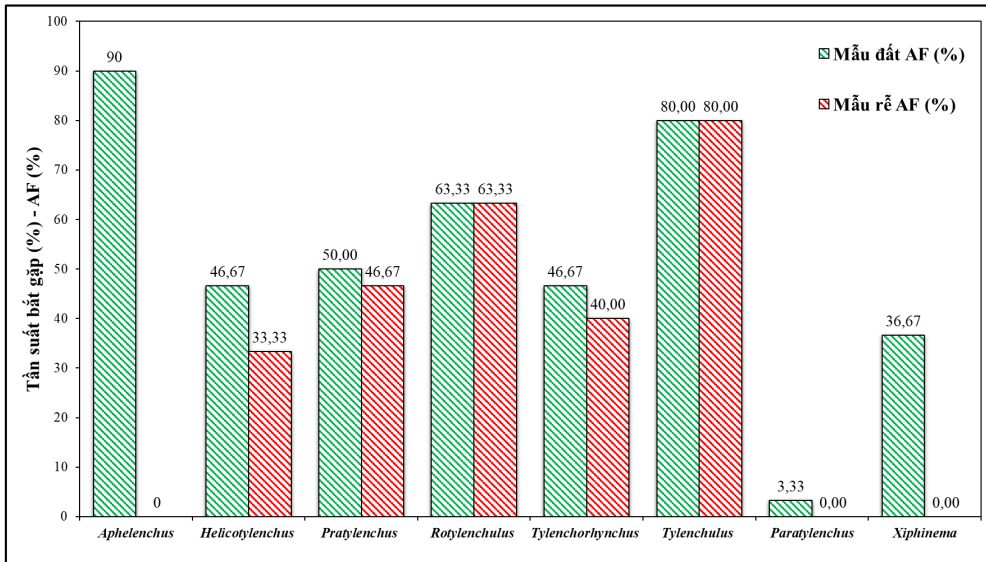
STT	Giống	Mật số trung bình ± Sai số	Thấp nhất - Cao nhất	Chỉ số ưu thế (PV)
1	<i>Aphelenchus</i>	64,22 ^b ±10,19	0 - 220	60,93
2	<i>Helicotylenchus</i>	91,33 ^b ±40,79	0 - 973	62,39
3	<i>Paratylenchus</i>	0,15 ^b ±0,15	0 - 4	0,03
4	<i>Pratylenchus</i>	135,87 ^b ±31,64	0 - 671	96,07
5	<i>Rotylenchulus</i>	353,33 ^b ±143,87	0 - 2853	281,19
6	<i>Tylenchorhynchus</i>	111,11 ^b ±47,95	0 - 1380	75,90
7	<i>Tylenchulus</i>	770,78 ^a ±323,91	0 - 7880	689,40
8	<i>Xiphinema</i>	15,11 ^b ±6,12	0 - 160	9,15
Mức ý nghĩa		**		

Ghi chú: Trong cùng một cột, giá trị có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phân tích thống kê. **: Khác biệt ở ý nghĩa 1%.

