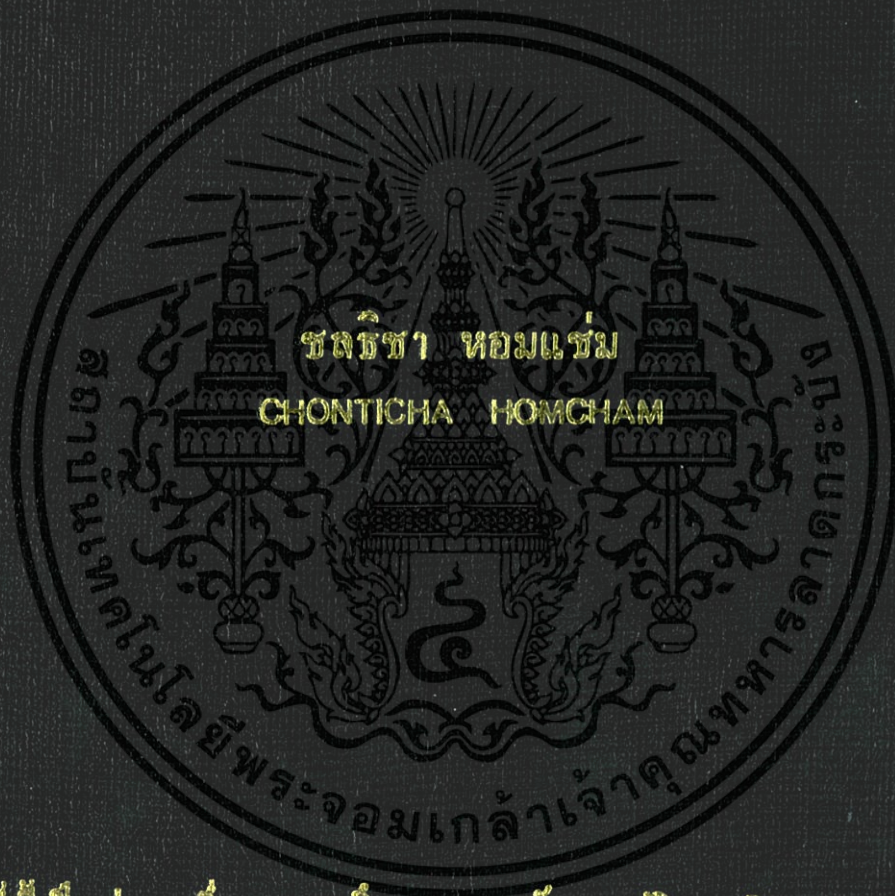


การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)
มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

TRANSPORTATION OF LIVE GIANT FRESHWATER PRAWN
(*Macrobrachium rosenbergii*) WITHOUT WATER



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการโดยศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AG-M-081-175

การขนส่งกึ่งกัมภรรม (*Macrobrachium rosenbergii*)

มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

TRANSPORTATION OF LIVE GIANT FRESHWATER PRAWN

(*Macrobrachium rosenbergii*) WITHOUT WATER



T 1 4 8 2 7 1



สาขา.....
เลขทะเบียน..... 148271
วันเดือนปี..... 24 ต.ค. 2560

b.....
f.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-AG-M-081-175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSPORTATION OF LIVE GIANT FRESHWATER PRAWN

(*Macrobrachium rosenbergii*) WITHOUT WATER



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

KMITL-2014-AG-M-081-175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2014

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ (Transportation of Live Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) without Water)
นักศึกษา นางสาวชลธิชา หอมแฉ่ม
รหัสประจำตัว 54640954
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.นงนุช	เกาเหวิสุทธิ์	
ดร.พิบูล	จิรวณิชไพศาล	
รศ.ดร.สมชาย	หวังวิบูลย์กิจ	
ดร.อนัญญา	เจริญพรนิพัทธ์	
ผศ.ดร.อัจฉรี	เรืองเดช	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 22 ธันวาคม 2557

สถานที่สอบ ห้องประชุม A 209 (ชั้น 2 ตึกเจ้าคุณทหาร)

คณบดีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 25 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)
มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

นักศึกษา

นางสาว ชลธิชา หอมแหม่ม

รหัสประจำตัว

54640954

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

วิทยาศาสตร์การประมง

พ.ศ.

2557

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ.ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

บทคัดย่อ

การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ เพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าของกุ้งก้ามกราม โดยแบ่งเป็น 4 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิต่อพฤติกรรม การเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกราม โดยการลดอุณหภูมิน้ำจาก 29-13 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีผลทำให้พฤติกรรมเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกรามช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง ซึ่งอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้หายใจน้ำ ซึ่งเหงือกเคลื่อนที่ช้า และลำตัวตะแคง ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขนส่ง อุณหภูมิที่ลดลงทำให้การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามลดลง และกุ้งก้ามกรามที่มีขนาดใหญ่มีการบริโภคออกซิเจนน้อยกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดเล็ก การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กุ้งก้ามกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ โดยผสมน้ำแข็งกับขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ปริมาณน้ำแข็งแบ่งเป็น 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัสดุ พบว่าปริมาณน้ำแข็งที่ผสมกับวัสดุเพื่อให้ได้อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิให้นานมีความแตกต่างกันในแต่ละวัสดุ ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ผสมกับขุยมะพร้าวสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ การบรรจุกุ้งก้ามกรามในวัสดุแบ่งเป็น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าวมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุทดลองในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง ส่วนการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ หลังการขนส่ง 5 ชั่วโมง และระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามหลังการบรรจุและการขนส่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่บรรจุและการขนส่ง การทดลองที่ 4 การศึกษาชนิดแบคทีเรีย และลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบไม่ใช้น้ำ โดยแบ่งเวลาการนิ่งเป็น 0, 15, 30 และ 45 นาที พบว่าชนิดของแบคทีเรียในขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ มีทั้งหมด 9 ชนิด และการลดปริมาณแบคทีเรียควรใช้เวลาในการนิ่งฆ่าเชื้ออย่างน้อย 45 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Transportation of Live Giant Freshwater Prawn (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) without Water
Student	Miss Chonticha Homcham
Student ID.	54640954
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2014
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Somchai Wangwibulkit

ABSTRACT

Transportation of live giant freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) without water was studied for increasing quality and value of prawn. The experiment consisted of 4 trials. The first experiment was studied the effect of temperature on movement behavior and oxygen consumption of prawn. The prawn was observed the movement behavior after the water temperature was decreased every 1°C. The result showed that the swimming legs and gill movement were very slow and lean body at 16±1°C. The oxygen consumption of prawn decreased when the water temperature was decreased. The oxygen consumption of small prawn was more than large prawn. The second experiment was investigated amount of ice on the material control temperature the suitable for packing prawn. The sawdust, coconut coir dust and husk material were mixed with ice; 10, 15, 20 and 25% of material weight. The results showed that mixing 20 % of ice with coconut coir dust could control temperature at 16±1°C for 5 hours. The third experiment was studied the survival rate of prawn packed in materials in laboratory and transportation of live giant freshwater prawns without water. The packing prawn in sawdust, coconut coir dust and husk, controlled temperature at 16±1°C. The survival rate of packing prawn in coconut coir dust in laboratory was found that the survival rate was 100% after packed prawn for 7 hours. The packing prawn in coconut coir dust with 20% of ice and kept in styrofoam boxes in laboratory were found that the survival rate was 100% after packed prawn for 5 hours. The survival rate of transportation of live giant freshwater prawns by packing in coconut coir dust with 20% of ice was 94.42±1.32% for transport 5 hours. The fourth experiment was studied on bacteria in material and sterilized by steaming for 0, 15, 30 and 45 minutes. The results were found 9 species of bacteria types in materials and the materials sterilization should be steamed for at

least 45 minutes. ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความกรุณาจาก รศ.ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่แนะนำ ให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ความรู้และอบรมสั่งสอนแก่ข้าพเจ้าตลอดมา

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ และ ผศ.ดร.อัจฉรี เรืองเดช กรรมการสอบหัวข้อ และโครงสร้างวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ ดร. อนุรักษ์ เจริญพรนิพัทธ์ และ ดร. พิกุล จิรวาณิชไพศาล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้า คอยให้คำปรึกษา แนะนำ และให้กำลังใจเสมอมา และขอขอบคุณญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจเสมอ

ขอขอบคุณคุณบุปผา จงพัฒน์ ที่อำนวยความสะดวกและให้คำแนะนำการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการทดลอง และคอยให้กำลังใจในการทำงานเสมอมา

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้การช่วยเหลือ แนะนำและเป็นกำลังใจ และขบใจน้อง ๆ หลักรัฐวิทยาศาสตร์การประมงทุกคนที่ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในขณะที่ทำการทดลอง

ชลธิชา หอมเข้ม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 กุ้งก้ามกราม.....	3
2.2 การขนส่งกุ้งก้ามกราม.....	4
2.2.1 ราคาและการกำหนดราคา.....	4
2.3 รูปแบบการขนส่งกุ้งก้ามกราม.....	5
2.3.1 การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง.....	5
2.3.2 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถุงพลาสติก.....	6
2.3.3 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส.....	8
2.3.4 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ.....	8
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	14
3.1 สัตว์ทดลอง.....	14
3.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง.....	14
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	15
3.3.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ และการ บริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกราม.....	15

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้ อุณหภูมิที่กึ่งกัมกราม เริ่มหยุดการเคลื่อนที่.....	16
3.3.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราการรอดของกึ่งกัมกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองใน ห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกึ่งกัมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ	17
3.3.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาชนิดแบคทีเรีย และการลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุ ที่ใช้ในการขนส่งกึ่งกัมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ.....	19
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	20
3.5 สถานที่ทำการวิจัย.....	20
3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย.....	20
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	21
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ และการบริโภค ออกซิเจนของกึ่งกัมกราม.....	21
4.1.1 ผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ของกึ่งกัมกราม.....	21
4.1.2 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมกราม.....	22
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่ง กัมกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่.....	36
4.2.1 ปริมาณความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกึ่งกัมกราม.....	36
4.2.2 ขนาดน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ.....	37
4.2.3 ปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่งกัมกรามเริ่มหยุด การเคลื่อนที่	37
4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราการรอดของกึ่งกัมกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้อง ปฏิบัติการ และการขนส่งกึ่งกัมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ.....	42
4.3.1 ปริมาณของน้ำแข็งในการปรับอุณหภูมิ และระยะเวลาที่ทำให้กึ่งกัมกราม หยุดการเคลื่อนที่	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.2 อัตราอดของกึ่งกำมกรวมที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ	42
4.3.3 อัตราอดของการขนส่งกึ่งกำมกรวมที่มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ.....	48
4.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาชนิดแบคทีเรีย และการลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ ในการขนส่งกึ่งกำมกรวมที่มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ.....	49
4.4.1 ชนิดแบคทีเรียจากวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกึ่งกำมกรวม.....	49
4.4.2 การลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกึ่งกำมกรวม.....	53
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	55
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	61
บรรณานุกรม.....	62
ภาคผนวก.....	67
ประวัติผู้เขียน.....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกึ่งกัมมกรามในน้ำที่ปรับอุณหภูมิ 29-13 องศาเซลเซียส	21
4.2	การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	23
4.3	การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	24
4.4	สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามกับระยะเวลาของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	25
4.5	การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	30
4.6	การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	31
4.7	สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามกับระยะเวลาของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	32
4.8	อัตราส่วนวัสดุกับปริมาตรน้ำที่ทำให้วัสดุมีความชื้นใช้ในการขนส่งกึ่งกัมมกราม.....	36
4.9	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของซีลี่ยผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซีลี่ย) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ.....	39
4.10	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของขุยมะพร้าวผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขุยมะพร้าว) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ.....	40
4.11	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของเกลบผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเกลบ) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ.....	41
4.12	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษา กึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath.....	44
4.13	เวลาการฟื้นตัวของกึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath.....	45
4.14	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษา กึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง.....	46
4.15	เวลาการฟื้นตัวของกึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง.....	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.16	ชนิดแบบที่เรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งที่พบหลังการนั่งมาเชื้อ.....	54



สารบัญญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กึ่งก้ามกราม (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) ขนาดใหญ่.....	3
2.2	การขนส่งกึ่งก้ามกรามแบบแช่แข็ง.....	5
2.3	การขนส่งลูกกึ่งโดยใช้ถุงพลาสติก.....	6
2.4	การขนส่งกึ่งโดยใช้ถังแอสตันเลสและให้ออกซิเจนตลอดเวลา.....	7
2.5	การขนส่งกึ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ.....	9
2.6	จีล็ดลอยผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด.....	10
2.7	ขุยมะพร้าวส่วนเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นให้ใยละเอียด.....	11
2.8	แกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าว.....	12
4.1	พฤติกรรมเคลื่อนที่ของกึ่งก้ามกรามที่อุณหภูมิน้ำต่าง ๆ (A) 28±1 องศาเซลเซียส (B) 22±1 องศาเซลเซียส (C) 19±1 องศาเซลเซียส (D) 19±1 องศาเซลเซียส (E) 16±1 องศาเซลเซียส (F) 14-13 องศาเซลเซียส	22
4.2	ความสัมพันธ์ของกึ่งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจน ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	25
4.3	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 14.31±0.99 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	26
4.4	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 22.32±0.52 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	26
4.5	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 34.78±1.24 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	27
4.6	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 43.18±0.53 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	27
4.7	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 56.02±0.82 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	28
4.8	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 64.14±1.38 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	28
4.9	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 75.79±1.26 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส.....	29
4.10	ความสัมพันธ์ของกึ่งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจนที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	32

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.11	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 15.19±1.38 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	33
4.12	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 24.55±1.39 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	33
4.13	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 34.70±1.36 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	34
4.14	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 46.66±1.38 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	34
4.15	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 54.78±1.51 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	35
4.16	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 65.16±1.50 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	35
4.17	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 75.20±1.33 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส.....	36
4.18	เปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง.....	37
4.19	ขนาดน้ำแข็งจากการผ่านตะแกรง (A) ขนาดน้ำแข็งเล็กกว่า 0.6x0.6 เซนติเมตร (B) ขนาดน้ำแข็ง 0.6x0.6- 0.9x0.9 เซนติเมตร (C) ขนาดน้ำแข็ง 0.9x0.9 -1.5x1.5 เซนติเมตร (D) ขนาดน้ำแข็งใหญ่กว่า 1.5x1.5 เซนติเมตร.....	38
4.20	ขนาดและปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อการขนส่งกึ่งก้ามกราม	38
4.21	ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุหุ้มเดี่ยว บรรจุในกล่องโฟม.....	39
4.22	ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุหุ้ม มะพร้าวบรรจุในกล่องโฟม.....	40
4.23	ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุเคลือบ บรรจุในกล่องโฟม.....	41
4.24	ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำแข็ง (กรัม) ในปริมาตรน้ำ 1 ลิตรกับการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส).....	43

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.25	ความสัมพันธ์ของระยะที่กึ่งหยุดการเคลื่อนที่ในน้ำที่อุณหภูมิ อุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส กับระยะเวลาการฟื้นตัว	43
4.26	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตราการรอดของกึ่งก้ามกรามควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียสโดยใช้ cooling bath.....	44
4.27	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกึ่งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียสโดยใช้ cooling bath.....	45
4.28	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตราการรอดของกึ่งก้ามกรามควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง.....	47
4.29	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกึ่งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง.....	48
4.30	แบคทีเรียชนิดที่ 1 พบในวัสดุขี้เลื่อย (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	49
4.31	แบคทีเรียชนิดที่ 2 พบในวัสดุขี้เลื่อย (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	49
4.32	แบคทีเรียชนิดที่ 1 พบในวัสดุขุยมะพร้าว (A) ลักษณะ โคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	50
4.33	แบคทีเรียชนิดที่ 2 พบในวัสดุขุยมะพร้าว (A) ลักษณะ โคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	50
4.34	แบคทีเรียชนิดที่ 1 พบในวัสดุแกลบ (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	51
4.35	แบคทีเรียชนิดที่ 2 พบในวัสดุแกลบ (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	51
4.36	แบคทีเรียชนิดที่ 3 พบในวัสดุแกลบ (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	52
4.37	แบคทีเรียชนิดที่ 4 พบในวัสดุแกลบ (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	52

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.38	แบคทีเรียชนิดที่ 5 พบในวัสดุแกลบ (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย.....	53



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) เป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายและเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ การตลาดของกุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้น และตลาดส่วนใหญ่มีความต้องการจำหน่ายกุ้งก้ามกรามที่ยังมีชีวิต หากเป็นกุ้งก้ามกรามที่ตายราคาจะลดลงเกือบเท่าตัว (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554) เนื่องจากคุณภาพของกุ้งก้ามกรามจะลดลง ทำให้ผู้บริโภคส่วนมากนิยมนำกุ้งก้ามกรามที่ยังมีชีวิตไปประกอบอาหารประเภทต่าง ๆ เพราะว่ามีรสชาติและรสชาดที่ดีกว่า ดังนั้นการขนส่งกุ้งก้ามกรามให้มีชีวิตจนถึงผู้บริโภคจึงมีความสำคัญ ในปัจจุบันการขนส่งกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มเพาะเลี้ยงไปยังแหล่งจำหน่ายหรือ โรงงานแปรรูป นิยมการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง ส่วนการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบมีชีวิตจะขนส่งแบบใช้น้ำและให้ออกซิเจน โดยใส่ถังพลาสติก หรือ ถังไฟเบอร์กลาส เต็มน้ำและให้ออกซิเจนระหว่างการขนส่ง ซึ่งยังมีการขนส่งน้อยนิยมขนส่งไปยังร้านอาหารจะได้ราคาที่สูงกว่า กุ้งแช่เย็น ส่วนการขนส่งกุ้งโดยบรรจุในถุงพลาสติกและอัดออกซิเจน นิยมขนส่งลูกกุ้งและพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามกราม การขนส่งกุ้งแบบใช้น้ำและให้ออกซิเจนมีข้อเสียเนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตลอดเวลาระหว่างการขนส่งเป็นสาเหตุทำให้กุ้งเกิดการเครียด อ่อนแอ บอบช้ำ ทำให้หลังการขนส่งมีอัตราการรอดต่ำ การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ เป็นวิธีที่ช่วยแก้ปัญหา ซึ่งการศึกษาของ Samet et al. (1996) พบว่ากุ้ง Kuruma (*Penaeus japonicus*) สามารถมีชีวิตอยู่ในสภาวะที่ไม่มีน้ำได้ เนื่องจากกุ้งสามารถบริโภคออกซิเจนในอากาศได้ และสามารถลดความบอบช้ำ การตายของกุ้ง และมีความสะดวก โดยไม่ต้องขนย้ายน้ำในปริมาณมาก และไม่ต้องให้ออกซิเจน เหมาะสมสำหรับการขนส่งกุ้งขนาดใหญ่

การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ อุณหภูมิที่เหมาะสมในการขนส่งเป็นปัจจัยที่สำคัญ อุณหภูมิที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันตามชนิดและถิ่นกำเนิดของกุ้ง การลดอุณหภูมิมีผลทำให้อัตราเมตาบอลิซึมของกุ้งต่ำ เช่น อัตราการหายใจลดลง การบริโภคออกซิเจนลดลง การเคลื่อนที่ช้าลง และหยุดการเคลื่อนที่ (Morris and Oliver. 1999a) กุ้งที่อยู่ในสภาวะไม่มีน้ำจะมีการสูญเสียน้ำในตัวและน้ำในช่องเหงือก ถ้าสูญเสียน้ำในปริมาณมากเกินไปจะทำให้กุ้งตายได้ (Samet et al. 1996) การใช้วัสดุรักษาความชื้น จะช่วยลดการสูญเสียน้ำในตัวกุ้ง และลดความบอบช้ำได้ มีการนำวิธีการดังกล่าวมาใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ พูลทรัพย์ วิรุพหกุล และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร (2535) ได้ทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รักษาความชื้น สามารถเก็บรักษากิ่งกลุ่ด่าได้เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีอัตราการรอดของกิ่ง 80 เปอร์เซ็นต์ : ซึ่งการเลือกใช้วัสดุรักษาความชื้นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการขนส่งกิ่งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ แต่การนำวัสดุรักษาความชื้นมาใช้ควรคำนึงถึงการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย และมีวิธีการฆ่าเชื้อแบคทีเรียเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค

ดังนั้นวิธีการการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำจึงมีความสำคัญ การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกิ่งก้ามกราม เพื่อหาอุณหภูมิ และปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งกิ่งก้ามกราม เพื่อให้ได้อัตราการรอดของกิ่งก้ามกรามสูงหลังการขนส่ง ตลอดจนการศึกษาเชื้อแบคทีเรีย และวิธีการลดเชื้อแบคทีเรียในวัสดุสำหรับการขนส่ง จึงมีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ในการเพิ่มคุณภาพ และมูลค่าสินค้ากิ่งก้ามกราม

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกิ่งก้ามกราม
- 1.2.2 เพื่อศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กิ่งก้ามกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่
- 1.2.3 เพื่อศึกษาอัตราการรอดของกิ่งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ
- 1.2.4 เพื่อศึกษาชนิดแบคทีเรีย และการลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ทราบอุณหภูมิที่ทำให้กิ่งก้ามกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกิ่งก้ามกรามที่ขนาดและอุณหภูมิต่างกัน
- 1.3.2 ทราบปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่เหมาะสมในการขนส่งกิ่งก้ามกราม
- 1.3.3 ทราบระยะเวลาในการขนส่งกิ่งก้ามกรามให้ได้อัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์
- 1.3.4 ทราบชนิดของเชื้อแบคทีเรีย และวิธีการลดเชื้อแบคทีเรียในวัสดุสำหรับใช้ในการขนส่งกิ่งก้ามกราม

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* และมีชื่อสามัญว่า giant freshwater prawn (ภาพที่ 2.1) การดำรงชีวิตของกุ้งก้ามกรามตามธรรมชาติมีการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำจืด และวางไข่ในแหล่งน้ำกร่อย ดังนั้นจึงสามารถพบกุ้งก้ามกรามตามธรรมชาติในแม่น้ำที่มีทางไหลออกสู่ทะเล เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตาปี เป็นต้น กุ้งก้ามกรามที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมีรสชาติดี ราคาแพง เป็นที่ต้องการของตลาด แต่มีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการบริโภค ทำให้มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเกิดขึ้น ปัจจุบันในเขตพื้นที่ภาคกลางเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง จังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุดคือ จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และราชบุรี ส่วนภาคตะวันออกเลี้ยงเหนือเลี้ยงมากที่จังหวัดกาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด และภาคเหนือเลี้ยงที่จังหวัดเชียงราย ปริมาณการผลิตกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่มาจากการเพาะเลี้ยงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ มีเพียง 12 เปอร์เซ็นต์ ที่มาจากธรรมชาติ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554)



ภาพที่ 2.1 กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ขนาดใหญ่
ที่มา : สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2554)

2.2 การขนส่งกุ้งก้ามกราม

การขนส่งกุ้งก้ามกราม หรือ การเคลื่อนย้ายกุ้งก้ามกรามจากแหล่งผู้ผลิต ไปถึงมือผู้บริโภค มีการเก็บรักษาสินค้าที่แตกต่างกันตามความต้องการของตลาด หรือ ตามความต้องการของผู้บริโภค กุ้งก้ามกรามเป็นสินค้าสัตว์น้ำประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญในขั้นตอนการเก็บรักษาและการขนส่ง เนื่องจากคุณภาพของกุ้งก้ามกรามมีผลต่อการกำหนดราคาและความต้องการของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เพราะผู้บริโภคนิยมนำกุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตไปประกอบเป็นอาหารประเภทต่าง ๆ กุ้งก้ามกรามที่สดใหม่จะมีรสชาติที่อร่อยกว่ากุ้งก้ามกรามที่แช่แข็ง ฉะนั้นจึงให้ความสำคัญของขั้นตอนและวิธีการขนส่งกุ้งก้ามกรามให้มีชีวิตจนถึงมือผู้บริโภค ในการขนส่งกุ้งมีชีวิตมีการออกแบบถัง หรือ ภาชนะบรรจุสำหรับขนส่งกุ้ง มีรถบรรทุก และจัดหายานพาหนะขนส่งอื่น ๆ เพื่อความสะดวกในการอัดออกซิเจน หรือ การใส่ออกซิเจน จากต้นทุนในการขนส่งที่สูงขึ้นถึง 70.29 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้กุ้งก้ามกรามมีชีวิตราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่ตาย จากผลผลิตกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศเป็นหลักถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความต้องการของตลาดต่างประเทศยังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ไทยมีการส่งออกผลผลิตกุ้งก้ามกรามประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554)

2.1.1 ราคาและการกำหนดราคา

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาสูงเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ การกำหนดราคาของกุ้งก้ามกรามจะขึ้นอยู่กับขนาด กุ้งตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่จะได้ราคาที่สูงกว่ากุ้งตัวเมีย แต่กุ้งตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่ราคาสูงกว่ากุ้งตัวผู้ลักษณะธรรมดา และกุ้งตัวเมียที่มีไปราคาจะถูกกว่ากุ้งตัวเมียที่ไม่มีไข่ ส่วนกุ้งขนาดเล็ก กุ้งนึ่ง ราคาจะต่ำมาก การซื้อขายกุ้งก้ามกรามโดยทั่วไปมี 2 รูปแบบ คือ 1) การซื้อขายแบบคละขนาดกุ้ง ส่วนใหญ่พบในพื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แพกุ้งจะรับซื้อกุ้งคละขนาดราคาเฉลี่ย 160 บาทต่อกิโลกรัม หลังจากนั้นแพกุ้งจะนำมาคัดแยกขนาดกุ้งอีกทีเพื่อขายส่งให้กับพ่อค้าอีกทอดหนึ่ง 2) การซื้อขายแบบแยกเพศและคัดขนาดกุ้ง แพกุ้งจะมาคัดขนาดที่บ่อของเกษตรกร ราคาเฉลี่ยแต่ละขนาดที่เกษตรกรได้รับ คือ กุ้งตัวผู้ขนาด 10-20 ตัวต่อกิโลกรัม ราคาเฉลี่ย 220 บาทต่อกิโลกรัม และกุ้งตัวเมียขนาด 21-30 ตัวต่อกิโลกรัม ราคาเฉลี่ย 158 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนกุ้งตัวเมียขนาด 31-40 ตัวต่อกิโลกรัม ราคาเฉลี่ย 120 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554) แต่ถ้าเกษตรกรมีจำนวนหลายรายจะทำให้แพกุ้งมีอำนาจในการกำหนดราคารับซื้อ หรือ การซื้อขายในตลาดที่มีลักษณะกึ่งผูกขาดโดยแพกุ้ง ทำให้เกษตรกรถูกกดราคา และแม้ว่ากุ้งก้ามกรามสามารถเพาะเลี้ยงได้ตลอดปี แต่ในช่วงปลายปีที่มีอากาศหนาว กุ้งเจริญเติบโตน้อยเพราะไม่ค่อยกินอาหาร เกษตรกรส่วนใหญ่จึงชะลอการเพาะเลี้ยง ทำให้ผลผลิตกุ้งก้ามกรามออกสู่ตลาดน้อยลง ราคาจึงปรับสูงขึ้นกว่าเดือนอื่น ๆ ในรอบปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 รูปแบบการขนส่งกุ้งก้ามกราม

2.3.1 การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง

การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง (ภาพที่ 2.2) เป็นการขนส่งกุ้งแบบไม่มีชีวิตจากแหล่งเพาะเลี้ยงไปยังโรงงานแปรรูป หรือ จากโรงงานแปรรูปไปยังแหล่งจำหน่ายต่าง ๆ รวมทั้งภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ ในช่วง 6 เดือนแรก ของปี 2556 ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งก้ามกรามไปตลาดต่างประเทศ ปริมาณ 797.5 ตัน คิดเป็นมูลค่า 216.8 ล้านบาท ผลิตภัณฑ์กุ้งก้ามกรามที่มีมูลค่าสูงสุด คือ กุ้งก้ามกรามแช่แข็งคิดเป็นร้อยละ 99.0 ที่เหลือเป็นกุ้งแช่เย็นและกุ้งปรุงแต่งรวมกันคิดเป็น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยส่งออกไปยังประเทศจีนมากที่สุด 51.1 เปอร์เซ็นต์ เวียดนาม 31.3 เปอร์เซ็นต์ และประเทศอื่น ๆ 17.6 เปอร์เซ็นต์ (วารสารกรม ไร้อ้า, 2556)



ภาพที่ 2.2 การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง

ที่มา : <http://www.ptfoodsprocessing.com/product/1336679>

2.3.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง

1) การเลือกวัตถุดิบในการผลิตกุ้งแบบแช่แข็งและกุ้งแปรรูป ส่วนใหญ่ผู้ประกอบการจะรับซื้อเป็นกุ้งสดที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแกะเปลือก หักหัว หรือ คัดขนาด โดยจะนำมาแปรรูปและ แช่แข็งที่โรงงานทั้งหมด ผู้ประกอบการจะต้องควบคุมความสดของวัตถุดิบ โดยบริหารจัดการด้านการขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่จากสถานการณ์ในปัจจุบัน ผู้ประกอบการบางรายเริ่มเปลี่ยนลักษณะการรับซื้อกุ้งสดมาเป็นกุ้งที่ผ่านการหักหัว แกะเปลือก หรือ ผ่านการต้ม เป็นการลดภาระในการจัดการด้านวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงาน ช่วยลดต้นทุนในการบริหารจัดการด้านการขนส่ง (ศิริวรรณ แจ่มพลาย, 2553)

2) การแช่แข็งกุ้งในอุตสาหกรรมผู้ผลิตส่วนใหญ่จะใช้เทคโนโลยีในการแช่

เยือกแข็งแบบ individual quick freezing และ air blast เทคโนโลยีการแช่เยือกแข็งแบบ individual เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

quick freezing เป็นกระบวนการผลิตโดยการเรียงกุ้งผ่านสายพาน หรือ conveyor ผ่านสารทำความเย็น เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) การแช่เยือกแข็งในวิธีนี้กุ้งแต่ละตัวจะถูกแช่เยือกแข็งทันที หลังจากนั้นจึงนำมาจัดใส่กล่องบรรจุในการขนส่ง ส่วนวิธีการแช่เยือกแข็งแบบ Air Blast เป็นการนำกุ้งจัดเรียงในถาดสแตนเลสที่เคลือบและเติมน้ำให้เต็มถาด จัดเรียงกุ้งเป็นชั้น ๆ แล้วนำไปแช่เยือกแข็งในห้องที่ใช้ลมเย็นสำหรับการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7-10 ชั่วโมง ซึ่งส่วนใหญ่การแช่แข็งแบบนี้จะพบได้ในโรงงานขนาดใหญ่ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2548)

2.3.2 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถุงพลาสติก

การขนส่งกุ้งโดยใส่ถุงพลาสติกนิยมขนส่งกุ้งขนาดเล็ก ขนส่งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงและอนุบาลไปยังบ่อเพาะเลี้ยง ใช้ถุงพลาสติกขนาด 36x60 เซนติเมตร บรรจุน้ำประมาณ 2.5 ลิตร (ภาพที่ 2.3) โดยนิยมขนส่งในช่วงเวลาเช้ามืดหรือเวลากลางคืน เนื่องจากอุณหภูมิอากาศไม่ร้อนจนเกินไป ซึ่งถ้าขนส่งในช่วงเวลาเช้ามืดหรือกลางคืน ไม่จำเป็นต้องใช้รถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ แต่ต้องระมัดระวังความร้อนจากพื้นรถไม่ให้สัมผัสกับถุงบรรจุกุ้งโดยตรง แต่ถ้าเป็นการขนส่งในเวลากลางวันนานหลายชั่วโมง ควรใช้รถห้องเย็นที่ปรับอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. 2542)



ภาพที่ 2.3 การขนส่งลูกกุ้งโดยใส่ถุงพลาสติก

ที่มา : <http://www.siamfishing.com/board/view.php?tid=650312>

2.3.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถุงพลาสติก

1) การอัดออกซิเจนในถุงพลาสติกควรอัดออกซิเจนให้มีปริมาตรไม่เกิน 60-70 เปอร์เซ็นต์ ให้ถุงมีความนุ่มพอสมควรไม่แข็งตึงจนเกินไป เพราะอาจทำให้ถุงแตกได้ ในการขนส่งลูกกุ้งก้ามกรามพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความหนาแน่น 25 องศาเซลเซียส ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 50 กรัมต่อลิตร กุ้งเกิดอาการเครียดในการขนส่ง (D'Abramo *et al.* 1989) และพบว่าปริมาณ แลกเตสในเลือดกุ้งจะเพิ่มขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนในการขนส่งกุ้ง (Spicer *et al.* 1990 ; Ridgway *et al.* 2006)

2) ความหนาแน่นของการบรรจุลูกกุ้ง 1,500-2,000 ตัวต่อถุง (ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. 2542) ถ้าบรรจุลูกกุ้งมีความหนาแน่นมากเกินไปอาจขนส่งได้ในเวลาไม่นาน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนอาจไม่เพียงพอ และในถุงที่มีความหนาแน่นมากปริมาณการจับถ่ายของเสียมาก กุ้งจะเกิดความเครียด บอบช้ำ จึงส่งผลให้อัตรารอดต่ำ ในการขนส่งลูกกุ้งสามารถทนต่อปริมาณ ไนโตรทที่เกิดขึ้น 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (Armstrong *et al.* 1976) มีการศึกษาของ Coyle *et al.* (2001) ศึกษาการขนส่งกุ้งก้ามกรามใส่ถุงพลาสติกที่ความหนาแน่นต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่นสูงสุด คือ 50 กรัมต่อลิตร กุ้งมีการจับถ่ายของเสียปริมาณมากทำให้ค่าแอมโมเนียในถุงสูงกว่าที่ความหนาแน่น 10 และ 25 กรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณการจับแอมโมเนียแปรผันตามอุณหภูมิในการขนส่ง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณการจับแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้น (Andre *et al.* 1996) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณน้อยสุดที่ความหนาแน่นสูงสุด มีการศึกษาของ Sperandio *et al.* (2012) รายงานการขนส่งกุ้ง (*Macrobrachium amazonicum*) ที่มีความหนาแน่นสูงพบว่าระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ปริมาณแอมโมเนีย และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้กุ้งมีอัตราการรอดลดลง และการศึกษาของ Alias and Siraj (1988) รายงานการขนส่งกุ้งระยะ postlarvae มีอัตราการรอดร้อยละ 85 เปอร์เซ็นต์ ที่ความหนาแน่น 300 ตัวต่อลิตร

3) เวลาการขนส่งลูกกุ้งในเวลากลางวัน หรือ ช่วงเช้ามืด เนื่องจากอุณหภูมิจะต่ำสุดในรอบวัน ทำให้กุ้งไม่เครียดระหว่างการขนส่ง และข้อดีในการขนส่งลูกกุ้งในเวลากลางวันเมื่อถึงที่หมายในการนำลูกกุ้งปล่อยลงบ่อดินจะเป็นเวลาเช้ามืด หรือ เวลาเช้าที่อุณหภูมิในบ่อไม่สูงซึ่งเหมาะสมในการปล่อยลูกกุ้งเช่นกัน ทำให้อัตรารอดในการปล่อยลูกกุ้งสูงขึ้น



ภาพที่ 2.4 การขนส่งกุ้งโดยใช้ถังแอสแตนเลสและให้ออกซิเจนตลอดเวลา

ที่มา: http://www.thailandshrimp.org/agriculture_tiger6.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การขนส่งกึ่งกัมมามีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส

การขนส่งกึ่งโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส หรือ ถังแอสตันเลสเติมน้ำและให้ออกซิเจนระหว่างการขนส่ง (ภาพที่ 2.4) ปริมาณการขนส่งกึ่งแต่ละครั้งเฉลี่ยประมาณ 560 กิโลกรัม โดยในการขนส่งแต่ละครั้งพบว่ามียัตราการสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 0.7 กิโลกรัมต่อครั้ง สาเหตุที่เกิดการสูญเสียของกึ่งในการขนส่งแต่ละครั้ง สาเหตุอันดับแรกเกิดจากกึ่งตาย หรือ กัมมหักและบอบช้ำซึ่งเป็นสาเหตุหลัก สาเหตุรองลงมาคือ กึ่งกระโดดออกนอกรถขณะเดินทางซึ่งพบบ้างบางส่วน ซึ่งเกษตรกรบางรายต้องเช่าอุปกรณ์ในการขนส่งพบว่ามีค่าเช่าเฉลี่ยประมาณ 890 บาทต่อครั้ง (กิตตินันท์ บุญรอด และสมพงษ์ ธงไชย. 2549) การขนส่งแบบนี้ใช้พื้นที่มาก และการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตลอดเวลาในระหว่างการขนส่งเป็นสาเหตุทำให้กึ่งเกิดอาการเครียด ส่งผลให้กึ่งอ่อนแอ กัมมหักบอบช้ำ และตาย มีการศึกษาของ Coyle *et al.* (2005b) ขนส่งกึ่งกัมมามีชีวิตขนาด 47.5 ± 3.2 กรัม ใส่ถังไฟเบอร์กลาสและให้ออกซิเจน มีการเพิ่มวัสดุที่เป็นตาข่ายพลาสติก ทำเป็นชั้น ๆ ใส่ในถังไฟเบอร์กลาสเพื่อให้กึ่งยึดเกาะเปรียบเทียบระหว่างการใส่วัสดุและไม่ใส่วัสดุ แต่พบว่าการใส่วัสดุและไม่ใส่วัสดุ อัตรารอดของกึ่งไม่แตกต่างกัน ผลของการเพิ่มวัสดุให้กึ่งยึดเกาะจากการศึกษานี้จึงไม่ส่งผลให้อัตรารอดสูงขึ้น

2.3.3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกึ่งกัมมามีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส

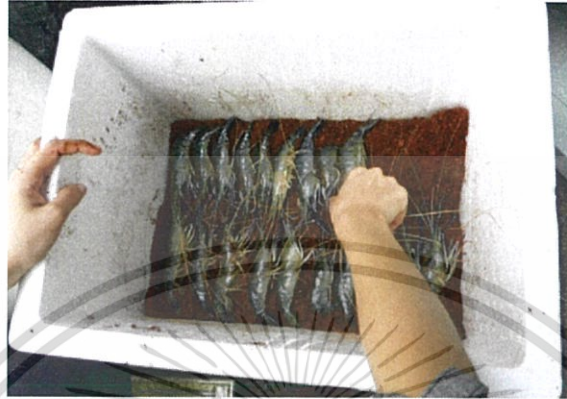
1) ความหนาแน่นในการขนส่งกึ่งโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาสเป็นปัจจัยที่สำคัญ การขนส่งแบบใส่ถังโดยทั่วไปมีความหนาแน่นอยู่ที่ 0.05-0.1 กิโลกรัมต่อลิตร (Frinsko. 2012) มีการขนส่งกึ่งที่ความหนาแน่น 0.06 กิโลกรัมต่อลิตร พบว่าการตายของกึ่งมีสาเหตุมาจากความหนาแน่นที่มากเกินไป และทำให้คุณภาพน้ำแยลง (Keith. 1995) ในการขนส่งกึ่งแบบนี้สามารถขนส่งที่ความหนาแน่นมากกว่าการขนส่งกึ่งโดยใส่ถ่วงพลาสติก แต่ความหนาแน่นของกึ่งมากก็จะทำให้การขับถ่ายของเสียมาก ทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้น (Coyle *et al.* 2005b)

2) ออกซิเจนในการขนส่งกึ่งโดยใส่ไฟเบอร์กลาสจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ในการให้ออกซิเจนตลอดเวลาการขนส่ง ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ให้ต้องเพียงพอต่อปริมาณการใช้ออกซิเจนของกึ่งในถัง ในการขนส่งกึ่งแต่ละครั้งต้องมีการตรวจสอบอุปกรณ์การให้ออกซิเจนให้มีสภาพพร้อมใช้งานทุกครั้ง เพราะถ้าเกิดเหตุฉุกเฉินระหว่างการขนส่ง อุปกรณ์การให้ออกซิเจนไม่สามารถทำงานได้ ออกซิเจนในถังไม่เพียงพอส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดของกึ่งต่ำลง

2.3.4 การขนส่งกึ่งกัมมามีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การขนส่งกึ่งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ (ภาพที่ 2.5) เหมาะสำหรับการขนส่งกึ่งขนาดใหญ่ เช่น การขนส่งกึ่งจากบ่อเพาะเลี้ยงไปยังแหล่งจำหน่ายต่าง ๆ หรือ ขนส่งพ่อแม่พันธุ์กึ่งจากฟาร์มไปยังโรงเพาะฟักต่าง ๆ การขนส่งกึ่งมีชีวิตแบบนี้มีความสะดวก กึ่งไม่อ่อนแอ และไม่บอบช้ำจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตลอดเวลา และไม่ต้องติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจน หรือ เครื่องอัดออกซิเจน เอกประหยัดพื้นที่ สามารถขนส่งระยะทางไกล และมีการเพิ่มวัสดุรักษาความชื้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวกุ้ง ทำให้ระยะเวลาการขนส่งนานขึ้นและมีอัตราการรอดสูงกว่าการขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบใช้น้ำ การขนส่งวิธีนี้สามารถขนส่งในสัตว์กลุ่มครัสตาเซียเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่ไม่มีน้ำได้ (Morris and Oliver. 1999a)



ภาพที่ 2.5 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

2.3.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

1) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ การขนส่งกุ้งแบบนี้ ไม่มีการอัดออกซิเจนในการขนส่ง แต่กุ้งสามารถมีชีวิตรอด เนื่องจากการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมที่ต่ำ กุ้งเคลื่อนที่ช้าลง หรือ หยุดการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกุ้งลดลงด้วย มีการศึกษาของ Patrick and Bourne. (1997) ในการขนส่งกุ้ง (*Panulirus cygnus*) มีการลดอุณหภูมิลงทำให้กุ้งสลบ หรือ หยุดการเคลื่อนที่ พบว่าการขนส่งมีระยะเวลานานขึ้น และกุ้งมีอัตราการอดมากขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งของกุ้งแต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามถิ่นกำเนิดและภูมิอากาศของประเทศนั้น ๆ ในการขนส่งกุ้งแต่ละชนิดจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขนส่ง เพราะอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะทำให้กุ้งตาย และจากการศึกษาของ Jamie *et al.* (2011) ขนส่งกุ้งก้ามกราม มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ อุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งกุ้งอยู่ที่ 15 ± 1 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับการศึกษาของ Salin (2005) ขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำอุณหภูมิที่ใช้ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เช่นกัน และมีการขนส่งกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) อุณหภูมิที่ใช้สำหรับการขนส่งอยู่ที่ 14 ± 1 องศาเซลเซียส (Salin and Jayasree-Vadhyar. 2001) และมีการขนส่งกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) โดยมีการเก็บรักษากุ้งที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส (Jiang *et al.* 1995)

2) ความชื้นของวัสดุ ในสภาวะที่อุณหภูมิต่ำระหว่างการขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ทำให้มีการสูญเสียน้ำในตัวและสูญเสียน้ำในช่องเหงือกของกุ้ง (Maher *et al.* 1996) ถ้ามีการสูญเสียน้ำในปริมาณที่มากเกินไปกุ้งอาจตายได้ การสูญเสียน้ำในตัวมีผลต่อค่าออกซิโมลาไลตีใน

เลือดที่สูงขึ้น (Jamie *et al.* 2011) และเลือดมีความหนืด เนื่องจากการสูญเสียไนโตรเจนเป็นปัญหา ในระบบหมุนเวียนเลือด และการลำเลียงออกซิเจนในร่างกาย (Samet *et al.* 1996) ในการขนส่งกุ้งมี ชีวิตแบบไม่ใช้น้ำให้มีอัตราการรอดที่สูงขึ้นจากวิธีการเพิ่มความชื้นเพื่อลดการสูญเสียไนโตรเจนในกุ้ง โดย การเพิ่มวัสดุที่สามารถรักษาความชื้นได้ โดยวัสดุเหล่านี้ราคาถูกและสามารถหาได้ทั่วไป เช่น ขี้ เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ

2.1) ขี้เลื่อยเป็นผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด (ภาพที่ 2.6) ขี้เลื่อยมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน มีค่า ความเป็นกรดค่า 4.2-6 ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของไม้ คุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดีมาก จนอาจมากเกินไป จึงมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ ราคาถูก น้ำหนักเบาต่อการ นำมาใช้งาน รักษาความชื้นได้ดี มีความพรุนสูง และความคงทนของโครงสร้างสามารถ สลายตัวได้ ขี้เลื่อยจะสลายตัวประมาณ 6 เดือน (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2551) มีการศึกษาของ Salin (2005) ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ และมีการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุรักษาความชื้น ทำ ให้ขึ้นและเย็นก่อนนำมาบรรจุกุ้งก้ามกรามขนส่งที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้ง ก้ามกรามมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ขนส่งได้เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง และยังมีการศึกษาการใช้ขี้ เลื่อยเป็นวัสดุในการขนส่งกุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ขี้เลื่อยที่ใช้ทำให้ขึ้นและเย็นก่อนนำมา บรรจุกุ้งกุลาดำขนส่งที่อุณหภูมิ 14 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถขนส่ง กุ้งกุลาดำมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ขนส่งได้เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง (Salin and Jayasree-Vadhyar, 2001) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาของ Wong *et al.* (1988) ศึกษาการเก็บรักษากุ้ง (*Penaeus merguensis*) ในขี้เลื่อย พบว่ากุ้งมีอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 41.6-86.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.6 ขี้เลื่อยผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) ขุยมะพร้าว เป็นส่วนเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นใยให้ละเอียด เป็นขุยมะพร้าวเม็ดทราย (ไม่ใช่เปลือกสับ) เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบขุยมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่ง เศษเหลือเหล่านี้เป็นผง ๆ (ภาพที่ 2.7) ขุยมะพร้าวมีค่าความเป็นกรดต่าง 6-7 คุณสมบัติมีเส้นใยในการดูดซับน้ำได้ดี อาจมากเกินไปจึงมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ รักษาความชื้นได้ดีมาก เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ มีความพรุนสูง ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ราคาถูก และน้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้งาน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2551) เมื่อจะใช้ต้องพรมน้ำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นพอเหมาะ ไม่แฉะ และไม่แห้งเกินไป ทางการศึกษาส่วนใหญ่จะใช้ในการเพาะชำต้นไม้ จากสมบัติในการเก็บรักษาความชื้นได้ดีนี้จึงนำมาปรับใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำแบบไม่ใช้น้ำ นอกจากคุณสมบัติในการเก็บรักษาความชื้นได้ดี และช่วยลดความบอบช้ำ มีการศึกษาของ Babu and Marian. (1998) ขนส่งกุ้ง (*Penaeus indicus*) แบบใช้น้ำ โดยนำขุยมะพร้าวใส่ในท่อพีวีซีน้ำกึ่งที่ไข่ใส่ด้านใน ขุยมะพร้าวจะช่วยลดความบอบช้ำในระหว่างการขนส่ง มีอัตราการรอด 99.4±0.23 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 42 ชั่วโมง มีการศึกษาของพลทรัพย์ วิรุพหกุล และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร (2535) ได้ทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ โดยใช้ขุยมะพร้าวเป็นวัสดุรักษาความชื้น ก่อนบรรจุนำขุยมะพร้าวทำให้มีความชื้น 75-80 เปอร์เซ็นต์ และทำให้เย็นก่อนนำกุ้งบรรจุในอัตราส่วน กุ้ง : ขุยมะพร้าว = 1.5:1 โดยน้ำหนัก และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 21-23 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถเก็บรักษากุ้งกุลาดำได้เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีอัตราการรอด 78 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2.7 ขุยมะพร้าวส่วนเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นให้ใยละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) แกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าวที่ได้จากการสีข้าว เป็นส่วนที่เหลือจากการผลิตข้าวสาร (ภาพที่ 2.8) มีลักษณะเป็นรูปทรงรี เม็ดยาวสีเหลืองอมน้ำตาล หรือ เหลืองนวลแล้วแต่ภูมิประเทศที่มีการปลูกข้าว โครงสร้างภายในมีความพรุนมากเพื่อใช้เป็นทางลำเลียงน้ำและอาหาร โครงสร้างนี้เกิดจากส่วนสำคัญสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จำพวกเซลลูโลส ลิกนิน และส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งมีซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบหลัก และแกลบยังเป็นฉนวนกันความร้อน มีค่าความเป็นกรดค่า 6-7 คุณสมบัติอุ้มน้ำได้น้อย เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ราคาถูกมาก และน้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้งาน (อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2551) สามารถนำมาใช้ในการเก็บรักษาน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งละลายช้าลง เป็นวิธีการเก็บรักษาน้ำแข็งของคนสมัยก่อน



ภาพที่ 2.8 แกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าว

3) เวลาการลดอุณหภูมิน้ำเพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนไหวที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งทำให้มีอัตราการรอดและระยะเวลาการขนส่งนานขึ้น เนื่องจากการค่อย ๆ ลดอุณหภูมิน้ำลงทำให้กุ้งไม่เครียด และกุ้งสามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิที่กุ้งนั้นหยุดการเคลื่อนไหวที่ก่อนนำไปบรรจุสำหรับการขนส่งต่อไป มีการศึกษาของ Salin (2005) ได้ศึกษาระยะเวลาการลดอุณหภูมิเพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนไหวที่ก่อนการขนส่งกุ้งก้ามกรามขนาด 45-52 กรัม ลดอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส ถึง 15 ± 1 องศาเซลเซียส แบ่งการลดอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ ได้แก่ การลดอุณหภูมิ 1.26 ± 0.09 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง การลดอุณหภูมิ 2.52 ± 0.18 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.04 ± 0.36 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนไหวที่แล้วบรรจุในกล่องโฟม ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งอยู่ที่ 15 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งในกลุ่มที่ค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ ที่การลดอุณหภูมิเป็นเอกสารหนึ่งสสารทสวงนเวสสหรับการเขงนเพอการหกดขทเทานน ไมญญูชดเหนาเปเชบระเษชนดำนการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ 1.26 ± 0.09 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สามารถขนส่งกึ่งอัตราอด 100 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาได้นานที่สุด 12 ชั่วโมง มากกว่าการลดอุณหภูมิ 2.52 ± 0.18 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.04 ± 0.36 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งการศึกษาของ Salin and Jayasree-Vadhyar (2001) ศึกษาระยะเวลาการลดอุณหภูมิเพื่อทำให้กึ่งหยุดการเคลื่อนที่ก่อนการขนส่งกึ่งกลาดำขนาด 22-25 กรัม ลดอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียสถึง 14 ± 1 องศาเซลเซียส แบ่งการลดอุณหภูมิเป็น 3 ระดับ ได้แก่ การลดอุณหภูมิ 1.38 ± 0.16 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง การลดอุณหภูมิ 2.76 ± 0.32 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.52 ± 0.64 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกึ่งที่หยุดการเคลื่อนที่แล้วบรรจุในกล่องโฟม ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งอยู่ที่ 14 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากึ่งในกลุ่มที่ลดอุณหภูมิอย่างช้า ๆ ที่การลดอุณหภูมิ 1.38 ± 0.16 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สามารถขนส่งกึ่งอัตราอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานที่สุด 24 ชั่วโมง มากกว่าการลดอุณหภูมิ 2.76 ± 0.32 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.52 ± 0.64 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง การลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วเพื่อทำให้กึ่งหยุดการเคลื่อนที่ก่อนการขนส่ง ส่งผลให้กึ่งมีอัตราอดน้อยกว่าในการลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ (Jamie *et al.* 2011)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง

กึ่งก้ามกรามซื้อมาจากตลาดทะเลไทย จังหวัดสมุทรสาคร และอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา

3.2 อุปกรณ์และสารเคมีในการทดลอง

- 3.2.1 เครื่องทำความเย็น (cooling bath)
- 3.2.2 ตู้แรงดันไอน้ำ (autoclave) รุ่น HV-50
- 3.2.3 ตู้บ่มเชื้อ (incubator)
- 3.2.4 ตู้เขี่ยเชื้อ (laminar flow)
- 3.2.5 ตู้อบ (hot air oven) รุ่น Venticell
- 3.2.6 เครื่อง DO meter รุ่น YSI 52
- 3.2.7 หม้อนึ่งไอน้ำ
- 3.2.8 เครื่องซังคิติดอกทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น ARC 1200
- 3.2.9 เครื่องซังทศนิยม 1 ตำแหน่ง
- 3.2.10 กล้องจุลทรรศน์ถ่ายรูป Olympus รุ่น BX51-DJ-FI 1
- 3.2.11 นาฬิกาจับเวลา
- 3.2.12 เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด
- 3.2.13 เทอร์โมมิเตอร์
- 3.2.14 ตู้กระจกขนาด 13x25x15 เซนติเมตร
- 3.2.15 ถังฟองขนาด 19x32x15 และ 25x37x15 เซนติเมตร
- 3.2.16 ถังพลาสติกขนาด 20x30x10 เซนติเมตร
- 3.2.17 ตะแกรงพลาสติกขนาด 0.6x0.6, 0.9x0.9 และ 1.5x1.5 เซนติเมตร
- 3.2.18 อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA (plate count agar)
- 3.2.19 peptone water 0.1 เปอร์เซ็นต์
- 3.2.20 แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ และ 70 เปอร์เซ็นต์
- 3.2.21 สารเคมีย้อมแกรมแบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.2.22 น้ำแข็ง
- 3.2.23 ซีลี้อย
- 3.2.24 ขุยมะพร้าว
- 3.2.25 แกลบ

