

Appropriate feeding method with automatic feeder for Giant freshwater prawn culture (*Macrobrachium rosenbergii* de Man)

รูปแบบการเหวี่ยงอาหารด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

Received : 3 Oct 22

Reviewed : 7 Feb 23

Revised : 16 Feb 23

Accepted : 7 Mar 23

Supatchaya Thani*

สุภัชญา ธานี*

Department of Fishery Faculty of Agriculture, Ubon Ratjabhat University

สาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

Wirongrong Sangduan

วิรงรอง แสงเดือน

Office for National Education Standards and Quality Assessment (Public Organization)

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน)

*Corresponding Author, Tel. +6681 068 9054 E-mail: supatchaya.t@ubru.ac.th

*ผู้พิมพ์ประสานงาน โทรศัพท์. 081-0689054 อีเมล: supatchaya.t@ubru.ac.th

Abstract

A study of feed centrifugation patterns suitable for nursery and culture rearing To determine the centrifuge pattern by auto-feed centrifuge in raising young and fattening Giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii* de Man). As a guideline for determining the centrifuge of feed suitable for growth in weight, length, and survival rate of Giant freshwater prawn, in phase 1, 4 centrifuge patterns were tested and the results were obtained from feed centrifugation 2. The best model was tested in Phase 2 in 2x4x1 m. cages and 50 shrimps were released per cage. Results in Phase 1 and Phase 2 showed that feed centrifugation at the edge of the pond Both stages of Giant freshwater prawns

have the best growth. followed by throwing food into the middle of the pond When considering the growth rate of Giant freshwater prawns in the second stage, it was found that the mean weight growth of young lobsters was statistically different ($p < 0.05$). The statistical significance ($p < 0.01$). In the fattening Giant freshwater prawn, it was found that the growth effect was different from the young Giant freshwater prawn as follows: the mean weight growth of the lobster was statistically different. The growth in length was not significantly different ($p > 0.05$). The survival rate had the same effect in both phases. Significantly ($p < 0.01$), the proper form of centrifugation of lobster feed should be that the automatic centrifuge should be centrifuged to the edge of the pond to affect feed access. growth and the best survival rate.

Keywords: Giant freshwater prawn, Food swinging pattern, Automatic feeding machine

บทคัดย่อ

การศึกษารูปแบบการเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลและการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เพื่อหา รูปแบบที่เหมาะสมในการพัฒนารูปแบบการเหวี่ยงอาหารโดยเครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติ (automatic feeding machine) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและระยะขุน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดระยะเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม ในระยะที่ 1 ทำการทดสอบรูปแบบการเหวี่ยง 4 รูปแบบ แล้วนำผลที่ได้จากการเหวี่ยงอาหาร 2 รูปแบบที่ดีที่สุดมาทำการทดสอบในระยะที่ 2 ในกระชังขนาด $2 \times 4 \times 1$ เมตร ทำการปล่อยลูกกุ้ง 50 ตัวต่อกระชัง ผลการทดลองในระยะที่ 1 และระยะที่ 2 พบว่า การเหวี่ยงอาหารบริเวณขอบบ่อกุ้งก้ามกรามทั้ง 2 ระยะมีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด รองลงมาคือการเหวี่ยงอาหารไปที่บริเวณกลางบ่อ เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามในระยะที่ 2 พบว่า การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนมีความแตกต่างทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนในกุ้งก้ามกรามระยะขุนนั้น พบว่า มีผลการเจริญเติบโตแตกต่างจากลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ดังนั้น การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) ในส่วนของอัตราการรอดตายมีผลไปในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 ระยะ คือ มีความแตกต่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังนั้นรูปแบบที่เหมาะสมในการเหวี่ยงอาหารกุ้งก้ามกรามควรตั้งค่าเครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติให้เหวี่ยงไปที่

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

บริเวณขอบบ่อจะส่งผลต่อการเข้าถึงอาหาร การเจริญเติบโต และอัตราการรอดในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: กุ้งก้ามกราม รูปแบบการเลี้ยงอาหาร เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ

1. บทนำ

กุ้งก้ามกราม หรือ กุ้งนาง กุ้งหลวง กุ้งก้ามเกลี้ยง (giant freshwater prawn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* de Man สามารถพบได้ตามแหล่งน้ำจืดทั่วไป โดยเฉพาะแม่น้ำที่มีรอยต่อระหว่างน้ำทะเลและน้ำกร่อย [1] เป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ เนื้อมีรสชาติดี ราคาแพง จัดเป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มีราคาจำหน่ายค่อนข้างสูง [2], [3] แหล่งเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่สำคัญอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ราชบุรี และสุพรรณบุรี มีผลผลิตรวมร้อยละ 80 ของผลผลิตทั้งหมดรองลงมาคือ จังหวัดกาญจนบุรี สมุทรสาคร ฉะเชิงเทรา กาฬสินธุ์ และปราจีนบุรี [4] ผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นสินค้าที่สร้างรายได้หลายประเทศ [5] และเป็นสินค้าส่งออกประเทศไทย สินค้าทางการประมงที่ผลิตทั่วโลกร้อยละ 91 มาจากประเทศในทวีปเอเชีย ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกที่สำคัญ 10 อันดับแรกของโลก [6] รายงานว่า กุ้งก้ามกรามราคาจำหน่ายตามขนาดของกุ้ง มีราคาตั้งแต่กิโลกรัมละ 150-340 บาท หากมีการทำการตลาดที่ดีหรือทำการเลี้ยงและจำหน่ายเองโดยเปิดร้านขายปลีกส่งสามารถจำหน่ายได้ถึง กิโลกรัมละ 800-1,400 บาท ตลาด

หลักของกุ้งก้ามกรามนิยมจำหน่ายและบริโภคภายในประเทศและมีการส่งออกไปจำหน่ายตลาดต่างประเทศประมาณร้อยละ 20 ถึง 30 [7] ของผลผลิต ปัจจุบันนิยมเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดินแบบหนาแน่น [8] ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงจะจำหน่ายภายในประเทศเป็นหลักและมีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น ดังรายงานของ [8] ในปี 2560 กุ้งก้ามกรามมีปริมาณการผลิต 21,415 ตัน คิดเป็น 4,937,689 ล้านบาท ล่าสุด [9] รายงานว่า ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2565 กลุ่มผู้บริโภคมีความต้องการกุ้งก้ามกรามเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้ราคากุ้งก้ามกรามมีราคาจำหน่ายสูงขึ้นเช่นเดียวกัน มีการส่งออกไปต่างประเทศปริมาณ 2,260.6 ตัน คิดเป็นมูลค่า 285 ล้านบาท จำแนกเป็นกุ้งก้ามกรามสดหรือแช่เย็นร้อยละ 40 มีชีวิตร้อยละ 2.9 และพ่อแม่พันธุ์กุ้ง 0.5 ของปริมาณการส่งออกกุ้งในปี 2565 จากรายงานดังกล่าวจะเห็นว่าผลผลิตรวมของกุ้งก้ามกรามนั้นมีปริมาณน้อยเนื่องจากมีอัตราการรอดต่ำ สอดคล้องกับ [10] รายงานว่า มีอัตราการรอดเพียงร้อยละ 28.13 เท่านั้น รูปแบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในปัจจุบันมีการเลี้ยงในบ่อดิน และให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปด้วยแรงงานคนหว่านไปที่บริเวณขอบบ่อ 2-3 มื้อต่อวัน [11] แรงงานที่ใช้ในการเลี้ยงเกษตรกรมักใช้แรงงาน