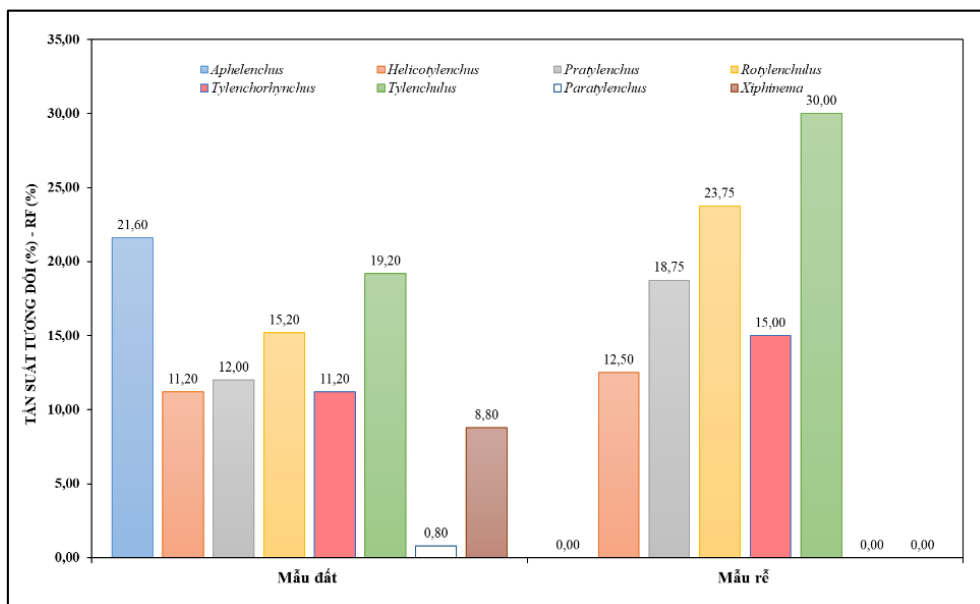
Bảng 3. Thành phần tuyến trùng ký sinh cây chanh trong mẫu rễ (cá thể/ 5 gram rễ)

STT	Giống	Mật số trung bình± Sai số	Thấp nhất - Cao nhất	Chỉ số ưu thế (PV)
1	<i>Helicotylenchus</i>	17,56 ^c ±6,14	0 - 113	10,39
2	<i>Pratylenchus</i>	84,77 ^b ±19,59	0 - 273	57,91
3	<i>Rotylenchulus</i>	61,56 ^{bc} ±18,42	0 - 413	48,99
4	<i>Tylenchorhynchus</i>	10,67 ^c ±3,35	0 - 73	6,96
5	<i>Tylenchulus</i>	155,78 ^a ±56,94	0 - 1267	139,33
Mức ý nghĩa		**		

Ghi chú: Trong cùng một cột, giá trị có chữ theo sau khác nhau thì khác biệt ở mức ý nghĩa 1% qua phân tích thống kê. **: Khác biệt ở ý nghĩa 1%.



Hình 1. Tần suất (%) bắt gặp trong mẫu đất và rễ tuyến trùng ký sinh trên cây chanh tại tỉnh Tiền Giang



Hình 2. Tần suất (%) tương đối trong mẫu đất và rễ tuyến trùng ký sinh trên cây chanh tại tỉnh Tiền Giang

3.3. Phân trăm số lượng của mỗi giống tuyến trùng ký sinh cây chanh tại tỉnh Tiền Giang

Tỉ lệ về số lượng của các giống tuyến trùng ký sinh trên cây chanh (Hình 3) có thể thấy nhóm tuyến trùng bán nội ký sinh có sự hiện diện cao, giống *Tylenchulus* có số lượng cá thể xuất hiện cao nhất trong các mẫu (49,99%), giống *Rotylenchulus* (22,92%), *Tylenchorhynchus* (7,21%) kế đến là nhóm nội ký sinh di chuyển *Pratylenchus* (8,81%) đứng thứ 3; theo sau là các giống thuộc nhóm ngoại ký sinh, *Helicotylenchus* (5,92%), *Aphelenchus* (4,17%) và *Paratylenchus* (0,01%), nhóm tuyến trùng *Xiphinema* có số lượng bắt gặp là 0,98%.

