



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*)

มีชีวิตโดยใช้วัสดุที่มีความชื้น

The transportation of live giant freshwater prawn
(*Macrobrachium rosenbergii*) by using materials with moisture

นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

นางสาวอัจฉรี เรืองเดช

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณ ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) มีชีวิตโดยใช้วัสดุ
มีความชื้น

แหล่งเงิน งบประมาณได้คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ประจำปีงบประมาณ 2557 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 341,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2556 ถึง กันยายน 2557

หัวหน้าโครงการ นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ผู้ร่วมโครงการวิจัย นางสาวอัจฉรี เรืองเดช

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การขนส่งกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) มีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ เพื่อเพิ่มคุณภาพและมูลค่าของกุ้งก้ามกราม โดยแบ่งเป็น 4 การทดลอง การทดลองที่ 1 ศึกษาอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกราม โดยการลดอุณหภูมิน้ำจาก 29-13 องศาเซลเซียส อุณหภูมิมีผลทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกรามช้าลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง ซึ่งอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ช้ากว่าน้ำ ซึ่งเหงือกเคลื่อนที่ช้า และลำตัวตะแคง ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการขนส่ง อุณหภูมิที่ลดลงทำให้การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามลดลง และกุ้งก้ามกรามที่มีขนาดใหญ่มีการบริโภคออกซิเจนน้อยกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดเล็ก การทดลองที่ 2 ศึกษาปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กุ้งก้ามกรามเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ โดยผสมน้ำแข็งกับซีลี้อย ชูมะพร้าว และแกลบ ปริมาณน้ำแข็งแบ่งเป็น 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัสดุ พบว่าปริมาณน้ำแข็งที่ผสมกับวัสดุเพื่อให้ได้อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิให้นานมีความแตกต่างกันในแต่ละวัสดุ ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับชูมะพร้าวสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง การทดลองที่ 3 การศึกษาอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ และการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ การบรรจุกุ้งก้ามกรามในวัสดุแบ่งเป็น ซีลี้อย ชูมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งก้ามกรามที่บรรจุในชูมะพร้าวมีอัตราการรอด 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 พบว่าชนิดของแบคทีเรียในซีลี้อย ชูมะพร้าว และแกลบ มีทั้งหมด 9 ชนิด และการลดปริมาณแบคทีเรียควรใช้เวลาในการนิ่งฆ่าเชื้ออย่างน้อย 45 นาที

คำสำคัญ: การขนส่ง กุ้งก้ามกราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: The transportation of live giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) by using materials with moisture

Researcher: Somchai Wangwibulkit

Co-researcher: Uscharee Ruangdej

Faculty: Agricultural technology.....Department: Fisheries Science.

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 packing prawn 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 bacteria types in materials and the materials sterilization should be steamed for at least 45 minutes.

Keyword: transportation, giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ii
สารบัญ	iii
สารบัญตาราง	iv
สารบัญภาพ	v
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	12
บทที่ 4 ผลการวิจัย	14
บทที่ 5 สรุป	46
บรรณานุกรม	47
ประวัติคณะผู้วิจัย	51

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	พฤติกรรมกรรมการเคลื่อนที่ของกึ่งกัมมกรามในน้ำที่ปรับอุณหภูมิ 29-13 องศาเซลเซียส	14
4.2	การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ น้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	16
4.3	การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ น้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	17
4.4	สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามกับระยะเวลาของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิ น้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	18
4.5	การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ น้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	23
4.6	การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ น้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	24
4.7	สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกัมมกรามกับระยะเวลาของกึ่งกัมมกรามขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิ น้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	25
4.8	อัตราส่วนวัสดุกับปริมาตรน้ำที่ทำให้วัสดุมีความชื้นใช้ในการขนส่งกึ่งกัมมกราม	29
4.9	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของซีล้อยผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซีล้อย) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ	32
4.10	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของขุยมะพร้าวผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักขุยมะพร้าว) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ	33
4.11	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของแกลบผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแกลบ) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ	34
4.12	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษา กึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath	37
4.13	เวลาการฟื้นตัวของกึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath	38
4.14	อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษา กึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง	39
4.15	เวลาการฟื้นตัวของกึ่งกัมมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง	40

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	กุ้งก้ามกราม (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>) ขนาดใหญ่	3
2.2	การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง	5
2.3	การขนส่งลูกกุ้งโดยใช้ถุงพลาสติก	6
2.4	การขนส่งกุ้งโดยใช้ถังสแตนเลสและให้ออกซิเจนตลอดเวลา	7
2.5	การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ	8
2.6	ซีลี้อยผลพลอยได้จากการเลี้ยงไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด	9
2.7	ขุยมะพร้าวส่วนเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นให้ใยละเอียด	10
2.8	เกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าว	11
4.1	พฤติกรรมเคลื่อนที่ของกุ้งก้ามกรามที่อุณหภูมิน้ำต่าง 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	15
4.2	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจน ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	18
4.3	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 14.31±0.99 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	19
4.4	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 22.32±0.52 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	19
4.5	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 34.78±1.24 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	20
4.6	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 43.18±0.53 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	20
4.7	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 56.02±0.82 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	21
4.8	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 64.14±1.38 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	21
4.9	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 75.79±1.26 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส	22
4.10	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจนที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	25
4.11	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 15.19±1.38 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	26
4.12	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 24.55±1.39 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	26
4.13	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 34.70±1.36 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.14	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 46.66±1.38 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	27
4.15	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 54.78±1.51 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	28
4.16	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 65.16±1.50 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	28
4.17	ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 75.20±1.33 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส	29
4.18	เปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง	30
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	31
4.20	ขนาดและปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อการขนส่งกึ่งก้ามกราม	31
4.21	ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุขี้เลื่อยบรรจุในกล่องโฟม	32
4.22	ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุขุยมะพร้าวบรรจุในกล่องโฟม	33
4.23	ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุแกลบบรรจุในกล่องโฟม	34
4.24	ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำแข็ง (กรัม) ในปริมาตรน้ำ 1 ลิตรกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	36
4.25	ความสัมพันธ์ของระยะที่กึ่งหยุดการเคลื่อนที่ในน้ำที่อุณหภูมิ อุณหภูมิน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส กับระยะเวลาการฟื้นตัว	36
4.26	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตราการรอดของกึ่งก้ามกรามควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียสโดยใช้ cooling bath	37
4.27	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกึ่งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียสโดยใช้ cooling bath	38
4.28	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตราการรอดของกึ่งก้ามกรามควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง	40
4.29	วัสดุในการขนส่งกึ่งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกึ่งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง	41

บทที่ 1 บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กุ้งก้ามกราม (giant freshwater prawn: *Macrobrachium rosenbergii*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันการขนส่งกุ้งก้ามกรามในรูปแบบไม่มีชีวิต จะใช้วิธีการแช่เย็นและส่งกุ้งก้ามกรามไปจำหน่ายตามตลาดทั่วไป ส่วนการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตจะใช้วิธีการบรรจุกุ้งก้ามกรามในถังที่มีน้ำและให้ออกซิเจน เพื่อส่งไปจำหน่ายยังร้านอาหารหรือห้างสรรพสินค้า ซึ่ง กุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตจะขายได้ราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามไม่มีชีวิต แต่การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตยังพบปัญหาการตาย บอบช้ำ และคุณภาพของกุ้งก้ามกรามหลังการขนส่ง เนื่องจากการขนส่ง กุ้งก้ามกรามมีความหนาแน่นสูงและมีการเคลื่อนที่ของน้ำและกุ้งก้ามกรามภายในถัง ทำให้กุ้งก้ามกรามได้รับความกระทบกระเทือนระหว่างการขนส่ง

ดังนั้น การศึกษาวิธีการ และรูปแบบการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตโดยใช้วัสดุขุยมะพร้าว ที่เลื่อย และแกลบที่มีความชื้นซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายแทนวิธีการ ขนส่งกุ้งก้ามกรามโดยใช้น้ำและให้ออกซิเจน จะ เป็นวิธีการที่ช่วยลดการกระทบกระเทือนของกุ้งก้ามกรามระหว่างการขนส่ง ทำให้สามารถลดปัญหาการตาย ความบอบช้ำ และช่วยเพิ่มคุณภาพของกุ้งก้ามกรามให้มีความสดในช่วงการขนส่งไปยังผู้จำหน่ายและผู้บริโภค ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้ากุ้งก้ามกรามและยังสะดวกในการขนส่ง นอกจากนี้ผลการวิจัยยังสามารถนำข้อมูลจากการศึกษาไปใช้ประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงและผู้จำหน่ายผลผลิตกุ้งก้ามกราม นักวิจัย นักวิชาการ สถาบันการศึกษาและหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลา และอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิต
2. ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิต
3. ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตโดยใช้วัสดุที่มีความชื้น

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สามารถจับจำหน่ายได้ทั้งในรูปแบบที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต ซึ่งราคากุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตจะมีราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามไม่มีชีวิต เนื่องจากความสดและคุณภาพกุ้งดีกว่ากุ้งก้ามกรามไม่มีชีวิต ปัจจุบันการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตนิยมขนส่งโดยบรรจุในน้ำและให้ออกซิเจน ซึ่ง จะพบปัญหาการตาย ความบอบช้ำ และคุณภาพของกุ้งก้ามกรามหลังการขนส่ง ดังนั้นวิธีการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตโดยใช้วัสดุขุยมะพร้าว ซึ่งเลื่อย และแกลบที่มีความชื้นซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายราคาถูกนำมาใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามจะเป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดปัญหาการตายและความบอบช้ำระหว่างการขนส่ง และ ยังเป็นการเพิ่มคุณภาพของกุ้งก้ามกรามให้มีความสดระหว่างการขนส่ง จากผู้จำหน่ายไปยังร้านอาหารและห้างสรรพสินค้า ตลอดจนผู้บริโภค ยังสามารถซื้อกุ้งก้ามกรามมีชีวิตนำกลับไปบริโภคที่บ้านโดยขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตในกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีการควบคุมความเย็นทำให้กุ้งก้ามกรามมีชีวิตและมีความสดอยู่เสมอ ซึ่งเป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าสินค้ากุ้งก้ามกราม ได้ นอกจากนี้ยังมีความสะดวกในการขนส่งเนื่องจากไม่จำเป็นต้องใช้น้ำและออกซิเจน

กุ้งก้ามกราม (giant freshwater prawn: *Macrobrachium rosenbergii*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมีรสชาติดีเป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ปัจจุบันการขนส่งกุ้งก้ามกรามจะใช้วิธีแช่เย็นกุ้งก้ามกรามเพื่อส่งจำหน่ายกุ้งก้ามกรามไม่มีชีวิตไปจำหน่ายตามตลาดทั่วไป ส่วนการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตโดยใช้ถุงพลาสติกบรรจุน้ำและให้ออกซิเจน ซึ่งนิยมใช้ในการขนส่งลูกกุ้งขนาดเล็ก (Foledar and Evans, 2011) ส่วนการขนส่งกุ้งขนาดใหญ่จะใช้ถุงพลาสติกขนาด 200 ลิตร ให้ออกซิเจน และใช้น้ำแข็งเพื่อลดอุณหภูมิน้ำ จากการศึกษาของ Coyle et al. (2005) ได้ขนส่งกุ้งก้ามกรามขนาด 47.5±5.2 กรัม ในน้ำที่มีการให้ออกซิเจน โดยไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ พบว่าหลังการขนส่งกุ้ง ก้ามกรามมีอัตราการรอดเฉลี่ย 58.8-62.0 % แต่เมื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 21 องศาเซลเซียส จะทำให้กุ้ง ก้ามกรามมีอัตราการรอด 96.5 % นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของอุณหภูมิในกุ้ง kuruma (*Penaeus japonicus*) ขนาด 12.61±1.7 กรัม โดยปรับลดอุณหภูมิเป็น 14 องศาเซลเซียส หลังจาก 0, 3 และ 5 ชั่วโมง จึงปรับอุณหภูมิเพิ่มเป็น 24 องศาเซลเซียส เพื่อทำให้กุ้งฟื้นตัว พบว่ากุ้ง kuruma มีอัตราการรอด 100% (Maher et al., 1996) จากผลการศึกษาแสดงว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการรอดของกุ้งในช่วงการขนส่ง (Morris and Oliver, 1999) เนื่องจากอุณหภูมิที่ต่ำเกินไปจะมีเมตาบอลิซึมลดลงทำให้การใช้ ออกซิเจนของกุ้งลดลง (Manush, 2004; Fernando, 2002) การลดอุณหภูมิก่อนการขนส่งยังเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดของกุ้งก้ามกราม Salin (2005) ได้ทดลองลดอุณหภูมิกุ้งก้ามกรามก่อนการขนส่งพบว่า การลดอุณหภูมิ 1.26±0.09 ถึง 2.52± 0.18 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง จนได้อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ในการขนส่ง พบว่าสามารถทำให้กุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอด 100 % ในระหว่างการขนส่งเป็นระยะเวลา 9 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีการลดอุณหภูมิก่อนการขนส่งกุ้งกุลาดำ พบว่าจะมีอัตราการรอดมากกว่ากุ้งก้ามกราม (Salin and Javasree-Yahyar, 2001) ส่วนการศึกษาวัสดุเหลือใช้ เช่น ขุยมะพร้าว และแกลบ ซึ่งเป็นวัสดุที่หาได้ง่ายในประเทศไทย นำมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุสำหรับบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามโดยมีการควบคุมอุณหภูมิ จะเป็นวิธีที่สามารถเพิ่มอัตราการรอด และคุณภาพกุ้งก้ามกรามมีชีวิตให้มีความสดจากผู้ผลิตไปตามร้านอาหารและผู้บริโภค ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมยังพบว่ามีข้อมูลอยู่น้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 กุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* และมีชื่อสามัญว่า giant freshwater prawn (ภาพที่ 2.1) การดำรงชีวิตของกุ้งก้ามกรามตามธรรมชาติ มีการเจริญเติบโตในแหล่งน้ำจืด และวางไข่ในแหล่งน้ำกร่อย ดังนั้นจึงสามารถพบกุ้งก้ามกรามตามธรรมชาติในแม่น้ำที่มีทางไหลออกสู่ทะเล เช่น แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำตาปี เป็นต้น กุ้งก้ามกรามที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติมีรสชาติดี ราคาแพง เป็นที่ต้องการของตลาด แต่มีปริมาณน้อยไม่เพียงพอต่อการบริโภค ทำให้มีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเกิดขึ้น ปัจจุบันในเขตพื้นที่ภาคกลางเป็นแหล่งเพาะพันธุ์และเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่สำคัญของประเทศ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ และมีแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง จังหวัดที่มีการเพาะเลี้ยงมากที่สุด คือ จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และราชบุรี ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือเลี้ยงมากที่จังหวัดกาฬสินธุ์ 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 การเคลื่อนย้ายกุ้งก้ามกรามจากแหล่งผู้ผลิตไปถึงมือผู้บริโภค มีการเก็บรักษาสินค้าที่แตกต่างกันตามความต้องการของตลาด หรือ ตามความต้องการของผู้บริโภค กุ้งก้ามกรามเป็นสินค้าสัตว์น้ำประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญในขั้นตอนการเก็บรักษาและการขนส่ง เนื่องจากคุณภาพของกุ้งก้ามกรามมีผลต่อการกำหนดราคาและความต้องการของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เพราะผู้บริโภคนิยมนำกุ้งก้ามกรามที่มีชีวิตไปประกอบเป็นอาหารประเภทต่าง ๆ กุ้งก้ามกรามที่สดใหม่จะมีรสชาติที่อร่อยกว่ากุ้งก้ามกรามที่แช่แข็ง ฉะนั้นจึงให้ความสำคัญของขั้นตอนและวิธีการขนส่งกุ้งก้ามกรามให้มีชีวิตจนถึงมือผู้บริโภค ในการขนส่งกุ้งมีชีวิตมีการออกแบบถัง หรือ ภาชนะบรรจุสำหรับขนส่งกุ้ง มีรถบรรทุก และจัดหายานพาหนะขนส่งอื่น ๆ เพื่อความสะดวกในการอัดออกซิเจน หรือ การใส่ออกซิเจน จากต้นทุนในการขนส่งที่สูงขึ้นถึง 70.29 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นส่วนหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำให้กุ้งก้ามกรามมีชีวิตราคาสูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่ตาย จากผลผลิตกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่ใช้บริโภคภายในประเทศเป็นหลักถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความต้องการของตลาดต่างประเทศยังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ไทยมีการส่งออกผลผลิตกุ้งก้ามกรามประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของผลผลิตรวมทั้งประเทศ (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่มีราคาสูงเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ การกำหนดราคาของกุ้งก้ามกรามจะขึ้นอยู่กับขนาด กุ้งตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่จะได้ราคาที่สูงกว่ากุ้งตัวเมีย แต่กุ้งตัวผู้ที่มีขนาดใหญ่ราคาถูกกว่ากุ้งตัวผู้ลักษณะธรรมดา และกุ้งตัวเมียที่มีไซราคาจะถูกกว่ากุ้งตัวเมียที่ไม่มีไซ 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) แต่ถ้าเกษตรกรมีจำนวนหลายรายจะทำให้แพกุ้งมีอำนาจในการกำหนดราคาซื้อขาย หรือ การซื้อขายในตลาดที่มีลักษณะกึ่งผูกขาดโดยแพกุ้ง ทำให้เกษตรกรถูกกดราคา และแม้ว่ากุ้งก้ามกรามสามารถเพาะเลี้ยงได้ตลอดปี แต่ในช่วงปลายปีที่มีอากาศหนาว กุ้งเจริญเติบโตน้อยเพราะไม่ค่อยกินอาหาร เกษตรกรส่วนใหญ่จึงชะลอการเพาะเลี้ยง ทำให้ผลผลิตกุ้งก้ามกรามออกสู่ตลาดน้อยลง ราคาจึงปรับสูงขึ้นกว่าเดือนอื่น ๆ ในรอบปี

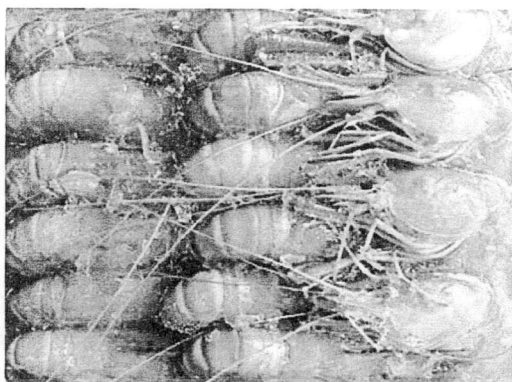
2.3 รูปแบบการขนส่งกุ้งก้ามกราม

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 ที่เหลือเป็นกุ้ง แช่เย็นและกุ้งปรุงแต่งรวมกันคิดเป็น 1.0 เปอร์เซ็นต์ โดยส่งออกไปยังประเทศจีนมากที่สุด 51.1 เปอร์เซ็นต์ เวียดนาม 31.3 เปอร์เซ็นต์ และประเทศอื่นๆ 17.6 เปอร์เซ็นต์ (วชิราภรณ์, 2556)

ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง

การเลือกวัตถุดิบในการผลิตกุ้งแบบแช่แข็งและกุ้งแปรรูป ส่วนใหญ่ผู้ประกอบการจะรับซื้อเป็นกุ้งสดที่ยังไม่ผ่านกระบวนการแกะเปลือก หักหัว หรือ คัดขนาด โดยจะนำมาแปรรูปและ แช่แข็งที่โรงงานทั้งหมด ผู้ประกอบการจะต้องควบคุมความสดของวัตถุดิบ โดยบริหารจัดการด้านการขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด แต่จากสภาวะการณ์ในปัจจุบันผู้ประกอบการบางรายเริ่มเปลี่ยนลักษณะการรับซื้อกุ้งสดมาเป็นกุ้งที่ผ่านการหักหัว แกะเปลือก หรือ ผ่านการต้ม เป็นการลดภาระในการจัดการด้านวัตถุดิบที่เข้าสู่โรงงาน ช่วยลดต้นทุนในการบริหารจัดการด้านการขนส่ง (ศิริวรรณ, 2553)



ภาพที่ 2.2 การขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบแช่แข็ง

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

การแช่แข็งกุ้งในอุตสาหกรรมผู้ผลิตส่วนใหญ่จะใช้เทคโนโลยีในการแช่เยือกแข็งแบบ individual quick freezing และ air blast เทคโนโลยีการแช่เยือกแข็งแบบ individual quick freezing เป็นกระบวนการผลิตโดยการเรียงกุ้งผ่านสายพาน หรือ conveyor ผ่านสารทำความเย็น เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การแช่เยือกแข็งในวิธีนี้กุ้งแต่ละตัวจะถูกแช่เยือกแข็งทันที หลังจากนั้นจึงนำมาจัดใส่กล่องบรรจุในการขนส่ง ส่วนวิธีการแช่เยือกแข็งแบบ Air Blast เป็นการนำกุ้งจัดเรียงในถาดสแตนเลสที่เคลือบและเติมน้ำให้เต็มถาด จัดเรียงกุ้งเป็นชั้น ๆ แล้วนำไปแช่เยือกแข็งในห้องที่ใช้ลมเย็นสำหรับการแช่แข็งที่อุณหภูมิต่ำ -40 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 7-10 ชั่วโมง ซึ่งส่วนใหญ่การแช่แข็งแบบนี้จะพบได้ในโรงงานขนาดใหญ่ (สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2548)

2.3.2 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถุงพลาสติก

การขนส่งกุ้งโดยใส่ถุงพลาสติกนิยมขนส่งกุ้งขนาดเล็ก ขนส่งจากฟาร์มเพาะเลี้ยงและอนุบาลไปยังบ่อเพาะเลี้ยง ใช้ถุงพลาสติกขนาด 36×60 เซนติเมตร บรรจุน้ำประมาณ 2.5 ลิตร (ภาพที่ 2.3) โดยนิยมขนส่งในช่วงเวลาเช้ามืดหรือเวลากลางคืน เนื่องจากอุณหภูมิอากาศไม่ร้อนจนเกินไป ซึ่งถ้าขนส่งในช่วงเวลาเช้ามืดหรือกลางคืนไม่จำเป็นต้องใช้รถห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ แต่ต้องระมัดระวังความร้อนจากพื้นรถไม่ให้สัมผัสกับถุงบรรจุลูกกุ้งโดยตรง แต่ถ้าเป็นการขนส่งในเวลากลางวันนานหลายชั่วโมง ควรใช้รถห้องเย็นที่ปรับอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม, 2542)

2.3.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถุงพลาสติก

1) การอัดออกซิเจนในถุงพลาสติกควรอัดออกซิเจนให้มีปริมาณไม่เกิน 60-70 เปอร์เซ็นต์ ให้ถุงมีความนุ่มพอสมควรไม่แข็งตึงจนเกินไปเพราะอาจทำให้ถุงแตกได้ ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความหนาแน่น 25 และ 50 กรัมต่อลิตร กุ้งเกิดอาการเครียดในการขนส่ง (Abramo *et al.*, 1989) และพบว่าปริมาณแลคเตสในเลือดกุ้งจะเพิ่มขึ้นเป็นตัวบ่งชี้ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนในการขนส่งกุ้ง (Spicer *et al.*, 1990; Ridgway *et al.*, 2006)

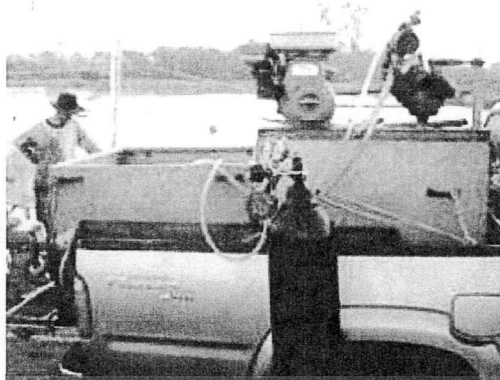


ภาพที่ 2.3 การขนส่งลูกกุ้งโดยใช้ถุงพลาสติก

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

2) ความหนาแน่นของการบรรจุลูกกุ้ง 1,500-2,000 ตัวต่อถุง (ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม . 2542) ถ้าบรรจุลูกกุ้งมีความหนาแน่นมากเกินไปอาจขนส่งได้ในเวลาไม่นาน เนื่องจากปริมาณออกซิเจนอาจไม่เพียงพอ และในถุงที่มีความหนาแน่นมากปริมาณการขับถ่ายของเสียมาก กุ้งจะเกิดความเครียด บอบช้ำ จึงส่งผลให้อัตรารอดต่ำ ในการขนส่งลูกกุ้งสามารถทนต่อปริมาณไนโตรทที่เกิดขึ้น 1.8 มิลลิกรัมต่อลิตร (Armstrong *et al.*, 1976) มีการศึกษาของ Coyle *et al.*, (2001) ศึกษาการขนส่งกุ้งก้ามกรามใส่ถุงพลาสติกที่มีความหนาแน่นต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่นสูงสุด คือ 50 กรัมต่อลิตร กุ้งมีการขับถ่ายของเสียปริมาณมากทำให้ค่าแอมโมเนียในถุงสูงกว่าที่ความหนาแน่น 10 และ 25 กรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณการขับแอมโมเนียแปรผันตามอุณหภูมิในการขนส่ง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณการขับแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้น (Andre *et al.*, 1996) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณน้อยที่สุดที่ความหนาแน่นสูงสุด มีการศึกษาของ Sperandio *et al.*, (2012) รายงานการขนส่งกุ้ง (*Macrobrachium amazonicum*) ที่มีความหนาแน่นสูงพบว่าระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง ปริมาณแอมโมเนีย และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้กุ้งมีอัตราการลดลง และการศึกษาของ Alias and Siraj (1988) รายงานการขนส่งกุ้งระยะ post larvae มีอัตราการรอดร้อยละ 85 เปอร์เซ็นต์ ที่ความหนาแน่น 300 ตัวต่อลิตร

3) เวลาการขนส่งลูกกุ้งในเวลากลางคืน หรือ ช่วงเช้ามืด เนื่องจากอุณหภูมิจะต่ำสุดในรอบวัน ทำให้กุ้งไม่เครียดระหว่างการขนส่ง และข้อดีในการขนส่งลูกกุ้งในเวลากลางคืน เมื่อถึงที่หมายในการนำลูกกุ้งปล่อยลงบ่อดินจะเป็นเวลาเช้ามืด หรือ เวลาเช้าที่อุณหภูมิในบ่อไม่สูงซึ่งเหมาะสมในการปล่อยลูกกุ้งเช่นกัน ทำให้อัตรารอดในการปล่อยลูกกุ้งสูงขึ้น



ภาพที่ 2.4 การขนส่งกุ้งโดยใช้ถังแอสตันเลสและให้ออกซิเจนตลอดเวลา
ที่มา: http://www.thailandshrimp.org/agriculture_tiger6.html

2.3.3 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส

การขนส่งกุ้งโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส หรือ ถังแอสตันเลสเติมน้ำและให้ออกซิเจนระหว่างการขนส่ง (ภาพที่ 2.4) ปริมาณการขนส่งกุ้งแต่ละครั้งเฉลี่ยประมาณ 560 กิโลกรัม โดยในการขนส่งแต่ละครั้งพบว่ามียัตราการสูญเสียเฉลี่ยร้อยละ 0.7 กิโลกรัมต่อครั้ง สาเหตุที่เกิดการสูญเสียของกุ้งในการขนส่งแต่ละครั้ง สาเหตุอันดับแรกเกิดจากกุ้งตาย หรือ ก้ามหักและบอบช้ำซึ่งเป็นสาเหตุหลัก สาเหตุรองลงมาคือ กุ้งกระโดดออกนอกรถขณะเดินทางซึ่งพบบ้างบางส่วน ซึ่งเกษตรกรบางรายต้องใช้อุปกรณ์ในการขนส่งพบว่ามีความเสียหายเฉลี่ยประมาณ 890 บาทต่อครั้ง (กิตตินันท์ และสมพงษ์, 2549) การขนส่งแบบนี้ใช้พื้นที่มาก และการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตลอดเวลาในระหว่างการขนส่งเป็นสาเหตุทำให้กุ้งเกิดอาการเครียด ส่งผลให้กุ้งอ่อนแอ ก้ามหัก บอบช้ำ และตาย มีการศึกษาของ Coyle *et al.*, (2005b) ขนส่งกุ้งก้ามกรามขนาด 47.5 ± 3.2 กรัม ใส่ถังไฟเบอร์กลาสและให้ออกซิเจน มีการเพิ่มวัสดุที่เป็นตาข่ายพลาสติก ทำเป็นชั้น ๆ ใส่ในถังไฟเบอร์กลาสเพื่อให้กุ้งยึดเกาะเปรียบเทียบกับระหว่างการใส่วัสดุและไม่ใส่วัสดุ แต่พบว่าการใส่วัสดุและไม่ใส่วัสดุ อัตรารอดของกุ้งไม่แตกต่างกัน ผลของการเพิ่มวัสดุให้กุ้งยึดเกาะจากการศึกษานี้จึงไม่ส่งผลให้อัตรารอดสูงขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบใช้น้ำโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาส

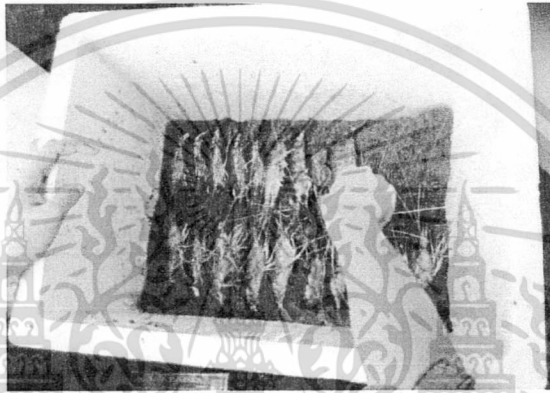
1) ความหนาแน่นในการขนส่งกุ้งโดยใส่ถังไฟเบอร์กลาสเป็นปัจจัยที่สำคัญ การขนส่งแบบใส่ถังโดยทั่วไปมีความหนาแน่นอยู่ที่ 0.05-0.1 กิโลกรัมต่อลิตร (Frinsko, 2012) มีการขนส่งกุ้งที่ความหนาแน่น 0.06 กิโลกรัมต่อลิตร พบว่าการตายของกุ้งมีสาเหตุมาจากความหนาแน่นที่มากเกินไป และทำให้คุณภาพน้ำแย่ง (Keith, 1995) ในการขนส่งกุ้งแบบนี้สามารถขนส่งที่ความหนาแน่นมากกว่าการขนส่งกุ้งโดยใส่ถุงพลาสติก แต่ความหนาแน่นของกุ้งมากก็จะทำให้การขับถ่ายของเสียมาก ทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำเพิ่มขึ้น (Coyle *et al.*, 2005b)

2) ออกซิเจนในการขนส่งกุ้งโดยใส่ไฟเบอร์กลาสจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ในการให้ออกซิเจนตลอดเวลาการขนส่ง ซึ่งปริมาณออกซิเจนที่ต้องเพียงพอต่อปริมาณการใช้ ออกซิเจนของกุ้งในถัง ในการขนส่งกุ้งแต่ละครั้งต้องมีการตรวจสอบอุปกรณ์การให้ออกซิเจนให้มีสภาพพร้อมใช้งานทุกครั้ง เพราะถ้าเกิดเหตุฉุกเฉินระหว่างการขนส่ง อุปกรณ์การให้ออกซิเจนไม่สามารถทำงานได้ ออกซิเจนในถังไม่เพียงพอส่งผลกระทบต่ออัตรารอดของกุ้งต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ (ภาพที่ 2.5) เหมาะสำหรับการขนส่งกุ้งขนาดใหญ่ เช่น การขนส่งกุ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงไปยังแหล่งจำหน่ายต่าง ๆ หรือขนส่งพ่อแม่พันธุ์กุ้งจากฟาร์มไปยังโรงเพาะฟักต่าง ๆ การขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบนี้มีความสะดวก กุ้งไม่อ่อนแอ และไม่บอบช้ำจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำตลอดเวลา และไม่ต้องติดตั้งเครื่องให้ออกซิเจน หรือ เครื่องอัดออกซิเจน ประหยัดพื้นที่สามารถขนส่งระยะทางไกล และมีการเพิ่มวัสดุรักษาความชื้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำในตัวกุ้ง ทำให้ระยะเวลาการขนส่งนานขึ้นและมีอัตราการรอดสูงกว่าการขนส่งกุ้งมีชีวิตแบบใช้น้ำ การขนส่งวิธีนี้สามารถขนส่งในสัตว์กลุ่มครัสเตเชียเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีชีวิตอยู่ได้ในสภาวะที่ไม่มีน้ำได้ (Morris and Oliver, 1999a)



ภาพที่ 2.5 การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

1) อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ การขนส่งกุ้งแบบนี้ไม่มีการอัดออกซิเจนในการขนส่ง แต่กุ้งสามารถมีชีวิตรอด เนื่องจากการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงจะส่งผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมที่ต่ำ กุ้งเคลื่อนที่ช้าลง หรือ หยุดการเคลื่อนที่ และการบริโภคออกซิเจนของกุ้งลดลงด้วย มีการศึกษาของ Patrick and Bourne (1997) ในการขนส่งกุ้ง (*Panulirus cygnus*) มีการลดอุณหภูมิลงทำให้กุ้งสลบ หรือ หยุดการเคลื่อนที่ พบว่าการขนส่งมีระยะเวลานานขึ้น และกุ้งมีอัตราการรอดมากขึ้น 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) ถ้ามีการสูญเสียน้ำใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณที่มากเกินไปก็อาจตายได้ การสูญเสียน้ำในตัวมีผลต่อค่าออสโมลาลิตีในเลือดที่สูงขึ้น (Jamie *et al.* 2011) และเลือดมีความหนืด เนื่องจากการสูญเสียน้ำในตัวกึ่งเป็นปัญหาในระบบหมุนเวียนเลือด และการลำเลียงออกซิเจนในร่างกาย (Samet *et al.* 1996) ในการขนส่งกึ่งมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำให้มีอัตราการรอดที่สูงขึ้นจากวิธีการเพิ่มความชื้นเพื่อลดการสูญเสียน้ำในตัวกึ่ง โดยการเพิ่มวัสดุที่สามารถรักษาความชื้นได้ โดยวัสดุเหล่านี้ราคาถูกและสามารถหาได้ทั่วไป เช่น ขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ

2.1) ขี้เลื่อยเป็นผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด (ภาพที่ 2.6) ขี้เลื่อยมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน มีค่าความเป็นกรดต่าง 4.2-6 ขึ้นอยู่กับชนิดและอายุของไม้ คุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดีมาก จนอาจมากเกินไปจึงมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ ราคาถูก น้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้งาน รักษาความชื้นได้ดี มีความพรุนสูง และความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ขี้เลื่อยจะสลายตัวประมาณ 6 เดือน (อิทธิสุนทร นันทกิจ, 2551) มีการศึกษาของ Salin (2005) ในการขนส่งกึ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ และมีการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุรักษาความชื้น ทำให้ขึ้นและเย็นก่อนนำมาบรรจุกึ่งก้ามกราม ขนส่งที่อุณหภูมิ 15 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากึ่งก้ามกรามมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ขนส่งได้เป็นเวลานาน 12 ชั่วโมง และยังมีการศึกษาการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการขนส่งกึ่งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ขี้เลื่อยที่ใช้ทำให้ขึ้นและเย็นก่อนนำมาบรรจุกึ่งกุลาดำ ขนส่งที่อุณหภูมิ 14 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถขนส่ง กึ่งกุลาดำมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ ขนส่งได้เป็นเวลานาน 24 ชั่วโมง (Salin and Jayasree-Vadhya, 2001) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Wong *et al.*, (1988) ศึกษาการเก็บรักษา กึ่ง (*Penaeus merguensis*) ในขี้เลื่อย พบว่ากึ่งมีอัตราการรอดอยู่ระหว่าง 41.6-86.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

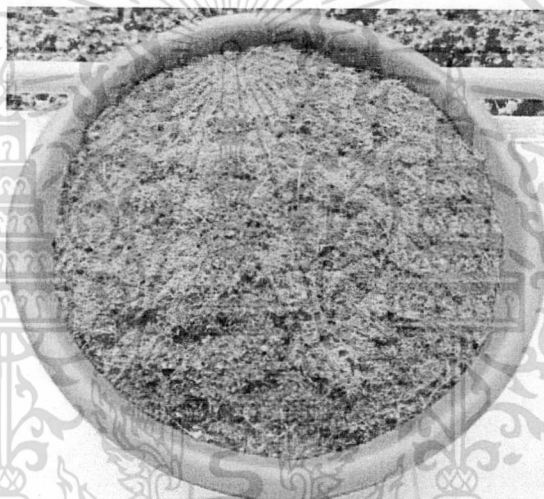


ภาพที่ 2.6 ขี้เลื่อยผลพลอยได้จากการเลื่อยไม้ มีลักษณะเป็นผงไม้ละเอียด

2.2) ขุยมะพร้าว เป็นส่วนเปลือกมะพร้าวที่ปั่นเอาใยออก หรือ ปั่นใยให้ละเอียด เป็นขุยประมาณเม็ดทราย (ไม่ใช่เปลือกสับ) เป็นเศษเหลือของโรงงานทำเส้นใยมะพร้าวซึ่งได้ทุบกาบมะพร้าวเพื่อนำเส้นใยไปทำเบาะนั่ง เศษเหลือเหล่านี้เป็นผง ๆ (ภาพที่ 2.7) ขุยมะพร้าวมีค่าความเป็นกรดต่าง 6-7 คุณสมบัติมีเส้นใยในการดูดซับน้ำได้ดี อาจมากเกินไปจึงมีปัญหาเกี่ยวกับการระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

