โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium robersengii*) มีชีวิต

ชื่อนิสิต นางสาวอัญชิษฐา รอดขวัญ รหัสนิสิต 6032838623

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิต
The effect of materials with moisture on survival rate of packing live giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

ชื่อนิสิต นางสาวอัญชิษฐา รอดขวัญ **เลขประจำตัว** 6032838623

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล

ปีการศึกษา 2563

ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม
(*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิต

นางสาว อัญชิษฐา รอดขวัญ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563

The effect of materials with moisture on survival rate of packing live giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

Miss Anchittha Rokhwan

A Senior Project in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science in Marine Science
Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University
Academic Year 2020

ชื่อโครงการ ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิต

ชื่อนิสิต นางสาว อัญชิษฐา รอดขวัญ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์

ปีการศึกษา 2563

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2309499 โครงงานวิทยาศาสตร์

.... หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

(ศาสตราจารย์ ดร.วรณพ วิยกาญจน์)

คณะกรรมการการสอบโครงการ

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์)

.... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ สุชนา ชวนิชย์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปัทมา สิงหรักษ์)

.... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมฤดี จิตประไพ)

.... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. สุธาพร บุญญเจตน์พงษ์)

Project Title	The effect of materials with moisture on survival rate of packing live giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*
Name	Anchittha Rodkhwan
Advisor	Assistant Professor Kornrawee Aiemsomboon, Ph.D.
Academic Year	2020
Department	Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

---

Accepted by the Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Bachelor's Degree

.... Head of Marine Science Department
(Professor Voranop Viyakarn, Ph.D.)

PROJECT COMMITTEE

Project Advisor
(Assistant Professor Kornrawee Aiemsomboon, Ph.D.)

.... Member
(Associate Professor Suchana Chavanich, Ph.D.)

.... Member
(Assistant Professor Patama Singhruck, Ph.D.)

.... Member
(Assistant Professor Somrudee Jitpraphai, Ph.D.)

.... Member
(Sutaporn Bunyajetpong, Ph.D.)

ชื่อโครงการ ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิต
ชื่อนิสิต นางสาว อัญชิษฐา รอดขวัญ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์
ปีการศึกษา 2563
ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิต เพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าของกุ้งก้ามกราม โดยศึกษาอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุมีความชื้นทดลองในห้องปฏิบัติการ โดยการลดอุณหภูมิน้ำจาก 23 องศาเซลเซียส ลงมาเป็น 14-15 องศาเซลเซียส จะทำให้กุ้งก้ามกรามสลบ สังเกตจากขาว่ายน้ำและซี่เหงือกเคลื่อนที่ช้า ลำตัวตะแคง จากนั้นนำกุ้งก้ามกรามมาบรรจุกล่องที่มีขุยมะพร้าว, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย (สัดส่วน 1 : 1) ขุยมะพร้าวผสมแกลบ (สัดส่วน 1 : 1) และผสมกับน้ำแข็งปริมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อน้ำหนักวัสดุ ใส่ในกล่องโฟม จากการทดลอง พบว่ากุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าวมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุทดลองในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง และกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อยมีอัตรารอด 50 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุทดลองในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง

คำสำคัญ วัสดุที่มีความชื้น, การบรรจุภัณฑ์, กุ้งก้ามกราม

Project Title The effect of materials with moisture on survival rate of packing live giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*
Name Anchittha Rodkhwan
Advisor Assistant Professor Kornrawee Aiemsomboon, Ph.D.
Academic Year 2020
Department Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University

Abstract

The effect of materials with moisture on survival rate of packing live giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* was studied for increasing quality and value of prawn. The experiment was studied the survival rate of packing prawn in materials with moisture in laboratory of live giant freshwater prawn without water. The prawn was observed the movement behavior after the water temperature was decreased to 14-15 °C, the swimming legs and gill movement were very slow and lean body. The packing prawn in coconut coir dust and coconut coir dust : sawdust, coconut coir dust : husk (ratio 1:1) were mixed with ice 50% of material weight. The result showed that the packing prawn in coconut coir dust with 50 percent of ice and kept in Styrofoam boxes in laboratory were found that the survival rate was 100 percent after packed prawn for 7 hours. And coconut coir dust : sawdust was found that the survival rate was 50 percent after packed prawn for 7 hours.

Keywords: materials with moisture, packing, giant freshwater prawn, *Macrobranchium rosenbegii*

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการเป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำการทำการทดลอง และตรวจสอบแก้ไขรายงานโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอบขอบคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่ให้ทุนอุดหนุนโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ปีการศึกษา 2563

ขอขอบคุณ คุณเสรี ดอนเหนือ ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา แนะนำการทดลอง และขอขอบคุณ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทดลอง ขอขอบคุณ คุณปรินทร อยู่คงแก้ว ที่ช่วยแนะนำการวิเคราะห์ผลฯ คุณโชคชัย รอดสมบูรณ์ คุณพรรณวสา สรรพประเสริฐ คุณนันทนัช คันธารัตนกุล คุณธนกฤต นรสิงห์ และคุณพลาพร สุขมา ที่คอยช่วยเหลือในการทำการทดลอง

การทำการทดลองฯ ในครั้งนี้อยู่ในระยะเวลาการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 (COVID-19) ทำให้มีผลกระทบทั้งต่อการปฏิบัติงาน ต้องขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมฤดีจิต ประไพ ที่สละเวลาอันมีค่าในการจัดการและประสานงานโครงการ การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ที่สละเวลาให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกและให้ข้อเสนอแนะแก่นิสิตในการปฏิบัติงานและการนำเสนอผลงานจนกระทั่งโครงการสำเร็จ

ขอขอบคุณครอบครัว ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจและสนับสนุน ขอขอบคุณสมาชิกวง SEVENTEEN ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ครั้งนี้ให้สำเร็วลุล่วงไปได้ด้วยดี

อัญชิษฐา รอดขวัญ
พฤษภาคม 2564

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ...ก

Abstact...ข

กิตติกรรมประกาศ...ค

สารบัญรูป...จ

สารบัญตาราง...ฉ

บทที่ 1 บทนำ...1

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา...**2**

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ...2

1.3 ขอบเขตการศึกษา...2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ...2

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง...3

2.1 กุ้งก้ามกราม...3

2.2 การขนส่งกุ้งก้ามกราม...3

2.3 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ...4

บทที่ 3 วิธีการศึกษา...6

3.1 วางแผนการทดลอง...**6**

3.2 วิธีการทดลอง...7

บทที่ 4 ผลการศึกษา...14

4.1 อัตรารอดของกุ้งก้ามกรามเมื่อฟื้นตัว...14

4.2 ระดับอุณหภูมิภายในกล่องโฟม...**16**

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ...**18**

5.1 สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ...**18**

5.2 เอกสารอ้างอิง...**19**

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	กุ้งก้ามกราม (*M. rosenbergii*) นำมาพักไว้ในบ่อซีเมนต์ ก่อนทำการสลบกุ้ง	6
2	ผังการทดลองประสิทธิภาพของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการบรรจุในการขนส่งกุ้งก้ามกราม	7
3	สลบกุ้งก้ามกรามในอ่างควบคุมอุณหภูมิประมาณ 14±1 องศาเซลเซียส	8
4	วัสดุมีความชื้นได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ แช่น้ำเพื่อลดความเป็นกรด-ด่าง ในวัสดุ	9
5	วัสดุมีความชื้นได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ ผสมกับน้ำแข็งอัตราส่วน 1 : 1	10
6	กุ้งสลบนิ่งนำมาวางในกล่องโฟมที่มีวัสดุมีความชื้นและนำไปอัดก๊าซออกซิเจน	11
7	กล่องโฟมบรรจุกุ้งก้ามกรามที่สลบ ปิดฝากล่องและปิดด้วยเทปกาว	12
8	กุ้งก้ามกรามที่สลบในกล่องโฟม นำมาฟื้นในน้ำที่อุณหภูมิปกติ	13
9	อัตรารอด ของการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุมีความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	15
10	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ในแต่ละกล่องโฟม	17

