

## บทที่ 2

### วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. วัสดุ อุปกรณ์

1. ตู้กระจกทดลองขนาด (กว้างxยาวxสูง) 45x75x45 เซนติเมตร จำนวน 15 ตู้
2. อุปกรณ์ให้อากาศ (ใช้เครื่องบีบลมและใส่หัวทรายเติมอากาศ จำนวน 3 หัว/ตู้)
3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำประกอบด้วย ขวดพลาสติกขนาดความจุ 1 ลิตร จำนวน 15 ใบ ขวดปิเอตี้สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปตรวจวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลาย จำนวน 15 ใบ และขวดปิเอตี้สำหรับใช้วิเคราะห์ค่า  $BOD_5$  จำนวน 90 ใบ
4. เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำพร้อมสารเคมี ประกอบด้วย
  - เครื่องมือวัดความเค็ม (Salinometer S/Mill – E)
  - เครื่อง Spectrophotometer
  - เครื่องมือวัดความเป็นกรดเป็นด่างและอุณหภูมิ (ยี่ห้อ Cyberscan PC 3000 Ver. 2.2 Octor EUTECH Instruments)
  - บิวเรตสำหรับใช้วัดความเป็นด่างและปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอย่างละ 1 ชุด
  - วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้หาปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดประกอบด้วย กระดาษกรอง GF/C ( $\varnothing$  4.7 เซนติเมตร) เตาอบความร้อนสูง (Oven) และเครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง
  - วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบหาปริมาณเชื้อไวรัสโรรวมประกอบด้วย อาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS (Thiosulfate citrate bile salt sucrose) จานเพาะเชื้อ แท่งแก้วสามเหลี่ยม ตะเกียงแอลกอฮอล์ เครื่องผสมสารละลาย (Vortex mixer) และตู้ป่มเชื้อ (Incubator)
5. อุปกรณ์สำหรับชั่ง-วัด เพื่อหาน้ำหนักและความยาวของลูกหอยประกอบด้วย เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง จำนวน 1 เครื่อง เวอร์เนียคาลิเปอร์ จำนวน 1 อัน
6. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนถ่ายน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้ในการกรองน้ำ ประกอบด้วย ถังกรองน้ำขนาดช่องตา 1 ไมครอน จำนวน 1 ถัง บีมน้ำที่ใช้สูบน้ำหมุนเวียน ยี่ห้อ Lifetech รุ่น AP 5000 จำนวน 12 เครื่อง และเครื่องกรองน้ำจำนวน 6 ชุด เครื่องกรองน้ำในแต่ละชุดมี สารชั้นกรองจำนวน 3 ชั้น คือ ชั้นหินที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดหินประมาณ 1.5 มิลลิเมตร มีความหนา 30 เซนติเมตร ชั้นถ่านหุงต้มมีความหนา 20 เซนติเมตร และชั้นทรายที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดทรายประมาณ 0.5 มิลลิเมตร มีความหนา 30 เซนติเมตร
7. ถังน้ำพลาสติก ขนาดความจุ 100 ลิตร จำนวน 15 ใบ

8. พันธุ์หอยเป่าชื่อชนิด *H. asinina* ที่นำมาใช้สำหรับการทดลองที่ 1 ที่ศึกษาผลของการเลี้ยงในระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์โดยใช้ความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำแตกต่างกัน เป็นหอยระยะวัยรุ่นมีอายุประมาณ 90 วัน ความยาวเปลือกเฉลี่ยเท่ากับ  $1.071 \pm 0.190$  เซนติเมตร/ตัว น้ำหนักตัวรวมเปลือกเฉลี่ย (น้ำหนักเปียก) เท่ากับ  $0.23 \pm 0.14$  กรัม/ตัว จำนวน 5,000 ตัว และพันธุ์หอยเป่าชื่อชนิด *H. asinina* ที่นำมาใช้สำหรับศึกษาผลของการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งเป็นการทดลองที่ 2 เป็นหอยระยะวัยรุ่นมีอายุประมาณ 90 วัน มีความยาวเปลือกเฉลี่ย เท่ากับ  $1.408 \pm 0.143$  เซนติเมตร/ตัว และมีน้ำหนักเฉลี่ยรวมเปลือก (น้ำหนักเปียก) เท่ากับ  $0.54 \pm 0.17$  กรัม/ตัว จำนวน 5,000 ตัว ทั้งสองการทดลองใช้พันธุ์หอยเป่าชื่อที่มาจาก การเพาะเลี้ยง โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ ขนาดหอยที่นำมาใช้ในการทดลองที่ 1 มีขนาดเล็กกว่าขนาดของหอยที่ใช้ในการทดลองที่ 2 เนื่องจากในระหว่างการเลี้ยงก่อนจะนำหอยมาใช้ในการทดลองที่ 1 เมื่อหอยมีอายุระหว่าง 1-2 เดือน ในระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝนและมีฝนตกหนัก ทำให้หอยกินอาหารน้อยลงและมีการเจริญเติบโตช้ากว่าปกติ

9. สาหร่ายหนาม เพื่อใช้เป็นอาหารลูกหอย

10. อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนย้ายลูกหอย

11. เครื่องมือและอุปกรณ์ผลิตไอโซน ใช้หลอดรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ได้รับพลังงานจากกระแสไฟฟ้าเป็นท่อยาวขนาด 48 นิ้ว ที่ช่วงความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 170-250 นาโนเมตร จำนวน 2 หลอด ติดตั้งอยู่ในท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว กระตุ้นให้เกิดการเหนี่ยวนำก๊าซออกซิเจนในบรรยากาศที่มาจากเครื่องปั๊มลมให้แตกตัวเป็นไอโซนแล้วพ่นก๊าซไอโซนลงในถังน้ำที่บำบัดโดยใช้หัวทรายจำนวน 2 หัว/ถัง

12. ท่อพีวีซีที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ผ่าซีก แล้วตัดให้มีความยาวขึ้นละ 30 เซนติเมตร สำหรับเป็นที่ยึดเกาะและหลบซ่อนตัวของลูกหอย จำนวน 30 ชิ้น

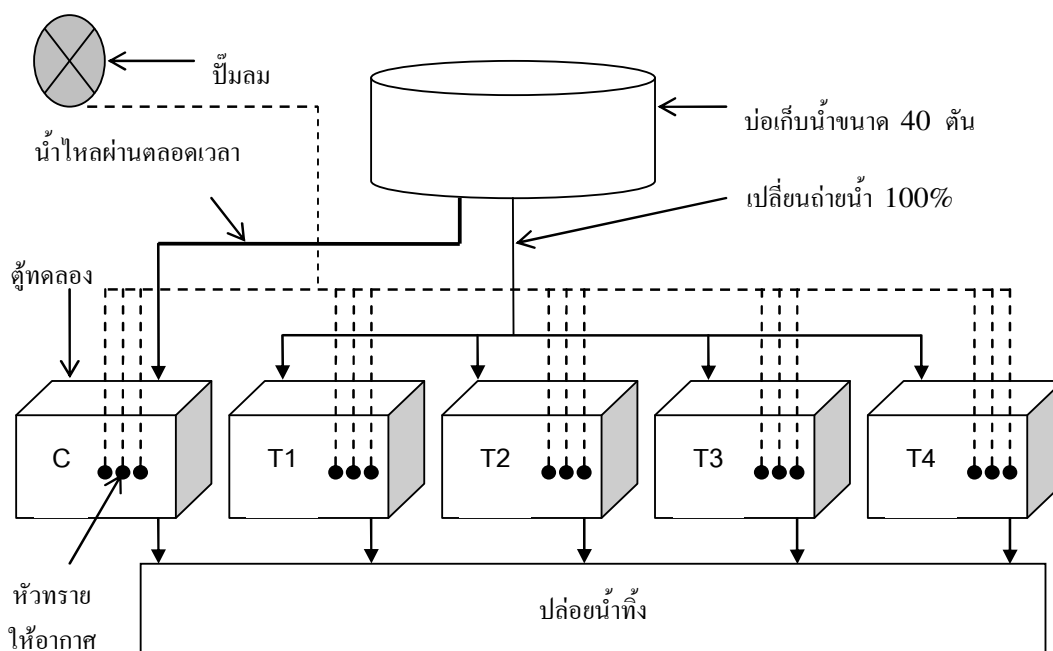
## 2. วิธีการศึกษา

2.1 **แผนการทดลอง** การเลี้ยงหอยเป่าชื่อระยะวัยรุ่นที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design, CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง คือ

**การทดลองที่ 1** ศึกษาผลของการเลี้ยงหอยเป่าชื่อระยะวัยรุ่นโดยมีความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำแตกต่างกัน เพื่อทราบถึงระดับความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ดีที่สุดสำหรับคุณภาพน้ำและผล

การเจริญเติบโตของหอย โดยนำข้อมูลที่ได้มาใช้ศึกษาการเลี้ยงหอยเป่าอี้อระยะวัยรุ่นที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนต่อไป ใส่หอยในตู้ทดลองจำนวน 15 ตู้ๆละ 300 ตัว (ความหนาแน่นเท่ากับ 888.89 ตัว/ตารางเมตร) ก่อนทำการทดลองให้หอยทั้งหมดปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมก่อนเป็นเวลา 1 สัปดาห์ การทดลองทั้งหมดใช้ระยะเวลา 35 วัน แต่หากชุดการทดลองใดเกิดมีหอยตายในระหว่างการเก็บรวบรวมข้อมูลเกิน 10% จะหยุดการทดลองทั้งหมดทันที การทดลองแบ่งระดับความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆละ 3 ซ้ำ ดังนี้ (รูปที่ 3)

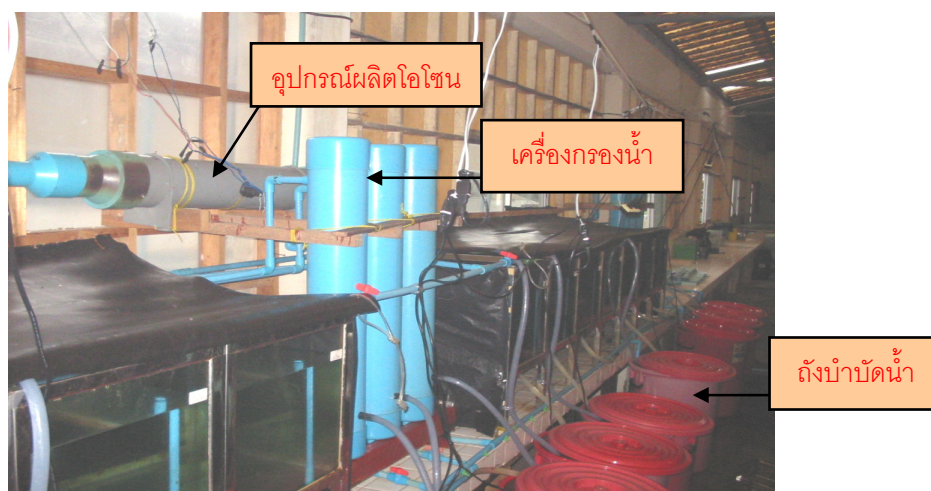
1. ชุดการทดลองที่ 1 (C) เป็นชุดควบคุม เปลี่ยนถ่ายน้ำโดยให้น้ำไหลผ่านตลอดเวลา ในอัตรา 0.1 ลิตร/นาที่
2. ชุดการทดลองที่ 2 (T1) เปลี่ยนถ่ายน้ำอัตรา 100% ความถี่ 1 วัน/ครั้ง
3. ชุดการทดลองที่ 3 (T2) เปลี่ยนถ่ายน้ำอัตรา 100% ความถี่ 2 วัน/ครั้ง
4. ชุดการทดลองที่ 4 (T3) เปลี่ยนถ่ายน้ำอัตรา 100% ความถี่ 3 วัน/ครั้ง
5. ชุดการทดลองที่ 5 (T4) เปลี่ยนถ่ายน้ำอัตรา 100% ความถี่ 4 วัน/ครั้ง



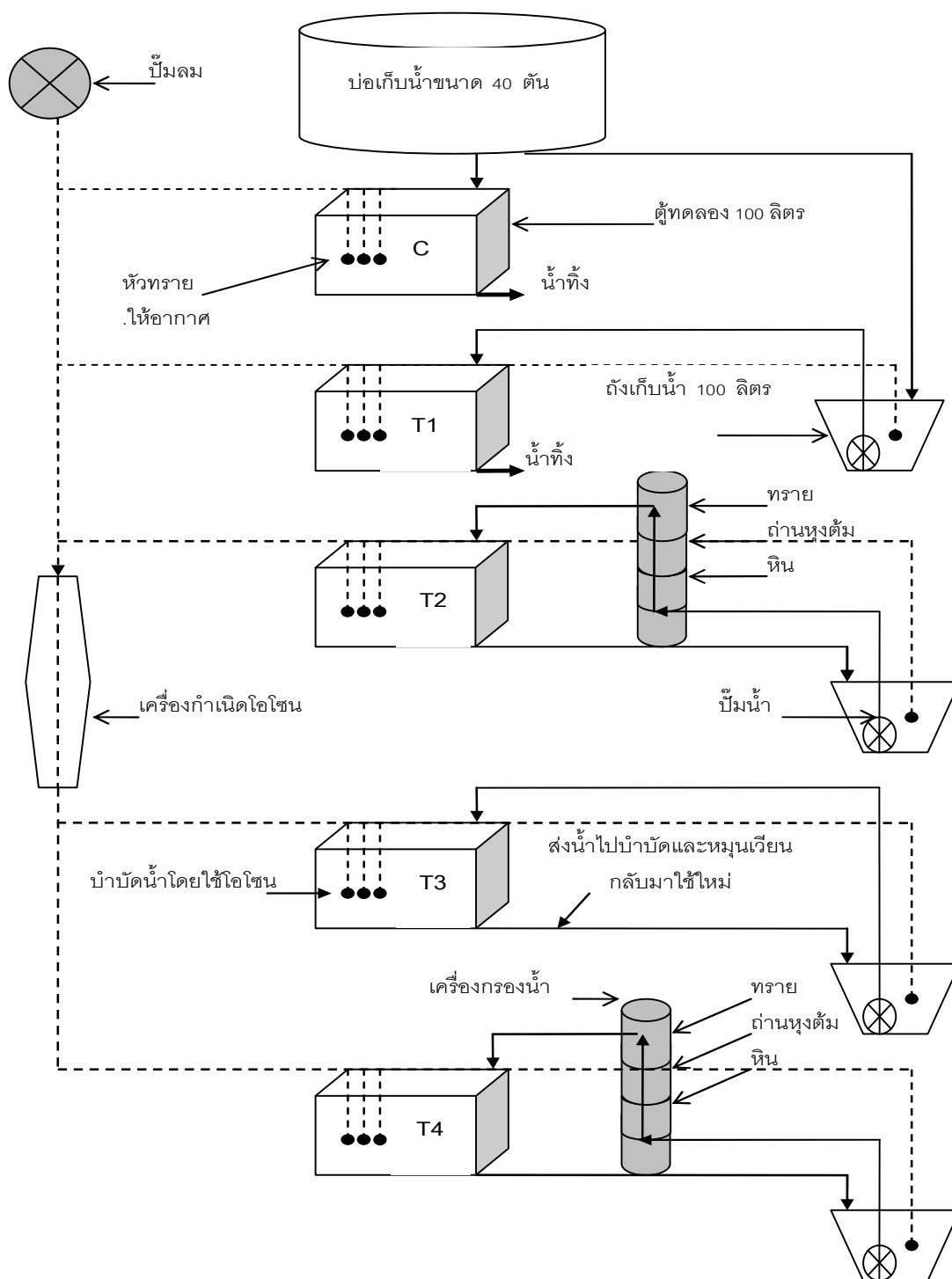
รูปที่ 3 แผนภาพการทดลองเลี้ยงหอยเป่าอี้อระยะวัยรุ่นโดยมีความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำแตกต่างกัน C คือ ชุดควบคุม T1, T2, T3 และ T4 คือ ชุดการทดลองที่เปลี่ยนถ่ายน้ำ 100% ด้วยความถี่ 1, 2, 3 และ 4 วัน/ครั้ง

**การทดลองที่ 2** ศึกษาผลการเลี้ยงหอยเป่าฮือระยะวัยรุ่นที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์ โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนที่ผ่านการบำบัดน้ำด้วยวิธีการกรอง การใช้โอโซน และการกรองร่วมกับการใช้โอโซน (รูปที่ 4 และ 5) ใส่หอยในตู้ทดลองจำนวน 15 ตู้ๆ ละ 300 ตัว ก่อนทำการทดลองให้หอยทั้งหมดปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมก่อนเป็นเวลา 1 สัปดาห์ และใช้ระยะเวลาทดลองทั้งหมด 85 วัน แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

1. ชุดการทดลองที่ 1 (C) เป็นชุดควบคุมที่ 1 เปลี่ยนถ่ายน้ำโดยใช้น้ำทะเลที่ผ่านการตกตะกอนจากบ่อเก็บน้ำขนาด 40 ตัน ปล่อยให้ น้ำไหลผ่านตลอดเวลา ในอัตรา 0.1 ลิตร/นาที่
2. ชุดการทดลองที่ 2 (T1) เป็นชุดควบคุมที่ 2 ใช้ น้ำทะเลที่ผ่านการตกตะกอนจากบ่อเดียวกันกับชุดการทดลองที่ 1 สูบน้ำมาใส่ในถังเก็บที่เปิดลมให้อากาศตลอดเวลาครั้งละ 100 ลิตร/ถัง และเปลี่ยนถ่ายน้ำใหม่ทั้งหมดในความถี่ 2 วัน/ครั้ง (ตามผลการทดลองที่ 1 ที่พบว่า เป็นระดับความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ดีที่สุด)
3. ชุดการทดลองที่ 3 (T2) มีการหมุนเวียนน้ำที่ใช้น้ำผ่านการบำบัดด้วยวิธีการกรอง
4. ชุดการทดลองที่ 4 (T3) มีการหมุนเวียนน้ำที่ใช้น้ำผ่านการบำบัดด้วยโอโซน
5. ชุดการทดลองที่ 5 (T4) มีการหมุนเวียนน้ำที่ใช้น้ำผ่านการบำบัดด้วยวิธีการกรองร่วมกับการใช้โอโซน



รูปที่ 4 การเลี้ยงหอยเป่าฮือระยะวัยรุ่นที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียน



รูปที่ 5 แผนภาพการทดลองเลี้ยงหอยเป่าฮื้อระยะวัยรุ่นที่ระดับความหนาแน่นเชิงพาณิชย์โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียน C คือ ชุดควบคุมที่ 1 ปล่อยน้ำไหลผ่านตลอดเวลาในอัตรา 0.1 ลิตร/นาที T1 คือ ชุดควบคุมที่ 2 เปลี่ยนถ่ายน้ำ 100% ความถี่ 1 วัน/ครั้ง T2, T3 และ T4 คือ ชุดการทดลองที่บำบัดและหมุนเวียนน้ำด้วยวิธีการกรอง การใช้โอโซน และการกรองร่วมกับการใช้โอโซน

ในชุดการทดลองที่ 3, 4 และ 5 ของแต่ละซ้ำในทุกชุดการทดลองมีถังเก็บน้ำโดยใส่น้ำทะเลที่ผ่านการตกตะกอนเมื่อเริ่มต้นการทดลองจากบ่อเดียวกันกับชุดการทดลองที่ 1 ใส่น้ำถึงละ 100 ลิตร และเปิดลมให้อากาศตลอดเวลา ตลอดระยะเวลาในการทดลองไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำใหม่แต่มีการเติมน้ำใหม่บ้างเพื่อรักษาปริมาตรให้คงที่ สำหรับการบำบัดและหมუნเวียนน้ำแต่ละครั้งใช้ระดับความถี่ห่างกัน 2 วัน/ครั้งๆ ละ 1 ชั่วโมง ตามผลการทดลองที่ 1 ที่พบว่าป็นระดับความถี่การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ดีที่สุด

## 2.2 การเตรียมตู้ทดลองและการเตรียมน้ำในตู้ทดลอง

1. ตู้ทดลอง ทั้ง 2 การทดลองใช้ตู้กระจกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด กว้างxยาวxสูง = 45x75x45 เซนติเมตร ภายในตู้ทดลองเติมอากาศโดยใช้หัวทราย จำนวน 3 หัว/ตู้ และมีท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ผ่าซีกและตัดให้เป็นชิ้นยาวชิ้นละ 30 เซนติเมตร วางบริเวณพื้นตู้จำนวน 2 ชิ้น/ตู้ เพื่อให้เป็นที่ยึดเกาะและหลบซ่อนของลูกหอย (รูปที่ 6)



รูปที่ 6 ท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว ผ่าซีก ใช้เป็นที่ยึดเกาะและหลบซ่อนของลูกหอย

2. การเตรียมน้ำในตู้ทดลองเมื่อเริ่มต้นการทดลองและการเตรียมน้ำเพื่อใช้ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุกครั้งตลอดการทดลองของทุกชุดการทดลองทั้ง 2 การทดลอง กระทำโดยสูบน้ำจากชายฝั่งทะเลที่มีความเค็มระหว่าง 30-35 ppt มาผ่านการฆ่าเชื้อโดยคลอรีนผง ในอัตรา 20 ppm ในบ่อที่มีขนาดความจุ 40 ตัน พร้อมกับเปิดลมให้อากาศตลอดเวลาจนกว่าคลอรีนหมดฤทธิ์จึงปิดลมเพื่อให้ น้ำตกตะกอนอย่างน้อย 24 ชั่วโมง แล้วนำมาผ่านการกรองด้วยถุงกรองน้ำขนาดช่องตา 1 ไมครอน โดยใสในตู้ทดลองเมื่อเริ่มต้นการทดลองตู้ละ 100 ลิตร ส่วนการเปลี่ยนถ่ายน้ำใช้ตามอัตราที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละชุดการทดลอง

### 2.3 การให้อาหารลูกหอยทดลอง

ใช้สาหร่ายหนาม (*Acanthophora spicifera*) (รูปที่ 7) ที่หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆเป็นอาหารทดลองช่วงเวลาการทดลองในอัตรา 10-20% ของน้ำหนักตัวต่อวันทุกๆ วันในเวลาตอนเย็น โดยบันทึกน้ำหนักอาหารที่ให้ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและ/หรือหลังทำการบำบัดน้ำของแต่ละชุดการทดลอง ทำการกรองเก็บเศษอาหารที่เหลือด้วยถุงกรองที่ทำด้วยอวนสีฟ้ามีขนาดช่องตา 1 มิลลิเมตร หนา 2 ชั้น และนำเศษอาหารที่เหลือใส่กลับคืนในตู้เดิม บันทึกการกินอาหารของหอยโดยเก็บเศษอาหารที่เหลือทั้งหมดภายในตู้ทดลองของแต่ละตู้มาชั่งน้ำหนักให้แห้งโดยใช้กระดาษทิชชู แล้วนำมาชั่งน้ำหนักเปียกเพื่อหาปริมาณอาหารที่หอยกินสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกันจนถึงสิ้นสุดการทดลอง เพื่อศึกษาอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food conversion ratio : FCR)

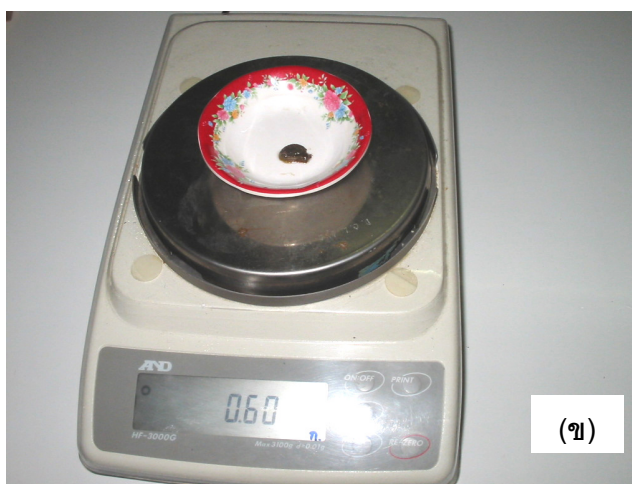


รูปที่ 7 สาหร่ายหนาม (*Acanthophora spicifera*) ที่ใช้เลี้ยงหอยทดลอง

### 2.4 การสุ่มชั่ง-วัดขนาดลูกหอย

ทั้งสองการทดลองใช้ลูกหอยเป้าฮื้อระยะวัยรุ่น ชนิด *H. asinina* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ มีอายุประมาณ 90 วัน เมื่อเริ่มต้นการทดลองทำการสุ่มตัวอย่างลูกหอย จำนวน 10% ของจำนวนหอยทั้งหมดในแต่ละตู้มาวัดความยาวเปลือกเป็นเซนติเมตร (รูปที่ 8ก) และชั่งน้ำหนักตัวรวมเปลือกของหอยเป็นกรัมของน้ำหนักเปียก (รูปที่ 8ข) ระหว่างการทดลองทำการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว) และอัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) โดยสุ่มชั่ง-วัดขนาดหอย จำนวน 10% ของหอยทั้งหมดในแต่ละตู้ทุกสัปดาห์ต่อเนื่องไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง เป็นเวลา 35 วัน จึงหยุดทำการทดลองสำหรับ

การทดลองที่ 1 และสุ่มซึ่ง-วัดขนาดหอยทุกๆ 3 สัปดาห์ต่อเนื่องไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 85 วัน จึงหยุดทำการทดลอง สำหรับการทดลองที่ 2 หากตู้ใดมีหอยตายจะใส่หอยที่มีขนาดความยาวเปลือกใกล้เคียงกันพร้อมกับทำเครื่องหมายแล้วใส่คืนให้ครบตามจำนวนเดิม เพื่อรักษาความหนาแน่นของหอยภายในตู้ให้คงที่และทำการบันทึกจำนวนหอยที่ตายทุกครั้ง แต่หอยที่ใส่ทดแทนทั้งหมดจะไม่นำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ



รูปที่ 8 การตรวจวัดการเจริญเติบโตของลูกหอย (ก) วัดความยาวเปลือก และ (ข) ชั่งน้ำหนักเปลือกของตัวและเปลือกหอย



## 2.5 การเก็บตัวอย่างน้ำและการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การทดลองที่ 1 เก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวัดคุณภาพน้ำจากตู้ทดลองทั้งหมดจำนวน 15 ตู้ ในเวลา 8.30-9.00 น. ทุกวันก่อนเปลี่ยนถ่ายน้ำ ต่อเนื่องไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 35 วัน

การทดลองที่ 2 เก็บตัวอย่างน้ำและตรวจวัดคุณภาพน้ำจากตู้ทดลองทั้งหมดจำนวน 15 ตู้ 2 วัน/ครั้ง คือ ก่อนการบำบัดหมุนเวียนน้ำ เวลา 8.30-9.00 น. และหลังการบำบัดหมุนเวียนน้ำ เวลา 14.30-15.00 น. ต่อเนื่องไปจนถึงสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 85 วัน (การบำบัดหมุนเวียนน้ำทุกครั้งกระทำห่างกัน 2 วัน/ครั้ง ในเวลา 9.00-10.00 น.)

การตรวจวัดคุณภาพน้ำในตู้ทดลอง ทั้ง 2 การทดลอง ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายด้วยวิธีการไตเตรท (Azide modification, APHA *et al.*, 1998) ความเป็นกรดเป็นด่างและอุณหภูมิของน้ำด้วยเครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง ยี่ห้อ Cyberscan PC 3000 Ver. 2.2 Octor EUTECH Instruments วิเคราะห์ความเป็นด่างโดยวิธีไตเตรท (APHA *et al.*, 1998) วัดความเค็มของน้ำด้วยเครื่อง Salinometer (S/Mill-E) วัดปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended solid : TSS) ด้วยวิธีของ APHA และคณะ (1998) โดยแบ่งตัวอย่างน้ำส่วนหนึ่งมากรองด้วยกระดาษ Whatman GF/C และนำตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วไปวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรต-ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต ด้วยเครื่อง Spectrophotometer นำตัวอย่างน้ำส่วนหนึ่งที่ยังไม่ได้กรองมาวิเคราะห์หาค่า BOD<sub>5</sub> โดยบ่มที่อุณหภูมิ 20 °C นาน 5 วัน แล้ววิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่เปลี่ยนแปลงโดยวิธีการไตเตรท (Azide modification, APHA *et al.*, 1998) ศึกษาปริมาณเชื้อไวรัสทั้งหมดในน้ำของแต่ละตู้โดยการเพาะเชื้อลงบนอาหาร TCBS แล้วนำมาบ่มเชื้อในตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จึงตรวจนับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ดัดแปลงจาก Elston, 1983)

## 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

- คำนวณข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ตลอดการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Microsoft Excel 2000 และวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำ การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและข้อมูลทางเศรษฐกิจการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อ ด้วยวิธี One way analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยที่พบด้วยวิธี Duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) เวอร์ชัน 10.0 (กัลยา, 2544) คำนวณข้อมูลต่างๆ ของทั้ง 2 การทดลอง ดังนี้

1. อัตราการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก (Weight growth rate : กรัม/วัน) คำนวณจากสมการ

$$WGR = (\bar{W}_t - \bar{W}_0) / t$$

เมื่อ WGR คือ อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน น้ำหนักเปียก)

$\bar{W}_t$  คือ น้ำหนักเฉลี่ยของหอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ก. น้ำหนักเปียกรวมเปลือก)

$\bar{W}_0$  คือ น้ำหนักเฉลี่ยของหอยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (ก. น้ำหนักเปียกรวมเปลือก)

t คือ ระยะเวลา (วัน)

2. อัตราการรอดตาย (Survival rate : %) ประเมินอัตราการรอดตายของหอยเฉพาะหอยที่รอดตายจากการใส่ในตู้ทดลองเริ่มแรกเท่านั้น โดยไม่นำเอาหอยที่ใส่เพิ่มเพื่อทดแทนหอยที่ตายมาทำการประเมิน คำนวณอัตราการรอดตายจากสมการ

$$\text{อัตราการรอดตาย (SURVR)} = \frac{\text{จำนวนหอยที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} \times 100}{\text{จำนวนหอยที่เริ่มการทดลอง}}$$

3. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food conversion ratio : FCR) คำนวณจากสมการ

$$FCR = F / (W_t - W_0)$$

เมื่อ F คือ น้ำหนักรวมของอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยตลอดการทดลอง (กรัม น้ำหนักเปียก)

$W_t$  คือ น้ำหนักรวมทั้งหมดของหอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม น้ำหนักเปียกรวมเปลือก)

$W_0$  คือ น้ำหนักรวมทั้งหมดของหอยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม น้ำหนักเปียกรวมเปลือก)

4. ผลผลิตของน้ำหนัก (กรัมของน้ำหนักเปียกรวมเปลือก) ต่อพื้นที่ที่ใช้เลี้ยง (ตารางเมตร) คำนวณผลผลิตของน้ำหนักต่อพื้นที่ (Product : กรัม/ตารางเมตร) จากสมการ

$$\text{ผลผลิตของน้ำหนักต่อพื้นที่} = \frac{\text{น้ำหนักรวมทั้งหมดของหอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{พื้นที่ที่ใช้เลี้ยง}}$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์การอนุบาลลูกหอยเป่าฮื้อ ประเมินผลจากค่าเฉลี่ยของกำไรสุทธิที่ได้รับ

$$\text{กำไรสุทธิ : บาท/ตัว} = \frac{\text{ผลตอบแทนที่ได้รับทั้งหมด} - \text{ต้นทุนการผลิตทั้งหมด}}{\text{จำนวนหอยที่เหลือ}}$$

โดยต้นทุนการผลิตทั้งหมดหมายถึงต้นทุนผันแปรบวกกับต้นทุนคงที่ ผลตอบแทนที่ได้รับหมายถึงรายได้ที่มาจากกาจำหน่ายหรือที่รอดตายทั้งหมดของแต่ละชุดการทดลอง

5.1 ค่าเสื่อมราคาของวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆ คำนวณโดยใช้วิธี Straight Line Method (สมพงษ์และวินัย, 2546) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$Dsl = \frac{C - S}{Y}$$

Dsl = ค่าเสื่อมราคาต่อปี

C = ราคาหรือมูลค่าของอุปกรณ์ที่สร้างหรือซื้อ

S = มูลค่าซาก (ในที่นี้มีค่าเท่ากับศูนย์)

Y = อายุการใช้งาน (การประเมินอายุการใช้งานขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุและอุปกรณ์)

5.2 คำนวณต้นทุนค่าไฟฟ้าตลอดการทดลอง (ดัดแปลงจากนายสรรหา, 2544)

ต้นทุนค่าไฟฟ้า = ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่าเอฟที) + ค่าบริการ + ภาษีมูลค่าเพิ่ม

เมื่อ การใช้ไฟฟ้า 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิิต คือ เครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 1,000 วัตต์ ที่ใช้งานในหนึ่งชั่วโมง ดังนั้น

ค่าไฟฟ้าฐาน = จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด (กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการคำนวณ x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานในหนึ่งวัน / 1,000 x จำนวนวันที่ใช้งานทั้งหมด) x อัตราการเก็บเงินค่าไฟฟ้าต่อหน่วย

อัตราการเก็บเงินค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (ประเภทการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วย/เดือน) คือ

- จำนวน 5 หน่วย (หน่วยที่ 1-5 ) ราคาหน่วยละ 0.00 บาท
- จำนวน 10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 6-15 ) ราคาหน่วยละ 1.3576 บาท
- จำนวน 10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16-25 ) ราคาหน่วยละ 1.5445 บาท

ค่าไฟฟ้าผันแปร (ค่าเอฟที) = 35 สตางค์/หน่วย (ค่าเอฟทีผันแปรไปตามช่วงเวลาการใช้ไฟฟ้าของแต่ละเดือน)

- ค่าบริการ = 40.90 บาท/เดือน
- ภาษีมูลค่าเพิ่ม = 7 %

6. ประสิทธิภาพในการบำบัด (Removal efficiency) คำนวณได้จากความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำก่อนการบำบัดและหลังจากการบำบัด ด้วยสูตรดังต่อไปนี้ (ดัดแปลงจาก พุททและคณะ, 2543)

$$\text{Removal efficiency (\%)} = \{[N]_{in} - [N]_{out}\} \times 100 / [N]_{in}$$

โดยที่ [N] คือความเข้มข้นของสารหรือค่าของตัวแปรที่สนใจ

in เป็นตัวอย่างน้ำก่อนการบำบัด

out เป็นตัวอย่างน้ำที่ผ่านการบำบัด

หากค่าประสิทธิภาพในการบำบัดเป็นบวกแสดงว่าระบบบำบัดมีความสามารถในการบำบัดหรือขจัดหรือเก็บสารเหล่านั้นไว้ในระบบบำบัด แต่ถ้าค่าประสิทธิภาพในการบำบัดมีค่าเป็นลบแสดงว่าระบบบำบัดผลิตสารออกมาหรือสารเหล่านั้นปะปนเข้ามากับน้ำที่เปลี่ยนถ่าย

7. วิเคราะห์หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Partial correlation coefficient ของผลการเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตของน้ำหนักรต่อพื้นที่ และข้อมูลทางเศรษฐกิจการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อประเมินผลจากค่าเฉลี่ยของกำไรสุทธิที่ได้รับกับการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแต่ละความถี่ของการเปลี่ยนถ่ายน้ำ (ในการทดลองที่ 1) และกับการหมุนเวียนน้ำที่ผ่านการบำบัดแตกต่างกัน (ในการทดลองที่ 2) ตัวแปรคุณภาพน้ำที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นต่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ บีโอดี แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรต-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต ปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และปริมาณเชื้อไวรัสรวม โดยนำข้อมูลเหล่านี้จากแต่ละครั้งของการตรวจวัดมาเฉลี่ยหาค่าตัวแทนคุณภาพน้ำ เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเลี้ยงหอยเป่าฮื้อระยะวัยรุ่น สำหรับข้อมูลผลการเลี้ยงตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ การเจริญเติบโตโดยความยาวเปลือก การเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตของน้ำหนักรต่อพื้นที่ และกำไรสุทธิ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS เวอร์ชัน 10.0 (กัลยา, 2544)