บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ศึกษาทดลองและเก็บข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินงานวิจัยที่สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตำบลอ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

3.2 การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล (Completely randomized design involved factorial) โดยเป็นการศึกษาผลกระทบ 2 ปัจจัยคือผลกระทบทั้ง Treatment ได้แก่ แคลเซียม และฟอสฟอรัส หรือผลกระทบร่วม (Interaction) ของคอลัมน์และแถวพร้อมๆ กัน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ ดังนี้

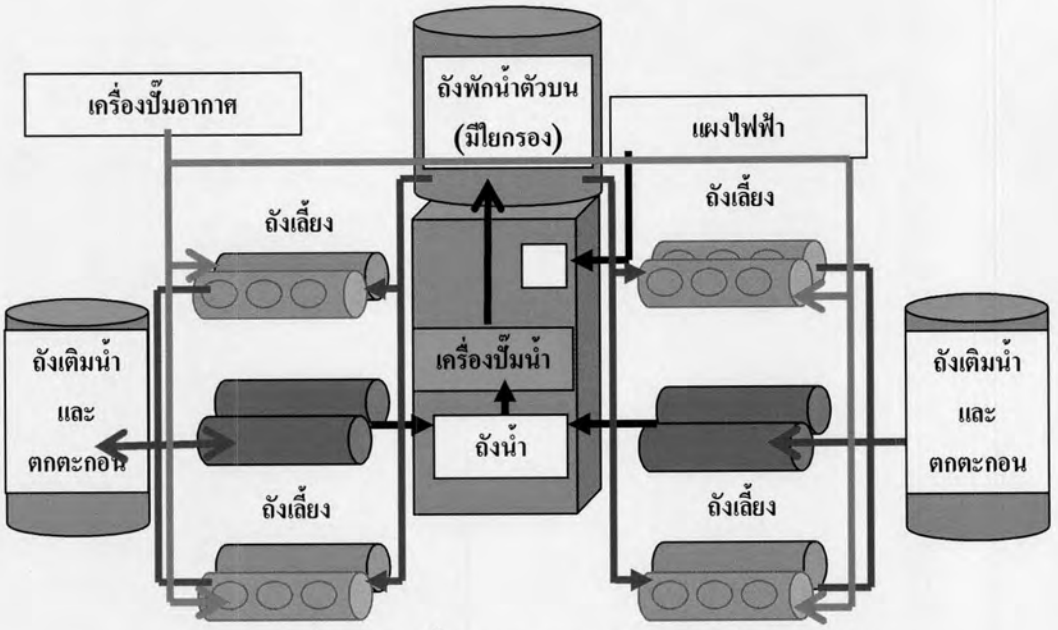
- อาหารเสริมแคลเซียมในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) 3 ระดับ ได้แก่ 1, 4, 7% ในอาหารผสม

- อาหารเสริมเสริมฟอสฟอรัสในรูปโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) 3 ระดับ ได้แก่ 1, 3, 5 % ในอาหารผสม

3.3 การออกแบบบ่อเลี้ยงหอยหวานระบบน้ำหมุนเวียน

การศึกษาครั้งนี้ใช้ถังไฟเบอร์ทรงกระบอกสีดำวางในแนวนอน ขนาดกว้าง 0.6 x 3.0 เมตร จำนวน 12 ถัง รองด้วยทรายสูง 10 เซนติเมตร เป็นถังเลี้ยง (Rearing tanks) ซึ่งแบ่งเป็นหน่วยการทดลองย่อย (Rearing unit) โดยใช้ตะกร้ารูปทรงสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 24 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร และสูง 25 เซนติเมตรและมีฝาเปิดทั้งสองด้าน พื้นตะกร้าจะเป็นพื้นเรียบสำหรับรองรับทรายเพื่อเป็นพื้นบ่อ (Substrate) โดยใช้ทรายน้ำจืดแบบหยาบ (Coarse sand) มีความหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร สำหรับการฝังตัวของหอยหวาน โดยด้านข้างของตะกร้าเป็นรูพรุนขนาด 1.5 ตารางเซนติเมตร (40 รูต่อพื้นที่ 10 ตารางเซนติเมตร) เพื่อช่วยให้มีการหมุนเวียนของน้ำในแต่ละหน่วยการทดลองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ วางตะกร้าในแต่ละช่องของถังเลี้ยง (รูปที่ 27) ใช้เครื่องสูบน้ำเป็นตัวหมุนเวียนน้ำทั้งระบบ โดยจะนำน้ำจากถังตกตะกอนมีความจุ 2,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง ไปพักไว้ในถังพักขนาด 1,500 ลิตรที่ยกสูงจากพื้น ซึ่งมีการบรรจุใยแก้วกรอง หลังจากนั้นจึงปล่อยน้ำทะเลลงสู่ถังเลี้ยง การทดลอง ผ่านตามท่อลำเลียงน้ำด้านบนเยื้องไปทางด้านข้าง (รูปที่ 28) ปรับระดับน้ำให้มีความสูงประมาณ 30 เซนติเมตร การเลี้ยงในครั้งนี้ทำการหมุนเวียนน้ำเป็นเวลา 12

