สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ในกุ้งก้ามกราม

Study on RFID Tags Injected Different Position in Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

T104656

โดย

นายสุทธิพงศ์ ยิ้มศรวล

สพ.
สว๑๓ก
2550
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 104656
วัน,เดือน,ปี - 5 พ.ย. 2552

b 12159928
i.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

การศึกษาตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ในกุ้งก้ามกราม

Study on RFID Tags Injected Different Position in Giant Freshwater Prawn,

Macrobrachium rosenbergii

ชื่อนักศึกษา นายสุทธิพงศ์ ยิ้มศรวล

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์ดุสิต เอื้ออำนวย

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปวีณา ทวีกิจการ)
หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 21 **เดือน** มี.ค. **ปี** 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ในกุ้งก้ามกราม

Study on RFID Tags Injected Different Position in Giant Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*

ฝัง RFID Tags ในกุ้งก้ามกราม (*M. rosenbergii*) 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่ง Anterior abdomen, Abdominal ventral และ Posterior abdomen โดยฝังตำแหน่งละ 27 ตัว หลังจากนั้นพักกุ้งไว้นาน 30 วัน เพื่อให้แผลหายเป็นปกติ แล้วทำการวัดขนาดเริ่มต้น ซึ่งมีน้ำหนักเท่ากับ 33.78 ± 2.12^{a}, 27.99 ± 1.46^{a} และ 28.53 ± 2.19^{a} กรัม ตามลำดับ ความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวเท่ากับ 3.64 ± 0.09^{a}, 3.41 ± 0.08^{a} และ 3.43 ± 0.09^{a} มิลลิเมตร ตามลำดับ แล้วนำกุ้งที่ฝังแยกทั้ง 3 ตำแหน่ง เลี้ยงในบ่อขนาด 1.25 x 4 x 1 เมตร^{3} ความหนาแน่น 5.5 ตัวต่อตารางเมตร รวมทั้งเลี้ยงอีกหนึ่งบ่อสำหรับกุ้งที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags เลี้ยงนาน 33 วัน พบว่าอัตราการรอดของกุ้งที่ฝัง RFID Tags ที่ Anterior abdomen, Abdominal ventral, Posterior abdomen และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 88.88, 100, 81.48 และ 100% ตามลำดับ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งที่ฝัง RFID Tags ที่ Anterior abdomen, Abdominal ventral, Posterior abdomen และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 7.565, 7.73, 7.054 และ 7.78 กรัม ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัว (carapace) ที่เพิ่มขึ้นของกุ้งที่ฝัง RFID Tags ที่ Anterior abdomen, Abdominal ventral, Posterior abdomen และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 5.91, 6.18, 5.31 และ 6.25 มิลลิเมตร โดยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และอัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของกุ้งที่ฝัง RFID Tags ที่ Anterior abdomen, Abdominal ventral, Posterior abdomen และกลุ่มควบคุมเท่ากับ 3.03, 2.71, 3.34 และ 2.87 ตามลำดับ

ถึงแม้ว่าการเติบโตในกุ้งทั้ง 4 กลุ่มการทดลองแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามตำแหน่งที่เหมาะสมในการฝัง RFID Tags คือบริเวณ Abdominal ventral เนื่องจากเป็นบริเวณที่ฝัง RFID Tags ได้สะดวกอยู่ห่างจากระบบลำเลียงโลหิตและระบบทางเดินอาหาร รวมทั้งไม่ส่งผลกระทบต่อการเคลื่อนไหวของกุ้งก้ามกราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย (รหัส NT-B-22-FR-23-50-07)

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งตะวัน พนากุลชัยวิทย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้นำแนะนำตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณอาจารย์ดุสิต เอื้ออำนวย ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการฝัง RFID tags

ขอขอบคุณพี่มอญ พี่โก๋ และพี่แสง ที่เอื้ออำนวยความสะดวกในด้านอุปกรณ์การทดลอง

ขอขอบคุณพี่อาย พี่อ้อม ที่คอยช่วยเหลือในการฝัง RFID tags รวมทั้งให้คำแนะนำ

ขอขอบคุณพีท มิ้วกี้ และเพื่อนๆทุกคนที่คอยช่วยเหลือในการทดลอง ขอบคุณมิตรภาพที่ดีที่มีให้มาตั้งแต่ได้เข้ามาอยู่ในมหาวิทยาลัย

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่อุ๋ย และญาติพี่น้องที่เป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้ามีความตั้งใจและพยายามทำงานครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

นายสุทธิพงศ์ ยิ้มศรวล

มีนาคม 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	19
ผลการทดลองและวิจารณ์	28
สรุป	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปอร์เซ็นต์การให้อาหารต่อน้ำหนักตัวกุ้งก้ามกราม	14
2	น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง	30
3	ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง	32

ตารางผนวกที่		หน้า
1	น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกราม กลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Anterior abdomen	39
2	น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกรามกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Abdominal ventral	40
3	น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกรามกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Posterior abdomen	41
4	น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกราม กลุ่ม (control) ที่ไม่ฝัง RFID Tags	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii)*	2
2	สัณฐานกุ้งก้ามกรามเพศผู้	3
3	เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนตั้งแต่เริ่มฟักเป็นตัว รวมทั้งข้อมูลของกราฟแท่ง ชี้ให้เห็นเปอร์เซ็นต์การตายที่แท้จริง	5
4	ค่าเฉลี่ย (SD) ของน้ำหนักตัว (A) และความยาวทั้งหมด (B) ของ *M. rosenbergii*	11
5	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอด (A) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B) จำนวนอัตราของกุ้งระยะ post- larvae (C) และความเข้มข้นของ nitrite (NO2-N) ที่ตัวอ่อนได้รับ	12
6	ไมโครชิพ (Microchip)	16
7	A typical RFID system	16
8	13.56 MHz radio frequency identification (RFID) passive transponder	17
9	กุ้งก้ามกรามเพศผู้	19
10	บ่อที่ใช้ทำการทดลอง	19
11	อาหารกุ้ง ยี่ห้อสตาร์ฟีด เบอร์ 4	20
12	เครื่องอ่านรหัสไมโครชิพ (รุ่น HL-163U)	20
13	กระบอกฉีด (syringe) พร้อมเข็มสำหรับฝัง (implanter)	21
14	เครื่องชั่ง (รุ่น NJW-1500)	21
15	เวอร์เนียร์	22
16	pH meter	22
17	ตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง ในกุ้งก้ามกราม	23
18	บ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม พร้อมทั้งเปิดให้ออกซิเจน	24
19	อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้ง	25
20	ปิดเครื่องให้ออกซิเจนชั่วคราว เพื่อตรวจดูกุ้ง	25
21	การชั่งน้ำหนักกุ้งก้ามกราม	26
22	การวัดความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัว	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	การติดเชื้อโรคที่ปนเปื้อนมากับเข็มที่ใช้สำหรับฉีด Tags เข้าไป ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen	28
24	กุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen ที่มีอาการหางกุดและก้ามคดงอ	28
25	กุ้งก้ามกรามลอกคราบ แล้วถูกกุ้งก้ามกรามตัวอื่นกิน	28
26	เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control)	29
27	น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง	31
28	น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง	31
29	ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่งและที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ก่อนและหลังการทดลอง	33
30	ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง	33
31	อัตราการแลกเนื้อ(FCR) ของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control)	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถเพาะเลี้ยงเป็นอาชีพที่ยั่งยืน และสามารถสร้างกำไรต่อพื้นที่สูง ในประเทศไทยมีการเลี้ยงมาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะภาคกลางมีการเลี้ยงอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ยังมีเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกระจายอยู่ในภูมิภาคอื่นเกือบทุกภาคของประเทศ กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดที่ขนาดใหญ่ โดยเฉพาะเพศผู้เป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศ และในอนาคตคาดว่าปริมาณการส่งออกของกุ้งก้ามกรามแช่แข็งจะมีปริมาณเพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจุบันนี้ก็มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมากขึ้นและนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษา โดยเฉพาะเทคโนโลยี RFID Tags

RFID ย่อมาจากคำว่า "Radio Frequency Identification" หมายถึงเทคโนโลยีการระบุวัตถุโดยการรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งระบบ RFID มีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน ส่วนแรกคือ ***ทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก*** *(Transponder or Tag)* ที่ใช้ติดกับวัสดุต่างๆ ที่เราต้องการ โดย Tag จะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ส่วนที่สองคือ ***เครื่องอ่าน/เขียนข้อมูลภายใน*** Tag *(Interrogator or Reader)* ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

ระบบอาร์เอฟไอดีทำงานโดยมีเครื่องอ่านส่งคลื่นความถี่วิทยุออกไปและเมื่อมี Tag อยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นได้ Tag จะทำงานและส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องอ่าน โดย RFID Tag ก็คือฉลากรหัสแห่งที่ติดกับสิ่งของและตัวสัตว์ ระบบ RFID สามารถอ่านข้อมูลจาก Tag ได้โดยไม่ต้องเห็น Tag และ Tag ไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับเครื่องอ่านเพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้และเครื่องอ่าน Tag อีกทั้งยังสามารถอ่านข้อมูลจากหลายๆ อันในเวลาเดียวกัน

การทำตำหนิบนตัว (Marking) หรือการติดเครื่องหมาย (Tagging) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการศึกษาชีวประวัติ และพฤติกรรมของสัตว์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาทำความเข้าใจถึงความเป็นอยู่ แหล่งอาศัย การเคลื่อนที่หากิน หรือการอพยพตามฤดูกาล โดยจะสามารถนำข้อมูลมาพัฒนาเป็นเขตการควบคุมพื้นที่ทำการ ประมงในช่างฤดูสืบพันธุ์ หรือเขตอนุบาลตัวอ่อน ซึ่งโดยหลักการทั่วไปการติดเครื่องหมายต้องไม่ทำอันตรายต่อสัตว์ทั้งทางตรง คือทำให้สัตว์บาดเจ็บและทางอ้อมคือทำให้สัตว์เคลื่อนที่ได้ช้าลงหรือทำให้ศัตรูมองเห็นตัวชัดเจนขึ้น ซึ่งการติดเครื่องหมาย สามารถติดได้หลายตำแหน่ง สำหรับการทดลองนี้จะศึกษาตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่งใดเหมาะสมที่สุด รวมทั้งไม่ทำอันตรายต่อกุ้งก้ามกรามทั้งทางตรงและทางอ้อม

วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอด อัตราการเติบโต และอัตราแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii)*

กุ้งก้ามกราม (ภาพที่ 1) มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* เป็นกุ้งขนาดใหญ่ เป็นที่นิยมบริโภคของคนไทยมานานและมีชื่อเรียกที่รู้จักกันอีกหลายชื่อ คือ กุ้งนาง กุ้งหลวง กุ้งก้ามเกลี้ยง กุ้งแห กุ้งใหญ่ และภาคใต้เรียกว่า แม่กุ้ง เป็นสัตว์น้ำที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจมีราคาแพง เนื้อมีรสชาติดีสามารถประกอบอาหารได้หลายอย่าง เช่น ทอด พร่า ยำ อบ หรือแปรรูปตามความนิยมของผู้บริโภคการแพร่กระจาย กุ้งก้ามกรามมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน โดยเฉพาะในทวีปเอเชียตอนใต้ เช่น ประเทศไทย พม่า เวียดนาม มาเลเซีย บังกาลาเทศ อินเดีย อินโดนีเซีย และประเทศฟิลิปปินส์ ตลอดจนหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรอินเดียและมหาสมุทรแปซิฟิกตอนใต้ และในประเทศไทยพบกุ้งก้ามกรามแพร่กระจายทั่วไปในแหล่งน้ำจืดธรรมชาติตามลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำปางปะกง แม่น้ำปราณบุรี และลำคลองต่าง ๆ ที่ติดกับแม่น้ำ ส่วนมากพบแถวจังหวัดภาคกลาง ภาคตะวันออกพบที่แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำระยอง จ.ระยอง แม่น้ำเวฬุ จ.ตราด ภาคเหนือเคยพบที่แม่น้ำเมย จ.ตาก ซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำสาละวิน ซึ่งไหลลงสู่ประเทศพม่า ส่วนที่ภาคใต้พบที่ จ.สุราษฎร์ธานี ปัตตานี พัทลุง ชุมพร นครศรีธรรมราช และทะเลสาบสงขลา จ.สงขลา (สมพงษ์, 2546)

