



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง

การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโต
เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

STUDY ON CULTURE TIMING AND APPLICATION OF GROWTH
ENHANCER FOR INCREASING GIANT FRESHWATER PRAWN
(*Macrobrachium rosenbergii*) PRODUCTION
IN NORTHERN THAILAND

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาศักยภาพของระบบการผลิต
กุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

โดย

นิวุฒิ หวังชัย เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน กานดา หวังชัย

2547-2549



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เรื่อง การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิต
กุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ
STUDY ON CULTURE TIMING AND APPLICATION OF GROWTH ENHANCER FOR
INCREASING GIANT FRESHWATER PRAWN (*Macrobrachium rosenbergii*)
PRODUCTION IN NORTHERN THAILAND

โครงการย่อยภายใต้ชุดโครงการ : การพัฒนาศักยภาพของระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขต
ภาคเหนือ

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2547-2549
จำนวนเงิน 1,186,850 บาท

หัวหน้าโครงการ

นายนิวุฒิ หวังชัย

ผู้ร่วมโครงการ

นายเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

นางกานดา หวังชัย

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

25/ พฤศจิกายน /2549

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราการปล่อย ฤดูการ และสารเร่งการเจริญเติบโต ต่อการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตพื้นที่ภาคเหนือ โดยแบ่งเป็น 3 การทดลอง ระยะเวลา 3 ปี ทำการทดลองที่คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยการทดลองที่ 1 ศึกษาผลของอัตราปล่อย (25 และ 50 ตัว/ตร.ม.) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต การทดลองที่ 2 เพื่อศึกษาผลของช่วงระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (ฤดูหนาว และ ฤดูฝน) และการทดลองสุดท้ายเพื่อศึกษาผลของการเสริมโคเลสเตอรอล (0, 0.5, 1.0 และ 1.5%) และ โคเลสเตอรอล (0, 0.5, 1.0 และ 1.5%) ร่วมกับ โพลีฟีนอล 1% ต่อการเจริญเติบโตในกุ้งก้ามกราม และผลผลิต (น้ำหนักเริ่มต้น 51.2-54.7 กรัม) ที่เลี้ยงไว้ในบ่อดินขนาด 400 ตร.ม.และในแต่ละการทดลองจะมี 3 หรือ 4 ซ้ำ ผลการทดลองที่ 1 พบว่าอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตของกุ้งก้ามกรามที่อัตราปล่อย 25 ตัว/ตร.ม. สูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่อัตราปล่อย 50 ตัว/ตร.ม. ($p < 0.05$) ผลในการทดลองที่ 2 พบว่าการเลี้ยงกุ้งในช่วงฤดูฝน จะให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูงกว่าการเลี้ยงในช่วงฤดูหนาว ($p < 0.05$) ส่วนผลการทดลองสุดท้ายพบว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารที่เสริมโคเลสเตอรอลอย่างเดียวและอาหารที่เสริมโคเลสเตอรอลร่วมกับโพลีฟีนอลไม่มีความแตกต่างกันของการเจริญเติบโตและผลผลิต ดังนั้นทั้งระดับอัตราการปล่อย และฤดูการของการเลี้ยงมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

Abstract

This study aimed to investigate the effects of stocking density, season and growth enhancers on the productivity of freshwater prawn raised in the northern region of Thailand. The study was divided into three experiments for three years and conducted in Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University. The first experiment investigated the effect of stocking densities (25 and 50 prawn/m²) on the growth performance and production. The second experiment determined the effect of season of culture (cool - dry season and rainy season) and the last experiment investigated the effect of cholesterol (0, 0.5, 1.0 and 1.5 %) and cholesterol (0, 0.5, 1.0 and 1.5 %) plus 1% polyphenol supplementation as growth enhancer in freshwater prawn. Freshwater prawns (51.2-54.7 g of initial weight) were stocked in 400 m² earthen pond for all experiments with 3 or 4 replicates. In experiment 1, the result showed that growth rate, survival rate and production of freshwater prawn with stocking of 25 prawns/m² were higher than that in stocking density of 50 prawns/m² ($p < 0.05$). The result in second experiment revealed that freshwater prawn raised in rainy season gave higher growth and survival rate than that of cool-dry season ($p < 0.05$). In the last experiment, freshwater prawn fed on feeds supplemented with cholesterol only and cholesterol plus polyphenol gave no significant difference in growth and production. We suggest that both stocking density and season of culture affect the growth performance and production of freshwater prawn in northern cool area.

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพ	ก
สารบัญตาราง	ข
บทนำ	1
วัตถุประสงค์	2
เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
สถานที่	12
วิธีดำเนินงาน	12
ผลการศึกษาและการวิจารณ์	17
สรุป	42
เอกสารอ้างอิง	48



ก
สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 สถานที่ทำการทดลอง	17
ภาพที่ 2 บ่อทดลองกึ่งก้ามกราม	17
ภาพที่ 3 การใช้ผ้ากรองศัตรู	17
ภาพที่ 4 เครื่องปั๊มอากาศ	18
ภาพที่ 5 การให้อากาศในบ่อเลี้ยงโดยใช้ปั๊มอากาศ	18
ภาพที่ 6 การสูบลูกในกระชังเล็กโดยใช้วอร์มิ่งสปีด	18
ภาพที่ 7 การสูบลูกในกระชังโตโดยใช้วอร์ม	19
ภาพที่ 8 การชั่งน้ำหนักกุ้ง	19
ภาพที่ 9 กุ้งก้ามกรามเพศเมีย	19
ภาพที่ 10 วัตถุดิบสารเร่งการเจริญเติบโตและสารเคลือบในอาหารกุ้งก้ามกราม	20
ภาพที่ 11 การเตรียมส่วนผสมที่จะให้เคลือบอาหารกุ้งก้ามกรามในแต่ละหน่วยการทดลอง	22
ภาพที่ 12 การเตรียมอาหารกุ้งก้ามกรามโดยใช้สารเร่งการเจริญเติบโต	22
ภาพที่ 13 การสเปรย์ด้วยน้ำเปล่าในอาหารกุ้ง	22
ภาพที่ 14 การเช็คเพศและชั่งวัดกุ้งก้ามกรามก่อนปล่อยทดลอง	23
ภาพที่ 15 ขนาดของกุ้งก้ามกรามเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 50-60 กรัมที่ใช้ในการทดลอง	23
ภาพที่ 16 สภาพบ่อและคอกที่ใช้ทำการทดลอง	23
ภาพที่ 17 ปล่อยกุ้งก้ามกรามในคอกที่ใช้ทำการทดลอง	24
ภาพที่ 18 การสูบลูกอย่างกุ้งก้ามกรามภายในคอกทุกๆ 15 วัน	24
ภาพที่ 19 การชั่งวัดน้ำหนักและความยาวของกุ้งก้ามกรามทุกๆ 15 วัน	24
ภาพที่ 20 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน	25
ภาพที่ 21 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน	26
ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตกุ้งก้ามกรามทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง	26
ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	27
ภาพที่ 24 ผลผลิตกุ้งก้ามกราม	28
ภาพที่ 25 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำตลอดระยะเวลาในการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	28

สารบัญภาพ(ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	29
ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	30
ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยของความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	30
ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง	31
ภาพที่ 30 น้ำหนักกุ้งก้ามกรามเฉลี่ย กรัมต่อตัวทั้งสองช่วงเวลา	32
ภาพที่ 31 เปอร์เซนต์ของอัตราการรอดหลังจากสิ้นสุดการทดลอง	32
ภาพที่ 32 ค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	33
ภาพที่ 33 ค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	33
ภาพที่ 34 ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	35
ภาพที่ 35 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	35
ภาพที่ 36 ค่าเฉลี่ยปริมาณความขุ่นของในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	36
ภาพที่ 37 ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	37
ภาพที่ 38 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วง	37
ภาพที่ 39 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	38
ภาพที่ 40 อุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	39
ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงอัตราน้ำหนักเฉลี่ยทั้งสองช่วงเวลา	39
ภาพที่ 42 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	41
ภาพที่ 43 ความยาวเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	42
ภาพที่ 44 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	42
ภาพที่ 45 เปอร์เซนต์อัตราการรอดของกุ้งที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	43
ภาพที่ 46 ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	43
ภาพที่ 47 ลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	45

๗

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 อาหารที่ใช้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปแก้กึ่งก้ามกราม	15
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ	34



บทนำ

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืดธรรมชาติและแหล่งน้ำกร่อยทั่วไป โดยรู้จักกันทั่วไปคือ กุ้งนาง กุ้งหลวง แม่กุ้ง (ยนต์, 2525) ปัจจุบันจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ เพราะมีราคาแพง ได้รับความสนใจจากผู้บริโภคและความต้องการของตลาดยังสูงมาก ในปี 2543 ประเทศไทยส่งกุ้งก้ามกรามแช่แข็งประมาณ 2,964 ตัน (สมพงษ์, 2545) สถานการณ์ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีผลผลิตจากพื้นที่ภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ (ทวีและขวัญกมล, 2533) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ผลตอบแทนสูง ทำให้การผลิตกุ้งก้ามกรามได้รับความสนใจอย่างมากจากเกษตรกรทางภาคเหนือ ด้วยสภาพทางภูมิอากาศในเขตภาคเหนือมีผลทำให้กุ้งก้ามกรามโตช้า ระยะเวลาการเลี้ยงนานเนื่องจากการกินอาหารของกุ้งลดลงเพราะอุณหภูมิต่ำในฤดูหนาว

ระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 แบบได้แก่แบบที่ 1 คือแบบ Single batch เป็นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยปล่อยกุ้งระยะคว่ำแล้วทำการเลี้ยงจนกว่าได้ขนาดตลาดแล้วจับขาย แบบที่ 2 คือการอนุบาลให้ได้ขนาด 5-8 เซนติเมตรก่อน แล้วจึงปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยง ศศิวิมล (2544) ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนพบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยวิธีอนุบาลก่อนแล้วปล่อยลงบ่อเลี้ยงจะให้ผลกำไรมากกว่าโดยขนาดที่เหมาะสมของลูกกุ้งก้ามกรามที่ปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงจะมีขนาด 5-8 เซนติเมตร (บรรจง, 2535)

ระดับความหนาแน่นของกุ้งก้ามกรามสามารถแบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ 1.) ความหนาแน่นน้อย โดยทำการปล่อยกุ้งในอัตรา 20,000-24,000 ตัว/ไร่ แล้วทำการคัดกุ้งตัวเมียออก เมื่ออายุ 3.5 เดือนแล้วทยอยจับกุ้งขายได้อีก 5 ครั้ง 2.) ระดับความหนาแน่นปานกลางจะปล่อยกุ้งในอัตรา 75,000-80,000 ตัว/ไร่ ทำการคัดเพศเมียออกเมื่อเลี้ยงได้อายุ 3.5 เดือน แล้วค่อยทยอยจับกุ้งขายได้อีก 10 ครั้ง จะได้กุ้งทั้งหมด 848-910 กิโลกรัม/ไร่ การเลี้ยงวิธีนี้ ถ้าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงจะส่งผลกระทบมาก และ 3.) ระดับความหนาแน่นมาก โดยบ่อหนึ่งจะปล่อยกุ้งเลี้ยงอย่างหนาแน่น (บ่อข้า) แล้วย้ายไปเลี้ยงในบ่อเลี้ยงที่เตรียมไว้อีกที่ ในบ่อข้าควรมีเครื่องตีน้ำ 4 ใบ ใช้เครื่องดีเซล 2.5 แรงม้า ความหนาแน่นของกุ้งที่ปล่อยตั้งแต่ 150,000-200,000 ตัว/ไร่ การปล่อยกุ้งแน่นนั้นเป็นเหตุให้กุ้งต้องการอาหารมากขึ้นตามจำนวนตัวกุ้ง ทำให้มีเศษอาหารตกหล่น ซึ่งกินไม่หมด หาดอาหารไม่พบ อาหารละลายน้ำ รวมทั้งที่กุ้งด้วยต่างก็ย่อยสลายเกิดพลังงาน (ดีพร้อม, 2549)

นอกจากนี้การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตก็เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจและมีแนวทางที่จะลดระยะเวลาในการเลี้ยงและลดการใช้ยาได้เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ยาปฏิชีวนะในกุ้งกำลังเป็นปัญหาลดดาร์วีย์ (2541) กล่าวว่าการเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้งก้ามกรามสามารถทดแทนการใช้ยา Oxytetracyclin ได้ส่วน โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารที่จำเป็นสำหรับ กลุ่มครัสเตเชีย เพราะ

สัตว์กลุ่มนี้ไม่สามารถสังเคราะห์สเตอรอยด์ได้ (Lovell, 1988) โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารตั้งต้นของ ฮอโมนเพศ (Sex hormone) และฮอโมนการลอกคราบ (Molting hormone) มีงานวิจัยพบว่า โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารที่ทำให้กุ้งก้ามกรามเจริญเติบโตได้ดี (มะลิ และอมรรัตน์, 2539) นอกจากนี้ Sornsanit et al. (2002) รายงานว่าการใช้สาร โพลีฟีนอล (polyphenols) ที่สกัดจากใบชาเขียว สามารถเร่งการลอกคราบ เร่งการเจริญเติบโตและลดแบคทีเรียก่อโรคได้ในกุ้งญี่ปุ่น (Kuruma Shrimp) แต่ยังไม่มีการวิจัยที่ใช้สารสกัดจากใบชาเขียว และการใช้สารสกัดจากใบชาเขียวร่วมกับ โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกุ้งก้ามกราม

ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสม และใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นลง โดยได้ศึกษาทางด้านช่วงเวลาของการเลี้ยงในแต่ละฤดูกาล ระดับความหนาแน่นของกุ้งก้ามกรามและ การใช้สารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือให้สามารถขยายกำลังการผลิตให้มากขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการ

วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยระบบความหนาแน่นแตกต่างกัน 2 ระดับ
- 2) เพื่อศึกษาผลของช่วงเวลา (ฤดูกาล) ของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของกุ้งก้ามกราม
- 3) เพื่อศึกษาผลของโคเลสเตอรอล (Cholesterol) สารสกัดจากใบชาเขียว (polyphenols) ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิต

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชีววิทยากุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกราม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* อยู่ในวงศ์ Palaemonidae มีเปลือกคลุมตัว ลำตัวแบ่งออกได้ 3 ส่วน คือ หัว อก และท้อง ส่วนหัวและอกรวมกันเป็นปล้องเดียวกัน บนเปลือกคลุมหัว ทางส่วนหางมีหนาม 2 อัน (hepatic spine และ antenal spine) สองข้างแก้ม มีร่องปรากฏอยู่เห็นชัด กริมมีลักษณะแบนข้าง ยาวประมาณ 10-14 หยัก ตามีก้านยาวยื่นออกนอกบ้ำตา เคลื่อนไหวไปมาได้ (บรรจง, 2535)

ส่วนของลำตัวเปลือกจะแยกเป็นปล้องๆ กุ้งก้ามกรามมีหนวด 2 คู่ ขาเดิน 5 คู่ และขาว่ายน้ำ 5 คู่ ปลายหางเป็นหนามแหลมและมีแพนหาง 2 ข้าง ขาเดินคู่ที่ 1 และ 2 จะมีปลายเป็นก้าม ส่วนคู่ที่ 3, 4 และ 5 มีลักษณะเป็นปลายแหลมธรรมดา ขาเดินคู่ที่ 2 นั้นจะเป็นก้ามที่มีขนาดใหญ่ยาวมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตัวผู้ (ยนต์, 2529)

ความแตกต่างเพศของกุ้งก้ามกราม

ลักษณะภายนอกที่เห็นได้ชัดสำหรับการแยกเพศกุ้งก้ามกรามที่โตเต็มวัย คือ ตัวผู้จะมีขนาดตัว และก้ามใหญ่กว่าตัวเมียแต่เปลือกหุ้มตัว (pleura) ที่อยู่บริเวณด้านท้องของตัวผู้จะแคบกว่ากุ้งตัวเมีย (วณิชยา, 2544) อีกทั้งเพศผู้จะมีช่องเปิดของน้ำเชื้อ 1 คู่ อยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่ 5 ด้านใน แต่ถ้าจะพิจารณากันให้แน่ชัดแล้วมีอวัยวะที่แตกต่างกันอยู่ที่บริเวณโคนขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ของเพศผู้มีติ่งขนาดเล็ก ยื่นออกมา 2 ตีงเรียกว่า Appendix masculina กับ Appendix interna ส่วนบริเวณโคนขาว่ายน้ำคู่ที่ 2 ของเพศเมียนั้น จะมีติ่งยื่นออกมาเพียงอันเดียวเรียกว่า Appendix interna เท่านั้น (อำพล และอารีย์, 2532)