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของกุ้งก้ามกรามในชุดทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 16.0±1 องศาเซลเซียส......15
2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในกล่องของแต่ละชุดการทดลอง 17

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการศึกษา

กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่เป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภค และมีราคาสูง เนื่องจากมีรสชาติดีและเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันการขนส่งกุ้งก้ามกรามเป็นแบบไม่มีชีวิต ใช้วิธีการแช่เย็นและส่งกุ้งก้ามกรามไปจำหน่ายตามตลาดทั่วไป ส่วนการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบมีชีวิตจะใช้การบรรจุกุ้งก้ามกรามในถังที่มีน้ำและให้ออกซิเจน ซึ่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตจะทำให้ขายได้ราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่ไม่มีชีวิต เนื่องจากเมื่อสิ่งมีชีวิตตายเซลล์จะเริ่มการสลายตัว (autolysis) ทำให้เนื้อกุ้งมีคุณภาพแย่ลง ทำให้กุ้งมีชีวิตจึงมีมูลค่าสูงและเป็นที่ต้องการของตลาด (Salin and Vadhyar, 2001) แต่การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตยังพบปัญหาการตายของกุ้ง กุ้งบอบช้ำ และคุณภาพกุ้งก้ามกรามหลังการขนส่งจะแย่ลง กุ้งไม่มีความสด เนื่องจากในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตจะใส่กุ้งที่ความหนาแน่นสูง และมีการเคลื่อนที่ของมวลน้ำและตัวกุ้งก้ามกรามภายในภาชนะบรรจุ ทำให้กุ้งก้ามกรามได้รับการกระทบกระเทือนในระหว่างการขนส่ง

การศึกษาวิธีการขนส่งกุ้งมีชีวิตพบว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการรอดของกุ้งในระหว่างการขนส่ง เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำจะทำให้กุ้งมีเมตาบอลิซึมลดลง การใช้ออกซิเจนของกุ้งลดลง (Fernando, 2002; Manush, 2004) จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิในตัวกุ้งลงก่อนที่จะทำการขนส่งกุ้ง ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการรอดของกุ้ง ทั้งนี้ ขั้นตอนการทำให้กุ้งสลบ (Hibernation) ทำได้โดยลดอุณหภูมิน้ำให้ต่ำลงอย่างช้าๆ ซึ่งจะลดอัตราเมทาบอลิซึมของกุ้งให้น้อยที่สุด ทำให้กุ้งไม่เครียดเมื่อถูกขนส่ง กุ้งจะไม่ขับถ่าย เพราะไม่ได้กินอาหาร และไม่เกิดการเมทาบอลิซึม (Schoemaker, 1991) โดยกุ้งแต่ละชนิดจะสลบในระดับอุณหภูมิที่แตกต่างกัน สำหรับกุ้งก้ามกรามอุณหภูมิที่ทำให้กุ้งสลบเป็น 16±1 องศาเซลเซียส (ชลธิชา หอมแช่ม, 2557) ซึ่งสังเกตได้จากการเคลื่อนไหวของขาว่ายน้ำและซี่เหงือกที่เคลื่อนที่ช้าลง และกุ้งเริ่มนอนตะแคงลำตัว

การศึกษาชนิดวัสดุที่มีความชื้นที่นำมาเป็นวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามโดยการควบคุมอุณหภูมิจะเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถเพิ่มอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามในระหว่างการขนส่งได้ จากการศึกษาของ ชลธิชา หอมแช่ม (2557) ทดลองขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ พบว่า การลดอุณหภูมิน้ำที่สลบกุ้งลงมาอยู่ที่ 16±1 องศาเซลเซียส เป็นระดับที่เหมาะสมในการสลบกุ้งก้ามกรามเพื่อใช้ในการขนส่งได้และมีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการรักษาอุณหภูมิของวัสดุกักเก็บความชื้น 3 ชนิด ได้แก่ ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ พบว่า การใช้ขุยมะพร้าวที่ผสมน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส ได้นานที่สุดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังบรรจุในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง ทั้งนี้ ระยะการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามขึ้นอยู่กับระยะเวลาการบรรจุและระยะเวลาในการขนส่ง สอดคล้องกับงานศึกษาของ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช (2557) ทดลองใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุความชื้นในกล่องขนส่งกุ้งก้ามกรามในเวลา 5 ชั่วโมง จะทำให้กุ้งมีอัตราการฟื้นดีที่สุดคือ 94.42 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบมีชีวิตจะช่วยทำให้กุ้งก้ามกรามระหว่างการขนส่งมีการกระทบกระเทือนในขณะการขนส่งน้อย ลดความบอบช้ำหรือการตายในขณะขนส่ง ทั้งยังช่วยเพิ่มคุณภาพของกุ้งก้ามกรามให้มีความสดไปจนถึงผู้จำหน่ายหรือผู้บริโภค ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับกุ้งก้ามกราม

ดังนั้น การศึกษาชนิดของวัสดุมีความชื้นโดยใช้วัสดุได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่เหลือใช้และหาได้ง่ายในประเทศไทย มาเป็นวัสดุมีความชื้นที่น่าจะมีประสิทธิภาพในการเป็นบรรจุภัณฑ์ขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบมีชีวิตให้เป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรที่จะนำไปใช้ได้จะเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการตลาดของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษาชนิดวัสดุมีความชื้นที่เหมาะสมในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิต

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ทดลองใช้วัสดุมีความชื้นได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ ที่ช่วยเก็บรักษาความชื้นในการนำมารองพื้นในกล่องบรรจุภัณฑ์สำหรับขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิต

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทราบชนิดวัสดุมีความชื้นที่มีความเหมาะสมในการนำมารองพื้นในกล่องบรรจุภัณฑ์ ที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งกุ้งมีชีวิต

บทที่ 2 ทฤษฎีและการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

กุ้งก้ามกราม เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สามารถจัดจำหน่ายได้ทั้งในรูปแบบมีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งราคากุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตจะมีราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามไม่มีชีวิต เนื่องจากความสดและคุณภาพดีกว่ากุ้งก้ามกรามไม่มีชีวิต ปัจจุบันการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตนิยมขนส่งโดยบรรจุในน้ำและให้ออกซิเจน ซึ่งจะพบปัญหาการตาย ความบอบช้ำ และคุณภาพของกุ้งก้ามกรามหลังการขนส่ง

จากการศึกษาของ Coyle *et al*. (2005) ขนส่งกุ้งก้ามกรามขนาด 47.5±5.2 กรัม ในน้ำที่มีออกซิเจน โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ พบว่าหลังการขนส่ง กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอดเฉลี่ย 58.8-62.0 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 21 องศาเซลเซียส จะทำให้กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอด 96.5 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาแสดงว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตรารอดของกุ้งในช่วงการขนส่ง (Morris and Oliver, 1999a) เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำลง กุ้งจะมีเมตาบอลิซึมลดลง ทำให้การใช้ออกซิเจนของกุ้งลดลง (Manush, 2004: Fernando, 2002) ส่วนการศึกษาวัสดุเหลือใช้เช่น ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย และแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่ายได้ในประเทศไทยนำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามโดยมีการควบคุมอุณหภูมิจะเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มอัตรารอด มูลค่า และคุณภาพกุ้งก้ามกรามมีชีวิตให้มีความสดจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค

2.1 กุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกราม เป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobranchium robersengii* การดำรงชีวิตของกุ้งก้ามกรามตามธรรมชาติมีการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำจืดและวางไข่ในแหล่งน้ำกร่อย จึงพบกุ้งก้ามกรามตามธรรมชาติในแม่น้ำที่มีทางไหลออกสู่ทะเล เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตาปี เป็นต้น กุ้งก้ามกรามที่จับได้จากแหล่งธรรมชาติมีรสชาติดี ราคาแพงเป็นที่ต้องการของตลาด แต่มีปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับการบริโภคทำให้มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพิ่มมากขึ้น

ปัจจุบันในเขตพื้นที่ภาคกลางเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ มีแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยง จังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุด คือ สุพรรณบุรี นครปฐม ราชบุรี ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการเลี้ยงมากคือ กาฬสินธุ์, ร้อยเอ็ด และภาคเหนือได้แก่ เชียงราย ปริมาณการผลิตกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่มาจากการเพาะเลี้ยงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 12 เปอร์เซ็นต์ ที่มาจากธรรมชาติ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

2.2 การขนส่งกุ้งก้ามกราม

การขนส่งกุ้งก้ามกราม หรือการเคลื่อนย้ายกุ้งก้ามกรามจากแหล่งผลิตไปถึงมือผู้บริโภค มีการเก็บรักษาสินค้าที่แตกต่างกันตามความต้องการของตลาดหรือตามความต้องการของผู้บริโภค กุ้งก้ามกรามเป็นสินค้าสัตว์น้ำประเภทหนึ่งที่ควรให้ความสำคัญในขั้นตอนการเก็บรักษาและการขนส่ง เนื่องจากคุณภาพของกุ้งก้ามกรามมีผลต่อการกำหนดราคาและความต้องการของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เพราะผู้บริโภคนิยมนำกุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตไปประกอบอาหารประเภทต่าง ๆ กุ้งก้ามกรามที่สดใหม่จะมีรสชาติอร่อยกว่ากุ้งก้ามกรามที่แช่แข็ง ดังนั้นขั้นตอนและวิธีการขนส่งกุ้งก้ามกรามให้มีชีวิตจนถึงมือผู้บริโภค จะต้องมีการเตรียมภาชนะบรรจุสำหรับขนส่งกุ้ง มีรถบรรทุกและจัดหาพาหนะขนส่งอื่น ๆ เพื่อความสะดวกในการอัดออกซิเจนหรือใส่ออกซิเจน ต้นทุนในการขนส่งที่สูงถึง 70.29เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นส่วน

หนึ่งที่ทำให้กุ้งก้ามกรามมีชีวิตราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่ตาย จากผลผลิตกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศเป็นหลักถึง 80 เปอร์เซ็นต์ และมีความต้องการของตลาดยังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง สำหรับประเทศไทยมีการส่งออกผลผลิตของกุ้งก้ามกรามประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ และมีแนวโน้มขยายตลาดส่งออกไปยังต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาสูงเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ การกำหนดราคาของกุ้งก้ามกรามจะขึ้นอยู่กับขนาด กุ้งตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่จะได้ราคาสูงกว่ากุ้งตัวเมีย แต่กุ้งตัวผู้ที่ก้ามใหญ่จะราคาถูกกว่ากุ้งตัวผู้ลักษณะธรรมดา และกุ้งตัวเมียที่มีไข่ราคาจะถูกกว่ากุ้งตัวเมียที่ไม่มีไข่ ส่วนกุ้งขนาดเล็กและกุ้งนิ่มจะราคาต่ำมาก

2.3 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำเหมาะสำหรับการขนส่งกุ้งขนาดใหญ่ เช่น การขนส่งกุ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงไปยังแหล่งจำหน่ายต่าง ๆ หรือส่งพ่อแม่พันธุ์กุ้งจากฟาร์มไปยังโรงเพาะฟักต่าง ๆ การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบนี้มีความสะดวกในการขนส่ง กุ้งไม่อ่อนแอและไม่บอบช้ำจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตลอดเวลา และไม่ต้องติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจน หรือเครื่องอัดออกซิเจน ประหยัดพื้นที่สามารถขนส่งระยะทางไกล และมีการเพิ่มวัสดุรักษาความชื้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำในตัวกุ้ง ทำให้ระยะเวลาการขนส่งนานขึ้นและมีอัตรารอดสูงกว่าการขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบใช้น้ำ โดยการขนส่งแบบไม่ใช้น้ำสามารถนำมาขนส่งสัตว์น้ำกลุ่มคลัสเตเชี่ยนได้หลายชนิด เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีชีวิตอยู่ได้ในภาวะที่ไม่มีน้ำได้ (Morris and Oliver, 1999a) ในปัจจุบันเริ่มมีการบรรจุกุ้งก้ามกรามแบบมีชีวิตขนส่งไปยังประเทศจีน แต่ยังมีปริมาณสินค้าไม่มากนัก (ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดภูเก็ต, 2561)

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

2.4.1 <u>อุณหภูมิ</u> เป็นปัจจัยสำคัญในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบไม่ใช้น้ำจะไม่มีการอัดออกซิเจนในการขนส่ง แต่กุ้งสามารถมีชีวิตรอด เนื่องจากการลดอุณหภูมิให้ต่ำลง ส่งผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม ทำให้กุ้งเคลื่อนที่ช้าลง หรือหยุดการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกุ้งลดลงด้วย จากการศึกษาของ Patrick and Bourne (1997) ขนส่งกุ้ง *(Panulirus cygnus)* มีการลดอุณหภูมิลงเพื่อให้กุ้งสลบหรือหยุดการเคลื่อนที่ พบว่า การขนส่งที่มีระยะเวลานานขึ้นกุ้งจะมีอัตรารอดมากขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งกุ้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามถิ่นกำเนิดและสภาพอากาศของประเทศนั้น ๆ ในการขนส่งกุ้งแต่ละชนิดจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขนส่ง เพราะอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะทำให้กุ้งตาย สอดคล้องกับ Jamie *et al.* (2011) ศึกษาการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ อุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งกุ้งอยู่ที่ 15±1 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับการศึกษาของ Salin (2005) ขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ อุณหภูมิที่ใช้เป็น 15±1 องศาเซลเซียสเช่นกัน

2.4.2 <u>ความชื้นของวัสดุ</u> ในสภาวะที่อยู่อุณหภูมิภูมิต่ำระหว่างการขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำจะทำให้มีการสูญเสียน้ำในตัวและสูญเสียน้ำในช่องเหงือกของกุ้ง ถ้ามีการสูญเสียน้ำในปริมาณมากเกินไปกุ้งอาจตายได้ การสูญเสียน้ำในตัวมีผลต่อค่าออสโมลาลิตี้ในเลือดสูงขึ้น (Jamie *et al.,* 2011) และเลือดมีความหนืดเนื่องจากการสูญเสียน้ำในตัวกุ้งเป็นปัญหาในระบบหมุนเวียนเลือดและการลำเลียงออกซิเจนในร่างกาย (Samet *et al.,* 1996) ทั้งนี้ การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำให้มีอัตรารอดสูงขึ้นจะต้องมีการเพิ่มความชื้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำในตัวกุ้ง โดยการเพิ่มวัสดุที่สามารถรักษาความชื้นได้ โดยวัสดุเหล่านี้ราคาถูก