ภาพที่ 1 กุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกราม (ภาพที่ 2) มีลำตัวเป็นปล้อง ส่วนหัวและอกจะคลุมด้วยเปลือกชิ้นเดียวกัน ส่วนของลำตัวเปลือกจะแยกเป็นปล้อง ๆ มีหนวด 2 คู่ ขาเดิน 5 คู่ และขาว่ายน้ำ 5 คู่ ปลายหางจะมีลักษณะเป็นปลายแหลมธรรมดา ขาเดินคู่ที่ 2 นั้นจะเป็นก้ามที่มีขนาดยาวมาก โดยกุ้งก้ามกรามเพศผู้และเพศเมียมีความแตกต่างกันคือ กุ้งเพศผู้ ขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ตรงปลายปล้องสุดท้ายแยกเป็นแขนง 3 อัน ช่องเปิดสำหรับน้ำเชื้ออยู่บริเวณขาเดินคู่ที่ 5 และเมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาดใหญ่กว่ากุ้งเพศเมีย สำหรับกุ้งเพศเมีย ขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ตรงปลายปล้องสุดท้ายแยกเป็นแขนง 4 อัน ช่องเปิดสำหรับไข่อยู่ที่โคนขาคู่ที่ 3 และเมื่อโตเต็มวัยจะมีขนาดเล็กกว่ากุ้งเพศผู้ (สมพงษ์, 2546)

ภาพที่ 2 สัณฐานกุ้งก้ามกรามเพศผู้

ที่มา : http://kanchanapisek.or.th/cgi-bin/show.2cgi/kp/6BOOK/13pictures/s252-13

ระบบสืบพันธุ์

กุ้งก้ามกรามตัวผู้ต่อมผลิตน้ำเชื้อมีลักษณะเป็นพูแบน 2 พู ขนาดกว้างประมาณ 3 มิลลิเมตร ยาวประมาณ 5 มิลลิเมตร ที่ปลายเชื่อมติดกัน ตำแหน่งที่ตั้งอยู่บนส่วนที่เป็นตับและตับอ่อนและอยู่ด้านล่างของหัวใจ ส่วนท้ายของต่อมผลิตน้ำเชื้อแต่ละพูมีท่อนำน้ำเชื้อมาบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ห้า และส่งต่อมายังถุงเก็บน้ำเชื้อซึ่งมีช่องเปิดออกภายนอกที่โคนขาเดินคู่ที่ห้าทั้ง 2 ข้าง น้ำเชื้อของกุ้งก้ามกรามเพศผู้ไม่เคลื่อนไหว มีลักษณะคล้ายดอกเห็ดขนาดกว้างประมาณ 7.5 ไมครอน และมีหางเล็ก ๆ ยาวประมาณ 12.5 ไมครอน น้ำเชื้อตัวผู้จะถูกผลิตที่ต่อมผลิตน้ำเชื้อ

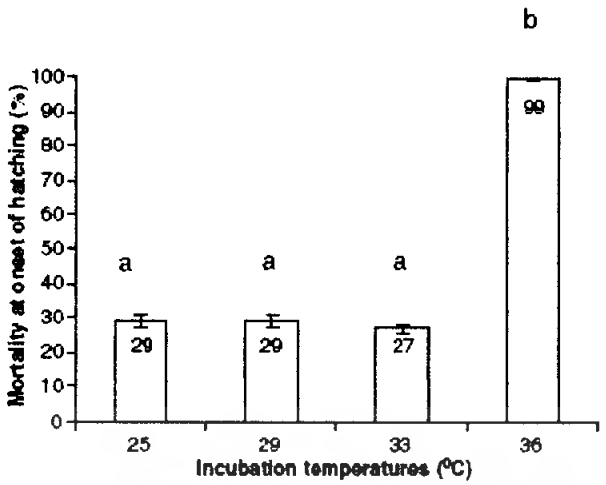
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และนำมาเก็บที่โคนขาเดินคู่ที่ห้าโดยมีผนังบาง ๆ หุ้มอยู่ในถุงเก็บน้ำเชื้อหนึ่ง ๆ จะพบถุงน้ำเชื้อประมาณ 2 ถุง กุ้งก้ามกรามเพศเมียรังไข่อยู่ตำแหน่งเดียวกับต่อมผลิตน้ำเชื้อของตัวผู้ลักษณะเป็นพูแบน ๆ 2 พูเชื่อมติดกันทางด้านท้ายมีขนาดใหญ่จนบังส่วนของตับและตับอ่อนได้ทั้งหมด ในช่วงมีไข่รังไข่จะขยายใหญ่คลุมส่วนหัว อก และหัวใจ ท่อนำไข่ทั้งสองข้างเป็นท่อโค้งมีช่องเปิดออกภายนอกที่โคนขาเดินคู่ที่ 3

การผสมพันธุ์วางไข่

ในระยะแรกกุ้งตัวผู้และตัวเมียจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่เท่ากัน แต่เมื่อมาถึงระยะหนึ่งคือ เมื่อมีความยาวได้ประมาณ 12 เซนติเมตร และหนักประมาณ 20 กรัม กุ้งตัวผู้จะเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง ส่วนตัวเมียจะมีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่าตัวผู้มาก ในระยะนี้เนื่องจากเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และต้องใช้อาหารไปในกระบวนการสร้างรังไข่เพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ กุ้งก้ามกรามตัวผู้เมื่อกุ้งวัยเจริญพันธุ์และพร้อมที่จะผสมพันธุ์ก้ามจะใหญ่กว่าตัวเมีย กุ้งตัวผู้จะมีช่องเปิดของน้ำเชื้ออยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่ 5 กุ้งตัวเมียจะมีขนาดเล็กกว่าตัวผู้และมีช่องเปิดของอวัยวะเพศอยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่ 3 กุ้งตัวเมีย กุ้งตัวเมียเมื่อพร้อมที่จะผสมพันธุ์จะมีรังไข่สุกอยู่ภายในบริเวณเปลือกคลุมหัวจะเป็นสีส้ม ลักษณะเช่นนี้ชาวบ้านทั่วไปจะเรียกแก้วกุ้ง หรือ กุ้งแก้ว ก่อนการผสมพันธุ์กุ้งตัวเมียจะลอกคราบก่อนครั้งหนึ่งและจะปล่อยฟีโรโมนดึงดูดตัวผู้ให้เข้าหาและผสมพันธุ์ หลังจากผสมพันธุ์แล้ว 6 - 10 ชั่วโมงกุ้งก้ามกรามตัวเมียจะเริ่มวางไข่ ตัวเมียจะวางไข่บริเวณหน้าท้อง ปกติแล้วกุ้งตัวเมียน้ำหนัก 80 กรัมและยาว 18 เซนติเมตร สามารถผลิตไข่ได้ประมาณ 60,000 ฟอง และถ้ามีขนาดใหญ่กว่านี้อาจมีไข่ได้ถึง 100,000 ฟอง / ตัว ตัวเมียที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์สามารถที่จะวางไข่ได้ 2 ครั้ง ในระยะ 5 เดือนดังนั้น 1 ปี กุ้งก้ามกรามอาจวางไข่ได้ถึง 3 - 4 ครั้ง ไข่ที่ผสมแล้วกุ้งก้ามกรามตัวเมียจะปล่อยไข่ออกมาติดไว้ที่หน้าท้องแล้วจะฟักภายใน 19 - 20 วัน ที่อุณหภูมิ 26-28 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ Manush *et al.* (2006) กล่าวว่าเมื่อไข่ฟักออกมาแล้วถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลเปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนตั้งแต่เริ่มฟัก ส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การตายที่สูง (ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนตั้งแต่เริ่มฟักเป็นตัว ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน
ที่มา : Manush *et al.* (2006)

ระบบประสาท

ระบบประสาทของกุ้งเหมือนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังอื่น ๆ คือ อยู่ทางด้านล่างของร่างกาย ประกอบด้วย

1. **Central nervous system** ประกอบด้วย สมอง อยู่ระหว่างตาทั้งสองข้าง และเหนือหลอดอาหาร จึงเรียกว่า Pre (supra) oesophegeal ganglion จากสมอง มีเส้นประสาทแยกเป็น 2 ทางอ้อม 2 ข้างของหลอดอาหาร แล้วลอดเข้าใต้กระดูก วกลงมาเชื่อมด้านหลัง เรียกว่า Post(sub) oesophegeal ganglion เมื่อเชื่อมกันแล้วกลายเป็นปมประสาทใหญ่มากอยู่บริเวณอก เรียกว่า Thoracic ganglion ปมประสาทนี้ ประกอบกับ 6 ปมเชื่อมกัน รวมเป็น 7 ปม เป็นปมใหญ่ เรียกว่า Thoracic mass ต่อจากนี้ มีเส้นประสาททอดยาวไปถึงหาง เรียกว่า Ventral minal nerve (abdominal nerve chain) 6 ปมต่อกันโดยเป็นเพียงแขนงประสาทแยกออกมาเท่านั้น

2. **Peripheral nervous system** ประกอบด้วยแขนงเส้นเล็ก ๆ อีกมากออกจากสมอง คือ

(1) จากสมอง ไปตา 2 ข้าง เรียกว่า Optic Nerve และมีแนงอีก 2 คู่ เรียกว่า Antennary nerve ออกจากสมองไป antenna และ antennule นอกจากนี้ ก็มี Anterior visiral nerve อีกเส้น ซึ่งแยกออกจากสมองไปยังกระเพาะอาหาร

(2) จาก para-oesophageal connective และ post-oesaphageal ganglion ออกไป ขากรรไกร maxillule maxilla maxilliped ส่วน thoracic ganglion 7 ปม ก็แตกไป maxillaped

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) จาก abdominal galnglion แยกออกไป 4 คู่ 2 คู่แรกไปด้านหน้า สำหรับว่ายน้ำ คู่ 3 มาด้านหลัง ไปท้อง คู่ 4 ไปกล้ามเนื้อด้านบน นอกจากนี้ แขนงที่ 6 ยังไปสู่ uropod ,telson และไปที่ ลำไส้ เรียกว่า Posterior visceral nerve

อวัยวะรับความรู้สึก

(1) ตา (Eye) ตากุ้งมีก้าน (Stalk) ซึ่งเคลื่อนไหวได้ 2 ข้าง เป็นตาประกอบด้วยตาย่อย ๆ เรียกว่า Ommatidium มีเยื่อบาง ๆ คลุม เรียก Cornea มีส่วนต่าง ๆ คือ Cornea cell, Pigment cell,retinula,cystalinecone,Rhabdome

(2) หู (Auditory organ) หรือ statocyst ช่วยในการทรงตัว มีใยประสาทมาเลี้ยงจาก antennarynerveไม่มีหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยิน

(3) หนวด (Flagellum) กุ้งมีหนวดข้างละ 3 เส้น ทำหน้าที่รับสัมผัส รส กลิ่น เสียง โดยมีเส้นประสาทจากantennary nerve มาเลี้ยง นอกจากนี้ ผิวหนังยังรับสัมผัส รส เสียงได้อีก โดยบริเวณที่มีขนจะสัมผัสได้ดีกว่า

การเจริญเติบโตและการลอกคราบ

การลอกคราบมิได้มีเพียงการสลัดเปลือกเก่าทิ้งเท่านั้นกระบวนการลอกคราบจะเกิดจากการกระตุ้นต่อมไร้ท่อที่ทำหน้าที่ควบคุมการลอกคราบ (Molting gland) ให้หลั่งฮอร์โมน ตัวกระตุ้นได้แก่ระบบประสาทส่วนกลางและปัจจัยภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ กระบวนการลอกคราบแบ่งออกเป็น 5 ระยะ ได้แก่

(1) ระยะเอ (immediately molting) (A_1 - A_2)

(2) ระยะบี (postmolt)(B_1 - B_2)

(3) ระยะซี (intermolt)(C_1-C_4)

(4) ระยะดี (premolt)(D_1-D_4)

(5) ระยะอี (molting)(E)

ระยะ 70% ของการลอกคราบเป็นกระบวนการที่เกิดอย่างต่อเนื่อง ส่วนที่เหลืออีก 30% จะเป็นเวลาที่ใช้สำหรับสะสมพลังงานซึ่งอยู่ในระยะระหว่างการลอกคราบเพื่อใช้สำหรับการสร้างเปลือกใหม่ ส่วนหน้าที่สะสมพลังงานคือส่วนของตับและตับอ่อน ระยะห่างระหว่างการลอกคราบแต่ละครั้งจะสัมพันธ์กับขนาดและอายุของกุ้ง