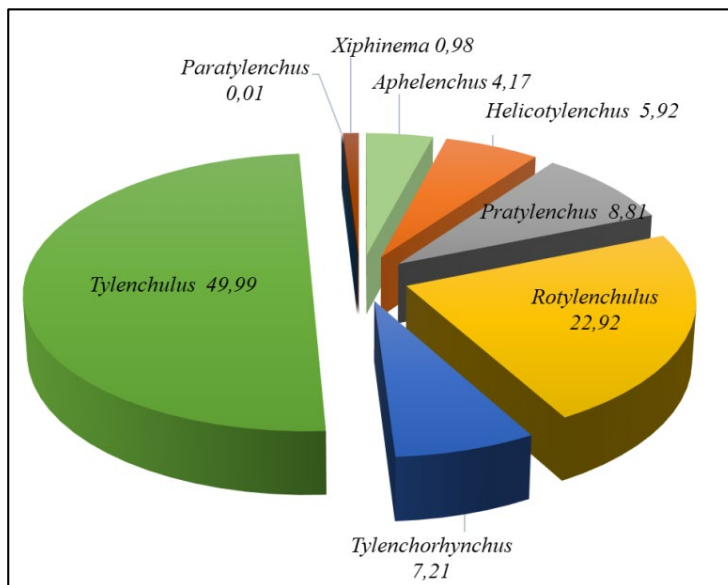
Sự hiện diện về phân trăm số lượng của mỗi giống cho thấy tuyến trùng hiện diện trên chanh có sự đa dạng về giống và nhóm tuyến trùng gây hại. Qua nghiên cứu, các giống *Tylenchulus*, *Rotylenchulus* và *Pratylenchus* hiện diện đứng đầu về mật số, tần suất bắt gặp và tần suất tương đối trong mẫu đất và mẫu rễ đã quan sát. Kết quả sát này tương đồng với các nghiên cứu của O'Bannon et al. (1972), Abd-Elgawad (2020) và Bozbuga et al. (2023) về thành phần các loài tuyến trùng ký sinh chủ yếu trên cây có múi. Điều này cho thấy tuyến trùng đã xác lập quần thể gây ra các tổn thương trên rễ và có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp như tạo điều kiện thuận lợi cho nhiều mầm bệnh có nguồn

gốc từ đất như *Fusarium*, *Phytophthora*,... (Agrios, 2005) gây ảnh hưởng đến khả năng chống chịu của cây chanh ở tỉnh Tiền Giang.

3.4. Phân bố về giống/ loài tuyến trùng trên cây chanh tại tỉnh Tiền Giang

Kết quả phân tích sự phân bố và phân trăm số lượng (cá thể) mỗi giống tuyến trùng thực vật trong đất và rễ được trình bày trong Hình 4. Trong tất cả các khu vực được nghiên cứu, tại mỗi khu vực có sự phân bố khác nhau về giống hiện diện như *Tylenchulus* (Cái Bè và Chợ Gạo), *Rotylenchulus* (Châu Thành), Mỹ Tho (*Helicotylenchus* và *Tylenchulus*) và Cai Lậy (*Pratylenchus* và *Aphelenchus*). Tuy nhiên, tỷ lệ phân trăm của từng loài tuyến trùng biểu hiện sự biến thiên đáng kể giữa các vùng, điều này phản ánh ảnh hưởng của nhiều yếu tố như đặc điểm của đất, phương pháp canh tác, cũng như các yếu tố môi trường khác đến sự phân bố của chúng. Điều này nhấn mạnh tầm quan trọng của việc hiểu biết về các điều kiện cụ thể tại mỗi địa điểm để phát triển các chiến lược quản lý tuyến trùng hiệu quả hơn.

Kết quả phân tích trong mẫu đất và rễ được trình bày ở Hình 5 đã chỉ rõ sự khác nhau về đặc điểm phân bố của các loài ở các vùng canh tác khác nhau. Dựa vào bảng phân bố của các loài tuyến trùng có thể thấy một số đặc điểm như sau:



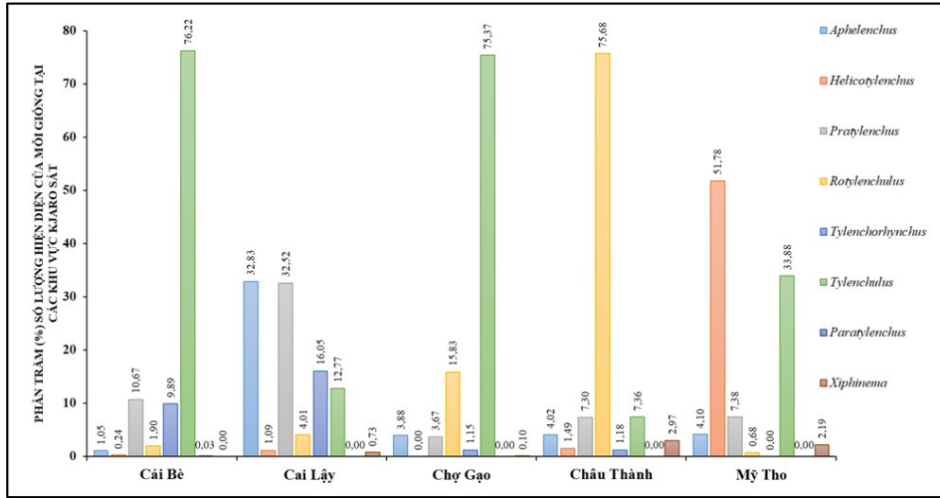
Hình 3. Phân trăm (%) số lượng cá thể tuyến trùng được bắt gặp trên cây chanh

Nhóm tuyến trùng bán nội ký sinh cố định: Tại vùng khảo sát tuyến trùng *Rotylenchulus reniformis* và *Tylenchulus semipenetrans* thuộc nhóm bán nội ký sinh tần suất bắt gặp cao nhất là 5/5 khu vực khảo

sát. Nhóm tuyến trùng bán nội ký sinh di động: Giống tuyến trùng *Helicotylenchus* có tần suất bắt gặp là 5/5 vùng khảo sát và đã tìm thấy 3 loài là *H. digonicus*, *H. retusus* và *H. crenacauda*. Bên cạnh

đó, *Tylenchorhynchus leviterminalis* có tần suất bắt gặp 4/5 vùng khảo sát còn tuyến trùng *T. nudus* chỉ xuất hiện 1/5 khu vực khảo sát. Nhóm tuyến trùng nội ký sinh di động: Giống tuyến trùng *Pratylenchus* đã tìm được 2 loài là *P. coffeae* và *P. brachyurus*. Trong đó, tần suất xuất hiện của *P. coffeae* là 5/5 vùng khảo sát, còn *P. brachyurus* chỉ xuất hiện 2/5 vùng khảo sát. *Pratylenchus* là giống tuyến trùng

gây vết thương rễ, làm chừa ngô cho các vi sinh vật gây hại như nấm và vi khuẩn xâm nhập vào rễ cây chủ. Nhóm tuyến trùng ngoại ký sinh: Tuyến trùng *Paratylenchus* sp. chỉ xuất hiện 1/5 vùng khảo sát. Tuyến trùng *Aphelenchus avenae* xuất hiện 5/5 vùng khảo sát. Nhóm tuyến trùng có khả năng mang virus: *Xiphinema insigne* là loài có khả năng mang truyền virus và tần suất bắt gặp là 3/5 vùng khảo sát.



Hình 4. Phần trăm (%) số lượng tuyến trùng hiện diện tại các khu vực trồng chanh ở tỉnh Tiền Giang



Hình 5. Thành phần tuyến trùng tại các khu vực trồng chanh Giầy ở tỉnh Tiền Giang

Kết quả cho thấy *Tylenchulus semipenetrans*, *Rotylenchulus reniformis* và *Pratylenchus coffeae* là loài tuyến trùng ký sinh có mặt ở hầu hết ở mẫu đất và rễ tại các khu vực khảo sát tại Tiền Giang. Phú và ctv. (2023) ghi nhận tuyến trùng ký sinh trên cây cam quýt ở đồng bằng sông Cửu Long về thành phần giống tuyến trùng hiện diện trên cây có múi và Thanh (2000) cũng ghi nhận một số giống tuyến trùng tương tự nhưng khác về loài hiện diện cho thấy sự phân bố đa dạng về thành phần loài tuyến trùng ở từng khu vực nhưng cũng ghi nhận một số loài quan trọng trên cây có múi như *T. semipenetrans*, *R. reniformis*, *Xiphinema* spp.. Nghiên cứu của Nữ (2012) cũng ghi nhận hai loài *T. semipenetrans* và *P. coffeae* là tác nhân gây hại chính trên cây có múi. Một số khảo sát trên cây có múi tại khu vực miền Bắc như tại tuyến trùng ký sinh cây cam Cao Phong, Hòa Bình như *T. semipenetrans*, *Pratylenchus coffeae*, *P. zaeae*, *Helicotylenchus cavenessis*, *R. reniformis*, *Criconemella magnifica*, *Discocriconemella limitanea*, *Xiphinema radicolica* và *Meloidogyne* (Pháp và ctv., 2017); khảo sát tuyến trùng trên cây chanh vùng trồng rau Xuân Hồng, Nam Định cũng ghi nhận các loài *Pratylenchus zaeae*, *Helicotylenchus cavenessis*, *R. reniformis*, *T. semipenetrans* và *X. elongatum* (Duyên và ctv., 2017) đều tương đồng với kết quả nghiên cứu và cho thấy 3 loài *T. semipenetrans*, *Pratylenchus* spp. và *R. reniformis* là loài quan trọng cần được kiểm soát. Bên cạnh đó, hầu hết các loài đều đã được ghi nhận trên cây có múi, tuy nhiên loài *Tylenchorhynchus nudus* ghi nhận trên cam Đường và cam Sành, *Helicotylenchus crenacauda* và *H. retusus* chỉ ghi nhận trên cam Đường, *Tylenchorhynchus leviterminalis* và *H. digonicus* đã ghi nhận tại Việt Nam, nhưng chưa ghi nhận trên cây

có múi (Châu & Thanh, 2000) và đây là các loài mới ghi nhận trên chanh nói riêng và cây có múi nói chung. Sự hiện diện và phân bố của các giống tuyến trùng thực vật khác nhau không chỉ chịu ảnh hưởng bởi điều kiện canh tác, cấu trúc đất, nhiều yếu tố môi trường khác, và còn phụ thuộc vào mật độ của chúng trong môi trường. Khi mật độ tuyến trùng tăng cao và tần suất xuất hiện của chúng trở nên phổ biến, tác động ký sinh của chúng đối với thực vật cũng trở nên đáng kể. Điều này làm tăng cần thiết phải kiểm soát chặt chẽ, đặc biệt là đối với ba loài tuyến trùng gây hại chính thường gặp: *Tylenchulus semipenetrans*, *Pratylenchus coffeae* và *Rotylenchulus reniformis*. Việc kiểm soát này đòi hỏi sự quan sát cẩn thận và can thiệp kịp thời, nhằm giảm thiểu tác động tiêu cực đến cây trồng và duy trì sự cân bằng sinh thái trong môi trường nông nghiệp.

4. KẾT LUẬN

Tại các vùng trồng chanh ở Tiền Giang ghi nhận 12 loài thuộc 8 giống tuyến trùng với tần suất bắt gặp giảm dần là *Tylenchulus*, *Rotylenchulus*, *Aphelenchus*, *Pratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Tylenchorhynchus*, *Xiphinema* và *Paratylenchus*. Nghiên cứu ghi nhận *Tylenchulus semipenetrans* là loài quan trọng trên cây chanh Giấy thông qua mật số cao, tần suất bắt gặp phổ biến, chỉ số ưu thế cao nhất trong cả mẫu đất và mẫu rễ. Các loài *P. coffeae* và *R. reniformis* có tần suất bắt gặp ít phổ biến hơn nhưng mật số cao ở các mẫu thu.

