

อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน

สถานที่

1. ห้องปฏิบัติการ เพาะเลี้ยง แขนงวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. บ่อคินของ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ตำบลบึงบอน อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี
3. ร่องสวนผลไม้ ที่ตำบลบางโคก อำเภอยานนาวา กรุงเทพมหานคร

อุปกรณ์และวิธีดำเนินงาน

ก. การศึกษาเกี่ยวกับการเพาะลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

1. พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์

การศึกษาครั้งนี้ใช้พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์จากธรรมชาติที่ได้จากชาวประมง เบ็คมือในแม่น้ำเจ้าพระยา และจากกุ้ง generation ที่ 2 ของกุ้งจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เลี้ยงไว้ในบ่อคิน

การขนส่งพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งที่ได้มายังห้องปฏิบัติการ เพาะเลี้ยง กระทำโดยใส่ถุงพลาสติกขนาด 50 x 75 ซม. ใส่น้ำประมาณ 15 ลิตร แล้วจึงตัดพ่อแม่พันธุ์ที่แข็งแรงใส่ลงไปประมาณ 5 - 6 ตัว/ถุง อัดออกซิเจนประมาณ 2 - 3 เท้าของปริมาตรน้ำ และผูกปากถุงพลาสติกให้แน่น นำใส่ลงในถังพลาสติกที่เตรียมไว้ เติมน้ำแข็งที่หุบละเอียดลงไปเหนือปากถุง เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำในถุงพลาสติกให้เหลือประมาณ

22 - 24°ซ. หลังจากนั้นจึงค่อยขนส่งพ่อแม่พันธุ์มายังห้องปฏิบัติการ เพาะเลี้ยง เมื่อถึงห้องปฏิบัติการถุงบรรจุพ่อแม่พันธุ์จะถูกนำไปใส่ในบ่อสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ เพื่อให้ อุณหภูมิของน้ำในถุงปรับเท่ากับบ่อเลี้ยงจึงค่อย ๆ ปล่อยถุงลงบ่อเลี้ยง

## 2. ตัวอย่างของกุงกามรามที่ใช้ในการทดลอง

ได้จากแม่กุงที่ผสมเองภายในบ่อเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ และแม่พันธุ์ที่ผสมในบ่อกิน โดยแยกแม่กุงที่มีไข่แก่ (berried female) ออกมาเลี้ยงในบ่อพักตัวอ่อน ซึ่งเป็น aquarium ขนาดจุน้ำ 40 ลิตร ความเค็มน้ำ 4 - 6%. เมื่อลูกกุงฟักออกเป็นตัว จึงแยกแม่กุงออก แลวนับจำนวนลูกกุงด้วยวิธี Uniformly randomized sampling โดยใช้อากาศพ่นลงไปในบ่อพักตัวอ่อนให้ลูกกุงกระจายเท่า ๆ กัน จึงทำการสุ่มตัวอย่างประมาณ 5% ของปริมาตรน้ำมานับ แลวนำมาคำนวณหาจำนวนทั้งหมด โดยการเทียบอัตราส่วนดังนี้

$$\text{จำนวนตัวอ่อนของกุง} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนกุงจากการสุ่มตัวอย่าง}}{\text{ปริมาตรน้ำที่ทำการสุ่มตัวอย่าง}} \times \text{ปริมาตรน้ำในบ่อพัก}$$

เมื่อได้จำนวนลูกกุงตัวอ่อนจึงค่อยแยกเอาลูกกุงลงเลี้ยงในบ่อเลี้ยงต่อไป

## 3. น้ำสำหรับใช้ในการเพาะเลี้ยงกุงกามรามวัยอ่อน

น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงลูกกุงวัยอ่อน เป็นส่วนผสมของน้ำจืดกับน้ำทะเลที่ไคทำการฟักให้ตกตะกอนและผ่านการกรองจนใสสะอาดแล้ว โดยในระยะเริ่มแรกของการปล่อยลูกกุงลงในบ่อเลี้ยง ใช้ส่วนผสมที่มีความเค็ม 12 ส่วนในพันส่วน (‰) การผสมน้ำจืดกับน้ำทะเลเพื่อให้ไคความเค็มตามต้องการนี้กระทำไคโดยการคำนวณหาจากสูตรคำนวณสารละลาย

$$\begin{array}{l} \text{ตามสมการ} \\ \text{เมื่อ} \end{array} \quad \begin{array}{l} N_1 V_1 = N_2 V_2 \\ N_1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{คือ} \\ \text{ค่าความเค็มของน้ำทะเล} \end{array}$$

$N_2$	คือ ค่าความเค็มของน้ำที่ต้องการ (12‰.)
$V_1$	คือ ปริมาตรของน้ำทะเล
$V_2$	คือ ปริมาตรน้ำผสมแล้ว

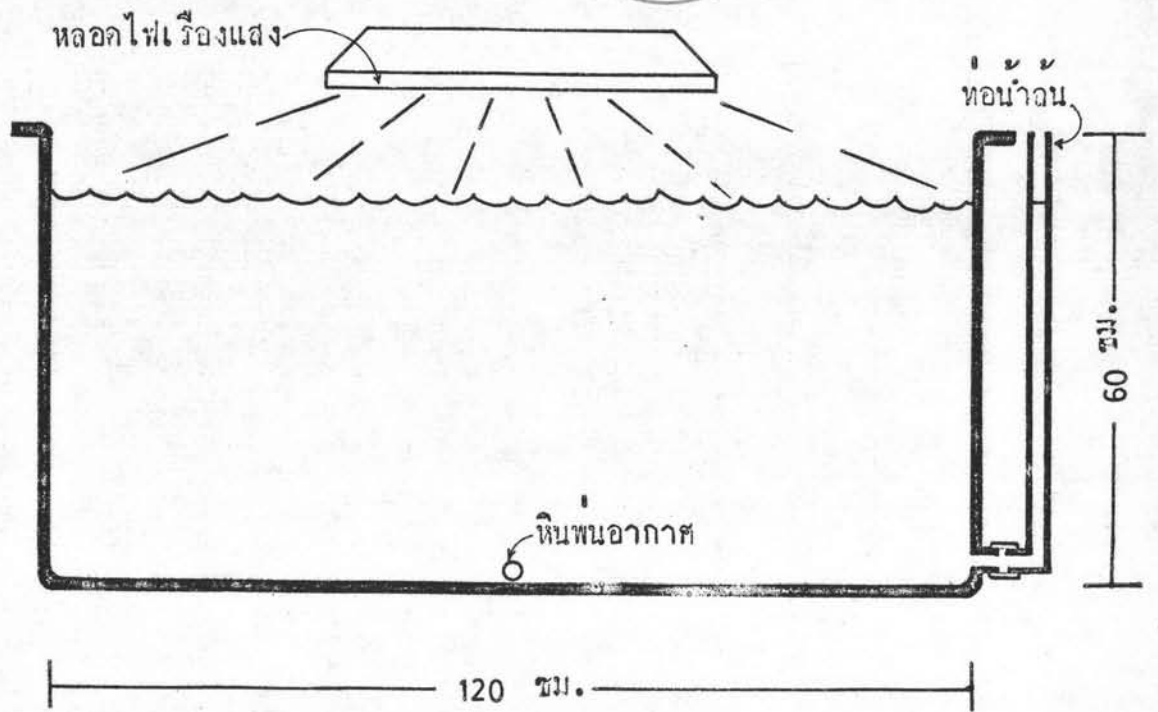
#### 4. ระบบการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

การเพาะเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนครั้งนี้ ได้ใช้ระบบการเพาะเลี้ยงตามแบบเพื่อการศึกษาเปรียบเทียบ คือ

##### 4.1 ระบบการเพาะเลี้ยงลูกก้ามกรามแบบ static ที่มีการเปลี่ยนน้ำบางส่วนและลดความเค็ม (ระบบการเพาะเลี้ยงแบบที่ 1)

ระบบการศึกษานี้ใช้บ่อไฟเบอร์กลาส (fiber-glass) รูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 120 x 60 ซม. (ดังรูปที่ 4) บ่อเพาะเลี้ยงแบบนี้ตั้งอยู่ในอาคารหลังคาทึบ ดังนั้นตลอดเวลาที่ทำการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนจึงต้องเปิดไฟขนาด 40W (day-light fluorescence) ไว้ และมีการเติมอากาศลงไปใต้น้ำเพื่อเพิ่มออกซิเจน และทำให้เกิดการไหลเวียนของน้ำ

การเลี้ยงลูกก้ามกรามวัยอ่อนในระบบนี้ ใช้น้ำที่มีความเค็มเริ่มแรก 12‰. ความสูงของน้ำ 45 ซม. หรือเท่าความจุของน้ำปริมาตร 500 ลิตร หลังจากเริ่มปล่อยลูกกุ้งได้ 6 วัน จึงจะเริ่มทำความสะอาดเพื่อเอาเศษอาหารและตะกอนที่เหลืออยู่ที่ก้นบ่อเลี้ยงออก โดยวิธีกาดักน้ำ แล้วเติมน้ำใหม่ที่มีความเค็มต่ำลงไปแทนน้ำที่สูญเสียไป การทำความสะอาดแบบนี้จะทำทุก ๆ 2 วันต่อครั้ง และมีผลทำให้ความเค็มของน้ำที่ใช้เลี้ยงลดลงเหลือ 8‰. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ลูกกุ้งว่าเป็นกุ้งวัยรุ่นหรือ post-larvae 95 - 100%)



รูปที่ 4 แสดงรูปวาดของระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนแบบที่ 1  
( ระบบการเลี้ยงแบบ static ที่มีการเปลี่ยนน้ำบางส่วน )

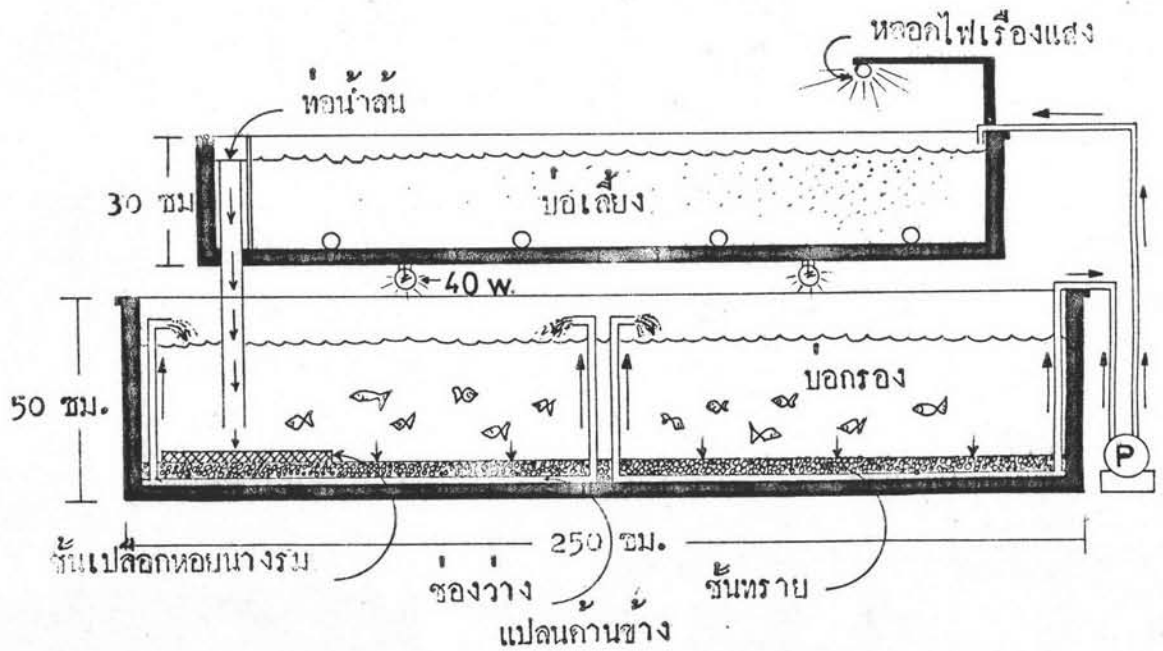
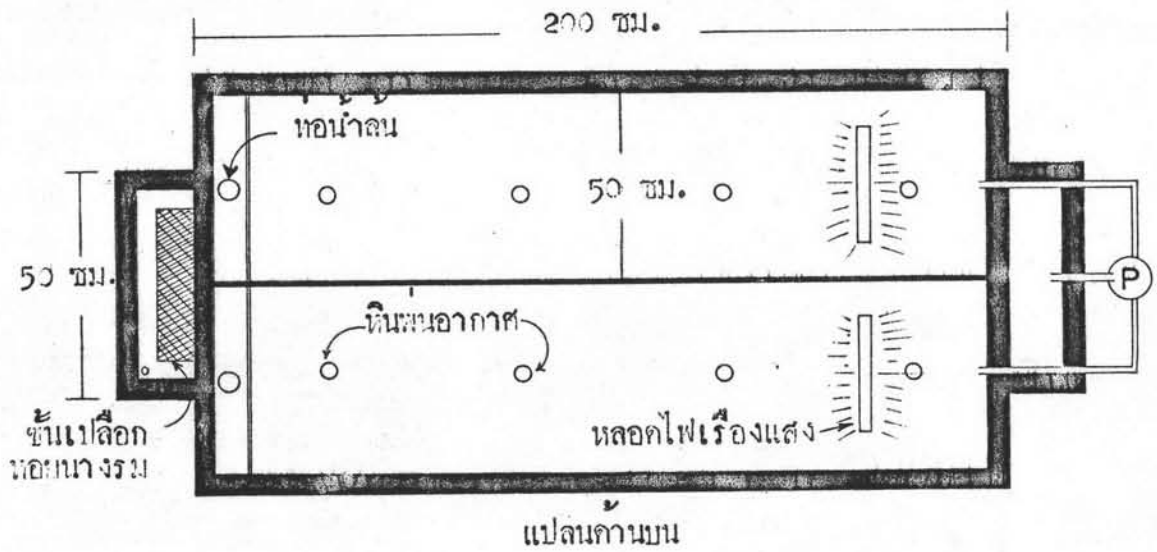
#### 4.2 ระบบการเพาะลูกกุ้งก้ามกรามแบบน้ำหมุนเวียนที่มีระบบเลี้ยงแยก จากกันโดยควบคุมความเค็มให้คงที่ (ระบบการเพาะลูกกุ้งแบบที่ 2)

ระบบการเพาะลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนแบบนี้อยู่ภายในอาคารประกอบ  
ด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน (ดังรูปที่ 5) คือ

ก. ระบบบ่อเลี้ยง เป็นบ่อทำด้วยไฟเบอร์กลาสตั้งอยู่เหนือบ่อ  
กรอง 80 ซม. แต่ละบ่อมีขนาด 200 x 50 x 30 ซม. ปลายทอคันหนึ่งมีท่อส่ง  
น้ำที่กรองแล้วจากบ่อกรองขึ้นมาด้วยเครื่องสูบน้ำในอัตรา 4 ลิตรต่อนาที ห่างจากท่อส่ง  
น้ำนี้ประมาณ 50 ซม. ติดไฟชนาค 10 W (day-light fluorescence)  
เหนือบ่อเลี้ยง 30 ซม. ซึ่งจะเปิดตลอดเวลาที่เพาะลูกกุ้ง ส่วนอีกปลายหนึ่งก็ด้วย  
ตะแกรงตาถี่ยาวขนาด 400 ของตอคร. ซม. ห่างจากปลายบ่อ 10 ซม. ระหว่างแผ่นกัน  
และขอบบ่อเป็นท่อน้ำล้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. (สามารถปรับระดับความลึกของ  
น้ำได้) สำหรับการทดลองศึกษาครั้งนี้ใช้ตามลึกที่ 25 ซม. ซึ่งจะทำให้ความสามารถ  
ในการจุน้ำของบ่อเลี้ยงเท่ากับ 250 ลิตรต่อบ่อ น้ำที่ถูกใช้ในการเลี้ยงแล้วจะผ่านจากท่อ  
น้ำล้นนี้ลงไปสู่อ่างรองตลอดเวลา ในขณะที่เครื่องสูบน้ำก็จะสูบน้ำที่ผ่านการกรองทาง  
ชีววิทยาและสภาวะแล้วขึ้นมาใช้อีกทางคันตรงข้าม

การเพาะลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระบบที่ 2 นี้ ความเค็มของน้ำจะถูกควบคุม  
ให้คงที่เท่ากับ 12‰ เสมอ โดยมีการตรวจสอบความเค็มทุก 2 วัน ถ้าพบว่าความ  
เค็มเพิ่มขึ้นก็จะเติมน้ำจืดที่สะอาดลงไปใบบ่อเพื่อปรับความเค็มให้คงที่

ข. ระบบบ่อกรอง เป็นบ่อทำด้วยไฟเบอร์กลาสขนาด 250 x  
50 x 50 ซม. อยู่ข้างใต้บ่อเลี้ยงภายในบ่อจักรระบบกรองน้ำแบบ subsand  
filter โดยใช้ทรายขนาด 2 - 5 มม. (ซึ่ง Saeki (1958) กล่าวว่า เป็น  
ขนาดทรายที่เหมาะสมที่สุดในระบบ closed system) หนาประมาณ 5 ซม. การ  
กรองน้ำผ่านทรายใช้อากาศช่วยดันน้ำผ่านท่อขึ้นมา 3 ทาง ด้วยอัตราการกรองต่อหนึ่ง  
ประมาณ 4 ลิตรต่อนาที ส่วนอีกท่อเชื่อมเข้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อส่งน้ำไปเลี้ยงบ่อเลี้ยงใน  
อัตรา 8 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 5 แสดงรูปร่างของระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอณูแบบที่ 2  
 ( ระบบน้ำหมุนเวียนที่มีระบบเลี้ยงและระบบกรองแยกกัน )

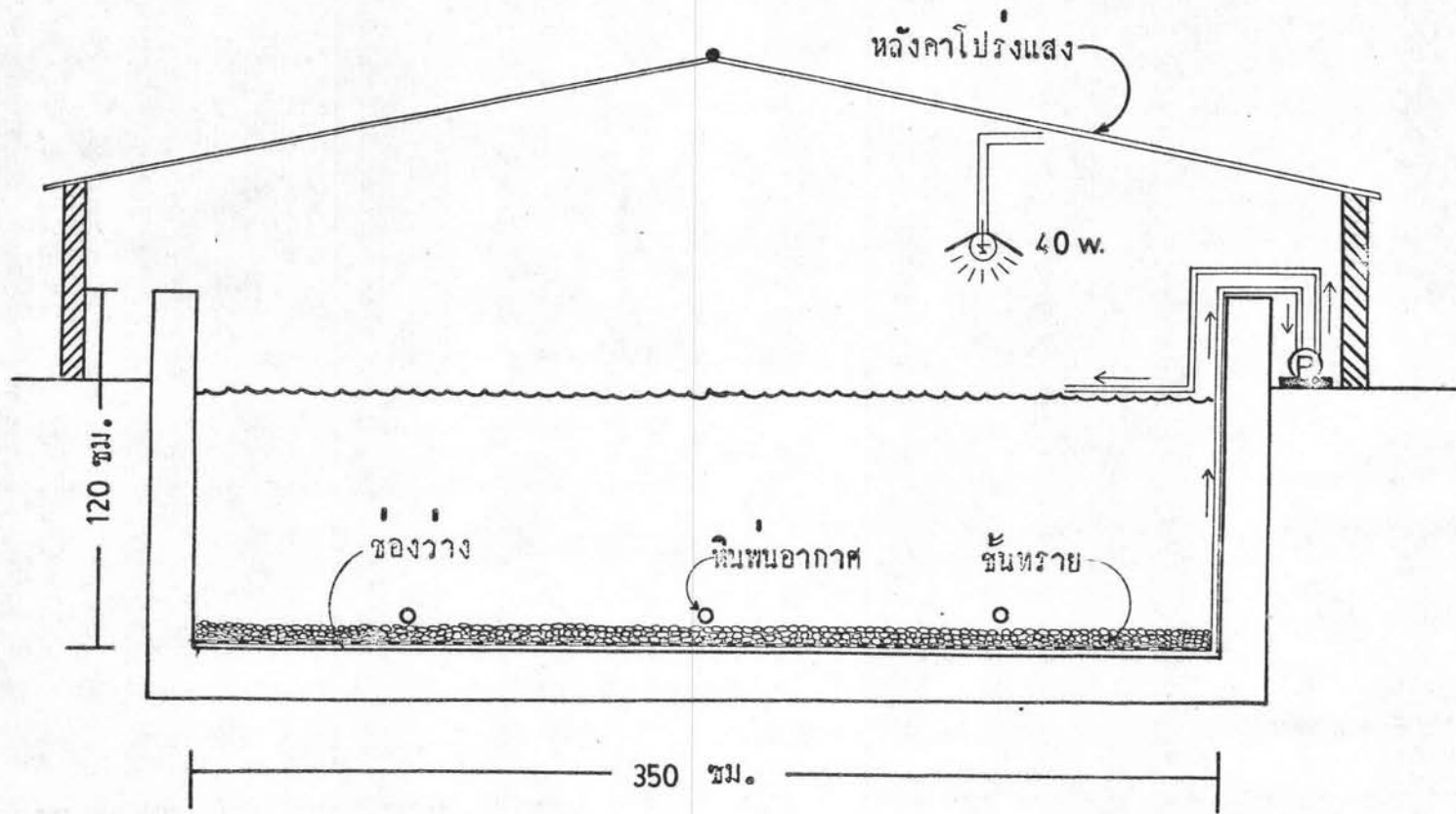
ภายในบ่อกรองน้ำไว้น้ำสูง 40 ซม. หรือเท่ากับปริมาตรน้ำในบ่อ 450 ลิตร  
 หนี้อบอดิคควัยหลอดไฟ 2 ดวง ๆ ละ 40 วัตต์ เปิดตลอด 24 ชั่วโมง ปลาหมอเทศ  
 (*Tilapia mossambica*) ขนาดเล็กจำนวน 50 ตัว และสาหร่ายเซลล์เดี่ยว,  
*Chlorella* sp. จำนวนหนึ่งจะถูกเติมลงในบ่อกรอง เพื่อทำให้เกิดระบบน้ำเขียว  
 (green water) ซึ่ง Fujimura (2518) กล่าวว่าสามารถป้องกันการเกิดของ  
 protozoa ที่เป็นอันตรายต่อลูกกุ้ง เช่น *Zoothamnium* sp., *Epistylis* sp.  
 และ *Suctorina* sp. นอกจากนี้ Cohen et al. (1976) ยังกล่าวว่าน้ำ  
 เขียวยังสามารถช่วยลดของเสียจากไนโตรเจน (nitrogenous wastes) ในน้ำได้  
 อีกด้วย

การทดลองเพาะเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนในระบบการเพาะแบบที่ 2 นี้ จะใช้เวลา  
 เตรียมบ่อประมาณ 14 วัน ก่อนจึงจะเริ่มเลี้ยง

#### 4.3 ระบบการเพาะลูกกุ้งก้ามกรามแบบน้ำหมุนเวียนที่มีระบบกรองอยู่ ภายในบ่อเลี้ยง (ระบบการเพาะลูกกุ้งแบบที่ 3)

ระบบการเพาะลูกกุ้งแบบนี้ระบบการกรองน้ำที่ใช้แล้วจะรวมอยู่ภายใน  
 บ่อเลี้ยง ดังแสดงในรูปที่ 6 บ่อที่ใช้ในการทดลองเป็นบ่อซีเมนต์ทรงกระบอกมีเส้นผ่า  
 ศูนย์กลางภายใน 350 x 120 ซม. บ่อตั้งอยู่ใต้ดิน 80 ซม. และพื้นดิน 40 ซม.  
 บ่อทดลองนี้ตั้งอยู่กลางแจ้ง หนี้อบอดิคควัยหลอดไฟขนาด 40 วัตต์ ไว้เพื่อ  
 เปิดเวลากลางคืน

ระบบกรองอยู่ติดกับพื้นบ่อใช้ไม้เนื้อแข็งเป็นแผ่นกรอง (filter plate)  
 ข้างใต้แผ่นกรองเป็นช่องว่าง ซึ่งมีท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. เจาะรูเป็น  
 ช่อง ๆ ท่อกันเป็นใยแมงมุมและเปิดท่อหนึ่งขึ้นสู่น้ำที่ต่อกับเครื่องสูบน้ำขนาดอัตราการสูบ  
 8 ลิตร ต่อ นาที ทางขอบด้านติดกับหลอดไฟเครื่องสูบน้ำนี้จะทำงานตลอดเวลาที่มีการเพาะ  
 เลี้ยงลูกกุ้ง หนี้อบอดิคควัยแผ่นกรองจะเป็นทรายและเปลือกหอยนางรมหนาประมาณ 5 ซม.  
 ทำหน้าที่เป็น filter bed



รูปที่ 6 แสดงรูปวางของระบบการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนแบบที่ 3 ( ระบบน้ำหมุนเวียนที่มีระบบกรองอยู่ภายในบ่อเลี้ยง )



การทดลองเลี้ยงลูกกุ้งจะ เริ่มด้วยการ เตรียมน้ำในบ่อเลี้ยงให้มีความเค็ม 12%. 6,000 ลิตร และ เปิดให้ระบบกรองทำงานประมาณ 7 วัน จึงจะเริ่มปล่อยลูกกุ้งลงไป หลังจากเลี้ยงลูกกุ้งได้ประมาณ 10 วัน จึงเริ่มเพิ่มปริมาณของน้ำและลดความเค็มโดย ค่อย ๆ เติมน้ำจืดลงไปในทุก ๆ 2 วันประมาณครั้งละ 100 ลิตร ซึ่งการทำแบบนี้จะ ทำให้ความเค็มของน้ำเลี้ยงลูกกุ้งลดลงเหลือประมาณ 8%. และปริมาณของน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 7,500 ลิตร เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

สำหรับการ เพาะเลี้ยงลูกกุ้งครั้งต่อไปนั้น จะใช้น้ำเก่าที่ใช้เลี้ยงมาแล้ว มาใช้อีก โดยใช้น้ำเค็มผสมกับน้ำทะเลให้ได้ความเค็ม 12%. ในปริมาณ 6,000 ลิตร และ เปิดให้ระบบกรองทำงานประมาณ 4 - 5 วัน จึงจะเริ่มการเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนอีก โดยวิธีการต่าง ๆ เหมือนเดิม

#### 5. อาหารและการเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกราม

อาหารที่ใช้สำหรับทดลองเลี้ยงลูกกุ้งวัยอ่อนมีอยู่ 2 ชนิด คือ nauplius ของ Artemia salina และอาหารที่เตรียมขึ้นเอง (artificial food)

##### 5.1 การเตรียมอาหารที่เมื่อย

Artemia salina เป็นอาหารที่สามารถเพาะได้จากไข่ที่บรรจุ กระป๋องส่งมาจากต่างประเทศ การเพาะฟักไข่ของ Artemia สามารถทำได้ใน น้ำทะเล หรือน้ำเกลือที่มีความเค็ม 28 - 30%. โดยใช้ไข่ของ Artemia หนักประมาณ 10 กรัมต่อน้ำทะเล 10 ลิตร พร้อมกับใช้อากาศเป่าลงไปแรง ๆ เพื่อให้ น้ำเพาะฟักเกิดการหมุนเวียนตลอดเวลา ไข่จะฟักออกเป็น nauplius ภายใน 24 - 36 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิของน้ำ 26 - 28°ซ. จึงแยกตัว Artemia ออกจากเปลือกไข่ มาล้างให้สะอาด เพื่อใช้เป็นอาหารของลูกกุ้งต่อไป

##### 5.2 การเตรียมอาหารสำเร็จ (artificial food)

อาหารสำเร็จที่ใช้ในการเลี้ยงลูกกุ้งนี้ประกอบด้วย ไข่แดงของไข่ เป็ดหรือไข่ไก่อัดเม็ด, เนื้อปลาและเนื้อหอย เป็นต้น

### 5.2.1 การเตรียมอาหารสำเร็จจากไข่แดงอ็อกเม็ค

การเตรียมสามารถทำได้โดยคัมไซเบ็คหรือไซโกจนสูง แล้วปลอกเปลือกแยกเอาไข่ขาวออกเอาแต่ไข่แดง บรรจุในกระบอกทองเหลือง ซึ่งเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 มม. ทางปลายบิกข้างหนึ่ง นำเข้าเครื่องอัดแบบเกลียวมือ ไข่แดงจะถูกอัดและรีคออกมาเป็นเส้นเล็ก ๆ ไซตาคเคลือบร่องรับไว้จนเต็มเนื้อที่ นำไปผึ่งไว้ในที่ร่มหรือตู้เย็นจนแห้งสนิท จึงนำบรรจุไว้ในกล่องที่มีฝาปิดมิดชิด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อราเกาะ นำเข้าเก็บในตู้เย็น

เวลาที่ต้องการใช้จะต้องนำไข่แดงอ็อกเป็นเส้นที่แห้งมาแช่น้ำสักพักหนึ่ง (ประมาณ 10 นาที) แล้วจึงใช้ช้อนเคลือบขยี้ไข่แดงที่อ่อนตัวบนตะแกรงลวดตาถี่ (100 ตาต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อกะช้อนผ่านตะแกรงลวดจะถูกแยกขนาดออกเป็น 2 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ และขนาดเล็ก ด้วยกระชอนผ้าไนลอนตาถี่ จากนั้นจึงแยกเก็บไข่เม็คทั้ง 2 ในภาชนะ เก็บนำไปใช้เลี้ยงลูกกึ่งต่อไป

### 5.2.2 การเตรียมอาหารสำเร็จจากเนื้อปลาหรือเนื้อหอย

อาหารสำเร็จแบบน้ำสามารถเตรียมได้จากปลาหรือหอยเกือบทุกชนิดแต่ที่นิยมมักใช้ปลาทูน่า, ปลาโอ, ปลาอินทรี และหอยแครง โดยนำปลามาแลเนื้อออก แยกส่วนของกระดูกและเอ็นออกเอาแต่เนื้อเท่านั้น นำเนื้อปลามาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (blender) ที่ไซเบ็คลงไป (ปกติจะใช้ประมาณ 25% ของน้ำหนักปลาที่ไซ) แล้วบดต่อจนไซและเนื้อปลารวมกันเป็นเนื้อเดียวกัน จึงนำออกจากเครื่องปั่นเทเป็นแผ่นบาง ๆ บน aluminium foil แล้วนำเข้าอบในเตาอบ ควบคุมอุณหภูมิ 60°ซ. ประมาณ 6 ชั่วโมง จะได้อาหารปลาที่สุกเป็นแผ่น นำใส่กล่องที่มีฝาปิดมิดชิด และเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0°ซ.

ส่วนการทำอาหารจากเนื้อหอย นั้นมีข้อยุ่งยากอยู่บ้างเกี่ยวกับการแกะเนื้อหอยดิบ แต่สามารถแก้ไขได้ด้วยการนำเอาหอยไปแช่แข็งจนหอยตาย แล้วนำมาแช่ในน้ำ จะทำให้การเปิดฝาหอยทำได้ง่ายขึ้น เมื่อได้เนื้อหอยมาแล้วก็จะนำเข้า

เครื่องปั้นดินเผาให้เนื้อหอยละเอียด และดำเนินการ เช่น เกี่ยวกับการทำอาหารจากเนื้อปลา  
แต่ตอนช่วงผสมเนื้อหอยกับไข่เบ็ด ควร เคี้ยวลงไปช่วยเล็กน้อยเพื่อช่วยให้อาหารแข็งตัว  
ขึ้น

เวลาต้องการใช้อาหารเสริมชนิดนี้ จึงนำอาหารมาปั่นผ่านตะแกรงลวดตาถี่แบบ  
เดียวกับที่ทำในไข่แดง แล้วแยกขนาดใหญ่อะเลาะเล็ก ใส่ภาชนะเก็บแช่ไว้ สำหรับใช้  
เลี้ยงลูกกุ้งต่อไป

## 6. การให้อาหาร

ในการทดลองทั้ง 3 ระบบ การให้อาหารจะให้เหมือนกัน กล่าวคือ  
ในระยะ 2 วันแรกที่ลูกกุ้งฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ จะไม่มีการให้อาหารเลย การให้อาหาร  
จะเริ่มให้ครั้งแรกเมื่อลูกกุ้งมีอายุเข้าวันที่ 3 โดยให้อาหารตามตารางที่ 2  
ตารางที่ 2 แสดงการให้อาหารสำหรับการ เพาะลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ขั้นตอนของการพัฒนา (Ling, 1969 a)	อายุ (นับจากวัน ฟักจากไข่)	การให้อาหาร	
		ตอนกลางวัน	ตอนกลางคืน
1	1 - 2	ไม่ให้อาหาร	ไม่ให้อาหาร
2 - 3	3 - 4	nauplius ของ <u>Artemia salina</u>	nauplius ของ <u>Artemia salina</u>
3 - 6	5 - 12	อาหารสำเร็จขนาดเล็ก	nauplius ของ <u>Artemia salina</u>
6 - 7	13 - 24	อาหารสำเร็จขนาดเล็ก และขนาดใหญ่	Artemia อายุ 2 วัน
7-postlarvae	25 ขึ้นไป	อาหารสำเร็จขนาดใหญ่	Artemia อายุ 2 วัน

การให้อาหารสำเร็จตอนกลางวันนั้นโดยปกติจะให้ประมาณ 4 - 5 ครั้งต่อวัน โดยให้แต่ละครั้งห่างกัน 2 ชั่วโมง ส่วนปริมาณอาหารที่ให้นั้นขึ้นกับขนาดและจำนวนลูกกุ้งวัยอ่อน ดังนั้นการให้อาหารแต่ละครั้งจึงต้องอาศัยการสังเกตเป็นสำคัญ และปกติอาหารที่ให้จะให้ประมาณวันละ 20% ของน้ำหนักของลูกกุ้งวัยอ่อน

#### 7. การดูแลและการทำความสะอาด

ในระบบ static (หรือระบบการเพาะแบบที่ 1) นั้น การทำความสะอาดจะเริ่มครั้งแรกหลังจากเลี้ยงลูกกุ้งไปได้ 6 วัน และทำทุก ๆ 2 วัน การทำความสะอาดแต่ละครั้งจะเริ่มตอนเย็นหลังจากการให้อาหารสำเร็จครั้งสุดท้ายประมาณ 1 ชั่วโมง โดยใช้สายยางดูดตะกอนและเศษอาหารที่ตกอยู่ที่ก้นบ่อเลี้ยงออกด้วยวิธีกาลักน้ำ (siphon) ปลายของท่อหยางคานน้ำทิ้ง จะรองควยกระชอนตาถี่ เพื่อกันลูกกุ้งหนีไปพร้อมน้ำทิ้ง หลังจากดูดตะกอนออกหมดแล้วจึงค่อย ๆ ไขช้อนตักลูกกุ้งกลับเข้าสู่อบเลี้ยงเดิม เมื่อทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วน้ำที่มีความเค็มต่ำจะถูกเติมลงในบ่อเลี้ยงแทนน้ำที่ถูกดูดออกไป เพื่อให้หน้ามีปริมาณคงเดิม

ในระบบน้ำหมุนเวียนแบบแรก (หรือระบบการเพาะแบบที่ 2) นั้น การทำความสะอาดและการดูแลลูกกุ้งทำเหมือนการเพาะแบบที่ 1 ต่างกันแต่น้ำที่ถูกดูดออกไปพร้อมกับตะกอนและเศษอาหารจะถูกกรองผ่านกระชอนตาถี่กลับลงไปสู่อบกรอง และน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกดูดขึ้นสู่อบเลี้ยงอีกครั้งหนึ่ง ระบบการเพาะแบบที่ 2 นี้ น้ำหมุนเวียนจะเปิดเฉพาะช่วงกลางวันที่มีการให้อาหารสำเร็จเท่านั้น หลังจากการทำทำความสะอาดและให้ Artemia แล้วระบบน้ำหมุนเวียนเข้าบ่อเลี้ยงจะถูกปิด เพื่อกันไม่ให้ Artemia ถูกพัดพาไปพร้อมกับน้ำที่ล้นจากท่อน้ำลงสู่อบกรองข้างล่าง

ในระบบน้ำหมุนเวียนแบบที่ 2 (ระบบการเพาะแบบที่ 3) การทำความสะอาดโดยวิธีกาลักน้ำไม่ต้องมี เศษอาหารและตะกอนจะตกลงบน filter bed และถูกย่อยสลายไปโดยแบคทีเรีย การทำความสะอาดในระบบนี้จะมีแค่การเก็บเศษใบไม้และขี้แค่ออกจากบ่อ และคอยเติมน้ำจืดที่สะอาดลงไปเพื่อลดความเค็มของน้ำเท่านั้น

## 8. การตรวจสอบคุณภาพของน้ำ

ในการทดลองครั้งนี้ คุณภาพของน้ำทั้งทางเคมี, ทางสภาวะ และทางชีววิทยา จะถูกตรวจสอบในบางโอกาส การตรวจสอบทางเคมี ได้แก่ สารประกอบต่าง ๆ ของไนโตรเจน (เช่น  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ,  $\text{NO}_2 - \text{N}$  และ  $\text{NO}_3 - \text{N}$ ), ฟอสเฟต ( $\text{PO}_4 - \text{P}$ ), ซัลเฟต ( $\text{SO}_4^{--}$ ), pH และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved oxygen, D.O.) โดยใช้วิธีการตรวจสอบด้วยเครื่อง Hach model DR - EL/2 Spectrophotometer ตรวจสอบสมบัติทางเคมีเกือบทุกตัวยกเว้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ใช้การตรวจสอบด้วยวิธี Azide modification ในหนังสือ Standard Methods ของ Taras et al. (1971)

การตรวจสอบทางสภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิและความเค็มตรวจสอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และ reflective salinometer ทุกวัน

ส่วนการตรวจสอบทางชีววิทยานั้น จะศึกษาเป็นครั้งคราวโดยใช้ผากกรอง phytoplankton (ขนาดตา 20 ไมครอน) กรองน้ำจากบ่อเลี้ยงตัวอ่อน แล้วนำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณโดยประมาณของสิ่งมีชีวิตในระบบต่าง ๆ ที่ทดลอง

## 9. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการรอดของลูกกุ้งวัยอ่อนที่สามารถเจริญเติบโตเป็น postlarvae อายุของการคร่าของกุ้งตัวแรกและตัวสุดท้าย (คว่าประมาณ 95 - 100%) และผลของความหนาแน่นกับอัตราการรอดเป็นต้น

### ข. การศึกษาวิธีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

#### 1. แหล่งของลูกกุ้งวัยรุ่น

ลูกกุ้งวัยรุ่นที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นลูกกุ้งที่เพิ่งคว่า (metamorphosis)

เป็นลูกกึ่งวัยรุ่นเพียง 1 - 2 สัปดาห์ ได้มาจากสถานีประมง จังหวัดฉะเชิงเทรา และที่โคเพาะเลี้ยงขึ้นเองจากบ่อเพาะของแผนกวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล

## 2. ระบบที่ใช้ในการศึกษา

ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบระบบเลี้ยงสามระบบ

### 2.1 การทดลองเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 100 x 350 x 60 ซม.

น้ำที่ใช้สำหรับเลี้ยงกุ้งเป็นน้ำประปาสะอาดที่ผ่านการไล่คลอรีนออกหมดแล้ว (aged tap water) และตลอดการทดลองจะให้อากาศ (aeration) เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจน และทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำในบ่อขึ้น สำหรับระบบน้ำที่ใช้ควบคุมความสูงไว้ 40 ซม. ตลอดการทดลอง ส่วนการทำความสะอาดและการดูแลลูกกึ่งวัยรุ่น จะใช้สายยางดูดเอาเศษอาหารและตะกอนของเสียของกุ้งทิ้ง โดยวิธีกาลักน้ำ แล้วถ่ายน้ำประมาณครึ่งหนึ่ง เติมน้ำประปาสะอาดที่ปราศจากคลอรีนลงไปให้ระดับน้ำเท่าเดิม การทำความสะอาดนี้จะทำทุก 15 วัน

การปล่อยลูกกึ่งวัยรุ่นสำหรับทดลอง จะปล่อยเมื่อเตรียมบ่อเรียบร้อยแล้ว 1 สัปดาห์ โดยปล่อยในอัตรากุ้งวัยรุ่น 200 ตัวต่อเนื้อที่ 1 ตารางเมตร

มีการสร้างที่กำบังสำหรับให้ลูกกึ่งวัยรุ่นหลบซ่อนตัวเวลาลอกคราบ โดยใช้อิฐมอดู และเปลือกหอยนางรมกอบเป็นชั้น ๆ ตามจุดต่าง ๆ ทั่วบ่อ

### 2.2 การทดลองเลี้ยงในกระชังภายในบ่อดิน

การทดลองนี้ศึกษาในกระชังสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 320 x 320 x 180 ซม. ทำด้วยผ้าอวนไนลอนขนาด 25 ตาต่อตารางเซนติเมตร กระชังทุกใบมีโครงเป็นไม้เนื้อแข็ง ซึ่งสามารถทนอยู่ในน้ำได้นานเกิน 1 ปี กระชังถูกจัดเรียงอยู่ในบ่อซึ่งใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่ โดยวางอยู่บนอิฐบล็อก 2 ชั้น ทำให้พื้นกระชังอยู่สูงจากพื้นบ่อประมาณ 10 ซม. และกระชังจมลงในน้ำประมาณ 110 ซม. น้ำที่ใช้ในบ่อเลี้ยงนี้เป็นน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะได้รับการเปลี่ยนประมาณเดือนละ 1 - 2 ครั้ง

การปล่อยลูกกุ้ง จะเริ่มปล่อยหลังจากเตรียมกระชังเรียบร้อยแล้ว โดยปล่อยในอัตราเกี่ยวกับที่เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ส่วนการทำความสะอาดนั้นจะทำทุกครั้งหลังจากการสูบลำตัวอย่างและเก็บขอมูลเรียบร้อยแล้ว โดยใช้แปรงในลอนซักตามซอกและตาข่ายเพื่อกำจัดตะไคร่น้ำที่จับอยู่ออก และใช้กระชอนตักเอาตะกอนและเศษอาหารที่พื้นกระชังออกให้หมด

### 2.3 การทดลองเลี้ยงในบ่อน้ำหมุนเวียน

การทดลองนี้ใช้บ่อซีเมนต์กลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 350 x 120 ซม. และใช้ระบบบ่อเลี้ยงแบบเกี่ยวกับการทดลองเพาะลูกกุ้งวัยอ่อน ระบบที่ 3 (ดังในรูปที่ 6) แต่เปลี่ยนอัตราการกรอง (filtering rate) ของน้ำให้สูงขึ้นเป็น 50 ลิตรต่อนาที แล้วให้น้ำที่ผ่านการกรองนี้พ่นกลับลงที่ผิวน้ำในบ่อตามแนวขนานกับขอบบ่อ จะทำให้เกิดกระแสหมุนขึ้นในระบบ ด้วยอัตราความเร็วที่ผิวน้ำประมาณ 5.5 เมตรต่อนาที การกรองนี้จะใช้วันหนึ่งประมาณ 12 ชั่วโมง ตอนกลางวันและหยุดเวลากลางคืน ส่วนการให้อากาศ (aeration) จะให้ตลอดเวลา

การปล่อยลูกกุ้งจะเริ่มปล่อยหลังจากเตรียมบ่อเรียบร้อยแล้วประมาณ 15 วัน โดยปล่อยในอัตราเกี่ยวกับการทดลอง 2 ระบบที่กล่าวมาแล้ว สำหรับการดูแลและการทำงานทำความสะอาดในระบบนี้ค่อนข้างง่าย เพียงแต่คอยเก็บเศษใบไม้หรือตะไคร่ที่ลอยอยู่ในบ่อออกเท่านั้น

### 3. การให้อาหาร

ในการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นทั้ง 3 ระบบที่กล่าวมาจะให้อาหารเหมือนกัน โดยให้อาหารสำเร็จจัดเม็ด (pellet food) เป็นหลัก และให้รำละเอียด ปลาขี้ขาวและเนื้อปลาหรือเนื้อหอยเป็นอาหารเสริมซึ่งจะให้ประมาณสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สลับกับอาหารสำเร็จจัดเม็ด

การให้อาหารในแต่ละวันจะให้ประมาณ 5% ของน้ำหนักกุ้ง โดยแบ่งอาหาร ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งให้ตอนเช้าและอีกส่วนหนึ่งให้ตอนเย็น โดยโปรยอาหารไปทั่ว ๆ บ่อเลี้ยง

#### 4. การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการทดลองนี้จะใช้วิธีสุ่มตัวอย่างประมาณ 5% ของจำนวนลูกกุ้งที่ปล่อยครั้งแรก แล้วนำมาชั่งและวัดเพื่อหาน้ำหนักตัว และความยาวเหยียด

การชั่งน้ำหนักของกุ้งวัยรุ่นใช้ตาชั่งละเอียด ส่วนการหาความยาวนั้นใช้อุปกรณ์ ดังรูปที่ 7 และไม้บรรทัด ช่วยวัดโดยนำตัวอย่างกุ้งวัยอ่อนที่สุ่มมาได้ใส่ลงบนตาชั่งคาลิ แล้วยึดแผ่นไนลอนใส่ลงมาแนบไปกับตาชั่งแผ่นไนลอนใส่จะทับลงบนตัวลูกกุ้ง ทำให้ลำตัวของมันยืดตรงและไม่กระโดด หลังจากนั้นจึงใช้ไม้บรรทัดวัดส่วนต่าง ๆ ของลูกกุ้งได้โดยละเอียด การวัดโดยวิธีนี้จะทำให้ลูกกุ้งไม่ชำและทำไ้รวดเร็วกว่าการวัดด้วยวิธีอื่น ๆ

การเก็บข้อมูลแต่ละครั้งจะใช้เวลา 15 วัน และกำหนดระยะเวลาของการทดลอง 3 เดือนครึ่ง ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการตายนั้นจะเก็บหลังจากสิ้นสุดการทดลองแล้ว

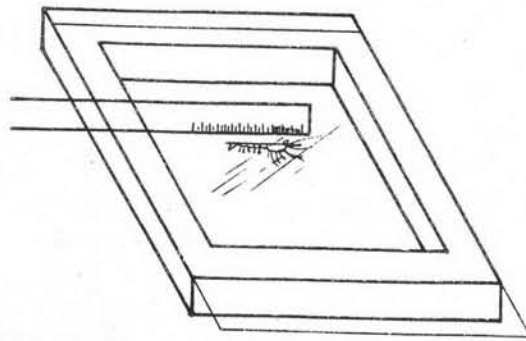
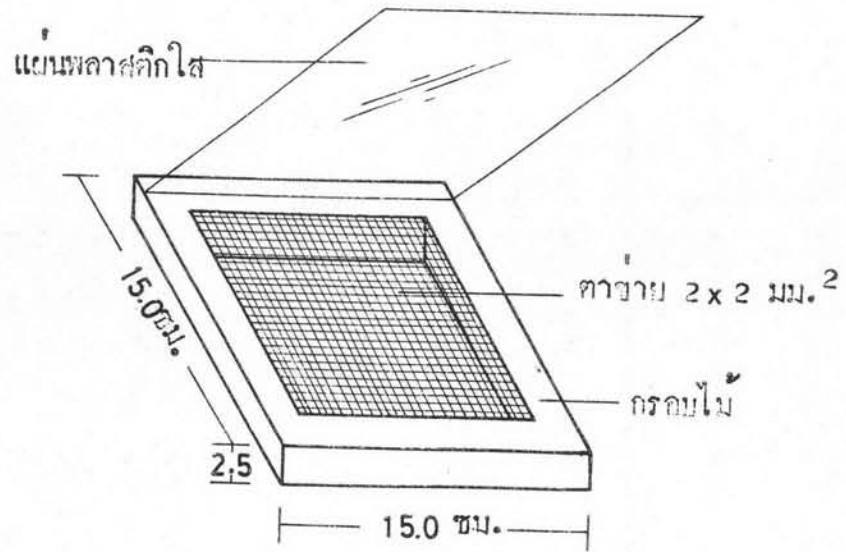
สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี, ทางสภาวะและทางชีววิทยา ในระบบการทดลองเลี้ยงกุ้งวัยรุ่นทั้ง 3 ระบบ จะทำเป็นครั้งคราวด้วยวิธีการเกี่ยวกับการวิเคราะห์ที่กระทำแล้วในการเพาะเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

#### ค. การศึกษาวิธีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามสุชนาคที่ตลาดของการ

##### 1. แหล่งที่มาของลูกกุ้ง

กุ้งที่ใช้ในการทดลองศึกษานี้ได้จากกุ้งที่เพาะขึ้นในโรงเพาะเลี้ยงที่แผนก วิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล และลูกกุ้งวัยรุ่นที่เพิ่มคว่าจากสถานีประมงจังหวัดฉะเชิงเทรา แล้วนำมาเลี้ยงในบ่ออนุบาลเป็นเวลา 3 เดือน จนได้ขนาดเฉลี่ยประมาณ 3 - 4 ซม. จึงนำมาใช้ศึกษา





รูปที่ 7 แสดงอุปกรณ์และวิธีการวัดความยาวของกึ่งความถ่วงวิธาน

## 2. ระบบที่ใช้ในการศึกษา

### 2.1 การทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อคิน

ศึกษาในบ่อขนาด 35 x 80 x 1.5 ม. ซึ่งมีพื้นที่ปากบ่อเท่ากับ 2800 ตารางเมตร (หรือ 1.75 ไร่) คันบ่อกว้าง 4 เมตร บนคันบ่อรอบในปลูกต้นตะไคร้และต้นกล้วยเป็นแนวยาวเพื่อป้องกันการกัดเซาะของน้ำฝน บ่อน้ำคินที่มีลักษณะ เป็นกรดหรือคินเปรี้ยว มีระดับ pH ต่ำกว่า 5 อยู่ใกล้กับคลองระบายน้ำที่ 8 ในโครงการชลประทานป่าสักใต้ อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ก่อนที่จะใช้บ่อในการศึกษานั้นได้ทำการปรับความเป็นกรดของบ่อด้วยคินมาดและปูนขาวแล้ว บ่อมีทางระบายน้ำ 2 ทาง คือทางส่งน้ำเข้าและทางระบายน้ำออก

การเตรียมบ่อ เนื่องจากบ่อที่ใช้ศึกษานั้นได้ใช้ศึกษาการเลี้ยงปลาผสมกับกุ้งก้ามกรามมาก่อน ดังนั้นก่อนการทดลองจึงต้องสูบน้ำในบ่อออกให้หมด และจับสัตว์น้ำต่าง ๆ ออก แล้วใส่โลตัสลงไปตามแอ่งที่มีน้ำซึ่งอยู่ เพื่อกำจัดปลาหรือสัตว์น้ำอื่นที่หลงเหลืออยู่ให้หมด หลังจากนั้นลอมขอบบ่อด้วยตาข่ายไนลอนตาถี่สูง 40 ซม. รอบบ่อเพื่อ กันไม่ให้สัตว์จำพวกตัวล่า (predators) ลงไปสู่ในบ่อได้อีก ตากบ่อด้วยแสงแดดจัด ๆ ประมาณ 7 วัน จึงเริ่มสูบน้ำจากคลองระบายน้ำที่ 8 เข้าบ่อโดยที่ปากทอส่งน้ำจะถูกกั้นด้วยตาข่ายตาถี่ เพื่อป้องกันปลาตัวใหญ่เข้าไปในบ่อพร้อมกับน้ำ เมื่อได้ระดับน้ำ 1.2 ม. จึงปิดทอส่งน้ำและทอระบายน้ำให้สนิท ปล่อยให้หน้าแซควางไว้ประมาณ 7 วัน เพื่อให้บ่อปรับตัวให้เข้าสู่สภาวะที่สมดุล ขณะเดียวกันก็เริ่มสร้างคอกปลูกผักตบชวาหรือผักบุ้งประมาณ 1 ใน 2 ของผิวบ่อ หลังจากนั้นจึงเริ่มปล่อยลูกกุ้งจากบ่ออนุบาลลงไปในบ่อเลี้ยงในอัตราส่วน 5 ตัวต่อตารางเมตร

การดูแลกุ้งในบ่อ เมื่อปล่อยลูกกุ้งลงบ่อเรียบร้อยแล้ว จะต้องคอยทำความสะอาดและทอนหญ้าปากบ่อทิ้ง เพราะถ้าทิ้งไว้คนหญ้าอาจเน่าและทำให้น้ำในบ่อเสียง่าย มีการถ่ายเทน้ำให้แกบ่อประมาณเดือนละ 2 ครั้ง หรือมากกว่านั้น และเมื่อปล่อยกุ้งได้ประมาณ 1 เดือน จะเริ่มสร้างที่กำบังธรรมชาติให้โดยใช้ไม้ไผ่ปักตามบ่อและวางพุ่มไม้ไว้เป็นจุด ๆ

## 2.2 การทดลองเลี้ยงในกระชังในแหล่งน้ำธรรมชาติ

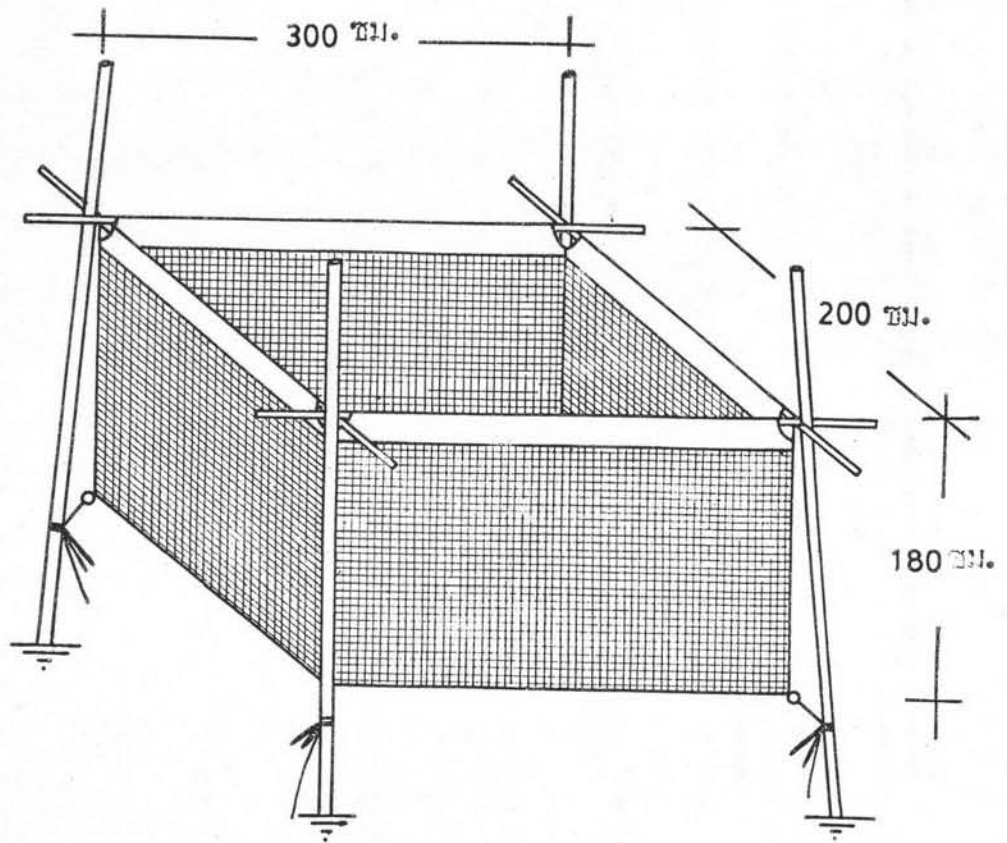
ศึกษาในกระชังขนาด  $2 \times 3 \times 1.8$  ม. ทำด้วยตาข่ายไนลอนขนาด 16 ช่องต่อตารางเซนติเมตร ถูกคิกกับโครงไม้ไผ่ ดังแสดงในรูปที่ 8 กระชังนี้วางอยู่ริมคลองระบายน้ำที่ 8 ในเขตอำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี เมื่อเตรียมกระชังเรียบร้อยแล้ว จะปล่อยผักกุ่มหรือผักคตขาลงไปประมาณครึ่งหนึ่งของผิวกระชัง

การทดลองนี้ใช้กระชัง 4 กระชังขนาดเท่ากัน ปล่อยกุ่มในอัตราส่วนเกี่ยวกับการปล่อยกุ่มในบ่อดิน คือ 5 ตัวต่อตารางเมตร และตลอดการทดลองจะพยายามจิกกระชังให้จมอยู่ในน้ำลึก 1 - 1.20 ม.เสมอ การทำความสะอาดจะทำทุก ๆ เดือนหลังจากการเก็บข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โดยการใส่แปรังขนอ่อนซักตาข่ายเพื่อเอาตะกอนและตะไคร่น้ำที่เกาะอยู่ออก แล้วใช้กระชอนเอาเศษอาหาร, ตะกอนและผักคตขาลหรือผักกุ่มที่ตายออก

## 2.3 การทดลองเลี้ยงในร่องสวนผลไม้ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนน้ำ

ศึกษาในสวนผลไม้ (ชมพูปลูกลดลับกับไผ่ตง) ขนาดร่องสวน  $1.20 \times 100 \times 1.20$  ม. หัวและท้ายร่องจะถูกปิดตาย มีท่อระบายน้ำขนาด 6 นิ้ว เปิดคิกต่อกับร่องอื่นตรงบริเวณกลางร่องสวน ปลายท่อทั้ง 2 ถูกปิดด้วยตาข่ายขนาด 16 ช่องต่อตารางเซนติเมตร เพื่อป้องกันการหนีของกุ่มและการเข้ามาของสัตว์น้ำจำพวกควัก้ำร่องทดลองนี้อยู่บริเวณแขวงบางโคล่ เขตยานนาวา กรุงเทพมหานคร ซึ่งปัจจุบันไม่สามารถรับน้ำที่คิกจากแม่น้ำได้ ต้องอาศัยน้ำที่ซึ่งอยู่ในสวนและน้ำฝนในการหล่อเลี้ยงต้นไม้

การเตรียมร่องสวนสำหรับศึกษา ทำเช่นเกี่ยวกับการทำบ่อเลี้ยง คือสูบน้ำออกให้หมดแล้วจับปลาออก ใส่โล่คิกลงในแอ่งที่มีน้ำซึ่งอยู่ หลังจากนั้นจึงเริ่มลอกเอาโคลนและดินเหลวขึ้นมาตักคักร่องให้เรียบร้อย แล้วปล่อยให้ตากแดดประมาณ 7 วัน จึงเริ่มปล่อยกุ่มจากบ่ออนุบาลลงในอัตราส่วน 5 ตัวต่อตารางเมตร



รูปที่ 8 กระชังที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่ที่ตลาดคลองกร ในคลองชลประทาน  
( คลองระบายน้ำที่ 3 )

สำหรับการสร้างที่กำบังแดดและที่กำบังตัวเวลาลอกราบ ในระบบนี้ไม่ต้องทำเพราะแสง แดดถูกกำบังโดยต้นไม้เสียส่วนมาก และตามขอบของร่องสวนจะมีรากของต้นไม้ชอนลงไปอยู่ซึ่งกิ่งสามารถให้หลบซ่อนตัวได้ ส่วนการดูแลนั้นจะต้องใช้กระชอนคอยชอนเศษไม้ที่ตกลงไปในร่องตลอดทุกวัน มิฉะนั้นใบไม้จะจมลงไปทับถมกันและเกิดการเน่าขึ้นได้

### 3. การให้อาหารและการเตรียมอาหาร

การให้อาหารในการทดลองทุกระบบจะให้เหมือนกัน โดยใช้อาหารสำเร็จอ๊กเม็คเป็นอาหารหลัก, อาหารไกออน, ปลาช่อนต้มสุก และเนื้อปลาสดเป็นอาหารเสริม ส่วนวิธีการให้อาหารนั้นจะให้เหมือนกับการให้อาหารในการเลี้ยงกุ้งวัยรุ่น คือ ให้อาหารวันละ 5% ของน้ำหนักตัวและแบ่งให้ 2 ครั้งในตอนเช้าและตอนเย็น

### 4. การเตรียมอาหาร สำเร็จอ๊กเม็ค

อาหารสำเร็จอ๊กเม็คนี้เป็นอาหารหลักสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น และกุ้งก้ามกรามขนาดใหญ่ซึ่งสามารถทำขึ้นได้เองในห้องปฏิบัติการ การทำอาหารสำเร็จอ๊กเม็ค ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามใช้วิธีการของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต ประกอบด้วยกรรมวิธี 2 ประการคือ

#### 4.1 การทำ Autolysate

ใช้ปลาคุณภาพดีมาบดด้วยเครื่องบดเนื้อจนละเอียด แล้วนำใส่ในถังอลูมิเนียมปิดฝา นำเข้าในเครื่องนึ่งไอน้ำความดัน (pressurized cooker) เพิ่มอุณหภูมิเป็น 60°ซ. หรือ 140°ฟ. ความดัน 1 บรรยากาศ คอย ๆ เติม 20% ของกรดเกลือ (1:1 diluted reagent grade conc. HCl) ลงไปในขณะเดียวกันให้คนไปด้วย เพื่อให้กรดเกลือแทรกเข้าไปในทุกส่วนของเนื้อปลาบดละเอียด คอยตรวจสอบ pH ของเนื้อปลาจนเป็น 4.5 จึงเติมน้ำกรด และปล่อยให้ปลาคนนิ่งต่อไปในเครื่องนึ่งไอน้ำความดัน ในภาวะที่กล่าวมาแล้วนาน 15 ชั่วโมง โดยมีการคนทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง ใน 3 ชั่วโมงแรกส่วนช่วงเวลาต่อไปควรคนบ้าง 2 - 3 ชั่วโมงต่อครั้ง

เมื่อครบ 15 ชั่วโมง ให้ทำการเพิ่มอุณหภูมิจาก 60°ซ. เป็น 90°ซ.

(หรือ 194°ฟ) แล้วค่อย ๆ เติมสารละลายของโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ลงไป ในขณะที่เดียวกันก็คนไปด้วย เพื่อฆ่าฤทธิ์กรดที่ตกค้างอยู่ เติมกากเบียร์ (หรือ ยีสต์ผง) เบด็อกกิ้งแห้งป่น และกากถั่วเหลืองป่น (อย่างละประมาณ 5% ของน้ำหนัก อาหารที่ต้องการทำ) ปล่อยให้ส่วนผสมของปลาคนนิ่งต่อไปอีก 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 90°ซ. แล้วค่อย ๆ เติมสารละลายของโซเดียมคาร์บอเนตลงไปอีก คนให้ทั่วจนได้ pH เป็น 6 - 7 เติม BHA (t-Butylated hydroxyanisole) ซึ่งเป็น anti-oxidant ลงไปประมาณ 0.005% ของน้ำหนัก autolysate คนให้ทั่ว แล้วจึงเติม binding agents ซึ่งอาจเป็น guar gum, Na-alginate, Na-CMC (Carboxymethyl cellulose), PVA (Polyvinyl alcohol), แป้งข้าวสาลี, แป้งข้าวเหนียว หรือแป้งข้าวเจ้าหรือส่วนผสมของสารต่าง ๆ ที่กล่าว มาแล้ว โดยใช้ binding agent 2% ของน้ำหนักอาหารที่ต้องการทำ สำหรับ binding agents พวก guar gum, Na-alginate, Na-CMC, PVA และ ส่วนผสมของสารเหล่านี้ หรือประมาณ 5% สำหรับ binding agents พวกแป้ง เมื่อ เติม binding agents แล้วให้คนไปเรื่อย ๆ จนส่วนผสมต่าง ๆ เข้าเป็นเนื้อเดียวกันก็จะไคส่วนผสมของ autolysate ที่ต้องการ นำ autolysate ออกจาก เครื่องนึ่งไอน้ำ ปล่อยให้เย็นลงแล้วนำเข้าไปเก็บในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 4°ซ.

#### 4.2 การทำอาหารสำเร็จจืด

นำ autolysate ที่เย็นมาเติม vitamin premix ซึ่งประกอบด้วยเกลือแร่และ vitamin ต่าง ๆ, vitamin c, antibiotics และ  $\text{CuSO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  ในอัตราส่วน 2%, 0.1%, 0.005% และ 0.002% ของ น้ำหนักอาหารคนให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน จึงจะนำส่วนผสมของ autolysate นี้ผสมกับรำละเอียดและปลาป่นในอัตราส่วน

autolysate : รำ : ปลาป่น เป็น 1:1:1 (โดยน้ำหนัก)

คลุกเคล้าส่วนผสมทั้ง 3 ให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำเข้าเครื่องบดเนื้อ เพื่ออัดออกมาเป็นเส้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ซม. นำอาหารที่อัดเป็นเส้นนี้เรียงในถาด นำไปอบให้แห้งในเตาอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 90° ซ. จนแห้งสนิท นำเก็บใส่ถุงเพื่อเตรียมลำเลียงไปเลี้ยงกุ้งต่อไป

### 5. การเก็บข้อมูล

ในการศึกษานี้ การเก็บข้อมูลทุกครั้งจะใช้วิธีสุ่มตัวอย่าง (แบบ random sampling) แล้วทำการชั่งและวัดขนาดกุ้งแบบเดียวกับที่ศึกษาในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ส่วนการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับทางเคมี, ทางสภาวะ และทางชีววิทยา จะทำเช่นเดียวกับที่กล่าวมาแล้ว ในการเลี้ยงกุ้งวัยอ่อนและกุ้งวัยรุ่น

### ง. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติของ Snedecor และ Cochran (1967) และ Mendenhall (1969) ช่วยในการวิเคราะห์ตัวอย่างข้อมูลดังนี้

#### 1. ค่าตัวกลางทางเลขคณิต (mean value, $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_i)$$

เมื่อ  $n$  คือ จำนวนของตัวอย่าง

$x_i$  คือ ความยาวหรือน้ำหนักหรืออื่น ๆ

#### 2. ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง (sample standard deviation, $S$ )

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

### 3. การหาความสัมพันธ์ของข้อมูล 2 สิ่ง (relationship)

#### 3.1 ความสัมพันธ์ของ 2 สิ่ง แบบเส้นตรง (straight line relation หรือ linear relationship)

มีสูตรทั่วไป  $Y = a + bx$

เมื่อ  $Y$  คือ สักส่วนที่แปรผันกับ  $x$

$a$  คือ interception ของ  $Y$

$b$  คือ regression coefficient หรือ slope

ซึ่งมีค่าเป็น  $b = \frac{\sum xy - \frac{1}{n} (\sum x \sum y)}{\sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2}$

$x$  คือ ความยาวหรือน้ำหนัก

#### 3.2 ความสัมพันธ์ของ 2 สิ่ง แบบ exponential regression

ความสัมพันธ์แบบ exponential regression

มี 2 รูป คือ

##### 3.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและความยาวของกุง หาได้จากสมการกฎกำลังสาม (cube law) เป็น

$$W = CL^n$$

เมื่อ  $W$  คือ น้ำหนักของกุง (เป็นกรัม)

$C$  คือ ค่าคงที่ หรือ coefficient of condition  
หรือ length-weight factor

$L$  คือ ความยาวของกุง (เป็นเซนติเมตร)



$n$  คือ ค่าคงที่ (ซึ่งเป็นอัตราการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและความยาว)

และจากสมการ  $W = CL^n$  นี้เราสามารถเปลี่ยนให้เป็นสมการเส้นตรงเป็น

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

3.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและอายุของกุ้ง หากจากสมการกฎกำลังสาม ได้เป็น

$$W = cn^A$$

เมื่อ  $W$  คือ น้ำหนักของกุ้ง

$A$  คือ อายุของกุ้ง

$c$  และ  $n$  คือ ค่าคงที่

และเราสามารถเปลี่ยนสมการข้างบน ให้เป็นเส้นตรงได้เป็น

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

4. การหานัยสำคัญของเส้นตรง (Test of significant) สามารถทำได้ 2 อย่าง คือ

#### 4.1 Correlation coefficient

$$r = \frac{\sum xy - \frac{1}{n} \sum x \sum y}{\sqrt{\left[ \sum x^2 - \frac{1}{n} (\sum x)^2 \right] \left[ \sum y^2 - \frac{1}{n} (\sum y)^2 \right]}}$$

#### 4.2 การทดสอบนัยสำคัญของ regression coefficient, $b$

ถ้า  $\sum d_{y.x}^2$  = sum of square of deviation,

$$= \sum y^2 - \frac{1}{n}(\sum y)^2 - \frac{(\sum xy - \frac{1}{n}\sum x \sum y)^2}{\sum x^2 - \frac{1}{n}(\sum x)^2}$$

$$S_{y.x}^2 = \text{mean square deviation from regression}$$

$$= d_{y.x}^2 / n - 2$$

$$S_{y.x} = \text{sample standard deviation from regression}$$

$$= \sqrt{S_{y.x}^2}$$

$$\text{และ } S_b = \text{sample standard deviation from regression coefficient}$$

$$= S_{y.x} / \sqrt{\sum x^2 - \frac{1}{n}(\sum x)^2}$$

$$\text{ดังนั้น } t = b / S_b; \text{ d.f.} = n - 2$$

### 5. การวิเคราะห์ความโคเวเรียน (Analysis of Covariance)

ใช้สำหรับเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของค่ากลางเลขคณิตและอัตรา  
การเจริญเติบโตที่มีมากกว่า 2 ประชากรขึ้นไป ตามแบบการวิเคราะห์ของ Snedecor  
และ Cochran (1967) ในหนังสือ Statistical methods.