อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมในการขนส่งเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) แบบมีชีวิต

OPTIMUM INITIAL WATER TEMPERATURE FOR LIVE TRANSPORTATION OF SAND WORM (*Perinereis sp.*)

นภัทร รุ่งเดชวราวิช
NAPAT RUNGDEJVARAVIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-M-081-289

อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมในการขนส่งเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) แบบมีชีวิต

OPTIMUM INITIAL WATER TEMPERATURE FOR LIVE TRANSPORTATION OF SAND WORM (*Perinereis sp.*)

นภัทร รุ่งเดชวราวิช

NAPAT RUNGDEJVARAVIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2562

KMITL-2019-AG-M-081-289

OPTIMUM INITIAL WATER TEMPERATURE FOR LIVE TRANSPORTATION OF SAND WORM (*Perinereis sp.*)

NAPAT RUNGDEJVARAVIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SECIENCE IN FISHERIES SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2019

KMITL-2019-AG-M-081-289

COPYRIGHT 2019

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมในการขนส่งเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) แบบมีชีวิต
ชื่อนักศึกษา	นางสาวนภัทร รุ่งเดชวราวิช
รหัสประจำตัว	56604093
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์การประมง
พ.ศ.	2562
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.มณฑล แก่นมณี

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) สำหรับการขนส่งแบบมีชีวิต การทดลองแบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย โดยการทดลองที่ 1 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นสำหรับการบรรจุเพรียงทราย 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง ส่วนการทดลองที่ 2 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นสำหรับการบรรจุเพรียงทราย 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาทดสอบ 48 ชั่วโมง ส่วนการทดลองที่ 3 ทำการศึกษาผลของการเติมอากาศในน้ำที่ใช้ในการบรรจุเพรียงทราย โดยใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 10 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง วิธีการทดลองทำโดยบรรจุเพรียงทรายน้ำหนักรวม 500 กรัม และใช้น้ำเค็มปริมาตร 1 ลิตร ที่ปรับอุณหภูมิตามที่กำหนดไว้ แล้วบรรจุถุงในลังโฟม ใส่น้ำแข็งก้อนน้ำหนัก 3 กิโลกรัม เพื่อการควบคุมอุณหภูมิ ผลการศึกษาพบว่าในระยะเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง อัตรารอดของเพรียงทรายที่บรรจุในถุงที่มีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส เท่ากับ 90.24, 90.15, 80.12 และ 80.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในถุงบรรจุเพรียงทรายลดลงเมื่อบรรจุเพรียงทรายในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงโดยมีค่าไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและมีค่าสูงสุดที่ 2.15 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ 2 ซึ่งใช้ระยะเวลาทดสอบ 48 ชั่วโมง พบว่าอัตรารอดของเพรียงทรายที่บรรจุในถุงที่มีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 20 องศาเซลเซียส เพรียงทรายตายทั้งหมด เมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง ส่วน เพรียงทรายที่บรรจุในถุงที่มีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 มีอัตรารอด 90.89 เปอร์เซ็นต์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในถุงบรรจุเพรียงทรายที่ใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีค่ามากกว่า 2 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร ส่วนถุงบรรจุเพรียงทรายที่ใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 5 และ 20 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์มีค่าเพิ่มขึ้นแปรผันตามค่าอุณหภูมิเริ่มต้นและมีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.0 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลการทดลองที่ 3 พบว่าชุดการทดลองที่มีการเติมอากาศและไม่มีการเติมอากาศ มีอัตราการรอดเท่ากับ 90.87 และ 90.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในชุดที่มีการเติมอากาศ มีค่ามากกว่าชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมอากาศ ส่วนคุณภาพน้ำทั้งสองชุดการทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่ดีและไม่ส่งผลกระทบต่อเพรียงทราย การศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งเพรียงทรายแบบมีชีวิต คือ 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอัตรารอดที่ดีภายในระยะเวลาการขนส่งไม่เกิน 48 ชั่วโมง และถ้ามีการเติมอากาศลงในน้ำที่ใช้ในการขนส่งจะช่วยให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเพิ่มขึ้น

Theis Title	Optimum initial water temperature for live transportation of sand worm (*Perinereis sp.*)
Student	Miss Napat Rungdejvaravit
Student ID	56604093
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2019
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Monthon Ganmanee

ABSTRACT

The aim of the experiment was to investigate effect of initial water temperature to survival rate of live sand worm (*Perinereis sp.*) during transportation. The trial was divided into 3 sub experiments. The First experiment consists of 4 initial water temperature (5, 10, 15 and 20^{o}C) with testing period of 24 hrs. The other experiment had 3 initial water temperature (5, 10 and 20^{o}C) with the testing period of 48 hrs. Triplicate groups of 500 g. sand worm were packed in plastic bags containing 1L of the designated water temperature before placing the bag into Styrofoam box containing ice to control inside temperature. With the testing period of 24 hrs., survival rates of sand worm packed in bag with initial water temperature of 5, 10, 15 and 20^{o}C were 90.24, 90.15, 80.12 and 80.23%, respectively. Dissolved oxygen concentration in bag decreased with the increase of designated initial water temperature, but not below 4 mg/L. While total ammonia nitrogen and nitrite increased with the increase of designated initial water temperature with the highest values of 2.15 and 0.02 mg/L, respectively. With the testing period of 48 hrs., survival rates of sand worm packed in bag with initial water temperature of 5 and 20^{o}C died at 42 hrs. Initial water temperature of 10˚C were 90.89% of survival rate. Dissolved oxygen concentration in bag with initial water temperatures of 10˚C were higher than 2 mg/L, but it was 0 mg/L in the initial water temperature of 5 and 20˚C. Total ammonia nitrogen and nitrite increased with the increase of initial water temperature and the highest concentrations were 2 and 0.03 mg/L, respectively and The third experiment was fill aeration in water. This experiment using water temperature starting at 10°C for 48 hours, it had 2 conditions in experiment were not fill aeration in water and fill aeration in water. The survival rate was 90.42 and 90.78%, but the dissolved oxygen in the fill aeration set was higher than not fill aeration set. Both water

quality were good and did not affect for sand worm. It could be concluded that the optimum initial water temperature for live sand worm transportation was 10˚C because it made survival rate of sand worm high within transportation time not above 48 hrs. And if there is aeration in water, it will help increase the amount of dissolved oxygen.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.มณฑล แก่นมณี และอาจารย์ สุรพล ชุณหบัณฑิต ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะ ตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการ รศ.ดร.สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ ดร.สรวิศ เผ่าทองศุข และ ดร.วัลย์ลดา กลางนุรักษ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตลอดจนข้อชี้แนะในการปรับปรุงแก้ไข จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คุณพันกวี อังสุมาลี เจ้าของฟาร์มสยามเพรียงทราย ที่อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ที่ให้ความกรุณาให้ใช้เพรียงทรายสำหรับทำการทดลองและให้ยืมสถานที่ทำการทดลองครั้งนี้ จนการทดลองสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน และคอยเป็นกำลังใจที่ดีให้แก่ข้าพเจ้าเสมอมา

ข้าพเจ้าหวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจในการศึกษาเกี่ยวกับเพรียงทราย สิ่งที่ข้าพเจ้าทำการศึกษาเป็นเพียงจุดเริ่มต้นสำหรับการศึกษาต่อไปในอนาคต ประโยชน์และคุณค่าจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณของข้าพเจ้าทุกท่าน

นภัทร รุ่งเดชวราวิช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 เพรียงทราย (*Perinereis sp.*).....	3
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเพรียงทราย (*Perinereis sp.*).....	3
2.1.2 ชนิดของเพรียงทรายในประเทศไทย.....	5
2.2 การขนส่งสัตว์น้ำแบบมีชีวิต.....	6
2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ.....	8
2.2.1.1 อุณหภูมิ.....	8
2.2.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ.....	8
2.2.1.3 แอมโมเนีย.....	9
2.2.1.4 ปริมาณไนไตรท์.....	10
2.2.1.5 ความเค็ม.....	10
2.2.1.6 ความเป็นกรดด่าง.....	12
2.2.2 การควบคุมคุณภาพน้ำ.....	13
2.2.3 การขนส่งสัตว์น้ำระบบปิด.....	15
2.2.3.1 การใช้ถุงพลาสติกในการขนส่งสัตว์.....	15
2.2.3.2 การใช้ภาชนะชนิดอื่นในการขนส่งสัตว์น้ำระบบปิด.....	15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 การขนส่งสัตว์น้ำระบบเปิด……..……..... 18

2.2.5 การเตรียมสัตว์น้ำก่อนการขนส่ง….....……..... 19

2.2.5.1 การอดอาหารสัตวน้ำ.....……... 20

2.2.5.2 การคัดเลือกสัตว์น้ำ.....……..... 20

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย……..... 21

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี……..... 21

3.2 การเตรียมเพรียงทรายใช้ในการทดลอง….....…… 21

3.2.1 แผนการทดลอง.....……..…..... 21

3.3 การเตรียมน้ำสำหรับใช้ทดลอง….....……..... 23

3.3.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง..... 23

3.3.2 การเตรียมน้ำสำหรับทดลอง..... 23

3.3.2.1 การเตรียมน้ำเค็ม.....……... 23

3.3.2.2 การปรับอุณหภูมิน้ำ..... 23

3.3.3 การเตรียมบรรจุภัณฑ์..... 24

3.3.4 สภาพแวดล้อมในการทดลอง..... 27

3.4 การเก็บข้อมูลและบันทึกผล.....….....…… 27

3.4.1 สังเกตพฤติกรรมและประเมินอัตรารอด..... 27

3.4.2 การตรวจสอบผลด้านคุณภาพน้ำ..... 28

บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิจารณ์..... 29

4.1 ผลการทดลองอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย ภายใน ระยะเวลาทดลอง 24 ชั่วโมง……..... 29

4.1.1 คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์…… 29

4.1.1.1 อุณหภูมิ.....……..... 29

4.1.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ…… 30

4.1.1.3 ความเค็ม……..... 31

4.1.1.4 ความเป็นกรดด่าง.....……..... 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.1.5 ปริมาณแอมโมเนีย..... 33
4.1.1.6 ปริมาณไนไตรท์..... 34
4.1.1.7 ปริมาณอัลคาลินิตี้..... 34
4.1.2 อัตรารอด..... 35
4.2 ผลการทดลองอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย ภายใน ระยะเวลาทดลอง 48 ชั่วโมง..... 37
4.2.1 คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์..... 38
4.2.1.1 อุณหภูมิ..... 38
4.2.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ..... 39
4.2.1.3 ความเค็ม..... 41
4.2.1.4 ความเป็นกรดด่าง..... 41
4.2.1.5 ปริมาณแอมโมเนีย..... 42
4.2.1.6 ปริมาณไนไตรท์..... 43
4.2.1.7 ปริมาณอัลคาลินิตี้..... 44
4.2.2 อัตรารอด..... 45
4.3. ผลของออกซิเจนละลายน้ำต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย..... 47
4.3.1 คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์..... 47
4.3.1.1 อุณหภูมิ..... 47
4.3.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ..... 49
4.3.1.3 ความเค็ม..... 50
4.3.1.4 ความเป็นกรดด่าง..... 50
4.3.1.5 ปริมาณแอมโมเนีย..... 51
4.3.1.6 ปริมาณไนไตรท์..... 52
4.3.1.7 ปริมาณอัลคาลินิตี้..... 53
4.3.2 อัตรารอด..... 54

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง..... 55
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ..... 59
บรรณานุกรม..... 61
ภาคผนวก..... 66
ประวัติผู้เขียน..... 78

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะของเพรียงทราย *Perinereis sp*.	4
2.2	อวัยวะต่างๆของเพรียงทราย	4
2.3	การพัฒนารูปร่างของไข่และตัวอ่อนเพรียงทราย	4
2.4	ลักษณะของ *Perinereis nuntia*	5
2.5	ลักษณะของ *Perinereis aibuhitensis*	5
2.6	ลักษณะของ *Perinereis quatrefagesi*	6
2.7	ภาชนะในการขนส่งสัตว์น้ำในอดีต	7
2.8	ถังพลาสติกสำหรับขนส่งสัตว์น้ำระบบปิด	7
2.9	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตลอดการทดลอง	9
2.10	ผลของความเค็มต่อปริมาณไกลโคเจนใน *Diopatra neapolitana*	11
2.11	อัตราการเคลื่อนไหวและความเร็วของสเปิร์มเพศผู้ โดยมีระดับ pH ที่แตกต่างกัน.	12
2.12	ปริมาณออกซิเจนและปริมาณแอมโมเนียระหว่างการทดลอง	13
2.13	ขั้นตอนการปิดปลายด้านล่างถุงพลาสติก	16
2.14	วิธีการและขั้นตอนในการเติมออกซิเจนลงในบรรจุภัณฑ์	16
2.15	ภาชนะในการบรรจุแบบปิดใช้ถุงพลาสติกและมีการเติมออกซิเจน	17
2.16	ขั้นตอนการขนส่งสัตว์น้ำโดยใช้ภาชนะแบบปิด	17
2.17	การขนส่งสัตว์น้ำโดยใช้ภาชนะแบบปิด	18
2.18	ภาชนะในการขนส่งระบบเปิดขนาดเล็ก ที่มีการพัฒนาระบบให้อากาศเพิ่มเติม	18
2.19	ภาชนะในการขนส่งระบบเปิดขนาดใหญ่ ที่มีการพัฒนาระบบให้อากาศเพิ่มเติม	19
3.1	รูปแบบแผนการทดลองที่ 1	22
3.2	รูปแบบแผนการทดลองที่ 2	22
3.3	รูปแบบแผนการทดลองที่ 3	23
3.4	ตำแหน่งการใส่ถุงบรรจุเพรียงทรายและถุงบรรจุน้ำแข็ง	24
3.5	กล่องโฟมขนาด 30×39.4×34.1 เซนติเมตร	24
3.6	เพรียงทรายที่พักไว้ก่อนการทดลอง	25
3.7	การเตรียมน้ำสำหรับใช้ทดลอง	25

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.8	การเตรียมเพรียงทรายก่อนนำมาบรรจุถุง	25
3.9	ขั้นตอนการเติมอากาศและบรรจุถุง	26
3.10	ขั้นตอนการมัดปากถุง	26
3.11	การบรรจุลงในกล่องโฟม	27
4.1	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ	30
4.2	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ	31
4.3	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (pH)	32
4.4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย	33
4.5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์	34
4.6	การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้	35
4.7	การเปลี่ยนแปลงอัตรารอด	36
4.8	พฤติกรรมการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของเพรียงทราย (สภาพปกติ)	37
4.9	สภาพเพรียงทรายเมื่อครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง	37
4.10	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ (การทดลองที่ 2)	39
4.11	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	40
4.12	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (pH)	42
4.13	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย	43
4.14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์	44
4.15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้	45
4.16	การเปลี่ยนแปลงอัตรารอด	46
4.17	สีของน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง	46
4.18	สภาพเพรียงทรายเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง	47
4.19	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ (การทดลองที่ 3)	48
4.20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	50

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.21 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (pH)..... 51

4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย……..... 52

4.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์……..... 53

4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้……..... 54

4.25 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอด……..... 54

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เพรียงทราย *(Perinereis sp.)* เป็นอาหารสดที่นิยมใช้ในการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์สัตว์ทะเลเศรษฐกิจและปลาสวยงามเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง (Sun *et al*. 2009) เพรียงทรายในสกุล *Perinereis* มีโปรตีน 45.23 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งและมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงชนิด Polyunsaturated fatty acid (PUFA) โดยเฉพาะ Arachidonic acid (ARA) และ Docosahexaenoic acid (DHA) (Bischoff *et al.* 2009) ซึ่งพบมากในรังไข่ของแม่พันธุ์กุ้งทะเลที่มีไข่สุกเต็มที่ (สุรพล ชุณหบัณฑิต. 2544) รวมทั้งมี วิตามินซี วิตามินดีและวิตามินอี (Techaprempreecha *et al*. 2011) มีการศึกษาพบว่าพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเลที่กินเพรียงทรายจะมีการพัฒนาของรังไข่ที่สมบูรณ์ส่งผลให้ผลิตไข่เป็นจำนวนมากและมีคุณภาพดี รวมทั้งช่วยให้ลูกกุ้งวัยอ่อนมีอัตรารอดตายสูง ปัจจุบันความต้องการเพรียงทรายเพื่อใช้เป็นอาหารของพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเลประมาณ 300 ถึง 500 กิโลกรัมต่อวัน (นันทวัน ศานติสาธิตตกุล และคณะ. 2007) ปัจจุบันจึงเกิดมีธุรกิจการเพาะเลี้ยงเพรียงทรายเชิงพาณิชย์ขึ้น อย่างไรก็ตามการขนส่งเพรียงทรายแบบมีชีวิตจากฟาร์มเลี้ยงไปยังลูกค้ายังประสบปัญหา อัตรารอดต่ำเนื่องจากเทคนิคการบรรจุและขนส่งยังไม่ดีพอและระยะเวลาในการขนส่งมักกินเวลานาน เพรียงทรายส่วนใหญ่มักบาดเจ็บและตายระหว่างการขนส่ง วิธีการขนส่งเพรียงทรายในแบบดั้งเดิมของฟาร์มเพาะเลี้ยงเพรียงทราย ทำโดยการบรรจุเพรียงทรายโดยใช้น้ำความเค็ม 30 พีพีที อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นประมาณ 20 องศาเซลเซียส ทำการปรับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบรรจุเพรียงทรายโดยใช้น้ำแข็งใส่ลงไปในน้ำโดยตรง ส่งผลทำให้ความเค็มของน้ำที่ใช้ในการบรรจุลดลงและอุณหภูมิที่ใช้ในการขนส่งยังไม่เหมาะสม ซึ่งวิธีการดังกล่าวส่งผลทำให้เพรียงทรายมีอัตรารอดเพียง 40 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ และเพรียงทรายมีเลือดออกจำนวนมาก ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความมั่นใจของลูกค้าที่มีต่อมาตรฐานของการขนส่งเพรียงทรายแบบมีชีวิตของฟาร์มเลี้ยง

การขนส่งสัตว์น้ำนับเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการประกอบธุรกิจ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับการขนส่งสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งให้เกิดประโยชน์สูงสุด มีการปรับปรุงระบบการขนส่งและวิธีการขนส่งเกิดขึ้นหลายรูปแบบ หลักการสำคัญที่ต้องพิจารณาในการขนส่งสัตว์น้ำ คือ การลดต้นทุนการขนส่งและรักษาคุณภาพของสัตว์น้ำในระหว่างการขนส่งไปจนถึงมือลูกค้าปลายทาง นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งยังเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากที่ต้องนำมาพิจารณา สิ่งต่างๆเหล่านี้มีผลกระทบต่อคุณภาพของสัตว์น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม การพัฒนาระบบการบรรจุและการขนส่งสัตว์น้ำในปัจจุบัน มีการพัฒนาเพื่อเพิ่มความต้านทานของสัตว์น้ำต่อสภาวะความเครียดในระหว่างและหลังการขนส่ง เพื่อลดอัตราการตายของสัตว์น้ำ

และประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง รวมไปถึงสามารถคงคุณภาพของสัตว์น้ำหลังการขนส่งได้ดี เมื่อความต้องการของตลาดผู้บริโภคสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นได้มีการพัฒนาเกี่ยวกับการขนส่งสัตว์น้ำปริมาณมากๆ จึงจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบในการขนส่ง เช่น การเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์สัตว์น้ำในถุงพลาสติกกลายมาเป็นบรรจุลงถังพลาสติกในรูปแบบต่างๆ มีการควบคุมความเย็นและมีการเพิ่มเครื่องปั๊มอากาศ เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้แก่สัตว์น้ำในระหว่างการเดินทาง มีการใช้สารเคมีเพื่อให้สัตว์น้ำสลบและมีการลดอุณหภูมิเพื่อเป็นการให้สัตว์น้ำลดการใช้ออกซิเจนให้น้อยลง โดยรูปแบบที่นิยมใช้ คือ วิธีการขนส่งสัตว์โดยใช้น้ำในการขนส่งที่มีอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากวิธีนี้เป็นวิธีที่สามารถรักษาและควบคุมการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการขนส่งให้มีคุณภาพที่ดีเหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำในขณะขนส่ง ในปัจจุบันจึงมีการปรับปรุงวิธีการขนส่งโดยใช้น้ำในการขนส่งที่มีอุณหภูมิต่ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งให้เพิ่มขึ้นกว่าเดิม มีการใช้วิธีแช่แข็งสัตว์น้ำหรือเทคนิคการลดอุณหภูมิน้ำอย่างรวดเร็ว (Temperature shock) ควบคู่ไปกับวิธีการเดิม

งานวิจัยครั้งนี้เพื่อหาอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมในการขนส่งเพรียงทรายแบบมีชีวิตโดยใช้เทคนิคการลดอุณหภูมิน้ำอย่างรวดเร็ว (Temperature shock) ซึ่งการลดอุณหภูมิเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยเพิ่มอัตรารอดของเพรียงทรายให้ได้มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ช่วยให้สามารถขนส่งได้ระยะเวลานานและไกลมากขึ้น โดยเพรียงทรายมีความทนทานต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี เมื่ออาศัยอยู่สภาวะอุณหภูมิต่ำเพรียงทรายจะลดอัตราการเมทาบอลิซึม ลดกิจกรรมต่างๆในการดำรงชีวิตลง ซึ่งมีการศึกษาในเพรียงทรายชนิด *Nereis virens* พบว่าในสภาวะอุณหภูมิต่ำเพรียงทรายจะลดอัตราการเมทาบอลิซึมเพื่อสงวนพลังงาน (Energy saving) ในช่วงที่อุณหภูมิยังไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต (Deschenes *et al*. 2005)

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ควรใช้สำหรับการขนส่งเพรียงทรายแบบมีชีวิต เป็นการรักษาคุณภาพของเพรียงทรายและยืดระยะการขนส่งเพรียงทรายให้นานขึ้น

1.3 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ใช้เวลาในการดำเนินการศึกษา 1 ปี 6 เดือน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ทราบถึงอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมที่ควรใช้ในการขนส่งเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) แบบมีชีวิตเพื่อยืดระยะเวลาการขนส่งได้นานขึ้นและทำให้เพรียงทรายมีอัตรารอดสูงขึ้น

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เพรียงทราย (*Perinereis sp.*)