การแพร่กระจาย

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่ชอบเคลื่อนไหว กุ้งขนาดใหญ่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจืดตามแม่น้ำลำคลอง ซึ่งมีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ และมีความต้องการออกซิเจนสูง จึงมักจะพบกุ้งชนิดนี้ในที่มีน้ำไหลและใสสะอาด มีนิสัยชอบเกาะซุกซ่อนตัวอยู่ตามรากไม้และเสาดลอดจนหินผาที่จมอยู่ใต้น้ำ เช่น บริเวณเขื่อน ฝาย มีความไวต่อแสง ว่องไว ปราดเปรียว หลบหลีกศัตรูได้คล่องแคล่วเมื่อถูกรบกวน โดยธรรมชาติของกุ้งก้ามกรามจะออกหากินในเวลากลางคืน ส่วนในเวลากลางวันจะซ่อนตัว ในประเทศไทยกุ้งก้ามกรามมีแพร่กระจายอยู่เกือบทั่วทุกภาค โดยภาคกลางเคยพบซุกซุ่มในลุ่มน้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำบางปะกง ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรสงคราม

สมุทรปราการ ราชบุรี และสุพรรณบุรี เป็นต้น ส่วนในภาคใต้พบกึ่งก้ามกรามชุกชุมในทะเลสาบสงขลา โดยพบในหาดสงขลา พัทลุง สุราษฎร์ธานี ชุมพร และนครศรีธรรมราช ฯลฯ

การลอกคราบและการเจริญเติบโตของกึ่งก้ามกราม

สัตว์จำพวกครัสเตเชียมีลักษณะคล้ายพวกแมลงคือ มีการเจริญเติบโต โดยเพิ่มขนาดซึ่งเกิดจากกระบวนการลอกคราบ (molting process) เป็นกระบวนการที่รวมเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นก่อนและหลังการสลัดคราบออก รวมทั้งมีการเจริญเติบโตเกิดขึ้นด้วย ในการลอกคราบที่เป็นปกติในแต่ละครั้งเปลือกเก่าจะถูกสลัดทิ้งไป สัตว์จะตัวบวมเนื่องจากมีการดูดน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นโดยการดื่มน้ำเข้าไปหลังจากนั้นเปลือกใหม่ก็จะเริ่มแข็งขึ้น ขนาดของตัวสัตว์จะใหญ่ขึ้น ระยะเวลาที่สัตว์จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเพราะปริมาณน้ำที่เพิ่มหลังจากการลอกคราบจะแทนที่ด้วยเนื้อเยื่อใหม่ อาจเกิดขึ้นโดยการขยายขนาดของเซลล์เดิม หรือโดยการสร้างเซลล์ใหม่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทั้งหมดนี้จะมีผลทำให้ปริมาณโปรตีนในร่างการเพิ่มขึ้น และปริมาณน้ำลดลง ซึ่งการแทนที่ของน้ำโดยเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นใหม่นี้ถือว่าการเจริญเติบโตที่แท้จริง จุดประสงค์ของการลอกคราบของครัสเตเชียเพื่อประโยชน์ต่างๆ (เนงนุช, 2542) คือ เพื่อการเจริญเติบโต สร้างส่วนที่สูญเสียไปบางอย่างเช่น ไรยางค์ และเพื่อให้ลักษณะทางเพศสมบูรณ์ (molt of puberty) และเพื่อการผสมพันธุ์และการสืบพันธุ์ โดยเฉพาะกึ่งก้ามกราม จะผสมพันธุ์ได้เมื่อตัวเมียลอกคราบและเปลือกหุ้มตัวยังอ่อนอยู่ ตัวผู้จึงเข้าผสมได้

รูปแบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม

การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในประเทศไทยได้มีการขยายตัวมากหลังจากสามารถเพาะพักในปี พ.ศ.2513 สาเหตุที่กึ่งก้ามกรามเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมานานเนื่องจากเลี้ยงง่าย (Fujimura, 1966; Shang, 1977) มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งการเลี้ยงในช่วงแรกจะเลี้ยงในบ่อดินแต่ก็ได้มีการเลี้ยงแบบทั้งที่เป็นการเลี้ยงเดี่ยว (Monoculture) และการเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำอื่นๆ (polyculture)

การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในทวีปเอเชียส่วนใหญ่ เป็นการเลี้ยงแบบความหนาต่ำ (extensive culture) โดยจะมีการรวบรวมกึ่งวัยอ่อนหรือวัยรุ่นที่จับได้จากในธรรมชาติ มาเลี้ยงในความหนาแน่น 1-4 ตัวต่อตารางเมตร ไม่มีการจัดการคุณภาพน้ำ การเจริญเติบโตหรือการตายของกึ่ง ไม่มีการให้อาหารเพิ่มเติม กึ่งจะกินอาหารจากธรรมชาติ แต่บางครั้งอาจทำให้อาหารธรรมชาติเพิ่มขึ้นโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ สภาพในบ่อกึ่งมีปลาหรือสัตว์น้ำอื่นๆ ที่เข้ามากินกึ่งหรือแย่งอาหารกึ่งที่เลี้ยง และมีภัยธรรมชาติอื่น ๆ มูลค่าที่ได้ในการทำประมงมีมูลค่าต่ำและผลผลิตต่ำกว่า 80 กิโลกรัมต่อไร่ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นที่ปล่อย เทคนิคการเลี้ยงและเงินทุนซึ่งเหมาะสมกับบางประเทศเช่น เวียดนาม (Lin and Lee, 1992)

การเลี้ยงแบบความหนาแน่นปานกลาง (semi-intensive culture) ขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมและกลยุทธ์ทางการจัดการในการเลี้ยง เทคนิคต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตให้สูงกว่าวิธีการเลี้ยงแบบธรรมชาติ โดยจะมีการนำบ่อดินมาใช้เลี้ยง ปล่อยุ่ระยะลูกกุ้งหรือระยะวัยรุ่น ที่มีอายุ 3 เดือนขึ้นไป มีความหนาแน่น 4-20 ตัวต่อตารางเมตร ใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มอาหารจากธรรมชาติและการให้อาหารเสริมดูแลคุณภาพน้ำ สุขภาพลูกกุ้งและอัตราการเจริญเติบโตเป็นอย่างดี โดยผลผลิตและมูลค่ากุ้งก้ามกรามที่ได้มีความไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับสถานที่และระดับความสามารถในการเลี้ยง ผลผลิตที่ได้มีตั้งแต่ 80 - 800 กิโลกรัมต่อไร่ (Valenti, 1998) ทิพสุคนธ์ (2548) กล่าวว่า การเลี้ยงแบบดั้งเดิม เกษตรกรมักจะปล่อยุ่ 8,000-32,000 ตัวต่อไร่ เลี้ยงจนได้อายุประมาณ 4-5 เดือน อัตรารอด 20 เปอร์เซ็นต์ จึงจะทยอยจับเฉพาะกุ้งตัวเมียและกุ้งแคะแกรนขายโดยวิธีตีอวน หลังจากนั้นจึงเลี้ยงต่อ 1.5 เดือนจึงจับขายโดยการคัดกุ้งตัวใหญ่ออกขายและทยอยจับขายไปเรื่อย จนกว่าจะสิ้นสุดการเลี้ยง ในแต่ละรอบจะใช้เวลา 10-12 เดือน

การเลี้ยงแบบความหนาแน่นสูง (intensive culture) จะเป็นการเลี้ยงในบ่อดินหรือบ่อคอนกรีต โดยมีการเปลี่ยนน้ำและให้อาการอย่างต่อเนื่อง ความหนาแน่นที่ใช้เลี้ยงประมาณ 20 ตัวต่อตารางเมตร ผลผลิตที่ได้จะขึ้นอยู่กับอาหารที่ให้ ส่วนอาหารที่ใช้มักจะผลิตขึ้นเองเพื่อให้มีสารอาหารเหมาะสมตามความต้องการโดยพึ่งพาอาหารธรรมชาติเพียงเล็กน้อยและมีการกำจัดศัตรูกุ้ง ส่วนปัจจัยด้านคุณภาพน้ำต้องมีการควบคุมที่แน่นอน ทำให้ได้ผลผลิตมากกว่า 800 กิโลกรัมต่อไร่ โดย Sagi et al.(1986) ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนาซึ่งเป็นการเลี้ยงกุ้งเพศผู้เพียงอย่างเดียวได้ผลผลิตประมาณ 1,929 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วน Sebastian et al. (1992) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งในถังคอนกรีตรูปกรวยกลมแต่ได้ผลผลิตไม่เกิน 560 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับในประเทศไทยนั้นจะมีการปล่อยุ่อย่างหนาแน่น ไร่ละ 50,000 ตัวให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีการให้อาการจึงทำให้มีอัตราการรอดตายต่ำประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ และใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนาน 7-8 เดือน เนื่องจากปัญหาคุณภาพน้ำและพื้นที่บ่อไม่ดี ทำให้กุ้งบางส่วนป่วยเป็นโรคและกุ้งโตช้า (New, 1998)

อาหารและความต้องการสารอาหารสำหรับกิ้งก่ามรกต

กิ้งก่ามรกตมีนิสัยกินอาหารได้หลากหลายชนิด ความต้องการสารอาหารขึ้นอยู่กับอายุตัวอ่อนของกิ้งก่ามรกต ในวันแรกหลังฟักเป็นตัวจะยังไม่กินอาหาร หลังจากนั้นการพัฒนาระบบการย่อยจะเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ กิ้งก่ามรกตกินอาหารได้ทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) และมีนิสัยกินเร็วไม่เลือกชนิด นอกจากจะกินทั้งพืชและสัตว์ เป็นอาหารแล้วยังกินซากเน่าเปื่อย (scavenger) อีกด้วย อย่างไรก็ตาม ไข่ที่ฟักในเวลาที่กิ้งก่ามรกตหิวมาๆ และไม่สามารถหาอาหารอื่นกินได้ก็จะกินพวกเดียวกันเป็นอาหาร

Weidenbach (1980) ได้ศึกษาอาหารในกระเพาะอาหารของกิ้งก่ามรกตพบว่ากิ้งก่าที่เลี้ยงจะกินอาหารเม็ดที่ใช้เป็นอาหารเป็นอย่างดี นอกจากกินอาหารที่ให้แล้วกิ้งก่าจะหาอาหารธรรมชาติที่เก็บรอบ เช่น พวกพืชต่าง ๆ

อาหารสำหรับสัตว์น้ำปกติจะใช้ปลาเป็นโปรตีนหลัก แต่กิ้งก่ามรกตสามารถใช้โปรตีนจากพืชในอัตราที่สูงกว่ากิ้งก่าทะเล ทั้งนี้เนื่องจากกิ้งก่ามรกตสามารถนำคาร์โบไฮเดรตที่มากับแหล่งโปรตีนพืชไปใช้เป็นพลังงานได้มากกว่า (Watanabe, 1975) ส่วน Sandifer and Joseph (1976) ได้ทดลองเรื่องผลของไขมันต่อการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามรกต พบว่ากิ้งก่าที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไขมันมีการเจริญเติบโตดีกว่ากิ้งก่าที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมไขมัน

Kanazawa et al. (1970) ได้รายงานว่ากิ้งก่ามรกตมีความต้องการระดับโปรตีนในอาหารที่ทำให้กิ้งก่าเจริญเติบโตดีจะอยู่ในช่วง 40-60 เปอร์เซ็นต์ Reed (1987) กล่าวว่ากิ้งก่ามรกตขนาดโตจะมีความต้องการโปรตีนที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 30 -35 เปอร์เซ็นต์ โดย Clifford and Brick (1978) ได้เสนอว่าเพื่อให้มีการนำโปรตีนไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตสำหรับกิ้งก่ามรกตระยะวัยรุ่นได้มีประสิทธิภาพสูงสุด อาหารสำหรับกิ้งก่ามรกตควรมีอัตราส่วนของไขมันต่อคาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 1:4 สำหรับการผลิตอาหารสำเร็จรูปในประเทศไทย จะต้องมีการแสดงตัวเลขปริมาณมากที่สุดและน้อยสุดของสารอาหารได้แก่โปรตีน ไขมัน เถ้า ความชื้น เป็นต้น

การย่อยสลายโปรตีนในขบวนการเมตาบอลิซึมของสัตว์น้ำ มีการปล่อยของเสียออกมาคือ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และ จาซวอร์ธ (2528) รายงาน ระดับความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อกิ้งก่ามรกต อายุ 35 วัน มีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.77 มิลลิกรัมต่อลิตร และระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียในแหล่งน้ำไม่ควรมากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการนำจุลินทรีย์มาใช้เพื่อลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท จุลินทรีย์ที่นิยมนำมาใช้มีหลายกลุ่มได้แก่ กลุ่มจุลินทรีย์สังเคราะห์แสง (photosynthetic

bacteria) กลุ่มที่ผลิตกรดแลคติก (lactic acid bacteria) กลุ่มที่ตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixing bacteria) กลุ่มจุลินทรีย์แอคทิโนมัย (actinomycetes bacteria)

การรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง

1. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในบ่อกุ้งควรอยู่ในระดับ 7-9 และระดับที่เหมาะสมที่สุดคือ 7.5-8.5 ซึ่งเป็นระดับเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งมากที่สุด ถ้าสูงหรือต่ำกว่านี้ควรรีบแก้ไข

2. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลง เนื่องจากการใช้หายใจของกุ้งและสิ่งมีชีวิตอื่นๆในน้ำ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุดในช่วงเวลา 02.00 น.-05.00 น. ก่อนตะวันขึ้น ค่าต่ำสุดที่กุ้งจะทนได้คือ 0.35-0.9 ส่วนในล้านส่วน (ppm)

3. อุณหภูมิของน้ำ (Water Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่มีผลต่อการกินอาหาร การย่อยอาหารและกระบวนการทำงานต่างๆ ในร่างกายของสัตว์น้ำ หากอุณหภูมิของน้ำเหมาะสมแล้วทำให้สัตว์น้ำสามารถย่อยอาหารได้ดี ถ้าอุณหภูมิของน้ำต่ำทำให้กระบวนการทำงานของสัตว์น้ำต่ำ (กรมประมง, 2546)

อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดอยู่ในช่วง 25-30 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงหรือต่ำเกินไป อาจทำให้กุ้งอ่อนแอหรือตายได้ อย่าปล่อยให้อุณหภูมิของน้ำสูงเกินกว่า 32 องศาเซลเซียส จะทำให้กุ้งไม่กินอาหาร อ่อนเพลีย และอาจตายได้ (ปิยะพงษ์, 2529)

4. ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างกับความกระด้าง มีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ควรมีค่าความเป็นด่างและความกระด้างอยู่ในระดับใกล้เคียงกัน และค่าความเป็นด่างของน้ำในแหล่งน้ำนั้น ไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว และไม่ลดจากค่าปกติเกินร้อยละ 25 น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำจะเป็นน้ำอ่อน และมีค่า pH ต่ำ ซึ่งมีผลให้ผลผลิตต่ำด้วย น้ำที่มีค่า pH ต่ำกว่า 4.5 จะไม่พบค่าความเป็นด่างปรากฏอยู่เลย

5. ไนโตรเจน (Nitrogen)

ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ นิยมศึกษาใน 3 รูปแบบ คือ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ไนโตรเจนเป็นสารประกอบหลักของโปรตีน ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตแบคทีเรียและพืชบางชนิดสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนจากอากาศได้

5.1 แอมโมเนีย (Ammonia)

แอมโมเนียในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่เกิดจากการขับถ่ายของปลา หรือกุ้งที่เลี้ยงในบ่อ แอมโมเนียเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทั้งในสภาพไม่มีไอออน (Unionized form, NH_3) และมีไอออน (ionized form, NH_4^+) แต่ในรูปของ NH_3 มีความเป็นพิษสูงกว่า ซึ่งพิษของแอมโมเนียจะมากขึ้นถ้ามีค่าพีเอช และอุณหภูมิสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณของ NH_3 เพิ่มขึ้นตามระดับค่าพีเอช และอุณหภูมิ

ปริมาณแอมโมเนียในบ่อกุ้งไม่ควรสูงกว่า 0.1 ส่วนในล้านส่วนในความเข้มข้นระดับนี้ จะทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งช้าลง 60 – 70 เปอร์เซ็นต์ (ปิยะพงษ์, 2529)

5.2 ไนไตรท์ (Nitrite)

ไนไตรท์เป็นสารประกอบไนโตรเจนรูปแบบหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการหมุนเวียนไนโตรเจนในแหล่งน้ำ โดยเกิดกึ่งกลางระหว่างการเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียเป็นไนเตรท (Nitrification) และไนเตรทเปลี่ยนกลับไปเป็นแอมโมเนีย (denitrification) (Boyd, 1990)

ไนไตรท์ทำให้ฮีโมโกลบินในเลือดปลามีประสิทธิภาพในการรับออกซิเจนได้น้อยลง เมื่อไนไตรท์ถูกดูดซึมเข้าไปในตัวปลาจะทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบินในเลือดเกิดเป็นสารประกอบ เมธฮีโมโกลบิน (methemoglobin) ขึ้นมาทำให้ฟอสฟอรัสที่เป็นองค์ประกอบของฮีโมโกลบินถูกออกซิไดซ์เป็นเฟอร์ริกมีผลทำให้เมธฮีโมโกลบินไม่สามารถรับออกซิเจนได้ สีของเลือดเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำตาล จึงเรียกว่าโรคเลือดสีน้ำตาล (brown blood disease) แต่เลือดพวกครัสตาเซียนจะเป็นฮีโมไซยานิน (hemocyanin) ซึ่งมีคอปเปอร์เป็นองค์ประกอบแทนที่เฟอร์ริก ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจึงแตกต่างออกไปแต่ไม่เป็นที่ทราบแน่นอน แต่ไนไตรท์เป็นต่อพิษต่อครัสตาเซียนได้เช่นกัน ความเป็นพิษสำหรับกุ้งกรามคือจะทำให้มีการเจริญเติบโตลดลงถ้ามีความเข้มข้นของไนไตรท์ 1.8-6.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

บรรจง (2535) กล่าวว่า ลูกกุ้งจะทนพิษไนไตรท์ได้สูงสุดถึง 6-12 มิลลิกรัม/ลิตร เพราะในเลือดกุ้งไม่มี hemoglobin แต่มี haemocyanin ซึ่งไนไตรท์ไม่สามารถจะดึงเอาออกซิเจนไปออกซิไดซ์ให้เป็น methaemoglobin อย่างใน hemoglobin ของเลือดปลาได้ ดังนั้น haemocyanin ใน

เลือดกุ้งเพียงแต่ยัดเหี่ยวเอาออกซิเจนไว้เฉยๆ และถ้าในบ่อที่เลี้ยงกุ้งมีไนโตรเจนเข้มข้นเพียง 15.4 มิลลิกรัม/ลิตร กุ้งประมาณร้อยละ 50 จะตายภายในเวลา 96 ชั่วโมง (บรรจง, 2535)

6. ความขุ่น (Turbidity)

ความขุ่นของน้ำแสดงถึงความสามารถของสารแขวนลอยในน้ำ ที่จะขัดขวางสะท้อนแสงและดูดซับแสงเอาไว้ สิ่งที่ทำให้น้ำขุ่น ได้แก่ อินทรีย์และอนินทรีย์สารในน้ำ ตลอดจนสิ่งมีชีวิตเล็กๆ สัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความคงทน ต่อระดับความขุ่นแตกต่างกัน น้ำธรรมชาติจะมีความขุ่นอยู่เสมอ น้ำใสจะมีค่าความขุ่นไม่เกิน 25 หน่วย น้ำขุ่นปานกลางมีค่าความขุ่นระหว่าง 25-100 หน่วย และน้ำขุ่นมากจะมีค่าความขุ่นเกิน 100 หน่วย

โรคกุ้งก้ามกรามในบ่อเลี้ยง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 มีการดำเนินการส่งเสริมและขยายการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของกรมประมง และจากนั้นเป็นต้นมาก็ได้มีการปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้เจริญก้าวหน้ามากขึ้นเป็นลำดับ อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่เป็นอุปสรรคในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามก็คือ การเกิดโรคโดยเฉพาะในช่วงระยะเวลาอนุบาล เช่น

1. โรคไวรัส *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) และ extra small virus (XSV) จากการศึกษาทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อตับและตับอ่อน (hepatopancreas) ของลูกกุ้งก้ามกรามที่มีกล้ามเนื้อขาวขุ่นจะพบ basophilic cytoplasmic inclusion อยู่ในช่องว่าง (vacuoles) ภายในเซลล์ของตับและตับอ่อนบางเซลล์จะติดสีน้ำเงินอมม่วง basophilic-violet intranuclear inclusions อยู่ในนิวเคลียสที่ขยายใหญ่ขึ้น (hypertrophic nuclei) ภายในเซลล์ของตับและตับอ่อน นอกจากนี้ยังพบการตายของกล้ามเนื้อลาย (striated muscle necrosis) ที่ส่วนท้อง หัว หาง และรยางค์ของลูกกุ้ง บางครั้งจะพบลักษณะการหดตัวอัดรวมกันแน่นของนิวเคลียส (pyknotic nuclei) ภายในกลุ่มเซลล์กล้ามเนื้อที่ตาย เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscopes หรือ TEM) พบอนุภาคของไวรัสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 22 – 25 นาโนเมตร เป็นจำนวนมากบริเวณที่เกิด inclusion bodies ในเซลล์ตับและตับอ่อน และในเซลล์กล้ามเนื้อลายที่เกิดการตาย ในขณะที่การศึกษาทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อแม่พันธุ์กุ้งพบลักษณะ basophilic cytoplasmic inclusions ในเซลล์ของตับและตับอ่อน เมื่อนำมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน พบอนุภาคของไวรัสขนาดเดียวกับที่พบในลูกกุ้งคือ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 22 – 25 นาโนเมตร เมื่อนำตัวอย่างลูกกุ้งและแม่พันธุ์กุ้งป่วยดังกล่าวไปศึกษาโดยใช้วิธีปฏิกิริยาลูกโซ่โพลีเมอเรส (PCR) ตรวจพบไวรัส 2 ชนิด คือ *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) และ extra small virus

(XSV) โดยไวรัสทั้งสองชนิดนี้เป็นไวรัสชนิด อาร์ เอ็น เอ(RNA) สายเดี่ยวมีขนาด 2.9 และ 1.3 กิโลเบส ตามลำดับ ไวรัสดังกล่าวนี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสียหายแก่ลูกกุ้งในโรงเพาะฟักกุ้งก้ามกรามในหลายประเทศ ได้แก่อินเดีย จีน ไต้หวัน ฯลฯ (Arcier et al. 1999, Yoganandhan et al., 2005)

2. Macrobrachium hepatopancreatic parvo-live virus (MHPV) เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคในกุ้งก้ามกราม แต่ไม่มีส่วนสำคัญที่ทำให้กุ้งป่วยหรือตายได้ ในฟาร์มเลี้ยง การวินิจฉัย MHPV โดยใช้ทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ พบ inclusion body และนิวเคลียสรวมโต ภายในเซลล์เยื่อบุตับและตับอ่อน (Anderson et al., 1990)

3. Parvo-like ที่ชื่อว่า Macrobrachium muscle virus (MMV) มีรายงานในไต้หวันว่าเป็นไวรัสที่พบในกล้ามเนื้อเท่านั้น และกล้ามเนื้อที่มีการติดเชื้อแล้วจะมีการตายเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ มีลักษณะเป็น inclusion bodies ติดสีน้ำเงินของ haematoxylin ในไซโตพลาสซึม ของเซลล์กล้ามเนื้อลาย เมื่อมีการระบาดเกิดขึ้นอัตราการตายอาจสูงเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 2 สัปดาห์

4. White spot syndrome virus (WSSV) หรือไวรัสดวงขาวที่พบในกุ้งก้ามกราม โดยมีเนื้อเยื่อเป้าหมายในกุ้งก้ามกราม คือ cuticular epidermis กระเพาะอาหาร เหงือก ตับ และตับอ่อน (Chang et al., 1998)

5. Black spot (brown spot, shell disease) พบได้ในกุ้งก้ามกรามทุกระยะลักษณะอาการที่เด่นชัด คือเป็นแผลสีดำบนผิวหนัง ทำให้แบคทีเรียเข้าไปอยู่ในช่องว่างของแผล โดยแผลที่เกิดขึ้นอยู่ในชั้นผิวได้เปลือกและใต้เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน จะมีสีดำเพราะมีการสะสมของเม็ดสี เนื่องจากเป็นกระบวนการอักเสบของปฏิกิริยา prophenol oxidase ที่ป้องกันและตอบสนองกับการบุกรุกของแบคทีเรีย และการซ่อมแซมของเนื้อเยื่อ มักพบว่าสาเหตุมาจากแบคทีเรียแกรมลบ เช่น *Vibrio* sp. , *Pseudomonas* sp. และ *Aeromonas* sp. อยู่ร่วมกับบริเวณที่เป็นแผลจุดดำ

แผลจุดดำจะมีการระบาดมากขึ้นในฟาร์มที่มีการจัดการที่ไม่ดี สภาพในบ่อกุ้งอยู่อย่างแออัดมากเกินไป ทำให้สุขภาพของกุ้งไม่ดีพอ การป้องกัน ควรมีการจัดการด้านคุณภาพน้ำ และอาหารที่ให้ รวมทั้งความหนาแน่นของกุ้งในบ่อที่เหมาะสมและต้องมีความระมัดระวังในระหว่างการจับกุ้งด้วย (Brock, 1993)

6. Bacterial necrosis เป็นโรคที่มีลักษณะอาการเหมือนกับโรคจุดดำ แต่พบในกุ้งระยะวัยอ่อนเท่านั้น มีการตายของเนื้อเยื่อและมีการเกิดสีตามลำตัวแขนขาของกุ้ง ส่วนอาการอื่น ๆ คือจะพบว่าลำไส้ของลูกกุ้งไม่มีอาหารและลำตัวมีสีน้ำเงินและสามารถเพาะเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas* และแบคทีเรียที่เป็นเส้นใย *Leucothrix* อยู่บริเวณแผล ถ้ามีการตายของกล้ามเนื้อโดยแบคทีเรียอย่างรวดเร็ว และถ้าไม่มีการรักษาทันเวลาจะทำความเสียหายให้กับลูกกุ้งจำนวนมาก ภายในเวลาไม่กี่วัน การป้องกันจะต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลทำให้ลูก

โรคปรสิตที่เกิดกับกุ้งก้ามกรามมีค่อนข้างน้อย โดยจากรายงานของ โสภะและสมเกียรติ (2531) กล่าวว่า จากการตรวจกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในบ่อดิน อำเภอบางปลาหมอ จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2528 พบปรสิตภายนอกจำนวน 7 ชนิดคือ *Acineta* sp. *Epistylis* sp. *Glossatella* sp. *Lagenophrys* sp. *Zoothamnium* sp. *Vorticella* sp. และ *Illinoebdella* sp. แต่ปรสิตที่พบก็ไม่ได้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อ



สถานที่ทำการศึกษา

หน่วยวิจัยการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (PRAWN CULTURE RESEARCH UNIT; PRU) ของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ (ภาพที่ 1)

วิธีการดำเนินการ

การทดลองที่ 1 การศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งในเขตภาคเหนือ (ปี 2547 และ ปี 2548)

1. การวางแผนการทดลองศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 2 ระดับ คือ

หน่วยทดลองที่ 1 อัตราความหนาแน่น	25	ตัวต่อตารางเมตร
หน่วยทดลองที่ 2 อัตราความหนาแน่น	50	ตัวต่อตารางเมตร

2. บ่อที่ใช้ในการทดลองขนาด 400 ตารางเมตรจำนวน 3 บ่อ (ภาพที่ 2) โดยการเตรียมบ่อจะมีการตากบ่อให้แห้งและทำการตากเลนออกจากบ่อ แล้วปรับแต่งพื้นที่และขอบบ่อให้เรียบ ใช้ปูนมาลยหว่านในอัตรา 60-100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้อวนมุ้งเขียวตาถี่ขนาดหน้ากว้าง 90 เซนติเมตรกั้นบริเวณขอบบ่อเพื่อป้องกัน งู กบ หรือศัตรูของกุ้งก้ามกราม

3. สูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าไปพักไว้ในบ่อโดยผ่านถุงกรองเพื่อป้องกันไข่ปลา ไข่หอย ที่จะมาทำอันตรายต่อลูกกุ้ง (ภาพที่ 3) พักน้ำไว้ประมาณ 3-4 วัน ในระหว่างนั้นทำการเพิ่มอาหารธรรมชาติโดยการใส่ปุ๋ยคอกมัดใส่กระสอบผูกไว้บริเวณภายในบ่อสังเกตจนสีน้ำมีสีเขียว แสดงว่าอาหารธรรมชาติเริ่มเกิดขึ้น

4. การปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามโดยลูกกุ้งก้ามกรามที่นำมาจะมีขนาด PL 10 จะใช้ลูกพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มที่เชื่อถือได้ ปลอดเชื้อและแข็งแรง โดยแบ่งอัตราความหนาแน่นไว้ 2 ระดับ คือ ระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตรหรือ 10,000 ตัวต่อบ่อ และระดับความหนาแน่นที่ 50 ตัวต่อตารางเมตรหรือ 20,000 ตัวต่อบ่อ โดยก่อนปล่อยต้องมีการปรับอุณหภูมิภายในบ่อบรรจุลูกกุ้งให้มีความใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายในบ่อก่อนเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันของลูกกุ้งซึ่งอาจทำให้ลูกกุ้งตาย

5. วิธีการเลี้ยงจะให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการเลี้ยงตามตารางที่ 1 โดยให้อาหารวันละ 3 มื้อดังต่อไปนี้ มื้อที่ 1 เวลา 8.00 น. มื้อที่ 2 เวลา 13.00 น. มื้อที่ 3 เวลา 16.30 น. ระหว่างการเลี้ยงจะมีการให้ออกซิเจนภายในบ่อตลอดเวลาโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศ (ภาพที่ 4 และ 5) และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้งใน 2 เดือนแรก และสัปดาห์ละ 2 ครั้งใน 2 เดือนถัดไป ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งหมด 150 วัน

6. การเก็บตัวอย่างจะทำการสุ่มซังน้ำหน้าของกึ่งก้ามกรามทุก 20 วันพร้อม (ภาพที่ 6, 7 และ 8) กับการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ในแต่ละบ่อ คุณสมบัติของน้ำที่ทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ส่วนทางเคมี ได้แก่ แอมโมเนีย วัดโดยใช้วิธี Phenol-hypochlorite method ในเตรทไนโตรท์ ฟอสฟอรัส (APHA et al., 1995)

7. การวิเคราะห์ความแตกต่างจากการทดลอง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ปริมาณผลผลิตของกึ่งก้ามกราม คุณสมบัติของน้ำ ในการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกัน 2 ระดับ ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการของ T-test

การทดลองที่ 2 การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ (ปี 2548 และปี 2549)

1. การวางแผนการทดลองศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือได้แบ่งหน่วยการทดลองออกเป็น 2 หน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้

หน่วยการทดลองที่ 1 อนุบาลในฤดูร้อนแล้วเลี้ยงในฤดูฝน (ก.พ.-ก.ย.)

หน่วยการทดลองที่ 2 อนุบาลในฤดูหนาวแล้วเลี้ยงในฤดูร้อน (ต.ค.-เม.ย.)

2. บ่อที่ใช้ในการทดลองขนาด 400 ตารางเมตรจำนวน 3 บ่อ (ภาพที่ 2) หลังจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในรุ่นที่ผ่านมาอนุอุปกรณ์ต่างๆ ออกจากบ่อตากบ่อให้แห้งเก็บเศษหอยที่อยู่ภายในบ่อออกให้หมด ใช้ปูนขาวหว่านในอัตรา 60-100 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ฉนวนมุ้งเขียวตาถี่ขนาดหน้ากว้าง 90 เซนติเมตร กันบริเวณขอบบ่อเพื่อป้องกันศัตรูของกุ้งก้ามกรามเช่น งู กบ

3. สูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าไปพักไว้ในบ่อโดยผ่านตุ้กรองเพื่อป้องกันไข่ปลา ไข่หอย ที่จะมาทำอันตรายต่อลูกกุ้ง (ภาพที่ 3) พักน้ำไว้ประมาณ 3-4 วัน ลูกกุ้งก้ามกรามที่นำมาปล่อยจะมีขนาด PL 10 จะใช้ลูกพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มที่เชื่อถือได้ ปลอดเชื้อและแข็งแรง ที่ระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตรหรือ 10,000 ตัวต่อบ่อ

4. จะใช้วิธีเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการเลี้ยงตามตารางที่ 1 โดยให้อาหารวันละ 3 มื้อดังต่อไปนี้ มื้อที่ 1 เวลา 8.00 น. มื้อที่ 2 เวลา 13.00 น. มื้อที่ 3 เวลา 16.30 น. ระหว่างการเลี้ยงจะมีการให้ออกซิเจนภายในบ่อตลอดเวลาโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศ (ภาพที่ 4 และ 5) และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งหมด 180-200 วัน

ตารางที่ 1 อาหารที่ใช้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่งุ้มก้ามกราม

อายุ	% อาหารที่ให้/วัน/ น้ำหนักตัว	จำนวนมื้อ/วัน
0-15	30	4
16-30	20	4
31-45	12	4
46-60	8.0	4
60-90	6.0	4
91-120	4.0	3
121-150	3.0	3
150-210	2.5	3

5. การเก็บตัวอย่างจะทำการสุ่มซึ่งน้ำหนักของกุ่มก้ามกรามทุก 20 วัน (ภาพที่ 6, 7 และ 8) พร้อมกับการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ในแต่ละบ่อ คุณสมบัติของที่ทำ การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ส่วนทางเคมี ได้แก่ แอมโมเนีย วัดโดยใช้วิธี Phenol-hypochlorite method ในเครื่องไนโตรท์ ฟอสฟอรัส (APHA et al., 1995)

6. การวิเคราะห์ความแตกต่างจากการทดลอง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ปริมาณผลผลิตของกุ่มก้ามกราม คุณสมบัติของน้ำ ในการเลี้ยงกุ่มก้ามกรามในระดับความหนาแน่นที่แตกต่างกัน 2 ระดับ ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการของ T-test

การคำนวณอัตราการเจริญเติบโต การศึกษาอัตราการรอด การศึกษาปริมาณผลผลิต

1. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

ในระหว่างการเลี้ยงจะมีการสุ่มชั่งทุก ๆ ครั้ง นำข้อมูลการชั่งน้ำหนักที่ได้ในแต่ละครั้งไปคำนวณอัตราการเจริญเติบโตดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = \frac{\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยปัจจุบัน} - \text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยครั้งก่อน}}{\text{ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจากการชั่งครั้งก่อน}} \quad (\text{กรัม/ตัว/วัน})$$

2. การศึกษาอัตราการรอดตาย

สุ่มนับจำนวนกุ้งที่ล้มตายทั้งหมดที่ได้ภายในบ่อแต่ละบ่อ หลังจากเลี้ยงกุ้งจนกระทั่งจับ นำผลผลิตที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาอัตราการรอดตาย

$$\text{อัตราการรอดตาย(เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนกุ้งที่รอดตายทั้งหมดในบ่อทดลอง (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนกุ้งที่ปล่อยทั้งหมด(ตัว)}}$$

3. การศึกษาปริมาณผลผลิตและอัตราการแลกเนื้อ

นำค่าน้ำหนักกุ้งที่จับได้ทั้งหมดในแต่ละบ่อ เพื่อนำไปหาค่าปริมาณผลผลิตและอัตราการแลกเนื้อแล้วเปรียบเทียบแต่ละบ่อ

$$\text{ปริมาณผลผลิต(กิโลกรัมต่อไร่)} = \frac{\text{น้ำหนักกุ้งที่จับได้ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{จำนวนกุ้งที่ปล่อยทั้งหมด(ตัว)}}$$

$$\text{อัตราการแลกเนื้อ} = \frac{\text{น้ำหนักกุ้งที่จับได้ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{จำนวนกุ้งที่ปล่อยทั้งหมด(ตัว)}}$$



ภาพที่ 1 สถานที่ทดลอง หน่วยวิจัยการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม



ภาพที่ 2 การใช้ผ้ากรองศัตรูกุ้ง



ภาพที่ 3 เครื่องปั๊มอากาศ



ภาพที่ 4 การให้อากาศในบ่อเลี้ยงโดยใช้ปั๊มอากาศ



ภาพที่ 5 การลงกุ้งก้ามกราม



ภาพที่ 6 การสุ่มกุ้งในระยะกึ่งเด็กโดยใช้อวนมุ้งสีฟ้า



ภาพที่ 7 การสูมกุ้งในระยะกึ่งโตโดยใช้อวน



ภาพที่ 8 การชั่งน้ำหนักกุ้ง



ภาพที่ 9 กุ้งก้ามกรามเทศเมีย

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตเคลือบอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม

1. การวางแผนการทดลองการศึกษาในครั้งนี้ได้แบ่งหน่วยการทดลองออกเป็น 7 หน่วยการทดลอง (ภาพที่ 11) หน่วยทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้คือ

Treatment 1 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % (ชุดควบคุม)

Treatment 2 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 0.5 %

Treatment 3 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 1.0 %

Treatment 4 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 1.5 %

Treatment 5 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 0.5 % + โพลีฟีนอล 1%

Treatment 6 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 1.0 % + โพลีฟีนอล 1%

Treatment 7 อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 1.5 % + โพลีฟีนอล 1%



ภาพที่ 10 วัตถุดิบสารเร่งการเจริญเติบโตและสารเคลือบในอาหารกุ้งก้ามกราม

2. บ่อที่ใช้ในการทดลองขนาด 400 ตารางเมตรจำนวน 1 บ่อภายในบ่อจะสร้างคอกขนาด 2x5 ตารางเมตร จำนวน 28 คอก (ภาพที่ 16) พร้อมทั้งเตรียมต่อบั้มลมขนาด แรงม้าโดยใช้ท่อ PVC ขนาด 2 นิ้วต่อเข้าในแต่ละคอก เก็บเศษเปลือกหอย และปรับสภาพพื้นบ่อ โดยใช้ปูนมาลย์หว่านในอัตรา 60 - 100 กิโลกรัมต่อไร่ ตากบ่อให้แห้งเป็นระยะเวลา 7 วัน

3. สูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าไปพักไว้ในบ่อโดยผ่านถุงกรองเพื่อป้องกันไข่ปลา ไข่หอย ที่จะมาทำอันตรายต่อลูกกุ้ง พักน้ำไว้ประมาณ 3-4 วัน นำกุ้งก้ามกรามเพศผู้ที่มีขนาดตัว 50-60 กรัมที่อนุบาลไว้ในบ่อดินตรวจดูความแข็งแรงของกุ้งก่อนนำมาปล่อยเลี้ยง (ภาพที่ 14 และ 15) ในคอกที่เตรียมไว้ตามปล่อยกุ้งก้ามกรามในอัตราปล่อย 2 ตัวต่อตารางเมตร (ภาพที่ 17)

4.การผสมอาหารและการจัดการ

4.1 จะทำการชั่งอาหารกึ่งกัมกรามซึ่งมีโปรตีนสูงกว่า 35 เปอร์เซ็นต์ โคเลสเตอรอล โพลีฟีนอลและสารเหนียว Alpha starch ตามเปอร์เซ็นต์ของหน่วยการทดลองที่ได้ตั้งไว้ (ภาพที่ 11)

4.2 คลุกเคล้าส่วนผสมทั้งหมดในเข้ากัน (ภาพที่ 12) สเปรย์ด้วยน้ำเปล่าเพื่อให้ส่วนผสมเคลือบเม็ดอาหารได้ดีมากขึ้น (ภาพที่ 13) เมื่อคลุกเคล้ากันดีแล้วจึงนำไปผึ่งลมให้อาหารแห้งและเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิต่ำ

4.3 ช่วงเวลาการให้อาหารจะนำอาหารที่ผสมตามหน่วยการทดลองที่วางไว้ โดยจะใช้ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว วันละ 3 มื้อดังต่อไปนี้ มื้อที่ 1 เวลา 8.00 น. มื้อที่ 2 เวลา 13.00 น. มื้อที่ 3 เวลา 16.30 น.

4.4 ระหว่างการเลี้ยงจะมีการให้ออกซิเจนภายในบ่อตลอดเวลา และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้ง



ภาพที่ 11 การเตรียมส่วนผสมที่จะให้เคลือบอาหารกึ่งกัมกรามในแต่ละหน่วยการทดลอง

5. สุ่มชั่งวัดทุกๆ 15 วัน นำข้อมูลการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวตั้งแต่ปลายของกิริจนถึงปลายหาง เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และผลผลิตที่ได้ การเก็บตัวอย่างด้านคุณภาพน้ำจะทำการตรวจวัดทุก 20 วัน โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งทางเคมีได้แก่ ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน ไนเตรต แอมโมเนีย และทางชีวภาพ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ คลอโรฟิลล์-เอ บีโอดี ซีโอดี ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ ตามวิธีการของ APHA et al. (1995)

6. การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยนำผลการทดลอง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ปริมาณผลผลิตของกุ้งก้ามกราม ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ได้ขนาดใหญ่ ใช้โปรแกรม SPSS for Window เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการของ Duncan's multiple rang test



ภาพที่ 12 การเตรียมอาหารกุ้งก้ามกรามโดยใช้สารเร่งการเจริญเติบโต



ภาพที่ 13 การสเปรย์ด้วยน้ำเปล่าในอาหารกุ้ง



ภาพที่ 14 การเช็คเพศและชั่งวัดกุ้งก้ามกรามก่อนปล่อยทดลอง



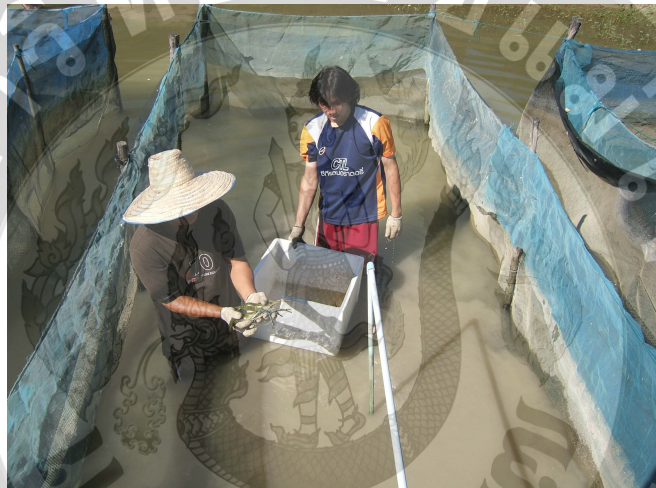
ภาพที่ 15 ขนาดของกุ้งก้ามกรามเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 50-60 กรัมที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 16 สภาพบ่อและคอกที่ใช้ทำการทดลอง



ภาพที่ 17 ปล่อยกกุ้งก้ามกรามในคอกที่ใช้ทำการทดลอง



ภาพที่ 18 การสุ่มตัวอย่างกุ้งก้ามกรามภายในคอกทุกๆ 15 วัน

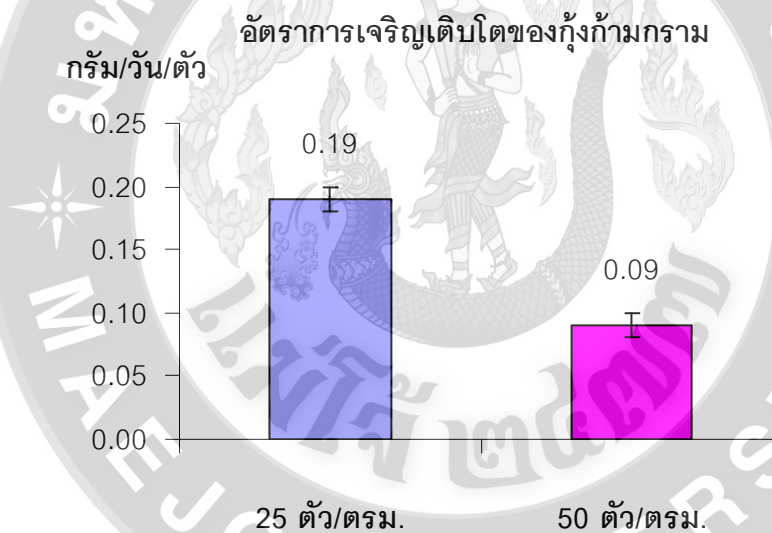


ภาพที่ 19 การชั่งน้ำหนักและความยาวของกุ้งก้ามกรามทุกๆ 15 วัน

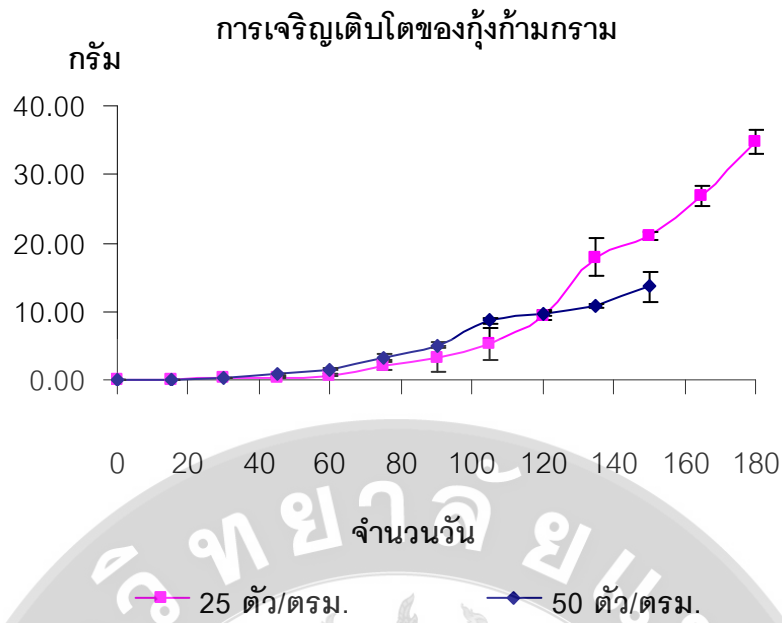
ผลการศึกษาและการวิจารณ์

1. การศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

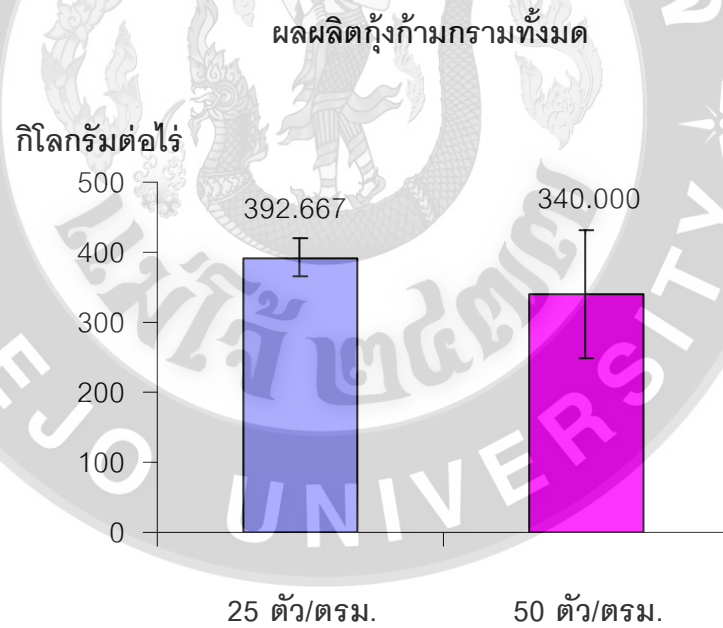
จากการศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมของกุ้งก้ามกราม โดยใช้บ่อเลี้ยงขนาด 400 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ แบ่งการเลี้ยงเป็น สองรอบการผลิต โดยแบ่งเป็น 2 ระดับความหนาแน่น ที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร (10,000 ตัวต่อบ่อ) และระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร (20,000 ตัวต่อบ่อ) ให้อาหารวันละ 3 มื้อ เข้า กลางวัน เย็น เปลี่ยนถ่ายน้ำทุกสัปดาห์ ในช่วงสองเดือนแรก และ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ในสองเดือนหลังพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงมีค่าเท่ากับ 34.85 ± 1.73 และ 13.60 ± 2.15 กรัมตามลำดับ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.19 ± 0.01 และ 0.09 ± 0.01 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ เมื่อนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติแล้วพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ $P > 0.05$ จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร จะมีอัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายที่ดีกว่าการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตรดังภาพที่ 20 และ 21



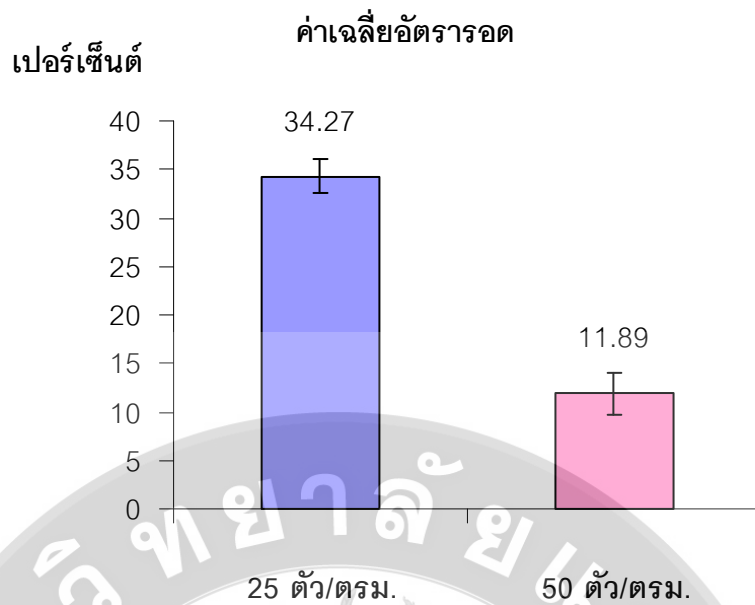
ภาพที่ 20 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน



ภาพที่ 21 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน



ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตกุ้งก้ามกรามทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง



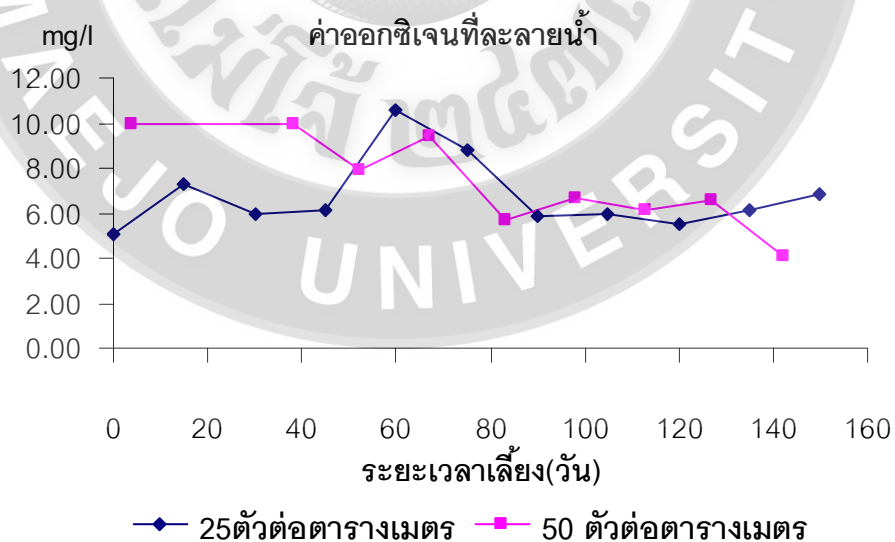
ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

ภาพที่ 23 แสดงอัตราการรอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.27 ± 1.73 และ 11.89 ± 2.15 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยผลผลิตที่ได้ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 392.67 ± 27.22 และ 340 ± 91.65 กิโลกรัมต่อไร่ (ภาพที่ 20) ตามลำดับ ส่วนค่าอัตราการแลกเนื้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.41 ± 0.09 และ 2.18 ± 0.093 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ทั้งอัตราการรอด และ อัตราการแลกเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$ ส่วน Tidewell et al.(1996) ได้ทำการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในมลรัฐ Mississippi และ Kentucky ประเทศสหรัฐอเมริกาในอัตราปล่อย 4 ตัวต่อตารางเมตร ได้กึ่งก้ามกรามมีน้ำหนักเฉลี่ย 34.8 และ 36.1 กรัม มีผลผลิตกึ่งก้ามกรามทั้งหมด 174.56 และ 201.76 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนอัตราการแลกเนื้อมีค่าเท่ากับ 2.34 และ 2.31 พบว่าในการศึกษาในครั้งนี้ได้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อที่ไม่แตกต่างกันกับระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตร อีกทั้งยังได้ผลผลิตกึ่งก้ามกรามที่มากขึ้น สม่ำเสมอและคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในอัตราปล่อย 10,000 ตัวต่อไร่ พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ± 0.12 กรัม/ตัว/วัน เมื่อเลี้ยงต่อไปด้วยการแยกเพศผู้และเพศเมีย พบว่ากึ่งเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ย 16 ± 0.50 กรัม เพศผู้เฉลี่ย 27.6 ± 1.43 กรัม มีอัตราการรอดสูงถึง 87.7 ± 1.58 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเนื้อ 2.59 ± 0.06 อัตราการเจริญเติบโต 0.82 ± 0.12 กรัมต่อวัน และปริมาณผลผลิต 188.9 ± 4.27 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การทดลองในครั้งนี้ไม่ได้มีการเลี้ยงแบบแยกเพศของกึ่งก้ามกรามจึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

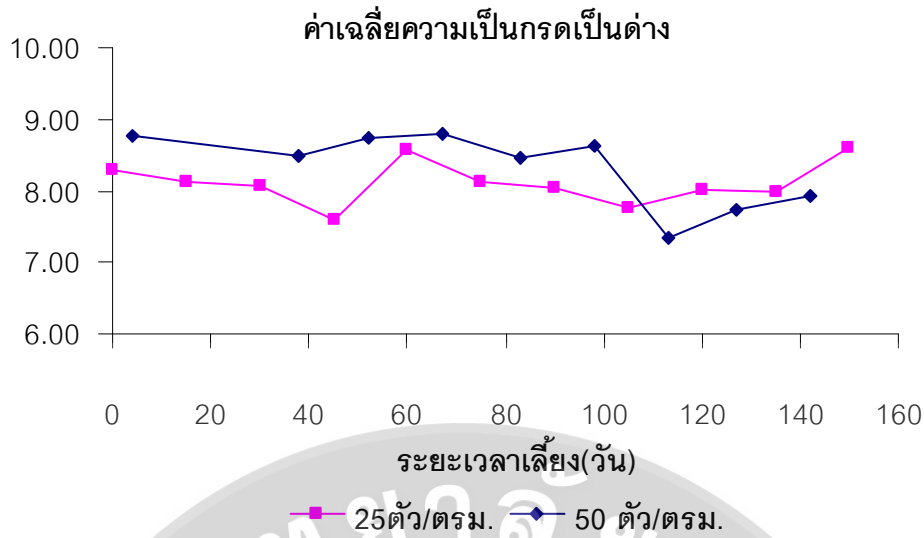


ภาพที่ 24 ผลผลิตกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงซึ่งจะทำการตรวจวัดทุก 15 วัน โดยมีคุณสมบัติที่ทำการวัดได้แก่ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ แอมโมเนีย ค่าความเป็นด่างและ ความเป็นกรดเป็นด่าง ในระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตร และระดับความหนาแน่นที่ 50 ตัวต่อตารางเมตร พบว่าค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ $P > 0.05$ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.74 ± 0.17 และ 7.38 ± 0.11 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่เหมาะสมที่สุดสำหรับกุ้งก้ามกรามคือ 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร (เปี่ยมศักดิ์, 2523) ดังภาพที่ 25 ในการศึกษาครั้งนี้ถือว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

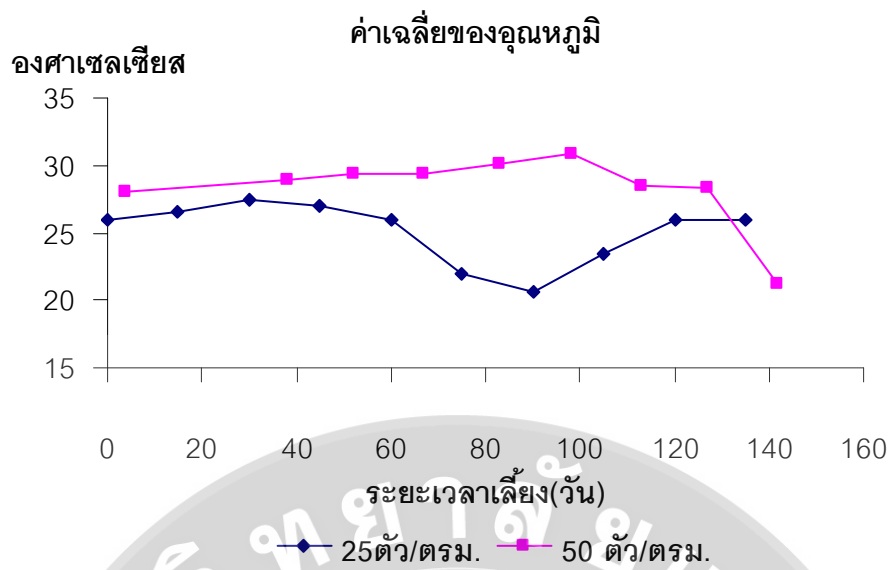


ภาพที่ 25 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำตลอดระยะเวลาในการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

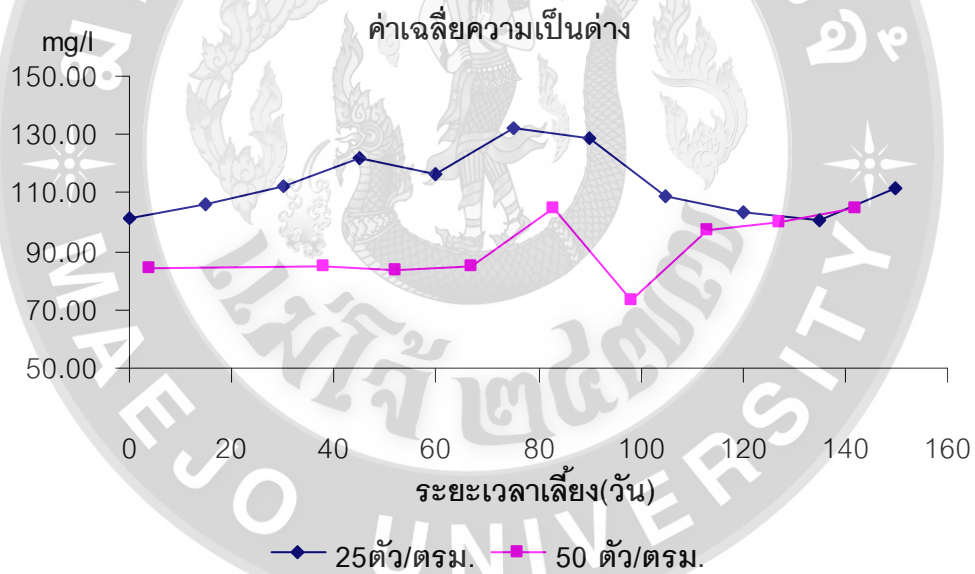


ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

ภาพที่ 26 แสดงค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 8.10 ± 0.12 และ 8.34 ± 0.02 ตามลำดับซึ่งถือได้ว่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ 7.5 – 8.5 (บรรจง, 2535) อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 25.1 ± 2.29 และ 28.31 ± 2.79 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สอดคล้องกับ ผสุดี (2540)กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงควรอยู่ในช่วง 23.8-31.7 องศาเซลเซียส แต่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำจะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงตามอิทธิพลของอากาศ ค่าเฉลี่ยแอมโมเนีย มีค่าเท่ากับ 0.323 ± 0.41 และ 0.306 ± 0.36 มิลลิกรัมต่อลิตรถือได้ว่าไม่เป็นอันตรายต่อกุ้งก้ามกรามซึ่งค่าแอมโมเนียไม่ควรสูงเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (จารุวรรณ, 2525) แต่ระดับความเป็นพิษของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและค่าความเป็นกรดเป็นด่างถ้าค่าเหล่านี้สูงความเป็นพิษของแอมโมเนียก็จะเพิ่มสูงขึ้น (Boyd,1990) ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างมีค่าเท่ากับ 113.1 ± 1.16 และ 90.81 ± 1.30 มิลลิกรัมต่อลิตรมี อยู่ในช่วง 40-80 มิลลิกรัมต่อลิตร (ยนต์,2539) ดังภาพที่ 27 และ 28



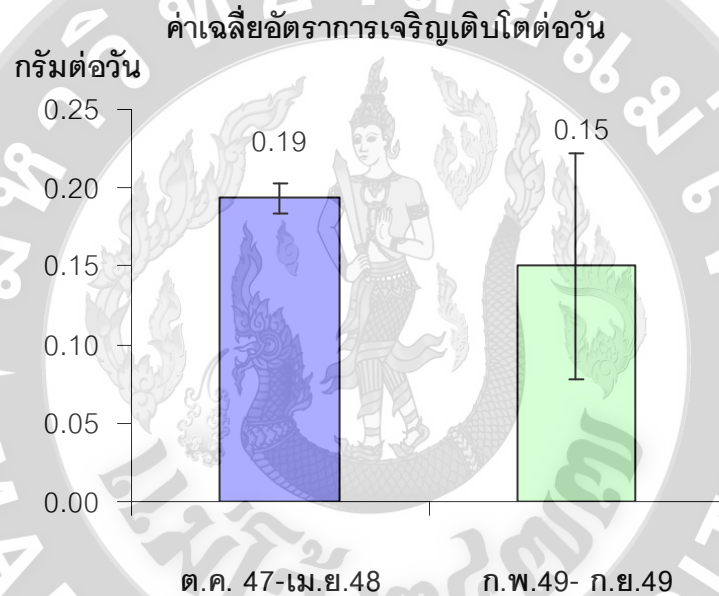
ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยของความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม
ทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

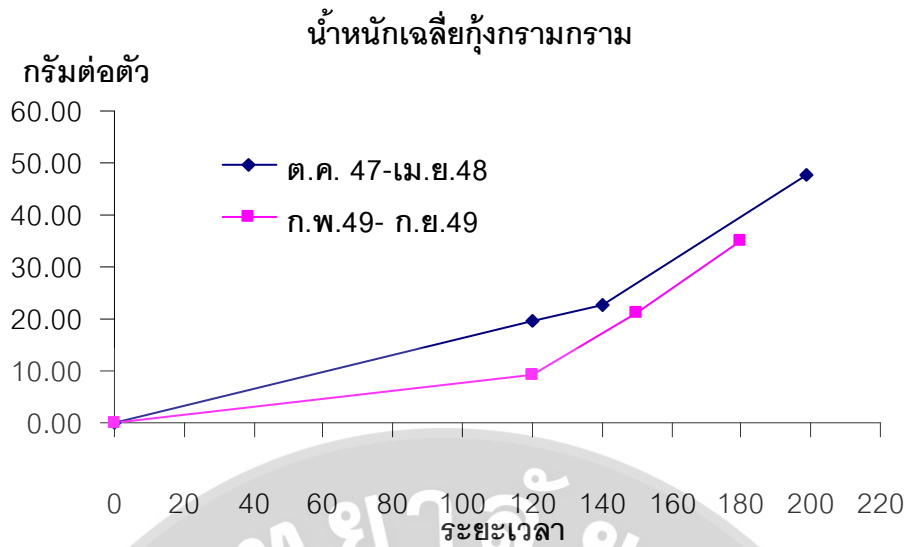
2. การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

จากการศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือเพื่อหาช่วงเวลาการเลี้ยงในการศึกษาครั้งนี้ได้ แบ่งหน่วยการทดลองได้ดังนี้คือ หน่วยการทดลองที่ 1 การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดินในช่วงเดือนตุลาคม 2547–เดือนเมษายน 2548 (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) และหน่วยการทดลองที่ 2 การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดินในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2549–เดือนกันยายน 2549 (ฤดูร้อน-ฤดูฝน) โดยใช้บ่อดินขนาด 400 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อต่อรอบการผลิต อัตราการปล่อย 25 ตัวต่อตารางเมตร ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 180-200 วัน พบว่ามีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันเท่ากับ 0.19 ± 0.01 และ 0.15 ± 0.07 กรัมต่อวันตามลำดับ (ภาพที่ 29)

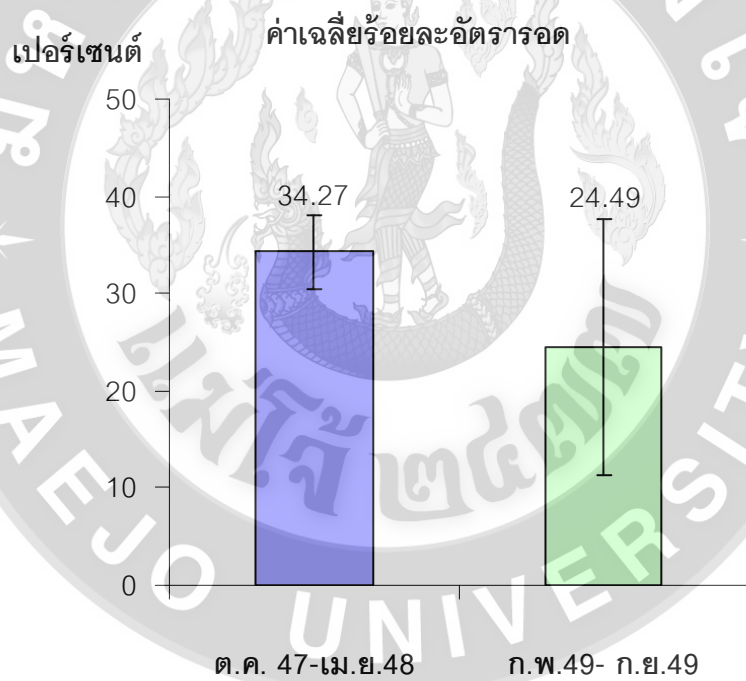


ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

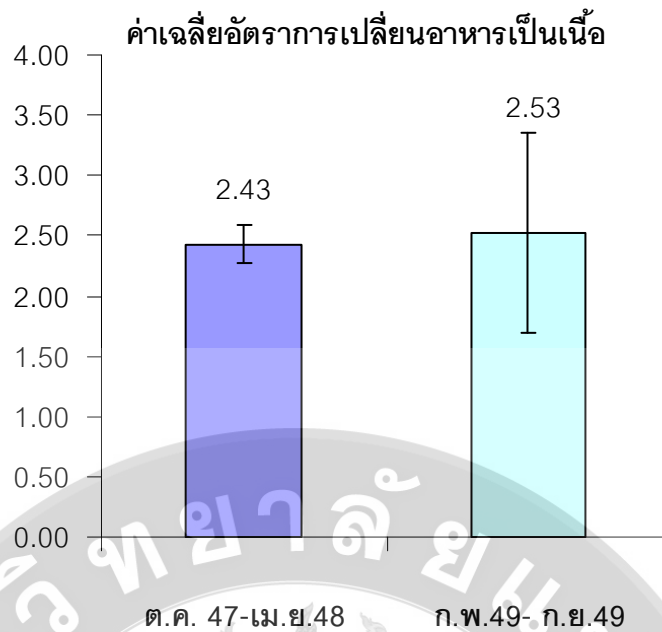
จากภาพที่ 28 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายพบว่าในช่วงการเลี้ยง ต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสุดท้ายสูงกว่าการเลี้ยงในช่วง ก.พ.49 –ก.ย. 49 โดยมีค่าเท่ากับ 34.85 ± 1.73 และ 47.76 ± 3.73 กรัม ตามลำดับเช่นเดียวกันกับอัตรารอดหลังจากสิ้นสุดการเลี้ยงที่ช่วงการเลี้ยงในเดือนต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.27 ± 3.89 และ 24.49 ± 13.13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 30 น้ำหนักกึ่งการรวมเฉลี่ย กรัมต่อตัวทั้งสองช่วงเวลา