ชั่วโมงต่อวัน โดยบ่อเลี้ยงใช้น้ำทะเลความเค็ม 30 พีพีที ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร และให้อากาศแบบฟองอากาศอย่างพอเพียง โดยทำการล้างระบบเป็นประจำ และเติมน้ำทะเลใหม่ทุกเดือน น้ำในระบบมีปริมาตรรวมประมาณ 15.5 ตัน (รูปที่7)



รูปที่ 7 ผังโรงเลี้ยงหอยหวาน สถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลา
ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.ชลบุรี
ที่มา : ผู้เขียน

3.4 การคำนวณปริมาตรน้ำในระบบ

Rearing tank

จำนวน	12	ถัง
ความยาว	3.0	เมตร
รัศมีหน้าตัด	0.3	เมตร

ปริมาตร 1 ถัง = $22 \times 0.3^2 \times 3.0 / 7 = 0.8486$ ลบ.ม. คิดเป็น 848 ลิตร

ปริมาตร 12 ถัง เท่ากับ $848 \times 12 = 10{,}176$ ลิตร

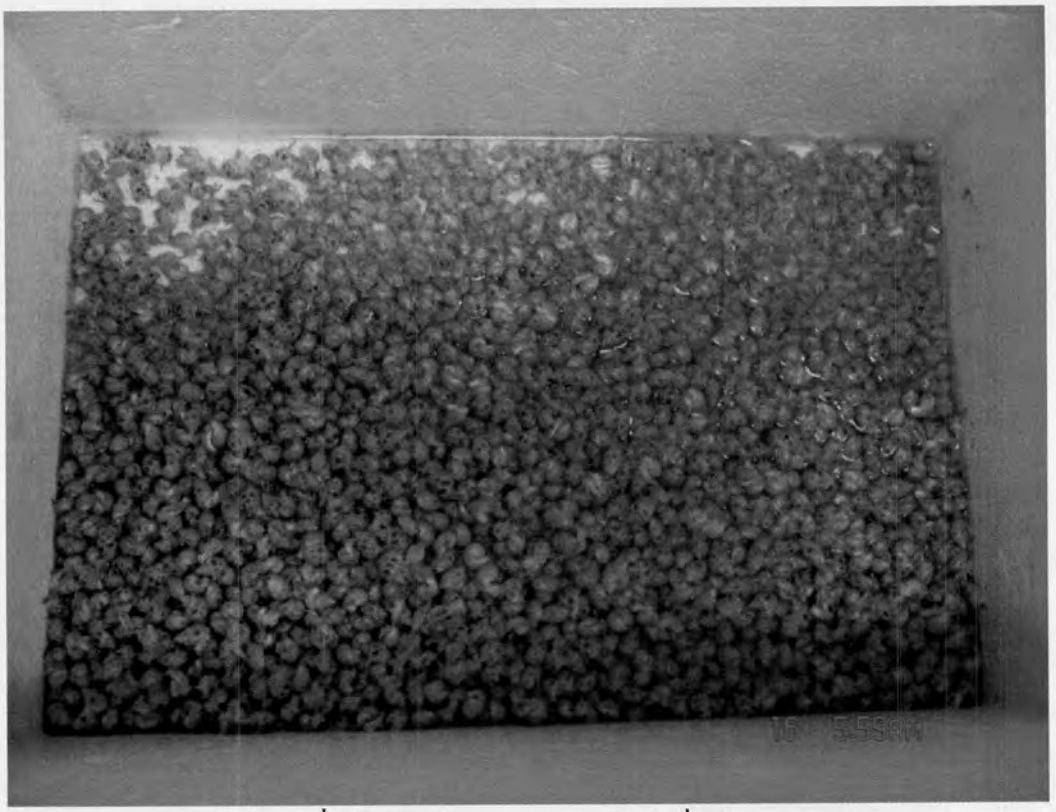
คิดเป็นประมาณ 10 ตัน

ถังตกตะกอน	2	ถัง ถังละ 2 ตัน รวมเป็น 4 ตัน
ถังพักน้ำยกสูงจากพื้น	1	ถัง ปริมาตร 1.5 ตัน

รวมปริมาตรน้ำในระบบประมาณ 10+4+1.5 = 15.5 ตัน

3.5 สัตว์ทดลอง

การศึกษาในครั้งนี้เลือกลูกพันธุ์หอยหวาน(รูปที่ 10) ที่ใช้ในการทดลองจะมีขนาดความยาวเปลือกเฉลี่ย 1.45 $\pm$ 0.10 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 0.62 $\pm$ 0.13 กรัม โดยใช้ลูกพันธุ์หอยหวานที่ผลิตจากชุดการเพาะฟักเดียวกัน (Crop) และลูกพันธุ์หอยหวานในบ่อทดลองเดียวกันจะมีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุด โดยคัดและวิเคราะห์ขนาดเริ่มต้นที่ไม่มีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 13 14 และ 15) ทั้งนี้เพื่อลดผลกระทบทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของหอยหวานที่มีขนาดต่างกัน โดยใช้อัตราการปล่อยที่ 300 ตัวต่อตารางเมตร หรือจำนวน 30 ตัวต่อหน่วยการทดลอง ใช้น้ำทะเลความเค็ม 30 พีพีที ระดับน้ำสูง 30 เซนติเมตร และให้อากาศอย่างพอเพียง รองพื้นด้วยทรายหยาบสูง 1-2 เซนติเมตร สัปดาห์แรกให้หอยหวานกินเนื้อปลาทู (*Rastrelliger brachysoma*) เป็นอาหาร โดยให้แบบกินจนอิ่มทุกวันตอนเช้า หลังจากนั้นเริ่มการฝึกให้ลูกหอยหวานกินอาหารผสมที่มิได้เสริมแคลเซียมและฟอสฟอรัส (basal diet มี Ca : P ประมาณ 1 : 1) จนลูกหอยหวานยอมรับอาหารผสมเป็นอย่างดี หลังจากนั้นจึงเริ่มทำการทดลองด้วยการให้หอยหวานกินอาหารผสมเสริมแคลเซียมและฟอสฟอรัสในแต่ละสูตร เก็บเศษอาหารออกทันทีภายหลังจากหอยกินอาหารเสร็จ ทำการดูแลความสะอาดสถานที่ทุกวัน รวบรวมข้อมูลโดยบันทึกขนาดความยาวและความกว้างเริ่มต้น และน้ำหนักหอยหวานเริ่มต้น หลังจากนั้นเก็บข้อมูลการเติบโตเป็นประจำทุกระยะเวลา 1 เดือน สำหรับคุณภาพน้ำทะเลทำการศึกษาเป็นประจำทุกสัปดาห์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำทะเลก่อนการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลในบ่อเลี้ยง โดยพารามิเตอร์ที่ศึกษาประกอบด้วย อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิอากาศ ความเค็ม ออกซิเจนในน้ำ ความเป็นกรดด่าง ไนไตรท์ - ไนโตรเจน แอมโมเนีย – ไนโตรเจน อัลคาลินิตี้ ฟอสเฟต และแคลเซียม



รูปที่ 8 ลูกพันธุ์หอยหวานระยะวัยรุ่นที่ใช้ในการทดลอง
ที่มา : ผู้เขียน

3.6 อาหารของหอยหวาน

นำวัตถุดิบต่างๆมาทำอาหารสำเร็จรูปโดยใช้ปลาป่น 25.81% กากถั่วเหลืองป่น 25.81% น้ำมันปลาทูน่า 7.75% และใช้แป้งสาลี 19.99% เติมเกลือแร่รวมใช้ CAL-PLUS (บริษัทโคเดล ประเทศไทยจำกัด) และวิตามินรวมใช้ COMPLET DV (บริษัทโคเดล ประเทศไทยจำกัด) อย่างละ 1% ใช้ PMC (Poly Methyl Carbamide) เป็นตัวประสาน (binder) 3% เปลือกกุ้งป่น 2% และใช้ cellulose ชนิด fibrulin instant เป็นตัวให้เยื่อใย (fiber) ปรับสูตรอาหาร สัดส่วนวัตถุดิบอาหารทุกสูตรอย่างละเอียดแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม และฟอสฟอรัสในอาหารเริ่มต้นแล้วเสริมแคลเซียมในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) 3 ระดับได้แก่ 1% 4% และ 7% แต่ละระดับของแคลเซียมเสริมฟอสฟอรัสในรูปโพแทสเซียมฟอสเฟต (KH_2PO_4) 3 ระดับได้แก่ 1% 3% และ 5% โดยใช้ basal diet (สูตรที่ 1 Ca : P =1 : 1) เป็นชุดควบคุม (control)

โดยกำหนดสูตรอาหารระดับต่างกันดังนี้

1. อาหารผสมระดับแคลเซียม 1 % เท่ากับอาหารที่มีแคลเซียมต่ำกว่าเนื้อปลาสด
2. อาหารผสมระดับแคลเซียม 4 % เท่ากับอาหารที่มีแคลเซียมเท่าเนื้อปลาสด
3. อาหารผสมระดับแคลเซียม 7 % เท่ากับอาหารที่มีแคลเซียมสูงกว่าเนื้อปลาสด
4. อาหารผสมระดับฟอสฟอรัส 1 % เท่ากับอาหารที่มีฟอสฟอรัสต่ำกว่าเนื้อปลาสด
5. อาหารผสมระดับฟอสฟอรัส 3 % เท่ากับอาหารที่มีฟอสฟอรัสเท่าเนื้อปลาสด
6. อาหารผสมระดับฟอสฟอรัส 5 % เท่ากับอาหารที่มีฟอสฟอรัสสูงกว่าเนื้อปลาสด

ผสมอาหารโดยการคลุกเคล้าวัตถุดิบทุกชนิดให้เข้ากัน โดยใช้น้ำผสมด้วยในอัตราส่วนอาหารต่อน้ำ 1 ต่อ 1 จากนั้นปั้นเป็นก้อนอัดในกระบอกฉีดออกมาได้อาหารที่มีลักษณะเป็นท่อน มีความนิ่มสูง นำไปตากแดด 3-4 ชั่วโมง แล้วจึงเก็บรักษาในตู้เย็นที่ความเย็นต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส โดยทำการเตรียมอาหารผสมเป็นประจำทุกเดือนเพื่อรักษาคุณภาพของอาหารทดลองให้มีความสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการทดลอง

ตารางที่ 1 สัดส่วนวัตถุดิบจำแนกตามสูตรอาหาร

สูตรอาหาร	สัดส่วนวัตถุดิบอาหาร (เปอร์เซ็นต์)										
	ปลาป่น	กากถั่วเหลืองป่น	แป้งสาลี	น้ำมันปลาทูน่า	เปลือกกุ้งป่น	PMC[1]	แร่ธาตุรวม[2]	วิตามินรวม[3]	Fribulin[4]	$CaCO_3$	KH_2PO_4
1	25	25	20	8	2	3	1	1	13	1	1
2	25	25	20	8	2	3	1	1	11	1	3
3	25	25	20	8	2	3	1	1	9	1	5
4	25	25	20	8	2	3	1	1	10	4	1
5	25	25	20	8	2	3	1	1	8	4	3
6	25	25	20	8	2	3	1	1	6	4	5
7	25	25	20	8	2	3	1	1	7	7	1
8	25	25	20	8	2	3	1	1	5	7	3
9	25	25	20	8	2	3	1	1	3	7	5

[1] PMC หรือ Polymethyl Carbamide ใช้เป็นตัวประสานในอาหาร

[2] แร่ธาตุรวมประกอบด้วยCalcium 14.7%, Phosphorus 14.7%, Manganese 1.0%, Copper 0.36%, Iron 0.20%, Iodine 0.10%, Cobalt 0.10%, Selenium 0.006%

[3] วิตามินรวม 1 กก. ประกอบด้วย วิตามินเอ 10^7 IU วิตามินดี3 10^6 IU วิตามินอี 0.01% วิตามินเค3 0.001% วิตามินบี1 0.0005% วิตามินบี2 0.005% วิตามินบี6 0.01% วิตามินซี 0.001% ดีแอลเมทไธโอนิน 0.016%

[4] Fibrulin เป็น Cellulose ใช้ปรับสูตรอาหาร

3.7 ขั้นตอนการเตรียมอาหาร

1. กำหนดสูตรอาหารโดยการใช้แคลเซียม 3 ระดับคือ 1, 4, 7% และ ฟอสฟอรัส 3 ระดับ คือ 1, 3 และ 5% โดยอ้างตามสัดส่วนแคลเซียม และฟอสฟอรัสในเนื้อปลาทูซึ่งมีสัดส่วนแคลเซียม 4% และฟอสฟอรัส 3%

2. จัดหาวัตถุดิบตามความต้องการทั้งชนิด และปริมาณ

3. ชั่งวัตถุดิบอาหารโดยใช้เครื่องชั่งหน่วยกิโลกรัมในการชั่งวัตถุดิบปริมาณมาก ได้แก่ ปลาป่น เปลือกกุ้งป่น กากถั่วเหลือง แป้งสาลี และใช้เครื่องชั่งทศนิยมสองตำแหน่งในการชั่งวัตถุดิบปริมาณน้อยได้แก่ เซลลูโลส ตัวประสาน วิตามินรวม แร่ธาตุรวม น้ำมันทูน่า แคลเซียมคาร์บอเนต และ โพแทสเซียมฟอสเฟตโมโนเบสิค

4. นำวัตถุดิบมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากันอย่างดีโดยวัตถุดิบอาหารจะต้องมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอไม่จับตัวกัน จากนั้นผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 จะได้อาหารที่สามารถปั้นเป็นก้อนได้จึงปั้นอาหารเป็นก้อนใส่ในกระบอกทำขนมเค้ก ใช้กระบอกอัดได้อาหารออกมาเป็นแท่งยาวที่มีความนิ่มและความชื้นสูง (รูปที่ 12)

5. นำอาหารไปตากแดดเป็นเวลา 5 - 6 ชั่วโมงจะได้อาหารที่มีความแข็งขึ้น และเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนทั้งหมดสรุปดังในรูปที่ 9

รูปที่ 9 ขั้นตอนการเตรียมอาหารที่ใช้ในการทดลอง

3.8 การเตรียมน้ำทะเลเลี้ยงหอยหวาน

นำน้ำทะเลจากบริเวณสถานีวิจัยสัตว์ทะเลอ่างศิลาที่มีความเค็มระหว่าง 28-32 พีพีที มาพักให้ตกตะกอน แล้วนำมาฆ่าเชื้อโดยใส่ แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ ($Ca(OCl)_2$) 20-30 กรัม/น้ำทะเล 1 ตัน (1 พีพีเอ็ม) ให้คลอรีนกระจายอย่างสม่ำเสมอในบ่อเตรียม (รูปที่ 23 ภาคผนวก ง) ให้อากาศผ่านทางหัวทรายและสายยาง (รูปที่ 24 ภาคผนวก ง) อย่างน้อย 7 วัน แล้วตรวจสอบคลอรีนที่เหลือตกค้างด้วยการหยดโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ลงไป โดยถ้าน้ำใสไม่เกิดสี แสดงว่าไม่มีคลอรีนตกค้าง แต่ถ้าน้ำเปลี่ยนเป็นสีเหลือง แสดงว่ามีคลอรีนตกค้างอยู่ ต้องรอให้คลอรีนสลายหมดก่อน หรือจะกำจัดคลอรีนที่เหลือด้วยโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 5-10 กรัม/น้ำทะเล 1 ตัน หลังจากการตกตะกอนและฆ่าเชื้อน้ำทะเลแล้ว จะมีการตรวจสอบสภาพน้ำหรือคุณสมบัติของน้ำว่าเหมาะต่อการเลี้ยงหอยหรือไม่ โดยคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมมีดังนี้ ความเค็ม 28-32 พีพีที อุณหภูมิ 28-32 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่าง (pH) 7.8-8.3 อัลคาลินิตี้ไม่ควรต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมแคลเซียมคาร์บอเนตต่อลิตร แอมโมเนียไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ไนไตรท์ ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่มีเศษตะกอนหรือฝุ่นละอองมากเกินไป

3.9 การเลี้ยงหอยหวาน

การศึกษาครั้งนี้ใช้การให้อาหารแก่หอยหวานแบบให้กินจนอิ่ม (Sanitiation feeding) สังเกตได้โดยหอยที่กินอาหาร ถ้าหอยกินอิ่มแล้วจะเดินไปฝังตัวในทรายทั้งหมด ให้อาหารเป็นประจำทุกวันๆ ละหนึ่งครั้งในตอนเช้า (8.00-10.00 น.) โดยให้อาหารแก่ลูกหอยในปริมาณที่มากเกินพอและให้หอยกินอาหารจนกระทั่งหอยหยุดกินอาหาร หลังจากนั้นจึงเก็บอาหารที่เหลือออกทันที และนำไปชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อทราบปริมาณอาหารที่หอยกินในแต่ละวัน (ปริมาณอาหารที่หอยกิน = น้ำหนักอาหารก่อนให้ – น้ำหนักอาหารที่เหลือ) เพื่อใช้ในการการคำนวณอัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio) การศึกษาครั้งนี้ทำการเลี้ยงหอยหวานเป็นเวลา 6 เดือน โดยทำการศึกษาและเก็บข้อมูลดังนี้

- วัดขนาดความยาวเปลือก และความกว้างเปลือก โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์ตรา Mitutoyo ที่มีความละเอียด 0.05 มิลลิเมตร (รูปที่ 24 และ 25 ภาคผนวก ง) และน้ำหนักหอยทั้งตัว โดยใช้เครื่องชั่งตรา Scaltec ที่มีความละเอียด 1x 10^{-2} กรัม (รูปที่ 26 ภาคผนวก ง) เมื่อเริ่มต้นทดลองและเป็นประจำทุก 30 วัน เพื่อศึกษาพารามิเตอร์การเจริญเติบโตประกอบด้วยความยาวเปลือกที่เพิ่มขึ้น (Shell length increment) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Body weight gain) การเติบโตโดยน้ำหนัก (Weight Gain Rate, WGR) อัตราการเติบโตโดยความยาวเปลือก (Daily Increment in Shell Length, DISL) อัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio, FCR) โดยใช้สูตรการคำนวณของ Tan et al. (2000) และ Yang et al. (2005) และ สัดส่วนน้ำหนักเนื้อแห้งกับน้ำหนักเปลือก (Meat dry weight per shell and operculum ratio) ดังนี้

1. Shell length increment = ความยาวเปลือกสุดท้าย – ความยาวเปลือกเริ่มต้น

2. Body weight gain = น้ำหนักหอยสุดท้าย – น้ำหนักหอยเริ่มต้น

3. WGR (%) = $[(W_t - W_i) / W_i] \times 100$

W_t และ W_i เป็นน้ำหนักของหอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) และน้ำหนักของหอยเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม) ตามลำดับ

4. DISL (mm/day) = $[(SL_t - SL_i) / t]$

โดย t เป็นเวลาที่ใช้ในการทดลอง (วัน)

SL_t และ SL_i เป็นความยาวของหอยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (มิลลิเมตร) และความยาวเปลือกของหอยเมื่อเริ่มการทดลอง (มิลลิเมตร) ตามลำดับ

5. FCR = Dry diet intake (g) x 100) / Weight gain (g)

โดย Dry diet intake เป็นน้ำหนักแห้งของอาหารที่หอยหวานกินเข้าไป

Weight gain เป็นน้ำหนักหอยที่เพิ่มขึ้น

- สัดส่วนน้ำหนักเนื้อแห้งกับน้ำหนักเปลือกคำนวณหลังจากสำเร็จการเลี้ยงแล้วโดยสุ่มตัวอย่างหอยหวานมาชั่งน้ำหนักทั้งตัว จากนั้นนำไปต้มเพื่อให้เนื้อหอยสุก แคะออกมาเกือบหมดแล้วนำเปลือกและส่วนฝาปิดเปลือก (operculum) ไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดความชื้น ก่อนนำเข้า desicator แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง ส่วนเนื้อนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียส เพื่อกำจัดความชื้น ก่อนนำเข้า desicator แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งเช่นเดียวกัน จากนั้นคำนวณหาค่าสัดส่วนน้ำหนักเนื้อแห้งกับน้ำหนักเปลือก หลังจากที่คำนวณสัดส่วนน้ำหนักเนื้อแห้งกับน้ำหนักเปลือกแล้วนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ สูตรการคำนวณมีดังนี้

สัดส่วนน้ำหนักเนื้อแห้งกับน้ำหนักเปลือก = น้ำหนักแห้งเนื้อหอยหวาน / (เปลือก + ฝาปิดเปลือก)

- ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเปลือกกับน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวแปรผันตรงกับความยาวเปลือกตัวเดียวกัน ณ หอยหวานอายุและเวลาใดๆ ($W \alpha L^3$) และมีความสัมพันธ์ในเชิงเอกซ์โพเนนเชียลดังนี้

$$\log W = a + b(\log L)$$

เมื่อ W = Body Weight

L = Shell Length

a = intercept

b = slope

- ตรวจวัดคุณภาพน้ำทะเลในบ่อเลี้ยง (อุณหภูมิของน้ำทะเล อุณหภูมิอากาศ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดด่าง ค่าด่างรวม ไนไตรท์ - ไนโตรเจน และแอมโมเนีย – ไนโตรเจน) เป็นประจำทุก 7 วัน โดยอุณหภูมิน้ำทะเล อุณหภูมิอากาศ และความเค็ม ใช้มัลติโพรบในการวัด และใช้ชุดตรวจคุณภาพน้ำ (test kit) ตรา AQUA-VBC วัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดด่าง ค่าด่างรวม ไนไตรท์ - ไนโตรเจน แอมโมเนีย – ไนโตรเจน ฟอสเฟต และแคลเซียม

การวิเคราะห์แคลเซียมในน้ำทะเลโดยการเติมสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ลงไป 5 หยด และเติมผง murexide ลงไปจะได้สารละลายที่มีสีชมพูอ่อน และหยด EDTA ไปทำปฏิกิริยาจนเปลี่ยนเป็นสีม่วง นับจำนวนหยดเพื่อคำนวณแคลเซียม

การคำนวณแคลเซียมในน้ำทะเล

แคลเซียม = จำนวนหยด x 0.4 (มิลลิกรัมแคลเซียมต่อลิตร)

การวิเคราะห์ค่าด่างรวมในน้ำทะเลโดยการหยดสารละลายที่1 ลงไป 5 หยด ได้สารละลายที่ใสไม่มีสี และหยดสารละลายที่2 ไปทำปฏิกิริยาจนเปลี่ยนเป็นสีชมพู นับจำนวนหยดเพื่อนคำนวณค่าด่างรวม

การคำนวณค่าด่างรวมในน้ำทะเล

ค่าด่างรวม = จำนวนหยด x 10 (มิลลิกรัมต่อลิตร)

- นับจำนวนหอยที่ตายเป็นประจำทุก 30 วัน เพื่อคำนวณอัตราการรอด (survival rate) ของหอยหวานในแต่ละเดือน

3.10 การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหารผสม

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารที่ใช้เลี้ยงหอยหวานก่อนการเลี้ยง ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้นโดยวิธีของ AOAC (1995) ประกอบด้วย ประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น (วิธีการวิเคราะห์แสดงในภาคผนวก ค)

3.11 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) ในการเปรียบเทียบผลการเติบโต อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ สัดส่วนเนื้อกับเปลือก และคุณค่าทางโภชนาการของอาหารที่ใช้เลี้ยง ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS (13.0) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และใช้ Duncan's New Multiple Range Test เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลอง