บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน

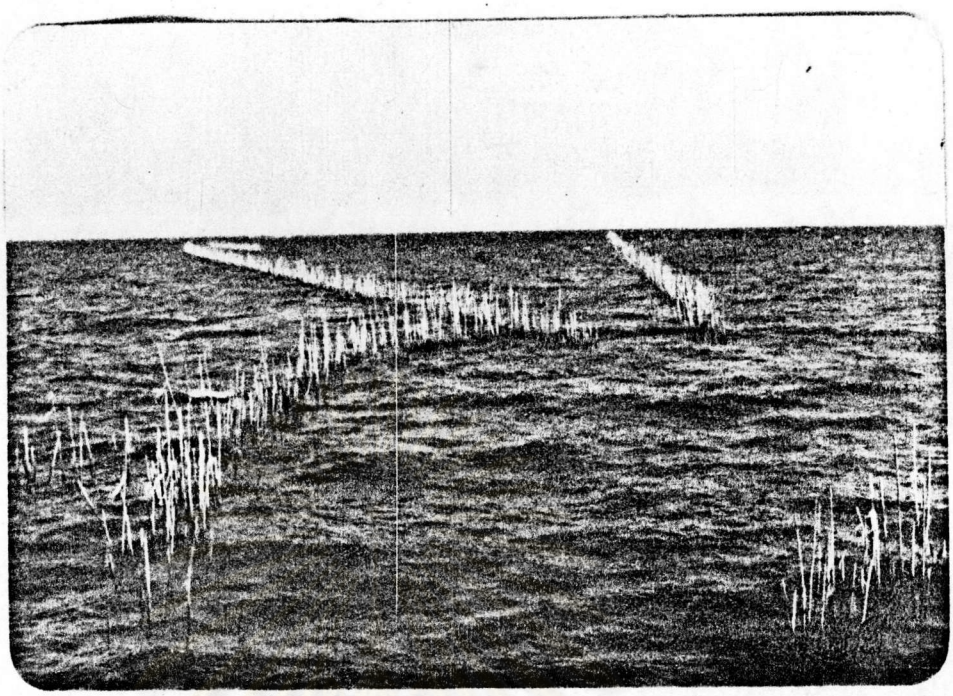
การทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู่ Perna viridis (Linn.) โดยวิธีห้อยแขวนนี้ได้ดำเนินงานเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งการศึกษาในการทดลองเป็น 3 ตอน คือการศึกษาอัตราการเจริญของหอยแมลงภู่บนเส้นเชือก, การศึกษาข้อมูลผลผลิตหอยแมลงภู่จากการเลี้ยงในแง่เศรษฐกิจและการลงทุน และการศึกษาสภาพสิ่งแวดล้อมของน้ำทะเลบริเวณแหล่งทดลองเลี้ยงหอย

ก. สถานที่

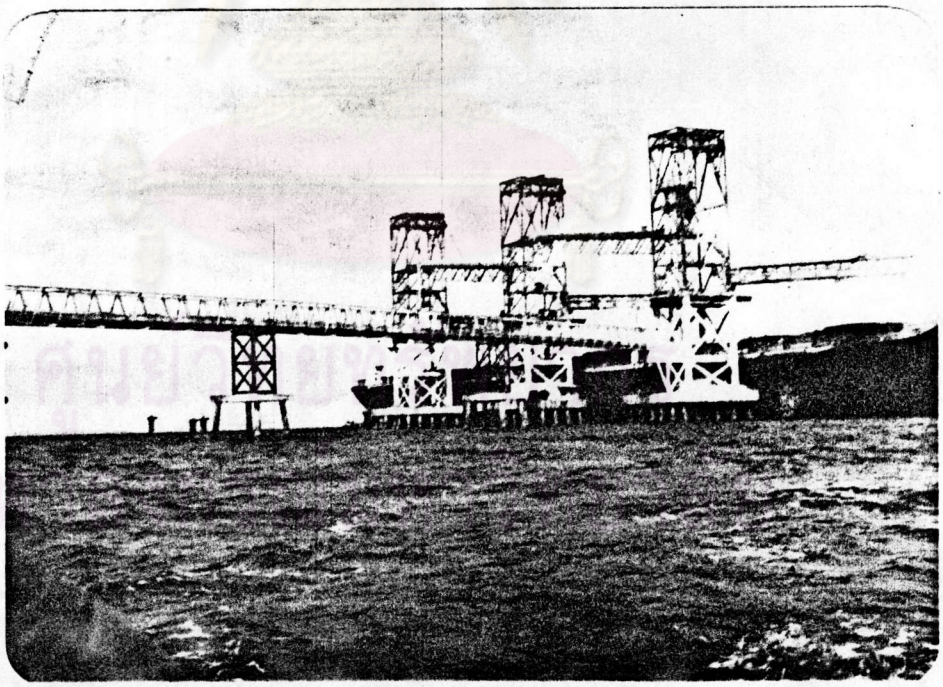
สถานที่ทำการทดลองมี 2 บริเวณ คือ

1. บริเวณปากแม่น้ำบางประกง อำเภอบางประกง จังหวัดฉะเชิงเทรา ทั้งนี้เนื่องจากปากแม่น้ำบางประกงเป็นแหล่งเกิดตามธรรมชาติของหอยแมลงภู่แหล่งใหญ่แห่งหนึ่งในภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่โดยวิธีปักล่ออยู่ก่อนแล้วจึงได้กำหนดสถานที่ดังกล่าวเป็นแหล่งทดลองศึกษา (รูปที่ 6) อยู่ห่างจากชายฝั่งของตำบลอ่างศิลาประมาณ 4 กิโลเมตร ความลึกเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดประมาณ 4.8 เมตร และน้ำลงต่ำสุด 3.6 เมตร ลักษณะพื้นทะเลเป็นโคลนปนทรายและเปลือกหอย บริเวณดังกล่าวอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จึงมีคลื่นลมค่อนข้างแรง และมีฝนตกชุกในเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน เป็นประจำทุกปี

2. บริเวณปลายละพานท่าเทียบเรือบริษัทมาบุญครองอบพืชและไซโลจำกัด อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีที่ละติจูด 8° 18' เหนือ และลองติจูด 53° 9' ตะวันตก (รูปที่ 7) อยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 3.2 กิโลเมตร ความลึกเมื่อน้ำขึ้นสูงสุดประมาณ 16.00 เมตร และน้ำลงต่ำสุดประมาณ 12.30 เมตร บริเวณนี้อยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เช่นกัน แต่จะมีคลื่นลมค่อนข้างแรงกว่าบริเวณแรกมาก ซึ่งจะทำการทดลองขนย้ายลูกหอยแมลงภู่จากบริเวณแรกมาเลี้ยงที่บริเวณดังกล่าวนี้



รูปที่ 6 บริเวณปักโป๊ะที่ทำการทดลองเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่โดยวิธีแขวนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา



รูปที่ 7 บริเวณปลายล่ะพานท่าเทียบเรือบริษัทมาบุญครองอบพีชและไซโลจำกัด อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี

ข. ระยะเวลาการทดลองศึกษา

ระยะเวลาในการศึกษาเริ่มตั้งแต่วันที่ 29 กันยายน 2525 ถึงวันที่ 15 มิถุนายน 2526 รวมเวลา 9 เดือน โดยทำการลงวัสดุล่อลูกหอย เก็บตัวอย่างหอย และน้ำทะเลเป็นประจำทุกเดือน ๆ ละ 1 ครั้ง

ค. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

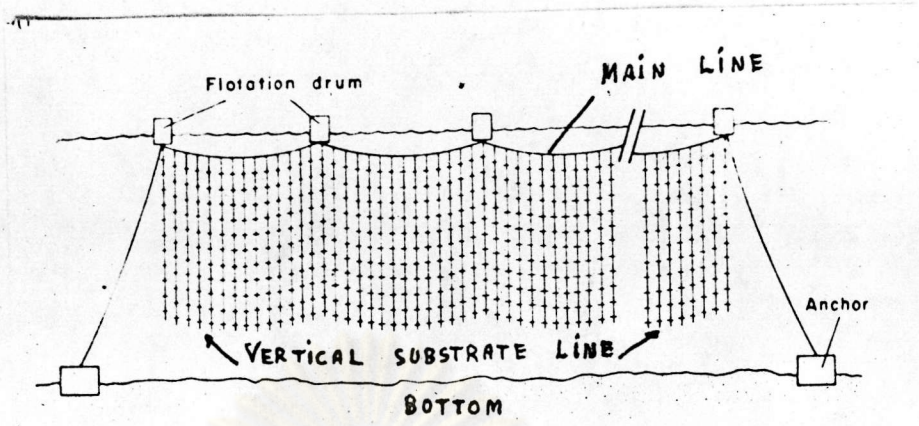
1. การประกอบสร้างทุ่นลอย

1.1 แบบเชือกยาวติดทุ่นลอย ใช้เชือกไนลอน (Polyethylene-twin) เส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ยาว 14 เมตร ทำเครื่องหมายทุก ๆ ระยะ 0.5 เมตร (สำหรับผูกเชือกล่อลูกหอย) หลังจากนั้นนำถึงไฟเบอร์กลาส่ขนาดจุ 80 ลิตร ผูกติดกับเชือกที่ระยะห่างกันช่วงละ 1.5 เมตร (รูปที่ 8 และ 9) ส่วนที่แต่ละปลายของเชือกทำเป็นห่วงสำหรับผูกติดกับส่มอเหล็กขนาด 15 กิโลกรัม (รูปที่ 10) สร้างทุ่นลอยนี้เป็นจำนวน 2 ทุ่น ซึ่งแต่ละทุ่นสามารถห้อยแขวนเชือกสำหรับล่อลูกหอยได้ 30 เส้น (รูปที่ 13)

1.2 แบบแพ ใช้ไม้ไผ่รวกเส้นผ่าศูนย์กลาง 7-8 เซนติเมตร ยาวท่อนละ 3 เมตร ผูกมัดพาดติดกันในแนวยาวและขวางด้วยเชือกไนล่อนให้ไม่แต่ละท่อนห่างกัน 0.5 เมตร หลังจากนั้นนำไปผูกติดกับโฟมขนาดกว้าง 0.5 เมตร ยาว 2 เมตร หนา 0.3 เมตร จำนวน 2 ท่อน นำแพนี้ผูกติดกับส่มอเหล็กขนาดหนัก 15 กิโลกรัม จำนวน 2 ตัว ที่มุมทะแยงตรงกันข้าม (รูปที่ 12) สร้างทุ่นลอยนี้เป็นจำนวน 2 แพ แต่ละแพมีพื้นที่ 9 ตารางเมตร สามารถแขวนเชือกล่อลูกหอยได้ประมาณ 30 - 35 เส้น (รูปที่ 14)

2. การสร้างวัสดุล่อลูกหอย

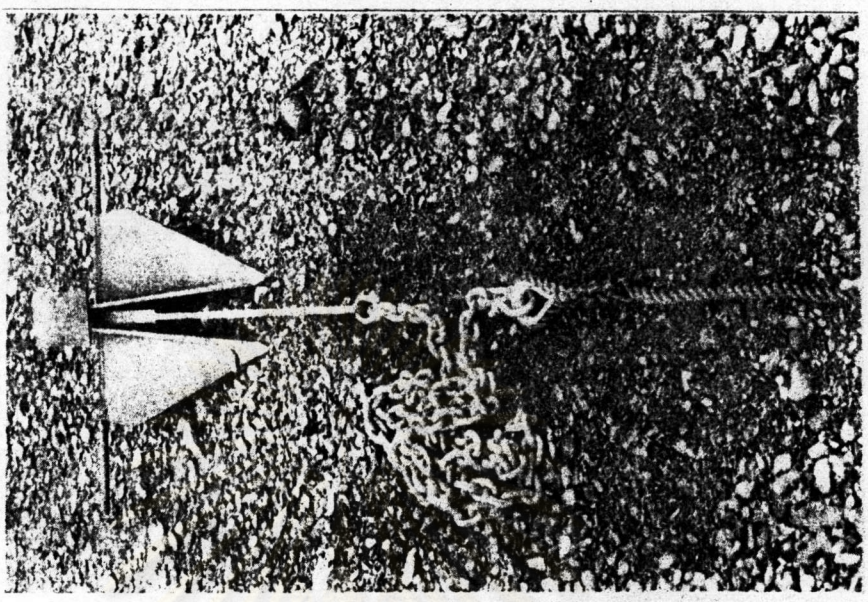
เชือกที่ใช้เป็นวัสดุล่อลูกหอยในการทดลองครั้งนี้เป็นเชือกใยสังเคราะห์ที่เรียกว่า เชือก พี พี หรือเชือกใยยักษ์ (Polypropylene rope) เส้นผ่าศูนย์กลาง 24 มิลลิเมตร ยาวเส้นละ 3.2 เมตร ที่ปลายข้างหนึ่งทำเป็นห่วงสำหรับผูกติดกับทุ่นลอยด้วยเชือกไนล่อนขนาดเล็กอีกเส้นหนึ่ง (รูปที่ 11 และ 15) ส่วนที่ระยะห่างกันทุก ๆ 15 เซนติเมตร จะมีเส้นเชือกในแนวขวาง (Cross pieces) ที่ทำจากเชือกชนิดเดียวกันยาว 20 เซนติเมตร (รูปที่ 16) สำสำหรับปลายเชือกอีกข้างหนึ่งผูกติดกับน้ำหนักถ่วง (Cement block) หนักประมาณ 4-5 กิโลกรัม เพื่อถ่วงให้เชือกจมและป้องกันไม่ให้เชือกแขวงไปมาขณะคลื่นลมจัด



