

ẢNH HƯỞNG CỦA TINH DẦU VỎ QUẢ QUÝT ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA SÂU KHOANG

Trần Thanh Hùng⁽¹⁾, Nguyễn Thị Mỹ Hảo⁽¹⁾, Phạm Thị Thùy Linh⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 02/04/2019; Ngày gửi phản biện 15/04/2019; Chấp nhận đăng 24/05/2019

Email: hungtt.khtn@tdmu.edu.vn

Tóm tắt

Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt (*Citrus reticulata*) đến sự phát triển của sâu khoang (*Spodoptera litura*) trong điều kiện phòng thí nghiệm nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc sử dụng tinh dầu này trong việc kiểm soát sâu hại cây trồng. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng tinh dầu chiết xuất từ vỏ quả quýt có hoạt tính tiêu diệt mạnh đối với sâu khoang ở giai đoạn tuổi 4. Tỷ lệ sâu chết đạt tới 100% chỉ sau 2 giờ và 93,33% sau 12 giờ khi sâu khoang được xử lý với liều lượng tinh dầu lần lượt là 1,6 và 0,8 mg/ấu trùng. Tinh dầu vỏ quả quýt 0,19 mg/ấu trùng (liều lượng gây chết 50% số cá thể sâu khoang thử nghiệm) làm giảm đáng kể sự tăng trưởng khối lượng, tỷ lệ hóa nhộng và tỷ lệ vũ hóa của những ấu trùng sâu khoang sống sót. Từ những kết quả nghiên cứu này, chúng tôi đề nghị rằng tinh dầu vỏ quả quýt có thể được sử dụng như là một thành phần trong thuốc trừ sâu sinh học bảo vệ cây trồng.

Từ khoá: sâu khoang, sự phát triển, tinh dầu, vỏ quả quýt

Abstract

INFLUENCE OF ESSENTIAL OIL FROM CITRUS RETICULATA ON THE DEVELOPMENT OF SPODOPTERA LITURA

The present study was carried out to evaluate the impact of essential oil extracted from fruit peels of *Citrus reticulata* on the development of *Spodoptera litura* under laboratory conditions. The development-inhibiting activity of the essential oil against the insect was investigated on the fourth instar larvae. The results showed that the mortality rate of the larvae reached to 100% after 2 hours and 93.33% after 12 hours of treatment with the essential oil at doses of 1.6 and 0.8 mg/larva, respectively. The essential oil at dose of 0.19 mg/larva (LD50) resulted in a considerable reduction in growth, ratio of pupation and adult emergence of *S. litura*. Our results suggested that the essential oil from *Citrus reticulata* fruit peels can be used as a bio-insecticide for control of *S. litura*.

1. Giới thiệu

Việt Nam có khí hậu thuận lợi cho việc phát triển cây trồng nhưng cũng tạo điều kiện cho sự phát sinh, phát triển của nhiều loại sâu hại cây trồng, trong đó có sâu khoang (*Spodoptera litura*). Sử dụng thuốc trừ sâu hóa học trong phòng trừ sâu hại, bảo vệ mùa màng là một biện pháp chủ yếu hiện nay. Mặc dù tính hiệu quả của các loại thuốc trừ sâu này là khá cao nhưng những tác động xấu của chúng đến môi trường và sức khỏe của con người rất đáng lo ngại. Hiện nay nhiều nước trên thế giới trở nên quan tâm hơn đến việc phát triển các sản phẩm trừ sâu sinh học như thuốc trừ sâu vi sinh và thuốc trừ sâu thảo mộc.

