

อุปกรณ์และวิธีทำการวิจัย

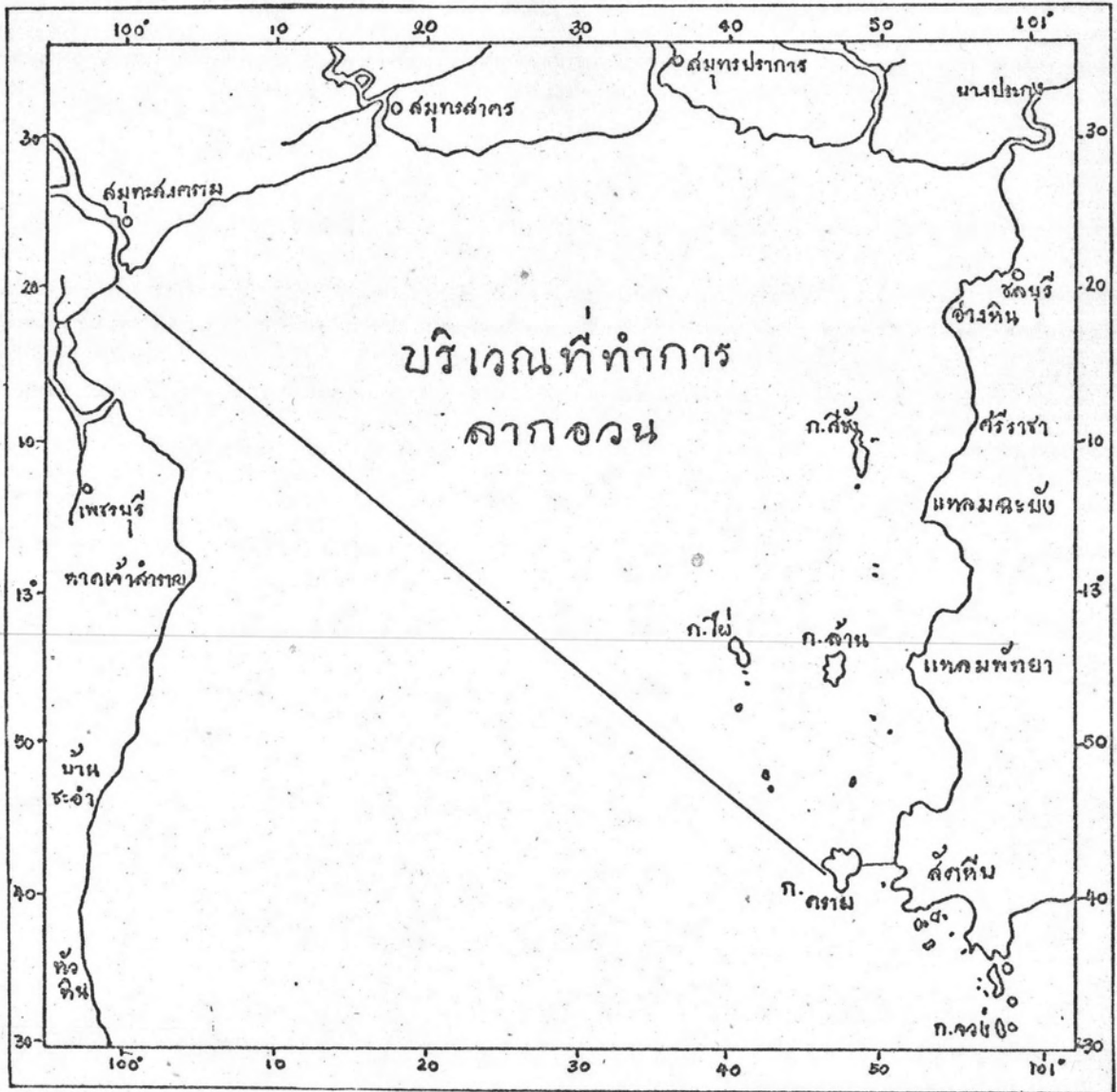
สถานที่

1. สถานีวิจัยสัตว์ทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งตั้งอยู่ที่ตำบล อ่างศิลา อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี เป็นสถานที่ในการรวบรวมตัวอย่างปลาจากเรือประมง อวนลาก เลี้ยงปลา และทำการทดลองวิจัยค้นคว้า เนื่องจากมีความสะดวกหลายประการ ได้แก่ ระบบของน้ำทะเล น้ำจืด อุปกรณ์ต่าง ๆ และที่พักอาศัย
2. แผนกวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นสถานที่ในการวิจัยบางอย่าง และเลี้ยงปลาที่นำมาจากนากุ้งก่อนนำไปยังสถานีวิจัย
3. นากุ้ง ที่ตำบลเสม็ด อำเภอบางขุนเทียน จังหวัดชลบุรี เป็นสถานที่หาตัวอย่าง มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ
4. ตลาดปลาสวนงาม บริเวณท้องสนามหลวง เป็นที่สอบถามและสังเกตความเคลื่อนไหวของราคาปลาตะกรับในท้องตลาด

วัสดุอุปกรณ์

004771

1. ตัวอย่างปลาตะกรับในแต่ละเดือนได้จากเรือประมงอวนลากที่ขึ้นปลา ณ ท่าเทียบเรือประมงอ่างศิลา ชลบุรี จากการสอบถามทราบว่าบริเวณที่ลากอวนจะอยู่ในบริเวณ อ่าวไทยตอนบนในระหว่างจังหวัดสมุทรสงคราม และไม่เกินจากแหลมสัททิม (ภาพที่ 5) เรือแต่ละลำจะมีช่วงเวลาทำการอยู่ในทะเลครั้งละประมาณ 4 วัน โดยมีการลากอวนทุกวัน ตั้งแต่เวลา 04.00 น. จนถึง 18.00 น. ความถี่ของตาอวนมีความกว้างของตาที่ก้นตุง เมื่อเหยียดสุด 4.0 เซนติเมตร เรือเหล่านี้ จะเข้าเทียบท่าในเวลากลางคืน การเก็บตัวอย่างในแต่ละเดือน ได้กระทำเดือนละ 1 ครั้ง (ถ้าได้ตัวอย่างพอแก่ความต้องการ) โดยการเก็บครั้งละประมาณ 50 ตัว และทำการเก็บในตอนกลางคืนของทุก ๆ เดือนรวมทั้งสิ้น 12 เดือน เพื่อให้ครบวัฏจักร 1 ปี เวลาเก็บตัวอย่างต้องจดวัน เวลา และสถานที่ที่ทำการ



รูปที่ 5. แผนที่สังเขปแสดงบริเวณที่เรือประมงอวนลากทำการลากอวนเป็นประจำ และเป็นบริเวณที่ทำการสมทบอย่างปลาคะกรับที่นำมาศึกษา.

จับมาจากไตของเรือ เมื่อได้ตัวอย่างปลาแล้วนำมาแช่ไว้ในตู้แช่แข็ง เพื่อถนอมเนื้อเสีย แล้วจึงนำมาทำการวิจัยต่อไป

2. ปลาตะกรับที่จะนำมาเลี้ยงดูอัตราการเจริญเติบโตในห้องปฏิบัติการ ได้มาจาก นาุ้งที่ตำบลแสมคำ วิธีจับปลาโดยการสูบน้ำออกจากนาุ้ง แล้วใช้สวิงช้อนปลาขึ้นมา ในนาุ้งแต่ละแห่งจะได้จำนวนปลาตะกรับไม่เท่ากัน ซึ่งแล้วแต่ฤดูกาลที่ทำการจับควย ความยาวเหยียดของปลาที่จับได้มีขนาดตั้งแต่ 1-12 เซนติเมตร จำนวนปลาที่ได้ในแต่ละครั้งประมาณ 50-150 ตัว ความเค็มของน้ำในนาุ้งในฤดูที่มีฝนตกชุกอยู่ระหว่าง 7-10 ppt. และในฤดูแล้งระหว่าง 12-17 ppt. ปลาที่นำมาจะนำมาพักเลี้ยงไว้ในตู้ที่แผนกวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แล้วจึงทำการขนถ่ายไปยังสถานีวิจัยฯ อีกที่หนึ่ง

3. ปลาตะกรับที่นำมาศึกษาพฤติกรรมนั้น ได้มาจากการนำปลานขนาดเล็กและลูกปลา มาเลี้ยงไว้ในบ่อทดลองขนาดใหญ่ในบริเวณสถานีวิจัยฯ ตั้งแต่ต้นเดือนสิงหาคม (ปลาจากนาุ้งที่ตำบลแสมคำ) และปลายเดือนกันยายน (ลูกปลาจากปลายสะพานท่าเทียบเรือประมงฯ) ปลาเหล่านี้ จะเลี้ยงไว้จนถึงเดือนธันวาคม จึงหอดแหจับขึ้นมาทำการทดลอง

วิธีทำการวิจัย

การเก็บตัวอย่าง ใช้ระยะเวลา 12 เดือนในการสุ่มตัวอย่างปลาตะกรับจากเรือประมงอวนลาก ณ ท่าเทียบเรือประมงอ่างศิลา ชลบุรี โดยเริ่มต้นจากเดือนพฤษภาคม 2517 จนถึงเดือนเมษายน นั้น ปรากฏว่า พบตัวอย่างปลาตะกรับได้เพียง 8 เดือน คือ เดือนพฤษภาคม มิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน ตุลาคม ธันวาคม 2517 และเดือนกุมภาพันธ์ 2518 โดยในเดือนพฤศจิกายน 2517 และเดือนมกราคม 2518 ไม่มีตัวอย่างปลาจากเรือประมงที่เข้ามาเทียบท่า และในเดือนมีนาคม และเมษายน 2518 ไม่มีเรือประมงเข้ามาเทียบท่า เนื่องจากคลื่นลมจัดมาก อนึ่ง การวัดความกว้างของลำตัวได้เริ่มกระทำตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2517 และในเดือนที่มีปลาเพศเมียควย คือเดือนพฤษภาคม จนถึงเดือนตุลาคม 2517 รวมเวลา 6 เดือน ส่วนปลาเพศผู้พบเฉพาะในเดือนสิงหาคม 2517 เท่านั้น

1. การวัดสัดส่วนรูปร่างภายนอก และลักษณะอวัยวะภายใน นำปลาในตู้แช่แข็งออกมาปล่อยให้แช่ในน้ำแข็งละลายจนคืนตัวในลักษณะเดิม ทำการวัดความยาวเหยียด ความยาวมาตรฐาน

และความกว้างของลำตัวโดยใช้เครื่องมือวัดปลา (ภาพที่ 4) และชั่งน้ำหนักโดยใช้ตาชั่งจาน ในหน่วยของเซนติเมตรและกรัมตามลำดับ ใช้ทัศนียม 1 ตำแหน่ง นำข้อมูลแต่ละเดือนมาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1.1 การวัดสัดส่วนรูปร่างภายนอก

ก. แจกแจงความถี่ แยกออกเป็นเพศผู้และเพศเมีย แล้วเสนอผลออกมาในรูปแบบแผนภูมิตามวิธีการของ Okera (1974) และทดสอบความแตกต่างของข้อมูลในแต่ละเดือน เพื่อศึกษาความยาวและน้ำหนักที่แตกต่างกัน นำไปประเมินถึงฤดูสืบพันธุ์และวางไข่ได้

ข. หากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดกับความยาวมาตรฐาน ความยาวเหยียดกับความกว้างของลำตัว และความยาวเหยียดกับน้ำหนักตัว โดยการหาค่าของจุดตัดแกน (intercept, a.) สัมประสิทธิ์ความถดถอยหรือความชัน (slope, b.) และค่าสหสัมพันธ์ (correlation, r.) นำมาเขียนเป็นกราฟและตารางตามวิธีการของนุสดีและวีระวัฒน์ (2506) และ Marr (1955)

ค. หาอัตราส่วนระหว่างความกว้างของลำตัวในความยาวเหยียด (BD. in TL.) และในความยาวมาตรฐาน (BD. in SL.) นำมาเขียนเป็นแผนภูมิของแต่ละเดือน เพื่อหาความสัมพันธ์ใดมากที่สุด

1.2 การศึกษาลักษณะอวัยวะภายในโดยการศึกษารูปร่างของกระเพาะอาหาร การเรียงตัวของลำไส้ ฯลฯ

2. การเจริญเติบโตของระบบสืบพันธุ์ เนื่องจากไม่สามารถแยกเพศปลาได้จากลักษณะภายนอก จึงต้องทำการผ่าท้องปลาโดยใช้กรรไกรสอดเข้าไปทางรูก้นของปลา แล้ววกขึ้นไปทางเหนือของท้องจนถึงบริเวณคอกปลา (Isthmus) จากนั้น ตัดจากทางรูก้นขึ้นไปทางด้านบนจนถึงเส้นข้างตัวและตัดไปตามเส้นข้างตัวเลาะไปตามกระดูกปิดกระพุ้งแกมจนจรดคอกปลา เปิดช่องท้องออก การตัดนี้ ต้องระวังปลายกรรไกรอย่าให้ไปถูกอวัยวะภายใน จากนั้นตัดเอาอวัยวะสืบพันธุ์ที่แยกโคควยตาเปล่าออกมาทั้งอัน โดยการตัดจากบริเวณรูก้น เลาะเยื่อออก นำออกมาทั้งสองข้าง ชั่งน้ำหนักและวัดความยาว โดยใช้หน่วยเป็นกรัมและเซนติเมตรตามลำดับ และใช้ทัศนียม 1 ตำแหน่ง น้ำหนักของอวัยวะเพศที่ได้ในแต่ละเดือน นำมาเขียนเป็นแผนภูมิตามแบบของอันธิประชาและสุชาติ (2506) และวิเศษ (2509) เพื่อดูการเจริญเติบโตของ

อวัยวะเพศ และทดสอบความแตกต่างระหว่างเดือนโดยวิธีการทางสถิติ นอกจากนี้ ยังนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับน้ำหนักอวัยวะเพศ และความยาวเหยียดกับน้ำหนักอวัยวะเพศ หาค่าของ a, b, r. และเขียนออกมาในรูปของกราฟตามแบบของ Hulata, Moav & Wohlfarth (1974)

3. อาหารภายในกระเพาะของปลาตะกรับ โดยการเลือกศึกษาเฉพาะกระเพาะอาหารของปลาที่มีอาหารค่อนข้างเต็มหรือเต็ม เพื่อศึกษาถึงปริมาณของกระเพาะอาหาร เมื่อปลากินอาหารเต็มที่ และชนิดของอาหาร ทั้งนี้ เนื่องจากตัวอย่างปลาไม่ได้นำมาเก็บแช่แข็ง หรือคองน้ำยาทันทีหลังจากลากอวนขึ้นมา จึงต้องมีอาหารบางส่วนที่ถูกย่อยแล้ว วิธีการเก็บตัวอย่างกระเพาะ คือการตัดเอาส่วนของกระเพาะอาหารมาตรฐานออกมาคองในฟอรัมาลิน 10% (Manzer, 1969; Haram & Jones, 1971 และ Hunt & Jones, 1972) ทั้งนี้ เพื่อให้เมื่อภายในกระเพาะอาหารแข็งตัว ผ่ากระเพาะอาหารลอกเอาเนื้อกระเพาะออก ซึ่งน้ำหนักเฉพาะอาหารภายในกระเพาะ โดยใช้หน่วยเป็นกรัม ทศนิยม 1 ตำแหน่ง วัดปริมาณโดยการแทนที่น้ำในกระบอกตวงขนาดเล็ก ตามวิธีการของ Miller (1967) สำหรับกระเพาะอาหารที่มีอาหารจำนวนน้อยให้ใช้อุปกรณ์ที่คัดแปลงขึ้นตามวิธีการของ Hellowell & Abel (1971) ตั้งในภาชนะ 6 ก. การประมาณค่าของความเต็มของกระเพาะอาหารใช้การแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ ไม่มีอาหาร มีอาหารน้อยกว่าครึ่ง มีอาหารครึ่งหนึ่ง และมีอาหารเต็มกระเพาะ จากนั้น นำอาหารในกระเพาะมาแยกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นับจำนวนอาหารแต่ละชนิดที่พบและแยกจนถึง species ถ้าทำได้ ถ้าแยกไม่ได้เนื่องจากอาหารถูกย่อยแล้ว ก็เขียนไว้ว่าแยกไม่ได้ แล้วรายงานออกมาเป็นจำนวนร้อยละของปลาที่กินอาหารชนิดนั้นและจำนวนร้อยละของชนิดอาหารที่พบในกระเพาะในแต่ละเดือน (Haram & Jones, 1971; Hunt & Jones, 1972 และ Burbidge, 1974) ทั้งนี้ โดยไม่คำนึงถึงเพศของปลา

4. อัตราการเจริญเติบโตของปลาตะกรับที่เลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่าง ๆ ในความเค็มต่าง ๆ กันในห้องปฏิบัติการ จะใช้เวลาในการทดลองประมาณ 10-12 สัปดาห์ โดยใช้ปลาขนาดต่าง ๆ กันประมาณ 3 ขนาด แล้วแต่ความเหมาะสม เลี้ยงไว้ในอ่างเลี้ยง 9 อ่าง ๆ ละ 12 ตัว ใน 9 อ่างนี้ แยกออกเป็นอ่างน้ำจืด 3 อ่าง น้ำกร่อย 3 อ่าง และอ่างน้ำทะเล 3 อ่าง

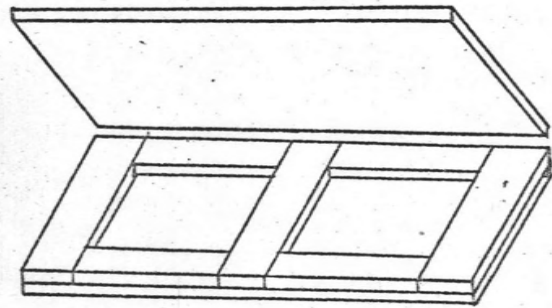
ในแต่ละความเค็มให้อาหารอ่างละ 1 ชนิด ได้แก่ อาหารที่เป็นพืช อาหารที่เป็นพืชปนเนื้อสัตว์ และอาหารที่เป็นเนื้อสัตว์ ดังแผนผังต่อไปนี้

อ่างที่ 1 น้ำจืด อาหารพืช	อ่างที่ 2 น้ำจืด อาหารพืชปนเนื้อสัตว์	อ่างที่ 3 น้ำจืด อาหารเนื้อสัตว์
อ่างที่ 4 น้ำกร่อย อาหารพืช	อ่างที่ 5 น้ำกร่อย อาหารพืชปนเนื้อสัตว์	อ่างที่ 6 น้ำกร่อย อาหารเนื้อสัตว์
อ่างที่ 7 น้ำทะเล อาหารพืช	อ่างที่ 8 น้ำทะเล อาหารพืชปนเนื้อสัตว์	อ่างที่ 9 น้ำทะเล อาหารเนื้อสัตว์

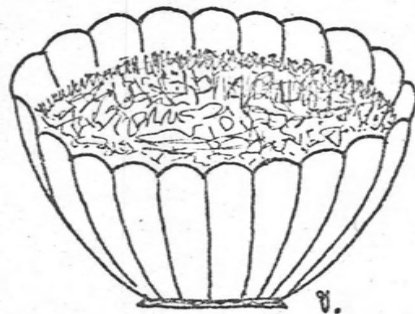
การเตรียมอ่างเลี้ยง เตรียมอ่างเลี้ยง 9 อ่าง ตามแผนผัง แต่ละอ่างจะมีอุปกรณ์ พนอากาศพรอมมูล

การเตรียมอาหารปลา ในการทดลองขั้นแรก ใช้ฉักกาคหอมโดยการให้กินเป็นใบ ๆ และเนื้อปลาข้างเหลืออง โดยการแลให้เป็นชิ้น ๆ ต่อมา ใช้อาหารผง คือ รำข้าว (ถือว่าเป็นอาหารพืช) และปลาปน (ถือว่าเป็นอาหารเนื้อสัตว์) สำหรับอาหารพืชใช้รำข้าว 100% อาหารพืชปนเนื้อสัตว์ ใช้รำข้าว 50% ปนกับปลาปน 50% โดยน้ำหนัก และอาหารเนื้อสัตว์ใช้ปลาปน 100% การเตรียมนั้น โดยการนำอาหารแต่ละชนิดมาคลุกน้ำพอมาก ๆ แล้วใส่ไว้ในถ้วยพลาสติก (ภาพที่ 6 ข) นำไปแช่ไว้ในตู้แช่แข็ง เวลาจะเลี้ยงก็บิออกเป็นชิ้นใหญ่พอควร ซึ่งใน 1 ถ้วยจะบิออกได้ประมาณ 3-4 กอน

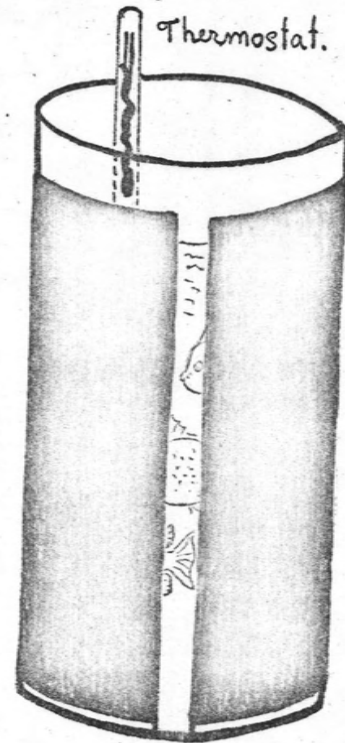
การให้อาหารปลา ให้อ่างละ 1 กอน ต่อ 1 วัน เพื่อให้ปลามีอาหารกินเกินต้องการ และจะให้อาหารเป็นที่ เพื่อสะดวกในการนำเอาอาหารที่เหลือทิ้ง เวลาจะให้อาหารใหม่ ต้องนำเอาอาหารเก่าออกก่อน จึงให้อาหารก้อนใหม่ เพื่อกันน้ำเสีย



ก.



ข.



ค.

รูปที่ 6. ก. แผ่นสไลด์ที่ใช้ในการวัดปริมาณอาหารภายในกระเพาะของปลา ข. ถ้วยอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา
ค. ขวดโหลที่เตรียมไว้สำหรับทดลองผลของอุณหภูมิต่อการมีชีวิตของปลา.

การทำความสะดวกของปลา ทำความสะดวกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยการดูดเอามูลปลาออกให้หมดรวมทั้งอาหารที่ตกค้างอยู่ด้วย แล้วจึงใส่น้ำเข้าไปใหม่ ในบางครั้งต้องมีการชั่งดูภายในอ่างเลี้ยงด้วย เพื่อเอาสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ตามข้างอ่างออกให้หมด การทำความสะดวกนี้ จะต้องตักปลาขึ้นมาจากอ่างเลี้ยงก่อน

การวัดความยาวและชั่งน้ำหนัก ปลาตะกรับไม่ค่อยตื่นตกใจง่ายและไม่กระโดด จึงทำการวัดและชั่งใจง่ายขึ้น ใช้หน่วยเซนติเมตรในการวัดความยาวมาตรฐาน และหน่วยกรัมในการชั่งน้ำหนัก ทศนิยม 1 ตำแหน่ง วิธีการโดยการนำปลามาชั่งวัดในแต่ละอ่างซึ่งจะแบ่งปลาออกเป็น 3 ขนาด ๆ ละ 4 ตัว ขนาดเล็ก (a) ไม่มีการทำเครื่องหมาย ขนาดกลาง (b) ทำเครื่องหมายโดยการตัด dorsal spine อันที่ 4 และขนาดใหญ่ (c) โดยการตัด dorsal spine อันที่ 2 ปลาที่ตายในระหว่างการทดลองจะตัดข้อมูลทิ้ง เนื่องจากการชั่งวัดปลาได้กระทำทีละตัว ทำให้สะดวกในการจดจำ ช่วงเวลาในการชั่งวัดแต่ละครั้ง จะห่างกัน 2 สัปดาห์ และต้องบันทึก วัน เวลา อุณหภูมิ และความเค็มของน้ำทะเลทุกครั้งที่ทำการชั่งวัด

นำผลที่ได้ทั้งหมดมาเขียนเป็นกราฟและตาราง และเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตโดยการหาค่าอัตราการเติบโตจำเพาะ (specific growth rate) โดยใช้เฉพาะค่าของน้ำหนักอย่างเดียวกับวิธีการทางสถิติ (Brown, 1964; Weatherly, 1972) นอกจากนี้ ยังหาอัตราการมีชีวิตรอดของปลาขนาดต่าง ๆ กัน และปลาที่เลี้ยงไว้ในความเค็มต่าง ๆ กันด้วย

5. การศึกษาน้ำหนักของอุณหภูมิต่อการมีชีวิตรอดของปลาตะกรับโดยการสังเกตพฤติกรรม

ก. การเตรียมสัตว์ทดลอง เตรียมอ่างเลี้ยงกลมไว้ 3 อ่าง โดยใส่น้ำทะเล น้ำกรวย 15 ppt. และน้ำจืดอย่างละ 1 อ่าง ติดตั้งอุปกรณ์พ่นอากาศพร้อม จากนั้น ทอดแหจับปลาที่มีขนาดตามต้องการขึ้นมาจากบ่อเลี้ยงก่อนหน้าที่จะทำการทดลอง 2 วัน แบ่งปลาที่ต้องการใช้ออกเป็น 3 ส่วน ส่วนหนึ่งเลี้ยงไว้ในอ่างน้ำทะเล อีก 2 ส่วนเลี้ยงไว้ในอ่างน้ำกรวยเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วแบ่งออกมา 1 ส่วน ไปเลี้ยงไว้ในอ่างน้ำจืด เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ให้เนื้อกุ้งสดเป็นอาหาร

ข. การเตรียมอุปกรณ์ เตรียมขวดโหลที่มีขนาดความจุ 15-20 ลิตร ไร่ 2 ชุด ๆ ละ 3 ใบ โดยในแต่ละชุดจะใส่น้ำจืด น้ำกรวย และน้ำทะเลอย่างละ 1 ใบ ขวดโหลชุดหนึ่งใช้ในการทดลอง ให้หุ้มด้วยกระดาษสีดำ และเหลือช่องในการสังเกตประมาณ 1 นิ้ว (ภาพที่ 6 ค) แล้วติดตั้งเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (thermostat) เทอร์โมมิเตอร์ และอุปกรณ์พ่นอากาศ ส่วนขวดโหลอีกชุดหนึ่งใช้เป็นที่พักพื้นปลาในระหว่างการทดลอง จะมีกระดาษค้ำหุ้มเช่นเดียวกัน แต่ติดตั้งเฉพาะอุปกรณ์พ่นอากาศเท่านั้น

ค. การทดลอง

1) นำปลาจากอ่างเลี้ยงมาไว้ในโหลพักปลาเท่ากับจำนวนที่ต้องการ แล้วจึงย้ายปลามาไว้ในโหลทดลอง

2) ค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิจากอุณหภูมิห้องไปเรื่อย ๆ และสังเกตพฤติกรรมของปลาจนถึงขั้นสลบ จึงถือว่าสิ้นสุดการทดลอง จากนั้น นำปลามาไว้ในโหลพักพื้น

3) หลังจากพักพื้นปลาเป็นเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง หรือถ้ายิ่งมากยิ่งดี นำปลามาทดลองโดยการเพิ่มอุณหภูมิตั้งแต่ 1 องศาเซลเซียส โดยทำการทดลองในแต่ละอุณหภูมิใช้เวลาประมาณ 15 นาที ทั้งนี้ ขึ้นกับพฤติกรรมของปลา หลังจากทดลองแล้ว นำมาพักพื้นในโหลพักเป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้ปลาคืนสู่สภาพปกติ เมื่อทดลองเสร็จแล้วปล่อยปลากลับบ่อเลี้ยงตามเดิม

4) นำปลาจากอ่างเลี้ยงชุดที่ 2 มาไว้ในโหลพักปลาเท่ากับจำนวนที่ต้องการ ย้ายโหลทดลองเข้าไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ปิดเอา thermostat ออก ส่วนอุปกรณ์อื่นให้คงไว้ อย่างเดิม แล้วย้ายปลาเข้าไปไว้ในโหลทดลองและปฏิบัติการเช่นเดียวกับข้อ 2), 3) เพียงแต่เปลี่ยนจากการเพิ่มอุณหภูมิเป็นการลดอุณหภูมิเท่านั้น

6. การศึกษาพฤติกรรมของปลาในห้องปฏิบัติการ โดยการสังเกตพฤติกรรมการตอบโตต่อแสงสว่าง ความเค็ม อาหาร ฯลฯ และพฤติกรรมการรวมฝูง การหาอาหารกิน

วิธีการคำนวณ

1. การหาค่าเฉลี่ย (Mean)

สมมติให้ $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

เป็นความยาวของปลา n ตัว มีหน่วยเป็น

หน่วยของความยาว

ค่าเฉลี่ยที่ใด คือ $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$

2. การหาค่าความสัมพันธ์ของสองสิ่ง (Relationship) จากหนังสือสถิติของ Snedecor (1956) มีดังนี้ คือ

ก. สมการความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Straight-line equation)

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ a เป็นค่าคงที่โดยเป็นค่าของจุดตัดแกน (Intercept)

b เป็นค่าของสัมประสิทธิ์การถดถอยหรือความชัน (Regression coefficient, slope)

Y เป็นค่าสัดส่วนความยาวที่แปรเปลี่ยนไปตามค่าความยาว X

และสามารถหาค่า b จาก

$$b = \frac{\sum XY - \sum X \sum Y / N}{\sum X^2 - (\sum X)^2 / N}$$

และค่า a จาก

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \text{ เมื่อ } \bar{Y}, \bar{X} \text{ เป็นค่าเฉลี่ย}$$

ข. สมการความสัมพันธ์แบบเส้นโค้ง (Allometric equation)

$$W = c L^n \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ W คือ น้ำหนักของปลา

L คือ ความยาวของปลา

c, n เป็นค่าคงที่

ถ้านำค่าที่ได้มา plot ในกระดาษกราฟธรรมดา จะได้ออกมาเป็นรูปเส้นโค้ง จากสมการ (2) สามารถจะแปลงออกมาเป็น

$$\log W = \log c + n \log L \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อเทียบกับสมการ (1) จะได้อันนี้

$$Y = \log W$$

$$X = \log L$$

$$a = \log c$$

$$b = n$$

∴ สมการ (3) คือ สมการเส้นตรง ถ้านำมา plot ในกระดาษ log-log paper จะได้ออกมาเป็นเส้นตรง

ค. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation, r.)

สูตร

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}}$$

เมื่อ

$$\sum xy = \sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{N}$$

ค่าของ r ที่ได้ออกมาจะไม่เกิน ± 1

ขอมูล 2 ชุด จะมีความสัมพันธ์กันมาก เมื่อค่าเข้าใกล้ ± 1 และจะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เมื่อค่า = 0

3. การพิสูจน์ความเบี่ยงเบนจากกฎกำลังสาม จากผลงานของมุสกีและวีระวัฒน์ (2506) ซึ่งได้พิสูจน์ความเบี่ยงเบนจากกฎกำลังสาม คือ

ก. การหาความแปรปรวน (Mean square deviation from regression, M.S.)

สูตร

$$s^2_{y.x} = \frac{1}{n-2} \left[\sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{(\sum Y_i)^2}{n} - \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n} \right\}^2}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}} \right]$$

เมื่อ $s_{y.x}$ คือความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความเบี่ยงเบน

$s^2_{y.x}$ คือความแปรปรวนของ y ต่อ x หรือความเบี่ยงเบนกำลังสองจากความ

n คือจำนวนตัวอย่าง - ถกถอย

X คือความยาวของปลาแต่ละตัว

Y คือน้ำหนักของปลาแต่ละตัว

ข. การใช้ t-test พิสูจน์ความเบี่ยงเบนจากกฎกำลังสาม

สูตร

$$t = \frac{b - \beta}{s_{yx}} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

เมื่อ b คือค่าสัมประสิทธิ์ความถกถอยที่คำนวณได้

β คือค่าสัมประสิทธิ์ความถกถอยที่ถือเป็นสมมติฐาน คือ 3

n คือ จำนวนตัวอย่าง

S_{yx} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของ สปส. ความถดถอย

เทียบค่า t ที่คำนวณได้กับค่า t ในตารางที่ขึ้นแท่งความเป็นอิสระ $n-2$

4. การทดสอบความแตกต่างของตัวกลางของประชากร (mean, m) ในแต่ละเดือน ทำการศึกษาตามวิธีของ Mendenhall (1969) เนื่องจากการเก็บตัวอย่างนี้เป็นการเก็บที่มีจำนวนตัวอย่างไม่เท่ากันในแต่ละเดือน จึงถือเป็นแบบ completely randomized experimental design โดยมีกลุ่มของประชากร p กลุ่ม และในแต่ละกลุ่มจะมี n ตัวอย่าง เมื่อต้องการเปรียบเทียบค่าของ means ในแต่ละประชากร ใช้ analysis of variance ซึ่งถือว่าค่า variance ของประชากรทุกกลุ่มเท่ากัน และตั้งสมมติฐานว่า $m_1 = m_2 = m_3 = \dots = m_p$ จากนั้นหาค่าของ F ออกมาตามวิธีการของ Snedecor (1956) ถ้าค่าของ F ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่าของ F ในตารางที่ขึ้นแท่งความเป็นอิสระ เท่ากันถือว่ายอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ คือตัวกลางของประชากรในแต่ละกลุ่มไม่แตกต่างกัน

5. การหาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SPGR.)

$$\text{จาก } Y_T = Y_t e^{g(T-t)}$$

เมื่อ Y_T คือ ขนาดของปลาเมื่อเวลา

Y_t คือ ขนาดของปลาเมื่อเวลา

โดย T นานกว่า t

g เป็นอัตราการเจริญเติบโต

$$\therefore G = \frac{\log_e Y_T - \log_e Y_t}{T - t} \times 100$$

เมื่อ G คือ ค่าของ specific growth rate