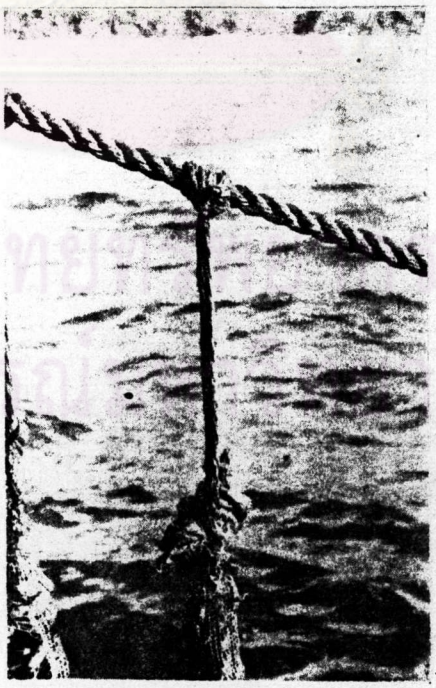
รูปที่ 8 ส่วนประกอบของทุ่นลอยแบบเชือกยาวติดทุ่นลอย (Long-line system)

รูปที่ 9 การผูกทุ่นลอยติดกับเชือก Main line ของทุ่นลอยแบบเชือกยาวติดทุ่นลอย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

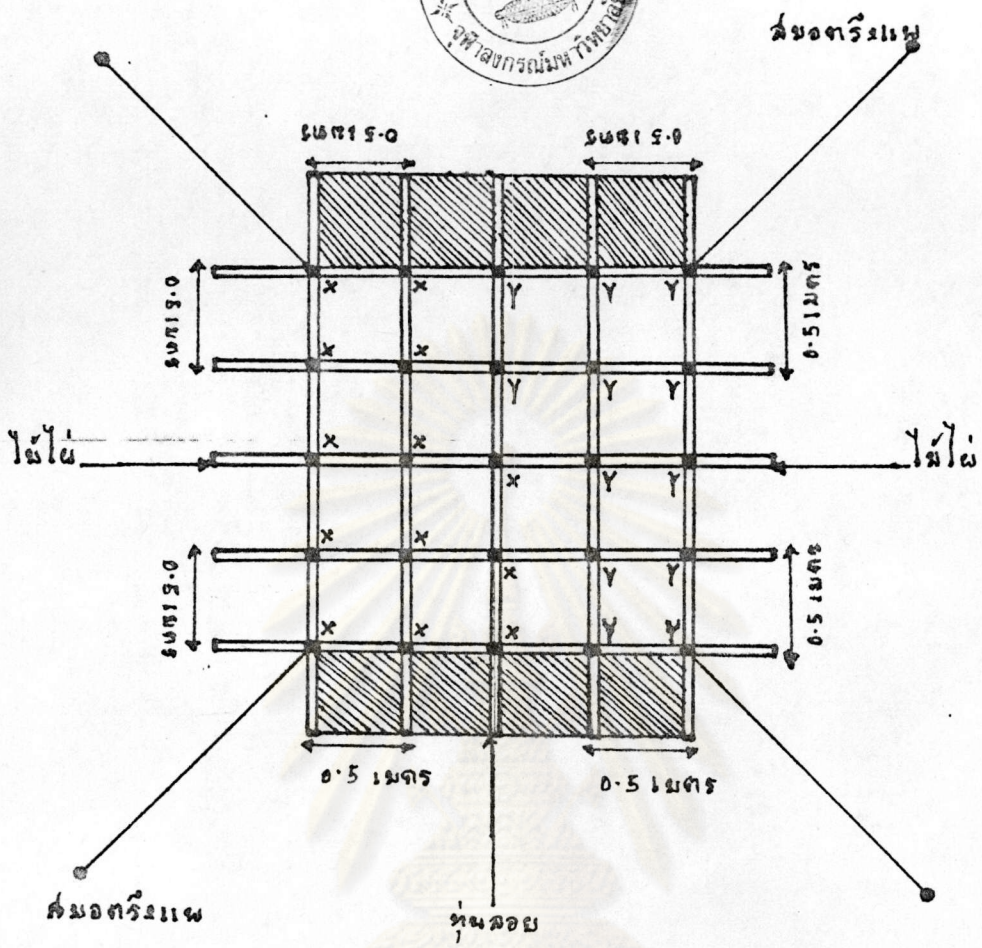


รูปที่ 10 การผูกล่มอติดกับเชือก Main Line ที่ปลายทั้งสอง



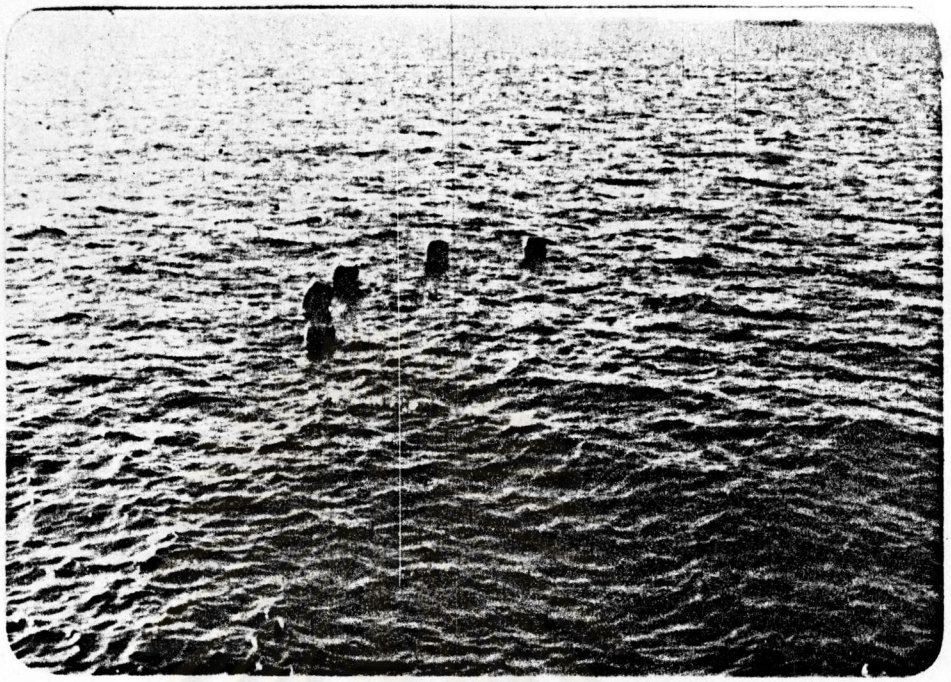
รูปที่ 11 การผูกเชือกล่อลูกหอยติดกับเชือก Main Line

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

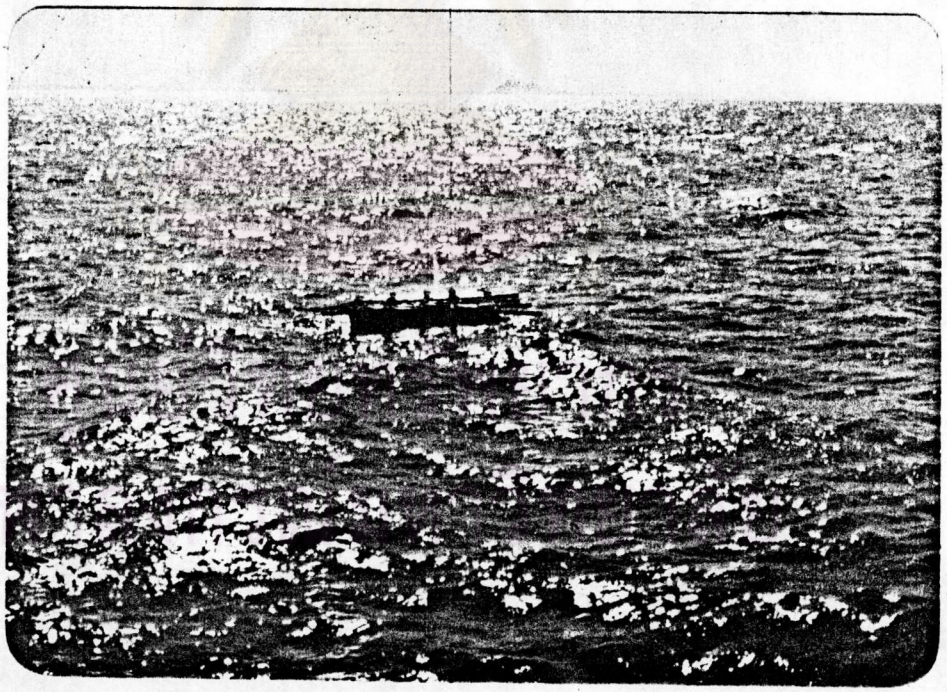


รูปที่ 12 แผนภูมิแสดงส่วนประกอบของแพไม้ไผ่ขนาด 3 x 3 ตารางเมตร อักษร X และ Y คือตำแหน่งผูกเชือกล่อลูกหอยและแขวนถุงหอยตามลำดับ

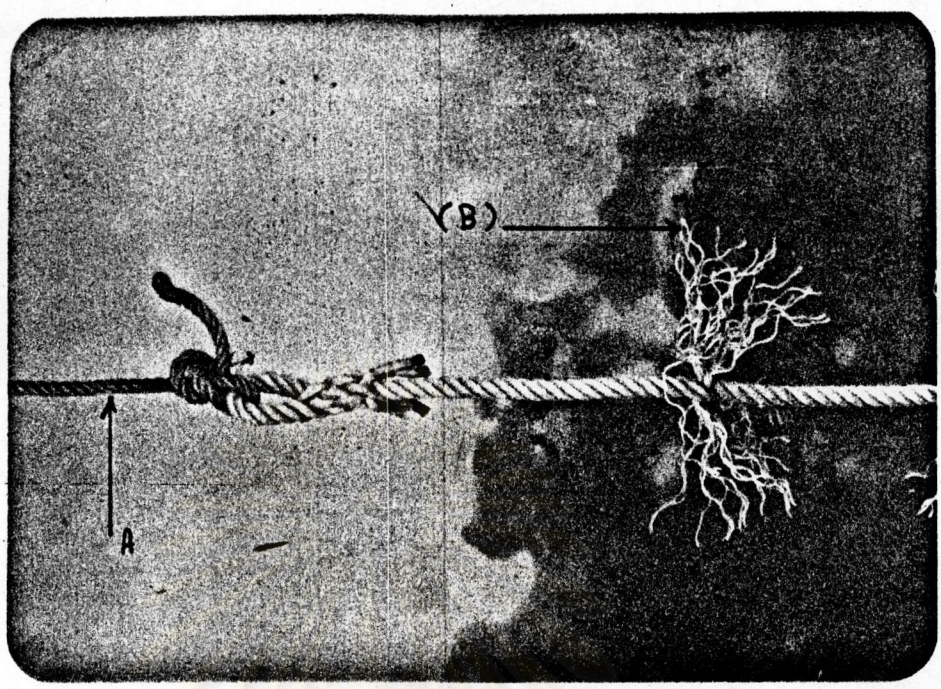
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



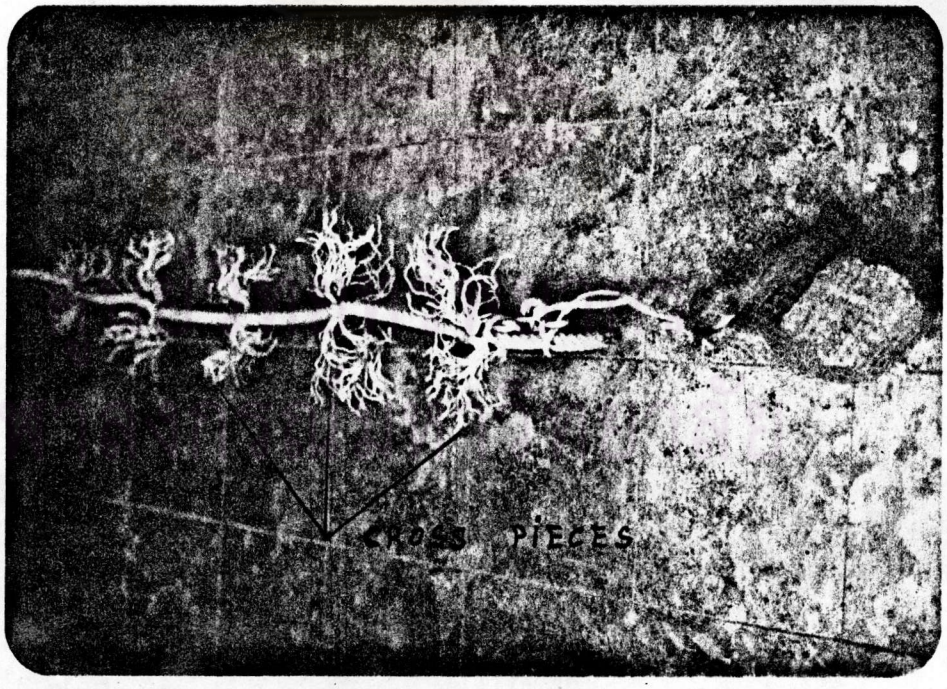
รูปที่ 13 ทุ่นลอยแบบเชือกยาวติดทุ่นลอย (Long-Line) ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 14 ทุ่นลอยแบบแพ (Raft) ที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 15 เชือกล่อลูกหอยด้านปลายที่ใช้ผูกติดกับเชือก Main Line ของทุ่นลอยด้วยเชือกอีกเส้นหนึ่ง (ก.) และเชือกในแนวขวาง (ข.)



รูปที่ 16 เชือกล่อลูกหอยด้านปลายที่ผูกติดกับน้ำหนักถ่วง (Cement Block)

3. วิธีการใช้เฮือกล่อแล้วเลี้ยงหอยโดยใช้เฮือกห้อยแขวน

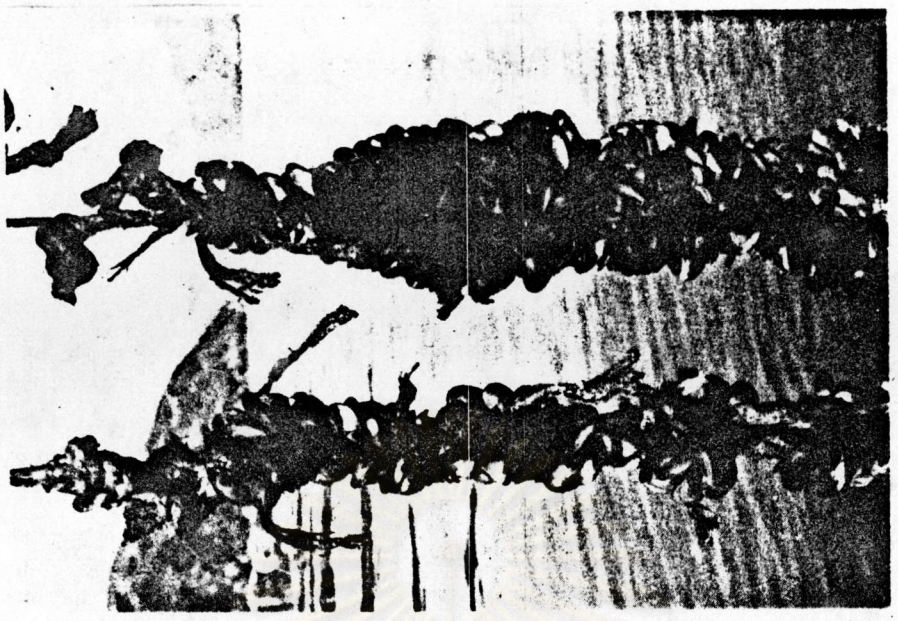
เมื่อถึงฤดูกาลที่มีลูกหอยแมลงภู่ชุกชุมบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและมาณเดือนตุลาคม - ธันวาคม ซึ่งในการทดลองแขวนเฮือกล่อลูกหอยแมลงภู่ครั้งนี้ได้ดำเนินการระหว่างวันที่ 1-3 ตุลาคม 2525 โดยการนำเครื่องมือดังกล่าวที่เตรียมไว้ไปลอยเพื่อล่อให้ลูกหอยลงเกาะ เมื่อลูกหอยมีอายุประมาณ 2 เดือน จึงทำการขนย้ายทุ่นลอยทั้งแบบเฮือกยาวติดทุ่นลอยและแบบแพอย่างละ 1 ชุด ๆ ละ 20 เส้น นำมาเลี้ยงที่บริเวณปลายล่ะพานท่าเทียบเรือบริษัทมาบุญครองอบพืชและไซโลจำกัด อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีโดยทางเรือ ในเวลาเช้าซึ่งมีแล่งแตดอ่อนโดยใช้น้ำทะเลฉีดหอยให้ชุ่มชื้นอยู่เสมอ เพื่อป้องกันหอยตายหรือหลุดจากเฮือก สำหรับทุ่นลอยที่เหลืออีกอย่างละ 1 ชุด เลี้ยงไว้ที่เดิมจนกระทั่งหอยโตถึงขนาดที่จำหน่ายได้

4. การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแขวนถุงหอย

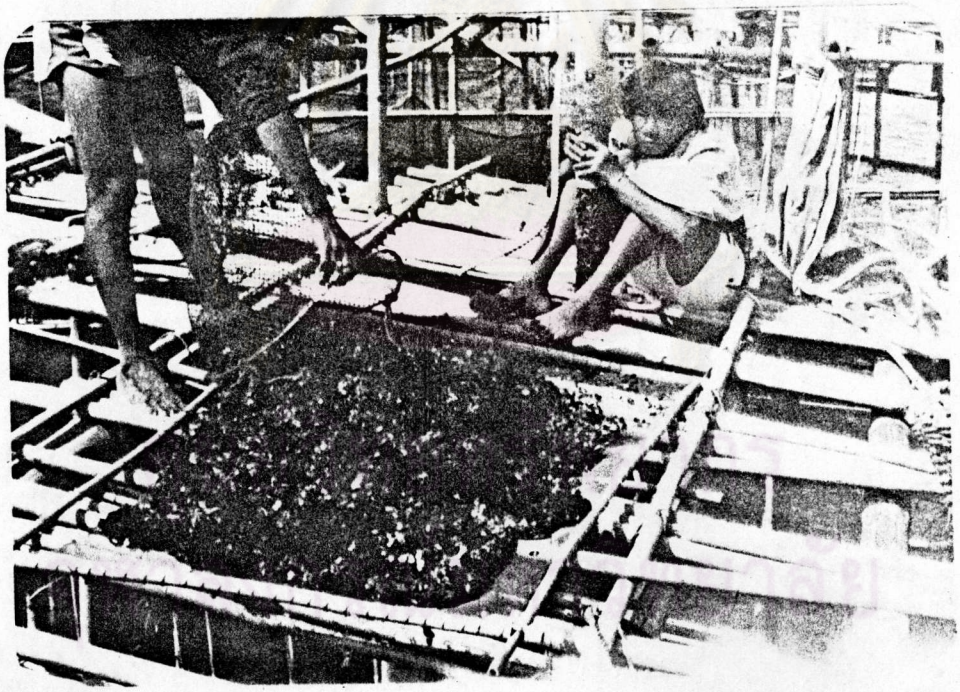
เมื่อลูกหอยที่ลงเกาะมีอายุประมาณ 2 เดือน ทำการเลือกเก็บลูกหอยจากเส้นเฮือกที่มีความหนาแน่นของลูกหอยมากเกินไปจากทุ่นลอยทั้งแบบเฮือกยาวติดทุ่นลอยและแบบแพอย่างละ 10 เส้นแยกกัน โดยการเด็ดลูกหอยใส่ในถังทั้งนี้เพื่อป้องกันการหลุดร่วงของหอยและการแก่งแย่งกันในเรื่องอาหารเมื่อหอยโตขึ้น โดยวิธีนี้จะสามารถลดอัตราการตายของลูกหอยในระยะแรกได้มาก หอยบนเส้นเฮือกจะมีความหนาแน่นประมาณครึ่งหนึ่งของที่เคยมีอยู่ (รูปที่ 17 และ 18) หลังจากนั้นนำลูกหอยที่เก็บมาบรรจุใส่ลงในถุงอวนไนลอนรูปทรงกระบอก (Knitted Sock) ขนาดตาห่าง 1.2 เซนติเมตร ยาว 3 เมตร ซึ่งมีเฮือกพีพเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ยาว 3 เมตร เป็นแกนกลาง โดยการใช้ถุงอวนนี้ลวมเข้าไปในกรวยที่มีปากกว้าง และกรอกลูกหอยใส่ลงไปจนเต็มถุงใช้เฮือกผูกปากถุงให้แน่น (รูปที่ 19 และ 20) นำถุงอวนเหล่านี้ไปแขวนติดกับทุ่นลอยตามเดิมเลี้ยงไว้จนกระทั่งลูกหอยโตถึงขนาดจำหน่ายได้

5. การศึกษาอัตราการเจริญของหอยแมลงภู่บนเส้นเฮือก

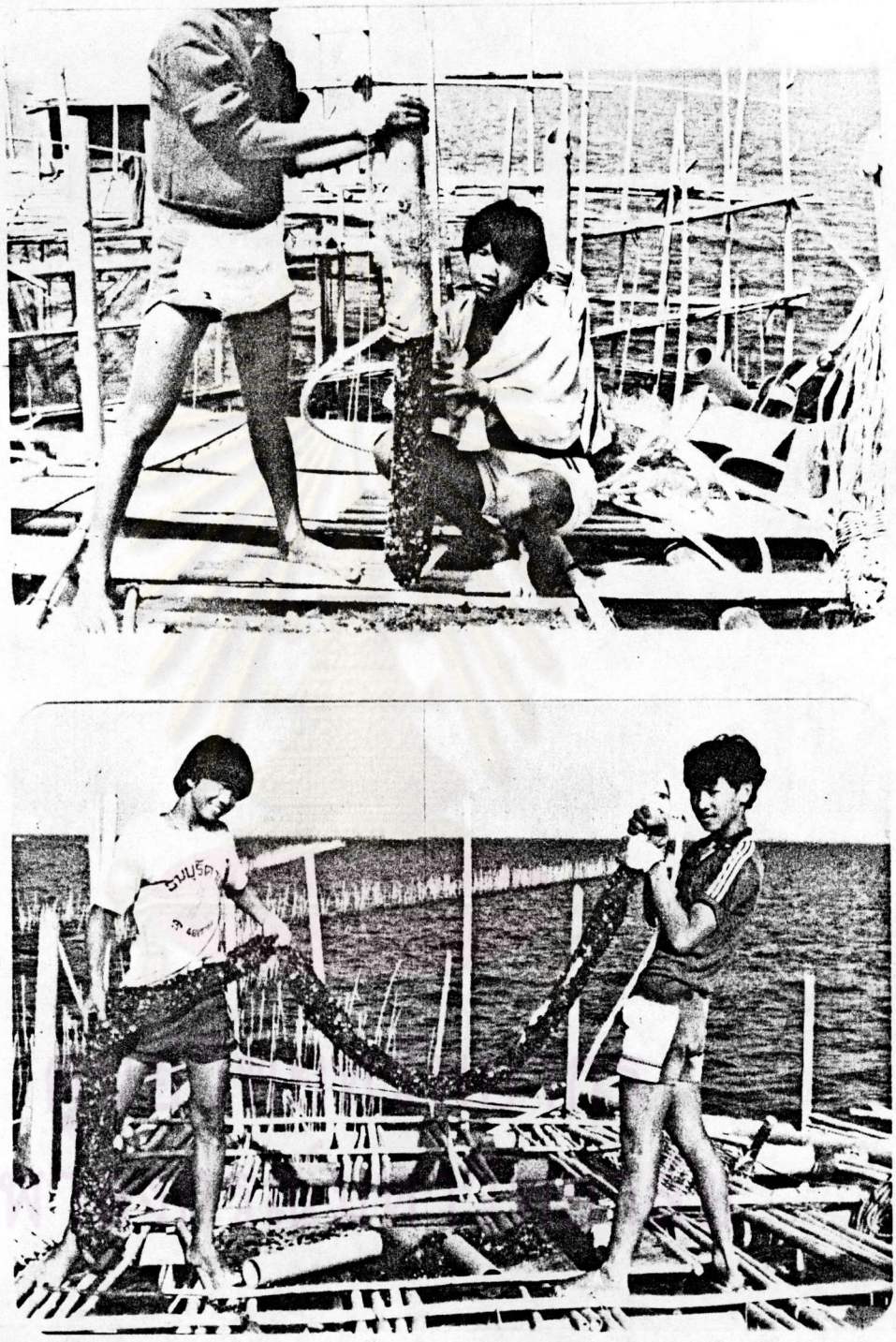
เมื่อทำการแขวนเฮือกเพื่อล่อให้ลูกหอยแมลงภู่ลงเกาะเรียบร้อยแล้ว จึงดำเนินการตรวจสอบระยะเวลาการลงเกาะของลูกหอยเป็นประจำทุก 4-5 วัน ต่อครั้ง เมื่อพบว่าลูกหอยลงเกาะแล้วปล่อยให้ลูกหอยเจริญจนมีอายุประมาณ 2 เดือน จึงเริ่มทำการศึกษาตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังนี้คือ เก็บตัวอย่างหอยแมลงภู่บนเส้นเฮือกและถุงอวน ในระหว่างวันที่



รูปที่ 17 เส้นเยื่อกที่มีความหนาแน่นของลูกหอยแมลงภู่มากเกินไป (บน) และภายหลังการเด็ดลูกหอยออก (ล่าง)

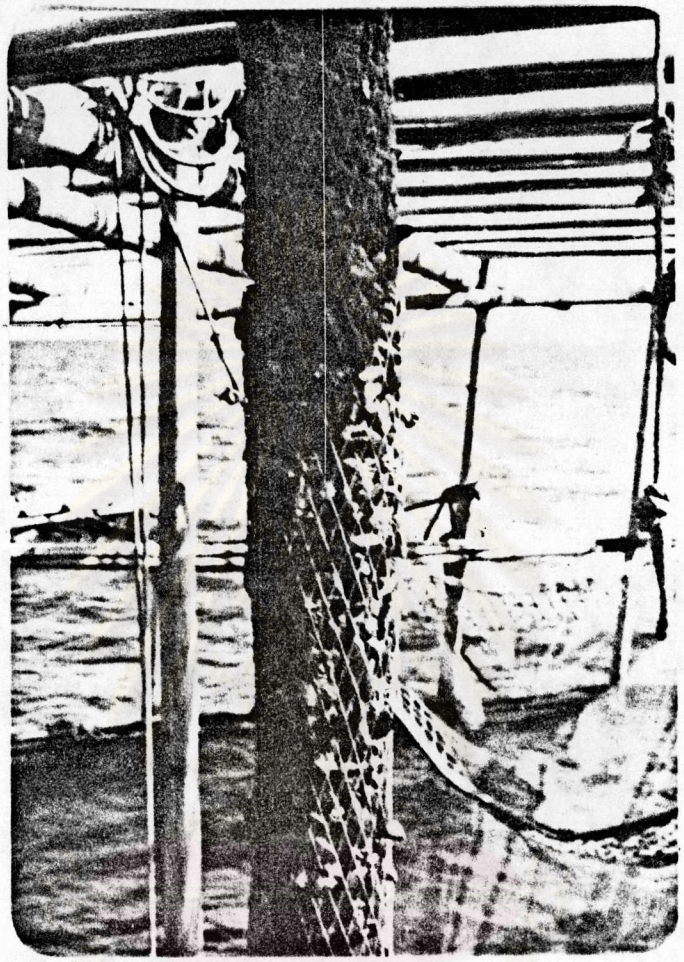


รูปที่ 18 การเก็บรวบรวมลูกหอยแมลงภู่บนเส้นเยื่อกที่มีความหนาแน่นมากเกินไป เพื่อบรรจุลงในถุงอวน



รูปที่ 19 การกรอกลูกหอยแมลงภู่บรรจุลงในถุงอวนไนลอนยาว 3 เมตร เพื่อทดลองเลี้ยงแบบแขวนถุงหอย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 21 ถุงหอยที่ได้จากการบรรจุลูกหอยแมลงภู่ลงในถุงอวนไนลอนตาถี่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I15983168

10-15 เป็นประจำทุกเดือน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างหอยแมลงภู่ที่เกาะบนเส้นเชือกและถุงอวน ครั้งละประมาณ 50 ตัว นำตัวอย่างหอยแมลงภู่มาทำความสะอาดให้ปราศจากสิ่งมีชีวิตประเภทเกาะกรังและดินตะกอน หลังจากนั้นจึงทำการตรวจสอบโดยแยกกระทำเป็นรายตัว ดังนี้คือวัดความยาวและความกว้างของเปลือกหอยโดยใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์, ชั่งน้ำหนักหอยทั้งตัว, น้ำหนักเนื้อหอยสด และหาน้ำหนักเนื้อหอยแห้งโดยการนำเนื้อหอยสดไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง หาค่าเฉลี่ยของขนาดและน้ำหนักหอยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละเดือน

6. <u>การศึกษาผลผลิตหอยแมลงภู่จากการเพาะเลี้ยง</u>

การศึกษาในครั้งนี้ได้กระทำเพียงระยะเดียวคือเมื่อหอยมีอายุประมาณ 7 เดือน โดยทำการแซะหอยที่เกาะบนเส้นเชือกแต่ละเส้นออกใส่ถุงพลาสติก และแยกหอยแมลงภู่ออกจากวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตประเภทเกาะกรังต่าง ๆ ได้แก่ เพรียงและไบรโอซัว พร้อมกับทำความสะอาดหอย หลังจากนั้นจึงนำถุงที่บรรจุหอยแมลงภู่ของเชือกแต่ละเส้นไปชั่งน้ำหนักเพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบประเมินผลผลิตหอยแมลงภู่ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงทางด้านเศรษฐกิจและการลงทุน

7. <u>การศึกษาคุณสมบัติที่สำคัญของน้ำทะเลบริเวณแหล่งทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู่</u>

เก็บตัวอย่างน้ำทะเลทุก ๆ 30 วัน บริเวณแหล่งทดลองเลี้ยงหอย โดยทำทันทีขณะเก็บตัวอย่างและเก็บไว้รอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อตรวจสอบสภาวะทางกายภาพ เคมี และชีววิทยาของน้ำทะเลที่ระดับผิวน้ำและพื้นทะเล ดังต่อไปนี้คือ

7.1 การวัดอุณหภูมิอากาศและน้ำทะเลที่ระดับต่าง ๆ ใช้ขวดเก็บนำแบบแนนเส่น (Nansen Water sampler) ตักน้ำที่ระดับความลึกแล้วหย่อนเทอร์โมมิเตอร์ลงในขวดเก็บน้ำทันทีทิ้งไว้สักครู่ อ่านค่าที่วัดได้ขณะที่เทอร์โมมิเตอร์ยังจุ่มอยู่ในน้ำ ค่าที่วัดได้เป็นองศาเซลเซียส ทำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

7.2 การวัดความโปร่งใสของน้ำทะเล โดยใช้ Secchi disc หาค่าผลเฉลี่ยของระดับน้ำที่มองไม่เห็นแผ่น secchi disc เมื่อหย่อนลงไปและดึงขึ้นมาทำ 3 ครั้งหาค่าเฉลี่ย

7.3 การวัดความเค็ม โดยใช้ Refractive Salinometer ทำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย ค่าที่วัดได้เป็นส่วนในพันส่วน

7.4 การวัดความเป็นกรด - ด่าง โดยใช้เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ทำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

7.5 การวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำทะเลไว้ในขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร โดยระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศในขวดแล้วหยดปฏิบัติกิริยาโดยการเติม BOD สารละลาย Sulfate reagent และ Alkaline iodine solution อย่างละ 1 มิลลิลิตร เก็บขวดไว้ในที่มืดเพื่อรอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการของ Winkler's Method ทำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย ค่าที่วัดได้เป็นมิลลิลิตรต่อลิตร

7.6 การวัดระดับน้ำทะเล โดยใช้เชือกที่มีเครื่องหมายบอกความยาว และที่ปลายมีตุ้มน้ำหนักสำหรับถ่วง ค่าที่วัดได้เป็นเมตร

7.7 การเก็บตัวอย่างแพลงค์ตอน โดยใช้ถุงอวนลากแพลงค์ตอนพืชและสัตว์ในแนวดิ่ง ตัวอย่างแพลงค์ตอนที่เก็บได้ดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้น 10% แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณและชนิดในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ สมชาย สุพันธุ์วณิช (2522), จรัญ จันทลักขณา (2523), Bliss (1970) และ (1979) ดังนี้คือ

1) มัชฌิมเลขคณิต (Arithamtic Mean, $\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots\ldots\ldots + X_n}{N}$$

เมื่อ X คือ ความยาว ความกว้างของเปลือกหอย หรือน้ำหนักของเปลือกหอย

N คือ จำนวนตัวอย่าง

2) การเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (Standard Deviation)

$$S = \frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}$$

3) Standard Error

$$SE = \sqrt{\left(\frac{S^2}{N}\right)}$$

4) การทดสอบหานัยสำคัญของเส้นตรง (Test of Significant)

สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, r) ซึ่งเป็นค่าทางสถิติที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเปลี่ยน 2 ชุด ถ้า r = 1 สมการจะเป็นเส้นตรงมากที่สุด ค่า r จะมีค่าไม่เกิน $\pm$ 1

$$A\ r = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\ n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}}$$

ข้อมูลจะมีความสัมพันธ์กันมากเมื่อค่า r เข้าใกล้ $\pm$ 1 และไม่มีความสัมพันธ์กันเมื่อ r = 0

5) ความสัมพันธ์แบบ Exponential Regression ของข้อมูล 2 ชุด ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักหอยทั้งตัวของหอยแมลงภู่จะดำเนินการตามกฎกำลังที่สาม (Cube Law) คือ

สมการ $$w = a\ e^{Ln} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots 1)$$

โดยที่ w = น้ำหนักหอยทั้งตัวมีหน่วยเป็นกรัม

L = ความยาวของเปลือกหอยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

c = ค่าคงที่ (Coefficient of condition)

n = ค่าคงที่เป็นการเปลี่ยนแปลงระหว่างน้ำหนักกับความยาว

เปลี่ยนสมการ 1) ให้อยู่ในรูปของลอกการิทึมดังนี้คือ

$$\text{Log } w = \text{Log } c + n \text{ Log } L \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots 2)$$

จากสมการ 2) หาค่าของตัวคงที่ c และ n โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method) โดยที่

$$\text{Log } w = \bar{Y}$$

$$\text{Log } L = \bar{X}$$

$$\text{Log } C = a$$

เมื่อแทนค่าดังกล่าวในสมการที่ 2) จะได้สมการเส้นตรงดังนี้คือ

$$\bar{Y} = a + b\bar{X} \qquad \text{.....3)}$$

$$\hat{b} = \frac{\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y / n}{\Sigma X^2 - (\Sigma X^2)/ N}$$

$$\hat{a} = \bar{Y} - b\bar{X}$$

ค่า a และ b ที่หาได้นำมาแทนค่าหา Log c และ n หลังจากนั้นนำไปแทนค่าในสมการ 2)

6) Condition Index

Condition Index เป็นค่าที่ใช้ในการหาช่วงความสมบูรณ์ หรือความอ้วนของหอย (Fatness) โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่าง Body Growth กับ Shell Growth ตามสมการ (Jenkin, 1979)

$$\text{Condition Index (CI) \%} = \frac{\text{น้ำหนักเนื้อหอยสด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักเนื้อหอยแห้ง (กรัม}} \times 100$$

7) การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient)

$$H : \quad = 0$$

ระดับนัยสำคัญ $= 0.05$ $\quad d = n - 2$

$$t = \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}}$$

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้อยู่ในบริเวณวิกฤต สรุปได้ว่าไม่ยอมรับ H_o แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้น

8) งานทดลองแฟคตอเรียลที่มี 3 แฟคเตอร์

ประกอบด้วยแฟคเตอร์หรือทรีทเมนต์ 3 ชนิด แต่ละแฟคเตอร์จะมี n ระดับ (Level) เช่นการเปรียบเทียบอัตราการเจริญของหอยแมลงภู่ในระหว่างเดือน แต่ละวิธีการเลี้ยง และแต่ละสถานที่

แฟคเตอร์ A คือ เดือนมีจำนวน 6 ระดับ

แฟคเตอร์ B คือ วิธีการเลี้ยงมี 4 ระดับ

แฟคเตอร์ C คือ สถานที่ทดลองมี 2 ระดับ

การแจกแจงงานทดลองนี้จะได้ a x b x c Treatment combination

การวิเคราะห์ว่าเรียนชั้น 3 x 3 แฟคตอเรียล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Source of Variation	Degree of Freedom	Sum of Square	Mean Square
Total	a b c r -1	$\sum X^2_{ijk} - Cm$	SST/a b c r - 1
Treatment	a b c - 1	$\sum X^2_{aiBjck}/r - Cm$	SS trestment/a b c -1
A	a - 1	$\sum X^2_{ai}/r\ b\ c - Cm$	SSA/(a-1)
B	b - 1	$\sum X^2_{Bj}/r\ a\ c - Cm$	SSB/(b-1)
C	c - 1	$\sum X^2_{ck}/r\ a\ b - Cm$	SSC/(c-1)
AB	(a-1)(b-1)	$\sum X^2_{aiBj}/r\ c - Cm - SSA - SSB$	SSAB/(a-1)(b-1)
BC	(b-1)(c-1)	$\sum X^2_{bjck}/ra - Cm - SSB - SSC$	SSBC/(b-1)(c-1)
AC	(a-1)(c-1)	$\sum X^2_{aick}/rb - Cm - SSA - SSC$	SSAC/(a-1)(c-1)
ABC	(a-1)(b-1) (c-1)	SS trestment - (A + B + C AB + BC + AC) SS	SS ABC/(a-1)(b-1) (c-1)
Error	a b c - 1	SS total - SS trestment	
		$Cm = (\ X_{ijk})^2/abcr$	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย