

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG PHÒNG CHỐNG BỆNH TUYẾN TRÙNG NỐT SƯNG HẠI CÀ CHUA (*Meloidogyne incognita*) BẰNG NẤM ĐỐI KHÁNG *Trichoderma asperellum*

Nguyễn Thị Thanh Hồng*, Nguyễn Đức Huy

Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

*Tác giả liên hệ: ntthong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 26.12.2023

Ngày chấp nhận đăng: 27.12.2024

TÓM TẮT

Tuyến trùng nốt sừng *Meloidogyne incognita* là loài dịch hại phổ biến trên cây cà chua. Nghiên cứu này nhằm đánh giá khả năng phòng trừ bệnh tuyến trùng nốt sừng (*M. incognita*) của nấm *Trichoderma asperellum* trong phòng thí nghiệm và chậu vại. Thí nghiệm thiết kế với 5 công thức trong đó 4 công thức với nồng độ dịch bào tử nấm *T. asperellum* là 10^4 , 10^5 , 10^6 và 10^7 bào tử/ml và công thức đối chứng (0 bào tử/ml). Kết quả cho thấy nồng độ 10^7 bào tử/ml có hiệu quả tốt nhất, giảm tỷ lệ nở của trứng tuyến trùng (113 trứng/152 trứng tương đương 25,65%) so với đối chứng ngay sau 24h xử lý. Ở nồng độ này, nấm *T. asperellum* cũng giết chết ấu trùng tuổi 2 *M. incognita* với tỷ lệ chết sau 72h đạt 88%. Nồng độ dịch bào tử 10^7 /ml của nấm *T. asperellum* cũng có hiệu quả làm tăng chiều cao (55,7cm) và trọng lượng (46g) cây cà chua so với đối chứng là 48,27cm và 36,43g. Nồng độ này cũng làm giảm số u sưng/rễ (118,67) và số trứng/túi trứng (154) so với đối chứng lần lượt là 218,33 và 241,67 - một số chỉ tiêu liên quan đến khả năng nhân lên của tuyến trùng *M. incognita*. Kết quả nghiên cứu này cung cấp thêm thông tin về phòng chống bệnh tuyến trùng nốt sừng cây cà chua bằng nấm đối kháng *T. asperellum*.

Từ khóa: *Meloidogyne incognita*, nấm đối kháng, phòng trừ, *Trichoderma asperellum*, tuyến trùng nốt sừng.

Evaluating the Potential of Using Antagonistic Fungus *Trichoderma asperellum* to Control Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) in Tomatoes

ABSTRACT

The root-knot nematode *Meloidogyne incognita* is a common pest on tomato plants. This study aimed to evaluate the efficacy of *Trichoderma asperellum* in controlling root-knot nematodes (*M. incognita*) under laboratory and pot conditions. The experiment was designed with five treatments, including four concentrations of *T. asperellum* spore suspension (10^4 , 10^5 , 10^6 , and 10^7 spores/ml) and a control treatment (0 spores/ml). Results showed that the concentration of 10^7 spores/ml was the most effective, reducing the hatching rate of nematode eggs (113 eggs/152 eggs, equivalent to 25.65%) compared to the control after 24 hours of treatment. At this concentration, *T. asperellum* also killed second-stage juveniles (*M. incognita*) with a mortality rate of 88% after 72 hours. Additionally, the 10^7 spores/ml concentration increased tomato plant height (55.7 cm) and weight (46 g), compared to the control (48.27 cm and 36.43 g). This concentration also significantly reduced the number of galls per root (118.67) and the number of eggs per egg mass (154), compared to the control values of 218.33 galls and 241.67 eggs per egg mass - These are indicators of the nematode's reproductive ability. This study provides valuable insights into the potential use of the biocontrol fungus *T. asperellum* in managing root-knot nematodes on tomato plants.

Keywords: Antagonistic fungus, *Meloidogyne incognita*, root-knot nematode, control, *Trichoderma asperellum*.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tuyến trùng nốt sừng (*Meloidogyne incognita*) là những loài nội ký sinh cố định và cũng là một trong những loài dịch hại có phổ ký

chủ gây hại rộng nhất, gây hại trên nhiều loài cây trồng khác nhau (Soledad & Miguel, 2019; Sudeep & cs., 2020). Tuyến trùng nốt sừng gây hại trên nhiều loài cây trồng có giá trị kinh tế quan trọng ở nhiều khu vực khí hậu khác nhau

(Rusinque & cs., 2022). Chúng là một trong những loài tuyến trùng ký sinh thực vật gây thiệt hại kinh tế lớn nhất trên cây trồng trong nhà lưới và ngoài ruộng, gây thiệt hại ước tính 100 tỷ USD trên toàn cầu hàng năm (Oka & cs., 2000). Những thiệt hại trực tiếp và gián tiếp do các loài *Meloidogyne* khác nhau dẫn đến cây sinh trưởng phát triển chậm, gãy đổ, giảm năng suất và chất lượng cây trồng, từ đó làm chi phí sản xuất tăng và đồng thời giảm thu nhập (Feyisa & cs., 2022).