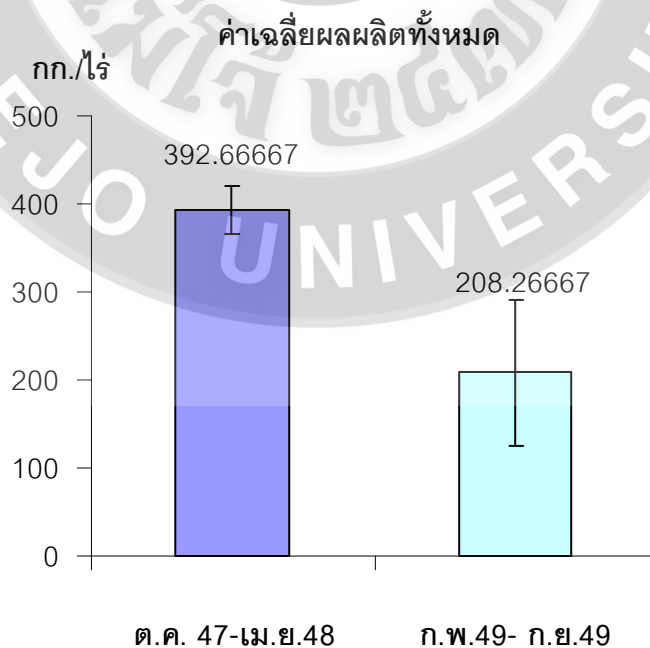


ภาพที่ 31 เปอร์เซนต์ของอัตราการรอดหลังจากสิ้นสุดการทดลอง



ภาพที่ 32 ค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

จากภาพที่ 33 แสดงผลผลิตรวมทั้งหมดหลังจากสิ้นสุดการเลี้ยงโดยในช่วง ต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าเฉลี่ยมากกว่า การเลี้ยงในช่วงก.พ.49 -ก.ย. 49 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 392.67 ± 27.23 และ 208.27 ± 82.99 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ และอัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 ± 0.02 และ 2.50 ± 0.83 ตามลำดับ (ภาพที่ 32)



ภาพที่ 33 ค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

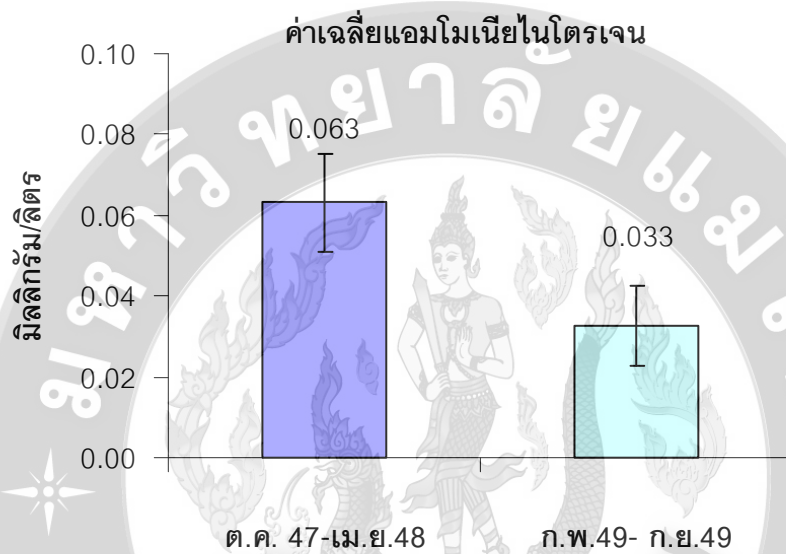
จากการศึกษาในครั้งนี้เมื่อนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการเปรียบเทียบ T-test พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$ ส่วน น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย อัตรารอด ผลผลิตทั้งหมด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีแนวโน้มโดยการเลี้ยงในช่วง เดือนตุลาคม 2547 – เดือนเมษายน 2548 (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) จะสูงกว่าการเลี้ยงในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ 2549–เดือนกันยายน 2549 (ฤดูร้อน-ฤดูฝน) ดังตาราง ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ สมหมายและคณะ (2548) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบดั้งเดิมในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือน ตุลาคม ในบ่อดินขนาด 6 ไร่ จำนวน 2 บ่อเป็นระยะเวลา 209 วันพบว่าน้ำเฉลี่ยกึ่งก้ามกรามเท่ากับ 35.4 ± 4.38 กรัม อัตราการรอดตาย 31.6 ± 0.39 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเนื้อ 4.47 ± 0.53 ปริมาณผลผลิต 341 ± 40.31 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราการเจริญเติบโต 0.201 ± 0.08 กรัมต่อวัน อาจเนื่องจากรูปแบบในการเลี้ยงของชะลอเป็นแบบเชิงพาณิชย์ที่มีพื้นที่เลี้ยงที่มากกว่า จึงทำได้ผลผลิตอัตราการเจริญเติบโตและ อัตราการแลกเนื้อที่มากกว่าในการศึกษาครั้งนี้ อีกทั้งทั้งในเขตภาคเหนือช่วงฤดูฝนมักมีฝนตกเป็นประจำจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ไม่แน่นอนและยากต่อการเปลี่ยนถ่ายน้ำและการจัดการ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ

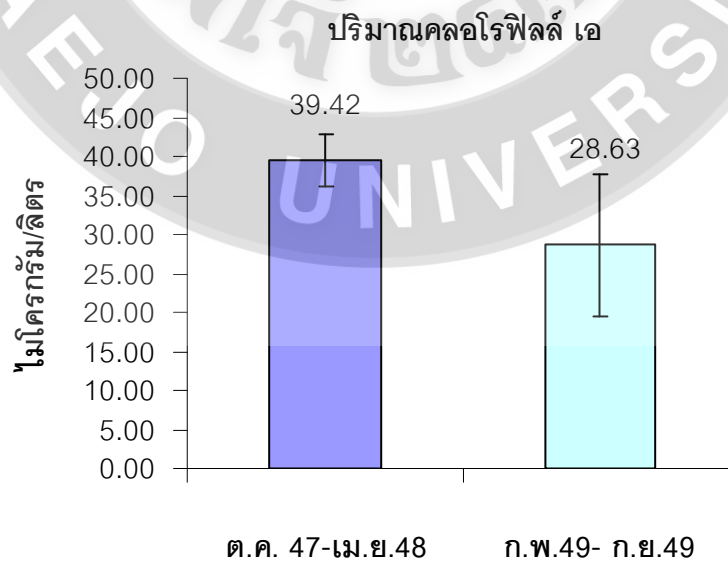
ช่วงเวลา พารามิเตอร์	ต.ค. 47-เม.ย. 48	ก.พ. 49-ก.ย 49
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน(กรัมต่อวัน)	0.19 ± 0.01^a	0.15 ± 0.07^b
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย(กรัม)	34.85 ± 1.73^a	47.76 ± 3.73^a
อัตรารอด(เปอร์เซ็นต์)	34.27 ± 3.89^a	24.49 ± 13.13^b
ผลผลิตทั้งหมด(กิโลกรัมต่อไร่)	392.67 ± 27.23^a	208.27 ± 82.99^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.43 ± 0.16^a	2.50 ± 0.83^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD และอักษร a และ b แสดงถึงความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$

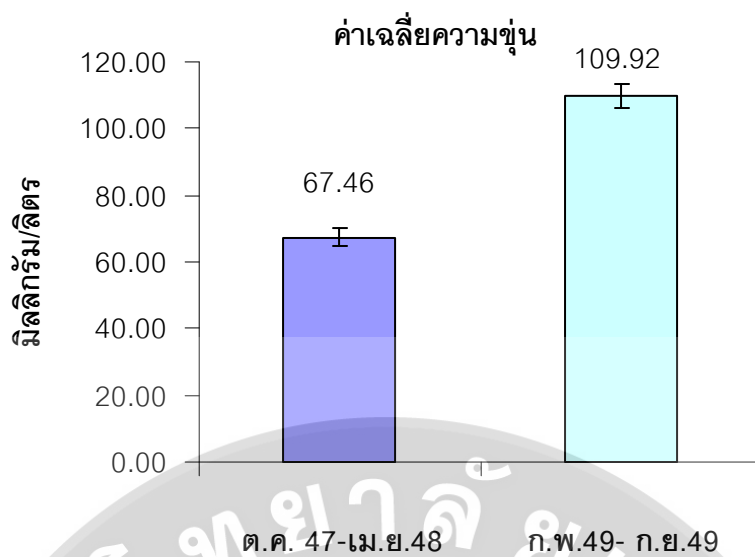
ส่วนคุณภาพน้ำตลอดการเลี้ยงของทั้งสองช่วงเวลา (ต.ค.47-เม.ย.48 และ ก.พ.49 –ก.ย. 49) ที่ใช้ระยะเวลาในการ 180 -200 วัน พบว่าค่าแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 ± 0.12 และ 0.33 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้สัตว์น้ำตายโดยปกติจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.4 – 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรดังนั้นค่าแอมโมเนียระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงจึงไม่เป็นอันตรายต่อกุ้งก้ามกราม ส่วนค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.42 ± 3.36 และ 28.63 ± 9.15 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ เมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติ ($P > 0.05$) พบว่า ทั้งค่าแอมโมเนียและปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 34 และ 35)



ภาพที่ 34 ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

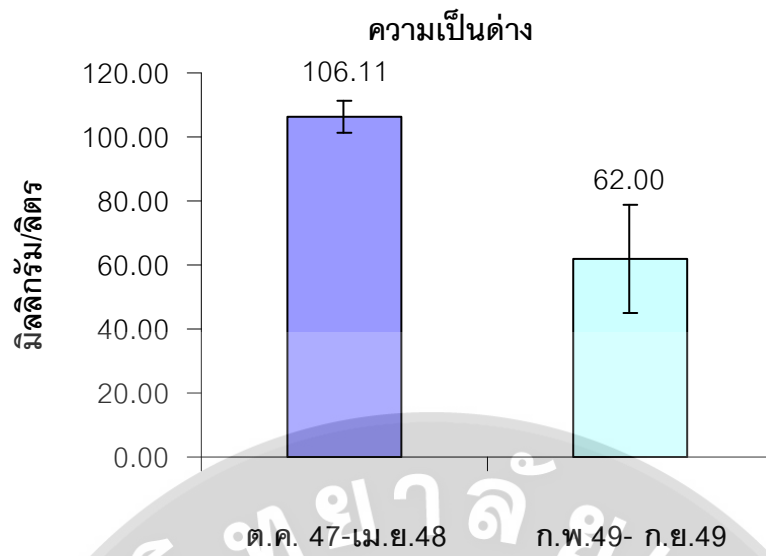


ภาพที่ 35 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์เอในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

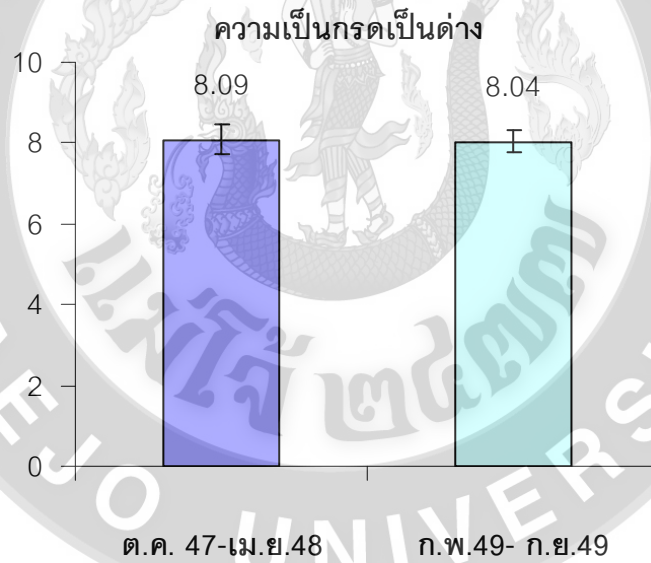


ภาพที่ 36 ค่าเฉลี่ยปริมาณความขุ่นของในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

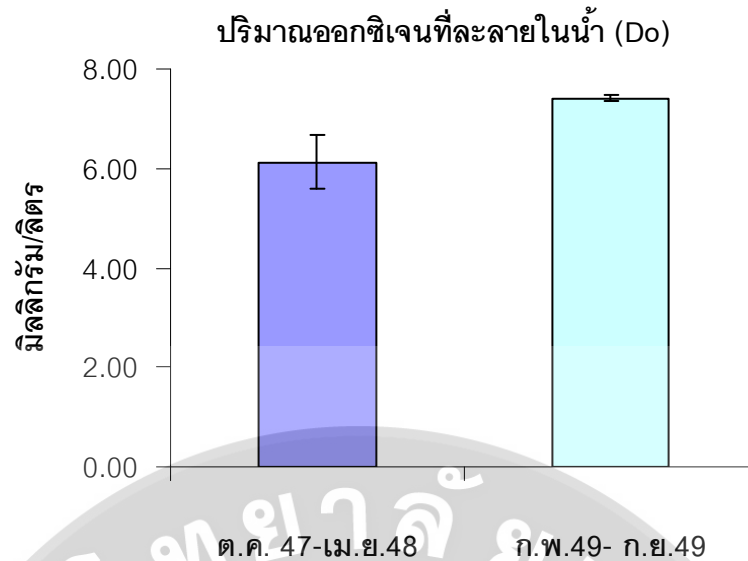
ภาพที่ 36 ค่าความขุ่น โดยการเลี้ยงในช่วง ต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.47 ± 2.77 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำกว่าช่วงการเลี้ยงในเดือน ก.พ.49-ก.ย.49 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 109.92 ± 3.54 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) มีค่าอยู่ในช่วง 106.11 ± 4.96 และ 62.00 ± 16.99 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับตาม (ภาพที่ 25) ซึ่งความเป็นด่างจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการเลี้ยงแต่ในช่วงฤดูฝนจะทำให้ความเป็นด่างลดลงมาก (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) เมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติ $P < 0.05$ แล้วพบว่าทั้ง ค่าความขุ่นและค่าความเป็นด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ $P > 0.05$



ภาพที่ 37 ค่าเฉลี่ยความเป็นต่างระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา



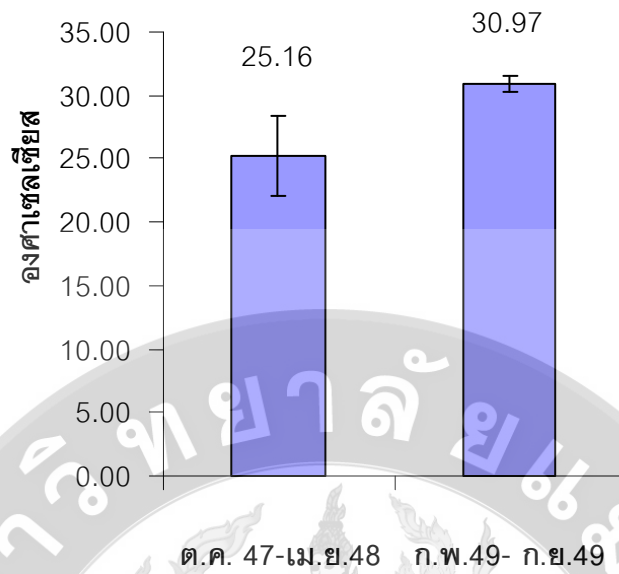
ภาพที่ 38 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วง



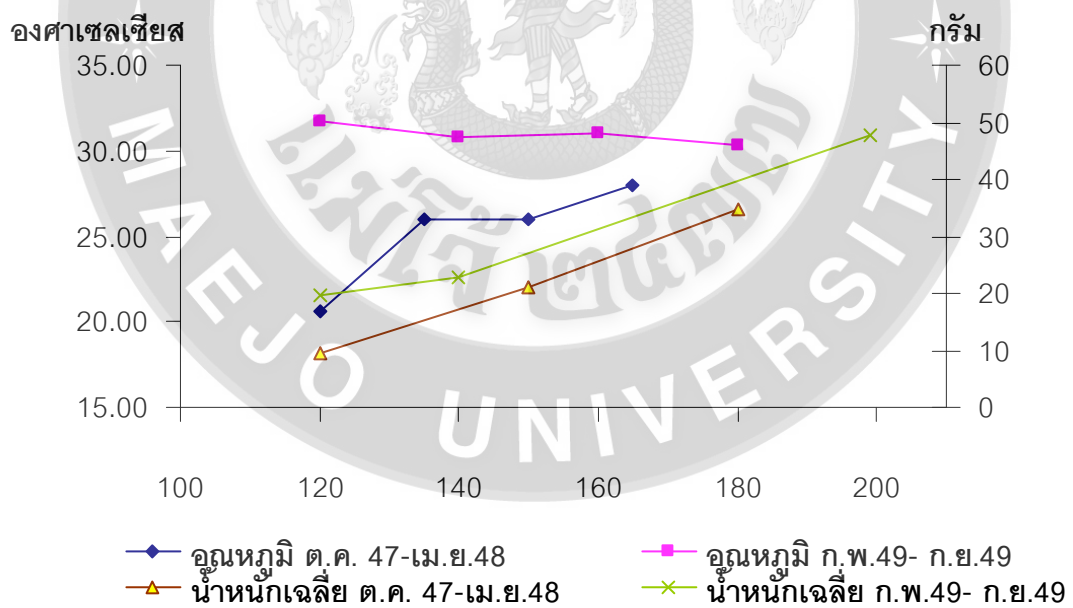
ภาพที่ 39 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

ภาพที่ 38 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) โดยการเลี้ยงในช่วง ต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.09 ± 0.35 มีค่าสูงกว่าช่วงการเลี้ยงในเดือน ก.พ.49 –ก.ย. 49 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.04 ± 0.29 แต่โดยรวมแล้วค่าความเป็นกรดเป็นด่าง ระหว่าง การเลี้ยงเป็นค่าเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ทั้งกุ้งและปลา (เปี่ยมศักดิ์, 2523) ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.13 ± 0.56 และ 7.41 ± 0.06 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ (ภาพที่ 39) ถือได้ว่าค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีค่าเหมาะสมเช่นเดียวกันโดย ชลอและพรเลิศ (2547) กล่าวว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั้งแบบดั้งเดิมและแบบพัฒนา ค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่ควรต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าที่เหมาะสมที่สุดควรอยู่ในช่วง 5-8 มิลลิกรัม ส่วนอุณหภูมิในช่วง ต.ค.47-เม.ย.มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.16 ± 3.16 องศาเซลเซียส ต่ำกว่า การเลี้ยงในช่วง ก.พ.49 –ก.ย. 49 โดยมีค่าเท่ากับ 30.97 ± 0.67 องศาเซลเซียสตามลำดับ สอดคล้องกับ Fujimura (1966) ได้รายงานไว้ว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามคือ 23.8-34.5 องศาเซลเซียส เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ($P < 0.05$) พบว่าทั้งความเป็นกรดเป็นด่าง หรือความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและ อุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ



ภาพที่ 40 อุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา



ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงอัตราน้ำหนักเฉลี่ยทั้งสองช่วงเวลา

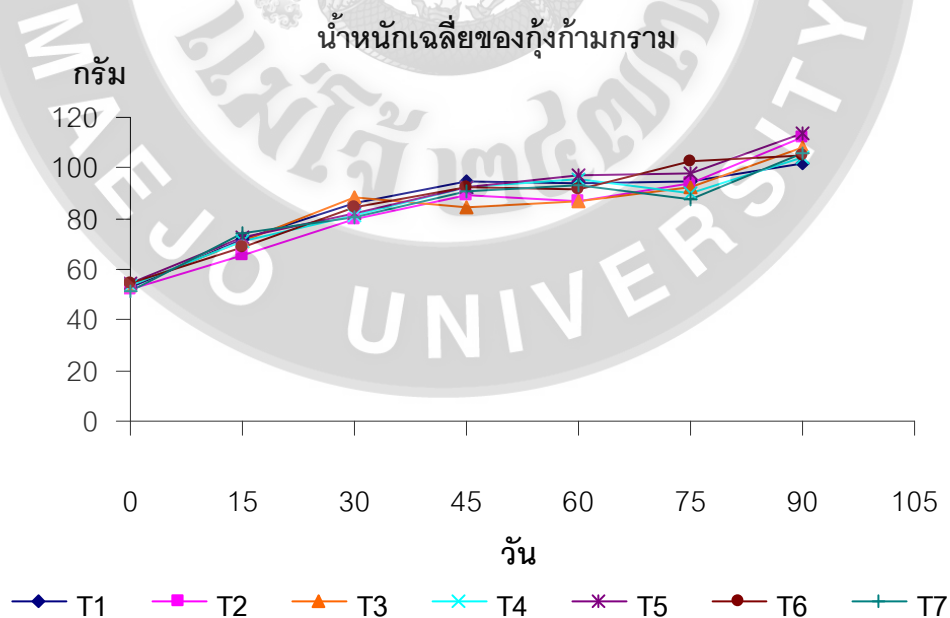
จากภาพที่ 40 แสดงให้เห็นว่าในช่วงการเลี้ยง เดือนกุมภาพันธ์ 2549 – กันยายน 2549 จะมีคุณภาพที่สูงกว่า การเลี้ยงในช่วงเดือน ตุลาคม 2547–เมษายน 2548 และมีแนวโน้มว่าจะลดลง เนื่องจากใกล้เข้าฤดูฝนจนทำให้ช่วงการเลี้ยงระหว่างนี้มีอัตราการเจริญที่ต่ำกว่า แต่อัตราการรอดในการเลี้ยง ช่วงนี้ต่ำจึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีอัตราการเจริญที่แตกต่างกัน

จากการทดลองครั้งนี้พบว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในช่วงเดือนตุลาคม 2547 - เดือนเมษายน 2548 (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูง และอัตราการรอดที่ดี เมื่อนำจะมีสาเหตุมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ คุณภาพลูกกุ้ง และการจัดการทางด้านอาหารและคุณภาพน้ำ ปัจจัยในตัวกุ้ง ได้แก่ คุณภาพลูกกุ้งนั้น ส่งผลต่อการเจริญเติบโต

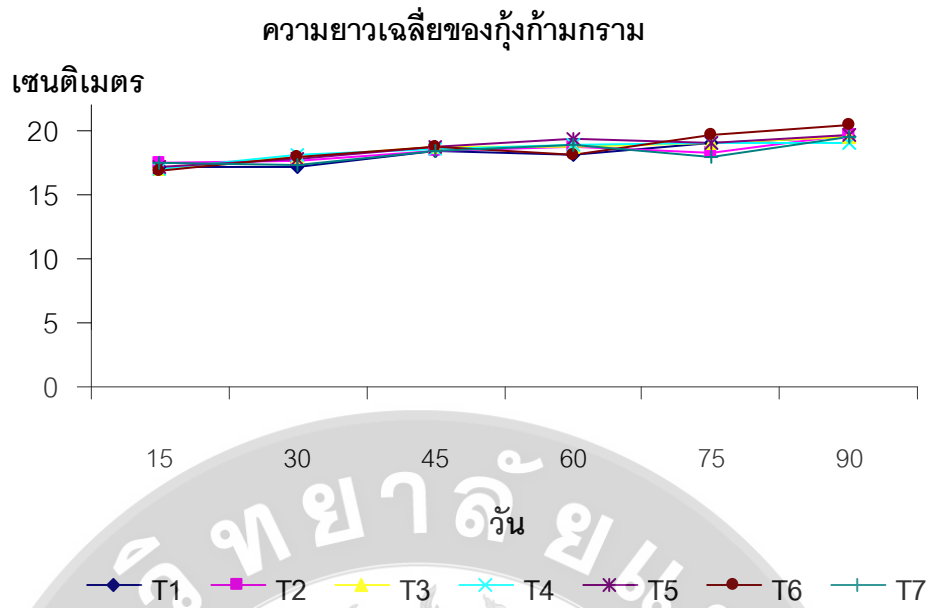
ลูกกุ้งที่นำมาใช้ในการจากการทดลอง ได้ซื้อจากฟาร์มที่เชื่อถือได้ เมื่อเช็คอัตราการสูญเสียจากการขนส่งใกล้เคียงกันโดยพบว่าอยู่ในระดับต่ำแค่ 5 %ถือว่าเป็นลูกกุ้งที่มีคุณภาพดี ส่วนการจัดการด้านอาหารนั้น โดยใช้หลักการปรับอาหารตาม มะลิ (2528) เหมือนกันทั้ง 2 ช่วง แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่สามารถเช็คการให้อาหารในยอบแบบกึ่งกลาดำได้ การดูน้ำหนักกุ้งเทียบกับอายุกุ้งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อ จากการติดตามการกินอาหาร นอกจากนี้ค่า FCR โดยเฉลี่ย ในช่วงการเลี้ยงระหว่าง ต.ค. 47–เม.ย. 48 มีค่าเท่ากับ 2.43 ซึ่ง และ ก.พ. 49-ก.ย. 49 มีค่าเท่ากับ 2.50 ซึ่งโดยทั่วไป ถ้าให้อาหารตามท้องตลาดค่า FCR ไม่ควรเกิน 2.5 ค่าที่ได้ยังถือว่าอยู่ในช่วงที่ดี

การทดลองที่ 3. การศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกราคม

จากการศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตในอาหารต่อการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกราคม แบ่งหน่วยทดลองได้ 7 หน่วยการทดลองหน่วยการทดลองละ 3 ซ้ำ หน่วยดังนี้ คือ อาหารกิ้งก่ามกราคมที่ผสมโคเลสเตอรอลอย่างเดียวในระดับที่ 0 , 0.5 ,1.5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่กิ้งก่ามที่ผสมโคเลสเตอรอลในระดับโคเลสเตอรอล 0.5 ,1.5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลีฟีนอล 1 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำอาหารจะใช้ อัลฟาซาท เป็นสารเหนียวช่วยเคลือบในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของทุกหน่วยการทดลอง เริ่มการทดลองตั้งแต่วันที่ 26 สิงหาคม 2549 ถึง 25 พฤศจิกายน 2549 เป็นระยะเวลา 90 วันโดยการนำกิ้งก่ามกราคมที่ผ่านการอนุบาลจนได้ขนาด 50-60 กรัมต่อตัวมาเลี้ยงในคอกขนาด 2x5 ตารางเมตร ในอัตราปล่อย 2 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารตามหน่วยการทดลองวันละ 3 มื้อ ในปริมาณ 3% ต่อน้ำหนักตัวเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองพบว่า กิ้งก่ามกราคมมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนสิ้นสุดการทดลองดังภาพที่ 42 และมีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 101.79 ± 13.51 , 112.48 ± 2.21 , 108.24 ± 5.09 , 104.01 ± 10.81 , 113.66 ± 7.83 , 105.24 ± 2.14 และ 105.85 ± 3.57 กรัม ตามลำดับ มีความยาวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 19.44 ± 0.12 , 19.73 ± 0.21 , 19.52 ± 0.16 , 19.09 ± 0.62 , 19.73 ± 0.37 , 20.40 ± 2.19 และ 19.55 ± 0.28 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 43)

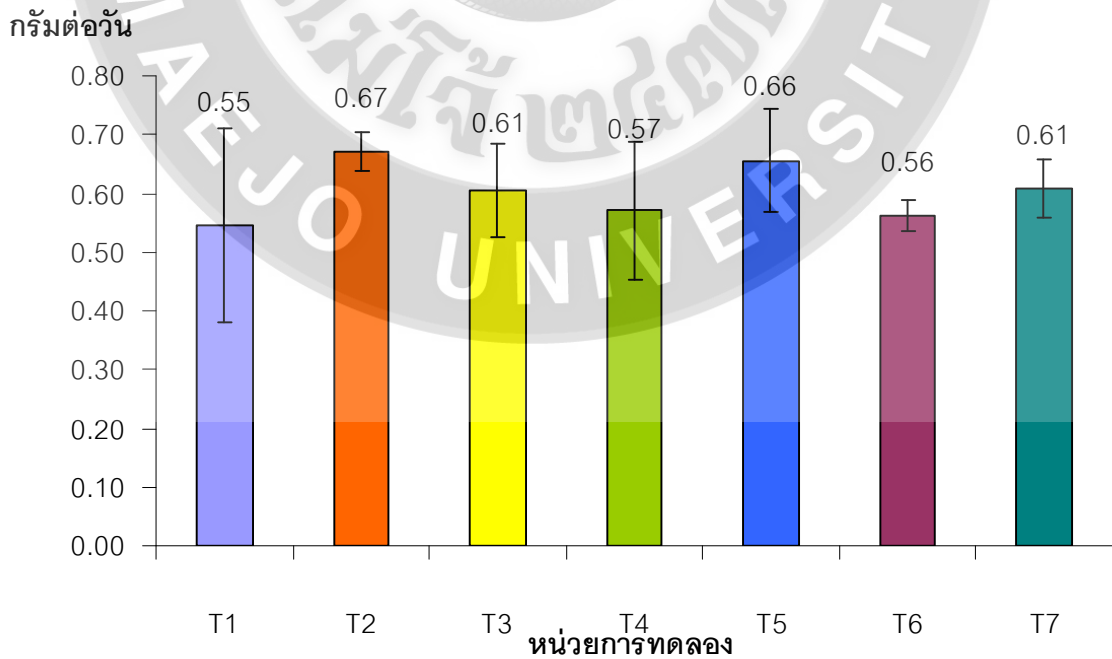


ภาพที่ 42 น้ำหนักเฉลี่ยของกิ้งก่ามกราคมที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

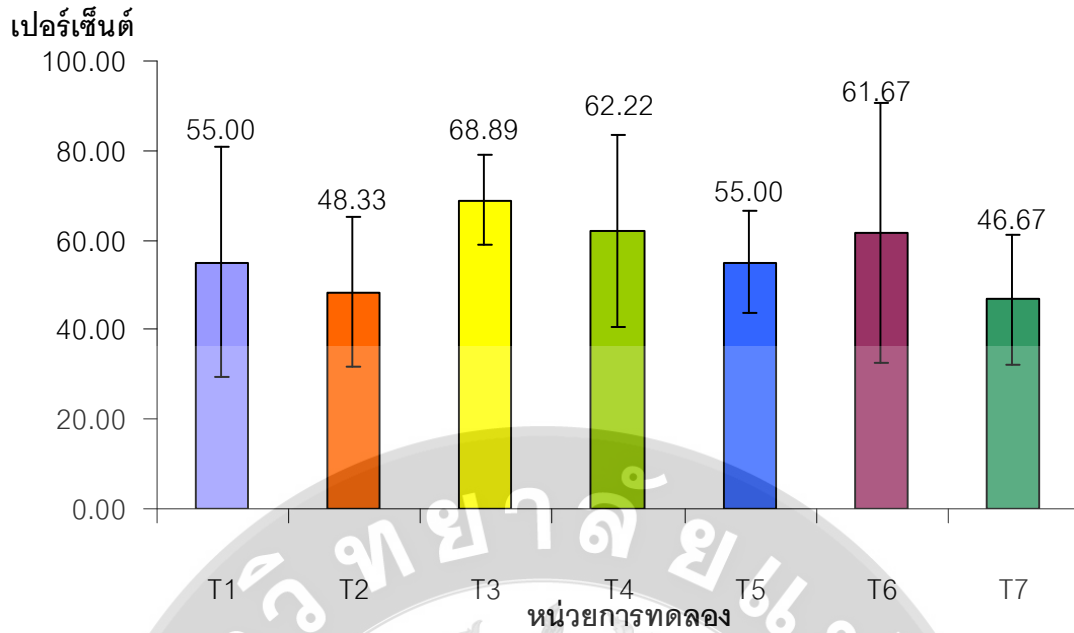


ภาพที่ 43 ความยาวเฉลี่ยของกึ่งกำมกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

จากภาพที่ 44 แสดงอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของกึ่งกำมกราม พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.55 ± 0.17 , 0.67 ± 0.03 , 0.61 ± 0.08 , 0.57 ± 0.12 , 0.66 ± 0.09 , 0.55 ± 0.03 และ 0.61 ± 0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับและมีอัตราอคตเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ 55.00 ± 25.75 , 48.33 ± 16.67 , 68.89 ± 10.18 , 62.22 ± 21.43 , 55.00 ± 11.39 , 61.67 ± 29.00 และ 46.67 ± 14.40 ตามลำดับ (ภาพที่ 45)

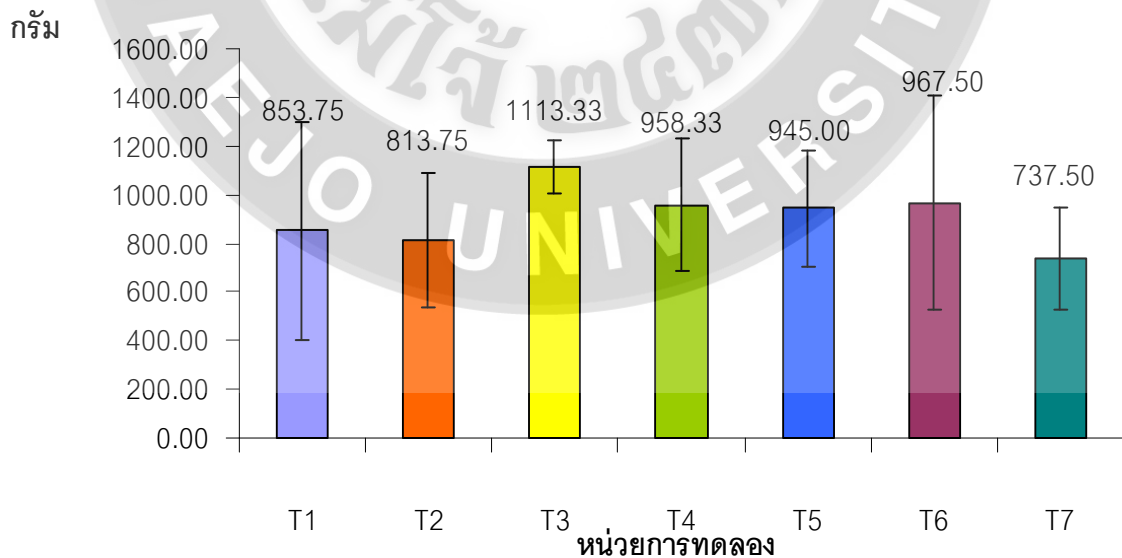


ภาพที่ 44 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของกึ่งกำมกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต



ภาพที่ 45 เปอร์เซนต์อัตราการรอดของกุ้งที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

จากภาพที่ 46 แสดงผลผลิตทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงพบว่ามีความเฉลี่ยเท่ากับ 853.75 ± 447.63 , 813.75 ± 279.21 , 1113.33 ± 110.60 , 958.33 ± 273.60 , 945.00 ± 237.52 , 967.5 ± 441.11 และ 737.5 ± 211.36 กรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 46 ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ พบว่า ทั้งน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ $p > 0.05$ แต่กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารกับสารเร่งจะมีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายดีกว่ากุ้งที่ไม่ได้รับอาหารกับสารเร่งและมีแนวโน้มว่า หน่วยทดลองที่ 3 (T3) อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 1.0 % จะมีอัตราการรอด และผลผลิตทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามดีที่สุด ส่วน Teshima (1998) ส่วนจากการสังเกตทางด้านคุณภาพของกุ้งก้ามกรามพบว่ากุ้งที่ไม่ได้เสริมสารเร่งจะมีปัญหาในเรื่องการลอกคราบจึงทำให้ลำตัวมีความสกปรกมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งดังภาพที่ 47 ซึ่งอาจเกิดจากการจัดการทางด้านคุณภาพน้ำ

Paibulkichakul (1998) รายงานว่า กุ้งกุลาดำที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมโคเลสเตอรอล 1 % จะมีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดดีกว่ากุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารไม่เสริมและเสริมโคเลสเตอรอล 0.5% กุ้งที่อนุบาลด้วยอาหาร เสริมโคเลสเตอรอล 1% มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มต่ำลงแบบฉับพลันสูงกว่ากุ้งที่อนุบาลด้วยโคเลสเตอรอลอัตราอื่นรวมทั้งอาหารเสริมเลซิติน โดยที่โคเลสเตอรอลเป็นอาหารเสริมที่มีคุณค่าทางอาหารต่อกุ้งทะเลและกุ้งน้ำจืดโดยจะมีการสะสมในส่วนของสมอง ระบบประสาท เลือด น้ำดี และเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ (Kanazawa et al., 1971) เปรียบเทียบกับงานวิจัยของปิยะบุตร และคณะ (2544) ซึ่งได้ศึกษาการใช้ไคติน-ไคโตซานเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกุ้งกุลาดำโดยการเคลือบอาหาร ระดับไคติน-ไคโตซาน ที่ 400 ส่วนในล้านส่วนมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเท่ากับ 0.1972 กรัมต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าโดยหน่วยการทดลองที่ 2 (T2) อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 0.5 % จะพบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งจากรายงานการวิจัยที่ได้เคยมีมากล่าวว่าระดับของโคเลสเตอรอลที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามนั้นจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.6 เปอร์เซ็นต์ (Teshima, 1998)

ในครั้งนี้นี้ไม่ได้ทำการวัดปริมาณของโคเลสเตอรอลที่มีอยู่ในอาหารที่แท้จริง ดังนั้นก่อนการสรุปจึงควรนำอาหารไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณของโคเลสเตอรอลก่อนเพราะอาหารอาจมีการสูญเสียไปในระหว่างขั้นตอนการทำอาหาร จึงควรทำการศึกษายืนยันระดับที่เหมาะสมต่อกุ้งก้ามกรามรวมถึงความต้องการโคเลสเตอรอลในแต่ละวัยของกุ้งก้ามกรามเพื่อพัฒนาศักยภาพในการผลิตต่อไป



ภาพที่ 47 ลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมของกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ (ปี 2547 และปี 2548) เพื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยระบบความหนาแน่นแตกต่างกัน 2 ระดับ (ปี 2547 และปี 2548) โดยแบ่งเป็น 2 ระดับความหนาแน่น ใช้บ่อเลี้ยงขนาด 400 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ แบ่งการเลี้ยงเป็น 2 รอบการผลิต ที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร และระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารวันละ 3 มื้อ เช้า กลางวัน เย็น คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงซึ่งทำการตรวจวัดทุกๆ 15 วัน โดยมีคุณสมบัติที่ทำการวัดได้แก่ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิ แอมโมเนีย ค่าความเป็นด่างและ ความเป็นกรดเป็นด่าง เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงมีค่าเท่ากับ 34.85 ± 1.73 และ 13.60 ± 2.15 กรัม ตามลำดับ มีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.19 ± 0.01 และ 0.09 ± 0.01 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ อัตราการรอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.27 และ 11.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยผลผลิตที่ได้ทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 392.67 และ 340 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติพบว่า ทั้งน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย และ อัตราการเจริญเติบโต มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$ จะเห็นได้ว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร จะมีอัตราการเจริญเติบโต และน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ผลผลิตทั้งหมดที่ดีกว่าการเลี้ยงที่ระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร

ส่วนการศึกษาช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ เพื่อศึกษาผลของช่วงเวลา (ฤดูกาล) ของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของกุ้งก้ามกรามและผลตอบแทน (ปี 2548 และปี 2549) ได้แบ่งหน่วยทดลองออกเป็น 2 หน่วยการทดลองคือ หน่วยการทดลองที่ 1 การอนุบาลกุ้งก้ามกรามในฤดูหนาวและเลี้ยงในฤดูร้อน (เดือนตุลาคม 2547 - เดือนเมษายน 2548) และหน่วยการทดลองที่ 2 การอนุบาลกุ้งก้ามกรามในฤดูร้อนและเลี้ยงในฤดูฝน (เดือนกุมภาพันธ์ 2549 - เดือนกันยายน 2549) หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองพบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงเดือนตุลาคม 2547 - เดือนเมษายน 2548 จะมี อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการรอด ผลผลิตทั้งหมดและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดีกว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม โดยอัตราการเจริญเติบโตมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.19 ± 0.01 และ 0.15 ± 0.07 กรัมต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.85 ± 1.73 และ 47.76 ± 3.73 กรัม ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์อัตราการรอด เท่ากับ 34.27 ± 3.89 และ 24.49 ± 13.13 ค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ 392.67 ± 27.23 และ 208.27 ± 82.99 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 2.43 ± 0.16 และ 2.50 ± 0.83 ตามลำดับ แต่เมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและอัตราการรอด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วน น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ผลผลิตทั้งหมด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

การศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตเคลือบอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม แบ่งหน่วยทดลองได้ 7 หน่วยการทดลองหน่วยการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ อาหารกุ้งก้ามกรามที่ผสมโคเลสเตอรอลอย่างเดียวนีในระดับที่ 0 , 0.5 ,1.5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่กุ้งก้ามกรามที่ผสมโคเลสเตอรอลในระดับ 0.5 ,1.5 เปอร์เซ็นต์รวมกับโพลีฟีนอล 1 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำอาหารจะใช้อัลฟาซาท เป็นสารเหนียวช่วยเคลือบในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของทุกหน่วยการทดลอง เริ่มการทดลองตั้งแต่วันที่ 26 สิงหาคม 2549 ถึง 25 พฤศจิกายน 2549 เป็นระยะเวลา 90 วันโดยการนำกุ้งก้ามกรามที่ผ่านการอนุบาลจนได้ขนาด 50-60 กรัมต่อตัวมาเลี้ยงในคอกขนาด 2x5 ตารางเมตร ในอัตราปล่อย 2 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารตามหน่วยการทดลองวันละ 3 มื้อ ในปริมาณ 3% ต่อน้ำหนักตัวเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดและผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่กุ้งที่ได้รับโคเลสเตอรอลจะมีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และลักษณะภายนอกที่ดูสะอาดกว่ากุ้งก้ามกรามที่ไม่ได้รับโคเลสเตอรอลแต่การศึกษารังนี้ไม่ได้วัดปริมาณของโคเลสเตอรอลที่มีอยู่จริงในอาหาร จึงควรนำอาหารไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณของโคเลสเตอรอลก่อน เพราะอาหารอาจมีการสูญเสียไปในระหว่างขั้นตอนการทำอาหาร จึงควรทำการศึกษายืนยันระดับที่เหมาะสมต่อกุ้งก้ามกรามรวมถึงความต้องการโคเลสเตอรอลในแต่ละวัยของกุ้งก้ามกราม

ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตร ในช่วงฤดูหนาว-ฤดูร้อน (เดือนตุลาคม 2547–เดือนเมษายน 2548) รวมกับการเพิ่มสารเร่งการเจริญเติบโตจะมีแนวโน้มที่สามารถเพิ่มศักยภาพในการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือให้เพิ่มสูงขึ้นแต่ควรศึกษาปัจจัยต่างที่มีผลต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในแต่ละช่วงเวลาและพัฒนาการเลี้ยงให้ได้กุ้งก้ามกรามมีคุณภาพต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2546. ยุทธศาสตร์กุ้งและผลิตภัณฑ์. สามารถเข้าถึงได้ที่ <http://www.fisheries.go.th/planning/kung.ppt> (28 สิงหาคม 2549)
- จารุวรรณ วิระวงษ์นุสร. 2525. พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียที่มีต่อกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระยะต่างๆ กัน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ และ พรเลิศ จันทร์ราชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547. บริษัทเมจิค พับลิเคชั่น จำกัด.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2549. กุ้งฤดูร้อนต้องให้ความลึกของน้ำเพียงพอ, ฝนฤดูร้อนกับผลเสียต่อกุ้งที่เลี้ยงในบ่อ, การกินอาหารของกุ้งลดลงในฤดูหนาว, ฝนน้อยน้ำกระด้างผลเสียต่อการเลี้ยงกุ้ง, น้ำแยกชั้นในบ่อกุ้งเวลาฝนตกทำให้กุ้งตาย, กุ้งแพ้นาวกินอาหารลดลง, การประหยัดค่าพลังงานในการเลี้ยงกุ้ง. ภาควิชาจุลชีววิทยา. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สามารถเข้าถึงได้ที่ http://www.thaigreenagro.com/news_agri/ (28 สิงหาคม 2549)
- ทวี จินตธรรม และ ขวัญกมล กลิ่นศรีสุข. 2533. การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตรวิจัย 12(36); 1-15.
- ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และ จิราพรโรจน์ทินกร. 2548. โครงการ “ประมวลองค์ความรู้เกี่ยวกับสถานการณ์การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย”. เชียงใหม่;
- บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2535. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยะพงษ์ โชติพันธุ์. 2529. การเลี้ยงกุ้ง. สถานีวิจัยประมงศรีราชา ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2523. ปัญหาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. วารสารการประมง 33 (5): 563-569.
- สุสดี เทียนถาวร. 2540. ความสัมพันธ์ระหว่างแหล่งกักตุนฟิสิกซ์กับคุณภาพน้ำบางประการในแม่น้ำแม่กลอง. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มะลิ บุญยรัตผลิน และ อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกราม. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

- ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วณิชยา น้อยวงศ์. 2544. อนุกรมวิธานของกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* Bate, 1863 ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. กรุงเทพฯ ฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดาวัลย์ กรองพษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซิเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. กรุงเทพฯ ฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมพงษ์ สุวรรณเทศ. 2545. แผนการแก้ไขปัญหาเรื่องสารตกค้างและราคากุ้งก้ามกรามตกต่ำ. วารสารการประมง 55(3): 17.
- สมหมาย เจนกิจการ , ชลอ ลัมสุวรรณ, นิติ ชูเชิด และ นวลจิรา พานทอง. 2548. การศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนา. กรุงเทพฯ.
- โสภา อารีรัตน์ และ สมเกียรติ กาญจนาคาร. 2531. ความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดโรคในกุ้งก้ามกรามกับคุณสมบัติของน้ำในบ่ออนุบาล. เอกสารวิชาการฉบับที่ 77/2531. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรุงเทพฯ..
- อำพล พงศ์สุวรรณ และ อารีย์ สิทธิมงคล. 2532. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม คู่มือการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.
- Anderson, IG., M.N. Shamsudin and G. Nash. 1989. Apreliminary study on the aerobic heterotrophic bacterial flora in giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, hatcheries in Malaysia. Aquaculture 81:213-223 p.
- APHA, AWWA.and WPCP. 1995. Standard Method for the Examination of Water and Waste Water. 20th ed. United Book Press, Maryland. 1,220 p.
- Arcier J. M., F.Herman , D.v. Lighter, R.M. Redman, J. Mari and J.R. Bonami. 1999. A viral diseases associated with mortalities in hatchery-reared post larvae of the giant fresh water prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Disease of Aquatic Organisms 38; 177-181p.
- Boyd,C.E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experimental Station, Auburn University, Auburn, Alabama.

- Brock, J.A. 1993. Asynopsis of pathology, diseases, and production problems of cultured *Macrobrachium*, with an emphasis on experiences in Hawaiian prawn farming, pp. 361-391. In J.P. McVey, ed. CRD Handbook of Mariculture, 2nd edn, Vol 1: Crustacean Aquaculture. CRC Press, Boca Raton.
- Chang, P.S., H.C. Chen and Y.C. Wang. 1998. Detection of white spot syndrome associated baculovirus in experimentally infected wtl shrimp, crab and lobsters by *in situ* hybridization. Aquaculture 164: 233-242.
- Clifford, H.C. & Brick, R.W., 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp, *Macrobrachium rosenbergii*. Journal of the World Aquaculture Society 9:195-205.
- Fujumura, T. 1966. Notes on the development of a practical mass culturing technique of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Proceeding of the Indo-Pacific Fisheries Council 12: 2-17.
- Kanazawa, A., M. Shimaya, M. Kawasaki and K. Kashiwada. 1970. Nutritional requirement of artificial diet. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 36: 946-954.
- Kanazawa, A., Tanaka, N., Teshima, S. and Kashiwada, K. 1971. Nutritional requirements of prawn. II. Requirement for sterols. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries 37, 211-215.
- Paibulkichakul, C., Piyatirativiorakul, S., Kittakoop, P., Viyakarn, V. Fast, A., and Menasveta, P., 1998. Optimal dietary levels of lecithin and cholesterol for black tiger prawn *Penaeus monodon* larvae and postlarvae. Aquaculture 167, 273-281.
- Lin, C.K. and C. Lee. 1992. Integration of crustacean aquaculture with coastal rice farming in Vietnam. Naga, The LCLARM Quarterly 15: 24-26.
- New, M.B. 1998. Freshwater Prawns : Status of Global Aquaculture, 1987. Network of Aquaculture Centres in Asia, Bangkok, Thailand. 58 p.
- Reed, L. and L.R. D' Abramo. 1989. A standard referen diet for crustacean nutrition research III. Effects on weight gain and amino acid composition of whole body and tail muscle of juvenile prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Journal World Aquaculture Society. 20: 107-113.
- Sagi, A., Z. Ra'anani, D. Cohen and Y. Wax. 1986. Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations: yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. Aquaculture 51: 265-275.

- Sandifer, P.A. and J.D. Joseph. 1976. Growth responses and fatty acid composition of juvenile prawns (*Macrobrachium rosenbergii*) fed a prepared ration augmented with shrimp head oil. *Aquaculture* 8: 129-138
- Sebastian, C.D, and G. Mathew and K.C. George. 1992. Intensive farming of freshwater prawn in Kerala-a preliminary study. pp. 206-209. In E.G. Silas, ed. *Freshwater Prawn. Proceedings of the National Symposium on Freshwater Prawns (Macrobrachium spp.)*, 12-14 December 1990, Kerala Agricultural University, Thrissur.
- Shang, U.C. and T.Fujimura.1977.The production economics of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) farming in Hawaii. *Aquaculture*. 11: 99-110.
- Teshima, S., 1998. Nutrition of *Penaeus japonicus*. *Reviews in Fisheries Science* 6, 97-111.
- Tidwell, J.H., L.R. D'Abramo, C.D. Webster, S.D. Coyle and W.H. Daniels. 1996. A standardized comparison of semi-intensive pond culture of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii* at different latitudes: production increases associated with lower water temperatures. *Aquaculture* 141: 145-158.
- Valenti, W.C. 1998. Sistemas de producao na fase de crescimento final, pp.165-177.
- Watanabe, W.o. 1975. Identification of the essential amino acids of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: Honolulu, M.S. Thesis, University of Hawaii.
- Weidenbach, R.P. 1980. Dietary components of freshwater prawns reared in Hawaiian ponds. IFS Provisional Report No.9 Giant Prawn 1980 Bangkok, Thailand. 149-158.
- Yoganandhan K., J. Sti Widada, J.R. Bonami and A.S. Sahul Hameed .2005. Simultaneous detection of *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus and extra small virus by a single tube, one-step multiplex RT-PCR assay. *Journal of Fish Diseases* 28, 65-69.