การพัฒนาอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงด้วงสาคูที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

พัทธ์ธีรา กันนุช

GRAD VRU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2568



DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PROTEIN SUPPLEMENT FOOD FOR THE SAGO PALM WEEVIL

PHATTEERA KANNUCH

GRAD VRU

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR MASTER OF SCIENCES
IN INNOVATION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
GRADUATE SCHOOL
VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
UNDER THE ROYAL PATRONAGE
PATHUM THANI PROVINCE
2025

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงด้วงสาคูที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
ชื่อนักศึกษา	พัทธ์ธีรา กันนุช
รหัสประจำตัว	64U54800204
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	นวัตกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผศ.ดร.ศศิธร หาสิน)

..... กรรมการ
(รศ.ดร.อภิชญา สวัสดี)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.นิสา พักตร์วิไล)

.....กรรมการและเลขานุการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร หาสิน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชญา สวัสดี)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แก้วจำปา)

GRAD VRU

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่..... เดือน.....พ.ศ. .....

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

พัทธ์ธีรา กันนุช. (2568). การพัฒนาอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงด้วงสาคูที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม. วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม. อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ศศิธร หาสิน รศ. ดร.อภิชญา สวัสดี

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงด้วงสาคู 2) ทดสอบประสิทธิภาพอาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงด้วงสาคู และ 3) วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ วางแผนการทดลองโดยใช้อาหารเลี้ยงด้วงสาคูระยะตัวหนอน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มควบคุม คือ การเลี้ยงของเกษตรกรที่ใช้อาหารหมูเป็นอาหารขุนตัวหนอน และกลุ่มอาหารเสริมโปรตีน คือ อาหารที่พัฒนาขึ้นจากการศึกษาครั้งนี้ โดยใช้วัสดุเสริมโปรตีน ประกอบด้วย รำข้าว ข้าวโพด ถั่วเหลือง และจุลินทรีย์คัดเลือกสายพันธุ์ ดำเนินการทดสอบกลุ่มละ 5 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หนอนด้วงสาคู 30 ตัวทดสอบประสิทธิผลของอาหารเสริมโปรตีน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของความยาวลำตัว น้ำหนัก อัตราการรอดตาย และคุณค่าทางโภชนาการของตัวหนอนที่เลี้ยงโดยอาหารเสริมโปรตีนและอาหารชุดควบคุม และวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้ข้อมูลที่เกิดจากการคำนวนจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายใน อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน และระยะเวลาคืนทุนของผลิตภัณฑ์สำหรับเป็นตัวชี้วัดความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ผลการศึกษาพบว่า 1) อาหารที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก ค่าเฉลี่ยของความยาวลำตัว และอัตราการรอดตายของหนอนด้วงสาคูเมื่อเลี้ยงครบ 35 วัน มากกว่าอาหารชุดควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยอาหารที่พัฒนาขึ้นมีการรอดชีวิตของตัวหนอนสูงในร้อยละ 93.5 2) จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของด้วงสาคูสดอายุ 25 วัน พบว่า หนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมโปรตีนมีค่าพลังงานรวม ไขมันรวม โปรตีน ใยอาหาร เหล็ก และโอเมก้า สูงมากกว่าตัวหนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม และ 3) ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของอาหารเลี้ยงด้วงสาคู พบว่า มูลค่าปัจจุบันสุทธิ 12,500 บาท อัตราผลตอบแทนภายใน ร้อยละ 6.76 อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน 1.35 และระยะเวลาคืนทุน 5 ปี 2 เดือน จากตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์คุ้มค่าในการตัดสินใจลงทุน

นวัตกรรมที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ คืออาหารเสริมโปรตีนสำหรับเลี้ยงด้วงสาคูระยะของตัวหนอนที่มีประสิทธิภาพในการเพิ่มคุณภาพผลผลิตหนอนด้วงสาคูและมีความคุ้มค่ากับการลงทุน อีกทั้งยังเป็นอาหารเสริมโปรตีนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

คำสำคัญ: ด้วงสาคู อาหารเสริมโปรตีน แมลงกินได้

GRAD VRU

Phatteera Kannuch. (2025). Development of Environmentally Friendly Protein Supplement Food for the Sago Palm Weevil. Master of Sciences (Innovation of Environmental Management). Advisors: Asst. Prof. Dr. Sasitorn Hasin, Assoc. Prof. Dr. Apichaya Sawasdee

ABSTRACT

This experimental research aimed to 1) produce a protein supplement for raising sago palm weevil larvae (SPWL), 2) test the efficiency of the protein supplement for raising the SPWL, and 3) analyze the economic value. The experiment was designed by using two groups of feeding the SPWL, namely, the control group of farmers' sago palm weevil farming, where SPWL were fed with pig feed, and the protein supplement group, where the SPWL were fed with the protein supplement developed in this study using protein supplement materials consisting of white bran, corn, soybean and selected microorganisms. Each group was tested with five replications, using 30 sago palm weevil larvae per replication. The researcher developed the protein supplement and tested its effectiveness, compared to the pig feed, by analyzing differences in the average body length, weight, survival rate, and nutritional value. Economic feasibility was analyzed using net present value (NPV), internal rate of return (IRR), and benefit-cost ratio (B/C ratio) calculations as economic viability indicators.

The results revealed that 1) after 35 days of being fed, SPWL fed with the developed food had a higher average weight, body length, and survival rate than those fed with the pig feed, with no statistical significance ($p > 0.05$). The developed supplement resulted in a survival rate of the SPWL of 93.5%; 2) Nutritional analysis of the fresh 25-day-old SPWL showed that the larvae fed with the protein supplement had significantly higher levels of total energy, fat, protein, fiber, iron, and omega than those fed with the pig feed; and 3) The economic feasibility analysis of the SPWL feeding was found to have NPV of 12,500 Baht, IRR of 6.76%, B/C ratio of 1.35, and a payback period of 5 years 2 months. From the economic viability indicators, the protein supplement was considered a profitable investment decision.

The innovation gained from this research is a protein supplement for raising the SPWL that effectively enhances the quality of the SPWL and is worth the investment. Moreover, the protein supplement is environmentally friendly.

Keywords: Sago Palm Weevil, Protein Supplement, Edible Insects

GRAD VRU

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จบรรลุวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี ทางผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศศิธร หาสิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ความกรุณาเป็นที่ปรึกษา คอยให้คำปรึกษาและแนะนำ ตลอดจนแนวทางการดำเนินการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.อภิชญา สวัสดี ที่ให้คำแนะนำคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์ และท่านคณะกรรมการทุกท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.นิสา พักตร์วิไล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์ ที่สละเวลาให้เกียรติทำหน้าที่คณะกรรมการ และผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แก้วจำปา

ขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม โดยหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการเพิ่มความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (บพข.) ภายใต้แผนงานวิจัยด้านการพัฒนาเครื่องจักรกลการเกษตรและการแปรรูปอาหารสารประกอบในอาหารที่ทำหน้าที่พิเศษและผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพมูลค่าสูงจากผลิตผลการเกษตร เพื่อยกระดับความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนและส่งเสริมการทำงานวิจัยในครั้งนี้ซึ่งทำให้งานวิจัยลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้ทำวิทยานิพนธ์ จนประสบความสำเร็จ

พัทธ์ธีรา กันนุช

GRAD VRU

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ความรู้ทั่วไปของด้วงสาคู 5

2.2 การเพาะเลี้ยงหนอนด้วงสาคู 5

2.3 การจัดการฟาร์ม 6

2.4 การขยายพันธุ์ด้วงสาคู 7

2.5 การเก็บด้วงสาคูเพื่อจำหน่าย 7

2.6 ปัญหาที่พบในการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูและวิธีแก้ไข 7

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 15

GRAD VRU

3.1 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย 15
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล.....17
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....19
4.1 ผลการพัฒนาสูตรอาหารที่สำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู.....20
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคู 22
4.3 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ 26
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 27
5.1 การพัฒนาอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู.....27
5.2 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของอาหารเลี้ยงด้วงสาคู 29
บรรณานุกรม.....30
ประวัติผู้วิจัย.....33

GRAD VRU

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง 15
ตารางที่ 2 วิธีวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ 23
ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการหนอนด้วงสาคู 25
ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ 26

GRAD VRU

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 การเลี้ยงหนอนด้วงในปัจจุบันตามธรรมชาติ 9
ภาพที่ 2 การเลี้ยงหนอนด้วงแบบอุตสาหกรรมในปัจจุบัน 10
ภาพที่ 3 การออกแบบการเลี้ยงและเก็บข้อมูลหนอนด้วงสาคู 16
ภาพที่ 4 (ก) ตัวหนอนในระยะที่ 4 (ข) เครื่องชั่งน้ำหนัก 17
ภาพที่ 5 ข้อมูลผลการเติบโตของหนอนด้วงสาคูในแต่ละช่วงอายุ (ก) หนอนด้วงสาคูระยะที่ 1 (ข) 21
ภาพที่ 6 ระยะดักแด้ (ก) ดักแด้ระยะเวลาก่อนลอกคราบเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากดักแด้ ไปเป็นตัว 22
ภาพที่ 7 อาหารสำเร็จรูปที่พัฒนาจากงานวิจัย ที่มีการนำไปจำหน่ายโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เจ. ซัลเลต 27
ภาพที่ 8 ผลิตภัณฑ์น้ำมันและเนื้อด้วงสาคูเพื่อจำหน่ายโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เจ. ซัลเลต 28

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประชากรของโลกเพิ่มขึ้นอย่างมากจนมีจำนวนประชากรใกล้ 7,000 ล้านคน และสภาวะการณ์การเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ ดิน น้ำ อากาศ เนื่องจากมลพิษที่เกิดจากการพัฒนาทางเทคโนโลยีของมนุษย์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกในปัจจุบัน ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวเป็นสาเหตุนึงที่นำไปสู่การขาดแคลนอาหารและอาหารที่ปลอดภัยของมนุษย์ภายในปี 2593 ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยจึงมีความพยายามที่จะสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหารของมนุษย์ในอนาคต โดยมีการคิดค้นผลิตภัณฑ์ทดแทนเนื้อสัตว์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น เนื้อสัตว์สังเคราะห์ในห้องทดลอง หรือเนื้อสัตว์เทียมจากการสังเคราะห์โปรตีนพืช รวมถึงแนวคิดจากองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติที่ได้เริ่มในการรณรงค์ให้ใช้แมลงเป็นอาหารประเภทโปรตีนสำหรับมนุษย์ เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะของแมลงที่มีช่วงชีวิตสั้นสามารถเพิ่มจำนวนได้ครั้งละมาก ๆ และแมลงหลายชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และแร่ธาตุ ดังนั้นการเลี้ยงแมลงจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาขาดแคลนอาหารประเภทโปรตีนของทั้งมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้