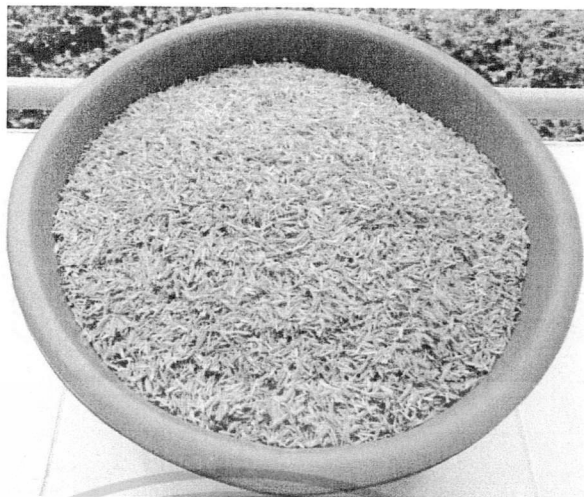
รักษาความชื้นได้ดีมาก เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ มีความพรุนสูง ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ราคาถูก และน้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้งาน (อิทธิสุนทร , 2551) เมื่อจะใช้ต้องพรมน้ำให้ขุยมะพร้าวมีความชื้นพอเหมาะ ไม่แฉะ และไม่แห้งเกินไป ทางภาคเกษตรส่วนใหญ่จะใช้ในการเพาะชำต้นไม้ จากสมบัติในการเก็บรักษาความชื้นได้ดีนี้จึงนำมาปรับใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำแบบไม่ใช้น้ำ นอกจากคุณสมบัติในการเก็บรักษาความชื้นได้ดี และช่วยลดความบอบช้ำ มีการศึกษาของ Babu and Marian (1998) ขนส่งกุ้ง (*Penaeus indicus*) แบบใช้น้ำ โดยนำขุยมะพร้าวใส่ในท่อพีวีซีน้ำกึ่งที่ไข่ใส่ด้านใน ขุยมะพร้าวจะช่วยลดความบอบช้ำในระหว่างการขนส่ง มีอัตราการรอด 99.4 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 42 ชั่วโมง มีการศึกษาของพลทรัพย์ และจิราพร (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

2.3) แกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ด ข้าวที่ได้จากการสีข้าว เป็นส่วนที่เหลือจากการผลิตข้าวสาร (ภาพที่ 2.8) มีลักษณะเป็นรูปทรงรี เม็ดยาวสีเหลืองอมน้ำตาล หรือ เหลืองนวลแล้วแต่ภูมิภาค ประเทศที่มีการปลูกข้าว โครงสร้างภายในมีความพรุนมาก เพื่อใช้เป็นทางลำเลียงน้ำและอาหาร โครงสร้างนี้เกิดจากส่วนสำคัญสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จำพวกเซลลูโลส ลิกนิน และส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งมีซิลิกา (SiO_2) เป็นองค์ประกอบหลัก และแกลบยังเป็นฉนวนกันความร้อน มีค่าความเป็นกรดต่าง 6-7 คุณสมบัติอุ้มน้ำได้น้อย เมื่อแห้งจะมีความหนาแน่นรวมต่ำ ความคงทนของโครงสร้างสามารถสลายตัวได้ ราคาถูกมาก และน้ำหนักเบาต่อการนำมาใช้งาน (อิทธิสุนทร , 2551) สามารถนำมาใช้ในการเก็บรักษาน้ำแข็ง ทำให้น้ำแข็งละลายช้าลง เป็นวิธีการเก็บรักษาน้ำแข็งของคนสมัยก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 แกลบเป็นส่วนเปลือกของเมล็ดข้าว

3) เวลาการลดอุณหภูมิน้ำเพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนที่มีผลต่อการขนส่งกุ้งทำให้มีอัตรารอดและระยะเวลาการขนส่งนานขึ้น เนื่องจากการค่อย ๆ ลดอุณหภูมิน้ำลงทำให้กุ้งไม่เครียด และกุ้งสามารถปรับตัวเข้ากับอุณหภูมิจนถึงอุณหภูมิที่กุ้งนั้นหยุดการเคลื่อนที่ก่อนนำไปบรรจุสำหรับการขนส่งต่อไป มีการศึกษาของ Salin (2005) ได้ศึกษาระยะเวลาการลดอุณหภูมิ เพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนที่ก่อนการขนส่งกุ้งก้ามกรามขนาด 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 หลังจากนั้นนำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนที่แล้วบรรจุในกล่องโฟม ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งอยู่ที่ 15 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งในกลุ่มที่ค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ ที่การลดอุณหภูมิ 1.26 ± 0.09 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สามารถขนส่งกุ้งอัตรารอด 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) ศึกษาระยะเวลาการลดอุณหภูมิเพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนที่ก่อนการขนส่งกุ้งกุลาดำขนาด 22-25 กรัม ลดอุณหภูมิจาก 25 องศาเซลเซียส ถึง 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 หลังจากนั้นนำกุ้งที่หยุดการเคลื่อนที่แล้วบรรจุในกล่องโฟม ควบคุมอุณหภูมิระหว่างการขนส่งอยู่ที่ 14 ± 1 องศาเซลเซียส พบว่ากุ้งในกลุ่มที่ลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ ที่การลดอุณหภูมิ 1.38 ± 0.16 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 8 ชั่วโมง สามารถขนส่งกุ้งอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานที่สุด 24 ชั่วโมง มากกว่าการลดอุณหภูมิ 2.76 ± 0.32 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และการลดอุณหภูมิ 5.52 ± 0.64 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง การลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วเพื่อทำให้กุ้งหยุดการเคลื่อนที่ก่อนการขนส่ง ส่งผลให้กุ้งมีอัตรารอดน้อยกว่าในการลดอุณหภูมิลงอย่างช้า ๆ (Jamie et al., 2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

1. สไลด์
2. ดอปเปอร์ และลูกยาง
3. ดอปเปอร์ปลายแตก
4. สายยาง
5. หลอดทดลอง
6. ขวดโหลแก้ว
7. กระบอกตวง
8. ปีกเกอร์ขนาด 50 มล. 100 มล. และ 1,000 มล.
9. ไมโครทิว
10. คิวเวต
11. สไลด์
12. ที่กีดนับจำนวน
13. เครื่องมือวัดแสง
14. เทอร์โมมิเตอร์
15. เครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง
16. เครื่องปั่นเหวี่ยง
17. กล้องจุลทรรศน์
18. กล้องจุลทรรศน์ถ่ายภาพ

3.2 วิธีการทดลอง

สำรวจบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อคัดเลือกขนาดกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มเกษตรกร และนำกุ้งมาปรับสภาพในบ่อคอนกรีตขนาด 1.5x2.5x1.0 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 5 บ่อ โดยเติมน้ำสูงจากพื้นบ่อ 50 เซนติเมตร ภายในบ่อมีระบบกรองตะกอนของเสีย โดยใช้สถานที่ทดลองของหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ให้อาหารกุ้งก้ามกราม 2 มื้อ เช้า-เย็น เปลี่ยนถ่ายน้ำ 30% ทุกสัปดาห์

1. ศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลา และอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิต

1.1 ทดสอบอุณหภูมิที่ทำให้กุ้งก้ามกรามเริ่มหยุดนิ่ง

นำกุ้งก้ามกรามขนาด 15-75 กรัม ที่ปรับสภาพแล้วมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม โดยหยุดให้อาหารกุ้งก้ามกรามก่อนเริ่มการทดลอง 3 ชั่วโมง หลังจากนั้นปล่อยกุ้งก้ามกรามจำนวน 5 ตัว ในกล่องพลาสติกที่มีน้ำและแช่อยู่ในอ่างควบคุมความเย็น สังเกตพฤติกรรมและบันทึกการเปลี่ยนแปลงของกุ้งก้ามกรามเมื่ออุณหภูมิลดลงครั้งละ 1 องศาเซลเซียส งดอุณหภูมิจนทำให้กุ้งก้ามกรามเริ่มหยุดนิ่ง บันทึกอุณหภูมิที่ทำให้กุ้งก้ามกรามเริ่มหยุดนิ่ง และวิเคราะห์การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามระหว่างการลดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ทดสอบระยะเวลาการฟื้นตัวของกึ่งกำมกราม

นำกึ่งกำมกรามขนาด 15-75 กรัม ที่ปรับสภาพแล้ว มาศึกษาการฟื้นตัว โดยปล่อยกึ่งกำมกรามแต่ละขนาดจำนวน 50 ตัว ในกล่องพลาสติกที่มีน้ำและแช่อยู่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยลดอุณหภูมิทีละ 1 องศาเซลเซียสจนถึงอุณหภูมิที่ทำให้กึ่งกำมกรามหยุดนิ่ง หลังจากกึ่งกำมกรามหยุดนิ่งเป็นเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 6 ชั่วโมง จึงนำกึ่งกำมกรามจำนวน 5 ตัว ของแต่ละช่วงเวลา ปล่อยลงน้ำที่มีอุณหภูมิปกติ 28-30 องศาเซลเซียส จับเวลาที่กึ่งกำมกรามฟื้นตัวและเช็คจำนวนกึ่งกำมกรามที่สามารถฟื้นตัวในแต่ละช่วงเวลา เพื่อหาเวลาที่กึ่งกำมกรามหยุดนิ่งนานที่สุดและสามารถฟื้นตัวได้ 100%

2. ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิต

เตรียมวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกึ่งกำมกราม โดยนำวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง ได้แก่ ขุยมะพร้าว ซีลี้อย และแกลบ มาแช่น้ำล้างและตากให้แห้ง ก่อนนำมาใช้สเปรย์น้ำทำให้วัสดุมีความชื้น 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ก่อนบรรจุลงกล่องพลาสติกที่มีเทอร์โมมิเตอร์สูง-ต่ำ เพื่อวัดอุณหภูมิภายในกล่อง และปรับอุณหภูมิ ที่ทำให้กึ่งกำมกรามหยุดนิ่งนานที่สุดและสามารถฟื้นตัวได้ 100% นำกึ่งกำมกรามแต่ละขนาดที่หยุดนิ่งจำนวน 10 ตัว มาเรียงบนวัสดุที่มีความชื้นต่างกันทั้ง 3 ชนิด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) โดยมีวัสดุ 3 ชนิด เป็นปัจจัย แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ หลังการบรรจุกึ่งกำมกรามลงในกล่องที่มีการควบคุมอุณหภูมิภายในกล่องให้อยู่ในระดับที่กึ่งกำมกรามหยุดนิ่งตามเวลาที่กึ่งกำมกรามสามารถฟื้นตัวได้ 100% เมื่อถึงเวลา 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ชั่วโมง จึงนำกึ่งกำมกรามออกจากกล่องปล่อยลงน้ำที่มีอุณหภูมิปกติ และเช็คระยะเวลาการฟื้นตัวและอัตราการรอดของกึ่งกำมกรามในแต่ละชุดการทดลอง

3. ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตโดยใช้วัสดุที่มีความชื้น

ทำการศึกษาอัตราส่วนของน้ำแข็ง และเกลือที่เหมาะสมในช่องบรรจุน้ำแข็งของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับที่ทำให้กึ่งกำมกรามมีอัตราการรอดดีที่สุด ตามผลการทดลองข้อ 13.2 นำกึ่งกำมกรามขนาด 15-75 กรัม แต่ละขนาดน้ำหนัก 1, 2 และ 3 กิโลกรัม เรียงลงบนชั้นป้องกันการทับกันของกึ่งกำมกรามในกล่องที่มีวัสดุมีความชื้น ที่ทำให้กึ่งกำมกรามมีอัตราการรอดดีที่สุด หลังจากนั้นปิดฝาเป็นระยะเวลา 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 ชั่วโมง เมื่อถึงเวลานำกึ่งกำมกรามปล่อยลงในน้ำที่มีอุณหภูมิปกติตรวจเช็คระยะเวลาการฟื้นตัวและอัตราการรอดของกึ่งกำมกราม

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลการบริโภคน้ำออกซิเจนจากผลการทดลองระยะเวลาการฟื้นตัว และอัตราการรอดของกึ่งกำมกราม มาวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's new multiple range tests ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.3 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำ และห้องเพาะเลี้ยงสัตว์ทะเล
 หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาในการทดลอง

เดือนตุลาคม 2556 – เดือนกันยายน 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

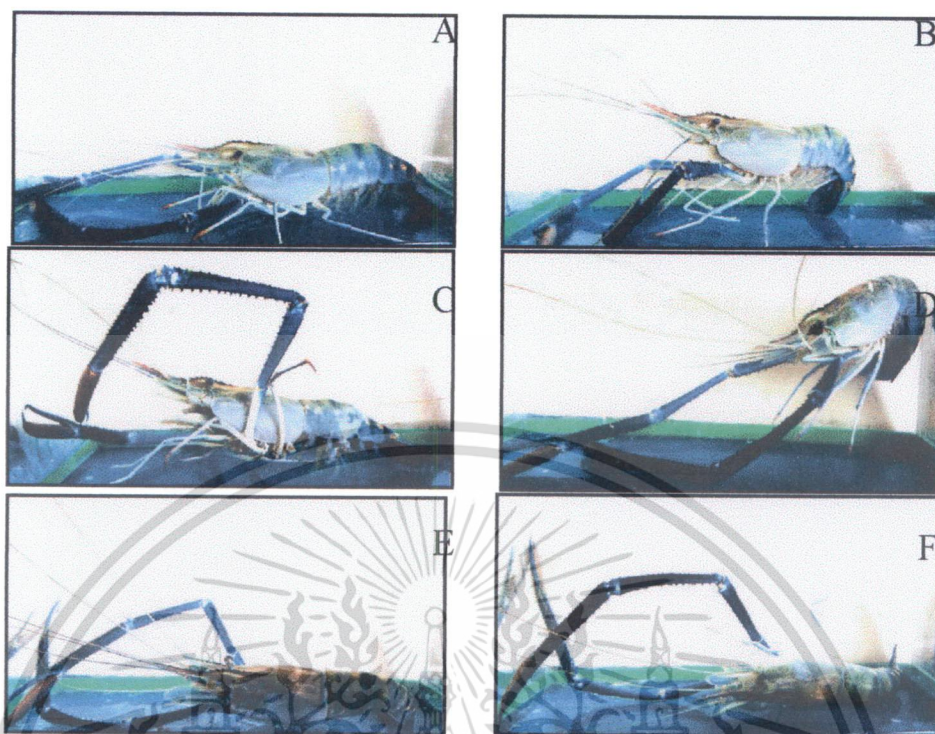
4.1 เพื่อศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลา และอัตราอดของกึ่งกัมกรามในการขนส่งกึ่งกัมกรามมีชีวิต

4.1.1 ผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ของกึ่งกัมกราม

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมเคลื่อนที่ของกึ่งกัมกราม โดยการปรับลดอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 28 ± 1 องศาเซลเซียส ทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส และสังเกตพฤติกรรมเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ เช่น ขาวายน้ำ ขาเดิน ก้าม และการขยับของซีเหงือก พบว่าช่วงอุณหภูมิน้ำที่ 29-24 องศาเซลเซียส กึ่งกัมกรามมีพฤติกรรมเคลื่อนที่ของขาวายน้ำ ที่อุณหภูมิน้ำ 23-21 องศาเซลเซียส ขาเดิน ขาวายน้ำ ซีเหงือกมีการเคลื่อนที่ และขาวายน้ำขึ้นผิวน้ำ และเมื่ออุณหภูมิ 20-18 องศาเซลเซียส ขาวายน้ำ ซีเหงือกเคลื่อนที่ กล้ามเนื้อลำตัวและก้ามกระตุก ตืดตัวขึ้นผิวน้ำ หลังจากทีอุณหภูมิน้ำลดเป็น 17-15 องศาเซลเซียส กึ่งกัมกรามไม่มีการเคลื่อนที่ของขาวายน้ำ และซีเหงือกเคลื่อนที่ช้า และลำตัวตะแคง และอุณหภูมิ 14-13 องศาเซลเซียส กึ่งกัมกรามหยุดการเคลื่อนที่ของขาวายน้ำ และลำตัวตะแคง ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 พฤติกรรมเคลื่อนที่ของกึ่งกัมกรามในน้ำที่ปรับอุณหภูมิ 29-13 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	พฤติกรรมของกึ่งกัมกราม
29-24	ขาวายน้ำ และซีเหงือกเคลื่อนที่ (ภาพที่ 4.1 (A))
23-21	ขาเดิน ขาวายน้ำ และซีเหงือกเคลื่อนที่ มีการขาวายน้ำขึ้นผิวน้ำ (ภาพที่ 4.1 (B))
20-18	ขาวายน้ำ ซีเหงือกเคลื่อนที่ กล้ามเนื้อลำตัวและก้ามกระตุก ตืดตัวขึ้นผิวน้ำ (ภาพที่ 4.1 (C, D))
17-15	ขาวายน้ำ ซีเหงือกเคลื่อนที่ช้า เสียการทรงตัว ละตัวตะแคง (ภาพที่ 4.1 (E))
14-13	ซีเหงือกเคลื่อนที่ช้ามาก 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 ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส

ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิที่ขาว่ายน้ำและเหงือกกุ้งก้ามกรามมีการเคลื่อนที่ พบว่าการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดเล็กมีมากกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.2) โดยขนาดของกุ้งมีความสัมพันธ์กับการบริโภคออกซิเจน ดังสมการ $y = 0.3796x^{-0.619}$ เมื่อ $y =$ การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) และ $x =$ ขนาดกุ้งก้ามกราม (กรัม) ดังภาพที่ 4.2 จากสมการความสัมพันธ์ที่ได้สามารถ หาค่าการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามได้ตั้งแต่ขนาด $14.31 \pm 0.99 - 75.79 \pm 1.26$ กรัม ในระยะเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส และพบว่าการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามทุก ๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 60 นาที กุ้งก้ามกรามบริโภคออกซิเจนลดลงเมื่อขนาดเพิ่มขึ้นและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.3) กุ้งก้ามกรามขนาดเล็กมีการบริโภคออกซิเจนในระยะเวลา 60 นาที แตกต่างมากกว่ากุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่ การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ในระยะเวลา 60 นาที โดยมีความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามกับระยะเวลาตามขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของกึ่งกำกรวมดังตารางที่ 4.4 เมื่อ y = การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) และ x = ระยะเวลาการบริโภคออกซิเจน (นาที) ที่อุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.3-4.9)

ตารางที่ 4.2 การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำกรวมขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

น้ำหนักกึ่งกำกรวม (กรัม)	การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง)
14.31 \pm 0.99	0.0816 \pm 0.0045 ^e
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

อักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

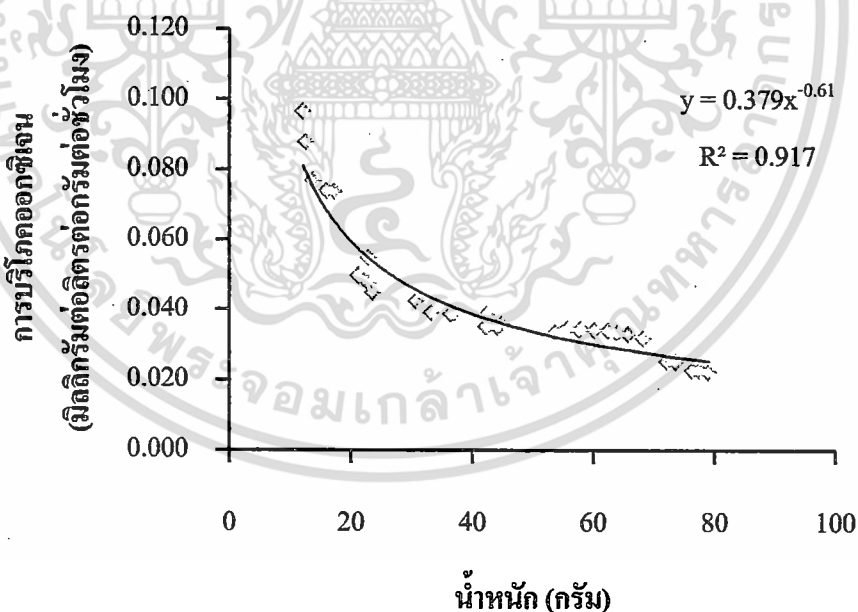
ตารางที่ 4.3 การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลาระหว่าง 60 นาที ของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 28±1 องศาเซลเซียส

