



NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG GÂY ĐỘC CỦA BA LOÀI THỰC VẬT THUỘC
HỌ CÀ (Solanaceae) TRÊN MÔ HÌNH RUỒI GIẤM (*Drosophila melanogaster*)
RESEARCH ON THE TOXICITY OF THREE SOLANACEAE PLANT
SPECIES ON THE *DROSOPHILA MELANOGASTER* MODEL

Huỳnh Kim Ngân, Huỳnh Hồng Phiến, Mai Thảo Vy, Trần Thanh Mên*

Trường Khoa học Tự nhiên, Đại học Cần Thơ

*ttmen@ctu.edu.vn

Ngày nhận bài:

31/12/2025

Ngày chấp nhận

đăng: 25/6/2026

Keywords: *Solanum*;
fruit extract;
toxicity; *Drosophila*
melanogaster; insect
control.

Từ khóa: Côn trùng,
hoạt tính gây độc,
Drosophila
melanogaster,
Solanum.

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the toxicity of fruit extracts from three *Solanum* species (tomato, eggplant, and chili pepper) on the fruit fly (*Drosophila melanogaster*). Bioactive compounds such as flavonoids, polyphenols, alkaloids, saponins, and tannins were analyzed. The results showed that the total phenolic and alkaloid contents in the eggplant extract were higher than those in the other two samples, whereas the chili pepper extract contained the highest total flavonoid content. The chili pepper extract exhibited high toxicity against second-instar larvae of *D. melanogaster*, with a median lethal dose (LD₅₀) of 77,39 mg/mL. In addition, these extracts negatively affected the growth, reproduction, and development of the flies, and reduced their locomotor activity. These findings indicate that fruits of *Solanum* species have potential for the development of bioproducts for insect pest management.

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện để đánh giá khả năng gây độc của các chiết xuất từ quả ba loài thực vật thuộc chi *Solanum* (cà chua, cà tím và ớt) được nghiên cứu trên mô hình ruồi giấm (*Drosophila melanogaster*). Các hợp chất sinh học như flavonoid, polyphenol, alkaloid, saponin và tannin đã được phân tích. Kết quả cho thấy hàm lượng phenolic và alkaloid tổng trong cao chiết từ cà tím cao hơn so với hai mẫu còn lại, trong khi cao chiết từ quả ớt chứa hàm lượng flavonoid tổng cao nhất. Cao chiết từ quả ớt gây độc cao trên ấu trùng giai đoạn 2 của ruồi giấm, với nồng độ gây chết 50% (LC₅₀) là 77,39 mg/mL. Ngoài ra, các chiết xuất này còn ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, sinh sản và phát triển của ruồi giấm, làm giảm khả năng vận động di chuyển của côn trùng. Những kết quả này cho thấy quả các loài thực vật khảo sát có tiềm năng trong việc phát triển sản phẩm sinh học phục vụ phòng trừ côn trùng.

1. Giới thiệu

Hiện nay, xu hướng sử dụng thuốc trừ sâu sinh học để thay thế dần thuốc trừ sâu hóa học đang ngày càng được phổ biến. Lợi ích của việc sử dụng thuốc trừ sâu sinh học trong các chương trình nông nghiệp và sức khỏe cộng đồng là rất lớn, với điểm đặc biệt là không để lại dư lượng trên nông sản, một trong những vấn đề gây lo ngại cho người tiêu dùng. Thuốc trừ sâu sinh học được pha chế từ các hợp chất tự nhiên, được chiết xuất từ nhiều loài thực vật có khả năng tiêu diệt hay xua đuổi sâu bệnh (Lý và cộng sự, 2022). Trong số loài cây có hoạt tính trừ sâu, cao chiết được chiết xuất từ lá cây đậu dầu (*Pongamia pinnata*) có khả năng phòng trừ sâu kéo màng (*Hellula*

undalis Fabricius) và rệp cải (*Rhopalosiphum pseudobrassicae*) đạt 96,97% ở nồng độ 1,2% sau 3 ngày xử lý trong điều kiện phòng thí nghiệm (Tran và cộng sự, 2016). Do đó, các nhà nghiên cứu đã và đang tập trung vào việc phát triển các hoạt chất, phân tử mới và công nghệ sản xuất tiên tiến để tạo ra các loại thuốc trừ sâu hiệu quả trên diện rộng và an toàn hơn các thuốc trừ sâu hoá học có trên thị trường hiện tại.

Họ Cà (Solanaceae) là họ thực vật có hoa nằm trong bộ Cà (Solanales) có khoảng 96 chi với hơn 3000 loài (Edmonds & Chweya, 1997). Chúng gồm những loài cây gỗ, cây bụi và cây thảo mộc, có nhiều loài ăn được và một số loài khác được xem là cây độc. Vài loài trong họ Solanaceae có nhiều tiềm năng trong việc phát triển dưới dạng thuốc diệt côn trùng và kháng khuẩn qua nhiều nghiên cứu, chẳng hạn như chiết xuất lá *Solanum xanthocarpum* cho thấy khả năng tiêu diệt ấu trùng giai đoạn thứ tư và giai đoạn nhộng của loài muỗi *Culex quinquefasciatus* với giá trị LC_{50} là 377,44 và 448,41 ppm (Mahesh et al., 2012). Chiết xuất lá của *Solanum trilobatum* có tác dụng hiệu quả chống lại nhộng và ấu trùng của muỗi *Aedes aegypti*, *Culex quinquefasciatus* và *Anopheles stephensi* được thể hiện thông qua giá trị LC_{50} lần lượt là 125,128 và 117 ppm (Premalatha et al., 2013). Chiết xuất metanol từ lá và hạt của *Solanum elaeagnifolium* cho thấy hiệu quả gây chết đối với loài sâu bọ *Phthorimaea operculella* (23,6%) và rệp *Tribolium castaneum* (34%), đồng thời gây ức chế sự rụng trứng và ức chế sự nở trứng lần lượt là 95,9% và 98,6% đối với *Phthorimaea operculella* (Hamouda et al., 2015).

Hiện nay, *Drosophila melanogaster* đã được sử dụng làm mô hình động vật nghiên cứu cho nhiều phòng thí nghiệm trên khắp thế giới, chúng đã trở thành 1 trong những mô hình sinh vật lý tưởng được các nhà khoa học ứng dụng để nghiên cứu (Markow & O'Grady, 2005). Với lợi thế có vòng đời ngắn, mỗi ngày ruồi cái có thể sinh sản tối đa tới 100 trứng và có thể sản xuất khoảng 1000 đến 3000 trứng trong cuộc đời (Klepsatel et al., 2013). *D. melanogaster* đang được sử dụng cho các nghiên cứu về một số chất gây ô nhiễm và chất độc môi trường như nghiên cứu của Rand et al. (2009) đã chứng minh MeHg, một độc chất thần kinh mạnh tồn tại ở một số loài cá ảnh hưởng đến sự phát triển hệ thần kinh ở giai đoạn phôi của ruồi giấm. Trong nghiên cứu này đã ứng dụng thành công mô hình ruồi giấm để đánh giá khả năng gây độc của ba loài thực vật thuộc họ cà và nghiên cứu giả định rằng sự khác biệt về hàm lượng các hợp chất sinh học như phenolic, flavonoid và alkaloid trong các cao chiết có thể liên quan đến sự khác biệt về mức độ độc tính trên ruồi giấm.

2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Vật liệu và đối tượng nghiên cứu

Vật liệu thí nghiệm: Quả từ cây cà chua, cà tím và ớt giai đoạn trưởng thành (chưa chín) được thu hái tại thành phố Cần Thơ.

Đối tượng thí nghiệm: Ruồi giấm hoang dại *Drosophila melanogaster* dòng Canton S (CS) được cung cấp từ phòng thí nghiệm Biofunctional Chemistry (Viện Công nghệ Kyoto, Nhật Bản).

Hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu: Ethanol 96° (C_2H_5OH ; Xilong, Trung Quốc), acid gallic ($C_7H_6O_5$; Merck, Đức), agar (Hải Long, Việt Nam), Folin-Ciocalteu (Merck, Đức), aluminum chloride ($AlCl_3$; Xilong, Trung Quốc), quercetin ($C_{15}H_{10}O_7$; Merck, Đức), chloroform ($CHCl_3$; Xilong, Trung Quốc) và một số hóa chất khác.

2.2 Phương pháp nghiên cứu

2.2.1 Điều chế cao chiết

Mẫu được rửa sạch, cắt nhỏ và phơi khô, xay nhuyễn mẫu khô thành bột, sau đó ngâm với ethanol (96 độ) theo tỉ lệ 1:10. Sau 24 giờ/lần ngâm, dung dịch trong bình được lọc qua giấy lọc để loại bỏ phần bột cặn, đem cô quay thu hồi dung môi. Phần dịch trích được cô quay đuổi dung môi, thu được cao tổng ethanol. Mẫu cao được bảo quản ở ngăn mát tủ lạnh trong quá trình sử dụng.

2.2.2 Phương pháp định tính và định lượng các thành phần hoá học

Định tính các nhóm hợp chất: Các nhóm hợp chất có hoạt tính sinh học như alkaloid, flavonoid, saponin, phenolic và tannin được định tính bằng phương pháp theo miêu tả của Riaz et al. (2018).

Định lượng phenolic tổng: Hàm lượng phenolic tổng được xác định theo phương pháp của Singleton (1999). Hỗn hợp phản ứng gồm 250 μ L cao chiết, 250 μ L nước và 250 μ L thuốc thử Follin-Ciocalteu, lắc đều. Sau đó thêm vào 250 μ L Na_2CO_3 10% rồi ủ 30 phút ở 40°C trong máy ổn nhiệt. Độ hấp thụ quang phổ của hỗn hợp phản ứng được đo ở bước sóng 765 nm. Acid gallic được sử dụng như chất chuẩn để xây dựng phương trình đường chuẩn. Tổng hàm lượng phenolic của cao chiết được tính dựa vào phương trình đường chuẩn acid gallic và kết quả được biểu thị bằng miligram tương đương acid gallic trên mỗi gram trọng lượng cao chiết (mg GAE/g cao chiết).

Định lượng flavonoid tổng: Hàm lượng flavonoid tổng được xác định bằng phương pháp so màu AlCl_3 của Bag et al. (2015) có hiệu chỉnh. Hỗn hợp phản ứng gồm 200 μ L cao chiết hoặc chất chuẩn ở nồng độ khảo sát được pha trong 200 μ L nước cất cho phản ứng với 40 μ L NaNO_2 5% rồi lắc đều, sau đó để yên 5 phút. 40 μ L AlCl_3 10% được thêm vào hỗn hợp rồi lắc đều. Sau khi ủ 6 phút thì thêm 400 μ L NaOH 1M và 120 μ L nước cất vào hỗn hợp. Hỗn hợp phản ứng được đo độ hấp thụ quang phổ ở bước sóng 510 nm. Quercetin được sử dụng như chất chuẩn tương đương. Hàm lượng flavonoid toàn phần trong cao chiết được xác định dựa vào phương trình đường chuẩn quercetin và kết quả được biểu thị bằng miligram tương đương quercetin trên mỗi gram trọng lượng cao chiết (mg QE/g cao chiết).

Định lượng alkaloid tổng: Hàm lượng alkaloid tổng được thực hiện dựa trên phương pháp của Shamsa et al. (2008) có hiệu chỉnh. Dung dịch chất chuẩn hoặc cao chiết được hòa tan với dung môi DMSO 100%. Sau đó, thêm tiếp 1 mL HCl 2N và sau khi phản ứng thì được lọc bằng giấy lọc để loại bỏ cặn. Cho dung dịch trên vào bình tách chiết, lần lượt thêm 5 mL Bromocresol Green và 5 mL đệm phosphate (pH 4,7). Cuối cùng, hỗn hợp được lắc mạnh với 10 mL dung dịch chloroform, sau 2 phút phản ứng ở nhiệt độ phòng tiến hành xác định độ hấp thụ bằng máy đo quang phổ ở bước sóng 470 nm. Hàm lượng alkaloid tổng được tính dựa theo đường chuẩn atropine và kết quả được biểu thị bằng miligram tương đương atropine trên mỗi gram trọng lượng cao chiết (mg AE/g cao chiết).

2.2.3 Khảo sát độc tính ở giai đoạn 2 ấu trùng ruồi giấm

Khảo sát sự ảnh hưởng của cao chiết đến tỉ lệ tử vong ở ấu trùng giai đoạn 2 của ruồi giấm được thực hiện theo phương pháp của Riaz et al. (2018). Chỉ tiêu theo dõi trong thí nghiệm này gồm tỉ lệ % ruồi chết sau 7 ngày khảo sát và nồng độ gây chết 50% (LC_{50}).

Chuẩn bị môi trường thức ăn thử nghiệm (30 mL) cho ruồi như sau: Hòa tan 0,24g agar bằng 27 mL nước cất, đun đến khi agar hòa tan hoàn toàn. Cho 1,35g bột bắp; 1,2g nấm men; 2,4g đường saccharose vào hỗn hợp, khuấy đều và đun đến khi sôi lên. Ngừng đun và để thức ăn nguội dần, đến khoảng 60°C thì cho dung dịch cao chiết đã pha loãng với ethanol 96% tương ứng với từng nồng độ: (1) cao chiết cà tím 0 - 300 mg/mL; (2) cao chiết cà chua 0 - 100 mg/mL; (3) cao chiết ớt 0 - 12 mg/mL, các dãy nồng độ được lựa chọn dựa trên kết quả khảo sát của từng cao chiết, nhằm lựa chọn ra các dãy nồng độ có khả năng gây độc phù hợp. Chọn 30 ấu trùng giai đoạn 2 cho vào mỗi lọ. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần (3 lọ). Ethanol được sử dụng làm dung môi hòa tan cao chiết. Do đó, một nghiệm thức đối chứng dung môi (ethanol) với nồng độ tương đương được dùng nhằm đánh giá ảnh hưởng riêng của dung môi đến sự phát triển và sống sót của ruồi giấm (*Drosophila melanogaster*).

2.2.4 Khảo sát ảnh hưởng của các cao chiết đến khả năng sinh sản, sinh trưởng và phát triển của ruồi giấm.

Các bước chuẩn bị môi trường thức ăn được thực hiện tương tự như ở thí nghiệm trên. Cao chiết được pha loãng với ethanol 96% ở nồng độ 2 mg/mL (đối với cao chiết ớt) và 75 mg/mL (đối với cao chiết cà chua và cà tím).

Khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh trưởng và phát triển của ruồi giấm

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh trưởng và phát triển của ruồi giấm dựa trên nghiên cứu của Chowański et al. (2018). Chọn 5 ruồi đực và 5 ruồi cái mới nở trong vòng 3 ngày chưa qua giao phối. Cho giao phối trong 48 giờ, loại bỏ ruồi bố mẹ, giữ trứng

và để phát triển trong môi trường thức ăn thử nghiệm. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần. Chỉ tiêu theo dõi của thí nghiệm này là tổng số nhộng được hình thành, trọng lượng nhộng và con trưởng thành, tổng số ruồi nở, tỉ lệ số ruồi có kiểu hình dị biệt. Ruồi trưởng thành trong khảo sát này được ký hiệu là thế hệ F1.

Khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh sản của ruồi giấm

Thí nghiệm khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh sản được xác định dựa trên phương pháp của Ferdenache et al. (2019). Thí nghiệm tiến hành bằng cách chọn 5 ruồi đực và 5 ruồi cái ở thế hệ F1 cho giao phối trong 48 giờ. Sau đó loại bỏ bố mẹ, ghi nhận số ấu trùng hóa nhộng và tổng số ruồi nở ở đời con F2.

2.2.5 Khảo sát khả năng vận động di chuyển của ruồi giấm

Khả năng vận động di chuyển của ruồi giấm được dựa trên phương pháp của Valéria et al. (2014). Chọn 10 ruồi đực ở thế hệ F1 và chuyển vào các ống nghiệm plastic có đánh dấu sẵn vạch 6 cm tính từ đáy ống nghiệm lên. Để yên 10 phút cho ruồi thích nghi với điều kiện trong ống nghiệm thì tiến hành gõ đồng loạt các ống nghiệm xuống bàn sao cho ruồi trong các ống hoàn toàn rơi xuống đáy. Ghi nhận số lượng ruồi di chuyển lên vạch định sẵn 6 cm trong 10 giây.

2.3 Thống kê và xử lý số liệu

Phương pháp xử lý số liệu: Microsoft Excel 2013

Phương pháp thống kê số liệu: Phân tích thống kê số liệu bằng phần mềm Minitab version 16.

3. Kết quả và thảo luận

3.1 Kết quả khảo sát thành phần hóa học

3.1.1 Kết quả định tính các hợp chất

Từ kết quả Bảng 1 cho thấy thành phần hóa học của cao chiết ớt, cà chua và cà tím đều có chứa hợp chất tannin, phenolic và flavonoid. Hợp chất alkaloid không được phát hiện trong thí nghiệm này ở cao chiết cà chua và hợp chất saponin không phát hiện ở cao chiết ớt. Các hợp chất này đã được nhiều nghiên cứu chứng minh là có khả năng hỗ trợ quản lý dịch hại côn trùng hiệu quả.

Kết quả định tính của nghiên cứu này cho thấy có sự hiện diện của hợp chất saponin trong thành phần hóa học. Saponin là hợp chất có vai trò lớn trong hiệu quả gây độc giết chết côn trùng. Điều đó đã được chứng minh trong kết quả nghiên cứu của Cui et al. (2019), kết quả nghiên cứu đã chứng minh rằng saponin trong trà có tác dụng mạnh đối với ấu trùng của loài *Ectropis obliqua* gây hại trên cây chè. Jiang et al. (2018) cũng đã chứng minh saponins chiết xuất từ vỏ cây xà phòng *Quillaja saponaria* có khả năng gây độc đối với loài động vật phù du *Daphnia magna* và cá sọc ngựa *Danio rerio*. Sự khác biệt về độc tính giữa các cao chiết có thể liên quan đến sự khác biệt về thành phần hóa học. Các cao chiết có hàm lượng phenolic, flavonoid hoặc alkaloid cao hơn có xu hướng thể hiện độc tính mạnh hơn, cho thấy các hợp chất này có thể đóng vai trò quan trọng trong hoạt tính sinh học trên ruồi giấm (*Drosophila melanogaster*).

Ngoài ra, hợp chất tannin cũng góp phần bảo vệ thực vật chống lại các động vật và cảm ứng của chúng để phản ứng lại sự phá hoại của côn trùng đã được nghiên cứu ở nhiều thực vật. Tannin cô đặc được chiết xuất từ loài *Lotus pedunculatus*, *Lotus corniculatus*, *Hedysarum coronarium*, *Onobrychus viciifolia*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Dorycnium ectum* và *Rumex obtusifolius* đã làm ảnh hưởng đến khả năng sống sót của trứng và ấu trùng giai đoạn đầu của tuyến trùng cừu *Trichostrongylus colubriformis* (Molan et al., 2002).

Bảng 1. Kết quả định tính các hợp chất có trong cao chiết

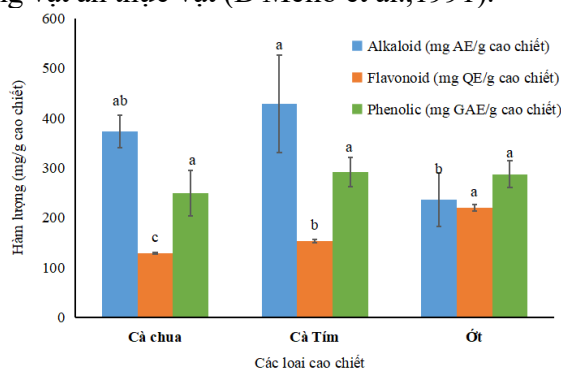
Cao chiết	Alkaloid	Flavonoid	Tannin	Phenolic	Saponin
Ốt	+	+	+	+	-
Cà chua	-	+	+	+	+
Cà tím	+	+	+	+	+

Ghi chú: (+): có hiện diện; (-): chưa hiện diện

3.1.2 Kết quả định lượng các hợp chất

Hàm lượng phenolic, flavonoid và alkaloid tổng của chất chuẩn gallic acid, quercetin và atropine được xác định dựa vào phương trình hồi quy tuyến tính lần lượt là: $y = 0,0657x + 0,0075$ có hệ số $R^2 = 0,9978$; $y = 0,0047x + 0,0035$ có hệ số $R^2 = 0,9925$ và $y = 0,0075x + 0,0012$ có hệ số $R^2 = 0,9914$.

Hàm lượng phenolic, flavonoid và alkaloid tổng của cao chiết ớt, cà chua và cà tím được tính và trình bày ở Hình 1. Kết quả cho thấy cao chiết cà tím có hàm lượng phenolic và alkaloid cao nhất lần lượt là $287,589 \pm 26,950$ mg GAE/g cao chiết và $428,80 \pm 97,32$ mg AE/g cao chiết. Hàm lượng flavonoid tổng cao nhất nằm ở cao chiết ớt với $220,449 \pm 6,435$ mg QE/g cao chiết. Kết quả định lượng bước đầu xác định được các hợp chất có khả năng ảnh hưởng đến côn trùng tương tự như các nghiên cứu trước đây, Tayal et al. (2020) đã nghiên cứu về tác động bất lợi của chiết xuất quả ngô tím đến sự tăng trưởng và phát triển của trứng *Manduca sexta* cho thấy hàm lượng phenolic tổng là $186,59 \pm 1,03$ g GAE/kg cao chiết thấp hơn so với hàm lượng phenolic chứa trong cao chiết quả cà chua, ớt và cà tím. Chen et al. (2018) chứng minh rằng quercetin đã ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của ấu trùng *Helicoverpa armigera*. Ngoài ra, các nhóm alkaloid có nguồn gốc từ quinolizidine, chẳng hạn như cytosine và sparteine là những chất thúc đẩy sự chán ghét thức ăn hiệu quả, phòng trừ một số loài động vật ăn thực vật (D'Mello et al., 1991).



Hình 1. Hàm lượng flavonoid, phenolic và alkaloid tổng trong cao chiết

Ghi chú: Các giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn có kí hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

3.2 Kết quả khảo sát độc tính trên giai đoạn 2 của ấu trùng ruồi giấm

Kết quả khảo sát khả năng gây độc của cao chiết ớt, cà chua và cà tím được đánh giá thông qua tỉ lệ chết sau 7 ngày khảo sát và nồng độ gây chết 50% (LC_{50}). Kết quả được trình bày ở Bảng 2. Với số lượng ấu trùng giống nhau ở mỗi nghiệm thức, cao chiết có khả năng gây độc cao nhất là cao chiết ớt, ở nồng độ 12 mg/mL ghi nhận số ấu trùng chết sau 7 ngày theo dõi lên đến 80% cao gấp 18,02 lần so với nghiệm thức đối chứng, tiếp theo ở cao chiết cà tím ở nồng độ 300 mg/mL ghi nhận số ấu trùng chết 97% cao gấp 22,02 lần so với nghiệm thức đối chứng cuối cùng cùng cao chiết cà chua ở nồng độ 100 mg/mL ghi nhận 12% cao hơn 2,75 lần so với nghiệm thức đối chứng, từ đó cho thấy cao chiết ớt đạt hiệu quả tốt trong việc gây độc trên giai đoạn 2 của ấu trùng ruồi giấm.

Trong nghiên cứu của Riaz et al. (2018) về độc tính, thành phần hóa học và khả năng ức chế enzyme của các loài cỏ dại đối với *Drosophila melanogaster*. Kết quả tỉ lệ tử vong ở ấu trùng ruồi giấm của cao chiết thực vật *E. prostrata* ở nồng độ 30% là 51,64% và nồng độ gây chết 50%

là 27,76% thấp hơn so với nghiệm thức sử dụng cao chiết của quả ớt và cà tím. Điều này cho thấy các hợp chất sinh học không chỉ hiện diện mà còn có thể đóng vai trò trực tiếp trong việc quyết định mức độ độc tính của các cao chiết.

Bảng 2. Tỷ lệ chết của ruồi giấm sau 7 ngày khảo sát (%) ở cao chiết ớt

Cao chiết	Nồng độ (mg/mL)	Tỷ lệ ấu trùng chết sau 7 ngày (%)
Ớt	0	4,44 ^c ± 5,09
	2	20,00 ^c ± 5,77
	4	21,11 ^c ± 6,94
	6	22,22 ^c ± 5,09
	8	51,11 ^b ± 5,09
	10	72,22 ^{ab} ± 13,47
	12	80,00 ^a ± 17,32
Cà tím	0	4,44 ^c ± 5,09
	50	8,89 ^c ± 5,09
	100	57,78 ^b ± 24,11
	150	57,78 ^b ± 19,53
	200	86,67 ^{ab} ± 10,00
	250	88,89 ^{ab} ± 13,89
	300	97,78 ^a ± 3,85
Cà chua	0	4,44 ^a ± 5,09
	20	5,56 ^a ± 1,92
	40	7,78 ^a ± 5,09
	60	7,78 ^a ± 1,92
	80	11,11 ^a ± 1,92
	100	12,22 ^a ± 1,92

Ghi chú: Các giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn có kí hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

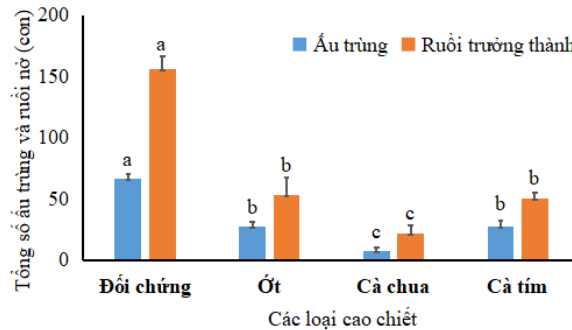
3.3 Kết quả khảo sát ảnh hưởng của các cao chiết đến khả năng sinh sản, sinh trưởng và phát triển của ruồi giấm

3.3.1 Kết quả khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh trưởng và phát triển

Khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh trưởng và phát triển trên đối tượng ruồi giấm, nhằm xác định các cao chiết từ ba loại thực vật ảnh hưởng đến hình thái và sinh lý của ruồi giấm, kết quả được thể hiện qua biểu đồ ở Hình 2 cho thấy nghiệm thức có khả năng gây độc đến khả năng sinh trưởng và phát triển của ruồi giấm thấp nhất là cao chiết cà chua, tiếp theo là cao chiết ớt và cao nhất là cà tím. Số ấu trùng được hóa nhộng nuôi trong môi trường có bổ sung cao chiết ớt thấp hơn 2,43 lần; cao chiết cà chua thấp hơn 9,05 lần và cà tím thấp hơn 2,4 lần so với nghiệm thức đối chứng. Nghiên cứu của Chowański et al. (2018) về đặc tính diệt côn trùng của chiết xuất *Solanum nigrum* và *Armoracia rusticana* trên sự sinh sản và phát triển của *Drosophila melanogaster*, kết quả cũng đã chứng minh cả 2 cao chiết đều làm giảm số lượng ấu trùng hóa nhộng và tổng số ruồi nở so với nghiệm thức đối chứng.

Kết quả theo dõi số ruồi được nở từ ấu trùng cho thấy số ruồi nở khi nuôi trong môi trường có bổ sung cao chiết ớt thấp hơn 2,93 lần; cao chiết cà chua thấp hơn 7,09 lần và cà tím thấp hơn 3,01 lần so với nghiệm thức đối chứng. Ngoài ra, vòng đời của ruồi giấm ở nghiệm thức chứa cao chiết cũng có sự khác biệt so với đối chứng. Nghiệm thức đối chứng kéo dài 10-11 ngày, còn ở nghiệm thức có chứa cà tím và ớt kéo dài từ 11-12 ngày (chậm hơn so với đối chứng 1-2 ngày) và ở nghiệm thức chứa cà chua kéo dài 13-14 ngày (chậm hơn 3 - 4 ngày so với đối chứng) Sự chậm phát triển có thể do các hợp chất sinh học làm rối loạn hormone biến thái (juvenile hormone và ecdysteroid) và ức chế enzyme tiêu hóa,

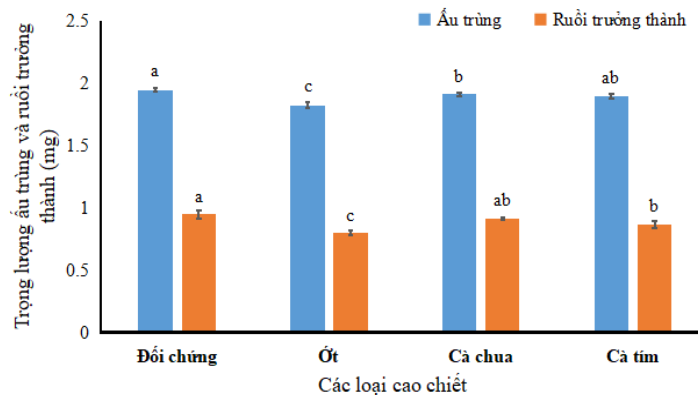
từ đó làm giảm hấp thu dinh dưỡng. Qua đó cho thấy cao chiết từ quả cà chua, cà tím và ớt không chỉ ảnh hưởng đến khả năng sinh sản mà còn ức chế vòng đời sinh trưởng của ruồi giấm. Kết quả phù hợp với nghiên cứu của Peres et al. (2017), các chiết xuất của loài *Alibertia intermedia* và *Alibertia sesilis* gây ra tỷ lệ tử vong cao hơn và kéo dài thời gian của giai đoạn ấu trùng *Plutella xylostella* L. lần lượt là 3,11 và 2,35 ngày so với đối chứng. Trong một nghiên cứu của Cárdenas-Ortega et al. (2015) cũng chứng minh rằng chất chiết xuất từ *Salvia ballotiflora* kéo dài thời gian giai đoạn ấu trùng *Spodoptera frugiperda* thêm 30,5; 8,0; 5,5; 5,5 ngày ở nồng độ 600; 400; 120 và 80 $\mu\text{g/mL}$ so với đối chứng.



Hình 2. Kết quả khảo sát sự ảnh hưởng của các cao chiết đến khả năng sinh trưởng và phát triển của ruồi giấm.

Ghi chú: Các giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn có kí hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

Kết quả khảo sát ở Hình 3 cho thấy trọng lượng nhộng cân được sau 7 ngày khảo sát ở môi trường có chứa cao chiết ớt ($1,82 \pm 0,02$ mg) và cà chua ($1,91 \pm 0,02$ mg) nhẹ hơn so với đối chứng. Sự giảm trọng lượng cơ thể ấu trùng quan sát được phù hợp với phát hiện trước đó trong nghiên cứu của Corio et al. (2013), kết quả đã chứng minh rằng trọng lượng cơ thể ấu trùng của các loài *Drosophila* khác nhau do tác dụng của alkaloid có trong thực vật nơi ấu trùng phát triển đã làm ảnh hưởng đến các quá trình chuyển hóa của chúng khi tiếp xúc. Nghiên cứu gần đây của Shu et al. (2018) về ảnh hưởng của azadirachtin đến sự phát triển *Spodoptera litura* cũng cho thấy sự giảm kích thước của ấu trùng khi được xử lý bằng azadirachtin, khối lượng ấu trùng này cũng giảm 43,4% so với đối chứng.



Hình 3. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến trọng lượng nhộng và con trưởng thành của ruồi giấm

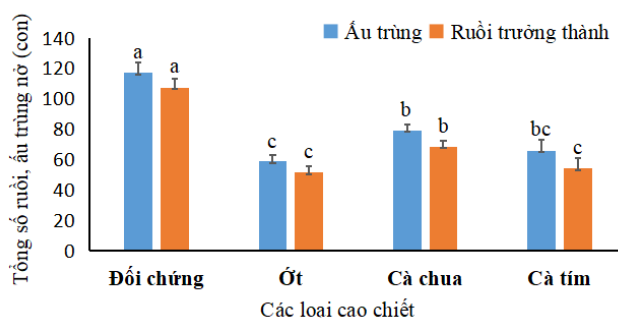
Ghi chú: Các giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn có kí hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

Trong môi trường thức ăn có chứa cao chiết ớt, cà chua và cà tím đều xuất hiện kiểu hình dị biệt ở đời con với tỉ lệ phần trăm tương ứng là $8,67 \pm 2,08$; $1,67 \pm 1,53$; $5,33 \pm 1,53$ con. Kết quả đã chỉ ra một số kiểu hình dị biệt chẳng hạn như: kích thước cơ thể nhỏ hơn, bụng nhỏ lại, chủ yếu ở cánh của ruồi giấm bị cao chiết làm cánh dính vào nhau, ngắn và teo lại ảnh hưởng đến khả năng bay.

năng vận động. Kết quả này cũng phù hợp với nghiên cứu của Peres et al. (2017), những thay đổi hình thái đã được quan sát thấy ở *Plutella xylostella* L. khi được xử lý bằng chiết xuất từ loài *Alibertia sesilis* và *Alibertia intermedia*. Con trưởng thành qua xử lý bằng *Alibertia sesilis* có đôi cánh bị teo lại. Trong nghiên cứu của Sosa et al. (2019) cho thấy giai đoạn nhộng *Amblyomma cajennense* dưới sự ảnh hưởng của cao chiết từ *Vernonanthura nebulare* đã bị dị tật ở ngực và bụng hoặc giai đoạn ấu trùng - nhộng lột xác không hoàn toàn và một số con còn sót lại bị dị tật về cánh ở giai đoạn trưởng thành, dẫn đến không thể giao phối.

3.3.2 Kết quả khảo sát ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh sản của ruồi giấm

Với nồng độ cao chiết sử dụng lần lượt là 2 mg/mL đối với cao chiết ốt, cao chiết cà chua và cà tím (75 mg/mL). Kết quả khảo sát ở đời con F1 cho thấy cao chiết ốt gây ảnh hưởng cao nhất, làm giảm khả năng sinh sản dẫn đến tổng số ấu trùng hóa nhộng thấp hơn 1,98 lần so với nghiệm thức đối chứng (Hình 4). Kết quả trên phù hợp với nghiên cứu của de Souza et al. (2021) đã chứng minh tinh dầu từ ba loài thực vật *Baccharis calvenscens*, *Baccharis mesoneura* và *Baccharis oblongifolia* làm giảm khả năng sinh sản của ruồi *Drosophila suzukii* tới 43% so với đối chứng. Nghiên cứu đã chứng minh rằng việc xử lý nồng độ (LC_{25}/LC_{50}) Azadirachtin lên ấu trùng *Drosophila melanogaster* đã làm giảm số lượng trứng, ảnh hưởng tiêu cực đến khả năng sinh sản của con cái còn sống không chỉ thông qua hiện tượng gây chết trực tiếp ở những cá thể tiếp xúc, mà còn thông qua tác động chuyển hệ đối với các cá thể F1 mà không bao giờ tiếp xúc trực tiếp với chúng. Ngoài ra, việc điều trị bằng azadirachtin ở loài *Anopheles stephensi* đã dẫn đến cấu trúc buồng trứng bất thường với sự ngừng hoàn toàn quá trình sinh trứng, sự hình thành tế bào sinh tinh và suy giảm sự hình thành vỏ vitelline, cũng như sự thoái hóa tế bào nang (Lucantoni et al., 2006). Sự suy giảm khả năng sinh sản có thể do ảnh hưởng của các hợp chất này lên hệ nội tiết, đặc biệt là các hormone điều hòa quá trình phát triển trứng. Buồng trứng những con cái của loài *Heteracris littoalis* được xử lý bằng azadirachtin cũng cho thấy có sự co rút hoàn toàn cùng với sự phát triển của tế bào trứng bị kìm hãm, ngoài việc phân hủy ti thể và phá hủy tế bào nang (Ghazawi et al., 2007). Do đó, khả năng sinh sản giảm có thể liên quan đến tác dụng đối kháng của azadirachtin đối với các hormone chính gây ra sự kiểm soát trong quá trình sinh sản (JH/Ecdysteroid) (Bezzar-Bendjazia et al., 2016).



Hình 4. Ảnh hưởng của cao chiết đến khả năng sinh sản của ruồi giấm

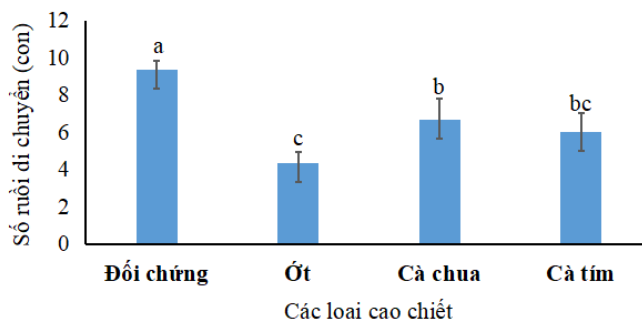
Ghi chú: Các giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn có kí hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

3.4 Kết quả kiểm tra khả năng vận động di chuyển của ruồi giấm

Hiệu quả gây ảnh hưởng đến khả năng vận động của từng loại cao chiết ở ruồi giấm trưởng thành được xác định dựa trên chỉ tiêu số lượng ruồi di chuyển lên trên khối vach 6cm ở mỗi nghiệm thức trong 10 giây được ghi nhận ở Hình 5. Số lượng ruồi di chuyển qua vach định mức ở môi trường có chứa cao chiết cà chua, cà tím và ốt thấp hơn với đối chứng lần lượt là $6,67 \pm 1,16$; $6,00 \pm 1,00$; $4,33 \pm 0,58$ con.

Song song với các thông số nghiên cứu hành vi vận động, hoạt động của acetylcholinesterase (AChE) cũng được đánh giá vì acetylcholine là chất dẫn truyền thần kinh

kích thích chính của hệ thần kinh trung ương côn trùng (Kim & Lee, 2013). Sự ức chế AChE làm tổn hại đến quá trình thủy phân, dẫn đến sự tích tụ chất dẫn truyền thần kinh trong khớp thần kinh (Čalić et al., 2006). Nhiều nghiên cứu khác về các tác nhân gây độc hại chẳng hạn như rotenone, paraquat và organophosphorus cho rằng những tác nhân này có thể dẫn đến sự ức chế AChE, làm mất cân bằng nội môi, gây nhiều rối loạn hóa thần kinh và hành vi thần kinh (Da Silva et al., 2006).



Hình 5. Khả năng vận động di chuyển của ruồi giấm

Ghi chú: Các giá trị trung bình $\pm$ độ lệch chuẩn có kí hiệu chữ cái khác nhau trên cùng một cột biểu diễn sự khác biệt có ý nghĩa về mặt thống kê với mức ý nghĩa 5% bằng phép thử Tukey.

4. Kết luận và kiến nghị

4.1 Kết luận

Kết quả nghiên cứu cho thấy quả của 3 loài thực vật ớt, cà chua, cà tím có chứa các nhóm hoạt chất có hoạt tính sinh học được nhiều nghiên cứu chứng minh là có hiệu quả trong việc phòng trị côn trùng như flavonoid, polyphenol, alkaloid, saponin, tannin. Kết quả định lượng cho thấy cao chiết cà tím có hàm lượng phenolic và alkaloid tổng cao nhất, trong khi đó cao chiết ớt có hàm lượng flavonoid tổng cao nhất. Các cao chiết cũng gây độc hiệu quả lên ấu trùng ở giai đoạn 2, ảnh hưởng đến khả năng sinh trưởng và phát triển, đặc biệt là gây hạn chế khả năng vận động di chuyển ở ruồi giấm. Với các kết quả nghiên cứu từ quả của 3 loài thực vật, có thể ứng dụng khai thác tối ưu tiềm năng của các loài thực vật này ở những bộ phận khác. Sử dụng mô hình ruồi giấm để thử nghiệm độc tính của các loài thực vật khác, từ đó tìm kiếm thêm nguồn hợp chất sinh học mới có khả năng phòng trừ côn trùng hiệu quả.

4.2 Kiến nghị

Nghiên cứu cho thấy các cao chiết từ các loài thuộc chi *Solanum* có tiềm năng trong việc phát triển các chế phẩm trừ sâu sinh học. Tuy nhiên, cần có thêm các nghiên cứu chuyên sâu để đánh giá hiệu quả trên các đối tượng côn trùng gây hại thực tế và làm rõ cơ chế tác động.

Nghiên cứu chỉ được thực hiện trên mô hình ruồi giấm (*Drosophila melanogaster*), do đó cần có thêm các nghiên cứu trên các đối tượng sinh học khác để đánh giá tính ứng dụng thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bag, G.C., Devi, P.G., & Bhaigyaabati, T. (2015). Assessment of total flavonoid content and antioxidant activity of methanolic rhizome extract of three hedychium species of Manipur valley. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 30(1), 154-159.
- Bezzar-Bendjazia, R., Kilani-Morakchi, S., & Aribi, N. (2016). Larval exposure to azadirachtin affects fitness and oviposition site preference of *Drosophila melanogaster*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 133, 85-90.
- Čalić, M., Vrdoljak, A. L., Radić, B., Jelić, D., Jun, D., Kuća, K., & Kovarik, Z. (2006). In vitro and in vivo evaluation of pyridinium oximes: mode of interaction with acetylcholinesterase, effect on tabun-and soman-poisoned mice and their cytotoxicity. *Toxicology*, 219(1-3), 85-96.
- Cárdenas-Ortega, N. C., González-Chávez, M. M., Figueroa-Brito, R., Flores-Macías, A., Romo-Asunción, D., Martínez-González, D. E., Ramos-López, M. A. (2015). Composition of the

- essential oil of *Salvia ballotiflora* (Lamiaceae) and its insecticidal activity. *Molecules*, 20(5), 8048-8059.
- Corio, C., Soto, I. M., Carreira, V., Padró, J., Betti, M. I., & Hasson, E. (2013). An alkaloid fraction extracted from the cactus *Trichocereus terscheckii* affects fitness in the cactophilic fly *Drosophila buzzatii* (Diptera: Drosophilidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 109(2), 342-353.
- Cui, C., Yang, Y., Zhao, T., Zou, K., Peng, C., Cai, H., .. & Hou, R. (2019). Insecticidal activity and insecticidal mechanism of total saponins from *Camellia oleifera*. *Molecules*, 24(24), 4518.
- Chen, C., Han, P., Yan, W., Wang, S., Shi, X., Zhou, X., .. & Gao, X. (2018). Uptake of quercetin reduces larval sensitivity to lambda-cyhalothrin in *Helicoverpa armigera*. *Journal of pest science*, 91, 919-926.
- Chowański, S., Chudzińska, E., Lelario, F., Ventrella, E., Marciniak, P., MiądowiczKobielska, M., Spochacz, M., Szymczak, M., Scrano, L., Aurelio, B. S., Adamski, Z. (2018). Insecticidal properties of *Solanum nigrum* and *Armoracia rusticana* extracts on reproduction and development of *Drosophila melanogaster*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 162, 454-463.
- Da Silva, A. P., Meotti, F. C., Santos, A. R., & Farina, M. (2006). Lactational exposure to malathion inhibits brain acetylcholinesterase in mice. *Neurotoxicology*, 27(6), 1101-1105.
- de Souza, M. T., de Souza, M. T., Bernardi, D., de Melo, D. J., Zarbin, P. H. G., & Zawadneak, M. A. C. (2021). Insecticidal and oviposition deterrent effects of essential oils of *Baccharis* spp. and histological assessment against *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Scientific Reports*, 11(1), 3944.
- D'Mello, J. F., Duffus, C. M., & Duffus, J. H. (1991). Toxic substances in crop plants. *Woodhead Publishing*.
- Edmonds M. and J. A. Chweya, (1997) Black Nightshades *Solanum nigrum* L. and related species (Vol. 15). *Bioversity International*.
- Ferdenache, M., Bezzar-Bendjazia, R., Marion-Poll, F., & Kilani-Morakchi, S. (2019). Transgenerational effects from single larval exposure to azadirachtin on life history and behavior traits of *Drosophila melanogaster*. *Scientific reports*, 9(1), 17015.
- Ghazawi, N. A., El-Shranoubi, E. D., El-Shazly, M. M., & Rahman, K. A. (2007). Effects of azadirachtin on mortality rate and reproductive system of the grasshopper *Heteracris littoralis* Ramb.(Orthoptera: Acrididae). *Journal of Orthoptera Research*, 16(1), 57-65.
- Hamouda, A. B., Zarrad, K., Laarif, A., & Chaieb, I. (2015). Insecticidal effect of *Solanum elaeagnifolium* extracts under laboratory conditions. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(3), 187-190.
- Jiang, X., Hansen, H. C. B., Strobel, B. W., & Cedergreen, N. (2018). What is the aquatic toxicity of saponin-rich plant extracts used as biopesticides. *Environmental Pollution*, 236, 416-424.
- Kim, Y. H., & Lee, S. H. (2013). Which acetylcholinesterase functions as the main catalytic enzyme in the Class Insecta. *Insect biochemistry and molecular biology*, 43(1), 47-53.
- Klepsatel, P., M. Galikova, N. De Maio, S. Ricci, C. Schlötterer (2013). Reproductive and post-reproductive life history of wildcaught *Drosophila melanogaster* under laboratory conditions. *J. Evol. Biol.* 26: 1508–1520.
- Lucantoni, L., Giusti, F., Cristofaro, M., Pasqualini, L., Esposito, F., Lupetti, P., & Habluetzel, A. (2006). Effects of a neem extract on blood feeding, oviposition and oocyte ultrastructure in *Anopheles stephensi* Liston (Diptera: Culicidae). *Tissue and Cell*, 38(6), 361-371.
- Lý, N. P., Dương, Q. Đ., Võ, Đ. K. V., Huỳnh, M. T., Nguyễn, K. M. T., & Lê, X. T. (2022). Hiệu lực của chế phẩm thuốc trừ sâu sinh học chứa azadirachtin trong phòng trừ sâu đầu đen hại dưa tại Bến Tre. *Tạp chí Công Thương*, (3), 297–303.

- Mahesh Kumar, P., Murugan, K., Kovendan, K., Subramaniam, J., & Amaresan, D. (2012). Mosquito larvicidal and pupicidal efficacy of *Solanum xanthocarpum* (Family: Solanaceae) leaf extract and bacterial insecticide, *Bacillus thuringiensis*, against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae). *Parasitology research*, 110, 2541-2550.
- Markow, T. A., & O'Grady, P. (2005). *Drosophila: a guide to species identification and use*. Elsevier.
- Molan, A. L., Waghorn, G. C., & McNabb, W. C. (2002). Effect of condensed tannins on egg hatching and larval development of *Trichostrongylus colubriformis* in vitro. *Veterinary Record*, 150(3), 65-69.
- Peres, L. L., Sobreiro, A. I., Couto, I. F., Silva, R. M., Pereira, F. F., Heredia-Vieira, S. C., .. & Mussury, R. M. (2017). Chemical compounds and bioactivity of aqueous extracts of *Alibertia spp.* in the control of *Plutella xylostella* L.(Lepidoptera: Plutellidae). *Insects*, 8(4), 125.
- Premalatha, S., Elumalai, K., & Jeyasankar, A. (2013). Mosquitocidal properties of *Solanum trilobatum* L.(Solanaceae) leaf extracts against three important human vector mosquitoes (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 6(11), 854-858.
- Rand, M. D., Dao, J. C., & Clason, T. A. (2009). Methylmercury disruption of embryonic neural development in *Drosophila*. *Neurotoxicology*, 30(5), 794-802.
- Riaz, B., Zahoor, M.K., Zahoor, M.A., Majeed, H.N., Javed, I., Ahmad, A., Jabeen, F., Zulhussnain, M., & Sultana, K. (2018). Toxicity, phytochemical composition and enzyme inhibitory activities of some indigenous weed plant extracts in fruit *Drosophila melanogaster*. *Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM*, 2325659.
- Shamsa, F., Monsef, H., Ghamooshi, R., & Verdianrizi, M., 2008. Spectrophotometric determination of total alkaloids in some Iranian medicinal plants. *Thai J. Pham. Sci.* 32:17-20.
- Shu, B., Zhang, J., Cui, G., Sun, R., Yi, X., & Zhong, G. (2018). Azadirachtin affects the growth of *Spodoptera litura* Fabricius by inducing apoptosis in larval midgut. *Frontiers in physiology*, 9, 137.
- Singleton R. O. & Vernon L. R. M. L.-R. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folinciocalteu reagent. *Academic press*.
- Sosa, A., Diaz, M., Salvatore, A., Bardon, A., Borkosky, S., & Vera, N. (2019). Insecticidal effects of *Vernonanthura nebularum* against two economically important pest insects. *Saudi journal of biological sciences*, 26(5), 881-889.
- Tayal, M., Somavat, P., Rodriguez, I., Thomas, T., Christoffersen, B., & Kariyat, R. (2020). Polyphenol-rich purple corn pericarp extract adversely impacts herbivore growth and development. *Insects*, 11(2), 98.
- Tran, D. H., Le, K. P., Tran, H. D. T., & Ueno, T. (2016). Control efficacy of pongam (*Pongamia pinnata* L.) leaf extract against the turnip aphid *Lipaphis pseudobrassicae* (Davis)(Hemiptera: Aphididae). *J. Fac. Agr., Kyushu Univ.*, 61 (1), 141–145.
- Valéria Soares de Araújo Pinho, F., Felipe da Silva, G., Echeverria Macedo, G., Raquel Muller, K., Kemmerich Martins, I., Lausmann Ternes, A. P., .. & Posser, T. (2014). Phytochemical constituents and toxicity of *Duguetia furfuracea* hydroalcoholic extract in *Drosophila melanogaster*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.