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ในครัวเรือน เพื่อประหยัดต้นทุนในการเลี้ยง แต่เนื่องจากมีปรับขึ้นค่าแรงงานขั้นต่ำให้เหมาะสมกับค่าครองชีพที่สูงขึ้น ฟาร์มเลี้ยงกุ้งหลายแห่งจึงแก้ไขปัญหาด้วยการนำแรงงานต่างชาตินำมาใช้ภายในฟาร์มเพื่อลดต้นทุนด้านแรงงาน แรงที่ใช้ในการเหวี่ยงอาหารไม่สามารถกำหนดให้อาหารกระจายตัวสม่ำเสมอเท่ากันได้ทุกจุดทั่วบ่อ [12] การกระจายตัวของอาหารที่ให้แต่ละครั้งมีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกราม เนื่องจากธรรมชาติของกุ้งก้ามกรามมีนิสัยดุร้าย กินกันเองและหวงอาณาเขต [13] หากกินบริเวณพื้นท้องน้ำ [14] กินอาหารที่มีระดับโปรตีนสูงถึงร้อยละ 33, 35 [15] ถึงร้อยละ 57 [16] ระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการรอดในกุ้งวัยอ่อนอยู่ระหว่างร้อยละ 30 ถึง 50 [17] และในระยะโพสลาว่า (Post larval) ในช่วงร้อยละ 35 ถึง 40 [18] เป็นสัตว์ที่กินอาหารค่อนข้างช้าอาหารที่ให้จึงต้องมีความคงทนอยู่ในน้ำได้นานอย่างน้อย 4-5 ชั่วโมง ความคงทนของเม็ดอาหารในน้ำนับเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญต่อการเลี้ยงกุ้งเช่นเดียวกัน [19] จากพฤติกรรมการกินอาหารดังกล่าวจึงยากที่จะวัดปริมาณอาหารที่กินในการทดสอบอาหาร [20] การให้อาหารแต่ละมื้อต้องคำนึงความเหมาะสมด้วย [21] ควรให้อาหารร้อยละ 5-10 ของน้ำหนักตัว [11] ช่วงเวลาการให้อาหารคือ เวลา 9.00 และ 15.00 น. เป็นช่วงเวลาที่กุ้งใช้ประโยชน์จากอาหารได้สูงสุด [20] และ [22] กุ้งระยะขุนเกษตรกรจะให้อาหาร 2 มื้อต่อวัน ในช่วงเช้าจะให้น้อย (ร้อยละ 30) กว่าช่วงเย็น (ร้อยละ 70) [14], [23] และ [24] อาหารที่ให้

ต้องเพียงพอกับความต้องการในแต่ละมื้อ หากให้อาหารมากเกินไปความต้องการเศษอาหารจะตกค้างที่พื้นบ่อกลายเป็นของเสีย [25] มีการประมาณการว่าอาจมีปริมาณร้อยละ 36 ถึง 40 [26] หรือสูงถึงร้อยละ 60 ของปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด [26] และ [27] [17] นับเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลให้มีเศษอาหารเหลือตกค้างใต้พื้นบ่อ และต้นทุนค่าอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสูง [17] โดย [26] รายงานว่าต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำสูงถึงร้อยละ 40 ถึง 57.48 [28] นอกจากนี้แล้วยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพกุ้งอีกด้วย เนื่องจากกุ้งก้ามกรามจะมีการลอกคราบเป็นระยะ เมื่อมีการเจริญเติบโตขึ้นอยู่สภาพแวดล้อม คุณภาพน้ำ อุณหภูมิ แสงแดด อาหาร [14], [23] และ [24] ในบริเวณที่กุ้งอาศัย [2] ใช้เวลา 24 ชั่วโมง ในการสร้างเปลือกหุ้มตัว และใช้เวลา 1-3 วัน เปลือกใหม่จึงจะมีความหนาดังเดิม [29] ช่วงเวลานี้กุ้งจะกินกันเองส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดต่ำ จากสาเหตุดังกล่าว นับเป็นปัญหาสำคัญของเกษตรกรที่ทำให้การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามได้ผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร และมีต้นทุนในการเลี้ยงที่สูงตามไปด้วย [13]

ดังนั้นจึงมีนักวิชาการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำการศึกษาและพัฒนาสูตรอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม รวมทั้งคิดค้นอุปกรณ์ในการให้อาหารสัตว์น้ำ เพื่อลดปัญหาขาดแคลนแรงงานและความไม่แน่นอนดังกล่าว [12] อย่างต่อเนื่อง

ทั้งนี้ยังไม่มีข้อมูลรายงานเปรียบเทียบการเจริญเติบโตรวมทั้งอัตราการรอด ที่แน่ชัดว่ารูปแบบใดที่เหมาะสมในการอนุบาลและเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

หากมีการศึกษารูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปจัดการรูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลและการเลี้ยงของเกษตรกรให้มีความแม่นยำ และเกิดประสิทธิภาพในการให้อาหารสูงสุด นอกจากนี้ยังเป็นช่องทางหนึ่งที่สามารถลดต้นทุนด้านอาหารและการเสื่อมสภาพของน้ำที่เกิดจากอาหารตกค้างภายในบ่อ รวมทั้งสุขภาพของกุ้งได้อีกด้วย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

รูปแบบในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และฟาร์มในประเทศไทย มักดัดแปลงพื้นที่ในการทำนาข้าวเดิมให้เป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง แรงงานที่ใช้ภายในฟาร์มส่วนใหญ่เป็นแรงงานที่อยู่ในครัวเรือนหรือท้องถิ่น ซึ่งอาจเป็นเพราะกุ้งก้ามกรามมีขั้นตอนและวิธีการเลี้ยงที่ไม่ซับซ้อนเหมือนการเลี้ยงกุ้งทะเล ในการให้อาหารระหว่างการเลี้ยงนั้นจะใช้แรงงานคนโดยให้อาหารสาตไปทีบริเวณขอบบ่อ ซึ่งไม่สามารถควบคุมระยะเวลาการแพร่กระจายของอาหารให้มีการกระจายตัวที่เท่ากัน ด้วยอุปนิสัยของกุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำ และกินอาหารค่อนข้างช้าเมื่อเปรียบเทียบกับปลา ดังนั้นอาหารที่ให้ในแต่ละมื้ออาจกระจายตัวไม่ทั่วถึงและมีความเสี่ยงที่กุ้งอาจเข้าถึงอาหารได้ไม่เท่าเทียมกัน กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์ที่กินอาหารที่มีโปรตีนที่สูง (กลุ่มสัตว์กินเนื้อ) ต้นทุนในการเลี้ยงจึงสูงตามไปด้วย อาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ควรมีโปรตีนร้อยละ 35 ถึง 40 และร้อยละ 25 ถึง ในช่วงขุน 35 [30]

หากการให้อาหารกุ้งในแต่ละวันไม่เพียงพอจะส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้ง ในขณะเดียวกันหากมีอาหารเหลือตกค้างภายในบ่อจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของกุ้งได้ [31] สาเหตุที่ส่งผลต่อสุขภาพสัตว์น้ำโดยตรงคือ [26] ไนโตรเจน และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่สามารถเกิดขึ้นและตกค้างภายในบ่อที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำได้จากปัญหานี้ ผู้เลี้ยงต้องสังเกตการกินอาหารของกุ้งอยู่เสมอ จะทำให้วางแผนในการจัดการปริมาณอาหารได้อย่างเหมาะสม

โดยธรรมชาติกุ้งจะได้อาหารจากธรรมชาติของอาหาร ทำให้ทราบว่าอาหารอยู่บริเวณใกล้เคียง และใช้หนวดในการค้นหาอาหารบริเวณพื้นท้องน้ำ ก่อนที่จะใช้ก้ามบดฉีกอาหารและลำเลียงมายังปากก่อนกินและเข้าสู่ระบบการย่อยภายในร่างกายต่อไป ดังนั้นอาหารที่ให้ในแต่ละครั้งต้องมีความเหมาะสมทั้งการคงทนในน้ำที่ใกล้เคียงระยะเวลาในการกินกับพฤติกรรมการกินของกุ้งก้ามกราม หากมีอาหารเหลือตกค้างภายในบ่อ (ไม่มีกลิ่น) กุ้งจะไม่มีการกินอาหารเก่า เนื่องจากไม่มีกลิ่นดึงดูดและอาหารละลายน้ำเป็นส่วนหนึ่งของของเสียที่อยู่รวมกันบริเวณพื้นท้องน้ำทำให้เกิดปัญหาต่อผู้เลี้ยงและสุขภาพของกุ้ง [32] ส่งผลให้กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ช้า อ่อนแอ ติดเชื้อ เช่น น้ำที่ใช้เลี้ยงเสื่อมสภาพเร็ว กุ้งโตช้า กุ้งแตกไซส์ ต้นทุนค่าอาหารสูงขึ้น [29] ลอกคราบไม่ได้ เป็นต้น ทั้งนี้การกินอาหารของกุ้งก้ามกรามเป็นเครื่องชี้วัดที่สำคัญที่มีผลต่อสุขภาพของกุ้งและสภาพแวดล้อมโดยรวมของบ่อที่ใช้เลี้ยง [31] ซึ่งการกระจายตัวของอาหารกุ้งก้ามกราม

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ภายในบ่อถือเป็นปัจจัยที่สำคัญของระดับความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ปัจจุบันมีการนำเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ (automatic feeding machine) มาใช้ในการให้อาหารกุ้งก้ามกรามบ้างแล้ว แต่ยังไม่มีความรู้ที่ศึกษารูปแบบในการให้อาหารที่เหมาะสมเลย ดังนั้นการใช้เทคโนโลยีเครื่องให้อาหารอัตโนมัติมาใช้ทดแทนแรงงานคนที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น จำเป็นต้องมีการศึกษารูปแบบการให้อาหารกุ้งที่มีความเหมาะสมในการเข้าถึงอาหารที่ส่งผลต่อเจริญเติบโตที่ดี เพื่อนำไปเป็นข้อมูลส่วนสำคัญในการกำหนดปริมาณในการให้อาหาร และการกำหนดรูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงและการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาแบบการแพร่กระจายของอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลกุ้งวัยอ่อน

1.2.1 ศึกษาแบบการแพร่กระจายของอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์ที่จัดอยู่ในกลุ่มกินเนื้อและมีพฤติกรรมที่ดุร้ายและหวงอาหารเวลาที่กินอาหาร ประกอบกับกินอาหารได้ค่อนข้างช้า และชอบกินอาหารใหม่อยู่เสมอ ดังนั้นอาหารที่ให้กุ้งก้ามกรามต้องมีการเคลื่อนไหว และสามารถคงรูปอยู่ในน้ำได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง รวมทั้งต้องมีรูปแบบการแพร่กระจายของอาหารที่เหมาะสม เพื่อให้กุ้ง

ก้ามกรามสามารถเข้าถึงอาหารได้อย่างทั่วถึง จะทำให้กุ้งก้ามกรามมีการเจริญเติบโตและมีอัตราการรอดที่ดี ดังนั้นในการศึกษารูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลและเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในครั้งนี้ จึงทำการทดสอบรูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมของกุ้งวัยอ่อนและช่วงขุน โดยทำการทดสอบรูปแบบของการแพร่กระจายของอาหาร เพื่อหารูปแบบการแพร่กระจายของอาหารที่เหมาะสม ในการเข้าถึงอาหารของกุ้งก้ามกราม ทดสอบรูปแบบการแพร่กระจายร่วมกับการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในกระชังบก เพื่อดูระยะการแพร่กระจายจากเครื่องให้อาหารอัตโนมัติแล้วสังเกตพฤติกรรมของกุ้งก้ามกราม ทั้งด้านการเข้าถึงอาหารและความชอบในการกินอาหารที่ระยะใด เพื่อหาระยะของการให้อาหารจากเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ แบ่งเป็น 2 การทดลอง คือ

1.3.1 การทดลองที่ 1 การทดสอบการแพร่กระจายของอาหารที่ให้กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและระยะขุนเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ทำการให้อาหาร 4 รูปแบบ

1.3.2 การทดลองที่ 2 นำผลการทดลองที่ 1 ที่มีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด 2 รูปแบบ มาทำการศึกษาต่อในการทดลองที่ 2 เพื่อหาอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย รวมทั้งอัตราการรอด ของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและระยะขุนเป็นเวลา 4 สัปดาห์

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการทดลองที่ 1 จะทำการทดสอบพฤติกรรมการกินอาหารของกึ่งวัยอ่อน เป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อนำผลการทดสอบที่ดีที่สุด 2 รูปแบบ ไปทดสอบต่อในการทดลองที่ 2 ใช้เวลาทดลอง 4 สัปดาห์ ทั้ง 2 การทดลองจะทำการทดสอบในกระชังบก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษารูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลกึ่งวัยอ่อนและเลี้ยงกึ่งก้ามกราม จะเป็นข้อมูลสำคัญในการลดต้นทุนด้านอาหาร และช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกึ่งก้ามกรามสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม เพื่อให้การแพร่กระจายของอาหารมีความเหมาะสมต่อการเข้าถึงอาหารของกึ่งก้ามกราม ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายที่ดี

2.วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 วัสดุ อุปกรณ์

- 2.1.1. กระชังบก
- 2.1.2. เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ
- 2.1.3. เครื่องชั่งตวงวัด 2 ตำแหน่ง
- 2.1.4. กะละมัง
- 2.1.5. ไม้บรรทัด
- 2.1.6. สายยาง
- 2.1.2 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์

2.2. ขั้นตอน วิธีการวิจัย

2.2.1 เตรียมลูกกุ้งก่อนดำเนินการทดลอง โดยการนำมาพักไว้เป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อให้คุ้นเคยกับพื้นที่แคบ

เตรียมการทดลองโดยทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) อัตราการปล่อยกุ้งกระชังละ 50 ตัว การทดลองละ 3 ซ้ำ ทั้ง 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ทดสอบการแพร่กระจายของอาหารที่ให้ลูกวัยอ่อนและกุ้งระยะขุน 4 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 การให้อาหารที่บริเวณขอบบ่อ

รูปแบบที่ 2 การให้อาหารไปที่บริเวณกลางบ่อ 2 จุด

รูปแบบที่ 3 การให้อาหารให้ตกลงตำแหน่งกลางบ่อ

รูปแบบที่ 4 การให้อาหารแบบไร้ทิศทาง (ให้อาหารทั่วบ่อ)

การทดลองที่ 2 ทดสอบการแพร่กระจายของอาหารที่ให้กึ่งวัยอ่อนและกุ้งระยะขุน 2 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 การให้อาหารที่บริเวณขอบบ่อ

รูปแบบที่ 2 การให้อาหารให้ตกลงตำแหน่งกลางบ่อ

2.2.2 ทำการชั่งน้ำหนักและความยาวเริ่มต้น ให้กินอาหารจนอิ่มทุกชุดการทดลอง ในการ

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ทดลองที่ 1 ให้ อาหาร 3 มื้อ ส่วนการทดลองที่ 2 ให้อาหาร 2 มื้อต่อวัน

2.2.3 เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนัก และความยาวในการทดลองที่ 1 ในสัปดาห์ที่ 2 ส่วนการทดลองที่ 2 จดบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักทุกสัปดาห์ และอัตราการรอดในสัปดาห์ที่ 4

2.2.4 กระชังบกกที่ใช้ขนาด 2x4x1 เมตร ระดับน้ำก็ 50 เซนติเมตร

2.2.5 ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปในการทดลอง ดังนี้ การทดลองที่ 1 ใช้อาหารเม็ดเบอร์ 1 ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้อาหารเม็ดเบอร์ 4 เหยียงอาหาร 2 มื้อต่อวัน ปริมาณอาหารที่ให้ในการทดลองที่ 1 ร้อยละ 5 ของน้ำหนักกุ้ง ส่วนในการทดลองที่ 2 จะปรับปริมาณตามน้ำหนักของกุ้งทุกสัปดาห์ ในการให้อาหารเม็ดจะแบ่งเวลาให้อาหารออกเป็น 2 ช่วงเวลา เวลาที่ 1 คือ 07.00 น. เมื่อถึงเวลา Timer จะสั่งการในการปล่อยอาหารคราวละ 3 กิโลกรัม และเหยียงภายในรัศมีเป็นระยะ 12 เมตร ทั้งนี้การให้อาหารจะให้จนกว่าอาหารจะหมดในถังพักสำรอง เวลาที่ 2 คือ 17.00 น. เมื่อถึงเวลา Timer จะสั่งการในการปล่อยอาหารคราวละ 3 กิโลกรัม และเหยียงภายในรัศมีเป็นระยะ 12 เมตร ทั้งนี้การให้อาหารจะให้จนกว่าอาหารจะหมดในถังพักสำรอง เวลาที่ 2 คือ 17.00 น. ใช้กระบวนการแบบเดิม โดยเครื่องให้อาหารจะสามารถรู้เช้ทการทำงานได้ตามที่เกษตรกร กำหนด

2.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้วิธี

วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม PSPP วิเคราะห์ทางสถิติ



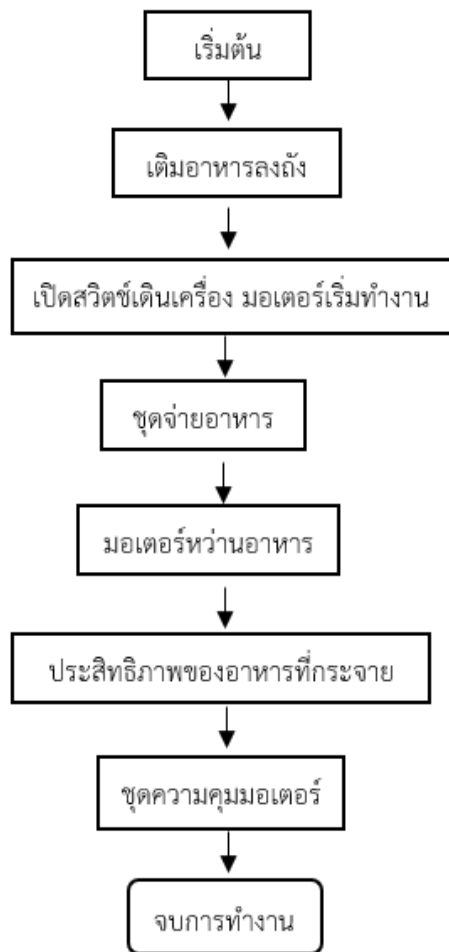
รูปที่ 1 การสร้างกระชังบกกทดสอบเพื่อทดสอบ
ระยะการเหยียงอาหาร

3.ผลการทดลอง

ผังการทำงานของเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ

ผังการทำงานของเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติด้วยการพัฒนาระบบการให้อาหารกึ่งก้ามกรามแบบแรงเหยียงด้วยระบบไฟฟ้า โดยผู้วิจัยได้ออกแบบองค์ในการเหยียงอยู่ที่ 5-12 เมตร โดยบ่อทดลองจะมีขนาด 20 x 22 ตารางเมตร ซึ่งผังการทำงานของเครื่องแสดงได้ดังนี้

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)



รูปที่ 2 ผังการทำงานของเครื่องเหยียดอาหาร
อัตโนมัติ

**การทดสอบเวลาในการหว่านและการ
กระจายอาหารด้วยเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติใน
พื้นที่จำลอง**

ในการทดสอบมีพื้นที่จำลองในการทดสอบ และมีขนาดอาหารเม็ดเบอร์ 4S ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร ใส่ในถังเครื่องให้อาหารอัตโนมัติอย่างละ 2 กิโลกรัม ต่อการทดสอบต่อ 1 ครั้ง และนำอาหารที่เตรียมไว้มาใส่ในถังเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติในพื้นที่ที่เตรียมไว้ ทำการ

ทดสอบ 5 ครั้งในพื้นที่จำลอง โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์

Table 1 Test results for sowing time and feed distribution using a voltage of 220 V.

Number test	Voltage (volt)	Sowing time (minutes)	Scatter radius(m)
1	218.5	7.56	11.5
2	225.7	7.53	12
3	219.1	7.54	11.7
4	221.9	7.53	12
5	222.1	7.53	11.8
Average	221.46	7.69	11.8

จากตารางแสดงผลการทดสอบของเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติที่ใช้ทดสอบหว่านอาหารในพื้นที่ดิน โดยทดสอบการกระจายบนพื้นดินจำนวน 5 ครั้ง ด้วยน้ำหนักอาหารที่ใช้ในการทดสอบคือ 2 กิโลกรัมเฉลี่ยแรงดันไฟฟ้าที่ 221.46 โวลต์และจับเวลาในการทดสอบเครื่องให้อาหารกึ่งอัตโนมัติในการกระจายเฉลี่ยอยู่ 7.69 นาทีทดสอบ 5 ครั้ง ระยะการกระจายโดยเฉลี่ย 11.80 เมตร จากนั้นทำการทดสอบที่บ่อจริง



รูปที่ 3 การทดลองประกอบถังใส่อาหารกุ้งแบบ
สแตนเลส 304 และทดสอบเหยื่ออาหารในฟาร์ม
ทดสอบ

ผลการทดลองการกระจายของเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบ 5 ครั้ง ระดับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์และเก็บตัวอย่างการกระจายอาหารทั้ง 8 พื้นที่ โดยเฉลี่ยแล้วเท่ากับ 14.025 กรัม เมื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (CV) จากการทดลองโดยเฉลี่ยจากการทดสอบ 5 ครั้งเท่ากับร้อยละ 18.594 และได้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว (UC) เท่ากับร้อยละ 99.69

หลักการทำงานของเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเป็นถังพลาสติกโค้งรอบตัวครอบถัง และใช้เหล็กที่สามารถรองรับน้ำหนักถังพักอาหาร น้ำหนักของเครื่องจะอยู่ส่วนกันถังมากกว่าส่วนบน ซึ่งโครงสร้างถังและระยะห่างระหว่างกรวยจ่ายอาหารกับมอเตอร์หว่านอาหาร มีระยะห่างกันพอดีกับระยะที่ตั้งไว้

สำหรับมอเตอร์กรวยจ่ายอาหาร ได้ออกแบบให้ติดอยู่กับถังอาหาร สำหรับหัวจ่าย

อาหารจะใช้พลาสติกเป็นหัวหมุนเพื่อจ่ายอาหารเพื่อความคงทนและมีอายุการใช้งานค่อนข้างนาน โดยความเร็วรอบของการหมุนคือ 20 รอบต่อนาที โดยมีความเร็วรอบของการหว่านอาหารที่ 1200 rpm โดยเครื่องให้อาหารกุ้งที่พัฒนาขึ้นเหมาะสมกับการจ่ายอาหารโดยสามารถแบ่งเป็นรอบในการให้อาหารตามความต้องการของเกษตรกร