และสามารถหาได้ทั่วไป เช่น ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย และแกลบ ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ (อินธิสุนทร นันทกิจ, 2551)

1) ขุยมะพร้าว เป็นส่วนเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือปั่นใยให้ละเอียดเป็นขุย (ไม่ใช่เปลือกสับ) ขุยมะพร้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6-7 คุณสมบัติมีเส้นใยในการดูดซับน้ำได้ รักษาความชื้นได้ดีมาก เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำมีความพรุนสูง ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ มีราคาถูก น้ำหนักเบา ง่ายต่อการนำมาใช้งาน

2) ขี้เลื่อย เป็นผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด ขี้เลื่อยมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ เช่น เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 4.2-6 ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของไม้ คุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดีปานกลาง เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นต่ำ ราคาถูก น้ำหนักเบา ง่ายต่อการนำมาใช้งานรักษาความชื้นได้ดี มีความพรุนสูงและความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้

3) แกลบ เป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าวที่ได้จากการสีข้าว ไปส่วนที่เหลือจากการผลิตข้าวสารมีลักษณะเป็นรูปทรงรีเม็ดยาว โครงสร้างภายในมีความทุนมาก เพื่อใช้ในการลำเลียงน้ำและอาหาร แกลบยังเป็นฉนวนความร้อนมีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 6-7 คุณสมบัติอุ้มน้ำได้น้อย เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ราคาถูกมาก และน้ำหนักเบาง่ายต่อการนำมาใช้งาน

2.4.3 เวลาในการลดอุณหภูมิของน้ำ เพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งทำให้อัตรารอดและระยะเวลาการขนส่งนานขึ้น เนื่องจากค่อย ๆ ลดอุณหภูมิน้ำลง ทำให้กุ้งไม่เครียดและสามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิ จนถึงอุณหภูมิที่กุ้งนั้นหยุดการเคลื่อนที่ ก่อนนำไปบรรจุสำหรับการขนส่งต่อไป การศึกษาของ Salin (2005) ได้ลดอุณหภูมิเพื่อทำให้กุ้งก้ามกามหยุดการเคลื่อนที่ก่อนการขนส่งโดยกุ้งก้ามกรามขนาด 45-52 กรัม ลดอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส จนถึง 15±1 องศาเซลเซียส แบ่งการลดอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ ได้แก่ การลดอุณหภูมิ 1.26±0.09 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง การลดอุณหภูมิ 2.52±0.18 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมงเป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.04±0.36 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนที่แล้วบรรจุลงในกล่องโฟมควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งอยู่ที่ 15±1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งในกลุ่มที่ค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ ที่การลดอุณหภูมิ 1.26±0.09 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สามารถขนส่งกุ้งอัตรารอด 10 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลานานที่สุด 12 ชั่วโมง มากกว่าการลดอุณหภูมิ 2.52±0.18 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.04±0.36 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ดังนั้น การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตโดยใช้วัสดุมีความชื้นเป็น ขุยมะพร้าว ขี้เลื่อย และแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก นำมาใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามจะเป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดปัญหาการตายและความบอบช้ำระหว่างการขนส่ง และยังเป็นการเพิ่มคุณภาพของกุ้งก้ามกรามให้มีความสดระหว่างการขนส่งจากผู้จำหน่ายไปยังร้านอาหารและห้างสรรพสินค้า ตลอดจนผู้บริโภคยังสามารถซื้อกุ้งก้ามกรามมีชีวิตโดยนำกับไปบริโภคที่บ้าน โดยขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตในกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีการควบคุมความเย็นทำให้กุ้งก้ามกรามมีชีวิตและมีความสดอยู่เสมอ ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าสินค้ากุ้งก้ามกรามได้ นอกจากนี้ยังมีความสะดวกในการขนส่งเนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้น้ำและออกซิเจน

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

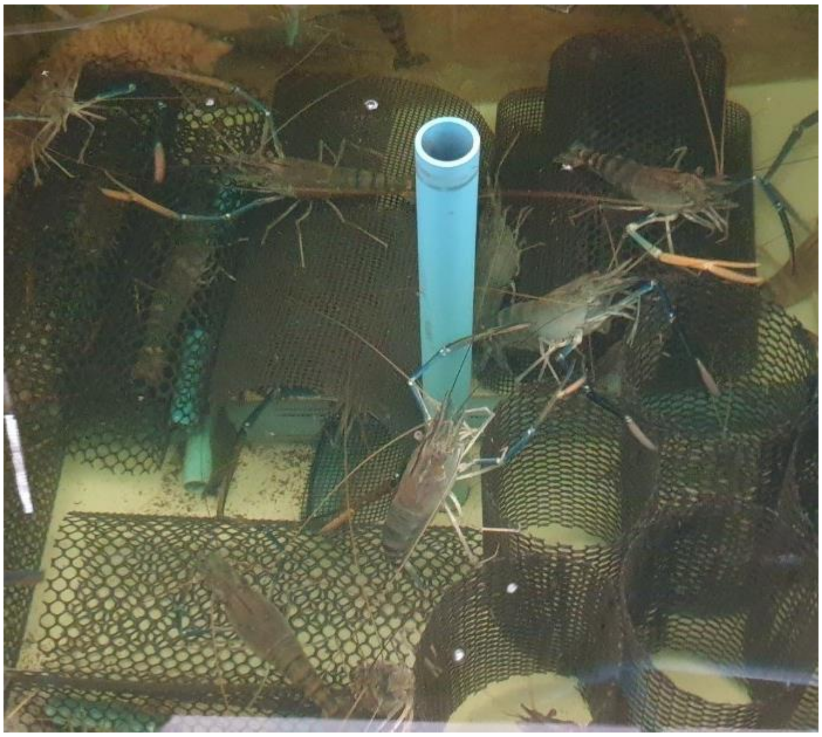
โครงการวิจัยได้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติการใช้สัตว์ทดลองจากคณะกรรมการการควบคุมดูแลการเลี้ยง และการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Protocol Review No. 2123006)

3.1 วางแผนการทดลอง

ทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการบรรจุในการขนส่งกุ้งก้ามกราม วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ใช้กุ้งก้ามกรามชุดทดลองละ 7 ตัว แต่ละชุดการทดลองทำ 2 ซ้ำ ใช้กุ้งก้ามกราม ทั้งหมด 42 ตัว

กุ้งก้ามกรามเพศผู้ นำมาจากฟาร์มเกษตรกร จังหวัดราชบุรี ขนส่งโดยนำกุ้งก้ามกรามใส่ในถุงที่มีน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ความเค็มประมาณ 0.82-1.0 psu ใส่ถุงละ 20 ตัว เติมออกซิเจนและมัดปากถุงใส่ในลังโฟมเพื่อป้องกันการกระแทกในระหว่างการขนส่ง และใส่น้ำแข็งลงในกล่องโฟมเพื่อปรับอุณหภูมิให้ได้ 22-23 องศาเซลเซียส และขนส่งมายังจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในตอนเย็น

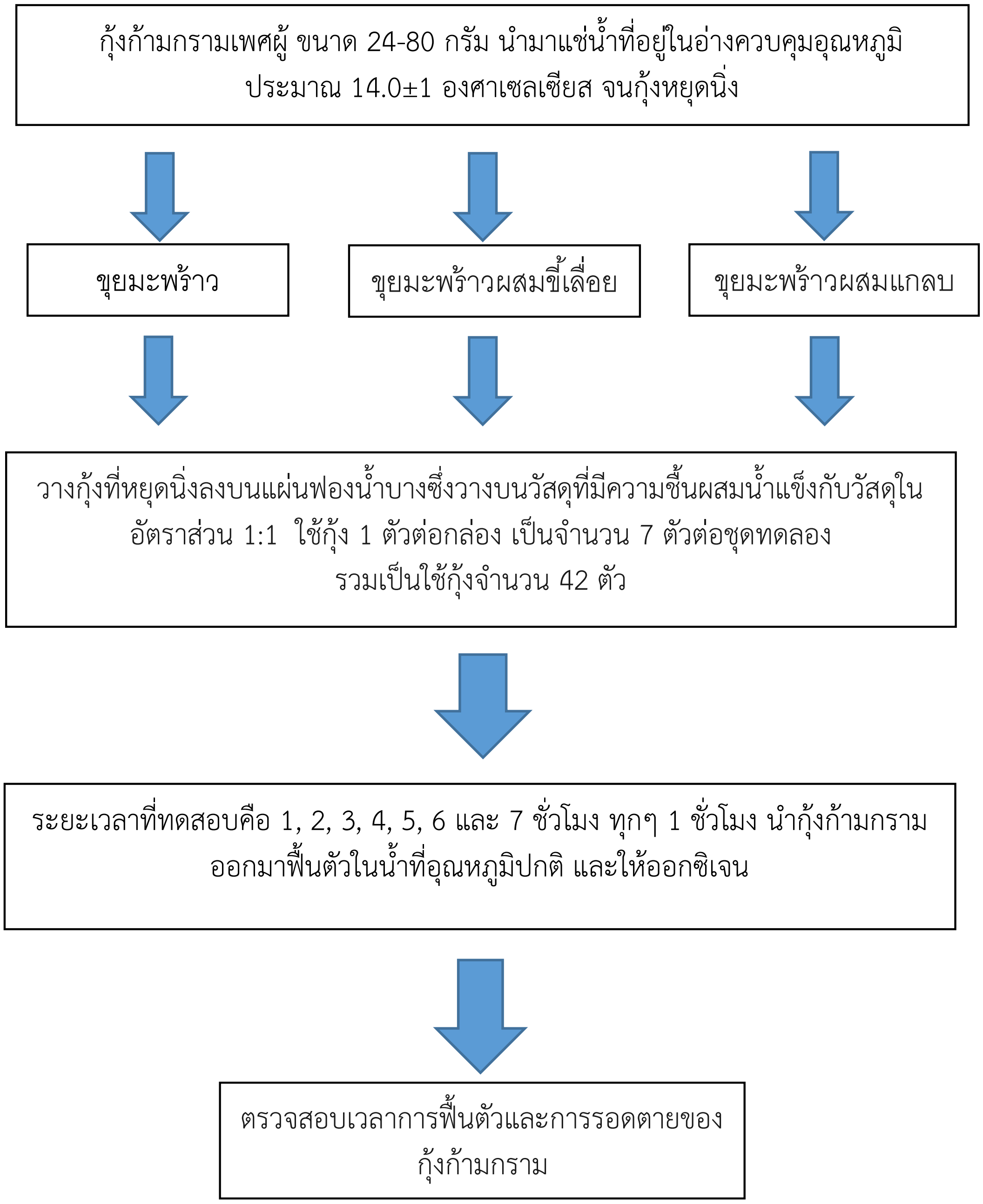
กุ้งก้ามกราม นำมาพักไว้ในบ่อซีเมนต์ที่ ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเวลาประมาณ 7 วัน (รูปที่ 1) เพื่อลดความเครียดที่อาจเกิดขึ้นและกระทบต่อผลการทดลอง และให้อาหารสำเร็จรูปเป็นอาหารแก่กุ้ง



รูปที่ 1 กุ้งก้ามกราม (*M. rosenbergii*) นำมาพักไว้ในบ่อซีเมนต์ ก่อนทำการสลบกุ้ง

แผนการทดลอง นำกุ้งก้ามกรามมาชั่งน้ำหนัก ขนาด 24-80 กรัม นำกุ้งมาสลบ (Hibernation) โดยนำกุ้งแช่ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยเริ่มทดลองที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 23.0 องศาเซลเซียส และลดอุณหภูมิของน้ำลงทีละ 1 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 14.0±1 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 2 ชั่วโมง

นำกุ้งก้ามกรามที่สลบมาวางลงในกล่องที่ใส่วัสดุมีความชื้นแตกต่างกัน 3 ชุดทดลอง ได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และ ขุยมะพร้าวผสมแกลบ แสดงแผนผังการทดลอง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การทดลองประสิทธิภาพของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการบรรจุเพื่อการขนส่งกุ้งก้ามกราม

3.2 วิธีการทดลอง

1. นำกุ้งก้ามกรามเพศผู้ แช่ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยเริ่มทดลองที่อุณหภูมิของน้ำประมาณ 23.0 องศาเซลเซียส ใส่ก้อนน้ำแข็งลงไป เพื่อช่วยลดอุณหภูมิของน้ำลงทีละ 1 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 14.0±1 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 2 ชั่วโมง จนกุ้งเริ่มหยุดนิ่ง (สังเกตที่ขาว่ายน้ำและซี่เหงือกหยุดนิ่ง) แล้วแช่น้ำต่อเป็นเวลา 6 นาที (ดัดแปลงจาก สมชาย และ อัจฉรี, 2557) (รูปที่ 3) หลังจาก

กุ้งหยุดนิ่งแล้ว นำกุ้งที่หยุดนิ่งจำนวน 7 ตัว วางลงในกล่องโฟมที่มีวัสดุที่มีความชื้นและมีแผ่นฟองน้ำบางวางทับวัสดุมีความชื้นที่เป็นวัสดุในการทดลอง

2. เตรียมวัสดุมีความชื้น คือ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ โดยนำวัสดุมาแช่น้ำและเปลี่ยน 2-3 น้ำ เพื่อให้ลดความเป็นกรด-ด่างลง (รูปที่ 4)

3. นำวัสดุมีความชื้นแต่ละชุดการทดลอง คือ ขุยมะพร้าว, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และ ขุยมะพร้าวผสมแกลบ มาผสมน้ำแข็ง อัตราส่วนเป็น 1 : 1 (รูปที่ 5)

4. เตรียมกล่องโฟมขนาด 20.7x26.7x14.0 ซม. นำวัสดุมีความชื้นในข้อ 2 ใส่ลงในกล่องโฟม และนำแผ่นฟองน้ำบาง (มีความหนา 2-3 มิลลิเมตร) วางทับบนวัสดุมีความชื้น เพื่อป้องกันเศษวัสดุมีความชื้นเข้าในช่องเหงือกของกุ้งก้ามกรามขณะทำการทดลอง

5. นำกุ้งก้ามกรามที่แช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิจนสลบแล้ว วางลงกล่องโฟม 1 ตัวต่อกล่อง พร้อมทั้งใส่สายเครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลลงไปในกล่องโฟม เพื่อวัดอุณหภูมิภายในกล่อง แล้วนำถุงพลาสติกใสหุ้มกล่องโฟม (รูปที่ 6)

6. นำกล่องโฟมจากข้อ 4 ไปอัดก๊าซออกซิเจนแล้วปิดฝากล่องโฟม และปิดผนึกด้วยเทปกาว (รูปที่ 7)

7. เมื่อบรรจุกุ้งก้ามกรามในกล่องโฟมเรียบร้อยแล้ว กำหนดเวลาที่ทดสอบคือ 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง โดยทุก ๆ 1 ชั่วโมง จะนำกุ้งก้ามกรามออกมาฟื้นตัวในน้ำที่มีการค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิขึ้นมาจนถึงประมาณ 28.0±1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน (รูปที่ 8) จับเวลาที่กุ้งฟื้นตัวและอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามในแต่ละชุดทดลอง พร้อมทั้งจดบันทึกอุณหภูมิภายในกล่องโฟมหลังจากเปิดฝากล่องเมื่อครบระยะเวลาที่กำหนด

รูปที่ 3 สลบกุ้งก้ามกรามในอ่างควบคุมอุณหภูมิประมาณ 14.0±1 องศาเซลเซียส

รูปที่ 4 วัสดุมีความชื้นได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ แช่น้ำเพื่อลดความเป็นกรด-ด่าง ในวัสดุ

รูปที่ 5 วัสดุมีความชื้นได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบ ผสมกับน้ำแข็งอัตราส่วน 1 : 1

รูปที่ 6 กุ้งสลบนิ่งนำมาวางในกล่องโฟมที่มีวัสดุมีความชื้นและนำไปอัดก๊าซออกซิเจน

รูปที่ 7 กล่องโฟมบรรจุกุ้งก้ามกรามที่สลบ ปิดฝากล่องและปิดด้วยเทปกาว

รูปที่ 8 กุ้งก้ามกรามที่สลบในกล่องโฟม นำมาฟื้นในน้ำที่อุณหภูมิปกติ

1.2 วิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลผลการทดลองระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกราม และอัตรารอดนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan’s new multiple range tests ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

บทที่ 4 ผลการศึกษา

การทดลองทำให้กุ้งก้ามกรามหยุดนิ่ง ในน้ำที่อุณหภูมิ 14.0±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที โดยการลดอุณหภูมิน้ำลงมีผลทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกรามช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง ซึ่งอุณหภูมิ 14±1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ขาว่ายน้ำ ซี่เหงือกของกุ้งก้ามกรามเคลื่อนที่ช้าและลำตัวตะแคง ซึ่งในการขนส่งอุณหภูมิที่ลดลงทำให้การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามลดลง สอดคล้องกับ การสลบกุ้งก้ามกรามที่อุณหภูมิ 16±1 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปขนส่งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ พบว่า กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอดที่ระดับอุณหภูมิดังกล่าว และเป็นอุณหภูมิมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม (ชลธิชา หอมแช่ม, 2557)

วัสดุมีความชื้น ได้แก่ ขุยมะพร้าว, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวผสมแกลบ นำมาผสมกับน้ำแข็งในสัดส่วน 1: 1 จะควบคุมอุณหภูมิภายในกล่องเป็น 16.0±1 องศาเซลเซียส โดยนำกุ้งก้ามกรามที่สลบแล้ว มาวางในกล่องโฟมแต่ละชุดการทดลองที่ระยะ 1, 2, 3, 4, 5, 6, และ 7 ชั่วโมง เป็นเวลา 7 ชั่วโมง เมื่อครบระยะเวลาทุกชั่วโมง นำกุ้งก้ามกรามไปฟื้นตัว ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1 อัตรารอดของกุ้งก้ามกรามเมื่อฟื้นตัว

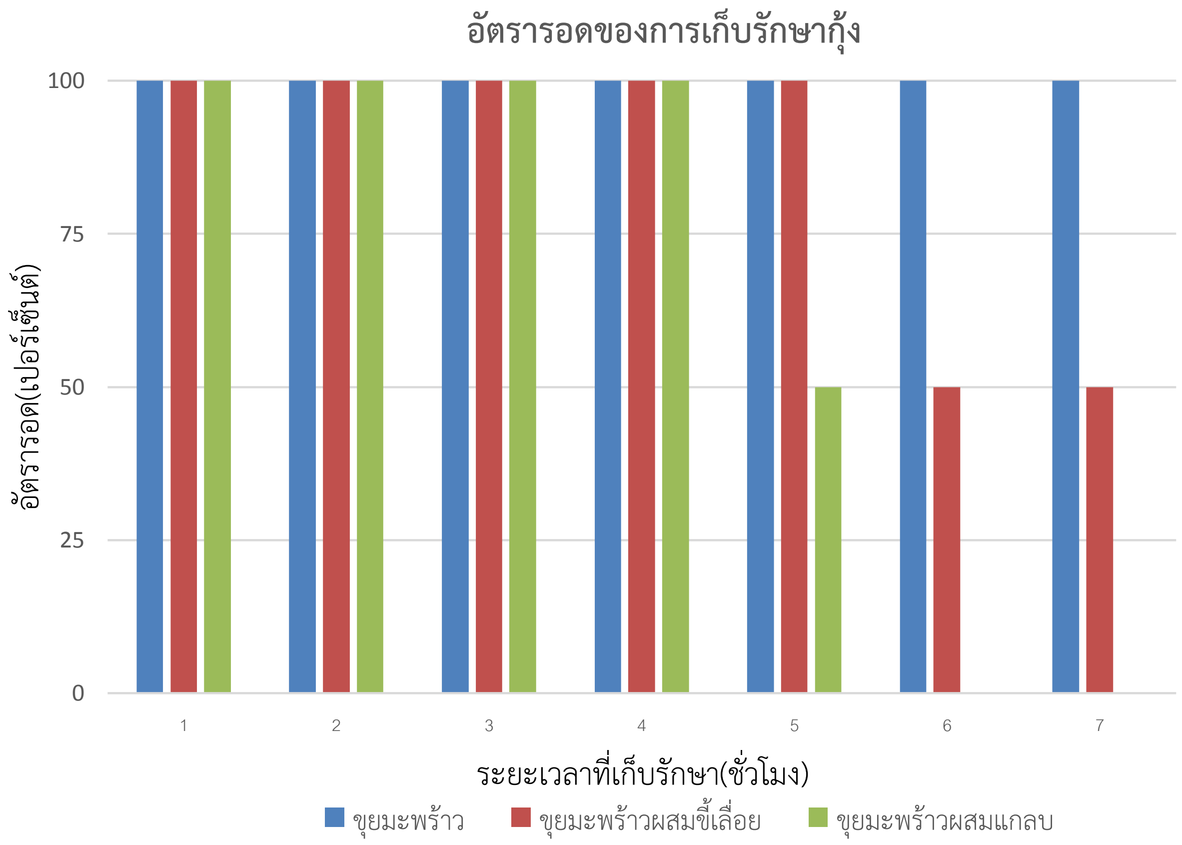
กุ้งก้ามกรามที่ทำให้หยุดนิ่งในน้ำที่อุณหภูมิ 14.0±1 องศาเซลเซียส เมื่อครบระยะเวลาทุกชั่วโมง นำกุ้งก้ามกรามออกมาฟื้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28.0±1 องซาเซลเซียส และให้ออกซิเจน พบว่า กุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าว มีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษากุ้งได้นาน 7 ชั่วโมง ส่วนกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อยมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษากุ้งได้นาน 5 ชั่วโมง และส่วนกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าวผสมขี้แกลบมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามได้นาน 4 ชั่วโมง ดังนั้น การบรรจุกุ้งก้ามกรามในขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวผสมแกลบ ในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 5 ชั่วโมง พบว่ามีอัตรารอดแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แสดงดังตารางที่ 1 และ รูปที่ 9