Trong những năm gần đây, nhiều tác giả đã tập trung nghiên cứu khả năng phòng trừ côn trùng gây hại của các tinh dầu từ nhiều loài thực vật khác nhau (Liu và nnk., 2013; Kedia và nnk., 2014; Pinto và nnk., 2015; Reddy và nnk., 2016; Kamanula và nnk., 2017; Trần Thanh Hùng & Nguyễn Thanh Bình, 2017; Trần Thanh Hùng & Nguyễn Thị Thanh Thảo, 2017). Quýt (*Citrus reticulata*) là một loài thực vật chứa tinh dầu thuộc họ Cam (*Rutaceae*). Tinh dầu này và các thành phần của nó, đặc biệt là limonen đã được chứng tỏ có hoạt tính cao đối với một số loài côn trùng như *Sitophilus zeamais* và *Tribolium castaneum* (Safavi & Mobki, 2016; Fouad & Camara, 2017). Điều này chứng tỏ tiềm năng của tinh dầu vỏ quả quýt trong việc kiểm soát côn trùng gây hại. Tuy nhiên, hoạt tính trừ sâu của tinh dầu vỏ quả quýt đối với sâu khoang chưa được quan tâm nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự phát triển của sâu khoang nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho việc sử dụng tinh dầu này trong việc kiểm soát sâu hại cây trồng.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Vật liệu: vỏ quả quýt; sâu khoang

Chuẩn bị mẫu thực vật: Mẫu dùng để chiết xuất tinh dầu trong phòng thí nghiệm là vỏ quả tươi được thu từ những quả quýt chín. Mẫu sau khi thu về tiến hành xử lý tạo nguyên liệu chưng cất tinh dầu ở phòng thí nghiệm.

Chuẩn bị ấu trùng sâu khoang: Ấu trùng sâu khoang được thu thập tại các ruộng rau màu của nông dân và được đem về nuôi trong điều kiện phòng thí nghiệm với thức ăn là lá khoai lang (*Ipomoea batatas*). Sau khi ấu trùng trưởng thành, hóa nhộng và phát triển thành bướm. Bướm cái sẽ đẻ ở mặt dưới của lá khoai lang. Khi trứng nở, ấu trùng này sẽ được chuyển vào nuôi trong các hộp nuôi sâu cho tới khi đạt đến tuổi 4.

Phương pháp chiết xuất tinh dầu: Tinh dầu được chiết xuất theo phương pháp lôi cuốn tinh dầu bằng hơi nước sử dụng bộ thiết bị chưng cất tinh dầu Clevenger Apparatus với bình cầu thủy tinh 1000ml. Hiệu suất tinh dầu vỏ quả quýt thu được là 5,63% (tính dựa trên khối lượng tươi của mẫu vật). Tinh dầu được làm khô bằng Na_2SO_4 khan và được bảo quản trong lọ thủy tinh tối màu ở nhiệt độ -20°C đến khi sử dụng cho các thí nghiệm khảo sát hoạt tính trừ sâu khoang.

Khảo sát tác động của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự phát triển của sâu khoang:

Khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang: Ấu trùng sâu tuổi 4 của sâu khoang được sử dụng để nghiên cứu. Tinh dầu được pha trong cồn tuyệt đối với liều lượng tăng dần từ 0,1 đến 1,6 mg/ấu trùng. Số cá thể ấu trùng được xử lý ở mỗi nghiệm thức là 10 con. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Theo dõi tỷ lệ sâu chết sau 2 giờ, 4 giờ, 8 giờ, 12 giờ và 24 giờ. Tính tỷ lệ sâu chết tại các thời điểm quan sát theo công thức Abbott (1925). Liều gây chết 50% (LD50) sau 24 giờ xử lý được tính theo phương pháp probit analysis (Finney, 1952) sử dụng phần mềm SAS 9.1. (SAS Institute Inc.).

Khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự tăng trưởng khối lượng của ấu trùng sâu khoang: Sâu khoang được xử lý với dung dịch tinh dầu có liều lượng bằng liều gây chết 50% (LD50). Đối chứng 1: xử lý bằng nước cất. Đối chứng 2: xử lý bằng cồn tuyệt đối. 10 cá thể sống sót ở mỗi nghiệm thức được theo dõi cho tới khi hóa nhộng. Khối lượng (mg) của ấu trùng được ghi nhận định kỳ 24 giờ một lần. Thí nghiệm được lặp lại 3 lần.

Khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự hình thành và phát triển của nhộng sâu khoang: Theo dõi các ấu trùng còn sống sau xử lý định kỳ 24 giờ 1 lần cho đến khi hóa bướm. Các

chỉ tiêu theo dõi gồm: tỷ lệ hóa nhộng (%), khối lượng (mg), tỷ lệ vũ hóa (%), thời gian phát triển của nhộng (ngày) và thời gian sống của bướm (ngày).