ระบบการหว่านของเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้ออกแบบให้มีกรวยหว่านมีขนาดมุม 30 องศาซึ่งความเร็วรอบในการหว่านคือ 2,800 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นการหว่านที่มีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับกรวยหว่านที่ให้มีกรวยหว่านแบบที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด โดยอาหารที่ให้ออกไปมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Uniformity Coefficient) ร้อยละ 99.69 ระยะการกระจายวัดได้รัศมี 8.53 เมตร ในขณะที่เครื่องทั่วไปให้ค่าสัมประสิทธิ์การกระจายและมีรัศมีของการให้อาหารเท่ากับร้อยละ 56.9-72.9 และ รัศมีอยู่ที่ 7.5 เมตร ตามลำดับ

การทดลองที่ 1 การทดสอบการแพร่กระจายของอาหารที่ให้กุ้งวัยอ่อนและระยะขุนเพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและความยาวเฉลี่ย

1. น้ำหนักเฉลี่ย (body weight gain)

กุ้งวัยอ่อน รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 มีแนวโน้มของการเจริญเติบโตที่ดีกว่า รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ กุ้งวัยอ่อนที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.56 กรัมต่อตัว เมื่อ

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

สิ้นสุดการทดลอง 2 สัปดาห์ พบว่า กุ้งวัยอ่อนที่ให้ อาหารรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตด้าน น้ำหนักดีที่สุด 1.72 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ กุ้ง วัยอ่อนที่ให้อาหารรูปแบบที่ 2 โดยมีน้ำหนักเพิ่ม เฉลี่ยเท่ากับ 1.65 กรัมต่อตัว ผลการวิเคราะห์ทาง สถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมีผลต่อ การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักในการอนุบาลกุ้งวัยอ่อนมี ความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 1

สิ้นสุดการทดลอง 2 สัปดาห์ พบว่า กุ้งวัยอ่อนที่ให้ อาหารรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตด้าน น้ำหนักดีที่สุดเฉลี่ย 0.70 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ ลูกกุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารรูปแบบที่ 3 รูปแบบที่ 4 และรูปแบบที่ 2 โดยมีความยาวเพิ่ม เฉลี่ยเท่ากับ 0.49 0.24 และ 0.05 เซนติเมตรต่อตัว ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมีผลต่อเจริญเติบโตด้านความยาวในการ อนุบาลกุ้งวัยอ่อนมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมี นัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 1

Table 2 Mean weight (g) and length (cm) of Giant freshwater fry in experimental cage

pattern	Average			
	weight (g)		length (cm)	
	week 1	week 2	week 1	week 2
1	1.17±0.05 ^a	1.72±0.15 ^a	0.70±0.35 ^a	1.33±0.11 ^a
2	0.81±0.04 ^b	1.23±0.07 ^b	0.05±0.45 ^b	0.41±0.05 ^b
3	1.10±0.06 ^a	1.65±0.07 ^b	0.49±0.11 ^b	0.86±0.08 ^b
4	0.87±0.05 ^b	1.39±0.08 ^b	0.24±0.34 ^b	0.79±0.08 ^b
P value	<0.0001	<0.0001	0.0117	<0.0001

NOTE : a-c Means within a column and under each main effect with no common superscripts differ significantly.

2. การเจริญเติบโตทางด้านความยาวเพิ่ม เฉลี่ย (average length)

กุ้งวัยอ่อนที่ใช้ในการทดลองความยาว เริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.56 เซนติเมตรต่อตัว เมื่อ



รูปที่ 4 การลุ่มกุ้งเพื่อทดสอบการให้อาหารการ ทดลองที่ 2 ทดสอบการแพร่กระจายของอาหารที่ ให้กุ้งวัยอ่อนและกุ้งก้ามกรามระยะขุน 2 รูปแบบ

กุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

1) การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย (average weight gain)

กุ้งวัยอ่อนที่ใช้ในการทดลองมีน้ำหนัก เริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 0.88 กรัมต่อตัว เมื่อสิ้นสุดการ ทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า ลูกกุ้งก้ามกรามที่ให้ อาหารรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตด้าน

น้ำหนักดีที่สุด 1.22 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่ ลูก
กุ้งก้ามกรามที่ให้อาหารรูปแบบที่ 2 โดยมีน้ำหนัก
เพิ่มเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 กรัมต่อตัว ผลการวิเคราะห์
ทางสถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมีผลต่อ
เจริญเติบโตด้านความยาวในการอนุบาลลูกกุ้ง
ก้ามกรามมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
($p < 0.05$) ดังตารางที่ 2

2) การเจริญเติบโตทางด้านความยาวเพิ่ม
เฉลี่ย (average length)

กุ้งวัยอ่อนที่ใช้ในการทดลองมีความยาว
เริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 กรัมต่อตัว เมื่อสิ้นสุดการ
ทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า กุ้งวัยอ่อนที่ให้อาหาร
รูปแบบที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวดี
ที่สุด 4.90 เซนติเมตรต่อตัว รองลงมา ได้แก่ กุ้งวัย
อ่อนที่ให้อาหารรูปแบบที่ 2 โดยมีความยาวเพิ่ม
เฉลี่ยเท่ากับ 0.56 เซนติเมตรต่อตัว ผลการ
วิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมี
ผลต่อเจริญเติบโตด้านความยาวในการอนุบาลกุ้งวัย
อ่อนมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
($p < 0.05$) ดังตารางที่ 2

Table 3 Mean weight (g) and length (cm) of
Giant freshwater fry in experimental cage.

pattern	average weight (g)			
	week 1	week 2	week 3	week 4
1	0.57±0.0 0 ^a	1.11±0.0 1 ^a	1.15±0.0 0 ^a	1.22±0.0 1 ^a
2	0.54±0.0 6 ^b	0.68±0.0 8 ^b	0.89±0.0 3 ^b	0.19±0.0 2 ^b

pattern	average weight (g)			
	week 1	week 2	week 3	week 4
P value	0.0161	0.0021	0.0034	0.0415
1	0.82±0.0 7 ^a	0.96±0.1 5 ^a	1.85±0.0 1 ^a	4.90±0.3 3 ^a
2	0.24±0.0 1 ^b	0.16±0.1 1 ^b	0.48±0.0 6 ^b	0.56±0.0 1 ^b
P value	0.0002	0.0021	<.0001	<.0001

NOTE : a-c Means within a column and
under each main effect with no common
superscripts differ significantly.

กุ้งก้ามกรามระยะขุน

1) การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ย
(average weight gain)

กุ้งก้ามกรามระยะขุนที่ใช้ในการทดลองมี
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 12.18 กรัมต่อตัว เมื่อ
สิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า กุ้งก้ามกรามที่
ได้รับอาหารรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโต
ด้านน้ำหนักดีที่สุด 8.12 กรัมต่อตัว รองลงมา ได้แก่
การให้อาหารรูปแบบที่ 2 โดยมีน้ำหนักเพิ่ม
เฉลี่ยเท่ากับ 1.62 กรัมต่อตัว ผลการวิเคราะห์ทาง
สถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมีผลต่อ
เจริญเติบโตในการเลี้ยงระยะขุนมีความแตกต่างทาง
สถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.05$)

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

Table 4 Mean weight (g) and length (cm) of Giant freshwater in experimental cage.

pattern	Average weight (g)			
	week 1	week 2	week 3	week 4
1	0.99±0.35	1.62±0.01	3.09± 0.30 ^a	8.12±0.30 ^a
2	0.62±0.10	1.36±0.05	1.59±0.05 ^b	1.62±0.10 ^b
P value	0.1570	0.2746	<.0001	<.0001
1	0.73±0.03 ^a	1.93±0.45	3.03±0.66	3.25±0.17
2	0.06±0.31 ^b	1.46±1.23	2.57±0.40	2.83±1.07
P value	0.0001	0.5749	0.3320	0.5562

NOTE : a-c Means within a column and under each main effect with no common superscripts differ significantly.

2) การเจริญเติบโตทางด้านความยาวเพิ่มขึ้น (average length)

กึ่งก้ามกรามระยะขุนที่ใช้ในการทดลองมีความยาวเริ่มต้นเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 เซนติเมตรต่อตัว เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่า กึ่งก้ามกรามที่ได้รับอาหารรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตด้านความยาวดีที่สุด 3.23 เซนติเมตรต่อตัว ส่วนรูปแบบที่ 2 มีความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 2.83 เซนติเมตรต่อตัว ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมีผลต่อเจริญเติบโตในการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

3) อัตราการรอด

จากการนับจำนวนกึ่งก้ามกรามที่เหลือทั้งหมดในกระชังบ่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (4

สัปดาห์) พบว่า ลูกก้ามกรามที่ได้รับอาหารรูปแบบที่ 1 มีอัตราการรอดที่ดีที่สุด คือ มีอัตราการรอดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 94.66 และรูปแบบที่ 2 มีอัตราการรอดเฉลี่ยร้อยละ 92.66 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า รูปแบบการให้อาหารมีผลต่ออัตราการรอดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)



รูปที่ 5 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของกึ่งก้ามกราม

Table 5 survival rates and percentage of Giant freshwater in experimental cage.

pattern	Start (shrimp)	Survival rate	
		shrimp	%
1	150	142.00±0.57	94.66±1.15
2	150	139.00±1.00	92.66±1.15
P value		0.1012	

4.อภิปรายผลและสรุปผลการศึกษา

ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการให้อาหารที่เหมาะสมต่อการอนุบาลและเลี้ยงกึ่งก้ามกรามนั้น สามารถนำไปเป็นข้อมูลยืนยัน

ได้ว่ารูปแบบการเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมในช่วงที่อนุบาลและเลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรเหวี่ยงไปที่บริเวณขอบบ่อ ซึ่งเป็นระยะการเหวี่ยงที่เหมาะสมในการเข้าถึงอาหารที่ช่วยให้กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ดี ($p < 0.01$) สอดคล้องกับ [33] รายงานว่ากุ้งสามารถกินอาหารได้มากขึ้นและมีการเจริญเติบโตดีจากการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ สามารถนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนารูปแบบการเหวี่ยงอาหารโดยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการให้อาหารกุ้งก้ามกราม เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านแรงงาน และ [34] ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในการให้อาหาร [12] ทำให้ทราบพฤติกรรมการกินอาหารซึ่งผู้เลี้ยงสามารถปรับอาหารรวมทั้งควบคุมการให้อาหารที่เกิดความแม่นยำเหมาะสมและต้นทุนด้านอาหารได้ [35] ในอนาคต สอดคล้องกับข้อมูลของ [36] รายงานว่าเครื่องให้อาหารกุ้งอัตโนมัติ มีความสะดวกและบริหารจัดการระหว่างการเลี้ยงได้ดี และ [37] ยังมีผลต่ออัตราการรอดตายที่สูงขึ้นถึงร้อยละ 58.5 ถึง 63.9 และ [38] มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีมาก รวมทั้งช่วยลดอัตราการติดเชื้อในระหว่างการเลี้ยงได้ [39] ทั้งนี้ในการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติยังช่วยในเรื่องอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีกว่า [40] และช่วยประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และลดต้นทุนในการเลี้ยงได้ [41] ลดความเสี่ยงของการสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นในช่วงเลี้ยง นอกจากนี้จะช่วยเพิ่มผลผลิตยังมีส่วนช่วยในการเพิ่มคุณภาพ ด้านราคารวมทั้งขนาดของกุ้งที่สม่ำเสมอด้วย

4.1. สรุปผลการวิจัย

รูปแบบในการเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมต่อการเข้าถึงอาหารของกุ้งก้ามกรามทั้งช่วงวัยอ่อนและระยะขุน ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงผลที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า ผลการเจริญเติบโตของกุ้งทั้ง 2 ระยะแสดงให้เห็นว่า การเจริญเติบโตด้านความยาว น้ำหนัก และอัตราการรอดตายเฉลี่ยของกุ้งก้ามกราม จากการเหวี่ยงอาหารไปที่บริเวณขอบบ่อ ระยะการเหวี่ยงอาหารที่บริเวณขอบบ่อจึงมีความเหมาะสมในการนำไปพัฒนารูปแบบการให้อาหารโดยเครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดต้นทุนด้านแรงงาน อาหารได้ ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามสามารถบริหารจัดการระหว่างการเลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2. อภิปรายผล

ในการศึกษารูปแบบการเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั้ง 2 การทดลอง นั้นทำการทดสอบในกระชังบกขนาด 2x4x1 เมตร ทำการปล่อยลูกกุ้ง 50 ตัวต่อกระชัง ทำการเหวี่ยงอาหารตามรูปแบบที่กำหนดไว้ 4 รูปแบบ ทำการเก็บข้อมูลในการทดลองที่ 1 เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำผลการเหวี่ยงที่เหมาะสมในการให้อาหารกุ้งก้ามกราม 2 อันดับที่มีผลต่อการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดมาศึกษาต่อในการทดลองที่ 2 เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ระยะการเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมต่อเพื่อส่งผลต่อการให้อาหารกุ้งที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด คือ ช่วงบริเวณขอบบ่อ จากข้อมูลดังกล่าวทีม

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

วิจัยจะนำผลที่ได้จากการทดลองไปพัฒนารูปแบบและการเหวี่ยงของเครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติภาคสนามในภายใต้โครงการย่อยต่อไป

อย่างไรก็ตามรูปแบบการเหวี่ยงอาหารที่ได้จากการทดสอบในครั้งนี้ ยังมีข้อจำกัดในด้านการกำหนดระยะในการเหวี่ยง โดยขนาดของบ่อที่ใช้ในการทดสอบนั้นมีขนาดความกว้างของบ่อไม่มากนัก ซึ่งหากนำผลการทดลองไปใช้บ่อที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่มากกว่า 1 ไร่ขึ้นไป ควรมีการปรับระยะในการเหวี่ยงอาหารรวมทั้งกำหนดจุดที่ตั้งเครื่องในบ่อให้มีความเหมาะสมในการเหวี่ยงอาหาร กล่าวคือในกรณีที่บ่อกึ่งก้ามกรามมีขนาดใหญ่กว่าบ่อที่ทำการทดสอบ ประกอบกับการที่ตั้งเครื่องเหวี่ยงอาหารที่อยู่บริเวณขอบบ่อนั้นจะส่งผลต่อการกระจายตัวของอาหารในบ่อได้ไม่ทั่วถึง ซึ่งจะต้องทำการปรับระยะการเหวี่ยงใหม่หรืออาจเพิ่มแรงของเครื่องเหวี่ยง เพื่อเพิ่มโอกาสให้กุ้งเข้าหาอาหารที่บริเวณขอบบ่อได้อย่างทั่วถึงดังผลการทดลอง นอกจากนี้ควรมีการปรับในด้านการใช้พลังงานให้โดยใช้พลังงานสะอาด เพื่อลดความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานที่อาจเกิดขึ้นได้

4.3. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษารูปแบบการเหวี่ยงอาหารที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้น ผู้วิจัยขอเสนอแนวทางในการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามแนวทางดังต่อไปนี้

4.3.1 การศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ควรมีการศึกษาต่อใน

ภาคสนามเพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการให้อาหารแบบเดิม (แรงงานคน) กับการใช้เครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติ

4.3.2 ควรมีการพัฒนาเครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติให้สามารถกำหนดระยะในการเหวี่ยงหลายระดับ เนื่องจากในสถานการณ์จริงนั้นลักษณะบ่อเป็นพื้นที่ 4 เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งบางระยะส่งผลให้อาหารที่เหวี่ยงนั้นกระจายไม่ถึงบริเวณขอบบ่อปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อการเข้าถึงอาหารของกุ้งก้ามกรามในบ่อที่มีขนาดใหญ่ได้

4.3.3 ควรออกแบบให้เครื่องเหวี่ยงอาหารมีความทนทานต่อกระแสลม หรือสามารถควบคุมทิศทางในการเคลื่อนที่ในระหว่างการเหวี่ยงอาหาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องในการทรงตัวในบ่อ และกำหนดจุดในการปล่อยอาหารให้มีการแพร่กระจายอย่างทั่วถึงได้

4.3.4 เครื่องเหวี่ยงอาหารอัตโนมัติควรมีการพัฒนาให้สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้โดยตรง เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (ไฟรั่ว) เนื่องจากพื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่ ใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งพลังงาน หรืออยู่ในพื้นที่ห่างไกล ประกอบกับเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ นั้นสัมผัสกับน้ำโดยตรง หากมีการชำรุดอาจเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้

5.องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากงานวิจัย

รูปแบบการเหวี่ยงอาหารในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเกษตรกรผู้เลี้ยงได้รับการถ่ายทอดวิธีการและเทคนิคในการให้อาหารที่มีการเผยแพร่มาก่อน

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

หน้านี้ ในการให้อาหารไปยังบริเวณขอบบ่อ ซึ่ง ยังไม่มีผลการศึกษาด้านวิชาการมารองรับ ถึงความ แตกต่างในด้านการเจริญเติบโตรวมทั้งอัตราการ รอด ดังนั้นผลที่ได้จากการวิจัยเป็นข้อมูลที่สามารถ ยืนยันได้ว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและระยะ ขุน การแพร่กระจายของอาหารมีความสำคัญต่อ การเจริญเติบโตและอัตราการรอดอย่างเห็นได้ ชัดเจน ในการใช้แรงงานคนในการให้อาหารควร คำนึงถึงแรงเหวี่ยงที่เหมาะสมในการแพร่กระจาย ของอาหารให้ตกลงบริเวณขอบบ่อ หากให้อาหาร ด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ (automatic feeding machine) ควรทำการทดสอบระยะเวลา การให้อาหารที่เหมาะสมกับพื้นที่ของบ่อ ผลที่ได้จากการ วิจัยครั้งนี้จะช่วยให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม และผู้ผลิตเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ สามารถนำไป ประยุกต์ใช้ในการให้อาหารกุ้งก้ามกรามให้สามารถ เข้าถึงอาหารได้อย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นแนวทางในการ บริหารจัดการระหว่างการเลี้ยงเพื่อลดต้นทุนด้าน อาหาร แรงงาน ชะลอการเสื่อมคุณภาพน้ำในบ่อ เลี้ยง เพิ่มความแม่นยำในการให้อาหารที่เกิด ประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้กุ้งเข้าถึงอาหารได้อย่าง ทั่วถึง ส่งผลดีต่อสุขภาพของกุ้ง ซึ่งจะช่วยให้กุ้ง ก้ามกรามมีการเจริญเติบโตและมีอัตราการรอดที่ สูงขึ้นอีกด้วย

6.กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกองทุนส่งเสริม วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (ววน.) ที่ สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้ รวมทั้ง

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ อุบลราชธานี และคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏอุบลราชธานี ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการ วิจัยและห้องปฏิบัติการ

7.เอกสารอ้างอิง

- [1] Andhra Pradesh. 2016. [online]. Mixed Culture of Pacific White Shrimp *Litopenaeus Vannamei* (Boone) and Flathead Grey Mullet *Mugil Cephalus* (Linnaeus) in Floating Cages. [Retrieved July 27, 2019] from <http://www.eprints.cmfri.org.in/id/eprint/11216>.
- [2] Do Tji Thanh Huong, Tobias Wang, Mark Bayley and Nguyen Thanh Phuong. Osmoregulation, growth and moulting cycles of cycles of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) at different salinities. 2010. Aquaculture research. Volume 41(9) August 2010. E135-e143.
- [3] บังอร บังใบ และ กัญญารัตน์ กลีบประยูร. 2563. การเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการลงทุนเลี้ยงกุ้งก้ามกรามระหว่างวิธีการเลี้ยงแบบเดี่ยวกับการเลี้ยงแบบผสมผสาน. วารสารบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม. (2):1. มกราคม - มิถุนายน 2563. 1-20.

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

- [4] วชิราภรณ์ ไกรอำ. สถานการณ์กุ้งก้ามกราม 3 เดือนแรก ปี 2557. จุลสารเศรษฐกิจการประมง ประจำไตรมาสที่ 1 ประจำปี 2557. 28-31 น.
- [5] S.J. Yeoh, F.S. Taip, J. Endan, R.A. Talib and M.K. Siti Mazlina. Development of Automatic Feeding Machine for Aquaculture Industry. 2010. Pertanika J. Sci. & Technol. 18(1): 105 – 110 p.
- [6] สุทธิสินี สนธิรัตน์. สถานการณ์กุ้งก้ามกราม ในช่วง 3 เดือนแรกของปี 2563. (ออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 8 ตุลาคม 2565]. เข้าถึงได้จาก:
<https://www.fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/Monthly%20report/>
- [7] ชลอ ลีสมุวรรณ และ พรเลิศ จันทรรักษ์กุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547. บริษัท เมจิพับลิเคชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ
- [8] สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2560. [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 2563 ตุลาคม 15];46(3): 13-28. เข้าถึงได้จาก
<https://www.fisheries.go.th/strategy-stat/themeWeb/books/2560/1/หนังสือสถิติการประมงแห่งประเทศไทย%20พ.ศ.%202560.pdf>
- [9] สุกัญญา พิมพ์มาดี. สถานการณ์สินค้ากุ้งก้ามกรามและผลิตภัณฑ์ในช่วง 6 เดือนแรก ปี 2565. [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [เข้าถึงเมื่อ 2565 ตุลาคม 5]. เข้าถึงได้จาก
<https://www.fisheries.go.th/strategy/fisheconomic/pages/fish%20macro.html>
- [10] สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี. สถานการณ์กุ้งก้ามกรามในช่วง 3 เดือนแรกของปี 2563. สุราษฎร์ธานี: สำนักงานประมงจังหวัดสุราษฎร์ธานี; 2563.
- [11] Novienda N., F Liza and I Ahmad. Interlligent system of automatic shrimp feeding. [Internet]. 2020. [cited 2022 October 23]; IPO Conference series: Materials science and Engineering. Available from:
<https://www.researchgate.net/publication/http://serch.proquest.com/1477346021/fulltextPDF/143233F07D84583B028?acountid=44722>
- [12] อภิชาติ ศรีชาติ, ธวัชชัย สีลาโส, รัชดา หมอยาดี, อภิมาน กาญจนวาปสภิตย์. การพัฒนาเครื่องหว่านอาหารปลาแบบตั้งเวลาอัตโนมัติ 7 ระดับ. วารสารวิศวกรรมฟาร์มและเทคโนโลยีการควบคุมอัตโนมัติ. 2562. กรกฎาคม - ธันวาคม 2562, 5(2) : 68-76.
- [13] เมธาวี รอดมงคลดี วัฒนะ สีลาภัทร และ นันทพร สุทธิ. 2560. ผลของวัสดุหลบซ่อนต่ออัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม. สาขาประมง

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

- ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วารสารเกษตร
33(2): 257 - 265.
- [14] Gong, J., Yu, K., Shu, L., Ye, H., Li, S.,
and Zeng, C. Evaluating the effects of
temperature, salinity, starvation and
autonomy on molting success, molting
interval and expression of ecdysone
receptor in early juvenile mud crabs,
Scylla paramamosain. *Journal of
Experimental Marine Biology and
Ecology*. 2015. 464, 11-17.
- [15] D' Abramo, L.R. and L. Reed. Optimal
dietary protein for juvenile freshwater
prawn *Macrobrachium rosenbergii*.
1988. Annual Conference of the World
Mariculture Society, 19, Washington
Proceeding. The World Aquaculture
Society (WAS), Washington, USA., 27.
- [16] Heinen, J.M. and Mansi M.J. . Feed and
feeding schedules for indoor nursery
culture of post-larval freshwater prawns.
1991. *J. World Aquacul. Soc.*, 22 118-
127.
- [17] Koshio, S., A. Kanazawa and S.
Teshima. Search for effective protein
combination with crab protein for the
larval Kuruma prawn *Penaeus japonicus*.
1992. *Nippon Suisun Gakkaishi*, 58: 1083-
1089.
- [18] Mintra, G., D.N. Chattopadhyay and P.K.
Mukhopadhyay. Nutrition and feeding in
freshwater prawn *Macrobrachium
rosenbergii* farming. 2005. *Aqua Feed
Formulation and Beyond*. 2: 17-19.
- [19] ปรีศนา สุวรรณภรณ์, นที สังข์บุญลือ และ
ธงชัย สุวรรณสิขณน์. การวัดค่าความคงทนใน
น้ำของอาหารกุ้ง : เปรียบเทียบวิธีของสำนักงาน
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และวิธี
วิเคราะห์ทางเนื้อสัมผัส.การประชุมวิชาการของ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขา
อุตสาหกรรมเกษตร.
- [20] M.A. Kabir Chowdhury, Ashraf M.A.S.
Goda, Ehab R. El-Haroun, Mohamed A.
Wafa and Shady A. Salah El-Din. Effect of
dietary protein and feeding time on
growth performance and feed utilization
of Post Larval Freshwater prawn
Macrobrachium rosenbergii (de Man
1879). *Journal of Fisheries and Aquatic
Science* 3. 2008. (1): 1-11.
- [21] กุ้งก้ามกราม. [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [เข้าถึงเมื่อ
2565 ตุลาคม 5]. เข้าถึงได้จาก
https://www.fisheries.go.th/ifchainat/data_1/f7.htm
- [22] Shawn D. Coyle, Dallas E. Alston and
Celia M.S. Sampaio. Nursery Systems and

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

- Management. Freshwater Prawns Biology and Farming. 2010. Blackwell published. 117.
- [23] Kumlu, M. and Kir, M. Food consumption, Molting and survival of *Penaeus semisulcatus* during overwintering. 2005. Aquaculture Research, 36, 137-143.
- [24] Wang, J. T., Han, T., Li, X. Y., Hu, S. X., Jiang, Y. D., and Wang, C. L. Effects of dietary phosphatidylcholine (PC) levels on the growth, molt performance and fatty acid composition of juvenile swimming crab, *Portunus tribuberculatus*. 2016. Animal Feed Science and Technology. Vol 216. 225-233.
- [25] บุญชัย กิจสัมพันธ์โรจน์, ประเสริฐ สิตะสิทธิ์ และ อุทัย คัดโน้. พิมพ์ครั้งที่ 4.ปากเกร็ด: เอเชีย แปซิฟิก พรินติ้ง จำกัด; มปป.
- [26] Mohammad Tanveer, Balasubramanian S, Sivakumar M, Manimehalai N and Jagan P. A technical review on feeders in aquaculture. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies 2018; 6(4): 305-309.
- [27] Teshima, S. and A. Kanazawa. Turnover of dietary cholesterol and b-sitosterol in the prawn. 1987. Nippon Suisan Gakkaishi, 53: 601-607.
- [28] ทาริกา แยมะมัง และ ทิพวรรณ ฤทธิชัย. แนวทางการจัดการต้นทุนการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ในบ่อดินของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ตำบลม่วง อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัย นครพนม. (10):3. กันยายน - ธันวาคม 2563. 49-57.
- [29] Noor Azlina Kamaruding, Norazanawati Ismail and Mhd Ikhwanuddin. Characterization of molting stages in the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* using setagenesis of pleopod. 2018. Songklanakarin J. Sci. Technol. Vol 40 (2), Mar – Apr 2018. 397-401.
- [30] Habashy, M.M. Growth and body composition of juvenile freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, fed different dietary protein/starch ratios. 2009. cGlobal Veterinria, 3(1), 45-50.
- [31] กลุ่มสารสนเทศการเกษตร. สำนักงานเกษตร และสหกรณ์จังหวัดสุพรรณบุรี. 2563. 33.
- [32] จำเริญศรี ถาวรสุวรรณ. 2562. ลักษณะการเกิดโรคในกุ้งก้ามกราม. กรุงเทพฯ: INSPIRE
- [33] Reis João , Alexis Weldon, Paulo Ito, William Stites, Melanie Rhodes and D. Allen Davis. Automated feeding systems for shrimp: Effect of feeding schedules

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

- and passive feedback feeding system. [Internet]. [cited 2022 October 23]; Aquaculture. 2021; (541). Available from:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848621004634?via%3Dihub>
- [34] Carter Ullman, Melanie A. Rhodes and D. Allen Davis. Feed management and the use of automatic feeders in the pond production of Pacific white shrimp. 2019. Aquaculture. Volume 498. 44-49.
- [35] Daoliang Li, Zhenhu Wang, Suyuan Wu, Zheng Miao, Ling Du and Yanqing Duan. Automatic recognition methods of fish feeding behavior in aquaculture a review. 2020. Aquaculture Volume 528. 735508.
- [36] พงศ์ธร ยิ่งยวด, วรารักษ์ เทพาทูดี, นิติ ชูเชิด และชลอ ลิ้มสุวรรณ. ผลของระยะเวลาการให้อาหารโดยใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติต่อผลผลิตของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vanamai*). (ออนไลน์). [เข้าถึงเมื่อ วันที่ 8 ตุลาคม 2565]. เข้าถึงได้จาก: https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/BKN_FISH/search_detail/result/13279
- [37] Ullman Carter, Melanie A. Rhodes and D. Allen Davis. Feed management and the use of automatic feeders in the pond production of Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture. 2019; (498) 44-49.
- [38] Inayathulla N., Vijayanad P. and Srilaxmi K. A comparative study on the shrimp culture practices of *Litopenaeus vannamei* with automatic feeder and boat feeding technique along Karaikal region. Journal of Survey in Fisheries Sciences. 2021. 7(3) 101-110.
- [39] Luis R Martinez, Marco A Porchas-Cornejo, Humberto Villarreal-Coleman, J. Antonio Calderon-Perez and Jose Naranjo-Paramo. Evaluation of three feeding strategies on the culture of white shrimp *Penaeus vannamei* boone 1931 in low water exchange ponds. 1998. Aquaculture Engineering. Volume 17 (1): 21-28.
- [40] ประมาณ สุทธิเวชสุนทรกุล และ วิรกรอง แสงเดือน. การพัฒนาระบบการให้อาหารกุ้งก้ามกรามแบบแรงเหวี่ยงควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการกระจายตัวของเม็ดอาหาร. วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม. 2565. มีนาคม-เมษายน 2565. 3(2); [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 2565 ตุลาคม 15]. เข้าถึงได้จาก <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/stij>
- [41] นิภูจิรา เชิดชู และวีระศักดิ์ ชื่นตา. การเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการฟาร์มกุ้งด้วยการ

วารสารวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม
Science Technology and Innovation (STIJ)

ลดการใช้ไฟฟ้าที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์และ
ควบคุมการเลี้ยงด้วยเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำ

แบบแม่นยำ. วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี. 2562..