3.3 วิธีดำเนินการ

3.3.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคม

การทดลองที่ 1.1 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกิ้งก่ามกราคม

1.1.1 วิธีการทดลอง

เตรียมตู้กระจกขนาด 18x25x20 เซนติเมตร วางตู้กระจกใน cooling bath เติมน้ำในตู้กระจกวัดอุณหภูมิเริ่มต้น นำกิ้งก่ามกราคมขนาด 42.60 ± 15.82 กรัม จำนวน 3 ตัว หลังจากนั้นปรับลดอุณหภูมิในตู้กระจกลงทีละ 1 องศาเซลเซียส สังเกตพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ ได้แก่ ขาว่ายน้ำ ขาเดิน และเหงือก ลดอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิที่กิ้งก่ามกราคมเคลื่อนที่ของขาว่ายน้ำและขาเดิน แต่ส่วนของเหงือกยังขยับ หลังจากนั้นนำกิ้งออกมาพ่นตัวในอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น และให้ออกซิเจน

1.1.2 การเก็บข้อมูล

บันทึกอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น และอุณหภูมิน้ำสิ้นสุด ที่ทำให้กิ้งก่ามกราคมมีพฤติกรรมหยุดการเคลื่อนที่

การทดลองที่ 1.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคม

1.2.1 วิธีการทดลอง

1.2.1.1 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคมขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

นำกิ้งก่ามกราคมขนาด 14.31 ± 0.99 , 22.32 ± 0.52 , 34.78 ± 1.24 , 43.18 ± 0.53 , 56.02 ± 0.82 , 64.14 ± 1.38 และ 75.79 ± 1.26 กรัม ขนาดละ 5 ตัว ทดลองครั้งละ 1 ตัว เติมน้ำในชุดอุปกรณ์วัดการบริโภคออกซิเจนโดยควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น (จากการทดลองที่ 1.1) ที่กิ้งก่ามกราคมมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ ปล่อยให้กิ้งในชุดอุปกรณ์วัดการบริโภคออกซิเจน และใช้เครื่อง DO meter วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

1.2.1.2 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคม

ขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำกึ่งกัมกรามขนาด 15.19 ± 1.38 , 24.55 ± 1.39 , 34.70 ± 1.36 , 46.66 ± 1.38 , 54.78 ± 1.51 , 65.16 ± 1.50 และ 75.20 ± 1.33 กรัม ขนาดละ 5 ตัว ทดลองครั้งละ 1 ตัว นำชุดอุปกรณ์วัดการบริโภคออกซิเจนใส่ใน cooling bath เตรียมน้ำในชุดอุปกรณ์วัดการบริโภคออกซิเจนโดยการควบคุมอุณหภูมิที่ 28 ± 1 องศาเซลเซียส ปล่อยกึ่งในชุดอุปกรณ์วัดการบริโภคออกซิเจน ปรับลดอุณหภูมิในชุดอุปกรณ์วัดการบริโภคออกซิเจนลงทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิน้ำที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งกึ่งกัมกรามเริ่มมีพฤติกรรมหยุดการเคลื่อนที่ (จากการทดลองที่ 1.1) และใช้เครื่อง DO meter วัดค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

1.2.2 การเก็บข้อมูล

บันทึกปริมาณออกซิเจนที่ลดลงและนำข้อมูลมาคำนวณการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ทุก ๆ 5 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.3.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่งกัมกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design: CRD) โดยใช้น้ำแข็งปริมาณต่าง ๆ ผสมกับวัสดุที่เลือก โดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำแข็งแบ่ง 4 ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ปริมาณน้ำแข็งหนัก 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ

ชุดการทดลองที่ 2 ปริมาณน้ำแข็งหนัก 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ

ชุดการทดลองที่ 3 ปริมาณน้ำแข็งหนัก 20 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ

ชุดการทดลองที่ 4 ปริมาณน้ำแข็งหนัก 25 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ

แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ และทำการทดลองโดยใช้วัสดุขุยมะพร้าว และแกลบ แทนการใช้วัสดุที่เลือก

2.1 วิธีการทดลอง

2.1.1 หาปริมาณน้ำในวัสดุที่เลือก ขุยมะพร้าว และแกลบ ที่มีความชื้นเหมาะสม ๆ สำหรับใช้ในการขนส่งกึ่งกัมกราม โดยเตรียมวัสดุแต่ละชนิดปริมาตร 1 ลิตร ตวงปริมาณน้ำครั้งละ 10 มิลลิลิตร ใส่ในวัสดุแล้วผสมน้ำกับวัสดุ ใส่น้ำจนวัสดุแต่ละชนิดมีความชื้นเหมาะสม ๆ และหาความชื้นของวัสดุโดยการชั่งน้ำหนักวัสดุเริ่มต้น นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ใช้เวลาการอบจนน้ำหนักของวัสดุคงที่ ทำให้เย็นใน desiccator และชั่งน้ำหนักหลังการอบ

2.1.2 หาขนาดน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งกึ่งกัมกราม โดยใช้น้ำแข็งขนาดเล็กลงจากโรงงานน้ำแข็ง ซึ่งขนาดน้ำแข็งบดแต่ละโรงงานน้ำแข็งอาจจะแตกต่างกัน

ในการทดลองนี้จึงศึกษาขนาดน้ำแข็งบดที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ โดยนำน้ำแข็งมาผ่านตะแกรง ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 0.6x0.6, 0.9x0.9 และ 1.5x1.5 เซนติเมตร ชั่งน้ำแข็งหนัก 1 กิโลกรัม เทน้ำแข็งผ่านตะแกรงขนาด 1.5x1.5, 0.9x0.9 และ 0.6x0.6 เซนติเมตร ตามลำดับ น้ำแข็งจะผ่านลงตะแกรงขนาดต่าง ๆ หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักของน้ำแข็งในตะแกรงขนาดต่าง ๆ

2.1.3 หาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิอุณหภูมิ 16±1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่กึ่งกำกรวมเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ ใช้ปริมาณน้ำแข็ง 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ โดยนำวัสดุที่ได้ทำให้มีความชื้นหมาด ๆ จากการทดลองที่ 2.1.1 ชั่งวัสดุ 3 กิโลกรัม ผสมกับน้ำแข็ง ซึ่งน้ำแข็งที่ใช้เป็นน้ำแข็งบดมีขนาดต่าง ๆ ได้จากการทดลองที่ 2.1.2 ผสมวัสดุกับน้ำแข็งให้เข้ากันใส่กล่องโฟมขนาด 19x32x15 เซนติเมตร ใส่เทอร์โมมิเตอร์ที่วัดอุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด บริเวณกลางกล่อง และปิดฝากล่องพันด้วยกระดาษขาว แต่ละชุดการทดลองทดลองเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

2.2 การเก็บข้อมูล

2.2.1 บันทึกปริมาณน้ำที่ทำให้วัสดุมีความชื้นหมาด ๆ และบันทึกน้ำหนักเริ่มต้นและน้ำหนักสุดท้าย และ นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาความชื้นจากสมการ

$$\text{ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)} = \left[\frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \right] \times 100$$

2.2.2 บันทึกปริมาณน้ำแข็งที่ผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ

2.2.3 บันทึกอุณหภูมิในกล่องวัสดุที่เลื้อย ขุยมะพร้าว และเกล็ดที่ผสมกับน้ำแข็งในปริมาณต่าง ๆ ทุก ๆ 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.3.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราการรอดของกึ่งกำกรวมที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกึ่งกำกรวมมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การทดลองที่ 3.1 ศึกษาปริมาณของน้ำแข็งในการปรับอุณหภูมิน้ำ และระยะเวลาที่ทำให้กึ่งกำกรวมหยุดการเคลื่อนที่

3.1.1 วิธีการทดลอง

3.1.1.1 ปริมาณของน้ำแข็งในการปรับอุณหภูมิน้ำ ที่ทำให้กึ่งกำกรวมหยุดการเคลื่อนที่ อุณหภูมิเริ่มต้น 28±1 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำแข็งเติมในน้ำปริมาตร 1 ลิตร ปรับอุณหภูมิน้ำลงทีละ 1 องศาเซลเซียส จนได้อุณหภูมิน้ำ 10 องศาเซลเซียส คำนวณปริมาณน้ำแข็งที่ทำให้มีอุณหภูมิ 15±1 องศาเซลเซียส

3.1.1.2 ระยะเวลาที่ทำให้กึ่งกำกรวมหยุดการเคลื่อนที่ เตรียมน้ำปริมาตร 5 ลิตร ใช้น้ำแข็งปรับอุณหภูมิน้ำให้ได้ 15±1 องศาเซลเซียส (จากการทดลองที่ 1.1) ใช้น้ำแข็งปรับอุณหภูมิน้ำจากการทดลองที่ 3.1.1.1 นำกึ่งกำกรวมขนาด 57.43±4.19 กรัม จำนวน 27 ตัว ทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น มิใช่เผยแพร่ให้บุคคลอื่นใดทราบโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งละ 9 ตัว ใส่น้ำอุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส เพื่อให้กุ้งหยุดการเคลื่อนที่ ทุก ๆ 1 นาที นำ กุ้งก้ามกรามออกมาพ้นตัวโดยไม่มีน้ำ สังเกตการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามโดยมีการเคลื่อนที่ขำว่ายน้ำ ขาดิน และก้าม

3.1.2 การเก็บข้อมูล

3.1.2.1 บันทึกน้ำหนักของน้ำแข็งในการปรับอุณหภูมิน้ำลดลงทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส

3.1.2.2 บันทึกระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามที่นำออกจากรีตู้เย็นอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส

การทดลองที่ 3.2 ศึกษาอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ บรรจุกุ้งก้ามกรามในวัสดุขนส่งที่ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส การควบคุมอุณหภูมิใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ cooling bath และใช้น้ำแข็ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (complete randomized design: CRD) โดยมีวัสดุ ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ชุดการทดลอง ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 การบรรจุกุ้งก้ามกรามในขี้เลื่อย

ชุดการทดลองที่ 2 การบรรจุกุ้งก้ามกรามในขุยมะพร้าว

ชุดการทดลองที่ 3 การบรรจุกุ้งก้ามกรามในแกลบ

แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.1 วิธีการทดลอง

3.2.1.1 ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ cooling bath ที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส นำกุ้งก้ามกรามขนาด 51.33 ± 13.32 กรัม ทำให้หยุดการเคลื่อนที่ เตรียมวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ที่ทำให้มีความชื้น จากนั้นนำกล่องพลาสติกขนาด $20\times 30\times 10$ เซนติเมตร โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร นำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนที่วางเรียงตะแคงจำนวน 5 ตัว หลังจากนั้น โรยวัสดุปกคลุมตัวกุ้ง ปิดฝากล่องนำไปใส่ cooling bath ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทุก 1 ชั่วโมง นำกุ้งออกมาพ้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน สังเกตการฟื้นตัวของกุ้งโดยมีการเคลื่อนที่ขำว่ายน้ำ ขาดิน และก้าม

3.2.1.2 ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส นำกุ้งก้ามกรามขนาด 59.68 ± 16.96 กรัม ทำให้หยุดการเคลื่อนที่ เตรียมวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ที่ทำให้มีความชื้นหมาด ๆ และผสมกับน้ำแข็งให้ได้อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยขี้เลื่อยผสมกับปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ ขุยมะพร้าวผสมกับปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ และแกลบผสมกับปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ (จากการทดลองที่ 2.1.3) จากนั้นนำกล่องโฟมขนาด $19\times 32\times 15$ เซนติเมตร บรรจุ 2 ชั้น ชั้นที่ 1 โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร นำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนที่วางเรียงตะแคงจำนวน 5 ตัว โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร ปกคลุมตัวกุ้ง ชั้นที่ 2 นำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนที่วางเรียงตะแคงจำนวน 5 ตัว โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร ปกคลุมตัวกุ้ง หลังจาก

นั้นปิดฝากล่องโฟมและพันกระดาษขาว ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทุก 1 ชั่วโมง นำ กิ่งออกมาพื้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน สังเกตการพื้นตัวของกิ่ง โดยมีการเคลื่อนที่ขาวัยน้ำ ขาดิน และก้าม

3.2.2 การเก็บข้อมูล

3.2.2.1 บันทึกอัตราการรอด และระยะเวลาการพื้นตัวของกิ่งก้ามกรามที่บรรจุใน วัสดุควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

3.2.2.2 บันทึกอัตราการรอด และระยะเวลาการพื้นตัวของกิ่งก้ามกรามที่บรรจุใน วัสดุควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

การทดลองที่ 3.3 ศึกษาอัตราการรอดของการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

3.3.1 วิธีการศึกษา

เตรียมขุยมะพร้าวเป็นวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบา สามารถรักษาอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้นานที่สุด และมี อัตราการรอดดีที่สุด โดยมีความชื้นหมาด ๆ และผสมกับปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ (จากการทดลอง ที่ 2.1.3) และเตรียมกล่องโฟมขนาด $25\times 37\times 15$ เซนติเมตร บรรจุกิ่งก้ามกรามขนาด 59.37 ± 14.29 กรัม ทำให้กิ่งหยุดการเคลื่อนที่ โดยใช้น้ำแข็งปรับอุณหภูมิน้ำ 15 ± 1 องศาเซลเซียส (จากการทดลอง ที่ 3.1.1.1) 2 ชั้น ชั้นที่ 1 โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร นำกิ่งที่หยุดการเคลื่อนที่วางเรียง ตะแคงจำนวน 8 ตัว โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร ปกคลุมตัวกิ่ง ชั้นที่ 2 นำกิ่งที่หยุดการ เคลื่อนที่วางเรียงตะแคงจำนวน 8 ตัว โรยวัสดุหนาประมาณ 3 เซนติเมตร ปกคลุมตัวกิ่ง จากนั้นปิด ฝากล่องโฟมและพันกระดาษขาว ขนส่งโดย รถกระบะจากอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มา คณะเทคโนโลยีการเกษตร เป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำกิ่งออกมาพื้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน สังเกตการพื้นตัวของกิ่งโดยมีการเคลื่อนที่ขาวัยน้ำ ขาดิน และก้าม

3.3.2. การเก็บข้อมูล

บันทึกอัตราการรอด และระยะเวลาการพื้นตัวของกิ่งในการขนส่งเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.3.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาชนิดแบคทีเรีย และการลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการ ขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

4.1 วิธีการศึกษา

4.1.1 ตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียและการลดปริมาณแบคทีเรียโดยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อ เตรียม วัสดุแห้งแต่ละชนิดใส่ด้วยอลูมิเนียม เตรียมหมอนึ่งไอน้ำ เมื่อน้ำเดือดให้นำวัสดุที่เตรียมใส่ชั้นนึ่ง ไอน้ำ นึ่งเป็นเวลา 0, 15, 30 และ 45 นาที หลังจากนำออกมาปิดฝาด้วยฟอยล์ และตรวจสอบเชื้อ

แบคทีเรียตามวิธีการของ BAM (2001) ซึ่งงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 นำวัสดุที่เวลาการนิ่งต่าง ๆ ชั่งตัวอย่างวัสดุ 5 กรัม ใส่ขวดรูปชมพูนี peptone water 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 45 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนวัสดุให้เข้ากัน ปิดฝาด้วยจุกสำลีหุ้มฟอยล์ ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที หลังจากนั้นถ่ายเชื้อโดยใช้ปิเปต 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยม spread plate นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 18-20 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีที่ขึ้น หลังจากนั้นแยกโคโลนีเดี่ยวโดยนำลูปเขี่ยเชื้อจากโคโลนี แล้วนำมา streak บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 18-20 ชั่วโมง โคโลนีที่ขึ้นจะเป็น โคโลนีเดี่ยว

4.1.3 หลังจากนั้นนำไปย้อมแกรมแบคทีเรีย โดยใช้ลูปแตะโคโลนีแล้วนำมาเกลี่ยเชื้อ (smear) บนสไลด์ให้กระจายเป็นฟิล์มบาง ๆ ไม่หนาแน่นมากเกินไป ทิ้งให้แห้ง และตรึงเชื้อ (fix) ให้ติดแน่นกับสไลด์ โดยผ่านเปลวไฟอย่างรวดเร็ว 2-3 ครั้ง หลังจากนั้นหยดสีคริสตัลไวโอเลต (crystal violet) บนรอยเกลี่ยทิ้งไว้ 1 นาที แล้วเทสีทิ้ง หยดสารละลายไอโอดีน (lugol's iodine) ทิ้งไว้ 1 นาที เทสารละลายทิ้ง ล้างสีออกด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ ทิ้งไว้ประมาณ 15 วินาที ล้างน้ำสะอาด สูดท้ายหยดสีซาฟรานิน (safranin) บนรอยเกลี่ย ทิ้งไว้ประมาณ 15-30 วินาที ล้างน้ำและซับให้แห้ง ตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์

4.2 การเก็บข้อมูล

ตรวจสอบจำนวนชนิดเชื้อแบคทีเรียที่พบ และเวลาการนิ่งมาเชื้อของแบคทีเรียแต่ละชนิด

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของชุดการทดลองทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธี Duncan's multiple range test จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

3.5 สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.6 ระยะเวลาในการทำวิจัย

เดือนพฤศจิกายน 2553 – เดือนธันวาคม 2556

บทที่ 4

ผลการทดลอง

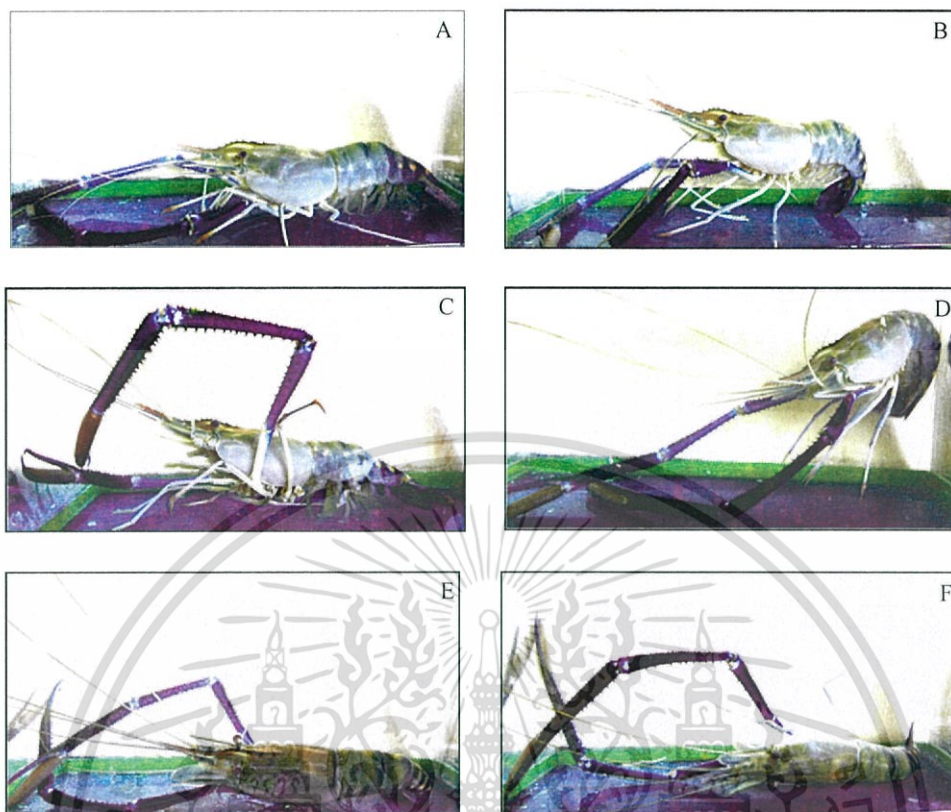
4.1 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของ กุ้งก้ามกราม

4.1.1 ผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกราม

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกราม โดยการปรับลด อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 28 ± 1 องศาเซลเซียส ทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส และสังเกตพฤติกรรมการเคลื่อนที่ ของอวัยวะต่าง ๆ เช่น ขาวายน้ำ ขาเดิน ก้าม และการขยับของซี่เหงือก พบว่าช่วงอุณหภูมิน้ำที่ 29-24 องศาเซลเซียส กุ้งก้ามกรามมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของขาวายน้ำ ที่อุณหภูมิน้ำ 23-21 องศาเซลเซียส ขาเดิน ขาวายน้ำ ซี่เหงือกมีการเคลื่อนที่ และขาวายน้ำขึ้นผิวน้ำ และเมื่ออุณหภูมิ 20-18 องศาเซลเซียส ขาวายน้ำ ซี่เหงือกเคลื่อนที่ กล้ามเนื้อลำตัวและก้ามกระตุก ตืดตัวขึ้นผิวน้ำ หลังจาก ที่อุณหภูมิน้ำลดเป็น 17-15 องศาเซลเซียส กุ้งก้ามกรามไม่มีการเคลื่อนที่ของขาวายน้ำ และซี่เหงือก เคลื่อนที่ช้า และลำตัวตะแคง และอุณหภูมิน้ำ 14-13 องศาเซลเซียส กุ้งก้ามกรามหยุดการเคลื่อนที่ ของขาวายน้ำ และลำตัวตะแคง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกราม ในน้ำที่ปรับอุณหภูมิตั้งแต่ 29-13 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พฤติกรรมของกุ้งก้ามกราม
29-24	ขาวายน้ำ และซี่เหงือกเคลื่อนที่ (ภาพที่ 4.1 (A))
23-21	ขาเดิน ขาวายน้ำ และซี่เหงือกเคลื่อนที่ มีการขาวายน้ำขึ้นผิวน้ำ (ภาพที่ 4.1 (B))
20-18	ขาวายน้ำ ซี่เหงือกเคลื่อนที่ กล้ามเนื้อลำตัวและก้ามกระตุก ตืดตัวขึ้นผิวน้ำ (ภาพที่ 4.1 (C, D))
17-15	ขาวายน้ำ ซี่เหงือกเคลื่อนที่ช้า เสียการทรงตัว ตะตัวตะแคง (ภาพที่ 4.1 (E))
14-13	ซี่เหงือกเคลื่อนที่ช้ามาก ลำตัวตะแคง (ภาพที่ 4.1 (F))



ภาพที่ 4.1 พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกรามที่อุณหภูมิน้ำต่าง ๆ

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| (A) 28±1 องศาเซลเซียส | (B) 22±1 องศาเซลเซียส |
| (C) 19±1 องศาเซลเซียส | (D) 19±1 องศาเซลเซียส |
| (E) 16±1 องศาเซลเซียส | (F) 14-13 องศาเซลเซียส |

4.1.2 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกราม

4.1.2.1 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ น้ำ 28±1 องศาเซลเซียส

ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ น้ำ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ขำว่ายน้ำและเหงือกกุ้งก้ามกรามมีการเคลื่อนที่ พบว่า การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดเล็กมีมากกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2) โดยขนาดของกุ้งมีความสัมพันธ์กับการบริโภค ออกซิเจน ดังสมการ $y = 0.3796x^{-0.619}$ เมื่อ y = การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อ ชั่วโมง) และ x = ขนาดกุ้งก้ามกราม (กรัม) ดังภาพที่ 4.2 จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้สามารถ หาค่าการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามได้ตั้งแต่ขนาด $14.31 \pm 0.99 - 75.79 \pm 1.26$ กรัม ใน ระยะเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิ น้ำ 28±1 องศาเซลเซียส และพบว่าการบริโภคออกซิเจนของกุ้ง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้ามกรามทุก ๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 60 นาที กุ้งก้ามกรามบริโภคนอกซิเจนลดลงเมื่อขนาดเพิ่มขึ้น และระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3) กุ้งก้ามกรามขนาดเล็กมีการบริโภคนอกซิเจนในระยะเวลา 60 นาที แตกต่างมากกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่ การบริโภคนอกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ในระยะเวลา 60 นาที โดยมีความสัมพันธ์การบริโภคนอกซิเจนของกุ้งก้ามกรามกับระยะเวลาตามขนาดของกุ้งก้ามกรามดังตารางที่ 4.4 เมื่อ y = การบริโภคนอกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) และ x = ระยะเวลาการบริโภคนอกซิเจน (นาที) ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.3-4.9)

ตารางที่ 4.2 การบริโภคนอกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

น้ำหนักกุ้งก้ามกราม (กรัม)	การบริโภคนอกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง)
14.31 \pm 0.99	0.0816 \pm 0.0045 ^c
22.32 \pm 0.52	0.0499 \pm 0.0016 ^d
34.78 \pm 1.24	0.0399 \pm 0.0007 ^c
43.18 \pm 0.53	0.0358 \pm 0.0007 ^{bc}
56.02 \pm 0.82	0.0340 \pm 0.0002 ^b
64.14 \pm 1.38	0.0332 \pm 0.0004 ^b
75.79 \pm 1.26	0.0236 \pm 0.0006 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

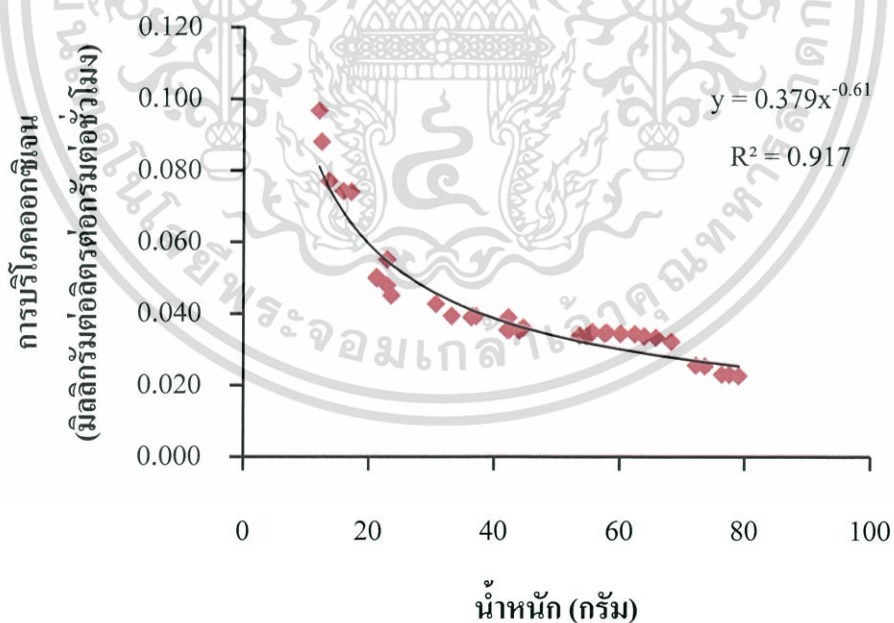
ตารางที่ 4.3 การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (นาที)	ขนาดกุ้งก้ามกราม (กรัม)						
	14.31±0.99	22.32±0.52	34.78±1.24	43.18±0.53	56.02±0.82	64.14±1.38	75.79±1.26
5	0.0090±0.0010 ^b	0.0046±0.0001 ^d	0.0039±0.0001 ^f	0.0035±0.0000 ^f	0.0034±0.0000 ^f	0.0031±0.0000 ^c	0.0024±0.0001 ^f
10	0.0079±0.0009 ^{ab}	0.0045±0.0002 ^{cd}	0.0038±0.0001 ^{cf}	0.0033±0.0000 ^{cf}	0.0032±0.0000 ^c	0.0029±0.0000 ^d	0.0022±0.0001 ^{cf}
15	0.0076±0.0006 ^{ab}	0.0044±0.0001 ^{bcd}	0.0035±0.0001 ^{dc}	0.0031±0.0000 ^{dc}	0.0031±0.0001 ^c	0.0029±0.0000 ^d	0.0020±0.0001 ^{dc}
20	0.0069±0.0005 ^a	0.0042±0.0001 ^{abc}	0.0037±0.0002 ^{ef}	0.0030±0.0000 ^{cd}	0.0028±0.0000 ^{cd}	0.0028±0.0000 ^{cd}	0.0020±0.0001 ^{dc}
25	0.0063±0.0001 ^a	0.0041±0.0001 ^{abc}	0.0033±0.0001 ^{cd}	0.0029±0.0000 ^{bcd}	0.0028±0.0001 ^{cd}	0.0028±0.0000 ^{cd}	0.0019±0.0000 ^{bcd}
30	0.0064±0.0006 ^a	0.0039±0.0001 ^{ab}	0.0032±0.0002 ^{bcd}	0.0029±0.0000 ^{bcd}	0.0027±0.0000 ^{bcd}	0.0027±0.0000 ^{abc}	0.0019±0.0000 ^{bcd}
35	0.0065±0.0007 ^a	0.0039±0.0002 ^{ab}	0.0031±0.0001 ^{abc}	0.0029±0.0000 ^{bcd}	0.0027±0.0000 ^{bcd}	0.0025±0.0000 ^a	0.0019±0.0000 ^{bcd}
40	0.0061±0.0005 ^a	0.0039±0.0001 ^{ab}	0.0030±0.0001 ^{abc}	0.0028±0.0001 ^{abc}	0.0026±0.0000 ^{abc}	0.0026±0.0000 ^{ab}	0.0018±0.0000 ^{abc}
45	0.0060±0.0004 ^a	0.0039±0.0001 ^{ab}	0.0031±0.0001 ^{abc}	0.0028±0.0001 ^{abc}	0.0026±0.0000 ^{abc}	0.0026±0.0000 ^{ab}	0.0018±0.0000 ^{abc}
50	0.0059±0.0008 ^a	0.0037±0.0001 ^a	0.0028±0.0001 ^a	0.0027±0.0000 ^{ab}	0.0026±0.0000 ^{abc}	0.0026±0.0000 ^{ab}	0.0017±0.0000 ^{ab}
55	0.0058±0.0006 ^a	0.0037±0.0001 ^a	0.0029±0.0001 ^{abc}	0.0027±0.0000 ^{ab}	0.0025±0.0000 ^a	0.0026±0.0000 ^{ab}	0.0017±0.0000 ^{ab}
60	0.0059±0.0007 ^a	0.0037±0.0001 ^a	0.0028±0.0001 ^a	0.0026±0.0000 ^a	0.0025±0.0000 ^a	0.0025±0.0000 ^a	0.0016±0.0000 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

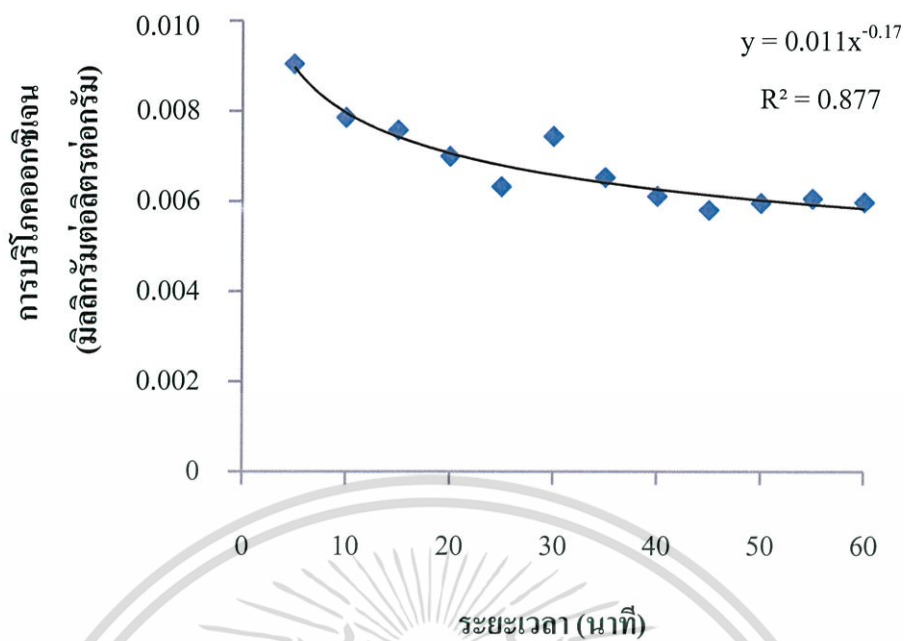
ตารางที่ 4.4 สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามกับระยะเวลาของกึ่งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส

ขนาดกึ่งก้ามกราม (กรัม)	สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) กับระยะเวลา (นาที)	ภาพที่
14.31±0.99	$y = 0.0119x^{-0.172}$	4.3
22.32±0.52	$y = 0.0053x^{-0.078}$	4.4
34.78±1.24	$y = 0.0051x^{-0.135}$	4.5
43.18±0.53	$y = 0.0042x^{-0.105}$	4.6
56.02±0.82	$y = 0.0044x^{-0.133}$	4.7
64.14±1.38	$y = 0.0037x^{-0.088}$	4.8
75.79±1.26	$y = 0.0031x^{-0.145}$	4.9

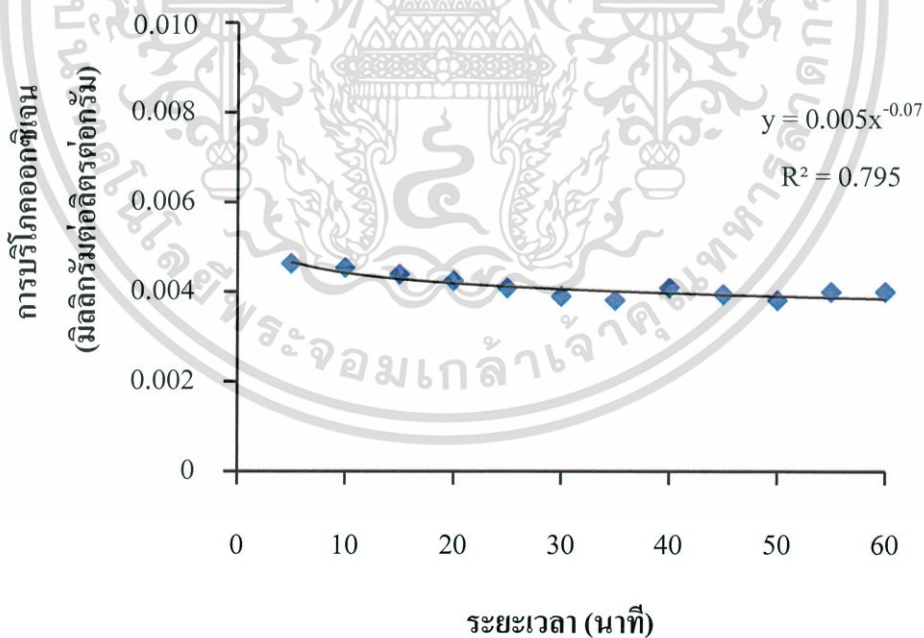


ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของกึ่งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจน ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

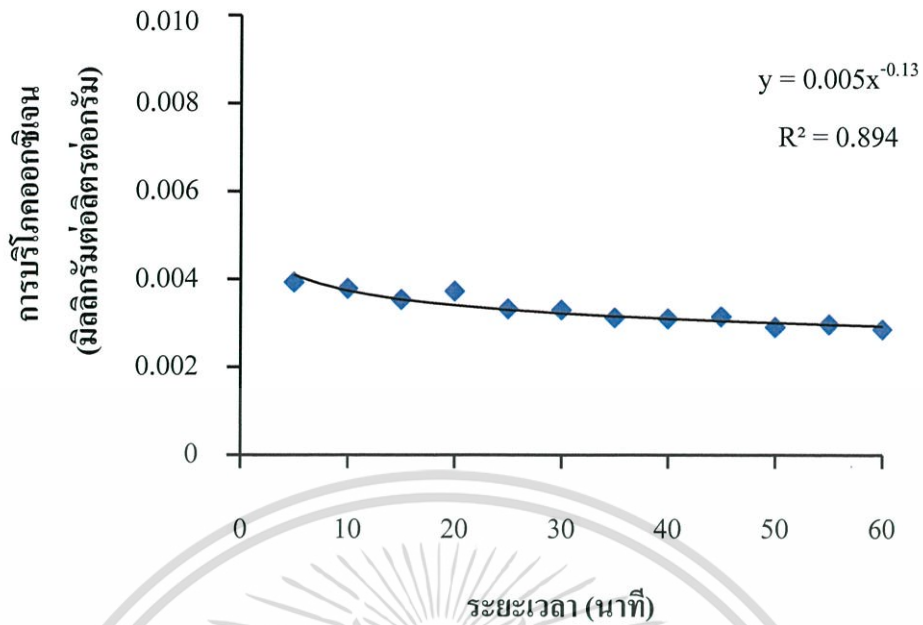


ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคน้ำออกซิเจนของกึ่งกัมกรามขนาด 14.31 ± 0.99 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

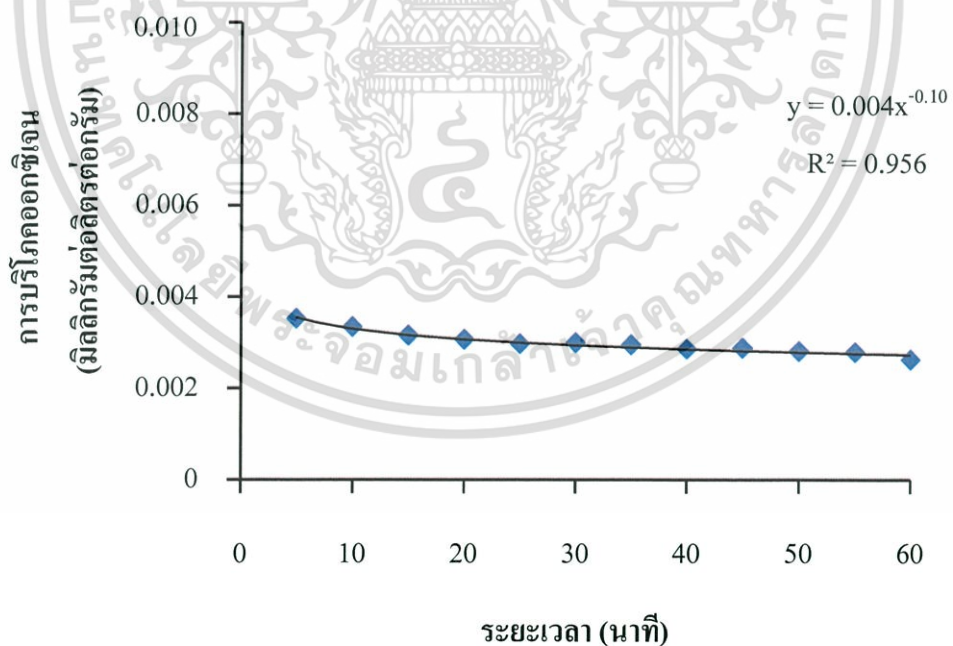


ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคน้ำออกซิเจนของกึ่งกัมกรามขนาด 22.32 ± 0.52 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

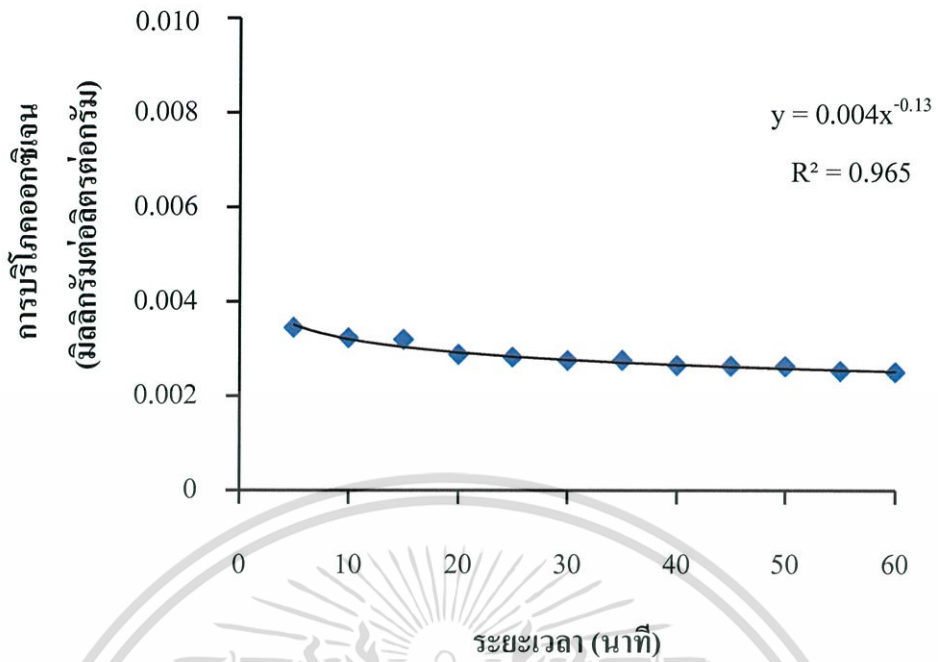


ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซีเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 34.78 ± 1.24 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

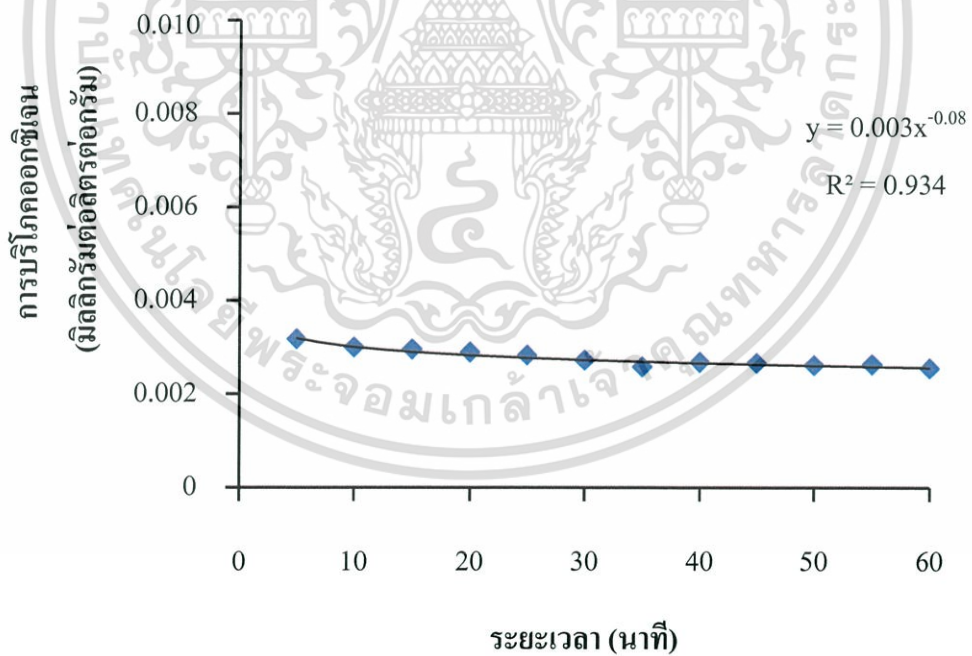


ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซีเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 43.18 ± 0.53 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

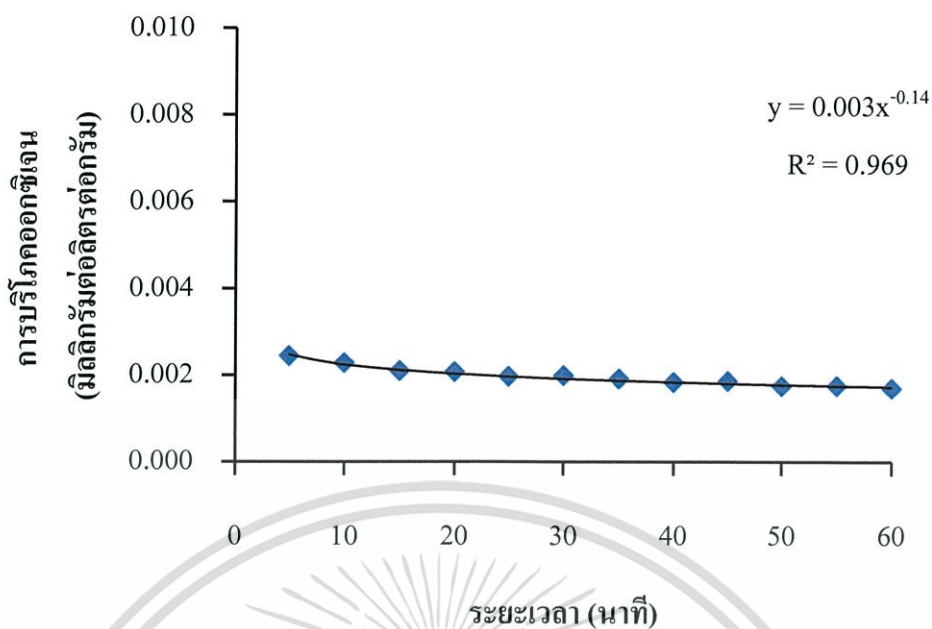


ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภ�ออกซิเจนของกึ่งกำรรมขนาด 56.02 ± 0.82 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภ�ออกซิเจนของกึ่งกำรรมขนาด 64.14 ± 1.38 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 75.79 ± 1.26 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

4.1.2.2 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้กึ่งกำมะถันเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ (จากการทดลองที่ 4.1.1) พบว่าการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที กึ่งกำมะถันขนาดเล็กมีการบริโภคออกซิเจนมากกว่ากึ่งกำมะถันขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.5 ส่วนการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันเล็กมีความแตกต่างมากกว่ากึ่งขนาดใหญ่ ดังภาพที่ 4.10 การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาดต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับการบริโภคออกซิเจน ดังสมการ $y = 0.0252x^{-0.187}$ เมื่อ $y =$ การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) และ $x =$ ขนาดกึ่งกำมะถัน (กรัม) จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้สามารถหาค่าการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันได้ตั้งแต่ขนาด $15.19 \pm 1.38 - 75.20 \pm 1.33$ กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที และพบว่าการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาดต่าง ๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 60 นาที การบริโภคออกซิเจนลดลงเมื่อระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.6 การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันจะลดลงเมื่อขนาดของกึ่งกำมะถันเพิ่มขึ้นในระยะเวลา 60 นาที สามารถแสดงสมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนกับระยะเวลาการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันในระยะเวลา 60 นาที ดังตารางที่ 4.7 เมื่อ $y =$ การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรัมต่อชั่วโมง) และ x = ระยะเวลาการบริโภคออกซิเจน (นาที) การบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกรามในระยะเวลา 60 นาที จะแตกต่างกันน้อยลงเมื่อขนาดกิ้งก่ามกรามเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.11-4.17) ผลการศึกษาอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราม พบว่าการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกรามในอุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส กิ้งก่ามกรามมีการบริโภคออกซิเจนมากกว่ากิ้งก่ามกรามในอุณหภูมิน้ำ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.5 การบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

น้ำหนักกิ้งก่ามกราม (กรัม)	ปริมาณการบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง)
15.19 \pm 1.38	0.0150 \pm 0.0001 ^d
24.55 \pm 1.39	0.0138 \pm 0.0002 ^c
34.70 \pm 1.36	0.0136 \pm 0.0000 ^c
46.66 \pm 1.38	0.0122 \pm 0.0000 ^b
54.78 \pm 1.51	0.0119 \pm 0.0000 ^b
65.16 \pm 1.50	0.0114 \pm 0.0002 ^a
75.20 \pm 1.33	0.0111 \pm 0.0000 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

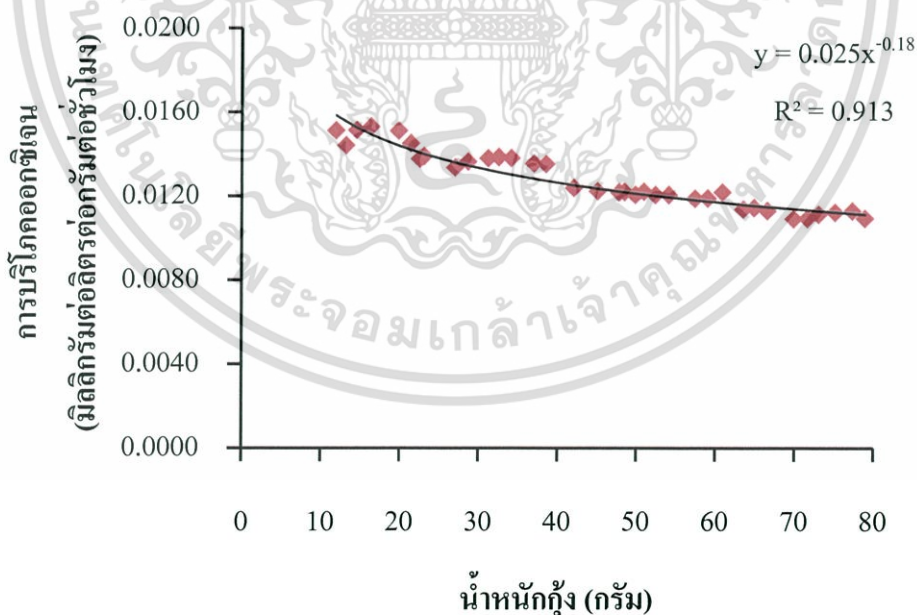
ตารางที่ 4.6 การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (นาที)	ขนาดกุ้งก้ามกราม (กรัม)						
	15.19±1.38	24.55±1.39	34.70±1.36	46.66±1.38	54.78±1.51	65.16±1.50	75.20±1.33
5	0.0021±0.0001 ^c	0.0017±0.0000 ^g	0.0020±0.0000 ^f	0.0018±0.0000 ^h	0.0016±0.0000 ⁱ	0.0016±0.0000 ^g	0.0013±0.0000 ^h
10	0.0018±0.0001 ^d	0.0014±0.0000 ^f	0.0019±0.0000 ^f	0.0017±0.0000 ^h	0.0013±0.0000 ^h	0.0013±0.0000 ^f	0.0012±0.0000 ^g
15	0.0016±0.0000 ^{cd}	0.0013±0.0000 ^{ef}	0.0016±0.0000 ^e	0.0015±0.0000 ^g	0.0012±0.0000 ^{gh}	0.0012±0.0000 ^{ef}	0.0011±0.0000 ^f
20	0.0015±0.0000 ^c	0.0012±0.0000 ^{de}	0.0014±0.0000 ^d	0.0012±0.0000 ^f	0.0011±0.0000 ^{fg}	0.0011±0.0000 ^c	0.0010±0.0000 ^c
25	0.0015±0.0000 ^c	0.0012±0.0000 ^{de}	0.0012±0.0000 ^c	0.0010±0.0000 ^c	0.0010±0.0000 ^{ef}	0.0009±0.0000 ^d	0.0009±0.0000 ^{dc}
30	0.0014±0.0001 ^c	0.0011±0.0000 ^{cde}	0.0009±0.0000 ^b	0.0009±0.0000 ^{de}	0.0009±0.0000 ^{de}	0.0008±0.0000 ^{cd}	0.0009±0.0000 ^{dc}
35	0.0010±0.0001 ^b	0.0010±0.0000 ^{bcd}	0.0009±0.0000 ^b	0.0008±0.0000 ^{cd}	0.0008±0.0000 ^{bcd}	0.0008±0.0000 ^{cd}	0.0008±0.0000 ^{cd}
40	0.0010±0.0001 ^b	0.0009±0.0000 ^{abc}	0.0007±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^{ab}	0.0008±0.0000 ^{bcd}	0.0007±0.0000 ^{bc}	0.0007±0.0000 ^{ab}
45	0.0007±0.0000 ^{ab}	0.0009±0.0000 ^{abc}	0.0006±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^{ab}	0.0008±0.0000 ^{bcd}	0.0007±0.0000 ^{bc}	0.0007±0.0000 ^{ab}
50	0.0009±0.0000 ^{ab}	0.0009±0.0000 ^{abc}	0.0006±0.0000 ^a	0.0005±0.0000 ^{ab}	0.0007±0.0000 ^{abc}	0.0006±0.0000 ^a	0.0007±0.0000 ^{ab}
55	0.0007±0.0000 ^{ab}	0.0008±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^a	0.0005±0.0000 ^{ab}	0.0006±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^a
60	0.0006±0.0000 ^a	0.0008±0.0000 ^a	0.0005±0.0000 ^a	0.0004±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^a	0.0006±0.0000 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

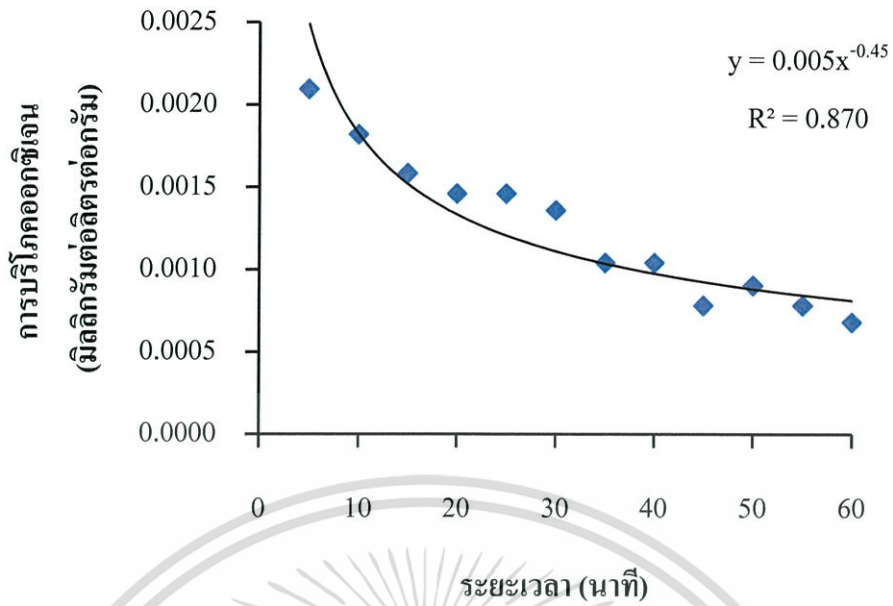
ตารางที่ 4.7 สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามกับระยะเวลาของก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