กระบวนการลอกคราบจะเริ่มจากวายออร์แกน (Y-organ) เป็นต่อมไร้ท่อที่ควบคุมการลอกคราบซึ่งทำหน้าที่ตรงข้ามกับ X-organ ซึ่งอยู่บริเวณก้านตาทำหน้าที่ยับยั้งให้กระบวนการลอกคราบอยู่ในระยะระหว่างการลอกคราบ เมื่อวายออร์แกนหลั่งฮอร์โมนสำหรับการลอกคราบจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นให้ epithelium และเนื้อเยื่อเกี่ยวพันใต้ชั้น epithelium เริ่มสะสมไกลโคเจนถ้ากุ้งมีการสูญเสียอวัยวะในระยะนี้จะมีการสร้างหน่อรยางค์ (Limb bud) ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้เลือดจะมีปริมาณแคลเซียมสูงขึ้น มีการดึงไอออนทำให้ฟอสเฟตไอออนในตับและตับอ่อนจะลดลง กระบวนการลอกคราบอาจจะยุดถ้าสิ่งแวดล้อมภายนอกไม่เหมาะสม หลังจากนี้จะเริ่มสร้างเปลือกใหม่ (ปลายระยะ D_0) ส่วนที่เกิดก่อนคือส่วนของหนาม (spines) มีการดูดซึมน้ำมากขึ้นเปลือกเก่าเริ่มขับน้ำ เปลือกชั้นต่างๆของกุ้ง จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในปลายระยะของช่วงระหว่างการลอกคราบ (Intermolt) คือ ระยะ D_0 จะเป็นระยะที่ epidermis ถูกกระตุ้น แม้จะไม่เห็นการขยายตัวของเซลล์ เมื่อถึงระยะ D_1 เปลือกชั้น epidermis จะแยกตัวออกจากชั้น membrane การสะสมไกลโคเจนของชั้น epidermis ลดลงเริ่มการสร้างไคติน เซลล์ของชั้น epitnelium ขยายใหญ่ขึ้น ในระยะ D_2 โปรตีนที่เปลือกจะถูกใช้หมด มีการขับสีและไคตินออกกล้ามเนื้อที่ยึดเปลือกเก่าเริ่มฉีกขาดและเริ่มไปเกาะกับเปลือกใหม่ ระยะนี้กุ้งจะใช้ออกซิเจนเพิ่มขึ้นที่ผิวมีการดูดซึมเกลือแร่และอินทรีย์สาร เปลือกชั้นในเริ่มขับ molting fluid ซึ่งประกอบด้วย chitinase และ alkali phosphate ปลายระยะ D_2 ต่อกับระยะ D_3 เปลือกใหม่จะเริ่มแยกจากเปลือกเก่า ซึ่งถูกดึงเกลือแร่และสารอินทรีย์ออกไปแล้ว ในระยะ D_3 จะมีการดูดซึมน้ำเข้าไปภายในผ่านรอยแยกของคาราเปสและช่องตามแนวยาวตามโคนขาเดินทั้งหมดเยื่อที่เชื่อมระหว่างส่วนหัว-อกและลำตัว (Artroidal membrane) จะดูดน้ำเข้า แต่ในกรณีที่บังคับกุ้งให้ลอกคราบเพื่อให้เกิดการจับคู่ผสมพันธุ์โดยการบีบตาเพื่อกำจัด X-organ นั้นการดูดซึมน้ำในขั้นตอนนี้จะน้อยกว่าการลอกคราบตามธรรมชาติ เปลือกเก่าที่ถูกสลัดทิ้งไปนั้นจะเปราะเนื่องจากสูญเสียสารประกอบอินทรีย์และน้ำตามกระบวนการที่กล่าวมาแล้ว ต่อมาสัตว์จะหยุดกินอาหารแต่การเปลี่ยนแปลงภายในยังคงดำเนินต่อไป โดยมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับส่วนต่างๆ ของร่างกายดังนี้

เปลือก (Exoskeleton) จะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

(1) Epidermis เปลือกซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมทรงสูงชั้นเดียว อัดกันแน่นมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน gland cell และปลายประสาทสัมผัส

(2) Membrane layer ซึ่งเป็นชั้นเปลือกที่ไม่มีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบซึ่งเกิดขึ้นในปลายระยะ C_3 จะแยกออกจาก epidermis

(3) Endocuticle เป็นส่วนของเปลือกที่แท้จริง มีความหนาคิดเป็น 80 % ของเปลือกทั้งหมดประกอบด้วยชั้นบางๆ หลายชั้น มีองค์ประกอบของไคติน 70% มีโปรตีนน้อยมากและเป็นชั้นที่มีการสะสมแคลเซียมและเกลือแร่อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) Exocuticle เป็นชั้นมีสีและมีการสะสมแคลเซียมต่างๆเป็นชั้นที่หนาและมีไคตินเป็นองค์ประกอบประมาณ 40-45% องค์ประกอบที่เหลือเป็นโปรตีนเป็นชั้นที่จะรวบรวมเกลือแร่ต่างๆ หลังจากกุ้งสลัดเปลือกเก่าทิ้ง

(5) Epicuticle เป็นชั้นที่บางมากถูกขับออกมาจาก epidermis ขณะสลัดเปลือกใหม่ๆ ในระยะ D_1 มีองค์ประกอบเป็นไขมัน (lipid) และโปรตีนเหนียวนุ่ม ไม่มีองค์ประกอบของไคติน ทำหน้าที่ปกป้องเปลือกใหม่และคอยกำจัดการซึมผ่านของเกลือแร่ภายหลัง

ตับและตับอ่อน (Hepatopancreas) จะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

(1) สำรองสารอินทรียบ์โดยสะสมสารอินทรีย์ที่ตับและตับอ่อน เพื่อใช้สำหรับการลอกคราบโดยเฉพาะ ไม่ใช่สำหรับการสร้างเนื้อเยื่อหรือการเจริญเติบโต การสะสมจะเริ่มเกิดในระยะ C โดยเฉพาะ C_4 ระยะ D_0 -D_1 กุ้งจะหยุดกินอาหารในระยะ D_2 นอกจากตับและตับอ่อนแล้ว epithelium ก็มีการสะสมไกลโคเจนรวมทั้งเลือดก็มีการสะสมธาตุที่จำเป็น

(2) สำรองสารอินทรีย์ ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และฟอสเฟต (PO_4) ระยะ C_3-D_1 ของระยะช่วงระหว่างการลอกคราบ (intermolt) จะมีการดูดซึมอินทรีย์สารจากเปลือกเก่าเก็บไว้ แต่กุ้งทะเลไม่จำเป็นต้องสำรองแคลเซียมไว้มาก เนื่องจากในน้ำทะเลมีแคลเซียมเป็นส่วนประกอบในปริมาณมากพอ กุ้งสามารถดึงมาเสริมสร้างความแข็งของเปลือกที่สร้างขึ้นใหม่

(3) เลือดจะทำหน้าที่ลำเลียงสารต่างๆ ระหว่างตับและตับอ่อนกับเปลือก

สำหรับการสลัดเปลือกเก่าทิ้งจะอยู่ในระยะ E ซึ่งจะแบ่งออกเป็น passive phase และ active phase ในระยะนี้น้ำภายนอกจะซึมเข้าในตัวกุ้งตามรอยแยกต่างๆ อย่างรวดเร็วกุ้งจะหยุดการเคลื่อนไหว ส่วนกุ้งที่อยู่ในวัยเจริญพันธุ์จะจับคู่กันในระยะ A_1 และ A_2 โดยตัวเมียที่จะสลัดเปลือกเก่าทิ้งจะได้รับการคุ้มครองจากตัวผู้ที่รอการผสมพันธุ์ การสลัดเปลือกเก่าทิ้งจะเริ่มจากระยะ D_4 ถึง E เนื่องจากในเลือดจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้นทำให้ความดันโลหิตสูง จึงมีการปรับความดันออสโมติกของเลือด โดยการดูดซึมน้ำผ่านทางเดินอาหารเข้าไปยัง hemolymph ทำให้เลือดมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ทำให้ตัวกุ้งบวมเป่งสามารถดึงตัวออกจากรอยเก่าตามรอยแยกได้ การสลัดเปลือกนี้จะใช้ระยะเวลาสั้นมากคือประมาณ 2-3 วินาทีเท่านั้น ระยะนี้กุ้งจะใช้พลังงานมากทำให้การบริโภคออกซิเจนเพิ่มขึ้น ขณะที่การแลกเปลี่ยนแก๊สของกุ้งมีประสิทธิภาพลดลง ระยะนี้จะเป็นระยะที่วิกฤตของกุ้งถ้าไม่สามารถสลักเปลือกเก่าทิ้งกุ้งจะตาย ลักษณะที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ ก่อนสลัดเปลือกเก่ากุ้งจะมีสีสดใสเนื่องจากมีจุดสีเพิ่มขึ้น การสลัดคราบของกุ้งมักเกิดกลางคืน

หลังจากกุ้งสลัดคราบเก่าออกใหม่ๆ จะไม่เคลื่อนไหว และมีการดูดซึมน้ำใน hemolymph เนื้อ ตับและตับอ่อน epithelium และกล้ามเนื้อตลอดระยะ A ในระยะ A_1 เปลือกใหม่จะนิ่มมาก รยางค์ขาอ่อนกุ้งไม่สามารถยืนได้น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น จนถึงระยะ A_2 มีการสร้างเปลือกใหม่น้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มคงที่เนื่องจากหยุดการดูดซึมน้ำ หลังจากการลอกคราบในระยะ B_1 มีการสร้างเปลือกและดึงแคลเซียมเข้ามาทำให้เปลือกและรยางค์แข็งแรงขึ้น การสร้างเปลือกยังดำเนินต่อไปในระยะ B_2 ปริมาณน้ำ

การเติบโตที่แท้จริงของกุ้งหลังการลอกคราบจะเกิดหลังจากระยะ B_2 ที่น้ำหนักตัวคงที่คือหยุดการดูดน้ำและมีการเพิ่มส่วนที่เป็นเนื้อในระยะ C โดยจะสูงสุดและหยุดในระยะ C_4 (intermolt)เป็นสัดส่วนกับปริมาณน้ำที่ลดลงจนเหลือประมาณ 61% เป็นระยะที่เปลือกแข็งอย่างสมบูรณ์ สร้างเปลือกครบทุกชั้นกินอาหารเต็มที่

อัตราการปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามลงเลี้ยงในการเลี้ยงแบบพัฒนา แบ่งได้ 3 รูปแบบ

(1) อัตราความหนาแน่นต่ำ อัตราการปล่อย 20,000-25,000 ตัวต่อไร่ กุ้งก้ามกรามจะเจริญเติบโตเร็ว สามารถทำการจับคัดกุ้งตัวเมียและกุ้งจิ๊กโก๋ ออกขายได้ เมื่อเลี้ยงครบ 3.5 เดือน (105 วัน) จากนั้นทำการจับได้อีก 5 ครั้ง โดยทำการจับทุกๆ 30 วัน หรือ 45 วัน ใช้เวลาการเลี้ยงทั้งสิ้น 8-9 เดือน

(2) อัตราความหนาแน่นปานกลาง อัตราการปล่อย 75,000-80,000 ตัวต่อไร่ เมื่อเลี้ยงครบ 3.5 เดือน ทำการจับคัด กุ้งตัวเมีย กุ้งจิ๊กโก๋ ออกขาย จากนั้นทำการจับได้อีก 10 ครั้ง โดยจับทุก 15 วัน คัดกุ้งใหญ่ออกขายไปก่อน กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยระบบนี้จะได้กุ้งขนาดเล็กจำนวนมากกว่ากุ้งขนาดใหญ่ การเลี้ยงที่ความหนาแน่นระดับนี้จะมีความเสี่ยงในเรื่องของสภาพแวดล้อมในบ่อเลี้ยง ปริมาณออกซิเจนอาจมีไม่เพียงพอ สภาวะของอากาศหากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอาจส่งผลให้กุ้งตายได้ เนื่องจากกุ้งเครียดปรับตัวไม่ทันเกิดอาการกล้ามเนื้อตาย ไม่กินอาหาร

(3) อัตราความหนาแน่นมาก อัตราการปล่อย 150,000-200,000 ตัวต่อไร่ เป็นรูปแบบแบบการเลี้ยงที่ดีที่สุด การเลี้ยงด้วยวิธีนี้ต้อง อนุบาลลูกกุ้งในบ่ออนุบาลก่อน 2 เดือนจึงจะนำลูกกุ้งเลี้ยงขุนเป็นกุ้งเนื้อต่อไป การเลี้ยงด้วยระบบนี้ต้องใช้บ่อเลี้ยง 2 บ่อ หรือมากว่า 2 บ่อ โดยเลี้ยงในบ่อแรกก่อน อัตราการปล่อยลูกกุ้ง 150,000-200,000 ไร่ หลังจากอนุบาลครบ 2 เดือน ให้ใช้อวนตาขนาด 2 ซ.ม. ลากคัดกุ้งใหญ่ไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งขุนต่อไป เมื่อกุ้งอายุ 3.5 เดือน สามารถจับขายได้ โดยคัดกุ้งตัวเมียที่มีไข่ กุ้งจิ๊กโก๋ ออกขายก่อน หลังจากนั้นทำการจับกุ้งทุกๆ 30 วัน โดยจับกุ้งใหญ่จากทั้ง 2 บ่อ เมื่อจับกุ้งไป 5-6 ครั้งกุ้งในบ่อใดบ่อหนึ่งจะลดลงอาจทำการย้ายกุ้งเล็กที่เหลือมารวมไว้ที่บ่อที่มีกุ้งเหลือน้อยกว่าแล้วทำการเลี้ยงต่ออีก 60 วัน ส่วนบ่อที่เหลืออีก 1 บ่อไม่มีกุ้งแล้วให้ทำการสูบน้ำออกจากบ่อ ตากบ่อให้แห้งเตรียมบ่อแล้วนำกุ้งมาลงเลี้ยงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

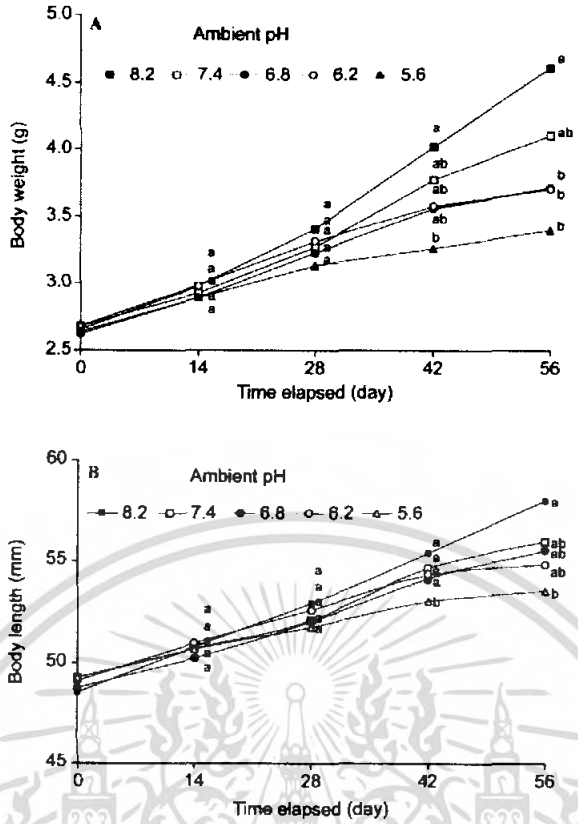
คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง

การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันสิ่งหนึ่งที่ผู้เลี้ยงมองข้ามและยอมรับว่าไม่ได้ให้ความสำคัญเกี่ยวกับเรื่องการจัดการคุณภาพน้ำเท่าที่ควร เนื่องจากว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาการเลี้ยงเป็นการเลี้ยงที่มีการปล่อยในอัตราความหนาแน่นต่ำและมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่เป็นระยะทุกๆ 5 วัน หรือ 7 วันทำให้มีปัญหาเรื่องน้ำเสียในบ่อน้อยแต่สิ่งหนึ่งที่ผู้เลี้ยงลืมไปว่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่ละครั้งทำให้คุณสมบัติทางเคมีของน้ำเปลี่ยนไปโดยเฉพาะค่าพีเอชและค่า อัลคาไลนิตี้ถึงแม้ว่าผู้เลี้ยงกุ้งจะทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำอยู่เป็นระยะๆก็ตามแต่ของเสียในบ่อยังคงมีอยู่การปลดปล่อยก๊าซพิษจากพื้นบ่อยังเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาเนื่องจากใช้เวลาในการเลี้ยงนาน 8-10 เดือน ก๊าซพิษทั้งแอมโมเนียและไนไตรท์จะส่งผลให้เหงือกและตับกุ้งอักเสบอาการขาแดงเนื่องจากก๊าซพิษขาของกุ้งก้ามกรามจะมีสีแดงและตายในที่สุดความจำเป็นในการใช้ซีโอไลท์ หรือไคลน็อปทิโลไลท์ในการปรับสภาพพื้นบ่อจึงมีความจำเป็นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแบบพัฒนาสำหรับการเลี้ยงในปัจจุบันคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในระหว่างกุ้งก้ามกรามที่ผู้เลี้ยงต้องให้ความสำคัญและตรวจวัดอยู่เสมอพอที่จะสรุปได้ดังนี้

(1) **ความโปร่งแสง** 35-45 ซ.ม. ตลอดการเลี้ยง

(2) ตรวจวัดพีเอช วันละ 2 ครั้ง ช่วงเช้า 06.00 น. ค่าพีเอชควรอยู่ในช่วง 7.5-7.8 แต่ไม่ควรเกิน 8.0 ในช่วงบ่าย 15.00 น. ค่าพีเอชควรอยู่ในช่วง 8.0-8.3 แต่ไม่ควรเกิน 8.5 หากพบว่าค่าพีเอชในช่วงเช้าต่ำกว่า 7.5 และช่วงบ่ายต่ำกว่า 8.0 ต้องใช้วัสดุปูน เช่น ปูนมาร์ลหรือโดโลไมท์หว่านในทั่วบ่อในช่วงเวลากลางคืนในอัตรา 20-25 กก.ต่อไร่ ที่ระดับความลึกของน้ำ 1 เมตร นอกจากนี้ Chen and Chan (2003) กล่าวว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวและความยาวทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามต่อระยะเวลา ที่ pH แตกต่างกัน จะมีค่าแตกต่างกัน (ภาพที่ 4) ซึ่งการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ pH 8.2 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวและความยาวทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามต่อระยะเวลา มีค่าสูงกว่าที่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ pH ต่ำกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

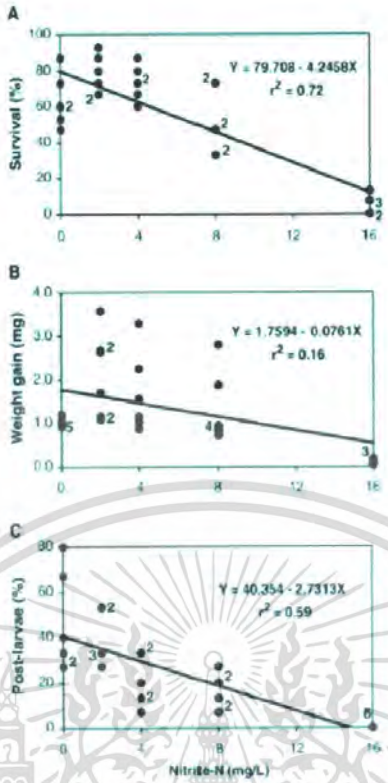


ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ย (SD) ของน้ำหนักตัว (A) และความยาวทั้งหมด (B) ของ *M. rosenbergii*
ที่มา : Chen and Chan (2003)

(3) **ออกซิเจน**ในบ่อเลี้ยงควรอยู่ในช่วง 5-10 พีพีเอ็ม แต่ต้องไม่ต่ำกว่า 3.5 พีพีเอ็ม กรณีที่มีการเลี้ยงแบบหนาแน่นต้องมีการใช้ให้อากาศช่วย เช่น เครื่องตีน้ำ ในสัดส่วน เครื่อง 2 แรงม้า 4 ใบตีน้ำต่อพื้นที่บ่อ 1 ไร่

(4) **ก๊าซไนไตรท์และแอมโมเนีย**ไม่ควรมากกว่า 0.1 พีพีเอ็ม. กรณีที่ แอมโมเนียและไนไตรท์ มากกว่า 0.3 พีพีเอ็ม ควรเปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยง โดยเปลี่ยนถ่ายน้ำออก 1 ใน 3 ส่วน แล้วทำการปรับสภาพพื้นบ่อด้วย ซีโอไลท์ในอัตรา 25 กก.ต่อไร่ หรือ ไคลน็อปทิโลไลท์ 10 กก.ต่อไร่ ที่ระดับความลึกของน้ำ 1 เมตร หากพื้นบ่อมีการเน่าเสียมากและมีการปลดปล่อยก๊าซพิษตลอดเวลา ควรใช้จุลินทรีย์ในการช่วยย่อยสลายของเสียและลดแอมโนเนีย ไนไตรท์ นอกจากนี้ Mallasen and Valenti (2006) กล่าวว่าความเข้มข้นของ nitrite (NO_2-N) ที่ตัวอ่อนได้รับจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและจำนวนของกุ้งระยะ post- larvae (ภาพที่ 5) ซึ่งถ้าความเข้มข้นยิ่งมากจะส่งผลให้อัตราการรอด อัตราการเติบโต และจำนวนของกุ้งระยะ post-larvae ยิ่งมีค่าลดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอด (A) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (B) จำนวนอัตราของกุ้งระยะ post-larvae (C) และความเข้มข้นของ nitrite (NO2-N) ที่ตัวอ่อนได้รับ

ที่มา : Mallasen and Valenti (2006)

(5) **อัลคาไลนิตินิตี้** ในรอบวันในระหว่างการเลี้ยง ควรอยู่ในช่วงระหว่าง 80-120 พีพีเอ็ม กรณีที่ อัลคาไลนิตี้ต่ำกว่า 80 พีพีเอ็ม จะทำให้กุ้งเปลือกนิ่มลอกคราบแล้วเปลือกแข็งช้าหรือไม่แข็งเลยทำให้เชื้อโรคเข้าทำลายกุ้งก้ามกรามได้ง่ายและตายในที่สุด ต้องทำการแก้ไขโดยใช้ วัสดุปูน เช่น ปูนขาว หรือ โดโลไมท์ ช่วยเพิ่มค่า อัลคาไลน์ ในช่วงกลางคืน ในอัตรา 20-25 กก.ต่อไร่

(6) **แบคทีเรียที่ก่อโรค** กรณีที่พบว่าที่การระบาดของแบคทีเรียที่ก่อโรค เช่น เรืองแสง แก้มดำ เปลือกผุ ควรทำการฆ่าลดปริมาณเชื้อ โดยใช้ไอโอดีน หรือ กลูตารอลดีไฮด์ เนื่องจากสารทั้ง 2 ชนิดไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่ทำให้แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารและการให้อาหาร

การให้อาหารกุ้งก้ามกรามแตกต่างจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบางส่วน โดยเฉพาะในช่วง 60 วันแรก การให้อาหารกุ้งก้ามกรามสามารถตรวจสอบการกินอาหารได้โดยการเช็คยอ แต่เมื่อกุ้งก้ามกรามอายุ 3 เดือนขึ้นไป การตรวจสอบการกินอาหารและปรับอาหารไม่สามารถทำได้โดยการเช็คยอ แต่สามารถทำได้โดยใช้สวิงตักดูว่ามีอาหารเหลือที่พื้นบ่อว่าเหลือมากน้อยเพียงใด

(1) การให้อาหารกุ้งก้ามกราม (กุ้งคว่ำ) อายุ 1 - 60 วัน ในบ่ออนุบาลการให้อาหารกุ้งก้ามกรามสำหรับกุ้งก้ามกราม (กุ้งคว่ำ) 100,000 ตัว ในบ่ออนุบาลซึ่งเป็นบ่อดิน (บ่อชำ) แบ่งเป็น 2 ระยะ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในระยะ 1 - 60 วัน สามารถ ตรวจสอบการกินอาหารของกุ้งก้ามกรามโดยการเช็คยอ

ลูกกุ้งคว่ำอายุ 1 - 30 วัน ในบ่อดินจะให้อาหาร 0.5 กก. / 100,000 ตัว หรือ ประมาณ 30 - 40 % ของน้ำหนักตัว และจะทำการเพิ่มอาหารขึ้นวันละ 200 กรัม / วัน กรณีที่ให้อาหารสำเร็จรูปจะให้อาหาร เบอร์ 0 ในวันที่ 1 - 3 ถ้าไม่มีอาหารสำเร็จรูป อาจใช้ปลาป่นผสมกับรำข้าวละเอียดแช่น้ำไว้ 4 - 5 ชั่วโมงแล้วสาดให้ทั่วบ่อให้กุ้งกิน เบอร์ 0 ร่วมกับ เบอร์ 1 ในวันที่ 4 – 10 เบอร์ 1 ในวันที่ 10 - 15 เบอร์ 1ร่วมกับ เบอร์ 2 ในวันที่ 16 - 30 การให้อาหารกุ้งควรหว่านให้จากขอบบ่อ 1-3 เมตร

ลูกกุ้งอายุ 31 - 60 วัน จะให้อาหาร เบอร์ 2 ร่วมกับ เบอร์ 3 ซึ่งกุ้งก้ามกรามให้จะที่น้ำหนักเฉลี่ย 2 - 5 กรัม เมื่ออายุครบ 60 วันมีความยาวเฉลี่ย 3 - 5 ซ.ม. การให้อาหารกุ้งก้ามกรามในช่วง 1 - 60 วันจะแบ่ง 4 ครั้ง / วัน โดยยึดแนวคิดที่ว่าให้น้อยๆ แต่บ่อยครั้ง แบ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่ให้ดังนี้ 07.00 น. 10.00 น. 14.00 น. 18.00 น.เมื่ออนุบาลครบ 60 วัน ทำการย้ายกุ้งจากบ่อชำไปเลี้ยงในบ่อขุนต่อไป

(2) การให้อาหารกุ้งก้ามกรามในบ่อกุ้งขุน

กุ้งอายุ 61 - 90 วัน จะให้อาหารเบอร์ 4 ร่วมกับเบอร์ 5 โดยให้อาหาร 3 ครั้ง / วัน ในช่วงเวลา 07.00 น. 14.00 น. 18.00 น. กุ้งอายุ 90 วันขึ้นไป อาหารกุ้งจะใช้เบอร์ 6 การให้อาหารจะให้วันละ 2 ครั้ง โดยให้ในช่วงเช้า 07.00 น. และ 18.00 น. เนื่องจากกุ้งก้ามกรามจะกินอาหารมากในช่วงกลางคืนจึงควรแบ่งการให้อาหารในช่วงเช้า 3 ส่วน และช่วงกลางคืน 7 ส่วน กุ้งในช่วงอายุนี้จะกินอาหาร 3 - 5 % ของน้ำหนักตัว และ ไม่สามารถตรวจสอบการกินอาหารของกุ้งก้ามกรามจากยอได้ การตรวจสอบการกินอาหารจึงต้องตรวจสอบอาหารที่เหลือที่พื้นบ่อ การปรับอาหารต้องทำการสุ่มน้ำหนักกุ้งโดยการทอดแหนำกุ้งมาชั่งน้ำหนัก หาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักกุ้งทั้งบ่อแล้วปรับอาหารตามความต้องการอาหารคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ / น้ำหนักตัว (ตารางที่ 1) โดยปกติการปรับอาหารในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจะทำการปรับอาหารทุก 7 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์การให้อาหารต่อน้ำหนักตัวกุ้งก้ามกราม

เบอร์อาหาร	น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้ง (กรัม)	เปอร์เซ็นต์อาหารต่อน้ำหนักตัว
3	2	6
4	5	5
4+5	10	4.7
5	15	3.5
6	20	3.2
6	25	2.8
6	30-50	2.5-2.0

ที่มา : www.kungthai.com/shrimp3.html

ระยะเวลาการเลี้ยงและการจับกุ้งก้ามกราม

ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจะใช้เวลาในการเลี้ยง 8 - 10 เดือน แล้ว จะเริ่มทำการจับและคัดเอากุ้งตัวเมียที่ไข่ กุ้งจิ๊กโก๋ ออกขายก่อนในช่วง 3.5 - 4 เดือน หลังจากนั้นจะทำการจับและคัดขนาดกุ้งขายทุกๆ เดือน

สุขภาพกุ้งก้ามกรามที่มีผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม

(1) อาการกล้ามเนื้อตายเนื่องจากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงอย่างเร็ว

(2) อาการกุ้งก้ามกรามขาแดงและตาย เนื่องมาจากพื้นบ่อเน่าเสีย มีก๊าซพิษเกิดขึ้นในบ่อ บ่อผ่านการเลี้ยงมาเป็นระยะเวลานาน การแก้ปัญหา สามารถทำโดยการปรับสภาพพื้นบ่อให้ดี ตากบ่อให้แห้งสนิทก่อนการเลี้ยง ในระหว่างการเลี้ยงควรมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก ๆ 7 วัน

(3) อาการเปลือกนิ่ม อาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น อัลคาไลน์ในน้ำต่ำกว่า 80 พีพีเอ็ม น้ำขาดแร่ธาตุ เช่นแคลเซียม แมกนีเซียม หรืออาจเกิดจากอาหารที่กุ้งก้ามกรามกินมีธาตุอาหารน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคการเติบโตรายตัว (Individual Tagging)

เทคนิคการเติบโตรายตัว เป็นการทำตำหนิบนตัว (Marking) หรือการติดเครื่องหมาย (Tagging) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการศึกษาชีวประวัติ และพฤติกรรมของสัตว์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาทำความเข้าใจถึงความเป็นอยู่ แหล่งอาศัย การเคลื่อนที่หากิน หรือการอพยพตามฤดูกาล โดยจะสามารถนำข้อมูลมาพัฒนาเป็นเขตการควบคุมพื้นที่ทำการ ประมงในช่างฤดูสืบพันธุ์ หรือเขตอนุบาลตัวอ่อน ซึ่งโดยหลักการทั่วไปการติดเครื่องหมายต้องไม่ทำอันตรายต่อสัตว์ทั้งทางตรง คือทำให้สัตว์บาดเจ็บ และทางอ้อมคือทำให้สัตว์เคลื่อนที่ได้ช้าลงหรือทำให้ศัตรูมองเห็นตัวชัดเจนขึ้น

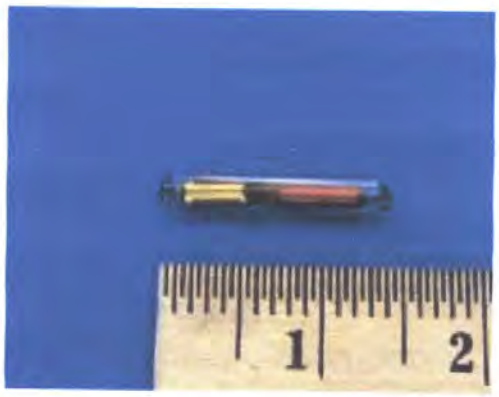
ระบบอาร์เอฟไอดี

อาร์เอฟไอดี หรือ RFID ย่อมาจากคำว่า "Radio Frequency Identification" ซึ่งหมายถึงเทคโนโลยีการระบุวัตถุโดยการรับส่งข้อมูลผ่านคลื่นความถี่วิทยุ

ระบบ RFID มีองค์ประกอบหลักอยู่ 2 ส่วน ส่วนแรกคือ ***ทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก*** *(Transponder or Tag)* ที่ใช้ติดกับวัสดุต่างๆ ที่เราต้องการ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้นๆ เอาไว้ ส่วนที่สองคือ ***เครื่องอ่าน/เขียนข้อมูลภายในแท็ก*** *(Interrogator or Reader)* ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

แท็กอาร์เอฟไอดีประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ไมโครชิพ (ภาพที่ 6) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและควบคุมการทำงานของแท็ก สายอากาศที่ทำหน้าที่รับส่งคลื่นความถี่วิทยุ และ บรรจุภัณฑ์ โดยทั่วไปตัวรูปร่างของแท็กมีหลายรูปแบบ เช่น กระดา แผนฟิล์ม พลาสติก บัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล และมีขนาดที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ Caceci *et al.* (1999) กล่าวว่าระบบการติด tag นั้นสามารถระบุสายพันธุ์แต่ละสายพันธุ์ได้ ทำให้เกิดความสะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดความสะดวกในการค้นพบ criteria เหล่านี้ โดยระบบนี้เราสามารถระบุตัวเลขเฉพาะที่กำหนดจากตัวอ่านค่าและเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลในคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความสามารถในการสังเกตความหลากหลาย และการวิเคราะห์ผลการสำรวจจะมีความสำคัญต่อการศึกษาในด้านอัตราการเติบโตและผลกระทบของยา เป็นต้น รวมทั้งยังสามารถใช้งานได้ในระยะเวลาที่ยาวนาน สามารถเอา tag ออกจากสัตว์ที่ตายแล้วนำมาใช้ใหม่ได้อีก

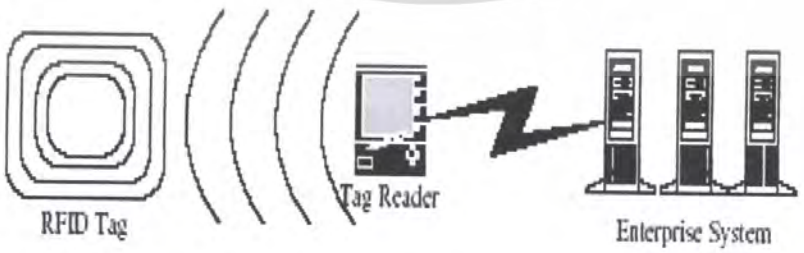
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ไมโครชิพ (Microchip)
ที่มา : http://www.pettracthai.com

ระบบการทำงานของอาร์เอฟไอดี

ระบบอาร์เอฟไอดีทำงานโดยมีเครื่องอ่านส่งคลื่นความถี่วิทยุออกไป และเมื่อมีแท็กอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นได้ แท็กจะทำงานและส่งข้อมูลกลับมายังเครื่องอ่าน ถ้าเปรียบเทียบกับระบบรหัสแท่ง (Barcode) โดยแท็ก RFID ก็คือฉลากรหัสแท่งที่ติดกับสินค้าและเครื่องอ่าน RFID ก็คือ เครื่องอ่านรหัสแท่ง (Scanner) โดยทั้งสองระบบมีข้อแตกต่างกันคือระบบรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ในการอ่าน ดังนั้นแท็กต้องอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกับเครื่องอ่าน และจะต้องไม่มีอะไรบดบังแท็ก ส่วนระบบ RFID (ภาพที่ 7) จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน-เขียน ส่วนจุดเด่นของระบบ RFID คือ เครื่องอ่านสามารถอ่านข้อมูลจากแท็กได้โดยไม่ต้องเห็นแท็กและแท็กไม่จำเป็นต้องอยู่ในแนวเส้นตรงกับเครื่องอ่านเพียงอยู่ในบริเวณที่สามารถรับคลื่นวิทยุได้และเครื่องอ่านแท็กในระบบRFID ยังสามารถอ่านข้อมูลจากหลายๆอันในเวลาเดียวกัน และมีระยะทางในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบรหัสแท่งอีกด้วย



ภาพที่ 7 A typical RFID system
ที่มา : Robert (2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

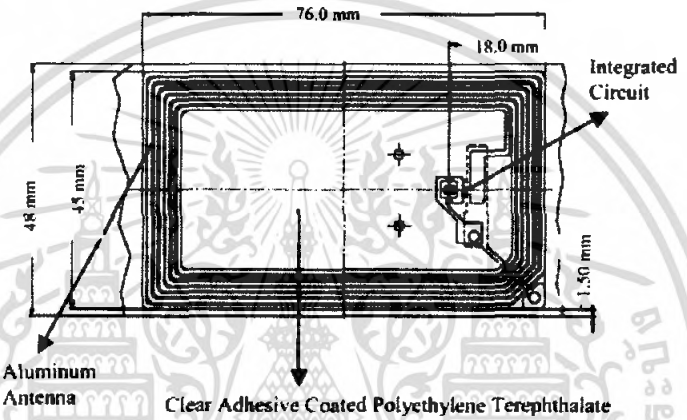
ความถี่คลื่นวิทยุระบบอาร์เอฟไอดี

คลื่นความถี่วิทยุเป็นตัวกลางในการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างชิพ RFID (RFID Tags) และเครื่องอ่าน (RFID Readers) การเลือกใช้ความถี่วิทยุที่ต่างกันจะส่งผลไปถึงระยะการส่งถ่ายข้อมูล ความเร็วในการส่งถ่าย เป็นต้น จึงเหมาะสมกับงานที่จะนำไปใช้ต่างๆกันไป

ปัจจุบันคลื่นความถี่ที่ใช้งานกันในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) แบ่งออกได้เป็น 4 ย่านหลักได้แก่

1) ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency : LH) โดยใช้ความถี่ต่ำกว่า 150 kHz (ภาพที่ 6)

2) ย่านความถี่สูง (High Frequency : HF) โดยใช้ความถี่13.56 MHz (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 13.56 MHz radio frequency identification (RFID) passive transponder.
ที่มา : Vorst *et al.* (2004)

3) ย่านความถี่สูงมาก (Ultra High Frequency : UHF) โดยใช้ความถี่ 860-930 MHz

4) ย่านความถี่ไมโครเวฟ (Microwave) โดยใช้ความถี่ 2.45 GHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
104656

ประโยชน์ของระบบอาร์เอฟไอดี

ระบบอาร์เอฟไอดีสามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภท โดยอาจแบ่งได้เป็น

(1) ระบบความปลอดภัยและควบคุมการเข้าออก (Security & Access control)

(2) ทดแทนระบบบรหัสแท่ง เช่น การคิดราคาสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต ผู้บริโภคสามารถนำรถรถเข็นหรือตะกร้าที่ใส่สินค้าที่ติดแท็กผ่านเครื่องอ่าน RFID เพียงครั้งเดียวก็สามารถคิดเงินสินค้าทุกชิ้นได้ทันที ทำให้ประหยัดเวลาและเพิ่มความสะดวกสบาย นอกจากนี้แท็ก RFID สามารถเก็บข้อมูลอื่นๆ ของสินค้าได้

(3) ห่วงโซ่อุปทานและระบบลอจิสติก โรงงานสามารถติดแท็ค RFID ไว้กับชิ้นงานเมื่อชิ้นงานผ่านสายพานขนสินค้าไปที่ไหนต่อ รวมถึงการจัดการสินค้าในคลังสินค้าว่ารับสินค้ามาเมื่อใด จะต้องเก็บไว้ที่ไหน จะส่งไปที่ไหนอย่างไรใครจะมารับ

(4) ระบบระบุและติดตามสัตว์ ใช้กับสัตว์เลี้ยง เช่นสุนัขและแมว โดยการฝังแท็ก RFID ไว้ใต้ผิวหนัง ซึ่งจะทำให้สามารถระบุที่อยู่และชื่อเจ้าของและประวัติสุขภาพของสัตว์ใช้ในการพัฒนาด้านปศุสัตว์ให้เป็นระบบฟาร์มอัจฉริยะ ทำให้สามารถเก็บประวัติสุขภาพของสัตว์ ข้อมูลสายพันธุ์ ข้อมูลการให้อาหารและทำให้สามารถควบคุมโรคติดต่อในสัตว์ และตรวจสอบย้อนกลับแหล่งที่มาของเนื้อสัตว์ (Feed Traceability) เพื่อตอบรับกับกฎระเบียบทางการค้าของสหรัฐอเมริกา และกลุ่มสหภาพยุโรป

(5) ระบบบัตรอิเล็กทรอนิกส์ เช่นบัตรทางด่วน บัตรโดยสารรถไฟฟ้าใต้ดิน บัตรประจำตัวประชาชนอิเล็กทรอนิกส์ หนังสือเดินทางอิเล็กทรอนิกส์

(6) ระบบห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ (e-Library) ในการยืมคืนอัตโนมัติ จึงทำให้ผู้ใช้บริการสะดวกสบายและรวดเร็ว

นอกจากนี้ Flint (2006) กล่าวว่าความสามารถของ RFID ที่มีต่อการส่งข้อมูล (Data) รวมทั้งระบบการป้องกัน เนื่องจากขนาดของมัน รวมทั้งราคาถูก อาจจะถูกนำมาใช้ เช่น ผู้ขนส่งอาจใช้ identichip เป็นส่วนหนึ่งของ Pet Passport Scheme และระบุตัวสัตว์แต่ละตัว โดยทั่วไปมีอายุอย่างน้อย 20 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1) กุ้งก้ามกรามเพศผู้ (ภาพที่ 9) ขนาด 30 กรัม จำนวน 108 ตัว อายุ 140 วัน มาจากฟาร์มกุ้งปัทมา อ.บางประกง จ.ฉะเชิงเทรา

ภาพที่ 9 กุ้งก้ามกรามเพศผู้

2) บ่อซีเมนต์ขนาด 1.25 x 4 x 1 เมตร^3 (ภาพที่ 10) จำนวน 4 บ่อ

ภาพที่ 10 บ่อที่ใช้ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) อาหารกุ้ง (ภาพที่ 11)

ภาพที่ 11 อาหารกุ้ง (ยี่ห้อสตาร์ฟีด เบอร์ 4)

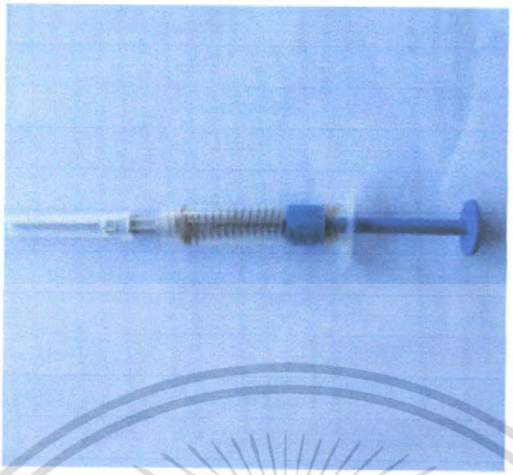
4) RFID Tags จำนวน 81 ตัว

5) เครื่องอ่านไมโครชิพ (ภาพที่ 12)

ภาพที่ 12 เครื่องอ่านรหัสไมโครชิพ (รุ่น HL-163U)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) กระบอกฉีดพร้อมเข็มสำหรับฝัง (ภาพที่ 13)



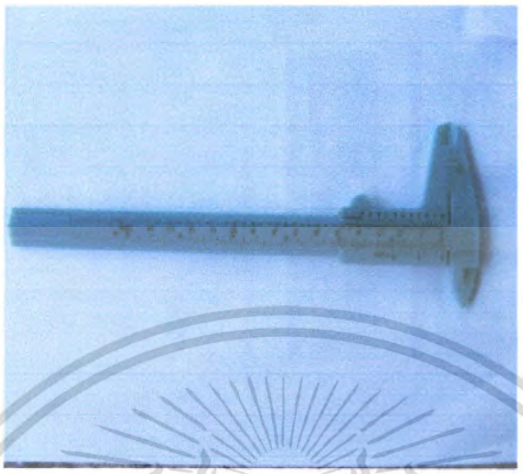
ภาพที่ 13 กระบอกฉีด (syringe) พร้อมเข็มสำหรับฝัง (implanter)

7) เครื่องชั่งน้ำหนัก (ภาพที่ 14)

ภาพที่ 14 เครื่องชั่ง (รุ่น NJW-1500)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) เวอร์เนียร์ (ภาพที่15)



ภาพที่ 15 เวอร์เนียร์

9) DO meter (ภาพที่16)

ภาพที่ 16 DO meter (ยี่ห้อ HANNA รุ่น HI 9143)

10) pH meter

11) ระบบเครื่องให้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Desige : CRD) โดยมีตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags และกลุ่มควบคุมเป็นชุดการทดลอง แบ่งการทดลองเป็น 4 ชุด

ชุดการทดลองที่ 1 กลุ่มที่ฝัง RFID Tags ที่ Anterior abdomen

ชุดการทดลองที่ 2 กลุ่มที่ฝัง RFID Tags ที่ Abdominal ventral

ชุดการทดลองที่ 3 กลุ่มที่ฝัง RFID Tags ที่ Posterior abdomen

ชุดการทดลองที่ 4 กลุ่มควบคุม

ภาพที่ 17 ตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง ในกุ้งก้ามกราม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. เตรียมบ่อขนาด 5 ตร.ม.จำนวน 4 บ่อ
2. เตรียมน้ำ ให้มีความลึกบ่อละ 80 ซม. ทุกบ่อ
3. นำกุ้งก้ามกรามที่คัดไว้แล้ว จำนวน 81 ตัว โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 27 ตัว
4. ใช้กระบอกฉีด (syringe) พร้อมเข็มสำหรับฝัง (implanter) ทำการฝัง RFID Tags ในกุ้งก้ามกราม ตำแหน่งที่ 1 ตำแหน่งที่ 2 และ ตำแหน่งที่ 3 (ภาพที่ 17) จำนวนตำแหน่งละ 27 ตัว แล้วบันทึกรหัสโดยใช้เครื่องอ่านรหัสไมโครชิพ
5. นำกุ้งที่ฝัง RFID Tags แล้ว ไปใส่ไว้ในบ่อพัก เป็นระยะเวลา 30 วัน เพื่อให้บาดแผลหายเป็นปกติ
6. เมื่อเวลาผ่านไป 30 วัน ทำการบันทึกข้อมูลก่อนทำการทดลอง โดยนำเครื่องอ่านรหัสไมโครชิพมาอ่านรหัสของกุ้งที่ฝัง RFID Tags ทุกตัว รวมทั้งชั่งน้ำหนักและวัดความยาว ส่วนเปลือกหุ้มหัว เป็นรายตัว ซึ่งจะต้องแยกกุ้งที่ฝัง RFID Tags แต่ละตำแหน่งออกจากกัน หลังจากนั้นก็ทำการบันทึกน้ำหนักและความยาวกลุ่มควบคุม (ไม่ได้ฝัง RFID Tags) จำนวน 27 ตัว
7. เลี้ยงกุ้งที่ความหนาแน่น 5.5 ตัว/ตร.ม. โดยนำกุ้งไปใส่ในบ่อเลี้ยง ทั้ง 4 บ่อ บ่อละ 27 ตัว ซึ่งแบ่งเป็น บ่อที่ใช้เลี้ยงกุ้งที่ฝัง RFID Tags 3 บ่อ (ตำแหน่งละบ่อ) และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (กลุ่มควบคุม) 1 บ่อ พร้อมทั้งเปิดเครื่องให้ออกซิเจนตลอด 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 18)

ภาพที่ 18 บ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม พร้อมทั้งเปิดให้ออกซิเจน

8. ให้อาหารเม็ดจมน้ำ (ภาพที่ 19) ปริมาณ 2.5 % ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน โดยแบ่งให้วันละ 2 มื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 19 อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้ง

9. ตรวจดูกุ้งทุกวัน (ภาพที่20) ถ้ากุ้งตายก็นำออกมา แล้วบันทึก

ภาพที่ 20 ปิดเครื่องให้ออกซิเจนชั่วคราว เพื่อตรวจดูกุ้ง

10. ดูดตะกอนทุกๆ 7 วัน ให้น้ำลดลงไปประมาณ 5 ซม. หลังจากนั้นก็เติมน้ำให้มีปริมาตรเท่าเดิม

11. เมื่อครบ 33 วัน ก็นำกุ้งมาชั่ง (ภาพที่ 21) และวัด (ภาพที่ 22) เพื่อเป็นข้อมูลหลังทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 21 การชั่งน้ำหนักกุ้งก้ามกราม

ภาพที่ 22 การวัดความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกข้อมูล

การบันทึกข้อมูลสำหรับการทดลองนี้ จะทำการบันทึกน้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัว 2 ครั้ง คือ ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบอัตราการเติบโตของกุ้งก้ามกราม โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ spss for window version 10.0

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด อาคารเจ้าคุณทหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่ พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 ถึง กุมพาพันธ์ พ.ศ. 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

หลังจากฝัง RFID Tags ในกุ้งก้ามกราม (*M. rosenbergii*) 3 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่ง Anterior abdomen, Abdominal ventral และ Posterior abdomen แล้วพักกุ้งไว้นาน 30 วัน เพื่อให้แผลหายเป็นปกติ พบว่ากุ้งก้ามกรามบางส่วนมีการตาย ซึ่งสาเหตุการตายที่พบส่วนมากมาจากการติดเชื้อโรคที่ปนเปื้อนมากับเข็มที่ใช้สำหรับฉีด Tags เข้าไป โดยเฉพาะตำแหน่ง Posterior abdomen (ภาพที่ 23) โดยส่วนหางจะเน่า กลายเป็นสีส้มแดง ซึ่งกุ้งบางตัวที่อ่อนแอก็จะตายไป หรือบางตัวก็จะอยู่ในสภาพหางกุดและก้ามคดงอ (ภาพที่ 24) และหลังจากกุ้งลอกคราบเสร็จเปลือกจะนิ่มจึงมักถูกกุ้งก้ามกรามตัวอื่นกินแล้วก็ตายไป (ภาพที่ 25)

ภาพที่ 23 การติดเชื้อโรคที่ปนเปื้อนมากับเข็มที่ใช้สำหรับฉีด Tags เข้าไป ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen

ภาพที่ 24 กุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen ที่มีอาการหางกุดและก้ามคดงอ

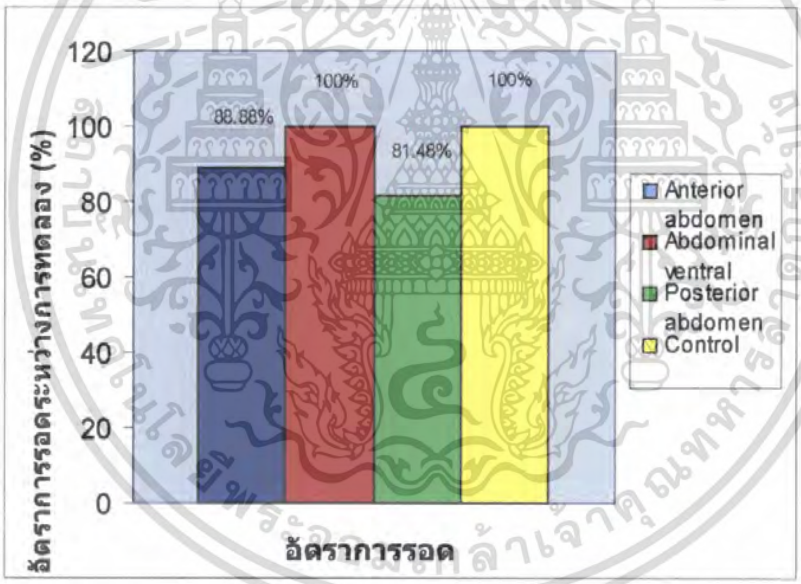
ภาพที่ 25 กุ้งก้ามกรามลอกคราบ แล้วถูกกุ้งก้ามกรามตัวอื่นกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อพักกุ้งก้ามกรามครบ 30 วันแล้ว ก็นำกุ้งก้ามกรามแต่ละกลุ่มมาทำการทดลองเปรียบเทียบอัตราการรอด อัตราการเติบโต และ อัตราการแลกเนื้อ ได้ผลการทดลองดังนี้

1. อัตราการรอด

จากการนำกุ้งก้ามกรามมาเลี้ยงที่ความหนาแน่น 5.5 ตัว/ตารางเมตร ที่ได้รับการฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง คือตำแหน่ง Anterior abdomen , Abdominal ventral , Posterior abdomen และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) มาเปรียบเทียบกันเป็นระยะเวลา 33 วัน พบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันคือทั้งกลุ่มที่ 2 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Abdominal ventral และกลุ่มที่ 4 (Control) มีอัตราการรอด 100% ส่วนกลุ่มที่ 1 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Anterior abdomen มีอัตราการรอด 88.88% (ตายไป 3 ตัว) และกลุ่มที่ 3 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen มีอัตราการรอด 81.48 % (ตายไป 5 ตัว) (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control)

จากผลการทดลองกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Posterior abdomen อัตราการรอดน้อยที่สุด น่าจะมีสาเหตุมาจากตำแหน่งทางด้าน abdomen มีส่วนของลำไส้ ซึ่งเป็นระบบทางเดินอาหาร จึงสามารถเป็นไปได้ว่า Tag อาจจะไปขวางทางเดินอาหาร โดยเฉพาะบริเวณส่วนหาง ซึ่งเป็นบริเวณที่แคบกว่ากลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่งอื่น จึงมีโอกาสสูงที่ Tag อาจจะไปขวางทางเดินอาหาร ทำให้สารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างไม่สะดวก ส่งผลให้กุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่อนแอและตายในที่สุด ส่วนกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Abdominal ventral มีอัตราการรอดมากที่สุด อาจจะเป็นเพราะเป็นบริเวณที่อยู่ห่างระบบไหลเวียนโลหิตและระบบทางเดินอาหาร จึงไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการรอดตาย

2. อัตราการเติบโต

2.1) น้ำหนัก

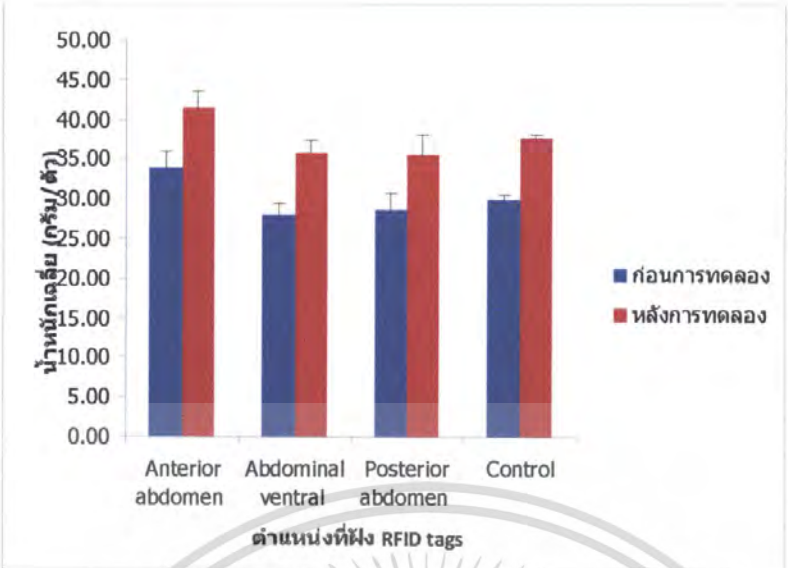
น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามก่อนการทดลองและหลังการทดลอง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Anterior abdomen ซึ่งก่อนทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 33.78±2.12 กรัม และหลังการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 41.34±2.11 กรัม (ตารางที่ 2, ภาพที่ 27) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.565 กรัม (ภาพที่ 28) กลุ่มที่ 2 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Abdominal ventral ซึ่งก่อนทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 27.99±1.46 กรัม และหลังการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 35.73±1.65 กรัม (ตารางที่ 2, ภาพที่ 27) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.73 กรัม (ภาพที่ 28) กลุ่มที่ 3 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen ซึ่งก่อนทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 28.53±2.19 กรัมและหลังการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 35.58±2.41 กรัม (ตารางที่ 2,ภาพที่ 27) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.054 กรัม (ภาพที่ 28) และกลุ่มที่ 4 (Control) ซึ่งก่อนทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 29.78±0.62 กรัม และหลังการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 37.56±0.41 กรัม (ตารางที่ 2, ภาพที่ 27) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 7.78 กรัม (ภาพที่ 28)

ตารางที่ 2 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

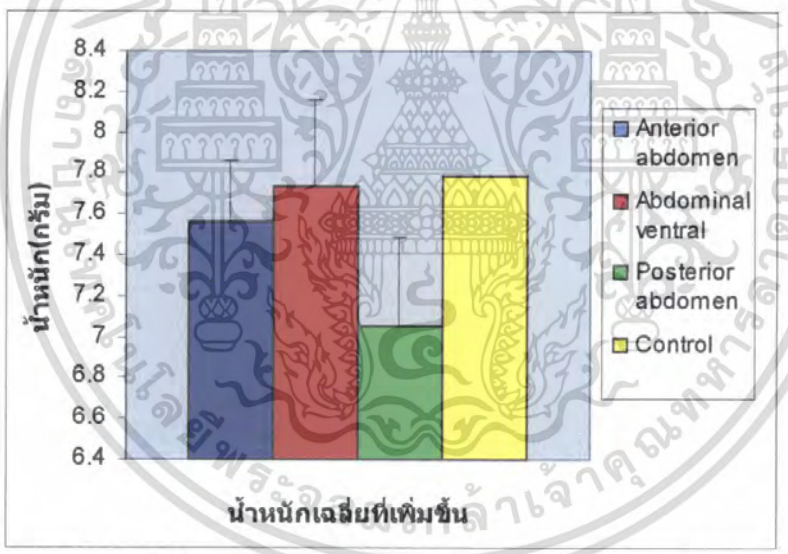
เวลา	ตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags			
	Anterior abdomen (ส่วนหลัง)	Abdominal ventral (ส่วนท้อง)	Posterior abdomen (ส่วนหาง)	Control (ไม่ฝัง Tags)
ก่อนการทดลอง	33.78±2.12[a]	27.99±1.46[a]	28.53±2.19[a]	29.78±0.62[a]
หลังการทดลอง	41.34±2.11[b]	35.73±1.65[b]	35.58±2.41[b]	37.56±0.41[b]

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง



ภาพที่ 28 น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง

2.2) ความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัว(carapace)

ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวของกุ้งก้ามกรามก่อนการทดลองและหลังการทดลอง มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ 1 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Anterior abdomen ซึ่งก่อนทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 3.64±0.09 ซม.และหลังการทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 4.23±0.09 ซม. (ตารางที่ 3, ภาพที่ 29) โดยมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวพิ่มขึ้น 5.91 มม. (ภาพที่ 30) กลุ่มที่ 2 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Abdominal ventral ซึ่งก่อนทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 3.41±0.08 ซม.และหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

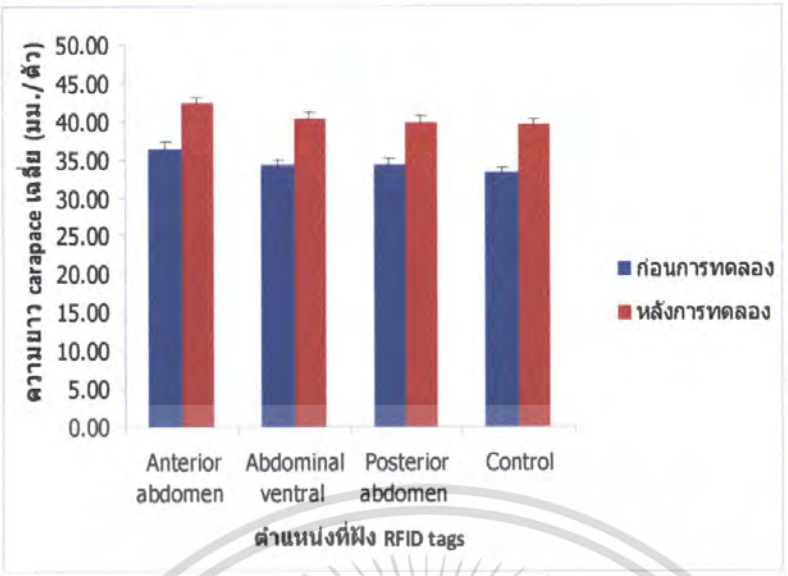
การทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 4.03±0.10 ซม.(ตารางที่ 3, ภาพที่ 29) โดยมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวเพิ่มขึ้น 6.18 มม. (ภาพที่ 30) กลุ่มที่ 3 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen ซึ่งก่อนทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 3.43±0.09 ซม.และหลังการทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 3.96±0.10 ซม. (ตารางที่ 3, ภาพที่ 29) โดยมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวเพิ่มขึ้น 5.31 มม. (ภาพที่ 30) และกลุ่มที่ 4 (Control) ซึ่งก่อนทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 3.32±0.08 ซม.และหลังการทดลองมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัว 3.94±0.07 ซม. (ตารางที่ 3, ภาพที่ 29) โดยมีความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวเพิ่มขึ้น 6.25 มม. (ภาพที่ 30)

ตารางที่ 3 ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

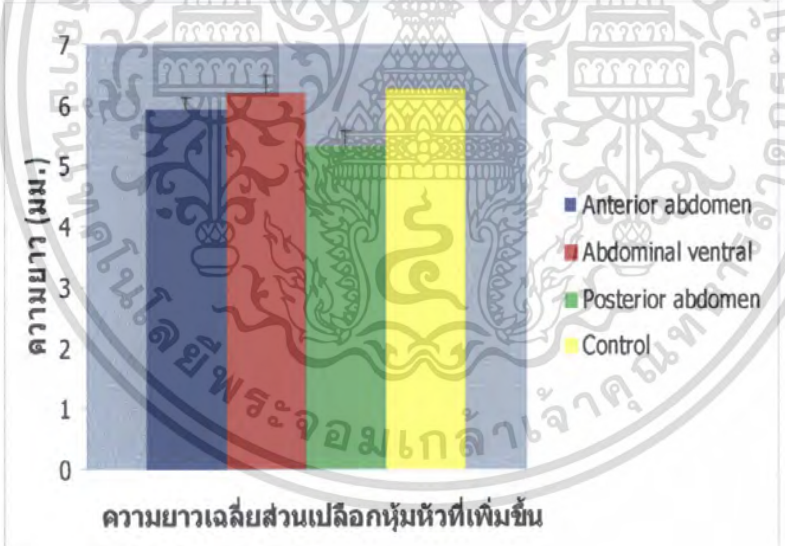
เวลา	ตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags			
	Anterior abdomen (ส่วนหลัง)	Abdominal ventral (ส่วนท้อง)	Posterior abdomen (ส่วนหาง)	Control (ไม่ติด Tag)
ก่อนการทดลอง	3.64±0.09[a]	3.41±0.08[a]	3.43±0.09[a]	3.32±0.08[a]
หลังการทดลอง	4.23±0.09[b]	4.03±0.10[b]	3.96±0.10[b]	3.94±0.07[b]

* ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 29 ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control) ทั้งก่อนและหลังการทดลอง



ภาพที่ 30 ความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง

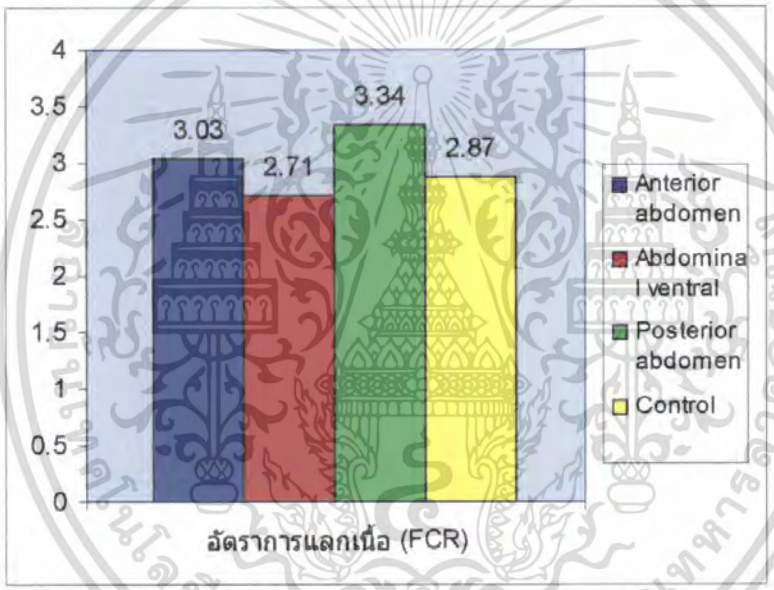
จากผลการทดลองกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Posterior abdomen มีอัตราการเติบโตที่วัดจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด น่าจะมีสาเหตุมาจากตำแหน่งทางด้าน abdomen มีส่วนของลำไส้ ซึ่งเป็นระบบทางเดินอาหาร จึงสามารถเป็นไปได้ว่า Tag อาจจะไปขวางทางเดินอาหาร โดยเฉพาะบริเวณส่วนหาง ซึ่งเป็นบริเวณที่แคบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่ากลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่งอื่น จึงมีโอกาสสูงที่ Tag อาจจะไปขวางทางเดินอาหาร ทำให้สารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างไม่สะดวก ส่งผลให้กุ้งโตช้า ส่วนกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Abdominal ventral มีอัตราการเติบโตสูงกว่ากลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่งอื่นๆ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจจะเป็นเพราะเป็นบริเวณที่อยู่ห่างระบบทางเดินอาหาร จึงไม่ทำให้กุ้งก้ามกรามขาดสารอาหาร ส่งผลให้อัตราการเติบโตเป็นปกติ

3. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

กลุ่มที่ 1 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Anterior abdomen มีค่า FCR 3.03 กลุ่มที่ 2 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Abdominal ventral มีค่า FCR 2.71 กลุ่มที่ 3 ที่ฝัง RFID Tags ที่ตำแหน่ง Posterior abdomen มีค่า FCR 3.34 และกลุ่มที่ 4 (Control) มีค่า FCR 2.87 (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 อัตราการแลกเนื้อ(FCR) ของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง และที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags (control)

จากผลการทดลองกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Posterior abdomen อัตราการแลกเนื้อ (FCR) สูงที่สุด เนื่องจากกุ้งโตช้ากว่ากลุ่มอื่น น่าจะมีสาเหตุมาจากตำแหน่งทางด้าน abdomen มีส่วนของลำไส้ ซึ่งเป็นทางเดินอาหาร จึงสามารถเป็นไปได้ว่า Tag อาจจะไปขวางทางเดินอาหาร โดยเฉพาะบริเวณส่วนหาง ซึ่งเป็นบริเวณที่แคบกว่ากลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่งอื่น จึงมีโอกาสสูงที่ Tag อาจจะไปขวางทางเดินอาหาร ทำให้สารอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างไม่สะดวก ส่งผลให้กุ้งโตช้า และอัตราการแลกเนื้อก็จะสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าค่า FCR ยิ่งสูง อัตราการใช้อาหารเพื่อเปลี่ยนไปเป็นเนื้อก็จะยิ่งมีค่ามาก แสดงว่าจะเป็นการสิ้นเปลืองอาหารมากนั่นเอง ดังนั้นค่า FCR ยิ่งมีค่าน้อย ยิ่งดี ซึ่งกลุ่มที่ใช้อาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุดเพื่อเปลี่ยนไปเป็นเนื้อก็คือ กลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Abdominal ventral มีอัตราการแลกเนื้อ (FCR) สูงกว่ากลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่งอื่นๆและเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจจะเป็นเพราะเป็นบริเวณที่อยู่ห่างระบบทางเดินอาหาร จึงไม่ทำให้กุ้งก้ามกรามขาดสารอาหาร ส่งผลให้อัตราการแลกเนื้อ (FCR) มีค่าปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

อัตราการรอด อัตราการเติบโตของกุ้งก้ามกรามที่วัดจากน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น และความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ทั้ง 3 ตำแหน่ง มีค่าแตกต่างกันคือ ตำแหน่ง Abdominal ventral มีอัตรารอดมากที่สุดคือ 100% รวมทั้งมีน้ำหนักเฉลี่ยและความยาวเฉลี่ยส่วนเปลือกหุ้มหัวเพิ่มขึ้นมากที่สุด

อัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Abdominal ventral มีค่า FCR น้อยที่สุด แสดงว่ามีการใช้อาหารเพื่อเปลี่ยนไปเป็นเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพดีที่สุด

ดังนั้นตำแหน่งที่ฝัง RFID Tags ในตัวสัตว์นั้นมีความสำคัญ ซึ่งการฝังบริเวณตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม อาจจะส่งผลเสียต่อตัวสัตว์ได้ ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่เราต้องการคาดเคลื่อนมากเกินไป โดยผลการทดลองมีแนวโน้มให้เห็นว่าการฝัง RFID Tagsในกุ้งก้ามกรามที่ตำแหน่ง Abdominal ventral น่าจะเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เพราะเมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับกลุ่ม (Control) ที่ไม่ได้ฝัง RFID Tags จะเห็นได้ว่าไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจนต่ออัตราการรอด อัตราการเติบโตและอัตราการแลกเนื้อ (FCR) เพราะฉะนั้นน่าจะเป็นการสมควรที่นำเทคโนโลยี RFID Tags ฝังในกุ้งก้ามกรามที่ตำแหน่ง Abdominal ventral เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

การเจริญเติบโตและการลอกคราบ. Invertebrates ZoologyorFisheries. [Online]. Available: http://www.ethaidesign.com

การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม.สารานุกรมไทยฉบับเยาวชน เล่มที่ 13. [Online]. Available: http://kanchanapisek.or.th/cgi-bin/show.2cgi/kp/6BOOK/13pictures/s252-13

การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนา.[Online]. Available: http://www.kungthai.com/shrimp.3html

ภาพไมโครชิพ. [Online]. Available: http://www.pettracthai.com

สมพงษ์ สุวรรณทศ .2546. กลวิธีการเพาะและอนุบาลกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย.วารสารการประมง ปีที่ 56 ฉบับที่ 3 เดือน พฤษภาคม ถึง เดือน มิถุนายน .หน้า 207-225.

Caceci, T., S.A. Smith., T.E. Toth., R.B. Duncan. and S.C. Walker. 1999. Identification of individual prawns with implanted microchip transponders. *Aquaculture*. 180: 41-51

Chen, s. and J.Chen. 2003. Effects of pH on survival, growth, molting and feeding of giant fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*.. 218: 613-623.

David, F. 2006. RFID tags, security and the individual. *computerlaw & securityreport*. 22:165-168.

Mallasen, M. and Valenti, W.C. 2006. Effect of nitrite on larval development of giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 261 :1292-1298.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Manush, S.M., A.K. Pal., T. Das and S.C. Mukherjee.2006. The influence of temperatures ranging from 25 to36 C on Developmental rates, morphometrics and survival of freshwater Prawn *(Macrobrachium rosenbergii)* embryos. *Aquaculture*. 256: 529-536.

Roberts, C.M. 2006. Radio frequency identication (RFID) . *computers & security.* 25: 18-26.

Vorst, K.L., R.H. Clarke., C.P. Allison and A.M. Booren. 2004. A research note on radio frequency transponder effects on bloom of beef muscle. *Meat Science.* 67: 179-182.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกราม กลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Anterior abdomen

Tags number	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	ความยาวก่อน(cm)	ความยาวหลัง (cm)
2748-6900-0490	54.75	60.5	4.2	4.6
2748-6900-0282	47.1	53.7	4.1	4.6
2748-6900-0507	45.8	51.65	4.4	4.8
2748-6900-0493	46	53.85	4.1	4.7
2748-6900-0463	38.4	44.4	3.8	4.3
2748-6900-0511	44.7	55.4	4.1	4.8
2748-6900-0284	46.2	55.8	4	4.7
2748-6900-0482	44.4	51.5	3.9	4.5
2748-6900-0327	39.6	47.5	3.8	4.4
2748-6900-0504	28.85	36.05	3.7	4.3
2748-6900-0310	29.75	36.05	3.4	4
2748-6900-0288	33.2	39.3	3.7	4.3
2748-6900-0272	34.5	45.5	3.6	4.4
2748-6900-0328	21.65	30.9	3.2	3.9
2748-6900-0209	28.9	36.4	3.5	4.1
2748-6900-0492	27.1	35.8	3.4	4.1
2748-6900-0247	24.45	31.6	3.2	3.8
2748-6900-0232	29.3	37	3.7	4.2
2748-6900-0483	22	29.95	3.2	3.8
2748-6900-0319	22.5	29.55	2.8	3.3
2748-6900-0458	18.55	26.5	3.1	3.7
2748-6900-0315	26.15	34.35	3.4	4.1
2748-6900-0325	20.05	26.15	2.9	3.4
2748-6900-0304	36.75	42.82	4.1	4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกรามกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Abdominal ventral

Tags number	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	ความยาวก่อน (cm)	ความยาวหลัง (cm)
2748-6900-0514	17.45	23.95	3.1	3.6
2748-6900-0352	26.9	33.35	3.2	3.7
2748-6900-0450	25.6	32.3	3.3	3.9
2748-6900-0532	24.65	32.6	3.2	3.8
2748-6900-0523	26.6	38.35	3.3	4.1
2748-6900-0544	27.65	36.4	3.3	4
2748-6900-0530	36.9	43.65	3.8	4.3
2748-6900-0517	49.35	55.45	4.3	4.8
2748-6900-0534	35.4	44.6	3.9	4.6
2748-6900-0353	40.65	54.85	4.1	5.1
2748-6900-0535	28.95	40.3	3.8	4.8
2748-6900-0521	34.41	41	3.8	4.3
2748-6900-0355	34.6	46.4	3.8	4.7
2748-6900-0363	25.4	32.1	3.3	3.8
2748-6900-0359	31.05	41.1	3.8	4.6
2748-6900-0540	37	43.45	3.9	4.5
2748-6900-0524	20.05	26.75	3.1	3.6
2748-6900-0367	26.5	32.6	3.3	3.8
2748-6900-0366	26.2	32.55	2.8	3.3
2748-6900-0356	26.9	33.75	3.5	4.1
2748-6900-0368	20.25	26.65	3.1	3.6
2748-6900-0549	28.8	35.3	3.5	4.1
2748-6900-0354	25.9	31.9	3.3	3.8
2748-6900-0362	16.25	24.3	2.8	3.5
2748-6900-0545	22.95	29.05	3	3.5
2748-6900-0528	19.2	25.5	2.9	3.4
2748-6900-0512	20.2	26.4	3	3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกรามกลุ่มที่ฝัง RFID Tags ตำแหน่ง Posterior abdomen

Tags number	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	ความยาวก่อน (cm)	ความยาวหลัง (cm)
2748-6900-0420	29.95	36.6	3.4	3.9
2748-6900-0422	25.4	35.5	3.4	4.1
2748-6900-0373	48.6	58.05	4.3	4.8
2748-6900-0410	48.1	58.65	4.3	5
2748-6900-0432	22.35	28.6	3.2	3.7
2748-6900-401	37.6	50.05	3.9	4.7
2748-6900-0423	47.6	52.85	4	4.4
2748-6900-0425	27.5	33.6	3.4	3.8
2748-6900-0383	45.3	51.65	4	4.5
2748-6900-0397	28.5	34.45	3.5	4
2748-6900-0402	24.7	34.85	3.5	4.2
2748-6900-0386	32.35	39.05	3.6	4.1
2748-6900-0424	23.9	29.75	3.3	3.8
2748-6900-0396	21.15	26.45	3.1	3.5
2748-6900-0412	20.7	26	3	3.4
2748-6900-0431	18.7	24.35	3.1	3.5
2748-6900-0384	20.95	27.4	3	3.5
2748-6900-0391	24.9	30.6	3.2	3.7
2748-6900-0400	19.95	26.2	3	3.7
2748-6900-0370	22.7	29.75	3.3	3.9
2748-6900-0414	16.9	22.7	3	3.5
2748-6900-0404	19.75	25.65	3	3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักและความยาวส่วนเปลือกหุ้มหัวก่อนและหลังการทดลองของกุ้งก้ามกราม กลุ่ม (control) ที่ไม่ฝัง RFID Tags

น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	ความยาวก่อน (cm)	ความยาวหลัง (cm)
29.2	45.6	2.6	3.7
29.35	37.35	3.1	3.8
27.9	42.6	3.3	4.2
35.35	35.95	3.9	3.9
28.4	36.05	3.7	3.7
28.4	36.25	3.7	3.6
27	38.5	3.3	4.2
28.9	39.7	3	4
29.95	38.8	3.6	3.9
29.5	36.15	3.4	3.6
29.5	36.2	3.6	3.7
30.3	37.8	2.1	3.9
25.25	37.3	2.8	4.6
25.25	37.3	3.3	4.3
30.15	37.2	3.4	4.4
42.55	36.9	4	4.2
26.55	37.65	3.3	2.7
30.75	36.75	3.5	3.6
29	36.25	3.5	4.1
29.55	36.75	3.3	4
32.3	37.8	3.8	4.7
30.2	35.8	3.3	3.9
28.5	35.6	3	4.1
29.8	36.4	3	3.8
30.05	37.39	3	3.7
30.85	37.15	3.3	4.2
29.5	36.9	3.8	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้