Nghiên cứu của Mesa-Valle & cs. (2020) cũng chỉ ra rằng hơn 4.100 loài tuyến trùng ký sinh thực vật gây thiệt hại về kinh tế trong lĩnh vực nông nghiệp ước tính gần 125 tỷ USD mỗi năm, chiếm khoảng 14% tổng sản lượng lương thực thế giới.

Sử dụng biện pháp sinh học có hiệu quả tốt trong phòng trừ bệnh hại cây trồng. Nhiều vi sinh vật đối kháng bao gồm *Trichoderma* spp., *Streptomyces* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp. đã được nghiên cứu và khai thác sử dụng rộng rãi để phòng trừ bệnh hại cây trồng (Bunbury-Blanchette & Walker, 2019; Sarwar & cs., 2018; d'Errico & cs., 2019). Một số vi sinh vật đã được xác định là tác nhân sinh học có hiệu quả trong phòng trừ tuyến trùng *M. incognita* như *Pasteuria penetrans*, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, *T. citrinoviride*, *Pochonia chlamydosporia* và *Purpureocillium lilacinum* (Bhuiyan & cs., 2018; Mukhtar, 2018; Haiyan & cs., 2020). Nấm *Trichoderma* spp. là một tác nhân kiểm soát sinh học tiềm năng, đã được sử dụng thành công trên nhiều loài cây trồng để phòng chống tuyến trùng nốt sừng (Forghani & Hajihassani, 2020; Poveda & cs., 2020). Đã có trên 141 loài *Trichoderma* được ghi nhận trên toàn thế giới (Kubicek & cs., 2008; Hoyos & cs., 2009; Sadf & cs., 2009; Błaszczyk & cs., 2011).

Nghiên cứu sử dụng nấm *T. asperellum* để kiểm soát tuyến trùng nốt sừng (*M. incognita*) trong điều kiện phòng thí nghiệm và chậu vại. Qua đó, đánh giá hiệu quả của biện pháp sinh học, đặc biệt là việc sử dụng nấm đối kháng, nhằm đảm bảo an toàn cho cây trồng và môi trường, đồng thời nâng cao hiệu quả phòng trừ tuyến trùng nốt sừng trên cây cà chua - một tác

nhân gây thiệt hại kinh tế phổ biến trên cây trồng cạn.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu

Mẫu tuyến trùng nốt sừng thu tại ruộng cà chua tại xã Đặng Xá, Gia Lâm, Hà Nội sau đó được lưu giữ tại Bộ môn Bệnh cây, Khoa Nông học. Giống cà chua được sử dụng trong nghiên cứu là giống cà chua Beef dòng quả to. Mẫu nấm *T. asperellum* phân lập từ mẫu đất thu tại Hà Nội, được giữ nguồn tại Bộ môn Bệnh cây, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam. Thời gian làm thí nghiệm từ tháng 2 đến tháng 7 năm 2023 tại Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam.

2.2. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm 1: Đánh giá ảnh hưởng của nấm đối kháng Trichoderma asperellum đến tỷ lệ nở của trứng tuyến trùng Meloidogyne incognita.

Nấm *T. asperellum* được nhân nuôi trên môi trường PDA trong điều kiện nhiệt độ phòng. Khi nấm mọc kín đĩa petri và tản nấm có màu xanh thì tiến hành thu dịch bào tử bằng cách cho nước cất vô trùng vào đĩa, lắc đều. Dịch bào tử thu được được bảo quản ở 4°C.

Chuẩn bị 20 túi trứng (dùng kim tách túi trứng dưới kính lúp soi nổi) tuyến trùng nốt sừng *M. incognita* cho vào các đĩa quan sát có chứa dịch bào tử nấm với các nồng độ bào tử khác nhau (Các túi trứng làm thí nghiệm được lựa chọn có màu nâu nhạt và kích thước tương tự nhằm đảm bảo số lượng trứng trong các túi trứng chênh lệch không nhiều). Thí nghiệm được thiết kế với 4 công thức (T) và đối chứng (C). Đối chứng sử dụng nước cất vô trùng. Công thức 1 (T1) dịch bào tử với nồng độ 10^4 bào tử/ml. Công thức 2 (T2) dịch bào tử với nồng độ 10^5 bào tử/ml. Công thức 3 (T3) dịch bào tử với nồng độ 10^6 bào tử/ml và công thức 4 (T4) dịch bào tử với nồng độ 10^7 bào tử/ml. Mỗi công thức được nhắc lại 3 lần.