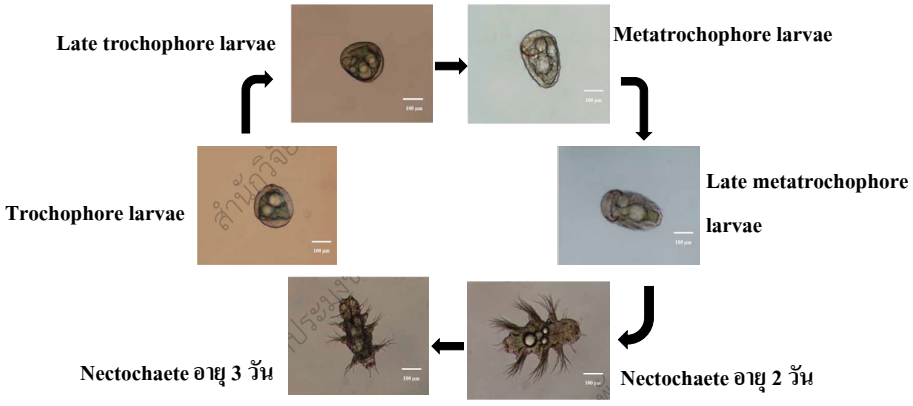
2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเพรียงทราย (*Perinereis sp.*)

ลักษณะทั่วไปของเพรียงทรายแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรก คือ หัว มีลักษณะเป็นพู เรียกว่า โพรโตรเมียม (Protomium) ประกอบด้วยหนวด 1 คู่ อยู่ด้านหน้าสุดและมีตา 2 คู่ อยู่ด้านข้าง ปล้องแรกของส่วนหัวเรียกว่า เพอริสโตรเมียม (Peristomium) มีรยางค์ (Cirri) 4 คู่ มีปากอยู่ด้านหน้าและมีขากรรไกรที่สามารถยืดหดได้เพื่อใช้จับอาหาร ส่วนที่สอง คือ ส่วนลำตัวแบ่งเป็นปล้อง เรียกว่า เมทาสโตรเมียม (Metastomium) ที่มีพาราโพรเดียม (Parapodium) บริเวณด้านข้างเป็นอวัยวะใช้สำหรับว่ายน้ำและส่วนสุดท้าย คือ ส่วนหาง เรียกว่าไพจิเดียม (Pygidium) ส่วนนี้มีรยางค์ ที่ยื่นไปข้างหลังและมีทวารหนักเป็นช่องขับถ่าย (ภาพที่ 2.1 และ 2.2)

เพรียงทรายมีเพศแยกแต่มีอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ชัดเจน ระบบการสืบพันธุ์ของเพรียงทรายจะมีการสร้างไข่และสเปิร์มบริเวณผนังของช่องลำตัวในแต่ละปล้อง เซลล์สืบพันธุ์ของเพรียงทรายจะถูกปล่อยออกมาทางเดียวกับช่องขับถ่ายแล้วมาปฏิสนธิในน้ำทะเล (ยงยุทธ ทักษิญ. 2552) ระยะตัวอ่อน (Embryo) ของเพรียงทรายจะพัฒนาอย่างรวดเร็ว เข้าสู่ระยะโทรโครฟอร์ (Trochophore) และเข้าสู่ระยะเมทาโทรโครฟอร์ (Metatrochophore) ระยะนี้ตัวอ่อนของเพรียงทรายจะดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว มีแถบซิเลียช่วยในการว่ายน้ำ เมื่อพัฒนาเข้าสู่ระยะเนกโทรคีต (Nectochaete) แถบซิเลียจะหายไป ตัวอ่อนของเพรียงจะลงเกาะพื้นและพัฒนาไปจนโตเต็มวัย (Adult) (Balavoine *et al.* 1973) เมื่อเพรียงทรายอายุ 2 เดือน จะมีเริ่มอวัยวะและระบบต่างๆในการดำรงชีวิต ได้แก่ ระบบทางเดินอาหาร ระบบหมุนเวียนเลือดและกลไกรักษาสมดุลของร่างกาย แต่ระบบสืบพันธุ์ยังไม่สมบูรณ์ เมื่อเพรียงทรายอายุ 5 เดือน จะเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์และมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างรูปร่างให้เหมาะสมต่อการผสมพันธุ์และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นอาหารพ่อแม่พันธุ์กุ้ง (ลมัย ใหม่แก้ว และคณะ. 2011) (ภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของเพรียงทราย
ที่มา กฤษฎา สุขเจริญ (2554)

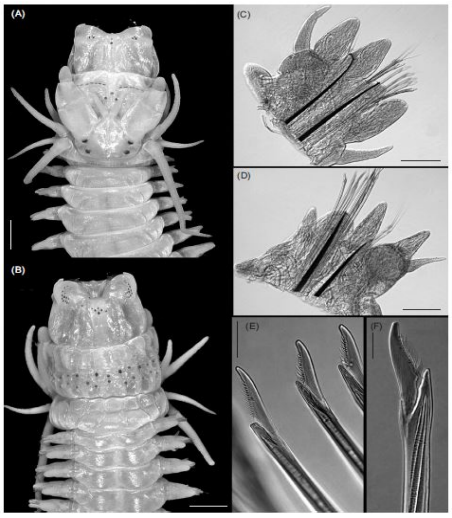
ภาพที่ 2.2 อวัยวะต่างๆของเพรียงทราย
ที่มา นันทวัน และคณะ (2007)



ภาพที่ 2.3 การพัฒนารูปร่างของตัวอ่อนเพรียงทราย
ที่มา นันทวัน และคณะ (2007)

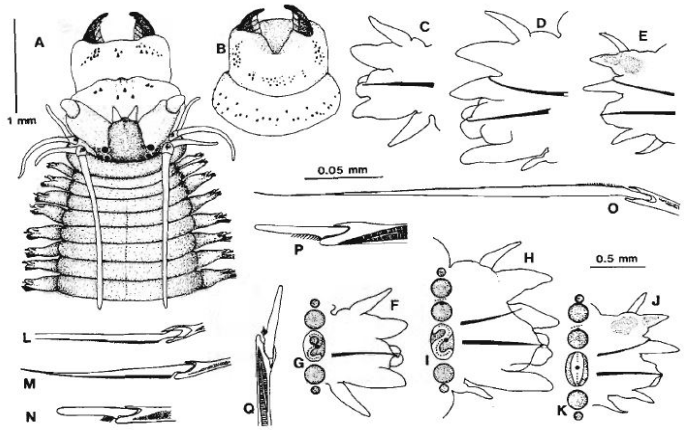
2.1.2 ชนิดของเพรียงทรายในประเทศไทย

ปัจจุบันมีรายงานว่าพบเพรียงทราย *Perinereis sp.* ในประเทศไทยมีทั้งหมด 3 สายพันธุ์ คือ *Perinereis nuntia* (ภาพที่ 2.4), *Perinereis. aibuhitensis* (ภาพที่ 2.5) และ *Perinereis quatrefagesi* (ภาพที่ 2.6) อยู่บริเวณหาดทรายชายฝั่งของอ่าวไทยและทะเลอันดามัน 11 จังหวัด ได้แก่ ตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง กระบี่ ตรัง สตูล และภูเก็ต



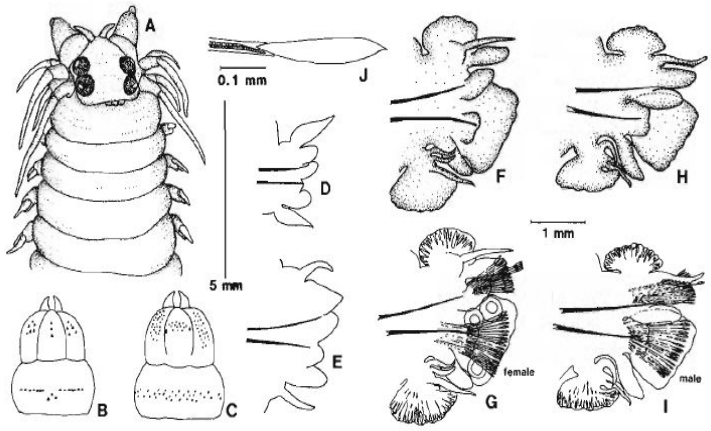
ภาพที่ 2.4 *Perinereis nuntia*

ที่มา Glasby and Hsieh (2006)



ภาพที่ 2.5 *Perinereis aibuhitensis*

ที่มา Hylleberg (1986)



ภาพที่ 2.6 *Perinereis quatrefagesi*
ที่มา Hylleberg (1986)

2.2 การขนส่งสัตว์น้ำแบบมีชีวิต

การขนส่งสัตว์น้ำเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญกับธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เทคนิคการขนส่งสัตว์น้ำได้มีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากในอดีต ซึ่งมีการใช้ภาชนะในการขนส่งสัตว์น้ำแตกต่างกันไปตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของท้องถิ่นที่อยู่ของประชากรในแต่ละประเทศ ยกตัวอย่างเช่น ประเทศอินเดียและอินโดนีเซียใช้ครุไม้ไผ่ทาด้วยน้ำมันดินในการขนส่งสัตว์น้ำ ส่วนในประเทศฟิลิปปินส์ใช้หม้อดินในการขนส่งสัตว์น้ำในท้องถิ่น (ภาพที่ 2.7) ต่อมาได้มีการพัฒนาเทคนิคการขนส่งสัตว์น้ำเพื่อให้สามารถขนส่งได้จำนวนมาก จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงภาชนะสำหรับขนส่งสัตว์น้ำ (ภาพที่ 2.8) ภาชนะในการขนส่งสัตว์น้ำมี 2 ระบบ ได้แก่ 1) ระบบเปิด (Open system) คือ ระบบที่ใช้ภาชนะที่ไม่มีการปิดฝา อากาศภายนอกสามารถเข้าสู่ภาชนะได้ วิธีการนี้นิยมสำหรับการขนส่งสัตว์น้ำระยะใกล้ ใช้เวลาการขนส่งไม่นาน 2) ระบบปิด (Close system) คือ ระบบที่ใช้ภาชนะที่มีฝาปิด อากาศไม่สามารถเข้าสู่ภาชนะได้ วิธีการนี้นิยมสำหรับการขนส่งสัตว์น้ำระยะไกล ใช้เวลาการขนส่งนาน ระบบนี้จึงจำเป็นต้องมีการเติมอากาศให้แก่สัตว์น้ำหรือมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำหรืออุณหภูมิของภาชนะในการขนส่ง ซึ่งวิธีการขนส่งสัตว์น้ำมีวิธีแตกต่างกันไปตามจุดประสงค์และชนิดของสัตว์น้ำ หลักการขนส่งสัตว์น้ำจึงจำเป็นต้องมีการพิจารณาเรื่องคุณภาพของสัตว์น้ำระหว่างการขนส่งซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุด รองลงมา คือ การให้ความสำคัญกับต้นทุนในการขนส่ง ดังนั้นจึงมีการศึกษาและพัฒนาวิธีการขนส่งสัตว์น้ำอย่างไรให้สามารถรักษาคุณภาพของสัตว์น้ำและประหยัดต้นทุนในการขนส่งมากที่สุดทำให้ในปัจุบันมีการพัฒนาเทคนิคต่างๆในการขนส่งสัตว์น้ำเกิดขึ้นหลายวิธี เช่น เทคนิคการขนส่งโดยใช้

น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เป็นวิธีที่ควบคุมน้ำที่ใช้ในการขนส่งให้อยู่ในอุณหภูมิต่ำในระดับที่เหมาะสมกับชนิดของสัตว์น้ำ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมในการขนส่งสัตว์น้ำแบบมีชีวิตทั่วไป เทคนิคการขนส่งสัตว์น้ำแบบมีชีวิตด้วยวิธีการแช่แข็งชั่วขณะ เป็นเทคนิคที่มีการปรับใช้หลักการแช่แข็งสัตว์น้ำให้อยู่ในสภาพคล้ายกับการใช้ยาสลบ มีการใช้เทคนิคนี้ในการขนส่งกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มีชีวิตแบบแห้ง เนื่องจากการขนส่งกุ้งมีชีวิตโดยปกติต้องใช้น้ำในการขนส่งและมีการให้อากาศตลอดเวลา ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะกับการขนส่งสัตว์น้ำระยะสั้น ถ้าต้องการขนส่งในระยะทางไกลจะเปลื้องเนื้อที่และเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งสูง ดังนั้นจึงมีการศึกษาหาวิธีการเก็บรักษากุ้งมีชีวิตแบบแห้ง เพื่อเหมาะสมต่อการขนส่งระยะไกลและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง จากการศึกษาใช้วิธีการใช้ความเย็นของน้ำเค็มในการสลบกุ้ง ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิให้คงที่ตลอดระยะเวลาขนส่ง ด้วยการใช้ขุยมะพร้าวที่มีความชื้นประมาณ 75 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าการขนส่งกุ้งด้วยวิธีนี้สามารถขนส่งกุ้งได้ดี กุ้งมีอัตรารอดสูง ลดการใช้น้ำในการขนส่งและประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง (พูลทรัพย์ และ จิราพร, ไม่ระบุปี)

ภาพที่ 2.7 ภาชนะในการขนส่งสัตว์น้ำสัตว์น้ำในอดีต (a.) ครุไม้ไผ่ทำด้วยน้ำมันดิน (b.) หม้อดิน
ที่มา http://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/localobjects และ http://astoriabelgrade.com

ภาพที่ 2.8 ถังพลาสติกสำหรับขนส่งสัตว์น้ำระบบปิด
ที่มา https://www.alibaba.com/product-detail/ 1000L-frozen-fish-boxes

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำในการขนส่งสัตว์น้ำ

ในการขนส่งสัตว์น้ำการควบคุมและการจัดการคุณภาพน้ำระหว่างการขนส่งเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ อย่างมาก เนื่องจากสัตว์น้ำเมื่ออยู่ในระหว่างการขนส่งย่อมเกิดความเครียดเกิดขึ้น เนื่องจากต้องอยู่ในสภาวะที่ถูกจำกัด ดังนั้นเมื่อคุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการขนส่งมีคุณภาพน้ำที่ไม่ดี สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพของสัตว์น้ำ อาจเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำตายได้ โดยปัจจัยทางคุณภาพน้ำที่มีความสำคัญในขนส่งสัตว์น้ำ ได้แก่

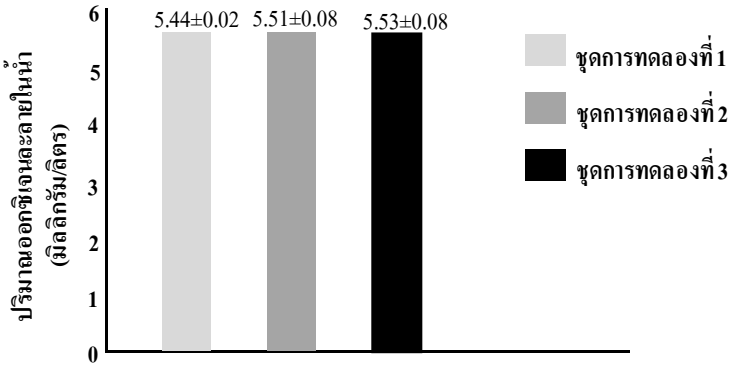
2.2.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญและมีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำส่วนใหญ่เป็นสัตว์เลือดเย็น เมื่ออุณหภูมิของน้ำเปลี่ยนแปลงจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในร่างกายของสัตว์น้ำ อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการขนส่งมีผลต่อการหายใจของสัตว์น้ำเมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้สัตว์น้ำมีการหายใจเร็ว ซึ่งในส่วนนี้มีความสัมพันธ์กับการใช้ปริมาณออกซิเจนและการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ในทางตรงกันข้ามหากอุณหภูมิต่ำจะส่งผลให้สัตว์น้ำมีการหายใจช้าลง ทำให้มีการใช้ปริมาณออกซิเจนน้อยลง และมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์น้อยลงด้วยเช่นกัน ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการเมทาบอลิซึม (Metabolism) ในร่างกาย นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วก่อให้ผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้ เช่น ทำให้ระบบควบคุมการขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุในร่างกายผิดปกติ ทำให้ร่างกายอ่อนแอและตาย ดังนั้นในการขนส่งสัตว์น้ำจำเป็นต้องมีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการขนส่ง ทำให้น้ำมีอุณหภูมิต่ำระหว่างการขนส่งเพื่อลดการหายใจและลดอัตราการเมทาบอลิซึมในภาชนะที่ใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำ อุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำด้านอื่นๆ เช่น ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะลด (Salin and Vadhyar. 2001)

2.2.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ก๊าซออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ เนื่องจากก๊าซออกซิเจนจะถูกใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความสามารถในการละลายของก๊าซออกซิเจนในน้ำจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิต่ำออกซิเจนจะละลายน้ำได้มาก แต่เมื่ออุณหภูมิสูงออกซิเจนจะละลายน้ำได้น้อย แต่ในขณะเดียวกันเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สัตว์น้ำจะมีอัตราเมทาบอลิซึมสูง ทำให้เกิดความต้องการออกซิเจนเพื่อใช้ในการทำกิจกรรมสูง ทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนในน้ำ ทำให้น้ำเกิดการเน่าเหม็น ดังนั้นจึงควรมีการควบคุมและป้องกันไม่ให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงจนอยู่ในระดับที่อันตรายต่อสัตว์น้ำ เนื่องจากอัตราการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างอากาศกับน้ำจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ซึ่งน้อยกว่า

อัตราการใช้ในขบวนการหายใจและขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ จึงทำให้ออกซิเจนมีปริมาณลดลงจนอาจจะไม่เหลือเลยในบางครั้ง ขบวนการสูญเสียออกซิเจน เกิดขึ้นได้หลายทาง เช่น จากการหายใจสัตว์น้ำและแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยกระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นได้ทั้งกลางวันและกลางคืน อาจส่งผลทำให้สัตว์น้ำตายได้จากสาเหตุการขาดแคลนออกซิเจน ปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนแม้จะเกิดในช่วงสั้นๆ แต่ส่งผลให้เกิดผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำหลายอย่าง เช่น การฟักไข่ การพัฒนาในระยะตัวอ่อนจะช้าลง ตัวอ่อนไม่แข็งแรง ประสิทธิภาพการย่อยอาหารลดลง ลดความสามารถในการทนทานต่อสารพิษและเกิดโรคง่าย ในการศึกษาอัตรารอดของตัวอ่อนเพรียงทราย ได้ใช้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 5 ถึง 6 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นระดับออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำและทำให้ตัวอ่อนเพรียงทรายมีอัตราการรอดและการฟักตัวที่ดี (นันทวัน และคณะ. 2007) (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตลอดการทดลอง โดยชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 คือ ความหนาแน่นของตัวอ่อนเพรียงทราย 1000, 1500 และ 2000 ตัว

ที่มา นันทวัน และคณะ (2007)

2.2.1.3 แอมโมเนีย

แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสัตว์น้ำมาจากของเสียที่สัตว์น้ำขับถ่ายออกมา การขนส่งสัตว์น้ำแบบหนาแน่นมักมีการสะสมของแอมโมเนียในปริมาณที่สูง ระดับความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับแอมโมเนียนั้นอยู่ในรูปแบบใด แอมโมเนียที่พบในน้ำแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ แอมโมเนียและแอมโมเนียมอิออน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงรูปแบบขึ้นอยู่กับค่าความเป็นกรดด่างและอุณหภูมิของน้ำ โดยแอมโมเนียมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากกว่าแอมโมเนียมอิออน เมื่อความเป็น

กรดด่างและอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นอัตราส่วนของแอมโมเนียจะสูงขึ้น ส่งผลให้มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากขึ้น ความเป็นกรดด่างมีอิทธิพลต่อแอมโมเนียในน้ำมากกว่าอุณหภูมิ โดยมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปไปมาของแอมโมเนียดังสมการ

(Low pH) $NH_4^+ + OH^- \longleftrightarrow NH_3 + H_2O$ (High pH)

เมื่อระหว่างการขนส่งมีปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงจะมีผลต่อการสะสมแอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อ ส่งผลต่อปฏิกิริยาชีวเคมีในตัวสัตว์น้ำ ทำให้มีความต้องการออกซิเจนมากขึ้น นอกจากนี้แอมโมเนียจะทำลายเหงือกและความสามารถในการขนส่งออกซิเจน ส่งผลให้สัตว์น้ำอ่อนแอและติดโรคง่าย

2.2.1.4 ปริมาณไนไตรท์

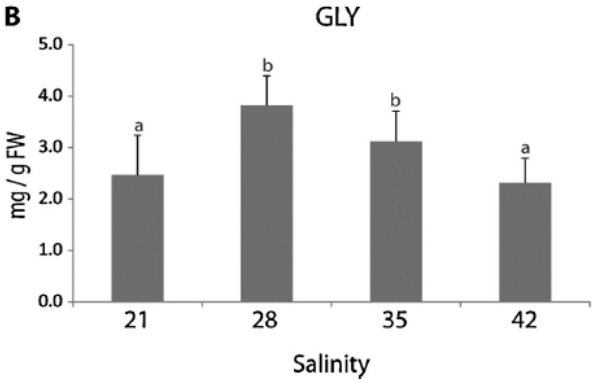
โดยทั่วไปปริมาณไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจะไม่สูงเพราะไนไตรท์ไม่คงตัว มักพบอยู่ในรูปไนเตรท แต่ถ้าในระบบมีปริมาณแอมโมเนียสูง อาจทำให้เกิดการสะสมของปริมาณไนไตรท์ได้ ไนไตรท์ที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ มักเกิดจากไนไตรท์ไปออกซิไดซ์เหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) เกิดเป็นเมทธีโมโกลบิน (Methemoglobin) ทำให้เลือดไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ จึงเกิดสภาพที่เลือดมีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าปกติ (Hypoxia or brown blood disease) และมีสีน้ำตาล สัตว์น้ำจึงตายจากการขาดออกซิเจน ความเป็นพิษของไนไตรท์จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณออกซิเจนต่ำและอุณหภูมิสูง ถ้าการควบคุมค่าความเป็นกรดด่างของระบบเลี้ยงสัตว์น้ำให้อยู่ในช่วง 7.5 ถึง 8.5 จะสามารถป้องกันปัญหาความเป็นพิษของไนไตรท์ได้ (Boyd. 1979)

