รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

การประเมินผลด้านโภชนาการของแมลงในอาหารปลากะพงและกุ้งขาว

Nutritional Impact Assessment of Insects for Asian Seabass and Pacific White Shrimp Feeds

โดย

ดร.จรงค์ศักดิ์ พุมนวน
ดร.นรธัช ประชุม
ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินผลด้านโภชนาการของแมลง ในอาหารปลากะพงและกุ้งขาว

Nutritional Impact Assessment of Insects for Asian Seabass and Pacific White Shrimp Feeds

ดร.จรงค์ศักดิ์ พุมนวน
ดร.นรธัช ประชุม
ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการ

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2561
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ **การประเมินผลด้านโภชนาการของแมลงในอาหารปลากะพงและกุ้งขาว**

แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 500,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 30 กันยายน 2561

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ ดร.จรงค์ศักดิ์ พุมนวน ตำแหน่งวิชาการ นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ
ผู้ร่วมโครงการวิจัย ดร.นรธัช ประชุม ตำแหน่งวิชาการ อาจารย์
ดร.ปวีณา ทวีกิจการ ตำแหน่งวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของแมลง (จิ้งหรีด หนอนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ และดักแด้หนอนไหม) 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของสารอาหารของแมลงในสัตว์น้ำเศรษฐกิจ (กุ้งขาวและกะพงขาว) 3) เพื่อศึกษาผลด้านโภชนาการต่อการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร จากแมลงในสัตว์น้ำเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ปลากะพงขาว) 4) เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของการใช้โปรตีนจากแมลงในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจภาคตะวันออก (ปลากะพงขาว) และ 5) เพื่อศึกษาผลของการใช้โปรตีนจากแมลงที่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองด้านสุขภาพสัตว์น้ำ และคุณภาพซากของสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย พบว่าจิ้งหรีดและหนอนนกยักษ์มีโปรตีนสูงที่สุดคือ 23.71 และ 21.44% (น้ำหนักสด) ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าโปรตีนที่พบในหนอนไหมและด้วงมะพร้าวคือ 13.77 และ 9.37% (น้ำหนักสด) ตามลำดับ โดยที่ตัวอ่อนด้วงมะพร้าวมีค่าไขมันสูงกว่าแมลงชนิดอื่นๆ คือ 27.26% และพบว่ากรดอะมิโนจำเป็นในจิ้งหรีดและหนอนนกยักษ์มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าสูงกว่ากรดอะมิโนจำเป็นที่พบในตัวอ่อนด้วงมะพร้าวและหนอนไหม ระหว่างการทดลองปลากะพงขาวยอมรับอาหารทดลองเป็นอย่างดีและไม่มีการตาย จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนในปลากะพงขาวที่กินอาหารสูตรที่มีจิ้งหรีดสูงกว่าปลาที่กินอาหารสูตรที่มีหนอนนกยักษ์ หนอนไหม สูตรควบคุม และด้วงมะพร้าว ค่าประสิทธิภาพการย่อยของโปรตีนมีค่าระหว่าง 57–88% ของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ในช่วง 55.62–96.91% การย่อยได้ปรากฏของแมลงในกุ้งขาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (โปรตีนระหว่าง 65.6–72.9% และไขมันระหว่าง 83.0–91.7%)

การใช้หนอนนกยักษ์ 3% ในสูตรอาหารปลากะพงขาวแสดงการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ($P>0.05$) การใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารลดลง โดยที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ 12 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีค่าน้ำหนักสุดท้าย (FW) น้ำหนักที่เพิ่ม (WG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ADG) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร (PER) น้อยที่สุด ($P<0.05$) ดัชนีมวลกาย (Body index value) ในปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่มขึ้น ค่า Fillet yield มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน หนอนนกมีปริมาณไขมันสูง และมีปริมาณของเมทไทโอนีน (methionine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นในปริมาณน้อย ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลทางโภชนาการส่งผลให้การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลง คุณภาพของซาก เช่น องค์ประกอบทางเคมีในปลากะพงขาวในทุกชุดการทดลอง มีค่าความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (protein) และไขมัน (lipid) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (control diet) ($P>0.05$) การใช้หนอนนกยักษ์ที่ 12% พบว่าปลามีค่า Hematocrit (Hct) สูงที่สุด (38.1±2.4%) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่ม Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า Hemoglobin (Hb) และ Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) นอกจากนี้ ค่าภูมิคุ้มกันในปลากะพงขาว ค่า Alkaline phosphatase (ALP), Glutamic pyruvic transaminase (GPT) และ Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) มีแนวโน้มลดลงตามระดับการใช้หนอนนกยักษ์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่ม Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า Creatinine (Cre) และ ค่า Cholesterol (Chol) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) อาจเนื่องมาจากหนอนนกมีองค์ประกอบของไคติน และไคโตซาน นอกจากไคโตซานจะมีคุณสมบัติป้องกันการดูดซึมไขมัน แล้วพบว่าไคติน และไคโตซานมีคุณสมบัติคล้ายกับโปรไบโอติค ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำด้วย

คำสำคัญ: นวัตกรรมโปรตีน จิ้งหรีด หนอนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ ดักแด้หนอนไหม
การย่อยได้ปรากฏ สัตว์น้ำเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Nutritional Impact Assessment of Insects for Asian Seabass and Pacific White Shrimp Feeds

Researcher: Jarongsak PUMNUAN
Noratat PRACHOM
Praveena TAVEEKIJAKARN
Faculty of Agricultural Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Abstract

This study aims (1) to study the chemical compositions of the selected edible insects (i.e. cricket, sago worm larva, superworm larva and silkworm pupa); (2) to evaluate the apparent digestibility of nutrient insect for the high value aquatic animal in Eastern area, Thailand (Asian seabass (*Lates calcarifer*) and Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*); (3) to study on the dietary effects of selected insect on the growth performance and protein utilization efficiency in Asian seabass; (4) to evaluate the optimum inclusion level of selected insect in Asian seabass diet; and (5) to investigate the effects of dietary inclusion of selcetd insect on health responses and carcass quality. Cricket and superworm had the highest of the protein content (23.71 and 21.44%, as wet basis, for cricket and superworm, respectively) compared to silksworm (13.77) and sago worm (9.37%). In addition, sago worm had the highest fat (27.26 %, as wet basis) compared to those of edible insects. The amino acid compositions of cricket were comparable to superworm. Those amino acid contents were higher than sago worm and silkworm pupae. During the study, Asian seabass well accepted all of the experimental diet and no lethal. The apparent digestibility of protein in edible insect in Asian seabass ranged between of 57–88 % and amino acid digestibility of insects was ranged between of 55.62–96.91%. Likewise, the protein digestibility in white shrimp was between 65.6–72.9% and fat ranged between 83.0–91.7%.

At 3% inclusion of dietary insect performed comparable growth performance and protein utilization efficiency to the control ($p > 0.05$). High inclusion levels of insect decreased the growth performance and feed utilization efficiency. At 12% of dietary insect showed the lowest growth performance parameters, such as FW, WG, SGR, ADG, SGR, as well as the body index value. Increasing inclusion of insect, moreover reduced the fillet yield. Superworm contains high fat and imbalance amino acid (Methionine) might affect the growth and carcass quality. In addition, the proximate composition of Asian seabass was not influenced by the dietary insect in this study.A group of fish fed 12% inclusion level of superworm found highest in Hct (38.1%), but Hb or MCHC were no significantly differences. Decreasing trend of some plasma enzymes (i.e ALP, GPT and

เอกสารนี้ใช้ในการเผยแพร่สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GOT) in the group of fish fed 12% insect was found, but plasma creatinine and cholesterol were non-significant different to the control ($p > 0.05$). Chitosan in insect can absorb fat and it might be benefit to improve the immune response in fish as a probiotic, which should be confirm in the future study.

Keywords: protein inovation, cricket, sago worm larva, superworm larva, silkworm pupa, apparent digestibility, economic aquatic animal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุน เงินงบประมาณ เงินรายได้ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน
นรธัช ประชุม
ปวีณา ทวีกิจการ
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญเรื่อง VI

สารบัญตาราง VII

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย 4

บทที่ 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ 10

บทที่ 4 สรุปและข้อเสนอแนะ 16

เอกสารอ้างอิง 17

ประวัตินักวิจัย 18

ดร.จรงค์ศักดิ์ พุมนวน 18

ดร.นรธัช ประชุม 26

ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการเนิน 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

Table **หน้า**

2.1 Composition of the reference diet used for digestibility assays. 5
2.2 Proximate composition, gross energy and amino acid content of reference diet and tes ingredient (cricket meal, yellow meal worm, super meal worm and super meal worm) (as is basis). 6
2.3 Ingredients and chemical composition of experimental diets (%, as is basis). 8
3.1 Proximate composition and amino acids of ingredient (% as is basis).....10
3.2 Proximate composition and amino acids of aquatic feed ingredients (%, as dry basis). 11
3.3 Proximate composition and apparent digestibility coefficients of nutrients in pacific white shrimp (Penaeus vannamei). 12
3.4 Growth performance of Asian Seabass (Lates calcarifer) fed experimental diets for 8 weeks (mean ± SD, n=3). 13
3.5 Body index of Asian seabass, (Lates calcarifer) fed experimental diets for 8 weeks (mean ± SD, n=3, %).....13
3.6 Hematological values of Asian Seabass (Lates calcarifer) fed experimental diets for 12 weeks (mean ± SD, n=3). 14
3.7 Blood biochemistry values of Asian Seabass (Lates calcarifer) fed experimental diets for 8 weeks ((mean ± SD, n=3). 14
3.8 Carcass quality of Asian Seabass (Lates calcarifer) fed experimental diets for 8 weeks (% wet weight, mean ± SD, n=3). 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

Figure **หน้า**

3.1 Apparent protein digestibility coefficients of insects (%). 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขที่สัญญา 2561-01-04-002

บทที่ 1
บทนำ

ปลาป่น (Fishmeal) คือแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพดีต่อสัตว์น้ำ เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน และสารอาหารชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ กรดอะมิโนจำเป็น รวมถึงกรดไขมันจำเป็น ในปริมาณที่สูงและเหมาะสมต่อสัตว์ ทั้งช่วยเพิ่มความน่ากินของอาหาร กระตุ้นการกินอาหารของสัตว์น้ำ การลดลงของปริมาณปลาทะเลที่จับจากธรรมชาติ ประกอบกับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งโปรตีนที่มีคุณภาพจากทะเล ส่งผลทำให้ ปลาป่นซึ่งเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำที่มีความสำคัญต่อการผลิตอาหารสัตว์น้ำนั้นขาดแคลน จากปริมาณวัตถุดิบ (Raw materials) ที่ใช้ผลิตปลาป่นลดลง ส่งผลให้ปลาป่นมีปริมาณการผลิตลดลง และราคาเพิ่มสูงขึ้น (Sookying *et al.*, 2013; Tacon and Metian, 2008; Akiyama *et al.*, 1991)

แมลง เป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ในไฟลัมอาร์โทรโพดา (Phylum Arthropoda) แมลงมีความสามารถในการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็วในธรรมชาติ สามารถแพร่ขยายพันธุ์ไปตามที่ต่างๆ ได้ โดยอาศัยลักษณะพิเศษ เช่นโครงสร้างที่มีขนาดเล็ก ความต้องการอาหารในปริมาณน้อย สามารถหลบภัย และปรับตัวอาศัยในถิ่นที่อยู่ได้ทุกประเภท มนุษย์ใช้ประโยชน์จากแมลงหลายด้าน เช่น ช่วยในการย่อยสลายหรือสร้างสมดุลย์ของดิน การผสมเกสร การเป็นตัวห้ำหรือตัวเบียน การนำผลผลิตของแมลงมาใช้ประโยชน์ และเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญ ปัจจุบันพบแมลงมากกว่า 1,700 ชนิด ทั่วโลกที่สามารถบริโภคเป็นอาหารได้ แมลงที่บริโภคได้ในทวีปเอเชียมีประมาณ 350 (Ramos-Elorduy, 2005) ประเทศไทยมีแมลงที่มีคุณค่าทางอาหารอย่างน้อย และสามารถบริโภคได้ มากกว่า 190 ชนิด (นันทกานต์, 2557) แมลงแต่ละชนิดและ/หรือระยะ (ช่วงวัย) จะให้คุณค่าทางอาหารต่างกัน โดยทั่วไปมีปริมาณโปรตีนระหว่าง 40-70% (Ramos-Elorduy, 1998) ซึ่งโปรตีนในแมลงทุกชนิดมีปริมาณเทียบเท่า โปรตีนที่ได้จาก เนื้อหมู เนื้อไก่ ปลาทูนึ่ง และไข่ไก่ ในขนาดน้ำหนักเท่ากัน นอกจากนี้ แมลงยังอุดมไปด้วยแร่ธาตุหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น ทองแดง (Cu) ธาตุเหล็ก (Fe) แมกนีเซียม (Mg) แมงกานีส (Mn) ซีลีเนียม (Se) และสังกะสี (Zn) (นันทกานต์, 2557)

ปัจจุบันมีรายงายการเพาะเลี้ยงแมลงเพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนนวัตกรรม (Innovative protein) เพื่อเป็นทางเลือกในอาหารสัตว์อีกด้วย โดยศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (2556) ร่วมกับสำนักคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้แนะนำวิธีการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันเพื่อทดแทนโปรตีนจากอาหารสัตว์ปีกและสัตว์ทั่วไป เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ ซึ่งปัจจุบันโลกมีความต้องการอาหารประเภทโปรตีนที่มีความมั่นคงและยั่งยืนมากขึ้น ซึ่งแมลงก็เป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากมีโภชนาการสูง สามารถผลิตเพื่อเพิ่มปริมาณโดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำเมื่อเทียบกับโปรตีนจากสัตว์ประเภทอื่น และสามารถเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว

องค์การอาหารและเกษตรกรรมของสหประชาชาติ ประเมินว่า เกษตรกรต้องเพิ่มการผลิตอาหารอีก 70% ในอีก 40 ปีข้างหน้า เพื่อให้สามารถสนองความต้องการด้านอาหารสัตว์ของโลก ซึ่งปลาป่น (Fishmeal) และกากถั่วเหลือง (Soybean meal) เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ (Feed ingredients) ประเภทโปรตีน (Protein source) ที่นิยมใช้ในการเลี้ยงสัตว์ที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ แต่ทั้งสองตัวมีแนวโน้มราคาที่สูงขึ้น เพราะปลาทะเลมีน้อยลง เช่นเดียวกับพื้นที่เพาะปลูก และน้ำที่จำกัด (FAO, 2013 และ 2008) ในแอฟริกาใต้ ได้ใช้วิธีเปลี่ยนขยะของเสียอินทรีย์ (Organic wastes) มาเป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์เลี้ยง โดยกุญแจสำคัญของกระบวนการนี้ คือ แมลงวัน (คม ชัด ลึก, 2554) อย่างไรก็ตาม การใช้ประโยชน์จากแมลงเพื่อเป็นแหล่งโปรตีนนวตกรรมสำหรับอนาคต เพื่อเป็นอาหารสัตว์น้ำที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ หรือเพื่อเป็นอาหารของมนุษย์นั้น นอกจากหนอนแมลงวันแล้ว มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาถึงคุณค่าทางโภชนาการในแมลงชนิดอื่นเพิ่มเติม รวมถึงศึกษาผลกระทบด้านโภชนาการอันส่งผลต่อสัตว์น้ำ ไม่ว่าจะเป็น การเจริญเติบโต (Growth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

performance) องค์ประกอบทางเคมี (Chemical and amino acid compositions) และคุณภาพของสัตว์น้ำเศรษฐกิจ เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนนวตกรรมรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นของแหล่งโปรตีนอย่างมั่นคงยั่งยืน และเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญต่อการพัฒนาประยุกต์ใช้ต่อไปในอนาคต โดยศึกษาภายใต้กรอบชนิดของแมลงที่มนุษย์สามารถบริโภค สามารถเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ และมีศักยภาพที่จะสามารถผลิตเชิงพาณิชย์ได้ เช่น จิ้งหรีด หนอนด้วงงวงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ และดักแด้หนอนไหม มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีมูลค่าของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

ปลากะพงขาว (Asian seabass หรือ Barramundi, *Lastes calcarifer*) นิยมเลี้ยงในแถบประเทศภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกรวมถึงประเทศไทย ปลากะพงขาวเป็นปลาประเภทกินเนื้อ (Carnivorous finfish species) เจริญเติบโตได้รวดเร็ว ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงกว้าง สามารถอาศัยได้ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม นอกจากนี้ยังสามารถปรับตัวในสภาพน้ำที่มีความขุ่นสูงได้ดี (Boonyaratparin *et al.*, 1998) ปลากะพงจัดเป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปลาเศรษฐกิจชนิดอื่นของไทย เช่น ปลาดุก ปลานิล เป็นต้น เนื่องจากเนื้อปลากะพงมีสีขาว รสชาติดี สามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายประเภท ตรงตามความต้องการของตลาดและผู้บริโภค ปัจจุบันอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์น้ำนิยมใช้ปลาป่น (Fish meal) เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตอาหารเนื่องจากปลาป่นอุดมไปด้วยสาอาหารจำเป็นต่างๆ เช่น โปรตีน กรดอะมิโน กรดไขมัน วิตามินและแร่ธาตุ ในปริมาณที่สูงและมีความสมดุล อีกทั้งยังสามารถเพิ่มความน่ากินในอาหาร (Feed palatability) แต่ในปัจจุบันการผลิตปลาป่นมีแนวโน้มลดลงไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ที่เพิ่มขึ้นในอนาคตส่งผลให้ปลาป่นมีราคาที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนชนิดอื่น (Prachom *et al.*, 2013 และ Tacon and Metain, 2008) ปลากะพงขาวมีความต้องการโปรตีนในอาหารที่สูง (Nutritional Research Council (NRC), 2011) โดยทั่วไประดับของปลาป่น (Fish meal inclusion level) ที่ใช้ในสูงอาหารปลากะพงขาวอยู่ประมาณร้อยละ 25-30 เปอร์เซ็นต์ (Tacon and Metain, 2008) ซึ่งสูงใกล้เคียงกับอาหารกุ้งและปลาทะเลชนิดอื่น หลายๆ ประเทศจึงให้ความสนใจในการหาวัตถุดิบใหม่เพื่อใช้เป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารสัตว์

กุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) Pacific white shrimp หรือ White-legged shrimp ผลผลิตกุ้งขาวทั้งโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี สำหรับในภูมิภาคเอเชีย ประเทศจีน เป็นผู้ผลิตหลัก รองมาคือ อินโดนิเซีย มาเลเซีย อินเดีย และเวียดนาม (FAO, 2013 และ 2008) สำหรับประเทศไทยเคยเป็นผู้ผลิตหลักแต่ปัจจุบันการเลี้ยงยังคงประสบปัญหาการระบาดของโรคตายด่วน (Early Mortality Syndrome, EMS) ส่งผลให้ผลผลิตกุ้งขาวในภูมิภาคเอเชียตะวันออกรวมถึงประเทศไทยลดลง (Flegel et al., 2008) การเลี้ยงกุ้งขาวเชิงพาณิชย์เกษตรกรนิยมเลี้ยงในบ่อดิน รวมถึงการเลี้ยงในระบบหมุนเวียนแบบปิด สามารถเลี้ยงร่วมกันกับสัตว์น้ำชนิดอื่น เช่น ปลากะพง ปลานิลแดง กุ้งก้ามกราม เป็นต้น การเลี้ยงจากเดิมใช้เวลามากกว่าสามเดือน ปัจจุบันเกษตรกรปรับวิธีและเทคนิคการเลี้ยงที่ดีขึ้น ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้นเพียงแค่ 45 วัน จนได้น้ำหนักประมาณ 100-120 ตัวต่อกิโลกรัม ในประเทศไทยสามารถพบกุ้งขาวตามธรรมชาติ ตามชายฝั่งทะเล และในทะเลอันดามัน กุ้งขาวมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็ม (Salinity) ได้กว้างเช่นเดียวกับปลากะพง อาหารเป็นพวกสัตว์น้ำขนาดเล็ก และซากพืชหรือสัตว์ใต้ท้องทะเล กุ้งขาว เป็นสัตว์ประเภทที่สามารถกินได้ทั้งเนื้อและพืช (Omnivorous species) มีการศึกษาและรายงานระดับโปรตีนที่เหมาะสมอยู่ที่ 32 เปอร์เซ็นต์ (Digestible protein) สำหรับระดับของโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปที่เกษตรกรนิยมใช้เลี้ยงจะอยู่ที่ 35-38 เปอร์เซ็นต์ และระดับพลังงาน (Digestible energy) 3,000 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม (Nutritional Research Council (NRC), 2011; Akiyama et al., 1991)

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (Chemical and amino acid composition) ที่เป็นองค์ของแมลง (จิ้งหรีด หนอนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ และดักแด้หนอนไหม) 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของสารอาหาร (Apparent digestibility coefficients of nutrients) ของแมลงในสัตว์น้ำเศรษฐกิจ 3) เพื่อศึกษาผลด้านโภชนาการต่อการเจริญเติบโต (Growth performance) ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของอาหาร (Protein utilization efficiency) จากแมลงในสัตว์น้ำเศรษฐกิจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เพื่อศึกษาระดับที่เหมาะสมของการใช้โปรตีน (Feed formulation and optimum inclusion level of ingredients) จากแมลงในอาหารสัตว์น้ำเศรษฐกิจ และ 5) เพื่อศึกษาผลของการใช้โปรตีนจากแมลงที่ส่งผลกระทบต่อการตอบสนองด้านสุขภาพสัตว์น้ำ และคุณภาพซาก (Health response and Carcass quality) ของสัตว์น้ำเศรษฐกิจของไทย เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาสูตรอาหารสัตว์น้ำและการผลิตแมลงเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ อีกทั้งสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้สู่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำทางเศรษฐกิจได้ โดยใช้แมลงเป็นแหล่งโปรตีนใหม่แทนโปรตีนที่ได้จากปลาป่นและกากถั่วเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การทดลองที่ 1: ***การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลง (จิ้งหรีด หนอนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ และตักแตหนอนไหม)***

1.1 การเตรียมและการจัดการตัวอย่างแมลงเพื่อทดสอบ

1) การเพาะเลี้ยงแมลง ทำการเพาะเลี้ยงในแหล่งที่มีการเพาะเลี้ยงที่มีมาตรฐานการเลี้ยงทั้งทางด้านสุขลักษณะและกระบวนการเลี้ยงที่จัดเจนแน่นอน ภายใต้การควบคุมการเลี้ยงโดยนักวิจัย ร่วมกับผู้เพาะเลี้ยงที่ทำการเลี้ยงเป็นอาชีพ โดยมีแหล่งเพาะเลี้ยงดังนี้

- การเพาะเลี้ยงจิ้งหรีด ทำการเพาะเลี้ยงที่จังหวัดสมุทรปราการ
- การเพาะเลี้ยงหนอนด้วงมะพร้าว ทำการเพาะเลี้ยงที่จังหวัดพัทลุง
- การเพาะเลี้ยงหนอนนกยักษ์ ทำการเพาะเลี้ยงที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี
- การเพาะเลี้ยงดักแตหนอนไหม ทำการเพาะเลี้ยงที่จังหวัดอุบลราชธานี

2) นำตัวอย่างแมลงสด เช่น จิ้งหรีด หนอนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ และดักแตหนอนไหม ชนิดละ 5 กิโลกรัม ใส่ลังพลาสติกที่ภายในมีการบรรจุน้ำแข็ง เพื่อรักษาคุณภาพระหว่าเดินทางจากแหล่งผลิต

3) นำตัวอย่างแมลงสดไปอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ในตู้อบ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

4) บดตัวอย่างแมลง ร่อนผ่านตะแกรงเพื่อให้ได้ตัวอย่างที่มีขนาดอนุภาค 250-300 ไมครอน

5) ใส่สารกันหืน (antioxidants) และสารกันรา (antimold) ในปริมาณ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากนั้นนำตัวอย่างบรรจุใส่ถุงซิปล็อค เก็บไว้ในตู้แช่ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

1.2 การคัดเลือกแมลงที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสุด

นำตัวอย่างแมลงที่ได้จากการเตรียมในข้อ 2.1.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการเบื้องต้น ได้แก่ ความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (protein) กรดอะมิโน (amino acid)ไขมัน (lipid) เยื่อใย (fiber) และพลังงาน (gross energy) ตามวิธีการของ Boonyoung *et al.* (2013); Prachom *et al.* (2013) และ AOAC (1995, 1990)

1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16.0 โดยนำค่าเฉลี่ยมาทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. การทดลองที่ 2: ***การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ***

2.1 การเตรียมและจัดการตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำเพื่อทดสอบ

1) ปลาป่น (Fish meal) เกรดของปลาป่นในประเทศไทย สามารถแบ่งออกเป็น 2 เกรด คือ ปลาป่นเกรดบน (โปรตีนมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) และปลาป่นเกรดล่าง (โปรตีนน้อยกว่า 60 เปอร์เซ็นต์) ในทางปฏิบัติในโรงงานอุตสาหกรรมมีการเลือกใช้ปลาป่นที่มีความหลากหลาย การทดลองนี้จึงมีการเลือกเฉพาะปลาป่นที่มีการใช้ในภาคอุตสาหกรรม (โรงงานผลิตอาหารสัตว์) ในประเทศไทย (ปลาป่น เกรด 55, 60 และ 65 เปอร์เซ็นต์)

2) กากถั่วเหลือง (Soybean meal) และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากถั่วเหลือง (Soybean products) การทดลองนี้จะคัดเลือกผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารสัตว์ (สัตว์บกและสัตว์น้ำ) ได้แก่ ถั่วอบเมล็ดเต็ม (Fullfat soybean) กากถั่วเหลืองสกัดน้ำมัน (Soy bean meal, defatted) กากถั่วเหลืองกะเทาะเปลือก (Dehulled soybean meal) กากถั่วเหลืองหมัก (Ferment soybean meal) และโปรตีนถั่วเหลืองสกัดเข้มข้น (Soy protein concentrate)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วิเคราะห์และประเมินคุณค่าทางโภชนาการในวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ

นำตัวอย่างแมลงที่ได้จากการเตรียมในข้อ 2.1.2 มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เพื่อประเมินคุณค่าทางโภชนาการเบื้องต้น ได้แก่ ความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (protein) กรดอะมิโน (amino acid)ไขมัน (lipid) เยื่อไย (fiber) และพลังงาน (gross energy) ตามวิธีการของ Boonyoung et al. (2013); Prachom et al. (2013) และ AOAC (1995, 1990)

3. การทดลองที่ 3: *การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของสารอาหารของแมลงในปลากะพงขาว*

3.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดย แบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลอง (treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) โดยศึกษาทดลองในระบบปิด ซึ่งมีอาหารทดลองสูตรต่างๆ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสูตรอ้างอิง (Reference diet)
ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสูตรที่มีการใช้จิ้งหรีด (Test diet 1)
ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสูตรที่มีการใช้หนอนด้วงมะพร้าว (Test diet 2)
ชุดการทดลองที่ 4 อาหารที่มีการใช้หนอนนกยักษ์ (Test diet 3)
ชุดการทดลองที่ 5 อาหารที่มีการใช้ดักแด้หนอนไหม (Test diet 4)

3.2 การเตรียมอาหารทดลอง

1) สูตรอาหารทดลองในชุดการทดลองที่ 1 อาหารสูตรอ้างอิง (Reference diet) มีการคำนวณประกอบสูตรอาหารและมีการใช้โครมิกออกไซด์ (Chromic oxide) เป็นดัชนีระบุ (Inert marker) ตามวิธีการของ Cho et al. (1985) และ Cho and Slinger (1979) แสดงใน Table 2.1 จากนั้นเตรียมอาหารทดลองโดยนำวัตถุดิบต่าง ๆ ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำร้อยละ 30-40 จนกระทั่งวัตถุดิบผสมเป็นเนื้อเดียวกัน

2) นำวัตถุดิบอาหารที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกันในข้อที่ 1) ผสมกับวัตถุดิบที่ใช้สำหรับศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏ (ชุดการทดลองที่ 2-5) โดยใช้หลักการประกอบสูตร 70:30 (Reference diet : Test diet) ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำร้อยละ 30-40 จนกระทั่งวัตถุดิบผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำเข้าเครื่องบดเนื้อที่มีรูเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2 เซนติเมตร ตัดอาหารผ่านตะแกรงร่อนให้มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นให้มีไม่เกินร้อยละ 10 จากนั้นบรรจุในถุงและนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

3) วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของอาหารทดลอง ได้แก่ ความชื้น (Moisture) โดยอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เถ้า (Ash) โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 550 - 600 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง โปรตีน (Protein) ตามวิธีการ Kjeldahl method ไขมัน (Lipid) ตามวิธีการ Soxhlet extraction method เยื่อใย (Fiber) และ คาร์โบไฮเดรต (Nitrogen free extract) ตามวิธีของ AOAC (1995)

Table 2.1 Composition of the reference diet used for digestibility assays.

Ingredients	Amount (g kg^{-1})
Fish meal (grade 55% CP)	700
Wheat flour	220
Fish oil	20
Fish solubles	20
Vitamin mineral[1]	25
Antimold[2]	5
Antioxidant[3]	5
Chromic oxidie	5

[1] Vitamin-mineral premix (vitamin(unit/kg), mineral (mg/kg)): vitamin A 12,000,000 IU; vitamin D3 2,200,000 IU; vitamin E 100,000 mg; vitamin K3 12,000 mg; vitamin B1 25,000 mg; vitamin B2 25,000 mg; vitamin B6 23,000 mg; vitamin B12 43 mg; Pantothenic 75,000 mg; Niacin 125,000 mg; Folic 4,000 mg; Biotin 800 mg, vitamin 150,000 mg; Potassium 8,000; Magnesium 600; Cobalt 0.05; Copper 5; Iron 50; Iodine 5; Manganese 5; Selenium 0.3; Zinc 37. [2] Antimicrobial agent (%): formic acid 63; propionic acid 32; benzoic acid 5 and [3] Antioxidant: ethoxyquin and butylated hydroxytoluene.

Table 2.2 Proximate composition, gross energy and amino acid content of reference diet and tes ingredient (cricket meal, yellow meal worm, super meal worm and super meal worm) (as is basis).

Compositions	Reference diet	Test diets			
		Sago worm	Super worm	Silk worm	Cricket
Composition (%)					
Protein	40.36	39.86	42.25	41.08	43.65
Crude fat	9.63	19.27	17.88	13.68	12.37
Moisture	5.14	5.68	5.65	5.83	5.74
Essential amino acids (%)					
Arginine	3.12	3.736	4.642	3.713	3.517
Histidine	0.83	1.160	1.449	1.200	1.110
Isoleucine	1.19	1.603	2.176	1.644	1.636
Leucine	2.04	2.128	3.814	3.005	2.920
Lysine	3.14	4.211	5.104	4.452	4.188
Methionine	1.07	1.302	1.489	1.421	1.221
Phenylalanine	1.25	1.741	2.170	1.832	1.643
Threonine	1.22	1.698	2.079	1.808	1.642
Valine	1.26	1.896	2.593	1.887	1.943

3.3 การเตรียมและการจัดการสัตว์ทดลอง

1) นำลูกพันธุ์ปลากะพงขาวที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในรุ่นเดียวกัน ขนาด 2.5 นิ้ว จำนวน 1,000 ตัว จากฟาร์มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบุรี มาอนุบาลในบ่อปูนซีเมนต์ ขนาด 2.7 × 1.7 × 0.7 เมตร ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างการเลี้ยงปลากะพงมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากะพงขาว (โปรตีนไม่น้อยกว่า 40% ไขมันไม่น้อยกว่า 8%) โดยมีการให้อาหารแบบเต็มอิ่มทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (08:00, 12:00 และ 16:00 น.) เป็นระยะเวลา 1 เดือน จนปลากะพงขาวได้ขนาดประมาณ 10 กรัมต่อตัว จากนั้นปลากะพงขาวทั้งหมดถูกอดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำการสุ่มเพื่อใช้ในการทดลอง

2) ปลากะพงขาวที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 10 กรัมต่อตัว ใส่ในตู้ทดลองขนาด 30 × 60 × 35 เซนติเมตร ความหนาแน่น 15 ตัวต่อตู้ จำนวน 15 ตู้ โดยใช้ระบบน้ำแบบกึ่งปิด (semi-circuiting system) มีการให้อากาศด้วยหัวทรายตลอดเวลา โดยมีการให้อาหารทดลองแบบเต็มอิ่มทุกวัน ๆ ละ 3 ครั้ง (08.00, 12.00 และ16.00 น.) ระยะเวลาการเลี้ยง 4 สัปดาห์ ระหว่างการเลี้ยงมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) พีเอช (pH) อุณหภูมิ (Temperature) แอมโมเนีย (Ammonia) ไนไตรท (Nitrite) และอัลคาไลน์ (Alkalinity)

3) เก็บปริมาณอาหารที่ปลากะพงได้รับทุกวัน (Daily feed intake) และสุ่มเช็คน้ำหนักสัตว์ทดลองในระหว่างการทดลอง ทุก 2 สัปดาห์ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีความผิดปกติจากภาวะทุพโภชนะ เนื่องจากสูตรอาหารแต่ละสูตรออกแบบมาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏ โดยใช้หลักการประกอบสูตร 70:30 (Reference diet: Test diet) และมีการใช้โครมิกออกไซด์ (Chromic oxide) เป็นดัชนีระบุ (Inert marker) ตามวิธีการของ Cho et al. (1985) และ Cho and Slinger (1979)

3.4 การเก็บตัวอย่างเพื่อประเมินประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของสารอาหาร

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ด้วยวิธี *in vivo* digestibility

1) แผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) มี 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ

2) การเตรียมอาหาร วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบทดลอง ซึ่งผลิตอาหารทดลอง โดยมีการผสมโครมิกซ์ออกไซด์ลงไปในปริมาณ 0.5% ของน้ำหนักอาหารทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตรียมอาหารโดยชั่งน้ำหนักวัตถุดิบและโครมิกซ์ออกไซด์ตามที่คำนวณไว้ในแต่ละสูตร นำส่วนผสมที่แห้งมาบดให้ละเอียดแล้วผสมด้วยเครื่องผสมอาหาร (Hobart) เป็นเวลา 10 นาที จึงเติมน้ำปริมาตร 30 เปอร์เซ็นต์ของอาหารและผสมให้ส่วนผสมอาหารเข้ากันเป็นเวลา 10 นาที นำอาหารไปอัดเม็ดโดยใช้เครื่องบดอาหารขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร อบอาหารในตู้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำอาหารออกมาจากตู้อบ ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เก็บใส่ภาชนะบรรจุและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ความชื้น เยื่อใย และเถ้า (AOAC, 1990)

3) การเตรียมปลากะพงขาวสำหรับทดลอง ปลากะพงขาวที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 10 กรัมต่อตัว ใส่ในตู้ทดลองขนาด 30 × 60 × 35 เซนติเมตร ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตู้ จำนวน 15 ตู้ โดยใช้ระบบน้ำแบบกึ่งปิด (semi-circuiting system) มีการให้อากาศด้วยหัวทรายตลอดเวลา

4) การเก็บและรวบรวมข้อมูล เริ่มเก็บมูลปลากะพงขาวหลังจากปรับสภาพด้วยอาหารทดลอง โดยให้อาหารวันละ 3 ครั้ง เวลา 08.00 13.00 และ 16.00 น. ให้ปลากินจนอิ่ม หลังจากนั้นครึ่งชั่วโมงดูดอาหารและเศษตะกอนทิ้ง ทำการเก็บมูลปลาหลังจากให้อาหาร 1 ชั่วโมงด้วยวิธีกาลักน้ำลงสู่ถุงกรองและเก็บรวบรวมนำไปแช่แข็ง จนได้มูลเพียงพอต่อการวิเคราะห์

5) การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง นำมูลปลากะพงขาวที่รวบรวมได้เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมูลปลาไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส แล้วบดให้ละเอียด แล้วนำมูลปลาและอาหารทดลองไปวิเคราะห์โครมิกออกไซด์ตามวิธีการของ Williams *et al.* (1962)

4. การทดลองที่ 4 และ 5:

การทดลองที่ 4: การศึกษาผลของการใช้โปรตีนจากแมลงต่อการตอบสนองด้านสุขภาพ (Health responses) และคุณภาพซาก (Carcass quality) ในอาหารปลากะพงขาว

การทดลองที่ 5: การประเมินประสิทธิภาพของโปรตีนจากแมลง และระดับโรตีนที่เหมาะสมในอาหารปลากะพงขาว

4.1 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดย แบ่งออกเป็น 5 ชุดการทดลอง (treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (replication) ซึ่งมีอาหารทดลองสูตรต่างๆ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารสูตรที่ไม่ได้ใช้แมลง (Control diet)
ชุดการทดลองที่ 2 อาหารสูตรที่มีการใช้แมลงที่ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 1)
ชุดการทดลองที่ 3 อาหารสูตรที่มีการใช้แมลงที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 2)
ชุดการทดลองที่ 4 อาหารสูตรที่มีการใช้แมลงที่ระดับ 9 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 3)
ชุดการทดลองที่ 5 อาหารสูตรที่มีการใช้แมลงที่ระดับ 12 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 4)

4.2 การเตรียมอาหารทดลอง

1) สูตรอาหารทดลองในแต่ละชุดการทดลองมีการคำนวณให้มีระดับโปรตีนและระดับไขมันใกล้เคียงกัน (isonitrogenous และ isolipidic) และมีการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ได้แก่ ความชื้น (moisture) โดยอบแห้ง ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เถ้า (ash) โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 550 - 600 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง โปรตีน (protein) ตามวิธีการ Kjeldahl method ไขมัน (lipid) ตามวิธีการ Soxhlet extraction method เยื่อใย (fiber) และ คาร์โบไฮเดรต (nitrogen free extract) ตามวิธีของ AOAC (1995)

2) การเตรียมอาหารทดลองโดยนำวัตถุดิบต่าง ๆ ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำร้อยละ 30-40 จนกระทั่งวัตถุดิบผสมเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำเข้าเครื่องบดเนื้อที่มีรูเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2 เซนติเมตร ตัดอาหารผ่านตะแกรงร่อนให้มีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร นำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อลดความชื้นให้มีไม่เกินร้อยละ 10 จากนั้นบรรจุในถุงและนำมาเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การเตรียมและการจัดการสัตว์ทดลอง

1) นำลูกพันธุ์ปลากะพงขาวที่ได้จากการเพาะพันธุ์ในรุ่นเดียวกัน ขนาด 2.5 นิ้ว จำนวน 1,000 ตัว จากฟาร์มเกษตรกรในจังหวัดเพชรบุรี มาอนุบาลในบ่อปูนซีเมนต์ ขนาด 2.7 × 1.7 × 0.7 เมตร ในห้องปฏิบัติการของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระหว่างการเลี้ยงปลากะพงมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลากะพงขาว (โปรตีนไม่น้อยกว่า 40% ไขมันไม่น้อยกว่า 8%) โดยมีการให้อาหารแบบเต็มอิ่มทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (08:00, 12:00 และ 16:00 น.) เป็นระยะเวลา 1 เดือน จนปลากะพงขาวได้ขนาดประมาณ 20 กรัมต่อตัว จากนั้นปลากะพงขาวทั้งหมดถูกอดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนทำการสุ่มเพื่อใช้ในการทดลอง

Table 2.3 Ingredients and chemical composition of experimental diets (%, as is basis).

Compositions	Control diet	Test diet 1	Test diet 2	Test diet 3	Test diet 4
Ingredients/treatments					
Fishmeal (60 % CP)	27.00	24.00	21.00	18.00	15.00
Superworm meal	0.00	3.00	6.00	9.00	12.00
Dehulled SBM	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
Poultry by-product meal	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Wheat flour	21.00	21.00	21.00	21.00	21.00
Fish oil	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Fish solubles	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Vitamin-Mineral[1]	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
MCP	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Antioxidant[2]	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Antimicrobial agent[3]	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Proximate compositions (Analysis)					
Moisture	6.41	6.35	6.41	6.40	6.50
Ash	12.65	12.42	12.68	12.26	12.32
Crude protein	42.53	42.51	42.45	42.41	42.36
Crude Lipid	8.51	8.67	8.71	8.75	8.79
Fiber	2.19	2.13	2.18	2.18	2.22
NFE[4]	27.71	27.51	27.58	28.00	27.82

[1] Vitamin-mineral premix (vitamin(unit/kg), mineral (mg/kg)): vitamin A 12,000,000 IU; vitamin D3 2,200,000 IU; vitamin E 100,000 mg; vitamin K3 12,000 mg; vitamin B1 25,000 mg; vitamin B2 25,000 mg; vitamin B6 23,000 mg; vitamin B12 43 mg; Pantothenic 75,000 mg; Niacin 125,000 mg; Folic 4,000 mg; Biotin 800 mg, vitamin 150,000 mg; Potassium 8,000; Magnesium 600; Cobalt 0.05; Copper 5; Iron 50; Iodine 5; Manganese 5; Selenium 0.3; Zinc 37. [2] Antioxidant: ethoxyquin and butylated hydroxytoluene, [3] Antimicrobial agent (%): formic acid 63; propionic acid 32; benzoic acid 5 and [4] NFE; Nitrogen free extract,

2) ปลากะพงขาวที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 20 กรัมต่อตัว ใส่ในบ่อปูนซีเมนต์แบบกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.05 เมตร สูง 0.90 เมตร ความหนาแน่น 25 ตัวต่อบ่อ จำนวน 15 บ่อ ในระบบน้ำจืดแบบน้ำไหลผ่าน (Water flow-through system) มีการให้อากาศด้วยหัวทรายตลอดเวลา โดยมีการให้อาหารทดลองแบบเต็มอิ่มทุกวัน ๆ ละ 2 ครั้ง (09.00, และ16.00 น.) ระยะเวลาการเลี้ยง 8 สัปดาห์ ระหว่างการเลี้ยงมีการควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้แก่ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen) พีเอช (pH) อุณหภูมิ (Temperature) แอมโมเนีย (Ammonia) ไนไตรท (Nitrite) และอัลคาไลน์ (Alkalinity)

4.4 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์สัตว์ทดลอง

1) การประเมินการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้จากอาหาร ในระหว่างการศึกษา ทำการชั่งวัดน้ำหนักปลาทุก ๆ 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้จากอาหาร ดังนี้ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain; WG) อาหารที่กุ้งกินต่อวัน (Feed intake; FI) อัตราการแลกเนื้อ (feed

เอกสารนี้ใช้เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

conversion ratio; FCR) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate; SGR) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth; ADG) และอัตราการรอด (survival) (Prachom et al., 2013)

2) การประเมินดัชนีมวลกาย (Body index values) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 8 สัปดาห์ ทำการสุ่มสัตว์ทดลองในแต่ละชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ตัว เพื่อประเมินดัชนีมวลกาย โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้ Viscero-somatic index (VSI), Hepato-somatic index (HSI) และ Fillet yield (FY) ตามวิธีการของ Boonyoung et al. (2013) และ Prachom et al. (2013)

3) การประเมินค่าทางโลหิตวิทยา (Hematological parameter) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 8 สัปดาห์ ทำการสุ่มสัตว์ทดลองในแต่ละชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ตัว โดยเจาะเลือดบริเวณหาง (caudal peduncle) ตัวละ 1.0 มิลลิลิตร และใช้แฮพพาริน (heparin) เป็นสารกันเลือดแข็งตัว เพื่อประเมินค่าทางโลหิตวิทยา โดยวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้ Hematocrit (Hct) ตามวิธีการของจุไลวรรณ และ สมพร (2551), Total hemoglobin (Hb) ตามวิธีของ Larsen and Snieszko (1961) และ Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ตามวิธีการของจุไลวรรณ และ สมพร (2551)

4) การประเมินค่าทางชีวเคมี (Plasma biochemistry) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 8 สัปดาห์ ทำการสุ่มสัตว์ทดลองในแต่ละชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ตัว โดยเจาะเลือดบริเวณหาง (caudal peduncle) ตัวละ 1.0 มิลลิลิตร และใช้แฮพพาริน (heparin) เป็นสารกันเลือดแข็งตัว จากนั้นนำเลือดสัตว์ทดลองที่เจาะได้มาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบ 15 นาที และดูดส่วนใสด้านบนเพื่อประเมินค่าทางชีวเคมี โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ Reverse phase-High Performance Liquid Chromatography (Reverse phase HPLC) ซึ่งวิเคราะห์ค่าต่างๆ ดังนี้ Creatinine Cholesterol, Alkaline phosphatase (ALP), Glutamic pyruvic transaminase (GTP) และ Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT)

5) การประเมินคุณภาพซาก (carcass quality) เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 8 สัปดาห์ ทำการสุ่มสัตว์ทดลองในแต่ละชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ตัว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เพื่อเป็นการประเมินคุณค่าทางโภชนาการของซากเบื้องต้น จากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้ ความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (protein) และไขมัน (lipid) ตามวิธีการของ Boonyoung et al. (2013); Prachom et al. (2013) และ AOAC (1995, 1990)

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 16.0 โดยนำค่าเฉลี่ยมาทดสอบความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ผลการวิจัยและวิจารณ์

1. การทดลองที่ 1: ***การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลง (จิ้งหรีด หนอนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ และดักแด้หนอนไหม)***

จากผลวิเคราะห์ทางเคมีของแมลงคือ ตัวอ่อนด้วงมะพร้าว หนอนนกยักษ์ หนอนไหม และจิ้งหรีด พบว่าจิ้งหรีดและหนอนนกยักษ์มีโปรตีนสูงที่สุดคือ 23.71 และ 21.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับซึ่งมากกว่าโปรตีนที่พบในหนอนไหมและด้วงมะพร้าวคือ 13.77 และ 9.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่ตัวอ่อนด้วงมะพร้าวมีค่าไขมันสูงกว่าแมลงชนิดอื่นๆคือ 27.26 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ากรดอะมิโนจำเป็นในจิ้งหรีดและหนอนนกยักษ์มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าสูงกว่ากรดอะมิโนจำเป็นที่พบในตัวอ่อนด้วงมะพร้าวและหนอนไหมด้วย (Table 3.1) Barroso *et al.* (2014) ได้รายงานว่ากรดอะมิโนที่จำเป็นไม่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของอาหารที่แมลงได้รับแต่เกี่ยวข้องกับอนุกรมวิธาน ปริมาณไขมันในแมลงมีความผันแปรสูงและแตกต่างกันไปในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนา ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวซึ่งปกติจะอยู่ระหว่าง 15% ถึง 30% (Barroso *et al.*, 2014; Finke and Oonincx, 2014) ปริมาณไขมันส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูงสุด ในระยะตัวอ่อนก่อนที่จะมีการเปลี่ยนแปลง

Table 3.1 Proximate composition and amino acids of ingredient (% as is basis).

Compositions	Test Ingredient			
	Sago worm	Super worm	Silk worm	Cricket
Composition (%)				
Protein	9.37	21.44	13.77	23.71
Crude fat	27.26	12.81	7.05	3.27
Ash	0.95	1.53	1.22	1.59
Carbohydrate	3.65	3.44	0.35	2.03
Crude fibre	3.44	2.24	1.05	3.41
Moisture	58.77	60.78	77.61	69.4
Essential amino acids (%)				
Arginine	0.393	1.630	0.612	1.770
Histidine	0.154	0.613	0.337	0.554
Isoleucine	0.207	0.660	0.272	0.632
Leucine	0.343	1.177	0.440	1.315
Lysine	0.453	1.554	0.780	1.652
Methionine	0.115	0.127	0.126	0.122
Phenylalanine	0.327	0.775	0.414	0.790
Threonine	0.168	0.642	0.265	0.551
Valine	0.197	0.865	0.362	0.849

2. การทดลองที่ 2: ***การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ***

ปริมาณของกรดอะมิโนจำเป็น ได้แก่ ไลซีน เมทไธโอนีน ในปลาป่น (Fishmeal 65, 60 และ 55) และไก่ป่น หรือกากถั่วเหลือง เท่ากับ 2.2-5.1 และ 0.7-4.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3.2) ซึ่งสูงกว่าแมลง 0.453-1.652 และ 0.115-0.127 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3.2 Proximate composition and amino acids of aquatic feed ingredients (%, as dry basis).

Compositions	Fishmeal 65	Fishmeal 60	Fishmeal 55	Poultry by-product meal	Soybean meal
Ingredients					
Moisture	8.0	6.0	8.0	11.0	11.0
Ash	14.3	21.6	26.0	7.5	6.3
Crude protein	65.4	63.9	55.8	62.1	44.0
Crude Lipid	7.6	8.8	8.0	19.8	1.5
Fiber	1.0	0.3	1.0	-	7.3
Amino acids					
Arginine	3.7	3.5	3.4	4.6	3.6
Histidine	1.6	1.3	1.2	0.9	1.3
Isoleucine	3.1	2.6	1.9	2.6	2.6
Leucine	5.0	4.2	3.4	4.8	3.8
Lysine	5.1	4.6	3.5	2.3	2.2
Methionine	2.0	1.6	1.4	4.0	0.7
Phenylalanine	2.7	2.1	1.9	2.8	2.7
Threonine	2.8	2.4	2.1	2.7	1.3
Tryptophan	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6
Valine	3.5	3.0	2.4	3.8	2.7
Alanine	6.3	5.9	3.8	-	4.4
Aspartic acid	9.9	9.1	4.5	4.7	12.3
Glutamic acid	13.0	12.7	6.4	7.5	19.7
Tyrosine	2.2	1.9	1.5	1.8	2.0
Glycine	5.6	5.3	5.0	6.6	4.2
Proline	4.6	4.1	2.9	6.1	5.3
Serine	3.8	3.1	2.0	5.3	5.0
Cysteine	0.6	0.5	0.4	2.0	0.7

3. การทดลองที่ 3 การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของสารอาหารของแมลงในปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) และกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*)

จากการการศึกษาประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏของสารอาหารของแมลงในปลากะพงขาว พบว่าในระหว่างการทดลองปลากะพงขาวยอมรับอาหารทดลองเป็นอย่างดีและไม่มีการตาย และจากผลการทดลองยังพบอีกว่าประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนในปลาที่กินอาหารสูตรที่มีจิ้งหรีดสูงกว่าปลาที่กินอาหารสูตรที่มีหนอนนกยักษ์ หนอนไหม สูตรควบคุม และด้วงมะพร้าว ตามลำดับ (Figure 3.1) ค่าประสิทธิภาพการย่อยของโปรตีนมีค่าระหว่าง 57 – 88 เปอร์เซ็นต์ ของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ในช่วง 55.62 – 96.91 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ปรากฏของแมลงในกุ้งขาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (โปรตีนระหว่าง 65.6 – 72.9 เปอร์เซ็นต์ และไขมันระหว่าง 83.0 – 91.7 เปอร์เซ็นต์) (Table 3.3) ถูกต้องแล้วครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

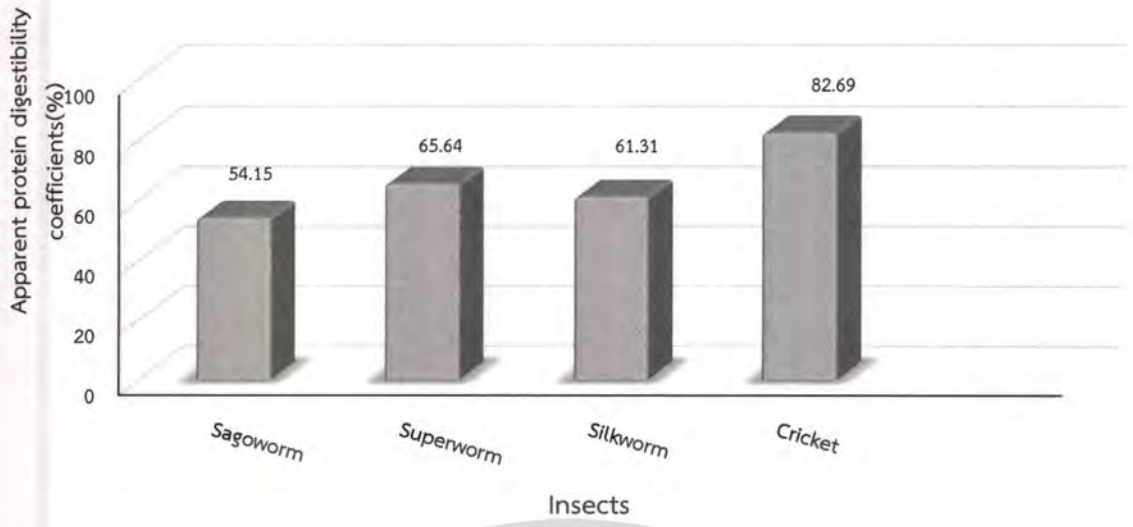

Figure 3.1 Apparent protein digestibility coefficients of insects (%).

Table 3.3 Proximate composition and apparent digestibility coefficients of nutrients in pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*).

Compositions	Silkworm (*Bombyx mori*)	Cricket (*Gryllus bimaculatus*)	Giant mealworm (*Zophoba morio*)
Proximate composition			
Dry matter	21.4	31.9	33.7
Protein	49.5	55.1	45.8
Lipid	47.4	28.5	40.7
Ash	1.0	1.4	1.2
Nitrogen free extract [a]	2.1	15.0	12.3
Apparent digestibility coefficients			
Dry matter	98.5	98.8	98.9
Protein	70.6	72.9	65.6
Lipid	89.3	91.7	83.0

4. การทดลองที่ 4 และ 5:

การทดลองที่ 4: การศึกษาผลของการใช้โปรตีนจากแมลงต่อการตอบสนองด้านสุขภาพ (Health responses) และคุณภาพซาก (Carcass quality) ในอาหารปลากะพงขาว

การทดลองที่ 5: การประเมินประสิทธิภาพของโปรตีนจากแมลง และระดับโรตีนที่เหมาะสมในอาหารปลากะพงขาว

1) การเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้จากอาหาร

การศึกษาผลของการใช้แหล่งโปรตีนจากแมลง (หนอนนกยักษ์) และระดับที่เหมาะสมในปลากะพงขาว โดยมีระดับการใช้ 0 (Control diet), 3 (Test diet 1), 6 (Test diet 2), 9 (Test diet 3) และ 12 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 4) ตามลำดับ โดยเลี้ยงปลากะพงขาวน้ำหนักเริ่มต้น 22.63±0.07 กรัมต่อตัว (P>0.05) ระยะเวลาการเลี้ยง 8 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ 3 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 1) ในสูตรอาหารปลากะพงขาวแสดงการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษา พบว่า การใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่มขึ้น ค่าการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารมีแนวโน้มลดลง โดยที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ 12 เปอร์เซ็นต์ (Test diet 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสูตรอาหารปลากะพง มีค่าน้ำหนักสุดท้าย (FW) น้ำหนักที่เพิ่ม (WG) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ADG) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร (PER) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และในทุกชุดการทดลองมีอัตรารอด (survival rate) มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ (Table 3.4) จากการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Ng et al. (2017) ได้ทำการศึกษาการใช้หนอนนกเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารกุ้งขาว พบว่า มีค่าอัตราการแลกเนื้อเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากหนอนนกมีองค์ประกอบของไคตินในปริมาณสูง ซึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการย่อยได้ปรากฏและการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารของกุ้ง ในขณะที่จากการรายงานของ Panini et al. (2017) และ Gasco et al. (2016) กล่าวว่า หนอนนกมีปริมาณของของกรดกรดอะมิโนจำเป็นชนิดเมทไทโอนีน (methionine) ในปริมาณต่ำซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำลดลงได้ เช่นเดียวกับจากการรายงานของ Sánchez-Muros et al. (2004) รายงานว่า สามารถใช้หนอนนกในสูตรอาหารปลานิลได้โดยไม่ส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กิน (feed intake) แต่พบว่า ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Gasco et al. (2016)

Table 3.4 Growth performance of Asian Seabass (*Lates calcarifer*) fed experimental diets for 8 weeks (mean ± SD, n=3).

Parameters	Treatments					P-value
	Control diet	Test diet 1	Test diet 2	Test diet 3	Test diet 4	
IW (g fish^{-1})	22.60±0.08	22.68±0.08	22.63±0.08	22.63±0.06	22.64±0.07	0.796
FW (g fish^{-1})	71.96±5.21^{a}	73.41±2.69^{a}	72.05±2.59^{a}	66.25±2.56^{ab}	64.96±2.29^{b}	0.031
FI (g fish^{-1})	69.07±4.71	70.66±3.74	69.58±2.93	68.23±0.65	70.20±2.22	0.890
WG (g fish^{-1})	49.36±5.14^{a}	50.73±2.70^{a}	49.42±2.60^{a}	43.63±2.62^{ab}	42.32±2.31^{b}	0.031
FCR	1.41±0.12^{a}	1.39±0.04^{a}	1.41±0.06^{a}	1.57±0.08^{ab}	1.66±0.06^{b}	0.006
SGR (% Day^{-1})	2.06±0.13^{a}	2.10±0.07^{a}	2.07±0.07^{a}	1.92±0.07^{ab}	1.88±0.06^{b}	0.028
ADG (g Day^{-1})	0.88±0.09^{a}	0.91±0.05^{a}	0.88±0.05^{a}	0.78±0.05^{ab}	0.76±0.04^{b}	0.026
PER (% Day^{-1})	1.68±0.15^{a}	1.69±0.04^{a}	1.67±0.07^{a}	1.51±0.08^{ab}	1.42±0.05^{b}	0.012
Survival (%)	97.33±2.31	98.67±2.31	97.33±4.62	100.0±0.0	94.67±0.11	0.527

Data in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$).
ns. mean no significant ($P>0.05$), sig. mean significant ($P<0.05$), IW; Initial weight, FW; Final weight, FI; Feed intake, WG; Weight gain, FCR; Feed conversion ratio, SGR; Specific growth rate, ADG; Average daily grain, PER; Protein efficiency ratio

2) ดัชนีมวลกาย (Body index value)

การศึกษาดัชนีมวลกาย (Body index value) ในปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่มขึ้น ค่า Fillet yield มีแนวโน้มลดลง โดยในชุดการทดลอง Test diet 4 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่ม (Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ ค่า Hepato-somatic index (HSI) และ Viscero-somatic index (VSI) ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 3.5

Table 3.5 Body index of Asian seabass, (*Lates calcarifer*) fed experimental diets for 8 weeks (mean ± SD, n=3, %).

Parameters	Treatments					P-value
	Control diet	Test diet 1	Test diet 2	Test diet 3	Test diet 4	
HSI	0.87±0.13	0.80±0.06	0.84±0.26	0.99±0.09	1.00±0.07	0.341
VSI	4.78±0.38	5.05±0.51	5.17±0.22	5.71±0.45	5.71±0.41	0.066
FY	50.35±0.91^{a}	49.27±1.48^{ab}	49.37±0.55^{ab}	47.77±1.22^{ab}	46.61±1.09^{b}	0.014

Data in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$). ns. mean no significant ($P>0.05$), sig. mean significant ($P<0.05$), HIS; Hepato-somatic index, VSI; Viscero- somatic index and FY; Fillet yield.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ค่าทางโลหิตวิทยา (Hematological parameters)

จากการศึกษาค่าทางโลหิตวิทยา (Hematological parameters) ในปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าทางโลหิตวิทยามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่ม โดยชุดการทดลอง Test diet 4 มีค่า Hematocrit (Hct) สูงที่สุด (38.1±2.4 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่ม Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า Hemoglobin (Hb) และ Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 3.6

Table 3.6 Hematological values of Asian Seabass (*Lates calcarifer*) fed experimental diets for 12 weeks (mean ± SD, n=3).

Parameters	Initial blood value	Treatments					P-value
		Control diet	Test diet 1	Test diet 2	Test diet 3	Test diet 4	
Hct (%)	36.2±1.6	32.0±1.6^{b}	34.2±0.8^{ab}	34.5±0.7^{ab}	36.0±2.8^{ab}	38.1±2.4^{a}	0.024
Hb (g dL^{-1})	12.5±0.6	11.0±1.3	11.3±0.9	11.5±0.4	12.6±1.2	13.0±0.8	0.115
MCHC (%)	34.5±0.9	34.2±2.6	33.0±2.2	33.4±0.8	34.9±0.9	34.1±1.9	0.741

Data in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$). ns. mean no significant ($P>0.05$), sig. mean significant ($P<0.05$), Hct; Hematocrit, Hb; Hemoglobin and MCHC; Mean corpuscular hemoglobin concentration.

4) ค่าทางชีวเคมี (blood biochemistry values)

จากการศึกษาค่าทางชีวเคมี (blood biochemistry values) ในปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ค่า Alkaline phosphatase (ALP), Glutamic pyruvic transaminase (GPT) และ Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) มีแนวโน้มลดลงตามระดับการใช้หนอนนกยักษ์ที่เพิ่มขึ้น โดยค่า Alkaline phosphatase (Test diet 3 และ Test diet 4) ค่า Glutamic pyruvic transaminase (Test diet 2, Test diet 3 และ Test diet 4) และค่า Glutamic oxaloacetic transaminase (Test diet 1, Test diet 2, Test diet 3 และ Test diet 4) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่ม Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า Creatinine (Cre) และ ค่า Cholesterol (Chol) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) แสดงใน Table 3.7

Table 3.7 Blood biochemistry values of Asian Seabass (*Lates calcarifer*) fed experimental diets for 8 weeks ((mean ± SD, n=3).

Parameters	Initial blood chemistry value	Treatments					P-value
		Control diet	Test diet 1	Test diet 2	Test diet 3	Test diet 4	
Cre (mg dL^{-1})	0.5±0.2	0.4±0.0	0.3±0.1	0.4±0.0	0.4±0.0	0.4±0.1	0.552
Chol (mg dL^{-1})	167.0±8.9	217.0±10.9	206.7±11.9	208.9±12.5	212.9±2.5	208.6±19.2	0.856
ALP (mg dL^{-1})	18.7±2.9	32.6±3.6^{a}	28.4±1.1^{ab}	25.9±4.5^{ab}	24.0±1.3^{b}	23.9±0.8^{b}	0.013
GPT (U L^{-1})	1.3±0.6	14.4±2.8^{a}	8.9±1.3^{ab}	8.0±1.7^{b}	5.4±2.5^{b}	5.2±1.7^{b}	0.002
GOT (U L^{-1})	16.3±4.0	279.9±41.5^{a}	153.4±30.6^{b}	90.9±24.1^{bc}	81.8±14.6^{bc}	68.1±15.0^{c}	0.000

Data in the same row with different superscripts are significantly different ($P<0.05$). ns. mean no significant ($P>0.05$), sig. mean significant ($P<0.05$),Cre; Creatinine, Chol; Cholesterol, ALP; Alkaline phosphatase, GPT; Glutamic pyruvic transaminase and GOT; Glutamic oxaloacetic transaminase .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) การประเมินคุณภาพซาก (carcass quality)

จากการประเมินคุณภาพซาก (carcass quality) ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เพื่อประเมินคุณภาพซากเบื้องต้น พบว่า องค์ประกอบทางเคมีในปลากะพงขาวในทุกชุดการทดลอง มีค่าความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (protein) และไขมัน (lipid) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (control diet) ($P>0.05$) ดังแสดงใน Table 3.8 สอดคล้องกับการรายงานของ Ng *et al.* (2011); Sánchez-Muros *et al.* (2004) และ Panini *et al.* (2017) พบว่า การใช้หนอนนก (Mealworm) ในสูตรอาหารไม่มีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อของปลาดุกแอฟฟริกา (*Clarias gariepinus*) ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

Table 3.8 Carcass quality of Asian Seabass (*Lates calcarifer*) fed experimental diets for 8 weeks (% wet weight, mean ± SD, n=3).

Parameters	Initial body composition	Final body composition					P-value
		Control diet	Test diet 1	Test diet 2	Test diet 3	Test diet 4	
Moisture	77.34±0.29	77.00±0.41	76.97±0.71	77.02±0.13	76.90±0.48	77.01±0.22	0.997
Ash	1.41±0.13	2.51±0.41	2.44±0.15	2.54±0.44	2.51±0.17	2.63±0.07	0.949
Protein	12.47±0.69	17.06±0.53	17.31±0.18	17.63±0.28	17.17±0.12	17.06±0.21	0.435
Lipid	1.58±0.12	1.50±0.12	1.46±0.12	1.51±0.19	1.46±0.12	1.48±0.09	0.985

ns. mean no significant ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
สรุปและข้อเสนอแนะ

จิ้งหรีดและหนอนนกยักษ์มีโปรตีนสูงที่สุดคือ 23.71 และ 21.44 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าโปรตีนที่พบในหนอนไหมและด้วงมะพร้าวคือ 13.77 และ 9.37 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักสด) ตามลำดับ โดยที่ตัวอ่อนด้วงมะพร้าวมีค่าไขมันสูงกว่าแมลงชนิดอื่นๆคือ 27.26 เปอร์เซ็นต์ และพบว่ากรดอะมิโนจำเป็นในจิ้งหรีดและหนอนนกยักษ์มีค่าใกล้เคียงกันซึ่งมีค่าสูงกว่ากรดอะมิโนจำเป็นที่พบในตัวอ่อนด้วงมะพร้าวและหนอนไหม ระหว่างการทดลองปลากะพงขาวยอมรับอาหารทดลองเป็นอย่างดีและไม่มีการตาย จากผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการย่อยได้ของโปรตีนในปลากะพงขาวที่กินอาหารสูตรที่มีจิ้งหรีดสูงกว่าปลาที่กินอาหารสูตรที่มีหนอนนกยักษ์ หนอนไหม สูตรควบคุม และด้วงมะพร้าว ค่าประสิทธิภาพการย่อยของโปรตีนมีค่าระหว่าง 57–88 เปอร์เซ็นต์ ของกรดอะมิโนที่จำเป็นอยู่ในช่วง 55.62–96.91 เปอร์เซ็นต์ การย่อยได้ปรากฏของแมลงในกุ้งขาวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (โปรตีนระหว่าง 65.6–72.9 เปอร์เซ็นต์ และไขมันระหว่าง 83.0–91.7 เปอร์เซ็นต์)

เมื่อนำมาประกอบสูตรอาหารและนำมาทดลอง พบว่าทุกชุดการทดลองมีอัตรารอด (survival rate) มากกว่า 97 เปอร์เซ็นต์ การใช้หนอนนกยักษ์ 3 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารปลากะพงขาวแสดงการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม ($P>0.05$) การใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้จากอาหารลดลง โดยที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ 12 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีค่าน้ำหนักสุดท้าย (FW) น้ำหนักที่เพิ่ม (WG) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (ADG) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนในอาหาร (PER) น้อยที่สุด ($P<0.05$) ดัชนีมวลกาย (Body index value) ในปลากะพงขาวที่ได้รับอาหารที่มีการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่แตกต่างกัน พบว่า ที่ระดับการใช้หนอนนกยักษ์ในระดับที่เพิ่มขึ้น ค่า Fillet yield มีแนวโน้มลดลงด้วยเช่นกัน หนอนนกมีปริมาณไขมันสูง และมีปริมาณของเมทไทโอนีน (methionine) ซึ่งเป็นกรดอะมิโนจำเป็นในปริมาณน้อย ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์น้ำ จึงเป็นสาเหตุทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลทางโภชนาการส่งผลให้การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำลดลง คุณภาพของซาก เช่น องค์ประกอบทางเคมีในปลากะพงขาวในทุกชุดการทดลอง มีค่าความชื้น (moisture) เถ้า (ash) โปรตีน (protein) และไขมัน (lipid) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (control diet) ($P>0.05$)

การใช้หนอนนกยักษ์ที่ 12 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลามีค่า Hematocrit (Hct) สูงที่สุด (38.1±2.4 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่ม Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า Hemoglobin (Hb) และ Mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC) ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) นอกจากนี้ ค่าภูมิคุ้มกันในปลากะพงขาว ค่า Alkaline phosphatase (ALP), Glutamic pyruvic transaminase (GPT) และ Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) มีแนวโน้มลดลงตามระดับการใช้หนอนนกยักษ์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับกลุ่ม Control diet ($P<0.05$) ในขณะที่ค่า Creatinine (Cre) และ ค่า Cholesterol (Chol) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) อาจเนื่องมาจากหนอนนกมีองค์ประกอบของไคติน และไคโตซาน นอกจากไคโตซานจะมีคุณสมบัติป้องกันการดูดซึมไขมัน แล้วพบว่าไคติน และไคโตซานมีคุณสมบัติคล้ายกับโปรไบโอติค ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำด้วย

แมลงมีไขมันสูง ในการศึกษาครั้งต่อไปควรสกัดเอาไขมันออกก่อน นอกจากนี้พบว่าไคตินซึ่งเป็นส่วนประกอบประกอบหลักของโครงร่างภายนอก (exoskeletal) อาจสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มภูมิคุ้มกันในสัตว์น้ำ การศึกษาในครั้งต่อไปควรพิจารณาการแยกองค์ประกอบ (Fractionation) ของสารอาหาร หรือสารที่มีมูลค่าออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

คม ชัด ลึก. 2554. แอฟริกาใช้หนอนแมลงวันเป็นอาหารสัตว์. ข่าวต่างประเทศ วันที่ 26 ธันวาคม 2554. [Online]. Available: http://www.komchadluek.net/news/foreign/118800. (กันยายน 2559)

นันทกานต์ สัตยวงศ์. 2557. แมลงทอด อร่อยดี มีคุณค่า แต่... วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 62(194): 42-43.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2556. วิธีการเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันเพื่อทดแทนโปรตีนจากอาหารสัตว์. พิมพ์ ครั้งที่ 1. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุร. 11 หน้า.

Akiyama, D.M., Dominy, W.G., Lawrence, A.L. 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry. In: Fast, A.L., Lester, L.J. (Eds). Marine Shrimp Culture Principles and Practices. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, The Netherlands, 535–568 pp.

AOAC, 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Sixteenth edition. Arlington, V.A.

AOAC, 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Fifteenth edition. Washington, D.C. 1298 pp.

Cho, C.Y., Cowey, C.W., Watanabe, T. 1985. Finfish nutrition in Asia: Methodological approaches to research and development. The International Development Research Centre (IDRC), Ontario, Canada.

Cho, C.Y., Slinger, S.J. 1979. Apparent Digestibility Measurement in Feedstuffs for Rainbow trout. 239–247 pp.

FAO, 2013. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome.

FAO, 2008. FAO Fisheries Department, Fishery Information, Data and Statistics Unit. Fishstat Plus: Universal software for fishery statistical time series. Aquaculture production: quantities 1950–2006, Aquaculture production: values 1984–2006: Vers. 2.30.

Nutritional Research Council (NRC), 2011. Nutrient Requirement of Fish and Shrimp. National Academic Press, Washington, D.C. 376 pp.

Prachom, N., Haga, Y., Satoh, S. 2013. Impact of dietary high protein distillers dried grains on amino acid utilization, growth response, nutritional health status and waste output in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition 19 (s1), 62-71.

Ramos-Elorduy, J. 1998. Creepy crawly cuisine: the gourmet guide to edible insects. Rochester VT, USA, Park Street Press. 150 pp.

Ramos-Elorduy, J. 2005. Insects: a hopeful food source. In M.G. Paoletti, ed. Ecological implications of minilivestock, pp. 263-291. Science Pub., Enfield NH, USA.

Sookying, D., Davis, D.A., Soller Dias Da Silva, F. 2013. A review of the development and application of soybean-based diets for Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Nutrition 19, 441–448.

Tacon, A.G.J. and Metian, M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects. Aquaculture 285, 146–158.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัตินักวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ (ภาษาไทย) ดร.จรงค์ศักดิ์ พุมนวน
(ภาษาอังกฤษ) Dr. Jarongsak Pumnuan
รหัสประจำตัวประชาชน 3-9302-00186-82-1
ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ ระดับเชี่ยวชาญ
หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้ พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0-2329-8000 ต่อ 3665, 081-493-6910 โทรสาร 0-2329-8514-5
E-mail: jarongsak.pu@kmitl.ac.th, kpjarong@gmail.com

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สาขาวิชา	ปีที่สำเร็จ	ชื่อสถาบัน
วท.บ. (เกษตรศาสตร์)	เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช	2541	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วท.ม. (กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม)	กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม	2546	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปร.ด. (เกษตรศาสตร์)	เกษตรศาสตร์	2559	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ **การใช้ประโยชน์จากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงและไร ไรวิทยา พิษวิทยา กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม**

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ผู้อำนวยการงานวิจัย ไม่มี

หัวหน้าโครงการวิจัย

- โครงการ การควบคุมไรศัตรูเห็ดโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช
- โครงการ การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ ตะไคร้หอม และตะไคร้บ้าน ในการควบคุมไรไข่ปลา
- โครงการ การควบคุมด้วงงวงข้าวโพด, *Sitophilus zeamais* โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากดาวเรือง
- โครงการ ผลในการรมและการสัมผัสของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อแมลงศัตรูผักและไม้ดอก
- โครงการ การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับน้ำมันปิโตรเลียมในการควบคุมเพลี้ยแป้งสีเทา
- โครงการ การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมไรศัตรูเห็ด, *Dolichocybe indica*
- โครงการ การควบคุมไรกินเชื้อรา *Tyrophagus* sp. โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช
- โครงการ ปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างในเห็ดจากตลาดกรุงเทพมหานคร และระยะเวลาการเป็นพิษตกค้าง
- โครงการ การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ เทียนข้าวเปลือก และตะไคร้บ้าน ร่วมกับน้ำมันปิโตรเลียม ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพแปลง
- โครงการ การสลายตัวของสารกำจัดแมลง carbaryl ในเห็ดนางฟ้าและเห็ดหูหนู
- โครงการ การใช้น้ำมันหอมระเหยจากกานพลูเพื่อกำจัดไรฝุ่นในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องนอน
- โครงการ การประเมินผลด้านโภชนาการของแมลงในอาหารปลากะพงและกุ้งขาว

โครงการวิจัยร่วม

- โครงการ การใช้สมุนไพรพื้นบ้านของภาคใต้ในการควบคุมศัตรูพืช
- โครงการ ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรพื้นบ้านของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในการควบคุมหนอนใยผัก
- โครงการ ประสิทธิภาพของสารสกัดจากผักชีลาว เพกา และผักแพรว ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก
- โครงการ อิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารสกัดจากยูคาลิปตัสในการควบคุมหนอนใยผัก
- โครงการ การควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมันโดยชีววิธี
- โครงการ ความหลากหลายของไรฝุ่นใน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โครงการ การควบคุมไรฝุ่นโดยสารสกัดจากพืช
- โครงการ การควบคุมไรฝุ่นโดยวิธีการรมสารสกัดจากพืช
- โครงการ การควบคุมไรฝุ่นโดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช
- โครงการ ความหลากหลายของไรในโรงเก็บและไรฝุ่นในเขตภาคกลางของประเทศไทย
- โครงการ ผลของการเลี้ยงปลาและการปลูกผักกระเฉด ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอน สัตว์หน้าดิน และคุณภาพน้ำ
- โครงการ ผลของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสาหร่ายต่อไรฝุ่น
- โครงการ ความหลากหลายทางพันธุกรรมและศักยภาพการพัฒนาพันธุ์มันเทศ เพื่ออาหาร อุตสาหกรรม และเชื้อเพลิง
- โครงการ การควบคุมไรในโรงเก็บ (*Suidasia pontifica* Oudemans) โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช
- โครงการ การควบคุมตัวเรือด *Cimex hemipterus* โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช
- โครงการ ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับคาร์บอนไดออกไซด์ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ
- โครงการ ศูนย์วิจัยและควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ โดยผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ
- โครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมตัวเรือด และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยวิธีนาโนเทคโนโลยี
- โครงการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมเพลี้ยไฟกล้วยไม้และแมลงศัตรูในโรงเก็บ

งานวิจัยที่สำเร็จแล้ว

ระดับชาติ

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน พีรพัฒน์ นิลประพัฒน์ สุดที่รัก กิตติวิจารณ์ และ อำมร อินทร์สังข์. 2561. ประสิทธิภาพการไล่ไรฝุ่น (*Dermatophagoides pteronyssinus*) ของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู (*Syzygium aromaticum*) และอบเชย (*Cinnamomum zeylanicum*) โดยวิธีการเคลือบเส้นใย. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 23(1): 1-11.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2560. ผลิตภัณฑ์เคริ่งนอนที่ผ่านการเคลือบน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยและกรรมวิธีการเคลือบเส้นใยเครื่องนอน. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 1703001580 ลงวันที่ 22 สิงหาคม 2560.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อัจจิมา นุชโพธิ์ จรรยา คงฤทธิ์ ณหทัย วิจิตโรทัย และ อำมร อินทร์สังข์. 2560. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชย ต่อคุณภาพของผลิตผลในโรงเก็บและการเจริญเติบโตของไรในโรงเก็บ (*Tyrophagus communis*) และไรตัวห้ำ (*Cheyletus* sp.). หน้า 883-890. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13. 21-23 พฤศจิกายน 2560 ณ โรงแรมเรือรัษฎา จังหวัดตรัง.

สุดใจ ผุดผาด **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** อุดมพร จอมพงษ์ และ อำมร อินทร์สังข์. 2559. การสลายตัวของสารฆ่าแมลง malathion ที่ตกค้างในเห็ดนางฟ้าและเห็ดหูหนู. วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์. 3 (พิเศษ 3): M09/1-6.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2558. สูตรสมุนไพรกำจัดแมลงในโรงเก็บโดยวิธีการรมร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 1501004563 ลงวันที่ 11 สิงหาคม 2558.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2558. สูตรสมุนไพรกำจัดแมลงปนเปื้อนในพืชส่งออกโดยวิธีการรม ที่มีน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูเป็นองค์ประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 15010004564 ลงวันที่ 11 สิงหาคม 2558.

สาวิตรี ชื่นบาล **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2558. ประสิทธิภาพการรมของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยต่อไรกินเชื้อรา. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 33(พิเศษ 1): 808-812.

สุชีรา ด่านอรุณ ภัทราภรณ์ หอมคง **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2558. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อตัวเต็มวัยไรแดงแอฟริกัน (*Eutetrenychus africanus* (Tucker)). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 33(พิเศษ 1): 760-766.

อุดมพร จอมพงษ์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2558. พฤติกรรมการใช้สารกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้เพาะเห็ด อำเภอจอมบึง จังหวัดราชบุรี และอำเภอวิหารแดง จังหวัดสระบุรี. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 33(พิเศษ 1): 745-753.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2557. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 1401006607 ลงวันที่ 5 พฤศจิกายน 2557.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2557. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังที่มีน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 1401006608 ลงวันที่ 5 พฤศจิกายน 2557.

พรหมมาศ คูหากาญจน์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** อำมร อินทร์สังข์ ณัฐพล หล่อเจริญ และอุดมพร บุญเปลี่ยน. 2557. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.), ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* (Dc. ex Nees)) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus* Rendle.) ต่อการเจริญของเชื้อเห็ดบางชนิด. วารสารแก่นเกษตร. 42(1): 7-16.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน กนิษฐา บุญนาค ธนภรณ์ ดวงนภา พรหมมาศ คูหากาญจน์ และอำมร อินทร์สังข์. 2557. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม กานพลู และโหระพา ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดฟาง เห็ดหูหนู และเห็ดหอม. *ใน:* การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 13. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 29-31 กรกฎาคม 2557, ขอนแก่น.

ธนภรณ์ ดวงนภา พรหมมาศ คูหากาญจน์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2557. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardus*) กานพลู (*Syzygium aromaticum*) และโหระพา (*Ocimum basilicum*) ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อเห็ดแครง (*Schizophyllum commune*) และเชื้อเห็ดโคนญี่ปุ่น (*Agrocybe cylindracea*). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 32(2): 48-55.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ และพรหมมาศ คูหากาญจน์. 2556. การใช้สูตรน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำในการควบคุมแมลงศัตรูเห็ด. *ใน:* การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ. วันที่ 9-12 พฤศจิกายน 2556, กรุงเทพฯ.

วริยา ธนะศิรังกูล **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรบางชนิดต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดหัวป้อม และด้วงงวงข้าวโพด. *ใน:* การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12. ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ. วันที่ 9-12 พฤศจิกายน 2556, กรุงเทพฯ.

อักษร จันทร์เทวี **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)). *ใน:* การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12. ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ. วันที่ 9-12 พฤศจิกายน 2556, กรุงเทพฯ.

อุดมพร บุญเปลี่ยน **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจาก ตะไคร้บ้าน อบเชย และ กานพลูต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งสีเทา (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller). *ใน:* การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 12. ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค กรุงเทพฯ. วันที่ 9-12 พฤศจิกายน 2556, กรุงเทพฯ.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพการฆ่าแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อเพลี้ยอ่อนฝ้าย (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera: Aphididae) โดยวิธีการรม. หน้า 1107-1116. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

ธนภรณ์ ดวงนภา **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ผลของการรมของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร ต่อไรลูกโป่ง (*Dolichocybe indica* Mahunka). หน้า 1099-1106. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

วริยา ธนะศิรังกูล **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และ อำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อตัวเต็มวัยของมอดแป้ง มอดฟันเลื่อย และด้วงงวงข้าวโพด. หน้า 1085-1092. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

อักษร จันทร์เทวี **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับน้ำมันปิโตรเลียมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล *Nilaparvata lugens* (Stål)) (Homoptera: Delphacidae). หน้า 935-942. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

อัจจิมา นุชโพธิ์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ความเป็นพิษทางการรมของน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู อบเชย และตะไคร้หอม ต่อไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.). หน้า 1093-1098. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

อุดมพร บุญเปลี่ยน สุชาติ รอดโรคะ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจาก ตะไคร้บ้าน อบเชย และกานพลู ต่อตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งสีเทา (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller). หน้า 1077-1084. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

กวีวัฒน์ จาวสุวรรณวงษ์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2556. ประสิทธิภาพของสูตรน้ำมันหอมระเหยจากจันทร์แปดกลีบ (*Illicium verum* Hook.f.) และเทียนข้าวเปลือก (*Anethum graveolens* Linn.) ในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ. หน้า 1069-1076. *ใน:* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. ณ โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ ขอนแก่น. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน 2556, จังหวัดขอนแก่น.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และมณฑินี ธีรารักษ์. 2555. ประสิทธิภาพของสารสกัดจากดอกดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ในการควบคุมหนอนไยผัก (*Plutella xylostella* L.). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30(2): 1-7.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2555. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดไรศัตรูเห็ดที่มีน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 1201004243 ลงวันที่ 22 สิงหาคม 2555.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2555. ประสิทธิภาพของ Eugenol และน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูและอบเชยในการควบคุมไรในโรงเก็บ, *Suidasia pontifica* Oudemans. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 40(4): 1204-1213.

อำมร อินทร์สังข์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และสมสรรค์ หังสพฤกษ์. 2554. ประสิทธิภาพซันซอลย์ปิโตรเลียมในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, *Nilaparvata lugens* (Stal) (Delphacidae: Homoptera). วารสารกีฏและสัตววิทยา. 30(1): 17-24.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ อดิสรณ์ เครือเช้า และสมสรรค์ หังสพฤกษ์. 2554. ประสิทธิภาพของซันซอลย์ปิโตรเลียมในการควบคุมเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีเทา, *Pseudococcus jackbeardsleyi* Bimpel&Miller (Pseudococcidae: Homoptera). วารสารกีฏและสัตววิทยา. 29(2): 3-11.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อรอุมา รุ่งน้อย และลำแพน ขวัญพูล. 2554. การทดสอบความชอบในการเข้าทำลายของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* F.) บนมันเทศพันธุ์ต่างๆ. วารสารแก่นเกษตร. 39(พิเศษ 2):59-66.

อำมร อินทร์สังข์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2553. ความหลากหลายของไรฝุ่นในเขตภาคกลางของประเทศไทย. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 28(1): 31-39.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2553. การควบคุมไรในโรงเก็บ *Suidasia pontifica* Oudemans โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 28(1): 40-53.

พลอยชมพู กรวิภาสเรือง **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ความหลากหลายของไรในโรงเก็บในเขตภาคกลางของประเทศไทย. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 28(2): 10-18.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยในการควบคุมไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(3): 84-91.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน พิฆเนศ รองพล และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการฆ่าไรดีด *Formicomotes heteromorphus* Magowski โดยวิธีการสัมผัส. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 38 (1):124-132.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ไรฝุ่น...ภัยร้ายใกล้ตัวที่มองไม่เห็น กำจัดได้...โดยใช้สมุนไพร. ข่าวสารเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 55 (1):24-36.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน พิฆเนศ รองพลและอำมร อินทร์สังข์. 2553. ประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อไรดีด (*Formicomotes heteromorphus* Magowski) และไรไข่ปลา (*Luciaphorus perniciosus* Rack). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(2) (พิเศษ): 633-636.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ และสาโรช เจริญศักดิ์. 2553. ประสิทธิภาพของสารสกัดยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) ในการควบคุมหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura* F.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(2) (พิเศษ): 629-632.

สาโรช เจริญศักดิ์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ประสิทธิภาพของสารสกัดยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) ในการควบคุมหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(2) (พิเศษ): 625-628.

ชัชฎา ยังนิตย์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** พิฆเนศ รองพล และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อการเจริญของเชื้อเห็ดขอนขาว (*Lentinus squarrosulus* Mont) และเห็ดฮังการี (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.Fr.) Kummer). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(2) (พิเศษ): 669-672.

อภิญญา สโมสร สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2553. ประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากสาหร่ายขนาดใหญ่ ต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยวิธีสัมผัส. หน้า 184-192. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 (สาขาประมง). วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน พิฆเนศ รองพล และอำมร อินทร์สังข์. 2552. ผลของการรมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อไรดีด *Formicomotes heteromorphus* Magowski (Acari: Pygmephoridae). หน้า 101-110 *ใน* การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9. ณ โรงแรมสุนีย์ แกรนด์ อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี. วันที่ 24-26 พฤศจิกายน 2552.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ และพิฆเนศ รองพล. 2552. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) (Actinedida: Tetranychidae).วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40(3) (พิเศษ): 189-192.

พิฆเนศ รองพล **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2552. ผลของการรมน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อไรไข่ปลา, *Luciaphorus perniciosus* Rack. วารสารวิจัยและส่งเสริมการเกษตร. 26(3): 20-25.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2552. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 37(2): 183-191.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน วรเดช จันทรสร อำมร อินทร์สังข์ และพิมเนศ รองพล. 2552. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.) ในการฆ่าไรแดงแอฟริกัน (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) (Actinedida: Tetranychidae). วารสารเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 25(2): 169-176.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2551. ความหลากหลายของไรฝุ่นในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วารสารกีฏและสัตววิทยา. 26(1): 11-22.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ และสาโรช เจริญศักดิ์. 2551. ประสิทธิภาพของสารสกัดผักชีลาว (*Anethum graveolens* Linn.) ผักเพกา (*Oroxylum indicum* Vent.) และผักแพรว (*Polygonum odoratum* Lour.) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linn.). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39 (3) (พิเศษ): 464-467.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2551. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (*Piper nigrum* Linn.) ในการฆ่าไรฝุ่น (*Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart)). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39 (3) (พิเศษ): 468-471.

อำมร อินทร์สังข์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** อมรรัตน์ พรหมบุญ สุนันทา รัตนาโก เลิศลักษณ์ เงินศิริ และวนิดา สุวรรณสิทธิ์. 2551. การเจริญเติบโตและผลผลิตเส้นไหมไทย (*Bombyx mori* L.) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม (Abstract). หน้า 69 *ใน* การประชุมวิชาการหม่อนไหมระดับชาติ ครั้งที่ 1 วันที่ 22-23 กันยายน 2551 ณ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พิมเนศ รองพล **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2551. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรต่อไรไข่ปลา, *Luciaphorus perniciosus* Rack. หน้า 376-382 *ใน* การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 1 วันที่ 28 สิงหาคม 2551 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ธีรพงษ์ วางอภัย **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และอำมร อินทร์สังข์. 2551. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชป่าบางชนิดไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). หน้า 371-375 *ใน* การประชุมวิชาการการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 1 วันที่ 28 สิงหาคม 2551 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

อำมร อินทร์สังข์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** อนุพงษ์ เจริญวัฒนาชัยกุล และบุษรา จันทร์แก้วมณี. 2551. ประสิทธิภาพการรมของสารสกัดจากพืชต่อไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) และ *Blomia tropicalis Bronswijk*. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 26(3): 42-51.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2551. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดไรฝุ่นที่มีน้ำมันหอมระเหยจากกานพลูเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 0801005027 ลงวันที่ 30 กันยายน 2551.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2551. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดไรฝุ่นที่มีน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 0801005026 ลงวันที่ 30 กันยายน 2551.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน ลักขณา อมรสิน และชินวัฒก์ ชูชื่น. 2550. ปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ในผักกวางตุ้ง ผักบุ้งจีน และผักคะน้าที่มีการใส่ปุ๋ยเคมี. วารสารแก่นเกษตร. 35(2): 170-176.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2550. เทคนิคบทปฏิบัติการทางกีฏวิทยา. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 199 หน้า.

อำมร อินทร์สังข์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และสุภัคชา หอมจันทร์. 2550. ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อตารางชีวิตของไรฝุ่น, *Blomia tropicalis* (Bronswijk). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 15(3): 79-86.

อำมร อินทร์สังข์ **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** และสุภัคชา หอมจันทร์. 2550. ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อตารางชีวิตของไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 25(1-3): 1-9.

อำมร อินทร์สังข์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา วรรณะ มหากิตติคุณ พรพิมล ชื่นชม และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2550. ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อไรฝุ่น, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 26(4): 327-336.

อำมร อินทร์สังข์ วรรณะ มหากิตติคุณ พรพิมล ชื่นชม สุภัคชา หอมจันทร์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2550. ความหลากหลายและชีววิทยาของไรฝุ่น ในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และแนวทางการป้องกันกำจัดโดยใช้สมุนไพร. หน้า 288-303 *ใน* รายงานการวิจัยในโครงการ BRT 2550 ชุดโครงการทองผาภูมิตะวันตก. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2550. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดไรฝุ่นที่มีสารสกัดจากกานพลูเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 0701002942 ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2550.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2550. สูตรสมุนไพรควบคุมและกำจัดไรฝุ่นที่มีสารสกัดจากอบเชยเป็นส่วนประกอบหลัก. คำขอยื่นจดสิทธิบัตร เลขที่ 0701002943 ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2550.

อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2549. ปัจจัยต่อการเกิดการระบาดของหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน (*Dama furva* Wileman). การประชุมพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 6 (7-10 เมษายน 2549 ณ โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว จ.เชียงใหม่). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 37(พิเศษ): 987-990.

อำมร อินทร์สังข์ ทวีศักดิ์ ชโยภาส และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2548. ประสิทธิภาพของแตนเบียน *Dolichogenidea parasae* (Rohwer) และมวนพิฆาตหนอน *Eocanthecona furcellata* (Wolf) ในการควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Dama furva* Wileman. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. (26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียมบีช พัทยา ชลบุรี).

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และลักขณา อมรสิน. 2548. ปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ในผักที่จำหน่ายในท้องตลาด. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. (26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียมบีช พัทยา จ. ชลบุรี). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36 (พิเศษ): 136-1139.

วีระณีย์ ทองศรี **จรงค์ศักดิ์ พุมนวน** พงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์ สุมลรัตน์ จินตนาสิริรักษ์ และ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2548. การเปรียบเทียบผลของสารสกัดเปลือกหุ้มเมล็ดเนียง (*Archidendron jiringa* Nielsen) ด้วยเมทธานอลและเอทธานอลต่อการควบคุมเชื้อสาเหตุโรคพืชบางชนิด. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. (26-29 เมษายน 2548 ณ โรงแรมเวลคัมจอมเทียมบีช พัทยา จ. ชลบุรี). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36 (พิเศษ): 1168-1171.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน วีระณีย์ ทองศรี พงษ์ศักดิ์ กฤตยพรพงศ์ และสุมลรัตน์ จินตนาสิริรักษ์. 2548. ประสิทธิของสารสกัดดองดึง (*Gloriosa superba* Linn.) สีเสียด (*Acacia catechu* Willd) และเนียง (*Archidendron jiringa* Nielsen) ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linn.). วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 27 (5): 1037-1045.

อำมร อินทร์สังข์ ทวีศักดิ์ ชโยภาส และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2548. ชีววิทยาและตารางชีวิตของหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน (*Dama furva* Wileman). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 23(3): 58-67.

อำมร อินทร์สังข์ วรเดช จันทรสร และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2547. ประสิทธิภาพของสารสกัด เอทานอลจากพืชในการควบคุมหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman (Lepidoptera: Limacodidae). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 22(1): 1-9.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และอำมร อินทร์สังข์. 2547. การยับยั้งเอนไซม์อะเซตทิลโคลีนเอสเทอเรสจากหัวผึ้งพันธุ์ โดยสารฆ่าแมลงออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 22(2): 87-97.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน และลักขณา อมรสิน. 2547. การใช้เอนไซม์อะเซตทิลโคลีนเอสเทอเรสจากหัวผึ้งพันธุ์ในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชผัก. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 22(3):40-50.

วรเดช จันทรสร อำมร อินทร์สังข์ และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2546. ประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงบางชนิดในการควบคุมหนอนหน้าแมว *Dama furva* Wileman และความเป็นพิษต่อแตนเบียนหนอน *Dolichogenidea parasae* Rohwer และมวนพิฆาตหนอน *Eocanthecona furcellata* (Wolf). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21(3): 19-26.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2546. การใช้สารฆ่าแมลงในสวนผักกระเฉด: กรณีศึกษา อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 21(3): 88-90.

ลักขณา อมรสิน และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2545. ผลของเมทธามิโดฟอสต่อระดับการทำงานของอะเซตทิลโคลีนเอสเทอเรสและการเป็นพิษของผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera*). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 20(1):70-78.

ลักขณา อมรสิน และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2544. การตกค้างของเมทธิลพาราไธออนในผักคะน้าที่เก็บในสภาวะที่ต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 19(1): 81-89.

ลักขณา อมรสิน ภัญชนา มีแก้วกุญชร และ**จรงค์ศักดิ์ พุมนวน**. 2544. การปลูกผักกวางตุ้งให้ได้ผลผลิตสูงและลดปริมาณไนเตรตและไนไตรต์. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 9(2):19-24.

ระดับนานาชาติ

Pumnuan, J., Khumpoon, L. and A. Insung. 2017. Insecticidal activity of essential oil formulas and their physiological effects on eggplant. Journal of Applied Horticulture. 19(2): 152-158..

Pumnuan, J., Khumpoon, L. and A. Insung. 2017. Quality change on holy basil after fumigation with insecticidal essential oil formula from clove and cinnamon. Acta Horticulturae. 1194: 603-607.

Pumnuan, J. and A. Insung. 2016. Fumigant toxicity of lemon grass, citronella grass and black pepper essential oils against mushroom mite (*Dolichocybe indica* Mahunka). Journal of Agricultural Technology. 12(5): 893-898.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pumnuan, J. and A. Insung. 2016. Fumigation toxicity of plant essential oils in controlling thrips, *Frankliniella schultzei* (Thysanoptera: Thripidae) and mealybug, *Pseudococcus jackbeardsleyi* (Hemiptera: Pseudococcidae). Journal of Entomological Research. 40(1):1-10.

Insung, A., **Pumnuan, J.**, Mahakittikun, V. and Wangapai, T. 2016. Effectiveness of essential oils of medicinal plants at reducing the amounts of allergen produced by the European house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). Journal of Acarological Society of Japan. 25(1): 179-184.

Ruangsomboon, S. and **J. Pumnuan**. 2016. Acaricidal activities of algal extracts against the house dust mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). Journal of Acarological Society of Japan. 25(1): 169-178.

Pumnuan, J., Nuchpo, A. and A. Insung. 2015. Acaricidal activity of eugenol and citral standards against the stored product mite, *Tyrophagus communis* Fan&Zhang. 2015. *In:* 5th International Conference on Engineering and Applied Sciences (ICEAS 2015), July 20-22, 2015. Sapporo, Hokkaido Prefecture, Japan.

Pumnuan, J., Khumpoon, L. and A. Insung. 2015. Effects of Insecticidal essential oil fumigations on physiological changes in cut *dendrobium* Sonia orchid flower. Songklanakarin Journal Science and Technology. 37(5): 523-531.

Jompong, U., **Pumnuan, J.** and A. Insung. 2015. Insecticide application in mushroom farms: a survey study in Nongyaplong district, Phetchburi province, Thailand. KMITL Science and Technology Journal. 15(2): 80-87.

Pumnuan, J., Nuchpo, A. and A. Insung. 2014. Fumigation and residual contact toxicity of lemon grass, betel vine, myrtle grass and clove essential oils against stored product mite, *Tyrophagus* sp. *In:* 11th International Working Conference on Stored Product Protection (11th IWCSPP 2014), **November 24-28, 2014, The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand.**

Jawsuwanwong, K., **Pumnuan, J.** and A. Insung. 2014. Repellent and ovipositional inhibition properties of essential oil formulas from star anise (*Illicium verum*) and dill (*Anethum graveolens*) against stored product insects. *In:* 11th International Working Conference on Stored Product Protection (11th IWCSPP 2014), **November 24-28, 2014, The Empress Hotel, Chiang Mai, Thailand.**

Pumnuan, J., Insung, A and A. Boonplain. 2014. Effectiveness of essential oil formula from lemon grass in controlling mealybug (*Pesudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller) by direct spray method in insectary. P 21-25. *In:* 12th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (12th ISBB2014), Novotel Chumphon Beach Resort and Golf, December 11-13, 2014, Chumphon Thailand.

Insung, A., **Pumnuan, J.** and A. Chantawee. 2014. Effect of plant essential oils on survival of brown planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stål)) by direct spray in insectary. P 47-51. *In:* 12th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (12th ISBB2014), Novotel Chumphon Beach Resort and Golf, December 11-13, 2014, Chumphon Thailand.

Pumnuan, J., Khumpoon, L. and A. Insung. 2014. Changes of cut orchid quality after fumigation with clove and cinnamon essential oils. Acta Horticulturae. 1079: 521-525.

Arirob, W., Insung, A., **Pumnuan, J.**, Won-In, K. and P. Dararutana. 2013. Investigation of tannin trude extract from cassava leaves for mealybug control. Advanced Science Letters. 19(12): 3579-3581.

Insung, A., Tawatsin, A., Thavara, U. and **J. Pumnual**. 2012. Effectiveness of Essential Oils of Lime (*Citrus aurantifolia* Swing.), Kaffir Lime (*Citrus hystrix* DC.) and Betel Vine (*Piper betle* Linn.) against Bed Bug (*Cimex hemipterus* Linn.). p. 23-28. *In*: 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (10th ISBB2012). 27-30, Dec. 2012, Harbin Institute of Technology, Harbin, P.R.Chaina.

Boonplain, A., **Pumnuan, J.** and A. Insung. 2012. Effectiveness of Essential Oils of Lemon Grass (*Cymbopogon citratus* (Dc.ex.Nees)), Cinnamon (*Cinnamomum bejolghota* (Buch.-Ham.) Sweet) and Clove (*Syzygium aromaticum* (Linn.)) against Mealybug (*Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel&Miller). p. 50-53. *In*: 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (10th ISBB2012). 27-30, Dec. 2012, Harbin Institute of Technology, Harbin, P.R.Chaina.

Chantawee, A., **Pumnuan, J.** and A. Insung. 2012. Effectiveness of Essential Oils of Medicinal Plants against Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens* (Stål)). p. 54-58. *In*: 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (10th ISBB2012). 27-30, Dec. 2012, Harbin Institute of Technology, Harbin, P.R.Chaina.

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thanasirungkul, W., **Pumnuan, J.** and A. Insung. 2012. Effectiveness of Essential Oils of Medicinal Plants against Saw-toothed Grain Beetle, *Oryzaephilus surinamensis* (Linn.). p. 59-64. *In*: 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (10th ISBB2012). 27-30, Dec. 2012, Harbin Institute of Technology, Harbin, P.R.Chaina.

Pumnuan, J. and A. Insung. 2012. Effectiveness of Essential Oils of Pepper (*Piper nigrum* Linn.), Lemon grass (*Cymbopogon citratus* (Dc. ex Nees)) and Citronella (*Cymbopogon nardus* Rendle.) against Mushroom Mite (*Luciaphorus perniciosus* Rack.). p. 65-70. *In*: 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology (10th ISBB2012). 27-30, Dec. 2012, Harbin Institute of Technology, Harbin, P.R.Chaina.

Pumnuan, J., Teerarak, M. and A. Insung. 2012. Fumigant Toxicity of Essential Oils of Medical Plants against Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). p. 177-183. *In*: 2nd International Symposium of Biopesticides and Ecotoxicology Network (2nd IS-BIOPEN). 24-26, Sep. 2012, Bangkok, Thailand.

Pumnuan, J. and A. Insung. 2011. Effectiveness of essential oils of medicinal plants against stored product mite, *Suidasia pontifica* Oudemans. Postharvest Unlimited. May 23-26 2011, Leavenworth, WA, USA. Acta Horticulturae. 945: 79-85.

Pumnuan, J., Ruangsomboon, S. and S. Kangkunt. 2010. Insecticide residues in neptunia plantation water and related canals: a case study in Amphur Bangplee, Samutprakarn Province. P 460-463 *In* 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agricultural Technology. August 25-27 2010, Bangkok, Thailand.

Samosorn, A., **Pumnuan, J.,** Insung, A. and S. Ruangsomboon. 2010. Effectiveness of cyanobacteria extracts on the house dust Mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) by contact method. P 700-704 *In* 16th Asian Agricultural Symposium and 1th International Symposium on Agricultural Technology. August 25-27 2010, Bangkok, Thailand.

Pumnuan, J., Chandrapatya, A. and A. Insung. 2010. Acaricidal activities of plant essential oils three plants on the mushroom mites, *Luciaphorus perniciosus* Rack (Acari: Pygmophoridae). Pakistan Journal Zoollogy. 42(3): 247-252.

Pumnuan, J., Insung, A. and R. Pikanes. 2009. Effectiveness of medical plant essential oils on pregnant female of *Luciaphorus perniciosus* Rack (Acari: Pygmephoridae). *In* Go...Organic 2009: The International Symposium on The Approach of Organic Agriculture: New Markets, Food Security and a Clean Environment, August 19-21, 2009, Pullman Bangkok King Power Hotel, Bangkok, Thailand.

Charoensak, S., **Pumnuan, J.** and A. Insung. 2009. Efficiency of extracts from indigenous herbs of Northeastern Thailand in controlling the tobacco cutworm, *Spodoptera litula* (F.). *In* Go...Organic 2009: The International Symposium on The Approach of Organic Agriculture: New Markets, Food Security and a Clean Environment, August 19-21, 2009, Pullman Bangkok King Power Hotel, Bangkok, Thailand.

Pumnuan, J., Insung, A. and A. Chandrapatya. 2008. Acaricidal effects of herb extracts on the mushroom mites, *Luciaphorus perniciosus* Rack and *Formicomotes heteromorphus* Magowski. Systematic & Applied Acarology. 13(1): 33–38.

Insung, A,. **Pumnuan, J.** and A. Chandrapatya. 2008. Acaricidal activities of wild plant extracts against *Luciaphorus perniciosus* Rack (Acari: Pygmephoridae) and *Formicomotes heteromophus* Magowski (Acari: Dolichocybidae). Systematic and Applied Acarology. 13(3-4): 188-194.

Pumnuan, J. and A. Insung. 2007. Persistence of Household Insecticides to House Dust Mite, *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart). 706-708 *In* Proc. of the 2sd KMITL International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 21-23 November 21-23, 2007.

Pumnuan, J. and L. Amonsin. 2004. Rapid Bioassay of Insecticide Residues on Vegetables by Acetylcholinesterase from Honey Bee Head. 257-258 *In* Proc. of the 1st KMITL International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 25-26 August 2004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

ดร.นรธัช ประชุม
NORATAT PRACHOM, Ph.D. (Aquaculture nutrition)
Email: noratat.pr@kmitl.ac.th and noratat@live.co.th
Mobile: 0856159915

Education background

October 2010 – September 2013: Ph.D. (Fish nutrition),
Tokyo University of Marine Science and Technology,
Tokyo, Japan

August 2007 – May 2009: M.Sc. (Fish nutrition)
Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand

August 2005 – May 2007: M.Sc. (Environmental Toxicology)
Asian Institute of Technology/
Mahidol University/Chulabhorn Research Institute,
Bangkok, Thailand

June 1998 – March 2002: B.Sc. (Zoology)
Kasetsart University, Bangkok,Thailand

***Work experiences** (12 years working in aquafeed industry)*

January 2016 – Present: *Faculty member and researcher*,
Department of Animal Production Technology and Fisheries,
Faculty of Agricultural Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

April 2015 – Present: *Aquaculture nutritionist/consultant (Formulation and Quality system)*,
Bluefalo Co., Ltd., Nakornpathom, Thailand
Aquaculture nutritionist/consultant (Formulation and Quality system),
Laithiêu Feedmill Co., Ltd., Ho Chi Minh, Vietnam

December 2013 – March 2015: Assistant Managing Director (Aquafeed formulation, Research Development and Quality system)
Asian Feed Co., Ltd., Thailand

July 2008 – August 2009: Research scientist (Marine fish feed),
Kochi University, Japan

August 2006 – May 2007: Research scientist (Aquaculture),
Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

September 2005 – July 2006: Research apprentice, Laboratory of Pharmacology
New York University/Mahidol University

March 2004 – May 2005: Research Development Supervisor (Database analysis)
Sales and marketing Department,
Banyan Tree Hotel, Bangkok, Thailand

January 2000 – March 2004: Student/Technical assistant, Department of Zoology,
Faculty of Sciences, Kasetsart University

Selected research publications **(within 5 years)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Suneerat Ruangsomboon, Piyanast Sornchai, **Noratat Prachom**. (2018). Enhanced hydrocarbon production and improved biodiesel qualities of *Botryococcus braunii* KMITL 5 by vitamins thiamine, biotin and cobalamin supplementation. **Bioresource Technology**. 29, 159-169.

Suneerat Ruangsomboon, **Noratat Prachom**, Piyanast Sornchai. (2017). Enhanced growth and hydrocarbon production of *Botryococcus braunii* KMITL 2 by optimum carbon dioxide concentration and concentration-dependent effects on its biochemical composition and biodiesel properties. **Bioresource Technology**, 244, 1358-1366.

Noratat Prachom, Yutaka Haga, Shuichi Satoh. (2013). Impact of dietary high protein distillers dried grains on amino acid utilization, growth response, nutritional health status and waste output in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, 19 (s1).

Selected abstracts and conferences **(within 2 years)**

Jarongsak Poomnuan, **Noratat Prachom,** Paveena Taveekijakarn. (2018). NUTRIENT DIGESTIBILITY OF SELECTED INSECTS FOR PACIFIC WHITE SHRIMP Litopenaeus vannamei, Aqua 2018, **Montpellier, France**.

Noratat Prachom, Suneerat Ruangsomboon, Paveena Taveekijakarn. (2017) NUTRIENT DIGESTIBILITY OF SELECTED MICROALGAE FOR PACIFIC WHITE SHRIMP, Litopenaeus vannamei, World Aquaculture, **Cape Town, South Africa**.

Selected research projects (within 2 years)

A model of community based innovative protein production for feed industry
Funded by: National Science Technology and Innovation Policy Office and National Research Council of Thailand
Research budget for 2019: 25 Million Baht (Approved)
Research budget for 2018: 28 Million Baht

Nutritional evaluation of a variety of phosphorus salts for aquafeed (Black tiger prawn)
Funded by: Aliphos (Netherlands) Co., Ltd.
Research budget for 2018: 550,000 Baht

Nutritional assessment of peptide and amino acid for aquafeed (White shrimp and Asian seabass)
Funded by: Animal Nutrition Group, Ajinomoto (Japan) Co., Ltd.
Research budget for 2018: 400,000 Baht
Research budget for 2017: 800,000 Baht

Nutritional assessment of fermented soybean meal in White shrimp diet
Funded by: Feed Techno Focus Co., Ltd.
Research budget for 2017: 200,000 Baht

Training

Good manufacture practice (GMP: Feedmill)
ISO/IEC 17025:2002 (Laboratoty)
Internal audit ISO/IEC 17025:2002 (Laboratory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล **นางปวีณา ทวีกิจการ**
Mrs. Paveena Taveekilajakarn
เลขประจำตัวประชาชน 3739900090673
2. รหัสประจำตัวนักวิจัย 42-40-0036
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 7
4. สถานที่ทำงาน ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทรศัพท์/โทรสาร : 3264071 /3264099
e-mail: ktpravee@kmitl.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ปริญญา	อักษรย่อและชื่อเต็ม	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2528	ตรี	วท.บ. (ประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2530	โท	วท.ม. (ประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2539	เอก	Ph.D. (Fish pathology)	Mie university	Japan

6.สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ
พยาธิสภาพของเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 การบริหารงานวิจัย -

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

7.2.1 อัตราการรอดและการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงในบ่อคอนกรีตโดยใส่ที่หลบภัยต่างกัน. วารสารแก่นเกษตร 16 (5): 251-256. 2531. (ผู้ร่วมวิจัย)

7.2.2 ความเป็นพิษของสารสกัดจากผลมะคำดีควายต่อปลานิลที่ระดับความเค็มของน้ำแตกต่างกัน.วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 8 (2): 25-31. 2533 (หัวหน้าโครงการวิจัย)

7.2.3 การเจริญเติบโตของปลาหมอไทยที่เลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาส. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 9(1): 45-54.2534 (ผู้ร่วมวิจัย)

7.2.4 โรคและการเจริญเติบโตของปลาดุกอุยที่อนุบาลในระดับความเค็ม 0 2 4 6 8 และ 10 ส่วนในพัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 10(4) : 18-32. 2535 (หัวหน้าโครงการ)

7.2.5 การใช้อาหารมีชีวิต(ไรแดง)เปรียบเทียบกับอาหารเม็ดและปลาเป็ดในการอนุบาลลูกปลากะพงขาว (Lates calcarifer) ในน้ำที่มีระดับความเค็มต่ำ. ปีที่พิมพ์ 2541 (ผู้ร่วมวิจัย)

7.2.6 Histology of the walking catfish. Asian Fish Health, Bangkok. 96 p. 1991. (ผู้ร่วมวิจัย)

7.2.7 Vitamin A deficiency in cherry salmon. J. Aqua. Ani. Health 6(3): 196-126. 1994. (หัวหน้าโครงการ)

7.2.8 Haematological changes in amago salmon Oncorhynchus rhodurus (Jordan et McGregor) fed a vitamin D-free diet. J. Fish Diseases 19(4): 289-294. 1996. (หัวหน้าโครงการ)

7.2.9 Studies on vitamin K deficiency in amago salmon Oncorhynchus rhodurus (Jordanet McGregor). J. Fish Diseases 19(3): 209-214.1996. (หัวหน้าโครงการ)

7.2.10 Taveekijakarn P., Nash G., Somsiri T. and Putinaowarat S. (2002) Marteilia-like species: first report in Thailand. AAHRI Newsletter, Vol. 11, No. 2, 1-2.

7.3 งานวิจัยที่กำลังทำ

7.3.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งปลาสวยงามเพื่อการส่งออก (หัวหน้าโครงการ)

7.3.2 การใช้ 2-phynoxyethanol เพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งปลาหางนกยูง (หัวหน้าโครงการ)

7.3.3 อัตราการปล่อยที่เหมาะสมของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงแบบระบบปิดด้วยน้ำความเค็มต่ำ (หัวหน้าโครงการ)

7.3.4 โรคตะพาบน้ำพันธุ์ไตหวัน (ผู้ร่วมวิจัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้