

การใช้สาหร่ายขนนก (*Caulerpa sertulaeioides*)
เพื่อกระตุ้นการลอกคราบของปูหิน
Usage of Green Feather Algae (*Caulerpa sertulaeioides*)
for MoltInducing in Spiny Rock Crab (*Thalamita crenata*)

วรวุฒิ เกิดปราง
 Worawut Koedprang

สาขาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

บทคัดย่อ

การศึกษาการกระตุ้นการลอกคราบของปูหินด้วยสาหร่ายขนนก โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุดการทดลอง คือ ปลาข้างเหลืองสด และปลาข้างเหลืองสดเสริมด้วยสาหร่ายขนนก ชุดการทดลองละ 25 ตัวทำการทดลอง 4 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างกัน ให้อาหารปูหินวันละครั้งเป็นระยะเวลา 1 เดือน ในแต่ละครั้งทำการทดลอง อัตราการลอกคราบของปูที่เลี้ยงด้วย ปลาข้างเหลืองสดและปลาข้างเหลืองสดเสริมด้วยสาหร่ายขนนก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 0.00 และ 48.00±19.87 ตามลำดับ อัตราการตายของปูที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดและปลาข้างเหลืองสดเสริมด้วยสาหร่ายขนนก เฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 32.00±4.62 และ 21.00±2.00ตามลำดับ เมื่อทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดการทดลองด้วยสถิติไค-สแควร์ พบว่า อัตราการลอกคราบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ส่วนอัตราการตายไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

คำสำคัญ : ปูหิน, ปูน้ำม, การกระตุ้นการลอกคราบ, สาหร่ายขนนก

Abstract

Molt inducing of Spiny Rock crab (*Thalamita crenata*) by Green Feather algae (*Caulerpa sertalaeioides*) was studied. The experiments were divided into two groups with 25 crabs in each group. There were done with four different times. The crabs were fed with fresh fish meat (*Bigeye seaperch ; Lutjanus lutjanus*) once a day in both control and treatment groups, while in the treatment group were supplemented with Green Feather algae during a month. The molting rates in control and treatment groups were 0.00 and 48.00±19.87 percent respectively. The mortality rates were 32.00±4.62 and 21.00±2.00 percent respectively. There were significant difference between groups ($P < 0.01$) in molting rate while, not significant difference between groups ($P > 0.05$) in mortality rate.

Keywords : Spiny rock crab (*Thalamita crenata*), Soft-shell crab, Molt inducing, Green Feather algae, *Caulerpa sertalaeioides*

คำนำ

การผลิตปูนิ่มจากปูหิน (Spiny rock crab ; *Thalamita crenata* Latreille, 1829) ได้มีการศึกษาโดยการนำปูหินที่จับได้จากธรรมชาติมาเลี้ยงเพื่อผลิตเป็นปูนิ่ม และพบว่าปูหินสามารถนำมาผลิตเป็นปูนิ่มและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ปูหินที่นำมาเลี้ยงมีอัตราการลอกคราบที่ต่ำ (Koedpranget *et al.*, 2009) เนื่องจากปูที่นำมาเลี้ยงเป็นปูที่มีอายุมากทำให้มีอัตราการลอกคราบที่ช้า ต่อมาได้มีการศึกษาการกระตุ้นการลอกคราบด้วยการหักกระยางค์ พบว่าการใช้วิธีการหักก้ามและขาเดินเหลือขาไว้เพียงสองคู่สุดท้ายสามารถกระตุ้นให้ปูหินลอกคราบได้มากกว่าการหักก้ามเพียงอย่างเดียว และไม่หักกระยางค์ นอกจากนี้การใช้วิธีการหักกระยางค์ร่วมกับการผสมสารโคโคซานในอาหารสามารถช่วยกระตุ้นการลอกคราบของปูหินให้สูงขึ้น (Koedprang and Songrak, 2011) แต่อย่างไรก็ตามผลผลิตปูนิ่มจากปูหินในแต่ละครั้งก็มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปัจจัยหลาย ๆ ด้าน เช่น อายุของปูหิน อาหาร รวมถึงสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงในสภาพธรรมชาติ ตามแพะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล ถึงแม้จะมีการกระตุ้นด้วยการหักกระยางค์และผสมสารโคโคซานเพื่อกระตุ้นการลอกคราบก็ตาม โดยเฉพาะกระแสน้ำอาจมีผลให้การใช้สารโคโคซานไม่ได้ผลดีนัก เนื่องจากโคโคซานที่ใช้มีลักษณะเป็นสารละลาย นำมาคลุกผสมกับเนื้อปลาสดเพื่อให้ดูดซึมเข้าไปในเนื้อปลาและนำมาเป็นอาหารของปู และกว่าปูจะกินอาหารหรือกินอาหารผสมสารโคโคซานที่ซึ่มอยู่ในเนื้อปลาอาจถูกน้ำละลายออกไปทำให้ปูได้รับสารโคโคซานได้เพียงบางส่วนหรือไม่ได้รับเลยหากถูกน้ำละลายออกมาหมด โดยเฉพาะในสภาพที่มีกระแสน้ำแรง

ในต่างประเทศได้มีการนำสาหร่ายทะเลชนิดต่าง ๆ มาเป็นส่วนผสมในอาหารของสัตว์น้ำพวกกุ้งและปู ได้แก่ สาหร่าย *Kappaphycus alvarezii*, *Sargassum* sp., *Garcilaria heteroclada*, *Caulerpa sertularioides*, *Ulva clathrata*, *Macrocystis pyrifera* และ *Enteromorpha* sp. เป็นต้น (Cruz-Suárez *et al.*, 2008) และพบว่ามีผลให้การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำสูงขึ้น เช่น Porchas-Cornejo *et al.* (1999) ใช้สาหร่ายขนนก (*C. sertularioides*) เลี้ยงกุ้ง Yellowleg shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) และ Cruz-Suárez *et al.* (2000) ใช้สาหร่าย *Macrocystis pyrifera* ในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เนื่องจากสาหร่ายเหล่านี้มีคุณค่าทางอาหาร เช่น สาหร่ายสีเขียวมีโปรตีน 7-29 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.5-4 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 13-36 เปอร์เซ็นต์ และเยื่อใย 3-6 เปอร์เซ็นต์ (Hashim and Mat-Saat, 1992; Wahbeh, 1997) รวมทั้งเป็นแหล่งของกรดไขมันที่จำเป็นโดยเฉพาะกรดไขมันโอเมก้า-3 คือ EPA; Eicosapentaenoic และ DHA; Docosahexaenoic (Ackman, 1981) ซึ่งกรดไขมันจำเป็นมีส่วนสำคัญในการสร้างฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับความดันโลหิต ระบบสืบพันธุ์ เป็นตัวกำเนิดฮอร์โมนที่สร้างเม็ดเลือดและโปรตีนที่สร้างภูมิคุ้มกันต้านโรค มีผลต่อผนังเซลล์ การยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ มีผลต่อระยะเวลาการลอกคราบของกุ้ง กุ้งสามารถนำไปสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การลอกคราบ และสร้างวิตามิน D และเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ชั้นล่างด้วย (Narumon and Kanit, 1999: online) การศึกษาการเพิ่มปริมาณกรดไขมันจำเป็นในอาหารปูทะเล (*Scylla serrata*) ระยะ juvenile โดย Sheen and Wu (1999) พบว่าสามารถเพิ่มอัตราการลอกคราบและน้ำหนักของปูเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่มีไขมันผสมอยู่เลย

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้านี้ได้ทดลองใช้สาหร่ายขนนก (*C. sertulaeoides*) ซึ่งเป็นสาหร่ายทะเลที่มีทาลัสส์สีเขียวสด มีส่วนที่แตกแขนงจากสโตนตรงขึ้นเหนือพื้นลักษณะเหมือนขนนก ส่วนโคนมีก้านสั้น ๆ ปลายกลมมนหรือมีติ่งแหลมเล็ก ๆ ขึ้นเป็นกระจุก (Lewmanomont and Ogawa, 1995) และสามารถพบได้ในธรรมชาติ เป็นอาหารเสริมกระตุ้นการลอกคราบของปูหิน เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตปุ๋ยมังกรจากปูหินที่มีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำตะกร้าที่มีขนาด 10 x 20 x 10 เซนติเมตร ผูกติดกับท่อพีวีซี โดยเรียงเป็นชุด ๆ ละ 25 ใบ ใช้ตะกร้าจำนวน 2 ชุด นำไปแขวนไว้กับกระชังเลี้ยงปลาบริเวณปากคลองสีเกา อำเภอสีเกา จังหวัดตรัง โดยมีความลึกของน้ำในตะกร้า ประมาณ 8 เซนติเมตร ใช้ตาข่ายพรางแสงคลุม เลือกปูหินเฉพาะเพศผู้ ขนาดใกล้เคียงกัน ความกว้างกระดองประมาณ 5-6 เซนติเมตร นำมาห้ก้ามทั้ง 2 ข้าง แล้วพักไว้ในบ่อ 1-2 วันเพื่อลดอัตราการตาย ทำการสุ่มปูเป็น 2 ชุดการทดลอง ๆ ละ 25 ตัว แต่ละชุดการทดลองดำเนินการดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสด

ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดและเสริมสาหร่ายขนนก

นำปูแต่ละชุดการทดลอง ใส่ในตะกร้าเลี้ยงปู ตะกร้าละตัว โดยจะใช้ปลาข้างเหลืองสดหันเป็นขึ้นให้ปูกินวันละ 1 มื้อในตอนเย็นของทุกวัน ปริมาณในการให้ปลาข้างเหลืองสดประมาณ 5 กรัมต่อตัว ในทั้ง 2 ชุดการทดลอง และเสริมด้วยสาหร่ายขนนก 3 กรัมต่อตัว ในชุดการทดลองที่ 2 อาหารที่เหลือให้ตักออกในเช้าวันต่อไป ทำการเลี้ยงปูหินเป็นระยะเวลา 1 เดือน และทำการเลี้ยงจำนวน 4 ครั้งบันทึกจำนวนปูที่ลอกคราบจำนวนปูที่ตาย เพื่อหาอัตราการลอกคราบและอัตราการตาย

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการลอกคราบและอัตราการตาย โดยการใช้สถิติทดสอบไค-สแควร์ (Chi-Square test)

ผลการวิจัย

อัตราการลอกคราบ

การทดลองเลี้ยงปูเป็นระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 4 ครั้ง อัตราการลอกคราบของปูกลุ่มที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสด คิดเป็นร้อยละ 0.00 ในทุกครั้งการทดลอง และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดเสริมสาหร่ายขนนก คิดเป็นร้อยละ 48.00, 20.00, 60.00 และ 64.00 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการลอกคราบระหว่าง 2 ชุดการทดลอง มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในทุกครั้งการทดลอง โดยปูที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดและปลาปลาข้างเหลืองสดเสริมสาหร่ายขนนก มีอัตราการลอกคราบเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 0.00 และ 48.00 ± 19.87 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Molting rate (percentage) of Spiny rock crab fed with fresh fish meat and supplemented with Green Feather algae in 4 times of experiment and mean \pm SD

Time	Diet	
	Fresh fish meat	Fresh fish meat and Green Feather algae
1	0.00 ^a	48.00 ^b
2	0.00 ^a	20.00 ^b
3	0.00 ^a	60.00 ^b
4	0.00 ^a	64.00 ^b
Mean	0.00	48.00 \pm 19.87

* The different alphabet in the same row presented significant difference between groups ($P < 0.01$).

อัตราการตาย

การทดลองเลี้ยงปูเป็นระยะเวลา 1 เดือน จำนวน 4 ครั้ง อัตราการตายของปูกลุ่มที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสด คิดเป็นร้อยละ 28.00, 36.00, 36.00 และ 28.00 ตามลำดับ และกลุ่มที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดเสริมสาหร่ายขนนก คิดเป็นร้อยละ 20.00, 24.00, 20.00 และ 20.00 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า อัตราการตายระหว่าง 2 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปูที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดและปลาข้างเหลืองสดเสริมสาหร่ายขนนกมีอัตราการตายเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 32.00 \pm 4.62 และ 21.00 \pm 2.00 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 2

วิจารณ์ผล

การศึกษากการกระตุ้นการลอกคราบของปูหินด้วยการเสริมสาหร่ายขนนกให้ปูกินเป็นอาหาร แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายขนนกสามารถกระตุ้นการลอกคราบของปูหินได้ โดยอัตราการลอกคราบของปูหินที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดเสริมสาหร่ายขนนก มีค่าเท่าเฉลี่ยกับร้อยละ 48.00 ขณะที่กลุ่มที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดเพียงอย่างเดียวไม่มีการลอกคราบ (ตารางที่ 1) ผลดังกล่าวอาจเกิดปูที่เลี้ยงด้วยปลาข้างเหลืองสดเพียงอย่างเดียวได้รับสารอาหารที่จำเป็นไม่เพียงพอ เนื่องจากการสูญเสียหรือเสื่อมคุณภาพของสารอาหารระหว่างการเก็บรักษาและการให้อาหาร ดังนั้นการเสริมสาหร่ายขนนกให้ปูกินเป็นอาหารจึงเป็นการเพิ่มสารอาหารให้กับปูหิน ทำให้ปูหินสามารถดึงสารอาหารในสาหร่ายขนนกให้เป็นอาหารเสริมมาใช้สำหรับการเร่งการลอกคราบ

Table 2 Survival rate (percentage) of Spiny rock crab fed with fresh fish meat and supplemented with Green Feather algae in 4 times of experiment and mean \pm SD

Time	Diet	
	Fresh fish meat	Fresh fish meat and Green Feather algae
1	28.00 ^a	20.00 ^a
2	36.00 ^a	24.00 ^a
3	36.00 ^a	20.00 ^a
4	28.00 ^a	20.00 ^a
Mean	32.00 \pm 4.62	21.00 \pm 2.00

* The same alphabet in the same row presented non significant difference between groups ($P > 0.05$)

Matanjun *et al.*(2009) ศึกษาสารอาหารในสาหร่าย *C. lentillifera* ซึ่งเป็นสาหร่ายในสกุลเดียวกับสาหร่ายขนนก พบว่าประกอบด้วย โปรตีน 10.14 และไขมัน 1.11 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งและยังพบวิตามินซี แร่ธาตุ เช่น โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก สังกะสี ทองแดง ซีรีเนียม และไอโอดีน เป็นต้น ส่วนโปรตีนประกอบด้วยกรดอะมิโนจำนวนมาก และไขมันมีส่วนประกอบของกรดไขมันจำเป็นหลายชนิด โดยเฉพาะ EPA และ DHA การศึกษาของ Porchas *et al.* (1999) พบว่า สาหร่ายขนนก (*C.sertularioides*) ในสภาพสด มีปริมาณโปรตีน 2.4 เปอร์เซ็นต์ และมีไขมัน 0.50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ Ramos *et al.*(2000) รายงานว่า สาหร่ายขนนกแห้งมีปริมาณโปรตีนประมาณ 20.00 เปอร์เซ็นต์ และโปรตีนเหล่านี้ประกอบด้วยกรดอะมิโนต่าง ๆ โดยเฉพาะ glutamic และ aspartic ที่พบได้มากในสาหร่ายชนิดนี้ ซึ่งสารอาหารดังกล่าวข้างต้นมีส่วนสำคัญในกระบวนการลอกคราบของปู ดังที่ Narumon and Kanit(1999: online)กล่าวว่ากรดไขมันจำเป็นมีผลต่อระยะเวลาการลอกคราบของกึ่ง กึ่งสามารถนำไปสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การลอกคราบ และสร้างวิตามิน D และ Pirote (1995) กล่าวว่าก่อนการลอกคราบของกึ่ง จะมีการสะสมอาหารพวกไขมัน ไกลโคเจน แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม ไว้ในตับอย่างมากเพียงพอ และจะมีผลไปกระตุ้นให้มีการทำงานของประสาทส่วนกลาง จะทำให้เกิดการลอกคราบเร็วขึ้น เช่นเดียวกับที่ Klahanet *al.* (2550) พบว่าในกึ่งก้ามกรามอายุ 30 วัน ในระยะก่อนลอกคราบ มีการสะสมแคลเซียม และฟอสฟอรัส ในเลือดและตับในระดับที่สูง และการเพิ่มปริมาณกรดไขมันจำเป็นในอาหารมีผลให้ปูทะเล (Sheen and Wu, 1999) และ Chinese prawn; *Penaeus chinensis* (Xu *et al.*, 1994) มีอัตราการลอกคราบเพิ่มขึ้น ในการลอกคราบของปูปัจจัยที่มีผลต่อการลอกคราบคือ สเตอรอยด์ฮอร์โมน ที่มีชื่อว่า Ecdysteroids (Chang *et al.*, 1993) เมื่อฮอร์โมนดังกล่าวเป็นสเตอรอยด์ฮอร์โมน กรดไขมันจึงมีความสำคัญในการสร้างฮอร์โมนโดยเฉพาะ HUFA (Highly Unsaturated Fatty Acids; DHA, EPA) โดย HUFA ได้จากการเปลี่ยนกรดไขมัน ไลโนเลอิก (linoleic acid) และไลโนเลนิก (linolenic acid) โดยใช้เอนไซม์ (Castell and

Covey, 1979) แต่ Bottino *et al.* (1980) กล่าวว่าในกลุ่มคลัสตาเซียในทะเล (marine crustaceans) ชาดเอนไซม์ที่จำเป็นในการเปลี่ยนกรดไขมันไลโนเลนิก และไลโนเลนิกให้เป็น HUFA ได้ การได้รับ HUFA จากอาหารโดยตรงจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นในการใช้สาหร่ายขนนกเสริมให้กับปูหินนอกจากจะทำให้ปูได้รับสารอาหารเพิ่มเติมจากการกินปลาข้างเหลืองสดเพียงอย่างเดียว ยังทำให้ปูได้รับกรดไขมันจำเป็นในการนำไปสร้างฮอร์โมนในการกระตุ้นให้ปูหินมีการลอกคราบเพิ่มขึ้น Tiansongrassami and Pratumchart (2002) กล่าวว่าถึงแม้สาหร่ายทะเลไม่ใช่อาหารหลักแต่สาหร่ายทะเลเป็นอาหารประเภทเส้นใยที่ปูต้องการ เพื่อช่วยให้ระบบย่อยอาหารสมดุล และมีธาตุอาหารบางชนิดที่ปูต้องการและจำเป็นต่อการลอกคราบ เช่น วิตามินเอ เบต้าแคโรทีน วิตามินบี วิตามินซี แคลเซียม ไอโอดีน เหล็ก แมกนีเซียม โซเดียม ซัลเฟอร์ และสังกะสี เป็นต้น และสารอาหารในสาหร่ายขนนกยังมีความคงทน เนื่องจากสาหร่ายอยู่ในสภาพสด และสามารถคงอยู่ในน้ำได้ โดยที่ไม่สูญเสียคุณค่าทางอาหาร ขณะที่เนื้อปลาดำจะมีการสูญเสียสารอาหารจากการเสื่อมสภาพทั้งก่อน และหลังการนำมาให้ปูกินเป็นอาหาร นอกจากนี้การถูกกระแสน้ำชะล้างสารอาหารที่จำเป็นออกไปจากเนื้อปลาก็มีผลให้ ปูได้รับสารอาหารไม่ครบ ถ้วนและมีผลต่อการลอกคราบได้

การศึกษาดัชนีการตายของปูหินพบทั้ง 2 ชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยปูหินที่กินปลาข้างเหลืองสดเพียงอย่างเดียวมีอัตราการตายที่สูงกว่าปูที่กินปลาข้างเหลืองสดเสริมสาหร่ายขนนกเพียงเล็กน้อย (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงว่าการเสริมสาหร่ายขนนกในการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลต่ออัตราการตายของปูหิน

สรุปผล

การเลี้ยงปูหินขนาดความกว้างกระดองประมาณ 5-6 เซนติเมตร ด้วยปลาข้างเหลืองสดปริมาณ 5 กรัมต่อตัวต่อวัน และเสริมด้วยสาหร่ายขนนกปริมาณ 3 กรัมต่อตัวต่อวัน สามารถกระตุ้นการลอกคราบของปูหินโดยปูหินกลุ่มที่กินสาหร่ายขนนกเป็นอาหารเสริม มีอัตราการลอกคราบเฉลี่ย ร้อยละ 48.00 ± 19.87 ขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้รับสาหร่ายขนนกไม่มีการลอกคราบ ดังนั้นการใช้สาหร่ายขนนก ซึ่งเป็นสาหร่ายทะเลที่มีอยู่ตามธรรมชาติ อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการกระตุ้นให้ปูหินสามารถลอกคราบได้มากขึ้น หรืออาจใช้ร่วมกับวิธีการอื่น ๆ เพื่อกระตุ้นการลอกคราบของปูหินและทำให้การผลิตปูใหม่จากปูหินมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ และอุปกรณ์ที่จำเป็นในการศึกษาวิจัย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐชิตา โรจนประศาสน์ ที่ให้คำปรึกษาในการวิเคราะห์ทางสถิติ และขอขอบคุณ คุณพัชรินทร์ ควรวิไล และคุณจากรุวัฒน์ คงเพ็ง ผู้ช่วยการวิจัย และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิสาห์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ที่ให้การสนับสนุนต่าง ๆ ตลอดการวิจัยจนกระทั่งสำเร็จลุล่วง

เอกสารอ้างอิง

- Ackman, R.G. 1981. Algae as sources of edible oils. pp 189-220. *In* Pryde, E.H., L.H. Princen and K.D. Mujherhee. New Sources of Fats and Oils. The American Oil Chemists Society. 340 p.
- Bottino, N.R., J. Gennity, M.L. Lilly, E. Simmons and G. Finne. 1980. Seasonal and nutritional Efficrs on the fatty acids of three species of shrimp, *Penaeus setifeus*, *P. actecus* and *P. duorarum*. *Aquaculture* 19, 139-148.
- Castell, J., J. Convey. 1976. Dietary lipid requirements of adult lobster, *Homarus americanus*. *J. Nutr.* 106, 1159-1165.
- Chang, E.S., M.J. Bruce and S.L. Tamone. 1993. Regulation of crustacean molting: a multihomonal system. *Am. Zool.* 33, 324-329.
- Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar and C. Guajardo-Barbosa. 2000. Uso de harina de kelp (*Macrocystis pyrifera*) en alimentos para camarón. pp 227-266. *In* Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa, R. Cerecedo-Olvera, eds. *Advances en Nutrición Acuícola V. Memorias del Quinto Simposium Internacional de Nutrición Acuícola*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Cruz-Suárez, L.E., , M.G. Nieto-López and D. Ricque-Marie. 2008. A Review of The Effects of Macroalgae in Shrimp Feeds and in Co-Culture. pp 304-333. *In* Cruz-Suárez, L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Nieto-López, D.A.V. Cavazoa and J.P.L.M.T. Viana, eds. *Advance en Nutrición Acuícola IX. IX Simposio Internacional de Nutrición Acuícola*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México.
- Hashim, R. and N.A. Mat-Saat. 1992. The utilization of seaweed meals as binding agents in pellet feeds for snakehead (*Channa striatus*) fry and their effects on growth. *Aquaculture* 108 : 299-308.
- Jeyashoke, N. and K. Krisnangura. 1999. Concentration of EPA and DHA of Tuna Oil by Lipases. School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. [Online] Available from <http://www.kmutt.ac.th/rippc/prog317t.htm> [2001, October 1]

- Klahan, R., O. Jintasathaporn, P. Taptipwan and A. Engkagul. 2007. Factors impact on molt period in different age of *Macrobrachium rosenbergii* (de man). J. Fish. Technol. Research 1(2) : 112-121. [in Thai]
- Koedprang, W., I. Dowdounnoi and W. Khunla. 2009. Soft-shell crab production using Spiny Rock crab (*Thalamita crenata*). J. Fish. Technol. Research 3(1) : 56-62. [in Thai]
- Koedprang, W. and A. Songrak. 2011. Soft-shell Spiny Rock crab (*Thalamita crenata*) production by molt inducing methods. J. Fish. Technol. Research 5(1) : 66-75. [in Thai]
- Lewmanomont, K. and H. Ogawa. 1995. Common Seaweed and Seagrass of Thailand. Faculty of Fisheries, Kasetsart University. Bangkok. 163 p.
- Matanjun, P., S. Mohamed, N.M. Mustapha and K. Muhammad. 2009. Nutrient content of tropical Edible seaweeds, *Euclima cottonii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*. J. Appl. Phycol. 21 : 75-80
- Poungladar, P. 1995. Molting period of Black Tiger Shrimp (*Peneaus monodon*) in cultured pond. Master of Science Thesis. Kasetsart University. Bangkok, Thailand. 113 p. [in Thai]
- Porchas-Cornejo, M., L. Matinez Cordova, F. Magallon Barajas and G. Portillo Clark. 1999. Efecto De la macrolaga *Caulerpa sertularioides* en el desarrollo del camarón café *Penaeus californiensis* (Decapoda: Peneidae). Revista de Biología Tropical 47 : 437-442.
- Ramos, M.V., A.C.O. Monteiro, R.A. Moreira and A.F.F.U. Carvalho. 2000. Amino acid composition of some Brazilian seaweed species. J. Food Biochemistry 24 : 33-39.
- Sheen, S.S. and S.W. Wu. 1999. The effects of dietary lipid levels on growth response of juvenile Mud crab *Scylla serrata*. Aquaculture 175 : 143-153.
- Tianesongrassami, B. and B. Pratumchart. 2002. Marine Crab : Biology, Resources Conservation and Economical Sustainable Culture. Thailand Research Fund, Bangkok. 246 p. [in Thai]
- Wahbeh, M.I. 1997. Amino acid and fatty acid profiles of four species of macroalgae from Aqaba and their suitability for use in fish diets. Aquaculture 159 : 101-109.
- Xu, X.L., W.J. Ji, J.D. Castell and R.K. O'Dor. 1994. Essential fatty acid requirement of the Chinese prawn, *Penaeus chinensis*. Aquaculture 127 : 29-40.