Sau 24h, 48h và 72h, mỗi lần nhắc lại của các công thức được gấp ngẫu nhiên 3 túi trứng, mỗi túi trứng được gấp ra và cho vào 1ml nước

cất vô trùng, phá vỡ túi trứng, quan sát số tuyến trùng tuổi non sống trong các công thức.

Thí nghiệm 2: Đánh giá ảnh hưởng của nấm đối kháng *Trichoderma asperellum* đến tỷ lệ chết của ấu trùng tuổi 2 tuyến trùng *Meloidogyne incognita*.

Thí nghiệm được bố trí trên đĩa 96 giếng (Microplate 96-well). Khoảng 50 ấu trùng tuổi 2 (trong 2μl nước cất vô trùng) tuyến trùng *M. incognita* được chuẩn bị trong 200μl dung dịch bào tử nấm *T. asperellum* với các nồng độ bào tử khác nhau. Thí nghiệm được thiết kế với 4 công thức (T) và đối chứng (C). Đối chứng sử dụng nước cất vô trùng. Công thức 1 (T1) dịch bào tử với nồng độ 10^4 bào tử/ml. Công thức 2 (T2) dịch bào tử với nồng độ 10^5 bào tử/ml. Công thức 3 (T3) dịch bào tử với nồng độ 10^6 bào tử/ml và công thức 4 (T4) dịch bào tử với nồng độ 10^7 bào tử/ml. Mỗi công thức được nhắc lại 3 lần.

Tỷ lệ chết của ấu trùng tuổi 2 (J2) được quan sát bằng kính lúp soi nổi sau 24h, 48h và 72h. Quan sát J2 hoạt động được ước tính chủ quan và định lượng bằng cách sử dụng xét nghiệm đánh giá thị giác (VAA) dựa trên xét nghiệm được mô tả bởi Zasada & cs. (2009).

Thí nghiệm 3: Đánh giá ảnh hưởng của nấm *Trichoderma asperellum* đến khả năng gây bệnh của tuyến trùng *Meloidogyne incognita* trên cây cà chua.

Rễ cây cà chua 4 lá thật được ngâm vào dịch nấm với các nồng độ khác nhau trong 5 phút rồi được đem trồng ở các chậu ($7 \times 7 \times 8\text{cm}^3$ đất đã khử trùng) riêng biệt, sau 2 ngày lây khoảng 1.000 trứng tuyến trùng/1 cây. Trứng tuyến trùng được thu bằng cách tách túi trứng cho vào dung dịch NaOCl 1% sau đó ly tâm với tốc độ 3.000rpm trong 5 phút, rửa lại bằng nước. Thí nghiệm được thiết kế với 4 công thức (T) và đối chứng (C). Đối chứng sử dụng nước cất vô trùng. Công thức 1 (T1) dịch bào tử với nồng độ 10^4 bào tử/ml. Công thức 2 (T2) dịch bào tử với nồng độ 10^5 bào tử/ml. Công thức 3 (T3) dịch bào tử với nồng độ 10^6 bào tử/ml và công thức 4 (T4) dịch bào tử với nồng độ 10^7 bào tử/ml. Mỗi công thức 5 cây cà chua được nhắc lại 3 lần.

Sau 60 ngày lây tuyến trùng thì tiến hành quan sát đo đếm các chỉ tiêu như chiều cao cây,

khối lượng khô của thân và rễ, số nốt sừng, số túi trứng trên rễ, số lượng trứng trên mỗi túi trứng...

2.3. Xử lý số liệu

Số liệu được xử lý bằng phần mềm IBM SPSS Statistics 20. Phân tích phương sai (ANOVA) được sử dụng để đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các công thức. Sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa (LSD) được áp dụng để so sánh giá trị trung bình giữa các công thức.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nồng độ dịch bào tử nấm *Trichoderma asperellum* đến số lượng trứng tuyến trùng *Meloidogyne incognita* nở từ túi trứng

Các túi trứng tuyến trùng *M. incognita* được xử lý bằng dung dịch bào tử nấm ở các ngưỡng nồng độ dịch bào tử khác nhau với thời gian xử lý khác nhau. Kết quả được trình bày trong bảng 1. Từ kết quả nghiên cứu cho thấy, nấm *T. asperellum* có ảnh hưởng đến số lượng ấu trùng tuổi 2 của tuyến trùng *M. incognita* (J2) nở ra từ các túi trứng. Cụ thể sau 24h xử lý bằng dịch bào tử số lượng J2 thu được sai khác giữa các công thức, trong đó công thức thí nghiệm với nồng độ dịch bào tử 10^6 và 10^7 /ml không có sự sai khác với nhau nhưng lại có sự sai khác có ý nghĩa so với công thức đối chứng. Các túi trứng được xử lý 48h trong dịch bào tử nấm cũng có sự khác nhau giữa các mức nồng độ dịch bào tử, trong đó ảnh hưởng lớn nhất là ở công thức với nồng độ dịch bào tử là 10^7 /ml. Sau 72h xử lý túi trứng tuyến trùng thì dịch nấm ảnh hưởng rõ ràng đến số lượng J2 xuất hiện. Với thời gian xử lý này cả 4 nồng độ dịch bào tử đều không có sự sai khác về mặt thống kê và sự sai khác của các công thức xử lý dịch bào tử với công thức đối chứng là có ý nghĩa. Như vậy xử lý túi trứng tuyến trùng *M. incognita* bằng dịch bào tử nấm *T. asperellum* là có hiệu quả đối với số lượng J2 nở ra từ túi trứng.

Đánh giá khả năng phòng chống bệnh tuyến trùng nốt sừng hại cà chua (*Meloidogyne incognita*) bằng nấm đối kháng *Trichoderma asperellum*

Bảng 1. Ảnh hưởng của nấm *T. asperellum* đến số lượng trứng tuyến trùng *M. incognita* nở

Nồng độ dịch bào tử <i>T. asperellum</i> /ml	Số lượng J2 nở sau thời gian xử lý dịch bào tử (cá thể) ($\pm$ SE)		
	24h	48h	72h
10^4	$139^{bc} \pm 9$	$132^{cd} \pm 3$	$94^a \pm 3$
10^5	$128^{ab} \pm 2$	$120^{bc} \pm 1$	$94^a \pm 3$
10^6	$116^a \pm 2$	$108^{ab} \pm 7$	$92^a \pm 2$
10^7	$113^a \pm 4$	$103^a \pm 4$	$91^a \pm 1$
ĐC (Nước cất)	$152^c \pm 7$	$137^d \pm 3$	$116^b \pm 5$

Ghi chú: Trong cùng 1 cột, các giá trị mang chữ cái khác nhau là thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ($P < 0,05$) theo LSD.

Bảng 2. Tỷ lệ chết của ấu trùng tuổi 2 sau các khoảng thời gian xử lý các nồng độ dịch bào tử khác nhau

Nồng độ dịch bào tử <i>T. asperellum</i> /ml	Tỷ lệ chết J2 tuyến trùng <i>M. incognita</i> sau thời gian xử lý dịch bào tử (%) ($\pm$ SE)		
	24h	48h	72h
10^4	0 ^c	0 ^c	$0,64^c \pm 0,56$
10^5	$1,34^b \pm 0,60$	$4,01^b \pm 1,00$	$58,89^b \pm 2,20$
10^6	$0,99^b \pm 0,03$	$5,60^b \pm 2,1$	$59,21^b \pm 3,87$
10^7	$2,32^a \pm 0,52$	$17,31^a \pm 2,82$	$88,42^a \pm 3,47$
ĐC (Nước cất)	0 ^c	0 ^c	$0,65^c \pm 0,56$

Ghi chú: Trong cùng 1 cột, các giá trị mang chữ cái khác nhau là thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ($P < 0,05$) theo LSD.

Kết quả nghiên cứu này cũng phù hợp với một số nghiên cứu sử dụng nấm *Trichoderma* spp. trong phòng trừ tuyến trùng nốt sừng trong phòng thí nghiệm (Feyisa & cs., 2016; Hemeda & cs., 2019). Trứng tuyến trùng nốt sừng *M. incognita* được bao bọc trong khối gelatin, nấm có thể sử dụng các chất này làm chất dinh dưỡng, khi nấm tiếp xúc với chất này sẽ kích hoạt sản xuất các enzyme phân giải như chitinase, protease và collagenase (Morton & cs., 2004 và Sharon & cs., 2007). Các enzyme này kết hợp với nhau đã phá hủy lớp lipid, thủy phân chitin và làm thay đổi lớp vitelline gây ra những thay đổi về sinh lý và hình thái ở trứng từ đó ảnh hưởng đến tỷ lệ nở của trứng (Khan & cs., 2004).

3.2. Đánh giá ảnh hưởng của nấm đối kháng *Trichoderma asperellum* đến tỷ lệ chết của tuyến trùng *M. incognita* tuổi 2

Để đánh giá ảnh hưởng của dịch nấm *T. asperellum* đến tỷ lệ chết của tuyến trùng nốt

sừng, ấu trùng J2 được xử lý trong dung dịch bào tử nấm ở các ngưỡng nồng độ bào tử khác nhau là 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 . Kết quả được trình bày trong bảng 2.

Kết quả bảng 2 cho thấy, sau 24h bắt đầu có ấu trùng tuổi 2 chết ở các công thức dịch bào tử 10^5 , 10^6 và 10^7 /ml trong đó ở công thức nồng độ dịch bào tử 10^7 /ml là nhiều nhất, ở nồng độ dịch bào tử 10^4 /ml chưa thấy cá thể J2 nào của *M. incognita* chết. Sau 48h xử lý, tỷ lệ J2 chết tiếp tục tăng ở 3 nồng độ 10^5 , 10^6 và 10^7 /ml, trong khi công thức đối chứng và nồng độ dịch bào tử 10^4 /ml vẫn tiếp tục tỷ lệ chết là 0%. Sau 72h xử lý sự sai khác về tỷ lệ chết J2 giữa các công thức rõ ràng, ở nồng độ dịch bào tử 10^7 /ml tỷ lệ chết lên đến 88% sai khác hoàn toàn với các công thức khác. Nồng độ dịch bào tử 10^5 và 10^6 /ml, tỷ lệ chết cũng lên đến trên 50%, tuy nhiên sự sai khác giữa hai công thức này là không có ý nghĩa. Sau 72h ở 2 công thức 10^4 /ml và đối chứng cũng đã bắt đầu xuất hiện tuyến

trùng chết và cũng không có sự sai khác về mặt thống kê giữa hai công thức này. Như vậy nấm *T. asperellum* có ảnh hưởng đến tỷ lệ chết của ấu trùng tuổi 2 *M. incognita* ở các nồng độ dịch bào tử 10^5 , 10^6 , 10^7 /ml. Theo thí nghiệm này, nồng độ 10^4 /ml chưa ảnh hưởng đến tỷ lệ chết

của ấu trùng tuổi 2 tuyến trùng *M. incognita*. Nấm *Trichoderma* spp. có khả năng ký sinh trên J2 *M. incognita* (Sharon & cs., 2007; Marraschi & cs., 2019) hoặc tiết một số chất chuyển hóa thứ cấp có khả năng tiêu diệt tuyến trùng (Khan & cs., 2020).



A. Tuyến trùng sống



B. Tuyến trùng chết

Hình 1. Tuyến trùng tuổi 2 *Meloidogyne incognita*

Bảng 3. Ảnh hưởng của nấm *T. asperellum* tới một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây cà chua

Nồng độ dịch bào tử (bào tử/ml)	Chỉ tiêu sinh trưởng				
	Chiều cao cây (cm)	Trọng lượng thân tươi (g)	Trọng lượng thân khô (g)	Trọng lượng rễ tươi (g)	Trọng lượng rễ khô (g)
Nước cất	48,27 ^a	36,43 ^a	4,23 ^a	4,20 ^a	1,30 ^a
10^4	52,17 ^b	42,90 ^b	5,33 ^b	5,70 ^b	1,87 ^b
10^5	52,70 ^b	42,90 ^b	5,57 ^{bc}	6,33 ^c	1,97 ^b
10^6	52,57 ^b	45,00 ^c	6,00 ^{cd}	7,73 ^d	2,77 ^c
10^7	55,70 ^c	46,00 ^c	6,23 ^d	7,73 ^d	2,87 ^c

Ghi chú: Trong cùng 1 cột, các giá trị mang chữ cái khác nhau là thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ($P < 0,05$) theo LSD.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nấm *T. asperellum* đến khả năng nhân lên của tuyến trùng nốt sừng

Nồng độ dịch bào tử (bào tử/ml)	Chỉ tiêu liên quan đến sự nhân lên của tuyến trùng	
	Số u sừng/ rễ	Số trứng/túi trứng
Nước cất	218 ^a ± 13	242 ^a ± 27
10^4	164 ^b ± 12	154 ^b ± 6
10^5	132 ^{bc} ± 17	156 ^b ± 6
10^6	112 ^c ± 10	147 ^b ± 12
10^7	109 ^c ± 9	154 ^b ± 9

Ghi chú: Trong cùng 1 cột, các giá trị mang chữ cái khác nhau là thể hiện sự sai khác có ý nghĩa ($P < 0,05$) theo LSD.

3.3. Đánh giá ảnh hưởng của nấm *Trichoderma asperellum* đến khả năng gây bệnh của tuyến trùng nốt sừng trong chậu vại

Đánh giá ảnh hưởng của nấm *T. asperellum* đến khả năng gây bệnh của tuyến trùng nốt sừng *M. incognita* trên cà chua bằng cách tiến hành đánh giá một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây cà chua và một số chỉ tiêu liên quan đến khả năng nhân lên của tuyến trùng, kết quả được trình bày trong bảng 3 và bảng 4.

Kết quả bảng 3 cho thấy nấm *T. asperellum* khi được sử dụng đã cải thiện đáng kể các chỉ tiêu sinh trưởng của cây cà chua so với công thức đối chứng không xử lý dịch nấm *T. asperellum*. Chiều cao cây thấp nhất ở công thức đối chứng, không xử lý nấm là 48,27cm chứng tỏ bị nhiễm tuyến trùng nốt sừng có thể làm cây cà chua còi cọc hơn so với các công thức có xử lý nấm. Cây cà chua cao nhất là ở công thức xử lý dịch bào tử nồng độ 10^7 /ml đạt 55,7cm. Sự khác biệt này là có ý nghĩa thống kê với $P < 0,05$.

Xử lý nấm *T. asperellum* cũng có ảnh hưởng đến trọng lượng tươi và trọng lượng khô của thân cây cũng như trọng lượng rễ tươi và rễ khô của cây cà chua trong đó cả hai trọng lượng tươi và khô đều đạt cao nhất ở công thức xử lý dịch nấm nồng độ 10^7 bào tử. Các công thức thí nghiệm được xử lý nấm cũng đều cho các chỉ tiêu sinh trưởng này cao hơn so với công thức đối chứng không có nấm.

Với tác động làm tăng một số chỉ tiêu sinh trưởng của cây cà chua, nấm *T. asperellum* cũng có tác động làm giảm hai chỉ tiêu liên quan đến khả năng nhân lên của tuyến trùng *M. incognita* là số u sừng/rễ và số trứng/túi trứng. Từ kết quả nghiên cứu chúng tôi đã quan sát được số u sừng/rễ giảm nhiều nhất là ở công thức xử lý dịch bào tử với nồng độ bào tử nấm *T. asperellum* 10^7 /ml, tỷ lệ giảm đạt gần một nửa so với công thức đối chứng không có nấm (109 u sừng/218 u sừng). Tương tự như số u sừng/rễ, số trứng/túi trứng cũng giảm nhiều nhất ở công thức xử lý dịch bào tử với nồng độ

10^7 bào tử/ml, tỷ lệ giảm này đạt khoảng 36% so với công thức đối chứng không xử lý nấm (154 trứng/242 trứng). Như vậy, việc xử lý dịch bào tử nấm *T. asperellum* có hiệu quả làm giảm số u sừng trên rễ cây cà chua và số trứng trong túi trứng của tuyến trùng.

Các chỉ tiêu sinh trưởng cao hơn ở các nghiệm thức sử dụng *T. asperellum* là do nấm có tác dụng tốt đối với sự phát triển của rễ cây và có ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát triển của thực vật hoặc kích thích hoạt động phòng thủ của thực vật chống lại tác nhân gây bệnh (Shoresh & cs., 2010; Hermosa & cs., 2012; Brotman & cs., 2013). Naserinasab & cs. (2012) cũng đã quan sát thấy rằng việc áp dụng *Trichoderma* spp. đã cải thiện các chỉ tiêu sinh trưởng của thực vật thông qua hoạt động của enzyme trong cây cà chua (*Lycopersicon* spp.) được xử lý. Từ đó làm giảm tiềm năng sinh học của tuyến trùng ký sinh thực vật *M. incognita*. Nghiên cứu của Nivien & cs. (2022) cũng cho thấy *T. harzianum* còn có tác động hoạt hóa các enzyme (protease và lipase), các enzyme này có khả năng thủy phân trứng và ấu trùng tuyến trùng nốt sừng. Tương tự, Annapurna & cs. (2018), đã báo cáo rằng việc bón *T. harzianum* vào đất sẽ tạo ra hoạt động enzyme liên quan đến phòng vệ như peroxidase (PO), polyphenol oxidase (PPO), phenylalanine amoniase lyase (PAL) và tổng hàm lượng phenol trong cà chua chống lại *M. incognita* và kết quả là đã cải thiện các chỉ tiêu sinh trưởng của cây như chiều cao thân, trọng lượng thân, chiều dài rễ, trọng lượng rễ sau 15, 30 và 45 ngày sau khi lây nhiễm và giảm sự nhân lên của tuyến trùng trên cà chua và trong đất so với đối chứng không được xử lý sau 15, 30 và 45 ngày sau khi lây nhiễm.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã xác định được khả năng phòng trừ bệnh tuyến trùng nốt sừng hại cà chua (*Meloidogyne incognita*) của nấm đối kháng *Trichoderma asperellum* cả trong nghiên cứu trong phòng thí nghiệm và trong điều kiện cà chua trồng trong chậu vại.

