

ẢNH HƯỞNG NHIỆT ĐỘ ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA SÂU KEO MÙA THU *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)

Trần Thị Thu Phương^{1*}, Giang Kim Long¹, Nguyễn Thanh Hải², Hồ Thị Thu Giang¹

¹Bộ môn Côn trùng, Khoa Nông học, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Cục Bảo vệ thực vật, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

*Tác giả liên hệ: tthuphuong@vnua.edu.vn

Ngày nhận bài: 05.09.2022

Ngày chấp nhận đăng: 20.12.2022

TÓM TẮT

Sâu keo mùa thu *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) là loài côn trùng đa thực nguy hiểm có nguồn gốc tại châu Mỹ, đã trở thành dịch hại xâm lấn gây hại nghiêm trọng trên cây ngô tại Việt Nam. Nghiên cứu này nhằm xác định ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ đến thời gian phát dục và sức sinh sản của sâu keo mùa thu tại Việt Nam. Sâu keo mùa thu được nuôi sinh học theo cá thể trong tủ định ôn ở các mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C, ẩm độ 75-85%, thời gian chiếu sáng: tối (12h:12h) với thức ăn lá ngô nếp giống HN88 giai đoạn 3-5 lá. Vòng đời của sâu keo mùa thu ở năm mức nhiệt độ trên lần lượt là 50,56; 36,92; 31,91; 24,28 và 22,28 ngày. Tổng số trứng của một trưởng thành cái sâu keo mùa thu đẻ ra ở mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C lần lượt là 1.119; 1.020; 1.152; 1.168; 778 quả. Nhiệt độ khởi điểm phát dục của pha trứng 11,14°C, pha sâu non 12,47°C và pha nhộng 13,59°C. Tổng tích ôn hữu hiệu (K) của pha trứng, pha sâu non và pha nhộng lần lượt là 42,7; 200,71 và 129,65 độ ngày. Tổng tích ôn hữu hiệu cho sâu keo mùa thu phát triển từ trứng đến trưởng thành là 383,67 độ ngày.

Từ khoá: Degree-days, development, maize, *Spodoptera frugiperda*, Vietnam.

Effect of Temperature on the Development of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)

ABSTRACT

The fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) is a serious polyphagous insect pest native to the Americas. The objective of the present study was to determine the effect of temperature on developmental time and oviposition of fall armyworm in Vietnam. Fall armyworm was reared individually in incubators at different temperatures (20, 25, 27.5, 30, and 33°C), 75-85% RH, and 12L:12D photoperiod with maize leaves (variety HN88) at 3-5 leaf stage as food. The life cycle of the fall armyworm at temperatures of 20, 25, 27.5, 30 and 33°C was 50.56, 36.92, 31.91, 24.28 and 22.28 days, respectively. The total number of eggs laid by a female at temperatures 20, 25, 27.5, 30 and 33°C was 1,119; 1,020; 1,152; 1,168 and 778 eggs, respectively. The lower threshold temperature for development of egg, larvae, and pupae was 11.14°C, 12.47°C, and 13.59°C, respectively. The thermal constant (K) for egg, larvae and pupae development was 42.7, 200.71 and 129.65 degree day, respectively. The degree-day required for egg-to-adult development of fall armyworm was 383.67.

Keywords: Degree-days, development, maize, *Spodoptera frugiperda*, Vietnam.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sâu keo mùa thu *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) là loài côn trùng đa thực nguy hiểm có nguồn gốc tại châu Mỹ. Sâu keo mùa thu đã trở thành dịch hại xâm lấn gây hại nghiêm trọng trên cây ngô tại nhiều

quốc gia châu Phi và châu Á. Đến năm 2022, loài dịch hại này đã xuất hiện và gây hại tại 47 quốc gia châu Phi và 14 quốc gia châu Á trong đó có Việt Nam (CABI, 2022).

Nhiệt độ là yếu tố sinh thái quan trọng ảnh hưởng đến phân bố, sự phát triển, phát sinh gây hại, số lứa sâu trong một năm, tỉ lệ sống và sức

sinh sản của côn trùng (Bale & cs., 2002; Harrington & cs., 2007; Hassall & cs., 2007). Mỗi loài côn trùng có một mức nhiệt độ khởi điểm phát dục và yêu cầu tích lũy đủ tổng tích ôn hữu hiệu cần thiết để hoàn thành sự phát triển (Ali & cs., 1990; Combs & Valerio, 1980; Fan & cs., 1992). Từ tình hình xâm lấn và gây hại của sâu keo mùa thu qua các quốc gia trên thế giới, một số nghiên cứu về ảnh hưởng của nhiệt độ đến thời gian phát dục, tỉ lệ sống, sức sinh sản của sâu hại này đã được tiến hành và công bố. Các nghiên cứu này đã xác định được nhiệt độ khởi điểm phát dục, tổng tích ôn hữu hiệu của các pha phát dục và tổng tích ôn hữu hiệu từ trứng đến trưởng thành của loài dịch hại mới xâm lấn này. Tuy nhiên, nhiệt độ khởi điểm phát dục và tổng tích ôn hữu hiệu của các pha phát dục có sự khác nhau giữa các nghiên cứu (Huang & cs., 2021; Plessis & cs., 2020; Prasad & cs., 2022).

Tại Việt Nam, sâu keo mùa thu gây hại trên cây ngô tại hầu hết các tỉnh thành trong cả nước. Tuy nhiên, các kết quả nghiên cứu về loài sinh vật gây hại này trong nước còn ít. Một số kết quả nghiên cứu về đặc điểm hình thái và đặc điểm sinh học sâu keo mùa thu đã được công bố (Đào Thị Hằng & cs., 2019; Trần Ngọc Đoá & cs., 2021; Trần Thị Thu Phương & cs., 2019; Trần Ngọc Đoá & cs., 2022). Tác giả Trần Ngọc Đoá & cs., 2021 bước đầu đã xác định ảnh hưởng của ba mức nhiệt độ 20,06; 25,01 và 29,64°C đến sự phát triển và sức sinh sản của sâu keo mùa thu. Nghiên cứu của chúng tôi về ảnh hưởng của các mức nhiệt độ từ 20-33°C đến sự phát triển và sức sinh sản của loài sâu hại này, từ đó, xác định tốc độ phát triển của sâu keo mùa thu, nhiệt độ khởi điểm phát dục của các pha phát dục và tổng tích ôn hữu hiệu cho quá trình phát triển từ trứng đến trưởng thành. Các kết quả từ nghiên cứu này sẽ góp phần cung cấp các dẫn liệu khoa học để phục vụ công tác dự tính dự báo, quản lý sâu keo mùa thu ở các vùng sinh thái khác nhau trong cả nước.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Thu bắt và nhân nuôi nguồn sâu keo mùa thu

Sâu keo mùa thu tuổi 5, 6 được thu bắt trên cây ngô tại Gia Lâm, Hà Nội (toạ độ 21,02°N,

105,96°E) từ tháng 6 năm 2021. Sâu non sâu keo mùa thu sau khi thu bắt trên đồng ruộng được mang về nuôi theo phương pháp nuôi cá thể trong các hộp nhựa (60ml) có chứa thức ăn là lá ngô non sạch của giống ngô nếp HN88. Sâu non được nuôi đến khi hoá nhộng ở điều kiện nhiệt độ phòng. Nhộng được tiến hành phân chia để riêng cá thể đực cái trong các hộp nhựa có giấy ẩm. Sau khi vũ hóa, 10 cặp trưởng thành đực và cái vũ hoá cùng ngày được tiến hành ghép đôi giao phối trong lồng lưới khung inox có kích thước 25 × 25 × 25cm (dài × rộng × cao) và cho trưởng thành ăn thêm dung dịch mật ong 10% (Huang & cs., 2021). Lá cây ngô sạch được cho vào các lồng hàng ngày để trưởng thành cái đẻ trứng. Các ổ trứng được thu vào buổi sáng từng ngày và chuyển vào các hộp nhựa kích thước 20 × 15 × 10cm có giấy ẩm. Trứng được sử dụng để thực hiện các thí nghiệm và tiếp tục nhân nuôi giữ nguồn trong phòng.

2.2. Trồng ngô làm thức ăn cho sâu

Giống ngô sử dụng để trồng làm thức ăn nuôi sâu là giống ngô nếp HN88. Ngô được trồng tại ô thí nghiệm trong nhà lưới và gieo làm nhiều đợt, mỗi đợt gieo cách nhau 10 ngày. Diện tích trồng ngô là 10m²/1 đợt gieo. Ngô gieo với mật độ 12-15 cây/m². Cây ngô được bón phân cân đối và chăm sóc đảm bảo đủ độ ẩm để cây sinh trưởng tốt.

2.3. Xác định ảnh hưởng của yếu tố nhiệt độ đến một số đặc điểm sinh vật học và sự phát triển của sâu keo mùa thu

- Thời gian phát dục:

Thí nghiệm được tiến hành theo phương pháp nuôi cá thể trong tủ định ôn BGXP-251 ở 5 mức nhiệt độ 20, 25, 27,5, 30 và 33°C, ẩm độ 75-85%, thời gian chiếu sáng 12h sáng: 12h tối và thức ăn là lá ngô non giai đoạn 3-5 lá (V3-V5) giống ngô nếp HN88. Các ổ trứng đẻ ra trong cùng ngày được để vào hộp nhựa có chứa giấy ẩm. Theo dõi thời gian phát dục và tỉ lệ nở của trứng 2 lần/ngày với số lượng ổ trứng N = 5. Sau khi trứng nở 6 giờ, 120 sâu non được chuyển sang hộp để nuôi cá thể. Theo dõi thời gian phát dục của sâu non các tuổi, tỉ lệ lột xác của từng tuổi sâu non và tỉ lệ hoá nhộng của sâu non

tuổi 6. Sâu non tuổi 6 chuyển sang giai đoạn tiền nhộng được chuyển vào hộp có chứa giấy ẩm để cho hoá nhộng. Nhộng được phân biệt đực cái và tiếp tục được giữ trong hộp nuôi cá thể có giấy ẩm đến khi hoá trưởng thành. Xác định thời gian phát dục của nhộng, tỉ lệ giới tính, tỉ lệ hoá trưởng thành.

- Thí nghiệm xác định sức sinh sản của trưởng thành sâu keo mùa thu:

10 cặp trưởng thành đực và cái được ghép đôi trong lồng lưới giao phối kích thước $25 \times 25 \times 25$ cm. Thí nghiệm được lặp lại 5 lần. Theo dõi đến khi trưởng thành ghép đôi, từng cặp được chuyển vào lồng lưới giao phối riêng biệt để trưởng thành cái đẻ trứng. Lá ngô được đưa vào lồng giao phối để trưởng thành cái đẻ trứng lên và lá ngô mới được thay vào sau 24 giờ. Ổ trứng trên các lá ngô được thu theo từng cặp trưởng thành và để vào các hộp nhựa (60ml) có để giấy ẩm. Trưởng thành được cho ăn thêm thức ăn dung dịch mật ong 10%. Theo dõi thời gian tiền đẻ trứng, thời gian đẻ trứng, thời gian sống của trưởng thành, tổng số trứng đẻ của trưởng thành cái.

2.4. Xử lý số liệu

Mối quan hệ giữa nhiệt độ (x) và tỉ lệ phát triển (y) được xác định bằng phương pháp phân tích hồi quy tuyến tính. Nhiệt độ khởi điểm phát dục (t) và tổng tích ôn hữu hiệu (K) cho từng pha phát dục của sâu keo mùa thu được tính toán theo phương trình của Campbell & cs. (1974). Nhiệt độ khởi điểm phát dục được ước tính bằng cách đặt $y = 0$ và tìm x cho phương trình $y = a + bx$, với $y = 1/\text{tổng số ngày phát dục của một pha hoặc tuổi của sâu non}$, $x = \text{nhiệt độ}$, $a = \text{giao điểm}$ và $b = \text{hệ số góc}$. Nhiệt độ khởi điểm phát dục $t = -a/b$ và Tổng tích ôn hữu hiệu $K = 1/b$. Các số liệu về giá trị % được chuyển qua acsin (square) trước khi xử lý. Số liệu thí nghiệm được xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS phiên bản 25 của IBM theo phân tích phương sai một nhân tố (One-Way ANOVA). Sự sai khác giữa các kết quả thí nghiệm ảnh hưởng của nhiệt độ đến thời gian phát dục, vòng đời và một số chỉ tiêu sinh sản của sâu keo mùa thu được xác định bởi kiểm định so sánh đa chiều Scheffe's test ($P = 0,05$).

Bảng 1. Thời gian phát dục và vòng đời của sâu keo mùa thu ở các mức nhiệt độ

Pha phát dục	Thời gian gian phát dục (TB±SE) (ngày)				
	20°C	25°C	27,5°C	30°C	33°C
Trứng	4,63 ^a ± 0,045 (83)	3,28 ^b ± 0,028 (80)	2,63 ^c ± 0,040 (73)	2,14 ^d ± 0,025 (85)	2,00 ^e ± 0,000 (90)
Sâu non tuổi 1	3,84 ^a ± 0,051 (75)	3,24 ^b ± 0,040 (70)	2,92 ^c ± 0,044 (70)	2,01 ^d ± 0,020 (65)	1,71 ^e ± 0,033 (75)
Sâu non tuổi 2	3,24 ^a ± 0,047 (69)	2,64 ^b ± 0,036 (68)	2,04 ^c ± 0,017 (68)	1,74 ^d ± 0,036 (63)	1,23 ^e ± 0,029 (74)
Sâu non tuổi 3	3,74 ^a ± 0,088 (65)	2,52 ^b ± 0,032 (63)	2,13 ^c ± 0,056 (63)	1,43 ^d ± 0,035 (59)	1,54 ^d ± 0,042 (71)
Sâu non tuổi 4	3,83 ^a ± 0,122 (62)	2,74 ^b ± 0,053 (59)	2,63 ^b ± 0,048 (59)	1,78 ^c ± 0,043 (57)	1,62 ^e ± 0,041 (70)
Sâu non tuổi 5	4,35 ^a ± 0,066 (58)	3,13 ^b ± 0,039 (56)	2,90 ^c ± 0,048 (56)	2,20 ^d ± 0,043 (56)	1,75 ^e ± 0,037 (67)
Sâu non tuổi 6	6,44 ^a ± 0,074 (54)	5,28 ^b ± 0,122 (54)	4,48 ^c ± 0,078 (56)	3,84 ^d ± 0,081 (53)	2,53 ^e ± 0,094 (64)
Thời gian pha sâu non	25,24 ^a ± 0,206 (54)	19,43 ^b ± 0,143 (54)	17,59 ^c ± 0,108 (56)	13,03 ^d ± 0,131 (53)	10,44 ^e ± 0,137 (64)
Nhộng	15,75 ^a ± 0,121 (51)	11,76 ^b ± 0,133 (52)	9,66 ^c ± 0,134 (47)	6,42 ^d ± 0,116 (53)	6,14 ^d ± 0,056c (59)
Thời gian từ trứng đến trưởng thành	45,39 ^a ± 0,258 (51)	34,43 ^b ± 0,218 (52)	29,31 ^c ± 0,256 (47)	21,47 ^d ± 0,170 (51)	18,58 ^e ± 0,157 (59)
Vòng đời	50,56 ^a ± 0,334 (36)	36,93 ^b ± 0,289 (42)	31,91 ^c ± 0,290 (40)	24,28 ^d ± 0,219 (44)	22,28 ^e ± 0,543 (36)

Ghi chú: số trong ngoặc () là số cá thể theo dõi. Trung bình trong cùng một dòng có chữ cái khác nhau chỉ sự sai khác có ý nghĩa ở độ tin cậy $P < 0,05$ với kiểm định so sánh đa chiều Scheffe's Test.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến thời gian phát dục và vòng đời sâu keo mùa thu

Sâu keo mùa thu *Spodoptera frugiperda* gồm có 4 pha phát dục: trứng, sâu non, nhộng và trưởng thành. Thời gian phát dục các pha và vòng đời của sâu keo mùa thu được thể hiện tại bảng 1.

Bảng 1 cho thấy thời gian phát dục của sâu keo mùa thu giảm khi nhiệt độ tăng lên từ 20°C đến 33°C. Thời gian phát dục các pha trước trưởng thành và vòng đời của sâu keo mùa thu có sự sai khác có ý nghĩa khi nuôi ở nhiệt độ khác nhau. Ở nhiệt độ 30°C và 33°C, thời gian phát dục của pha trứng trung bình 2 ngày, ngắn hơn so với ở 20°C thời gian phát dục của trứng là 4,63 ngày ($F = 1255,691$, $df = 4$, $P < 0,0001$). Thời gian hoàn thành pha sâu non ở 20; 25; 27,5; 30 và 33°C trung bình lần lượt là 25,24; 19,43; 17,59; 13,03; 10,44 ngày ($F = 1555,336$; $df = 4$; $P < 0,0001$). Thời gian phát dục của pha nhộng từ 15,75 ngày (20°C) giảm xuống còn 9,66 ngày (27,5°C) và 6,42 ngày (30°C) ($F = 1262,506$; $df = 4$; $P < 0,0001$). Thời gian từ trứng đến trưởng thành của sâu keo mùa thu ở 5 mức nhiệt độ trên lần lượt là 45,39; 34,43; 29,31; 21,47 và 18,58 ngày ($F = 2603,198$; $df = 4$; $P < 0,0001$). Vòng đời của sâu keo mùa thu ở các mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C lần lượt là 50,56; 36,92; 31,91; 24,28 và 22,28 ngày ($F = 1055,955$; $df = 4$; $P < 0,0001$).

Kết quả nghiên cứu về thời gian phát dục của sâu keo mùa thu tại Việt Nam của chúng tôi tương tự như các kết quả nghiên cứu trên thế giới. Kết quả của Barfield & Ashley (1987) đã chỉ ra thời gian từ trứng đến trưởng thành của sâu keo mùa thu khi nuôi trên lá ngô giai đoạn 3-4 lá ở 21, 25 và 30°C lần lượt là 38,2; 27,6 và 18,8 ngày; khi nuôi trên lá ngô giai đoạn 5-8 lá lần lượt là 40,8; 30 và 19,3 ngày. Silva & cs. (2017) cũng cho biết thời gian từ sâu non đến trưởng thành của sâu keo mùa thu khi nuôi trên cây ngô ở 25°C là 21,4 ngày. Ngoài ra, theo Plessis & cs. (2020): thời gian phát dục của pha trứng ở nhiệt độ 30°C trung bình 2 ngày. Thời

gian phát dục của sâu non tuổi 1 đến 6 lần lượt là 2,70; 1,90; 1,43; 1,62; 2,19; 2,0 ngày. Thời gian phát dục của nhộng trung bình 9,0 ngày và từ trứng đến trưởng thành là 22,38 ngày. Tại Việt Nam, kết quả nghiên cứu này khá phù hợp với kết quả của Trần Ngọc Đoá & cs. (2021) đã ghi nhận thời gian pha sâu non trung bình 23,96; 17,27; 13,00 ngày; pha nhộng trung bình 17,49; 8,56; 7,70 ngày. Thời gian hoàn thành vòng đời 55,23; 34,50; 28,17 ngày khi nuôi trên lá ngô ở 20,06; 25,01 và 29,64°C.

3.2. Tỷ lệ sống của các pha trước trưởng thành của sâu keo mùa thu ở các mức nhiệt độ

Tỷ lệ sống của các pha trước trưởng thành của sâu keo mùa thu khi nuôi ở các mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C được theo dõi qua các đợt thí nghiệm (Hình 1). Kết quả cho thấy tỷ lệ sống pha sâu non và pha nhộng của sâu keo mùa thu rất cao khi nuôi ở nhiệt độ 20; 25; 27,5 và 30°C. Tỷ lệ sống của sâu non và nhộng giảm rõ rệt khi nuôi ở nhiệt độ 33°C. Tỷ lệ sống của pha sâu non sâu keo mùa thu ở nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C lần lượt là 93,0; 92,3; 93,3; 89,7 và 80,3%. Tỷ lệ sống của pha nhộng sâu keo mùa thu ở 5 mức nhiệt độ trên lần lượt là 94,7; 96,0; 95,7; 92,7 và 85,0%.

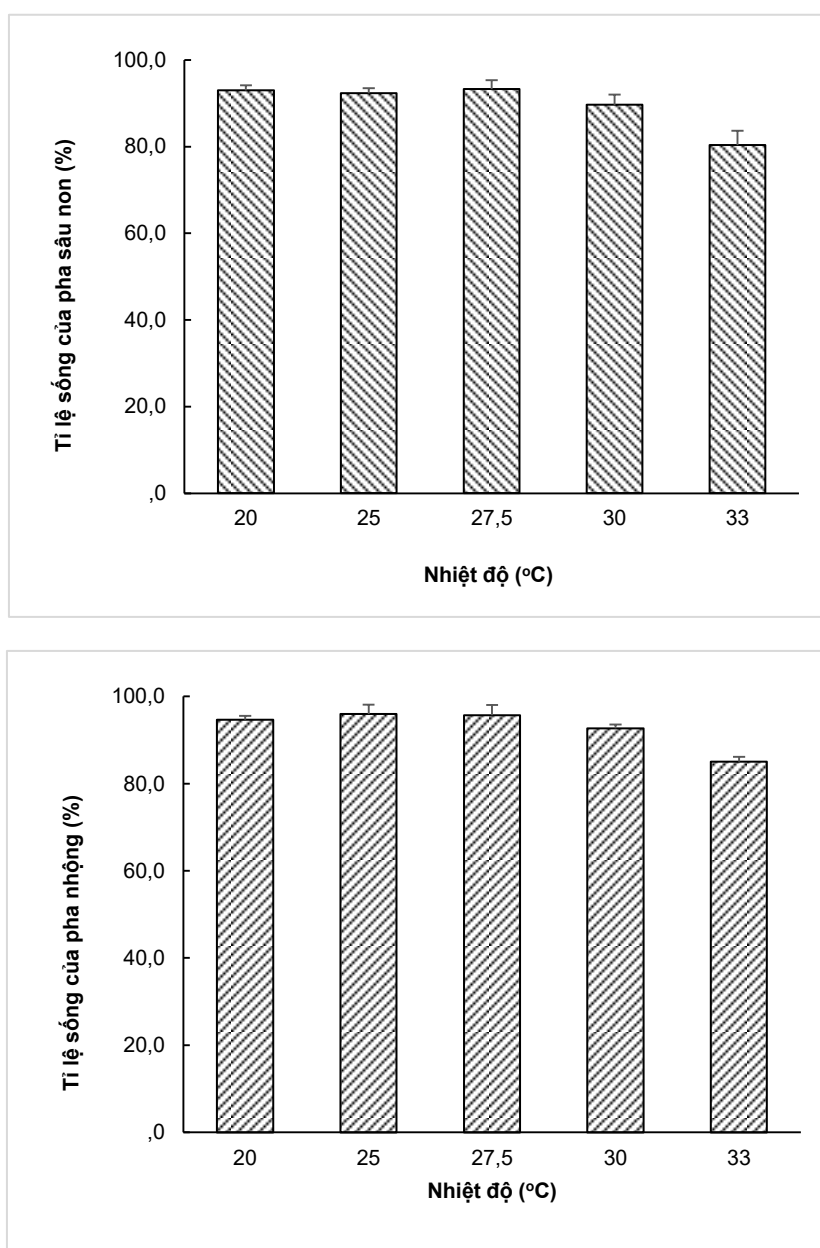
Kết quả nghiên cứu này tương tự với nghiên cứu của Barfield & Ashley (1987) khi nuôi trên ngô giai đoạn 3-4 lá ở mức nhiệt độ 21°C và 25°C là 89,9% và 95,2%. Trong nghiên cứu của Plessis & cs. (2020): tỷ lệ sống của pha sâu non sâu keo mùa thu ở 30°C là 96%. Tại Trung Quốc, Huang & cs. (2021) đã xác định được tỷ lệ sống của sâu non 96,8-98,4% và tỷ lệ sống của nhộng 86,9-99,2% khi nuôi ở nhiệt độ từ 22-31°C. Tại Việt Nam, kết quả nghiên cứu của chúng tôi không sai khác nhiều với kết quả nghiên cứu của Trần Ngọc Đoá & cs. (2021) cho biết tỷ lệ sống của nhộng sâu keo mùa thu ở 20,06; 25,01 và 29,64°C lần lượt là 96,36%; 96,49% và 91,30%. Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy tỷ lệ sống của các pha trước trưởng thành sâu keo mùa thu rất cao khi nuôi ở nhiệt độ 20-30°C.

3.3. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến một số chỉ tiêu sinh sản của sâu keo mùa thu

Bảng 2 cho thấy các chỉ tiêu sinh sản của trưởng thành cái sâu keo mùa thu có sự sai khác có ý nghĩa khi nuôi ở các ngưỡng nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C. Thời gian tiền đẻ trứng của trưởng thành cái dài hơn khi nuôi ở 20°C so với 4 mức nhiệt độ còn lại ($F = 77,785$; $df = 4$; $P < 0,0001$). Thời gian đẻ trứng của trưởng thành cái dài hơn khi nuôi ở nhiệt độ 20; 25 và 27,5°C so với ở mức nhiệt độ 30°C và 33°C ($F = 18,528$;

$df = 4$; $P < 0,0001$). Thời gian đẻ trứng của trưởng thành cái trung bình dài nhất 7,13 ngày (20°C) và ngắn nhất 4,82 ngày (33°C).

Tổng số trứng đẻ của trưởng thành cái khi nuôi ở mức nhiệt độ 20, 25, 30°C cao hơn có ý nghĩa so với ở mức nhiệt độ 33°C ($F = 10,350$, $df = 4$, $P < 0,0001$). Tổng số trứng của một trưởng thành cái đẻ ra ở mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C lần lượt là 1.119; 1.020; 1.152; 1.168; 778 quả. Thời gian sống của trưởng thành cái giảm đi khi nuôi ở mức nhiệt độ 33°C so với ở các mức nhiệt độ còn lại ($F = 22,864$; $df = 4$; $P < 0,0001$).



Hình 1. Tỉ lệ sống của pha sâu non và nhộng sâu keo mùa thu ở các mức nhiệt độ

Bảng 2. Ảnh hưởng của các mức nhiệt độ đến một số chỉ tiêu sinh sản của sâu keo mùa thu

Chỉ tiêu theo dõi	Nhiệt độ (°C)				
	20	25	27,5	30	33
Thời gian tiền đẻ trứng (ngày)	4,08 ^a ± 0,095 (15)	2,47 ^b ± 0,101 (18)	2,38 ^b ± 0,091 (17)	2,24 ^b ± 0,076 (17)	2,18 ^b ± 0,062 (17)
Thời gian đẻ trứng (ngày)	7,13 ^a ± 0,336 (15)	6,50 ^a ± 0,271 (18)	6,47 ^a ± 0,333 (17)	5,06 ^b ± 0,201 (17)	4,82 ^b ± 0,287 (17)
Thời gian sống của trưởng thành cái (ngày)	13,79 ^a ± 0,149 (33)	11,41 ^b ± 0,214 (29)	11,76 ^b ± 0,392 (34)	10,88 ^{bc} ± 0,295 (34)	10,00 ^c ± 0,339 (33)
Tổng số trứng đẻ (quả/trưởng thành cái)	1119 ^a ± 54,250 (15)	1020 ^a ± 44,864 (18)	1152 ^a ± 44,056 (17)	1168 ^a ± 70,175 (17)	778 ^b ± 29,849 (17)
Tỉ lệ đực/cái	1,0/0,8	1,0/1,1	1,0/1,2	1,0/1,0	1,0/0,9

Ghi chú: Số trong ngoặc () là số cá thể theo dõi. Trung bình trong cùng một dòng có chữ cái khác nhau chỉ sự sai khác có ý nghĩa ở độ tin cậy $P < 0,05$ với kiểm định so sánh đa chiều Scheffé's Test.

Bảng 3. Phương trình hồi quy tuyến tính về mối quan hệ giữa tỉ lệ phát triển (1/thời gian phát dục): nhiệt độ (20-33°C): nhiệt độ khởi điểm phát dục và tổng tích ôn hữu hiệu của các pha phát dục loài sâu keo mùa thu

Pha phát dục	Phương trình hồi quy	Tổng tích ôn hữu hiệu K (độ ngày) (TB ± SE)	Nhiệt độ khởi điểm phát dục (t ₀)	Hệ số xác định (R ²)
Trứng	y = 0,0235x - 0,2617	42,70 ± 0,207	11,14	0,9685
Sâu non tuổi 1	y = 0,0258x - 0,2975	39,22 ± 0,374	11,53	0,8736
Sâu non tuổi 2	y = 0,0375x - 0,4852	27,66 ± 0,277	12,94	0,8753
Sâu non tuổi 3	y = 0,035x - 0,4428	29,39 ± 0,345	12,65	0,8784
Sâu non tuổi 4	y = 0,0287x - 0,3392	35,02 ± 0,421	11,82	0,9262
Sâu non tuổi 5	y = 0,0272x - 0,3508	36,65 ± 0,362	12,90	0,9301
Sâu non tuổi 6	y = 0,0177x - 0,2333	56,76 ± 0,796	13,18	0,8152
Pha sâu non	y = 0,0045x - 0,0561	200,71 ± 2,420	12,47	0,9207
Nhộng	y = 0,0085x - 0,1155	129,65 ± 1,112	13,59	0,905
Trứng đến trưởng thành	y = 0,0026x - 0,0333	383,67 ± 2,625	12,81	0,9385

Sức sinh sản của sâu keo mùa thu trong nghiên cứu chúng tôi thấp hơn so với nghiên cứu của Barfield & Ashley (1987) ở 21, 25 và 30°C khi nuôi trên cây ngô giai đoạn 3-4 lá lần lượt 1.929; 2.080 và 1.337 quả/1 trưởng thành cái và ngô giai đoạn 5-8 lá là 1.510; 2.019 và 1.086 quả/1 trưởng thành cái. Tại Trung Quốc, Huang & cs. (2021) ghi nhận tổng số trứng đẻ của một trưởng thành cái sâu keo mùa thu ở 18, 22, 25, 28 và 31°C lần lượt là 794,5; 1.555,0; 1.671,7; 1.279,0; 1.432,7 quả. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương tự của Combs & Valerio (1980), tổng số trứng đẻ của sâu keo mùa thu ở 20 và 30°C lần lượt là 1.007,5 và 1.077,5 quả/1 trưởng thành cái. Garcia & cs. (2018) cho biết tổng số

trứng đẻ trung bình của trưởng thành cái ở 26 và 30°C lần lượt là 1.071,0; 790,1 trứng/1 trưởng thành cái. Theo Prasad & cs. (2022), tổng số trứng đẻ của trưởng thành cái khi nuôi ở 30°C trung bình 981,08 quả/ 1 trưởng thành cái.

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu cho thấy tỉ lệ giới tính cái cao nhất khi nuôi ở 27,5°C, tiếp sau là ở 25°C và thấp nhất ở 20°C và 33°C. Như vậy, các kết quả nghiên cứu cho thấy nhiệt độ có ảnh hưởng đến các chỉ tiêu sức sinh sản của sâu keo mùa thu. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi và các nghiên cứu trên thế giới đều chỉ ra khoảng nhiệt độ từ 26-30°C phù hợp nhất cho sâu keo mùa thu sinh trưởng và phát triển (Plessis & cs., 2020).

3.4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến tốc độ phát triển của sâu keo mùa thu

Mối quan hệ giữa nhiệt độ và tỉ lệ phát triển của trứng, sâu non các tuổi và nhộng sâu keo mùa thu được thể hiện qua phương trình hồi quy tuyến tính mô tả các mối quan hệ này và ước tính nhiệt độ khởi điểm phát dục (t_0) và tổng tích ôn hữu hiệu (K) của các pha phát dục được trình bày tại bảng 3.

Từ phương trình hồi quy tuyến tính, nhiệt độ khởi điểm phát dục của pha trứng sâu keo mùa thu ước tính là 11,14°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục cho sâu non tuổi 1 đến 6 ước tính lần lượt là 11,53; 12,94; 12,65; 11,82; 12,90; 13,18°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục chung của pha sâu non là 12,47°C và pha nhộng là 13,59°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục cho sự phát triển từ trứng đến trưởng thành là 12,81°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục của pha trứng, pha sâu non từ nghiên cứu của chúng tôi tương tự như kết quả của Garcia & cs. (2018). Theo Garcia & cs. (2018), nhiệt độ khởi điểm phát dục của trứng, pha sâu non, nhộng và từ trứng đến trưởng thành lần lượt là 11,7°C; 12,5°C; 14,1°C và 13,2°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục của các pha trong nghiên cứu của chúng tôi cao hơn so với kết quả của Prasad & cs. (2022) đã cho biết nhiệt độ khởi điểm phát dục của trứng 12,1°C, pha sâu non 11°C, pha nhộng 12,2°C. Ngoài ra, Plessis & cs. (2020) cho biết nhiệt độ khởi điểm phát dục của pha trứng là 13,01°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục cho sâu non tuổi 1 đến 6 lần lượt là 8,49; 10,60; 13,47; 13,11; 11,21; 14,85°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục của nhộng là 13,06°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục chung cho pha sâu non là 12,12°C và từ trứng đến trưởng thành là 12,57°C.

Tổng tích ôn hữu hiệu ước tính của pha trứng, pha sâu non và pha nhộng lần lượt là 42,7; 200,71 và 129,65 độ ngày. Tổng tích ôn hữu hiệu cho sâu keo mùa thu phát triển từ trứng đến trưởng thành là 383,67 độ ngày (Bảng 3). Tổng tích ôn hữu hiệu của pha trứng trong nghiên cứu này cao hơn so với kết quả nghiên cứu của Plessis & cs. (2020) nhưng thấp hơn so với công bố của Prasad & cs. (2022). Tuy nhiên, tổng tích ôn hữu hiệu của pha sâu non ở các nghiên cứu lại tương tự nhau. Plessis & cs. (2020) cho biết tổng tích ôn hữu hiệu ước tính của pha trứng, pha sâu non và pha nhộng khi

nuôi sâu keo mùa thu lần lượt là 35,73; 202,67 và 147,06 độ ngày. Tổng tích ôn hữu hiệu cho sâu keo mùa thu phát triển từ trứng đến trưởng thành là 391,01 độ ngày. Theo Prasad & cs. (2022), tổng tích ôn hữu hiệu của trứng, pha sâu non, nhộng lần lượt là 50, 250 và 200 độ ngày. Ngoài ra, Garcia & cs. (2018) cho biết tổng tích ôn hữu hiệu ước tính của pha trứng, pha sâu non và pha nhộng khi nuôi sâu keo mùa thu lần lượt là 39,9; 204,1; 113,6 và 357,6 độ ngày.

4. KẾT LUẬN

Vòng đời của sâu keo mùa thu ở các mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C lần lượt là 50,56; 36,92; 31,91; 24,28 và 22,28 ngày. Tỉ lệ sống của pha sâu non lần lượt là 93,0; 92,3; 93,3, 89,7 và 80,3%. Tỉ lệ sống của pha nhộng lần lượt là 94,7; 96,0; 95,7, 92,7 và 85,0%.

Thời gian đẻ trứng của trưởng thành cái trung bình dài nhất 7,13 ngày (20°C) và ngắn nhất 4,82 ngày (33°C). Tổng số trứng của một trưởng thành cái đẻ ra ở mức nhiệt độ 20; 25; 27,5; 30 và 33°C lần lượt là 1119; 1020; 1152; 1168; 778 quả/ trưởng thành cái. Nhiệt độ tối ưu cho sâu keo mùa thu sinh trưởng, phát triển và sinh sản từ 25-30°C.

Nhiệt độ khởi điểm phát dục của pha trứng 11,14°C, pha sâu non 12,47°C và pha nhộng là 13,59°C. Nhiệt độ khởi điểm phát dục cho sự phát triển từ trứng đến trưởng thành là 12,81°C. Tổng tích ôn hữu hiệu của pha trứng, pha sâu non và pha nhộng lần lượt là 42,7; 200,71 và 129,65 độ ngày. Tổng tích ôn hữu hiệu cho sâu keo mùa thu phát triển từ trứng đến trưởng thành là 383,67 độ ngày.

Kết quả nghiên cứu trên cho thấy sâu keo mùa thu có khả năng phát triển, sinh sản ở 5 mức nhiệt độ nghiên cứu nhưng thích hợp nhất trong khoảng nhiệt độ từ 25-30°C. Nên tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của các yếu tố sinh thái khác (cây ký chủ...) đến đặc điểm sinh học của sâu keo mùa thu và các biện pháp phòng chống loài dịch hại này ở các vùng sinh thái có nhiệt độ khác nhau.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được thực hiện từ nguồn kinh phí của đề tài tiềm năng do Bộ NN&PTNT

giao cho Học viện Nông nghiệp Việt Nam mã số ĐTTN 11/21.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Ali A., Luttrell R.G. & Schneider J.C. (1990). Effects of temperature and larval diet on development of the fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae). *Annals of the Entomological Society of America*. 83(4): 725-733. <https://doi.org/10.1093/aesa/83.4.725>.
- Bale J.S., Masters G.J., Hodkinson I.D., Awmack C., Bezemer T.M., Brown V.K., Butterfield J., Buse A., Coulson J.C., Farrar J., Good J. E.G., Harrington R., Hartley S., Jones T.H., Lindroth R.L., Press M.C., Symrnioudis I., Watt A.D. & Whittaker J.B. (2002). Herbivory in global climate change research: Direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*. 8: 1-16. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.2002.00451.x>.
- Barfield C.S. & Ashley T.R. (1987). Effects of corn phenology and temperature on the life cycle of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *The Florida Entomologist*. 70(1): 110. <https://doi.org/10.2307/3495097>.
- Barfield C.S., Mitchell E.R. & Poeb S.L. (1978). A temperature-dependent model for fall armyworm development. *Annals of the Entomological Society of America*. 71(1): 70-74. doi.org/10.1093/aesa/71.1.70.
- CABI (2022). Datasheet . *Spodoptera frugiperda* (fall armyworm). Retrieved from <https://www.cabi.org/isc/datasheet/29810#1a-f6c4-46e0-ad16-1ac84362cdbe> on August 20, 2022.
- Campbell A., Frazer B.D., Gilbert N., Gutierrez A.P. & Mackauer M. (1974). Temperature requirements of some aphids and their parasites. *The Journal of Applied Ecology*. 11(2): 431. doi.org/10.2307/2402197.
- Combs R.L. & Valerio J.R. (1980). Biology of the fall armyworm on four varieties of Bermudagrass when held at constant temperatures. *Environmental Entomology*. 9(4): 393-396. doi.org/10.1093/ee/9.4.393.
- Đào Thị Hằng, Nguyễn Văn Liêm, Phạm Văn Lâm, Nguyễn Thị Thủy, Trần Thị Thúy Hằng, Phạm Duy Trọng & Nguyễn Đức Việt (2019). Đặc điểm hình thái, giải phẫu và sinh học phân tử của sâu keo mùa thu hại cây ngô ở Việt Nam. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*. 2: 50-56.
- Fan Y., Groden E. & Drummond F.A. (1992). Temperature-dependent development of Mexican bean beetle (Coleoptera: Coccinellidae) under constant and variable temperatures. *Journal of Economic Entomology*. 85(5): 1762-1770. <https://doi.org/10.1093/jee/85.5.1762>.
- Garcia A.G., Godoy W.A.C., Thomas J.M.G., Nagoshi R.N. & Meagher R.L. (2018). Delimiting strategic zones for the development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on corn in the State of Florida. *Journal of Economic Entomology*. 111(1): 120-126. doi.org/10.1093/jee/tox329.
- Harrington R., Clark S.J., Welham S.J., Verrier P.J., Denholm C.H., Hullé M., Maurice D., Rounsevell M.D. & Cocu N. (2007). Environmental change and the phenology of European aphids. *Global Change Biology*. 13(8): 1550-1564. doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01394.x.
- Hassall C., Thompson D.J., French G.C. & Harvey I.F. (2007). Historical changes in the phenology of British Odonata are related to climate. *Global Change Biology*. 13: 933-941. doi.org/10.1111/j.1365-2486.2007.01318.x.
- Huang L.L., Xue F. Sen, Chen C., Guo X., Tang J.J., Zhong L. & He H.M. (2021). Effects of temperature on life-history traits of the newly invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in Southeast China. *Ecology and Evolution*. 11(10): 5255-5264. doi.org/10.1002/ece3.7413.
- Plessis H.D., Schlemmer M.L. & Van den Berg J. (2020). The effect of temperature on the development of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Insects*. 11(4). doi.org/10.3390/insects11040228.
- Prasad T.V., Srinivasa Rao M., Rao K.V., Bal S.K., Muttapa Y., Choudhary J.S. & Singh V.K. (2022). Temperature-based phenology model for predicting the present and future establishment and distribution of recently invasive *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) in India. *Bulletin of Entomological Research*. 112(2): 271-285. doi.org/10.1017/S0007485321000882.
- Silva D.M. da Bueno A., de F. Andrade K., Stecca C. dos S., Neves P.M.O.J. & Oliveira M.C.N.de (2017). Biology and nutrition of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) fed on different food sources. *Scientia Agricola*. 74(1): 18-31. doi.org/10.1590/1678-992x-2015-0160.
- Trần Thị Thu Phương, Đỗ Nguyễn Hạnh, Hồ Thị Thu Giang & Hà Viết Cường (2019). Xác định loài xâm lấn sâu keo mùa thu *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) trên cây ngô tại Hà Nội vụ xuân năm 2019. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*. 2(283): 56-68. doi.org/10.1371/journal.pone.0165632.7.
- Trần Ngọc Đoá, Dương Thị Ngà, Đào Thị Hằng, Phạm Văn Lâm & Trần Quyết Tâm (2021). Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự phát triển và khả năng sinh sản của sâu keo mùa thu (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Tạp chí Bảo vệ thực vật*. 6: 27-33.
- Trần Ngọc Đoá, Dương Thị Ngà, Phạm Văn Lâm, Đào Thị Hằng & Trần Quyết Tâm (2022). Bảng sống của sâu keo mùa thu *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera : Noctuidae) ăn ngô nếp HN 88. *Tạp chí Bảo vệ thực vật*. 1: 15-20.