การทำฟาร์มแมลง หรือ ปศุสัตว์ขนาดเล็ก เพื่อขายเป็นอาหารหรืออาหารสัตว์ มีแนวทางการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มแมลงที่มีการผสมผสานความรู้ดั้งเดิมและวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา จากข้อมูลในช่วง 5 ปีระหว่างปี 2018 ถึง 2023 ตลาดแมลงที่กินได้มีอัตราการเติบโต ร้อยละ 25 โดยในปี 2561 การเติบโตของตลาดการค้าแมลงรวมทั่วโลกประมาณ 400 ล้านดอลลาร์ และจากการคาดการณ์ในปี 2566 ตลาดแมลงมีแนวโน้มขยายเพิ่มมากขึ้นถึง 1.2 พันล้านดอลลาร์ การคาดการณ์ล่วงหน้าเพิ่มเติมระบุว่าตลาดนี้อาจมีมูลค่าประมาณ 8 พันล้านดอลลาร์ภายในปี 2573 แม้ว่าเอเชียแปซิฟิกและละติน อเมริกา จะมีสัดส่วนมากกว่า 50% ของตลาด แต่คาดว่าการเพิ่มขึ้นอย่างแข็งแกร่งที่สุดอาจเกิดขึ้นในอเมริกาเหนือและยุโรป เนื่องจากการทำฟาร์มแมลง เป็นอุตสาหกรรมที่เติบโตอย่างรวดเร็วในต่างประเทศโดยมีบริษัทมากกว่าร้อยแห่งทั่วโลกที่เลี้ยงแมลงในระดับอุตสาหกรรม ในประเทศไทยมีผู้คนจำนวนมากบริโภคแมลงหลากหลายชนิด และเป็นอีกประเทศหนึ่งที่เป็นผู้นำการผลิตแมลงเข้าสู่ตลาดแมลงในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยการผลิตแมลงของประเทศไทยอยู่ที่ 7,500 ตัน โดยมีฟาร์มจดทะเบียนในประเทศไทยมากกว่า 20,000 ฟาร์ม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฟาร์มขนาดเล็ก ที่เลี้ยงในครัวเรือน และแมลงที่เลี้ยงส่วนมากคือจิ้งหรีด ที่สามารถเลี้ยงได้ในปริมาณมาก โตเร็ว ใช้พื้นที่น้อย และดูแลง่าย (Hanboonsong, 2013) ในปัจจุบันไทยส่งออกสินค้าแมลงมีชีวิต อันดับที่ 17 ของโลก โดยในช่วง 5 เดือนของปี 2564 (ม.ค.-พ.ค.) ส่งออกแล้วปริมาณ 575 ตัน มูลค่า 85,346 ดอลลาร์ เพิ่มขึ้น 29

GRAD VRU

ในปัจจุบัน ผลผลิตการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูในประเทศไทยโดยส่วนใหญ่มาจากธุรกิจครอบครัวขนาดเล็กที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคูที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อวิจัยและพัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู เพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตเสริมสร้างความแข็งแรงของหนอนด้วงสาคู เพิ่มความสามารถของเกษตรกรไทยในการแข่งขันของภาคการผลิตอาหารจากแมลง เพิ่มรายได้สุทธิจากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคู ซึ่งอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคูที่เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการนี้เป็นอีกกลไกที่สำคัญในการเพิ่มมูลค่าของหนอนด้วงสาคูในตลาดการค้าแมลงเชิงพานิชย์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และเกษตรกรผู้เลี้ยงหนอนด้วงสาคูรายย่อยในท้องถิ่นได้อย่างแท้จริง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

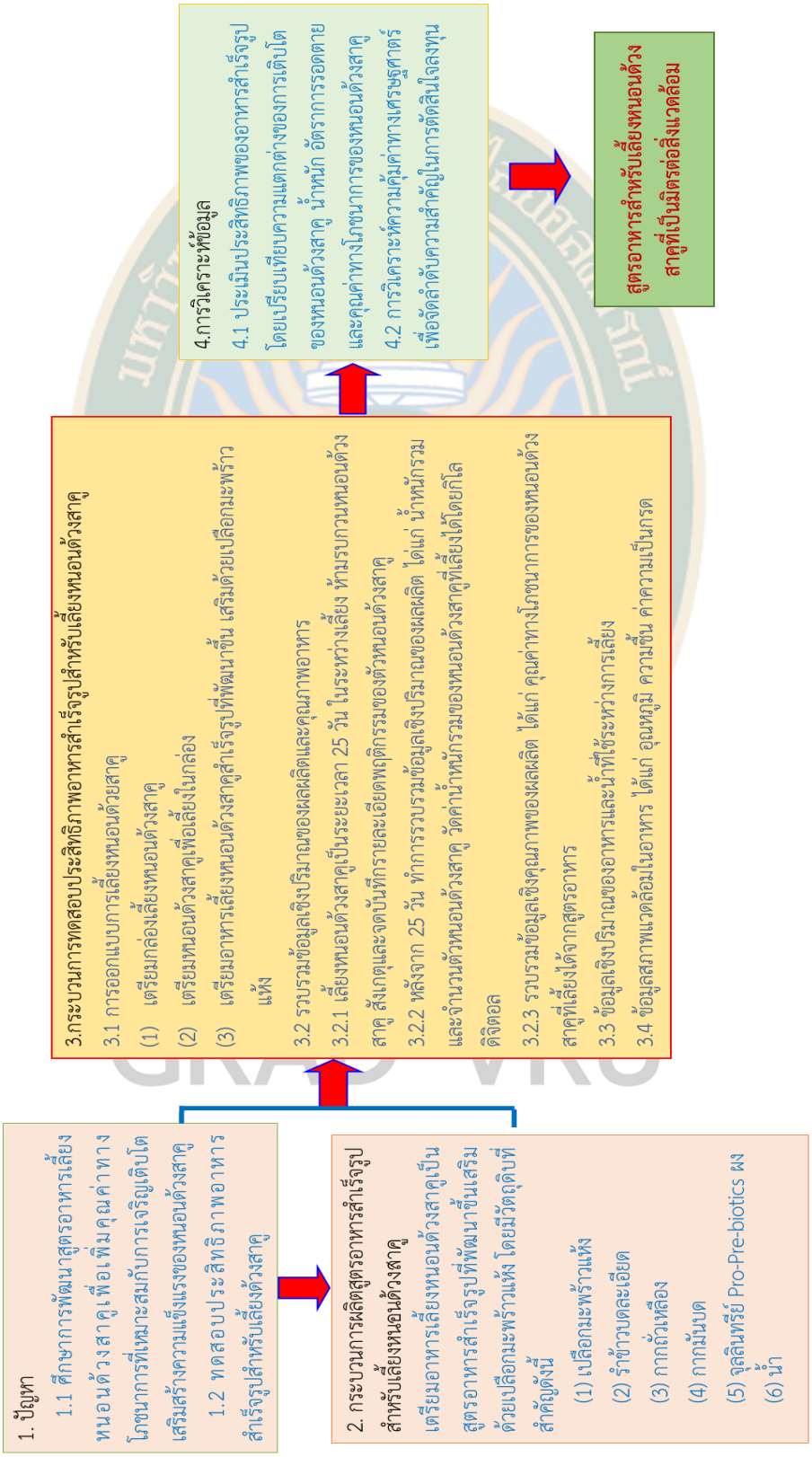
1.2.1 เพื่อผลิตสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

1.2.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

GRAD VRU

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย



1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การพัฒนาสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคูที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ดำเนินการวิจัยโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design) ในการศึกษาผลของอาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยงหนอนด้วงสาคู ซึ่งวัตถุดิบในการผสมอาหาร ได้แก่ เปลือกมะพร้าวแห้ง รำข้าวบดละเอียด กากถั่วเหลือง กากมันบด จุลลินทรีย์Pro-Pre-bioticsผง น้ำ จากนั้นประเมินประสิทธิภาพของอาหารสำเร็จรูป วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารสำเร็จรูป วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคู โดยเปรียบเทียบก่อนและหลังการใช้อาหารสำเร็จรูป และใช้การเปรียบเทียบทางสถิติ ANOVA โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS v. 25 และวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการลงทุนต่อไป

1.5 **คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

1.5.1 อาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู หมายถึง อาหารที่พัฒนาสูตรให้เหมาะสำหรับการเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

1.5.2 ประสิทธิภาพอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู หมายถึง การทดสอบประสิทธิภาพของอาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูในระยะตัวหนอน โดยเก็บข้อมูลผลการเติบโตของหนอนด้วงสาคูในแต่ละช่วงอายุของหนอนด้วงสาคู และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้สูตรอาหารที่มีคุณภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

1.6.2 สามารถยกระดับการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูที่มีคุณภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมรองรับการเติบโตของตลาดการเลี้ยงแมลงในประเทศ

1.6.3 ได้ข้อมูลความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการใช้อาหารสำเร็จรูปเลี้ยงหนอนด้วงสาคูเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการลงทุนได้

GRAD VRU

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปของด้วงสาคู

ด้วงสาคู (*Rhynchophorus ferrugineus*) จัดอยู่ในอันดับ Coleoptera มีชื่อสามัญ คือ Red palm weevil, Red-stripes palm weevil, Asian palm weevil, Sago palm weevil ภาษาไทย คือ ด้วงงวงมะพร้าว ด้วงสาคู ด้วงลาน และ แมงหวัง ด้วงสาคู จัดเป็นกลุ่มด้วงที่มีขนาดกลาง ด้วงสาคูมีถิ่นกระจายพันธุ์อยู่ตั้งแต่อินเดียจนถึงซามัว แต่ปัจจุบันมีการรายงานการแพร่กระจายทั่วไปไปตามแนวเขตร้อนชื้น (CABI, 2021)

ด้วงสาคู แบ่งการเจริญเติบโต ออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ตามการศึกษา ของ (สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ, 2555) (Cabello, 2006) วงจรชีวิตและชีววิทยาบางประการของหนอนด้วงสาคู ไข่ของหนอนด้วงสาคู เป็นฟองเดี่ยวรูปยาวรี สีขาวขุ่น ผิวเรียบมันวาว ปลายข้างหนึ่งโปร่งแสง เมื่อใกล้ฟักไข่จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย ตัวอ่อนภายในไข่จะดันให้เยื่อหุ้มแล้วเอาส่วนท้ายของลำตัวออกมาอย่างช้า ๆ หนอนด้วงสาคูที่ฟักใหม่ มีลักษณะเหมือนกันคือลำตัวและหัวมีสีขาว ลำตัวอ้วนสั้นเป็นปล้องยืดหดได้ หัวและเขี้ยวแข็งสีน้ำตาลเข้ม ไม่มีขา ภายใน 10 ชั่วโมงลำตัวยืดยาวออกเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อน มีปากแบบกัดกิน (chewing type) ดักแด้เป็นปลอกทำด้วยเส้นใยจากพืชที่ปนอยู่ในอาหารที่กินเป็นอาหาร ด้วงตัวเต็มวัยมีปีก 2 คู่ ปีกคู่แรกมีลักษณะแข็งมีสีน้ำตาลดำหรือสีน้ำตาลและมีจุดสีดำหรือแถบสีดำ ปีกคู่ที่ 2 มีลักษณะบาง มีสีน้ำตาลเข้ม มีขนาดลำตัวยาวประมาณ 20-30 มิลลิเมตร ทั้งตัวผู้และตัวเมียมีขนาดและลักษณะภายนอกเหมือนกันมากแต่จะมีลักษณะที่ต่างกัน ที่ตัวผู้มีขนที่ด้านบนของงวงใกล้ส่วนปลาย