Kết quả nghiên cứu này là cơ sở dữ liệu quan trọng nhằm xây dựng biện pháp quản lý tuyến trùng ký sinh trên cây chanh Giấy tại tỉnh Tiền Giang.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Abd-Elgawad, M. M. (2020). Managing nematodes in Egyptian citrus orchards. *Bulletin of the National Research Centre*, 44, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00298-9>
- Abu Habib, A. H. A., Younes, H. A., Ibrahim, I. K. A., & Khalil, A. E. (2020). Plant parasitic nematodes associated with citrus trees and reaction of two citrus cultivars to *Tylenchulus semipenetrans* in northern Egypt. *Journal of the Advances in Agricultural Researches*, 25(2), 166-175. <https://doi.org/10.21608/jalexu.2020.161764>
- Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology*. Elsevier.
- Barker, K. R. (1985). Nematode extraction and bioassays. *An Advanced Treatise on Meloidogyne*, 2, 19-35.
- Bozbuga, R., Yildiz, S., Yuksel, E., Özer, G., Dababat, A. A., & İmren, M. (2023). Nematode-citrus plant interactions: host preference, damage rate and molecular characterization of Citrus root nematode *Tylenchulus semipenetrans*. *Plant Biology*, 25(6), 871-879. <https://doi.org/10.1111/plb.13566>
- Bridge, J., & Hague, N. G. M. (1974). The Feeding Behaviour of *Tylenchorhynchus* and *Merlinius* Species and Their Effect On Growth of Perennial Ryegrass. *Nematologica*, 20(2), 119-130. <https://doi.org/10.1163/187529274X00104>
- Castillo, P., & Vovlas, N. (2007). *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): diagnosis, biology, pathogenicity and management. In *Pratylenchus* (Nematoda: Pratylenchidae): *Diagnosis*,

- Biology, Pathogenicity and Management*. Brill. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004155640.i-523>
- Châu, N. N., & Thanh, N. V. (2000). Động vật chỉ Việt Nam: Tuyển trùng ký sinh thực vật, tập 4. *Việt Nam: Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật*.
- Chen, S. Y., Sheaffer, C. C., Wyse, D. L., Nickel, P., & Kandel, H. (2012). Plant-parasitic Nematode Communities and Their Associations with Soil Factors in Organically Farmed Fields in Minnesota. *Journal of Nematology*, 44(4), 361-36.
- Duyên, N. T., Tiên, N. H., Linh, L. T. M., & Pháp, T. Q., (2017). Khảo sát tuyến trùng ký sinh thực vật trên vùng trồng rau Xuân Hồng (Xuân Trường, Nam Định). *Hội thảo Quốc gia Bệnh hại thực vật Việt Nam lần thứ 16*, 292-297.
- Fidalgo, A., Ciriminna, R., Carnaroglio, D., Tamburino, A., Cravotto, G., Grillo, G., ... & Pagliaro, M. (2016). Eco-friendly extraction of pectin and essential oils from orange and lemon peels. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 4(4), 2243-2251. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5b01716>
- Gómez-Mejía, E., Rosales-Conrado, N., León-González, M. E., & Madrid, Y. (2019). Citrus peels waste as a source of value-added compounds: Extraction and quantification of bioactive polyphenols. *Food Chemistry*, 295, 289-299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.136>
- Hooper, D. J., Hallmann J., & Subbotin S. A. (2005). Methods for extraction, processing and detection of plant and soil nematodes. In Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture (pp. 53-86). *Wallingford UK: CABI Publishing*. <https://doi.org/10.1079/9780851997278.0053>
- Irshad, U., Mukhtar, T., Ashfaq, M., Kayani, M. Z., Kayani, S. B., Hanif, M., & Aslam, S. (2012). Pathogenicity of citrus nematode (*Tylenchulus semipenetrans*) on Citrus jambhiri. *J. Anim. Plant Sci*, 22(4), 1014-1018.
- Jabbar, W. J., & Abedulridah, E. M. (2023). Survey of Citrus Nematode *Tylenchulus semipenetrans* Causing Citrus Slow Decline in Karbala Province of Iraq. *Arab Journal of Plant Protection*, 41(1). <https://doi.org/10.22268/AJPP-41.1.008011>
- Kim, J., Jayaprakasha, G. K., Uckoo, R. M., & Patil, B. S. (2012). Evaluation of chemopreventive and cytotoxic effect of lemon seed extracts on human breast cancer (MCF-7) cells. *Food and Chemical Toxicology*, 50(2), 423-430. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.10.057>
- Luqaa, M. H. (2021). Diagnosis of the root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. on tomato in some areas of Karbala province. M.Sc. thesis, *College of Agriculture, University of Karbala, Iraq*. 148 pp.
- M'hiri, N., Ghali, R., Nasr, I. B., & Boudhrioua, N. (2018). Effect of different drying processes on functional properties of industrial lemon byproduct. *Process Safety and Environmental Protection*, 116, 450-460. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.03.004>
- Makni, M., Jemai, R., Kriaa, W., Chtourou, Y., & Fetoui, H. (2018). Citrus limon from Tunisia: Phytochemical and physicochemical properties and biological activities. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/6251546>
- Nguyễn, H. T., Nguyễn, T. D., Lê, T. M. L., & Trịnh, Q. P. (2015). Bước đầu khảo sát tuyến trùng ký sinh thực vật trên một số cây dược liệu tại Đông Triều, Quảng Ninh. *Bài báo được trình bày tại Hội nghị Khoa học Toàn quốc về Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật, Việt Nam*.
- Nữ T. N. (2012). *Bệnh tuyến trùng trên cây có múi (Citrus) tại một số tỉnh ở đồng bằng sông Cửu Long* (Luận văn thạc sĩ). Trường Đại học Nông lâm Hồ Chí Minh.
- O'bannon, J. H., Leathers, C. R., & Reynolds, H. W. (1967). *Interactions of Tylenchulus semipenetrans and Fusarium species on rough lemon (Citrus limon)*.
- O'Bannon, J. H., Radewald, J. D., & Tomerlin, A. T. (1972). Population fluctuation of three parasitic nematodes in Florida citrus. *Journal of Nematology*, 4(3), 194.
- Pháp, T. Q., Thảo, N. T., Thu, T. T. T., Tiên, N. H., & Ánh, T. T. H. (2016). Đặc điểm phân bố của tuyến trùng ký sinh thực vật trong đất trồng cam Cao Phong, Hòa Bình. *Tạp chí Khoa học VNU: Các KH Trái đất và Môi trường*, 32, 347-354.
- Phú, N. B., Duyên, Đ. T. H., & Sĩ, N. Q. (2023). Khảo sát thành phần loài tuyến trùng ký sinh cam quýt ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Cần Thơ*, 59(5), 139-148. <https://doi.org/10.22144/ctujos.2023.196>
- Siddiqi, M. R. (2000). Tylenchida: parasites of plants and insects (2nd edition). *CAB International*. 833 pages. <https://doi.org/10.1079/9780851992020.0000>
- Thanh, N. V. (2002). *Tuyến trùng ký sinh cây ăn quả và biện pháp phòng trừ*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Verdejo-Lucas, S., & McKenry, M. V. (2004). Management of the citrus nematode, *Tylenchulus semipenetrans*. *Journal of Nematology*, 36(4), 424.
- Wood, F. H. (1973). Nematode feeding relationships: Feeding relationships of soil-dwelling nematodes. *Soil Biology and Biochemistry*, 5(5), 593-601. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(73\)90049-7](https://doi.org/10.1016/0038-0717(73)90049-7)