ระยะเวลา (นาที)	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 ^e	0.0024±0.0001 ^f
10	0.0079±0.0009 ^{ab}	0.0045±0.0002 ^{cd}	0.0038±0.0001 ^{ef}	0.0033±0.0000 ^{ef}	0.0032±0.0000 ^e	0.0029±0.0000 ^d	0.0022±0.0001 ^{ef}
15	0.0076±0.0006 ^{ab}	0.0044±0.0001 ^{bcd}	0.0035±0.0001 ^{de}	0.0031±0.0000 ^{de}	0.0031±0.0001 ^e	0.0029±0.0000 ^d	0.0020±0.0001 ^{de}
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 ^{de}
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

อักษรที่แตกต่างกันแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

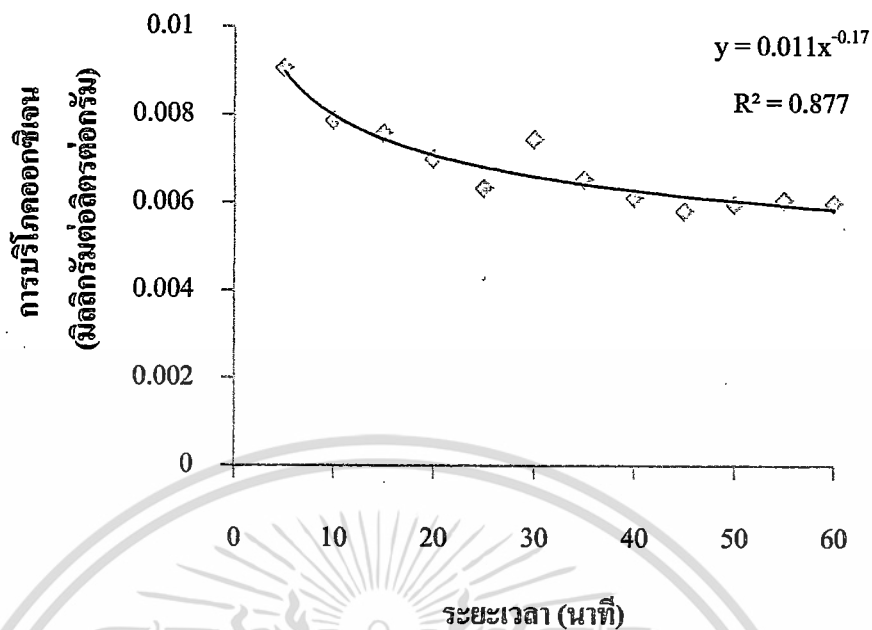
ตารางที่ 4.4 สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถรมกับระยะเวลาของกึ่งกำมะถรมขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

ขนาดกึ่งกำมะถรม (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

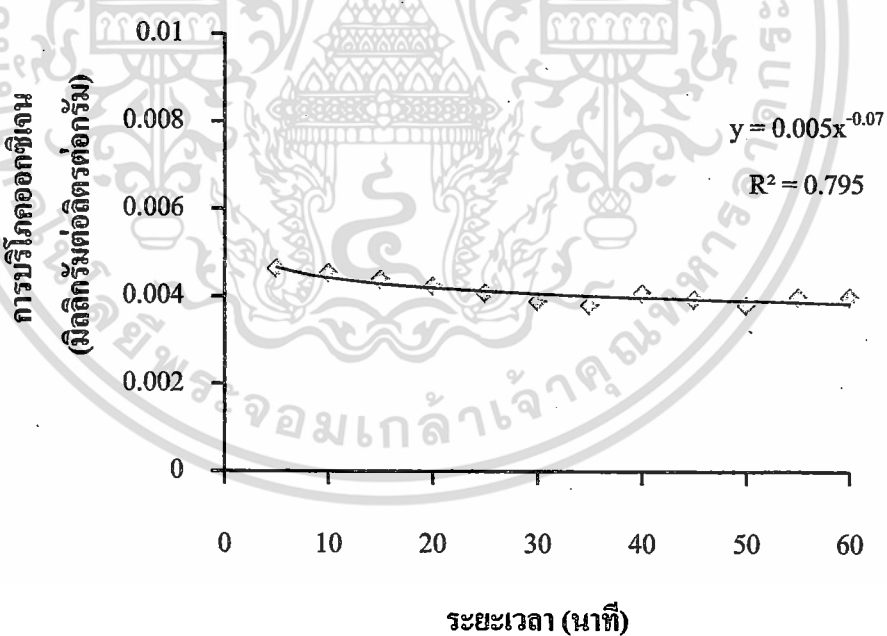


ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ของกึ่งกำมะถรมขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจน ที่อุณหภูมิน้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

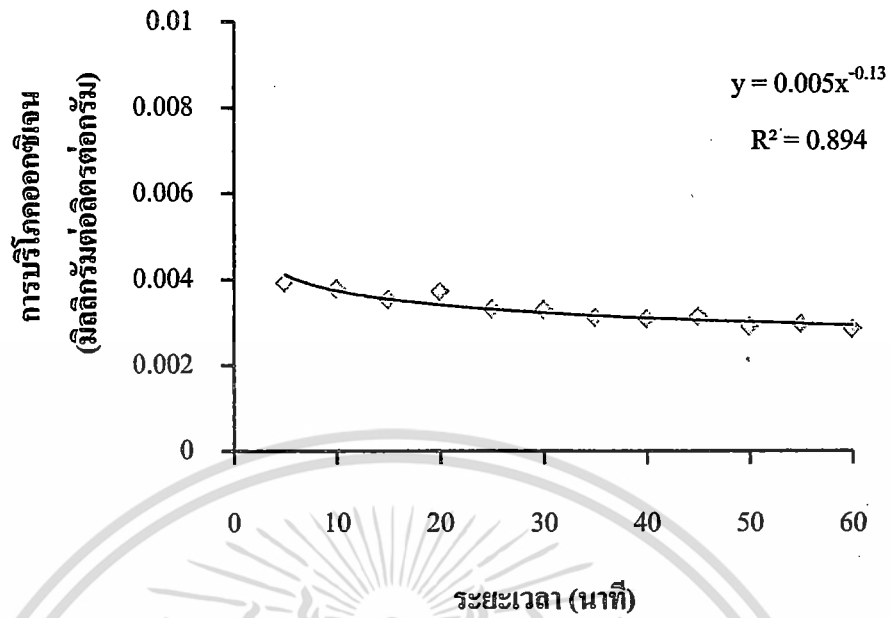


ภาพที่ 4.3 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 14.31 ± 0.99 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

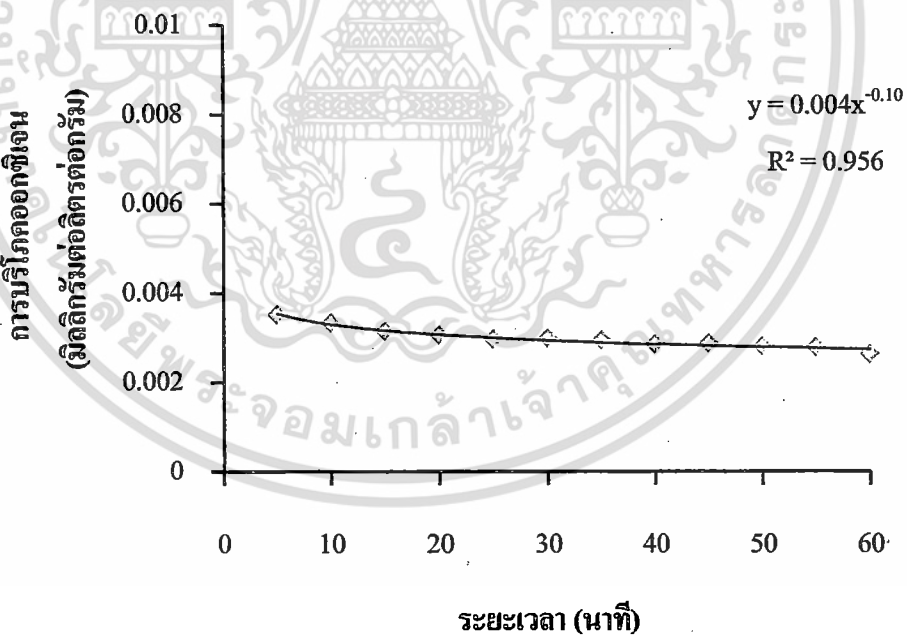


ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 22.32 ± 0.52 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

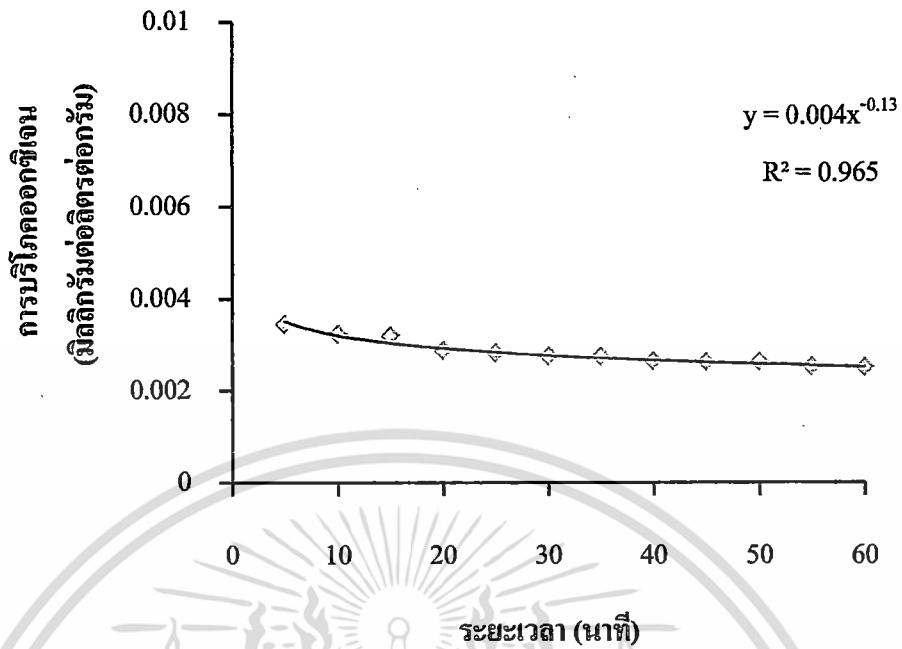


ภาพที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซีเจนของกุ่มก้ามกรามขนาด 34.78 ± 1.24 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

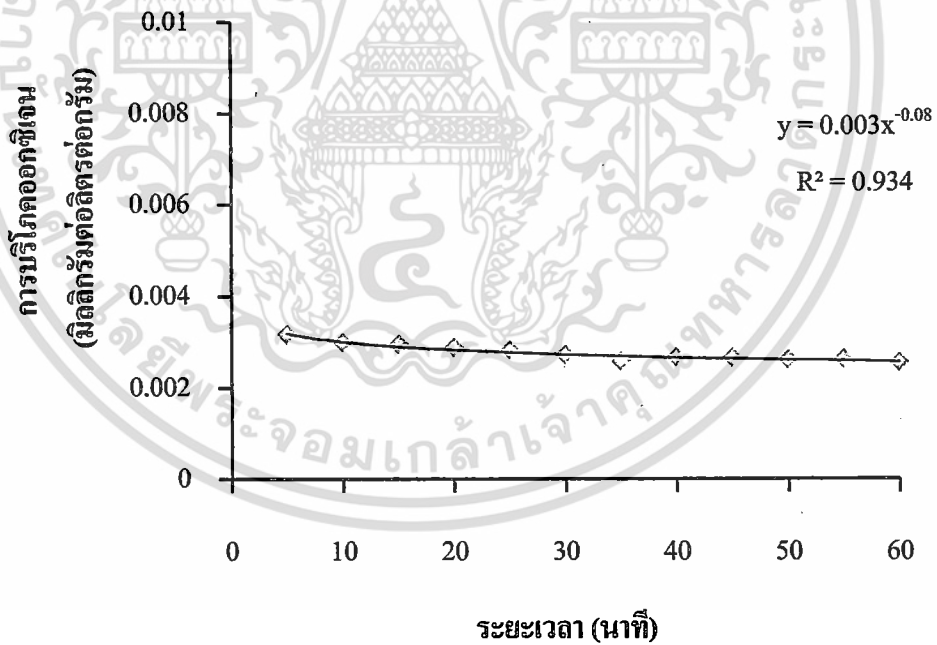


ภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซีเจนของกุ่มก้ามกรามขนาด 43.18 ± 0.53 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

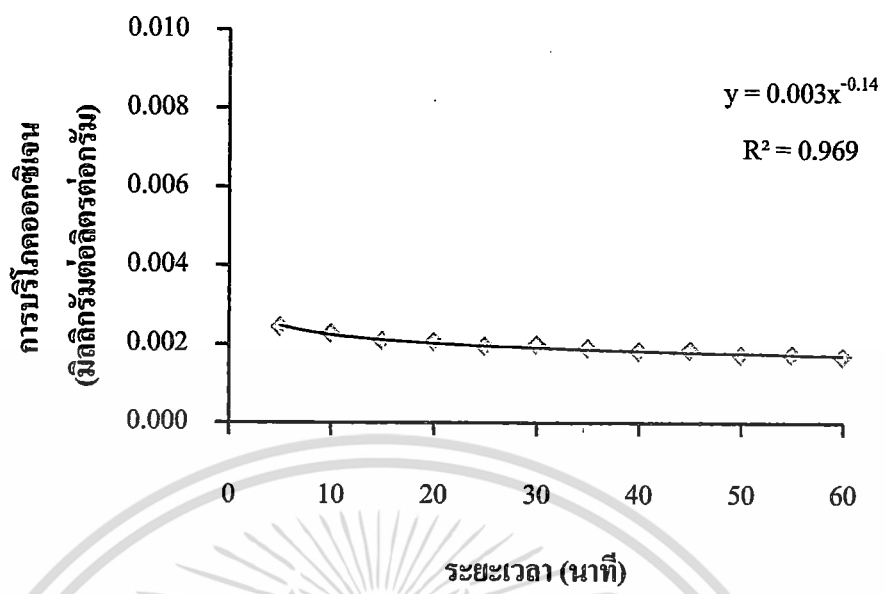


ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 56.02 ± 0.82 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมะถันขนาด 64.14 ± 1.38 กรัม ที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรขนาด 75.79±1.26 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส

4.1.2.2 ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรขนาดต่าง ๆ ที่

อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

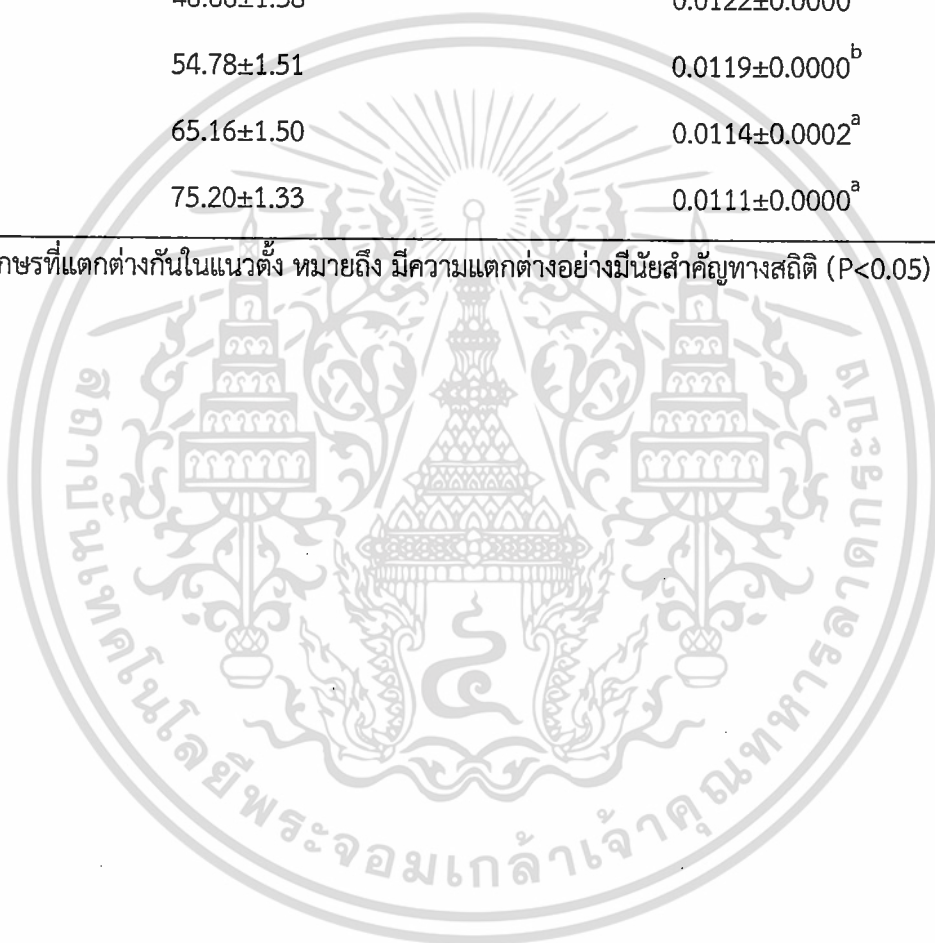
ผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้กึ่งกำมกรเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ (จากการทดลองที่ 4.1.1) พบว่าการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที กึ่งกำมกรขนาดเล็กมีการบริโภคนอกซิเจนมากกว่ากึ่งกำมกรขนาดใหญ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.5 ส่วนการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรเล็กมีความแตกต่างมากกว่ากึ่งขนาดใหญ่ ดังภาพที่ 4.10 การบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรขนาดต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กับการบริโภคนอกซิเจน ดังสมการ $y = 0.0252x^{-0.187}$ เมื่อ $y =$ การบริโภคนอกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) และ $x =$ ขนาดกึ่งกำมกร (กรัม) จากสมการความสัมพันธ์นี้สามารถหาค่าการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรได้ตั้งแต่ขนาด 15.19±1.38-75.20±1.33 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 60 นาที และพบว่าการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรขนาดต่าง ๆ ทุก 5 นาที เป็นเวลา 60 นาที การบริโภคนอกซิเจนลดลงเมื่อระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.6 การบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรจะลดลงเมื่อขนาดของกึ่งกำมกรเพิ่มขึ้นในระยะเวลา 60 นาที สามารถแสดงสมการความสัมพันธ์การบริโภคนอกซิเจนกับระยะเวลาการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรในระยะเวลา 60 นาที ดังตารางที่ 4.7 เมื่อ $y =$ การบริโภคนอกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง) และ $x =$ ระยะเวลาการบริโภคนอกซิเจน (นาที) การบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรในระยะเวลา 60 นาที จะแตกต่างกันน้อยลงเมื่อขนาดกึ่งกำมกรเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.11-4.17) ผลการศึกษาอุณหภูมิต่อการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกร พบว่าการบริโภคนอกซิเจนของกึ่งกำมกรในอุณหภูมิน้ำ 28±1 องศาเซลเซียส กึ่งกำมกรมีการบริโภคนอกซิเจนมากกว่ากึ่งกำมกรในอุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำกรวมขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

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

อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

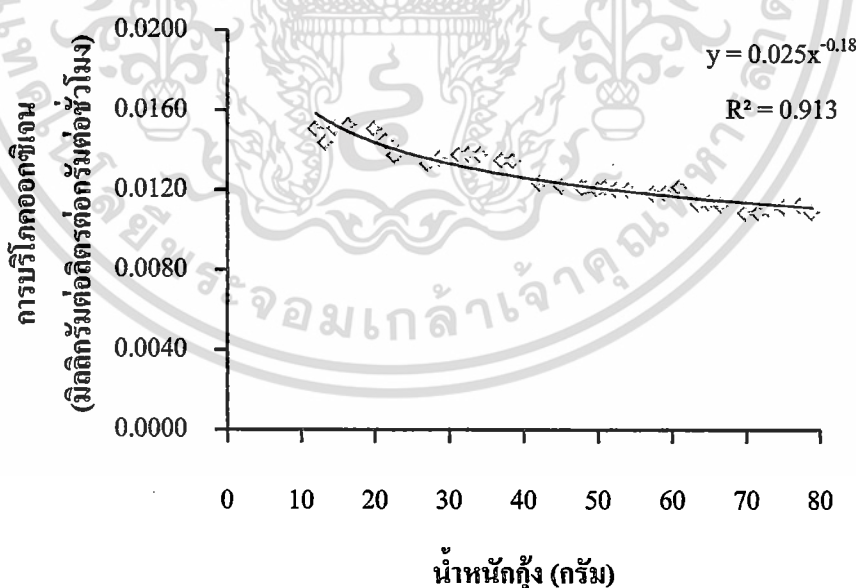
ตารางที่ 4.6 การบริโภคออกซิเจน (มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัม) ในระยะเวลา 60 นาที ของกุ้งก้ามกรามขนาดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

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 ^e	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 ^e	0.0010±0.0000 ^e
25	0.0015±0.0000 ^c	0.0012±0.0000 ^{de}	0.0012±0.0000 ^c	0.0010±0.0000 ^e	0.0010±0.0000 ^{ef}	0.0009±0.0000 ^d	0.0010±0.0000 ^e
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 ^{de}
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}	0.0009±0.0000 ^{de}
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}	0.0008±0.0000 ^{cd}
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	0.0007±0.0000 ^{ab}
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)

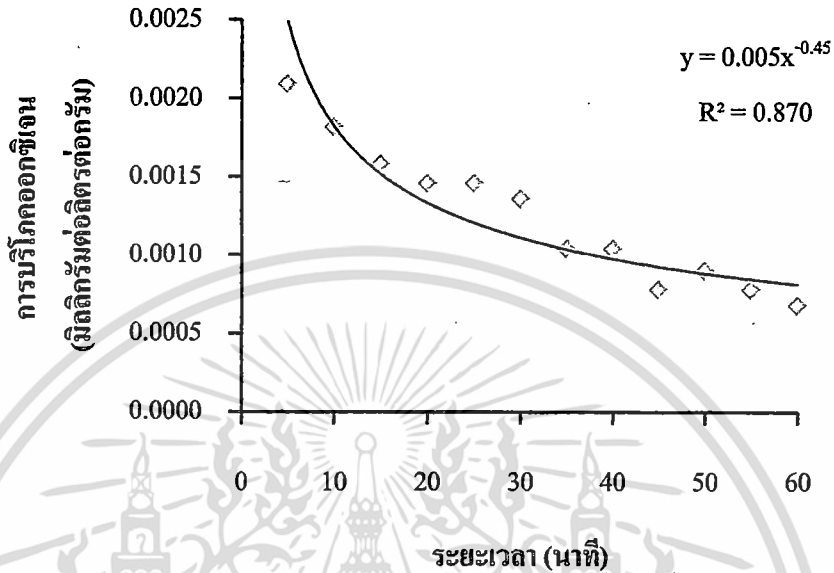
ตารางที่ 4.7 สมการความสัมพันธ์การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมกรามกับระยะเวลาของกึ่งกำมกราม
ขนาดต่าง ๆ ในอุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

ขนาดกึ่งกำมกราม (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

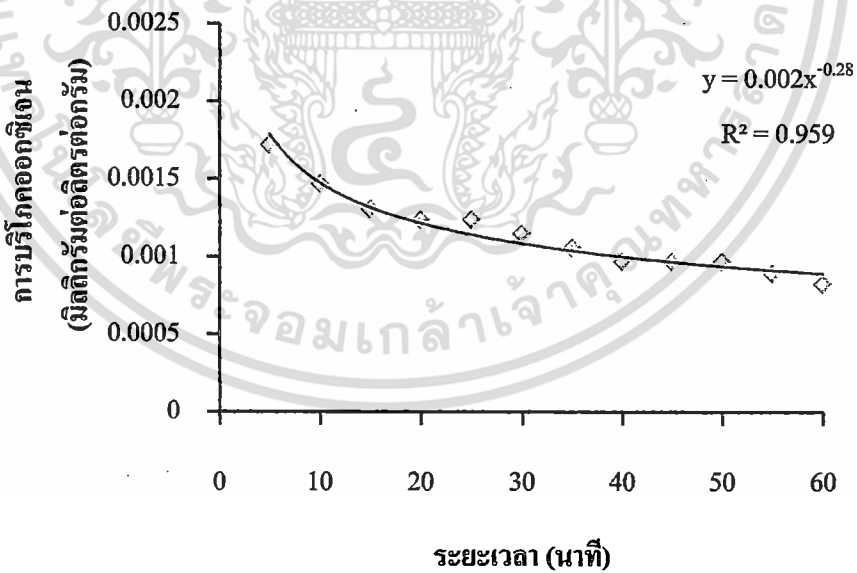


ภาพที่ 4.10 ความสัมพันธ์ของกึ่งกำมกรามขนาดต่าง ๆ และการบริโภคออกซิเจนที่อุณหภูมิน้ำ 16±1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

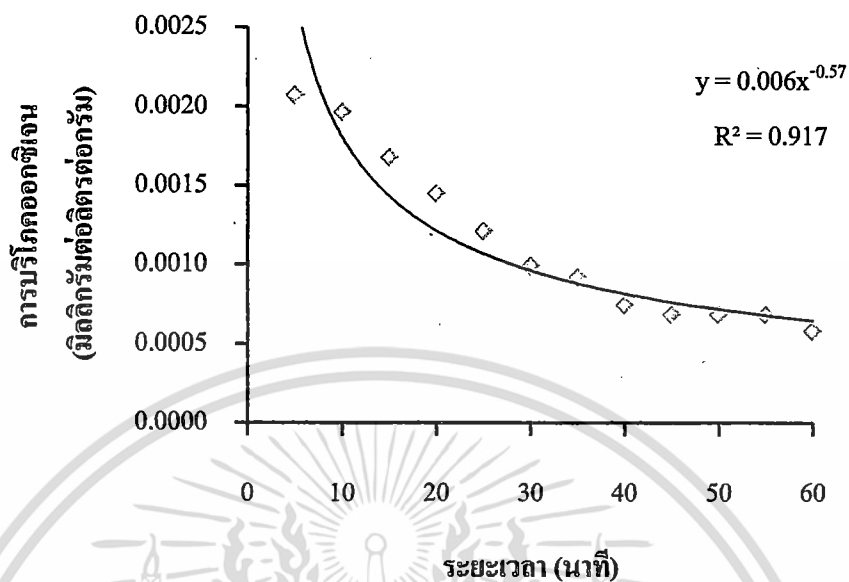


ภาพที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 15.19 ± 1.38 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

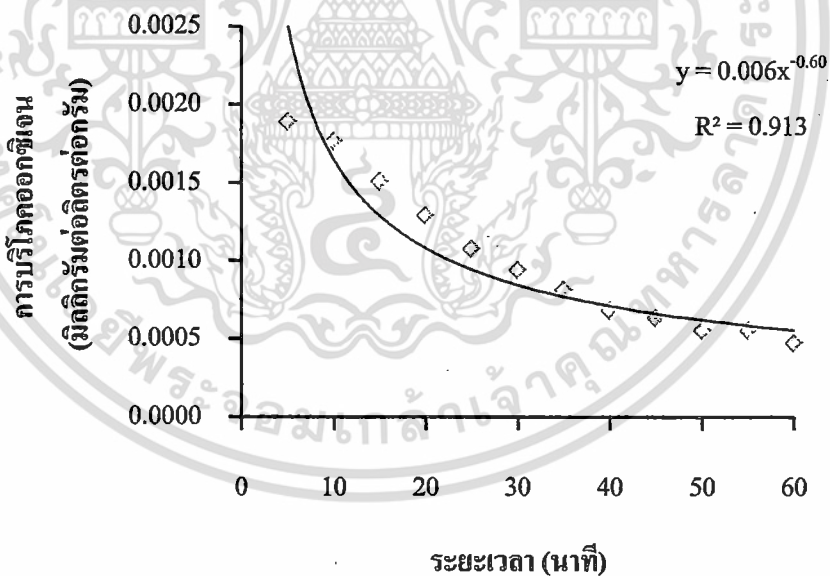


ภาพที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกึ่งก้ามกรามขนาด 24.55 ± 1.39 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

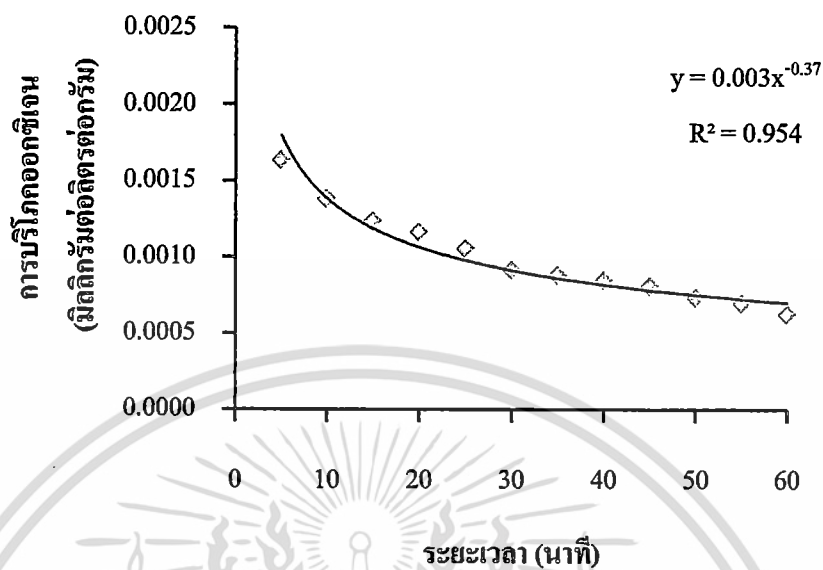


ภาพที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคมขนาด 34.70 ± 1.36 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

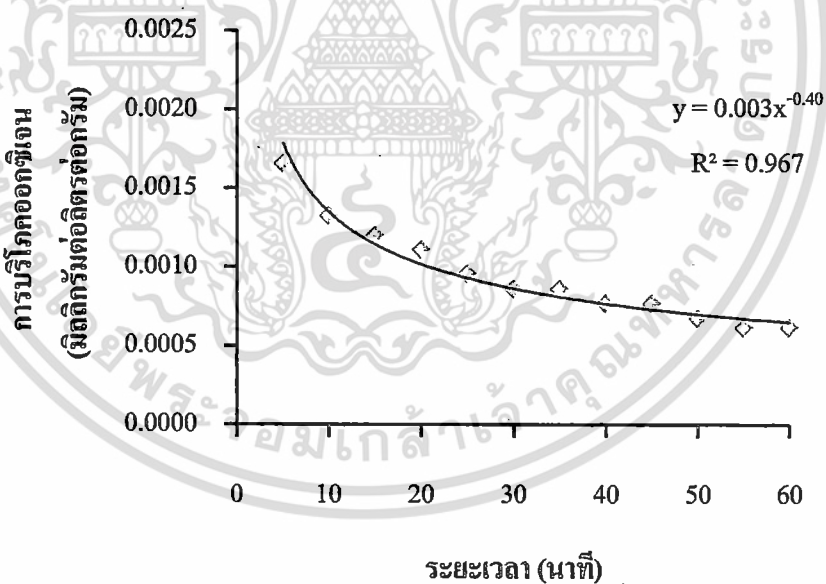


ภาพที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคมขนาด 46.66 ± 1.38 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

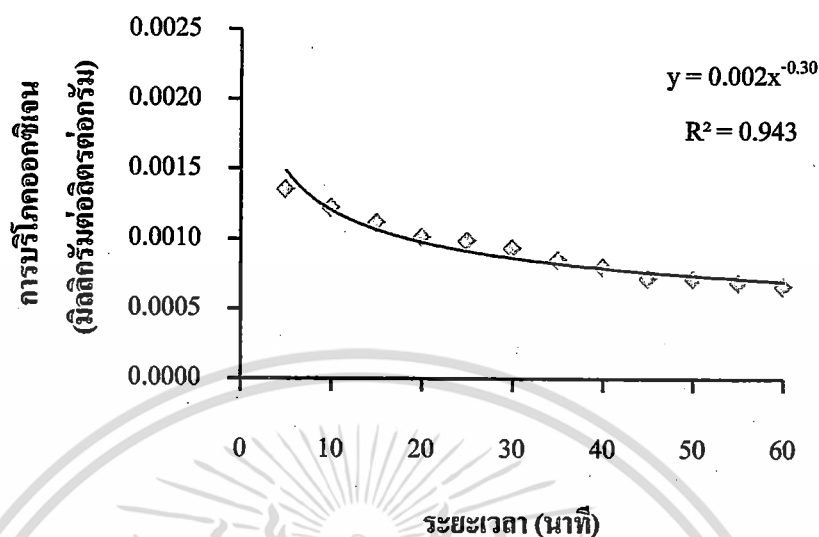


ภาพที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคน้ำออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคมขนาด 54.78 ± 1.51 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคน้ำออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคมขนาด 65.16 ± 1.50 กรัม ที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาและการบริโภคออกซิเจนของกุ้งก้ามกรามขนาด 75.20 ± 1.33 กรัม ที่อุณหภูมิน้ำ 16 ± 1 องศาเซลเซียส

4.2 ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิต

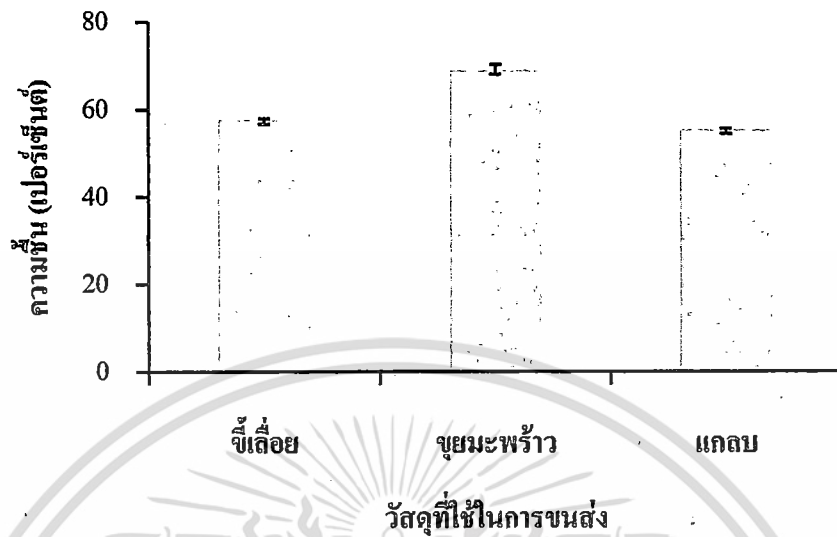
4.2.1 ปริมาณความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม

ความชื้นวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบที่นำมาใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกรามแตกต่างกัน 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 อัตราส่วนวัสดุกับปริมาตรน้ำที่ทำให้วัสดุมีความชื้นใช้ในการขนส่งกุ้งก้ามกราม

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 ($P < 0.05$)



ภาพที่ 4.18 เปอร์เซ็นต์ความชื้นของวัสดุที่ใช้ในการขนส่ง

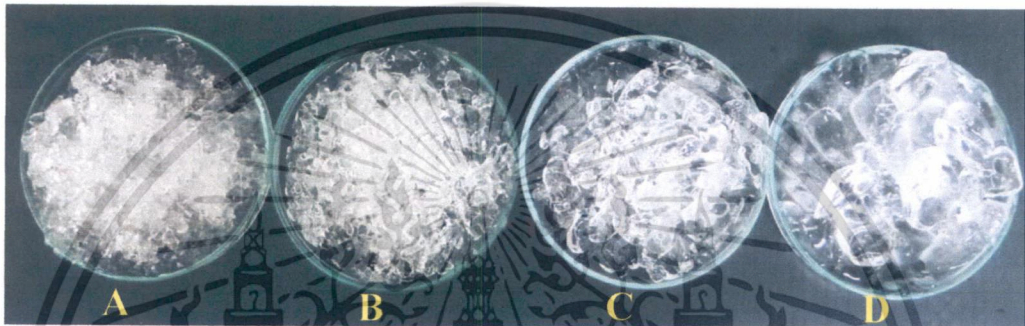
4.2.2 ขนาดน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ

ขนาดน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อการขนส่งกึ่งกัมภกรแบบไม่ใช้น้ำ 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 ซึ่งขนาดน้ำแข็งที่ต่างกันอาจจะส่งผลต่อการควบคุมอุณหภูมิของวัสดุในการขนส่ง ดังนั้นในการศึกษารุ่นนี้จึงได้ทำการศึกษาน้ำแข็งเพื่อเป็นข้อมูลในการอ้างอิง ถ้ามีการทดลองที่มีการใช้น้ำแข็งที่ขนาดต่างกันจากการศึกษารุ่นนี้

4.2.3 ปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุที่ใช้ในการขนส่งให้ได้อุณหภูมิที่กึ่งกัมภกรเริ่มหยุดการเคลื่อนที่

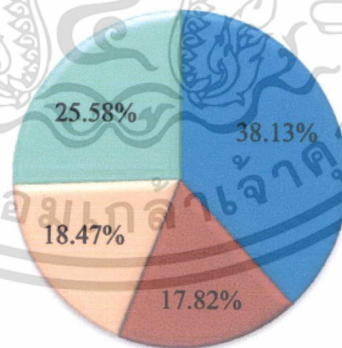
ปริมาณน้ำแข็งต่อวัสดุขี้เลื่อย ขุมมะพร้าว และแกลบทำให้ได้ความชื้นขนาด ๆ ที่ใช้ในการขนส่งเพื่อควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ที่กึ่งกัมภกรเริ่มหยุดการเคลื่อนที่ (จากผลการทดลองที่ 4.2.1) โดยผสมวัสดุแต่ละชนิดกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 15, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักวัสดุ ผลการทดลองพบว่ามีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขี้เลื่อย สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง แตกต่างกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขี้เลื่อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.21) ผลการทดลองในวัสดุขุมมะพร้าวพบว่าปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขุมมะพร้าว สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานาน 5 ชั่วโมง แตกต่าง

กับปริมาณน้ำแข็ง 10, 15 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขุยมะพร้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.10 และภาพที่ 4.22) และผลการทดลองในวัสดุเคลือบพบว่าปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเคลือบ สามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง แตกต่างกับปริมาณน้ำแข็ง 10, 20 และ 25 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักเคลือบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.23) ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักขุยมะพร้าว ซึ่งเหมาะสมที่จะใช้ในการขนส่งกึ่งกัมภรณที่สุด เนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้กึ่งกัมภรณเริ่มหยุดการเคลื่อนที่เป็นระยะเวลาที่ยาวนานที่สุด เมื่อเทียบกับซีลีเยและเคลือบ



ภาพที่ 4.19 ขนาดน้ำแข็งจากการผ่านตะแกรง

- (A) น้ำแข็งขนาดเล็กกว่า 0.6x0.6 เซนติเมตร
- (B) น้ำแข็งขนาด 0.6x0.6- 0.9x0.9 เซนติเมตร
- (C) น้ำแข็งขนาด 0.9x0.9 -1.5x1.5 เซนติเมตร
- (D) น้ำแข็งขนาดใหญ่กว่า 1.5x1.5 เซนติเมตร



■ <0.6x0.6 ซม. ■ 0.6x0.6-0.9x0.9 ซม. ■ 0.9x0.9-1.5x1.5 ซม. ■ >1.5x1.5 ซม.

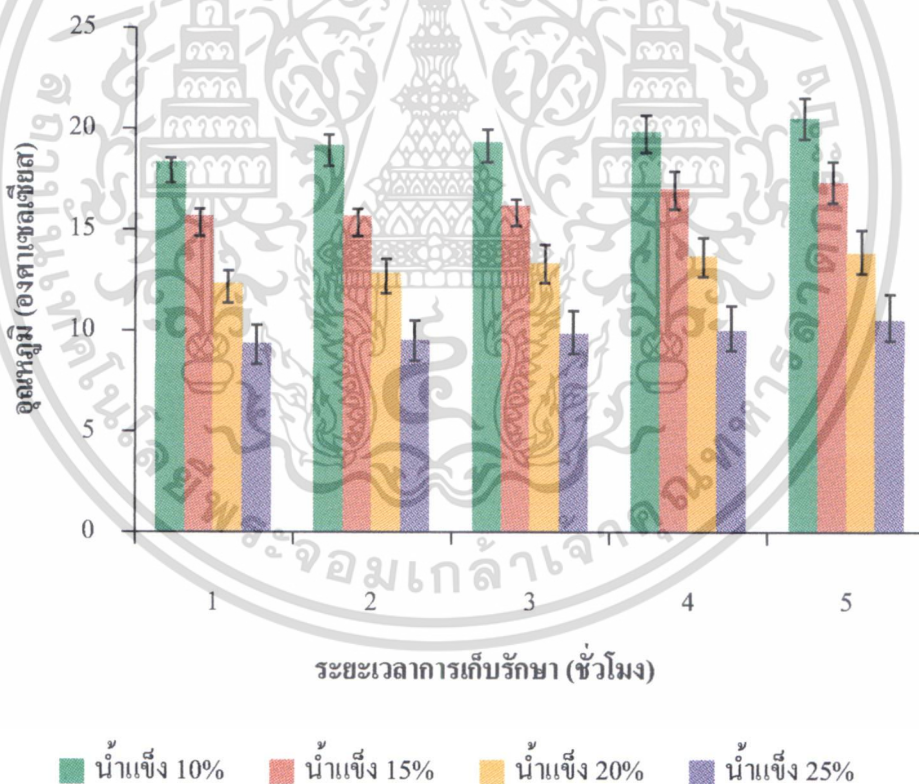
ภาพที่ 4.20 ขนาดและปริมาณน้ำแข็งที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อการขนส่งกึ่งกัมภรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของซีลื้อยผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซีลื้อย) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำแข็ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซีลื้อย)			
	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 ($P < 0.05$)



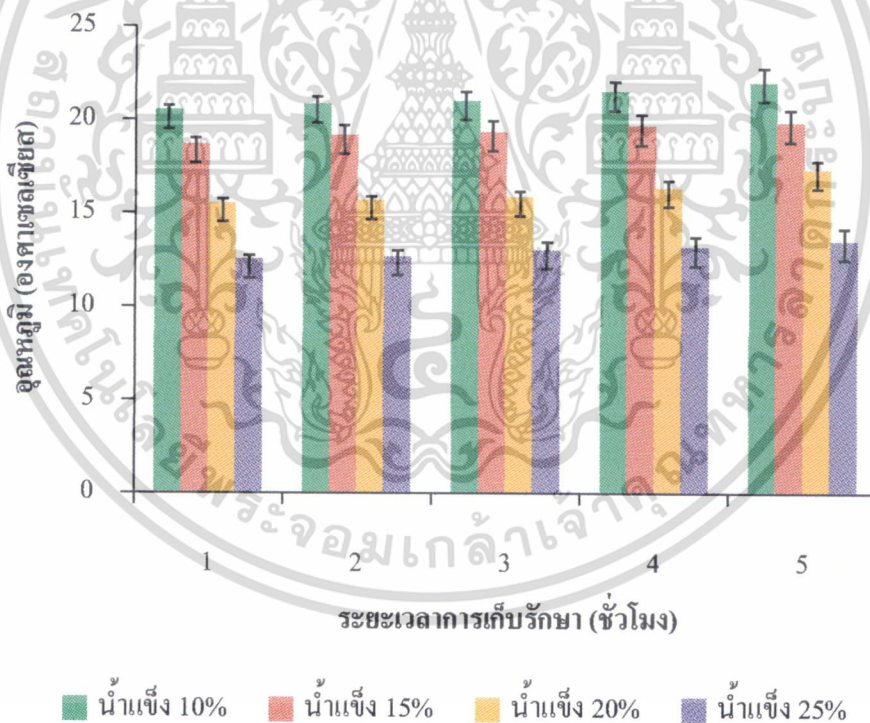
ภาพที่ 4.21 ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุซีลื้อยบรรจุในกล่องโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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 ($P < 0.05$)



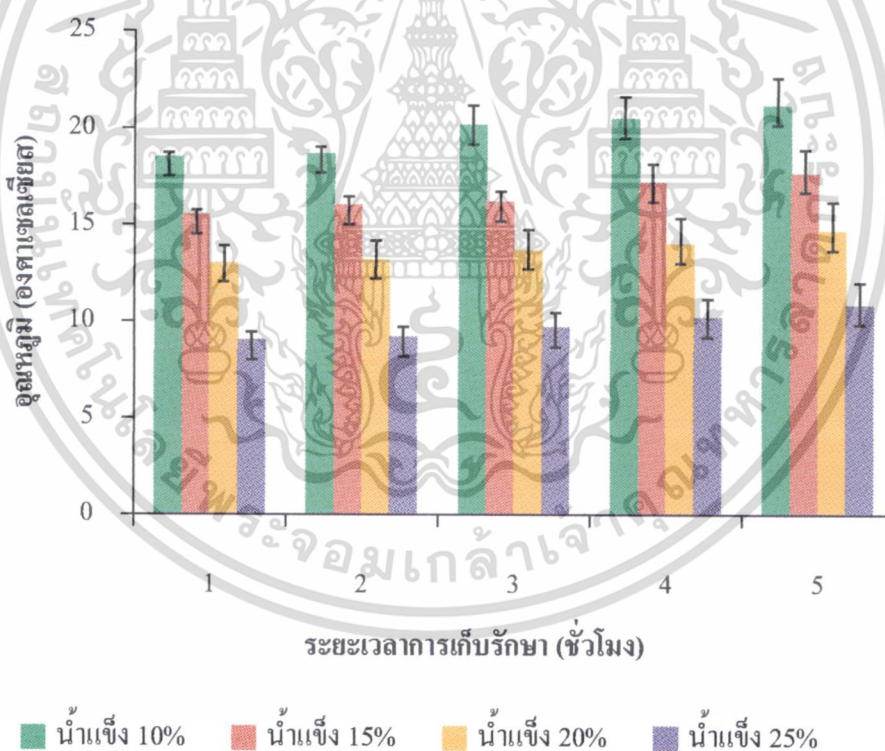
ภาพที่ 4.22 ปริมาณน้ำแข็ง ระยะเวลาการเก็บรักษาและการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในวัสดุขุยมะพร้าว บรรจุในกล่องโฟม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) ของแกลบผสมน้ำแข็งปริมาณต่างกัน (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแกลบ) บรรจุในกล่องโฟมที่ระยะเวลาต่าง ๆ

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำแข็ง (เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก)			
	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 อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ศึกษาารูปแบบบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกึ่งกัมมามีชีวิตโดยใช้วัสดุที่มีความชื้น

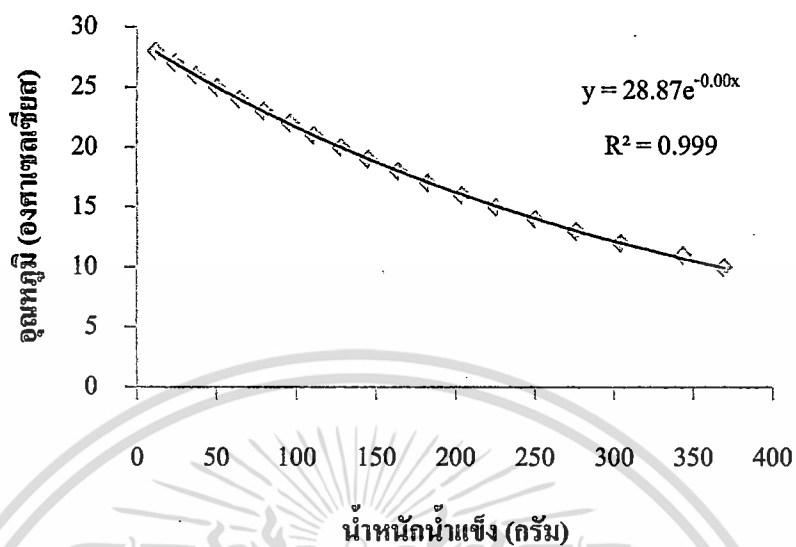
4.3.1 ปริมาณของน้ำแข็งในการปรับอุณหภูมิน้ำ และระยะเวลาที่ทำให้กึ่งกัมมามีชีวิตหยุดการเคลื่อนที่

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 ผลการทดลองพบว่าใช้น้ำแข็งปรับลดอุณหภูมิน้ำปริมาณน้ำหนักน้ำแข็ง 225-250 กรัมต่อปริมาตรน้ำ 1 ลิตร จะทำให้อุณหภูมิน้ำลดลงอยู่ที่ 14-15 องศาเซลเซียส และส่งผลให้กึ่งกัมมามีชีวิตหยุดการเคลื่อนที่ ปล่อยกึ่งกัมมามีชีวิตลงในน้ำที่ปรับอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำแข็งหลังจากปล่อยกึ่งกัมมามีชีวิตทุก ๆ 1 นาที นำกึ่งกัมมามีชีวิตออกมาพินตัวเหนือน้ำ ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิตเพิ่มขึ้นเมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส นานกว่ากึ่งกัมมามีชีวิตที่อยู่ในระยะเวลาพินน้อย โดยระยะเวลาการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิตมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่กึ่งกัมมามีชีวิตอยู่ในอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส ดังสมการ $y = 2.609e^{0.2323x}$ เมื่อให้ $y =$ ระยะเวลาการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิต (นาที) และ $x =$ เวลาที่อยู่ในน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส (นาที) (ภาพที่ 4.25)

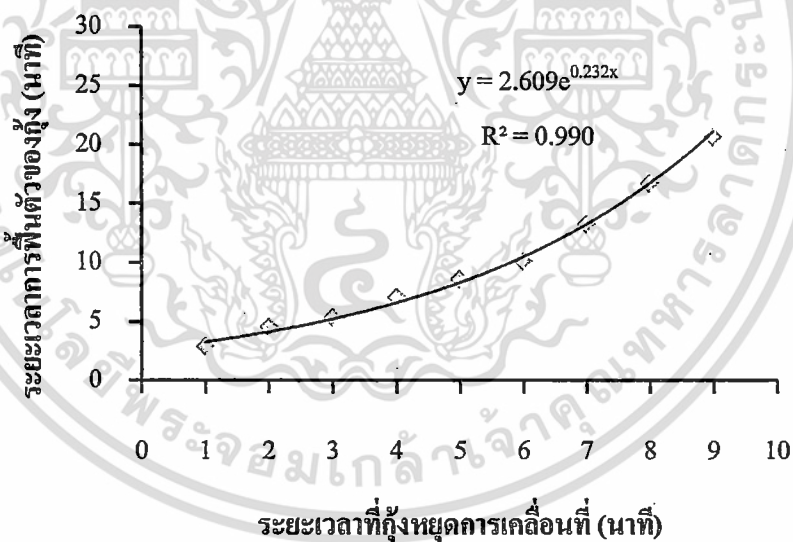
4.3.2 อัตรารอดของกึ่งกัมมามีชีวิตบรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ

4.3.2.1 อัตรารอด และการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิต ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

อัตรารอดของกึ่งกัมมามีชีวิตที่ทำให้หยุดการเคลื่อนที่ในน้ำอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จากผลการทดลองที่ 4.3.1 บรรจุในวัสดุซีลียู ชูมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส แล้วนำกึ่งกัมมามีชีวิตมาบรรจุในกล่องพลาสติกที่มีวัสดุแต่ละชนิด เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จะนำกึ่งกัมมามีชีวิตออกมาพินตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน พบว่าการบรรจุกึ่งกัมมามีชีวิตในชูมะพร้าวมีอัตรารอดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเก็บรักษา กึ่งกัมมามีชีวิตนานที่สุด 7 ชั่วโมง ส่วนกึ่งกัมมามีชีวิตที่บรรจุในซีลียูและแกลบมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษา กึ่งกัมมามีชีวิตนาน 6 ชั่วโมง การบรรจุกึ่งกัมมามีชีวิตในซีลียูและชูมะพร้าวในระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 7 และ 8 ชั่วโมง มีอัตรารอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.26 และระยะเวลาการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิตที่เก็บรักษาในวัสดุซีลียู ชูมะพร้าว และแกลบ โดยสังเกตการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิตจากการเคลื่อนที่ขยับน้ำ ขาดิน และก้าม พบว่าระยะเวลาการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิตแปรผันตรงกับระยะเวลาการเก็บรักษา กึ่งกัมมามีชีวิตในวัสดุต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา กึ่งกัมมามีชีวิตในวัสดุนานขึ้น มีผลทำให้ระยะเวลาการพินตัวของกึ่งกัมมามีชีวิตเพิ่มขึ้น การบรรจุกึ่งกัมมามีชีวิตในแกลบที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 8 ชั่วโมง กึ่งกัมมามีชีวิตมีระยะเวลาการพินตัวนานที่สุด 49.80 ± 1.62 นาที ระยะเวลาการพินตัวในแต่ละชั่วโมงและวัสดุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.24 ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำแข็ง (กรัม) ในปริมาตรน้ำ 1 ลิตรกับการเปลี่ยนแปลงออสโมติก (องศาเซลเซียส)



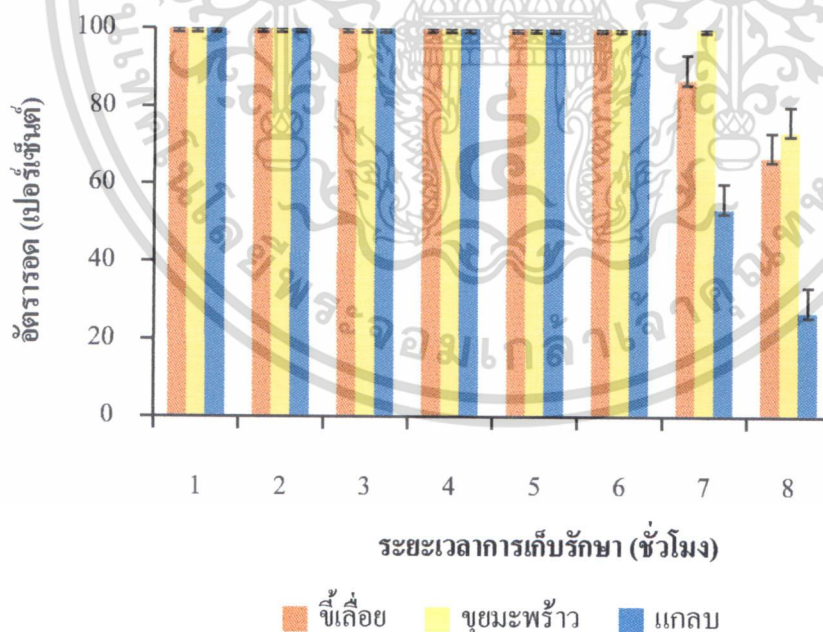
ภาพที่ 4.25 ความสัมพันธ์ของระยะที่กึ่งหยุดการเคลื่อนที่ในน้ำที่ออสโมติก ออสโมติกน้ำ 14-15 องศาเซลเซียส กับระยะเวลาการฟื้นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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



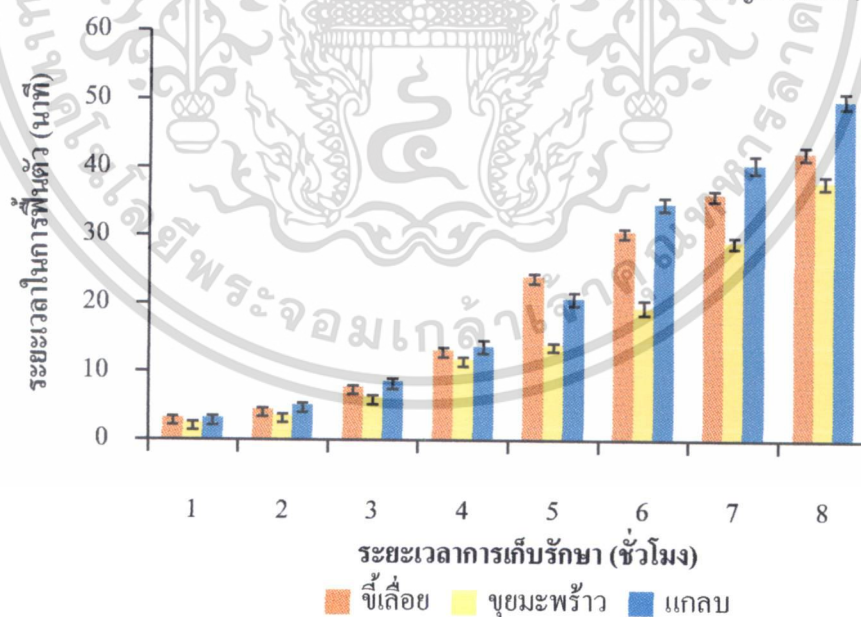
ภาพที่ 4.26 วัสดุในการขนส่งกุ้งก้ามกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตรารอดของกุ้งก้ามกรามควบคุมอุณหภูมิที่ 16±1 องศาเซลเซียสโดยใช้ cooling bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 เวลาการฟื้นตัวของกึ่งกำมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ cooling bath

เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	ซีล้อย	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	$42.25\pm 0.85^{G,b}$	$37.98\pm 0.91^{G,a}$	$49.80\pm 1.62^{G,c}$

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



ภาพที่ 4.27 วัสดุในการขนส่งกึ่งกำมกราม ระยะเวลาการเก็บรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกึ่งกำมกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียสโดยใช้ cooling bath

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.2 อัตรารอด และการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

อัตรารอดของกุ้งก้ามกรามที่ทำให้หยุดการเคลื่อนที่ในน้ำอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที จากผลการทดลองที่ 4.3.1 บรรจุในวัสดุซีลี้อย ชูยมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส แล้วนำกุ้งก้ามกรามมาบรรจุในกล่องโฟมที่มีวัสดุแต่ละชนิด เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จะนำกุ้งก้ามกรามออกมาฟื้นตัวในน้ำที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส และให้ออกซิเจน พบว่าการบรรจุกุ้งก้ามกรามในชูยมะพร้าวมีอัตรารอดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ และสามารถเก็บรักษากุ้งก้ามกรามนานที่สุด 5 ชั่วโมง ส่วนกุ้งก้ามกรามที่บรรจุในซีลี้อยและแกลบมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บรักษา กุ้งก้ามกรามนาน 3 ชั่วโมง การบรรจุกุ้งก้ามกรามในซีลี้อยและแกลบที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 4 และ 5 ชั่วโมง มีอัตรารอดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.28)

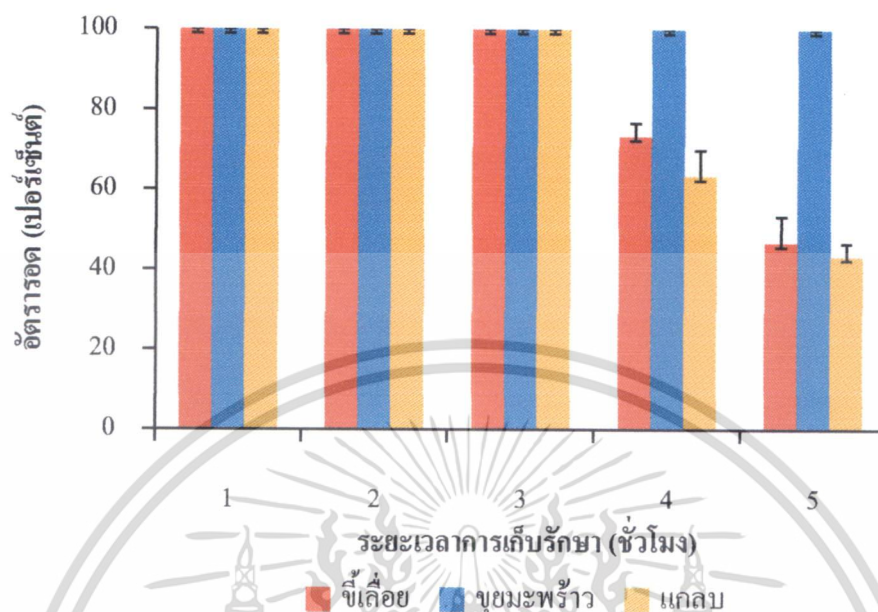
ตารางที่ 4.14 อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) ของการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็ง

เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	ซีลี้อย	ชูยมะพร้าว	แกลบ
1	$100.00\pm 0.00^{C,a}$	$100.00\pm 0.00^{A,a}$	$100.00\pm 0.00^{C,a}$
2	$100.00\pm 0.00^{C,a}$	$100.00\pm 0.00^{A,a}$	$100.00\pm 0.00^{C,a}$
3	$100.00\pm 0.00^{C,a}$	$100.00\pm 0.00^{A,a}$	$100.00\pm 0.00^{C,a}$
4	$73.33\pm 3.33^{B,a}$	$100.00\pm 0.00^{A,b}$	$63.33\pm 6.67^{B,a}$
5	$46.67\pm 6.67^{A,a}$	$100.00\pm 0.00^{A,b}$	$43.33\pm 3.33^{A,a}$

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

และระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามที่เก็บรักษาในวัสดุซีลี้อย ชูยมะพร้าว และแกลบ โดยสังเกตการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามจากการเคลื่อนที่ขาว่ายน้ำ ขาเดิน และก้าม พบว่าระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามแปรผันตรงกับระยะเวลาการเก็บรักษากุ้งก้ามกรามในวัสดุต่าง ๆ เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษา กุ้งก้ามกรามในวัสดุนานขึ้น มีผลทำให้ระยะเวลาการฟื้นตัวของกุ้งก้ามกรามเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการเก็บรักษา กุ้งก้ามกรามที่ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ cooling bath การบรรจุกุ้งก้ามกรามในแกลบที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 ชั่วโมง กุ้งก้ามกรามมีระยะเวลาการฟื้นตัวนานที่สุด 20.88 ± 0.95 นาที ระยะเวลาการฟื้นตัวในแต่ละชั่วโมงและวัสดุมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.29



ภาพที่ 4.28 วัสดุในการขนส่งกึ่งกัมกรวม ระยะเวลาการเก็บรักษาและอัตรารอดของกึ่งกัมกรวมควบคุม อุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำแข็ง

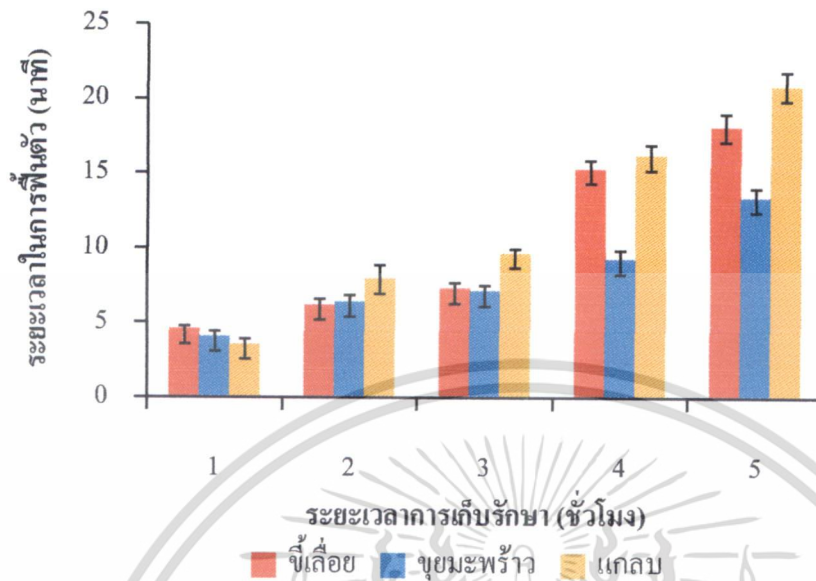
ตารางที่ 4.15 เวลาการฟื้นตัวของกึ่งกัมกรวมในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำแข็ง

เวลาการเก็บรักษา (ชั่วโมง)	ชนิดของวัสดุ		
	สีเค็ย	พวยมะพร้าว	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	$18.14\pm 0.89^{D,b}$	$13.42\pm 0.61^{D,a}$	$20.88\pm 0.95^{D,c}$

อักษรพิมพ์ใหญ่ที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อักษรพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.29 วัสดุในการขนส่งกิ่งก้ามกราม ระยะเวลากลับรักษาและระยะเวลาในการฟื้นตัวของกิ่งก้ามกรามในวัสดุ ควบคุมอุณหภูมิที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้ น้ำ แข็ง

4.3.3 อัตรารอดของการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

อัตรารอดของกิ่งก้ามกรามในการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ มีการเลือกใช้ขุยมะพร้าวในการบรรจุกิ่งก้ามกรามสำหรับการขนส่ง เนื่องจากเป็นขุยมะพร้าวมีน้ำหนักเบา และประสิทธิภาพในการเก็บรักษาอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้นานที่สุด (ผลการทดลองที่ 4.2.3) ในการขนส่งกิ่งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ขนส่งโดยรถกระบะจากอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตร การบรรจุกิ่งก้ามกรามในวัสดุขุยมะพร้าว โดยนำกิ่งก้ามกรามขนาด 59.37 ± 14.29 กรัม สลบน้ำที่อุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที โดยใช้น้ำแข็งปรับอุณหภูมิน้ำเพื่อทำให้กิ่งก้ามกรามหยุดการเคลื่อนที่ แล้วนำกิ่งก้ามกรามบรรจุในขุยมะพร้าวผสมกับน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ (ผลการทดลองที่ 4.2.3) ใส่กล่องโฟมปิดฝาพันกระดาษขาว ระยะเวลาในการบรรจุกิ่งก้ามกรามรวมถึงเวลาการขนส่งจากจังหวัดฉะเชิงเทราจนถึงปลายทางเป็นเวลา 5 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิในการขนส่งอยู่ที่ 16.13 ± 0.35 องศาเซลเซียส หลังจากการขนส่งนำกิ่งก้ามกรามฟื้นตัวในน้ำอุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส มีการให้ออกซิเจน กิ่งก้ามกรามมีอัตรารอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ และกิ่งก้ามกรามมีระยะเวลาการฟื้นตัวอยู่ที่ 25.47 ± 2.13 นาที อัตรารอดของกิ่งก้ามกรามในการขนส่งต่ำกว่าอัตรารอดของกิ่งก้ามกรามที่บรรจุในขุยมะพร้าวทดลองในห้องปฏิบัติการ เนื่องในการขนส่งกิ่งก้ามกรามจากจังหวัดฉะเชิงเทรา พบกิ่งก้ามกรามบางตัวไม่แข็งแรง และมีบางตัวลอกคราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษาอุณหภูมิ ระยะเวลา และอัตราการอดของกึ่งกำมกรามในการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิต

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกึ่งกำมกราม เมื่อลดอุณหภูมิ น้ำกึ่งกำมกรามจะมีเคลื่อนที่ของขาเดิน ขาวายน้ำ และซีเหงือก การว่ายน้ำขึ้นผิวน้ำผิดปกติโดยอุณหภูมิลดลง ในช่วง 20-18 องศาเซลเซียส จะทำให้กึ่งกำมกรามมีการเคลื่อนที่ของขาว่ายน้ำ ซีเหงือก กล้ามเนื้อลำตัว และกำมกระดูก มีการตีตัวขึ้นผิวน้ำ เนื่องจากการลดอุณหภูมิ น้ำทำให้กล้ามเนื้อเกิดการตอบสนองต่ออุณหภูมิ โดยทำให้กล้ามเนื้อลำตัวและกำมกระดูก (Fernando *et al.*, 2002) อุณหภูมิ น้ำลดลง 17-15 องศาเซลเซียส ขาเดินไม่มีการเคลื่อนที่และลำตัวตะแคง จนกระทั่งอุณหภูมิ น้ำประมาณ 14-13 องศาเซลเซียส กึ่งกำมกรามหยุดการเคลื่อนที่ของขาเดิน และขาว่ายน้ำ ซีเหงือกเคลื่อนที่ช้าลง และลำตัวตะแคง Manush *et al.*, (2004) ได้ทดลองลดอุณหภูมิ น้ำที่ 14 องศาเซลเซียส พบว่ากึ่งกำมกรามสูญเสียการทรงตัวและลำตัวตะแคง เนื่องจากกึ่งกำมกรามเป็นสัตว์เลือดเย็นที่ต้องปรับอุณหภูมิ ไปตามอุณหภูมิ สภาพแวดล้อม ทำให้พฤติกรรมของกึ่งกำมกรามเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับสมดุลภายในร่างกายให้เหมาะสม กึ่งกำมกรามสามารถทนต่ออุณหภูมิ ภายนอกได้ต่างกันจากการทดลองของ Manush *et al.*, (2004) ได้ศึกษาความทนได้ต่ออุณหภูมิ สูงสุดและต่ำสุดของกึ่งกำมกรามขนาด 38 ± 3.1 กรัม พบว่าอุณหภูมิ สูงสุดที่ทนได้ (critical thermal maxima, CT_{max}) เท่ากับ 40.73-41.96 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ต่ำสุดที่ทนได้ (critical thermal minima, CT_{min}) เท่ากับ 14.9-16.98 องศาเซลเซียส และกึ่งกำมกรามขนาด 0.008-0.2 กรัม พบว่าอุณหภูมิ สูงสุดที่ทนได้ (critical thermal maxima, CT_{max}) เท่ากับ 36.3-41.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ต่ำสุดที่ทนได้ (critical thermal minima, CT_{min}) เท่ากับ 10-16.8 องศาเซลเซียส (Fernando *et al.*, 1998) ซึ่งกึ่งกำมกรามขนาดเล็กจะทนต่ออุณหภูมิ ต่ำสุดได้ดีกว่ากึ่งกำมกรามขนาดใหญ่ จากผลการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกึ่งกำมกราม ทำให้ทราบอุณหภูมิ น้ำที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เหมาะสมในการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมกรามที่อุณหภูมิ น้ำ 28 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที กึ่งกำมกรามจะมีการบริโภคออกซิเจนลดลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากหลังจากนำกึ่งกำมกรามปล่อยในชุดทดลองการบริโภคออกซิเจน กึ่งกำมกรามจะปรับตัวให้เข้ากับกับสภาพแวดล้อม กึ่งกำมกรามจะมีพฤติกรรมเคลื่อนที่มาก อัตราเมตาบอลิซึมในร่างกายสูง ส่งผลทำให้กึ่งกำมกรามมีการบริโภคออกซิเจนมาก หลังจากกึ่งกำมกรามปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมแล้ว กึ่งกำมกรามจะมีการเคลื่อนที่ลดลงทำให้อัตราเมตาบอลิซึมลดลงและส่งผลให้กึ่งกำมกรามมีการบริโภคออกซิเจนลดลง นอกจากนี้ขนาดของกึ่งกำมกรามยังมีผลต่อการบริโภคออกซิเจน กึ่งกำมกรามขนาด 14.31 ± 0.99 กรัม มีการบริโภคออกซิเจนเท่ากับ 0.0816 ± 0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่ากึ่งกำมกรามขนาด 75.79 ± 1.26 กรัม ที่มีการบริโภคออกซิเจนเท่ากับ 0.0236 ± 0.0006 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง และการศึกษาการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมกรามที่อุณหภูมิ น้ำ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิ ที่กึ่งกำมกรามเริ่มมีหยุดการเคลื่อนที่ มาทำการศึกษากการบริโภคออกซิเจน เนื่องจากเป็นอุณหภูมิ ที่ใช้สำหรับกรขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ เมื่อลดอุณหภูมิ น้ำลงจนถึง 16 ± 1 องศาเซลเซียส ในช่วงแรกกึ่งกำมกรามยังมีพฤติกรรมเคลื่อนที่ของขาเดิน ขาวายน้ำ และซี

เหงื่อเคลื่อนที่ และเริ่มมีการเคลื่อนที่ช้าลง อัตราเมทาบอลิซึมในร่างกายลดลง ส่งผลทำให้การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมกรามลดลง กึ่งกำมกรามขนาด 15.19 ± 1.38 กรัม มีการบริโภคออกซิเจนเท่ากับ 0.0150 ± 0.0001 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งมากกว่ากึ่งกำมกรามขนาด 75.20 ± 1.33 กรัม ที่มีการบริโภคออกซิเจนเท่ากับ 0.0111 ± 0.0000 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อกรัมต่อชั่วโมง การบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมกรามที่อุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส สูงกว่าการบริโภคออกซิเจนที่อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เนื่องจากอุณหภูมิสูงส่งผลต่ออัตราเมทาบอลิซึมในร่างกาย ทำให้กึ่งกำมกรามมีพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ ส่งผลต่อการบริโภคออกซิเจนของกึ่งกำมกราม เมื่ออุณหภูมิลดลงทำให้อัตราเมทาบอลิซึมในร่างกายลดลงและส่งผลให้กิจกรรมต่าง ๆ ลดลง เช่น การเคลื่อนที่ช้าลง หรือ หยุดการเคลื่อนที่ อัตราการหายใจ การบริโภคออกซิเจนลดลง (Fotedar and Evans, 2011) นอกจากนี้ขนาดของกึ่งกำมกรามยังมีผลต่อการบริโภคออกซิเจน Samet *et al.*, (1996) ได้ศึกษาอัตราการหายใจของกึ่งกำมกราม Kuruma ในสภาวะที่ไม่มีน้ำที่อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณของออกซิเจนมีแนวโน้มลดลงเมื่อกึ่งมีขนาดเพิ่มขึ้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำที่มีปริมาณออกซิเจนน้อย การควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญโดยใช้อุณหภูมิต่ำที่สุดที่เหมาะสมต่อกึ่งกำมกราม เพื่อลดอัตราเมทาบอลิซึมในร่างกาย ส่งผลต่อกึ่งกำมกรามมีพฤติกรรมหยุดการเคลื่อนที่ ทำให้การบริโภคออกซิเจนลดน้อยลง

2. ศึกษาวัสดุที่เหมาะสมในการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิต

การใช้น้ำแข็งผสมกับขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ได้ 16 ± 1 องศาเซลเซียส โดยทำให้วัสดุมีความชื้นด้วยน้ำผสมกับวัสดุแต่ละชนิดให้หมด ๆ จะได้วัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ มีความชื้น 58, 69 และ 56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำที่ผสมวัสดุไม่ควรน้อยมากเพราะจะทำให้ความชื้นไม่เหมาะสม และถ้ามากเกินไปจะทำให้วัสดุมีน้ำหนักมากทำให้กึ่งกำมกรามที่บรรจุอยู่ด้านล่างรับน้ำหนักมากและจะส่งผลต่ออัตราการรอดของกึ่ง 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, 2551)

3. ศึกษารูปแบบบรรจุภัณฑ์ในการขนส่งกึ่งกำมกรามมีชีวิตโดยใช้วัสดุที่มีความชื้น

การเตรียมกึ่งกำมกรามก่อนการบรรจุในวัสดุ โดยการทำให้กึ่งหยุดการเคลื่อนที่จากการนำกึ่งกำมกรามสลบในอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง $14 - 15$ องศาเซลเซียส และปรับอุณหภูมิน้ำโดยการใช้น้ำแข็ง $225 - 250$ กรัมต่อน้ำปริมาตร 1 ลิตร การศึกษาระยะเวลาในการสลบกึ่งกำมกรามในอุณหภูมิน้ำ $14 - 15$ องศา

เซลเซียส เพื่อหยุดการเคลื่อนที่ของกิ้งก่ามกราคม พบว่าหลังจากนำกิ้งก่ามกราคมใส่น้ำที่มีอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส กิ้งก่ามกราคมเริ่มมีการติดตัวขึ้นเหนือน้ำประมาณ 25-45 วินาทีแรก แล้วค่อย ๆ เสียการทรงตัวเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1-2 นาที เวลาที่เหมาะสมในการสลบตั้งแต่ 2 นาที ขึ้นไป แต่ไม่ควรสลบกิ้งก่าจนเกินไป ในการเลือกระยะเวลาในการสลบกิ้งก่ามกราคมควรดูจากระยะเวลาการฟื้นตัวของกิ้งก่าที่นำออกมาจากอุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส ให้มีระยะเวลาที่เหมาะสมกับเวลาในการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในวัสดุ ถ้าเลือกเวลาที่กิ้งก่ามกราคมฟื้นตัวเร็วเกินไป กิ้งก่าจะมีพฤติกรรมเคลื่อนที่ของอวัยวะต่าง ๆ ทำให้ไม่สะดวกในการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในวัสดุ การศึกษาได้เลือกเวลาในการสลบกิ้งก่ามกราคมที่อุณหภูมิ 14-15 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 นาที ก่อนนำออกมาจากน้ำและมีระยะเวลาการฟื้นตัวอยู่ที่ 10.08 นาที เหมาะสมต่อเวลาในการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในวัสดุ Morris and Oliver (1999b) ได้ศึกษาการสลบกิ้งก่า Lobsters (*Jasus edwardsii*) เพื่อให้หยุดการเคลื่อนที่ โดยนำกิ้งก่า Lobsters ปล่อยในน้ำอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นถึงบรรจุกิ้งก่าในกล่องโฟม การขนส่งที่อุณหภูมิ 18-20 องศาเซลเซียส และ Kuo and Yang (1998) ได้ศึกษาการสลบกิ้งก่าด้วยอุณหภูมิที่ต่ำอย่างรวดเร็วพบว่ากิ้งก่าจะเกิดความเครียดส่งผลให้กิ้งก่ามีการปรับตัวโดยการหลั่งฮอร์โมน CHH (crustacean hyperglycemic hormone) เพื่อลดความเครียด

การศึกษ้อัตรารอดของกิ้งก่ามกราคมที่บรรจุในวัสดุทดลองในห้องปฏิบัติการ การบรรจุกิ้งก่ามกราคมในซีลี้อย ชูมะพร้าว และแกลบ ควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส Salin (2005) ได้ศึกษาการขนส่งกิ้งก่ามกราคมมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ อุณหภูมิในการขนส่งอยู่ที่ 15 ± 1 องศาเซลเซียส และ Coyle *et al.*, (2004) ได้ศึกษาการสลบ หรือ หยุดการเคลื่อนที่ของสัตว์น้ำด้วยสารเคมี โดยการใช้ eugenol หรือ น้ำมันต้นกานพลู เป็นสารระงับประสาท ทำให้กิ้งก่า (*Fenneropenaeus indicus*) สลบบนระหว่างการขนส่ง (Akbari *et al.*, 2010) ในการใช้น้ำมันกานพลูที่ความเข้มข้นเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้กิ้งก่ามกราคมสลบได้ (Coyle *et al.*, 2005a) การทำให้กิ้งก่าสลบ หรือ หยุดการเคลื่อนที่ จากการใช้สารเคมีอาจมีความเสี่ยงในเรื่องสารเคมีที่ตกค้างในตัวกิ้งก่า การลดอุณหภูมิจึงเป็นอีกวิธีที่ทำให้กิ้งก่ามกราคมหยุดการเคลื่อนที่ที่ใช้ในการศึกษารังนี้ การควบคุมอุณหภูมิออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ cooling bath และการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง ในการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อ่างทำความเย็น พบว่าการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในซีลี้อยและแกลบกิ้งก่ามีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานาน 6 ชั่วโมง ส่วนการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในชูมะพร้าวกิ้งก่ามีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานที่สุด 7 ชั่วโมง เนื่องจากชูมะพร้าวมีเส้นใยที่สามารถเก็บรักษาความชื้นได้ดี และมีน้ำหนักเบา ช่วยลดความบอบช้ำและการตายของกิ้งก่ามกราคม การควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ในการเก็บรักษา กิ้งก่ามกราคมในวัสดุ ทำให้กิ้งก่ามีอัตราการรอดและเวลาการเก็บรักษานานขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็ง วัสดุแต่ละชนิดผสมกับน้ำแข็งแตกต่างกัน เพื่อควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ซีลี้อยและแกลบใช้ปริมาณน้ำแข็ง 15 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักวัสดุ ส่วนชูมะพร้าวใช้ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในซีลี้อยและแกลบมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ส่วนการบรรจุกิ้งก่ามกราคมในชูมะพร้าวมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานที่สุด 5 ชั่วโมง การบรรจุกิ้งก่ามกราคมในวัสดุที่มีเวลานานทำให้ระยะเวลาการฟื้นตัวเพิ่มขึ้น เมื่อนำกิ้งก่ามกราคมออกมาฟื้นตัวในน้ำ และมีการให้ออกซิเจน จะช่วยให้กิ้งก่าฟื้นตัวเร็วขึ้นและแข็งแรง (Salin and Jayasree-Vadhyar., 2001)

การศึกษาผลอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ โดยการเลือกใช้ขุยมะพร้าวในการบรรจุกุ้งก้ามกรามสำหรับการขนส่ง เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ได้ดีที่สุด และมีน้ำหนักเบา การขนส่งโดยรถกระบะจากอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา มายังห้องปฏิบัติการ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระยะทางในการขนส่งประมาณ 40 กิโลเมตร ระยะเวลาในการบรรจุกุ้งก้ามกรามรวมถึงเวลาการขนส่งจากจังหวัดฉะเชิงเทราจนถึงปลายทางเป็นเวลา 5 ชั่วโมง อุณหภูมิในการขนส่งอยู่ที่ 16.13 ± 0.35 องศาเซลเซียส หลังจากการขนส่งนำกุ้งก้ามกรามฟื้นตัวในน้ำอุณหภูมิ 28 ± 1 องศาเซลเซียส มีการให้ออกซิเจน พบว่ากุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ และกุ้งก้ามกรามมีระยะเวลาการฟื้นตัวอยู่ที่ 25.47 ± 2.13 นาที ผลอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่ขนส่งในขุยมะพร้าวเป็นระยะเวลา 5 ชั่วโมง กุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอดน้อยกว่าการบรรจุกุ้งก้ามกรามในขุยมะพร้าวจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากในการขนส่งมีกุ้งก้ามกรามที่ไม่แข็งแรง ไม่มีก้าม ขาดขา และกุ้งก้ามกรามบางตัวมีการลอกคราบ ส่งผลให้อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในการขนส่งต่ำกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการ การขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ กุ้งก้ามกรามสามารถอยู่รอดได้ในสภาวะที่ไม่มีน้ำและอุณหภูมิต่ำได้ เนื่องจากร่างกายของกุ้งมีการปรับตัวในการเผาผลาญพลังงานในสภาวะ anaerobic metabolism ทำให้กุ้งก้ามกรามมีความต้องการในการบริโภคออกซิเจนลดลง (Brian et al., 1999) การศึกษาครั้งนี้โดยการใช้น้ำแข็งควบคุมอุณหภูมิในการขนส่งกุ้งก้ามกรามมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ ทำให้ประหยัดต้นทุนในการขนส่งกุ้งก้ามกราม เพราะไม่ต้องใช้เครื่องควบคุมอุณหภูมิและเครื่องให้ออกซิเจนในการขนส่ง และเข้าถึงผู้บริโภครายเล็กที่มีความต้องการบริโภคกุ้งก้ามกรามเพียง 1-2 กิโลกรัม ก็สามารถซื้อกลับบ้าน และการขนส่งวิธีนี้สามารถลดความบอบช้ำและการตายได้ดีกว่าการขนส่งกุ้งก้ามกรามแบบใช้น้ำ นอกจากนี้มีการศึกษาของ Lorenzon et al., (2008) ในการขนส่งปู (*Cancer pagurus*) พบว่าการขนส่งแบบใช้น้ำมีอัตราการตายสูงกว่าการขนส่งแบบไม่ใช้น้ำ ในการขนส่งแบบไม่ใช้น้ำปูมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลานานถึง 96 ชั่วโมง แต่การขนส่งปูแบบใช้น้ำมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ในการบรรจุกุ้งที่อุณหภูมิต่ำจะให้ความต้องการบริโภคออกซิเจนลดลง ในสภาวะที่ออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้ขนส่งได้ในระยะเวลาที่นานขึ้น (Morris and Oliver, 1999a) และมีการศึกษาการขนส่งกุ้ง Kuruma แบบไม่ใช้น้ำ พบว่ากุ้งมีการสูญเสียน้ำในตัวประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ (Shigueno, 1975) และการสูญเสียน้ำในตัวประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ กุ้งจะมีอัตราการตายเกิดขึ้นที่อุณหภูมิการขนส่ง 14 องศาเซลเซียส (Samet et al., 1996) อุณหภูมิในการขนส่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำและถิ่นกำเนิด Salin and Jayasree-Vadhyar (2001) พูลทรัพย์ และจิราพร (2535) ได้ทดลองการเก็บรักษากุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ สลับกุ้งที่อุณหภูมิ 14.5-15 องศาเซลเซียส บรรจุกุ้งในขุยมะพร้าวรักษาอุณหภูมิอยู่ที่ 21-23 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษากุ้งกุลาดำได้เป็นเวลา 9 ชั่วโมง มีอัตราการรอด 80 เปอร์เซ็นต์ และมีการศึกษาการขนส่งกุ้งกุลาดำมีชีวิตแบบไม่ใช้น้ำ บรรจุกุ้งในซีลี้อยขนส่งที่อุณหภูมิ 14 ± 1 องศาเซลเซียส และ Goodrick et al., (1995) ได้ศึกษาการขนส่งกุ้งกุลาดำอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งอยู่ที่ 16 องศาเซลเซียส และการขนส่งพบว่ากุ้งกุลาดำมีอัตราการรอดมากกว่าการขนส่งที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส ในการขนส่งแบบนี้กุ้งกุลาดำอาจจะไม่ทนต่ออุณหภูมิต่ำที่ 12-14 องศาเซลเซียส เหมือนกับกุ้ง Kuruma (Richards-Rajadurai, 1989)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุป

5.1 อุณหภูมิมีผลทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกิ้งก่ามกราคมข้างลงจนกระทั่งหยุดนิ่ง ซึ่งอุณหภูมิแต่ละช่วงจะทำให้พฤติกรรมการเคลื่อนที่แตกต่างกัน อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ขาว่ายน้ำชี้เหงือกเคลื่อนที่ช้า และลำตัวตะแคง อุณหภูมิที่ลดลงทำให้การบริโภคออกซิเจนของกิ้งก่ามกราคมลดลง และกิ้งก่ามกราคมที่มีขนาดใหญ่มีการบริโภคออกซิเจนน้อยกว่ากิ้งก่ามกราคมขนาดเล็ก อุณหภูมิ อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการขนส่งกิ้งก่ามกราคม

5.2 ปริมาณของน้ำแข็งที่ผสมกับวัสดุขี้เลื่อย ขุยมะพร้าว และแกลบ เพื่อให้ได้อุณหภูมิ 16 ± 1 องศาเซลเซียส รักษาอุณหภูมิให้นานมีความแตกต่างกันในแต่ละวัสดุ ปริมาณน้ำแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับขุยมะพร้าวสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ดีที่สุดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง และเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการขนส่งกิ้งก่ามกราคมมากที่สุด

5.3 กิ้งก่ามกราคมที่บรรจุในวัสดุขุยมะพร้าวควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 16 ± 1 องศาเซลเซียส ทำให้กิ้งก่ามกราคมมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการบรรจุทดลองในห้องปฏิบัติการ 7 ชั่วโมง ส่วนการขนส่งกิ้งก่ามกราคมมีอัตราการรอด 94.42 ± 1.32 เปอร์เซ็นต์ หลังการขนส่ง 5 ชั่วโมง และระยะเวลาการฟื้นตัวของกิ้งก่ามกราคมหลังการบรรจุและการขนส่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่บรรจุและการขนส่ง

บรรณานุกรม

- กิตตินันท์ บุญรอด และ สมพงษ์ ชงไชย . 2549. “การพัฒนาระบบล่อจิสติกส์ธุรกิจกุ้งก้ามกรามในพื้นที่จังหวัดนครปฐม” การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์มหาวิทยาลัยมหิดล.
- พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และ จิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร . 2535. “ทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มีชีวิตแบบแห้ง.” กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. 539 – 545.
- วชิราภรณ์ ไกรอ้า. 2556. สถานการณ์กุ้งก้ามกราม 6 เดือนแรก ปี 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>.
- 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.
- 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 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.
- Fotedar, 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.

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

1. ชื่อ-นามสกุล นายสมชาย หวังวิบูลย์กิจ
Mr. Somchai Wangwibulkit
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3 1104 00691 49 7
3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
4. หน่วยงานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520.
โทรศัพท์ 0 2329 8157, โทรสาร 0 2329 8157 E-mail address kwsomcha@kmitl.ac.th
5. ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	คุณวุฒิ	สถาบันการศึกษา	ประเทศ
2529	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ประมง) เกียรตินิยม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2531	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2551	วิทยาศาสตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

การจัดการคุณภาพน้ำเพื่อการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการจัดการข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)

การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ

เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อุบลาลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต

ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซีบาร์บ

ผลของวิตามิน B₁ และ B₁₂ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า

คุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงในระบบปิด

การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด

การเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งขาวแปปิจิฟิก (*Litopenaeus vannamei*) ในน้ำที่มีความหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออกซิซาทาอเรียระดับต่าง ๆ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ . 2542. การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*). หน้า 97-106. ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการในงานนิทรรศการ “30 ปี เกษตรเจ้าคุณทหารลาดกระบัง”. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรืองเดช . 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ .วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.17(2):10-21.

- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ นที ฮวดจิ่ง และประเทือง ศุภลักษณ์วัจนะ . 2545. เปรียบเทียบอาหาร 3 ชนิด ที่ใช้อุบลาลูกปลากะพงขาว (*Lates calcarifer*) ในบ่อคอนกรีต. หน้า 161-170. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ . 2545. ผลของระบบหมุนเวียนน้ำที่มีตัวกรองชีวภาพต่อการอนุบาลลูกปลาโรซิบาร์บ (*Barbus conchoniuis*). หน้า 171-180. ใน การประชุมทางวิชาการด้านเกษตร ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม งานเกษตรภาคใต้ ครั้งที่ 10. คณะทรัพยากรธรรมชาติ, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช และบุปผา จงพัฒน์ . 2548. ผลของวิตามิน B₁ และ B₁₂ ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. หน้า 260-266. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 40 สาขาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2549. คุณภาพน้ำ การเจริญเติบโต และอัตราการรอดของปลาไนล (*Oreochromis niloticus*) ที่เลี้ยงในระบบปิด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2):10-21.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ . 2549. ผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และฟอร์มาลินต่ออัตราการฟักและการพัฒนาตัวอ่อนของไขกุ้งก้ามกรามที่แยกจากแม่กุ้ง. ใน การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. ณ ห้องประชุมกรมประมง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis* sp. และความสัมพันธ์ของปริมาณสาหร่ายต่อกลิ่นโคลนในกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 110 หน้า.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และบุปผา จงพัฒน์. 2549. การประเมินคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ในน้ำที่มีอาหารกึ่งตกค้าง. หน้า 651-662. ใน การประชุมวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์” ครั้งที่ 2. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. พิษณุโลก.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอนัญญา เจริญพรพิภักดิ์. 2549. การเลี้ยงปูทะเลด้วยระบบน้ำต่างกันในพื้นที่จำกัด. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7. ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และศรัณย์ มาประจาง. 2550. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลออสซิลลาทอเรีย (*Oscillatoria* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมดักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.
- สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และกฤตพร รำจวนเกียรติ. 2551. ผลของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุลไมโครซิสทีส (*Microcystis* sp.) ต่อการตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ. ใน การประชุมวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนครสวรรค์” ครั้งที่ 4. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนครสวรรค์. พะเยา.
- Wangwibulkit, S., C. Limsuwan and N. Chuchird. 2008. Effects of salinity and pH on the blue-green algae, *Oscillatoria* sp. and *Microcystis* sp., isolated from pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) ponds. KU. Fish. Res. Bull. 32(1):1-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อิทธิสุนทร นันทกิจ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และปิยพงศ์ โชติพันธ์ . 2541. การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมสภาพแวดล้อมในบ่อนูบาลูกกุ้งกุลาดำ. ซีดีรอม. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 สาขาประมง. มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- นงนุช เลาหะวิสุทธิ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ภววรรณตรี สมบุญโต และอิทธิสุนทร นันทกิจ. 2548. การเลี้ยงปลา ทับทิมร่วมกับการผลิตผักสลัดแบบไร้อินในระบบปิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 36(5-6) ฉบับพิเศษ:1044-1047.
- นงนุช เลาหะวิสุทธิ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และมณีนรัตน์ หวังวิบูลย์กิจ. 2550. ผลของอุณหภูมิและความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตราส่วนเพศของลูกปลาหางนกยูง. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัย มหาสารคาม ครั้งที่ 3. โรงแรมตักสิลา, จังหวัดมหาสารคาม.

ประวัติผู้วิจัยร่วม

- ชื่อ-นามสกุล นางสาวอัจฉรี เรืองเดช
Ms. Uscharee Ruangdej
- เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 102201288 90 2
- ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์
- หน่วยงานที่สังกัดและสถานที่ติดต่อ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0 2329 8157 โทรสาร 0 2329 8157 E-mail kruschar@kmitl.ac.th
- ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2530	ปริญญาตรี	วท.บ. (ประมง) วิทยาศาสตร์บัณฑิต	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2535	ปริญญาโท	วท.ม. (วิทยาศาสตร์การประมง)	วิทยาศาสตร์การประมง Aquatic	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ไทย
2544	ปริญญาโท	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต M.Sc.	Environmental Science	Kochi University	Japan
2547	ปริญญาเอก	Ph.D.	Aquatic Environmental Science	Ehime University	Japan

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

สิ่งแวดล้อมทางทะเล การใช้ประโยชน์จากสารทุติยภูมิของสาหร่าย และฟิซัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยสถานภาพในการวิจัย

7.1 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

7.1.1 การเพิ่มมูลค่าสาหร่ายสีน้ำตาลจากการผลิตสารสกัดเพื่อใช้เป็นตัวเร่งความสมบูรณ์ของพืช

7.1.2 การเพิ่มภูมิคุ้มกันปลาเศรษฐกิจด้วยสารสกัดจากพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิ

7.2 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

อัจฉรี เรื่องเดช ลำพิ่ง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่.

อัจฉรี เรื่องเดช และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การจำกัดการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายขนาดเล็กด้วยสารสกัดจากสาหร่ายเม็ดพริกไทย. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 717-724.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอัจฉรี เรื่องเดช . 2542. การศึกษาคุณภาพน้ำและแพลงค์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 17(2) : 10-21.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรื่องเดช และบุปผา จงพัฒน์ . 2548. ผลของวิตามินบี 1 และบี 12 ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอและการเจริญเติบโตของคลอเรลล่า. การประชุมทางวิชาการครั้งที่ 43 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาประมง ระหว่างวันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2548 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ลำพิ่ง พุ่มจันทร์ และอัจฉรี เรื่องเดช. 2549. การเร่งสีปลาทองโดยใช้สารสีจากธรรมชาติ. การประชุมทางวิชาการ “สิ่งแวดล้อมนเรศวร” ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 28-29 มิถุนายน 2549 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก. หน้า 725-732.

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อเรื่อง และสถานภาพในการทำวิจัย

7.4.1 การเพิ่มภูมิคุ้มกันปลาเศรษฐกิจด้วยสารสกัดจากพรรณไม้น้ำสกุลพรมมิ