2.2 การเพาะเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

พืชที่ใช้เลี้ยงหนอนด้วงสาคูในประเทศไทย มี 4 ชนิด คือ ต้นลาน ต้นสาคู ต้นตาล และต้นมะพร้าว แต่ที่นิยมนำมาใช้เป็นวัสดุเลี้ยงมากที่สุด คือ ต้นลาน และต้นสาคู เนื่องจากให้ผลผลิตหนอนด้วงสูงกว่าพืชชนิดอื่น ซึ่งวิธีการเลี้ยงและความเข้าใจเกี่ยวกับชีววิทยาของหนอนด้วงสาคูในปัจจุบันก็ต่างกันไปตามภูมิปัญญาของคนในแต่ละท้องถิ่นและแต่ละฟาร์ม จากการรวบรวมองค์ประกอบในการทำฟาร์มหนอนด้วงสาคู (สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ, 2553) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 โรงเรือน ควรตั้งอยู่ในที่ไม่มีน้ำขัง อากาศถ่ายเทได้ดี มีตาข่ายหรือมุ้งลวดปิดล้อมให้มิดชิด เพื่อป้องกันศัตรูของด้วงสาคูหรือป้องกันตัวเต็มวัยด้วงสาคูไม่ให้ออกไปแพร่ระบาดในธรรมชาติ

GRAD VRU

2.2.2 อุปกรณ์ในการเลี้ยง การเลี้ยงด้วงสาคูนิยมใช้กะละมังเป็นวัสดุเพาะเลี้ยง ขนาดของกะละมังที่เหมาะสมคือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 40-50 เซนติเมตร ลึก 20 เซนติเมตรต้องใช้ฝาหรือตาข่ายปิดกะละมังป้องกันพ่อแม่พันธุ์ด้วงหนี การเลี้ยงอีกวิธี คือ การเลี้ยงด้วยต้นสาคู วิธีการคือนำต้นสาคูตัดเป็นท่อนที่มีขนาดความยาวประมาณ 46-60 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 36-45 เซนติเมตร วางตั้งเรียงกันในโรงเรือน

2.3 การจัดการฟาร์ม

2.3.1 การเลี้ยงหนอนด้วงสาคู โดยใช้ท่อนสาคู ตัดต้นสาคูเป็นท่อน ยาว 50-60 เซนติเมตร ทำรอยที่ผิวหน้าท่อนสาคูเล็กน้อย ปล่อยพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะแข็งแรง 3-5 คู่ หรือหยดน้ำที่ผิวหน้าท่อนสาคูเล็กน้อย เพื่อล่อให้พ่อ-แม่พันธุ์ด้วงมาวางไข่ ปิดทับท่อนสาคูด้วยแผ่นไม้หรือแผ่นปูนในเดือนแรก รดน้ำที่ท่อนพันธุ์หมาดๆทุกวัน วันละครั้ง เดือนต่อมารดน้ำ 3-4 วัน/ครั้ง

2.3.2 การเลี้ยงโดยใช้อาหารผสม สูตรที่ 1 มีส่วนประกอบ ดังนี้

1) อาหารหมูขุนโปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ 300 กรัม

2) มันสำปะหลังบด 1 กิโลกรัม

3) ต้นอ้อยสับหรือเปลือกมะพร้าวอ่อนสับ 2 กิโลกรัม

4) เปลือกมะพร้าวแห้ง 4-5 ชิ้น

5) กล้วยน้ำว้าสุก 1 ลูก

ผสมน้ำกับอาหารหมูขุนให้ละลายในกะละมัง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร ใส่มันสำปะหลังบดและอ้อยสับ คนให้เข้ากัน วางกล้วยน้ำว้าเปลือกมะพร้าวแห้งลงไปตรงกลางกะละมังปล่อยพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ลงไป 5 คู่ และปิดฝากะละมัง

2.3.3 การเลี้ยงโดยใช้อาหารผสม สูตรที่ 2 กากมันสำปะหลังหมักยีสต์ มีขั้นตอนดังนี้

2.3.3.1 ขยายยีสต์ 500 กรัม ละลายน้ำตาลทรายแดง 1 กิโลกรัมกับน้ำเปล่าในถังขนาด 20 ลิตร แล้วเทผงยีสต์ลงแล้วคนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10 – 15 นาที เมื่อยีสต์ขยายตัวจะเห็นว่าเกิดฟองเต็มถัง

2.3.3.2 เติมกากน้ำตาล ปุ๋ยยูเรีย และน้ำ อัตราส่วน กากน้ำตาล 10 ลิตร ปุ๋ยยูเรีย 5 กิโลกรัม และน้ำ 40 ลิตร ผสมให้เข้ากัน เติมออกซิเจนทิ้งไว้ประมาณ 1.30 ชั่วโมง

2.3.3.3 นำส่วนผสมข้างต้นฉีดพ่นกากมันสำปะหลังผสมให้เข้ากันในบ่อซีเมนต์ (อัตราส่วน ส่วนผสมของยีสต์ 80 ลิตร ต่อกากมันสำปะหลัง 1000 กิโลกรัม) ทิ้งไว้ประมาณ 10 วัน แล้วนำไปใส่กระสอบปุ๋ย 2 ชั้น มัดปากกระสอบไม่ให้อากาศเข้าไปทิ้งไว้อีกประมาณ 10-15 วัน

GRAD VRU

2.4 การขยายพันธุ์ด้วงสาคู

ใส่อาหารที่หมักไว้แล้วในกะละมังให้หนาประมาณ 1-2 นิ้ว ใส่เปลือกมะพร้าวสดหรือกาบมะพร้าวแห้งที่ผ่านการแช่น้ำ 1-2 วัน มาใส่ทับอาหาร นำอาหารและเปลือกมะพร้าวทับอีกชั้น แล้วปล่อยตัวหนอนด้วงสาคูอายุ 35-40 วัน ลงในกะละมัง 100 ตัว รอจนตัวหนอนเข้าดักแด้ใช้เวลาประมาณ 15-20 วัน แยกดักแด้ออกมาใส่กะละมังใหม่ เมื่อด้วงออกจากดักแด้ให้กล้วยเป็นอาหารและใส่ถาดน้ำให้กับด้วงสาคู จากนั้น 10-15 วัน สามารถจับพ่อแม่พันธุ์ด้วงสาคูจำหน่ายหรือ นำมาเลี้ยงขยายต่อไปได้

2.5 การเก็บด้วงสาคูเพื่อจำหน่าย

เมื่อเลี้ยงหนอนด้วงสาคูได้อายุ 35-40 วัน สามารถจับตัวหนอนเพื่อจำหน่ายได้ ก่อนนำไปบริโภคควรเลี้ยงด้วงสาคูด้วยมะพร้าวขูด 1-2 วัน แล้วน็อคหนอนด้วงสาคูด้วยน้ำเย็นที่แช่น้ำแข็งล้างและบรรจุใส่ถุงพลาสติก แช่เย็นที่อุณหภูมิ 1-4 องศาเซลเซียส

2.6 ปัญหาที่พบในการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูและวิธีแก้ไข

2.6.1 ศัตรูของด้วงสาคู ส่วนใหญ่ที่พบ คือ มด และสัตว์เลื้อยคลานต่าง ๆ ป้องกันได้โดยหมั่นตรวจสอบดูแลความสะอาดภายในโรงเรือน ทำร่องน้ำรอบโรงเรือนป้องกันมด หรือสัตว์เลื้อยคลานขนาดเล็ก ใช้ตาข่ายล้อมรอบโรงเรือนป้องกันนกหรือแมลงต่าง ๆ

2.6.2 สภาพภูมิอากาศ การเลี้ยงด้วงสาคู นิยมเลี้ยงในภาคใต้ซึ่งมีสภาพอากาศชุ่มชื้น จึงสามารถเลี้ยงได้ตลอดทั้งปี แต่ควรจัดการโรงเรือนให้อากาศถ่ายเทสะดวก เช่น เปิดผ้าใบรอบ ๆ โรงเรือน เปิดพัดลมช่วยระบายอากาศ

ทั้งนี้จะพบว่าปัญหาของการเลี้ยงด้วงแบบปกตินั้น มีกระบวนการและใช้พื้นที่ขนาดกว้าง ในโครงการวิจัยนี้จึงต้องการจะพัฒนาและศึกษา ความเป็นไปได้ของการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูเพื่อใช้เป็นอาหารในพื้นที่ปิดที่จำกัด เพื่อเพิ่มผลผลิตของหนอนด้วงสาคู ส่งเสริมทำให้เกษตรกรและปศุสัตว์จากแมลงก้าวหน้ามากขึ้น จึงเป็นที่มาและความสำคัญของงานวิจัยดังกล่าวนี้ในการปรับปรุงวิธีการเลี้ยงนอนด้วงสาคูให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น นอกจากจะใช้เป็นประโยชน์สำหรับเกษตรกรและอุตสาหกรรมอาหารอนาคตแล้วนั้น แมลงยังเป็นแหล่งโปรตีนที่มีขนาดเล็กเหมาะสมสำหรับบริเวณที่พื้นที่จำกัด นอกจากนี้ต้องมีการบริหารจัดการอาหารของแมลงและของเสียที่เกิดขึ้นจากแมลง รวมทั้งการจัดเก็บและถนอมอาหารอีกด้วย ทางกลุ่มผู้วิจัยจึงเห็นว่า ประเด็นปัญหาการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารในอนาคตและสร้างเศรษฐกิจจากอาหารจากแมลงได้

การเพาะเลี้ยงด้วงสาคูเพื่อการเกษตรนั้นมีถิ่นกำเนิดมาจากภาคใต้ของประเทศไทยเนื่องจากรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ โดยในช่วงแรก การเลี้ยงด้วงสาคูจะถูกพัฒนามาจากการสังเกตพฤติกรรมการดำเนินชีวิตของหนอนด้วงสาคูซึ่งเป็นการเลี้ยงด้วงในท่อนสาคูสด การเลี้ยงรูปแบบนี้ถูกเรียกว่า การเลี้ยงหนอนด้วงสาคูแบบธรรมชาติดั่งตัวอย่างที่แสดงในแผนภาพด้านล่าง และมีขั้นตอนการเลี้ยงโดยสังเขปดังนี้

1. ตัดต้นสาคูเป็นท่อน ยาวประมาณ 50-60 เซนติเมตร
2. นำมาวางเรียงแล้วใช้ขวานบอกบริเวณผิวด้านหน้าเล็กน้อย
3. เหยาะน้ำปลาเล็กน้อยบริเวณที่เป็นรอยบาก เพื่อเรียกให้พ่อแม่พันธุ์ด้วงมาวางไข่ หรือหากมีพ่อแม่พันธุ์ด้วงอยู่แล้วก็สามารถนำมาปล่อยที่ท่อนสาคูได้เลย
4. วางเปลือกมะพร้าวปิดไว้ด้านบนเพื่อป้องกันไม่ให้พ่อแม่พันธุ์ด้วงบินหนีไป
5. รดน้ำพอหมาด ๆ วันเว้นวัน
6. ครบหนึ่งเดือนก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้

ทั้งนี้การเลี้ยงด้วงสาคูตามธรรมชาติก็ได้มีการปรับเปลี่ยนเพื่อความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่การเลี้ยงดู เช่นการใช้ทางปาล์มแทนต้นสาคู หรือการปรับเปลี่ยนสูตรอาหารตามสิ่งของเหลือใช้ในขณะนั้น ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าการเลี้ยงด้วงสาคูตามธรรมชาติไม่ว่าจะด้วยลักษณะใด จะเน้นไปที่การใช้ของเหลือให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมีจุดเด่นอยู่ที่ความออร์แกนิคของระบบเลี้ยงที่ไม่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีหรือสารเคมี อย่างไรก็ตาม การเพาะเลี้ยงด้วยวิธีดังกล่าวเหมาะสมกับพื้นที่บางพื้นที่เท่านั้นและเป็นเรื่องยากที่คนทั่วไปจากภูมิภาคอื่นจะเพาะเลี้ยงด้วงสาคูด้วยวิธีข้างต้น รวมถึงในแง่ของปริมาณผลผลิตที่ยากต่อการคาดเดาและควบคุม (ภาพที่ 1)

GRAD VRU



ภาพที่ 1 การเลี้ยงหนอนด้วงในปัจจุบันตามธรรมชาติ

ที่มา: จาก เทคนิคเลี้ยงด้วงสาคูในกะละมัง ผสมอาหารยังไง? มีอุปกรณ์อะไรบ้าง, โดย เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2564, https://www.technologychaoban.com/bullet-news today/article

ภายหลังเมื่อคุณประโยชน์ของหนอนด้วงชนิดนี้เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมากยิ่งขึ้น การทำฟาร์มเพาะเลี้ยงด้วงชนิดนี้จึงกระจายออกไปตามแต่ละภูมิภาค โดยเฉพาะภาคอีสาน และเมื่อพิจารณากับสาเหตุที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น การเลี้ยงด้วงสาคูโดยใช้ภาชนะคล้ายกะละมังในการเพาะเลี้ยงจึงถูกพัฒนาขึ้น เรียกว่าการเลี้ยงด้วงสาคูแบบประยุกต์ ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อความง่ายในการเลี้ยงดูและความคุ้มค่าของปริมาณผลผลิต ดังตัวอย่างที่แสดงในภาพที่ 4 เนื่องจากการเพาะเลี้ยงในลักษณะนี้ง่ายต่อการควบคุมและคาดเดา ผลผลิตที่จะได้ อาหารที่ใช้ หรือสถานที่ในการเพาะเลี้ยง การเลี้ยงแบบประยุกต์นี้จึงกลายมาเป็นที่นิยมในปัจจุบัน โดยศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชุมพร แนะนำว่า อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงประกอบด้วย

1.กะละมัง พร้อมฝาปิด

2. กิ่งทางปาล์มสด

3. เครื่องบดสับทางปาล์ม

4. ถังหมักการดำเนินงานวิจัยของโครงการนี้ประกอบด้วยการสร้างมาตรฐานต้นแบบการจัดการฟาร์มหนอนด้วงสาคูให้ถูกต้องตามหลักสุขอนามัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงภายใต้แนวคิด (1) การเติบโตเชิงคุณภาพสร้างความสมดุลของเศรษฐกิจที่เน้นการสร้างมูลค่า (Value-based Economy) การเติบโตที่เน้นการมีส่วนร่วม (Inclusive Growth) และสังคมที่มีการหมุนเวียนการใช้ทรัพยากร (Circular Society) (2) ตามกลไกทางการตลาดของด้วงสาคูในการเป็นอาหารยุคใหม่ของประชากรโลก และศักยภาพของประเทศไทยในการผลิตและแปรรูปด้วงสาคูป้อนตลาดภายในประเทศและโลก และ (3) เป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) และสอดรับกับ

GRAD VRU

หลักการของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง (SEP) ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการ พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย

5. สูตรอาหารเสริม

6. พ่อแม่พันธุ์ด้วงสาคู

7. อุปกรณ์อื่น ๆ

ขั้นตอนการจัดการเลี้ยงด้วงสาคู มีขั้นตอนดังนี้

1. นำกิ่งทางปาล์มสดปลอดเปลือกและเข้าเครื่องสับบด

2. นำกิ่งทางปาล์มสดสับละเอียดแล้วนำมาหมักในถังหมัก ไม่น้อยกว่า 3 วัน

3. นำกิ่งทางปาล์มสดสับที่หมักแล้ว ผสมกับสูตรอาหารเสริมพอประมาณ คลุกเคล้าให้เข้ากัน บรรจุใส่กะละมังอัดให้แน่นพอประมาณ

4. ปล่อยพ่อแม่พันธุ์ด้วงสาคู 5 คู่ อัตรา ตัวผู้ 5 ตัว ตัวเมีย 5 ตัว

5. หลังจากปล่อยพ่อแม่พันธุ์ด้วงสาคูแล้ว ทิ้งไว้ 25-30 วัน ก็สามารถเก็บเกี่ยวหนอนด้วงสาคูได้



ภาพที่ 2 การเลี้ยงหนอนด้วงแบบอุตสาหกรรมในปัจจุบัน

ที่มา: จาก_เทคนิคเลี้ยงด้วงสาคูในกะละมัง ผสมอาหารยังไง? มีอุปกรณ์อะไรบ้าง, โดย เทคโนโลยีชาวบ้าน, 2564, https://www.technologychaoban.com/bullet-news today/article

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การผลิตอาหารเลี้ยงแมลงทางเศรษฐกิจและการทดสอบประสอบประสิทธิภาพ (จิ้งหรีด หนอนด้วงสาคู)

สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ (2564) ศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยการเพิ่มบริวเวอร์ยีสต์ พบว่า การเพิ่มสารอาหารประเภทโปรตีน สามารถเพิ่มปริมาณของแมลงวันผลไม้ โดย ประเมินผลจากขนาดดักแด้ การออกเป็นตัวเต็มวัย ปริมาณดักแด้ การทนทานของตัวเต็มวัยภายใต้สภาวะกดดัน และความสามารถในการบิน พบว่าทุกหัวข้อการประเมินมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ (2555) ศึกษาชีววิทยาและคุณค่าทางโภชนาการบางประการของด้วงงวงมะพร้าว พบว่า ด้วงที่เลี้ยงด้วยชิ้นลำต้นของต้นลานและต้นสาคู ด้วงทั้งสองกลุ่มเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$, t-test) วัฏจักรชีวิตของด้วงลานและด้วงสาคูตัวเต็มวัย และตัวหนอนก็ไม่แตกต่างกัน ในด้านคุณค่าทางโภชนาการ พบว่า ตัวหนอนด้วงลานมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน พลังงาน คอเลสเตอรอลและเถ้า ในปริมาณที่มากกว่าตัวหนอนของด้วงสาคู

รัตนากร พรสุวรรณ (2551) ศึกษาการประเมินสูตรอาหารที่เหมาะสมและความเป็นไปได้ของการผลิตแมลงโปรตีนระดับอุตสาหกรรม พบว่า การทดลองที่ 1 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มี 9 กรรมวิธี (สูตรอาหาร) คือ 1) กากเต้าหู้ผสมอาหารไก่ อัตราส่วน 1:1 2) และ 3) เยื่อหุ้มเมล็ดถั่วลิสงผสมกับเศษผลไม้ อัตราส่วน 1:2 และ 2:1 ตามลำดับ 4) และ 5) เศษเนื้อหมูตัดแต่งผสมกับเศษผลไม้ อัตราส่วน 1:2 และ 2:1 ตามลำดับ 6) ส่วนผสมของเยื่อหุ้มเมล็ดถั่วลิสง เศษผลไม้ เศษเนื้อหมูตัดแต่ง และเศษอาหาร อัตราส่วน 1:1:1:1 7) ถึง 9) กากเบียร์แห้งผสมกับเศษผลไม้ อัตราส่วน 1:1 1:2 และ 2:1 ตามลำดับ ระยะก่อนเข้าดักแด้ (prepupa) จากอาหารทุกสูตรที่ทดสอบมีโปรตีน 44.55 – 56.64% สามารถนำมาใช้ผลิตแมลงโปรตีนเป็นวัตถุดิบทางเลือกในอาหารสัตว์ และสูตรอาหารกรรมวิธีที่ 6 เป็นสูตรที่เหมาะสมมากที่สุด เมื่อพิจารณาจากการเจริญเติบโตของตัวหนอน น้ำหนักลำตัวของระยะก่อนเข้าดักแด้ ผลผลิตรวม การรอดชีวิต อาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และต้นทุนค่าอาหาร สำหรับการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบการผลิตระดับอุตสาหกรรม โดยเลี้ยงหนอนแมลงอายุ 5 วัน จำนวน 25,000 ตัว/กระบะ ด้วยสูตรอาหารกรรมวิธีที่ 6 ซึ่งเป็นผลจากการทดลองที่ 1 พบว่า ได้ผลผลิตของระยะก่อนเข้าดักแด้เฉลี่ย 4.15 + 0.15 กก. การผลิตขนาดใหญ่ที่เหมาะสมทำให้ต้นทุนถูกกว่าการเลี้ยงระดับห้องปฏิบัติการ

สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ (2553) ศึกษาการเลี้ยงด้วงงวงมะพร้าวในจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง พบว่า มีแหล่งเลี้ยงในจังหวัดสงขลา 31 แหล่ง อยู่ใน 4 อำเภอ และในจังหวัดพัทลุงมี 20 แหล่งใน 3 อำเภอ ในจังหวัดสงขลาเลี้ยงในโรงเลี้ยงที่ส่วนใหญ่มีขนาด 50-59 ตารางเมตร มุงหลังคาและกั้นฝาด้วย ตาข่ายพรางแสง ใช้ท่อนไม้ลานเป็นวัสดุเลี้ยง 100-350 ท่อน มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 36-55 เซนติเมตร ยาว 41-50 เซนติเมตร เลี้ยงได้นาน 6-8 เดือน ในจังหวัดพัทลุงส่วนใหญ่จะวางวัสดุเลี้ยงในที่โล่งขนาดน้อยกว่า 50 ตารางเมตร ใช้ท่อนสาคูเป็น วัสดุเลี้ยงใช้ได้นาน

GRAD-VRU

2-3 เดือน มีจำนวนน้อยกว่า 50 ท่อน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36-45 เซนติเมตร ความยาวท่อน 46-60 เซนติเมตร หนอนด้วงงวงมะพร้าวในจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุงราคากิโลกรัมละ 170 บาท และ 200 บาท ตามลำดับ

ทิพวรรณ โขงวงค์ (2555) ศึกษาน้ำหนักของจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารและปริมาณน้ำที่แตกต่างกันภายใต้การทดลองแบบแฟคทอเรียลโดยใช้แผนแบบสุ่มสมบูรณ์ พบว่า จากอาหารที่แตกต่างกัน 3 สูตร ผลการเปรียบเทียบน้ำหนักของจิ้งหรีดจากสูตรอาหารที่แตกต่างกัน พบว่า น้ำหนักของจิ้งหรีดจากการเลี้ยงด้วยสูตรอาหารทั้ง 3 สูตรและปริมาณการให้น้ำที่แตกต่างกัน นั้นให้ผลไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ .05

อโนทัย วิงสระน้อย (2556) ศึกษาประเภทอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด รวมถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดของเสียในระบบลำไส้ของจิ้งหรีด รายงานว่า จิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้งสองสูตรสามารถเติบโตจนครบวงจรชีวิตได้ แต่การเลี้ยงด้วยหญ้าขนร่วมกับอาหารไก่จะทำให้ผลผลิตจิ้งหรีดมีน้ำหนักตัวในระยะตัวเต็มวัยอายุ สูงกว่ามากกว่า จิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยหญ้าขนเพียงอย่างเดียว และในการการกำจัดของเสียในระบบลำไส้ของจิ้งหรีด ช่วงเวลาที่เหมาะสม คือ ภายในช่วง 24 ชม. หลังการอดอาหาร ซึ่งจะทำให้จิ้งหรีดมีกลิ่น และรสชาติ ดีขึ้น

วิภาวี กฤษณะภูติ (2563) ศึกษาห่วงโซ่อุปทานการเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์ของเกษตรกร พบว่า 1) ต้นน้ำของการเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์ประกอบด้วยการสร้างโรงเรือนโดยใช้เสาปูนหรือไม้ยูคาลิปตัส มุงหลังคาและก่อดครงสร้างเป็นอาคารทึบ สูงประมาณ 50-60 เซนติเมตร วัสดุอุปกรณ์ประเภทบ่อเลี้ยงขันน้ำพลาสติก ถาดใส่น้ำและอาหาร ผ้าตาข่ายกรองแสงและแผงไข่กระดาษ การเลี้ยงและดูแลโดยขึ้นอยู่กับวงจรชีวิตของจิ้งหรีดแต่ละชนิด 2) กลางน้ำของการเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์เกี่ยวข้องกับการจำหน่ายและการขนส่งจิ้งหรีด ระหว่างเกษตรกรและพ่อค้าคนกลางที่รับซื้อจิ้งหรีด โดย พ่อค้าคนกลางจะเป็นผู้กำหนดราคาซื้อและขายจิ้งหรีดโดยพิจารณาจากสายพันธุ์และช่วงฤดูกาล และ 3) ปลายน้ำของการเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์ พบว่า ผู้บริโภครายย่อยมีหลายกลุ่มด้วยกัน ได้แก่ ลูกค้าหรือผู้บริโภค ทั้งในพื้นที่และต่างจังหวัด

เบ็ญจมาภรณ์ นุชนิยม (2565) ศึกษาการพัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงด้วงสาคู (Rhynchophorus ferrugenieus) โดยใช้รำและอาหารสุกรสำเร็จรูป ที่เสริมด้วยเปลือกมะพร้าวสดและแห้งอัตราส่วนที่ต่างกัน พบว่า การเลี้ยงด้วงสาคูระยะหนอนโดยใช้วัสดุทดแทนคือการใช้รำอาหารสุกรสำเร็จรูปและเน้นไปที่การเสริมด้วยเปลือกมะพร้าวสดและแห้งอัตราส่วนที่ต่างกันจำนวน 6 สูตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อดูประสิทธิผลของอาหารแต่ละสูตรที่มีต่อน้ำหนักและจำนวนตัวที่ได้ ผลการศึกษาพบว่าสูตรอาหารที่ทดลองทุกสูตรสามารถใช้เลี้ยงด้วงสาคูโดยสามารถเก็บผลเมื่ออายุ 45 วันได้ แต่ให้ประสิทธิผลที่มีต่อน้ำหนักและจำนวนตัวที่แตกต่างกัน สูตรอาหารที่มีส่วนผสมของเปลือกมะพร้าวสดให้ผลที่ดีกว่าสูตรอาหารที่มีส่วนผสมเฉพาะปลือกมะพร้าวแห้งทั้งจำนวนตัวที่ได้และน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว สัดส่วนที่เหมาะสมของอัตราส่วนเปลือกมะพร้าวที่ให้น่าจะส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพของอาหารที่เหมาะสมต่อการวางไข่และการพัฒนาของระยะหนอน นอกจากนั้น รำและอาหารสุกรสำเร็จรูปถือว่าเป็นอาหารหลักที่จำเป็น แต่การที่เปลือกมะพร้าวมีคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะคาร์โบไฮเดรตและแร่ธาตุที่จำเป็น น่าจะเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้สูตรอาหารนั้น ๆ อุดมด้วยคุณค่าทางโภชนาการต่อด้วงสาคูมากขึ้นดังนั้นในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดด้านวัตถุดิบที่ใช้เป็นอาหาร

เพาะเลี้ยง เปลือกมะพร้าวสดสามารถเป็นหนึ่งในวัตถุดิบที่ใช้ในสูตรอาหารได้ นอกจากเป็นการลดต้นทุนแล้ว ยังเป็นเพิ่มมูลค่าวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรได้อีกทางหนึ่ง

จตุรงค์ ทองขาวเผือก (2560) ศึกษาผลของสูตรอาหารที่มีส่วนผสมของทางปาล์มน้ำมันและต้นสาคูต่อจำนวนและน้ำหนักของด้วงงวงมะพร้าว พบว่า การใช้ทางปาล์มน้ำมันผสมกับต้นสาคูใช้เลี้ยงด้วงช่วยเพิ่มผลผลิตของด้วงมากว่าการใช้ต้นสาคูเพียงอย่างเดียว โดยอัตราส่วนผสมที่ทำให้ผลผลิตของด้วงดีที่สุดคือทางปาล์มน้ำมัน:ต้นสาคู อัตราส่วน 1:3 แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณากำไรจากการเลี้ยงสูงสุด ควรใช้สูตรทางปาล์มน้ำมัน:ต้นสาคู อัตราส่วน 3:1 ควรใช้ทางปาล์มน้ำมันซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ในพื้นภาคใต้ มาผสมกับต้นสาคูในการเลี้ยงด้วงงวงมะพร้าว เพื่อเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิตด้วงงวงมะพร้าวเพื่อผลตอบแทนสูงสุด

นิรันดร หนักแดง (2563) ศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของด้วงสาคู พบว่า คุณค่าทางโภชนะของด้วงสาคูหลังการแปรรูปโดยวิธีต่าง ๆ การทดลองแบบ Completely Randomized Design(CRD) ประกอบด้วย 4 ทรีทเมนต์ คือ กลุ่มการทดลอง ด้วงสาคู ระยะตัวหนอนสภาพสดด้วงสาคูระยะตัวหนอนทอด ด้วงสาคูระยะตัวหนอนนึ่ง และด้วงสาคูระยะตัวหนอนอบ พบว่า เมื่อแปรรูปผ่านนกระบวนการความร้อน จะเห็นได้ว่า วัตถุแห้งในสภาพอบมีค่าสูงที่สุด (37.54), เมื่อเทียบกับ สด ทอด นึ่ง มีค่าเท่ากับ 35.24, 18.63 และ 29.02 ปริมาณโปรตีนในสภาพสดมีค่าสูงที่สุด (34.50), เมื่อเทียบกับ ทอด นึ่ง อบ มีค่าเท่ากับ 26.20, 23.40 และ 31.40 ส่วนไขมันของด้วงสาคูในสภาพทอดมีปริมาณไขมันสูงที่สุด (54.40) มีค่าเท่ากับ 44.70, 43.40 และ 42.70 ปริมาณเยื่อสดมีค่าสูงที่สุด (6.40) เมื่อเทียบกับ ทอด นึ่ง อบ มีค่าเท่ากับ 4.40, 3.30 และ 4.20 ปริมาณเถ้าอบมีค่าสูงที่สุด (3.70) เมื่อเทียบกับ สด ทอด นึ่ง มีค่าเท่ากับ 3.30, 2.50 และ 2.80 และปริมาณคาร์โบไฮเดรตอบมีค่าสูงที่สุด (11.60) เมื่อเทียบกับ สด ทอด นึ่ง มีค่าเท่ากับ 2.30, 7.80 และ 6.70 ตามลำดับ

ปนัดดา อุตรนคร (2564) ศึกษา การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ด้วยวิธีData Envelopment Analysis พบว่า เกษตรกรมีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคเฉลี่ย เท่ากับ 56.83% ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ เนื่องจากมีจำนวนเกษตรกรมากกว่า 50% ของเกษตรกรทั้งหมด มีค่าประสิทธิภาพทางเทคนิคต่ำ และตัวแปรประสบการณ์ในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกรเป็นปัจจัยที่ผลต่อระดับประสิทธิภาพทางเทคนิคที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพทางเทคนิคของเกษตรกรที่มีประสิทธิภาพต่ำ คือ 1) เกษตรกรสามารถปฏิบัติตามแนวทางของเกษตรกรต้นแบบที่เหมาะสมกับลักษณะฟาร์มจิ้งหรีดของเกษตรกร และ 2) เกษตรกรควรปรับปรุงการใช้ปัจจัยการผลิตด้วยการลดปริมาณการใช้แผงไข่ลง

ณัฐเสฏฐ์ สร้อยทองดี (2561) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์:กรณีศึกษา ภาคกลางของประเทศไทย พบว่า การลงทุนเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดมีรูปแบบที่สำคัญ 2 รูปแบบ ได้แก่ การเพาะเลี้ยงแบบอิสระ การเพาะเลี้ยงแบบเครือข่าย และโครงสร้างโรงเรือนในการเพาะเลี้ยงที่แตกต่างกันส่งผลให้ต้นทุนการผลิตแตกต่างกนด้วย กรณีฟาร์มเครือข่ายกับการเลี้ยงแบบอิสระนั้น พบว่าต้นทุนในการเพาะเลี้ยยง ประมาณที่ 85-100 บาทต่อกิโลกรัม ราคาขายปลีกอยู่ที่ 100 -120 บาทต่อกิโลกรัม และราคาขายส่งจะประมาณที่ 90 บาทต่อกิโลกรัมเมื่อขายให้พ่อฟาร์ม กำไรสุทธิประมาณที่ 2,000-7,000 บาท ต่อ 1 รอบการผลิตซึ่งใช้เวลาประมาณ 2 เดือน อัตรา

GRAD VRU

ผลตอบแทนจากการลงทุนประมาณที่ 20% -40% ต่อปี ทั้งนี้การลงทุนเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์นี้สามารถขยายจากครัวเรือนสู่การดำเนินกาธุรกิจเชิงพาณิชย์ได้มากเพราะยังเป็นที่ต้องการของตลาดโลกอีกมาก

ชญานิศ กันจินะ (2562) ศึกษาระบบการเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อการค้าของเกษตรกรในหมู่บ้านแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น พบว่า ระบบการเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงแบบอยู่ใกล้กับที่อยู่อาศัย ใช้พื้นที่ไม่มากสามารถสร้างโรงเรือนขนาดเล็กได้อีกทั้งยังสามารถนำวัสดุอุปกรณ์ที่เหลือใช้มาดัดแปลงสำหรับใช้เลี้ยงจิ้งหรีด ขั้นตอนกระบวนการผลิตไม่ยุ่งยากและใช้เวลาไม่นาน แรงงานส่วนใหญ่เป็นแรงงานวัยสูงอายุ และเป็นแรงงานผู้หญิง ซึ่งโดยทั่วไปไม่สามารถออกไปทำงานที่ใช้แรงงานนอกพื้นที่ได้ การเลี้ยงจิ้งหรีดในหมู่บ้านแสนตอมีปัจจัยหลาย ประการที่ทำให้ประสบความสำเร็จต่อเนื่อง ได้แก่ 1. ความสามัคคีของเกษตรกรในหมู่บ้าน 2. ความสามารถในการผลิตที่ทำได้อย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ และ 3. ความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างพ่อค้าและเกษตรกรที่ช่วยเหลือกันอยู่เสมอ ส่วนปัญหาและอุปสรรคการเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกรในหมู่บ้านนี้ไม่มีปัญหาที่เกษตรกรมองว่าเป็นปัญหาสำคัญ

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

3.1.1 ด้วงสาคูสำหรับการวิจัย

ด้วงสาคูที่ผู้วิจัยได้นำมาทดลองในการวิจัยนี้ เป็นด้วงสาคูของไทย ผู้วิจัยได้ทำการอนุเคราะห์จากเกษตรกรในจังหวัดนครปฐมที่เลี้ยงด้วงสาคู เป็นพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ด้วงสาคู จำนวน 10 คู่ และได้นำมาเลี้ยงเพื่อให้ออกไข่ และผู้วิจัยจะดำเนินการฟักไข่ และนำตัวหนอนมาเลี้ยงในอาหารที่ได้พัฒนาขึ้น ห้องเลี้ยงด้วงสาคูดำเนินงานวิจัยที่วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์

3.1.2 พัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปที่มีคุณภาพสำหรับเลี้ยงด้วงสาคูในระยะตัวหนอน

3.1.2.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู โดยมีสูตรอาหาร ดังนี้

ตารางที่ 1 สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

สูตรอาหาร	ส่วนผสม/กะละมัง	ปริมาณ
1. อาหารสำเร็จรูป สูตรเสริมด้วยเปลือกมะพร้าวแห้ง	1. เปลือกมะพร้าวแห้ง	200 กรัม
	2. รำข้าวบดละเอียด	400 กรัม
	3. กากถั่วเหลือง	400 กรัม
	4. กากมันบด	400 กรัม
	5. จุลลินทรีย์ Pro-Pre-biotics ผง	0.5 กรัม
	6. น้ำ	500 มิลลิเมตร

3.1.3 การออกแบบการเลี้ยงและเก็บข้อมูลหนอนด้วงสาคู มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมกล่องเลี้ยงหนอนด้วงสาคู ขนาด 16 cm x 16 cm x 7 cm จำนวน 4 กล่อง จำนวน 3 ชุดการทดลอง (ภาพที่ 3) ในแต่ละกล่องใส่อาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู ที่ผสมจากอาหารสำเร็จรูป เสริมด้วยเปลือกมะพร้าวแห้ง

GRAD VRU



ภาพที่ 3 การออกแบบการเลี้ยงและเก็บข้อมูลหนอนด้วงสาคู

2. เตรียมหนอนด้วงสาคูเพื่อเลี้ยงในกล่องเลี้ยงหนอนด้วงสาคูทั้ง 12 กล่อง มีข้อกำหนดดังนี้

2.1 ใส่หนอนด้วงสาคูมี อายุ 7 วัน จำนวน 25 ตัว ต่อกล่องเลี้ยง (N=12)

2.2 หนอนด้วงสาคูมีขนาดลำตัวใกล้เคียงกัน

2.3 น้ำหนักรวมของหนอนด้วงสาคูที่จะนำไปเลี้ยงมีค่าใกล้เคียงกันทุกกล่องเลี้ยง

2.4 ปริมาณอาหารที่ใส่ในกล่องเลี้ยงหนอนด้วงสาคู หลังจากการเลี้ยงได้ 7 วัน มีปริมาณเท่ากัน

3. เลี้ยงหนอนด้วงสาคูเป็นระยะเวลา 35 วัน ในระหว่างเลี้ยงสังเกตุจดบันทึกรายละเอียดพฤติกรรมของหนอนด้วงสาคูทุกวัน

4. เก็บข้อมูลน้ำหนักและความยาวของหนอนด้วงสาคูแต่ละตัว โดยสุ่มจับตัวหนอนด้วงสาคู จำนวน 5 ตัวต่อกล่องเลี้ยง (N=90) วัดค่าน้ำหนักรวมของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงได้โดยใช้กิโลดิจิตอล ปล่อยตัวหนอนด้วงสาคูกลับสู่กล่องเลี้ยง เก็บข้อมูลจากหนอนด้วงสาคู ระยะ 7 วัน 15 วัน 25 วัน และ 35 วัน

5. หลังจากเลี้ยงหนอนด้วงสาคู 5 วัน ทำการรวบรวมข้อมูลและนับจำนวนตัวหนอนที่เลี้ยงได้ต่อกล่องเลี้ยง (ภาพที่ 4)

GRAD-VRU



ภาพที่ 4 (ก) ตัวหนอนในระยะที่ 4 (ข) เครื่องชั่งน้ำหนัก

6.รวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพของผลผลิต ได้แก่ พฤติกรรมของหนอนด้วงสาคูที่อาศัยในอาหารเลี้ยง และวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคู

7. กำหนดการให้อาหารภายในกล่องเลี้ยงหนอนด้วงสาคู ปริมาณ 200 กรัม ทุก 7 วัน ควบคุมสภาพอากาศในห้องเพาะเลี้ยงและในอาหารเลี้ยง โดยให้ความชื้นในอาหารเลี้ยงอยู่ระหว่าง 70 % - 85% และอุณหภูมิในอาหารเลี้ยง 25°C- 27 °C

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 ประเมินประสิทธิภาพของอาหารสำเร็จรูป โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของการเติบโตของหนอนด้วงสาคู น้ำหนักตัวหนอนด้วงสาคู อัตราการรอดตายและคุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคู โดยใช้สถิติ Univariate แบบ Paired Comparison Analysis โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูป SPSS version 25

3.2.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการตัดสินใจลงทุน รวมทั้งเพื่อให้การตัดสินใจลงทุนมีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพนั้น โดยใช้การวิเคราะห์ ต้นทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR) และระยะเวลาคืนทุน (PBP)

(1) ต้นทุน (Cost) คือ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ รวมถึงกิจกรรมการผลิต โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ต้นทุนคงที่ (Fix costs) และ ต้นทุนแปรผัน (Variable Cost)

(2) อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost ratio: BCR)

การคำนวณอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน เป็นการคำนวณก่อนการประเมินความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทน กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายในโครงการ ถ้า BCR มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโครงการให้ผลตอบแทนคุ้มค่ากับที่ลงทุนไป แต่ถ้าค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่า ผลตอบแทนที่ได้รับจากโครงการไม่คุ้มกับเงินลงทุนที่เสียไป ดังสมการที่ 1

GRAD VRU

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad \text{..... (1)}$$

โดยที่ Bt คือ ผลตอบแทน ณ เวลานั้น
Ct คือ ต้นทุน ณ เวลานั้น
r คือ อัตราคิดลด
n คือ ช่วงเวลาที่พิจารณาโครงการ

(3) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

เป็นผลรวมของผลตอบแทนสุทธิที่ได้ปรับค่าของเวลาในโครงการนั้นแล้ว โดยพิจารณาถึงโครงการที่กำลังดำเนินการหรือเริ่มดำเนินการอยู่นั้นจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าหรือไม่ นั่นคือ ถ้าค่า NPV ที่ได้มีค่ามากกว่าศูนย์หรือเป็นบวก แสดงว่าคุ้มค่าต่อการลงทุน และในกรณีค่า NPV ที่ได้มีค่าลบหรือต่ำกว่าศูนย์ แสดงว่า การลงทุนตามโครงการนั้นไม่คุ้มค่า สามารถเขียนเป็นสูตรคำนวณได้ดังสมการที่ 2

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} \quad \text{..... (2)}$$

โดยที่ NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ
Bt คือ ผลตอบแทน ณ ปีที่คำนวณ
Ct คือ ต้นทุน ณ ปีที่คำนวณ
i คือ อัตราคิดลด
t คือ อายุของโครงการ

(4) อัตราผลตอบแทนจากโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ถ้าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ (IRR) มีค่ามากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการ (r) นั่นคือ ตอบรับโครงการลงทุนเมื่อ IRR > r วิธี IRR ใช้หลักเกณฑ์การเปรียบเทียบมูลค่าของเงิน 2 ประเภท คือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินสดจ่ายสุทธิลงทุนเริ่มแรก ณ จุดเวลาเดียวกัน สูตรการคำนวณค่าอัตราผลตอบแทนจากโครงการ ดังสมการที่ 3

GRAD VRU

$$IRR = i_L + (i_U - i_L) \times \frac{NPV_L}{(NPV_L - NPV_U)} \quad \text{..... (3)}$$

โดยที่ IRR คือ อัตราผลตอบแทนจากโครงการ

NPV คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

i_L คือ ร้อยละที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวกสุดท้าย

i_U คือ ร้อยละที่มูลค่าปัจจุบันสุทธิเปลี่ยนเป็นลบ

NPV_L คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่มีค่าบวก

NPV_U คือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่มีค่าลบ

5) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PBP)

ระยะเวลาของการลงทุนที่กระแสเงินสดรับสุทธิจากโครงการเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายสุทธิพอดี โดยคิดจากค่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิสะสม (NPV) ที่เปลี่ยนจากค่าลบเป็นค่าบวก เกณฑ์ตัดสินใจว่าจะลงทุนหรือไม่นั้นจะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุนที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับระยะเวลาที่ยอมรับได้ ซึ่งอาจแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการขึ้นอยู่กับว่าโครงการนั้นมีความต้องการเงินต้นคืนกลับมาในช่วงเวลา

GRAD VRU

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการพัฒนาสูตรอาหารที่สำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

4.1.1 ผลการศึกษาพฤติกรรมและขนาดลำตัวของหนอนด้วงสาคูที่อาศัยในอาหารเลี้ยง

ข้อมูลจัดเก็บข้อมูลผลการเติบโตของหนอนด้วงสาคูในแต่ละช่วงอายุ ได้ผลดังนี้

4.1.1.1 หนอนด้วงสาคูระยะที่ 1 คือระยะที่หนอนออกจากไข่จนถึง อายุ 7 วัน (ภาพที่ 5ก) พบว่า หนอนด้วงสาคูระยะแรกที่ออกจากไข่จะใช้ส่วนท้ายดันให้เยื่อหุ้มตรงส่วนปลายของไข่เปิดออก และออกจากปลอกไข่ รูปร่างระยะแรกมีลักษณะ คือ ลำตัวและหัวมีสีขาว หลังจากออกจากไข่ ประมาณ 6-8 ชั่วโมงลำตัวจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและเปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลอ่อน มองเห็นเขี้ยวแข็งสีน้ำตาลเข้ม เมื่อนำอาหารสำเร็จรูปและเปลือกมะพร้าวแห้งผสมเลี้ยงหนอนด้วงสาคู พบว่าหนอนด้วงสาคูมีการเคลื่อนที่ต่อสิ่งเร้าประเภทอาหารโดยจะเคลื่อนที่หาเปลือกมะพร้าวแห้ง (มากกว่า 20 ตัว) มากกว่าอาหารสำเร็จรูป (น้อยกว่า 6 ตัว) หนอนด้วงสาคูอายุ 7 มีน้ำหนักเฉลี่ยของตัวหนอน เท่ากับ 1.3 ± 0.5 กรัม ความยาวของลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 1.1 ± 1.2 เซนติเมตร (ภาพที่ 5ก) จากการที่มองเห็นเขี้ยวแข็งสีน้ำตาลเข้มได้ชัดเจนขึ้น แสดงให้เห็นได้ว่ามีเขี้ยวแข็งแรงใช้สำหรับกัดกินอาหาร

4.1.1.2 หนอนด้วงสาคูระยะที่ 2 คือระยะที่หนอนด้วงสาคูมี อายุ 8 วัน จนถึง 15 วัน (ภาพที่ 5ข) หนอนด้วงสาคูอายุ 15 (N=30) มีน้ำหนักเฉลี่ยของตัวหนอน เท่ากับ 1.8 ± 0.3 กรัม ความยาวของลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 2.8 ± 1.4 เซนติเมตร และพบว่าหนอนด้วงสาคูมีการเคลื่อนที่หนีสิ่งเร้าประเภทแสงและอุณหภูมิโดยที่ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวลำตัวเฉลี่ยของหนอนด้วงสาคูระหว่างชุดการทดลอง (T1 T2 และ T3) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

4.1.1.3 หนอนด้วงสาคูระยะที่ 3 คือระยะที่หนอนด้วงสาคูมี อายุ 16 วัน จนถึง 25 วัน (ภาพที่ 5ค) หนอนด้วงสาคูอายุ 25 (N=30) มีน้ำหนักเฉลี่ยของตัวหนอน เท่ากับ 2.5 ± 1.3 กรัม ความยาวขอลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 3.1 ± 1.4 เซนติเมตร และพบว่าหนอนด้วงสาคูมีการเคลื่อนที่หนีสิ่งเร้าประเภทแสงและอุณหภูมิ โดยที่ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวลำตัวเฉลี่ยของหนอนด้วงสาคูระหว่างชุดการทดลอง (T1 T2 และ T3) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)

4.1.1.4 หนอนด้วงสาคูระยะที่ 4 คือ ระยะที่หนอนด้วงสาคูมี อายุ 26 วัน จนถึง 35 วัน (ภาพที่ 5ง) หนอนด้วงสาคูอายุ 25 (N=30) มีน้ำหนักเฉลี่ยของตัวหนอน เท่ากับ 3.8 ± 1.6 กรัม ความยาวขอลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 3.7 ± 1.4 เซนติเมตร และพบว่าหนอนด้วงสาคูมีการเคลื่อนที่หนีสิ่งเร้าประเภทแสงและอุณหภูมิที่แตกต่างกันไป โดยที่ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวลำตัวเฉลี่ยของ

GRAD VRU

หนอนด้วงสาคู ระหว่างชุดการทดลอง (T1 T2 และ T3) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > .05$)



ภาพที่ 5 ข้อมูลผลการเติบโตของหนอนด้วงสาคูในแต่ละช่วงอายุ (ก) หนอนด้วงสาคูระยะที่ 1 (ข) หนอนด้วงสาคูระยะที่ 2 (ค) หนอนด้วงสาคูระยะที่ 3 และ (ง) หนอนด้วงสาคูระยะที่ 4

4.1.1.5 หนอนด้วงสาคูระยะที่ 4 ในช่วงอายุ 36 วัน จนถึงการเข้าดักแด้ (ภาพที่ 5ง) เหลือจำนวนตัวหนอนทั้งสิ้น 35 ตัว อาหารที่ใช้เลี้ยง คือ อาหารสำเร็จรูป น้ำหนักเฉลี่ยของตัวหนอนเท่ากับ 4.7 ± 1.0 กรัม ความยาวของลำตัวเฉลี่ย เท่ากับ 5.3 ± 2.1 เซนติเมตร โดยที่ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวลำตัวเฉลี่ยของหนอนด้วงสาคู ระหว่างชุดการทดลอง (T1 T2 และ T3) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.1.1.6 ระยะดักแด้ หนอนด้วงสาคูสร้างรังดักแด้ (ภาพที่ 6ก) เสร็จสิ้นภายในระยะ 1-2 วัน โดยหนอนด้วงสาคูก่อนเข้าดักแด้จะหยุดนิ่งประมาณ 3-5 วัน น้ำหนักลดลงและความยาวลำตัวลดลงระยะเวลาลอกคราบเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากหนอนไปเป็นดักแด้ ในระยะ 5-10 วัน

ระยะเวลาลอกคราบเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากดักแด้ ไปเป็นตัวเต็มวัย ภายในระยะ 10-20 วัน (ภาพที่ 6ข)



ภาพที่ 6 ระยะดักแด้ (ก) ดักแด้ระยะเวลาก่อนลอกคราบเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากดักแด้ ไปเป็นตัวเต็มวัย และ (ข) ระยะเวลาลอกคราบเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากดักแด้ ไปเป็นตัวเต็มวัย

4.1.1.7 อัตตราการรอดตายของหนอนด้วงสาคู นับจำนวนหนอนด้วงสาคูในกล่องหลังจากการเลี้ยง 35 วัน พบว่า ค่าเฉลี่ยนการรอดตายของหนอนด้วงสาคูอยู่ในระดับที่สูงมาก เท่ากับ 23 ± 0.07 ตัวต่อกล่องเลี้ยง (N=12) โดย โดยที่การรอดตายของหนอนด้วงสาคูระหว่างชุดการทดลอง (T1 T2 และ T3) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคู

การวิเคราะห์ผลสำหรับการเติบโตของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงโดยอาหารที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้ได้ผลผลิตจากการเลี้ยงหนอนด้วงสาคูเป็นไปตามมาตรฐานการนำมาบริโภค ผลสรุปสารอาหารที่ได้จากด้วงในระยะตัวหนอน ที่ผันแปรไปตามค่าเฉลี่ยขนาดลำตัว ค่าเฉลี่ยน้ำหนัก การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของด้วงสาคู (*Rhynchophorus ferrugineus*) และวิธีการวิเคราะห์ มาตรฐาน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 วิธีวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ

คุณค่าทางโภชนาการ	**วิธีวิเคราะห์ [7]**
พลังงานรวม (Total Energy: กิโลแคลอรี่)	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)
พลังงานจากไขมัน (Energy from Fat: กิโลแคลอรี่)	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)
ไขมันรวม (Total Fat: กรัม)	AOAC (2019)
ไขมันอิ่มตัว (Saturated Fat: กรัม)	AOAC (2019)
คลอเรสเตอรอล (Cholesterol: มิลลิกรัม)	AOAC (2019)
โปรตีน (Crude Protein: กรัม)*	AOAC (2019)
คาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate: กรัม)	Method of Analysis for Nutrition Labeling (1993)
Dietary Fiber (กรัม)	AOAC (2019)
Sugar (กรัม)	AOAC (2019)
โซเดียม (Sodium: มิลลิกรัม)	AOAC (2019)
วิตามินเอ	AOAC (2019)
วิตามินบี 1	AOAC (2019)
วิตามินบี 2	AOAC (2019)
แคลเซียม (Calcium: มิลลิกรัม)	AOAC (2019)
เหล็ก (Iron: มิลลิกรัม)	AOAC (2019)
เถ้า (Ash: กรัม)	AOAC (2019)
ความชื้น (Moisture: กรัม)	AOAC (2019)

Remark * โปรตีน (Crude Protein) คำนวณหลังจากได้ปริมาณไนโตรเจนจากวิธี Kjeldhal method คูณด้วย 6.25 (N-converting factor) เพื่อเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจน

GRAD VRU

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคูสดอายุ 25 วัน ที่เลี้ยงได้จากกล่องเลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงที่พัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ (T1) จะวิเคราะห์คุณค่าสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันโดยเปรียบเทียบกับค่า Thai RDI (Thai Recommended Daily) และ หนอนด้วงสาคู อายุ 25 วัน ที่เลี้ยงโดยเกษตรกรในเครือข่ายการผลิตของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เจ.ซัลเลต อาหารที่ใช้เลี้ยงคือ กากมันสัมปหลังหมัก ผสมอาหารหมูขุน (T2) ซึ่ง พบว่า ค่าโปรตีนหยาบพลังงานรวม และเหล็ก ของหนอนด้วงสาคู T1 มีค่ามากกว่า หนอนด้วงสาคู T2 และ ค่า ไขมันรวม คลอเรสเตอรอล คาร์โบไฮเดรต วิตามินบี 2 โซเดียม และแคลเซียม ของหนอนด้วงสาคู T1 มีค่าน้อยกว่า หนอนด้วงสาคู T2 (ตารางที่ 3)

GRAD VRU

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการหนอนด้วงสาคู ที่เลี้ยงได้จากกล่องเลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงที่พัฒนาขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ (T1) ตัวหนอนที่เลี้ยงโดยเกษตรกร (T2) สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคประจำวันและค่าเปรียบเทียบ (Thai RDI)

คุณค่าทางโภชนาการ	หนอนสดต่อตัวอย่าง 100 กรัม		ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค	Thai RDI (%)
	T1	T2		
พลังงานรวม (กิโลแคลอรี่)	184.5	168.5	120	-
พลังงานจากไขมัน (กิโลแคลอรี่)	133.5	120.6	80	-
ไขมันรวม (กรัม)	14.8	13.4	9	14
ไขมันอิ่มตัว (กรัม)	6.4	6.6	4.5	22
คลอเรสเตอรอล (มิลลิกรัม)	43	68.1	50	17
โปรตีน (Crude Protein; กรัม)	11.13	9.5	7	-
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	1.6	2.5	2	1
ใยอาหาร (กรัม)	1.4	น้อยกว่า 0.10	0	0
น้ำตาล (กรัม)	ไม่พบ	1.8	1	-
โซเดียม (มิลลิกรัม)	23	39.1	25	1
วิตามินเอ (มิลลิกรัม)	ไม่พบ	ไม่พบ	0	0
วิตามินบี1 (มิลลิกรัม)	ไม่พบ	0.12	0.09	6
วิตามินบี 2 (มิลลิกรัม)	0.025	0.83	0.58	35
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	16.7	36.6	25.6	4
เหล็ก (มิลลิกรัม)	0.8	0.6	0.24	2
เถ้า (กรัม)	0.8	0.8	-	-
ความชื้น (กรัม)	71.6	73.7	-	-
Omega-3	75.3	-	-	-
Omega-6	978.78	-	-	-
Omega-9	5437.95	-	-	-

GRAD VRU

4.3 ผลการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ พบว่า B/C ratio มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนนั้น ถ้า B/C ratio มีค่ามากกว่า 1 จะตัดสินใจลงทุน อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องพิจารณาจากพารามิเตอร์ทางเศรษฐศาสตร์อื่นๆ คือ NPV สะสม IRR และ PBP โดยเมื่อพิจารณาทั้ง 3 พารามิเตอร์นี้ ร่วมด้วย ดังตารางที่ 4 การคำนวณนี้ จะใช้ชุดข้อมูลจากการเปรียบเทียบค่าอาหาร ระหว่างการเลี้ยงแบบเดิม และ การเลี้ยงโดยใช้สูตรอาหารเลี้ยง ซึ่งจากการคำนวณแสดงให้เห็นว่า การเลี้ยงโดยใช้สูตรอาหารเลี้ยงจากงานวิจัยนี้คุ้มค่ากับการลงทุน

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้เชิงเศรษฐศาสตร์

พารามิเตอร์ทางเศรษฐศาสตร์	การเลี้ยงแบบเดิม	การเลี้ยงโดยใช้สูตรอาหารเลี้ยง
NPV สะสม	6,700	12,500
ระยะเวลาคืนทุน (PBP)	9 ปี 6 เดือน	5 ปี 2 เดือน
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	ร้อยละ 3.58	ร้อยละ 6.76
อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C Ratio)	0.67	1.35

GRAD VRU

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 การพัฒนาอาหารเลี้ยงหนอนด้วงสาคู

5.1.1 การพัฒนาสูตรอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงด้วงสาคูในระยะตัวหนอน ได้ดำเนินการพัฒนาร่วมกับ ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เจ. ซัลเลต ซึ่งได้ดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้ว และได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นในกลุ่ม ลูกฟาร์มของ ทาง หจก. พี.เจ. ซัลเลต ในชื่อกลุ่มฟาร์มด้วงสาคูคุ ณจา นอกจากนี้ ทางคณะผู้วิจัยและ คุณพานิช บุญมี (ประธานกรรมการ) ของหจก. พี.เจ. ซัลเลต ในการดำเนินการนำอาหารสำเร็จรูปที่พัฒนาจากงานวิจัยนี้ จำหน่ายได้จริงให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงด้วง (ภาพที่ 7) และ ใช้ผลงานจากการศึกษาด้านคุณค่าทางโภชนาการของด้วงที่เพิ่มมากขึ้นหลังจากกินอาหารเพื่อใช้ประกอบการเสนอขายกับต่างประเทศด้วย (คลิปวิดีโอชื่อ 3_อาหารสำเร็จรูป by PJ & A true trading)



ภาพที่ 7 อาหารสำเร็จรูปที่พัฒนาจากงานวิจัย ที่มีการนำไปจำหน่ายโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เจ. ซัลเลต

5.1.2 จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคูสดอายุ 25 วันที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ต่างกัน พบว่า หนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผลิตขึ้นจากกงานวิจัยนี้ จะมีค่าโปรตีนหยาบสูงมากกว่าหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงโดยเกษตรกรที่เลี้ยงด้วย กากมันสำปะหลังหมัก อาหารหมูขุน

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าส่วนประกอบของอาหารที่ใช้สำหรับผสมเลี้ยงหนอนด้วงสาคูจะมีผลต่อคุณค่าทางโภชนาการของหนอนด้วงสาคู นอกจากนี้ยัง พบว่า ค่าโปรตีนหยาบของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงจากอาหารเลี้ยงในครั้งนี้ มีค่าโปรตีน (มีค่า 11.1 g / 100 g FW) สูงมากกว่าหนอนด้วงสาคูสดจากการศึกษาอื่น เช่น หนอนด้วงสาคูชนิด *Rhynchophorus bilineatus* ประเทศอินโดนีเซีย มีค่า 10.39 g / 100 g FW (Irias-Mata et al., 2020) และ มีค่าโปรตีนหยาบน้อยกว่าหนอนด้วงสาคูชนิด *Rhynchophorus phoenicis* ประเทศไนจีเรีย มีค่า 24.43 g /100 g FW (Okunowo, W. O. et al. 2017)และ มีค่าโปรตีนสูงมากกว่าเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับหนอนด้วงสาคูชนิด *Rhynchophorus ferrugineus* ที่เลี้ยงโดยวิธีดั้งเดิมของประเทศไทย มีค่า 6.88g / 100 g (สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ, 2555) และ ในส่วนของประเทศอินโดนีเซีย 0.7g / 100 g FW (Nirmala et al., 2017)

5.1.3 จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ในหนอนด้วงสาคูสด มีค่าไขมันทั้งหมด พลังงานและคอเลสเตอรอลในระดับที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าต่อหนึ่งหน่วยบริโภคที่กำหนด ดังนั้น การนำหนอนด้วงสาคูไปปรุงอาหารเพื่อรับประทาน เด็กที่กำลังเจริญเติบโต หรือผู้ที่มีปัญหาไขมันในเลือดสูงควรหลีกเลี่ยง หรือถ้าจะนำหนอนด้วงสาคูไปทำเป็นอาหารโปรตีนทางเลือกควรนำหนอนด้วงสาคูไปแยกองค์ประกอบระหว่างส่วนของเนื้อด้วงและน้ำไขมันออกจากกันก่อนนำไปแปรรูป ดังแสดงในภาพที่ 8



GRAD VRU

ภาพที่ 8 ผลิตภัณฑ์น้ำมันและเนื้อด้วงสาคูเพื่อจำหน่ายโดย ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.เจ. ซัลเลต

5.1.3 ผลจากการออกไข่ของหนอนด้วงสาคูที่เลี้ยงโดยอาหารที่พัฒนาขึ้น พบว่า ค่าเฉลี่ยการออกไข่ของหนอนด้วงสาคูแต่ละตัวมีแนวโน้มลดลงในระยะเวลาที่เพิ่มมากขึ้น โดย การออกไข่ของหนอนด้วงสาคูจะมีค่าสูงสุดในช่วงระยะเวลาที่ 1 มีจำนวนการออกไข่เท่ากับ 5 ± 0.8 SD ตัว ในช่วงระยะเวลาที่ 2 เท่ากับ 4 ± 0.9 SD และ ในช่วงระยะเวลาที่ 3 เท่ากับ 3 ± 1.1 SD คิดเป็น ด้วงเพศเมีย 1 ตัว สามารถออกไปได้ 250 ฟอง ในระยะเวลา 60 วัน

5.2 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของอาหารเลี้ยงด้วงสาคู

ผลวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ พบว่า B/C ratio มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การตัดสินใจลงทุน

GRAD VRU



บรรณานุกรม

GRAD VRU

บรรณานุกรม

เทคโนโลยีชาวบ้าน. (2564). เทคนิคเลี้ยงด้วงสาคูในกะละมัง ผสมอาหารยังไง? มีอุปกรณ์อะไรบ้าง. https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article.

เบ็ญจมาภรณ์ นุชนิยม. (2565). การพัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงด้วงสาคู (Rhynchophorus ferrugenieus) โดยใช้รำและอาหารสุกรสำเร็จรูป ที่เสริมด้วยเปลือกมะพร้าวสดและแห้งอัตราส่วนที่ต่างกัน. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

จตุรงค์ ทองขาวเผือก. (2560). สูตรอาหารที่มีส่วนผสมของทางปาล์มน้ำมันและต้นสาคูต่อจำนวนและน้ำหนักของด้วงงวงมะพร้าว. https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article.

ชญานิศ กันจินะ. (2562). ระบบการเลี้ยงจิ้งหรีดเพื่อการค้าของเกษตรกรในหมู่บ้านแห่งหนึ่งในจังหวัดขอนแก่น, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณัฐเสฏฐ์ สร้อยทองดี. (2561). ต้นทุนและผลตอบแทนในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์ กรณีศึกษา ภาคกลางของประเทศไทย. http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/3358/1/RMUT

ทิพวรรณ โขงวงค์. (2555). ศึกษาน้ำหนักของจิ้งหรีดที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารและปริมาณน้ำที่แตกต่างกันภายใต้การทดลองแบบแฟคทอเรียลโดยใช้แผนแบบสุ่มสมบูรณ์. http://nestc.sci.ubu.ac.th/2015/upload/Poster/N2015007.pdf.

นิรันดร หนักแดง. (2563). คุณค่าทางโภชนาการของด้วงสาคู. http://rms.pnu.ac.th/rdbms/fulltext/061117_122739f.pdf.

ปนัดดา อุตรนคร. (2564). การวัดประสิทธิภาพทางเทคนิคในการเพาะเลี้ยงจิ้งหรีดของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ด้วยวิธี Data Envelopment Analysis. https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj/article/view/249326.

รัตนากร พรสุวรรณ. (2551). การประเมินสูตรอาหารที่เหมาะสมและความเป็นไปได้ของการผลิตแมลงโปรตีนระดับอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิภาวี กฤษณะภูติ. (2563). ห่วงโซ่อุปทานการเลี้ยงจิ้งหรีดเชิงพาณิชย์ของเกษตรกร.

สุชาดา เสกสรรวิริยะ. (2564). การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยการเพิ่มบริวเวอร์ยีสต์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน สถาบันวิจัยและพัฒนา ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง.

GRAD VRU

สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ. (2553). การเลี้ยงด้วงงวงมะพร้าวในจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง. *วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยทักษิณ, 3(1),* 255-261.

สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ. (2555). ชีววิทยาและคุณค่าทางโภชนาการบางประการของด้วงงวงมะพร้าว. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, 10(2)*, 1-11.

อโนทัย วิงสระน้อย (2556). ประเภทอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจิ้งหรีด รวมถึงระยะเวลาที่เหมาะสมในการกำจัดของเสียในระบบลำไส้ของจิ้งหรีด. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร.

Cabello, T. (2006). Population Biology and Dynamics of the Red Palm Weevil I Jornada Internacional sobre el Picudo Rojo de las Palmeras. University of Almería.

CABI. (2021). Rhynchophorus ferrugineus (red palm weevil) https://www.cabi.org/isc/datasheet/47472.

Hanboonsong. (2013). Six-legged livestock: edible insect farming, collecting and marketing. Thailand. Food and Agriculture Organization of the United Nations Regional Office for Asia and the Pacific Bangkok 2013.

Nirmala, I. R, Trees MPH, Suwarn MPH. (2017). Sago worms as a nutritious traditional and alternative food for rural children in Southeast Sulawesi. University of Indonesia.

Okunowo, Afolabi, Oyedeji. (2017). Nutritional value of Rhynchophorus phoenicis (f.) larvae, an edible insect in Nigeria. University of Lagos.

GRAD VRU

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวพัทธ์ธีรา กันนุช
วัน เดือน ปี เกิด	29 มกราคม 2540
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2562 บริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโรงแรมและท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ที่อยู่ปัจจุบัน	หมู่บ้านอณาสิริอยุธยา 88/278 หมู่5 ตำบลเกาะเรียน อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

VALAYA ALONGKORN RAJABHAT UNIVERSITY
ในพระบรมราชูปถัมภ์
GRAD VRU