Trong phòng thí nghiệm, dịch bào tử nấm *Trichoderma asperellum* làm giảm tỷ lệ nở của trứng tuyến trùng và làm tăng tỷ lệ chết của tuyến trùng non tuổi 2 *Meloidogyne incognita*. Hiệu quả cao nhất khi xử lý dịch bào tử nấm với nồng độ 10^7 bào tử/ml.

Trong điều kiện chậu vại, xử lý nấm *Trichoderma asperellum* không những làm tăng đáng kể một số chỉ tiêu sinh học của cây cà chua (chiều cao cây, trọng lượng thân, trọng lượng rễ), đồng thời còn làm giảm một số chỉ tiêu liên quan đến sự nhân lên của tuyến trùng (số u sưng/rễ, số trứng/túi trứng). Hiệu quả này cũng đạt cao nhất ở công thức sử dụng dịch bào tử nấm với nồng độ 10^7 bào tử/ml.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Annapurna M., Bhagawati B. & Kurulkar U. (2018). Biochemical mechanism of native fungal bioagents in the management of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato. International Journal of Current Microbiology and Applied Science. 7(11): 380-395.
- Bhuiyan S., Garlick K., Anderson J., Wickramasinghe P. & Stirling G.. (2018). Biological control of root-knot nematode on sugarcane in soil naturally or artificially infested with *Pasteuria penetrans*. Australas Plant Pathology. 47(1): 45-52.
- Błaszczak L., Popiel D., Chełkowski J., Koczyk G., Samuels G.J., Sobieralski K. & Siwulski. (2011). Species diversity of *Trichoderma* in Poland. J. Appl. Genet. 52: 233-243.
- Brotman Y. Landau U., Inostroza Á.C., Takayuki T., Fernie A.R., Chet I., Viterbo A. & Willmitzer L. (2013). *Trichoderma*-plant root colonization: escaping early plant defense responses and activation of the antioxidant machinery for saline stress tolerance. PLoS Pathogens. 9(3).
- Bunbury-Blanchette A.L. & Walker A.K. (2019). *Trichoderma* species show biocontrol potential in dual culture and greenhouse bioassays against *Fusarium* basal rot of onion. Biological Control. 130: 127-35.
- d'Errico G., Marra R., Crescenzi A., Davino S.W., Fanigliulo A., Woo S.L. & Lorito M. (2019). Integrated management strategies of *Meloidogyne incognita* and *Pseudopyrenochaeta lycopersici* on tomato using a *Bacillus firmus*-based product and two synthetic nematicides in two consecutive crop cycles in greenhouse. Crop Protection. 122: 159-64.
- Feyisa B. (2022). A Review on Root Knot Nematodes (RKNs): Impact and Methods for Control. J Plant Pathol Microbiol. 12(3): 547.
- Feyisa B., Lencho A., Selvaraj T. & Getaneh G. (2016). Evaluation of some botanicals and *Trichoderma harzianum* against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood) in tomato. Journal of Entomology and Nematology. 8: 11-18.
- Forghani F. & Hajihassani A. (2020). Recent advances in the development of environmentally benign treatments to control root-knot nematodes. Frontiers in Plant Science. Frontiers in Plant Science. 11
- Haiyan F., Meiling Y., Haiming W., Di Z., Xiaofeng Z., Yuanyuan W., Xiaoyu L., Yuxi D. & Lijie C.. (2020) Isolation and effect of *Trichoderma citrinoviride* Sneh1910 for the biological control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*. BMC Microbiology. 20: 299
- Hemeda N.F. & Deeb M.A. (2019). Evaluation of biological control potential for different *Trichoderma* strains against root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. Journal of Advanced Laboratory Research in Biology 10: 16-22.
- Hermosa R., Viterbo A., Chet I. & Monte E. (2012). Plant-beneficial effects of *Trichoderma* and of its genes. Microbiology. 158: 17-25.
- Hoyos-Carvajal L., Orduz S. & Bissett J. (2009). Genetic and metabolic biodiversity of *Trichoderma* from Colombia and adjacent neotropical regions. Fungal Genetics and Biology. 46: 615-631.
- Khan A., Williams K.L. & Nevalainen H.K.M. (2004). Effects of *Paceciliomyces lilacinus* protease and chitinase on the eggshell structures and hatching of *Meloidogyne javanica* juveniles. Bio Control. 31: 346-35.
- Khan R. A., Najeeb S., Mao Z., Ling J., Yang Y., Li Y. & Xie B. (2020). Bioactive Secondary Metabolites from *Trichoderma* spp. against Phytopathogenic Bacteria and Root-Knot Nematode. Microorganisms. 8(3):401.
- Kubicek C. P., Komon-Zelazowska M. & Druzhinina I.S. (2008). Fungal genus *Hypocera/Trichoderma*: From barcodes to biodiversity. Journal of Zhejiang University-Science B. Doi.org/10.1631/jzus.B0860015
- Marraschi R., Ferreira A., da Silva Bueno R. N., Leite J., Lucon C. & Harakava R. (2019). A protocol for selection of *Trichoderma* spp. to protect grapevine pruning wounds against *Lasiidiplodia theobromae*. Brazilian Journal of Microbiology. 50: 213-221.
- Mesa-Valle C.M., Garrido-Cardenas J.A. , Cebrian-Carmona J., Talavera M. & Manzano-Agugliaro

- F. (2020). Global Research on Plant Nematodes. Agronomy. 10(8)
- Morton C.O., Hirsch P.R. & Kerry B. (2004). Infection of plant-parasitic nematodes by nematophagous fungi - a review of application of molecular biology to understand infection processes and to improve biological control. Nematology. 6: 161-170.
- Mukhtar T. (2018) Management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in tomato with two *Trichoderma* species. Pakistan Journal of Zoology. 50(4):1589-92.
- Naserinasab F., Sahebani N. & Etebarian, H.R. (2012). Biological control of *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum* BI and salicylic acid on Tomato. African Journal of Food Science and Technology. 5(3): 276-280.
- Nivien A.N., Raoof S., Aida M.E., Yasser S.M., Saad A., Radwa G.M., Mohamed H. & Elhagag A.H. (2022). Effective and Promising Strategy in Management of Tomato Root-Knot Nematodes by *Trichoderma harzianum* and Arbuscular Mycorrhizae. Agronomy. 12(2): 315
- Oka Y., Koltai H., Bar-Eyal M., Mor M., Sharon E., Chet I. & Spiegel Y. (2000). New strategies for the control of plant-parasitic nematodes. Pest management science. 56(11): 983-988.
- Poveda J., Abril-Urias P. & Escobar C. (2020). Biological control of plant-parasitic nematodes by filamentous fungi inducers of resistance: Trichoderma, mycorrhizal and endophytic fungi. Frontiers in Microbiology. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00992> (2020).
- Rusique L., Nóbrega F., Cordeiro L., Lima A., Andrade S. & Inácio M.L. (2022). Root-Knot Nematode species associated with horticultural crops in the island of Azores, Portugal. Horticulturae. 8: 101.
- Sadf-Zouaoui N., Hannachi I., Rouaissi M., Hajlaoui M., Rubio M.B., Monte E., Boudabous A. & Hermosa M.R. (2009). Biodiversity of *Trichoderma* strains in Tunisia. Canadian Journal of Microbiology. 55: 154-162.
- Sarwar A., Latif Z., Zhang S., Zhu J., Zechel D & Bechthold A. (2018). Biological control of potato common scab with rare isatropolone C compound produced by plant growth promoting *Streptomyces* AIRT. Frontiers in Microbiology. 9: 1126.
- Sharon E., Chet I., Viterbo A., Bar-Eyal M., Nagan H., Samuels G. J. & Spiegel Y. (2007). Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. European Journal of Plant Pathology. 118: 247-258.
- Sharon E., Chet I., Viterbo A., Bar-Eyal M., Nagan H., Samuels G.J. & Spiegel Y. (2007). Parasitism of *Trichoderma* on *Meloidogyne javanica* and role of the gelatinous matrix. European Journal of Plant Pathology. 118:247-258.
- Shores M., Harman G.E. & Mastouri F. (2010). Induced systemic resistance and plant responses to fungal biocontrol agents. Annual Review of Phytopathology. 48: 21-43.
- Soledad V.L & Miguel T. (2019). Root-knot nematodes on zucchini (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo*): Pathogenicity and management. Crop Protection. 126.
- Sudeep S., Bihani T. & Jiban S. (2020). Root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) and its management: a review. Journal of Agriculture and Natural Resources. 3(2): 21-31.
- Zasada I.A., Masler E.P., Roges S.T. & Halbrendt J.M. (2009). Behavioural response of *Meloidogyne incognita* to benzyl isothiocyanate. Nematology. 11(4): 603-610.