ขนาดกึ่งก้ามกราม (กรัม)	สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) กับระยะเวลา (นาที)	ภาพที่
15.19±1.38	$y = 0.0051x^{-0.45}$	4.11
24.55±1.39	$y = 0.0028x^{-0.28}$	4.12
34.70±1.36	$y = 0.0067x^{-0.571}$	4.13
46.66±1.38	$y = 0.0067x^{-0.607}$	4.14
54.78±1.51	$y = 0.0033x^{-0.378}$	4.15
65.16±1.50	$y = 0.0034x^{-0.407}$	4.16
75.20±1.33	$y = 0.0024x^{-0.304}$	4.17

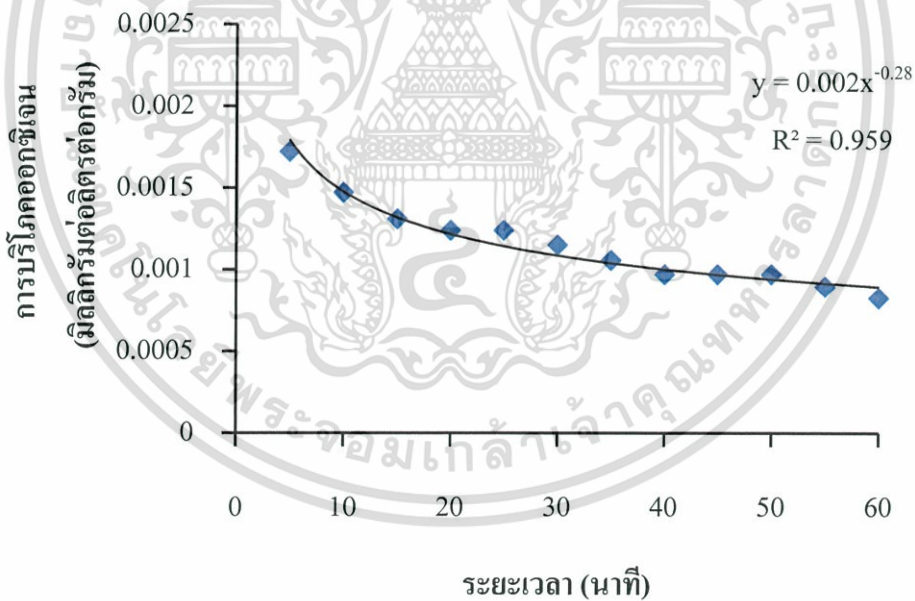


ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของกึ่งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจนที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

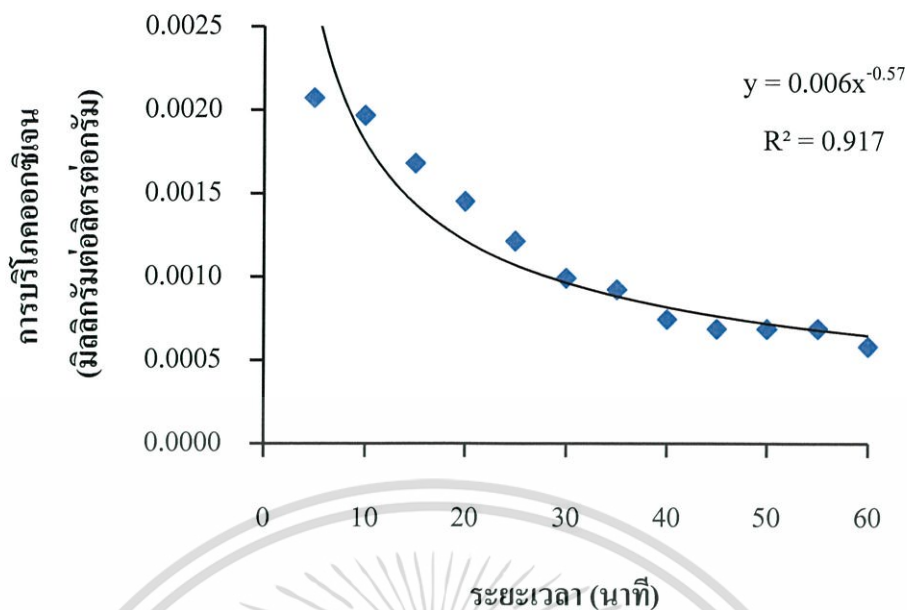


ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคน้ำออกซิเจนของกิ้งก่ามกรามขนาด 15.19 ± 1.38 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

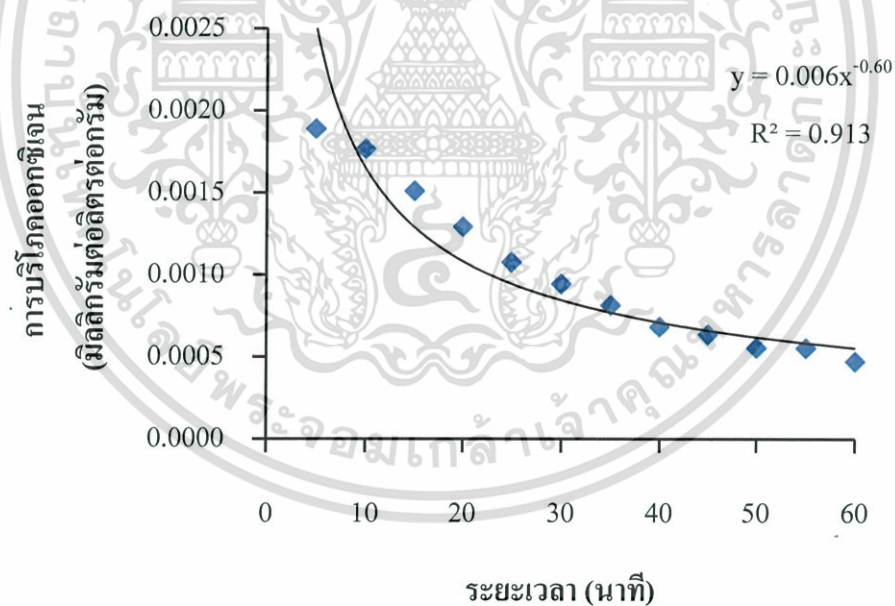


ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคน้ำออกซิเจนของกิ้งก่ามกรามขนาด 24.55 ± 1.39 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

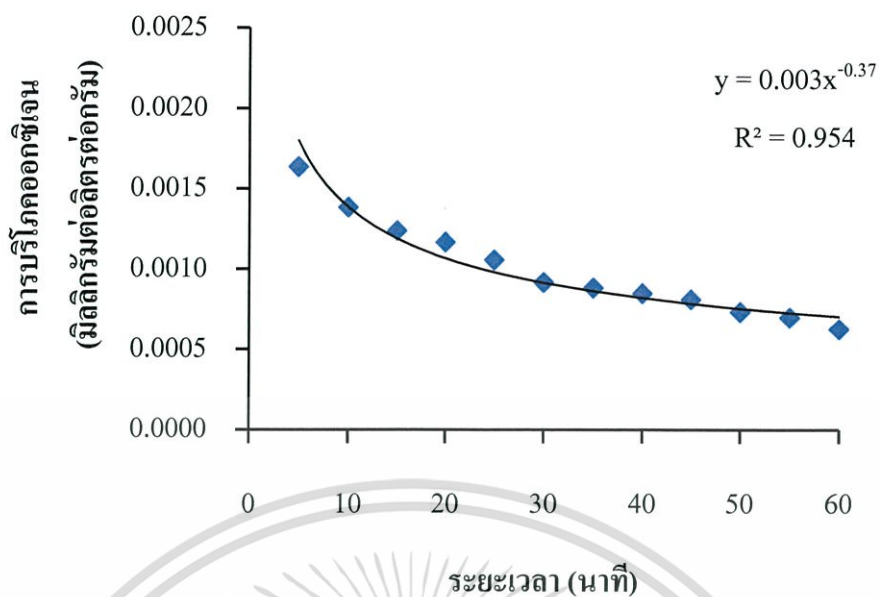


ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 34.70 ± 1.36 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

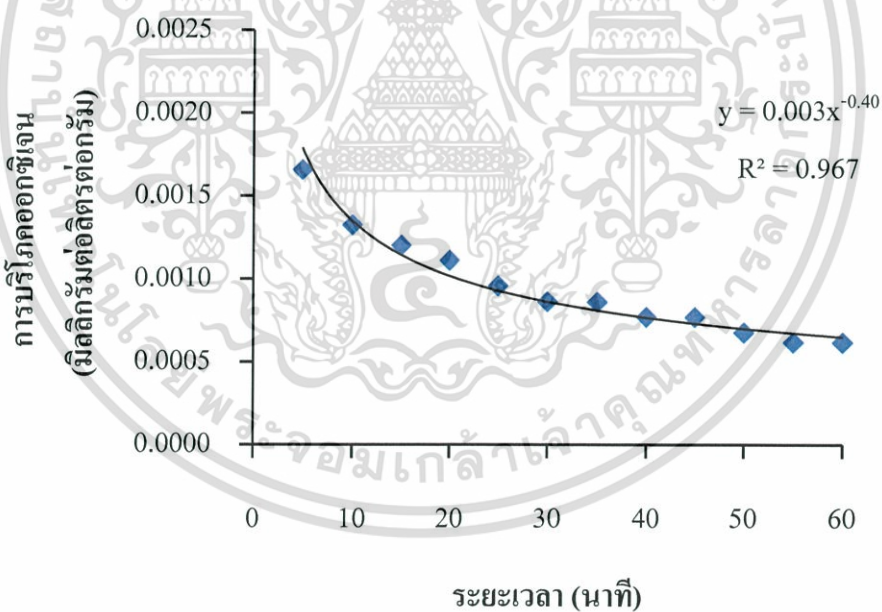


ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 46.66 ± 1.38 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

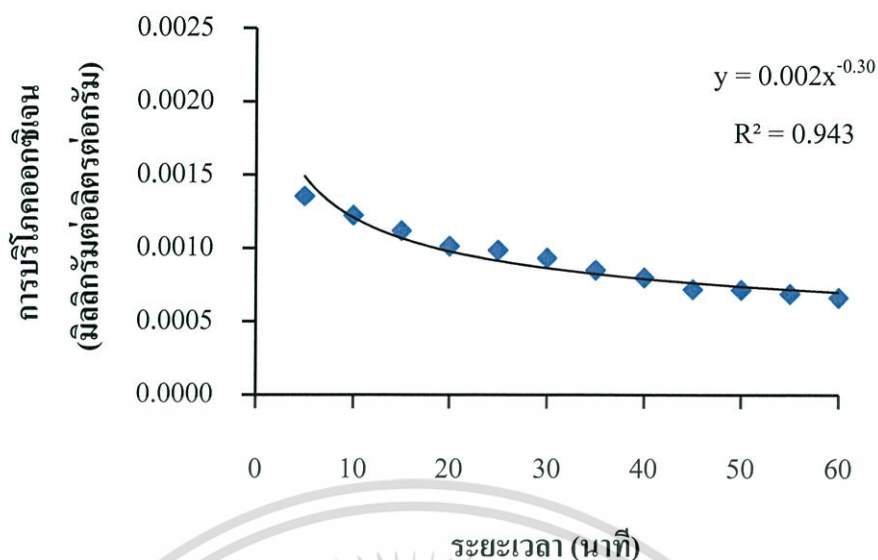


ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภ�ออกซิเจนของกึ่งกำมกรามขนาด 54.78 ± 1.51 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภ�ออกซิเจนของกึ่งกำมกรามขนาด 65.16 ± 1.50 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 75.20 ± 1.33 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

4.2 การศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่งกำมะถันเริ่มหยุดการเคลื่อนที่

4.2.1 ปริมาณความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกึ่งกำมะถัน

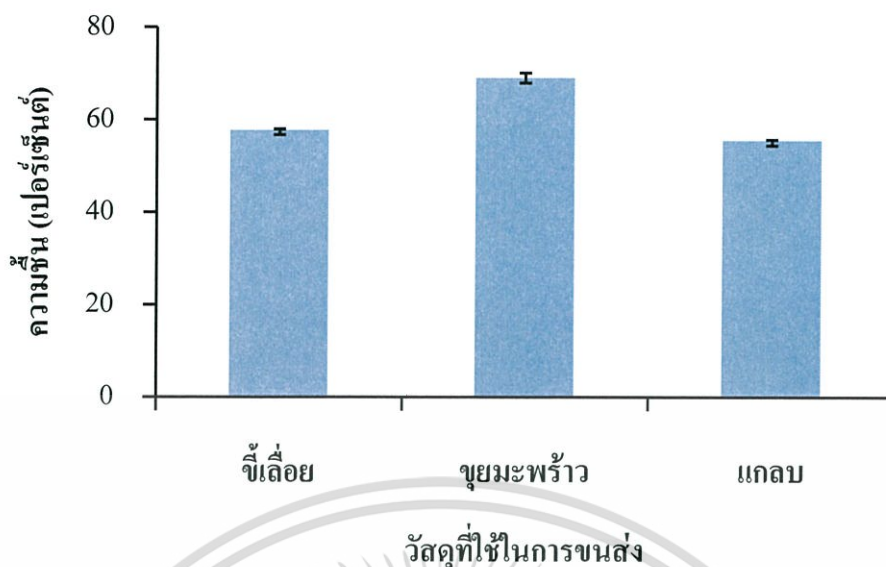
ความชื้นวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบที่นำมาใช้ในการขนส่งกึ่งกำมะถันแตกต่างกัน โดยการทำให้วัสดุมีความชื้นขนาด ๆ พบว่าขี้เลื่อยปริมาตร 1 ลิตร (189 กรัม) ใช้ปริมาตรน้ำ 40 มิลลิลิตร มีความชื้นเท่ากับ 57.73 เปอร์เซ็นต์ ขุยมะพร้าวปริมาตร 1 ลิตร (77 กรัม) ใช้ปริมาตรน้ำ 30 มิลลิลิตร มีความชื้นมากที่สุดเท่ากับ 69.00 เปอร์เซ็นต์ และแกลบปริมาตร 1 ลิตร (102 กรัม) ใช้ปริมาตรน้ำ 20 มิลลิลิตร มีความชื้นเท่ากับ 55.45 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.8 และ ภาพที่ 4.18)

ตารางที่ 4.8 อัตราส่วนวัสดุกับปริมาตรน้ำที่ทำให้วัสดุมีความชื้นใช้ในการขนส่งกึ่งกำมะถัน

ชนิดของวัสดุ	น้ำหนักวัสดุต่อปริมาตร (กรัมต่อลิตร)	ปริมาตรน้ำ (มิลลิลิตร)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)
ขี้เลื่อย	188.38 ± 0.49	40	57.73 ± 0.25^a
ขุยมะพร้าว	77.14 ± 0.34	30	69.00 ± 1.14^b
แกลบ	102.02 ± 0.78	20	55.45 ± 0.25^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง

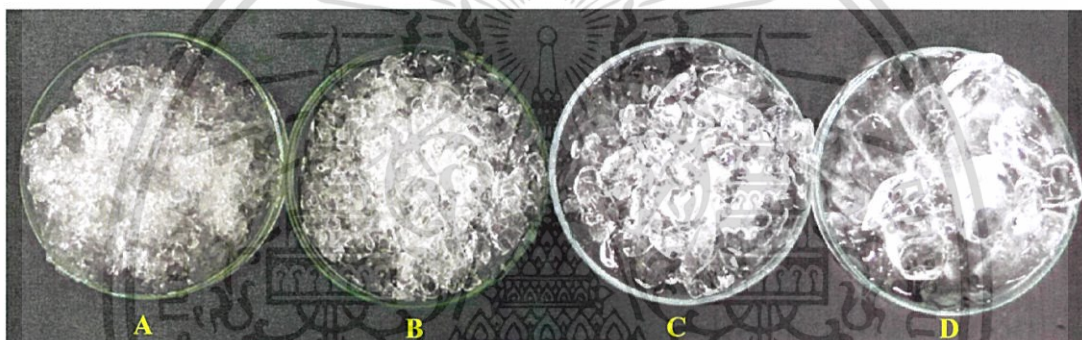
4.2.2 ขนาดน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ

ขนาดน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อการขนส่งกึ่งกัมภรแบบไม่ใช้น้ำ โดยใช้น้ำแข็งบดขนาดเล็กจากโรงงานน้ำแข็ง เมื่อนำมาผ่านตะแกรงขนาด 0.6x0.6, 0.9x0.9 และ 1.5x1.5 เซนติเมตร พบว่าน้ำแข็งขนาดเล็กกว่า 0.6x0.6 เซนติเมตร มีปริมาณมากที่สุด 38.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นน้ำแข็งขนาดใหญ่กว่า 1.5x1.5, 0.9x0.9-1.5x1.5 และ 0.6x0.6-0.9x0.9 เซนติเมตร มีปริมาณ 25.58, 18.47 และ 17.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.19 และภาพที่ 4.20) ผลการศึกษาขนาดของน้ำแข็งจากโรงงานน้ำแข็งอาจมีขนาดต่างกัน ซึ่งขนาดน้ำแข็งที่ต่างกันอาจส่งผลกระทบต่อควบคุมอุณหภูมิของวัสดุในการขนส่ง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาน้ำแข็งเพื่อเป็นข้อมูลในการอ้างอิง ถ้ามีการทดลองที่มีการใช้น้ำแข็งที่ขนาดต่างกันจากการศึกษาครั้งนี้

4.2.3 ปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่งกัมภรเริ่มหยุดการเคลื่อนที่

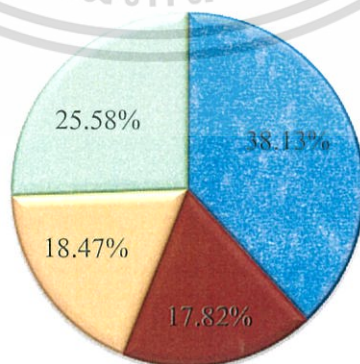
ปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบทำให้ได้ความชื้นหมาด ๆ ที่ใช้ในการขนส่งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ที่กึ่งกัมภรเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ (จากผลการทดลองที่ 4.2.1) โดยผสมวัสดุแต่ละชนิดกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัสดุ ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขี้เลื่อย สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง แตกต่างกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขี้เลื่อยอย่างมีเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.21) ผลการทดลองในวัสดุขุยมะพร้าวพบว่าปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขุยมะพร้าว สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง แตกต่างกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขุยมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.22) และผลการทดลองในวัสดุเกลบพบว่าปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเกลบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง แตกต่างกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเกลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.23) ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขุยมะพร้าว ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้ในการขนส่งกึ่งกัมภรรมที่สุด เนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้กึ่งกัมภรรมเริ่มหยุดการเคลื่อนที่เป็นระยะเวลาที่นานที่สุด เมื่อเทียบกับขี้เลื่อยและเกลบ



ภาพที่ 4.19 ขนาดน้ำแข็งจากการผ่านตะแกรง

- (A) น้ำแข็งขนาดเล็กกว่า 0.6×0.6 เซนติเมตร
- (B) น้ำแข็งขนาด $0.6 \times 0.6 - 0.9 \times 0.9$ เซนติเมตร
- (C) น้ำแข็งขนาด $0.9 \times 0.9 - 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร
- (D) น้ำแข็งขนาดใหญ่กว่า 1.5×1.5 เซนติเมตร



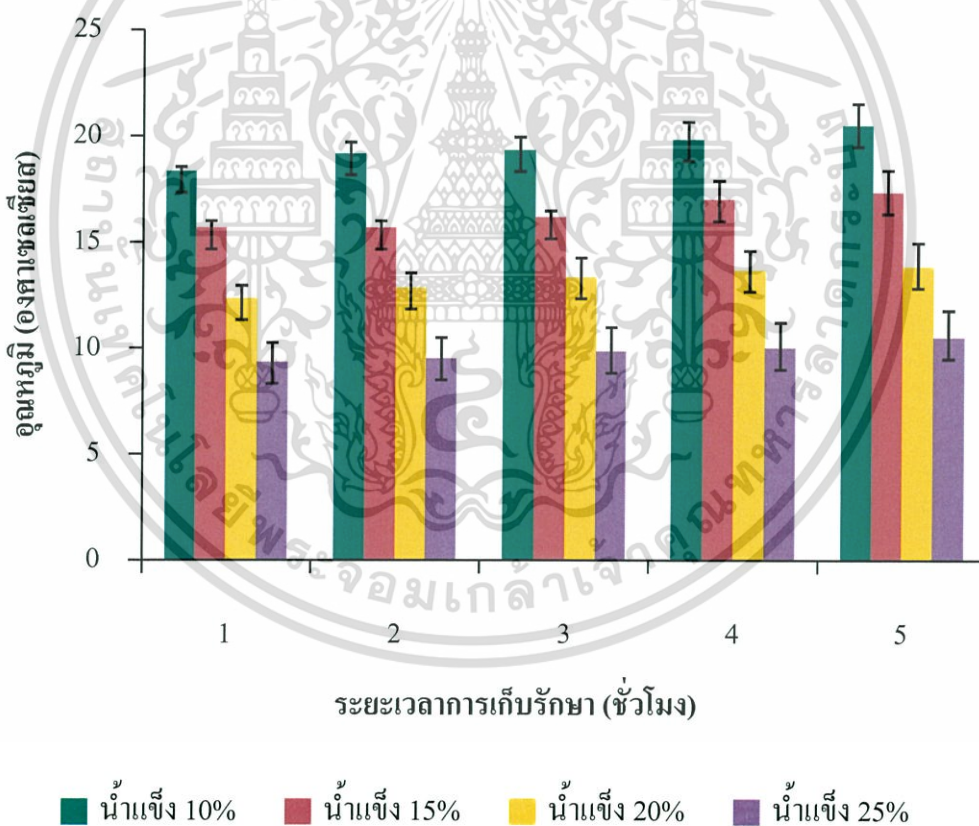
■ $< 0.6 \times 0.6$ ซม. ■ $0.6 \times 0.6 - 0.9 \times 0.9$ ซม. ■ $0.9 \times 0.9 - 1.5 \times 1.5$ ซม. ■ $> 1.5 \times 1.5$ ซม.

เอกสารภาพที่ 4.20 ขนาดและปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อการขนส่งกึ่งกัมภรรมขนด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของขี้เลื่อยผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขี้เลื่อย) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำแข็ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขี้เลื่อย)			
	10	15	20	25
1	18.33±0.21 ^d	15.67±0.33 ^c	12.33±0.61 ^b	9.33±0.92 ^a
2	19.17±0.54 ^d	15.67±0.33 ^c	12.83±0.70 ^b	9.50±0.99 ^a
3	19.33±0.61 ^d	16.17±0.31 ^c	13.33±0.92 ^b	9.83±1.14 ^a
4	19.83±0.83 ^c	17.00±0.89 ^c	13.67±0.92 ^b	10.00±1.21 ^a
5	20.50±1.02 ^c	17.33±1.05 ^c	13.83±1.13 ^b	10.50±1.28 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



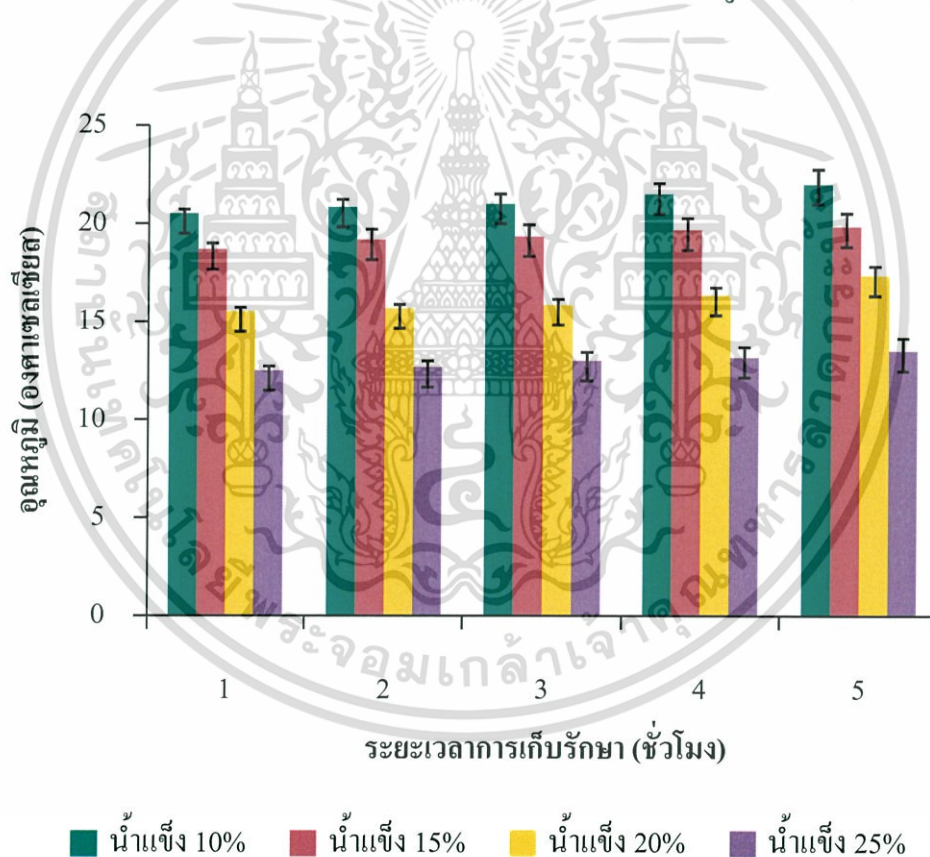
ภาพที่ 4.21 ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุขี้เลื่อยบรรจุในกล่องโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของขุยมะพร้าวผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขุยมะพร้าว) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำแข็ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขุยมะพร้าว)			
	10	15	20	25
1	20.50±0.22 ^d	18.67±0.33 ^c	15.50±0.22 ^b	12.50±0.22 ^a
2	20.83±0.40 ^d	19.17±0.54 ^c	15.67±0.21 ^b	12.67±0.33 ^a
3	21.00±0.52 ^d	19.33±0.61 ^c	15.83±0.30 ^b	13.00±0.45 ^a
4	21.50±0.56 ^d	19.67±0.61 ^c	16.33±0.42 ^b	13.17±0.54 ^a
5	22.00±0.77 ^d	19.83±0.70 ^c	17.33±0.49 ^b	13.50±0.67 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



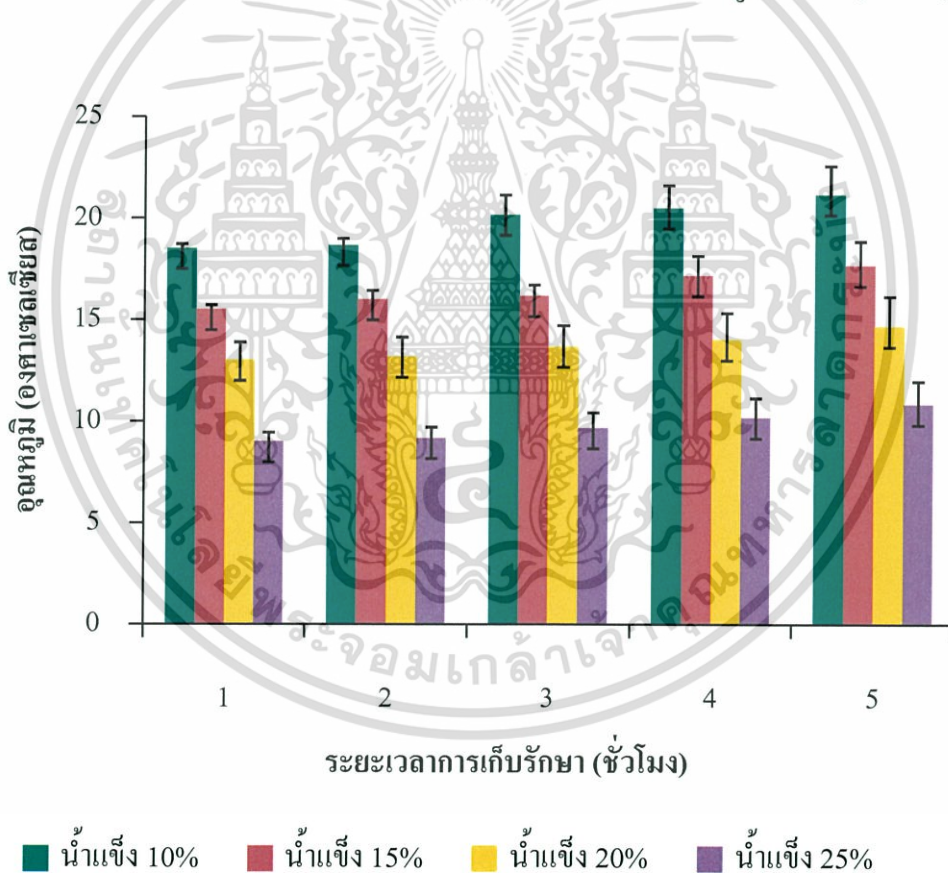
ภาพที่ 4.22 ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุขุยมะพร้าว บรรจุในกล่องโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของแกลบผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแกลบ) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่างๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำแข็ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแกลบ)			
	10	15	20	25
1	18.50±0.22 ^d	15.50±0.22 ^c	13.00±0.89 ^b	9.00±0.45 ^a
2	18.67±0.33 ^d	16.00±0.45 ^c	13.17±0.98 ^b	9.17±0.54 ^a
3	20.17±0.98 ^c	16.17±0.54 ^b	13.67±1.05 ^b	9.67±0.76 ^a
4	20.50±1.11 ^c	17.17±0.98 ^b	14.00±1.34 ^b	10.17±0.98 ^a
5	21.17±1.42 ^c	17.67±1.20 ^{bc}	14.67±1.50 ^{ab}	10.83±1.13 ^a

อักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



ภาพที่ 4.23 ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุแกลบบรรจุในกล่องโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

4.3.1 ปริมาณของน้ำแข็งในการปรับอุณหภูมิน้ำ และระยะเวลาที่ทำให้กุ้งก้ามกรามหยุดการเคลื่อนที่

ผลปริมาณของน้ำแข็งที่ใช้ในการปรับอุณหภูมิน้ำปริมาตร 1 ลิตร โดยปรับอุณหภูมิน้ำลงทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณน้ำแข็งส่งผลต่อการลดอุณหภูมิน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการ $y = 28.871e^{-0.003x}$ เมื่อ $y =$ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) และ $x =$ น้ำหนักน้ำแข็ง (กรัม) ดังภาพที่ 4.24 ผลการทดลองพบว่าใช้น้ำแข็งปรับลดอุณหภูมิน้ำปริมาตรน้ำหนักน้ำแข็ง 225-250 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร จะทำให้อุณหภูมิน้ำลดลงอยู่ที่ 14-15 องศาเซลเซียส และส่งผลให้กุ้งก้ามกรามหยุดการเคลื่อนที่ ปล่อยกุ้งก้ามกรามลงในน้ำที่ปรับอุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำแข็ง หลังจากปล่อยกุ้งก้ามกรามทุก ๆ 1 นาที นำกุ้งก้ามกรามออกมาพื้นตัวเหนือน้ำ ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส นานกว่ากุ้งที่อยู่ในระยะเวลาพื้นน้อย โดยระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่กุ้งอยู่ในอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส ดังสมการ $y = 2.609e^{0.2323x}$ เมื่อให้ $y =$ เวลาการฟื้นตัวของกุ้ง (นาที) และ $x =$ เวลาที่อยู่ในน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส (นาที) (ภาพที่ 4.25)

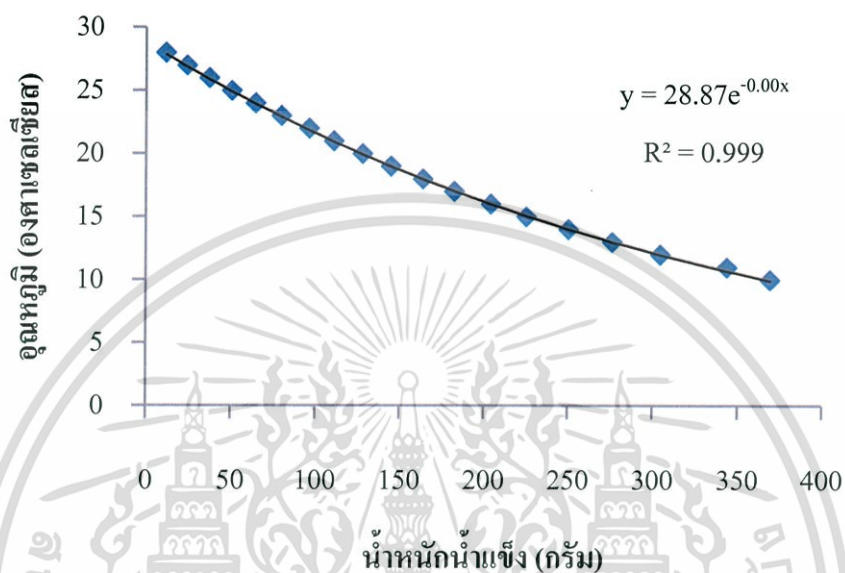
4.3.2 อัตรารอดของกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ

4.3.2.1 อัตรารอด และการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามในวัสดุควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

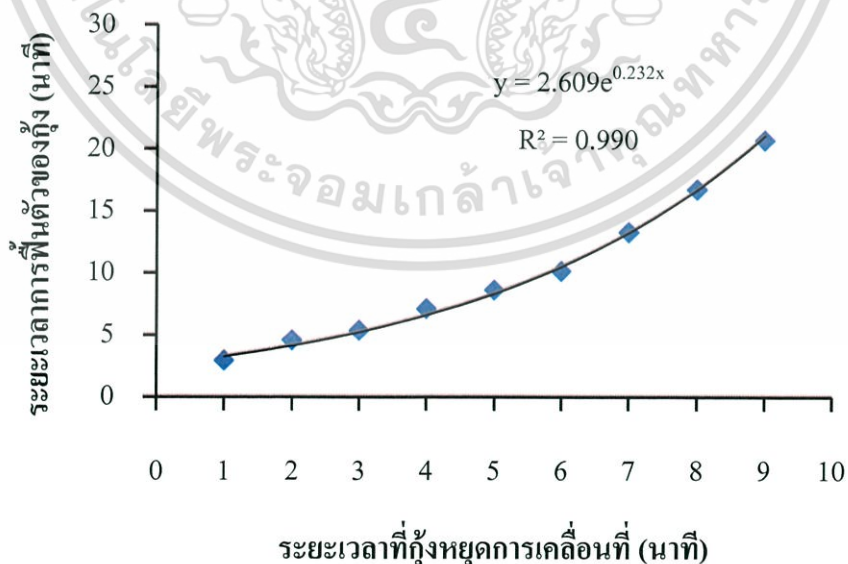
อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่ทำให้หยุดการเคลื่อนที่ในน้ำอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จากผลการทดลองที่ 4.3.1 บรรจุในวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส แล้วนำกุ้งก้ามกรามมาบรรจุในกล่องพลาสติกที่มีวัสดุแต่ละชนิด เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จะนำกุ้งก้ามกรามออกมาพื้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน พบว่าการบรรจุกุ้งก้ามกรามในขุยมะพร้าวมีอัตราการรอดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามนานที่สุด 7 ชั่วโมง ส่วนกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขี้เลื่อยและแกลบมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามนาน 6 ชั่วโมง การบรรจุกุ้งก้ามกรามในขี้เลื่อยและขุยมะพร้าวในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 และ 8 ชั่วโมง มีอัตราการรอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.26 และระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามที่เก็บรักษาในวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ โดยสังเกตการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามจากการเคลื่อนที่ขยับน้ำ ขาเดิน และก้าม พบว่าระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามแปรผันตรงกับระยะเวลาการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษากุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้ามกรามในวัสดุนานขึ้น มีผลทำให้ระยะเวลาการฟื้นตัวของก้ามกรามเพิ่มขึ้น การบรรจุก้ามกรามในแถบที่ระยะการเก็บรักษา 8 ชั่วโมง ก้ามกรามมีระยะเวลาการฟื้นตัวนานที่สุด 49.80 ± 1.62 นาที ระยะเวลาการฟื้นตัวในแต่ละชั่วโมงและวัสดุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.24 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำแข็ง (กรัม) ในปริมาณน้ำ 1 ลิตรกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)



ภาพที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของระยะที่กึ่งหยุดการเคลื่อนที่ในน้ำที่อุณหภูมิ อุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส กับระยะเวลาการฟื้นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

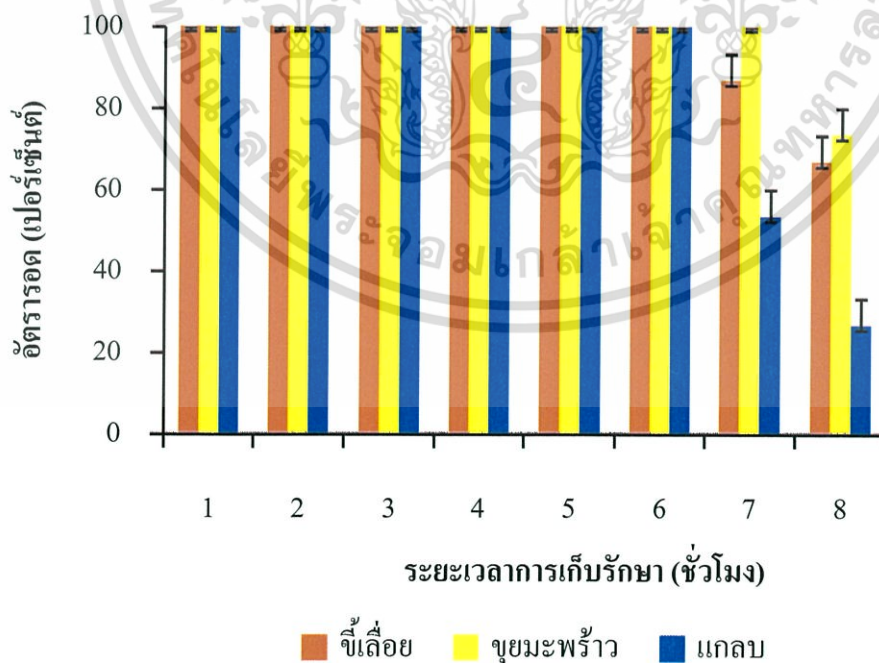
ตารางที่ 4.12 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว	แกลบ
1	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}	100.00 \pm 0.00 ^{B,a}	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}
2	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}	100.00 \pm 0.00 ^{B,a}	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}
3	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}	100.00 \pm 0.00 ^{B,a}	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}
4	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}	100.00 \pm 0.00 ^{B,a}	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}
5	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}	100.00 \pm 0.00 ^{B,a}	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}
6	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}	100.00 \pm 0.00 ^{B,a}	100.00 \pm 0.00 ^{C,a}
7	86.67 \pm 6.67 ^{A,b}	100.00 \pm 0.00 ^{B,b}	53.33 \pm 6.67 ^{B,a}
8	66.67 \pm 6.67 ^{B,b}	73.33 \pm 6.67 ^{A,b}	26.67 \pm 6.67 ^{A,a}

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($P < 0.05$)



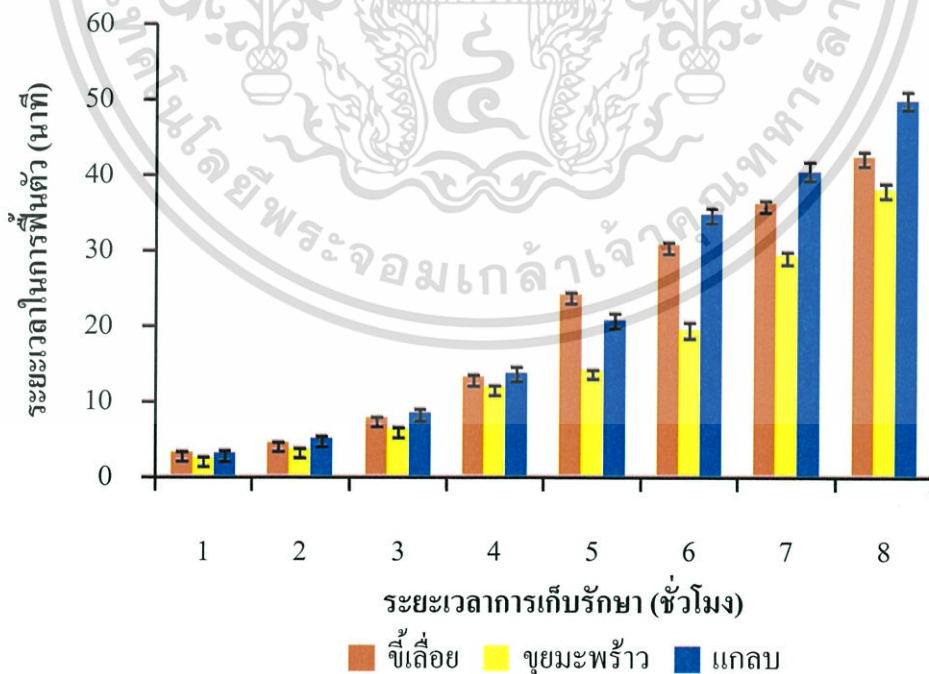
ภาพที่ 4.26 วัสดุในการขนส่งกุ้งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตรารอดของกุ้งก้ามกราม ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 เวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามในวัสดุ ความคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว	แกลบ
1	$3.15\pm 0.25^{A,a}$	$2.44\pm 0.24^{A,a}$	$3.18\pm 0.36^{A,a}$
2	$4.45\pm 0.19^{A,b}$	$3.59\pm 0.24^{A,a}$	$5.13\pm 0.31^{A,b}$
3	$7.75\pm 0.23^{B,b}$	$6.26\pm 0.33^{B,a}$	$8.53\pm 0.50^{B,b}$
4	$13.13\pm 0.43^{C,a}$	$11.85\pm 0.27^{C,a}$	$13.75\pm 0.85^{C,a}$
5	$24.03\pm 0.43^{D,c}$	$14.05\pm 0.17^{D,a}$	$20.75\pm 0.95^{D,b}$
6	$30.63\pm 0.47^{E,b}$	$19.39\pm 1.10^{E,a}$	$34.75\pm 0.85^{E,c}$
7	$36.13\pm 0.52^{F,b}$	$29.17\pm 0.67^{F,a}$	$40.38\pm 1.40^{F,c}$
8	$42.25\pm 0.85^{G,b}$	$37.98\pm 0.91^{G,a}$	$49.80\pm 1.62^{G,c}$

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)



ภาพที่ 4.27 วัสดุในการขนส่งกุ้งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามในวัสดุ ความคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 อัตรารอด และการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

อัตรารอดของกุ้งก้ามกรามที่ทำให้หยุดการเคลื่อนที่ในน้ำอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จากผลการทดลองที่ 4.3.1 บรรจุในวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส แล้วนำกุ้งก้ามกรามมาบรรจุในกล่องโฟมที่มีวัสดุแต่ละชนิดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จะนำกุ้งก้ามกรามออกมาฟื้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน พบว่าการบรรจุกุ้งก้ามกรามในขุยมะพร้าวมีอัตรารอดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามนานที่สุด 5 ชั่วโมง ส่วนกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในขี้เลื่อยและแกลบมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามนาน 3 ชั่วโมง การบรรจุกุ้งก้ามกรามในขี้เลื่อยและแกลบที่ระยะเวลาเก็บรักษา 4 และ 5 ชั่วโมง มีอัตรารอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.28)

ตารางที่ 4.14 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

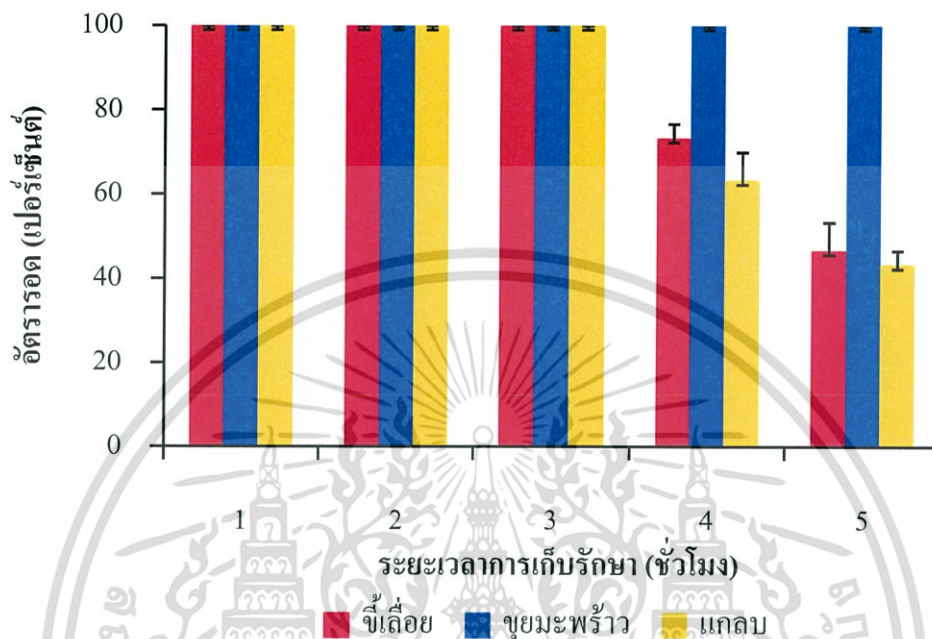
เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	ขี้เลื่อย	ขุยมะพร้าว	แกลบ
1	100.00±0.00 ^{C,a}	100.00±0.00 ^{A,a}	100.00±0.00 ^{C,a}
2	100.00±0.00 ^{C,a}	100.00±0.00 ^{A,a}	100.00±0.00 ^{C,a}
3	100.00±0.00 ^{C,a}	100.00±0.00 ^{A,a}	100.00±0.00 ^{C,a}
4	73.33±3.33 ^{B,a}	100.00±0.00 ^{A,b}	63.33±6.67 ^{B,a}
5	46.67±6.67 ^{A,a}	100.00±0.00 ^{A,b}	43.33±3.33 ^{A,a}

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
 อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

และระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามที่เก็บรักษาในวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ โดยสังเกตการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามจากการเคลื่อนที่ขาว่ายน้ำ ขาเดิน และก้าม พบว่าระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามแปรผันตรงกับระยะเวลาการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุนานขึ้น มีผลทำให้ระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามที่ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ cooling bath การบรรจุกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้ำกักรามในแถบที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 ชั่วโมง กุ้งก้ำกักรามมีระยะเวลาการฟื้นตัวนานที่สุด 20.88 ± 0.95 นาที ระยะเวลาการฟื้นตัวในแต่ละชั่วโมงและวัสดุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.28 วัสดุในการขนส่งกุ้งก้ำกักราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตราการรอดของกุ้งก้ำกักราม ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

ตารางที่ 4.15 เวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ำกักรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

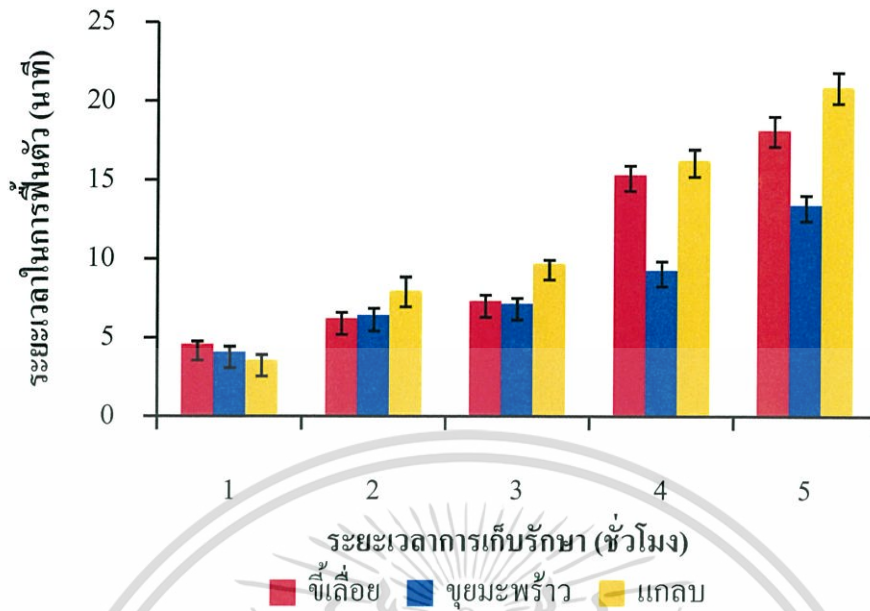
เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	เปลือก	พืชมะพร้าว	แกลบ
1	$4.57 \pm 0.19^{A,b}$	$4.08 \pm 0.36^{A,ab}$	$3.55 \pm 0.36^{A,a}$
2	$6.20 \pm 0.39^{B,a}$	$6.42 \pm 0.44^{B,a}$	$7.96 \pm 0.89^{B,a}$
3	$7.30 \pm 0.39^{B,a}$	$7.13 \pm 0.36^{B,a}$	$9.68 \pm 0.25^{B,b}$
4	$15.32 \pm 0.58^{C,b}$	$9.27 \pm 0.57^{C,a}$	$16.22 \pm 0.72^{C,b}$
5	$18.14 \pm 0.89^{D,b}$	$13.42 \pm 0.61^{D,a}$	$20.88 \pm 0.95^{D,c}$

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวดิ่ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($P < 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 วัสดุในการขนส่งกึ่งกักกัมกรวม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกึ่งกักกัมกรวมในวัสดุควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำแข็ง

4.3.3 อัตรารอดของการขนส่งกึ่งกักกัมกรวมมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

อัตรารอดของกึ่งกักกัมกรวมในการขนส่งกึ่งกักกัมกรวมมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ มีการเลือกใช้ขุยมะพร้าวในการบรรจุกึ่งกักกัมกรวมสำหรับการขนส่ง เนื่องจากเป็นขุยมะพร้าวมีน้ำหนักเบา และประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้นานที่สุด (ผลการทดลองที่ 4.2.3) ในการขนส่งกึ่งกักกัมกรวมมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ขนส่งโดยรถกระบะจากอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตร การบรรจุกึ่งกักกัมกรวมในวัสดุขุยมะพร้าว โดยนำกึ่งกักกัมกรวมขนาด 59.37 ± 14.29 กรัม สลบลบในน้ำที่อุณหภูมิ $14-15$ องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที โดยใช้ น้ำแข็งปรับอุณหภูมิน้ำเพื่อทำให้กึ่งกักกัมกรวมหยุดการเคลื่อนที่ แล้วนำกึ่งกักกัมกรวมบรรจุในขุยมะพร้าวผสมกับน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ (ผลการทดลองที่ 4.2.3) ใส่กล่องโฟมปิดฝาพันกระดาษกาว ระยะเวลาในการบรรจุกึ่งกักกัมกรวมรวมถึงเวลาการขนส่งจากจังหวัดฉะเชิงเทราจนถึงปลายทางเป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิในการขนส่งอยู่ที่ 16.13 ± 0.35 องศาเซลเซียส หลังจากการขนส่งนำกึ่งกักกัมกรวมฟื้นตัวในน้ำอุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส มีการให้ออกซิเจน กึ่งกักกัมกรวมมีอัตรารอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ และกึ่งกักกัมกรวมมีระยะเวลาการฟื้นตัวอยู่ที่ 25.47 ± 2.13 นาที อัตรารอดของกึ่งกักกัมกรวมในการขนส่งต่ำกว่าอัตรารอดของกึ่งกักกัมกรวมที่บรรจุในขุยมะพร้าวทดลองในห้องปฏิบัติการ เนื่องในการขนส่งกึ่งกักกัมกรวมจากจังหวัดฉะเชิงเทรา พบกึ่งกักกัมกรวมบางตัวไม่แข็งแรง และมีบางตัวลอกคราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

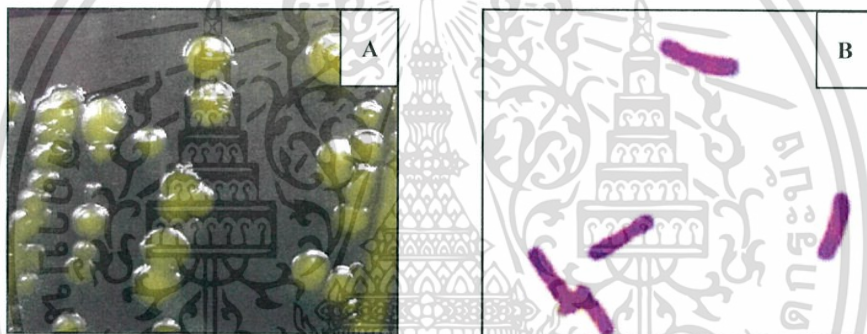
4.4 การศึกษาชนิดแบคทีเรีย และการลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกึ่ง กัมภรามีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

4.4.1 การศึกษาชนิดแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง

4.4.1.1 แบคทีเรียในจี้เลี้ยง

ผลการแยกเชื้อแบคทีเรียในวัสดุจี้เลี้ยงพบแบคทีเรียจำนวน 2 ชนิด โดยมีลักษณะดังนี้

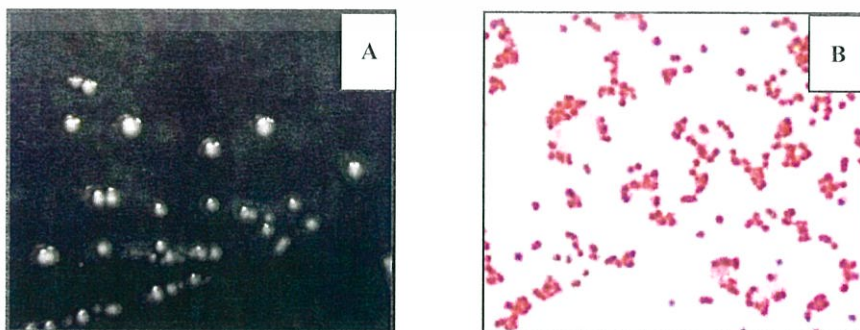
1) แบคทีเรียชนิดที่ 1 ลักษณะโคโลนีมีรูปร่างกลม (circula) ขอบเรียบไม่มีรอยหยัก (entire) การยกตัวของผิวโคโลนีเป็นแบบนูนโค้งจากผิวหน้าอาหาร (convex) โคโลนีสีเหลืองมันวาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด 2x4-6 ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.30)



ภาพที่ 4.30 แบคทีเรียชนิดที่ 1 พบในจี้เลี้ยง

(A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

2) แบคทีเรียชนิดที่ 2 ลักษณะโคโลนีมีรูปร่างกลม (circula) ขอบเรียบไม่มีรอยหยัก (entire) การยกตัวของผิวโคโลนีแบบนูนโค้งผิวหน้าอาหาร (convex) โคโลนีสีขาวขุ่น และรูปร่างเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ coccus ขนาด 0.5 ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมลบ (ภาพที่ 4.31)



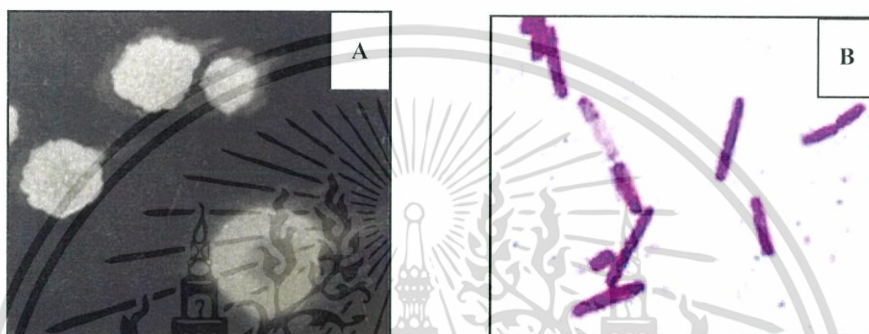
ภาพที่ 4.31 แบคทีเรียชนิดที่ 2 พบในจี้เลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสาร (A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.2 แบคทีเรียในขุมมะพร้าว

ผลการแยกเชื้อแบคทีเรียในวัสดุขุมมะพร้าวพบแบคทีเรียจำนวน 2 ชนิด โดยมีลักษณะดังนี้

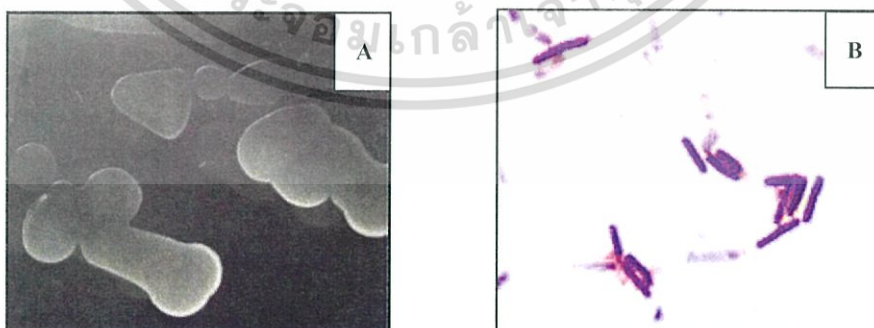
1) แบคทีเรียชนิดที่ 1 ลักษณะโคโลนีมีรูปร่างกลม (circula) ขอบเป็นคลื่นที่โค้งหรือเว้าเพียงเล็กน้อย (undulate) การยักตัวของผิวโคโลนีเป็นแบบเจริญสูงขึ้นจากผิวหน้าอาหารเล็กน้อย (raised) โคโลนีสีขาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด 1-1.5x7-9 ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.32)



ภาพที่ 4.32 แบคทีเรียชนิดที่ 1 พบในขุมมะพร้าว

(A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

2) แบคทีเรียชนิดที่ 2 ลักษณะโคโลนีมีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular) ขอบเป็นคลื่นที่โค้งหรือเว้ามาก (lobate) การยักตัวของผิวโคโลนีเป็นแบบแบนไปตามผิวหน้าอาหาร (flat) โคโลนีสีขาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด 0.8-1x3-5 ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.33)



ภาพที่ 4.33 แบคทีเรียชนิดที่ 2 พบในขุมมะพร้าว

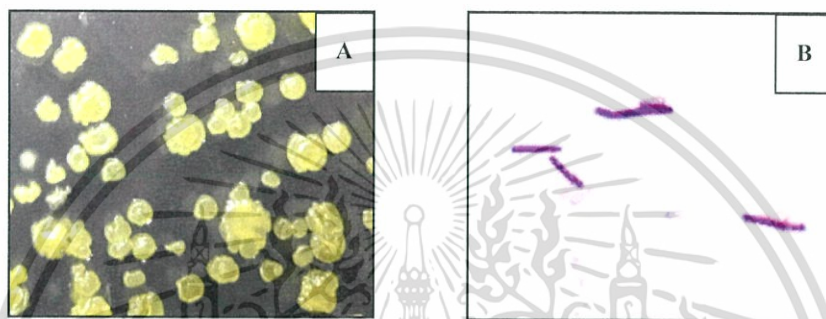
(A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 แบคทีเรียในเกลือบ

ผลการแยกเชื้อแบคทีเรียในวัสดุเกลือบพบแบคทีเรียจำนวน 5 ชนิด โดยมีลักษณะดังนี้

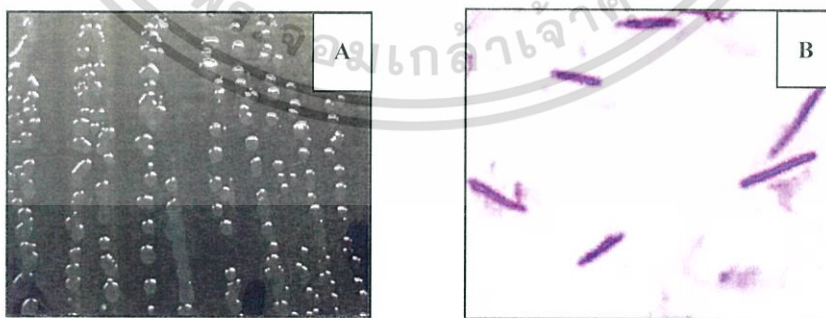
1) แบคทีเรียชนิดที่ 1 ลักษณะ โคลินี้มีรูปร่างกลม (circula) ขอบหยักและซ้อนกันเป็นชั้น (curled) การยกตัวของผิวโคลินี้เป็นแบบนูนโค้งจากผิวหน้าอาหาร และโค้งนูนเป็นปุ่มกลางโคลินี้ (umbonate) โคลินี้สีเหลือง และรูปร่างเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด 0.5-0.8x3-5 ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.34)



ภาพที่ 4.34 แบคทีเรียชนิดที่ 1 พบในเกลือบ

(A) ลักษณะ โคลินี้ของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

2) แบคทีเรียชนิดที่ 2 ลักษณะ โคลินี้มีรูปร่างกลม (circula) ขอบเรียบไม่มีรอยหยัก (entire) การยกตัวของผิวโคลินี้เป็นแบบนูนโค้งจากผิวหน้าอาหาร (convex) โคลินี้สีขาวใสมันวาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด 0.5-0.8x4-6 ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.35)

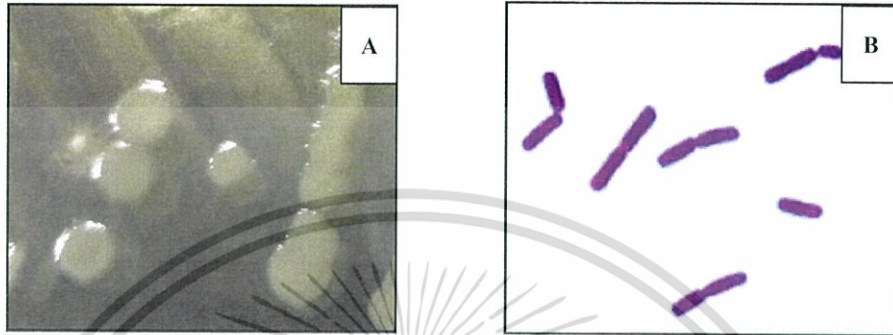


ภาพที่ 4.35 แบคทีเรียชนิดที่ 2 พบในเกลือบ

(A) ลักษณะ โคลินี้ของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

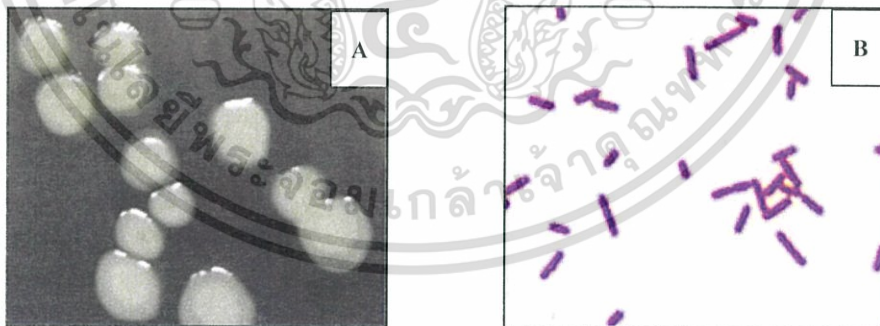
3) แบคทีเรียชนิดที่ 3 ลักษณะ โคลิโคนี้มีรูปร่างกลม (circula) ขอบเรียบไม่มีรอยหยัก (entire) การยักตัวของผิวโคลิโคนี้เป็นแบบนูนโค้งจากผิวหน้าอาหาร (convex) โคลิโคนี้สีขาวขุ่นมันวาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด $1.1 \times 3-5$ ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.36)



ภาพที่ 4.36 แบคทีเรียชนิดที่ 3 พบในเกลือบ

(A) ลักษณะโคลิโคนี้ของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

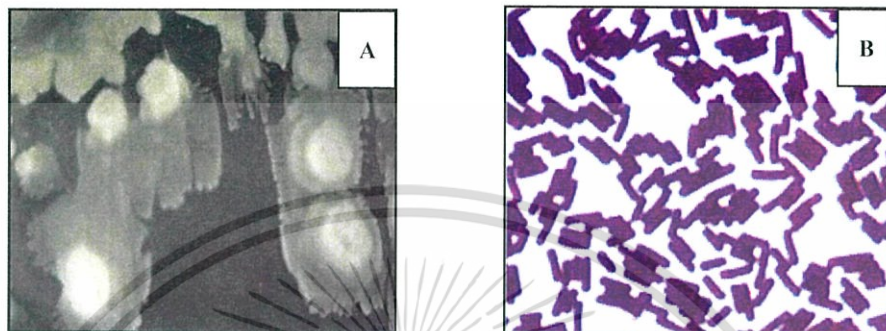
4) แบคทีเรียชนิดที่ 4 ลักษณะ โคลิโคนี้มีรูปร่างกลม (circula) ขอบเรียบไม่มีรอยหยัก (entire) การยักตัวของผิวโคลิโคนี้เป็นแบบนูนโค้งจากผิวหน้าอาหาร (convex) โคลิโคนี้สีขาวขุ่นมันวาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด $0.8 \times 2-4$ ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.37)



ภาพที่ 4.37 แบคทีเรียชนิดที่ 4 พบในเกลือบ

(A) ลักษณะโคลิโคนี้ของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

5) แบคทีเรียชนิดที่ 5 ลักษณะโคโลนีมีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular) ขอบเป็นคลื่นที่โค้งหรือเว้ามาก (lobate) การยกตัวของผิวโคโลนีเป็นแบบเจริญสูงชันจากผิวหน้าอาหารเล็กน้อย (raised) โคโลนีสีขาว และรูปร่างของเซลล์แบคทีเรียเป็นแบบ long rod ขนาด $0.5 \times 2-2.5$ ไมโครเมตร เป็นแบคทีเรียแกรมบวก (ภาพที่ 4.38)



ภาพที่ 4.38 แบคทีเรียชนิดที่ 5 พบในเกลือ

(A) ลักษณะโคโลนีของแบคทีเรีย (B) ลักษณะเซลล์แบคทีเรีย

4.4.2 การลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกักกัมกราม

ผลการศึกษการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียที่พบในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกักกัมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ โดยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อแบคทีเรียในวัสดุที่เลือก ขุยมะพร้าว และเกลือ แบ่งเวลาการนึ่งออกเป็น 0, 15, 30 และ 45 นาที ผลการตรวจสอบจำนวนเชื้อแบคทีเรียในเชื้อที่ไม่นึ่ง พบแบคทีเรีย 2 ชนิด และเมื่อนึ่งฆ่าเชื้อเป็นเวลา 15 นาที พบว่ามีแบคทีเรียเหลือ 1 ชนิด เป็นแบคทีเรียชนิดที่ 2 ที่พบในเชื้อ (ภาพที่ 4.31) และเวลาการนึ่ง 30 นาที สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิดที่ 2 ได้ ส่วนแบคทีเรียชนิดที่ 1 (ภาพที่ 4.30) สามารถฆ่าเชื้อได้ตั้งแต่เวลาการนึ่ง 15 นาที จำนวนเชื้อแบคทีเรียในขุยมะพร้าวที่ไม่นึ่งพบแบคทีเรีย 2 ชนิด เวลาการนึ่ง 15 นาที สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ 2 ชนิด (ภาพที่ 4.32 และภาพที่ 4.33) ผลการศึกษเชื้อแบคทีเรียในเกลือที่ไม่นึ่ง พบทั้งหมด 5 ชนิด ซึ่งเป็นวัสดุที่พบเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด เวลาการนึ่ง 15 นาที พบเชื้อแบคทีเรีย 3 ชนิด เป็นแบคทีเรียชนิดที่ 3, 4 และ 5 (ภาพที่ 4.36, 4.37 และ 4.38) เวลาการนึ่งที่ 30 นาที สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิดที่ 3 ได้ แต่ยังพบเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด เป็นแบคทีเรียชนิดที่ 4 และ 5 ซึ่งการฆ่าเชื้อแบคทีเรียชนิดที่ 4 และ 5 ต้องใช้เวลาการนึ่ง 45 นาที (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 ชนิดเบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งที่พบหลังการนั่งฆ่าเชื้อ

ชนิดวัสดุ	เวลาการนั่ง (นาที)			
	0	15	30	45
ซีเมนต์	2	1	0	0
ขุยมะพร้าว	2	0	0	0
แกลบ	5	3	2	0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของ กุ้งก้ามกราม

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกราม เมื่อลดอุณหภูมิน้ำกุ้งก้ามกรามจะมีเคลื่อนที่ของขาเดิน ขาว่ายน้ำ และชี้เหงือก การว่ายน้ำขึ้นผิวน้ำผิดปกติโดยอุณหภูมิลดลงในช่วง 20-18 องศาเซลเซียส จะทำให้กุ้งก้ามกรามมีการเคลื่อนที่ของขาว่ายน้ำ ชี้เหงือก กล้ามเนื้อลำตัวและก้ามกระตุก มีการติดตัวขึ้นผิวน้ำ เนื่องจากการลดอุณหภูมิน้ำทำให้กล้ามเนื้อกุ้งมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิ โดยทำให้กล้ามเนื้อลำตัวและก้ามกระตุก (Fernando *et al.* 2002) อุณหภูมิลดลง 17-15 องศาเซลเซียส ขาเดินไม่มีการเคลื่อนที่และลำตัวตะแคง จนกระทั่งอุณหภูมิน้ำประมาณ 14-13 องศาเซลเซียส กุ้งก้ามกรามหยุดการเคลื่อนที่ของขาเดิน และขาว่ายน้ำ ชี้เหงือกเคลื่อนที่ช้าลง และลำตัวตะแคง Manush *et al.* (2004) ได้ทดลองลดอุณหภูมิน้ำที่ 14 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งก้ามกรามสูญเสียการทรงตัวและลำตัวตะแคง เนื่องจากกุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์เลือดเย็นที่ต้องปรับอุณหภูมิไปตามอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ทำให้พฤติกรรมของกุ้งก้ามกรามเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับสมดุลภายในร่างกายให้เหมาะสม กุ้งก้ามกรามสามารถทนต่ออุณหภูมิภายนอกได้ต่างกันจากการทดลองของ Manush *et al.* (2004) ได้ศึกษาความทนได้ต่ออุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดของกุ้งก้ามกรามขนาด 38 ± 3.1 กรัม พบว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ทนได้ (critical thermal maxima, CT_{max}) เท่ากับ 40.73-41.96 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดที่ทนได้ (critical thermal minima, CT_{min}) เท่ากับ 14.9-16.98 องศาเซลเซียส และกุ้งก้ามกรามขนาด 0.008-0.2 กรัม พบว่าอุณหภูมิสูงสุดที่ทนได้ (critical thermal maxima, CT_{max}) เท่ากับ 36.3-41.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดที่ทนได้ (critical thermal minima, CT_{min}) เท่ากับ 10-16.8 องศาเซลเซียส (Fernando *et al.* 1998) ซึ่งกุ้งก้ามกรามขนาดเล็กจะทนต่ออุณหภูมิต่ำสุดได้ดีกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่ จากผลการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกรามทำให้ทราบอุณหภูมิน้ำที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เหมาะสมในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามที่อุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที กุ้งก้ามกรามจะมีการบริโภคออกซิเจนลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากหลังจากนำกุ้งก้ามกรามปล่อยในชุดทดลองการบริโภคออกซิเจนกุ้งก้ามกรามจะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม กุ้งก้ามกรามจะมีพฤติกรรมเคลื่อนที่มาก อัตราเมตาบอลิซึมใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่างกายสูง ส่งผลทำให้กึ่งกำมกรามมีการบริโภคนอกซิเจนมาก หลังจากกึ่งกำมกรามปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมแล้ว กึ่งกำมกรามจะมีการเคลื่อนที่ลดลงทำให้อัตราเมตาบอลิซึมลดลงและส่งผลให้กึ่งกำมกรามมีการบริโภคนอกซิเจนลดลง นอกจากนี้ขนาดของกึ่งกำมกรามยังมีผลต่อการบริโภคนอกซิเจน กึ่งกำมกรามขนาด 14.31 ± 0.99 กรัม มีการบริโภคนอกซิเจนเท่ากับ 0.0816 ± 0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่ากึ่งกำมกรามขนาด 75.79 ± 1.26 กรัม ที่มีการบริโภคนอกซิเจนเท่ากับ 0.0236 ± 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง และการศึกษาการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรามที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่กึ่งกำมกรามเริ่มมีหยุดการเคลื่อนที่ มาทำการศึกษากการบริโภคนอกซิเจน เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่ใช้สำหรับการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ เมื่อลดอุณหภูมิลงจนถึง 16 ± 1 องศาเซลเซียส ในช่วงแรกกึ่งกำมกรามยังมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของขาเดิน ขาวายน้ำ และชี้เหงือกเคลื่อนที่ และเริ่มมีการเคลื่อนที่ช้าลง อัตราเมตาบอลิซึมในร่างกายลดลง ส่งผลทำให้การบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรามลดลง กึ่งกำมกรามขนาด 15.19 ± 1.38 กรัม มีการบริโภคนอกซิเจนเท่ากับ 0.0150 ± 0.0001 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่ากึ่งกำมกรามขนาด 75.20 ± 1.33 กรัม ที่มีการบริโภคนอกซิเจนเท่ากับ 0.0111 ± 0.0000 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง การบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรามที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส สูงกว่าการบริโภคนอกซิเจนที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิสูงส่งผลต่ออัตราเมตาบอลิซึมในร่างกาย ทำให้กึ่งกำมกรามมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ ส่งผลต่อการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกราม เมื่ออุณหภูมิร่างกายลดลง ทำให้อัตราเมตาบอลิซึมในร่างกายลดลงและส่งผลให้กิจกรรมต่าง ๆ ลดลง เช่น การเคลื่อนที่ช้าลง หรือ หยุดการเคลื่อนที่ อัตราการหายใจ การบริโภคนอกซิเจนลดลง (Fotedar and Evans, 2011) นอกจากนี้ขนาดของกึ่งกำมกรามยังมีผลต่อการบริโภคนอกซิเจน Samet *et al.* (1996) ได้ศึกษาอัตราการหายใจของกึ่ง Kuruma ในสภาวะที่ไม่มีน้ำที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณของออกซิเจนมีแนวโน้มลดลงเมื่อกึ่งมีขนาดเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญโดยใช้อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เหมาะสมต่อกึ่งกำมกราม เพื่อลดอัตราเมตาบอลิซึมในร่างกาย ส่งผลต่อกึ่งกำมกรามมีพฤติกรรมหยุดการเคลื่อนที่ ทำให้การบริโภคนอกซิเจนลดน้อยลง

5.2 การศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่งกำมกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่

การใช้น้ำแข็งผสมกับขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยทำให้วัสดุมีความชื้นด้วยน้ำผสมกับวัสดุแต่ละชนิดให้หมด ๆ จะได้ว่าวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ มีความชื้น 58, 69 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำที่ผสมวัสดุไม่ควรน้อยมาก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพราะจะทำให้ความชื้นไม่เหมาะสม และถ้ามากเกินไปจะทำให้วัสดุมีน้ำหนักมากทำให้กึ่งกำกรวมที่บรรจุอยู่ด้านล่างรับน้ำหนักมากและจะส่งผลต่ออัตราอดของกึ่ง หลังจากนั้นจึงผสมน้ำแข็งกับวัสดุ เพื่อให้ได้อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส (ผลการทดลองที่ 4.1.1) น้ำแข็งที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นน้ำแข็งบดจากโรงงานน้ำแข็ง ซึ่งขนาดเปอร์เซ็นต์การบดประกอบด้วยน้ำแข็งขนาดเล็กกว่า 0.6×0.6 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำแข็งมากที่สุด 38.13 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็นน้ำแข็งขนาดใหญ่กว่า 1.5×1.5 เซนติเมตร น้ำแข็งขนาด $0.9 \times 0.9 - 1.5 \times 1.5$ เซนติเมตร และน้ำแข็งขนาด 0.6×0.6 เซนติเมตร มีปริมาณน้ำแข็ง 25.58, 18.47 และ 17.82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขนาดและเปอร์เซ็นต์ของน้ำแข็งอาจจะส่งผลต่อการควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาขนาดของน้ำแข็งที่แตกต่างจากการทดลองครั้งนี้ น้ำแข็งที่ผสมกับขุยมะพร้าวสามารถเก็บรักษาอุณหภูมิได้นานที่สุด 5 ชั่วโมง เนื่องจากขุยมะพร้าวมีเส้นใยในการดูดซับน้ำได้ดี และเก็บรักษาความชื้นได้ดี (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2551)

5.3 การศึกษาอัตราการอดของกึ่งกำกรวมที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกึ่งกำกรวมมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การเตรียมกึ่งกำกรวมก่อนการบรรจุในวัสดุ โดยการทำให้กึ่งหยุดการเคลื่อนที่จากการนำกึ่งกำกรวมสลบในอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 14-15 องศาเซลเซียส และปรับอุณหภูมิน้ำโดยการใช้น้ำแข็ง 225-250 กรัมต่อน้ำปริมาตร 1 ลิตร การศึกษาระยะเวลาในการสลบกึ่งกำกรวมในอุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส เพื่อหยุดการเคลื่อนที่ของกึ่งกำกรวม พบว่าหลังจากนำกึ่งกำกรวมใส่น้ำที่มีอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส กึ่งกำกรวมเริ่มมีการติดตัวขึ้นเหนือน้ำประมาณ 25-45 วินาทีแรกแล้วค่อย ๆ เสียการทรงตัวเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1-2 นาที เวลาที่เหมาะสมในการสลบตั้งแต่ 2 นาที ขึ้นไป แต่ไม่ควรสลบกึ่งนานจนเกินไป ในการเลือกระยะเวลาในการสลบกึ่งกำกรวมควรดูจากระยะเวลาการฟื้นตัวของกึ่งที่นำออกมาจากอุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส ให้มีระยะเวลาที่เหมาะสมกับเวลาในการบรรจุกึ่งกำกรวมในวัสดุ ถ้าเลือกเวลาที่กึ่งกำกรวมฟื้นตัวเร็วเกินไป กึ่งจะมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ ทำให้ไม่สะดวกในการบรรจุกึ่งกำกรวมในวัสดุ การศึกษาได้เลือกเวลาในการสลบกึ่งกำกรวมที่อุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที ก่อนนำออกมาจากน้ำและมีระยะเวลาการฟื้นตัวอยู่ที่ 10.08 นาที เหมาะสมต่อเวลาในการบรรจุกึ่งกำกรวมในวัสดุ Morris and Oliver (1999b) ได้ศึกษาการสลบกึ่ง Lobsters (*Jasus edwardsii*) เพื่อให้หยุดการเคลื่อนที่ โดยนำกึ่ง Lobsters ปล่อยในน้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นถึงบรรจุกึ่งในกล่องโฟม การขนส่งที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส และ Kuo and Yang (1998) ได้ศึกษาการสลบกึ่งด้วยอุณหภูมิที่ต่ำอย่างรวดเร็วพบว่ากึ่งจะเกิดความเครียดส่งผลให้กึ่งมีการปรับตัวโดยการหลั่งฮอร์โมน CHH (crustacean hyperglycemic hormone) เพื่อลดความเครียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาอัตราการรอดของกึ่งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ การบรรจุกึ่งก้ามกรามในซีลีออย ชูมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส Salin (2005) ได้ศึกษาการขนส่งกึ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ อุณหภูมิในการขนส่งอยู่ที่ 15 ± 1 องศาเซลเซียส และ Coyle *et al.* (2004) ได้ศึกษาการสลบ หรือ หยุดการเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำด้วยสารเคมี โดยการใช้น้ำ eugenol หรือ น้ำมันต้นกานพลู เป็นสารระงับประสาท ทำให้กึ่ง (*Fenneropenaeus indicus*) สลบในระหว่างการขนส่ง (Akbari *et al.* 2010) ในการใช้น้ำมันกานพลูที่ความเข้มข้นเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้กึ่งก้ามกรามไร้สลบได้ (Coyle *et al.* 2005a) การทำให้กึ่งสลบ หรือ หยุดการเคลื่อนที่ จากการใช้น้ำสารเคมีอาจมีความเสี่ยงในเรื่องสารเคมีที่ตกค้างในตัวกึ่ง การลดอุณหภูมิจึงเป็นอีกวิธีที่ทำให้กึ่งก้ามกรามหยุดการเคลื่อนที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ การควบคุมอุณหภูมิออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ cooling bath และการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง ในการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อ่างทำความเย็น พบว่าการบรรจุกึ่งก้ามกรามในซีลีออยและแกลบกึ่งมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง ส่วนการบรรจุกึ่งก้ามกรามในชูมะพร้าวกึ่งมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานที่สุด 7 ชั่วโมง เนื่องจากชูมะพร้าวมีเส้นใยที่สามารถเก็บรักษาความชื้นได้ดี และมีน้ำหนักเบา ช่วยลดความบอบช้ำและการตายของกึ่งก้ามกราม การควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ในการเก็บรักษากึ่งก้ามกรามในวัสดุ ทำให้กึ่งมีอัตราการรอดและเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง วัสดุแต่ละชนิดผสมกับน้ำแข็งแตกต่างกัน เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซีลีออยและแกลบใช้ปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ ส่วนชูมะพร้าวใช้ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการบรรจุกึ่งก้ามกรามในซีลีออยและแกลบมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ส่วนการบรรจุกึ่งก้ามกรามในชูมะพร้าวมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานที่สุด 5 ชั่วโมง การบรรจุกึ่งก้ามกรามในวัสดุที่มีเวลานานทำให้ระยะเวลาการฟื้นตัวเพิ่มขึ้น เมื่อนำกึ่งก้ามกรามออกมาฟื้นตัวในน้ำ และมีการให้ออกซิเจน จะช่วยให้กึ่งฟื้นตัวเร็วขึ้นและแข็งแรง (Salin and Jayasree-Vadhyar. 2001)

การศึกษาผลอัตราการรอดของกึ่งก้ามกรามในการขนส่งกึ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ โดยการเลือกชูมะพร้าวในการบรรจุกึ่งก้ามกรามสำหรับการขนส่ง เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้ดีที่สุด และมีน้ำหนักเบา การขนส่งโดยรถกระบะจากอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มายังห้องปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระยะทางในการขนส่งประมาณ 40 กิโลเมตร ระยะเวลาในการบรรจุกึ่งก้ามกรามรวมถึงเวลาการขนส่งจากจังหวัดฉะเชิงเทราจนถึงปลายทางเป็นเวลา 5 ชั่วโมง อุณหภูมิในการขนส่งอยู่ที่ 16.13 ± 0.35 องศาเซลเซียส หลังจากการขนส่งนำกึ่งก้ามกรามฟื้นตัวในน้ำอุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส มีการให้ออกซิเจน พบว่ากึ่งก้ามกรามมีอัตราการรอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ และกึ่งก้ามกรามมีระยะเวลาการฟื้นตัวอยู่ที่ 25.47 ± 2.13 นาที ผลอัตราการรอดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย

ของกึ่งก้ามกรามที่ขนส่งในขุยมะพร้าวเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง กึ่งก้ามกรามมีอัตราการรอดน้อยกว่า การบรรจุกึ่งก้ามกรามในขุยมะพร้าวจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในการขนส่งมีกึ่งก้ามกรามที่ไม่แข็งแรง ไม่มีก้าม ขาดขา และกึ่งก้ามกรามบางตัวมีการลอกคราบ ส่งผลให้อัตรารอดของกึ่งก้ามกรามในการขนส่งต่ำกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการ การขนส่งกึ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ กึ่งก้ามกรามสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่ไม่มีน้ำและอุณหภูมิต่ำได้ เนื่องจากร่างกายของกึ่งก้ามกรามมีการปรับตัวในการเผาผลาญพลังงานในสภาวะ anaerobic metabolism ทำให้กึ่งก้ามกรามมีความต้องการในการบริโภคออกซิเจนลดลง (Brian *et al.* 1999) การศึกษาครั้งนี้โดยการใช้น้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งกึ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ทำให้ประหยัดต้นทุนในการขนส่งกึ่งก้ามกราม เพราะไม่ต้องใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิและเครื่องให้ออกซิเจนในการขนส่ง และเข้าถึงผู้บริโภครายเล็กที่มีความต้องการบริโภคกึ่งก้ามกรามเพียง 1-2 กิโลกรัม ก็สามารถซื้อกลับบ้าน และการขนส่งวิธีนี้สามารถลดความบอบช้ำและการตายได้ดีกว่าการขนส่งกึ่งก้ามกรามแบบใช้น้ำ นอกจากนี้มีการศึกษาของ Lorenzon *et al.* (2008) ในการขนส่งปู (*Cancer pagurus*) พบว่าการขนส่งแบบใช้น้ำมีอัตราการตายสูงกว่าการขนส่งแบบไม่ใช้น้ำ ในการขนส่งแบบไม่ใช้น้ำปูมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานถึง 96 ชั่วโมง แต่การขนส่งปูแบบใช้น้ำมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในการบรรจุกึ่งก้ามกรามที่อุณหภูมิต่ำจะให้ความต้องการบริโภคออกซิเจนลดลง ในสภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้ขนส่งได้ในระยะเวลาที่นานขึ้น (Morris and Oliver. 1999a) และมีการศึกษาการขนส่งกึ่ง Kuruma แบบไม่ใช้น้ำ พบว่ากึ่งก้ามกรามสูญเสียน้ำในตัวประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ (Shigueno. 1975) และการสูญเสียน้ำในตัวประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ กึ่งจะมีอัตราการตายเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการขนส่ง 14 องศาเซลเซียส (Samet *et al.* 1996) อุณหภูมิในการขนส่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำและถิ่นกำเนิด Salin and Jayasree-Vadhyar (2001) พูลทรัพย์ วิรุพหกุล และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร (2535) ได้ทดลองการเก็บรักษา กุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ สลบกึ่งที่อุณหภูมิ 14.5-15 องศาเซลเซียส บรรจุกึ่งในขุยมะพร้าวรักษาอุณหภูมิอยู่ที่ 21-23 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษา กุ้งกุลาดำได้เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีอัตราการรอด 80 เปอร์เซ็นต์ และมีการศึกษาการขนส่ง กุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ บรรจุกึ่งในจี้เดี่ยวขนส่งที่อุณหภูมิ 14±1 องศาเซลเซียส และ Goodrick *et al.* (1995) ได้ศึกษาการขนส่ง กุ้งกุลาดำอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่ง อยู่ที่ 16 องศาเซลเซียส และการขนส่งพบว่า กุ้งกุลาดำมีอัตราการรอดมากกว่าการขนส่งที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ในการขนส่งแบบนี้ กุ้งกุลาดำอาจจะไม่ทนต่ออุณหภูมิต่ำที่ 12-14 องศาเซลเซียส เหมือนกับกึ่ง Kuruma (Richards-Rajadurai. 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 การศึกษาชนิดแบคทีเรีย และการลดปริมาณแบคทีเรียในวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

วัสดุชนิดต่าง ๆ จากแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน แบคทีเรียที่พบอาจแตกต่างกัน แต่วัสดุที่นำมาตรวจสอบชนิดแบคทีเรียในครั้งนี้เป็นวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำในการทดลองที่ 3 โดยมีวิธีการหนึ่งฆ่าเชื้อ แบ่งเวลาการหนึ่งเป็น 0, 15, 30 และ 40 นาที การหนึ่งฆ่าเชื้อมีอุณหภูมิ 100-105 องศาเซลเซียส การตรวจสอบชนิดแบคทีเรียพบว่าในวัสดุที่ไม่หนึ่งมีแบคทีเรียทั้งหมด 9 ชนิด แบ่งออกเป็นแบคทีเรียที่พบในน้ำจืด 2 ชนิด เป็นแบคทีเรียแกรมลบและแกรมบวก แบคทีเรียที่พบในขุยมะพร้าว 2 ชนิด เป็นแบคทีเรียแกรมบวกทั้งคู่ และแบคทีเรียที่พบในเกลบมีมากที่สุด คือ 5 ชนิด เป็นแบคทีเรียแกรมบวกทั้งหมด เวลาการหนึ่ง 15 นาที ในน้ำจืดพบแบคทีเรีย 1 ชนิด เป็นแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนแบคทีเรียแกรมบวกฆ่าเชื้อได้ในเวลาการหนึ่ง 15 นาที ในขุยมะพร้าวไม่พบแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด และในเกลบพบแบคทีเรีย 3 ชนิด ฆ่าเชื้อด้วยเวลาการหนึ่ง 15 นาที เพียง 2 ชนิด เวลาการหนึ่ง 30 นาที ในน้ำจืดและขุยมะพร้าวไม่พบแบคทีเรีย ส่วนในเกลบพบแบคทีเรีย 2 ชนิด และเวลาการหนึ่ง 45 นาที ไม่พบแบคทีเรียในวัสดุทั้ง 3 ชนิด Salin and Jayasree-Vadhyar (2001) ได้ทดลองนำน้ำจืดมาล้าง และผึ่งแดดให้แห้ง หลังจากนั้นนำมาใช้ในการขนส่งกุ้งกุลาดำ Salin (2005) ได้นำน้ำจืดมาล้างและผึ่งแดด หลังจากนั้นนำมาใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม ซึ่งจากการตรวจสอบเอกสารยังไม่พบการศึกษาเชื้อแบคทีเรียในการขนส่งกุ้ง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการศึกษาคือไป

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 อุณหภูมิมีผลทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกึ่งก้ำมกรามซ้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง ซึ่งอุณหภูมิแต่ละช่วงจะทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่แตกต่างกัน อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ข่าว่ายน้ำ ซึ่งเหงือกเคลื่อนที่ช้า และลำตัวตะแคง อุณหภูมิที่ลดลงทำให้การบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ำมกรามลดลง และกึ่งก้ำมกรามที่มีขนาดใหญ่มีการบริโภคออกซิเจนน้อยกว่ากึ่งก้ำมกรามขนาดเล็ก อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งกึ่งก้ำมกราม

6.2 ปริมาณของน้ำแข็งที่ผสมกับวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ เพื่อให้ได้อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิให้นานมีความแตกต่างกันในแต่ละวัสดุ ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ผสมกับขุยมะพร้าวสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการขนส่งกึ่งก้ำมกรามมากที่สุด

6.3 กึ่งก้ำมกรามที่บรรจุในวัสดุขุยมะพร้าวควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ทำให้กึ่งก้ำมกรามมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุทดลองในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง ส่วนการขนส่งกึ่งก้ำมกรามมีอัตราการรอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ หลังการขนส่ง 5 ชั่วโมง และระยะเวลาการฟื้นตัวของกึ่งก้ำมกรามหลังการบรรจุและการขนส่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่บรรจุและการขนส่ง

6.4 ชนิดของแบคทีเรียที่พบในวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ มีทั้งหมด 9 ชนิด การลดปริมาณแบคทีเรียควรใช้เวลาในการนึ่งฆ่าเชื้ออย่างน้อย 45 นาที

ข้อเสนอแนะ

การขนส่งกึ่งก้ำมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ควรมีการศึกษาการบรรจุกึ่งก้ำมกรามและขนส่งปริมาณและขนาดกึ่งก้ำมกรามที่แตกต่างกัน รวมทั้งรายละเอียดของเชื้อแบคทีเรียในขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว แกลบ และน้ำแข็งที่ใช้เพิ่มเติมเพื่อความปลอดภัยทางอาหารสำหรับผู้บริโภค

บรรณานุกรม

- กิตตินันท์ บุญรอด และ สมพงษ์ ชงไชย. 2549. “การพัฒนาระบบลอจิสติกส์ธุรกิจกุ้งก้ามกรามในพื้นที่จังหวัดนครปฐม” การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พูลทรัพย์ วิรุพหกุล และ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร. 2535. “ทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มีชีวิตแบบแห้ง.” กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 539 – 545.
- วชิราภรณ์ ไกรอำ. 2556. สถานการณ์กุ้งก้ามกราม 6 เดือนแรกปี 2556. กลุ่มวิเคราะห์การค้าสินค้าประมงระหว่างประเทศ กองประมงต่างประเทศ กรมประมง.
- ศิริวรรณ แจ่มพลาย. 2553. “ปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีผลต่อปริมาณการส่งออกกุ้งแช่แข็งของไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศญี่ปุ่น.” สาขาวิชาการเงิน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. 2542. หลักการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม.
- สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2548. ข้อมูลของอุตสาหกรรมกุ้งแปรรูปของประเทศไทย. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2554. เศรษฐกิจการผลิตการตลาดกุ้งก้ามกราม. เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2551. การปลูกพืชในวัสดุปลูก (Substrate culture). ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- Anonymous. 2014. **Frozen Seafood**. [Online]. Available : <http://www.ptfoodsprocessing.com/product/1336679>.
- Anonymous. 2014. **Thailand Shrimp**. [Online]. Available : http://www.thailandshrimp.org/agriculture_tiger6.html.
- Anonymous. 2014. **Siam Fishing**. [Online]. Available : [http://www.siamfishing.com / board/view.php?tid=650312](http://www.siamfishing.com/board/view.php?tid=650312).
- Akbari, S., Khoshnod, M.J., Rajaian, H. and Afsharnasab, M. 2010. “The use of eugenol as an anesthetic in transportation of with Indian shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) post larvae.” **Fisheries and Aquatic Sciences**. 10 : 423-429.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Alias, A.Z. and Siraj, S. 1988. "The effect of packing density and habitat material on survival of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) post-larvae." **Aquaculture and Fisheries Management**. 19 : 39-43.
- Andre, S.C.S. and Roger, F.U. 1996. "Effects of temperature change rate on nitrogen effluxes of *Macrobrachium rosenbergii* (DeMan)." **Aquaculture**. 140 : 373-381.
- Armstrong, D.A., Stephenson, M.J. and Knight, A.W. 1976. "Acute toxicity of nitrite to larvae of the giant Malaysian prawn, *Macrobrachium rosenbergii*." **Aquaculture**. 9 : 39-46.
- Babu, M.M. and Marian, M.P. 1998. "Live transport of gravid *Penaeus indicus* using coconut mesocarp dust." **Aquacultural Engineering**. 18 : 149-155.
- Bacteriological Analytical Manual (BAM). 2001. US Food and Drug Administration, Department of Health and Human Services, USA.
- Brian, C.P. and Allison, A.R. 1999. **Marketing and Shipping Live Aquatic Products**. Seattle, Washington. 132 pp.
- Coyle, S.D., Tidwell, J.H. and Arnum, A.V. 2001. "The effect of biomass density on transport survival of juvenile Freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*." **Applied Aquaculture**. 11 : 57-63.
- Coyle, S.D., Durborow, R.M. and Tidwell, J.H. 2004. **Anesthetics in Aquaculture**. Southern Regional Aquaculture Center.
- Coyle, S.D., Dasgupta, S., Tidwell, J.H. and Beavers, T. 2005a. "Comparative efficacy of anesthetics for the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*." **Journal of the world aquaculture society**. 36 : 282-290.
- Coyle, S.D., Tidwell, J.H., Yasharian, D.K., Caporelli, A. and Skudlarek, N. A. 2005b. "The effect of biomass density, temperature and substrate on transport survival of market-size freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*." **Applied Aquaculture**. 17 : 61-72.
- D'Abramo, L.R., Heinen, J.M., Robinette, H.R. and Collins, J.S. 1989. "Production of the freshwater, *Macrobrachium rosenbergii* stocked as juveniles at different densities in temperate zone ponds." **Journal of the World Aquaculture Society**. 20 : 81-89.
- Fernando, D.H., Elizabeth, S.U., Fernando, B.R. and Arturo, G.M. 1998. "Critical thermal maxima and minima of *Macrobrachium rosenbergii* (decapoda:palaemonidae)." **Thermal Biology**. 23 : 381-385.

- Fernando, D., Elizabeth, S., Ana D.R. and Leticia, R. 2002 . “Behavioural thermoregulation and critical thermal limits of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman).” **Thermal Biology**. 27 : 423–428.
- Fotadar, S. and Evans, L. 2011. “Health management during handling and live transport of crustaceans: A review.” **Invertebrate Pathology**. 106 : 143–152.
- Frinsko, M.O. 2012. “Harvesting, post-harvest handling and live-transport of freshwater prawns in the United States.” **Aquaculture Research**. 43 : 1056-1063.
- Goodrick, G.B., Paterson, B.D. and Grauf, S. 1995. “Alive and kipping storage and transport of live prawn.” **Australian Fisheries**. 54 : 18-21.
- Jamie, G.S., Shawn, D.C., Leigh, A.B. and James, H.T. 2011. “Effect of holding packing condition on hemolymph parameters of freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, during simulated waterless transport.” **The World Aquaculture Society**. 42 : 603-617.
- Jiang, C.Q., Browdy, C. and Burnett, L. 1995. **Live Shipment of the Marine Shrimp, *Penaeus vannamei*, Without Water**. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA. 47 pp.
- Keith, H.R. 1995. **Management Practices for Culture of Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Temperate Climates**. Mississippi State University.
- Kuo, C.M. and Yang, Y.H. 1998. “Hyperglycemic responses to cold shock in the freshwater giant prawn, *Macrobrachium rosenbergii*.” **Comparative Biochemistry and Physiology**. 169 : 49-54.
- Lorenzon, S., Giulianini, P.G., Martinis, M. and Ferrero, E.A. 2007. “Stress effect of different temperatures and air exposure during transport on physiological profiles in the American lobster *Homarus americanus*.” **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**. 147 : 94-102.
- Lorenzon, S., Giulianini, P.G., Libralato, S., Martinis, M. and Ferrero, E.A. 2008. “Stress effect of two different transport systems on the physiological profiles in the crab *Cancer pagurus*.” **Aquaculture**. 278 : 156-163.
- Manush, S.M., Pal, A.K., Chatterjee, N., Das, T. and Mukherjee, S.C. 2004. “Thermal tolerance and oxygen consumption of *Macrobrachium rosenbergii* acclimated to three temperatures.” **Thermal Biology**. 29 : 15 -19.

- Morris, S. and Oliver, S. 1999a. "Circulatory, respiratory and metabolic response to emersion and low temperature of *Jasus edwardsii*: simulation studies of commercial shipping methods." **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**. 122: 299–308.
- Morris, S. and Oliver, S. 1999b. "Respiratory gas transport, haemocyanin function and acid-base balance in *Jasus edwardsii* during emersion and chilling: simulation studies of commercial shipping methods." **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**. 122: 309-321.
- Patrick, T.S. and Bourne, P.K. 1997. "Relative influence of environmental factors and processing techniques on *Panulirus cygnus* morbidity and mortality during simulated live shipments." **Marine and Freshwater Research**. 48 : 839-844.
- Richards-Rajadurai, P.N. 1989. "Live storage and distribution of fish and shellfish." **Infofish International**. 3 : 23-28.
- Ridgway, I.D., Taylor, A.C., Atkinson, R.J.A., Stentiford, G.D., Chang, E.S., Chang, S.A. and Neil, D.M. 2006. "Morbidity and mortality in Norway lobsters, *Nephrops norvegicus*: physiological, immunological and pathological effects of aerial exposure." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 328 : 251-264.
- Salin, K.R. and Jayasree-Vadhyar, K. 2001. "Effect of different chilling rates for cold anaesthetization of *Penaeus monodon* (Faricius) on the survival, duration and sensory quality under live storage in chilled sawdust." **Aquaculture Research**. 32 : 145-155.
- Salin, K.R. 2005. "Live transportation of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in chilled sawdust." **Aquaculture Research**. 36 : 300-310.
- Samet, M., Nakamura, K. and Nagayama, T. 1996. "Tolerance and respiration of the prawn (*Penaeus japonicus*) under cold air conditions." **Aquaculture**. 143: 205–214.
- Shigueno, K. 1975. **Shrimp Culture in Japan**. Association of International Technical Promotion, Tokyo, Japan.
- Sperandio, L., New, M.B. and Valenti, W.C. 2012. "Short communication transportation of amazon river prawn *Macrobrachium amazonicum* juveniles in different biomass densities." **Aquaculture Research**. 1-5.
- Spicer, I.J., Hill, A.D., Taylor, A.C. and Strang, R.H. 1990. "Effect of aerial exposure on concentrations of selected metabolites in the blood of the norwegian lobster *Nephrops norvegicus* (Crustacea: Nephropidae)." **Marine Biology**. 105 : 129-135.

Wong, F.G., Khin, P.K., Cheong, L. and Chou, R. 1988. "Observations on packing of live banana shrimps (*Penaeus merguensis*) in sawdust." **Singapore Journal of Primary Industries**. 16 : 84-85.

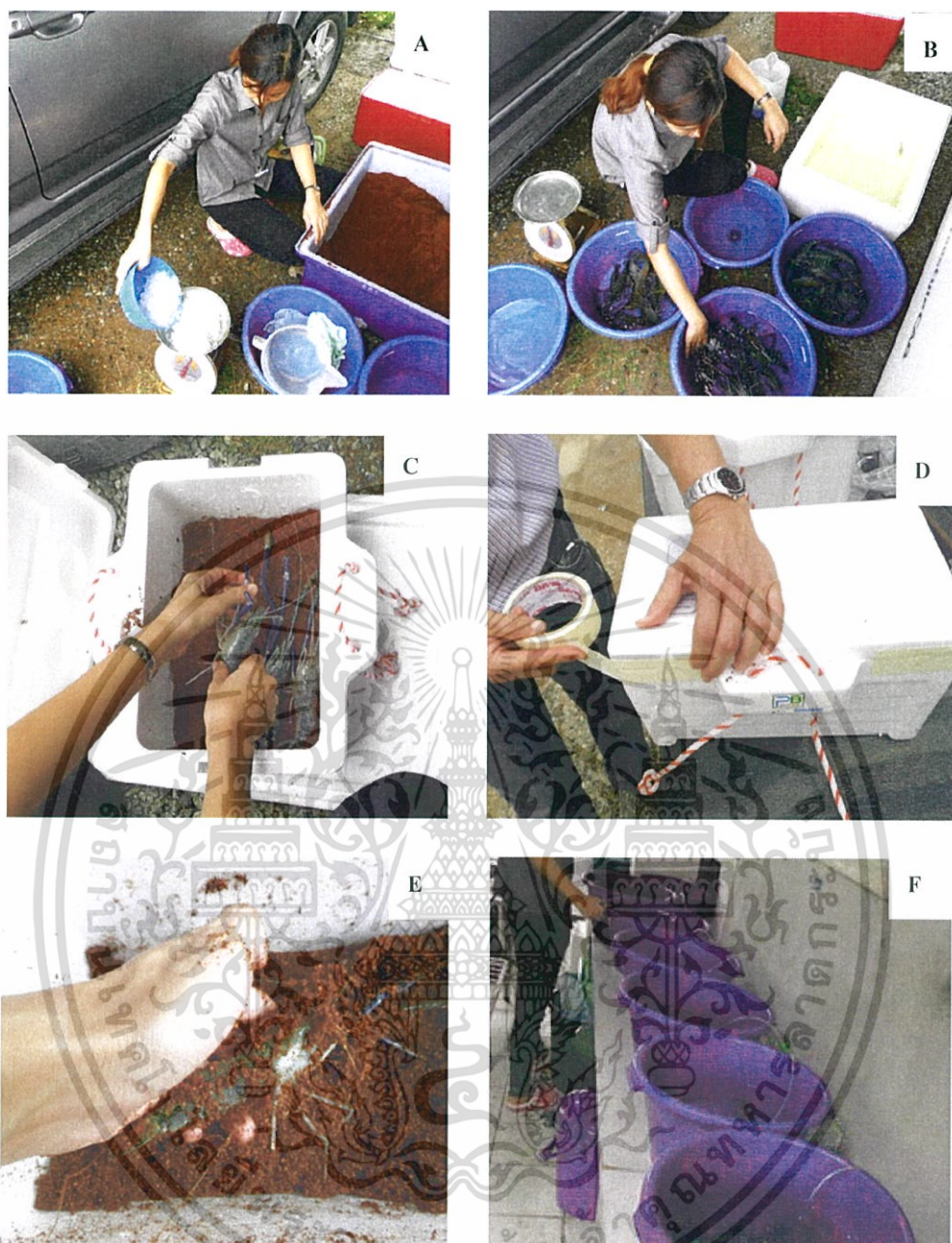


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการบรรจุกุ้งก้ามกรามในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

- (A) เตรียมน้ำแข็งในการปรับลดอุณหภูมิน้ำ
- (B) สลบกุ้งก้ามกรามที่อุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส
- (C) บรรจุกุ้งก้ามกรามในขุยมะพร้าวที่มีอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส
- (D) ปิดฝากล่องโฟมและพันกระดาษกาว
- (E) นำกุ้งก้ามกรามออกมาพ้นตัว
- (F) การพันตัวของกุ้งก้ามกรามในอุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 สีย้อม crystal violet

สารเคมี	ปริมาณ
crystal violet	2 กรัม
Ethanol 95 เปอร์เซ็นต์	20 มิลลิลิตร
Ammonium oxalate 1 เปอร์เซ็นต์	80 มิลลิลิตร

ตารางผนวกที่ 2 สีย้อม safranin

สารเคมี	ปริมาณ
safranin 0.85 เปอร์เซ็นต์	6 กรัม
ethanol 95 เปอร์เซ็นต์	20 มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	200 มิลลิลิตร

ตารางผนวกที่ 3 สารละลาย iodine

สารเคมี	ปริมาณ
iodine	1 กรัม
potassium iodine	2 กรัม
น้ำกลั่น	300 มิลลิลิตร

ตารางผนวกที่ 4 สารละลาย decolorizing

สารเคมี	ปริมาณ
ethanol	95 เปอร์เซ็นต์
acetone	1 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล นางสาวชลธิชา หอมเข้ม
วัน เดือน ปีเกิด 27 สิงหาคม 2531 จังหวัดสมุทรสาคร
ที่อยู่ 60 หมู่ 4 ต. อำแพง อ. บ้านแพ้ว จ. สมุทรสาคร 74120
ประวัติการศึกษา 2553 วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์การประมง)
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้