

ผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลาย (*Hermetia illuscens*) ทดแทนปลาป่นในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ

ณัฐวุฒิ ดวงแก้ว

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจากเอกสารวิชาการจำนวน 3 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2561 ซึ่งมีการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารเริ่มต้นและสูตรอาหารสุดท้าย ตั้งแต่ระดับ 4-15% พบว่าการทดแทนปลาป่นด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายทำให้การเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักสุดท้าย และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และยังพบว่าการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักตับ หัวใจ กึ้น และเนื้อหน้าอก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นตัวอ่อนแมลงวันลายสามารถทดแทนปลาป่นในสูตรอาหารได้ที่ระดับ 4-15% ของเปอร์เซ็นต์ปลาป่นที่ใช้ในสูตรอาหาร

คำสำคัญ : ไก่เนื้อ ตัวอ่อนแมลงวันลาย สมรรถนะการผลิต

บทนำ

ในปัจจุบันประชากรโลกมีอัตราเพิ่มสูงขึ้นควบคู่กับการเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีอิทธิพลต่อมนุษย์สำหรับการผลิตโปรตีนอย่างมาก เช่น เนื้อและไข่ (Drewnowski et al., 1997 อ้างโดย Onsongo et al., 2018) ดังนั้นการผลิตเนื้อสัตว์ปีกที่เพิ่มขึ้นย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะพบกับปัญหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ราคาแพงและมีแนวโน้มทวีความรุนแรงมากขึ้น ได้แก่ น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันปลา เมล็ดธัญพืชอื่น ๆ อีกหลายชนิด โดยมีกากถั่วเหลืองและปลาป่น (SFM) เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ (Tacon & Metian., 2009; van Huis et al., 2013 อ้างโดย Onsongo et al., 2018) การขาดแคลนวัตถุดิบอาหารสัตว์เหล่านั้นทำให้ราคาเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ในปัจจุบันการใช้โปรตีนจากแมลงทดแทนแหล่งโปรตีนจากปลาหรือพืชที่มีราคาแพงถูกมองว่าเป็นทางเลือกที่ยั่งยืนมากขึ้นเรื่อย ๆ และมีศักยภาพสูงในการแก้ปัญหาหรืออย่างน้อยก็ลดปัญหาของแหล่งโปรตีนที่มีอยู่อย่างจำกัด และมีราคาแพงในปัจจุบันได้ (van Huis et al., 2013 อ้างโดย Onsongo et al., 2018)

แมลงวันลาย (*Hermetia illucens* L.) จัดในอยู่วงศ์ Stratiomyidae อันดับ Diptera ตัวเต็มวัยมีลักษณะภายนอกคล้ายตัวต่อลำตัวมีสีดำ (Tomberlin and Sheppard, 2001) สามารถพบได้ทั่วไปในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนและเขตอบอุ่น เป็นแมลงที่ไม่นำโรคและไม่เป็นศัตรูพืช (Sheppard et al., 2002) หนอนแมลงวันลายเป็นพวกกินซากและย่อยสลายอินทรีย์วัตถุจึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในการลดปริมาณขยะอินทรีย์ (Tomberlin and Sheppard, 2001) ตัวอ่อนแมลงวันลาย พบว่ามีโปรตีน 42% ไขมัน 35% พลังงาน 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม มีกรดอะมิโนและธาตุอาหารอื่นๆ (Sheppard et al. 2002 อ้างโดย Anankware et al. 2018) นอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนกากถั่วเหลืองในสูตรอาหารนกกระต่ายช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและคุณภาพซากให้ดีขึ้น (Cullere et al., 2016 อ้างโดย Onsongo et al., 2018) การประยุกต์ใช้ไขมันตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนน้ำมันถั่วเหลืองบางส่วนหรือทั้งหมดในอาหารไก่เนื้อ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตของคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อสูงขึ้น (Schiavone et al., 2017) และยังมีการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนกากถั่วเหลืองทั้งหมดในอาหารไก่ไข่ อายุ 24 ถึง 45 สัปดาห์ ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพไข่สูงขึ้น (Marono et al., 2017)

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ

ผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ

จากตารางที่ 1 Anankware et al. (2018) ทำการทดลองประสิทธิภาพของแมลงวันลายเพื่อทดแทนปลาป่นและกากถั่วเหลืองในสูตรอาหาร โดยใช้อาหารทดลอง 2 ระยะ คืออาหารระยะเริ่มต้นทดแทนหนอนแมลงวันลายที่ระดับ 0, 12, และ 15% (T0, T1, T2 ตามลำดับ) และอาหารระยะสุดท้ายทดแทนตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับ 0, 10, และ 13% (T0, T1, T2 ตามลำดับ) พบว่าปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวันและน้ำหนักตัวสูงที่สุดคือกลุ่มที่ทดแทนกากถั่วเหลืองที่ระดับ 100% แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ทดแทนปลาป่นที่ระดับ 100% ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ไม่มีความแตกต่างกันทั้ง 3 กลุ่ม ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหนอนแมลงวันมีคุณค่าทางโภชนาสูง โดยมีโปรตีน 42% ไขมัน 35% และเยื่อใยอาหาร 7% (Newton et al. 1977 อ้างโดย Mohammed et al. 2017) ยังมีอาหารแห้งและแฉะมากกว่าสูตรอาหารอื่น ๆ ซึ่งทำให้มีกลิ่นและรสชาติที่มีความน่ากินของแมลงวันลายมากกว่าปลาป่น (Lottet al., 2003) Atteh and Ologbenla (1993) ; Bamgbose (1999) รายงานไปในทางเดียวกันว่าการให้อาหารที่มีแมลงวันลายที่ระดับ 10 ถึง 15% ทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อลดลง เนื่องจากกลิ่นของอาหารเข้มข้นซึ่งทำให้ความน่ากินลดลง ในขณะที่งานทดลองของ Onsongo et al. (2018) กลับพบว่าการทดแทนหนอนแมลงวันลายที่ระดับต่ำ 5% ทำให้ไก่มีน้ำหนักตัวและน้ำหนักสุดท้ายสูงกว่ากลุ่มทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 15% แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มทดแทนปลาป่นที่ระดับ 10% มีค่าน้อยที่สุด ($P < 0.05$) และน้ำหนักเริ่มต้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) (ตารางที่ 2) เนื่องจากในกลุ่มที่ใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับ 5% มีโปรตีนจากปลาป่นและตัวอ่อนแมลงวันลายมีความน่ากินมากกว่าระดับ 10% (Ravindran 2013 อ้างโดย Onsongo et al. 2018) รายงานว่าการทดแทนแมลงวันลายที่ระดับต่ำและสูงเกินไปไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระดับของโปรตีนของอาหารทั้ง 4 กลุ่ม มีระดับโปรตีนที่ใกล้เคียงกันจึงไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) การทดลองของ Mohammed et al. (2017) พบว่าการทดแทนปลาป่นด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับ 0% มีแนวโน้มทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่ดีกว่าที่ระดับ 4% (ตารางที่ 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดแทนตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับต่ำเกินไปจึงทำให้ไม่มีความแตกต่างต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต ซึ่งจากการรายงานของ (Newton et al. 2004 อ้างโดย Mohammed et al. 2017) ตัวอ่อนแมลงวันลายสามารถทดแทนปลาป่นในอาหารได้ถึง 25% ซึ่งไม่มีผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR)

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าทั้ง 3 งานทดลองให้ผลเหมือนกันคือการทดแทนปลาป่นด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและคุณภาพซากไก่เนื้อทั้งนี้อาจเป็นเพราะตัวอ่อนแมลงวันลายมีคุณค่าทางโภชนาสูง โดยมีโปรตีนใกล้เคียงกับปลาป่นที่โปรตีน 42% ไขมัน 35% พลังงาน 2,900 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 1 ผลของตัวอ่อน BSFL ทดแทนปลาป่นในอาหารต่อการเจริญเติบโตของไก่ (อายุ 1 – 28 วัน)

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต	กลุ่มทดลอง			SEM	P-value
	T0	T1	T2		
ปริมาณการกินได้ (g)	10.1 ^a	8.4 ^b	10.3 ^a	0.002	0.001
น้ำหนักตัว (g)	3.1 ^{ab}	2.4 ^b	3.7 ^a	0.002	0.002
น้ำหนักสุดท้าย (g)	2350 ^{ab}	1980 ^b	2710 ^a	0.098	0.002
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR)*	3.41	3.6	2.78	0.25	0.111

^{a,b}: Mean values in the same row with different superscript are significantly different. (p<0.05)

T0 = ปลาป่น + ถั่วเหลือง ,T1 = ถั่วเหลือง + 12 หรือ 10% BSFL ,T2 = ปลาป่น + 13 หรือ 15% BSFL

SEM= Standard Error of Means ,BSFL = ตัวอ่อนแมลงวันลาย

ที่มา : Anankware et al. (2018)

ตารางที่ 2 ผลของการทดแทนปลาป่นด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายในอาหารไก่เนื้อต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตเฉลี่ย ($\pm$ SE) ในช่วงอายุที่แตกต่างกัน

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต	ระดับตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร			
	0	5%	10%	15%
อายุไก่ 7– 49 วัน				
น้ำหนักเริ่มต้น (g) 7 วัน	171.30 $\pm$ 2.00	169.00 $\pm$ 2.40	169.20 $\pm$ 1.50	165.50 $\pm$ 1.70
น้ำหนักสุดท้าย (g) 49 วัน	3071.00 $\pm$ 56.50 ^{ab}	3182.00 $\pm$ 41.90 ^a	3006.00 $\pm$ 30.70 ^b	3033.00 $\pm$ 44.40 ^{ab}
น้ำหนักตัว (g/day)	69.00 $\pm$ 1.35 ^{ab}	71.70 $\pm$ 1.02 ^a	67.60 $\pm$ 0.72 ^b	68.30 $\pm$ 1.03 ^{ab}
อัตราการกินได้ต่อวัน (g/day)	124.10 $\pm$ 2.58	126.20 $\pm$ 1.94	122.90 $\pm$ 1.96	119.10 $\pm$ 2.71
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR)	1.80 $\pm$ 0.05	1.80 $\pm$ 0.04	1.80 $\pm$ 0.02	1.70 $\pm$ 0.03

^{a,b} Within rows, means followed by same lowercase letters are not significantly different at $P < 0.05$.

ที่มา : Onsongo et al. (2018)

ตารางที่ 3 ผลของตัวอ่อนแมลงวันลายต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ (อายุ 21-49 วัน)

Parameter	ระดับตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่น		P. value
	0 %	4 %	
อัตราการกินได้ (g/bird/day)	156.6±1.29	152.2±6.77	0.932
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (g)	55.10±3.35	53.83±4.16	0.730
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	0.352±0.02	0.354±0.01	0.417
น้ำหนักตัวสุดท้าย (Kg/bird)	2.193±0.09	2.157±0.12	0.730

ที่มา : Mohammed et al (2017)

ผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นต่อคุณภาพซาก

จากตารางที่ 4 Anankware et al. (2018) ศึกษาผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นต่อคุณภาพซาก พบว่า น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักตับ น้ำหนักหัวใจ น้ำหนักก้นตัดแต่ง และน้ำหนักเนื้อหน้าอกของกลุ่ม T1 ต่ำกว่า T0 และ T2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ทั้งนี้เพราะอาหาร T1 (BSF + Soy) มีโปรตีน ไขมันและพลังงานน้อยที่สุด โปรตีนและปริมาณพลังงานของอาหารสัตว์ที่สามารถส่งผลกระทบต่อลักษณะซากและการสะสมไขมัน (Leenstra, 1989 อ้างโดย Anankware et al., 2018) จึงทำให้มีลักษณะซากที่ต่ำ อย่างไรก็ตาม (Awoniyi et al. 2003 อ้างโดย Anankware et al. 2018) มีการรายงานว่า การทดแทนตัวหนอนในอาหารไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่งและน้ำหนักเนื้อหน้าอก นอกจากนี้ (Hwangbo et al. 2009 อ้างโดย Anankware et al. 2018) รายงานว่าไก่กลุ่มที่ได้รับการเสริมตัวหนอนพบว่าเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่ง น้ำหนักเนื้อหน้าอกและน่องสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกลุ่มควบคุม ซึ่งพบว่าความแตกต่างระหว่างงานของ (Awoniyi et al. 2003 และ Hwangbo et al. 2009 อ้างโดย Anankware et al. 2018) ที่ทำการทดลองอาจจะทดแทนบางส่วนและทั้งหมดของถั่วเหลืองและปลาป่น ในขณะที่การทดลองของ Onsongo et al., (2018) ศึกษาผลของตัวอ่อนแมลงวันลายระดับต่าง ๆ ในอาหารไก่เนื้อต่อลักษณะซาก พบว่าไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักเนื้อหน้าอก ปริมาณไขมันในช่องท้อง และอวัยวะภายใน (ตับ, หัวใจ, ก้น, ม้าม) ($P > 0.05$) (ตารางที่ 5) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะอาหารทั้ง 4 สูตรมีระดับโปรตีน และพลังงานที่ใกล้เคียงกันจึงทำให้มีผลไม่แตกต่างกัน ส่วนงานทดลองของ Mohammed et al (2017) พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับการอาหารทดแทนปลาป่นด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับ 4% มีเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่งมากกว่า ($P < 0.05$) ไก่กลุ่มที่ได้รับการควบคุม ส่วนน้ำหนักซากและอวัยวะภายในอื่น ๆ มีค่าใกล้เคียงกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) (ตารางที่ 6)

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าทั้ง 3 งานทดลองมีความแตกต่างกันสำหรับเปอร์เซ็นต์ซากที่ทำการศึกษางานทดลองของ Onsongo et al (2018) และ Mohammed et al (2017) พบว่าการทดแทนตัวอ่อนแมลงวันลายไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซากและอวัยวะภายในอื่นๆ แต่พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารทดแทนด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับ 4% มีเปอร์เซ็นต์ซากตัดแต่งมากกว่า ($P < 0.05$) ไก่กลุ่มที่ได้รับอาหารควบคุม สำหรับงานทดลองของ Anankware et al. (2018) คุณภาพซากทั้งหมดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอาหาร T1 (BSFL + ถั่วเหลือง) มีระดับโปรตีน และพลังงานน้อยกว่า T0 (ปลาป่น + ถั่วเหลือง) และ T2 (ปลาป่น + BSFL) จึงทำให้คุณภาพซากแตกต่างกันไปด้วย

ตารางที่ 4 ผลของการทดแทนปลาป่นด้วยตัวอ่อนแมลงวันลายต่อคุณภาพซากของไก่

ลักษณะซาก (g)	กลุ่มทดลอง			SEM	P-value
	T0	T1	T2		
น้ำหนักมีชีวิต	3002 ^a	2290 ^b	3100 ^a	740	0.0001
ก้น	45.38 ^a	34.13 ^b	45.88 ^a	1.66	0.0001
หัวใจ	11.25	9.75	12.75	0.85	0.0669
ไขมันช่องท้อง	35.13	45.13	41.32	3.73	0.1849
เนื้อหน้าอก	809	491.5	708	76.1	0.1237

^{a, b} Mean values in the same row with different superscript are significantly different. ($p < 0.05$)

T0 = ปลาป่น + ถั่วเหลือง

T1 = ถั่วเหลือง + 12 หรือ 10% BSFL

T2 = ปลาป่น + 15 หรือ 13% BSFL

ที่มา : ดัดแปลงจาก Anankware et al. (2018)

ตารางที่ 5 ผลของการแทนที่บางส่วนของอาหารในอาหารไก่เนื้อด้วยตัวอ่อนแมลงวันลาย ต่อคุณภาพซาก

ลักษณะซาก (g)	ระดับตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร			
	0%	5%	10%	15%
นน.ซากตัดแต่ง	2409.9	2423.9	2412.4	2300.9
ตับ	47.40 ± 1.20	50.60 ± 2.70	52.30 ± 1.70	51.40 ± 1.70
กึ๋น	41.70 ± 2.10	43.40 ± 2.50	42.70 ± 3.30	43.00 ± 3.30
หัวใจ	12.90 ± 1.10	14.00 ± 0.80	15.70 ± 1.30	13.90 ± 0.80
ไขมันช่องท้อง	70.00 ± 10.40	83.70 ± 13.10	107.00 ± 10.20	89.60 ± 3.40
เนื้อหน้าอก	818.10 ± 23.20	913.60 ± 31.20	928.40 ± 31.40	848.40 ± 57.80
ม้าม	3.60 ± 0.60	3.40 ± 0.40	3.70 ± 0.40	3.40 ± 0.60

ที่มา : Onsongo et al. (2018)

ตารางที่ 6 ผลของตัวอ่อนแมลงวันลายที่มีต่อลักษณะซากของไก่เนื้อ (อายุ 21-49 วัน)

Parameter	ระดับการทดแทนปลาป่นในสูตรอาหาร		
	0%	4%	P. value
น้ำหนักซากตัดแต่ง (g)	1703±0.25	1710±0.07	0.483
ตับ (g)	50.67 ± 6.43	47.33 ± 1.16	0.787
กึ๋นตัดแต่ง (g)	42.67 ± 5.03	44.00 ± 2.00	0.346
หัวใจ (g)	10.00 ± 2.00	10.67 ± 1.16	0.322
ม้าม (g)	2.67 ± 1.16	4.00 ± 1.00	0.103

^{a,b} Means within a row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

ที่มา : Mohammed et al (2017)

สรุป

จากการศึกษาผลการใช้ตัวอ่อนแมลงวันลายทดแทนปลาป่นต่อสมรรถภาพการผลิตไข่เนื้อ พบว่าการทดแทนตัวอ่อนแมลงวันลายที่ระดับ 4-15 % ของเปอร์เซ็นต์ปลาป่นที่ผสมในอาหาร ซึ่งทำให้การเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินได้ น้ำหนักสุดท้ายและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และยังพบว่าการทดแทนตัวอ่อนแมลงวันลายไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ซาก น้ำหนักตับ หัวใจ กิ่ง และเนื้อหน่อก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ที่ทำการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Anankware, P. J. and et al. 2018. Potential of the black soldier fly (*Hermetia illuscens*) as a replacement for fish/soybean meal in the diet of broilers. **Global Advanced Research Journal of Agricultural Science**. 7 (8): 272-280.
- Marono, S., Loponte, R., Lombardi, P., Vassalotti, G., Pero, M. E., Russo, F., ... & Di Meo, C. 2017. Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. **Poultry science**. 96(6): 1783-1790.
- Mohammed, A., Laryea, T. E., Ganiyu, A., & Adongo, T. 2017. Effects of black soldier fly (*hermetia illucens*) larvae meal on the growth performance of broiler chickens. **UDS International Journal of Development**. 4 (1): 35-41.
- Onsongo, V. O. and et al. 2018. Insects for income generation through animal feed: effect of dietary replacement of soybean and fish meal with black soldier fly meal on broiler growth and economic performance. **Journal of economic entomology**. 111(4):1966-1973
- Schiavone, A., Cullere, M., De Marco, M., Meneguz, M., Biasato, I., Bergagna, S., ... & Dalle Zotte, A. 2017. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) fat in broiler diets: effect on growth performances, feed-choice, blood traits, carcass characteristics and meat quality. **Italian Journal of Animal Science**. 16(1): 93-100.
- Tomberlin, JK., and Sheppard, DC. 2001. Lekking behavior of the black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). **Florida Entomologist** 84(4): 729-730.