

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันดำ *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) ที่เลี้ยงด้วยเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรสำหรับการใช้เป็นโปรตีนทดแทนในอาหารสัตว์

Comparative Study on Development of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) Reared on Agricultural Byproducts for Used as Alternative Proteins in Animal Feed

ชาญชาญ พันธุ์ทอง* วิกันดา รัตนพันธ์ และ เจษฎา รัตนวุฒิ

Chanuchan Panthong* Wigunda Rattanapun and Jessada Rattanawut

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม โครงการจัดตั้งคณะนวัตกรรมเกษตรและประมง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84000

Faculty of Science and Industrial Technology, Faculty of Innovative Agriculture and Fishery Establishment Project, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus, Muang, Surat Thani 84000

* Corresponding author: Chanuchan2539@gmail.com

(Received: 18 August 2022; Revised: 16 November 2022; Accepted: 17 February 2023)

Abstract

The black soldier fly *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) is a non-pathogenic and non-pest insect. They generally distribute in nature of tropical and temperate climate zone. Black soldier fly *H. illucens* larvae are decomposer of organic matter, especially food waste and dung. Study on mass rearing of black soldier fly *H. illucens* larvae with agricultural byproducts commonly found around the Southern Thailand was carried out by using four diet formulas, palm cake + banana (1 : 1), bran + palm cake + coconut pulp (1 : 1 : 1), palm cake (100%) and bran (100%). Result presented that 100% of bran and palm cake gave the highest number of black soldier fly *H. illucens* pupae, respectively ($P < 0.05$). Lowest number of pupae found in bran + palm cake + coconut pulp (1 : 1 : 1). However, total pupal weight was ranked by number as 100% bran, palm cake + banana, bran + palm cake + coconut pulp and 100% palm cake, respectively ($P < 0.05$). Although Black soldier fly *H. illucens* larvae reared in bran + palm cake + coconut pulp had highest death rate before went to pupal stage, one pupal weight was highest and pupae size were larger than that of larvae fed on other diet formulas. Result of this study will be applied for mass rearing of black soldier fly *H. illucens* larvae using agricultural byproducts as protein sources in animal feed.

Keywords: Pupae, bran, palm cake, coconut pulp

บทคัดย่อ

แมลงวันดำ *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) เป็นแมลงที่ไม่นำโรคและไม่เป็นศัตรูพืชแพร่กระจายทั่วไปในธรรมชาติในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนและเขตอบอุ่น หนอนแมลงวันดำเป็นแมลงกินซากและย่อยสลายอินทรีย์วัตถุ โดยเฉพาะเศษอาหารและมูลสัตว์ การศึกษาการเลี้ยงหนอนแมลงวันดำด้วยเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ศึกษาในสูตรอาหาร 4 สูตร ได้แก่ ชี้เค็กปาล์มผสมกับกล้วย (1 : 1) รำข้าวผสมชี้เค็กปาล์มกับกากมะพร้าว (1 : 1 : 1) ชี้เค็กปาล์มเพียงอย่างเดียว และรำข้าวเพียงอย่างเดียว ผลการศึกษาพบว่า หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยรำข้าวและชี้เค็กปาล์มเพียงอย่างเดียว รอดชีวิตจนเข้าดักแด้มากที่สุด ตามลำดับ ($P < 0.05$) ในขณะที่หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยรำข้าวผสมชี้เค็กปาล์มกับกากมะพร้าว รอดชีวิตจนเข้าดักแด้น้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม สูตรอาหารที่ให้น้ำหนักดักแด้รวมเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย คือ รำข้าวเพียงอย่างเดียว ชี้เค็กปาล์มผสมกับกล้วย รำข้าวผสมชี้เค็กปาล์มกับกากมะพร้าว และชี้เค็กปาล์มเพียงอย่างเดียว ตามลำดับ จากผลการศึกษา แม้ว่าหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงในอาหารสูตรรำข้าวผสมชี้เค็กปาล์มกับกากมะพร้าวมีอัตราการตายสูงที่สุดก่อนเข้าสู่ระยะดักแด้แต่น้ำหนักดักแด้ต่อตัวสูงที่สุด และดักแด้มีขนาดโตที่สุด ผลที่ได้นี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการนำเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันดำ เพื่อเป็นโปรตีนทดแทนในอาหารสัตว์ และอาจช่วยลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรได้อีกทาง

คำสำคัญ: ดักแด้ รำข้าว ชี้เค็กปาล์ม กากมะพร้าว

คำนำ

ปัจจุบัน แมลงหลายชนิดถูกเพาะขยายพันธุ์เพื่อนำมาใช้เป็นอาหาร ทั้งอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ เช่น จิ้งหรีด ตัวงู และหนอนนก แมลงวันดำ *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) เป็นแมลงที่ได้รับความสนใจเมื่อไม่นานมานี้ เนื่องจากหนอนของแมลงวันดำสามารถเลี้ยงได้ด้วยเศษอาหารเหลือทิ้ง ดังนั้นจึงถือว่ามีความสามารถในการเปลี่ยนขยะอินทรีย์ให้เป็นโปรตีนและไขมันได้ แมลงวันดำตัวเต็มวัยวางไข่บริเวณใกล้กับอาหารที่เหมาะสมสำหรับตัวอ่อน เช่น มูลไก่ หรือตามขอบถังที่หมักน้ำหมักชีวภาพ โดยวางไข่เป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 300-500 ฟอง (กุลชาติ และทัศนีย์, 2554) จากการศึกษาองค์ประกอบของกรดอะมิโนของหนอนแมลงวันดำ พบว่ามี methionine และ lysine ประกอบอยู่จำนวนมาก ประมาณ 9.05 และ 22.3 กรัม/กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (Onincox *et al.*, 2015) ซึ่งคล้ายกับกรดอะมิโนของถั่วเหลือง (Maurer *et al.*, 2016) ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับนำมาเป็นอาหารสัตว์เพื่อเพิ่มโปรตีนในสัตว์ได้ดี ช่วยลดต้นทุนการผลิตอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงสัตว์ โดยสามารถนำมาเป็นอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยง ไก่ไข่ ไก่ชน ปลาสวยงาม ปลานิล และกุ้ง เป็นต้น (Onsongo *et al.*, 2018)

ในการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันดำ ปริมาณโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในอาหารที่ใช้เลี้ยง ตลอดจนความชื้น

ในอาหารที่เหมาะสมมีผลต่อการรอดของหนอนแมลงวันดำและตัวเต็มวัย โดยพบว่า อัตราส่วนโปรตีนต่อคาร์โบไฮเดรต 21 เปอร์เซ็นต์ : 21 เปอร์เซ็นต์ ที่ความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์ ตัวหนอนแมลงวันดำมีการพัฒนาได้เร็วที่สุดและรอดชีวิตจนพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยสูงที่สุด (Cammack and Tomberlin, 2017) จังหวัดสุราษฎร์ธานีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีสวนปาล์มน้ำมันและสวนมะพร้าวจำนวนมาก โดยมีโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบ ทั้งสิ้น 21 โรง (ศูนย์สารสนเทศโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2553) และสวนมะพร้าว 63,363 ไร่ (กลุ่มสารสนเทศการเกษตร สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดสุราษฎร์ธานี, 2564) ทำให้มีชี้เค็กปาล์มปริมาณมากที่ได้จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มและกากมะพร้าวจากผลผลิตมะพร้าวที่มีอยู่จำนวนมาก นอกจากนี้ยังมีเศษวัสดุทางการเกษตรอื่น เช่น กล้วยและเปลือกกล้วยเหลือทิ้งจากตลาดหลายแห่ง และรำข้าวจากโรงสีข้าวขนาดเล็ก ซึ่งพบว่ามี 9 แห่งในจังหวัดสุราษฎร์ธานี เศษวัสดุทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์เพื่อประหยัดต้นทุนค่าอาหารของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีได้ ชี้เค็กปาล์มนิยมนำมาเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงวัวและแพะ ในขณะที่กากมะพร้าวนำมาผสมกับเศษอาหารใช้ในการเลี้ยงไก่ ส่วนรำข้าว กล้วย และเปลือกกล้วยเหลือทิ้ง นำมาใช้เลี้ยงหมู ซึ่งเศษวัสดุทั้ง 4 ชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการ ดังนี้ ชี้เค็กปาล์มมีคาร์โบไฮเดรต 37 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ และ

ไขมัน 11 เปอร์เซ็นต์ (ฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2560) กล้วยและเปลือกกล้วยมีคาร์โบไฮเดรต 13 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 9 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 13 เปอร์เซ็นต์ (Wachirasiri *et al.*, 2009) รำข้าวมีคาร์โบไฮเดรต 33 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 26 เปอร์เซ็นต์ กากมะพร้าวมีคาร์โบไฮเดรต 44 เปอร์เซ็นต์ และไขมัน 28 เปอร์เซ็นต์ (นฤมล และคณะ, 2556)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการศึกษาการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันดำจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ในการทำวิจัย ได้แก่ ชี้เค้กปาล์ม น้ำมัน กากมะพร้าว รำข้าว และเปลือกกล้วย ข้อมูลที่ได้สามารถเป็นประโยชน์แก่เกษตรกรและผู้สนใจเลี้ยงหนอนแมลงวันดำ โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคใต้ โดยใช้ข้อมูลนี้เป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์ในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมหนอนแมลงวันดำ

เตรียมอุปกรณ์ในการล่อให้แมลงวันดำมาวางไข่ โดยใช้ถังขยะขนาด 10 ลิตร จำนวน 5 ใบ บรรจุเศษอาหารในครัวเรือนหรือเปลือกผลไม้จนได้ปริมาณครึ่งถึง ปิดฝาแล้วกรีดขอบทางด้านบนเป็นรูสามเหลี่ยม ขนาด 5×10 เซนติเมตร เพื่อเป็นช่องทางให้แมลงวันดำเข้ามาวางไข่ นำถังไปวางใกล้โรงเรือนเลี้ยงไก่ในพื้นที่ฟาร์มเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ตรวจสอบดูไข่ของแมลงวันดำในถังทุกวัน เมื่อพบกลุ่มไข่ เก็บกลุ่มไข่ที่ได้มาเพาะลงในถาดเลี้ยงของอาหารที่ใช้สำหรับฟักไข่ โดยเตรียมอาหาร 1 กิโลกรัม ที่มีส่วนประกอบของอาหารไก่หรือรำข้าวผสมกับน้ำพอแฉะ รอยกลุ่มไข่ของแมลงวันดำจำนวน 1 กรัมที่อยู่ในภาชนะที่แห้งวางลงบนอาหาร เลี้ยงหนอนแมลงวันดำภายใต้สภาพกึ่งธรรมชาตินอกห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65-70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อไข่ฟักนำหนอนมาเลี้ยงด้วยอาหารจากเศษเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น เศษอาหารหรือผลไม้เพื่อเพิ่มปริมาณ เลี้ยงจนกระทั่งหนอนเข้าดักแด้ออกมาเป็นตัวเต็มวัย หลังจากนั้นทำการล่อให้แมลงวันดำมาวางไข่ เก็บไข่ที่ได้เมื่อไข่ฟักแล้วนำหนอนที่เพิ่งฟักออกจากไข่ได้ 10 วัน มาใช้ในการทดสอบ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การเตรียมอาหารเพื่อใช้ในการทดสอบการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของหนอนแมลงวันดำ

ในการศึกษาเลือกใช้เศษวัสดุทางการเกษตรที่สามารถหาได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ โดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบของสารอาหารในเศษวัสดุแต่ละชนิดเป็นแนวทางในการนำมาผสมเป็นอาหารเลี้ยงหนอนแมลงวันดำ (Table 1)

Table 1 Nutritional composition of four different agricultural by-products

Agricultural by-products	Elements (%/kg)		
	Carbohydrates	Protein	Fat
Palm Cake	37	16	11
Banana	13	9	13
Bran	33	13	26
Coconut pulp	44	-	28

สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง คือ 1) สูตรที่มีคาร์โบไฮเดรตและโปรตีน ประกอบด้วย ชี้เค้กปาล์ม + เปลือกและผลกล้วย ที่อัตราส่วน 1 : 1 2) สูตรที่มีไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโปรตีน ประกอบด้วย รำข้าว + ชี้เค้ก

ปาล์ม + กากมะพร้าว ที่อัตราส่วน 1 : 1 : 1 และสูตรที่มีเพียงส่วนผสมอย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่ 3) ชี้เค้กปาล์ม เพียงอย่างเดียว และ 4) รำข้าว เพียงอย่างเดียว โดยแต่ละสูตรมีองค์ประกอบของสารแตกต่างกัน (Table 2)

Table 2 Nutritional composition of four different recipes used in the experiment

Diet formula	Elements (%/kg)		
	Carbohydrates	Protein	Fat
Palm Cake + Banana	25	13	12
Bran + Palm Cake + Coconut pulp	38	10	18
Palm Cake	37	16	11
Bran	33	13	26

การศึกษาผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของหนอนแมลงวันดำ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) สุ่มหนอนแมลงวันดำที่มีอายุ 10 วัน จำนวน 100 ตัว ใส่ในภาชนะอาหารทั้งหมด 4 สูตร (treatment) ที่มีน้ำหนักอาหาร 1,000 กรัม ความชื้นในอาหาร 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ จากนั้นนำไปเก็บบนชั้นเลี้ยงแมลง เมื่อครบ 7 วัน สุ่มหนอนมาจากภาชนะอาหารแต่ละสูตร นำมาชั่งน้ำหนักถาดละ 10 ตัว ทุก 3 วัน จนกระทั่งหนอนเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ (prepupal stage) และระยะดักแด้ (pupal stage) ชั่งน้ำหนักดักแด้รวมและบันทึกจำนวนวันที่หนอนแมลงวันดำเริ่มเข้าดักแด้

ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของหนอนแมลงวันดำในอาหารแต่ละสูตร

ผลการศึกษาระยะเวลาที่หนอนแมลงวันดำใช้ในการเจริญเติบโต และปริมาณของหนอนแมลงวันดำที่ย้ายออกจากอาหารในระยะก่อนเข้าดักแด้ พบว่า หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรใช้เวลาในการเจริญเติบโตในระยะหนอนและระยะดักแด้ใกล้เคียงกัน โดยหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยรำข้าว และรำข้าวผสมขี้เค้กปาล์ม

และกากมะพร้าว มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ๆ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Barragan-Fonseca *et al.* (2019) ที่พบว่า อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันดำที่มีโปรตีนต่ำและคาร์โบไฮเดรตสูงในอาหาร (Table 2) จะมีการพัฒนาเป็นระยะก่อนเข้าดักแด้เร็ว เนื่องจากหนอนเริ่มเข้าสู่ระยะก่อนเข้าดักแด้ตั้งแต่วันที่ 24-26 หลังจากเริ่มทดสอบ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยรำข้าว หรือขี้เค้กปาล์มเพียงอย่างเดียว รอดชีวิตจนเข้าสู่ระยะดักแด้มากที่สุด รองลงมาคือ ขี้เค้กปาล์มผสมเปลือกกล้วย และรำข้าวผสมขี้เค้กปาล์มและกากมะพร้าว ตามลำดับ (Table 3) อย่างไรก็ตาม หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยขี้เค้กปาล์มเพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักดักแด้รวมน้อยที่สุด (3.532 ± 0.686 กรัม) ในขณะที่ หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยรำข้าวเพียงอย่างเดียวมีน้ำหนักดักแด้รวมมากที่สุด (10.697 ± 0.21 กรัม) โดยมากกว่าน้ำหนักดักแด้รวมของหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยขี้เค้กปาล์มผสมเปลือกกล้วย (5.849 ± 0.545 กรัม) และรำข้าวผสมขี้เค้กปาล์มและกากมะพร้าวถึงสองเท่า (5.742 ± 0.387 กรัม) (Table 4) การวัดขนาดลำตัวของหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละชนิด พบว่า หนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยขี้เค้กปาล์มมีขนาดลำตัวเล็กที่สุด (Figure 1)

Table 3 Developmental stages of black soldier fly larvae fed on four different diet formulas

Diet formula	Developmental stage		
	Egg (Day)	Larvae (Day)	Pre-pupae (Day)
Palm Cake + Banana	3	4-24	24-40
Bran + Palm Cake + Coconut pulp	3	4-26	26-38
Palm Cake	3	4-29	29-44
Bran	3	4-27	27-37

อาหารสูตรรำข้าวที่ผสมซีเค้กปาล์มกับกากมะพร้าว แม้จะทำให้หนอนตายในช่วงก่อนเข้าสู่ระยะดักแด้สูง แต่ดักแด้มีน้ำหนักต่อหนึ่งดักแด้สูงที่สุดและมีขนาดดักแด้ โตที่สุด ซึ่งเกษตรกรสามารถนำอาหารสูตรรำข้าวผสม

ซีเค้กปาล์มกับกากมะพร้าวนี้ไปปรับปรุงและพัฒนาวิธีการ เลี้ยงได้ เช่น การควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสม มากยิ่งขึ้น เพื่อที่สามารถนำไปต่อยอดและเพิ่มศักยภาพ ในการนำไปใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันดำต่อไป

Table 4 Survival numbers of black soldier fly pupae fed on four different diet formulas

Diet formula	Number of pupae (Mean±SD)	Total pupal weight (g) (Mean±SD)	One pupal weight (g) (Mean±SD)
Palm Cake + Banana	84±4.00 ^b	5.849±0.545 ^b	0.178±0.016
Bran + Palm Cake + Coconut pulp	59±3.05 ^c	5.742±0.387 ^b	0.210±0.012
Palm Cake	95±3.00 ^a	3.532±0.686 ^c	0.164±0.018
Bran	95±2.00 ^a	10.697±0.21 ^a	0.197±0.022
P-value	<0.001	<0.001	0.05



Figure 1 Body size and color of black soldier fly larvae in pre-pupal stage fed on (A) Palm Cake + Banana, (B) Bran + Palm Cake + Coconut pulp, (C) Palm Cake and (D) Bran

2. ผลการวิเคราะห์น้ำหนักตัวและขนาดของลำตัวที่เปลี่ยนไปของหนอนแมลงวันดำในอาหารแต่ละสูตร

ผลการวิเคราะห์น้ำหนักตัวที่เปลี่ยนไปของหนอนแมลงวันดำ พบว่า น้ำหนักของหนอนในแต่ละสูตรอาหารมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเห็นชัดว่า หนอนที่เลี้ยงในอาหารสูตรที่มีส่วนผสมของรำข้าวในสูตรอาหารรำข้าวผสมขี้เค้กปาล์มและกากมะพร้าว ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรตีน 10 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 38 เปอร์เซ็นต์ (Table 2) และสูตรรำข้าวเพียงอย่างเดียว

ซึ่งมีองค์ประกอบของโปรตีน 13 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรต 33 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวสูงกว่าหนอนที่เลี้ยงด้วยขี้เค้กปาล์มและขี้เค้กปาล์มผสมกล้วย ตลอดระยะเวลาที่เลี้ยงจนกระทั่งเข้าสู่ช่วงก่อนระยะดักแด้ ผลนี้สอดคล้องกับรายงานของ Barragan-Fonseca *et al.* (2019) และ Cammack and Tomberlin (2017) ที่ยืนยันว่า อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนแมลงวันดำที่มีโปรตีนต่ำและคาร์โบไฮเดรตสูง ส่งผลให้น้ำหนักและปริมาณของตัวหนอนมีอัตราการรอดถึงระยะก่อนเข้าดักแด้จนเป็นตัวเต็มวัยสูงที่สุด

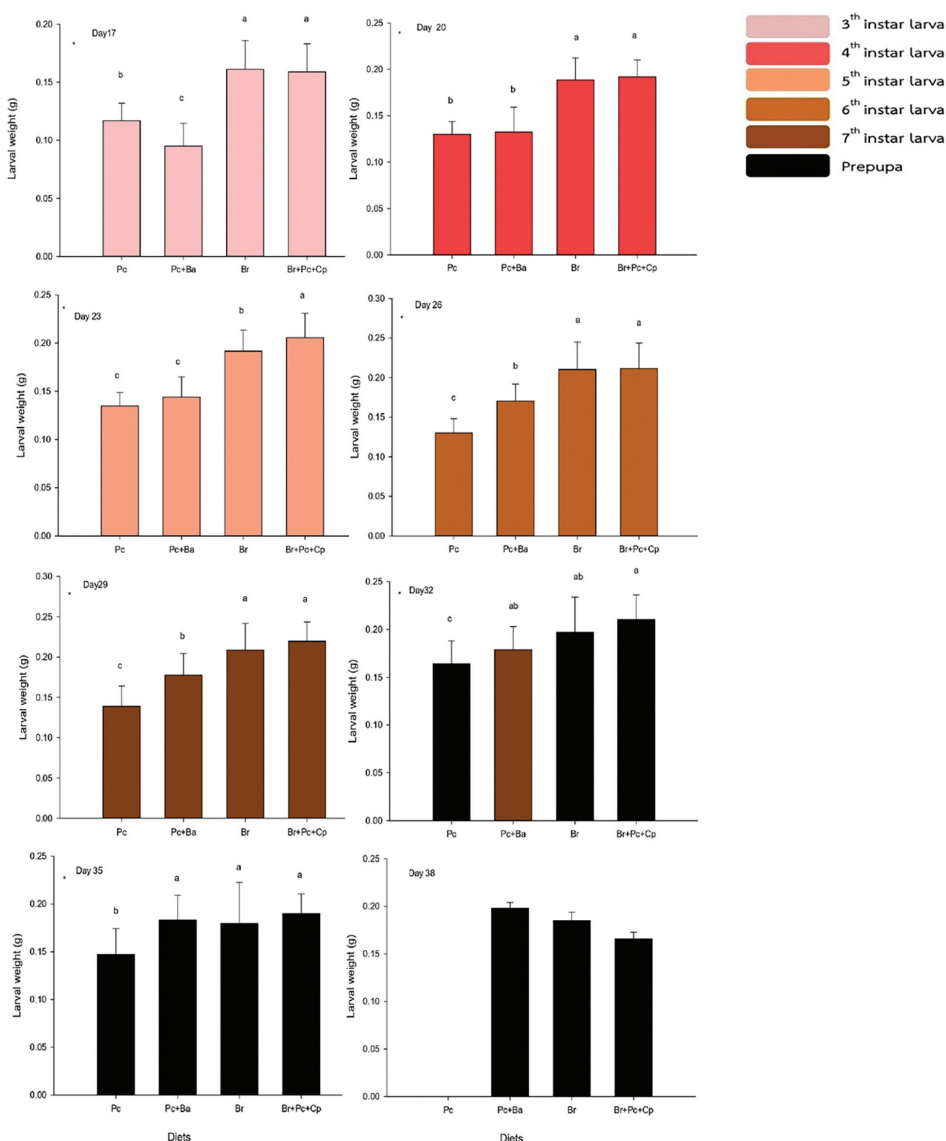


Figure 2 Larval weight of black soldier fly fed on each diet formula during Day 17 to Day 38

Remarks: Pc = Palm Cake, Pc + Ba = Palm Cake + Banana, Br = Bran, Br + Pc + Co = Bran + Palm Cake + Coconut pulp

เมื่อหนอนมีอายุอยู่ในช่วง 17-32 วัน น้ำหนักของหนอนแมลงวันดำเริ่มคงที่ต่อเนื่องจนถึงช่วงระยะก่อนเข้าดักแด้ โดยพบว่า น้ำหนักของหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งในวันที่ 17 20 23 26 29 และ 32 ราข้าวมีไขมันประกอบอยู่ถึง 26 เปอร์เซ็นต์ (นฤมล และคณะ, 2556) จึงส่งผลให้หนอนแมลงวันดำมีไขมันสะสมอยู่มาก และทำให้มีน้ำหนักตัวสูง ในขณะที่วันที่ 35 น้ำหนักของหนอนแมลงวันดำมีน้ำหนักต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละสูตรอาหาร ซึ่งพบว่า หนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรข้าวผสมซีเค้กปาล์มและกากมะพร้าว สูตรซีเค้กปาล์มเพียงอย่างเดียว และสูตรข้าวเพียงอย่างเดียว มีน้ำหนักสูงที่สุดและตัวหนอนเริ่มเข้าดักแด้เป็นตัวเต็มวัย ขณะที่วันที่ 38 ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายที่บันทึกข้อมูลทีหนอนแมลงวันดำเข้าดักแด้จนหมด ผลพบว่าอาหารสูตรซีเค้กปาล์มผสมกล้วย ไม่มีตัวหนอนเหลืออยู่เนื่องจากเข้าดักแด้หมดไปก่อนหน้านี้แล้ว (Figure 2) โดยทั่วไป หนอนแมลงวันดำมีระยะก่อนเข้าดักแด้นาน ซึ่งระยะก่อนเข้าดักแด้เป็นระยะที่มีโปรตีนสูง ดังนั้นการทราบถึงช่วงเวลาของระยะก่อนเข้าดักแด้ ซึ่งเป็นระยะที่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากแมลงไม่เคลื่อนย้ายไปไหน และเป็นระยะที่ให้โปรตีนสูง (ยุพา และคณะ, 2561) ทำให้ผู้เลี้ยงสามารถวางแผนจัดการการนำแมลงไปใช้ประโยชน์ได้อย่างถูกต้อง เป็นผลดีกับการเก็บรักษาเพื่อนำไปต่อยอดพัฒนาเป็นโปรตีนอาหารสัตว์ได้

สรุปผลวิจัย

การเลี้ยงหนอนแมลงวันดำด้วยเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่สามารถหาได้ทั่วไปในพื้นที่ภาคใต้ ทั้งหมด 4 สูตรอาหาร องค์ประกอบของสารอาหารที่ประกอบอยู่ในเศษวัสดุทางการเกษตรแบบสดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน จึงมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของหนอนแมลงวันดำ ราข้าวเป็นอาหารที่นำมาใช้เลี้ยงหนอนแล้วทำให้หนอนรอดชีวิตจนเข้าดักแด้ได้มากที่สุด และได้น้ำหนักดักแด้รวมมากกว่าหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ราข้าวมีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่มาก ดังนั้นอาจต้องพิจารณาถึงคุณค่าทางอาหารที่พบในตัวหนอนแมลงวันดำที่เลี้ยงด้วยราข้าวเพียงอย่างเดียวในการนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ รวมถึงต้นทุนในการเลี้ยง

ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสูตรอาหารจากเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตหนอนแมลงวันดำต่อไป เพื่อเป็นประโยชน์ในการลดต้นทุนการผลิตอาหารสัตว์และสามารถเป็นแหล่งเสริมรายได้ให้กับเกษตรกรได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สำหรับความอนุเคราะห์พื้นที่ฟาร์มเกษตร ห้องปฏิบัติการ ครุภัณฑ์ และวัสดุอุปกรณ์ ใช้ในการดำเนินงานวิจัย ขอขอบคุณหน่วยวิจัยพืชเศรษฐกิจ ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อวิทยานิพนธ์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

- กุลชาติ บุรณะ และทัศนีย์ แจ่มจรรยา. 2554 พฤติกรรม การผสมพันธุ์และการวางไข่ของแมลงวันดำ *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae). การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 12, มหาวิทยาลัยขอนแก่น 28 มกราคม 2554. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, จังหวัดขอนแก่น. น. 591-597.
- กลุ่มสารสนเทศการเกษตรสำนักงานเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. 2564 .ข้อมูลพื้นฐานของ จังหวัดสุราษฎร์ธานี. แหล่งข้อมูล <https://www.opsmoac.go.th/suratthani-dwl-files-441891791912> (19 ตุลาคม 2565).
- นฤมล สมคุณา จรัส สว่างทัพ เอกสิทธิ์ สมคุณา นิตยา พุ่มอำภา นิพรรษา อินทร์แสง และยุภาพร นนเสนา. 2556. การเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าว และมันสำปะหลังโดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร 44(1): 267-270.
- นฤมล สมคุณา จรัส สว่างทัพ เอกสิทธิ์ สมคุณา จิรประภา รอดจากเข็ญ และสุรศักดิ์ อุดรวิเชียร. 2557. การศึกษา การเพิ่มระดับโปรตีนของกากมะพร้าวสดและแห้ง โดยกระบวนการหมักยีสต์และยูเรีย. แก่นเกษตร 42(1): 290-294.

- ฝ่ายปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน. 2560. รายงานผลการตรวจ
วิเคราะห์ Sludge cake decanter. คณะเกษตร
กำแพงแสน, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เพ็ญจันทร์ สุธานุกุล. 2558. คัดเลือกพันธุ์และพัฒนา
เทคโนโลยีการผลิตกล้วยเพื่อการบริโภคสด เพิ่ม
มูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์และการนำสารสำคัญจากกล้วย
ไปใช้ประโยชน์. รายงานโครงการวิจัย, กรมวิชาการ
เกษตร.
- ยุพา หาญบุญทรง ทศนีย์ แจ่มจรรยา นพชนม์ ทับทิม และ
ลำไย อิทธิจันทร์ . 2561. คู่มือการเพาะเลี้ยงแมลง
ที่เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ในฟาร์มที่ได้มาตรฐาน.
สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ (องค์การ
มหาชน), กรุงเทพฯ.
- วรรณดี อ่อนน้อม. 2557. ผลการใช้กากมะพร้าวเสริมด้วย
เอนไซม์ไฟเตส ต่อคุณลักษณะทางการผลิตของ
ไก่กระທ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาเกษตร
ศาสตรมหาบัณฑิต แผนกวิชาการจัดการการเกษตร,
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์, มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช.
- ศูนย์สารสนเทศโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
2553. ข้อมูลโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มดิบในภาคใต้
จำแนก รายจังหวัด. แหล่งข้อมูล <https://www.arda.or.th/kasetinfo/south/palm/trends/01-05.php> (19 ตุลาคม 2565).
- ALS Laboratory Group. 2018. Sludge cake decanter.
Analysis report, Bangkok.
- Barragan, F.K.B., G. Gort, M. Dicke and J.J.A.V. Loon.
2019. Effects of dietary protein and
carbohydrate on life-history traits and body
protein and fat contents of the black soldier
fly *Hermetia illucens*. *Physiological
Entomology* 44(2) 148-159. Available: <https://doi.org/10.1111/phen.12285>.
- Cammack, J.A and J.K. Tomberlin. 2017. The impact
of diet protein and carbohydrate on select
life-history traits of the black soldier fly
Hermetia illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae).
Insects 8(2): 56. Available: <https://doi.org/10.3390/insects8020056>.
- Maurer, V., M. Holinger, Z. Amsler, B. Früh, J.
Wohlfahrt, A. Stamer and F. Leiber. 2016.
Replacement of soybean cake by *Hermetia
illucens* meal in diets for layers. *Journal of
Insects as Food and Feed* 2(2): 83-90.
Available: <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.0071>.
- Onsongo, V.O., I.M. Osuga, C.K. Gachui, A.M.
Wachira, D.M. Miano, C.M. Tanga, S. Ekesi, D.
Nakimbugwe and K.K.M. Fiaboe. 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. Available: <https://doi.org/10.1093/jee/toy118>.
- Oonincx, D.G.A.B., S.V. Broekhoven, A. Huis and
J.J.A. Loon. 2015. Feed conversion, survival
and development, and composition of four
insect species on diets composed of food
by-products. *PLoS One* 10(12): e0144601.
Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144601>.
- Wachirasiri, P., S. JuLakarangka and S. Wanlapa.
2009. The effects of banana peel preparations
on the properties of banana peel dietary
fiber concentrate. *Songklanakarin Journal of
Science & Technology* 31(6): 605-611.