จากการทดลองนี้ ชุดทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุมีความชื้นสามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามได้เป็นเวลา 7 ชั่วโมง มีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบไม่ใช้น้ำที่บรรจุในขุยมะพร้าว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16.0±1 องศาเซลเซียส มีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง (สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช, 2557) เช่นเดียวกับการทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุรักษาความชื้น เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21-23 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษากุ้งกุลาดำได้เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีอัตรารอด 97 เปอร์เซ็นต์ (พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร, 2535) เนื่องจากขุยมะพร้าวเป็นวัสดุมีความชื้นที่ช่วยเก็บรักษาความชื้นได้ดีมาก มีเส้นใยในการดูดซับน้ำได้ดี (อินธิสุนทร นันทกิจ, 2551) สอดคล้องกับใช้ขุยมะพร้าว, ขี้เลื่อย และแกลบผสมน้ำให้หมาด ๆ จะมีความชื้น 69, 58, 56 เปอร์เซ็นต์ (สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช, 2557) จึงเหมาะนำมาปรับใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำแบบไม่ใช้น้ำ

ตารางที่ 1 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของกุ้งก้ามกรามในชุดทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 16.0±1 องศาเซลเซียส เมื่อใช้ cooling bath

เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	ขุยมะพร้าว	ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าวผสมแกลบ
1	100.00±0.00 ^{A,a}	100.00±0.00 $^{A, a}$	100.00±0.00 $^{A, a}$
2	100.00±0.00 ^{A,a}	100.00±0.00 $^{A, a}$	100.00±0.00 $^{A, a}$
3	100.00±0.00 $^{A, a}$	100.00±0.00 $^{A, a}$	100.00±0.00 $^{A, a}$
4	100.00±0.00 $^{A, a}$	100.00±0.00 $^{A, a}$	100.00±0.00 $^{A, a}$
5	100.00±0.00 ^{A,a}	100.00±0.00 ^{A,a}	50.00±70.71 ^{B,b}
6	100.00±0.00 ^{A,a}	50.00±70.71 ^{B,b}	0.00±0.00 ^{C,c}
7	100.00±0.00 ^{A,a}	50.00±70.71 ^{B,b}	0.00±0.00 ^{C,c}

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)
อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



รูปที่ 9 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุมีความชื้น

สำหรับชุดการทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย สามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามได้เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มีอัตรารอดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเก็บรักษาความชื้นได้ดีกว่าชุดการทดลองที่ใช้ขุยมะพร้าวผสมขี้แกลบที่เก็บรักษากุ้งก้ามกรามได้เป็นเวลา 4 ชั่วโมง สอดคล้องกับ การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบไม่ใช้น้ำที่บรรจุในขี้เลื่อยและในแกลบ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 16.0±1 องศาเซลเซียส มีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุในห้องปฏิบัติการ 6 ชั่วโมง แต่การเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในขี้เลื่อย มีอัตรารอดดีกว่าการเก็บรักษาในแกลบที่ชั่วโมงที่ 7 (สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช, 2557) สอดคล้องกับการนำขี้เลื่อยมาเป็นวัสดุรักษาความชื้นในการบรรจุกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ขนส่งที่อุณหภูมิ 15.0±1 องศาเซลเซียส พบว่า กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ ขนส่งได้เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง (Salin, 2005) นอกจากนี้ยังมีการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการขนส่งกุ้งกุลาดำ แบบไม่ใช้น้ำ ขนส่งที่อุณหภูมิ 14.0±1 องศาเซลเซียส กุ้งมีอัตรารอดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ (Salin and Jayasree-Vadhyar, 2011) และกุ้งแชบ๊วย ขนส่งโดยเก็บรักษาในขี้เลื่อย มีอัตรารอดเป็น 41.6-86.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง (Wong *et.al*, 1988) ส่วนแกลบมีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้น้อยกว่าขี้เลื่อย(อิทธิสุนทร, 2551) ทำให้เก็บรักษาความชื้นได้น้อยกว่าขี้เลื่อย และขุยมะพร้าว ตามผลการทดลอง

4.2 ระดับอุณหภูมิภายในกล่องโฟม

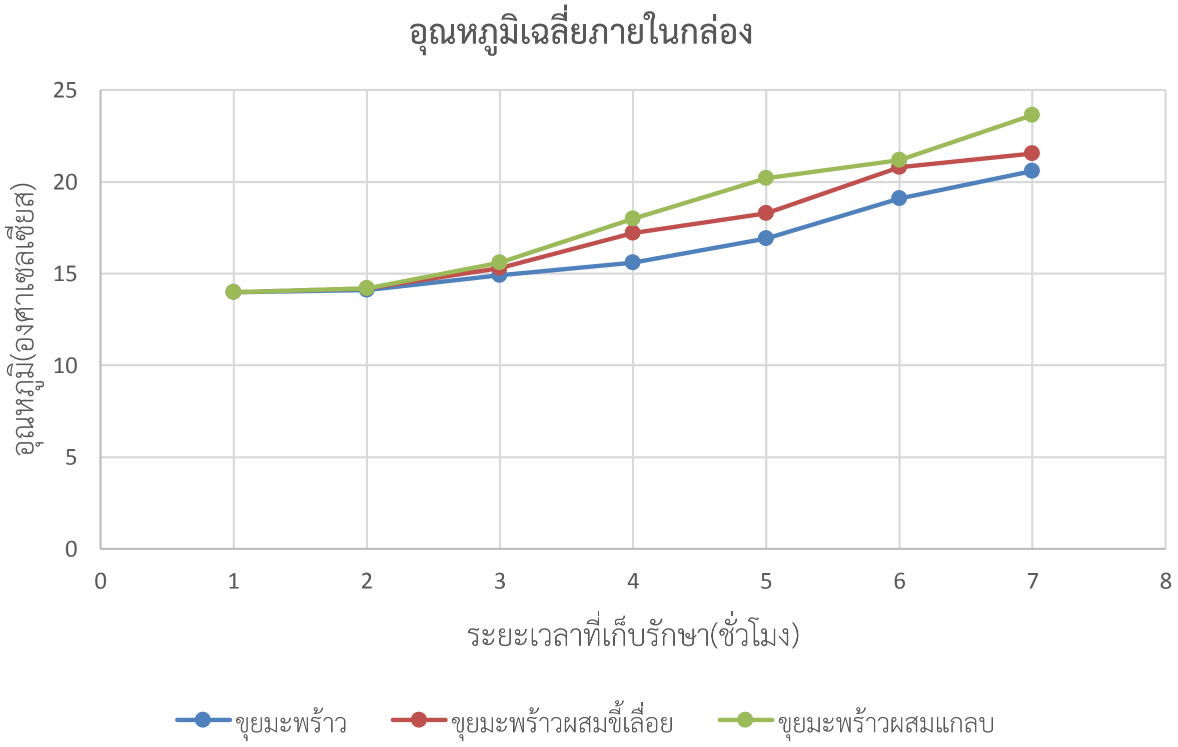
กล่องโฟมที่บรรจุกุ้งก้ามกรามที่สลบและทำให้หยุดนิ่งนำมาวางในกล่องที่มีวัสดุมีความชื้น เมื่อครบเวลาแต่ละชั่วโมงที่กำหนด บันทึกอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ดิจิตอล พบว่า หลังจากชั่วโมงที่ 2 กล่องโฟมที่ใส่วัสดุมีความชื้นทั้งสามชุดการทดลอง อุณหภูมิภายในกล่องเพิ่มสูงขึ้น และชุดการทดลองที่เป็นขุยมะพร้าวผสมแกลบจะมีการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในกล่องมากกว่าชุดการทดลองเป็นขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และชุดการทดลองขุยมะพร้าว ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 แสดงดังรูปที่ 10

จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในกล่องโฟมทดลองที่มีวัสดุมีความชื้นแตกต่างกัน พบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในชุดการทดลองเป็นขุยมะพร้าวผสมแกลบ มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในอัตราที่สูงกว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 3 เป็นต้นไป ทำให้กุ้งก้ามกรามที่วางในกล่องที่มีขุยมะพร้าวผสมแกลบเป็นวัสดุมีความชื้น มีอัตรารอดต่ำที่สุด ซึ่งอัตราการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยภายในกล่องที่มีขุยมะพร้าว, ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และขุยมะพร้าวผสมแกลบ มีค่าเท่ากับ 1.06, 1.14 และ 1.38 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

การบรรจุกุ้งก้ามกรามในวัสดุมีความชื้นที่มีคุณสมบัติช่วยในการรักษาความชื้นนั้น วัสดุจะช่วยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ในการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามให้มีอัตรารอดและเวลาเก็บรักษานานขึ้น ดังนั้น ขุยมะพร้าวจึงเป็นวัสดุมีความชื้นที่ดีเหมาะสำหรับนำมาปรับใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบไม่ใช้น้ำ เนื่องจากช่วยรักษาอุณหภูมิในกล่องให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยในกล่องของแต่ละชุดการทดลอง (องศาเซลเซียส)

เวลาเก็บรักษา (ชั่วโมง)	อุณหภูมิในกล่องที่ใส่วัสดุ		
	ขุยมะพร้าว	ขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าวผสมแกลบ
1	14.00±0.35	14.00±1.98	14.00±0.21
2	14.10±0.57	14.20±1.12	14.20±0.21
3	14.90±0.21	15.30±0.57	15.60±0.00
4	15.60±0.57	17.20±1.13	18.00±1.28
5	16.90±0.14	18.30±2.26	20.20±0.92
6	19.10±0.57	20.80±0.42	21.20±0.95
7	20.60±0.78	21.55±1.33	23.65±1.13



รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส) ในแต่ละกล่องโฟม

บทที่ 5
สรุปผลศึกษาและข้อเสนอแนะ

ผลของวัสดุมีความชื้นที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม *(M. robersengii)* มีชีวิต สรุปผลการศึกษาดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

1. การสลบกุ้งก้ามกรามในน้ำที่อุณหภูมิ 14.0±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที แล้วบรรจุในกล่องโฟมที่มีวัสดุมีความชื้นที่ผสมน้ำแข็งให้มีความชื้นหมาด ๆ โดยวัสดุที่เป็นขุยมะพร้าวจะทำให้กุ้งก้ามกรามมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นวัสดุมีความชื้นเป็นขุยมะพร้าวผสมขี้เลื่อย และวัสดุมีความชื้นเป็นขุยมะพร้าวผสมแกลบ
2. ดังนั้น ขุยมะพร้าวจึงเป็นวัสดุมีความชื้นที่ดีเหมาะสำหรับนำมาปรับใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบไม่ใช้น้ำ เนื่องจากช่วยรักษาอุณหภูมิในกล่องให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ ทำให้มีอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามดีที่สุด รองลงมาเป็น ขี้เลื่อย และแกลบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มจำนวนครั้งการทดลองเป็น 3 ซ้ำ ในแต่ชุดการทดลองจะทำให้เห็นผลการทดลองชัดเจนและถูกต้องยิ่งขึ้น
2. การลดอุณหภูมิน้ำในขั้นตอนการสลบกุ้งก้ามกราม ควรใช้น้ำแข็งก้อนใหญ่จะช่วยลดอุณหภูมิน้ำลงได้ดีกว่าใช้น้ำแข็งเกล็ด
3. ขนาดของกุ้งก้ามกรามที่ใช้ในการทดลอง ควรมีขนาดใกล้เคียงกันที่สุด เพื่อให้ผลการทดลองชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ชลธิชา หอมแช่ม. 2557. การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ. วิทยานิพนธ์สาขาวิทยาศาสตร์การประมง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดภูเก็ต. 2561. องค์ความรู้ การส่งออกกุ้งกุลาดำมีชีวิตไปสาธารณรัฐประชาชนจีนผ่านด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดภูเก็ต. ศูนย์บริหารจัดการด่านตรวจสัตว์น้ำเขต 3 (สงขลา), กองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต, กรมประมง.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร. 2535. ทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มีชีวิตแบบแห้ง. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง. หน้า 539 – 545.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ อัจฉรี เรืองเดช. 2557. การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobranchium rosenbergii*) มีชีวิตโดยใช้วัสดุมีความชื้น. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเทคโนโลยีเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. เศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามเอกสารวิจัยเศรษฐกิจ. เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2551. ปลูกพืชในวัสดุปลูก(Substrate culture). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณหลวงทหารลาดกระบัง.

Coyle, S.D., Dasgupta, S., Tidwell, J.H. and T. Beavers. 2005. Comparative efficacy of anesthetics for freshwater prawn *Macrobranchium robersengii.* Journal of the world aquaculture society. 36: 282-290

Fernando, D.H., S.U. Elizabeth, B.R. Fernando and G.M. Arturo. 1998. Critical thermal maxima and minima of *Macrobranchium rosenbergii* (decapoda: palaenonidae). Thermal Biology. 23: 381-385.

Huq, K.A., M.F.A. Mollah, M. Aminulislam and M.A. Hossain. 1994. Ind. J. Fish. 41: 33.

Jamie, G.S., Shawn, D.C., Leigh, A.B. and H.T. Jame. 2011. Effect of holding packing condition on hemolymph parameters of freshwater prawn, *Macrobranchium robersengii,* during simulated waterless transport. The World Aquaculture Society. 42: 6032838623-617.

Manush, S.M., A.K. Pal, N. Chatterjiee, T. Das and S.C. Mukherjee. 2004. Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobranchium rosenbergii* acclimated to three temperatures. Thermal Biology. 29: 15-19.

Morris, S. and S. Oliver. 1999a. Circulatory, respiratory and metabolic response to emersion and low temperature of *Jasus edward*: simulation studies of commercial shipping method. Comparative Biochemistry and Physiology Part A. 122: 299-308.

Morris, S. and S. Oliver. 1999b. Respiratory gas transport, haemocyanin function and acid-base balance in *Jasus edward*: simulation studies of commercial shipping method.” Comparative Biochemistry and Physiology Part A Comparative Biochemistry and Physiology Part A. 122: 309-321.

Patrick, T.S. and P.K. Bourne. 1997. Relative influence of environmental factors and processing technique on *Panulirus cygnus* morbidity and mortality during simulated live shipments. Marine and freshwater Research. 48: 893-844.

Salin, K.R. 2005. Live transportation of *Macrobranchium rosenbergii* (De man) in chilled sawdust. Aquaculture Research. 36: 300-310.

Salin and Vadhyar. 2001. Fishery Technology. Vol. 38(2): 71 - 76.

Salin, K.R. and K. Jayasree-Vadhyar. 2001. Effect of different chilling rates for cold anaesthetization of *Penaeus monodon* (Faricius) on the survival, duration and sensory quality under live storage in chill sawdush. Aquaculture Research. 32: 145-264

Samet, M., Nakamura, K. and T. Nagayama. 1996. Tolerance and respiration of the prawn (*Penaeus japonnicus*) under cold air conditions. Aquaculture. 143: 205-214.

Schoemaker, R. 1991. INFOFISH Technical Hand Book 3. 17p.