Phương pháp xử lý số liệu: Sử dụng phương pháp phân tích phương sai ANOVA để xác định sự sai khác giữa các nghiệm thức. Số liệu được xử lý bằng phần mềm Excel 2010 và Statgraphics Plus.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang

Kết quả khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang qua các khoảng thời gian theo dõi khác nhau được trình bày ở bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang

Liều lượng (mg/ấu trùng)	Tỷ lệ sâu chết qua các khoảng thời gian theo dõi (%)				
	2 giờ	4 giờ	8 giờ	12 giờ	24 giờ
ĐC (nước cất)	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
ĐC (cồn)	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a	0,00 ± 0,00 ^a
0,10	16,67 ± 3,33 ^b	16,67 ± 3,33 ^b	23,33 ± 3,33 ^b	26,67 ± 3,33 ^b	33,33 ± 3,33 ^b
0,20	36,67 ± 3,33 ^c	40,00 ± 5,77 ^c	43,33 ± 6,67 ^c	43,33 ± 6,67 ^c	46,67 ± 3,33 ^c
0,40	46,67 ± 3,33 ^c	53,33 ± 3,33 ^c	63,33 ± 3,33 ^d	66,67 ± 3,33 ^d	66,67 ± 3,33 ^d
0,80	63,33 ± 3,33 ^d	80,00 ± 5,77 ^d	83,33 ± 6,67 ^e	93,33 ± 3,33 ^e	93,33 ± 3,33 ^e
1,60	100,00 ± 0,00 ^e	100,00 ± 0,00 ^e	100,00 ± 0,00 ^f	100,00 ± 0,00 ^f	100,00 ± 0,00 ^f

ĐC: Đối chứng; Giá trị trung bình ± SE trong mỗi cột được theo sau bởi các chữ cái khác nhau có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) theo LSD test (ANOVA).

Bảng 1 cho thấy tinh dầu vỏ quả quýt có tác động mạnh đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang. Trong khi nghiệm thức đối chứng nước cất và nghiệm thức đối chứng cồn không có ảnh hưởng đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang (tỷ lệ chết là 0,00%), các nghiệm thức sử dụng tinh dầu vỏ quýt pha trong cồn với các liều lượng tương ứng là 0,10 đến 1,60 mg/ấu trùng có tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang tăng dần theo nồng độ và thời gian xử lý. Sau 2 giờ ở các nghiệm thức sử dụng tinh dầu quýt pha trong cồn, tỷ lệ sâu chết cao nhất là 100% ở liều lượng 1,60 mg/ấu trùng và thấp nhất là 16,67% ở liều lượng 0,10 mg/ấu trùng. Sau 24 giờ tỷ lệ sâu chết thấp nhất ở liều lượng 0,10 mg/ấu trùng với 33,33% và cao nhất ở liều lượng 1,60 mg/ấu trùng với 100%. Liều lượng 0,80 mg/ấu trùng gây ra tỷ lệ sâu chết khá cao (93,33%) sau 12 giờ xử lý và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê so với các nghiệm thức còn lại.

3.2. Ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự tăng trưởng khối lượng của ấu trùng sâu khoang

Từ kết quả khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang, chúng tôi tiến hành tính liều gây chết trung bình (LD50) sau 24 giờ theo phương pháp probit analysis (Finney, 1952) sử dụng phần mềm SAS. Kết quả đã xác định được giá trị LD50 là 0,19 mg/ấu trùng. Chúng tôi sử dụng nồng độ này để xử lý trên ấu trùng sâu khoang nhằm khảo sát ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự tăng trưởng khối lượng của ấu trùng sâu khoang qua các khoảng thời gian khác nhau. Kết quả nghiên cứu được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự tăng trưởng khối lượng của ấu trùng sâu khoang

STT	Thời gian sau xử lý (ngày)	Khối lượng trung bình của ấu trùng sâu khoang (mg/ấu trùng) ở các nghiệm thức		
		ĐC (nước cất)	ĐC (cồn)	0,19 mg/ấu trùng
1	0	157,00 ± 4,73 ^a	164,00 ± 6,36 ^a	160,00 ± 4,47 ^a
2	1	252,00 ± 8,41 ^b	254,00 ± 9,91 ^b	217,00 ± 7,31 ^a
3	2	496,00 ± 17,20 ^b	490,00 ± 17,64 ^b	330,00 ± 12,11 ^a
4	3	693,00 ± 19,09 ^b	676,00 ± 16,21 ^b	460,00 ± 17,26 ^a
5	4	875,00 ± 26,34 ^b	886,00 ± 32,56 ^b	553,00 ± 22,90 ^a
6	5	357,00 ± 12,12 ^a	343,00 ± 10,75 ^a	322,00 ± 11,33 ^a

ĐC: Đối chứng; Giá trị trung bình ± SE trong mỗi hàng được theo sau bởi các chữ cái khác nhau có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) theo LSD test (ANOVA).

Kết quả ở bảng 2 cho thấy, khối lượng trung bình của ấu trùng sâu khoang (mg/1 ấu trùng) ở các nghiệm thức đều tăng dần đến ngày thứ 4 sau khi xử lý. Đến ngày thứ 5 sau thời gian xử lý, khối lượng trung bình của ấu trùng sâu khoang ở các nghiệm thức đều giảm mạnh. Trong thời gian ấu trùng còn tăng trưởng khối lượng (từ 1 ngày đến 4 ngày sau xử lý), không có sự khác biệt đáng kể về khối lượng trung bình giữa hai nghiệm thức đối chứng nước và cồn. Tuy nhiên, khối lượng trung bình của ấu trùng khi xử lý tinh dầu quýt 0,19 mg/ấu trùng thấp hơn đáng kể so với hai nghiệm thức đối chứng. Điều này cho thấy, tinh dầu quýt có ảnh hưởng lớn đến sự tăng trưởng khối lượng của ấu trùng sâu khoang trong điều kiện phòng thí nghiệm.

3.3. Ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự hình thành và phát triển của nhộng sâu khoang

Tiếp theo thí nghiệm ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả Quýt đến sự tăng trưởng của ấu trùng sâu khoang, chúng tôi tiếp tục theo dõi sự hình thành nhộng (hóa nhộng) và phát triển của nhộng sâu khoang khi xử lý tinh dầu vỏ quả Quýt ở liều gây chết trung bình ($LD_{50} = 0,19$ mg/ấu trùng). Theo đó, một số chỉ tiêu theo dõi liên quan được ghi nhận và trình bày ở bảng 3.

Bảng 3. Ảnh hưởng của tinh dầu vỏ quả quýt đến sự hình thành và phát triển của nhộng sâu khoang

STT	Chỉ tiêu theo dõi	Các nghiệm thức		
		ĐC (nước cất)	ĐC (cồn)	0,19 mg/ấu trùng
1	Tỉ lệ hoá nhộng (%)	100,00 ± 0,00 ^b	100,00 ± 0,00 ^b	26,67 ± 3,33 ^a
2	Thời gian phát triển của nhộng (ngày)	8,20 ± 0,20 ^a	7,80 ± 0,29 ^a	8,38 ± 0,24 ^a
3	Khối lượng của nhộng (mg)	213,00 ± 12,12 ^a	229,00 ± 12,06 ^a	210,00 ± 13,98 ^a
4	Tỉ lệ vũ hoá (%)	93,33 ± 3,33 ^b	90,00 ± 0,00 ^b	13,33 ± 3,33 ^a
5	Thời gian sống của bướm (ngày)	6,50 ± 0,31 ^a	6,70 ± 0,30 ^a	6,25 ± 0,30 ^a

ĐC: Đối chứng; Giá trị trung bình ± SE trong mỗi hàng được theo sau bởi các chữ cái khác nhau có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$) theo LSD test (ANOVA).

Kết quả ở bảng 3 chỉ ra rằng, tinh dầu chiết xuất từ vỏ quả quýt có tác dụng ức chế quá trình hóa nhộng và vũ hóa của sâu khoang. Nghiệm thức đối chứng nước cất và còn hầu như không có ảnh hưởng đến tỷ lệ hoá nhộng và vũ hoá của ấu trùng sâu khoang. Trong khi đó, ở nghiệm thức xử lý tinh dầu vỏ quả quýt 0,19 mg/ấu trùng, tỷ lệ hoá nhộng và vũ hoá rất thấp lần lượt là 26,67% và 13,33%. Kết quả phân tích ANOVA cho thấy tỷ lệ hóa nhộng và tỷ lệ vũ hóa ở nghiệm thức đối chứng nước cất không có sự khác biệt với nghiệm thức đối chứng còn, còn các tỷ lệ này ở nghiệm thức tinh dầu quýt 0,19 mg/ấu trùng có sự khác biệt rõ rệt với các nghiệm thức đối chứng. Điều này cho thấy tinh dầu quýt 0,19 mg/ấu trùng gây ức chế mạnh đến tỷ lệ hoá nhộng và vũ hoá của sâu khoang trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Thời gian phát triển của nhộng, khối lượng nhộng và thời gian sống của bướm ở nghiệm thức tinh dầu quýt 0,19 mg/ấu trùng không có sự khác biệt nhiều so với 2 nghiệm thức đối chứng. Vì vậy, tinh dầu quýt không có ảnh hưởng rõ rệt đến thời gian phát triển của nhộng, khối lượng nhộng và thời gian sống của bướm sâu khoang trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Những kết quả trên chứng tỏ tinh dầu vỏ quả quýt có hiệu quả cao trong việc ức chế sự phát triển của ấu trùng sâu khoang. Các nghiên cứu trước cũng cho thấy tinh dầu vỏ quả quýt có hoạt tính mạnh đối với các loài côn trùng *Sitophilus oryzae* và *Tribolium castaneum* (Mishra và nnk., 2014; Mishra và nnk., 2014). Tinh dầu của loài *Citrus hystrix* (cùng chi với quýt) được chứng tỏ có độc tính cao, có ảnh tác động ức chế mạnh đến sự tăng trưởng khối lượng và sự phát triển của ấu trùng và nhộng sâu khoang (Loh và nnk., 2011).

Độc tính cao và khả năng ức chế mạnh của tinh dầu vỏ quýt đối với ấu trùng và nhộng sâu khoang có liên quan đến thành phần hoá học của tinh dầu vỏ quả quýt. Thành phần chính của tinh dầu vỏ quả quýt bao gồm limonen (46,7%), geranial (19,0%), neral (14,5%), geranyl acetate (3,9%), geraniol (3,5%), β -caryophyllene (2,6%), nerol (2,3%), neryl acetate (1,1%) (Chutia và nnk., 2009). Tinh dầu này và các thành phần của nó, đặc biệt là limonen đã được chứng tỏ có hoạt tính cao đối với một số loài côn trùng như *Sitophilus zeamais* và *Tribolium castaneum* (Safavi & Mobki, 2016; Foual & Camara, 2017).

4. Kết luận

Tinh dầu vỏ quả quýt có ảnh hưởng rõ rệt đến tỷ lệ chết của ấu trùng sâu khoang. Liều lượng tinh dầu vỏ quả quýt 0,80 mg/ấu trùng gây ra tỷ lệ sâu chết là 93,33% sau 12 giờ. Khi tăng liều lượng tinh dầu lên 1,60 mg/ấu trùng, tỷ lệ sâu chết đạt đến 100% chỉ sau 2 giờ xử lí.

Tinh dầu vỏ quả quýt có tác động đáng kể đến sự tăng trưởng khối lượng của ấu trùng sâu khoang. Ấu trùng sâu khoang sau khi xử lý tinh dầu quýt 0,19 mg/ấu trùng có sự tăng trưởng khối lượng thấp hơn nhiều so với ấu trùng ở nghiệm thức đối chứng.

Tinh dầu vỏ quả quýt gây ức chế sự hình thành và phát triển nhộng của sâu khoang. Tỷ lệ hoá nhộng và vũ hoá ở nghiệm thức xử lý tinh dầu vỏ quả quýt 0,19 mg/ấu trùng rất thấp so với hai nghiệm thức đối chứng. Tuy nhiên, tinh dầu vỏ quả quýt không có ảnh hưởng rõ rệt đến thời gian phát triển của nhộng, khối lượng nhộng và thời gian sống của bướm sâu khoang.

Kết quả nghiên cứu này đề nghị rằng tinh dầu được chiết xuất từ vỏ quả quýt có thể được sử dụng như một thành phần trong chế phẩm sinh học phòng trừ sâu khoang hại cây trồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. econ. Entomol*, 18(2), 265-267.
- [2] Carasi, R. C., Telan, I. F., & Pera, B. V. (2014). Bioecology of common cutworm (*S. litura*) of Mulberry. *Int. J. Sci. Res*, 4, 1-8
- [3] Finney, D. J. (1952), Probit Analysis, *Journal of the institute of actuaries*, 78(3):388-390.
- [4] Fouad, H. A., & da Camara, C. A. (2017). Chemical composition and bioactivity of peel oils from *Citrus aurantiifolia* and *Citrus reticulata* and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research*, 73, 30-36
- [5] Kamanula, J. F., Belmain, S. R., Hall, D. R., Farman, D. I., Goyder, D. J., Mvumi, B. M., ... & Stevenson, P. C. (2017). Chemical variation and insecticidal activity of *Lippia javanica* (Burm. F.) Spreng essential oil against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Industrial Crops and Products*, 110, 75-82.
- [6] Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., Chanotiya, C. S., & Dubey, N. K. (2014). Antifungal, antiaflatoxicogenic, and insecticidal efficacy of spearmint (*Mentha spicata* L.) essential oil. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 89, 29-36
- [7] Liu, X. C., Zhou, L. G., Liu, Z. L., & Du, S. S. (2013). Identification of insecticidal constituents of the essential oil of *Acorus calamus* rhizomes against *Liposcelis bostrychophila* Badonnel. *Molecules*, 18(5), 5684-5696
- [8] Loh, F. S., Awang, R. M., Omar, D., & Rahmani, M. (2011). Insecticidal properties of *Citrus hystrix* DC leaves essential oil against *Spodoptera litura* fabricius. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(16), 3739-3744.
- [9] Mishra, B. B., Tripathi, S. P., & Tripathi, C. P. M. (2011). Contact toxicity of Essential oil of *Citrus reticulata* fruits peels against stored grain pests *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) and *Tribolium castaneum* (Herbst). *World Journal of Zoology*, 6(3), 307-311.
- [10] Mishra, B. B., Tripathi, S. P., & Tripathi, C. P. M. (2014). Chronic activity of plant volatiles essential oils in management of rice weevil *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology*, 11(2), 78-86.
- [11] Pinto, Z. T., Sánchez, F. F., Santos, A. R. D., Amaral, A. C. F., Ferreira, J. L. P., Escalona-Arranz, J. C., & Queiroz, M. M. D. C. (2015). Chemical composition and insecticidal activity of *Cymbopogon citratus* essential oil from Cuba and Brazil against housefly. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 24(1), 36-44.
- [12] Reddy, S. E., Kirti Dolma, S., Koundal, R., & Singh, B. (2016). Chemical composition and insecticidal activities of essential oils against diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Yponomeutidae). *Natural product research*, 30(16), 1834-1838
- [13] Safavi, S. A., & Mobki, M. (2016). Susceptibility of *Tribolium castaneum* (Herbst, 1797) larvae to essential oils of *Citrus reticulata* Blanco fruit peels and the synergist, diethyl maleate. *Biharean Biologist*, 10(2), 82-85.
- [14] Trần Thanh Hùng, Nguyễn Thanh Bình (2017). Ảnh hưởng của tinh dầu cúc leo (*Mikania cordata*) đến sự phát triển và tính ngán ăn của sâu khoang (*Spodoptera litura*). *Tạp chí Đại học Thủ Dầu Một*, Số 4 (35), 73-77.
- [15] Trần Thanh Hùng, Nguyễn Thị Thanh Thảo (2017). Hoạt tính trừ sâu khoang (*Spodoptera litura*) của tinh dầu chiết xuất từ cây cúc bò (*Wedelia trilobata*) ở Bình Dương. *Kỷ yếu Hội nghị toàn quốc lần thứ 7 về Sinh thái và Tài nguyên sinh vật năm, 1641-1646*.