2.2.1.5 ความเค็ม

ความเค็ม หมายถึง ปริมาณเกลือทั้งหมดที่ละลายในน้ำ การวัดค่าความเค็มคิดเป็นหน่วยน้ำหนักของเกลือหน่วยเป็นกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหรือส่วนในพันส่วน (Part per thousand, ppt) น้ำทะเลมีความเค็มเฉลี่ยประมาณ 35 พีพีที จากการศึกษาเกี่ยวกับผลของความเค็มต่อการการปฏิสนธิและการพัฒนาของตัวอ่อนในเพรียงทราย *Nereis virens* โดยเก็บตัวอย่างจาก White sea พบว่าความเค็มมีผลต่อการปฏิสนธิ และการพัฒนาตัวอ่อนในระยะต่างๆ ตัวอ่อนของเพรียงทรายหลังจากการปฏิสนธิ สามารถทนความเค็มได้ในช่วงแคบ (Narrow salinity) อยู่ความเค็มได้ในช่วงระหว่าง 22 ถึง 34 พีพีที ในการทดลองที่ความเค็ม 14 ถึง 45 พีพีที ตัวอ่อนที่พัฒนาเป็นระยะโทรโคฟอร์ (Trochophore larva) ได้ 3 วัน สามารถทนความเค็มในช่วง 14 ถึง 45 พีพีที และเมื่อพัฒนาตัวอ่อนเป็นระยะเนคโตคีต (Nectochaete) ได้ 8 วัน ตัวอ่อนในระยะดังกล่าวสามารถทนความเค็มได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับตัวอ่อนในระยะอื่นๆ ตัวอ่อนในระยะนี้จะสามารถทนความเค็มได้ในช่วง 6 ถึง 50 พีพีที ส่งผลทำให้มีอัตรารอดสูงขึ้นและอัตรา

การเปลี่ยนรูปร่าง (Metamorphosis) ในช่วงระยะการพัฒนาตัวอ่อนจะเกิดขึ้นมากที่สุดที่ความเค็มมากกว่า 14 พีพีที (Ushakova and Sarantchova. 2004) นอกจากนั้นยังมีการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของความเค็มที่มีต่อการงอกใหม่และ Biochemical maker ทำการศึกษาในไส้เดือนทะเลชนิด *Diopatra neapolitana* โดยทดสอบในความเค็ม 5 ระดับดังนี้ 14, 21, 28, 35 และ 42 พีพีที ผลการศึกษาพบว่าความเค็มมีผลต่อปริมาณไกลโคเจน (Glycogen) ในตัว โดยเมื่อไส้เดือนทะเลชนิดนี้อยู่ในความเค็มที่ 21 และ 42 พีพีที มีระดับของไกลโคเจนต่ำกว่าในความเค็ม 28 และ 35 พีพีที ส่วนอัตราการตายพบว่าระดับความเค็มที่ 28 และ 35 พีพีที ไม่มีการตาย และพบอัตราการตาย 100 เปอร์เซนต์ ที่ความเค็ม 14 พีพีที ไกลโคเจนมีความสำคัญต่อกระบวนการต่างๆของร่างกายของสัตว์เพราะเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญที่จะถูกนำไปใช้ทำกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการงอกใหม่ (Regeration) ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายขาดไปจะเกิดการงอกใหม่ และไกลโคเจนยังเป็นตัวบ่งชี้ระดับความเครียดเมื่อสัตว์อยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสม (Freitas. 2015) (ภาพที่ 2.10)

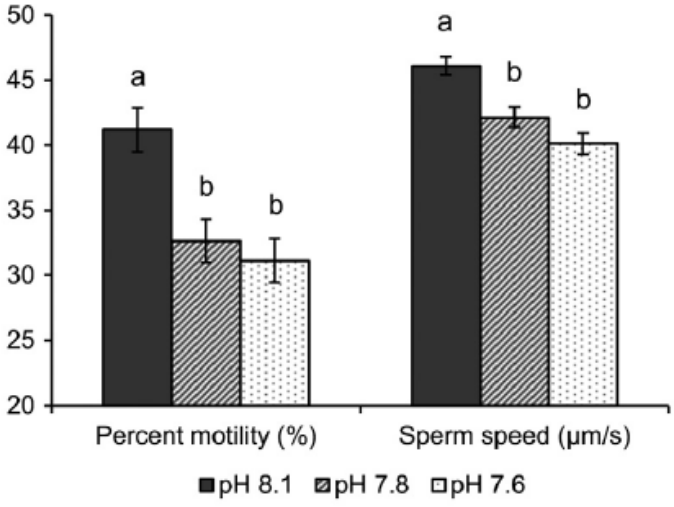
ความเค็มของน้ำมีผลต่อการควบคุมสมดุลของน้ำและไอออนในร่างกายเป็นผลมาจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติก (Osmotic) ภายในตัวสัตว์น้ำและน้ำภายนอก สัตว์น้ำจืดจะมีแรงดันออสโมติกภายในตัวสูงกว่าน้ำที่อยู่ภายนอก น้ำภายนอกจึงสามารถซึมเข้าสู่ร่างกายได้ง่าย สัตว์จึงมีความจำเป็นต้องมีการขับน้ำส่วนเกินออกไป ส่วนสัตว์น้ำเค็มที่อาศัยอยู่ในทะเลจะมีแรงดันออสโมติกต่ำกว่าน้ำทะเล ดังนั้นน้ำภายในตัวจะออกนอกร่างกายได้ง่าย สัตว์ทะเลจึงต้องพยายามเก็บรักษาปริมาณน้ำไว้ในตัวให้มาก สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำกร่อยเป็นสัตว์ที่มีความสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดีมีความสามารถในการปรับตัวและมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันออสโมติกได้ดี



ภาพที่ 2.10 ผลของความเค็มต่อปริมาณไกลโคเจนใน *Diopatra neapolitana*
ที่มา Freitas (2015)

2.2.1.6 ความเป็นกรดด่าง

การวัดค่า ความเป็นกรดด่างของน้ำเป็นการวัดปริมาณไฮโดรเจนไอออนที่มีอยู่ ระดับของความเป็นกรดด่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 14 น้ำธรรมชาติมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5 ถึง 9 ความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่าง ขึ้นอยู่กับลักษณะของภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ เช่น ลักษณะของพื้นดิน หิน ปริมาณฝนในแหล่งน้ำและค่าความเป็นกรดด่างของดิน นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์ และแพลงก์ตอนพืช สามารถทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำเปลี่ยนแปลงได้ ในมหาสมุทรมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็น กรดด่าง เมื่อระดับความเป็นกรดด่างลดลง ทำให้ความเป็นกรดของน้ำในมหาสมุทรเพิ่มสูงขึ้นซึ่งมีส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาผลของการลดค่าความเป็นกรดด่าง ในไส้เดือนทะเลชนิด *Geleolaria caespitosa* พบว่า ค่าความเป็นกรดด่าง มีผลกระทบต่อสเปิร์ม (Sperm) ในเพศผู้ โดยทำให้การเคลื่อนที่ความเร็ว ความทนทาน และอัตราการปฏิสนธิลดลง (Schlegel *et al.* 2014) ระดับค่าความเป็น กรดด่างที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงเพรียงทรายอยู่ในช่วง 7.2 ถึง 7.8 นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงระดับคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเป็นสาเหตุหนึ่ง ที่ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังนั้นความเป็นกรดด่างของน้ำที่ใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำควรจะต้องพิจารณาให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับ สัตว์น้ำ (ภาพที่ 2.11)

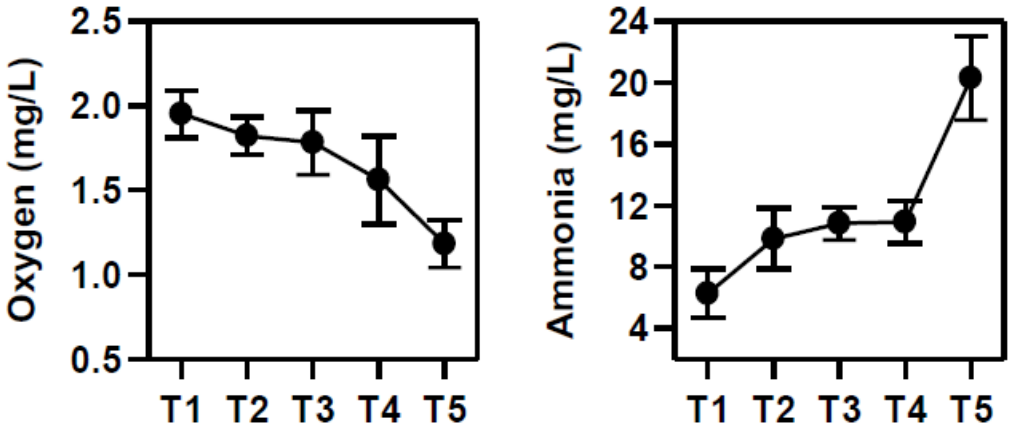


ภาพที่ 2.11 อัตราการเคลื่อนไหวและความเร็วของสเปิร์มเพศผู้ โดยมีระดับ pH ที่แตกต่างกัน
ที่มา Schlegel *et al.* (2014)

2.2.2 การควบคุมคุณภาพน้ำ

การควบคุมคุณภาพน้ำเป็นเรื่องสำคัญมากในการขนส่งสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์จำเป็นต้องอาศัยอยู่ในน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการขนส่ง ดังนั้นเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในทางที่ไม่ดี ย่อมส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์เช่นกัน

มีการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพระหว่างการขนส่งปลานีออนแดง สายพันธุ์ *Paracheirodon axelrodi* พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่อง ในทางตรงข้ามปริมาณแอมโมเนียมีปริมาณเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าสัตว์น้ำระหว่างการขนส่งมีการใช้ออกซิเจนและมีการขับถ่ายของเสียออกมาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน แสดงให้เห็นได้จากปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาในการทดลอง (Waichman *et al.* 2001) (ภาพที่ 2.12)



ภาพที่ 2.12 ปริมาณออกซิเจนและปริมาณแอมโมเนียระหว่างการทดลอง
ที่มา Waichman *et al.* (2001)

Babu and Marian (1998) ทำการศึกษาการขนส่งกุ้งขาวอินเดีย *Penaeus indicus* แบบมีชีวิตโดยใช้ขุยมะพร้าว จากการศึกษาพบว่าการใช้ขุยมะพร้าวทำให้กุ้งมีอัตรารอดสูงกว่าใช้ถุงพลาสติกแบบปกติ การใช้ขุยมะพร้าวช่วยให้สามารถรักษาความชื้นและควบคุมอุณหภูมิได้ดี มีการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม

Watson (2001) ทำการขนส่งปลาสวยงาม จากการศึกษาพบว่าการขนส่งปลาสวยงามจำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพน้ำเช่น ความเค็ม ปริมาณออกซิเจน ปริมาณแอมโมเนีย ความเป็นกรดด่าง เป็นต้น แต่ปัจจัยหลักที่ต้องควบคุมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในขณะ

ขนส่ง คือ อุณหภูมิ ถ้าน้ำที่ใช้ในการขนส่งมีอุณหภูมิสูงเกินไป จะทำให้ปลามีอัตราเมทาบอลิซึมสูง มีการขับถ่ายของเสียมาก ทำให้น้ำเน่าเสียและปลาตาย

Thomforde (2001) ทำการศึกษาการขนส่งปลาสวยงามขนาดเล็ก กลุ่มที่นิยมใช้เป็นเหยื่อตกปลา หรือเป็นอาหารให้ปลา (Baitfish) แบบมีชีวิตและมีคุณภาพดี ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ คือ 18 องศาเซลเซียส หรืออาจใช้วิธี Temperature shock โดยใช้น้ำความเย็น 6 องศาเซลเซียส แช่ปลาเป็นเวลา 6 นาที ความเย็นจะทำให้มีการขับแอมโมเนียออกมาอย่างช้าๆและมีความเครียดต่ำ ปริมาณออกซิเจนไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ควรงดให้อาหารเพื่อให้ปลาขับของเสียได้น้อยลง

Kubaryk and Harper (2001) ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการขนส่งกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* พบว่าในการขนส่งกุ้งสามารถใช้น้ำเริ่มที่มีความเย็นต่ำกว่า 14 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิของน้ำให้ค่อยๆเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ทุกๆ 10 นาที จนถึงอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการควบคุมไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากไปกว่า 29 องศาเซลเซียส วิธีนี้ทำให้เกิดอัตราเมทาบอลิซึมลดต่ำลง ในขณะขนส่งกุ้งไม่ตายและไม่มีอาการบาดเจ็บ คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

Salin (2005) ทำการศึกษาการขนส่งกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* แบบมีชีวิตโดยวิธีการใช้ขี้เลื่อย และ Salin and Vadhyar (2001) ทำการศึกษาการขนส่งกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (Fabricius) โดยใช้วิธีควบคุมความเย็น โดยใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 20 องศาเซลเซียส ลดลงจนถึง 15 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการขนส่งกุ้งด้วยวิธี Cold anaesthetization ใช้ขี้เลื่อยที่แช่เย็นที่อุณหภูมิ 2 ถึง 3 องศาเซลเซียส ในการควบคุมอุณหภูมิในภาชนะที่บรรจุกุ้ง เพื่อให้มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างช้าๆ กุ้งสามารถฟื้นตัวจากการแช่เย็นภายในเวลา 20 นาที ส่งผลทำให้กุ้งมีการอัตรารอดสูงและมีคุณภาพดี วิธีการนี้เป็นการปรับให้คล้ายกับการใช้ยาสลบ น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้กุ้งลดอัตราการเมทาบอลิซิมในร่างกาย

Danford and Uglow (2001) ทำการศึกษาการขนส่ง American lobster ชนิด *Homarus americanus* พบว่าการขนส่งที่ควบคุมอุณหภูมิน้ำเท่ากับ 12 องศาเซลเซียส ตลอดการทดลองขนส่งอุณหภูมิจะมีการเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 1.5 ถึง 2 องศาเซลเซียส จากการใช้ความเย็นในการขนส่ง ส่งผลทำให้ปริมาณแอมโมเนียน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด

การขนส่งสัตว์น้ำในปัจจุบันนิยมใช้วิธีการควบคุมอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการขนส่งให้อยู่ในอุณหภูมิต่ำและรวมไปถึงวิธีการลดอุณหภูมิของน้ำลงอย่างรวดเร็ว (Temperature shock) มีจุดประสงค์เพื่อลดความเครียด ลดอัตราการเมทาบอลิซึมของสัตว์น้ำให้ได้มากที่สุดและสามารถควบคุมคุณภาพ

ของน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสัตว์น้ำมากที่สุด ซึ่งเป็นการทำให้สัตว์น้ำทนทานต่อสภาวะในระหว่างการขนส่งได้ดีขึ้น เพิ่มอัตรารอดและเพิ่มระยะเวลาในการขนส่งให้นานขึ้น

2.2.3 การขนส่งสัตว์น้ำระบบปิด (Close system)

ระบบปิด คือ การขนส่งโดยใช้ภาชนะที่ปิดสนิท ไม่มีการระบายอากาศ จึงจำเป็นต้องมีการเติมก๊าซออกซิเจน ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ เป็นการจำกัดและควบคุมปัจจัยต่างๆภายในภาชนะ เช่น คุณภาพน้ำที่ใช้ในการขนส่ง

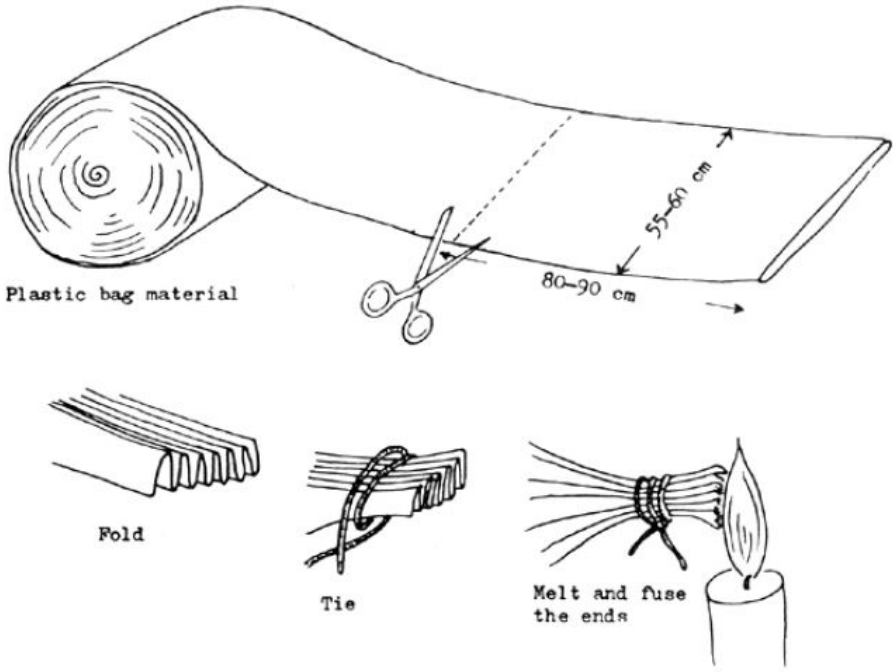
2.2.3.1 การใช้ถุงพลาสติกในการขนส่งสัตว์

ถุงพลาสติกที่ใช้สำหรับการขนส่งสัตว์น้ำทำมาจากพลาสติกโพลีเอทิลีน ถุงแบบปกติมีขนาด 0.8 ถึง 1.1× 0.35 ถึง 0.45 เมตร ที่ปลายถุงด้านใดด้านหนึ่งมีรอยเย็บปิดสนิท มีขั้นตอนการบรรจุภัณฑ์ดังนี้ สัตว์น้ำจะถูกบรรจุลงในถุงพลาสติก ซึ่งเติมออกซิเจนและควรรัดปากถุงด้วยหนังยางหรืออาจจะใช้อุปกรณ์หนีบปากถุง โดยบรรจุในลักษณะที่มีความหนาแน่นของสัตว์น้ำไม่มากนัก ปริมาณน้ำที่ใช้ต้องเหมาะสมกับปริมาณความหนาแน่นของสัตว์น้ำ จากนั้นนำไปบรรจุในกล่องโฟมที่มีคุณสมบัติเป็นฉนวนโดยในกล่องโฟมอาจบุด้วยหนังสือพิมพ์ก่อน ก็ได้ แล้วปิดฝากล่องด้วยเทปใส่อีกครั้ง การวางถุงในกล่องอย่างเหมาะสมจะช่วยลดความแออัดของสัตว์น้ำไม่ให้ไปรวมกันอยู่ที่มุมถุง ชนิดและรูปแบบของกล่องที่ใช้ในการบรรจุสัตว์น้ำมีความหลากหลายขึ้นอยู่ปริมาณการขนส่งและชนิดของสัตว์น้ำ โดยขนาดกล่องที่นิยมใช้มีสองขนาด คือ ขนาด 42×60×30 เซนติเมตร และขนาด 38×49×38 เซนติเมตร (Berka. 1986) (ภาพที่ 2.13 ถึง 2.16)

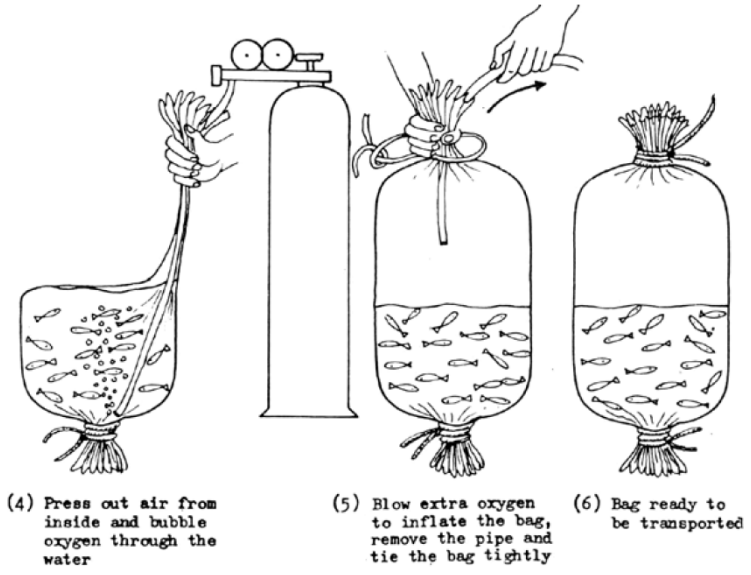
มีการศึกษาเกี่ยวกับความหนาของกล่องโฟมที่เหมาะสมในการขนส่งสัตว์น้ำ พบว่าความหนาของกล่องโฟมที่เหมาะสมในการบรรจุสัตว์น้ำควรมีความหนาอย่างน้อยที่สุด 2.5 เซนติเมตร การใช้กล่องโฟมทำให้ควบคุมอุณหภูมิของน้ำระหว่างการขนส่งได้ดี เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิขณะขนส่งอย่างรวดเร็ว (Froese. 1996)

2.2.3.2 การใช้ภาชนะชนิดอื่นในการขนส่งสัตว์น้ำระบบปิด

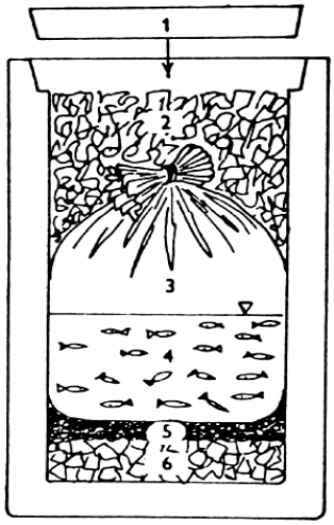
มีการพัฒนาการขนส่งแบบปิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งให้เพิ่มสูงขึ้น ทำให้สามารถขนส่งสัตว์น้ำได้ในปริมาณมาก จึงมีการภาชนะแบบปิดที่มีขนาดใหญ่ เช่น ถังพลาสติกหรือวัสดุชนิดอื่นๆที่มีความคงทน แข็งแรง และมีการเพิ่มระบบการเติมอากาศให้กับสัตว์น้ำ (ภาพที่ 2.17)



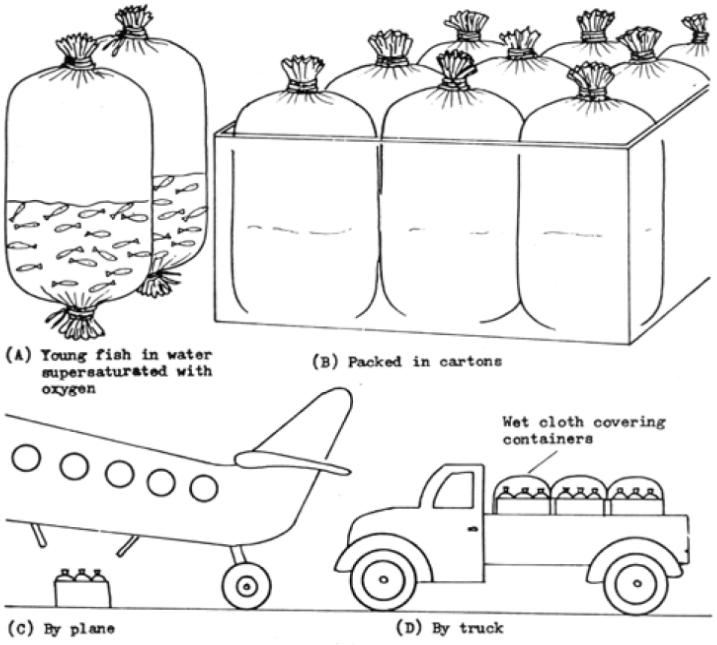
ภาพที่ 2.13 ขั้นตอนการปิดปลายด้านล่างถุงพลาสติก
ที่มา Berka (1986)



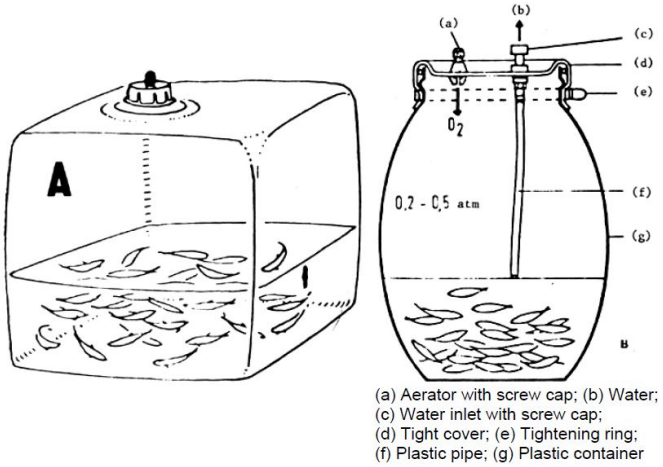
ภาพที่ 2.14 วิธีการและขั้นตอนในการเติมออกซิเจนลงในบรรจุภัณฑ์
ที่มา Berka (1986)



ภาพที่ 2.15 ภาชนะในการบรรจุแบบปิด ใช้ถุงพลาสติกและมีการออกซิเจน
ที่มา Berka (1986)



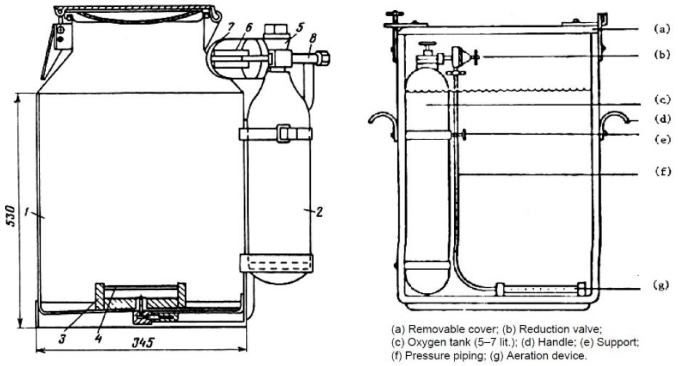
ภาพที่ 2.16 ขั้นตอนการขนส่งสัตว์น้ำโดยใช้ภาชนะแบบปิด
ที่มา Berka (1986)



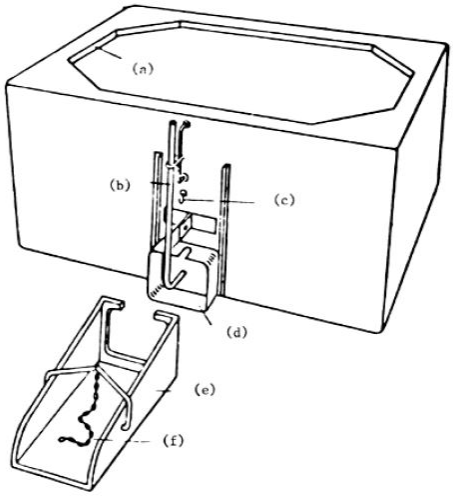
ภาพที่ 2.17 การขนส่งสัตว์น้ำโดยใช้ภาชนะแบบปิด
ที่มา Berka (1986)

2.2.4 การขนส่งสัตว์น้ำระบบเปิด (Open system)

ระบบเปิด คือ การขนส่งโดยใช้ภาชนะที่เปิด มีการระบายอากาศ มีการเติมก๊าซออกซิเจนในภาชนะเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่สัตว์น้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์ ไม่มีการควบคุมปัจจัยภายในภาชนะการขนส่งรูปแบบนิยมขนส่งในระยะไม่ไกลและใช้ในการขนส่งสัตว์น้ำในปริมาณมาก (ภาพที่ 2.18 และ 2.19)



ภาพที่ 2.18 ภาชนะในการขนส่งระบบเปิดขนาดเล็ก ที่มีการพัฒนาระบบให้อากาศเพิ่มเติม
ที่มา Berka (1986)



ภาพที่ 2.19 ภาชนะในการขนส่งระบบเปิดขนาดใหญ่ ที่มีการพัฒนาระบบให้อากาศเพิ่มเติม
ที่มา Berka (1986)

2.2.5 การเตรียมสัตว์น้ำก่อนการขนส่ง

ขั้นตอนแรกของการเตรียมสัตว์น้ำเพื่อให้พร้อมกับการขนส่ง คือ การป้องกันโรคและปรสิต เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพื่อป้องกันให้สัตว์น้ำไม่เกิดโรคและไม่นำพาโรคไปไปสู่สัตว์น้ำชนิดอื่น เริ่มจากนำสัตว์น้ำที่ต้องการขนส่งมาขังไว้ในบ่อ หลังจากนั้นใช้น้ำยาเคมีเพื่อฆ่าเชื้อโรคและปรสิต สารเคมีที่นิยมใช้ คือ 1) ด่างทับทิมที่มีความเข้มข้น 10 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อกำจัดพาราไซต์และโปรโตซัวที่เกาะอยู่ภายนอก 2) ฟอร์มาลีน ความเข้มข้น 15 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 6 ชั่วโมง เพื่อกำจัดพยาธิในเหงือกและโปรโตซัว ปรสิตที่เกาะอยู่ภายนอก 3) ยาเหลือง (Acriflavine) ความเข้มข้น 1 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อลดการตายจากโรคต่างๆที่เกิดจากแบคทีเรีย ยาเหลืองนี้ควรจะใส่ลงไปในภาชนะหรือน้ำที่ใช้ในการลำเลียงในระดับความเข้มข้นเดียวกันนี้เพราะเป็นตัวยาที่มีประโยชน์และไม่ทำให้เกิดอันตรายภายหลัง (อำพล พงศ์สุวรรณและอารีย์ สิทธิมังค์. 2523)นอกจากนี้การใช้วิตามินซีจะทำให้สัตว์น้ำมีความทนทานต่อสภาวะเครียดในระหว่างการขนส่งได้ดี มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้วิตามินซีในการใช้เป็นอาหารเสริมในการขนส่งสัตว์น้ำโดยทำการทดลองในปลาหางนกยูงพบว่าปลาหางนกยูงที่ให้วิตามินซีในปริมาณ 2000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กรัม เป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่าสามารถ ลดอัตราการตายสะสมภายหลังการขนส่งไปแล้ว 7 วัน นอกจากนี้ยังมีการทดลองความทนทานของปลาต่อสภาวะเครียดในระหว่างการขนส่งซึ่งพบว่าสามารถลดอัตราการตายของปลาหางนกยูงได้ดีโดยลดอัตราการ

ตายจาก 90 เปอร์เซ็นต์ เหลือเพียง 14 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ยาดังกล่าวควรเลือกใช้ยาในปริมาณที่เหมาะสมก่อนการขนส่ง (Lim *et al.* 2002)

2.2.5.1 การอดอาหารสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำที่จะถูกขนส่งจำเป็นต้องอดอาหารอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อให้อาหารที่อยู่ในกระเพาะถูกใช้ไปหมดก่อนที่จะถูกขนส่ง ทำให้สัตว์น้ำเกิดการขับถ่ายของเสียน้อยลง (กาญจนา จิรพันธ์พิพัฒน์ และคณะ. 2552)

2.2.5.2 การคัดเลือกขนาดของสัตว์น้ำ

ควรคัดเลือกขนาดของสัตว์น้ำให้เป็นขนาดใกล้เคียงขนาดเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน เพราะในขั้นตอนการขนส่งสัตว์น้ำนั้นจะทำให้สัตว์น้ำเกิดความเครียดและอาจทำให้เกิดการดุร้ายหรือหงุดหงิด หากสัตว์น้ำมีขนาดเล็กหรือมีความแตกต่างมากจนเกินไป จะทำให้สัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าทำร้ายสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กกว่า ส่งผลทำให้สัตว์น้ำเกิดความอ่อนแอ เกิดบาดแผลและทำให้ตายขณะการขนส่งได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 กล่องโฟม ขนาด 30×39.4×34.1 เซนติเมตร

3.1.2 เครื่องวัดความเค็ม (ยี่ห้อ ATC รุ่น RF20)

3.1.3 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (ยี่ห้อ HANNA รุ่น PM 102)

3.1.4 ตาชั่ง (Thaivasion)

3.1.5 เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer)

3.1.6 ถุงพลาสติก

3.1.7 หนังยาง

3.1.8 กระดาษสีน้ำตาล ขนาด 35×37 นิ้ว ความหนา 110 แกรม

3.1.9 น้ำแข็งก้อน

3.1.10 บีกเกอร์

3.1.11 หลอดหยดสาร

3.1.12 ชุด Test Kit คุณภาพน้ำ (น้ำทะเล)

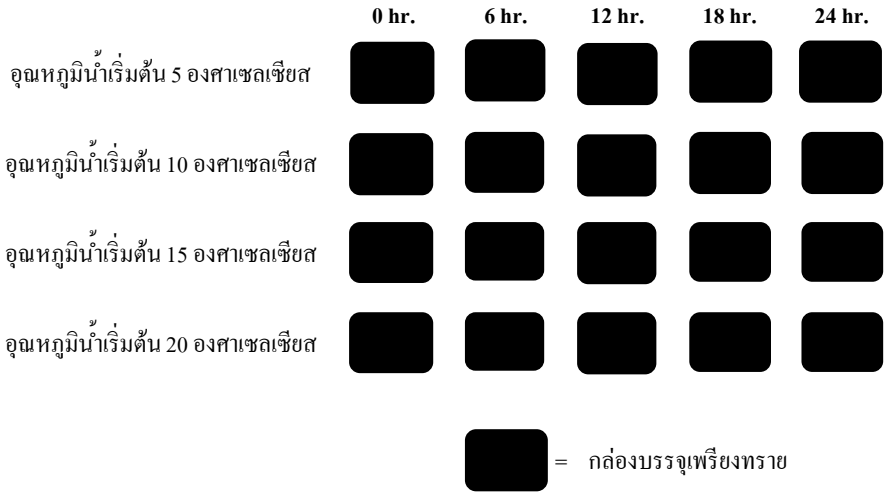
3.1.13 เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำ (YSI รุ่น 550A)

3.1.14 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

3.2 การวางแผนการทดลอง

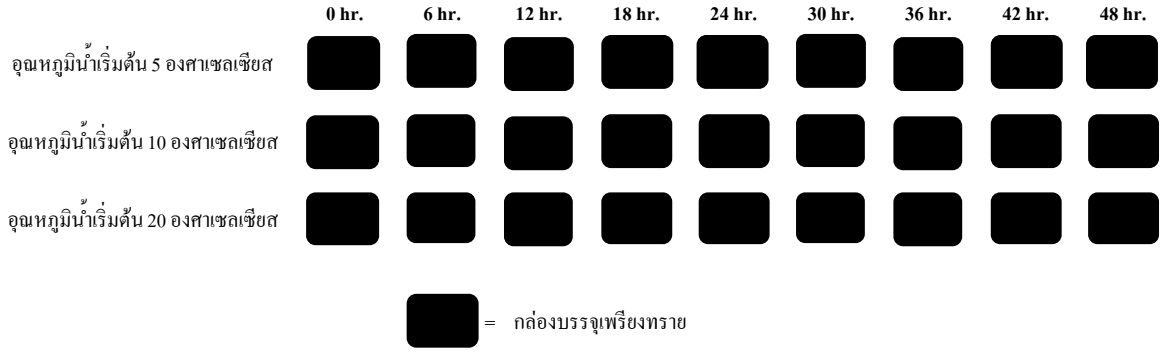
3.2.1 แผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 ทำการทดลองอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส, ชุดการทดลองที่ 2 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส, ชุดการทดลองที่ 3 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ 4 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส แต่ละชุดการทดลองใช้กล่องบรรจุเพรียงทราย 5 กล่อง โดยแบ่งตามช่วงเวลา คือ 0 ชั่วโมง, 6 ชั่วโมง,12 ชั่วโมง, 18 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.1)



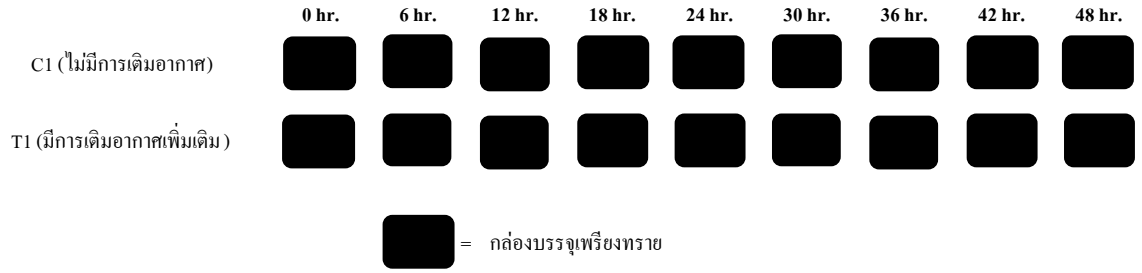
ภาพที่ 3.1 รูปแบบแผนการทดลองที่ 1

การทดลองที่ 2 ทำการทดลองอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส, ชุดการทดลองที่ 2 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส และ ชุดการทดลองที่ 3 ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส แต่ละชุดการทดลองใช้กล่องบรรจุเพรียงทราย 9 กล่อง โดยแบ่งตามช่วงเวลา คือ 0 ชั่วโมง, 6 ชั่วโมง, 12 ชั่วโมง, 18 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, 30 ชั่วโมง, 36 ชั่วโมง, 42 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 รูปแบบแผนการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 3 ทำการทดลองอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ ชุดการควบคุม (C1) ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ไม่มีการเติมอากาศ และชุดการทดลอง (T1) ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีการเติมอากาศเพิ่มเติม แต่ละชุดการทดลองใช้กล่องบรรจุเพรียงทราย 9 กล่อง โดยแบ่งตามช่วงเวลา คือ 0 ชั่วโมง, 6 ชั่วโมง, 12 ชั่วโมง, 18 ชั่วโมง, 24 ชั่วโมง, 30 ชั่วโมง, 36 ชั่วโมง, 42 ชั่วโมง และ 48 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 รูปแบบแผนการทดลองที่ 3

3.3 วิธีการดำเนินการ

3.3.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) จากฟาร์มเพาะเลี้ยง อายุ 4 ถึง 5 เดือน น้ำหนักเฉลี่ย 1.50±8.75 กรัม ความยาวเฉลี่ย 23.55±10.72 เซนติเมตร น้ำหนักเพรียงทรายที่ใช้ทั้งหมด 25 กิโลกรัม มาพักไว้ในกระบะพลาสติกเพื่อปรับสภาพก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ งดให้อาหารก่อนเริ่มทำงานทดลอง 24 ชั่วโมง สภาพของเพรียงทรายที่ใช้ในการทดลอง ลำตัวต้องไม่มีบาดแผลและมีการเคลื่อนไหวปกติ

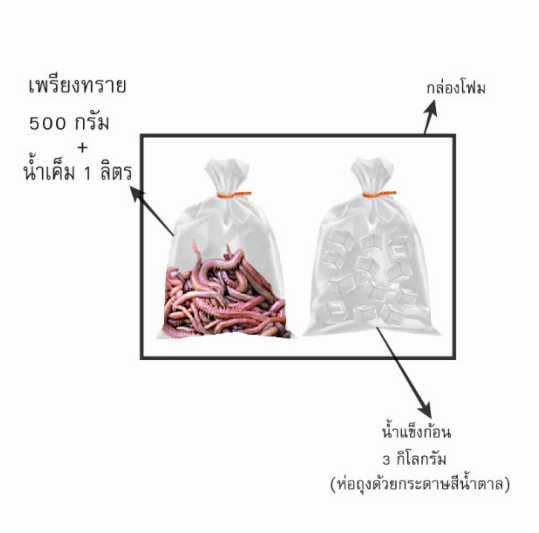
3.3.2 การเตรียมน้ำสำหรับใช้ทดลอง

3.3.2.1 เตรียมน้ำเค็มเพื่อใช้ในการทดลองปริมาณ 50 ลิตร โดยเติมอากาศเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ใช้เริ่มต้นในการทดลองประมาณ 7 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็มของน้ำเท่ากับ 30 พีพีที

3.3.2.2 การปรับอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นที่ใช้ในการทดลอง ทำด้วยวิธีการใช้น้ำแข็งก้อนในการปรับลดอุณหภูมิของน้ำ ขั้นตอนการทำมีดังนี้ ขั้นตอนแรกทำการบรรจุน้ำแข็งก้อนลงในถุงพลาสติก โดยใช้ถุงละ 500 กรัม และมัดปากถุงให้แน่น ขั้นตอนต่อมานำถุงน้ำแข็งที่เตรียมไว้นำมาใส่ในกระบะพลาสติกที่พักน้ำไว้สำหรับใช้ในการบรรจุถุง โดยเริ่มใส่ครั้งละ 1 ถุง และเริ่มวัดอุณหภูมิของน้ำ ทำการปรับลดอุณหภูมิของน้ำให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในแผนการทดลอง

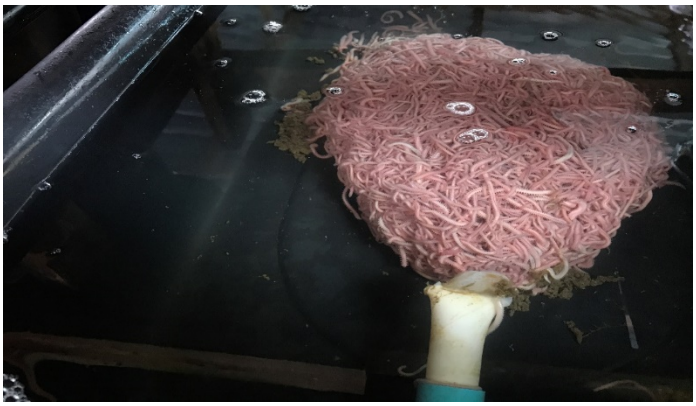
3.3.3 การเตรียมบรรจุภัณฑ์

หลังจากนั้นทำการปรับอุณหภูมิของน้ำที่จะใช้ในการบรรจุด้วยน้ำแข็งให้ได้ตามอุณหภูมิที่กำหนดไว้ข้างต้น แต่ละชุดการทดลองจะบรรจุเพรียงทรายน้ำหนัก 500 กรัม ในถุงพลาสติกและเติมน้ำเค็มความเค็ม 30 พีพีที ปริมาตร 1 ลิตร ที่ผ่านการปรับอุณหภูมิของน้ำตามที่กำหนดไว้ในแต่ละชุดการทดลอง หลังจากนั้นเติมอากาศและมัดปากถุงพลาสติกให้แน่น แล้วบรรจุถุงในกล่องโฟมขนาด 30×39.4×34.1 เซนติเมตร แต่ละกล่องใส่น้ำแข็งก้อนที่มีน้ำหนักประมาณ 3 กิโลกรัม ใส่ลงในถุงพลาสติกซ้อน 2 ชั้น และรัดปากถุงให้แน่น หลังจากนั้นห่อถุงน้ำแข็งด้วยกระดาษสีน้ำตาล ขนาด 35×37 นิ้ว ความหนา 110 แกรม หลังจากนั้นใช้เทปกาวปิดรอบฝากล่องให้สนิท (ภาพที่ 3.4 ถึง 3.11)



ภาพที่ 3.4 ตำแหน่งการใส่ถุงบรรจุเพรียงทรายและถุงบรรจุน้ำแข็งในกล่องโฟม

ภาพที่ 3.5 กล่องโฟมขนาด 30×39.4×34.1 เซนติเมตร



ภาพที่ 3.6 เพรียงทรายมาพักไว้ในกระบะพลาสติกเพื่อปรับสภาพก่อนการทดลอง

ภาพที่ 3.7 การเตรียมน้ำสำหรับใช้ทดลอง

ภาพที่ 3.8 เตรียมเพรียงทรายก่อนนำมาบรรจุลงถุง

ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการเติมอากาศและการบรรจุถุง

ภาพที่ 3.10 ขั้นตอนการมัดปากถุง

ภาพที่ 3.11 การบรรจุลงในกล่องโฟม

3.3.4 สภาพแวดล้อมในการทดลอง

สภาพแวดล้อมภายนอกของสถานที่ใช้ในการทดลอง เป็นห้องปรับอากาศ อุณหภูมิของห้องประมาณ 25 ถึง 28 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง

3.4 การเก็บข้อมูลและบันทึกผล

3.4.1 สังเกตพฤติกรรมและประเมินอัตรารอด

ทำการเก็บข้อมูลโดยเปิดถุงชุดการทดลองทุก 6 ชั่วโมง หลังจากนั้นสังเกตพฤติกรรมและประเมินอัตรารอดด้วยวิธีการดังนี้ 1) ตักเพรียงทรายจากถุงชุดการทดลองมาใส่ในกระบะพลาสติก 2) คัดเลือกเพรียงทรายตัวที่ตายออก ลักษณะของเพรียงทรายที่ตาย คือ ผิวบริเวณลำตัวจะไม่มีการไหลเวียนของเลือด สภาพดังกล่าวสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า 3) นำเพรียงทรายตายแล้วที่ทำการคัดเลือกออกมาไปชั่งน้ำหนัก 4) ประเมินอัตรารอดโดยการเปรียบเทียบอัตราส่วน

$$\text{การตาย (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักเพรียงทรายที่ตาย (กรัม)} \times 100 \text{ (เปอร์เซ็นต์)}}{\text{น้ำหนักเพรียงทรายทั้งหมด}}$$

อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) = 100 % (เพรียงทรายทั้งหมด) - การตาย (เปอร์เซ็นต์)

3.4.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวัดผลคุณภาพน้ำตามพารามิเตอร์ต่างๆ ประกอบด้วย อุณหภูมิ, ความเป็นกรดด่าง (pH) , ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ, ปริมาณอัลคาลินิตี้, ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์ ทุก 6 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การทดลองที่ 1 ผลการทดลองอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย

การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดของเพรียงทราย มีการจำลองการบรรจุภัณฑ์เพรียงทราย ให้มีความคล้ายคลึงกับการขนส่งมากที่สุด โดยหนึ่งชุดการทดลองใช้เพรียงทรายน้ำหนัก 500 กรัม น้ำเค็ม 1 ลิตร และใช้น้ำแข็งในปริมาณ 3 กิโลกรัม ในการรักษาและควบคุมอุณหภูมิของน้ำตลอดระยะการทดลอง ทำการทดลองโดยการใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส เพื่อประเมินอัตรารอดตายของเพรียงทรายเมื่ออยู่ในบรรจุภัณฑ์ในการขนส่ง ใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 24 ชั่วโมง มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ประเมินอัตรารอดและสังเกตพฤติกรรมเพรียงทรายทุกๆ 6 ชั่วโมง

4.1.1 คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์

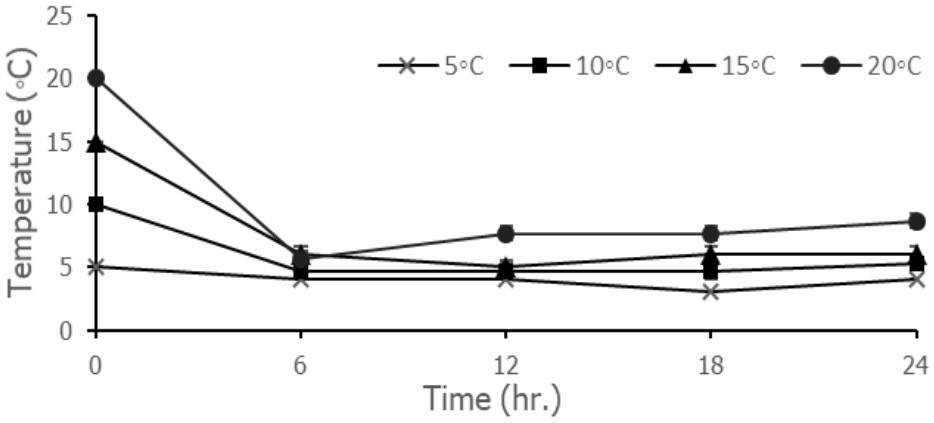
4.1.1.1 อุณหภูมิ

เมื่อทำการประเมินผลโดยใช้ช่วงเวลาเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง เป็นช่วงระยะเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเกิดขึ้นมากที่สุดในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำในช่วงนี้เกิดขึ้นน้อยที่สุด มีอุณหภูมิลดลงเพียง 1 องศาเซลเซียส รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิลดลง 5 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิลดลง 9 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเกิดขึ้นมากที่สุด โดยมีอุณหภูมิลดลง 14 องศาเซลเซียส

เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิคงที่ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิลดลง 1 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส

เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง ทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิลดลง 1 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 และ 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลง

เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5, 10 และ 15 องศเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเกิดขึ้นเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลา 18 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำทั้ง 3 ชุดการทดลองอยู่ในช่วง 7 ถึง 8 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีอุณหภูมิของน้ำสูงที่สุดเท่ากับ 9 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส

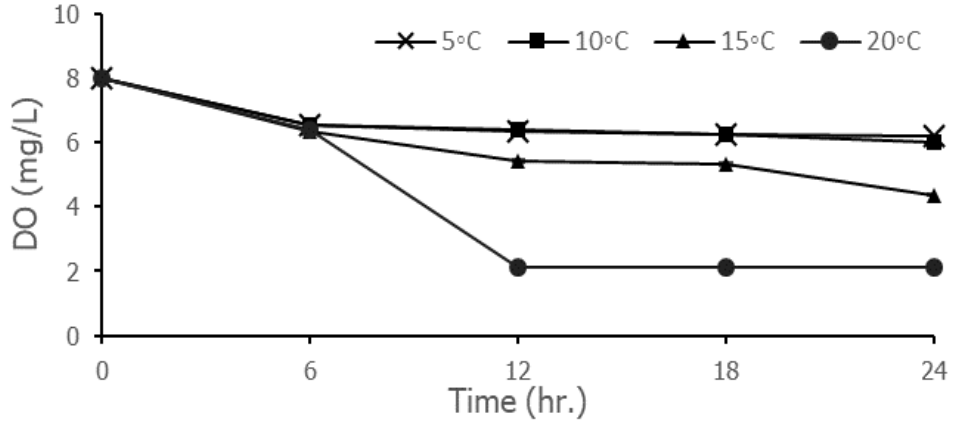
4.1.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) จากการทดลองพบว่า ในช่วงเริ่มต้นการทดลองทุกชุดการทดลองมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลอง เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหลือประมาณ 6 ถึง 7 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงมากที่สุด โดยมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 2.13 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 5.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเกิดขึ้นน้อยที่สุด โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือมากที่สุดเท่ากับ 6.34 และ 6.37 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง พบว่าทุกชุดการทดลองยังคงมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือคงที่เท่ากับเมื่อระยะเวลา 12 ชั่วโมง

เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีการปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลง 0.95 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 4.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 6.21, 6.02 และ 2.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือในปริมาณน้อยที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15, 10 ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือมากที่สุด (ภาพที่ 4.2)



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส

4.1.1.3 ความเค็ม

การเปลี่ยนแปลงความเค็ม จากการทดลองพบว่าในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีความเค็มเท่ากับ 30 พีพีที และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุเพรียงทรายในทุกชุดการทดลองความเค็มไม่มีการเปลี่ยนแปลง

4.1.1.4 ความเป็นกรดด่าง (pH)

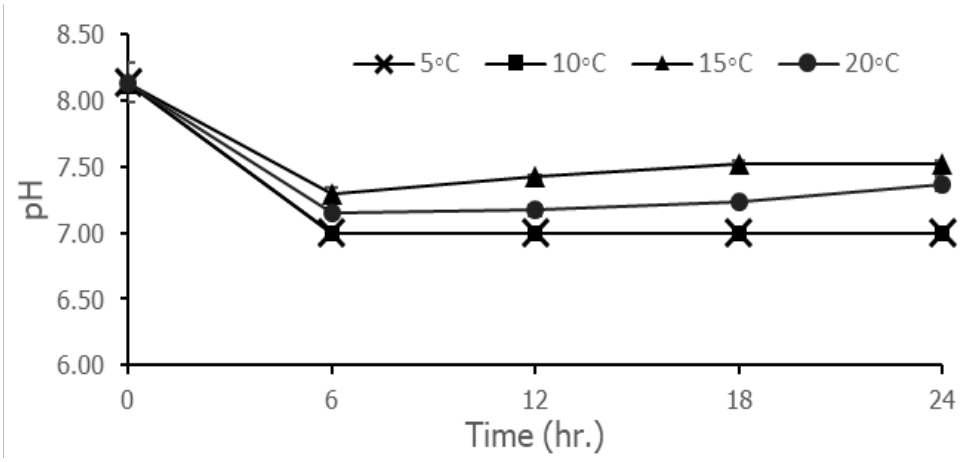
ค่าความเป็นกรดด่าง ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 8.13 เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ทุกชุดการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างเกิดขึ้น โดยมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ในช่วง 7 ถึง 7.42 ซึ่งชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดด่างลดลง

มากที่สุด รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดด่างลดลงน้อยที่สุด

เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างคงที่ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน่ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างเกิดขึ้นมากที่สุด

เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่างคงที่ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างแตกต่างจากระยะเวลา 12 ชั่วโมง เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน่ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรดด่างเกิดขึ้นมากที่สุด

เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง สิ้นสุดการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส ยังคงมีค่าความเป็นกรดด่างคงที่และมีค่าความเป็นกรดด่างน้อยที่สุดเท่ากับ 7 ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดด่างมากสุดเท่ากับ 7.52 รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7.37 (ภาพที่ 4.3)



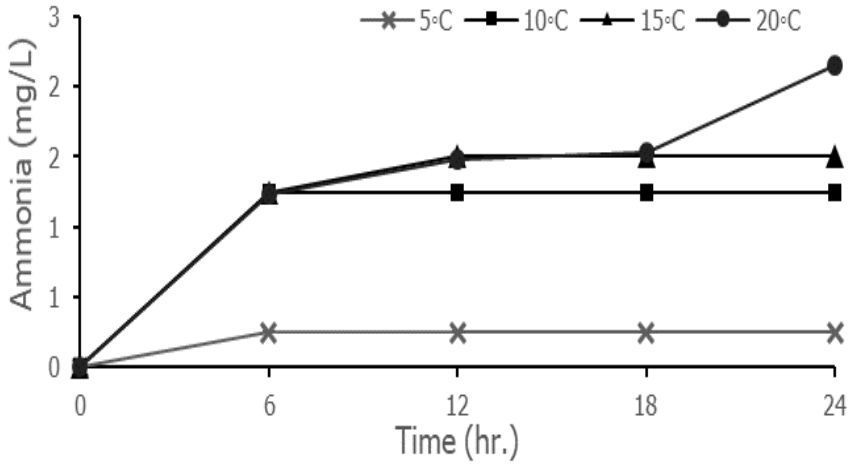
ภาพที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10,15 และ 20 องศาเซลเซียส

4.1.1.5 แอมโมเนีย

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียพบว่า ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณแอมโมเนียเริ่มต้นเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 2.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลอง 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้นเท่ากับ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร

เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง พบว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส ยังคงมีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่ากับ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียคงที่เท่ากับ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 1.48 มิลลิกรัมต่อลิตร

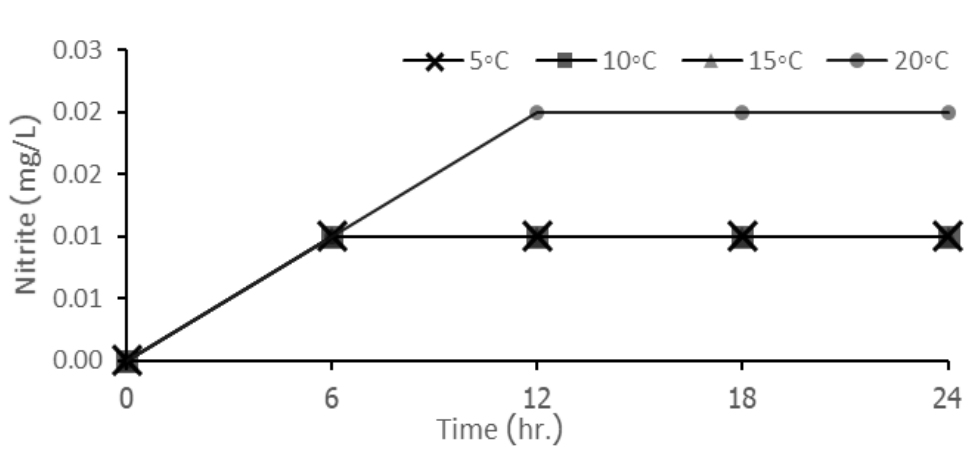
เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง พบว่าทุกชุดการทดลองมีปริมาณแอมโมเนียคงที่เท่ากับเมื่อระยะเวลา 12 ชั่วโมง แต่เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่าชุดการทดลองที่มีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้นมากที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับ 2.15 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมา คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับ 1.48 และ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่มีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้นน้อยที่สุด คือ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10,15 และ 20 องศาเซลเซียส

4.1.1.6 ไนไตรท์

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์ ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้นเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6, 12 และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์คงที่เท่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12, 16 และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อระยะเวลาผ่านไปครบ 24 ชั่วโมง ปริมาณไนไตร์ยังคงที่ ซึ่งการทดลองครั้งนี้มีปริมาณไนไตรท์เกิดขึ้นน้อยมากและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ซึ่งมาตรฐานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีปริมาณไนไตรท์ต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชนินทร์ แสงรุ่งเรือง. ไม่ระบุปี) (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส

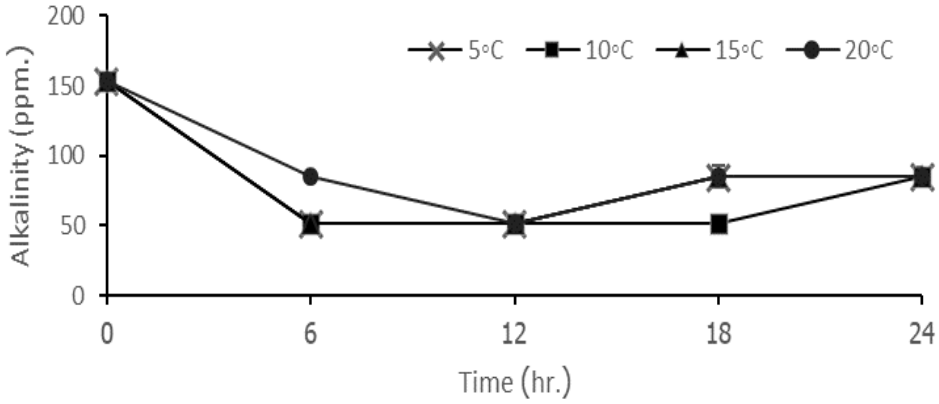
4.1.1.7 อัลคาลินิตี้

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลคาลินิตี้พบว่า ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณอัลคาลินิตี้เริ่มต้นเท่ากับ 153 พีพีเอ็ม จากผลการทดลองพบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5, 10 และ 15 องศาเซลเซียส มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม ส่วนชุดการทดลอง 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 85 พีพีเอ็ม

เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณอัลคาลินิตี้เท่ากัน โดยมีปริมาณอัลคาลินิตี้เท่ากับ 51 พีพีเอ็ม

เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง พบว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส ยังคงมีปริมาณอัลคาลินิตี้เท่าคงที่เท่ากับ 51 พีพีเอ็ม ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม

เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าทุกชุดการทดลองมีปริมาณอัลคาลินิตี้เท่ากับ 85 พีพีเอ็ม (ภาพที่ 4.6)

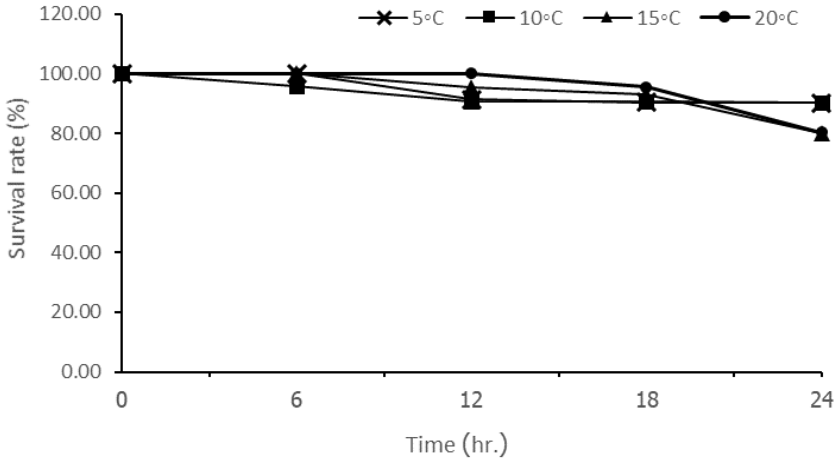


ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงอัลคาลินิตี้ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส

4.1.2 อัตรารอด

จากการทดลองพบว่าอัตรารอดของเพรียงทรายในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ไม่มีการตาย แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีอัตรารอดลดลงเหลือ 91.42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีอัตรารอด 90.28 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง มีอัตรารอด 90.24 เปอร์เซ็นต์ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง พบว่ามีอัตรารอดลดลงเท่ากับ 95.76 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12 และ 18 ชั่วโมง ยังคงพบว่ามีอัตรารอดลดลงเท่ากับ 90.79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่าอัตรารอดเท่ากับ 90.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเวลาผ่านไป 12 และ 18 ชั่วโมง มีอัตรารอด 95.52 และ 93.20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง มีอัตรารอด 80.12 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 และ 12 ชั่วโมง ไม่มีการตาย เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีอัตรารอด 95.59 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อครบเวลา 24 ชั่วโมง มีอัตรารอด 80.23 เปอร์เซ็นต์

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าอัตรารอดของเพรียงทรายที่บรรจุในถุงโดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส และ 10 องศาเซลเซียส มีอัตรารอด 90.24 และ 90.15 เปอร์เซ็นต์ และเพรียงทรายที่บรรจุในถุงโดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 15 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส มีอัตรารอด 80.12 และ 80.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสังเกตสีของน้ำจะเห็นได้ชัดว่าสีของน้ำในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีสีส้มอ่อนไปจนถึงสีแดง น้ำมีกลิ่นคาวและมีเมือกเล็กน้อย พบว่าเพรียงทรายมีเลือดออกที่ลำตัวและมีแผลบาดเจ็บเป็นจำนวนมาก ส่วนสีของน้ำที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ10 องศาเซลเซียส พบว่าสีของน้ำเป็นสีเหลืองจางๆ ไม่มีกลิ่นคาว เพรียงทรายมีบาดแผลเกิดขึ้นเล็กน้อย มีการเคลื่อนไหวเป็นปกติ ส่วนสีของน้ำที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ10 องศาเซลเซียส พบว่าสีของน้ำเป็นสีเหลืองจางๆ ไม่มีกลิ่นคาว เพรียงทรายมีบาดแผลเกิดขึ้นเล็กน้อย มีการเคลื่อนไหวเป็นปกติ (ภาพที่ 4.7 ถึง 4.9)



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอดในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4.8 พฤติกรรมการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนของเพรียงทรายก่อนเริ่มทำการทดลอง

ภาพที่ 4.9 สภาพเพรียงทรายในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำ 20 องศาเซลเซียส เมื่อครบระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.2 อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย ภายในระยะเวลาทดลอง 48 ชั่วโมง

การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดของเพรียงทราย เวลาในการทดลอง 48 ชั่วโมง มีการจำลองการบรรจุภัณฑ์เพรียงทราย ให้มีความคล้ายคลึงกับการขนส่งมากที่สุด โดยหนึ่งชุดการทดลองใช้เพรียงทรายน้ำหนัก 500 กรัม น้ำเค็ม 1 ลิตร และใช้น้ำแข็งก้อนในปริมาณ 3 กิโลกรัม เพื่อการรักษาและควบคุมอุณหภูมิของน้ำตลอดระยะการทดลอง ทำการทดลองโดยการเลือกใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ คือ ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส โดยเลือกใช้อุณหภูมิของน้ำจากการผลการทดลองที่ 4.1

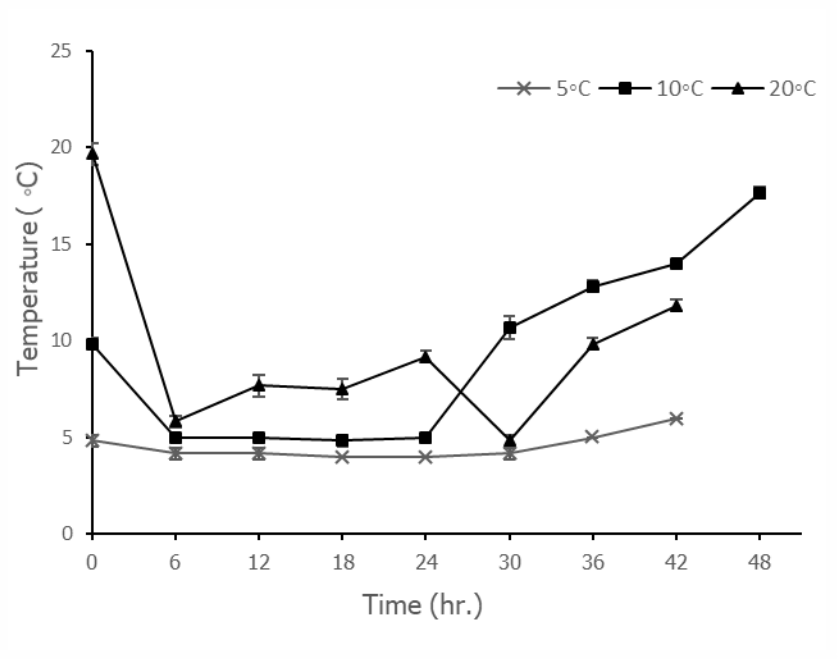
เพื่อประเมินอัตรารอดตายของเพรียงทรายเมื่ออยู่ในบรรจุภัณฑ์ในการขนส่ง ใช้ระยะเวลาทำการทดลอง 48 ชั่วโมง มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ประเมินอัตรารอดและสังเกตพฤติกรรมเพรียงทรายทุกๆ 6 ชั่วโมง

4.2.1 คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์

4.2.1.1 อุณหภูมิ

ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 12, 18, 24 และ 30 ชั่วโมง มีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาการทดลองผ่านไป 36 ชั่วโมง มีอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบรรจุมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ,12, 18 และ 24 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 11 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็น 13 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 14 องศาเซลเซียส และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีอุณหภูมิมีเพิ่มสูงขึ้นเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส

ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ 6 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 8 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 8 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเท่ากับ 9 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 10 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อระยะเวลา 42 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำที่ใช้บรรจุเท่ากับ 12 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.10)



ภาพที่ 4.10 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ องศาเซลเซียส

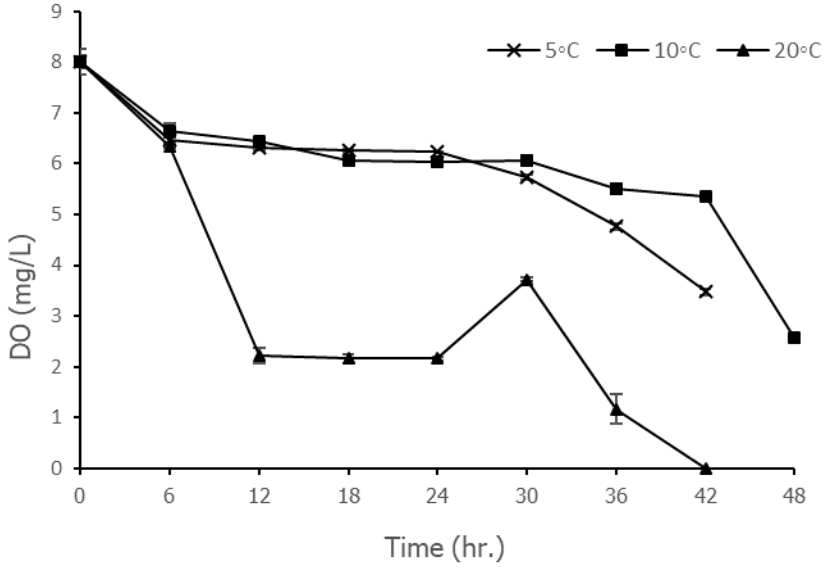
4.2.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ทุกชุดการทดลองมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 8 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองพบว่า ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.46 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.31 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีแนวโน้มของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการลดลงเรื่อยๆ มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.23 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 5.73 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 4.76 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 3.48 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.65 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.43 และ 6.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 24 และ 30 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อเวลาระยะเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ลดลงเหลือ 5.50 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างต่อเนื่องเหลือ 5.36 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง สิ้นสุดการทดลอง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 2.58 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.34 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 2.23 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 18 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 2.16 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 3.72 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงอย่างมาก มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเหลือ 1.17 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง ไม่เหลือปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งช่วงเวลานี้พบว่าเพรียงทรายตายทั้งหมด (ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5,10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส

4.2.1.3 ความเค็ม

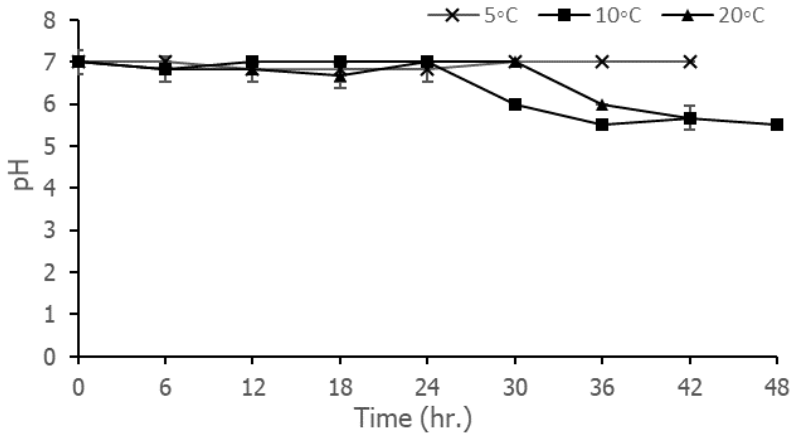
การเปลี่ยนแปลงความเค็ม จากการทดลองพบว่าในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีความเค็มเท่ากับ 30 พีพีที และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุเพรียงทรายในทุกชุดการทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็ม

4.2.1.4 ความเป็นกรดด่าง

การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่าง ทุกชุดการทดลองมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 7 จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 7 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12 และ 18 และ 24 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุ มีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 6.83 แต่เมื่อถึงระยะเวลาผ่านไป 30, 36 และ 42 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นเป็น 7

ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดเหลือ 6.83 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12, 18 และ 24 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นเป็น 7 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเท่ากับ 6 เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเท่ากับ 5.5 แต่เมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเท่ากับ 5.67 และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 5.5

ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 และ 12 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 6.83 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 6.67 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 และ 30 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 7 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเรื่อยๆเหลือ 6 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 5.67 (ภาพที่ 4.12)



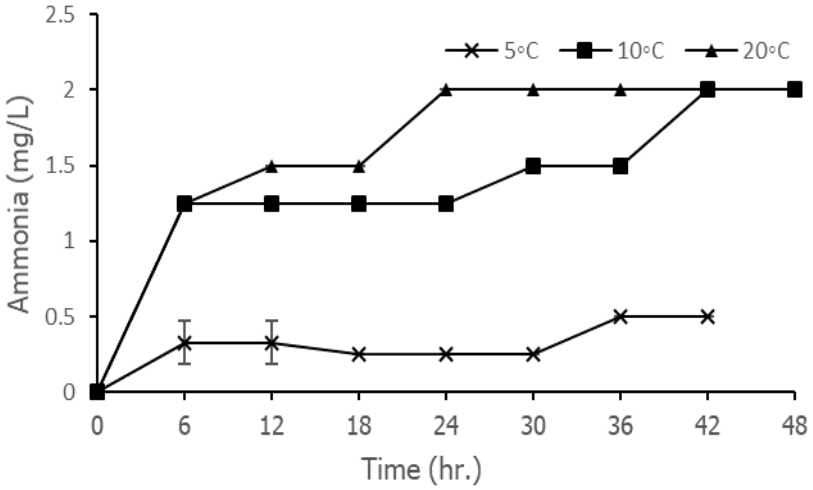
ภาพที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (pH) ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส

4.2.1.5 แอมโมเนีย

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนีย ทุกชุดการทดลองมีปริมาณแอมโมเนียเริ่มต้นเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 และ 12 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 18, 24 และ 30 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียลดลงเหลือ 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อถึงระยะเวลา 36 และ42 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบว่าเพรียงทรายตายทั้งหมด

ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 36 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 42 และ 48 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร

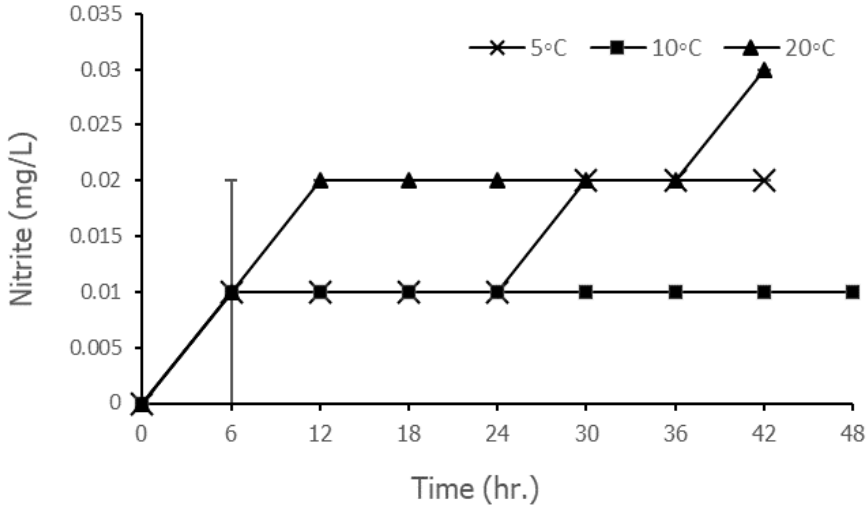
ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 20 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 และ18 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.50 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 24 ,30, 36 และ 42 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส

4.2.1.6 ไนไตรท์

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้นเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30, 36 และ 42 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณไนไตรท์ตลอดการทดลองเพิ่มขึ้นเป็น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12, 18, 24, 30 และ 36 มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตรและเมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ภาพที่ 4.14)



ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส

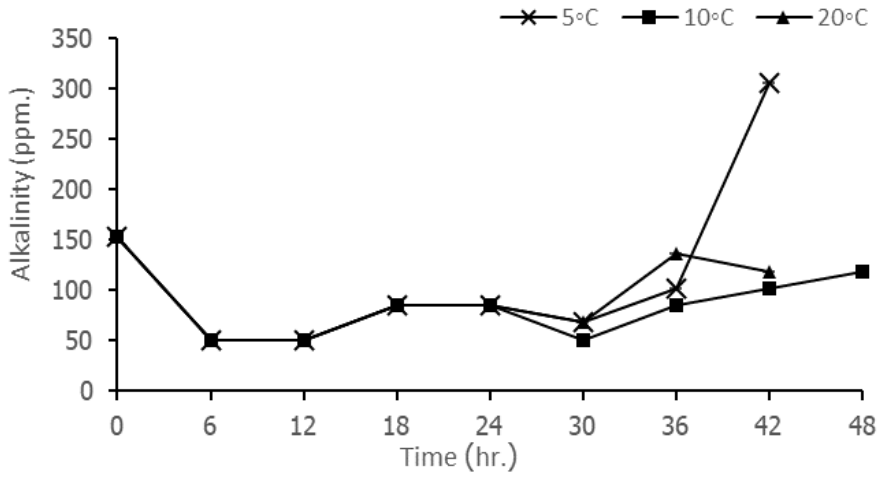
4.2.1.7 ปริมาณอัลคาลินิตี้

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลคาลินิตี้พบว่า ทุกชุดการทดลองมีปริมาณอัลคาลินิตี้เริ่มต้นเท่ากับ 153 พีพีเอ็ม พบว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 และ 12 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 18 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเท่ากับ 85 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 68 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 102 พีพีเอ็มต่อลิตร และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นสูงมาก มีค่าเท่ากับ 306 พีพีเอ็ม

ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 และ 12 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 18 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นสูงมาก มีค่าเท่ากับ 102 พีพีเอ็ม และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 119 พีพีเอ็ม

ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 และ 12 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 18 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 68 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป

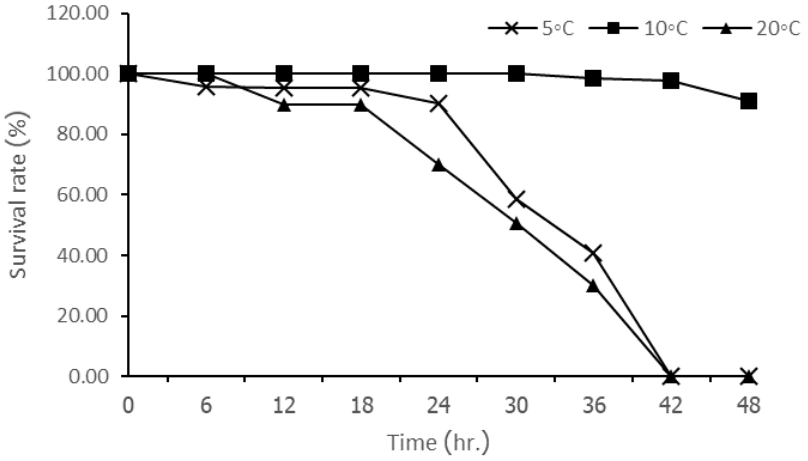
36 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 136 พีพีเอ็ม และเมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 119 พีพีเอ็ม (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้ในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส

4.2.2 อัตรารอด

การทดสอบอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย ภายในระยะเวลาทดสอบ 48 ชั่วโมง เพรียงทรายที่บรรจุในถุงโดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส พบว่ามีอัตรารอด 90.89 เปอร์เซ็นต์ จากการสังเกตลำตัวไม่มีบาดแผล มีการเคลื่อนไหวปกติ น้ำไม่มีกลิ่นคาว และเพรียงทรายที่บรรจุในถุงโดยใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่า 5 และ 20 องศาเซลเซียส พบว่าเพรียงทรายตายทั้งหมดเมื่อครบ 42 ชั่วโมง จากการสังเกตการทดลองดังกล่าวพบว่าเพรียงทรายที่บรรจุถุงโดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส ลักษณะของลำตัวมีสีขาวซีด ไม่มีการเคลื่อนไหว เนื่องจากน้ำที่บรรจุมีอุณหภูมิต่ำและเพรียงทรายต้องอยู่ในสภาวะดังกล่าวนานเกินไปทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเซลล์ และเพรียงทรายที่บรรจุถุงโดยใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่า 20 องศาเซลเซียส ลักษณะลำตัวมีบาดแผลและมีเลือดไหล ไม่มีการเคลื่อนไหว น้ำมีกลิ่นคาวและมีสีแดงเข้มเนื่องจากมีเลือดออกจากตัวเพรียงทรายจำนวนมาก (ภาพที่ 4.16 ถึง 4.18)



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอดในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 4.17 สีของน้ำเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส (ซ้าย) และ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส (ขวา)

ภาพที่ 4.18 สภาพเพรียงทรายเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำ เริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส

4.3 ผลของออกซิเจนละลายน้ำต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย

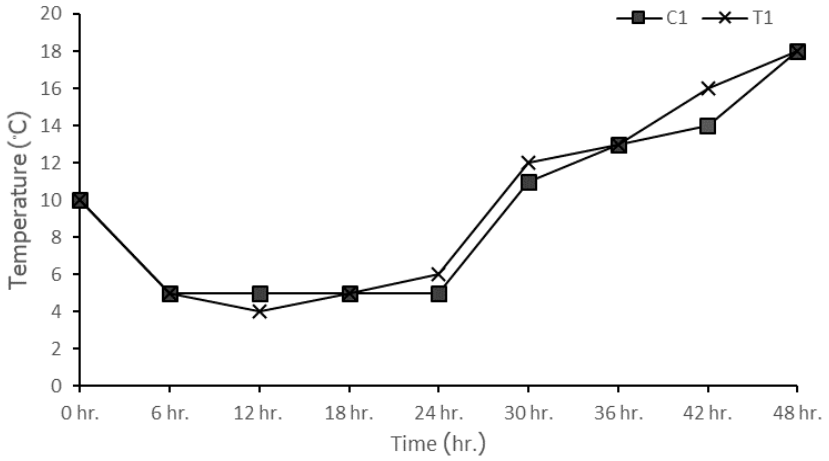
การทดลองนี้เป็นการศึกษาผลของออกซิเจนละลายน้ำต่ออัตรารอดตายของเพรียงทรายที่บรรจุในภาชนะสำหรับการลำเลียง มีการจำลองการบรรจุภัณฑ์เพรียงทราย ให้มีความคล้ายคลึงกับการขนส่งมากที่สุด โดยหนึ่งชุดการทดลองใช้เพรียงทรายน้ำหนัก 500 กิโลกรัม น้ำเค็ม 1 ลิตร และใช้น้ำแข็งก้อนในปริมาณ 3 กิโลกรัม เพื่อการรักษาและควบคุมอุณหภูมิของน้ำตลอดการทดลอง ทำการทดลองโดยการเลือกใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 1 ระดับ คือ ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เลือกใช้อุณหภูมิของน้ำจากผลการทดลองที่ 4.2 ใช้เวลาทำการทดลอง 48 ชั่วโมง มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 6 ชั่วโมง มีชุดการทดลองดังนี้ คือ เพรียงทรายที่บรรจุในถุงโดยใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส ชุดควบคุมมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 8.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (C1) และชุดทดลองมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10.52 มิลลิกรัมต่อลิตร (T1) มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ, ประเมินอัตรารอดและสังเกตพฤติกรรมเพรียงทรายทุกๆ 6 ชั่วโมง

4.3.1 คุณภาพน้ำของน้ำที่ใช้ในการบรรจุภัณฑ์

4.3.1.1 อุณหภูมิ

ผลจากการตรวจวัดอุณหภูมิในการทดลองพบว่า ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส และไม่มีการเติมอากาศ (C1) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ

5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 12, 18 และ 24 ชั่วโมง มีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 5 องศาเซลเซียส แต่เมื่อระยะเวลาการทดลองผ่านไป 30 ชั่วโมง พบว่าอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบรรจุมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น มีอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบรรจุเท่ากับ 11 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 13 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเวลาผ่านไปครบ 42 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำที่ใช้บรรจุเพิ่มขึ้นเป็น 14 องศาเซลเซียส และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีอุณหภูมิของน้ำที่ใช้บรรจุเพิ่มขึ้นเป็น 18 องศาเซลเซียส ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส และมีการเติมอากาศ (T1) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิลดลงเหลือ 4 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 5 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 6 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 12 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง อุณหภูมิยังมีการเปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ มีอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 13 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 16 องศาเซลเซียส และเมื่อครบ 48 ชั่วโมง มีอุณหภูมิของน้ำที่ใช้บรรจุเท่ากับ 18 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.19)

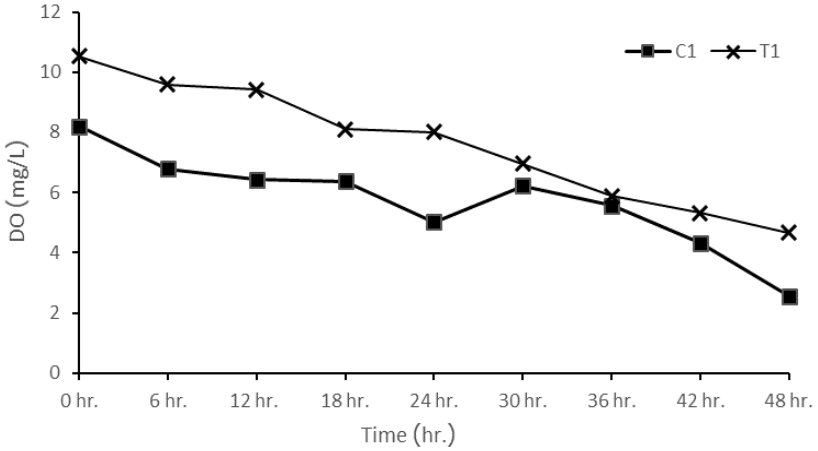


ภาพที่ 4.19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดย C1 ไม่มีการเติมอากาศ และ T1 มีการเติมอากาศ

4.3.1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) จากการทดลองพบว่า ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียสและไม่มีการเติมอากาศ (C1) มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 8.20 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.78 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.42 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.37 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการลดลงเรื่อยๆ มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 5.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.23 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 5.56 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 4.32 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 2.56 มิลลิกรัมต่อลิตร

ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีการเติมอากาศ (T1) มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเท่ากับ 10.52 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 9.58 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 9.42 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 18 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 8.11 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง แนวโน้มของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีการลดลงเรื่อยๆ มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 8.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 6.96 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 5.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 5.32 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงเหลือ 4.66 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทำการประเมินและเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำพบว่า ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียสและไม่มีการเติมอากาศ (C1) เมื่อทำการทดลองครบ 48 ชั่วโมง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือน้อยกว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียสและมีการเติมอากาศ (T1) (ภาพที่ 4.20)



ภาพที่ 4.20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียสโดย C1 ไม่มีการเติมอากาศ และ T1 มีการเติมอากาศ

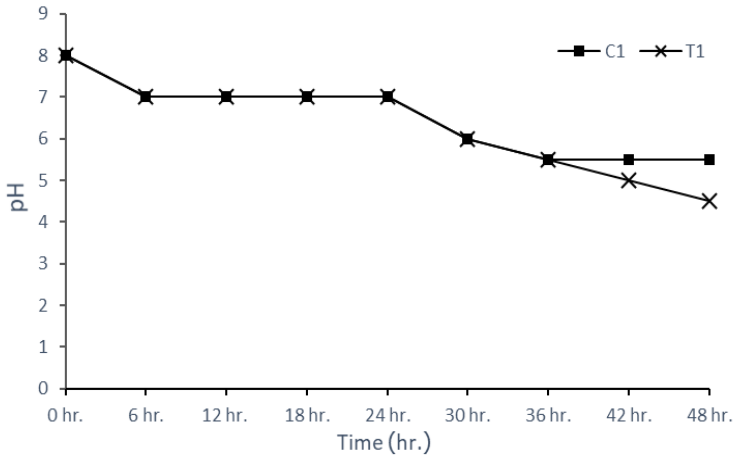
4.3.1.3 ความเค็ม

การเปลี่ยนแปลงความเค็ม จากการทดลองพบว่าในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีความเค็มเท่ากับ 30 พีพีที และเมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุเพรียงทรายในทุกชุดการทดลองไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็ม

4.3.1.4 ความเป็นกรดด่าง

การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่าง ทุกชุดการทดลองมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 8 จากการทดลองพบว่า ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ไม่มีการเติมอากาศ (C1) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 7 เมื่อเวลาผ่านไป 12, 18 และ 24 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างคงที่เท่ากับ 7 เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 6 เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 5.5 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 และ 48 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างคงที่เท่ากับ 5.5 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ที่มีการเติมอากาศ (T1) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 7 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 12, 18 และ 24 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีค่าความเป็นกรดด่างคงที่เท่ากับ 7 เมื่อเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 6 เมื่อเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างลดลงเหลือ 5.5 เมื่อเวลาผ่านไป

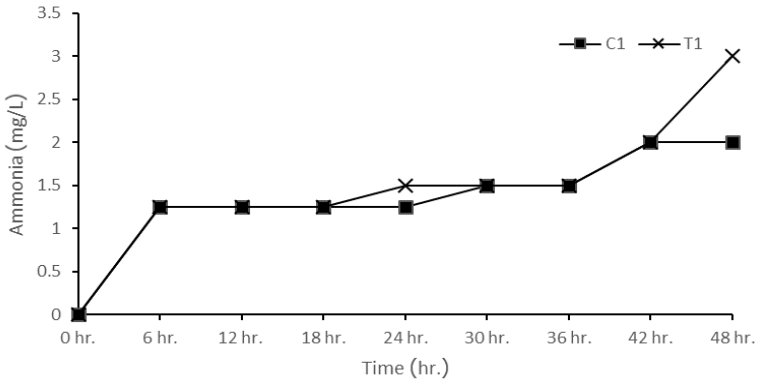
42 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5 และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง น้ำที่ใช้ในการบรรจุมีความเป็นกรดด่างเท่ากับ 4.5 (ภาพที่ 4.21)



ภาพที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่างของน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดย C1 ไม่มีการเติมอากาศ และ T1 มีการเติมอากาศ

4.2.1.5 แอมโมเนีย

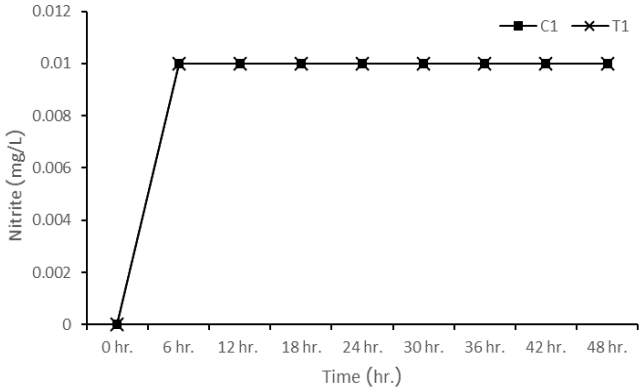
การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนีย พบว่าในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณแอมโมเนียเริ่มต้นเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส และไม่มีการเติมอากาศ (C1) เมื่อเวลาผ่านไป 6, 12, 18 และ 24 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 30 และ 36 ชั่วโมง ปริมาณแอมโมเนียมีการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 42 และ 48 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส มีการเติมอากาศ (T1) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6, 12 และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24, 30 และ 36 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้นเป็น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.22)



ภาพที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียของน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดย C1 ไม่มีการเติมอากาศและ T1 มีการเติมอากาศ

4.3.1.6 ไนไตรท์

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์ พบว่าในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณไนไตรท์เริ่มต้นเท่ากับ 0 มิลลิกรัมต่อลิตร ชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีไม่การเติมอากาศ (C1) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 ถึง 48 ชั่วโมง ยังคงมีปริมาณไนไตรท์เกิดขึ้นคงที่เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีการเติมอากาศ (T1) เมื่อระยะเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์เพิ่มขึ้นเป็น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 12 ถึง 48 ชั่วโมง มีปริมาณไนไตรท์คงที่เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ที่เกิดขึ้นในการทดลองมีปริมาณน้อยมาก (ภาพที่ 4.23)

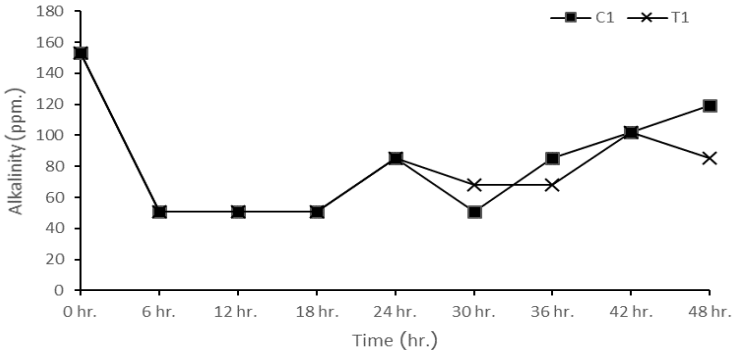


ภาพที่ 4.23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์น้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดย C1 ไม่มีการเติมอากาศ และ T1 มีการเติมอากาศ

4.3.1.7 ปริมาณอัลคาลินิตี้

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณอัลคาลินิตี้ ในช่วงเริ่มต้นการทดลอง ทุกชุดการทดลองมีปริมาณอัลคาลินิตี้เท่ากับ 153 พีพีเอ็ม ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ไม่มีการเติมอากาศ (C1) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อเวลาผ่านไป 12 และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้คงที่เท่ากับ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 36 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม แต่เมื่อถึงระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 102 พีพีเอ็มต่อลิตร และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง ปริมาณอัลคาลินิตี้ยังคงเพิ่มขึ้นเป็น 119 พีพีเอ็ม

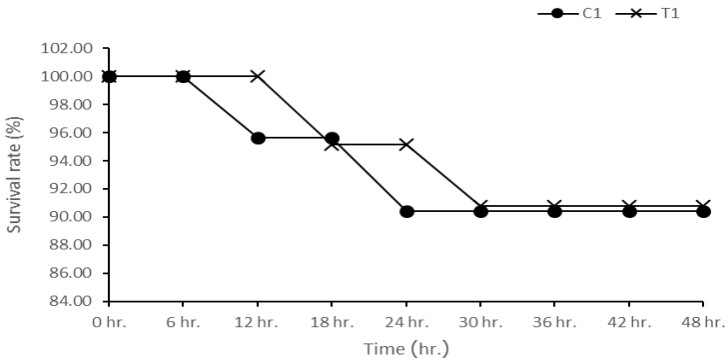
ในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส และมีการเติมอากาศ (T1) เมื่อเวลาผ่านไป 6 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 51 พีพีเอ็ม เมื่อเวลาผ่านไป 12 และ 18 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้คงที่เท่ากับ 51 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 85 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 และ 36 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 68 พีพีเอ็ม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้เพิ่มขึ้นเป็น 102 พีพีเอ็ม และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง มีปริมาณอัลคาลินิตี้ลดลงเหลือ 85 พีพีเอ็ม (ภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้ของน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดย C1 ไม่มีการเติมอากาศ และ T1 มีการเติมอากาศ

4.3.2 อัตรารอด

การทดลองนี้เป็นการศึกษาอัตรารอดตายของเพรียงทรายที่บรรจุในภาชนะสำหรับการลำเลียงเพรียงทรายที่บรรจุในถุง โดยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่มีการเติมอากาศลงในน้ำ (T1) และไม่มีการเติมอากาศ (C1) พบว่ามีอัตรารอด 90.78 และ 90.42 เปอร์เซ็นต์ จากการสังเกตลำตัวไม่มีบาดแผล มีการเคลื่อนไหวปกติ น้ำไม่มีกลิ่นคาว (ภาพที่ 4.25)



ภาพที่ 4.25 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอดน้ำในการบรรจุเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยใช้อุณหภูมิของน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส โดย C1 ไม่มีการเติมอากาศ และ T1 มีการเติมอากาศ

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทำการศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดของเพรียงทราย โดยทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทำการศึกษาอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส เพรียงทรายมีอัตรารอดเท่ากับ 90.24 และ 90.15 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 และ 20 องศาเซลเซียส เพรียงทรายมีอัตรารอดเท่ากับ 80.12 และ 80.23 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 4 และ5 องศาเซลเซียส ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 15 และ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อสิ้นสุดการศึกษามีอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 6 และ 9 องศาเซลเซียส ในด้านคุณภาพน้ำ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 และ 20 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นได้ชัดเจนในเรื่องของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้นดังนี้ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลอง มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 6.21 และ 6.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการใช้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไปเพียง 1.79 และ 1.98 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีการใช้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไปเท่ากับ 3.64 และ 5.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้เห็นว่าเมื่อเพรียงทรายอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะมีความต้องการปริมาณออกซิเจนสูงเมื่อเปรียบเทียบกับเพรียงทรายที่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เนื่องจากเมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะเพรียงทรายจะมีอัตราเมทาบอลิซึมหรือการเผาพลาญพลังงานเกิดขึ้นมาก จึงมีความต้องการปริมาณออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนเมทาบอลิซึมในปริมาณมาก จากผลการศึกษาของ Salin (2009) ที่พบว่าขนส่งกุ้งก้ามกรามเมื่อกุ้งอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง (25 องศาเซลเซียส) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำเหลือน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเมื่อกุ้งอยู่ในน้ำที่อุณหภูมิต่ำ (10 องศาเซลเซียส) และพบว่ากุ้งที่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงมีอัตราเมทาบอลิซึมสูงกว่ากุ้งที่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้มีการศึกษาของ Deschenes *et al*. (2005) จากการศึกษาพบว่าเพรียงทรายเมื่ออยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เพรียงทรายมีการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในทิศทางตรงข้ามกับการอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูง โดยมีพฤติกรรมลดการเคลื่อนไหว ที่จะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานและลดอัตราเมทาบอลิซึมในร่างกายให้ลดลง เพื่อสงวนพลังงาน (Energy saving) ในช่วงที่อุณหภูมิยังไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ส่วนปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้น มีผลการศึกษาดังนี้ ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้น 0.25 และ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้น

น้อยกว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้นเท่ากับ 1.5 และ 2.15 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดลองพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำให้เห็นชัดเจนว่า ปริมาณแอมโมเนียมีแนวโน้มเกิดขึ้นสูงเมื่อใช้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงในการบรรจุเพรียงทราย และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อระยะเวลาผ่านไป ผลการศึกษาทำให้พบว่าปริมาณแอมโมเนียมีการแปรผันตามอุณหภูมิของน้ำ การเพิ่มขึ้นของปริมาณแอมโมเนียซึ่งถือเป็นของเสียรูปแบบหนึ่งของสัตว์น้ำทั่วไป เกิดจากสัตว์น้ำอยู่ในสภาวะที่มีการกระตุ้นให้เกิดอัตราเมทาบอลิซึมที่สูง กิจกรรมต่างๆเกิดขึ้นมากมาย จึงจำเป็นต้องมีการขับถ่ายของเสียออกมาเพื่อเป็นการรักษาสมดุลของร่างกาย สภาวะของน้ำที่กระตุ้นให้เกิดอัตราเมทาบอลิซึมที่สูง คือ สภาวะของน้ำที่มีอุณหภูมิสูงและเกิดความเครียด เหมือนกันกับการศึกษาของ Harmon (2009) ที่ศึกษาวิธีการลดความเครียดและรักษาคุณภาพน้ำในขณะขนส่งปลาโดยพบว่าเมื่อใช้น้ำมีอุณหภูมิต่ำในการขนส่ง ทำให้น้ำที่ใช้ในการบรรจุปลามีปริมาณแอมโมเนียลดลง เนื่องจากปริมาณแอมโมเนีย คือ รูปแบบของเสียที่สัตว์น้ำปล่อยออกมาจากการขับถ่าย เมื่อปลาอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ ปลาจะมีการปรับตัว โดยการลดการว่ายน้ำ ลดอัตราเมทาบอลิซึม ส่งผลทำให้มีการขับถ่ายลดลง ปริมาณแอมโมเนียในน้ำจึงเกิดขึ้นน้อย เมื่อสังเกตสีของน้ำจะเห็นได้ชัดว่าสีของน้ำในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีสีส้มอ่อนไปจนถึงสีแดง น้ำมีกลิ่นคาวและมีเมือกเล็กน้อย พบว่าเพรียงทรายมีเลือดออกที่ลำตัวและมีแผลบาดเจ็บเป็นจำนวนมาก แสดงให้เห็นว่า เมื่อเพรียงทรายอยู่น้ำที่มีอุณหภูมิสูงจะกระตุ้นทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและอัตราเมทาบอลิซึมและอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในขั้นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต นอกจากนั้นเพรียงทรายยังมีการปรับตัวให้อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงได้ โดยร่างกายจะกระตุ้นให้มีการสร้างเมือกเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้สามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเพรียงทรายเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังไฟลัมโพลิคีตา ยังไม่มีอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สโดยเฉพาะ การแลกเปลี่ยนแก๊สจะเกิดบริเวณผิวหนังของลำตัวที่เปียกชื้น ส่วนอาการบาดเจ็บและมีเลือดออกที่ลำตัว เป็นผลมาจากพฤติกรรมการรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนขนาดใหญ่ เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเซลล์จะเป็นตัวกระตุ้น ทำให้เกิดการกัดกันหรือการแก่งแย่งเพิ่มขึ้น และอาจจะเกิดจากการที่มีบาดแผลตั้งแต่ในขั้นตอนการคัดเลือก เมื่ออุณหภูมิสูงจะกระตุ้นทำให้เกิดการอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มมากขึ้น ทำให้สูบฉีบเลือดเพิ่มมากขึ้น เมื่อลำตัวเพรียงทรายมีบาดแผล จึงทำให้มีเลือดไหลออกจากตัวในปริมาณเพิ่มมากขึ้น

ผลการทดอลองที่ 2 โดยทำการศึกษาอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ใช้บรรจุเพรียงทราย 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส โดยทำการศึกษาในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ชุดการทดลองที่บรรจุเพรียงทรายโดยใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เพรียงทรายมีอัตรารอด 90.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 และ 20 องศาเซลเซียส เพรียงทรายตายทั้งหมดเมื่อเวลา 42 ชั่วโมง ชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ยังคงมีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่ดีกว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น

5 และ 20 องศาเซลเซียส เมื่อวิเคราะห์อุณหภูมิของน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดการทดลองพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง มีอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 5 องศาเซลเซียส แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง มีอุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 11 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 48 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำในชุดการทดลองนี้เท่ากับ 18 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของชุดการทดลองนี้อยู่ในช่วง 4 ถึง 6 องศาเซลเซียส ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำ 20 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำในช่วงระยะเวลา 6 ถึง 24 ชั่วโมง มีอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 6 ถึง 9 องศาเซลเซียส แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไป 30 ชั่วโมง อุณหภูมิของน้ำลดลงเหลือ 5 องศาเซลเซียส แสดงให้เห็นว่า ชุดการทดลองที่มีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่ 10 องศาเซลเซียส เป็นชุดการทดลองที่มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเหมาะสมในการขนส่งเพรียงทรายมากที่สุด เนื่องจากเพรียงทรายในชุดนี้มีอัตรารอดสูงดีที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำอาจจะต่ำเกินไป เพรียงทรายไม่สามารถปรับตัวให้ทนอยู่ได้นานถึง 48 ชั่วโมง เพรียงทรายตายทั้งหมดเมื่อเวลาผ่านไป 42 ชั่วโมง ลักษณะภาพนอกของเพรียงทรายที่ตายจากชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5 องศาเซลเซียส ลำตัวซีด ไม่มีการไหลของเลือด ส่วนชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 20 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิของน้ำเริ่มต้นที่สูงเกินไป ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีการลดลงอย่างรวดเร็วและเฉียบพลัน ส่งผลกระทบต่อการจัดสรรพลังงานของเพรียงทราย โดยเพรียงทรายต้องสูญเสียพลังงานในการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดเพิ่มมากขึ้น ทำให้เพรียงทรายเกิดความอ่อนแอและถ้าสภาวะดังกล่าวยังมีการเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพรียงทรายจะใช้พลังงานในร่างกายทั้งหมดในการปรับตัวเพื่อให้สามารถคงอยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต เมื่อไม่มีพลังงานเหลือไปใช้ในกิจกรรมอื่นๆ เพรียงทรายจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และเกิดการตายได้ในที่สุด เมื่อพิจารณาผลของคุณภาพน้ำจะเห็นได้ชัดว่าชุดการทดลองที่ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส มีปริมาณออกซิเจนคงเหลือในน้ำมากกว่าชุดการทดลองอื่นและยังมีปริมาณแอมโมเนียเกิดขึ้นน้อยกว่าในชุดการทดลองอื่นอีกด้วย

ผลการศึกษาที่ 3 ซึ่งศึกษาผลของการเติมอากาศในถุงบรรจุเพรียงทราย ใช้ชุดการทดลอง 2 ชุด คือ ชุดการทดลองที่ไม่มีการเติมอากาศและมีการเติมอากาศ โดยทั้งสองชุดการทดลองใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 8.2 และ 10.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสรุปได้ว่าการเติมอากาศเพิ่มเติมไม่มีผลกระทบต่ออัตรารอดของเพรียงทราย แต่มีผลกับการช่วยให้เพรียงทรายมีความแข็งแรง เนื่องมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเพียงพอกับความต้องการของเพรียงทราย นอกจากนั้นยังสามารถทำให้ขนส่งเพรียงทรายได้ระยะเวลานานขึ้น

จากการศึกษายังพบว่าช่วงระยะเวลา 6 ชั่วโมง ในทุกชุดการทดลองของทุกการทดลองมีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในทุกพารามิเตอร์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงอาจจะเรียกได้ว่าช่วงระยะเวลา 6 ชั่วโมงหลังการบรรจุถุงเป็นช่วงของการปรับตัวของเพรียงทรายเพื่อให้สามารถดำรงอยู่ในสภาวะที่ถูกจำกัดได้ในขณะขนส่ง อุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะขนส่งนั้น มีผลต่ออัตรารอดของเพรียงทรายเป็นอย่างมาก ถ้าหากเพรียงทรายต้องอยู่ในน้ำมีอุณหภูมิสูง จะทำให้เกิดการเร่งให้มีอัตราเมทาบอลิซึมที่สูง ส่งผลทำให้มีปริมาณแอมโมเนียสูงตามไปด้วย ซึ่งปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้นในน้ำนั้นเกิดจากของเสียที่เพรียงทรายขับออกมา ถ้ามีปริมาณแอมโมเนียสูงเกินไปจะทำให้น้ำที่บรรจุเพรียงทรายเน่าและการที่อยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปยังส่งผลทำให้มีการใช้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในการหายใจเพิ่มมากขึ้นและยังทำให้เกิดมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดซ์ออกไซด์เมื่อมีในปริมาณมากจะส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรดด่างลดลง มีผลต่อการทำงานของระบบต่างๆในร่างกายของเพรียงทราย เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพียงแค่การจำลองสภาพให้เหมือนการขนส่งจริงในขั้นการบรรจุภัณฑ์เพียงเท่านั้น การทดลองทำในสภาวะนิ่งไม่ได้มีการเคลื่อนไหวหรือเคลื่อนที่ของกล่องบรรจุเพรียงทรายแต่อย่างใด ดังนั้นถ้าหากในการขนส่งเพรียงทรายเกิดการมีเคลื่อนไหว การสั่นสะเทือนหรือการกระแทก อาจจะส่งผลต่ออัตรารอดและคุณภาพของเพรียงทรายได้ นอกจากขั้นตอนการขนส่งที่จะส่งผลกระทบต่ออัตรารอดและคุณภาพของเพรียงทราย ขั้นตอนการเลี้ยงและการคัดเลือกเพรียงทรายก่อนการขนส่ง นับว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างมาก การเพาะเลี้ยงเพรียงทรายควรจะทำให้มีความแข็งแรง ลำตัวของเพรียงทรายสมบูรณ์ ให้เกิดบาดแผลน้อยที่สุดและในขั้นตอนการคัดเลือกเพรียงทรายออกจากวัสดุที่ใช้ในการเลี้ยง ควรจะทำอย่างระมัดระวังให้มากที่สุด เนื่องจากเพรียงทรายเป็นสัตว์ที่มีลำตัวอ่อนนุ่ม มักจะเกิดบาดแผลจากการขูดกับวัสดุที่เลี้ยงจนเกิดเป็นแผลได้ง่าย ดังนั้นถ้าเพรียงทรายที่ถูกคัดเลือกมีบาดแผล ทำให้เมื่อเข้าสู่กระบวนการขนส่ง เพรียงทรายจะไม่สามารถทนทานต่อสภาวะที่ถูกจำกัดได้ในการขนส่ง เพรียงทรายจึงมีอัตรารอดต่ำและไม่มีคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นต่ออัตรารอดตายของเพรียงทราย สำหรับการขนส่งแบบมีชีวิต โดยการทดลองแรก ทดสอบอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นสำหรับการบรรจุเพรียงทราย 4 ระดับ คือ 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่าอัตรารอดตายของเพรียงทรายที่บรรจุในถุงที่มีอุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 5, 10, 15 และ 20 องศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 90.24, 90.15, 80.12 และ 80.23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในถุงบรรจุเพรียงทรายมีการปริมาณลดลงตามค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่เพิ่มขึ้นแต่มีค่าไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ปริมาณแอมโมเนียรวมและไนไตรท์มีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่เพิ่มขึ้น และมีค่าสูงสุด คือ 2.15 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ส่วนการทดลองที่สอง ทดสอบอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นสำหรับการบรรจุเพรียงทราย 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 20 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาทดสอบ 48 ชั่วโมง พบว่าเพรียงทรายที่บรรจุถุงด้วยอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นเท่ากับ 10 องศาเซลเซียส มีอัตรารอดดีที่สุด โดยยังมีการเคลื่อนไหว ลำตัวเป็นสีชมพู ไม่มีบาดแผล ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมของน้ำที่ใช้ในการบรรจุเพรียงทรายเพื่อการขนส่งควรใช้น้ำเค็มอุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส สามารถทำให้ขนส่งเพรียงทรายได้นาน 48 ชั่วโมง

การทดลองที่สาม มีการทดสอบผลของการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ออัตรารอดของเพรียงทราย พบว่าเมื่อมีการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำจาก 8.20 เป็น 10.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้น้ำอุณหภูมิเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่ 48 ชั่วโมง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีการลดลงตามค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น เพรียงทรายที่บรรจุในน้ำที่มีการเพิ่มอออกซิเจนละลายน้ำ มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 4.56 มิลลิกรัม ส่วนเพรียงทรายที่บรรจุในน้ำที่ไม่มีการเพิ่มออกซิเจนละลายน้ำ มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือเท่ากับ 2.46 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งสองชุดการทดลองมีอัตราการรอด 90.42 และ 90.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สภาพเพรียงทรายเมื่อสิ้นสุดมีการเคลื่อนไหวปกติ ลำตัวไม่มีบาดแผล ดังนั้นการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังไม่มีการแสดงผลกระทบต่ออัตรารอดอย่างชัดเจน เมื่อทำการทดสอบเป็นระยะเวลา 48 ชั่วโมง แต่ทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคงเหลือในปริมาณมากกว่าชุดการทดลองที่ไม่เติมอากาศเพิ่มเติม

ดังนั้นจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมในการขนส่งเพรียงทราย คือ ใช้อุณหภูมิน้ำเริ่มต้น 10 องศาเซลเซียส ทำให้เพรียงทรายสามารถอยู่ได้นาน 48 ชั่วโมง และควรมีการเติมอากาศเพิ่มเติมให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเริ่มต้นประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร และเพรียงทรายที่นำมาใช้ต้องมีความแข็งแรงสมบูรณ์

ไม่มีบาดแผล ในขั้นตอนการปรับอุณหภูมิของน้ำที่ใช้ในการบรรจุ ควรทำโดยการใส่น้ำแข็งลงในถุงพลาสติกและรัดปากถุงให้แน่น เพื่อป้องกันน้ำแข็งที่ละลายมาเจือปนกับน้ำเค็มที่จะใช้ในการบรรจุ

การศึกษาครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาเบื้องต้นเพื่อทราบถึงข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับการขนส่งเพรียงทรายเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคต จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งเช่น ระยะเวลาในการขนส่ง การกระทบหรือการสั่นไหวขณะขนส่งและความหนาแน่นเพิ่มเติม เพื่อเป็นการประสิทธิภาพในการขนส่งและคงคุณภาพของเพรียงทรายให้ได้สมบูรณ์ที่สุด

แนวทางในการศึกษาเกี่ยวกับเพรียงทรายในอนาคต ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับวัสดุในการเลี้ยงเพรียงทรายและการพัฒนาขั้นตอนการคัดเลือกเพรียงทรายออกจากวัสดุเลี้ยง เนื่องจากเพรียงทรายเป็นสัตว์ที่ลำตัวอ่อนนุ่มมักเกิดบาดแผลได้ง่ายจากขั้นตอนการคัดเลือกเพรียงทรายก่อนการขนส่ง ดังนั้นถ้าในอนาคตมีการศึกษาเพิ่มเติมควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาวัสดุที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเพรียงทรายหรือวิธีการที่ทำให้สามารถคัดเลือกเพรียงทรายได้ง่ายและไม่ทำให้เพรียงทรายบอบช้ำหรือมีบาดแผล เพื่อเป็นแนวทางให้เกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้จริงในการรักษาคุณภาพเพรียงทรายให้ได้ตามความต้องการของลูกค้า

บรรณานุกรม

กฤษฎา สุขเจริญ. 2554. “การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักตัวไส้เดือนทะเล (*Perinereis nuntia*).” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

นันทวัน ศานติสาธิตกุล, วิทยา รัตนะ, สมชาย พุฒหอม และพิภาวัน แย้มมณี. “ชีววิทยาและการเพาะพันธุ์เพรียงทราย (*Perinereis quatrefagesi* Grube, 1878).” **ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ต**, ฉบับที่ 12, 2550.

ปณต กลิ่นเชิดชู, อิสราภรณ์ จิตรหลัง และนงลักษณ์ สำราญราษฎร์. “ระยะเวลาที่เหมาะสมในการเสริมน้ำมันปลาทูน่าและวิตามินอีในอาหารเพรียงทราย (*Perinereis nuntia*, Savigny 1818).” **สถาบันวิจัยอาหารสัตว์น้ำชายฝั่ง**. ฉบับที่ 23, 2554.

พลพจน์ กิตติสุวรรณ์, นนทรี ปานพรหมมินทร์ และ สมเกียรติ มณีฉาย. “ปลาสวยงามศักยภาพการวิจัยและการพัฒนาระบบการตลาดและการส่งออกของประเทศไทย.” **สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอ่างทอง และสถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรมประมง**.

พอจำ อรัณยกานนท์ และสุรพล ชุณหบัณฑิต. 2550. “ผลของระยะเวลาการได้รับแสงในรอบวันต่อกิจกรรมการผสมพันธุ์ของเพรียงทราย *Perinereis nuntia*, Savigny.” หน้า 119-127. ใน **การประชุมวิชาการกุ้งทะเลแห่งชาติ ครั้งที่6**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พูลทรัพย์ วิรุฬหกุล และจิราพร รุ่งเลิศเกรียงไกร. 2535. “ทดลองเก็บรักษากุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มีชีวิตแบบแห้ง.” หน้า 539-545. ใน **การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 30 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ ประมง**. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน

ยงยุทธ ทักษิญ. 2559. **แนวทางการผลิตเพรียงทรายเพื่อการใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.fisheries.go.th/technical_group/ดาว์โหลด/แนวทางการผลิตเพรียงทราย.pdf.

ลดาวัลย์ น้ำคณาคุปต์. “การใช้ประโยชน์จากน้ำทิ้งอุตสาหกรรมผักดองที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นในการเลี้ยงเพรียงทราย.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการประมง, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 2553.

ละมัย ใหม่แก้ว, วิไลวรรณ โชติเกียรติ และสุชีรา ลอยประเสริฐ. 2011. “เมทิลฟาร์นีโซเอทในไส้เดือนทะเล (*Perinereis sp.*)”. **The 12th graduate research conferences, Khon Kaen University**. 12 : 538-543.

วิลาสินี คงเล่ง,กอบศักดิ์ เกตุเหมือน และสุจินต์ บุญช่วย. “การทดลองเลี้ยงเพรียงทราย (*Perinereis sp.*) ในกระบะพลาสติก Experimental Culture of Nereids (*Perinereis sp.*) in Plastic Tray.” **ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสงขลา**, ฉบับที่ 33, 2547.

วีระ วัชรกรโยธิน, นนทรี ปานพรหมมินทร์ และสมเกียรติ มณีฉาย. ”การบรรจุและขนส่งปลาก้างพระร่วงในการส่งออก.” สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยสัตว์น้ำสวยงามและพรรณไม้น้ำ. 2552. **การปรับปรุงระบบการบรรจุปลาสวยงามสำหรับการขนส่งทางอากาศ**. กรมประมง.

สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา และคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 2550. **การพัฒนาการเลี้ยงแม่เพรียงวัยอ่อนด้วยอาหารผสมสาหร่ายทะเลสูตรต่างๆ**. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2549. **การใช้ทรายเทียมเป็นวัสดุเลี้ยงเพรียงทราย *Perinereis nuntia*, Savigny แทนทรายธรรมชาติ**. กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2549. **ชีววิทยาและการเพาะพันธุ์เพรียงทราย (*Perinereis quatrefagesi* Grube, 1878)**. กรุงเทพมหานคร.

สุรพล ชุณหบัณฑิต. 2544. “การเพาะเลี้ยงไส้เดือนทะเลเพื่อเป็นอาหารสำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้งทะเล.” 34-42. **คู่มือธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สำหรับสัตว์น้ำและอุตสาหกรรมอาหารทะเลส่งออก**. สำนักพิมพ์เมจิก ซีเลคไลท์ จำกัด.

อำพล พงศ์สุวรรณ และ อารีย์ สิทธิมังค์. 2532. **การลำเลียงพันธุ์สัตว์น้ำ**. คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โครงการพัฒนาประมงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อำไพ ล่องลอย, อรกัญญา เม่งหยู และ นันทวัน ศานติสาธิตกุล. “การเลี้ยงเพรียงทราย (*Perinereis quatrefagesi* Grube, 1878) ด้วยอาหารกุ้งและสาหร่ายทะเล 3 ชนิด.” **ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งกระบี่**. ฉบับที่ 27, 2555.

Babu, M.M., M.P. Marian. 1998. “Live Transport of Gravid *Penaeus indicus* Using Coconut Mesocarp Dust.” **Aquacultural Engineering**. 18(3) : 149-155.

Balavoine, R.B. and P.J. Olive. 1973. “On the Morphology of The Sexual Stage, Mating and Egg Laying in Polychaete.” **Journal of Experiment Marine Biology and Ecology**. 436 : 176-233.

Batten, S.D. and R.N. Bamber. **“**The Effects of Acidified Seawater on the Polychaete *Nereis virens* Sars, 1835.” **Marine Pollution Bulletin**. 32 : 283-287.

Berka, R. 1986. The Transport of Llive Fish a Review. **Eifac Technical Paper**. 48 : 1-52.

Bischoff, A.A., P. Fink and U. Waller. 2009. “The Fatty Acid Composition of *Nereis diversicolor* Cultured in an Integrated Recirculated System: Possible Implications for Aquaculture.” **Aquaculture**. 296 : 271-276.

Boyd, J. and G.F. Zubillaga. 1997. “Enhanced Growth in Juvenile *Nereis diversicolor* After its Exposure to Anaerobic Polluted Sediments.” **Marine Pollution Bulletin**. 34 : 437-442.

Brown, N., S. Eddy and S. Plaud. 2011. "Utilization of Waste from a Marine Recirculating Fish Culture System as a Feed Source for the Polychaete Worm, *Nereis virens*." **Aquaculture**. 322-323 : 177-183.

Caballero, M.L., M. Pérez-Mateos, A. J. Borderías and P. Montero. 2000. "Extension of the Shelf Life of Prawns (*Penaeus japonicus*) by Vacuum Packaging and High-Pressure Treatment." **Journal of Food Protection**. 63(10) : 1381-1388.

Danford, A.R., R.F. Uglow and J. Garland. 1999. "Effect of Long-Haul International Transport on Lobster Hemolymph Constituents and Nitrogen Metabolism." **Market and Shipping Live Aquatic Products**. 9-18.

Deschênes, J., G. Desrosiers, J. Ferron, R. Cloutier and G. Stora. 2005. "Environmental Influence on Activity Levels and Behavioural Allocation in the Polychaete *Nereis virens* (Sars)." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 317 : 203-212.

Harmon, T.S. 2009. "Methods for Reducing Stressors and Maintaining Water Quality Associated with Live Fish Transport in Tanks : a Review of the Basics." **Review in Aquaculture**. 1(1) : 58-66.

Kristensen, E. 1983. "Ventilation and Oxygen Uptake by Three Species of *Nereis* (Annelida : Polychaeta). II. Effects of Temperature and Salinity Changes." **Marine Ecology – Progress Series**. 12 : 299-306.

Kristensen, E. 1989. Oxygen and Carbon Dioxide Exchange in the Polychaete *Nereis virens* : Influence of Ventilation Activity and Starvation. **Marine Biology**. 101(3) : 381-388.

Kubaryk, J. and C. Harper. 2001. "Optimizing Waterless Shipping Conditions for *Macrobrachium rosenbergii*." **Market and Shipping Live Aquatic Products**. 131-140.

Leelatanawit, R., U. Uawisetwathana, J. Khudet, A. Klanchui, S. Phomklad, S. Wongtripop, P. Angthoung, P. Jiravanichpaisal and N. Karoonuthaisiri. 2014. "Effects of Polychaetes (*Perinereis nuntia*) on Sperm Performance of the Domesticated Black Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*)." **Aquaculture**. 433 : 266-275.

Lim, L.C., P. Dhert, W.Y. Chew, V. Dermaux, H. Nelis and P. Sorgeloos. 2007. "Enhancement of Stress Resistance of the Guppy *poecilia reticulata* Through Feeding with Vitamin C Supplement." **Journal of the World Aquaculture Society**. 33 : 32-40.

Lim, L.C., P. Dhert and P. Sorgeloos. 2007. "Preparation for Transport: Fish Packaging Technology." **Ornamental Fish International**. 25-45.

Lim, L.C., P. Sorgeloos and P. Dhert. 2003. "Recent Developments and Improvement in Ornamental Fish Packaging Systems for Air Transport". **Aquaculture Research**. 34 : 923-935.

Lucía, O.V. 2001. "Critical Oxygen Point in Yellowleg Shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) : a Potential Species for the Live Seafood Trade." **Marketing and Shipping Live Aquatic Products**. 23-26.

Matsubara, K., M. Yamaki, K. Nagayama, K. Imai, H. Ishii, T. Gotoh and S. Ebina. 1996. "Wheat Germ Agglutininถึง Reactive Chains of Hemoglobin From the Polychaete *Perinereis aibuhitensis*." **Biochimica et Biophysica Acta**. 1290 : 215-223.

Oliveira, S.R.d., R.T.Y.B.de Souza, É.d.S.S. Nunes, C.S.M.d. Carvalho, G.C.d. Menezes, J.L. Marcon, R. Roubach, E. Akifumiono and E.G. Affonso. 2008. "Tolerance to Temperature, pH, Ammonia and Nitrite in Cardinal tetra, Paracheirodon axelrodi, an Amazonian Ornamental Fish." **Acta Amazonica**. 38(4) : 773-780.

Paust, B.C. and A.A. Rice. 2001. **Marketing and Shipping Live Aquatic Products**. Seattle, Washington. University of Alaska Sea Grant.

Riisgard, H.U. 1991. "Suspension Feeding in the Polychaete *Nereis diversicolor*." **Marine Ecology Progress Series**. 70(1) : 29-37.

Salin, K.R. 2005. "Live Transportation of *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) in Chilled Sawdust." **Aquaculture Research**. 36 : 300-310

Salin, K.R. and K. Jayasree-Vadhyar. 2001. "Effect of Different Chilling Rates for Cold Anaesthetization of *Penaeus monodon* (Fabricius) on the Survival, Duration and Sensory Quality Under Live Storage in Chilled Sawdust." **Aquaculture Research**. 32(2) : 145-155.

Scaps, P. 2002. "A Review of the Biology, Ecology and Potential Use of the Common Ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) (Annelida: Polychaeta)." **Hydrobiologia**. 470 : 203-218.

Schlegal, P., J.N. Havenhand, N. Obadia and J. Williamson. 2014. "Sperm Swimming in the Polychaete *Galeolaria caespitosa* Shows Substantial Inter Individual Variability in Response to Future Ocean Acidification." **Marine Pollution Bulletin**. 78 : 213-217.

Techaprempreecha, S., N. Khongchareonporn, C. Chaicharoenpong, P. Aranyakananda, S. Chunhabundit and A. Petsom. 2011. "Nutritional Composition of Farmed and Wild Sandworms, *Perinereis nuntia*." **Animal Feed Science and Technology**. 169 : 265-269.

Thomforde, H. 2001. "Keeping Baitfish Alive and Healthy in Holding Tanks : Tips for Retail Outlets." **Marketing and Shipping Live Aquatic Products**. 141-143.

Ushakova, O. O. and O. L. Sarantchova. 2004. "The Influence of Salinity on Fertilization and Larval Development of *Nereis virens* (Polychaeta, Nereidae) from the White Sea." **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 301 : 129-139.

Waichman, A. V., M. Pinheiro and J. L. Marcon. 2001. "Water Quality Monitoring During the Transport of Amazonian Ornamental Fish." In Chao, Petry, et al., eds. Conservation and Management of Ornamental Fish Resources of the Rio Negro Basin, Amazonia, Brazil – Project Piaba. **Manaus: Editora Da Universidade Do Amazonas**. 279-299.

Watson, C.A. 1996. "The Ornamental Fish Industry." **Marketing and Shipping Live Aquatic Products**. Paust, B.C. Rice, AA (Eds). University Of Alaska Sea Grand. 87-93.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	5.00±0.00	10.00±0.00	15.00±0.00	20.00±0.00
6 hr.	4.00±0.00	4.67±0.58	6.00±0.00	5.67±0.58
12 hr.	4.00±0.00	4.67±0.58	5.00±0.00	7.67±0.58
18 hr.	3.00±0.00	4.67±0.58	6.00±0.00	7.67±0.58
24 hr.	4.00±0.00	5.33±0.58	6.00±0.00	8.67±0.58

ตารางผนวกที่ 2 การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนละลายน้ำ (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	8.22±0.00	8.22±0.02	8.00±0.00	8.07±0.12
6 hr.	6.52±0.01	6.53±0.02	6.33±0.02	6.39±0.03
12 hr.	6.34±0.04	6.37±0.04	5.42±0.02	2.13±0.02
18 hr.	6.23±0.02	6.23±0.06	5.31±0.02	2.13±0.01
24 hr.	6.21±0.02	6.02±0.03	4.36±0.02	2.14±0.01

ตารางผนวกที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	8.13±0.15	8.13±0.15	8.13±0.15	8.17±0.15
6 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00	7.29±0.05	7.15±0.03
12 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00	7.42±0.02	7.17±0.04
18 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00	7.52±0.02	7.23±0.03
24 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00	7.52±0.02	7.37±0.05

ตารางผนวกที่ 4 การเปลี่ยนแปลงความเค็ม (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
6 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
12 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
18 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
24 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00

ตารางผนวกที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
6 hr.	0.25±0.00	1.25±0.00	1.25±0.00	1.23±0.03
12 hr.	0.25±0.00	1.25±0.00	1.50±0.00	1.48±0.03
18 hr.	0.25±0.00	1.25±0.00	1.50±0.00	1.53±0.06
24 hr.	0.25±0.00	1.25±0.00	1.50±0.00	2.15±0.13

ตารางผนวกที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
6 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00
12 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.01
18 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
24 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00

ตารางผนวกที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้ (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	153.00±0.00	153.00±0.00	153.00±0.00	153.00±0.00
6 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00	51.00±0.00	85.00±0.00
12 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00	51.00±0.00	51.00±0.00
18 hr.	85.00±0.00	51.00±0.00	85.00±0.00	76.67±7.64
24 hr.	85.00±0.00	85.00±0.00	85.00±0.00	84.00±6.56

ตารางผนวกที่ 8 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) (การทดลองที่ 1)

Time	5˚C	10˚C	15˚C	20˚C
0 hr.	100.00	100.00	100.00	100.00
6 hr.	100.00	95.76	100.00	100.00
12 hr.	91.42	90.79	95.52	100.00
18 hr.	90.28	90.79	93.20	95.59
24 hr.	90.24	90.15	80.12	80.23

ตารางผนวกที่ 9 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	4.83±0.29	9.83±0.29	19.67±0.58
6 hr.	4.17±0.29	5.00±0.00	5.83±0.29
12 hr.	4.17±0.29	5.00±0.00	7.67±0.58
18 hr.	4.00±0.00	4.83±0.29	7.50±0.50
24 hr.	4.00±0.00	5.00±0.00	9.17±0.29
30 hr.	4.17±0.29	10.67±0.58	4.83±0.29
36 hr.	5.00±0.00	12.83±0.29	9.83±0.29
42 hr.	6.00±0.00	14.00±0.00	11.83±0.29
48 hr.	0.00±0.00	17.67±0.29	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	8.00±0.00	8.23±0.25	7.93±0.12
6 hr.	6.46±0.05	6.65±0.13	6.34±0.04
12 hr.	6.31±0.05	6.43±0.02	2.23±0.15
18 hr.	6.25±0.03	6.05±0.05	2.16±0.09
24 hr.	6.23±0.00	6.04±0.03	2.16±0.03
30 hr.	5.73±0.05	6.06±0.10	3.72±0.03
36 hr.	4.76±0.06	5.50±0.10	1.17±0.29
42 hr.	3.48±0.06	5.36±0.05	0.00±0.00
48 hr.	0.00±0.00	2.58±0.02	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 11 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	7.17±0.29	8.00±0.00	7.00±0.00
6 hr.	7.00±0.00	6.83±0.29	6.83±0.29
12 hr.	6.83±0.29	7.00±0.00	6.83±0.29
18 hr.	6.83±0.29	7.00±0.00	6.67±0.29
24 hr.	6.83±0.29	7.00±0.00	7.00±0.00
30 hr.	7.00±0.00	6.00±0.00	7.00±0.00
36 hr.	7.00±0.00	5.50±0.00	6.00±0.00
42 hr.	7.00±0.00	5.67±0.29	5.67±0.29
48 hr.	0.00±0.00	5.50±0.00	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 12 การเปลี่ยนแปลงความเค็ม (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
6 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
12 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
18 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
24 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
30 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
36 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
42 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00	30.00±0.00
48 hr.	0.00±0.00	30.00±0.00	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
6 hr.	0.33±0.14	1.25±0.00	1.25±0.00
12 hr.	0.33±0.14	1.25±0.00	1.50±0.00
18 hr.	0.25±0.00	1.25±0.00	1.50±0.00
24 hr.	0.25±0.00	1.25±0.00	2.00±0.00
30 hr.	0.50±0.00	1.50±0.00	2.00±0.00
36 hr.	0.50±0.00	1.50±0.00	2.00±0.00
42 hr.	0.50±0.00	2.00±0.00	2.00±0.00
48 hr.	0.00±0.00	2.00±0.00	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
6 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.01±0.01
12 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
18 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
24 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
30 hr.	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
36 hr.	0.02±0.00	0.01±0.00	0.02±0.00
42 hr.	0.02±0.00	0.01±0.00	0.03±0.00
48 hr.	0.00±0.00	0.01±0.00	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้ (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	153.00±0.00	153.00±0.00	153.00±0.00
6 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00	51.00±0.00
12 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00	51.00±0.00
18 hr.	85.00±0.00	85.00±0.00	85.00±0.00
24 hr.	85.00±0.00	85.00±0.00	85.00±0.00
30 hr.	68.00±0.00	51.00±0.00	68.00±0.00
36 hr.	102.00±0.00	85.00±0.00	136.00±0.00
42 hr.	306.00±0.00	102.00±0.00	119.00±0.00
48 hr.	0.00±0.00	119.00±0.00	0.00±0.00

ตารางผนวกที่ 16 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) (การทดลองที่ 2)

Time	5˚C	10˚C	20˚C
0 hr.	100.00	100.00	100.00
6 hr.	95.74	100.00	100.00
12 hr.	95.46	100.00	89.76
18 hr.	95.46	100.00	89.76
24 hr.	90.28	100.00	70.23
30 hr.	58.76	100.00	50.57
36 hr.	40.78	98.42	30.12
42 hr.	0.00	97.71	0.00
48 hr.	0.00	90.89	0.00

ตารางผนวกที่ 17 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	10.00±0.29	10.00±0.29
6 hr.	5.00±0.29	5.00±0.00
12 hr.	5.00±0.29	4.00±0.00
18 hr.	5.00±0.00	5.00±0.29
24 hr.	5.00±0.00	6.00±0.00
30 hr.	11.00±0.29	12.00±0.58
36 hr.	13.00±0.00	13.00±0.29
42 hr.	14.00±0.00	16.00±0.00
48 hr.	18.00±0.00	18.00±0.29

ตารางผนวกที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	8.20±0.00	10.52±0.25
6 hr.	6.78±0.05	9.58±0.13
12 hr.	6.42±0.05	9.42±0.02
18 hr.	6.37±0.03	8.11±0.05
24 hr.	5.01±0.00	8.01±0.03
30 hr.	6.23±0.05	6.96±0.10
36 hr.	5.56±0.06	5.89±0.10
42 hr.	4.32±0.06	5.32±0.05
48 hr.	2.56±0.00	4.66±0.02

ตารางผนวกที่ 19 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00
6 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00
12 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00
18 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00
24 hr.	7.00±0.00	7.00±0.00
30 hr.	6.00±0.00	6.00±0.00
36 hr.	5.50±0.00	5.50±0.00
42 hr.	5.50±0.00	5.00±0.00
48 hr.	5.50±0.00	4.50±0.00

ตารางผนวกที่ 20 การเปลี่ยนแปลงความเค็ม (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
6 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
12 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
18 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
24 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
30 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
36 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
42 hr.	30.00±0.00	30.00±0.00
48 hr.	0.00±0.00	30.00±0.00

ตารางผนวกที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	0.00±0.00	0.00±0.00
6 hr.	1.25±0.00	1.25±0.00
12 hr.	1.25±0.00	1.25±0.00
18 hr.	1.25±0.00	1.25±0.00
24 hr.	1.25±0.00	1.50±0.00
30 hr.	1.50±0.00	1.50±0.00
36 hr.	1.50±0.00	1.50±0.00
42 hr.	2.00±0.00	2.00±0.00
48 hr.	2.00±0.00	3.00±0.00

ตารางผนวกที่ 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	0.00±0.00	0.00±0.00
6 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
12 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
18 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
24 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
30 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
36 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
42 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00
48 hr.	0.01±0.00	0.01±0.00

ตารางผนวกที่ 23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอัลคาลินิตี้ (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	153.00±0.00	153.00±0.00
6 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00
12 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00
18 hr.	51.00±0.00	51.00±0.00
24 hr.	85.00±0.00	85.00±0.00
30 hr.	51.00±0.00	68.00±0.00
36 hr.	85.00±0.00	68.00±0.00
42 hr.	102.00±0.00	102.00±0.00
48 hr.	119.00±0.00	85.00±0.00

ตารางผนวกที่ 24 การเปลี่ยนแปลงอัตรารอด (เปอร์เซ็นต์) (การทดลองที่ 3)

Time	C1	T1
0 hr.	100.00	100.00
6 hr.	100.00	100.00
12 hr.	95.63	100.00
18 hr.	95.63	95.17
24 hr.	90.42	95.17
30 hr.	90.42	90.78
36 hr.	90.42	90.78
42 hr.	90.42	90.78
48 hr.	90.42	90.78

ประวัติผู้เขียน

ชื่อถึงสกุล	นางสาวนภัทร รุ่งเดชวราวิช
วัน เดือน ปีเกิด	2 กรกฎาคม 2533 ที่จังหวัดกรุงเพมหานคร
ที่อยู่	บ้านเลขที่ 26 ซอยนักกีฬาแหลมทอง 5 แยก 4-15 แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ 10250
ประวัติการศึกษา	2555 วิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์การทำงานและผลงานวิจัย

พ.ศ. 2561	นภัทร รุ่งเดชวราวิช มณฑล แก่นมณี และ สุรพล ชุนหบัณฑิต. 2561. “อุณหภูมิน้ำเริ่มต้นที่เหมาะสมในการขนส่งเพรียงทรายแบบมีชีวิต (*Perinereis nuntia*)” หน้า 63-69 ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6.** ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา