

อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินงาน

การศึกษาผลของอาหารผสมต่างชนิดต่อการเติบโตและผลผลิตของปลากะรัง  
Epinephelus tauvina (Forskål) ที่เลี้ยงในกระชัง

1. สถานที่

สถานที่ทำการทดลอง (รูปที่ )

1.1 บริเวณห้องทดลองของสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล และศูนย์ฝึกนิสิต  
กิ่งอำเภอเกาะสีชัง

1.2 ในทะเล ห่างจากฝั่ง 250 เมตร หน้าสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล  
และศูนย์ฝึกนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กิ่งอำเภอเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี

บริเวณห้องทดลองของสถานีวิจัยฯ ใช้เป็นที่สำหรับพักลูกปลาก่อนนำไปเลี้ยง  
ในกระชังซึ่งลอยอยู่ในทะเล และใช้เป็นที่สำหรับให้ลูกปลาฝึกกินอาหารที่ทำขึ้นนอกจากนี้  
ยังใช้เป็นที่สำหรับชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของปลาในระหว่างการทดลอง

ส่วนบริเวณทะเลหน้าสถานีวิจัยฯ ใช้สำหรับเป็นที่เลี้ยงปลาในกระชัง ซึ่งมีความลึก  
ของน้ำทะเลขณะน้ำขึ้นสูงสุดวัดได้ 6 เมตร น้ำลงต่ำสุดวัดได้ 3.5 เมตร ซึ่งเป็นความลึก  
ที่พอเหมาะสำหรับการวางกระชัง ส่วนพื้นของทะเลบริเวณนี้ประกอบด้วยโคลนและก้นหิน

2. ระยะเวลาการทดลอง

ระยะเวลาการทดลองเริ่มตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2524 ถึงวันที่ 10 เมษายน  
2525 รวมเวลา 9 เดือน โดยทำการทดลองเริ่มตั้งแต่การจับลูกปลาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ

ซึ่งสามารถรวบรวมลูกปลาที่ใช้สำหรับทดลองได้ทั้งหมด 500 ตัว จากปากน้ำประแส อำเภอกองกลาง จังหวัดระยอง โดยได้รับความเอื้อเฟื้อจากบริษัทศูนย์วิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จากักจังหวัดระยอง ในการจัดหาพันธุ์ลูกปลาดังกล่าวให้ ลูกปลาทั้งหมดได้เลี้ยงไปยังสถานีวิจัยวิทยาศาสตร์ทางทะเล และศูนย์ฝึกนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถึงอำเภอกะสือ จังหวัดชลบุรี ในเดือนสิงหาคม 2524 การทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะดังนี้

ระยะแรก การทดลองฝึกการกินอาหารของลูกปลาที่จับมาจากธรรมชาติ โดยให้อาหารที่ท้าวขึ้น ซึ่งมีส่วนประกอบของปลาป่น ไร่ แป้ง น้ำมัน ปลา และส่วนประกอบอื่น ๆ การทดลองครั้งที่ 1 ใช้เวลาการทดลอง 1 สัปดาห์ เพาะปลาที่จับมาจากธรรมชาติจะไม่เคยชินกับอาหารที่ท้าวขึ้น ตลอดจนการปรับตัวเมื่ออยู่ในบ่อเลี้ยงที่มีความแตกต่างกับธรรมชาติ ฉะนั้นเวลา 1 สัปดาห์ ที่ทดลองจะทำให้ลูกปลาสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ และกินอาหารดังกล่าวได้ดีเสียก่อนที่จะนำไปเลี้ยงในทะเลต่อไป

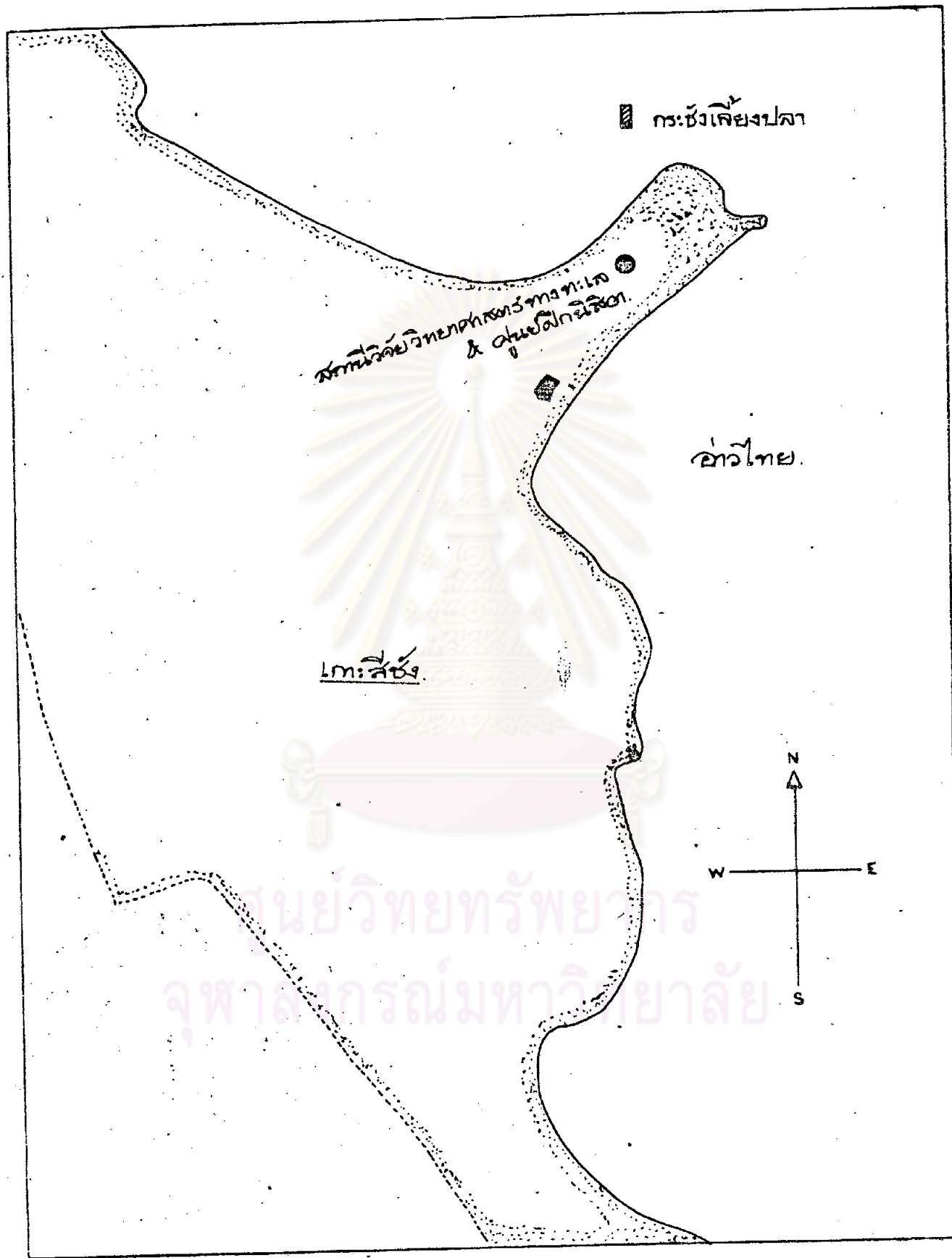
นอกจากนี้ปลาที่จับมาจากธรรมชาติบางตัวได้รับการกระทบกระเทือนจากการจับ และการขนส่งทำให้ปลามีแผลที่รอยตามตัว ระยะแรกของการทดลองนี้ก็เป็นช่วงที่ห้องรักษาแผลที่รอยดังกล่าวให้หายเป็นปกติเสียก่อน

ระยะที่สอง ระยะเวลาการทดลองเลี้ยงปลาในกระชังในทะเล ใช้เวลาทดลอง 6 เดือน คือเริ่มทดลองเลี้ยงตั้งแต่วันที่ 10 ตุลาคม พ.ศ. 2524 จนถึงวันที่ 10 เมษายน 2525 โดยการวัดความยาวลำตัวและชั่งน้ำหนักปลาทุก ๆ 1 เดือน ณ ห้องทดลองศูนย์วิจัยฯ โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างจากลูกปลาทั้งหมดทุกกระชัง กระชังละ 20 % ซึ่งเลี้ยงแยกเป็น 4 กระชัง โดยให้ปลามีความหนาแน่นกระชังละ 100 ตัว รวมลูกปลาที่ใช้ทดลองทั้งหมด 400 ตัว

## 2.1 ระยะแรก

### 2.1.1 อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน

การดำเนินงานแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาคือ



รูปที่ 2 แผนที่เกาะสี่ซ้งแสดงบริเวณที่ทำการทดลอง

- เพื่อฝึกให้ลูกปลาที่จับมาจากธรรมชาติกินอาหารที่ทำขึ้น
- เพื่อสังเกตพฤติกรรมของลูกปลาขณะที่เลี้ยงในบ่อทดลอง ที่มีสภาพแวดล้อม เช่น การกินกันเอง แสงสว่าง การกินอาหาร เพื่อจะนำไปเป็นข้อสังเกตขณะที่เลี้ยงในกระชัง

การศึกษาตามวัตถุประสงค์ที่มีอุปกรณ์ และวิธีการดำเนินงาน  
ดังนี้คือ

#### 2.1.2 การเตรียมบ่อทดลอง

บ่อที่ใช้ศึกษาเพื่อฝึกการกินอาหาร และเป็นที่สำหรับพักของลูกปลาก่อนนำลงไปเลี้ยงในกระชัง บ่อที่ใช้ทดลองมีขนาดบรรจุน้ำ 1 คันทรงกลม ทำด้วยใยแก้ว (Fiber glass) จำนวน 6 บ่อ น้ำที่ใช้สำหรับเลี้ยงปลาคูขี้แห้งโดยตรงมาจากทะเล คำนวณสถานีวิจัยฯ แล้วนำไปยังบ่อกรองน้ำ และเก็บไว้ในบริเวณถังเก็บน้ำ น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะไหลผ่านท่อ P.V.C. ขนาด 8 มิลลิเมตร เพื่อไหลลงสู่อบถที่เตรียมไว้ ทั้ง 6 บ่อในห้องทดลอง การเพิ่มอากาศให้แก่บ่อในบ่อทดลองทำโดยวิธีการให้น้ำไหลผ่านท่อ P.V.C. ขนาดความกว้าง 15 มิลลิเมตร ความยาว 1 เมตร ซึ่งทำให้คอนปลายตีบตัน ส่วนบริเวณรอบ ๆ ท่อดังกล่าว จะเป็นรูเล็ก ๆ เรียงเป็นแถว 3-4 แถว ใหญ่ที่เจาะห่างกันประมาณ 1 เซนติเมตร ต่อท่อ P.V.C. นี้เข้ากับท่อที่ส่งน้ำมาจากบ่อเก็บน้ำ น้ำจากบ่อเก็บน้ำ จะไหลลงมาจากที่ ๆ สูงกว่าระดับบ่อเลี้ยงด้วยแรงกดดัน น้ำจะพุ่งผ่านรูเล็ก ๆ ตกลงในบ่อเป็นฝอย ซึ่งการกระทำวิธีนี้จะทำให้น้ำในบ่อเกิดการไหลเวียน (เนื่องจากบริเวณสถานีวิจัยฯ ขณะนั้นยังไม่มีไฟฟ้าใช้จึงต้องอาศัยการเพิ่มอากาศโดยวิธีธรรมชาติ)

#### 2.1.4 การทำความสะอาดบ่อทดลอง

ทำการกูดตะกอนเศษอาหารและสิ่งที่ไม่ต้องการออกจากบ่อ  
ทำทุกวันหลังจากให้อาหาร ตอนเย็นเวลา 16.00 น. การกูดตะกอนออกจากบ่อทำโดยวิธี

ภา ลักน้ำ โดยใช้สายยางคู้หน้าออกจากบ่อ การทำความสะอาดนอกจากนี้ก็จะกระทำโดยวิธีการใช้แปรงลวดทองเหลืองแปรงตามคานข้างบ่อและก้นบ่อทุก 3 วัน ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณรอบบ่อทดลองคานในมีสาหร่ายและตะกอนมาเกาะทับ ทำให้บ่อไม่สะอาด ซึ่งอาจจะ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปลาที่เลี้ยงไปถูกตามขอบบ่อและติด เชื้อโรค

#### 2.1.4 การลำเลียงลูกปลาที่ไรหตุลอง

##### 2.1.4.1 การขนส่งลูกปลากะรังปากแม่น้ำ วัสดุและอุปกรณ์ที่มีดังนี้

- ถุงพลาสติกขนาดกว้าง x ยาว  
(47 x 73) เซนติเมตร
- ดึงอ็อกซิเจนออกซิเจน
- ดึงพลาสติกขนาดจุน้ำ 30 ลิตรพร้อมฝาปิด
- น้ำแข็ง

#### วิธีดำเนินการ

ปลาที่ทดลอง เป็นลูกปลาขนาดความยาว 6-7 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 5-6 กรัม เป็นลูกปลาที่จับมาจากแหล่งธรรมชาติ ที่ปากแม่น้ำประแสร์ ตำบลปากน้ำประแสร์ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง โดยนำลูกปลาที่ต้องการใช้ทดลองเลี้ยงทั้งหมดประมาณ 450 ตัว แบ่งใส่ลงในถุงพลาสติก ซึ่งบรรจุน้ำลงไปประมาณครึ่งถุง ปล่อยปลาลงไปถุงละ 35-40 ตัว จบครบ 450 ตัว จากนั้นนำถุงพลาสติกที่บรรจุลูกปลาแล้วไปอัดด้วยก๊าซออกซิเจนลงในถุงจนเต็มผูกเชือกให้แน่นไม่ให้ออกซิเจนรั่วออกจากถุงใด จากนั้นนำถุงที่บรรจุปลาใส่ลงในถังพลาสติกขนาดจุน้ำ 30 ลิตร ใส่ น้ำแข็งลงคานใดถึงและรอบ ๆ คานข้างและคานบนเพื่อป้องกันมิให้น้ำที่บรรจุในถุงมีอุณหภูมิสูงขึ้นซึ่งอาจจะทำให้ปลาในถุงตายได้ ปิดฝาดังพลาสติกให้แน่น จากนั้นก็ขนส่งลูกปลาไปทางรถยนต์และทาง เรือจนถึงสถานีวิจัยฯ เกาะสีชัง

2.1.4.2 การฟื้นฟูสภาพของปลา ก่อนการทดลอง  
(Prophylactic treatment) เพื่อรักษาไว้รอย  
บาดแผลและกำจัดพาราสิทที่ติดมากับตัวปลา  
วัสดุและอุปกรณ์ที่มีดังนี้

- formaline 40 %
- Tetracycline HCl <sup>(R)</sup>
- Furanace Granule

วิธีดำเนินการ

นำปลาซึ่งทำการคัดเลือกขนาดแล้วมาปล่อยลงในบ่อเลี้ยงขนาด 1 ตัน ซึ่ง  
เตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว โดยใช้น้ำทะเลที่มีความเค็มปกติคือ 27 ส่วนในพันส่วน  
โดยปล่อยลูกปลาลงในบ่อ ๆ ละ 75 ตัว จำนวน 6 บ่อ ก่อนฝึกให้ปลากินอาหารผสมที่ทำขึ้น  
ลูกปลาทั้งหมดนี้จะต้องทำการฟื้นฟูสภาพและรักษาบาดแผลให้เป็นปกติเสียก่อน

การนำลูกปลากะรังปากแม่น้ำที่ทดลองมีขึ้นตอนดังนี้

1. ใส่ formaline ความเข้มข้น 40 ส่วนในล้าน หรือ 40 กรัมต่อน้ำ  
1 ตัน เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วถ่ายน้ำทิ้ง
2. ใส่ Tetracycline HCl ความเข้มข้น 15 ส่วนในล้าน หรือ  
15 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วถ่ายน้ำทิ้ง
3. ใส่ Furanace Granule <sup>(R)</sup> ความเข้มข้น 0.5 ส่วนในล้าน หรือ  
0.5 กรัมต่อน้ำ 1 ตัน เป็นเวลา 3 วัน

รวมเวลาทำการฟื้นฟูสภาพลูกปลา 4 วัน การฟื้นฟูสภาพปลาจะถูกปฏิบัติในระหว่าง  
การทดลองด้วย เช่น หลังจากนำปลาขึ้นมาจากกระชัง เพื่อชั่งน้ำหนักและวัดความยาว  
ปลาจะถูกรักษาบาดแผลด้วย Copper Sulfate ประมาณ 3 ส่วนในล้าน เวลา 5 นาที  
หรือ Furanace Granule <sup>(R)</sup> 0.5 ส่วนในล้าน ทั้งนี้เพื่อป้องกันการติดเชื้อระหว่าง  
การชั่งวัด

## 2.2 ตอนที่ 2 การเลี้ยงปลากะรังในกระชังในทะเล

วัตถุประสงค์ในการทดลองคือ

1. เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลากะรังปากม้วนน้ำ (*E. tauvina*) ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับไขมันและโปรตีนที่ต่างกัน
2. เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาของอาหารทั้ง 2 สูตร
3. เพื่อประเมินผลผลิตในทางเศรษฐกิจของการทดลองเลี้ยงปลากะรังคานอาหารทั้ง 2 สูตรที่ทำขึ้น
4. เพื่อศึกษาวิธีการเลี้ยงและปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการทดลองอุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน

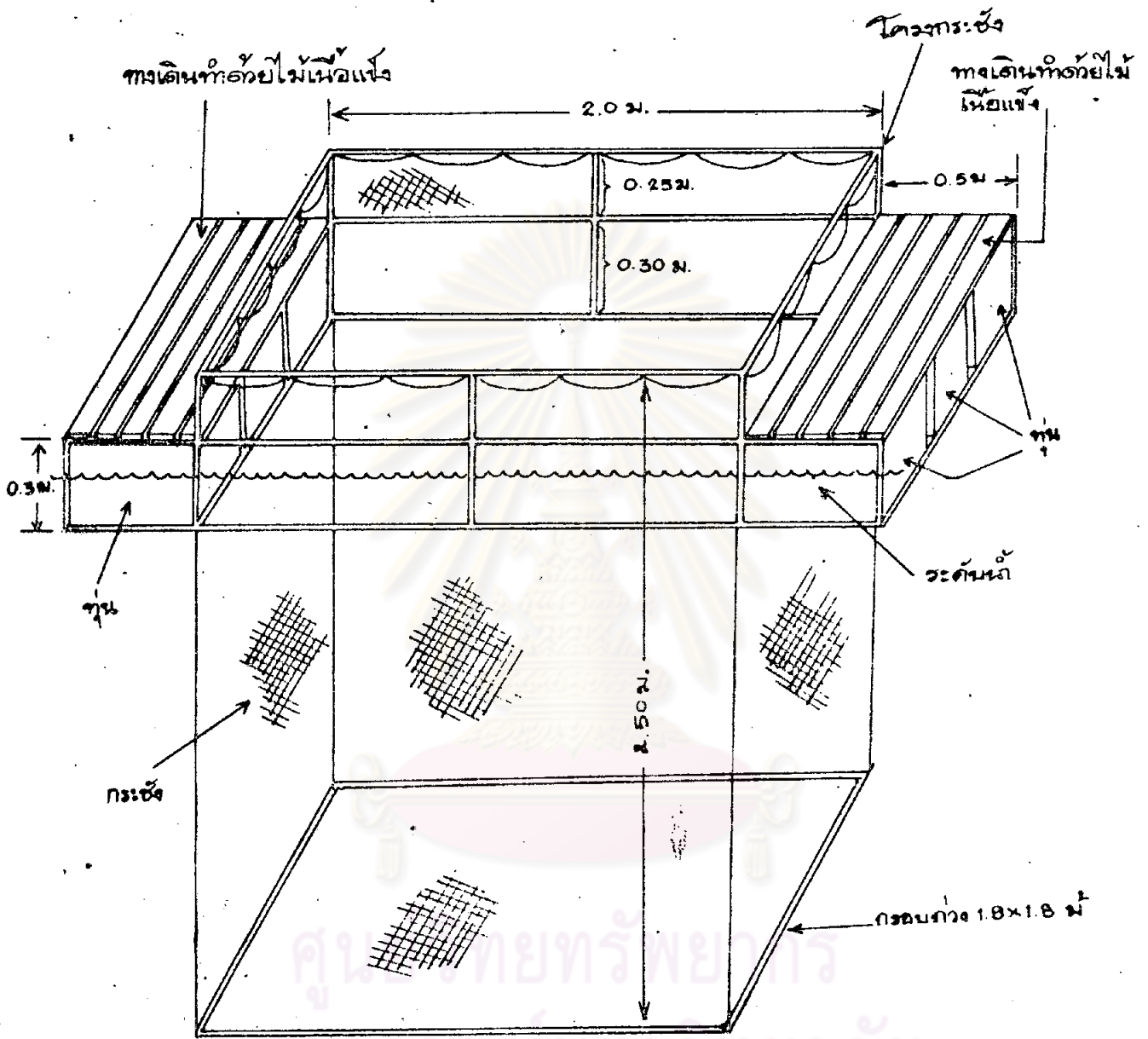
### 2.2.1 การเตรียมกระชัง กระชังออกแบบโดย รศ.ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเกวต.

ขนาด  $2 \times 2 \text{ m}^2$  (รูปที่ 4) ขอบนอกทำด้วยเหล็กท่อน้ำ ขนาด  $\phi$  1.5 นิ้ว คัดเชื่อมกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายนอกเหล็กท่อน้ำ เคลือบด้วยใยแก้ว (Fiber glass) เพื่อป้องกันสนิมที่จะเกิดจากน้ำทะเล ซึ่งโครงกระชังที่เป็นเหล็กส่วนนี้จะโผล่ขึ้นอยู่เหนือน้ำ ประมาณ 0.25 เมตร ด้านล่างของโครงกระชังมีท่อนสี่เหลี่ยมทำด้วย Fiber glass อยางคี่ ท่อนโครงกระชังอยู่ 2 ด้าน ด้านละ 3 ท่อน ซึ่งทำให้โครงกระชังสามารถลอยน้ำอยู่ได้ตลอดเวลา ซึ่งท่อนดังกล่าวจะวางไว้ใต้โครงกระชัง ซึ่งต่อเพิ่มออกไปอีกข้างละ 0.5 เมตร ทั้ง 2 ข้าง ด้านบนปูด้วยไม้ สามารถเดินได้ทั้ง 2 ด้าน ขนาดท่อน  $0.5 \times 0.3$  เมตร วางอยู่ใต้พื้นไม้อีกที กระชังที่ทำทั้งหมดมี 5 กระชัง ก่อนการทดลองได้นำกระชังทั้ง 5 มาผูกติดกันเป็นแถวยาวเรียง 1 ขนาดติดกันด้วยไม้ไผ่ ผูกด้วยเชือกไว้อย่างหนาแน่น ทั้ง 5 กระชัง ลอยกระชังทั้งหมดไว้ในทะเล โดยใช้เชือกผูกติดสมอเรือขนาดน้ำหนัก 20 กิโลกรัม ครึงกระชังไว้ทั้ง 4 ด้าน บริเวณด้านข้างกระชังทั้ง 4 ด้าน ครึงกระชังไว้ด้วย



รูปที่ 3 บ่อทดลองในห้องปฏิบัติการ และ กระจกเลี้ยงปลาในทะเล





รูปที่ 4 . กระชังเลี้ยงปลาขนาด 2 x 2 ม<sup>2</sup>

แห้งซีเมนต์ล่อขนาด 50 กิโลกรัม ใช้อีกด้านละ 1 แห่ง เพื่อป้องกันมิให้กระชังเคลื่อนที่  
เข้าหาฝั่ง เมื่อถูกคลื่นซัด

อวน (Net Cages) อวนที่นำมาผูกกับโครงกระชังมีขนาดตาหะแยง  
1 นิ้ว มีความกว้าง 2 เมตร ยาว 2 เมตร ลึก 2.5 เมตร ขอบบนใช้เชือก  
Polyethylene ขนาด 10 มิลลิเมตร ผูกติดกับขอบบนตามแนวตาข่ายเพื่อสะดวก  
ในการผูกติดกับขอบโครงกระชัง ด้านล่างของอวนตาข่ายทิ้งลงสู่ น้ำทะเลในแนวตั้งโดย  
โยงด้วยเชือกสายยามานที่ขมทั้ง 4 ของอวน เชือกสายยามานทั้ง 4 เส้นดวงควยก่อนหินเพื่อให้  
ตัวอวนทั้งตัวและกางออกได้ดี ส่วนพื้นของอวนที่จมอยู่ในน้ำใช้เหล็กเส้นขนาด 10 มิลลิเมตร  
เชื่อมต่อกันเป็นรูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1.8 เมตร ยาว 1.8 เมตร ใส่ลงในอวนด้านในเพื่อให้  
อวนกางอยู่ที่โคนน้ำโดยไม่ปักปลิวไปตามแรงคลื่น การป้องกันปลาหนีออกจากอวนโดยการ  
ติดตั้งอวนอีกชุดไว้ นอกอวนที่เลี้ยงปลาอีกชุดหนึ่งซึ่งอวนที่ใช้แต่ละกระชังจะมี 2 ชั้นนั่นเอง  
เพื่อป้องกันมิให้ปลาหลุดหนีออกนอกอวนได้ ในกรณีที่อวนเกิดขาดเสียหาย

2.2.2 การสร้างที่หลบซ่อนเทียม (Artificial hides) ซึ่งใช้  
เป็นที่หลบซ่อนปลา วัสดุและอุปกรณ์ประกอบด้วย

— ขางรถยนต์ที่ไม่ใช่แล้ว นำกลับมาใช้ประโยชน์อีกโดยตัดเป็น  
แผ่นขนาด 20 x 30 เซนติเมตร เจาะรู 2 ข้าง รอยเป็นชุด ๆ ละ 7 แผ่น ใหลานใน  
ที่เรียบอยู่ด้านบนคานขรุขระ (คานนอกของขางรถยนต์) อยู่คานกลางแต่ละแผ่นผูกให้ห่าง  
เท่ากันประมาณ 15 เซนติเมตร ทำอย่างนี้เหมือนกันทั้งหมด 8 ชุด การติดตั้งที่หลบซ่อนเทียม  
ซึ่งใช้เป็นที่หลบซ่อนปลาทำได้โดยการวางไม้ไผ่พาดขอบกระชังตามยาวทั้ง 5 กระชัง ให้ส่วน  
ของไม้ไผ่อยู่ถึงกลางกระชังพอดี ผูกขางรถยนต์ที่ทำเป็นชุดกระชังละ 2 ชุด ระหว่างกลาง  
กระชังให้ขางรถยนต์ค้ำกล่าวจมลงไปใต้น้ำประมาณ 1.50 เมตร

ในการสร้างที่หลบซ่อนเทียมนี้ Teng and Chua (1979)  
ได้ใช้ขางรถยนต์ที่ไม่ใช่ใช้งานแล้วนำมาตัดออกเป็นช่อง ๆ โดยตัดออกเส้นละ 3 ช่อง ให้ความ  
ห่างเท่า ๆ กัน ซึ่งผู้ทดลองได้ทดลองใช้วิธีนี้แล้ว ปรากฏว่าไม่มีความเหมาะสมกับสภาพทะเล

แถวเกาะสีชัง ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมี สิ่งมีชีวิตที่ชอบเกาะติด ที่ชุกชุมมาก อีกทั้งมีตะกอนมาเกาะซึ่งอยู่ในรางลอยยาง เกิดขึ้นรวดเร็วมากต้องคอยทำความสะอาดอยู่เสมอ ซึ่งทำให้ปลาตื่นตกใจ ไม่ค่อยกินอาหาร จึงได้ใช้วิธีการนำยางรถยนต์ดังกล่าวมาตัดเป็นแผ่น ซึ่งเหมาะสมกว่า

### 2.2.3 วิธีการดูแลและทำความสะอาดกระชัง

เมื่อทำการทดลองกระชังจะถูกปล่อยไว้ในทะเลจะมีขยะและพวกสิ่งมีชีวิตที่ชอบเกาะติด (Fouling Organism) เช่น พวกสาหร่ายและสัตว์เล็กพวกเพรียง เป็นต้น ทำให้กระชังอุดตัน การทำความสะอาดโดยวิธีการใช้แปรงขนพลาสติกแข็งตามยาวดู ขึ้น-ลง ตามตาข่ายอวนไต้หน้า สัปดาห์ละ 2 ครั้ง หรือนำเอาอวนตาข่ายขึ้นมาตากแดดให้สิ่งมีชีวิตที่ชอบเกาะติดตายเสียก่อน จึงนำลงไปติดตั้งกับกระชังใหม่

การดูแลความเรียบร้อยของตาข่ายอวนไต้หน้าขณะที่ทำการทดลองเลี้ยงปลาอยู่ทำได้โดยการค้ำน้ำ ตรวจ รอยขาด-รอยรั่ว ทุก ๆ สัปดาห์

นอกจากนี้ยังปล่อยปลาที่ชอบกินสาหร่าย เป็นอาหารลงในกระชัง เพื่อให้ปลาพวกนี้ช่วยทำความสะอาดกระชัง ได้แก่ ปลาจิว (*Chaetodermis penicilliger*) และปลาสลิดหิน (*Siganus* sp.) ที่จับได้บริเวณเกาะสีชัง โดยใส่ปลาพวกนี้ลงไปกระชังละ 5 ตัว

### 3. การเตรียมอาหาร

อาหารผสมที่ใช้สำหรับฝึกให้ปลากินก่อนการทดลองเป็นอาหารชนิดเดียวกับอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาในระหว่างทดลอง ส่วนประกอบของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา

- ปลาป่น
- น้ำมันปลา (fish oil)

- รำละเอียด
- แป้งอัลฟา ( $\alpha$  - Starch)
- เกลือแร่ผสม (mineral mixture)
- วิตามินผสม (Vitamin mixture)
- น้ำ

อาหารผสมที่ใช้ทดลองมี 2 สูตรหรือ 2 treatment ซึ่งเป็นอาหารที่มีส่วนประกอบของปริมาณไขมันที่แตกต่างกันคือ

- อาหารสูตรที่ 1 โปรตีนสูง (50 %) ไขมันต่ำ (5 %)  
(high protein low fat) HPLF
- อาหารสูตรที่ 2 ไขมันสูง (15 %) โปรตีนต่ำ 35 (%)  
(high fat low protein) HFLP

การเตรียมอาหารผสมทำโดยนำส่วนประกอบของอาหาร (ตารางที่ 1) ทั้งหมดมาคลุกเคล้าโดยให้อาหารที่ผสมมีความชื้นประมาณ 30-35 เปอร์เซ็นต์ นำอาหารที่ผสมแล้วเข้าเครื่องอัดอาหารที่ผสมจะถูกอัดออกมาเป็นเส้น ๆ ซึ่งจะขาดเป็นท่อนสั้น ๆ ในลักษณะกึ่งชื้น (Semi-moist feed) นำอาหารที่ได้ดังกล่าวไปเก็บไว้ในตู้แช่น้ำแข็งเก็บได้ประมาณครั้งละ 1 เดือน ตลอดจนการทดลองจะใช้วัตถุดิบชุดเดียวกันและส่วนประกอบชนิดเดียวกันตลอดการทดลอง อาหารที่ใช้เลี้ยงปลาในกระชังนอกจากจะใช้อาหารผสมทั้ง 2 สูตรแล้ว อาจให้อาหารที่เป็นเนื้อปลาข้างเหลือง (*Selaroides leptolepis*) สับบางบางโอกาสแต่ให้ในปริมาณน้อยมากโดยผสมลงไปกับอาหารบ้างเพื่อลดภาวะการเน่าอาหารของปลา การให้อาหารแก่ปลาที่ฝึกกินอาหารผสมที่ทำขึ้นในบ่อทดลอง โดยให้วันละ 2 ครั้ง คือประมาณ 09.00 น. และ 16.00 น. ส่วนการให้อาหารปลาที่เลี้ยงในกระชังในทะเล (หลังจากเคลื่อนย้ายปลาจากบ่อทดลองลงไปเลี้ยงในกระชังในทะเล) โดยให้ทุก ๆ วัน เวลาประมาณ 15.00 น. น้ำหนักของอาหารที่ให้นั้นตักไว้เพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารผสมทั้ง 2 สูตรที่ได้จากการคำนวณ

วัตถุดิบ (กรัม)	อาหารสูตรที่	
	1	2
ปลาป่น	867.7	509.2
น้ำมันปลา	23.7	75.2
รำละเอียด	12.3	294.0
แป้งอัลฟา	66.3	94.6
เกลือแร่	10.0	10.0
วิตามินผสม + Choline Chloride	20.0	20.0
<u>น้ำหนักรวม</u>	1000.0	1000.0
โปรตีน	50	35
ไขมัน	5	15

#### 4. การเก็บข้อมูล และการบันทึกผล

ปลาที่ทดลองเลี้ยงไว้ในกระชังจะถูกนำขึ้นมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง รวม 6 ครั้ง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างปลาจากกระชังละ 20 % ของปลาที่เลี้ยงทั้งหมด 4 กระชัง

การวัดความยาวและชั่งน้ำหนักปลาทุกครั้งจะต้องนำปลาขึ้นมาจากกระชังกลางทะเล มาพักไว้ในบ่อ บริเวณห้องทดลองซึ่งได้เตรียมไว้แล้ว เมื่อปลาหายเหนื่อยจากการขนย้าย ก็จับปลาเข้าใส่ถึงน้ำหนัก 10 ลิตร เติม Quinadine ให้ได้ความเข้มข้น 10 ส่วนในล้าน หรือ 0.10 มิลลิลิตร/น้ำ 10 ลิตร เมื่อปลาสงบก็นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาว จากนั้นนำปลาไปใส่บ่อทดลอง เช่น เติมให้อากาศในน้ำโดยใช้ Air pump ปลาจะขึ้นภายใน 1 นาที

## 5. การศึกษาประสิทธิภาพของอาหารการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักปลา (FCE)

การหาประสิทธิภาพของการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักปลาใช้ตามสูตรของ Venkataramiah et al. (1975) ดังนี้

$$FCE = \frac{W_2 + D - W_1}{F} \times 100$$

$W_1$  = น้ำหนักเริ่มต้นของปลาทดลองทั้งหมดในแต่ละกระชัง  
 $W_2$  = น้ำหนักสุดท้ายของปลาทดลองทั้งหมดในแต่ละกระชัง  
 $D$  = น้ำหนักของปลาที่ตายระหว่างการทดลองในแต่ละกระชัง  
 $F$  = จำนวนอาหารทั้งหมดที่ใช้เลี้ยงปลาในแต่ละกระชัง

ค่า FCE มีค่าเป็นร้อยละ บันทึกอาหารที่ใช้ทุกสัปดาห์

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ จริฎุ จันทลักษณ์, 2523  
 ณาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523 และ  
 Snedacor and Cochsan, 1967 เป็นหลัก

### 6.1 การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

6.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาว (Length-Weight relationship) ของปลาโดยใช้สมการของกฎกำลังสาม (Cube law)

$$W = cL^n$$

โดยกำหนดให้  $W$  = น้ำหนักของปลา (กรัม)

- L = ความยาวของปลา (เซนติเมตร)  
 c = ค่าคงที่ (Constant) หรือ Coefficient of Condition (or Length-Weight Factor)  
 n = ค่าคงที่ (Constant) ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักกับความยาว

เปลี่ยนสมการ  $W = cL^n$  ซึ่งเป็นสมการเส้นโค้งให้เป็นสมการเส้นตรงจะได้

$$\ln W = \ln C + n \ln L$$

โดยสมมติให้

$$\ln W = y$$

$$\ln C = a$$

$$\ln L = x$$

$$n = b$$

ซึ่งจะสอดคล้องกับสมการเส้นตรง

$$y = a + bx$$

คำนวณหาค่า a และ b จากหลักของ least square method

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)/n}{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}$$

$$a = y - bx$$

### 6.1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและอายุของปลาหาได้จากสมการ กฎกำลังสามได้

$$W = cn^A$$

เมื่อ  $W$  = น้ำหนักของปลา (กรัม)

$A$  = อายุของปลา (เดือน)

$c$  และ  $n$  = ค่าคงที่

สมการ  $W = cn^A$  สามารถเปลี่ยนเป็นสมการเส้นตรงได้เป็น

$$\ln W = \ln c + A \ln n$$

### 6.2 การทดสอบหาค่าสำคัญของเส้นตรง (test of Significant)

สัมประสิทธิ์ของสหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ซึ่งเป็นค่าสถิติบ่งบอกถึงความสัมพันธ์ (association) ระหว่างค่าแปรเปลี่ยน 2 ชุด

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

การทดสอบหาค่าสำคัญของ regression coefficient

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2/n - [\sum xy - (\sum x)(\sum y)/n]^2 / (\sum x^2 - (\sum x)^2/n)}{n - 2}}$$

$S_d$  เป็นความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวอย่าง (Standard deviation from regression coefficient)

$$S_d = S_{yx} / \sqrt{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}$$



ดังนั้น  $t = b/S_b ; df = n-2$

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

ถ้าค่า  $t$  ที่คำนวณได้อยู่ในบริเวณวิกฤต สรุปได้ว่ายอมรับ  $H_0$  แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์เชิงเส้น

6.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักและความยาว

6.3.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวน (variance) เพื่อทดสอบความแตกต่างของน้ำหนักและความยาวของตัวอย่างเริ่มต้น

การวิเคราะห์ความแปรปรวน (variance) ของตัวอย่างเริ่มต้น

Source of Variation	Degree of freedom	Sum Square	Mean Square	F
Replication	$f-1$	$\sum_k T_j^2 - (\sum y_{ij})^2/kf$ = SSA	$SSA = S_1^2$ $f-1$	$S_1^2/S_2^2 = F_1$
Treatment	$k-1$	$\sum T^2/f - (\sum y_{ij})^2/kf$ = SSB	$SSB = S_2^2$ $k-1$	$S_1^2/S_3^2 = F_2$
Error	$(f-1)(k-1)$	SST-SSA-SSB	$SSE/(f-1)(k-1)$ = $S_3^2$	

ถ้าค่า  $F_1, F_2$  ที่ได้  $F$  วิฤตก็ยอมรับ  $H_0'$  และ  $H_0''$   
 ระดับนัยสำคัญ  $0.05, df = (n_1 - 1) (n_2 - 1) = 1, 1$

### 6.3.2 ANOVA ของน้ำหนักปลาหลังทดลอง

S.V.	df	S.S.	M.S.	F
Treatment (a=2)	(a-1)	$\sum T_1^2 / br - (\sum y)^2 / n = SSA$	$SSA / (a-1) = S_1$	$S_1 / SSE = F_1$
time (b=6)	(b-1)	$\sum T_j^2 / ar - (\sum y)^2 / n = SSB$	$SSB / (b-1) = S_2$	$S_2 / SSE = F_2$
treatment. x time	(a-1) (b-1)	$\sum T_{ij}^2 / r - (\sum y)^2 / n - SSA - SSB = SSAB$	$SSAB / (a-1) (b-1) = S_3$	$S_3 / SSE = F_3$
error	$ab(r-1)$	$SST - SSA - SSB - SSAB = SSE$		
Total	(n-1)	$\sum y^2_{ijk} - (\sum y)^2 / N = SST$		

### 6.3.3 การวิเคราะห์โควาเรียนซ์ (covariance analysis)

ของน้ำหนักปลาหลังทดลอง (ตามวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย

ของ ดร.จรัญ จันทลักษณ์ : 337-338)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย