



รายงานผลการวิจัย

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ชุดโครงการ

เรื่อง

การพัฒนาศักยภาพของระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

Development of culture system for production of giant freshwater
prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in northern Thailand

โดย

นิวุฒิ หวังชัย

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์

ประจวบ ฉายบุ

จงกล พรมยะ

สุฤทธิ สมบูรณ์ชัย



รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ชุดโครงการเรื่อง การพัฒนาศักยภาพของระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขต
ภาคเหนือ
Development of culture system for production of giant
freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in
northern Thailand

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2547-2549
จำนวนเงิน 4,218,400 บาท

ผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัย นายนิวุฒิ หวังชัย

หัวหน้าโครงการย่อย

- หัวหน้าโครงการย่อยที่ 1 : นายนิวุฒิ หวังชัย
- หัวหน้าโครงการย่อยที่ 2 : นายเทพรัตน์ อึ้งเศรษฐ์พันธ์
- หัวหน้าโครงการย่อยที่ 3 : นายสุฤทธิ สมบูรณ์ชัย
- หัวหน้าโครงการย่อยที่ 4 : นายจงกล พรหมยะ
- หัวหน้าโครงการย่อยที่ 5 : นายเกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน
- หัวหน้าโครงการย่อยที่ 6 : นายประจวบ ฉายบุญ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

30 พฤษภาคม 2550

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2547-2549 เป็นจำนวนเงิน 4,218,400 บาท ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัย

คณะผู้วิจัย



บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

แผนการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาของระบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม เนื่องจากเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ ที่มีราคาแพง จึงได้รับความสนใจจากผู้บริโภค และเป็นที่ต้องการของตลาด โดยผลผลิตของกึ่งก้ามกรามส่วนใหญ่มาจากพื้นที่ภาคกลาง อย่างไรก็ตามการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามที่ให้ผลตอบแทนสูง ทำให้การผลิตกึ่งก้ามกรามได้รับความสนใจอย่างมากจากเกษตรกรทางภาคเหนือ ด้วยสภาพทางภูมิอากาศในเขตภาคเหนือมีผลทำให้กึ่งก้ามกรามโตช้า แผนการวิจัยชุดนี้ประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อยทั้งหมด 6 โครงการ ได้แก่ 1) การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกึ่งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ 2) การศึกษาระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในกระชัง 3) การศึกษาระบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้จังหวัดเชียงใหม่ 4) การเพิ่มผลผลิตกึ่งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกึ่งลอกคราบ 5) ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในบ่อดิน และ 6) การใช้ไส้เดือนน้ำที่พบในท้องถิ่นในระบบการผลิตกึ่งก้ามกรามวัยรุ่นขนาด 5-8 เซนติเมตร เมื่องานวิจัยเสร็จสิ้นลง พอสรุปได้ดังนี้

การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกึ่งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ แบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ 1) ศึกษาผลของอัตราปล่อย (25 และ 50 ตัว/ตร.ม.) ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต, 2) ศึกษาผลของช่วงระยะเวลาการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม (ฤดูหนาว และฤดูฝน) และ 3) ศึกษาผลของการเสริมโคเลสเตอรอล (0, 0.5, 1.0 และ 1.5%) และโคเลสเตอรอล (0, 0.5, 1.0 และ 1.5%) ร่วมกับโพลีฟีนอล 1% ต่อการเจริญเติบโตในกึ่งก้ามกราม และผลผลิต ผลการทดลองที่ 1 พบว่า อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตของกึ่งก้ามกรามที่อัตราปล่อย 25 ตัว/ตร.ม. สูงกว่ากึ่งก้ามกรามที่อัตราปล่อย 50 ตัว/ตร.ม. ($p < 0.05$) ส่วนผลการทดลองที่ 2 พบว่า การเลี้ยงกึ่งในช่วงฤดูฝน จะให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดที่สูงกว่าการเลี้ยงในช่วงฤดูหนาว ($p < 0.05$) และผลการทดลองที่ 3 พบว่ากึ่งก้ามกรามที่ได้รับอาหารที่เสริมโคเลสเตอรอลอย่างเดียวและอาหารที่เสริมโคเลสเตอรอลร่วมกับโพลีฟีนอลพบว่าการเจริญเติบโตและผลผลิตไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ดังนั้นระดับอัตราการปล่อย และฤดูกาลของการเลี้ยงมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกึ่งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

การศึกษาระบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชัง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่น อัตราการให้อาหาร ความถี่ในการให้อาหาร และการเสริมวิตามินซี ที่มีผลต่อการ

เจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดของลูกกุ้งก้ามกราม (P_{20}) ในกระชังที่ขังในบ่อดิน ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 %ของน้ำหนักตัว/วัน ส่งผลดีต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอดของลูกกุ้ง อย่างไรก็ตามเมื่อลดอัตราการให้อาหารเป็น 10%ของน้ำหนักตัว/วัน เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่ระดับความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) การเสริมวิตามินซีในระดับ 2%ของน้ำหนักอาหาร จะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้ง การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชัง ควรเลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. เพราะในระดับนี้ส่งผลดีในการผลิตกุ้งใหญ่เพื่อจำหน่าย ทั้งด้านการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของกุ้ง

ส่วนระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยศึกษาอัตราการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ใช้อาหารกุ้งก้ามกรามสำเร็จรูป อัตราความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้อัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตรม ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 อาหารกุ้งก้ามกรามสำเร็จรูป สูตรที่ 2-4 อาหารกุ้งก้ามกรามพื้นบ้าน ระยะเวลาในการเลี้ยง 150 วัน ผลการทดลองที่ 1 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโต ทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนอัตราการรอดตาย และผลผลิต พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนผลการทดลองที่ 2 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และผลผลิตรวม ทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) จากผลการทดลอง อัตราการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ที่ปล่อยอัตราที่ต่างกัน และการใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ ไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่จะส่งผลกระทบต่ออัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตรวม

การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน โดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ โดยเลี้ยงในบ่อดินอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม (T_1) กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ (T_2) กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) และ กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์ (T_4) ทำการสูบน้ำหนัก และวัดความยาวทุกๆ 15 วัน ระยะเวลาในการเลี้ยง 150 วัน เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($P<0.05$) พบว่า กุ้งก้ามกราม ที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) และ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ (T_2) มี ผลผลิตกุ้งก้ามกราม และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) มากกว่า T_4 และ

T_1 ตามลำดับ แต่อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และศักยภาพทางเศรษฐกิจ (Marginal rate of net return :%) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็น ท่อ PVC (T_3) ได้ผลตอบแทน ดีกว่า T_2 , T_4 และ T_1 ตามลำดับ แต่คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี แต่ละปัจจัยทั้ง 4 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

การศึกษาระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน ปีที่ 1 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ 1) การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 3.6 กรัม อย่างเดียว อัตรา 10 ตัว/ตร.ม , 2) เลี้ยงร่วมกับปลานิล ขนาด 27 กรัม อัตรา 2 ตัว/ตร.ม และ 3) เลี้ยงร่วมกับปลานิล และปลาบึก อัตรา 1 ตัว/ 3 ตร.ม. ระยะเวลา 166 วัน ส่วนปีที่ 2 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง คือ 1) การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 4.5 กรัม อย่างเดียว อัตรา 10 ตัว/ตร.ม., 2) เลี้ยงร่วมกับปลานิลขนาด 3.5 กรัม อัตรา 2 ตัว/ตร.ม และ 3) เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก อัตรา 1 ตัว/ 3 ตร.ม ระยะเวลา 150 วัน และปีที่ 3 แบ่งการทดลองเป็น 3 ชุดการทดลอง 1) ให้อาหารสัตว์น้ำ ทั้ง 3 ชนิด, 2) ให้อาหารเฉพาะกุ้งและปลาบึก และ 3) ให้อาหารเฉพาะกุ้งอย่างเดียว ระยะเวลา 180 วัน ผลการทดลองพบว่า ปีที่ 1 ชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียว และเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึกมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด โดยอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปีที่ 2 พบว่าชุดที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียว และเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว และอัตราการรอดตาย ของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนอัตราการแลกเนื้อ และอัตราการมีไข่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) และปีที่ 3 พบว่าอัตราการรอดของปลาบึกของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันคือ 100% แต่ในปลานิลอัตราการรอดในชุดที่ 1 มีค่าสูงสุด 73.33% และแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดที่ 3 ส่วนในกุ้งก้ามกรามในชุดที่ 1 มีค่าต่ำสุด 47.47% และแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดที่ 2 และ 3 อัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามในชุดที่ 1 มีค่าต่ำสุดและแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดที่ 2 และ 3 ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากชุดที่ 1 ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 1,350.30 บาท (22.37%) ปริมาณเม็ดเลือดรวมของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงแบบเดี่ยว มีแนวโน้มสูงกว่าการเลี้ยงแบบรวมกับปลา

การใช้ไส้เดือนน้ำที่พบในท้องถื่นในระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นขนาด 5-8 เซนติเมตร โดยคัดเลือกไส้เดือนน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เพื่อนำมาใช้บำบัดน้ำเสียและใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับกุ้งก้ามกราม โดยเก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ในพื้นที่อำเภอเมือง แร่ริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่รวม 4 จุด พบไส้เดือนน้ำ 2 ชนิด คือ *Dero sp.* และ *Tubifex sp.* ใน

สัดส่วน 84.58 และ 15.42 % ตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นที่ท้องน้ำ และคุณภาพน้ำบางประการ พบว่าจุดที่เก็บรวบรวมได้ให้น้ำได้จำนวนมากที่สุดมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำสูงสุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความแปรผันจำนวนได้เดื่อนน้ำที่เก็บได้ และเมื่อทดลองเลี้ยงได้เดื่อนน้ำชนิด *Dero sp.* ซึ่งเป็นชนิดเด่นในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปอาหารบางประเภท คือ โรงงานผลิตแฮมและหมูยอ และโรงงานผลิตผักกาดดองในความเข้มข้นของน้ำเสียต่างๆ กันคือ 50, 75 และ 100 % เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้ง และการเลี้ยงได้เดื่อนน้ำพบว่า ได้เดื่อนน้ำที่เลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแฮมและหมูยอความเข้มข้น 100% มีอัตราการรอดตายต่ำสุด คือ 54.9 ± 10.3 % ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สอดคล้องกับการทดลองเลี้ยงได้เดื่อนน้ำในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผักกาดดอง คืออัตราการรอดตายของได้เดื่อนน้ำที่เลี้ยงในสัดส่วนน้ำทิ้ง 100 % (62.5 ± 2.9 %) มีอัตราการรอดต่ำสุด จากการทดลองเลี้ยงลูกกุ้งในบ่อด้วยอัตราความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ในบ่อที่มีการปล่อยได้เดื่อนน้ำ *Dero sp.* อัตรา 0, 100, 200 และ 300 กรัม น้ำหนักสด/ตร.ม. ระยะเวลา 90 วัน พบว่า น้ำหนักสุดท้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) คือลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อปล่อยได้เดื่อนน้ำอัตรา 300 200 และ 100 กรัมต่อตารางเมตร มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน คือ 6.42 ± 0.20 , 5.39 ± 0.15 และ $5.12 \pm .13$ กรัม ตามลำดับและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อไม่มีได้เดื่อนน้ำ ที่มีน้ำหนักเท่ากับ 2.83 ± 0.16 กรัม เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่ปล่อยได้เดื่อนน้ำอัตรา 300 200 และ 100 กรัมต่อตารางเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 6.41 ± 2.58 , 6.22 ± 1.95 และ 6.16 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่ไม่มีได้เดื่อนน้ำ ที่มีค่าเท่ากับ 5.50 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อย่างไรก็ตามอัตราการรอดตายของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่มีได้เดื่อนน้ำในอัตรา 0, 100, 200, และ 300 กรัมต่อตารางเมตร ไม่มีความแตกต่างกัน คือ 50.12, 51.05, 49.85 และ 49.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ ผลจากโครงการได้มีการตั้งฐานเรียนรู้หน่วยวิจัยการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (Prawn culture Research Unit; PRU) ณ คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร	ข
รายละเอียดชุดโครงการวิจัย	ฉ
บทนำ	1
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
เอกสารอ้างอิง	4
ความสำคัญของการวิจัย	5
วัตถุประสงค์	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
โครงการที่ 1 การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ	7
บทคัดย่อ	8
Abstract	9
บทนำ	10
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	12
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	24
เอกสารอ้างอิง	45
โครงการที่ 2 การศึกษาระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชัง	50
บทคัดย่อ	51
Abstract	51
บทนำ	52
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	55
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	58
เอกสารอ้างอิง	86

	หน้า
โครงการที่ 3	
การศึกษากระบวนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ จังหวัดเชียงใหม่	93
บทคัดย่อ	94
Abstract	95
บทนำ	96
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	97
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	102
เอกสารอ้างอิง	111
โครงการที่ 4	
การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับบัวสดเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ	113
บทคัดย่อ	114
Abstract	114
บทนำ	115
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	116
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	119
เอกสารอ้างอิง	125
ภาคผนวก	125
โครงการที่ 5	
ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน	129
บทคัดย่อ	130
Abstract	131
บทนำ	132
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	133
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย	139
เอกสารอ้างอิง	172

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
โครงการที่ 1	การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ	
ตารางที่ 1	อาหารที่ใช้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จภาพแก่กุ้งก้ามกราม	14
ตารางที่ 2	ค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ	33
โครงการที่ 2	การศึกษาระบบการเลี้ยงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชัง	
ตารางที่ 1	ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ	59
ตารางที่ 2	คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)	59
ตารางที่ 3	ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างกัน	61
ตารางที่ 4	คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)	62
ตารางที่ 5	ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน	64
ตารางที่ 6	คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)	65
ตารางที่ 7	ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ด้วยความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน	67
ตารางที่ 8	คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ด้วยความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)	68

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 9	ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของ ลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในอัตราต่างกัน 3 ระดับ	69
ตารางที่ 10	คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในอัตราต่างกัน 3 ระดับ	70
ตารางที่ 11	ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ	71
ตารางที่ 12	คุณภาพน้ำในกระชังทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่น ต่างกัน 3 ระดับ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)	71
โครงการที่ 3	การศึกษาระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ จังหวัดเชียงใหม่	
ตารางที่ 1	ปริมาณส่วนประกอบของวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมของอาหาร ในการทดลองที่ 2	99
ตารางที่ 2	คุณค่าทางโภชนาการ ของอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งก้ามกราม ในการทดลองที่ 1	101
ตารางที่ 3	คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ที่ใช้เป็นเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกราม ในการทดลองที่ 2	101
ตารางที่ 4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จ ภาพ ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	102
ตารางที่ 5	หนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) อัตราการรอด (%) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	104
ตารางที่ 6	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	105

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 7	หนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) อัตราการรอด (%) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	107
โครงการที่ 4	การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ	
ตารางที่ 1	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD) อัตราการรอด ผลผลิตรวม กก./ไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อ หรืออัตราการแลกเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Marginal rate of net return :%) และคุณภาพน้ำ ของแต่ละหน่วยทดลอง ในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม	119
ตารางที่ 2	ตารางหลักสูตรการฝึกอบรม	123
โครงการที่ 5	ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน	
ตารางที่ 1	การเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก	140
ตารางที่ 2	การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก	144
ตารางที่ 3	การเจริญเติบโตของปลาบึกเลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลานิล	146
ตารางที่ 4	คุณภาพน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงเดือน พ.ย. - เม.ย. 2547	148
ตารางที่ 5	ต้นทุนดำเนินการเบื้องต้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิลและปลาบึก ในแต่ละชุดการทดลอง ในพื้นที่ 144 ตร.ม.	150
ตารางที่ 6	ต้นทุนและรายได้เบื้องต้นจากการดำเนินงานใน พื้นที่ 144 ตร.ม.	151
ตารางที่ 7	คุณภาพน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงเดือน พ.ย. - เม.ย. 2548	158
ตารางที่ 8	ต้นทุนดำเนินการเบื้องต้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิล และปลาบึกในแต่ละชุดการทดลอง ในพื้นที่ 110 ตร.ม.	160
ตารางที่ 9	ต้นทุนและรายได้เบื้องต้นจากการดำเนินงานใน พื้นที่ 110 ตร.ม.	161

ตาราง		หน้า
ตารางที่ 10	เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น $\pm$ S.E. (กรัม), อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ $\pm$ S.E., อัตรารอด $\pm$ S.E. (%) และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน $\pm$ S.E. ของปลาบึก ปลานิล และกึ่งก้ามกรามในระยะเวลาการเลี้ยง 180 วัน	165
ตารางที่ 11	ต้นทุนดำเนินการเบื้องต้นการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามกับปลานิล และปลาบึกแต่ละชุดการทดลอง ในพื้นที่ 12.5 ตร.ม.	168
ตารางที่ 12	ต้นทุนและรายได้เบื้องต้นจากการดำเนินงานในพื้นที่ 12.5 ตร.ม.	169
โครงการที่ 6	การใช้ไส้เดือนน้ำที่พบในท้องถิ่นในระบบการผลิตกึ่งก้ามกรามวัยรุ่น ขนาด 5-8 เซนติเมตร	
ตารางที่ 1	น้ำหนักตัว (กรัม / ตัว) อัตราการเพิ่มความยาวลำตัว (เซนติเมตร / วัน) และอัตราการตาย (%) ของไส้เดือนน้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแหนม และหมุยขอความเข้มข้น 50% 75% และ 100% ตามลำดับ	186
ตารางที่ 2	ข้อมูลน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย อัตราการปล่อย ระยะเวลา การอนุบาล การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ของกึ่งก้ามกราม ที่เลี้ยงในบ่อที่มีการปล่อยไส้เดือนน้ำในอัตรา 0, 100, 200 และ 300 กรัมต่อตารางเมตร	190

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
โครงการที่ 1	การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ	
ภาพที่ 1	สถานที่ทดลอง หน่วยวิจัยการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม	16
ภาพที่ 2	การใช้ผ้ากรองศัตรูกุ้ง	16
ภาพที่ 3	เครื่องปั๊มอากาศ	16
ภาพที่ 4	การให้อาหารในบ่อเลี้ยงโดยใช้ปั๊มอากาศ	17
ภาพที่ 5	การลงกุ้งก้ามกราม	17
ภาพที่ 6	การสุ่มกุ้งในระยะกุ้งเล็กโดยใช้วุ้นมุ้งสีฟ้า	17
ภาพที่ 7	การสุ่มกุ้งในระยะกุ้งโตโดยใช้วุ้น	18
ภาพที่ 8	การชั่งน้ำหนักกุ้ง	18
ภาพที่ 9	กุ้งก้ามกรามเพศเมีย	18
ภาพที่ 10	วัตถุดิบสารเร่งการเจริญเติบโตและสารเคลือบในอาหารกุ้งก้ามกราม	19
ภาพที่ 11	การเตรียมส่วนผสมที่จะให้เคลือบอาหารกุ้งก้ามกรามในแต่ละหน่วยการทดลอง	20
ภาพที่ 12	การเตรียมอาหารกุ้งก้ามกรามโดยใช้สารเร่งการเจริญเติบโต	21
ภาพที่ 13	การสเปรย์ด้วยน้ำเปล่าในอาหารกุ้ง	21
ภาพที่ 14	การเช็คเพศและชั่งวัดกุ้งก้ามกรามก่อนปล่อยทดลอง	22
ภาพที่ 15	ขนาดของกุ้งก้ามกรามเพศผู้ น้ำหนักเฉลี่ย 50-60 กรัมที่ใช้ในการทดลอง	22
ภาพที่ 16	สภาพบ่อและคอกที่ใช้ทำการทดลอง	22
ภาพที่ 17	ปล่อยกุ้งก้ามกรามในคอกที่ใช้ทำการทดลอง	23
ภาพที่ 18	การสุ่มตัวอย่างกุ้งก้ามกรามภายในคอกทุกๆ 15 วัน	23
ภาพที่ 19	การชั่งวัดน้ำหนักและความยาวของกุ้งก้ามกรามทุกๆ 15 วัน	23
ภาพที่ 20	อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน	24
ภาพที่ 21	น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน	25
ภาพที่ 22	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตกุ้งก้ามกรามทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง	25
ภาพที่ 23	ค่าเฉลี่ยอัตราการรอดของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	26

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 24	ผลผลิตกึ่งกำมะถาม	27
ภาพที่ 25	ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำตลอดระยะเวลาในการเลี้ยง ทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	27
ภาพที่ 26	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	28
ภาพที่ 27	ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น	29
ภาพที่ 28	ค่าเฉลี่ยของความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงกึ่งกึ่งกำมะถาม	29
ภาพที่ 29	ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง	30
ภาพที่ 30	น้ำหนักกึ่งกำมะถามเฉลี่ย กรัมต่อตัวทั้งสองช่วงเวลา	31
ภาพที่ 31	เปอร์เซ็นต์ของอัตราการรอดหลังจากสิ้นสุดการทดลอง	31
ภาพที่ 32	ค่าเฉลี่ยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	32
ภาพที่ 33	ค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง	32
ภาพที่ 34	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	34
ภาพที่ 35	ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์เอในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	34
ภาพที่ 36	ค่าเฉลี่ยปริมาณความขุ่นของในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	35
ภาพที่ 37	ค่าเฉลี่ยความเป็นด่างระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	36
ภาพที่ 38	ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วง	36
ภาพที่ 39	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	37
ภาพที่ 40	อุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา	38
ภาพที่ 41	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงอัตราน้ำหนักเฉลี่ย ทั้งสองช่วงเวลา	38
ภาพที่ 42	น้ำหนักเฉลี่ยของกึ่งกำมะถามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	40
ภาพที่ 43	ความยาวเฉลี่ยของกึ่งกำมะถามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	41
ภาพที่ 44	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของกึ่งกำมะถามที่เสริมสารเร่ง การเจริญเติบโต	41
ภาพที่ 45	เปอร์เซ็นต์อัตราการรอดของกึ่งที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	42
ภาพที่ 46	ผลผลิตทั้งหมดของกึ่งกำมะถามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	42
ภาพที่ 47	ลักษณะภายนอกของกึ่งกำมะถามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต	44

ภาพ		หน้า
โครงการที่ 3	การศึกษาระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ จังหวัดเชียงใหม่	
ภาพที่ 1	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้ อาหารเม็ดสำเร็จภาพ ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	102
ภาพที่ 2	ความยาวเฉลี่ย (ซม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จภาพ ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	103
ภาพที่ 3	อัตราการรอด (%) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	103
ภาพที่ 4	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	106
ภาพที่ 5	ความยาวเฉลี่ย (ซม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	106
ภาพที่ 6	อัตราการรอด (%) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	107
โครงการที่ 4	การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ	
ภาพที่ 1	บ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม	117
ภาพที่ 2	การสุมกุ้ง	117
ภาพที่ 3	การชั่งน้ำหนักกุ้ง	117
ภาพที่ 4	ผลการเจริญเติบโตเฉลี่ยของกุ้งก้ามกราม ทั้ง 4 หน่วยทดลอง ตลอดการเลี้ยง 150 วัน พบว่า การเจริญเติบโต เริ่มมีความแตกต่างกันมาก ตั้งแต่กุ้งอายุ 45 วัน เป็นต้นไป	120
ภาพที่ 5	กุ้งก้ามกรามแต่ละหน่วยทดลอง ขนาดใกล้เคียงกัน	121

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 6	การบรรยายโครงการอบรมการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม	122
ภาพที่ 7	การรับประทานอาหารกลางวันร่วมกัน	122
 โครงการที่ 5 ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน		
ภาพที่ 1	ปล่อยกุ้งก้ามกรามขนาด 3 กรัม/ตัว	141
ภาพที่ 2	กุ้งก้ามกรามขนาดที่จับ 37 กรัม/ตัว	141
ภาพที่ 3	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงกุ้งอย่างเดียว	141
ภาพที่ 4	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงกุ้งร่วมกับปลา	141
ภาพที่ 5	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลา	142
ภาพที่ 6	อัตราการรอดของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบรวม	142
ภาพที่ 7	อัตราการแลกเนื้อของสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่เลี้ยงแบบรวม	142
ภาพที่ 8	การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก/วัน/ตัวของการเลี้ยงแบบรวม	143
ภาพที่ 9	ปลานิลที่กุ้งกิน	145
ภาพที่ 10	ปลานิลหลังจากเลี้ยงได้ 138 วัน	145
ภาพที่ 11	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการเลี้ยงปลานิลกับกุ้ง	145
ภาพที่ 12	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงปลานิลร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก	145
ภาพที่ 13	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกเลี้ยงรวมกับกุ้งก้ามกรามและปลานิล	147
ภาพที่ 14	กุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึกขนาดที่จับ	147
ภาพที่ 15	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามจากการเลี้ยงแบบรวม	153
ภาพที่ 16	อัตราการรอดของระบบการเลี้ยงแบบรวม	153
ภาพที่ 17	อัตราการแลกเนื้อระบบการเลี้ยงแบบรวม	153
ภาพที่ 18	อัตราการมีไข่ของกุ้งก้ามกรามจากระบบการเลี้ยงแบบรวม	154
ภาพที่ 19	การเลี้ยงกุ้งอย่างเดียว	154
ภาพที่ 20	การเลี้ยงกุ้งร่วมกับปลานิล	154
ภาพที่ 21	การเลี้ยงกุ้งกับปลานิลและปลาบึก	154
ภาพที่ 22	แม่กุ้งที่มีไข่	154
ภาพที่ 23	การสุ่มชั่งกุ้งกับปลานิล	155
ภาพที่ 24	การสุ่มชั่งปลานิล	155
ภาพที่ 25	การสุ่มชั่งปลาบึก	155

ภาพ		หน้า
ภาพที่ 26	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลจากระบบการเลี้ยงแบบรวม	156
ภาพที่ 27	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกจากการเลี้ยงรวมกับกุ้งก้ามกรามและปลานิล	157
ภาพที่ 28	อัตราการตายของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก จากการเลี้ยงด้วยวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน	162
ภาพที่ 29	อัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก ด้วยวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน	163
ภาพที่ 30	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก ด้วยวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน	164
ภาพที่ 31	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึกจากการเลี้ยงให้อาหารที่แตกต่างกัน	165
ภาพที่ 32	จำนวนเม็ดเลือดรวมของกุ้งก้ามกรามจากการเลี้ยงด้วย วิธีการให้อาหารที่แตกต่างกันเปรียบเทียบกับการเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยว	166
โครงการที่ 6	การใช้ไส้เดือนน้ำที่พบในท้องถื่นในระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ขนาด 5-8 เซนติเมตร	
ภาพที่ 1	แผนที่จุดเก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำ และศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำในเขตอำเภอเมือง แม่ริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่	181
ภาพที่ 2	จำนวนไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละจุด ในพื้นที่อำเภอเมือง แม่ริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่	184
ภาพที่ 3	คุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายน้ำ (DO) และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำ (OM) ของจุดเก็บไส้เดือนน้ำที่ 1 - 4	185
ภาพที่ 4	คุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง (a) ค่าการนำไฟฟ้า (b) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (c) ปริมาณไนโตรเจนรวม (d) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (e) และ BOD (f) ของน้ำเสียความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนน้ำ เป็นเวลา 9 วัน	187
ภาพที่ 5	คุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรด – ด่าง (a) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (b) COD (c) ปริมาณไนโตรเจนรวม (d) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (e) และ BOD (f) ของน้ำเสียความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนน้ำ เป็นเวลา 9 วัน	189

วัสดุอุปกรณ์การวิจัยฯ ต่าง ๆ (a) ไล้เดื่อนน้ำ (*Dero* sp.) (b) กลุ่มไล้เดื่อนน้ำ (*Dero* sp.) (c) อุปกรณ์การทดลองเลี้ยงไล้เดื่อนน้ำในน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปอาหาร (d) ภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมและเพาะเลี้ยงไล้เดื่อนน้ำ (e) กล้องจุลทรรศน์สำหรับการวิจัยชนิดของไล้เดื่อนน้ำ



สารบัญภาพภาคผนวก

ภาพ		หน้า
โครงการที่ 4	การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ	
ภาพผนวกที่ 1	การนำกุ้งที่สุ่มได้มาชั่งน้ำหนัก	127
ภาพผนวกที่ 2	กุ้งที่เลี้ยงครบ 150 วันพร้อมที่จะจับ	127
ภาพผนวกที่ 3	การจับกุ้งในบ่อดิน	127
ภาพผนวกที่ 4	นำกุ้งมาชั่งน้ำหนัก	127
ภาพผนวกที่ 5	การเปรียบเทียบขนาดกุ้ง ระหว่างการเลี้ยงที่หนาแน่น กับงานวิจัยที่ผู้วิจัยปล่อยในอัตรา 10 ตัว/ ตารางเมตร และให้อาหารผสม สาหร่าย <i>Spirulina</i> ขนาดโตกว่าที่เลี้ยงหนาแน่น ปล่อยในอัตรา 25 ตัว/ตารางเมตร และไม่ให้อาหารผสมสาหร่าย ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน	128

บทนำ

ในปัจจุบัน การบริโภคกุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้นจากการขยายตัวของธุรกิจท่องเที่ยวและร้านอาหาร การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงเป็นอาชีพที่ได้รับความนิยมของประชาชนทั่วไป แต่ยังมีปัญหาสำคัญอยู่ที่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงเกษตรกรรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถดำเนินการได้ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในภาคเหนือนั้นยังมีน้อยสาเหตุมาจากอุณหภูมิต่ำในฤดูหนาวและมีการเลี้ยงแบบ Single batch เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้กุ้งมีราคาสูงในช่วงฤดูหนาวโดยเฉพาะกุ้งมีชีวิต ประกอบกับในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคเหนือน้อยมาก ทำให้คณะวิจัยสนใจที่จะศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเลี้ยงที่เหมาะสมกับสภาพทางภูมิอากาศในเขตภาคเหนือโดยการอนุบาลให้ได้ขนาด 5-8 เซนติเมตรก่อนแล้วจึงปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงในแต่ละฤดูและสนใจที่จะศึกษาการใช้สารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการเลี้ยง ลดการใช้ยาปฏิชีวนะในกุ้ง และเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือและส่งเสริมการเลี้ยงให้แก่เกษตรกรในอนาคต

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืดธรรมชาติและแหล่งน้ำกร่อยทั่วไป โดยรู้จักกันทั่วไปคือ กุ้งนาง กุ้งหลวง แม่กุ้ง (ย่นต์ 2525) ปัจจุบันจัดเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ เพราะมีราคาแพง ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและความต้องการของตลาดยังสูงมาก ในปี 2543 ประเทศไทยส่งกุ้งก้ามกรามแช่แข็งประมาณ 2,964 ตัน (สมพงษ์ 2545) สถานการณ์ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีผลผลิตจากพื้นที่ภาคกลางเป็นส่วนใหญ่ (สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน; ทวีและขวัญกมล, 2533) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ผลตอบแทนสูง ทำให้การผลิตกุ้งก้ามกรามได้รับความนิยมอย่างมากจากเกษตรกรทางภาคเหนือ ด้วยสภาพทางภูมิอากาศในเขตภาคเหนือมีผลทำให้กุ้งก้ามกรามโตช้า ระยะเวลาการเลี้ยงนานเนื่องจากการกินอาหารของกุ้งลดลงเพราะอุณหภูมิต่ำในฤดูหนาว ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมและใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาจากเอกสารเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ การอนุบาลและเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง ถือเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนและประสบความสำเร็จในทางปฏิบัติแล้วในสัตว์น้ำหลายชนิด แต่ยังมี การศึกษาน้อยมากในกึ่งก้ามกราม ทั้งที่เป็นวิธีการที่เป็นไปได้และประสบความสำเร็จแล้วในอิสราเอล ในบราซิล โดย Marques และคณะ (2000) ทดลองอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามตั้งแต่ระยะ postlarvae ในกระชังด้วยความหนาแน่นสูง (400-800 ตัว/ตร.ม.) ได้ผลดีทั้งในแง่ของน้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอดของลูกกึ่ง อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกกึ่งด้วยความหนาแน่นสูงให้ผลลบในด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัว

บุรฉัตรและไพบูลย์ (2540) ทดลองอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามอายุ 3 วันในบ่อซีเมนต์กลมจนเป็นลูกกึ่งคว่ำเกิน 50% พบว่าอัตราการปล่อย 150 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอด (55.09%) สูงกว่าอัตราการปล่อย 200 และ 250 ตัว/ลิตร แต่อัตราการปล่อย 250 ตัว/ลิตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย (64,623 ตัว/บ่อ) สูงกว่า และต้นทุนการผลิต (0.057 บาท/ตัว) ต่ำกว่า

ทวีและขวัญกมล (2535) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงกึ่งก้ามกรามควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% และอาหารที่นิยมใช้เป็นอาหารผสมแห้งอัดเม็ดที่คงสภาพในน้ำได้นาน 12-24 ชม. โดยให้อาหารอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในตอนเย็น อัตราให้อาหารควรให้ในปริมาณที่กินหมดพอดี โดยมีการตรวจดูอาหารเหลือที่ก้นบ่อทุกวันเพื่อปรับปริมาณการให้อาหาร ศศิวิมล (2544) รายงานว่าในการเลี้ยงกึ่งใหญ่ ควรปล่อยกึ่งในอัตรา 10 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัว โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน Ang และคณะ (1992) ทดลองเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในกระชังด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. กึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากึ่งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 และ 50 ตัว/ตร.ม. อย่างไรก็ตามที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตร.ม. จะได้น้ำหนักรวมสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงกึ่งก้ามกรามที่ผลิตอาหารใช้เองมักใส่ยาปฏิชีวนะลงในอาหารซึ่งอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ ลัดดาวัลย์ (2541) ระบุว่าอาหารกึ่งก้ามกรามที่เกษตรกรนิยมผลิตขึ้นใช้เองมักนิยมผสมออกซีเตตราซัยคลินเพื่อเร่งการเจริญเติบโต และทำให้เกิดอัตราการสูงขึ้น เกิดการตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ และได้ทำการทดลองพบว่าการใช้วิตามินซีและวิตามินซีเคลือบ ผสมในอาหารแทนออกซีเตตราซัยคลินในอัตราส่วน 0.25% ให้ผลของการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และอัตราการไม่แตกต่างกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้ออกซีเตตราซัยคลินผสมในอาหารกึ่ง แต่ควรเสริมวิตามินซีลงไปในการอาหารทดแทน และ นนทวิทย์ (2544) แนะนำว่า ควรเสริมวิตามินซี 2-3 ก./อาหาร 1 กก. เพื่อลดความเครียด เสริมความต้านทานโรค

มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่า สูตรอาหารที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งก้ามกรามใช้และส่วนประกอบของวิตามินที่บริษัทขายยามาจดทะเบียนกับกรมประมงนั้นขาดวิตามินซี ดังนั้นควรใส่วิตามินซีเคลือบ หรือวิตามินซี ฟอสเฟต 1-2 ก./อาหาร 1 กก. อมรรัตน์และมะลิ (2539) รายงานว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีอัตราการรอดสูงกว่ากุ้งที่รับอาหารที่ไม่ได้เสริมวิตามินซี 46.03%

การลดความเครียด เสริมความต้านทานโรค ให้กับกุ้งก็เป็นแนวทางหนึ่ง ที่นำมาใช้ เช่น ธนัญญา และนนทวิทย์ (2544) การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสต์ลาร์วา (PL) ที่ได้รับวิตามินซีในรูป L-ascorbyl; dipotassium – 2 – sulfate dihydrate โดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมีย 4 ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าลูกกุ้งทุกชุดที่ได้รับวิตามินซีมีอัตราการตายต่ำกว่าชุดควบคุม เมื่อนำลูกกุ้งระยะ PL 19 มาทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Vibrio harveyi* พบว่าลูกกุ้งชุดที่ได้รับวิตามินซีมีความต้านทานต่อเชื้อดีกว่าชุดควบคุม และ นนทวิทย์ (2544) แนะนำว่า ควรเสริมวิตามินซี 2-3 ก./อาหาร 1 กก.

ระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบ Single batch คือการปล่อยกุ้งคว่ำแล้วทำการเลี้ยงจนกว่าได้ขนาดตลาด แล้วจับขาย แบบที่ 2 คือการอนุบาลให้ได้ขนาด 5-8 เซนติเมตรก่อน แล้วจึงปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยง ศศิวิมล (2544) ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนพบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยวิธีอนุบาลก่อนแล้วปล่อยลงบ่อเลี้ยงจะให้ผลกำไรมากกว่า ขนาดที่เหมาะสมของลูกกุ้งก้ามกรามที่ปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงมีขนาด 5-8 เซนติเมตร อัตราการปล่อยคือ 30,000 ตัว/ไร่ ผลผลิตกุ้งก้ามกรามที่มีการอนุบาลก่อนจะให้ผลผลิตประมาณ 800 กก./ไร่ (บรรจง, 2535)

นอกจากนี้การใช้สารเร่งการเจริญเติบโต เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจและมีแนวทางที่จะลดระยะเวลาในการเลี้ยงและลดการใช้ยาได้ การใช้ยาปฏิชีวนะในกุ้งกำลังเป็นปัญหาเร่งด่วนในปัจจุบัน ลัดดาวัลย์ (2541) กล่าวว่า การเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้งก้ามกรามสามารถทดแทนการใช้ยา Oxytetracyclin ได้ Cholesterol เป็นสารที่จำเป็นสำหรับกลุ่ม Crustacean เพราะสัตว์กลุ่มนี้ไม่สามารถสังเคราะห์ Sterol ได้ (Lovell, 1988) Cholesterol เป็น สาร Precursor ของ Sex hormone และ Molting hormone มีงานวิจัยพบว่าคอเลสเตอรอลเป็นสารที่ทำให้กุ้งก้ามกรามเจริญเติบโตได้ดี (มะลิและอมรรัตน์, 2539) นอกจากนี้ Sornsanit et al. (2002) รายงานว่าการใช้สาร polyphenols ที่สกัดจากใบชาเขียว สามารถเร่งการลอกคราบ เร่งการเจริญเติบโตและลดแบคทีเรียก่อโรคได้ในกุ้งญี่ปุ่น (Kuruma Shrimp) แต่ยังไม่มีการวิจัยที่ใช้สารสกัดจากใบชาเขียว

และการใช้สารสกัดจากใบชาเขียวร่วมกับคอลเลสเตอรอลเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกุ้ง
ก้ามกราม

เอกสารอ้างอิง

- ทวี จินตธรรม และขวัญกมล กลิ่นศรีสุข. 2533. การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขต
ภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตรวิจัย 12 : 36, 1-15.
- ธัญฐาน สุขวานิช และ นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbyl
dipotassium-2-sulfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทาน
โรคของกุ้งกุลาดำ. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38,
บทคัดย่อ, กรุงเทพฯ.
- นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. การป้องกันรักษาโรคกุ้งก้ามกราม. ใน: การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ได้
ผลผลิตสูง, เอกสารประกอบการฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, น. 47-
59.
- บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2535. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 40-81.
- บุรฉัตร จันทกานนท์ และ ไพบุลย์ วรสายัณห์. 2540. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยอัตรา
ปล่อย 3 ระดับ. ใน: การสัมมนาวิชาการประจำปี 2542, บทคัดย่อ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- มะลิ บุญยรัตผลิน และ อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกราม.
สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ
- ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.
- ลัดดาวัลย์ ครองพงษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซีเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้ง
ก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้ง
ก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.
- สมพงษ์ สุวรรณเทศ. 2545. แผนการแก้ไขปัญหาเรื่องสารตกค้างและราคากุ้งก้ามกรามตกต่ำ.
วารสารการประมง 55(3):

สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมกำแพงแสน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตร การเลี้ยงกุ้ง
ก้ามกรามให้ได้ผลผลิตสูง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัด
นครปฐม.

Ang, K.J., Komilus, C.S., Cheah, S.H., 1992. Culture of *Macrobrachium rosenbergii* in
cages. In: Proceedings of third Asian Fisheries Forum, Abstract, Manila,
Philippines, p. 127.

Kanya ; Nomura N. and Matsumura M. 2001. Application of green tea extract in shrimp
aquaculture. The 70th Anniversary The Japanese Society of Fisheries Science.
International Commemorative Symposium. Yokohama, Japan.

Lovell T. 1988. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold International Co.
Ltd. 260 pp.

Marques, H.L.A., Lombardi, J.V., Boock, M.V., 2000. Stocking densities for nursery phase
culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in cages.
Aquaculture 187, 127-132.

Sagi, A., Ra'anan, Z., Cohen, D., Way, Y., 1986. Production of *Macrobrachium
rosenbergii* in monosex populations yield characteristics under intensive
monoculture conditions in cages. Aquaculture 51 (3-4), 265-275.

ความสำคัญของการวิจัย

การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในภาคเหนือนี้ยังมีน้อยสาเหตุมาจากอุณหภูมิต่ำในฤดูหนาวและ
มีการเลี้ยงแบบ Single batch เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้กุ้งมีราคาสูงในช่วงฤดูหนาวโดยเฉพาะกุ้ง
มีชีวิต ประกอบกับในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคเหนือน้อย
มาก ทำให้คณะวิจัยสนใจที่จะศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการเลี้ยงที่เหมาะสมกับสภาพทาง
ภูมิอากาศในเขตภาคเหนือโดยการอนุบาลให้ได้ขนาด 5-8 เซนติเมตรก่อนแล้วจึงปล่อยลงสู่บ่อ
เลี้ยงในแต่ละฤดูและสนใจที่จะศึกษาการใช้สารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อเป็นการพัฒนาระบบการ
เลี้ยง ลดการใช้ยาปฏิชีวนะในกุ้ง และเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือและ
ส่งเสริมการเลี้ยงให้แก่เกษตรกรในอนาคต

การอนุบาลและเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังถือเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนและประสบความสำเร็จในทางปฏิบัติแล้วในสัตว์น้ำหลายชนิด แต่ยังมีศึกษาน้อยมากในกึ่งก้ามกราม ที่เกษตรกรเลี้ยงอยู่ในประเทศไทย ทั้งที่เป็นวิธีการที่เป็นไปได้และประสบความสำเร็จแล้วในอิสราเอล (Sagi และคณะ, 1986) ในบราซิล โดย Marques และคณะ (2000) การศึกษาวิธีการทางเลือกในการอนุบาลและเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในกระชังอย่างเป็นระบบทั้งการจัดการด้านความหนาแน่น และการให้อาหาร ที่เกษตรกรสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าการเลี้ยงในบ่อจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำการศึกษาวิจัย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ
2. เพื่อศึกษาผลของช่วงเวลา(ฤดูกาล)ของการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตของกึ่งก้ามกรามและผลตอบแทน
3. เพื่อศึกษาผลของคอลเลสเตอรอล สารสกัดจากใบชาเขียว และคอลเลสเตอรอลผสมกับสารสกัดจากใบชาเขียว ต่อการเจริญเติบโต ผลผลิตและระบบภูมิคุ้มกันของกึ่งก้ามกราม
4. เพื่อพัฒนากลยุทธ์ในการอนุบาล และการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม
5. เพื่อเพิ่มผลผลิต และ ลดต้นทุน ของการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกิดองค์ความรู้ในการพัฒนาระบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ
2. ทราบช่วงเวลาการผลิตที่เหมาะสมและสร้างมูลค่าเพิ่มของกึ่งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ
3. พัฒนาระบบของการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตในกึ่งก้ามกรามเสริมสร้างรายได้แก่เกษตรกร
4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ทั้งด้านผลผลิตและต้นทุนการผลิตกึ่งก้ามกรามของเกษตรกร

โครงการวิจัยที่ 1

การศึกษาช่วงเวลาของการเลี้ยงและการใช้สารเร่งการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่ม
ศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

หัวหน้าโครงการวิจัย

นิรุฒิ หวังชัย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราการปล่อย ฤดูการ และสารเร่งการเจริญเติบโต ต่อการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตพื้นที่ภาคเหนือ โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองระยะเวลา 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 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 significantly 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.

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) ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนพบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยวิธีอนุบาลก่อนแล้วปล่อยลงบ่อเลี้ยงจะให้ผลกำไรมากกว่าโดยขนาดที่เหมาะสมของลูกกุ้งก้ามกรามที่ปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงจะมีขนาด 5-8 เซนติเมตร (บรรจง, 2535)

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

นอกจากนี้การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตก็เป็นวิธีการหนึ่งที่น่าสนใจและมีแนวทางที่จะลดระยะเวลาในการเลี้ยงและลดการใช้ยาได้เนื่องจากในปัจจุบันการใช้ยาปฏิชีวนะในกุ้งกำลังเป็นปัญหา ลัตตาวัลย์ (2541) กล่าวว่า การเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้งก้ามกรามสามารถทดแทนการใช้ยา Oxytetracyclin ได้ส่วน โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารที่จำเป็นสำหรับ กลุ่มครัสตาเซีย เพราะสัตว์กลุ่มนี้ไม่สามารถสังเคราะห์สเตอรอยด์ ได้ (Lovell, 1988) โคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารตั้งต้นของ ฮอโมนเพศ (Sex hormone) และฮอโมนการลอกคราบ (Molting hormone) มีงานวิจัยพบว่าโคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารที่ทำให้กุ้งก้ามกรามเจริญเติบโตได้ดี (มะลิ และอมรรตน์, 2539) นอกจากนี้ Sornsanit et al. (2002) รายงานว่า การใช้สาร โพลีฟีนอล (polyphenols) ที่สกัดจากใบชาเขียว สามารถเร่งการลอกคราบ เร่งการเจริญเติบโตและลดแบคทีเรียก่อโรคได้ในกุ้งญี่ปุ่น (Kuruma Shrimp) แต่ยังไม่มีการวิจัยที่ใช้สารสกัดจากใบชาเขียว และการใช้สารสกัดจากใบชาเขียวร่วมกับโคเลสเตอรอล (Cholesterol) เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกุ้งก้ามกราม

ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสม และใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นลง โดยได้ศึกษาทางด้านช่วงเวลาของการเลี้ยงในแต่ละฤดูกาล ระดับความหนาแน่นของกุ้งก้ามกรามและ การใช้สารเร่งการเจริญเติบโต เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือให้สามารถขยายกำลังการผลิตให้มากขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการ

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

วิธีการดำเนินการ

การทดลองที่ 1

การศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งในเขต
ภาคเหนือ (ปี 2547 และ ปี 2548)

1. การวางแผนการทดลองศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตของกุ้ง
ก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 2 ระดับ คือ

หน่วยทดลองที่ 1 อัตราความหนาแน่น	25	ตัวต่อตารางเมตร
หน่วยทดลองที่ 2 อัตราความหนาแน่น	50	ตัวต่อตารางเมตร

2. บ่อที่ใช้ในการทดลองขนาด 400 ตารางเมตรจำนวน 3 บ่อ (ภาพที่ 2) โดยการเตรียม
บ่อจะมีการตากบ่อให้แห้งและทำการตากเลนออกจากบ่อ แล้วปรับแต่งพื้นที่และขอบบ่อให้เรียบ ใช้
ปูนมาลยหว่านในอัตรา 60-100 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ฉนวนมุ้งเขียวตาถี่ขนาดหน้ากว้าง 90 เซนติเมตร
กั้นบริเวณขอบบ่อเพื่อป้องกัน ู กบ หรือศัตรูของกุ้งก้ามกราม

3. สูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าไปพักไว้ในบ่อโดยผ่านถุงกรองเพื่อป้องกันไข่ปลา ไข่หอย ที่จะ
มาทำอันตรายต่อลูกกุ้ง (ภาพที่ 3) พักน้ำไว้ประมาณ 3-4 วัน ในระหว่างนั้นทำการเพิ่มอาหาร
ธรรมชาติโดยการใส่ปุ๋ยคอกมัดใส่กระสอบผูกไว้บริเวณภายในบ่อสังเกตจนสีน้ำมีสีเขียว แสดงว่า
อาหารธรรมชาติเริ่มเกิดขึ้น

4. การปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามโดยลูกกุ้งก้ามกรามที่นำมาจะมีขนาด PL 10 จะใช้ลูกพันธุ์
ลูกกุ้งก้ามกรามจากฟาร์มที่เชื่อถือได้ ปลอดเชื้อและแข็งแรง โดยแบ่งอัตราความหนาแน่นไว้ 2
ระดับ คือ ระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตรหรือ 10,000 ตัวต่อบ่อ และระดับความ
หนาแน่นที่ 50 ตัวต่อตารางเมตรหรือ 20,000 ตัวต่อบ่อ โดยก่อนปล่อยต้องมีการปรับอุณหภูมิ
ภายในบ่อบรรจุลูกกุ้งให้มีความใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายในบ่อก่อนเพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลง
อย่างฉับพลันของลูกกุ้งซึ่งอาจทำให้ลูกกุ้งตาย

5. วิธีการเลี้ยงจะให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดการเลี้ยงตามตารางที่ 1 โดยให้อาหารวัน
ละ 3 มื้อดังต่อไปนี้ มื้อที่ 1 เวลา 8.00 น. มื้อที่ 2 เวลา 13.00 น. มื้อที่ 3 เวลา 16.30 น. ระหว่าง

การเลี้ยงจะมีการให้ออกซิเจนภายในบ่อตลอดเวลาโดยใช้เครื่องปั๊มอากาศ (ภาพที่ 4 และ 5) และมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำสัปดาห์ละ 1 ครั้งใน 2 เดือนแรก และสัปดาห์ละ 2 ครั้งใน 2 เดือนถัดไป ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงทั้งหมด 150 วัน

6. การเก็บตัวอย่างจะทำการสุ่มซึ่งน้ำหน้าของกึ่งกำกวมทุก 20 วันพร้อม (ภาพที่ 6, 7 และ 8) กับการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ในแต่ละบ่อ คุณสมบัติของที่ทำ การวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลาย ในน้ำ ส่วนทางเคมี ได้แก่ แอมโมเนีย วัดโดยใช้วิธี Phenol-hypochlorite method ในเตรท ไนไตรท์ ฟอสฟอรัส (APHA et al., 1995)

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

การทดลองที่ 2 การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกึ่งกำกวมในเขตภาคเหนือ (ปี 2548 และปี 2549)

1. การวางแผนการทดลองศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกึ่งกำกวมในเขตภาคเหนือได้แบ่งหน่วยการทดลองออกเป็น 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) หลังจากการเลี้ยงกึ่งกำกวมในรุ่นที่ผ่านมานำอุปกรณ์ต่างๆ ออกจากบ่อตากบ่อให้แห้งเก็บเศษหอยที่อยู่ภายในบ่อออกให้หมด ใช้ปูนขาวหว่านในอัตรา 60 -100 กิโลกรัมต่อไร่ ใช้ขอนมุงเขียวตาดึงขนาดหน้ากว้าง 90 เซนติเมตรกั้นบริเวณขอบบ่อเพื่อป้องกันศัตรูของกึ่งกำกวมเช่น งู กบ

3. สูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าไปพักไว้ในบ่อโดยผ่านถุงกรองเพื่อป้องกันไข่ปลา ไข่หอย ที่จะมาทำอันตรายต่อลูกกึ่ง (ภาพที่ 3) พักน้ำไว้ประมาณ 3-4 วัน ลูกกึ่งกำกวมที่นำมาปล่อยจะมี

ขนาด 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 อาหารที่ใช้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปแก่กุ้งก้ามกราม

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. การเก็บตัวอย่างจะทำการสุ่มซังน้ำหนักของกุ้งก้ามกรามทุก 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 ในเตรท ไนไตรท์ ฟอสฟอรัส (APHA et al., 1995)

6. การวิเคราะห์ความแตกต่างจากการทดลอง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ปริมาณผลผลิตของกุ้งก้ามกราม คุณสมบัติของน้ำ ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในระดับความ

หนาแน่นที่แตกต่างกัน 2 ระดับ ด้วยการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Window เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีการของ T-test

การคำนวณอัตราการเจริญเติบโต การศึกษาอัตราการรอด การศึกษาปริมาณผลผลิต

1. การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

ในระหว่างการเลี้ยงจะมีการสุ่มชั่งทุก ๆ ครั้ง นำข้อมูลการชั่งน้ำหนักที่ได้ในแต่ละครั้งไปคำนวณอัตราการเจริญเติบโตดังนี้

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)} = \frac{\text{น้ำหนักกึ่งเฉลี่ยปัจจุบัน} - \text{น้ำหนักกึ่งเฉลี่ยครั้งก่อน}}{\text{ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจากการชั่งครั้งก่อน}}$$

2. การศึกษาอัตราการรอดตาย

สุ่มนับจำนวนกุ้งก้ามกรามทั้งหมดที่ได้ภายในบ่อแต่ละบ่อ หลังจากเลี้ยงกุ้งจนกระทั่งจับนำผลผลิตที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณ หาอัตราการรอดตาย

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

3. การศึกษาปริมาณผลผลิตและอัตราการแลกเนื้อ

นำค่าน้ำหนักกุ้งที่จับได้ทั้งหมดในแต่ละบ่อ เพื่อนำไปหาปริมาณผลผลิตและอัตราการแลกเนื้อแล้วเปรียบเทียบแต่ละบ่อ

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

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



ภาพที่ 1 สถานที่ทดลอง หน่วยวิจัยการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม



ภาพที่ 2 การใช้ผ้ากรองศัตรูกุ้ง



ภาพที่ 3 เครื่องปั๊มอากาศ



ภาพที่ 4 การให้อากาศในบ่อเลี้ยงโดยใช้ปั๊มอากาศ



ภาพที่ 5 การลงกุ้งก้ามกราม



ภาพที่ 6 การสุมกุ้งในระยะกึ่งเล็กโดยใช้อวนมุ้งสีฟ้า



ภาพที่ 7 การสู่มุ้งในระยะกึ่งโตโดยใช้ฉนวน



ภาพที่ 8 การซั้งน้ำหนักุ้ง



ภาพที่ 9 กุ้งก้ามกรามเทศเมี่ยง

การทดลองที่ 3

การศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตเคลือบอาหาร ต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม

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 โดยใช้ปูนมาร์ล หวานในอัตรา 60 -100 กิโลกรัมต่อไร่ ตากบ่อให้แห้งเป็นระยะเวลา 7 วัน

3. สูบน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าไปพักไว้ในบ่อโดยผ่านถุงกรองเพื่อป้องกันไขปลา 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) สเปรย์ด้วยน้ำเปล่า เพื่อให้ส่วนผสมเคลือบเม็ดอาหารได้ดีมากขึ้น (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 ไนเตรท 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 ปล่อยุ้งก้ามกรามในคอกที่ใช้ทำการทดลอง



ภาพที่ 18 การสูมตัวอย่างกุ้งก้ามกรามภายในคอกทุกๆ 15 วัน

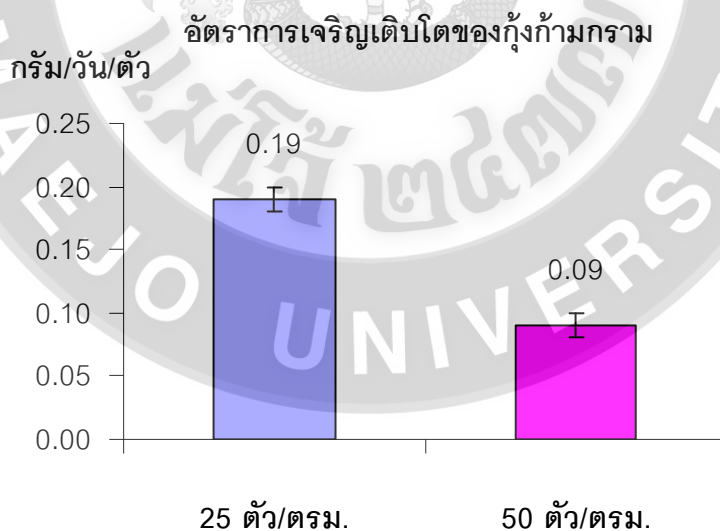


ภาพที่ 19 การชั่งน้ำหนักและความยาวของกุ้งก้ามกรามทุกๆ 15 วัน

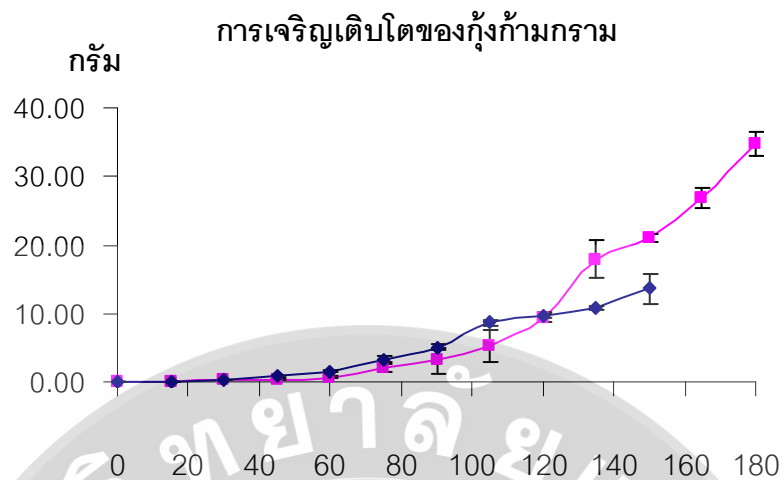
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

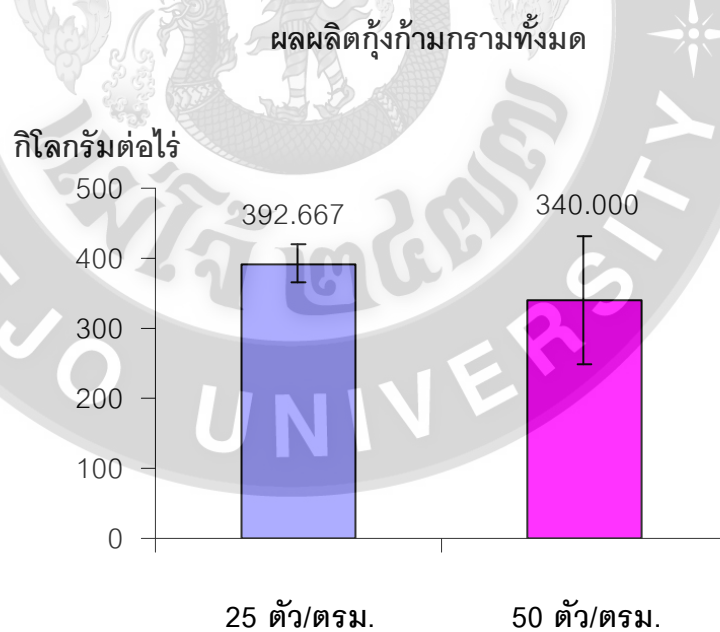
จากการศึกษาระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมของกุ้งก้ามกราม โดยใช้บ่อเลี้ยงขนาด 400 ตารางเมตร จำนวน 3 บ่อ แบ่งการเลี้ยงเป็น สองรอบการผลิต โดยแบ่งเป็น 2 ระดับความหนาแน่น ที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร (10,000 ตัวต่อบ่อ) และระดับความหนาแน่น 50 ตัวต่อตารางเมตร (20,000 ตัวต่อบ่อ) ให้อาหารวันละ 3 มื้อ เข้า 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



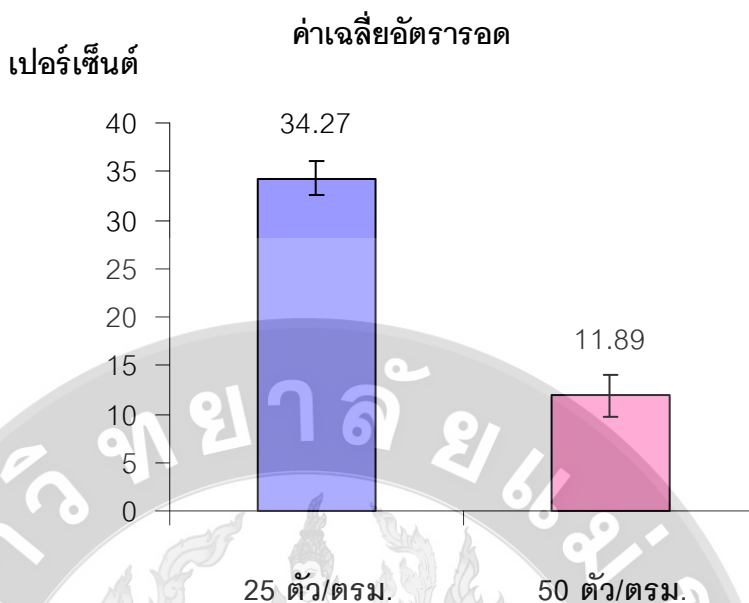
ภาพที่ 20 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน



ภาพที่ 21 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นแตกต่างกัน



ภาพที่ 22 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักผลผลิตกุ้งก้ามกรามทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง



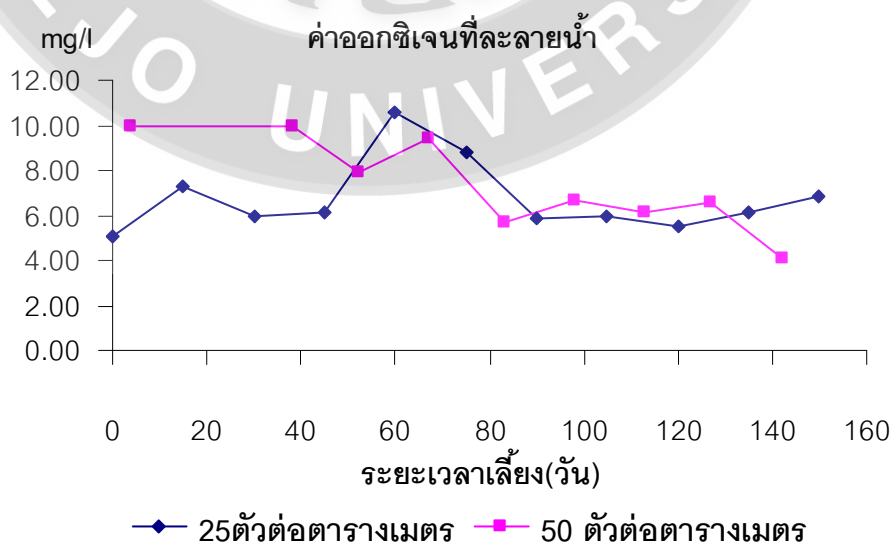
ภาพที่ 23 ค่าเฉลี่ยอัตราการอดของการเลี้ยงกิ้งก่ามกราคมทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

ภาพที่ 23 แสดงอัตราการอดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 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 ทั้งอัตราการอด และ อัตราการแลกเนื้อมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $P < 0.05$ ส่วน Tidewell et al.(1996) ได้ทำการเลี้ยงกิ้งก่ามกราคมในมลรัฐ Mississippi และ Kentucky ประเทศสหรัฐอเมริกาในอัตราปล่อย 4 ตัวต่อตารางเมตร ได้กิ้งก่ามกราคมมีน้ำหนักเฉลี่ย 34.8 และ 36.1 กรัม มีผลผลิตกิ้งก่ามกราคมทั้งหมด 174.56 และ 201.76 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ส่วนอัตราการแลกเนื้อมีค่าเท่ากับ 2.34 และ 2.31 พบว่าในการศึกษาในครั้งนี้ได้มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อที่ไม่แตกต่างกันกับระดับความหนาแน่นที่ 25 ตัวต่อตารางเมตร อีกทั้งยังได้ผลผลิตกิ้งก่ามกราคมที่มากขึ้นเช่นกัน สมหมายและคณะ (2548) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงกิ้งก่ามกราคมในอัตราปล่อย 10,000 ตัวต่อไร่ พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.22 ± 0.12 กรัม/ตัว/วัน เมื่อเลี้ยงต่อไปด้วยการแยกเพศผู้และเพศเมีย พบว่ากิ้งก่าเพศเมียมีน้ำหนักเฉลี่ย 16 ± 0.50 กรัม เพศผู้เฉลี่ย 27.6 ± 1.43 กรัม มีอัตราการอดสูงถึง 87.7 ± 1.58 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเนื้อ 2.59 ± 0.06 อัตราการเจริญเติบโต 0.82 ± 0.12 กรัมต่อวัน และปริมาณผลผลิต 188.9 ± 4.27 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การทดลองในครั้งนี้ไม่ได้มีการเลี้ยงแบบแยกเพศของกิ้งก่ามกราคมจึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

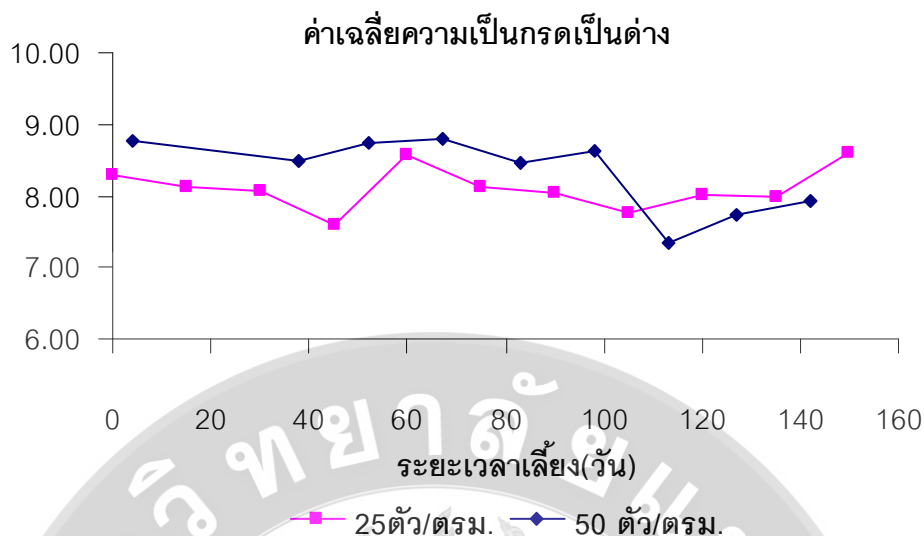


ภาพที่ 24 ผลผลิตกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงซึ่งจะทำการตรวจวัดทุก 15 วัน โดยมีคุณสมบัติที่ทำการวัด ได้แก่ 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

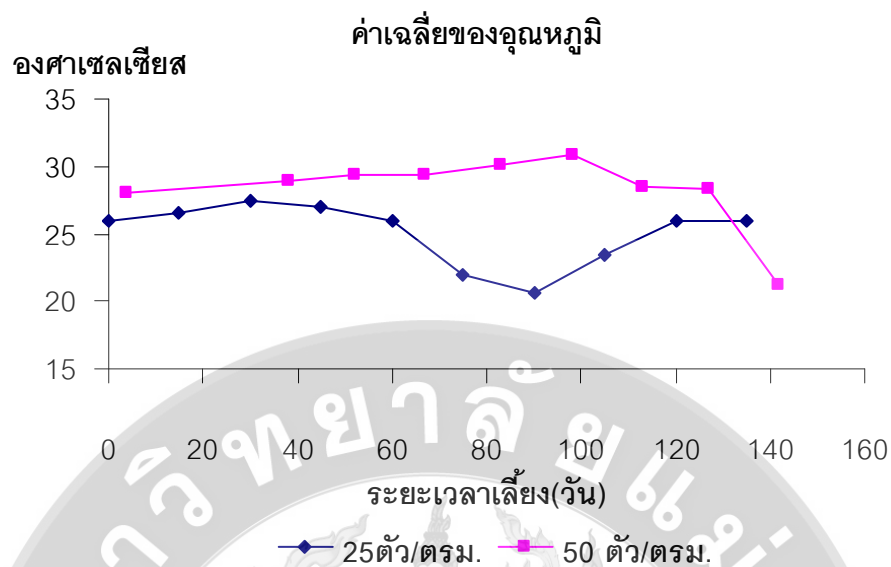


ภาพที่ 25 ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำตลอดระยะเวลาในการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

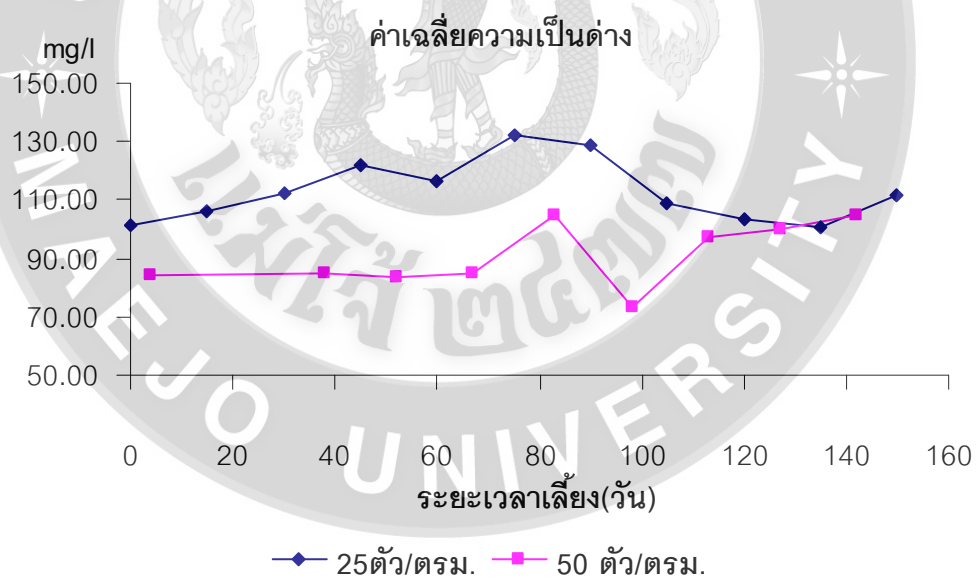


ภาพที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น

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 แต่การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงตามอิทธิพลของอากาศ 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



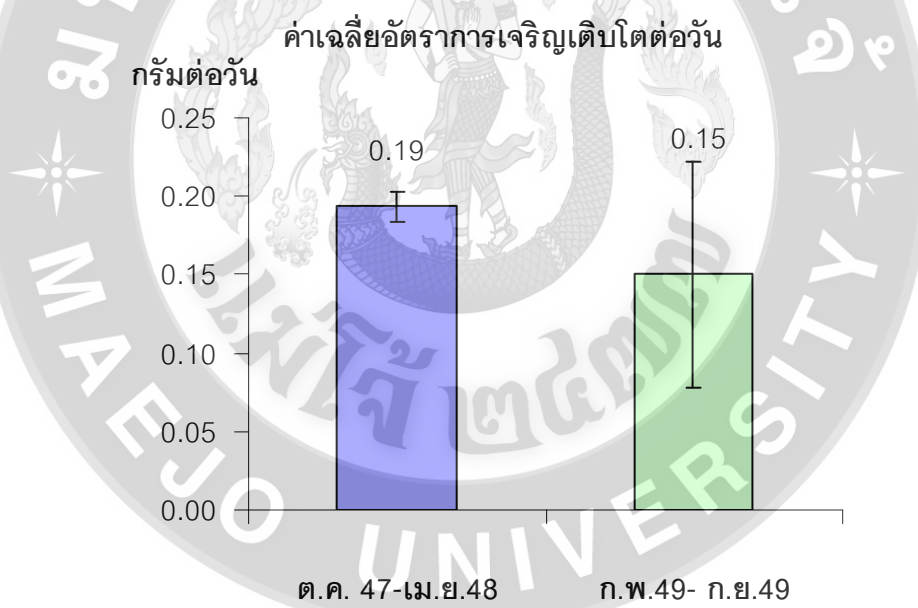
ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิตลอดการเลี้ยงทั้ง 2 ระดับความหนาแน่น



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยของความเป็นด่าง (Alkalinity) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

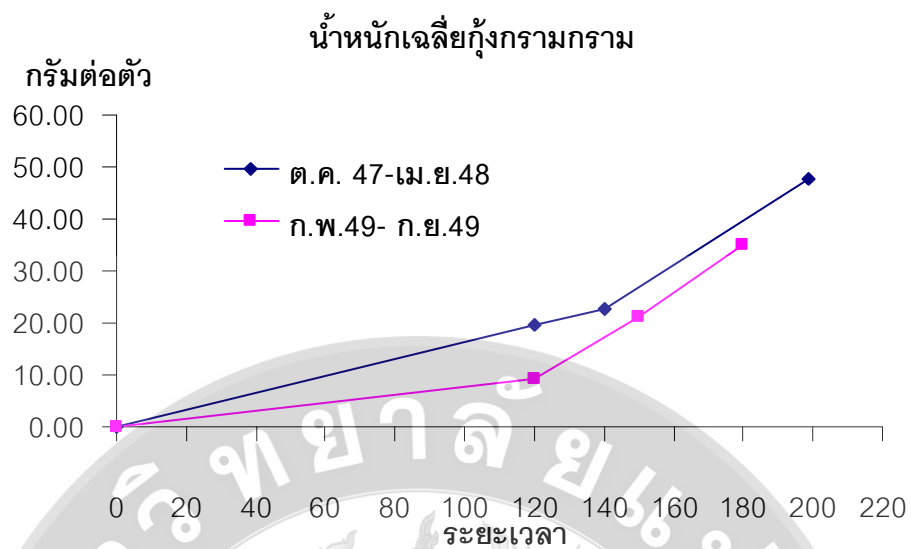
การทดลองที่ 2 การศึกษาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือ

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)

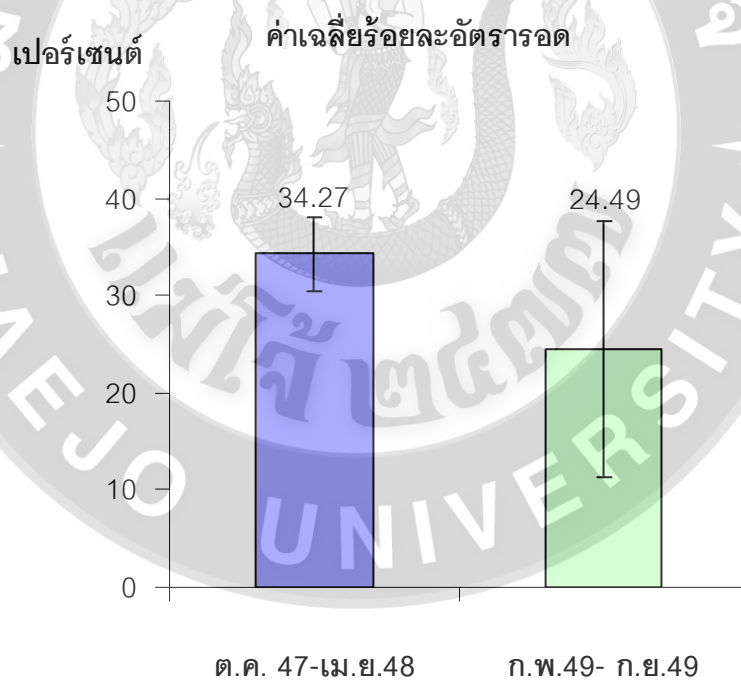


ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตทั้งหมดเมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง

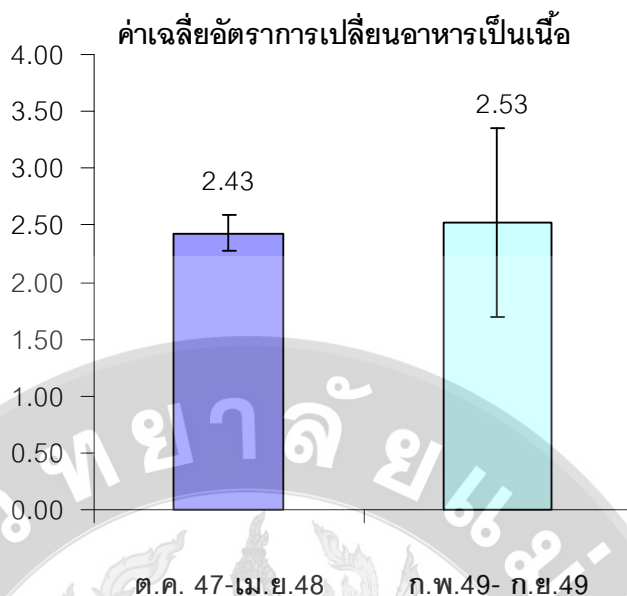
จากภาพที่ 30 แสดงน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายพบว่าในช่วงการเลี้ยง ต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสุดท้ายสูงกว่าการเลี้ยงในช่วง ก.พ.49 –ก.ย. 49 โดยมีค่าเท่ากับ 34.85 ± 1.73 และ 47.76 ± 3.73 กรัม ตามลำดับเช่นเดียวกันกับอัตราการรอดหลังจากสิ้นสุดการเลี้ยงที่ช่วงการเลี้ยงในเดือนต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าสูงที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.27 ± 3.89 และ 24.49 ± 13.13 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 30 น้ำหนักกึ่งกรัมกรามเฉลี่ย กรัมต่อตัวทั้งสองช่วงเวลา

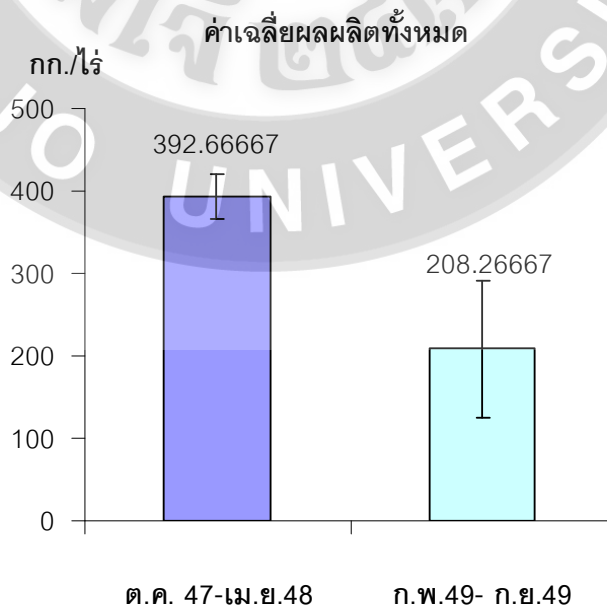


ภาพที่ 31 เปอร์เซนต์ของอัตราการรอดหลังจากสิ้นสุดการทดลอง



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

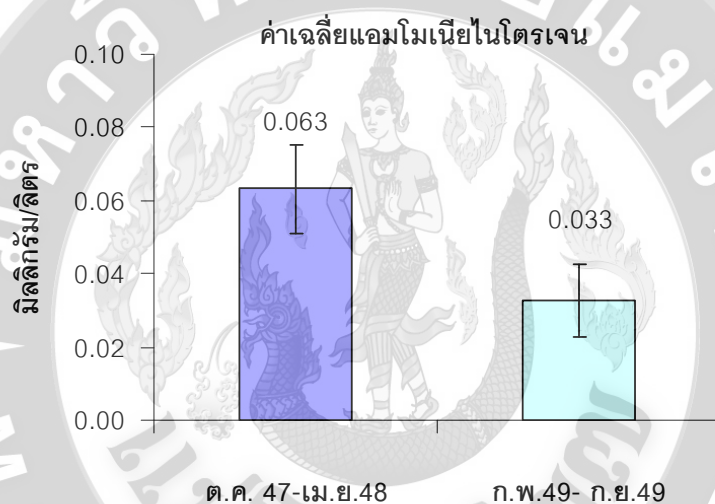
จากการศึกษาในครั้งนี้เมื่อนำค่าที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยการเปรียบเทียบ T-test พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ส่วน น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย อัตรารอด ผลผลิตทั้งหมด และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่มีแนวโน้มโดยการเลี้ยงในช่วง เดือนตุลาคม 2547 – เดือนเมษายน 2548 (ฤดูหนาว-ฤดูร้อน) จะสูงกว่าการเลี้ยงในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ 2549–เดือนกันยายน 2549 (ฤดูร้อน-ฤดูฝน) ดังตาราง ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของ สมหมายและคณะ (2548) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบดั้งเดิมในช่วง เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือน ตุลาคม ในปีถัดมาขนาด 6 ไร่ จำนวน 2 บ่อเป็นระยะเวลา 209 วันพบว่า น้ำเฉลี่ยก้ามกรามเท่ากับ 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 อีกทั้งในเขตภาคเหนือช่วงฤดูฝนมักมีฝนตกเป็นประจำจึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่ไม่แน่นอนและยากต่อการเปลี่ยนถ่ายน้ำและการจัดการ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ

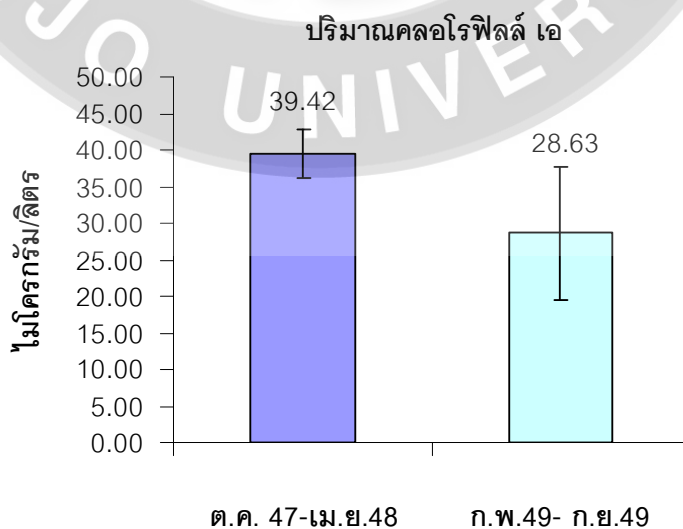
ช่วงเวลา พารามิเตอร์	ต.ค. 47-เม.ย. 48	ก.พ. 49-ก.ย. 49
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อวัน)	0.19 ± 0.01^a	0.15 ± 0.07^b
น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย(กรัม)	34.85 ± 1.73^a	47.76 ± 3.73^a
อัตราการรอด(เปอร์เซ็นต์)	34.27 ± 3.89^a	24.49 ± 13.13^b
ผลผลิตทั้งหมด(กิโลกรัมต่อไร่)	392.67 ± 27.23^a	208.27 ± 82.99^a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

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

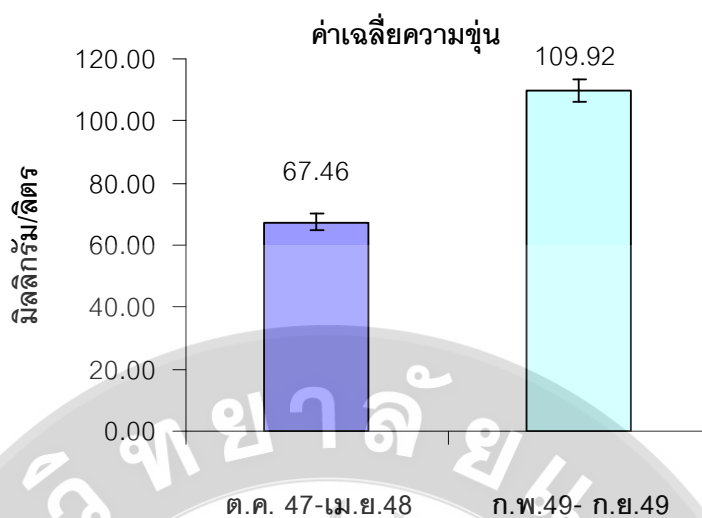
ส่วนคุณภาพน้ำตลอดการเลี้ยงของทั้งสองช่วงเวลา (ต.ค.47-เม.ย.48 และ ก.พ.49 –ก.ย. 49) ที่ใช้ระยะเวลาในการ 180 -200 วัน พบว่าค่าแอมโมเนียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.63 ± 0.12 และ 0.33 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้สัตว์น้ำตาย โดยปกติจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.4 – 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตรดังนั้นค่าแอมโมเนียระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงจึงไม่เป็นอันตรายต่อกุ้งก้ามกราม 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

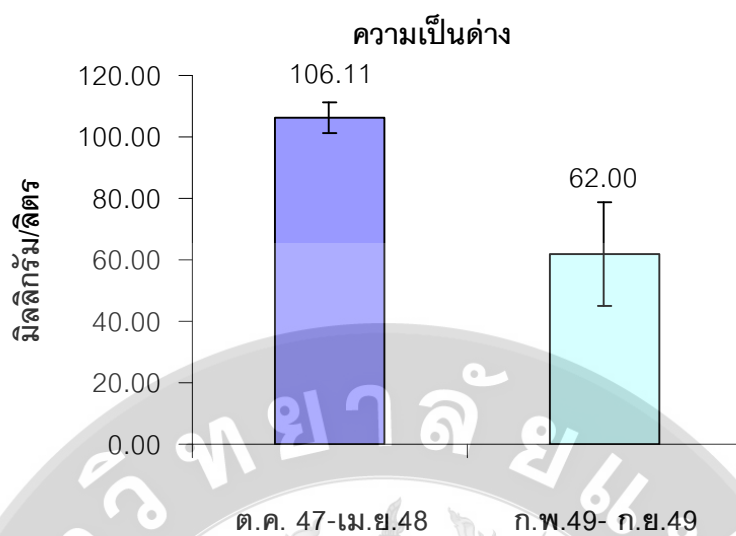


ภาพที่ 35 ค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์เอในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

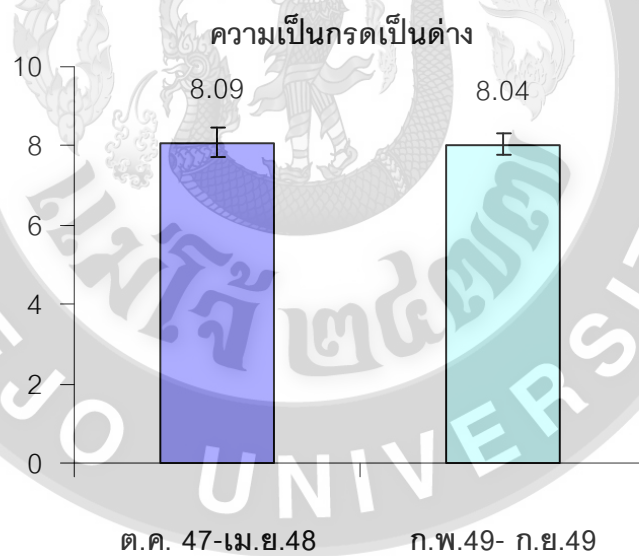


ภาพที่ 36 ค่าเฉลี่ยปริมาณความขุ่นของในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

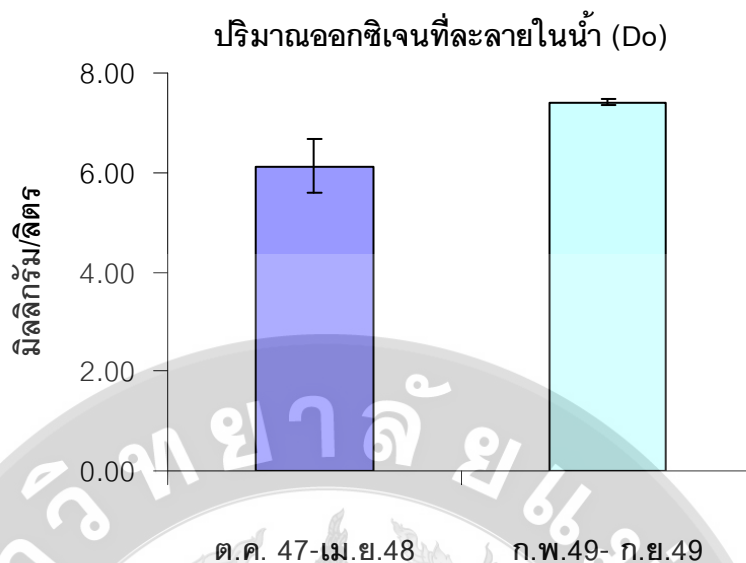
ภาพที่ 36 ค่าความขุ่น โดยการเลี้ยงในช่วง ต.ค.47-เม.ย.48 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 67.47 ± 2.77 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำกว่าช่วงการเลี้ยงในเดือน ก.พ.49-ก.ย.49 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 109.92 ± 3.54 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) มีค่าอยู่ในช่วง 106.11 ± 4.96 และ 62.00 ± 16.99 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับตาม (ภาพที่ 37) ซึ่งความเป็นด่างจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการเลี้ยงแต่ในช่วงฤดูฝนจะทำให้ความเป็นด่างลดลงมาก (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) เมื่อนำค่ามาวิเคราะห์ทางสถิติ $P < 0.05$ แล้วพบว่าทั้ง ค่าความขุ่นและค่าความเป็นด่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ $P > 0.05$



ภาพที่ 37 ค่าเฉลี่ยความเป็นต่างระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา



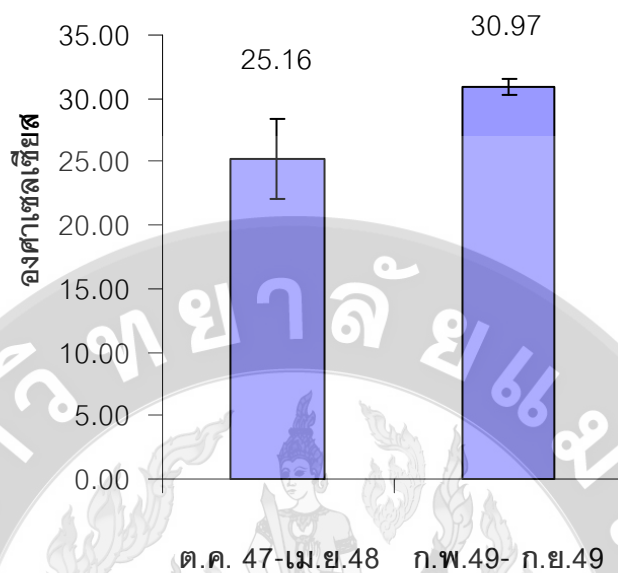
ภาพที่ 38 ค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วง



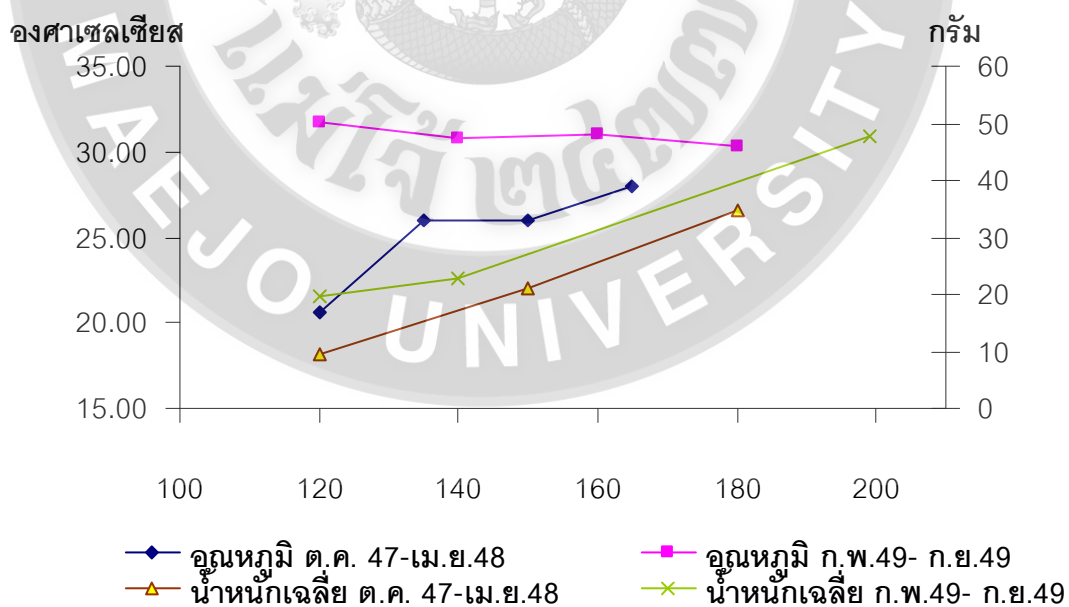
ภาพที่ 39 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา

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 การเลี้ยงเป็นค่าเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำทั้งกุ้งและปลา (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 ($P < 0.05$) พบว่าทั้ง ความเป็นกรดเป็นด่าง หรือ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและ อุณหภูมิ ระหว่างการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ



ภาพที่ 40 อุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงทั้งสองช่วงเวลา



ภาพที่ 41 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิระหว่างการเลี้ยงอัตราน้ำหนักเฉลี่ยทั้งสองช่วงเวลา

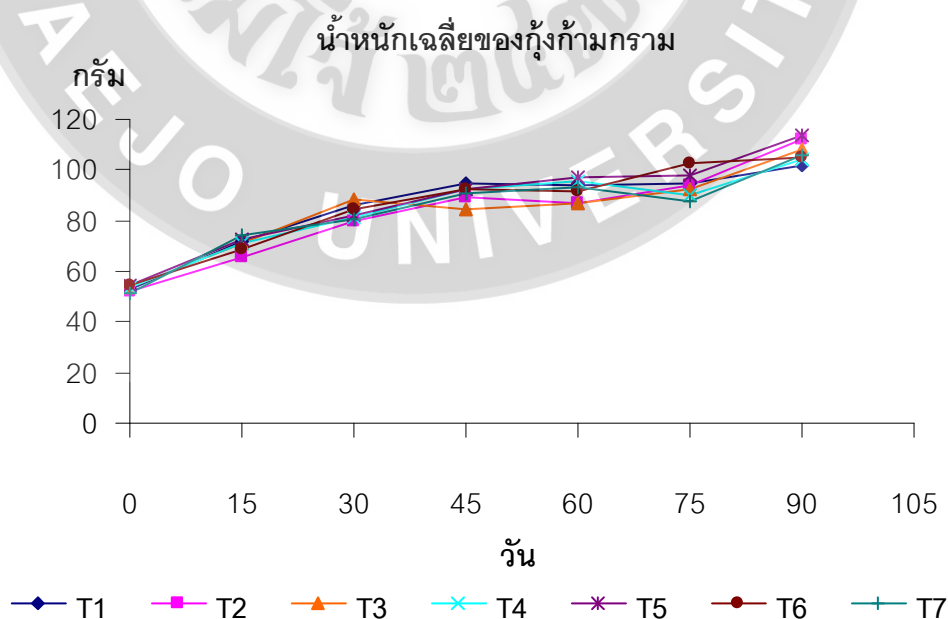
จากภาพที่ 40 แสดงให้เห็นว่าในช่วงการเลี้ยง เดือนกุมภาพันธ์ 2549 – กันยายน 2549 จะมีอุณหภูมิที่สูงกว่า การเลี้ยงในช่วงเดือน ตุลาคม 2547–เมษายน 2548 และมีแนวโน้มว่าจะลดลงเนื่องจากใกล้เข้าฤดูฝนจนทำให้ช่วงการเลี้ยงระหว่างนี้มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า แต่อัตราการรอดในการเลี้ยงช่วงนี้ต่ำจึงอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ต่างกัน

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

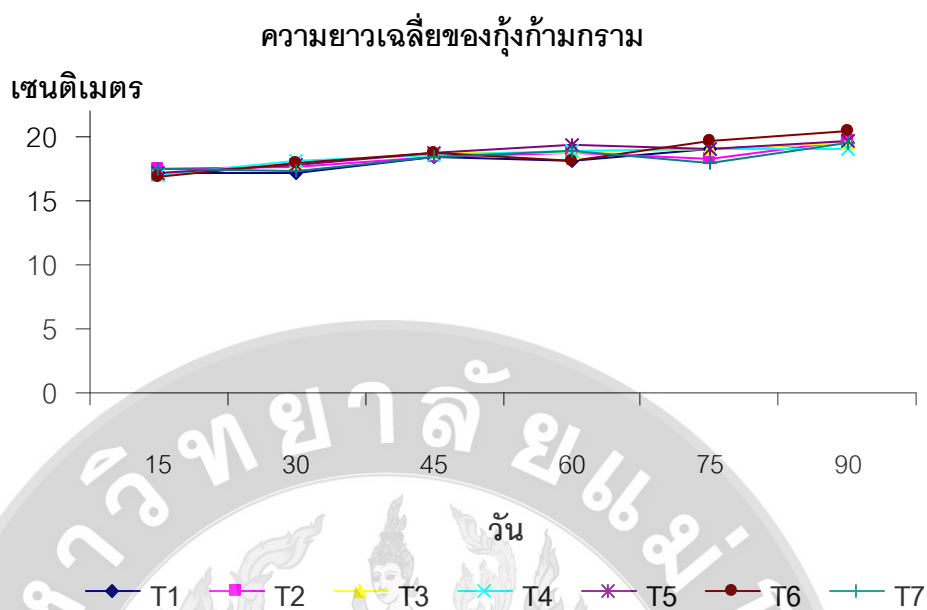
ลูกกุ้งที่นำมาใช้ในการจากการทดลอง ได้ซื้อจากฟาร์มที่เชื่อถือได้ เมื่อเช็คอัตราการสูญเสียจากการขนส่งใกล้เคียงกันโดยพบว่าอยู่ในระดับต่ำแค่ 5 %ถือว่าเป็นลูกกุ้งที่มีคุณภาพดี ส่วนการจัดการด้านอาหารนั้น โดยใช้หลักการปรับอาหารตาม มะลิ (2528) เหมือนกันทั้ง 2 ช่วงแต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่สามารถเช็คการให้อาหารในยอบแบบกุ้งกุลาดำได้ การดูน้ำหนักกุ้งเทียบกับอายุกุ้งและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อ จากการติดตามการกินอาหารนอกจากนี้ค่า FCR โดยเฉลี่ย ในช่วงการเลี้ยงระหว่าง ต.ค. 47–เม.ย. 48 มีค่าเท่ากับ 2.43 ซึ่งและ ก.พ. 49-ก.ย. 49 มีค่าเท่ากับ 2.50 ซึ่งโดยทั่วไป ถ้าให้อาหารตามท้องตลาดค่า FCR ไม่ควรเกิน 2.5 ค่าที่ได้ยังถือว่าอยู่ในช่วงที่ดี

การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตในอาหารต่อ อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม

จากการศึกษาผลของการเสริมสารเร่งการเจริญเติบโตในอาหารต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกราม แบ่งหน่วยทดลองได้ 7 หน่วยการทดลอง หน่วยการทดลองละ 3 ซ้ำ หน่วยดังนี้ คือ อาหารกุ้งก้ามกรามที่ผสมโคเลสเตอรอลอย่างเดียวยในระดับที่ 0 , 0.5 , 1.5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารที่กุ้งก้ามกรามที่ผสมโคเลสเตอรอลในระดับโคเลสเตอรอล 0.5 , 1.5 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับโพลีฟีนอล 1 เปอร์เซ็นต์ โดยการทำอาหารจะใช้อัลฟาซาฟ เป็นสารเหนียวช่วยเคลือบในปริมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของทุกหน่วยการทดลอง 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 กุ้งก้ามกรามมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนถึงสิ้นสุดการทดลองดังภาพที่ 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)

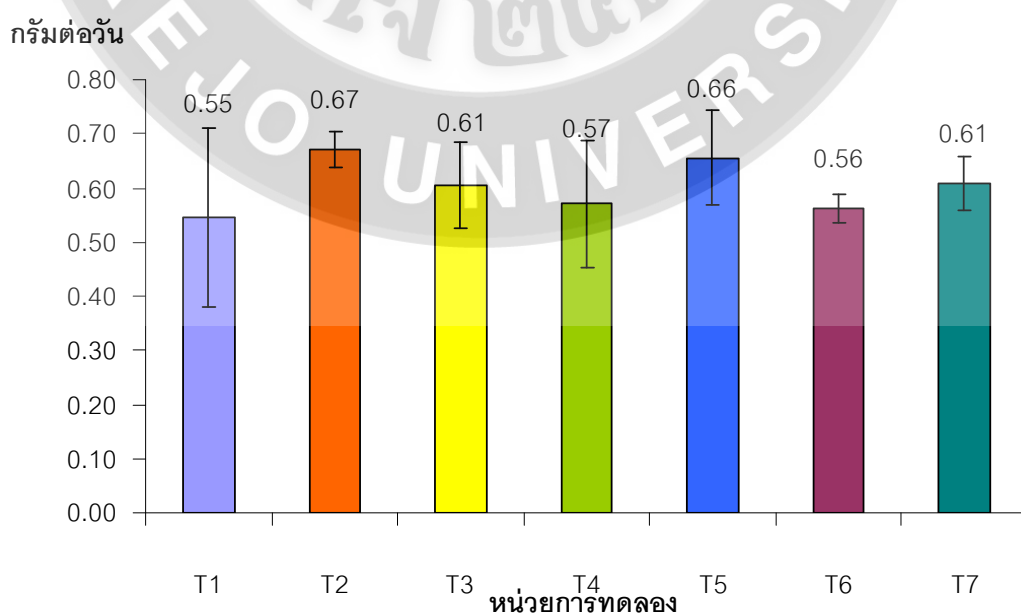


ภาพที่ 42 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

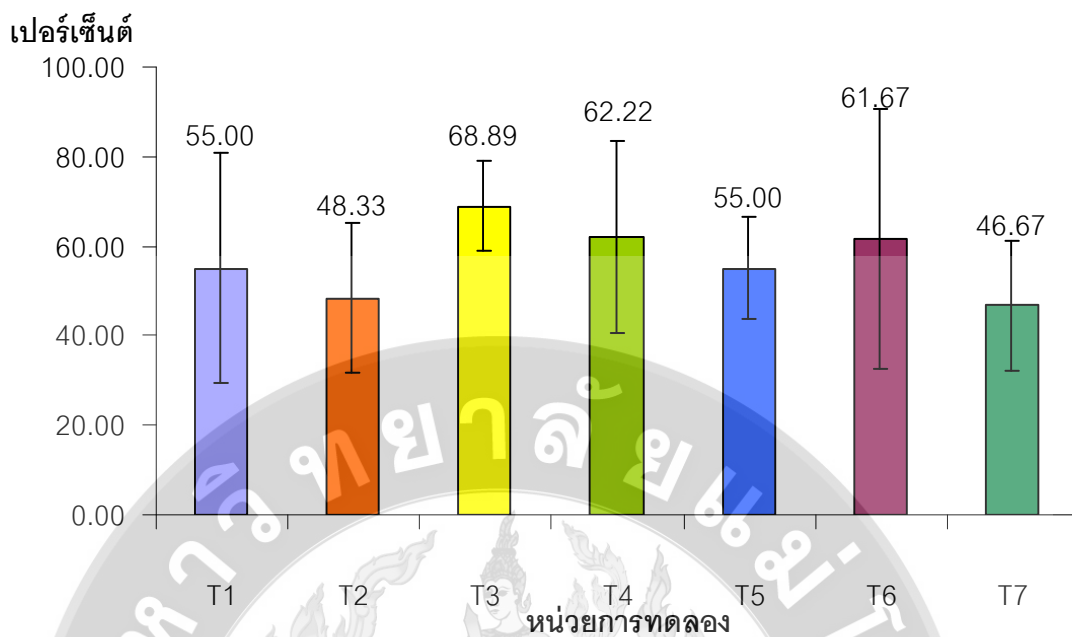


ภาพที่ 43 ความยาวเฉลี่ยของกึ่งกำมกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

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 กรัม/วัน ตามลำดับและมีอัตรารอดเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ 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)

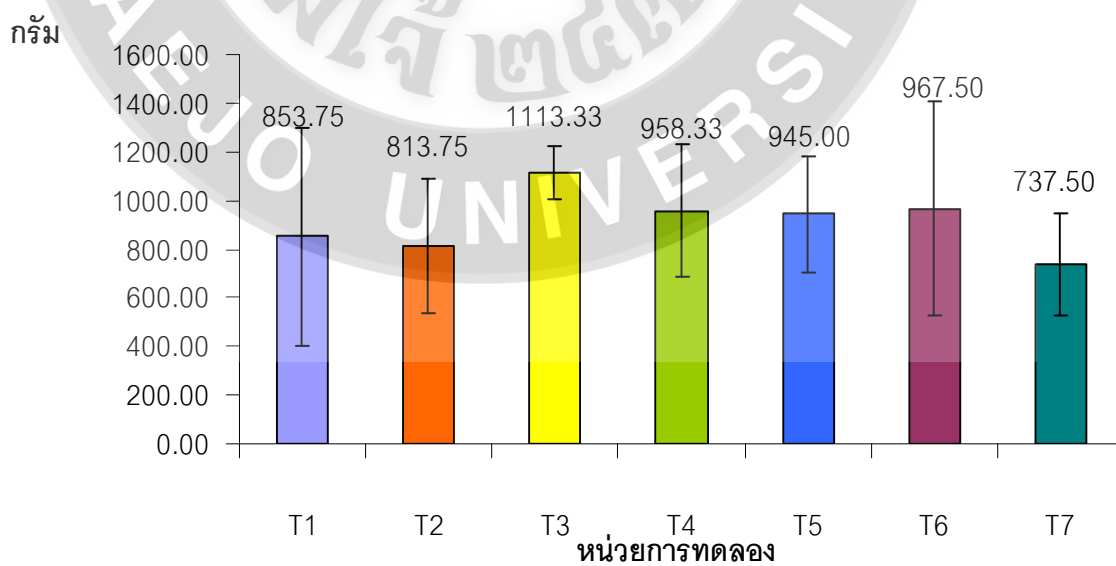


ภาพที่ 44 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของกึ่งกำมกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต



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

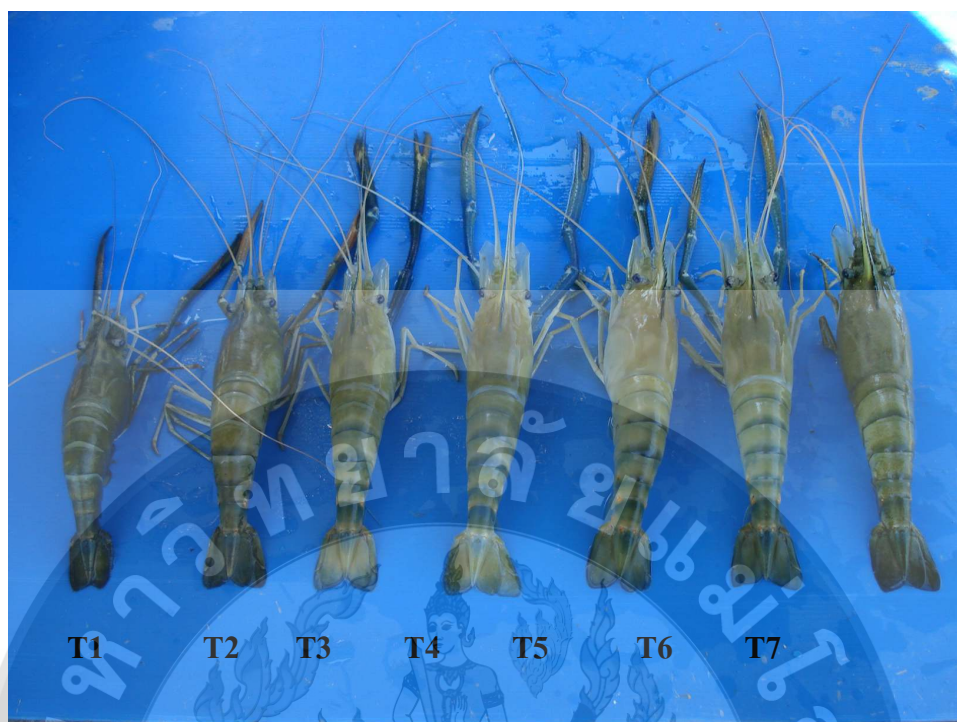


ภาพที่ 46 ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ ($p < 0.05$) พบว่า ทั้งน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอด และผลผลิตทั้งหมด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ $p > 0.05$ แต่กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารกับสารเร่งจะมีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ดีกว่ากุ้งที่ไม่ได้รับอาหารกับสารเร่งและมีแนวโน้มว่า หน่วยทดลองที่ 3 (T3) อาหาร กุ้งก้ามกราม + 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% มีความต้านทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มต่ำลงแบบฉับพลันสูงกว่ากุ้งที่อนุบาลด้วยโคเลสเตอรอลอัตราอื่นรวมทั้งอาหารเสริมเลซิทีน โดยที่โคเลสเตอรอลเป็นอาหารเสริมที่มีคุณค่าทางอาหารต่อกุ้งทะเลและกุ้งน้ำจืดโดยจะมีการสะสมในส่วนของสมอง ระบบประสาท เลือด น้ำดี และเป็นส่วนหนึ่งของผนังเซลล์ (Kanazawa et al., 1971) เปรียบเทียบกับงานวิจัยของปิยะบุตร และคณะ (2544) ซึ่งได้ศึกษาการใช้โคติน-โคโตซานเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในกุ้งกุลาดำโดยการเคลือบอาหาร ระดับโคติน-โคโตซาน ที่ 400 ส่วนในล้านส่วนมีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุดเท่ากับ 0.1972 กรัมต่อวัน มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่าโดยหน่วยการทดลองที่ 2 (T2) อาหารกุ้งก้ามกราม + Alpha starch 1 % + โคเลสเตอรอล 0.5 % จะพบว่าอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งจากรายงานการวิจัยที่ได้เคยมีมากล่าวว่าระดับของโคเลสเตอรอลที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามนั้นจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.6 เปอร์เซ็นต์ (Teshima, 1998)

ในครั้งนี้อาจไม่ได้ทำการวัดปริมาณของโคเลสเตอรอลที่มีอยู่ในอาหารที่แท้จริง ดังนั้นก่อนการสรุปจึงควรนำอาหารไปทำการวิเคราะห์หาปริมาณของโคเลสเตอรอลก่อนเพราะอาหารอาจมีการสูญเสียไปในระหว่างขั้นตอนการทำอาหาร จึงควรทำการศึกษายืนยันระดับที่เหมาะสมต่อกุ้งก้ามกรามรวมถึงความต้องการโคเลสเตอรอลในแต่ละวัยของกุ้งก้ามกรามเพื่อพัฒนาศักยภาพในการผลิตต่อไป



ภาพที่ 47 ลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามกรามที่เสริมสารเร่งการเจริญเติบโต

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2546. ยุทธศาสตร์กุ้งและผลิตภัณฑ์. สามารถเข้าถึงได้ที่ <http://www.fisheries.go.th/planning/kung.ppt> (28 สิงหาคม 2549)
- จารุวรรณ วีระวงษ์นุสร. 2525. พืชเลี้ยงปลาน้ำจืดของแอมโมเนียที่มีต่อกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนระยะต่างๆ กัน. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ชลอ ลิ้มสุวรรณ และ พรเลิศ จันทวีชัยกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ.2547. บริษัทเมจิค ฟับบลิเคชัน จำกัด.
- ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ. 2549. กุ้งฤดูร้อนต้องให้ความสำคัญของน้ำเพียงพอ, ฝนฤดูร้อนกับผลเสียต่อกุ้งที่เลี้ยงในบ่อ, การกินอาหารของกุ้งลดลงในฤดูหนาว, ฝนน้อยน้ำกระด้างผลเสียต่อการเลี้ยงกุ้ง, น้ำแยกชั้นในบ่อกุ้งเวลาฝนตกทำให้กุ้งตาย, กุ้งแพ้นาวกินอาหารลดลง, การประหยัดค่าพลังงาน ในการเลี้ยงกุ้ง. 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 และจิราพรโรจน์ทินกร. 2548. โครงการ “ประมวลองค์ความรู้เกี่ยวกับสถานภาพการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย”. เชียงใหม่;
- บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2535. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยะพงษ์ โชติพันธุ์. 2529. การเลี้ยงกุ้ง. สถานีวิจัยประมงศรีราชา ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2523. ปัญหาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. วารสารการประมง 33 (5): 563-569.
- ผุสดี 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.
- วนิชยา น้อยวงศ์. 2544. อนุกรมวิธานของกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* Bate, 1863 ในลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดาวัลย์ ครองพงษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซีเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. กรุงเทพฯ : วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมพงษ์ สุวรรณเทศ. 2545. แผนการแก้ไขปัญหาเรื่องสารตกค้างและราคากุ้งก้ามกรามตกต่ำ. วารสารการประมง 55(3): 17.
- สมหมาย เจนกิจการ , ชลอ ลิมสุวรรณ, 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. Preliminary 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. Synopsis 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.
- Fujimura, T. 1966. Notes on the development of a practical mass culturing technique of the giant prawn *Macrobrachium rosenbergii*. Proceedings 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., Piyatirativorakul, S., Kittakoo, 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'anan, 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. 1975. Identification of the essential amino acids of the freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*: Honolulu, M.S. Tesis, University of Hawaii.

- Weidenbach, R.P. 1980. Dietary components of freshwater prawns reared in Hawaiian ponds. IFS Provisinal 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 *Macrobrachiu rosenbergii* nodavirus and extra small virus by asingle tube, one-step multiplex RT-PCR assay. Journal of Fish Diseases 28, 65-69.





บทคัดย่อ

การศึกษาระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) ที่เหมาะสมในกระชัง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 การทดลอง วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่น อัตราการให้อาหาร ความถี่ในการให้อาหาร และการเสริมวิตามินซี ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดของลูกกุ้งก้ามกราม (P₂₀) ในกระชังที่ขึงในบ่อดิน ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยระดับความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 %ของน้ำหนักตัว/วัน ส่งผลดีต่อน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอดของลูกกุ้ง อย่างไรก็ตามเมื่อลดอัตราการให้อาหารเป็น 10%ของน้ำหนักตัว/วัน เหมาะสมต่อการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่ระดับความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) การเสริมวิตามินซีในระดับ 2% ของน้ำหนักอาหาร จะช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้ง การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชัง ควรเลี้ยงด้วยระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. เพราะในระดับนี้ส่งผลดีในการผลิตกุ้งใหญ่เพื่อจำหน่าย ทั้งด้านการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของกุ้ง

ABSTRACT

Six separate trials were conducted to study on the appropriate cage culture systems for freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). The aims of this study were to examine the effect of stocking density, feeding ration, feeding frequency and vitamin C supplementation on growth performance, feed efficiency (FCR) and survival of postlarvae (PL20) of *M. rosenbergii* in cage fixed in side an earthen pond. Enhanced weight gain and survival rate of the prawn were generally observed in prawn at the density of 200 PLs/m² with feeding frequency and feeding ration 3 time/day and 15% bw/day respectively. However, the reduction or feeding ration to 10% bw/day seems to be suitable for nursing in high density (600 PLs/m²) Prawn fed the diet with 2% L-ascorbic acid on nursery phase culture were found to have higher growth and survival performance. After the nursery phase culture, a density of 5 prawn/m² was showed the higher growth rate and improved feed efficiency as well as meet to the marketable size.

บทนำ

ในปัจจุบัน การบริโภคกุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้นจากการขยายตัวของธุรกิจท่องเที่ยวและร้านอาหาร การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงเป็นอาชีพที่ได้รับความสนใจของประชาชนทั่วไป แต่ยังมีปัญหาสำคัญอยู่ที่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงเกษตรกรรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถดำเนินการได้ (ทวี และขวัญกมล, 2535)

ศศิวิมล (2544) ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า มีวิธีการเลี้ยง 2 แบบ คือ การเลี้ยงแบบปล่อยกุ้งแรกคว่ำลงบ่อเลี้ยง และการเลี้ยงแบบปล่อยกุ้งแรกคว่ำลงบ่ออนุบาลก่อน 60-80 วัน แล้วย้ายไปปล่อยในบ่อเลี้ยง ซึ่งพบว่าวิธีหลังให้ผลตอบแทนสูงกว่าวิธีแรก ทั้งนี้เพราะลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยวิธีแรกมีอัตราการรอดต่ำและมีขนาดเล็กกว่า นอกจากนี้เกษตรกรมักปล่อยลูกกุ้งลงในบ่อเลี้ยงในความหนาแน่นที่สูงกว่าคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ประมง เพราะไม่สามารถประเมินอัตราการรอดที่แน่นอน และใช้วิธีทยอยจับกุ้งตัวเล็กและแกระออกจำหน่ายเพื่อลดความหนาแน่นในภายหลัง

การอนุบาลและเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชังถือเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนและประสบความสำเร็จในทางปฏิบัติแล้วในสัตว์น้ำหลายชนิด แต่ยังมี การศึกษาน้อยมากในกุ้งก้ามกราม ทั้งที่เป็นวิธีการที่เป็นไปได้และประสบความสำเร็จแล้วในอิสราเอล (Sagi et al., 1986) ในบราซิล โดย Marques et al. (2000) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามตั้งแต่วัย postlarvae ในกระชังด้วยความหนาแน่นสูง (400-800 ตัว/ตร.ม.) ได้ผลดีทั้งในแง่ของน้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอดของลูกกุ้ง อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกกุ้งด้วยความหนาแน่นสูงให้ผลลบในด้านน้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อตัว

บุรฉัตรและไพบูลย์ (2540) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามอายุ 3 วันในบ่อซีเมนต์กลมจนเป็นลูกกุ้งคว่ำเกิน 50% พบว่าอัตราการปล่อย 150 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอด (55.09%) สูงกว่าอัตราการปล่อย 200 และ 250 ตัว/ลิตร แต่อัตราการปล่อย 250 ตัว/ลิตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย (64,623 ตัว/บ่อ) สูงกว่า และต้นทุนการผลิต (0.057 บาท/ตัว) ต่ำกว่า

ทวีและขวัญกมล (2535) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% และอาหารที่นิยมใช้เป็นอาหารผสมแห้งอัดเม็ดที่คงสภาพในน้ำได้นาน 12-24 ชม. โดยให้อาหารอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในตอนเย็น อัตราให้อาหารควรให้ในปริมาณที่กินหมดพอดี โดยมีการตรวจดูอาหารเหลือที่ก้นบ่อทุกวันเพื่อปรับปริมาณการให้อาหาร ศศิวิมล (2544) รายงานว่าในการเลี้ยงกุ้งใหญ่ ควรปล่อยกุ้งในอัตรา 10 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัว โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน Ang et al. (1992) ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามใน

กระชังด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 และ 50 ตัว/ตร.ม. อย่างไรก็ตามที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตร.ม. จะได้น้ำหนักรวมสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่ผลิตอาหารใช้เองมักใส่ยาปฏิชีวนะลงในอาหารซึ่งอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ ลัดดาวัลย์ (2541) ระบุว่าอาหารกุ้งก้ามกรามที่เกษตรกรนิยมผลิตขึ้นใช้เองมักนิยมผสมออกซีเตตราซัยคลินเพื่อเร่งการเจริญเติบโต และทำให้อัตราการสูงขึ้น เกิดการตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ และได้ทำการทดลองพบว่า การใช้วิตามินซีและวิตามินซีเคิลือบ ผสมในอาหารแทนออกซีเตตราซัยคลินในอัตราส่วน 0.25% ให้ผลของการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดไม่แตกต่างกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้ออกซีเตตราซัยคลินผสมในอาหารกุ้ง แต่ควรเสริมวิตามินซีลงไปในการทดแทน และ นนทวิทย์ (2544) แนะนำว่า ควรเสริมวิตามินซี 2-3 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เพื่อลดความเครียด เสริมความต้านทานโรค มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่า สูตรอาหารที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งก้ามกรามใช้และส่วนประกอบของวิตามินที่บริษัทขายยามาจดทะเบียนกับกรมประมงนั้นขาดวิตามินซี ดังนั้นควรใส่วิตามินซีเคิลือบ หรือวิตามินซี ฟอสเฟต 1-2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม อมรรัตน์และมะลิ (2539) รายงานว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีอัตราการรอดสูงกว่ากุ้งที่รับอาหารที่ไม่ได้เสริมวิตามินซี 46.03%

ธนัญญา และนนทวิทย์ (2544) การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสต์ลาร์วา (PL) ที่ได้รับวิตามินซีในรูปแบบ L-ascorbyl; dipotassium - 2 - sulfate dihydrate โดยการเสริมผ่านอาหารที่เมื่อย 4 ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าลูกกุ้งทุกชุดที่ได้รับวิตามินซีมีอัตราการตายต่ำกว่าชุดควบคุม เมื่อนำลูกกุ้งระยะ PL 19 มาทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Vibrio harveyi* พบว่าลูกกุ้งชุดที่ได้รับวิตามินซีมีความต้านทานต่อเชื้อดีกว่าชุดควบคุม

มะลิและคณะ (2533) ได้ศึกษาความต้องการวิตามินซีของลูกปลากะพงขาวในน้ำเค็ม พบว่าระดับวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตคือ 500 - 700 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร และที่ระดับวิตามินซี 1,100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหารมีความจำเป็นต่อการรักษาระดับความปกติของวิตามินซีในเนื้อเยื่อปลา

วุฒิพร (2539) รายงานว่า ทำการทดลองเลี้ยงปลากดเหลือง (*Mystus nemurus*) น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยตัวละ 1.25 กรัม พบว่า อาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 500 มิลลิกรัม ต่อ น้ำหนักอาหาร 1 กิโลกรัม เพียงพอต่อการเสริมในอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากดเหลือง วุฒิพร และคณะ (2541) แนะนำว่าการเสริมวิตามินซีในรูปแบบปกติ (L-ascorbic acid) ซึ่งมีความ

คงทนต่ำ ดังนั้นจึงต้องเสริมลงในอาหารให้มากกว่าปกติ 4-5 เท่า เพื่อป้องกันการเสื่อมสลายของวิตามินในกระบวนการต่างๆ

ยังมีการศึกษาน้อยมากในด้านของการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการให้อาหารและความถี่ในการให้อาหารในการอนุบาลและการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชัง การศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่มักเน้นเกี่ยวกับเรื่องความหนาแน่นที่เหมาะสม Lambert และ Dutil (2001) รายงานว่า การศึกษาด้านความหนาแน่น ความถี่ของการให้อาหาร และ การคัดขนาดของปลาที่ปล่อยลงเลี้ยง เป็นกลยุทธ์สำคัญที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงสุดในการอนุบาลและการเลี้ยงปลา Atlantic cod นอกจากนี้ Amornsakun และ Hassan (1996) แนะนำว่า การจัดการด้านความถี่และอัตราการให้อาหารในการเลี้ยงสัตว์น้ำ ช่วยลดการสูญเสียของอาหาร ให้อัตราแลกเนื้อที่ดี และช่วยลดแรงงานในการให้อาหาร และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปในหลักของการอนุบาลสัตว์น้ำที่ว่าเมื่อสัตว์น้ำมีขนาดโตขึ้น จะมีความต้องการปริมาณอาหารต่อน้ำหนักตัวน้อยลง และอัตราการให้อาหารต่อวันควรมีการปรับให้เหมาะสมกับขนาดของสัตว์น้ำ (Coche, 1982) นอกจากนี้ การเพิ่มความถี่ของการให้อาหาร โดยการแบ่งการให้อาหารต่อวันออกเป็นหลายมื้อ จะสามารถช่วยเพิ่มอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำให้สูงขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้อาหารและได้ผลผลิตสูงขึ้น (Coche, 1982 และ Pullin, 1982)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้กระชังในลอนขนาด $1.0 \times 1.0 \times 0.7$ ม. (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ ลึก) ซึ่งในบ่อดินขนาด 1,000 ตร.ม. ด้วยเสาไม้ไผ่ให้กันกระชังอยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 0.5 ซม. และรักษาระดับให้ขอบด้านบนของกระชังอยู่เหนือผิวน้ำ 30 ซม. เพื่อให้มีส่วนของกระชังแช่อยู่ในน้ำ 40 ซม. คิดเป็นปริมาตรน้ำในกระชัง 200 ลิตร ตลอดการทดลอง ตรงกลางกระชังวางตะแกรงพลาสติกขนาด 40×40 ซม. ในแนวตั้งเพื่อเป็นที่ยึดเกาะและหลบซ่อนของลูกกุ้ง ทำการเปลี่ยนกระชังใหม่เพื่อนำกระชังเก่าไปล้างทำความสะอาดหลังจากการเก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและอัตราการรอด ทุก 15 วัน สำหรับการทดลองที่ 6 จะใช้กระชังทดลองขนาด $2.0 \times 10.0 \times 1.0$ ม. (กว้าง $\times$ ยาว $\times$ ลึก)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกกุ้งก้ามกรามที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกกุ้งคว่ำ (post larvae) ที่ซื้อจากโรงเพาะฟักเอกชน โดยนำกุ้งมาพักให้ปรับตัวในกระชังขนาด 5 ตร.ม. ด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร เป็นเวลา 18 ชม. ก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกกุ้งเริ่มต้นเพื่อปล่อยลงเลี้ยงในกระชังทดลอง สำหรับการทดลองที่ 6 จะใช้ลูกกุ้งที่ผ่านการอนุบาลแล้วในการทดลองที่ 5 เป็นกุ้งทดลอง โดยนำลูกกุ้งจากการทดลองที่ 5 ทั้งหมดมารวมเข้าด้วยกันทำการคัดขนาดลูกกุ้งให้มีขนาดที่ใกล้เคียงกันแล้วสุ่มแยกลงเลี้ยงในกระชังทดลอง

อาหารทดลอง

ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับอนุบาลลูกกุ้งและอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่มีขายในท้องตลาด เป็นอาหารทดลอง โดยมีการปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก 15 วัน ตลอดทุกการทดลอง ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารทดลอง โดยวิธีการดังต่อไปนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย micro-Kjeldahl, ไขมันโดยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxhlet method, เยื่อใย โดยวิธี fritted glass crucible, เถ้า โดยการเผาใน muffle furnace 550°C 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105°C 24 ชม. ตามวิธีการของ AOAC (1990)

การวางแผนการทดลอง

การทดลองที่ 1 : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ คือ 200, 300, 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. วางแผนการทดลอง แบบ CRD ใช้กระชังในการทดลอง ทั้งหมด 12 กระชัง แบ่งเป็น 4 ทรีตเมนต์ 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกกุ้งวันละครั้งในตอนเย็น ด้วยอัตรา 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 10% ของน้ำหนักตัวใน 75 วันหลัง

การทดลองที่ 2 : ศึกษาความหนาแน่นและเวลาที่ที่เหมาะสมในการให้อาหารอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. และให้อาหารวันละ 1 2 และ 3 ครั้ง วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3×3 จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกกุ้งด้วยอัตรา 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 10% ของน้ำหนักตัวใน 75 วันหลัง

การทดลองที่ 3 : ศึกษาความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ คือ 200, 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. และให้อาหารในอัตราวันละ 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 5% 10% และ 15% ของน้ำหนักตัว ใน 75 วันหลัง วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3×3 จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

การทดลองที่ 4 : ศึกษาความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารวันละ 1 2 และ 3 ครั้ง และในอัตราวันละ 50% ของน้ำหนักตัวใน 15 วันแรก และ 5% 10% และ 15% ของน้ำหนักตัว ใน 75 วันหลัง วางแผนการทดลอง แบบ Factorial 3×3 จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

การทดลองที่ 5 : ศึกษาอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น อัตราการให้อาหาร และความถี่ในการให้อาหารที่เหมาะสมที่สรุปได้จากการทดลองที่ 1-4 แล้วทำการเสริมวิตามินซี (L ascorbic acid) ลงในอาหารต่างกัน 4 ระดับ คือ 0% 0.5% 1% และ 2 % วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 90 วัน

การทดลองที่ 6 : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้ง

ปล่อยลูกกุ้งจากการทดลองที่ 5 ที่ผ่านการคัดขนาดให้ใกล้เคียงกันลงเลี้ยงในกระชังทดลอง ด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. โดยใช้อัตราการให้อาหาร และความถี่ในการให้อาหารที่เหมาะสมที่สรุปได้จากการทดลองที่ 4 วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ระยะเวลาทดลอง 180 วัน โดยทำการคัดกุ้งที่มีขนาดเล็กและแกรนออกจำหน่ายทุกเดือน

การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ

ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในกระชังทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 15 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิและ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59) Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ส่วนค่า pH ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840)

การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการสุ่มกุ้งครั้งละไม่น้อยกว่า 10% ในแต่ละกระชัง เพื่อนับและชั่งน้ำหนัก และคำนวณอัตราการรอดของกุ้งทดลอง ทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลองในแต่ละการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate; SGR) (%/วัน)

$$= 100 \times \left(\frac{\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}} \right)$$

ข. อัตรารอด (Survival) (%)

$$= (\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

$$= \text{น้ำหนักของอาหารที่กิน} (\text{กรัม}) / \text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น} (\text{กรัม})$$

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Total biomass increase) (กรัม)

$$= \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} (\text{กรัม}) - \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง} (\text{กรัม})$$

จ. Marginal rate of net return (%)

$$= \Delta \text{ ผลตอบแทน} \times 100 / \Delta \text{ ต้นทุนการผลิต}$$

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0.0 แต่ในการทดลองแบบ factorial design หากพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Student T-Test

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 400 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 และ 600 ตัว/ตร.ม. อัตรารอดมีแนวโน้มลดลงตามความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้น โดยลูกกุ้งและที่ความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. มีอัตรารอดต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตราการแลกเนื้อ (FCR) ของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. มีค่าต่ำสุด แต่ไม่แตกต่างจากอัตราความหนาแน่น 200 และ 600 ตัว/ตร.ม. (ตารางที่ 1)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืด (Alston และ Sampaio, 2000)

ตารางที่ 1 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วย อัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ

	อัตราความหนาแน่น			
	200 ตัว/ตร.ม.	300 ตัว/ตร.ม.	400 ตัว/ตร.ม.	600 ตัว/ตร.ม.
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	1.17±0.12 ^a	1.03±0.01 ^{ab}	0.86±0.03 ^b	0.96±0.04 ^{ab}
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	1.13±0.12 ^a	1.00±0.01 ^{ab}	0.83±0.03 ^b	0.91±0.04 ^{ab}
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	3.99±0.09 ^a	3.90±0.01 ^{ab}	3.72±0.02 ^b	3.80±0.03 ^{ab}
อัตรารอด (%)	77.00±5.20 ^a	69.50±1.83 ^{ab}	59.00±0.58 ^b	42.92±3.12 ^c
อัตราการแลกเนื้อ	3.62±0.21 ^a	3.47±0.11 ^a	4.46±0.12 ^b	4.14±0.17 ^{ab}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SEตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกัน 4 ระดับ (ค่าเฉลี่ย ± SE)

คุณภาพน้ำ	อัตราความหนาแน่น			
	200 ตัว/ตร.ม.	300 ตัว/ตร.ม.	400 ตัว/ตร.ม.	600 ตัว/ตร.ม.
pH	7.68±0.04	7.68±0.07	7.77±0.08	7.74±0.08
DO (mg/l)	4.98±0.16	5.15±0.15	4.79±0.25	4.90±0.29
อุณหภูมิ (°C)	27.78±0.36	27.72±0.36	27.83±0.35	27.94±0.35
Alkalinity (mg/l)	102.27±3.42	102.59±2.82	95.68±2.84	96.23±3.08
Ammonia (mg/l)	0.14±0.02	0.15±0.02	0.15±0.01	0.16±0.02

การทดลองที่ 2 : ศึกษาความหนาแน่นและความถี่ที่เหมาะสมในการให้อาหารอนุบาลลูกกุ้ง

พบว่าที่ระดับความหนาแน่นต่ำ 200 ตัว/ตร.ม. การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจาก 1 เป็น 3 ครั้ง/วัน ส่งผลให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่สำหรับการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นปานกลาง และสูง (400 และ 600 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารไม่มีผล ($P > 0.05$) ต่อน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารในทุกะดับความหนาแน่นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราการแลกเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สำหรับอัตราการรอดของลูกกุ้งพบว่า ที่ระดับความหนาแน่นต่ำและปานกลาง (200 และ 400 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลต่ออัตราการรอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ที่ระดับความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจาก 1 เป็น 3 ครั้ง/วัน กลับทำให้ลูกกุ้งมีอัตราการรอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ด้วยความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ทำให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการรอดสูงสุด แตกต่างจากการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นปานกลางและสูง (400 และ 600 ตัว/ตร.ม.) ในทุกความถี่การให้อาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งน้ำจืด (Alston และ Sampaio, 2000)

ตารางที่ 3 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างกัน

อัตราความ หนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	ความถี่ในการ ให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโต โดยจำเพาะ (%/วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
200	1	0.0330±0.0007	1.1669±0.1220 ^a	1.1339±0.1212 ^a	3.9957±0.0925 ^a	67.00±3.46 ^{abc}	3.6246±0.2151 ^{ab}
	2	0.0321±0.0010	1.3678±0.0513 ^{ab}	1.3357±0.0503 ^{ab}	4.2145±0.0083 ^{ab}	71.25±3.61 ^{bc}	3.4080±0.1691 ^{ab}
	3	0.0317±0.0002	1.7184±0.1687 ^b	1.6867±0.1686 ^b	4.4763±0.1099 ^b	73.67±2.85 ^c	3.0090±0.0072 ^a
400	1	0.0315±0.0017	1.0256±0.0980 ^a	0.9941±0.0963 ^a	3.9081±0.0474 ^a	50.88±2.53 ^{de}	3.7412±0.0561 ^b
	2	0.0311±0.0018	0.9970±0.0229 ^a	0.9660±0.0246 ^a	3.9010±0.0907 ^a	58.13±1.95 ^{abe}	3.6872±0.1910 ^{ab}
	3	0.0336±0.0021	1.0874±0.0568 ^a	1.0538±0.0589 ^a	3.9088±0.1286 ^a	59.00±0.58 ^{abe}	3.6423±0.1283 ^{ab}
600	1	0.0318±0.0006	1.0442±0.0127 ^a	1.0124±0.0133 ^a	3.9225±0.0332 ^a	48.00±4.04 ^{de}	3.6632±0.0597 ^{ab}
	2	0.0315±0.0000	1.1021±0.0285 ^a	1.0705±0.0285 ^a	3.9929±0.0282 ^a	42.92±3.13 ^d	3.6531±0.1121 ^{ab}
	3	0.0305±0.0000	1.1686±0.0622 ^a	1.1381±0.0622 ^a	4.0923±0.0613 ^a	33.58±4.47 ^f	3.0741±0.1539 ^{ab}
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
อัตราความหนาแน่น		NS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044
ความถี่ในการให้อาหาร		NS	0.001	0.001	0.002	NS	0.004
อัตราความหนาแน่น × ความถี่ในการให้อาหาร		NS	NS	NS	0.040	0.001	NS

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และ NS = Non Significant

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)

อัตราความ หนาแน่น (ตัว/ตร.ม)	ความถี่ใน การให้ อาหาร (ครั้ง/วัน)	คุณภาพน้ำ				
		pH	DO (mg/l)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	Alkalinity (mg/l)	Ammonia (mg/l)
200	1	7.66 $\pm$ 0.13	5.47 $\pm$ 0.33	27.67 $\pm$ 0.67	101.72 $\pm$ 4.80	0.17 $\pm$ 0.04
	2	7.86 $\pm$ 0.14	4.93 $\pm$ 0.45	27.83 $\pm$ 0.65	94.67 $\pm$ 5.23	0.14 $\pm$ 0.03
	3	7.77 $\pm$ 0.10	4.92 $\pm$ 0.28	27.83 $\pm$ 0.65	102.38 $\pm$ 4.86	0.15 $\pm$ 0.03
300	1	7.74 $\pm$ 0.13	4.70 $\pm$ 0.47	27.83 $\pm$ 0.65	95.90 $\pm$ 4.99	0.15 $\pm$ 0.03
	2	7.72 $\pm$ 0.14	5.22 $\pm$ 0.53	27.83 $\pm$ 0.65	94.47 $\pm$ 4.61	0.15 $\pm$ 0.04
	3	7.66 $\pm$ 0.09	4.77 $\pm$ 0.39	27.67 $\pm$ 0.67	100.28 $\pm$ 8.12	0.15 $\pm$ 0.03
400	1	7.68 $\pm$ 0.15	4.55 $\pm$ 0.49	28.00 $\pm$ 0.63	98.17 $\pm$ 6.24	0.17 $\pm$ 0.05
	2	7.70 $\pm$ 0.15	4.75 $\pm$ 0.48	27.83 $\pm$ 0.65	96.47 $\pm$ 5.43	0.15 $\pm$ 0.03
	3	7.67 $\pm$ 0.08	5.17 $\pm$ 0.24	27.83 $\pm$ 0.65	103.28 $\pm$ 5.54	0.14 $\pm$ 0.03
600	1	7.69 $\pm$ 0.07	5.02 $\pm$ 0.23	27.83 $\pm$ 0.65	103.25 $\pm$ 4.62	0.14 $\pm$ 0.03
	2	7.82 $\pm$ 0.14	4.93 $\pm$ 0.52	28.00 $\pm$ 0.63	96.07 $\pm$ 5.94	0.15 $\pm$ 0.04
	3	7.61 $\pm$ 0.13	5.07 $\pm$ 0.11	27.67 $\pm$ 0.67	103.67 $\pm$ 5.82	0.15 $\pm$ 0.04

การทดลองที่ 3 : ศึกษาความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

พบว่าที่ระดับความหนาแน่นต่ำและปานกลาง (200 และ 400 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มอัตราการให้อาหารไม่มีผลต่อน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกกุ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ที่ระดับความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 15 % น้ำหนักตัว/วัน ช่วยให้อายุขัยมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

การเพิ่มความหนาแน่นในการอนุบาลลูกกุ้งในขณะที่ให้อาหารในอัตราต่ำและปานกลาง (5 และ 10 % น้ำหนักตัว/วัน) ทำให้ลูกกุ้งมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่เมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารสูงขึ้นเป็น 15% น้ำหนักตัว/วัน จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเติบโตของลูกกุ้ง โดยทำให้น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในทุกระดับความหนาแน่น

การเพิ่มอัตราการให้อาหารให้สูงขึ้นในทุกระดับความหนาแน่นไม่มีผลต่ออัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ส่งผลให้ลูกกุ้งมีอัตราแลกเนื้อสูงกว่าการอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นต่ำ (200 ตัว/ตร.ม.) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกอัตราการให้อาหาร

สำหรับอัตราการรอดของลูกกุ้งพบว่า การอนุบาลลูกกุ้งด้วยความหนาแน่นต่ำและปานกลาง (200 และ 400 ตัว/ตร.ม.) การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 15 % น้ำหนักตัว/วัน ส่งผลให้อัตราการรอดของลูกกุ้งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามผลดังกล่าวกลับไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) เมื่ออนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม.

การทดลองครั้งนี้พบว่า การอนุบาลลูกกุ้งที่ความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ด้วยอัตราการให้อาหาร 15 % น้ำหนักตัว/วัน ส่งผลดีต่อลูกกุ้งทั้งด้านอัตราการรอดและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตที่ดี (ตารางที่ 5)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน

อัตราความ หนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	อัตราการให้อาหาร (%น้ำ หนักตัว/วัน)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญ เติบโตจำเพาะ (%/วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
200	5	0.0251±0.0014	1.3195±0.0005 ^a	1.2943±0.0019 ^a	4.3081±0.0613 ^a	44.17±0.73 ^a	1.2767±0.0088 ^a
	10	0.0281±0.0002	1.4043±0.0320 ^a	1.3762±0.0323 ^a	4.2514±0.0345 ^a	42.50±1.44 ^{ab}	1.5600±0.1300 ^{ab}
	15	0.0263±0.0011	1.2038±0.0373 ^{ab}	1.1774±0.0361 ^{ab}	4.1568±0.0119 ^a	56.83±2.62 ^c	1.0333±0.0338 ^a
400	5	0.0243±0.0012	0.8690±0.1094 ^{cd}	0.8446±0.1081 ^{cd}	3.8714±0.0861 ^b	48.75±1.13 ^a	1.7100±0.1930 ^{ab}
	10	0.0295±0.0003	0.9055±0.0478 ^{cd}	0.8760±0.0482 ^{cd}	3.7194±0.0705 ^b	44.83±0.96 ^a	1.8733±0.0819 ^{abc}
	15	0.0292±0.0013	0.9783±0.0070 ^{bc}	0.9491±0.0056 ^{bc}	3.8199±0.0419 ^b	54.33±1.92 ^c	1.6767±0.1362 ^{ab}
600	5	0.0281±0.0008	0.6706±0.0324 ^d	0.6425±0.0316 ^d	3.4456±0.0230 ^c	35.50±1.92 ^{bd}	2.9167±0.3005 ^d
	10	0.0242±0.0003	0.7932±0.0493 ^{cd}	0.7690±0.0490 ^{cd}	3.7883±0.0539 ^b	35.72±0.82 ^{bd}	2.3000±0.1127 ^{bcd}
	15	0.0276±0.0003	0.9664±0.0515 ^{bc}	0.0939±0.0488 ^{bc}	3.8748±0.0524 ^b	34.50±1.63 ^d	2.5667±0.2814 ^{cd}
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
อัตราความหนาแน่น		0.495	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
อัตราการให้อาหาร		0.217	0.066	0.067	0.243	0.000	0.325
อัตราความหนาแน่น X อัตราการให้อาหาร		0.022	0.005	0.004	0.000	0.001	0.086

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)

อัตราความ หนาแน่น (ตัว/ตร.ม.)	อัตราการให้อาหาร (% น้ำหนักตัว/วัน)	คุณภาพน้ำ				
		pH	DO (mg/l)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	Alkalinity (mg/l)	Ammonia (mg/l)
200	5	7.82 $\pm$ 0.10	6.94 $\pm$ 0.23	24.75 $\pm$ 0.45	87.95 $\pm$ 2.71	0.24 $\pm$ 0.03
	10	7.84 $\pm$ 0.09	6.93 $\pm$ 0.21	24.75 $\pm$ 0.45	87.05 $\pm$ 2.07	0.24 $\pm$ 0.02
	15	7.83 $\pm$ 0.08	7.29 $\pm$ 0.43	24.75 $\pm$ 0.45	87.74 $\pm$ 2.44	0.23 $\pm$ 0.02
400	5	7.85 $\pm$ 0.09	6.98 $\pm$ 0.25	24.75 $\pm$ 0.45	87.78 $\pm$ 2.26	0.22 $\pm$ 0.03
	10	7.87 $\pm$ 0.08	6.94 $\pm$ 0.24	24.75 $\pm$ 0.45	87.36 $\pm$ 2.51	0.21 $\pm$ 0.03
	15	7.85 $\pm$ 0.09	6.88 $\pm$ 0.26	24.75 $\pm$ 0.45	87.38 $\pm$ 2.65	0.23 $\pm$ 0.03
600	5	7.85 $\pm$ 0.09	6.99 $\pm$ 0.23	24.75 $\pm$ 0.45	87.31 $\pm$ 2.39	0.22 $\pm$ 0.02
	10	7.86 $\pm$ 0.08	6.91 $\pm$ 0.22	24.75 $\pm$ 0.45	87.55 $\pm$ 2.43	0.24 $\pm$ 0.03
	15	7.86 $\pm$ 0.09	6.84 $\pm$ 0.26	24.75 $\pm$ 0.45	87.76 $\pm$ 3.05	0.22 $\pm$ 0.03

การทดลองที่ 4 : ศึกษาความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งด้วยความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.)

พบว่าเมื่อให้อาหารในอัตราคงที่การเพิ่มความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต, อัตราแลกเนื้อ และอัตราการรอดของลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 15 % น้ำหนักตัว/วัน ช่วยให้น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกกุ้งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกระดับความถี่การให้อาหาร

นอกจากนี้ยังพบว่ามีปฏิสัมพันธ์ที่เสริมกันระหว่างการเพิ่มความถี่ในการให้อาหารควบคู่ไปกับการเพิ่มอัตราการให้อาหาร มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราแลกเนื้อของลูกกุ้ง โดยเมื่อให้อาหารด้วยความถี่ 1 ครั้ง/วัน การเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 10 % น้ำหนักตัว/วัน ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลดังกล่าวจะสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารเป็น 15 % น้ำหนักตัว/วัน แต่เมื่อเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจาก 1 เป็น 2 และ 3 ครั้ง/วัน ควบคู่ไปกับการเพิ่มอัตราการให้อาหารจาก 5 เป็น 10 % น้ำหนักตัว/วัน น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราแลกเนื้อของลูกกุ้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับอัตราการให้อาหาร 5 เป็น 15 % น้ำหนักตัว/วัน

ความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในการทดลองครั้งนี้ไม่มีผลต่ออัตราการรอดของลูกกุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งที่มีความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. คือให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ด้วยอัตรา 10 % น้ำหนักตัว/วัน (ตารางที่ 7)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ด้วยความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน

ความถี่ในการให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	อัตราการให้อาหาร (%) น้ำหนักตัว/วัน	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	อัตรารอด (%)	อัตราการแลกเนื้อ
1	5	0.0314±0.0008	1.3240±0.0108 ^a	1.2925±0.0109 ^a	4.1548±0.0325 ^a	82.74±1.31	3.0356±0.1279 ^a
	10	0.0301±0.0010	1.3084±0.0009 ^a	1.2768±0.0010 ^a	4.1364±0.0044 ^{ab}	75.72±1.72	3.0916±0.1701 ^a
	15	0.0322±0.0021	1.5343±0.0406 ^b	1.5021±0.0385 ^b	4.2957±0.0451 ^b	76.26±3.49	2.2760±0.1657 ^b
2	5	0.0322±0.0018	1.3067±0.0044 ^a	1.2755±0.0040 ^a	4.1541±0.6429 ^a	74.69±1.37	3.1054±0.0051 ^a
	10	0.0311±0.0018	1.3731±0.0311 ^{ac}	1.3408±0.0310 ^{ac}	4.1722±0.0693 ^{ab}	82.21±4.03	2.3724 ±0.0430 ^{ab}
	15	0.0327±0.0022	1.4473±0.0111 ^{bc}	1.4145±0.0111 ^{bc}	4.2149±0.0733 ^b	82.87±2.08	2.5105±0.1418 ^{ab}
3	5	0.0324±0.0008	1.3190±0.0050 ^a	1.2866±0.0053 ^a	4.1187±0.0293 ^a	79.31±2.15	3.0524±0.0757 ^a
	10	0.0316±0.0001	1.4230±0.0053 ^{abc}	1.3928±0.0059 ^{abc}	4.2851±0.0409 ^{ab}	73.89±2.55	2.7538±0.2647 ^{ab}
	15	0.0308±0.0003	1.4416±0.0482 ^{bc}	1.4107±0.0479 ^{bc}	4.2701±0.0286 ^b	83.82±1.69	2.4126±0.1675 ^{ab}
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (P level)							
ความถี่ในการให้อาหาร		0.815	0.627	0.590	0.531	0.602	0.533
อัตราการให้อาหาร		0.621	0.000	0.000	0.026	0.257	0.000
ความถี่ในการให้อาหาร × อัตราการให้อาหาร		0.865	0.007	0.006	0.263	0.010	0.049

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในสดมภ์เดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ตารางที่ 8 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่นสูง (600 ตัว/ตร.ม.) ด้วยความถี่ในการให้อาหารและอัตราการให้อาหารในระดับต่างกัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SE)

ความถี่ในการ ให้อาหาร (ครั้ง/วัน)	อัตราการให้ อาหาร (%) น้ำหนักตัว/วัน	คุณภาพน้ำ				
		pH	DO (mg/l)	อุณหภูมิ ($^{\circ}$ C)	Nitrite (mg/l)	Ammonia (mg/l)
1	5	7.17 $\pm$ 0.74	5.25 $\pm$ 1.78	30.85 $\pm$ 1.15	0.04 $\pm$ 0.04	0.35 $\pm$ 0.24
	10	6.88 $\pm$ 0.33	5.70 $\pm$ 2.37	30.33 $\pm$ 0.60	0.04 $\pm$ 0.03	0.24 $\pm$ 0.16
	15	6.76 $\pm$ 0.46	5.48 $\pm$ 1.94	31.08 $\pm$ 0.75	0.02 $\pm$ 0.03	0.29 $\pm$ 0.19
2	5	6.80 $\pm$ 0.24	5.15 $\pm$ 1.27	30.19 $\pm$ 1.33	0.02 $\pm$ 0.03	0.26 $\pm$ 0.16
	10	6.72 $\pm$ 0.32	4.96 $\pm$ 1.22	30.82 $\pm$ 1.12	0.03 $\pm$ 0.05	0.24 $\pm$ 0.15
	15	6.73 $\pm$ 0.30	5.10 $\pm$ 1.62	30.41 $\pm$ 0.55	0.01 $\pm$ 0.02	0.33 $\pm$ 0.33
3	5	6.65 $\pm$ 0.33	5.12 $\pm$ 1.37	30.47 $\pm$ 1.43	0.03 $\pm$ 0.02	0.34 $\pm$ 0.19
	10	6.71 $\pm$ 0.29	5.18 $\pm$ 1.52	30.33 $\pm$ 1.09	0.04 $\pm$ 0.05	0.98 $\pm$ 1.40
	15	6.66 $\pm$ 0.20	4.85 $\pm$ 1.83	29.95 $\pm$ 1.10	0.03 $\pm$ 0.04	0.30 $\pm$ 0.25

การทดลองที่ 5 : ศึกษาอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้ง

ผลการทดลองพบว่า ลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 2 % มีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญจำเพาะสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 0.5 % และไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 1% ส่วนอัตราการรอดและอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซี 2 % มีอัตราการรอดสูงและมีอัตราการแลกเนื้อต่ำกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 9)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลอง มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 9 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในอัตราต่างกัน 3 ระดับ

	อัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร			
	0 %	0.5 %	1 %	2 %
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	0.0271±0.0010	0.0269±0.0012	0.0249±0.0013	0.0277±0.0017
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	0.9003±0.0232 ^a	1.1067±0.0444 ^a	1.7525±0.0908 ^b	1.9100±0.0194 ^b
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	0.8732±0.0242 ^a	1.0131±0.2839 ^a	1.7275±0.0897 ^b	1.8822±0.0181 ^b
อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (%/วัน)	3.8929±0.0701 ^a	4.0626±0.0621 ^a	4.7230±0.0308 ^b	4.7055±0.0641 ^b
อัตราการรอด (%)	57.41±1.95 ^a	54.91±1.10 ^a	69.66±0.36 ^b	75.88±0.98 ^c
อัตราการแลกเนื้อ	3.7309±0.0508 ^a	3.4956±0.0997 ^a	3.0995±0.0354 ^b	2.5415±0.1254 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองลูกกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลในความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในอัตราต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพน้ำ	อัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร			
	0 %	0.5 %	1 %	2 %
pH	7.52±0.55	7.48±0.76	7.59±0.56	7.68±0.43
DO (mg/l)	4.65±0.21	4.85±0.19	4.89±0.20	4.75±0.23
อุณหภูมิ (°C)	24.22±0.45	24.42±0.35	23.47±0.29	23.79±0.37
Nitrite (mg/l)	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.00	0.01±0.00
Ammonia (mg/l)	0.48±0.02	0.02±0.01	0.02±0.01	0.04±0.02

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 6 : ศึกษาความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งในกระชัง

ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักสิ้นสุด และน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าอัตราความหนาแน่นระดับ 5 ตัว / ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด ที่อัตราความหนาแน่นระดับ 15 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่ำสุด ส่วนอัตราการแลกเนื้อของอัตราความหนาแน่น 3 ระดับ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

แต่อัตราการรอดของกุ้งกลับมีค่าต่ำสุดที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับอัตราการรอดของกุ้งที่เลี้ยงในความหนาแน่น 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. (ตารางที่ 11)

คุณภาพน้ำเฉลี่ยในกระชังทดลองตลอดช่วงระยะเวลาทดลองมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 11 ผลการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ

	อัตราความหนาแน่น		
	5 ตัว/ตร.ม.	10 ตัว/ตร.ม.	15 ตัว/ตร.ม.
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม/ตัว)	38.69 ± 1.47 ^a	24.97 ± 0.42 ^b	18.37 ± 0.82 ^c
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	35.95 ± 1.48 ^a	22.38 ± 0.44 ^b	15.77 ± 0.85 ^c
อัตรารอด (%)	69.33 ± 1.33 ^a	84.67 ± 2.91 ^b	86.67 ± 3.53 ^b
อัตราการแลกเนื้อ	3.60 ± 0.17	3.27 ± 0.08	3.68 ± 0.13

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 12 คุณภาพน้ำในกระชังทดลองกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นต่างกัน 3 ระดับ (ค่าเฉลี่ย ± SE)

คุณภาพน้ำ	อัตราความหนาแน่น		
	5 ตัว/ตร.ม.	10 ตัว/ตร.ม.	15 ตัว/ตร.ม.
pH	8.17 ± 0.26	8.14 ± 0.28	8.11 ± 0.28
DO (mg/l)	4.92 ± 0.84	4.83 ± 0.81	4.67 ± 0.86
อุณหภูมิ (°C)	27.68 ± 0.39	27.85 ± 0.34	27.78 ± 0.44
Alkalinity (mg/l)	67.60 ± 7.52	73.63 ± 4.90	69.20 ± 2.92
Nitrite (mg/l)	0.23 ± 0.07	0.27 ± 0.05	0.20 ± 0.10
Ammonia (mg/l)	0.48 ± 0.34	0.53 ± 0.31	0.40 ± 0.33

1. ด้านการเจริญเติบโตคือ น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

จากการทดลองที่ 1,2 และการทดลองที่ 3 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของลูกกุ้งแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น สอดคล้องกับ Wang และ Leiman (2000) ที่สรุปว่า ความหนาแน่นของลูกกุ้งส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตราการตายของกุ้ง ซึ่ง Ray และ Chien (1992) สรุปว่า อัตราการเติบโตของกุ้งแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น Rodriguez et al. (1993) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำขนาด PL₂₀ ในกระชังที่แขวนในบ่อดิน พบว่า อัตราการเติบโตและอัตราการรอดของลูกกุ้งแปรผกผันกับความหนาแน่น และความหนาแน่นที่เหมาะสม คือ 288 ตัว/ตร.ม.

ในการทดลองที่ 1 ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 400 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 และ 600 ตัว/ตร.ม. สอดคล้องกับการทดลองของ Marques et al. (2000) ศึกษาการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามขนาดเฉลี่ย 0.053 กรัม ในกระชังด้วยความหนาแน่น 100-800 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 60 วัน พบว่าน้ำหนักสิ้นสุดเฉลี่ย และน้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยของลูกกุ้ง ที่ความหนาแน่น 100-200 ตัว/ตร.ม. สูงกว่าความหนาแน่น 800 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และน้ำหนักรวมของลูกกุ้งสูงกว่าความหนาแน่น 400, 600 และ 800 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน และการทดลองของ Savolainen et al. (2004) ทดลองอนุบาล crayfish ขนาด 0.0213 กรัม ด้วยความหนาแน่น 100-800 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 91 วัน ในบ่อคอนกรีต พบว่าอัตราการเติบโตและอัตราการรอดแปรผกผันกับความหนาแน่น และสรุปว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมในการอนุบาล crayfish ในเชิงพาณิชย์ คือ 200-400 ตัว/ตร.ม.

และการที่อัตราการเติบโตของลูกกุ้งที่ความหนาแน่นสูง 600 ตัว/ตร.ม. ไม่แตกต่างจากลูกกุ้งที่อนุบาลในความหนาแน่นต่ำ 200-300 ตัว/ตร.ม. เนื่องจากอัตราการรอดของลูกกุ้งลดต่ำลงมาก ตั้งแต่เดือนที่ 2 ความหนาแน่นของลูกกุ้งจึงลดต่ำลงลูกกุ้งคลายความเครียดลงการเติบโตจึงดีขึ้น ซึ่งผลการทดลองเช่นนี้ คล้ายคลึงกับการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำด้วยความหนาแน่นที่ต่างกันของ ปวิภาและคณะ (2547)

การขยายช่วงเวลาในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามเพื่อให้ได้กุ้งวัยรุ่นขนาดใหญ่ กอนนำไปเลี้ยงนั้น ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตกุ้งเนื่องจากจะทำให้กุ้งถึงวัยเจริญพันธุ์เร็วขึ้น เป็นเหตุให้กุ้งชะงักการเติบโต จากการทดลองพบว่า การปล่อยกุ้งวัยรุ่นที่ผ่านการอนุบาล 61 วัน น้ำหนักเฉลี่ย 0.67 กรัม ให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากการปล่อยกุ้งวัยรุ่นที่ผ่านการอนุบาล 133 วัน น้ำหนักเฉลี่ย

3.1 กรัม (Tidwell et al., 2003) และ Wang และ Leiman (2000) เสนอแบบจำลองการเลี้ยงกุ้งทะเลที่เหมาะสมว่าควรแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอนุบาลและช่วงการเลี้ยงกุ้งโต โดยช่วงอนุบาลควรปล่อยกุ้งในความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 63 วัน หรือ 550 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 45 วัน

การทดลองที่ 2 พบว่าที่อัตราความหนาแน่นต่ำคือ 200 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจะทำให้การเจริญเติบโตของลูกกุ้งดีขึ้น โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีน้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้ง/วัน ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Robertson et al. (1993) พบว่า ความถี่ในการให้อาหารมีผลในทางบวกต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ด้วยความหนาแน่น 40 ตัว/ตร.ม. น้ำหนักเริ่มต้น 6.7 กรัม พบว่ากุ้งที่ให้อาหารด้วยความถี่ 4 ครั้ง/วัน มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าที่ความถี่ 1 และ 2 ครั้ง/วัน และให้ผลเหมือนกับการทดลองของ Jaime et al. (1996) โดยได้ทดลองเลี้ยง *Penaeus schimitti* ด้วยความหนาแน่น 4 ตัว/ตร.ม. ในบ่อขนาด 500 ตารางเมตร และการทดลองของ Wang et al. (1998) ได้ทดลองเลี้ยงลูกผสมของปลา sunfish มีน้ำหนักเริ่มต้น 3-8 กรัม โดยใช้ความถี่ในการให้อาหารแตกต่างกัน 4 ระดับ คือ 1 2 3 และ 4 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า น้ำหนักสิ้นสุด, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ที่ความถี่ในการให้อาหาร 3 และ 4 ครั้ง/วัน มีค่าสูงกว่าความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนความถี่ในการให้อาหาร 2 ครั้ง/วัน มีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ น้อยกว่ากลุ่มความถี่ในการให้อาหาร 3 และ 4 ครั้ง/วัน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

Josekutty et al. (1996) รายงานว่า เมื่อให้อาหารกุ้งกุลาดำ (น้ำหนักเริ่มต้น 0.2 กรัม) ด้วยความถี่ 3 หรือ 4 ครั้ง/วัน ทำให้น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งทั้ง 2 ความถี่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งที่ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน สูงกว่าที่ความถี่ในการให้อาหาร 1 และ 2 ครั้ง/วัน

และจากผลการทดลองที่ 2 พบว่าที่ความหนาแน่นสูงขึ้นไปคือ 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหาร พบว่าน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของลูกกุ้งทั้ง 3 ความถี่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) สอดคล้องกับ Velasco et al. (1999) พบว่า ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารมากกว่า 1 ครั้ง/วัน ไม่มีผลทำให้

อัตราการเจริญเติบโตของ *Litopenaeus vannamei* ดีขึ้นในทางสถิติ ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขนาด 0.5-0.6 กรัม ด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1-15 ครั้ง/วัน และการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแซบวัยระยะ Post larvae 30 น้ำหนักเฉลี่ย 0.39 กรัม ความหนาแน่น 20 ตัว/บ่อ (31.44 ตัว/ตร.ม.) ให้อาหารกุ้ง ที่ระดับความถี่ 3 ระดับคือ 4 6 และ 8 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า มีน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยอยู่ในช่วง 3.50-3.76 กรัม มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอยู่ในช่วง 2.21-2.30 %/วัน ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การทดลองที่ 3 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำและปานกลางคือ 200 และ 400 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะไม่ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ($P>0.05$) ส่วนที่อัตราความหนาแน่นสูงคือ 600 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหาร ลูกกุ้งจะมีน้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของ Allan et al. (1995) ได้ศึกษาผลของการเตรียมบ่อและอัตราการให้อาหารของกุ้งกุลาดำ โดยได้แบ่งอัตราการให้อาหารเป็น 2 ระดับคือ ระดับสูงและระดับต่ำ เท่ากับ 5 และ 2.5 % ของน้ำหนักตัว/วัน ตามลำดับ ใช้ลูกกุ้งขนาด 2.0-7.5 กรัม อัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 71 วัน พบว่า ที่อัตราการให้อาหารระดับสูง ลูกกุ้งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่าอัตราการให้อาหารระดับต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

และสอดคล้องกับการทดลองของสุชาวดีและคณะ (2548) ทดลองอนุบาลลูกปลากดแก้ว ในกระชังด้วยการให้อาหารต่างกัน 4 อัตรา คือ 12 9 6 และ 3% ของน้ำหนักตัว อนุบาลเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะทำให้การเจริญเติบโตของลูกปลากดแก้วดีขึ้น โดยที่การให้อาหารในอัตรา 12 % ของน้ำหนักตัว มีการเจริญเติบโตสูงสุด ($P<0.05$) ส่วนการให้อาหารในอัตรา 9 และ 6 % ของน้ำหนักตัว ลูกปลากดแก้วมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่สูงกว่าการให้อาหารในอัตรา 3 % ของน้ำหนักตัว ($P<0.05$) และ Corazon et al.(1987) ทดลองอนุบาลลูกปลานิล น้ำหนัก 12 มิลลิกรัม ยาว 11 มิลลิเมตร ด้วยความหนาแน่น 5 ตัว/ลิตร อัตราการให้อาหาร 15% 30% 45% และ 60% ของน้ำหนักตัว/วัน หลังจาก 5 สัปดาห์ พบว่า ลูกปลานิลมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็น 63 198 232 และ 228 มิลลิกรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารส่งผลให้น้ำหนักลูกปลานิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 4 พบว่าที่ทุกระดับความถี่ในการให้อาหารถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะทำให้ น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($P < 0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว มีการเจริญเติบโตดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 2 และ 3 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหารในระดับเดียวกัน สอดคล้องกับการทดลองของ สุชาวดีและคณะ (2548) และการทดลองของ Corazon et al. (1987) ที่พบว่า เมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารส่งผลให้น้ำหนักลูกปลาแม่น้ำเพิ่มมากขึ้น

Miao และ Tu (1993) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตที่เหมาะสมของกุ้ง redtail โดยศึกษาความถี่ในการให้อาหาร 3 ระดับ คือ 1 3 และ 5 ครั้ง/วัน และอัตราการให้อาหาร 3 ระดับ คือ 5 15 และ 25 % ของน้ำหนักตัว โดยควบคุมอุณหภูมิ 25 และ 30 °C เป็นระยะเวลา 80 วัน พบว่าที่อุณหภูมิ 25 และ 30 °C ในช่วง 1-40 วันแรก ความถี่และอัตราการให้อาหารที่ทำให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือ ความถี่ 3 และ 4 ครั้ง/วัน กับอัตราการให้อาหาร 22.38 และ 21.94 % ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ และที่อุณหภูมิ 25 และ 30 °C ในช่วง 41-80 วันหลัง ความถี่และอัตราการให้อาหารที่ทำให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือ ความถี่ 3 และ 4 ครั้ง/วัน กับอัตราการให้อาหาร 22.68 และ 21.27 % ของน้ำหนักตัว ตามลำดับ

การทดลองที่ 5 พบว่าการเจริญเติบโตของลูกกุ้งแปรผันตรงกับอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารกุ้ง โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงสุดคือ 2 % มีผลทำให้น้ำหนักสิ้นสุด น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญจำเพาะดีที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 0.5 % และไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซี 1 % สอดคล้องกับการทดลองของ อาภาภรณ์ (2532) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีหัวกุ้งและกรดแอสคอบิกต่างกัน 3 ระดับ คือ หัวกุ้งร้อยละ 0 7 และ 15 % หรือกรดแอสคอบิก 0 2,000 และ 5,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น 0.06-0.07 กรัม ในถังกลมความจุ 500 ลิตรปล่อยลูกกุ้งจำนวน 20 ตัว/ถัง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า อาหารที่เติมหัวกุ้งหรือกรดแอสคอบิกในระดับต่างๆ เพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง แต่เมื่อเติมส่วนประกอบทั้งสองดังกล่าวลงไป จะช่วยให้อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสูตรที่ประกอบด้วยหัวกุ้งร้อยละ 15 และกรดแอสคอบิก 5,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ให้น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 1.45 กรัม และแตกต่างจากสูตรควบคุม ซึ่งไม่มีส่วนผสมของทั้งหัวกุ้งและกรดแอสคอบิก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

และการทดลองของ Hsu และ Shiau (1998) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี 2 ชนิด คือ L-ascorbyl-2-monophosphate-Na (C2MP-Na) และ L-Ascorbyl-2-

monophosphate-Mg (C2MP-Mg) ในอาหารกึ่ง โดยให้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 70 150 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม น้ำหนักกึ่งเริ่มต้นเฉลี่ย 0.55 กรัม เลี้ยงเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า วิตามินซีทั้ง 2 กลุ่ม มีผลทำให้กึ่งมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงกว่ากึ่งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และกึ่งที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 150 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับกึ่งที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซีที่ระดับ 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของวิตามินซีในอาหาร มีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตของลูกกึ่งดีขึ้น

แต่การทดลองของ Shiau และ Hsu (1994) , Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) , Lee และ Shiau (2002) และการทดลองของ Cavalli et al. (2003) พบว่ากึ่งที่เสริมวิตามินซีมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากึ่งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการเสริมวิตามินซีในระดับต่างๆ กัน ในอาหารกึ่งไม่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกึ่งในทางสถิติ โดย Shiau และ Hsu (1994) ศึกษาการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี L-ascorbyl-2-sulfate (C_2) และ L-ascorbyl-2-monophosphate (C_3 -M) เปรียบเทียบกับ L-ascorbic acid (C_1) โดยให้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 50 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม น้ำหนักกึ่งเริ่มต้นเฉลี่ย 1.06 กรัม ระยะเวลา 8 สัปดาห์

Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) ศึกษาความทนต่อการกรดแอสคอบิกในอาหารสำหรับอนุบาลกึ่งวัยรุ่นหนัก 1.7 กรัม ในตู้อบกระจกน้ำ 200 ลิตร นาน 10 สัปดาห์ โดยใช้ออนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbyl phosphate-Mg (APM) ผสมในอาหาร 0 30 60 และ 100 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กรัม และใช้ออนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbic acid glucose (AAG) ผสมในอาหาร 0 25 50 และ 100 มิลลิกรัม

Lee และ Shiau (2002) ศึกษาผลของ L-ascorbic acid (AA) และอนุพันธ์ 4 ชนิด คือ L-ascorbyl-2-sulfate (C_2S) , L-ascorbyl-2-polyphosphate (C_2PP) , L-ascorbyl-2-monophosphate-Na (C_2MP -Na) และ L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg (C_2MP Mg) ในกึ่งกุลาดำ โดยเสริมวิตามินซี 2 ระดับในแต่ละชนิด ดังนี้ AA (2,000 และ 10,000) , C_2S (157 และ 785) , C_2PP (210 และ 1,050) , C_2MP -Na (106 และ 530) และ C_2MP -Mg (40 และ 200) มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม กึ่งเริ่มต้นเฉลี่ย 0.37 กรัม ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์

และ Cavalli et al. (2003) ศึกษาผลของวิตามินซี (ascorbic acid, AA) และวิตามินอี (tocopherol) ในกึ่งก้ามกราม โดยใช้กึ่งตัวเมียให้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซี 2-ascorbyl

Lpolyphosphate (ApP) และวิตามินอี a-tocopherol acetate (a-TA) ในอัตราต่างกัน 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และระดับสูง ระยะเวลาทดลอง 155 วัน

การทดลองที่ 6 พบว่าการเจริญเติบโตแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น โดยกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำคือ 5 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักสิ้นสุดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. สอดคล้องกับการทดลองของพรรณศรีและคณะ (2547) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนา โดยเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. เป็นเวลา 4 เดือน พบว่าอัตราการเลี้ยงกุ้งที่ระดับความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุดทั้งเพศผู้และเพศเมียเท่ากับ 110.64 และ 62.03 กรัม ตามลำดับ

ธนาวุฒิ และคณะ (2533) ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชังในคลองตากใบ จ.นราธิวาส ในกระชังขนาด $2 \times 2 \times 1.5$ เมตร ปล่อยลูกกุ้งกุลาดำน้ำหนักเฉลี่ย 0.845 กรัม ในอัตรา 50 150 250 ตัว/ตารางเมตร โดยใช้อาหารเม็ดจมน้ำเป็นระยะเวลา 111 วัน พบว่าการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราเลี้ยง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย ตัวละ 24.14 22.21 15.81 กรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าถ้าเพิ่มอัตราความหนาแน่นจะส่งผลทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งลดลง และการทดลองของ Wyban et al. (1987) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้ง *Penaeus vannamei* ด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 15 และ 20 ตัว/ตร.ม. พบว่า การเจริญเติบโตของลูกกุ้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าการเจริญเติบโตแปรผกผันกับอัตราความหนาแน่น

ดังนั้นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชังที่มีการเจริญเติบโตดี คือ อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว และอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร 2 % ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชังที่มีการเจริญเติบโตดีคือ เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม.

2. อัตรารอดของลูกกุ้ง

จากการทดลองที่ 1 , 2 และการทดลองที่ 3 พบว่าอัตราการรอดของลูกกุ้งแปรผกผันกับความหนาแน่น ในการทดลองที่ 1 ที่อัตราความหนาแน่นต่ำคือ 200 ตัว/ตร.ม. ลูกกุ้งมีอัตราการรอดสูงสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 400 และ 600 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 300 ตัว/ตร.ม. สอดคล้องกับการทดลองของบุรฉัตรและไพบุลย์ (2540) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ในอัตราปล่อย 150 200 และ 250 ตัว/ลิตร พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 150 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอดสูงที่สุด เท่ากับ 55.09 % ส่วนอัตราปล่อย 200 และ 250 ตัวมีอัตราการรอด เท่ากับ 44.74% และ 43.81% ตามลำดับ และการทดลองของธานีและศักดิ์ชัย (2530) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระดับความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 110 130 150 และ 170 ตัว/ลิตร พบว่ามีอัตราการรอดเฉลี่ยเท่ากับ 44.98 30.37 24.83 และ 18.67% ตามลำดับ จะเห็นว่าถ้าความหนาแน่นสูงขึ้นจะมีผลทำให้ลูกกุ้งมีอัตราการลดลง

อัตราการรอดของการอนุบาลลูกกุ้งในการทดลองที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.9-77.0 % ซึ่งใกล้เคียงกับการทดลองของธนาวุฒิและคณะ (2533) ที่เลี้ยงลูกกุ้งกุลาดำขนาด 0.845 กรัม ในกระชังเป็นเวลา 111 วัน กุ้งมีอัตราการรอดเฉลี่ย 58.59-79.67 % แต่การทดลองของสุรเสน (2541) มีอัตราการรอดต่ำกว่ามาก โดยเลี้ยงกุ้งกุลาดำน้ำหนักเฉลี่ย 0.043 กรัม ในกระชัง เป็นเวลา 90 วัน พบว่ากุ้งมีอัตราการรอดเฉลี่ยเพียง 18.67-34.82 % โดยที่การทดลองในกุ้งกุลาดำทั้งสองการทดลอง ใช้ความหนาแน่นต่ำเพียง 50 150 250 ตัว/ตร.ม. และ 40 80 120 ตัว/ตร.ม. ตามลำดับ

และเมื่อเปรียบเทียบกับ การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในกระชังด้วยความหนาแน่นสูงของ Marques et al.(2000) ซึ่งใช้ระยะเวลาในการทดลองเพียง 60 วัน ลูกกุ้งมีอัตราการรอดเฉลี่ย 75.4-87.6% โดยอัตราการรอดที่ต่ำกว่าในการทดลองที่ 1 น่าจะเป็นผลมาจาก ระยะเวลาในการทดลองอนุบาลลูกกุ้งในกระชังที่ยาวนานถึง 90 วันนั้น ส่งผลให้อัตราการรอดของลูกกุ้งลดลงมากหลัง 60 วัน โดย Tidwell et al. (2003) พบว่า อัตราการรอดของการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามลดลงจาก 93.3 % เหลือเพียง 89.7 % เมื่อเพิ่มระยะเวลาการอนุบาลจาก 61 วัน เป็น 133 วัน ดังนั้นระยะเวลาที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในกระชังที่เหมาะสมไม่ควรมากกว่า 2 เดือน แม้ว่าจะได้ลูกกุ้งที่มีขนาดเล็ก แต่ลูกกุ้งที่มีขนาดเล็กที่อนุบาลในความหนาแน่นสูงจะสามารถเพิ่มอัตราเจริญเติบโตทดแทนได้เมื่อนำไปเลี้ยงในความหนาแน่นปกติได้ในช่วงการเลี้ยงกุ้งใหญ่ (Marques et al. ,2000)

การทดลองที่ 2 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความหนาแน่น 200 และ 400 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารทำให้อัตราการรอดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ($P>0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 73.67 % สอดคล้องกับการทดลองของสุกิจและคณะ (2532) ได้ทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะ P_2 - P_{15} ที่อัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร และ 20 ตัว/ลิตร โดยการให้อาหาร 3,4 และ 5 ครั้ง/วัน พบว่าอัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอด 75.16 92.75 และ 92.50% ตามลำดับ และอัตราความหนาแน่น 20 ตัว/ลิตร มีอัตราการรอด 78.43 83.38 และ

83.08 % ตามลำดับ ในการอนุบาลที่ความหนาแน่นต่ำ และให้อาหาร 4 ถึง 5 ครั้ง/วัน มีอัตราการรอดที่ดีกว่า

ส่วนลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นสูงขึ้นไปคือ 600 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหารจะทำให้อัตราการรอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 600 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีอัตราการรอดต่ำสุด 33.58 %

การทดลองที่ 3 พบว่าลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำและปานกลาง คือ 200 และ 400 ตัว/ตร.ม. ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะทำให้อัตราการรอดดีขึ้น โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว มีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 56.83 % แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 400 ตัว/ตร.ม. ที่อัตราการให้อาหารในระดับเดียวกัน สอดคล้องกับการทดลองของสุชาวดีและคณะ (2548) ที่ได้ทดลองอนุบาลลูกปลากดแก้วในกระชังด้วยการให้อาหารต่อวันต่างกัน 4 อัตรา คือ 12 9 6 และ 3 % ของน้ำหนักตัว พบว่าอัตราการตายเท่ากับ 80.67 79.33 82.00 และ 68.67 % ตามลำดับ อัตราการรอดตายของการให้อาหารอัตรา 12 9 และ 6 % ของน้ำหนักตัว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) และการให้อาหารอัตรา 3 % ของน้ำหนักตัว มีอัตราการตายต่ำสุด ($P < 0.05$)

และการทดลองของ Corazon et al. (1987) ที่ทดลองอนุบาลลูกปลานิล ด้วยอัตราการให้อาหาร 15 30 45 และ 60 % ของน้ำหนักตัว พบว่า ลูกปลานิลมีอัตราการรอด 53 85 87 และ 84 % ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อเพิ่มอัตราการให้อาหารส่งผลทำให้ลูกปลานิลมีแนวโน้มว่าอัตราการรอดเพิ่มมากขึ้น

ส่วนที่ความหนาแน่นสูงคือ 600 ตัว/ตร.ม. พบว่าถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดของลูกกุ้ง ($P > 0.05$) และที่ความหนาแน่นสูงมีอัตราการรอดต่ำมากอยู่ในช่วง 34-35 %

อัตราการให้อาหารที่ทำให้การเจริญเติบโตของ *Penaeus monodon* และ *Penaeus merguensis* สูงสุด (น้ำหนักเริ่มต้น 0.1-1.8 กรัม/ตัว) ประมาณ 11-12 % ของน้ำหนักตัวต่อวัน (Lee, 1971; Sedgwick, 1979)

การทดลองที่ 4 พบว่าที่ทุกความถี่ในการให้อาหาร ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดของลูกกุ้งในทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว มีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 83.82 % สอดคล้องกับการทดลองของ Velasco et al. (1999) , Carvalho และ Nunes (2002) , Smith et al. (2002) และการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) พบว่าความถี่ในการให้อาหารในระดับต่างๆ กัน ไม่มีผลต่ออัตราการรอดในทางสถิติ โดย Velasco et al. (1999) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ซึ่งแบ่งเป็น 2

การทดลองคือ การทดลองที่ 1 ใช้ลูกกุ้งน้ำหนักเริ่มต้น 185 มิลลิกรัม อัตราความหนาแน่น 150 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 5 8 11 และ 15 ครั้ง/วัน ด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ เป็นเวลา 20 วัน การทดลองที่ 2 ใช้ลูกกุ้งน้ำหนักเริ่มต้น 0.5-0.6 กรัม อัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 1 2 3 4 และ 6 ครั้ง/วัน ด้วยมือ และ 15 ครั้ง/วัน ด้วยเครื่องให้อาหาร เป็นเวลา 28 วัน พบว่า อัตรารอดของกุ้งทั้ง 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 98.6% และ 100% ตามลำดับ

Carvalho และ Nunes (2002) ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว *Litopenaeus vannamei* บ่อ ขนาด 50 ตร.ม. ปล่อยลูกกุ้งขนาด 2.7 กรัม ที่ระดับความหนาแน่น 80 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหารแตกต่างกันคือ 2 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 84 วัน พบว่าอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 53.5-85.0 %

Smith et al. (2002) ได้ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารที่แตกต่างกันในกุ้งกุลาดำ โดยใช้ความถี่ในการให้อาหาร 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ที่ระดับความหนาแน่น 25 ตัว/ตร.ม. ลูกกุ้งเริ่มต้นมีน้ำหนัก 5.6 กรัม พบว่าอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 84-85 %

และการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหาร ต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วยระยะ Post larvae 30 ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.39 กรัม ความหนาแน่น 20 ตัว/บ่อ (31.44 ตัว/ตารางเมตร) ให้อาหารกุ้งที่ระดับความถี่ 3 ระดับคือ 4 6 และ 8 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่าอัตรารอดมีค่าอยู่ในช่วง 73.33-77.68 %

การทดลองที่ 5 พบว่าอัตรารอดของลูกกุ้งแปรผันตรงกับอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร กุ้ง โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงสุดคือ 2 % มีอัตรารอดสูงกว่าระดับอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 75.88 % แต่ลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอาหารที่ไม่เสริมวิตามินซีมีอัตรารอดเพียง 57.41% สอดคล้องกับการทดลองของ Hien et al. ที่ได้ศึกษาผลของวิตามินซีในลูกกุ้งก้ามกราม โดยใช้ L-Ascorbyl 2 monophosphate (AMP) ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม พบว่า ลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับสูงสุด คือ 2000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตรารอดสูงสุดเท่ากับ 78.9 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับลูกกุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตรารอดมีค่าเท่ากับ 59.7 % แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับอื่น

และการทดลองของ Moe et al. (2004) ศึกษาผลของวิตามินซี 2 ชนิด คือ L- ascorbyl - 2- monophosphate – Mg (AMP-Mg) และ L- ascorbyl -2 – monophosphate - Na/Ca (

AMP-Na/Ca) ในกุ้ง kuruma โดยเสริมวิตามินซีในอาหารต่างกัน 7 ระดับ คือ AMP-Mg 0 23 223 695 1,034 1,819 และ 2,240 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และ AMP-Na/Ca 0 48 198 614 1,134 1,817 และ 2,494 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ทดลองในกุ้งระยะ zoea ถึง postlarva เป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่าอัตราการรอดของลูกกุ้งไม่มีความแตกต่างกันระหว่างวิตามินซีทั้ง 2 ชนิด ($p>0.05$) และลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีชนิด AMP-Mg ที่ระดับ 223 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการรอดสูงสุดซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับ 23 695 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับ 1,034 1,819 และ 2,240 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ส่วนลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีชนิด AMP-Na/Ca ที่ระดับ 198 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการรอดสูงสุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกุ้งที่ไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับลูกกุ้งที่เสริมวิตามินซีในระดับอื่น ๆ

แต่การทดลองของ Shiao และ Hsu (1994) , เสวต (2535), Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) , พนิดา (2539), Hsu และ Shiao (1998) , Cavalli et al. (2003) และการทดลองของ Lee และ Shiao (2002) พบว่ากุ้งที่เสริมวิตามินซีมีอัตราการรอดสูงกว่ากุ้งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อัตราการเสริมวิตามินซีในระดับต่างๆ กัน ในอาหารกุ้ง ไม่ส่งผลต่ออัตราการรอดของกุ้งในทางสถิติ โดย Shiao และ Hsu (1994) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำโดยเสริมวิตามินซี L-ascorbyl-2-sulfate (C_2) และ L-ascorbyl-2-monophosphate (C_3 -M) เปรียบเทียบกับ L-ascorbic acid (C_1) โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 50 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

เสวต (2535) ศึกษาวิตามินซีในอาหารกุ้งกุลาดำ โดยใช้สูตรอาหาร 4 สูตร คือ สูตรที่ 1 ไม่เสริมวิตามินซี สูตรที่ 2 เสริมวิตามินซีธรรมชาติ 0.2 % สูตรที่ 3 เสริมวิตามินซีเคือบไซมัน 0.2 % และสูตรที่ 4 เสริมวิตามินซีฟอสเฟต 0.01 % เลี้ยงกุ้งเป็นเวลา 14 สัปดาห์ในตู้ 160 ลิตร

Boonyaratpalin และ Phongmaneerat (1995) ศึกษาความทนต่อการกรดแอสคอบิกในอาหารสำหรับอนุบาลกุ้งวัยร่อน โดยใช้อนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbyl phosphate-Mg (APM) ผสมในอาหาร 0 30 60 และ 100 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กรัม และใช้อนุพันธ์กรดแอสคอบิกรูป ascorbic acid glucose (AAG) ผสมในอาหาร 0 25 50 และ 100

พนิดา (2539) ศึกษาผลของซีไวตาเมอร์ (วิตามินซีและอนุพันธ์) 5 ชนิด ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต การรอด และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มอย่างฉับพลันของกุ้งกุลาดำวัยอ่อน โดยเลี้ยงกุ้งด้วยอาหารกึ่งสังเคราะห์ 6 สูตร คือ อาหารที่เสริม Ascorbate-2-

monophosphate [M], อาหารที่เสริม Ascorbate-2- polyphosphate [P], อาหารที่ไม่เสริม วิตามินซี [N], อาหารที่เสริม Ascorbate-2- sulfate [S], อาหารที่เสริม L-ascorbic acid [A] และ อาหารที่เสริม Coated ascorbic acid [C] จะควบคุมปริมาณวิตามินซีเท่ากับ 200 ppm แบ่งการ ทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยอ่อนเป็น 3 ระยะคือ ระยะ Zoea , Mysis และ Postlarva

Hsu และ Shiao (1998) ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี 2 ชนิด โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 70 150 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม

Cavalli et al. (2003) ศึกษาผลของวิตามินซีและวิตามินอีในกุ้งก้ามกราม โดยใช้กุ้งตัวเมีย ให้อาหารที่เสริมด้วยวิตามินซีและวิตามินอี 3 ระดับ คือ ระดับต่ำ, ระดับปานกลาง และ ระดับสูง และ Lee และ Shiao (2002) ศึกษาผลของ L-ascorbic acid และอนุพันธ์ 4 ชนิด ในกุ้ง กุลาดำ โดยเสริมวิตามินซี 2 ระดับ

Merchie et al. (1997) รายงานว่า กุ้งกุลาดำและกุ้งขาว ต้องการวิตามินซีเพื่อช่วยในการ เจริญเติบโตและอัตราการรอดตายอย่างน้อยที่สุดเท่ากับ 20 และ 130 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ แต่ถ้าวิตามินซีในปริมาณ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เหมาะสำหรับในสภาวะ เครียดและติดเชื้อแบคทีเรีย

การทดลองที่ 6 พบว่าอัตราการรอดของกุ้งจะแปรผันตรงกับอัตราความหนาแน่น โดยกุ้งที่ เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 86.67 % แตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัว/ตร.ม. แต่ไม่แตกต่างกับ กุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. แตกต่างกับการทดลองของพรรณศรีและคณะ (2547) ที่ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนาโดยเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่าอัตราการเลี้ยงกุ้ง 5 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการรอดตายสูงที่สุดคือ 83 % แต่ที่อัตราการเลี้ยงกุ้ง 15 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการรอดตายต่ำที่สุดคือ 41 % และการทดลองของธ นาวุฒิและคณะ (2533) ที่ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในอัตราความหนาแน่น 50, 150 250 ตัว/ ตารางเมตร ในกระชัง พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำคือ 50 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการรอดตาย สูงที่สุดคือ 79.67 %

ดังนั้นการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชังที่มีอัตราการรอดสูงคือ อนุบาลด้วย อัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว และอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร 2 % ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชังที่มี อัตราการรอดสูงคือ เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม.

3. อัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้ง

การทดลองที่ 1 พบว่าอัตราการแลกเนื้อมีค่าค่อนข้างสูง 3.47-4.46 เนื่องจากอัตราการของลูกกุ้งในการทดลองต่ำกว่าการคำนวณอัตราการให้อาหารตามวิธีการของ Tidwell et al. (2003) จึงทำให้มีการให้อาหารเกินความต้องการของลูกกุ้ง แต่กลับเป็นผลดีที่ยืนยันว่าผลการทดลองไม่ได้รับผลกระทบที่เกิดจากการให้อาหารไม่เพียงพอ โดย Savolainen et al. (2004) กล่าวว่าปัจจัยการแก่งแย่งแข่งขันในด้านที่อยู่อาศัยและการหาอาหาร เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การเติบโตของ crayfish ลดลง เมื่อเลี้ยงในความหนาแน่นสูง ซึ่งในการทดลองเกี่ยวกับผลของความหนาแน่นนั้น หากมีการให้อาหารให้มีการกระจายอย่างทั่วถึงในบ่อทดลองก็จะสามารถหลีกเลี่ยงผลกระทบจากปริมาณอาหารที่ไม่เพียงพอได้ Gydemo และ Westin (1993) สรุปว่าความหนาแน่นที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ crayfish มีการเติบโตลดลงนั้นมีสาเหตุหลักมาจากความเครียดที่เพิ่มขึ้น

การทดลองที่ 2 พบว่าที่ทุกระดับความหนาแน่นถ้าเพิ่มความถี่ในการให้อาหาร จะทำให้อัตราการแลกเนื้อของลูกกุ้งมีแนวโน้มลดลง แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) โดยลูกกุ้งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน มีค่าอัตราการแลกเนื้อต่ำสุดเท่ากับ 3.0090 สอดคล้องกับการทดลองของประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) , วินัยและจำเรียง (2545) , Carvalho และ Nunes (2002) , Smith et al. (2002) และการทดลองของ Velasco et al. (1999) พบว่าที่ทุกระดับความถี่ในการให้อาหารไม่มีผลต่ออัตราการแลกเนื้อในทางสถิติ โดยประพัทธ์พงศ์และคณะ (2545) ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วย ให้อาหารกุ้งที่ระดับความถี่ 3 ระดับคือ 4, 6 และ 8 ครั้ง/วัน เป็นระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า มีอัตราการแลกเนื้อ 1.11 1.00 และ 1.48 ตามลำดับ

วินัยและจำเรียง (2545) ได้ศึกษาการอนุบาลลูกปลาช่อนด้วยความถี่ในการให้อาหารต่างกันคือ 1 2 และ 3 ครั้ง/วัน โดยอนุบาลในตู้กระจก ปริมาตรน้ำ 133 ลิตร ปล่อยลูกปลา 400 ตัว ให้อาหารด้วยปลาเป็ดบดละเอียด 10 %ของน้ำหนักตัว เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า อัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 1.7 1.83 และ 1.68 ตามลำดับ

Carvalho และ Nunes (2002) ที่ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว โดยใช้ความถี่ในการให้อาหารแตกต่างกันคือ 2 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 84 วัน Smith et al. (2002) ที่ได้ศึกษาผลของความถี่ในการให้อาหารที่แตกต่างกันในกุ้งกุลาดำ โดยใช้ความถี่ในการให้อาหาร 3 4 5 และ 6 ครั้ง/วัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และการทดลองของ Velasco et al. (1999) ที่ได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ซึ่งแบ่งเป็น 2 การทดลองคือ การทดลองที่ 1 อัตราการให้อาหาร 3 8 11 และ 15 ครั้ง/วัน

ด้วยเครื่องให้อาหารอัตโนมัติ เป็นเวลา 20 วัน การทดลองที่ 2 อัตราการให้อาหาร 1 2 3 4 และ 6 ครั้ง/วัน ด้วยมือ และ 15 ครั้ง/วัน ด้วยเครื่องให้อาหาร เป็นเวลา 28 วัน พบว่า อัตราแลกเนื้อของกึ่งทั้ง 2 มีค่าอยู่ในช่วง 1.2-1.3 และ 1.6-2.1 ตามลำดับ

การทดลองที่ 3 พบว่าทุกอัตราความหนาแน่นถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหาร จะไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการแลกเนื้อของลูกกึ่ง ($P>0.05$) แต่พบว่าลูกกึ่งที่อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่นต่ำคือ 200 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการแลกเนื้อต่ำกว่าที่อัตราความหนาแน่นสูงคือ 600 ตัว/ตร.ม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของกำจัดและมานพ (2533) ได้ทดลองเลี้ยงกึ่งกุลาดำในกระชังแขวนลอยที่อัตราความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 100 125 150 175 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อของกึ่งที่อัตราความหนาแน่น 100 ตัว/ตร.ม. มีค่าต่ำที่สุดคือ 2.07 และการทดลองของสุรเสน (2541) ได้ทดลองเลี้ยงกึ่งกุลาดำในกระชัง ในอัตราความหนาแน่น 40, 80 และ 120 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราการเลี้ยง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.27 2.74 และ 3.23 ตามลำดับ แต่มีแนวโน้มว่าที่อัตราความหนาแน่นต่ำคือ 40 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด

การทดลองที่ 4 พบว่าลูกกึ่งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 1 ครั้ง/วัน ที่อัตราการให้อาหารระดับสูงคือ 15 %ของน้ำหนักตัว มีอัตราการแลกเนื้อต่ำสุด เท่ากับ 2.2760 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับลูกกึ่งที่อนุบาลด้วยอัตราการให้อาหาร 5 % และ 10 %ของน้ำหนักตัว แตกต่างกับการทดลองของสุชาติและคณะ (2548) ที่ทดลองอนุบาลลูกปลากดแก้วในกระชังด้วยการให้อาหารต่างกัน 4 อัตรา คือ 12 9 6 และ 3% ของน้ำหนักตัว พบว่าอัตราการแลกเนื้อของลูกปลาที่ให้อาหารระดับสูงคือ 12 % ของน้ำหนักตัว มีค่าสูงกว่าระดับอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนลูกกึ่งที่อนุบาลด้วยความถี่ในการให้อาหาร 2 และ 3 ครั้ง/วัน ถ้าเพิ่มอัตราการให้อาหารจะไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการแลกเนื้อของลูกกึ่ง ($P>0.05$)

การทดลองที่ 5 พบว่า อัตราการแลกเนื้อของลูกกึ่งแปรผกผันกับอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหารกึ่ง โดยลูกกึ่งที่อนุบาลอาหารเสริมวิตามินซีในระดับสูงสุดคือ 2 % มีอัตราการแลกเนื้อต่ำกว่ากึ่งที่เสริมวิตามินซีในระดับอื่นและไม่เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 2.54 สอดคล้องกับการทดลองของ Shiau และ Hsu (1994) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี โดยใช้ความเข้มข้น 7 ระดับ คือ 0 30 50 200 500 1,000 และ 2,000 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม พบว่ากึ่งที่เสริมวิตามินซีมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่ากึ่งที่ไม่ได้เสริมวิตามินซีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ในการทดลองของ Hsu และ Shiau (1998) ที่ศึกษาการเจริญเติบโตของกึ่งกุลาดำที่เสริมวิตามินซี 2 ชนิด ในอาหารกึ่ง โดยใช้ความเข้มข้น 7

ระดับ คือ 0 30 70 150 300 600 และ 1,200 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม พบว่าวิตามินซีทั้ง 2 ชนิดที่เสริมในปริมาณ 150 มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม มีผลทำให้อัตราการแลกเนื้อต่ำสุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับกึ่งที่ไม่เสริมวิตามินซี แต่ไม่แตกต่างกับกึ่งที่เสริมวิตามินซีในปริมาณอื่น ๆ

การทดลองที่ 6 พบว่าอัตราการแลกเนื้อของลูกกึ่งทั้ง 3 อัตราความหนาแน่น ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) มีค่าอยู่ในช่วง 3.27-3.68 สอดคล้องกับการทดลองของกำจัด และมานพ (2533) ที่ทดลองเลี้ยงกึ่งกุลาดำในกระชังแขวนลอยที่อัตราความหนาแน่นต่างๆ กัน คือ 100 125 150 175 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อของกึ่ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยที่อัตราการแลกเนื้อของกึ่ง เท่ากับ 2.07 2.82 2.37 2.84 ตามลำดับ

แต่การทดลองของธนาวุฒิและคณะ (2533) ที่ทดลองเลี้ยงกึ่งกุลาดำในกระชัง ในอัตรา 50 150 250 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราแลกเนื้อเฉลี่ยทั้ง 3 อัตราความหนาแน่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 2.91 2.56 ตามลำดับ และการทดลองของพรรณศรีและคณะ (2547) ที่ทดลองเลี้ยงกึ่งก้ามกรามแบบพัฒนา โดยเลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 10 และ 15 ตัว/ตร.ม. พบว่าอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 4.14 5.35 และ 6.03 ตามลำดับ และอัตราการแลกเนื้อของทั้ง 3 อัตราความหนาแน่น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ดังนั้นการอนุบาลลูกกึ่งก้ามกรามที่เหมาะสมในกระชังที่มีอัตราการแลกเนื้อต่ำคือ อนุบาลด้วยอัตราความหนาแน่น 200 ตัว/ตร.ม. ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน อัตราการให้อาหาร 15 % ของน้ำหนักตัว และอัตราการเสริมวิตามินซีในอาหาร 2 % ส่วนการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในกระชังด้วยความหนาแน่น 15 ตัว/ตร.ม. มีอัตราแลกเนื้อไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

- กำจัด รื่นเริงดี และ มานพ มิตรสมหวัง. 2533. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ในกระชังที่อัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กัน. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ, 11 น.
- โชคชัย เหลืองธวัชปราชญ์ พันธ์ ยี่สิบ และสมใจ เพชรมะโน. 2543. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำด้วยอัตราความหนาแน่นต่างระดับ. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 149 น.
- เดชา รอดระวัง และนงนุช สุวรรณเพ็ง. 2546. การอนุบาลกุ้งก้ามกรามด้วยความหนาแน่นสูงในบ่อซีเมนต์. การสัมมนาประชุมวิชาการประจำปี 2546 กรมประมง, สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดกาฬสินธุ์.
- ทวี จินตธรรม และ ขวัญกมล กลิ่นศรีสุข. 2535. การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร 12(36): 1-15.
- ธัญฐาน สุธวานิช และ นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbly dipotassium-2-sulfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรคของกุ้งกุลาดำ. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, บทคัดย่อ, กรุงเทพฯ.
- ธนาวุฒิ กล้าวเกลี้ยง ปิยะ จุฬารัตนกุล สมบูรณ์ หลาวประเสริฐ และอัมพร โพธิยา. 2533. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่าง ๆ กันในคลองตากใบ จังหวัดนราธิวาส. รายงานผลการวิจัยประจำปี 2533. กรมประมง. สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรุงเทพฯ, น. 272-283.
- ธานี พุนดี และ ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2530. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยีเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 15 น.
- นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. การป้องกันรักษาโรคกุ้งก้ามกรามในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ได้ผลผลิตสูง, เอกสารประกอบการฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, น. 47-59.
- บุรฉัตร จันทกานนท์ และไพบุลย์ วรสายัณห์. 2540. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยอัตราปล่อย 3 ระดับ. ใน: การสัมมนาวิชาการประจำปี 2542, บทคัดย่อ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ประพัทธ์พงศ์ เพชรรัตน์, สกนธ์ แสงประดับ, รัชดาภรณ์ เอี่ยมสำอางค์ และ พณรัตน์ สอนสุกใส.

2545. ผลของความถี่ในการให้อาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแชบ๊วย. เอกสารวิชาการเลขที่ 24/2545, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. 13 น.

ปวีณา ทวีกิจการ ศักดิ์ชัย ชูโชติ นุปผา จงพัฒน์ และอรพรรณ เล่นวารี. 2547. การศึกษาวิธีการอนุบาลเพื่อให้ได้ลูกกุ้งที่มีคุณภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตและลดปัญหากุ้งแคะ. สัมมนาเผยแพร่งานวิจัยเรื่อง การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งของประเทศไทย วันที่ 28 กันยายน 2547. โรงแรมมิราเคิลแกรนด์, กรุงเทพฯ. น.280-298.

พนิดา หรรษ์พัฒนกุล. 2539. ผลของซีไวดาเมอร์ต่อการเจริญ การเติบโต และการรอดของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* วัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 74 น.

พรรณศรี จริโมภาส สุจิตรา สหสันถฤกษ์พงษ์ วรรณภา ถวิลวรรณ และประภาส แก้วโยชน. 2547. การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบพัฒนาโดยใช้อัตราปล่อยต่างๆ กัน. สัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547 กรมประมง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดและสำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด.

พงศ์เทพ จันทรัชิต และมารุต ทรัพย์สุขสำราญ. 2547. การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามอายุ 30-60 วันในอัตราความหนาแน่น 3 อัตรา. สัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2547 กรมประมง. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดชัยภูมิและศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดหนองคาย, 57-65.

มะลิ บุญยรัตผลิน นันทิยา ชุ่มประเสริฐ และจารุรัตน์ วรรณโกวิพัฒน์. 2533. ระดับวิตามินซีที่เหมาะสมเพื่อเสริมอาหารเลี้ยงลูกปลากะพงขาว. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ, สงขลา.

มะลิ บุญยรัตผลิน และอมรรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกราม. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 1/2539. กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 17 น.

ลัดดาวัลย์ ครองพงษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซีเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 83 น.

วินัย จันทพิมม และ จำเริญ สงวนงาม. 2545. ความถี่ของการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลาช่อน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2545. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดสิงห์บุรี กองประมงน้ำจืด กรมประมง. 15 น.

- วุฒิพร พรหมขุนทอง. 2539. ผลของวิตามินซีระดับต่างๆต่อการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลากัดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 18(4): 413-420.
- วุฒิพร พรหมขุนทอง อภิญา สงประดิษฐ์ และปิยวรรณ สังขานาคิน. 2541. การใช้แอสคอปีล-2-ซัลเฟต เป็นแหล่งของวิตามินซีสำหรับปลากัดเหลือง. วารสารสงขลานครินทร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 20(2): 149-156.
- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120 น.
- เศวต ไชยมงคล. 2535. วิตามินซีในอาหารกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* (Fabricius). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 46 น.
- สุกิจ รัตนวิจิตรกุล สรรเสริญ ช่อเจี้ยง และทวี ใจจนสารัมภกิจ. 2532. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำในระดับความหนาแน่นและความถี่ของการให้อาหารต่างกันในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 21/2532 สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งนครศรีธรรมราช กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. 9 น.
- สุชาวดี กสิสุวรรณ ศราวุธ เจะโล๊ะ และจิตต์กร เรืองกุล. 2548. อัตราการให้อาหารที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกปลากัดแก้วในกระชัง. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสงขลา.
- สุพล ตันสุวรรณ และธวัช ศรีวีระชัย. 2532. การทดลองอนุบาลกุ้งกุลาดำระยะ protozoa ถึงระยะ post larvae 7 ในอัตราความหนาแน่นที่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2532. สถานีประมงน้ำกร่อยจังหวัดสงขลา กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง, 19 น.
- สุรเสน ศรีวิจารณ์. 2541. การศึกษาการเลี้ยงกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ในกระชังด้วยอัตราความหนาแน่นต่างกันในคลองสีเกา จังหวัดตรัง. การวิจัยงบประมาณปี 2541. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, 42 น.
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และมะลิ บุญยรัตผลิน. 2539. การพัฒนาอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยวิตามินซี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2539, กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 10 น.
- อาภาภรณ์ เมืองเกิด. 2532. การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซึ่งมีปริมาณหัวกุ้งและกรดแอสคอปีคต่างๆกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 64 น.

- Allan, G. L.; D. J. W. Moriarty; and G. B. Maguire. 1995. Effects of pond preparation and feeding rate on production of *Penaeus monodon Fabricius*, water quality, bacteria and benthos in model farming ponds. *Aquaculture* 130 : 329-349.
- Alston, D. E. ; and C. M. S. Sampaio. 2000. Nursery systems and management. In: New, M.B., Valenti, W.C., (Eds.), *Freshwater prawn culture. The farming of Macrobrachium rosenbergii*. Blackwell, Malden, MA, USA, p. 112-125.
- Amornsakun, T.; and A. Hassan. 1996. Optimum stocking densities on culturing of freshwater catfish, *Clarias batrachus* Linn. In circular concrete pond. Songklanakarin J.Sci.Technol., 18(4):437-441.
- Ang, K. J.; C. S. Komilus; and S. H. Cheah. 1992. Culture of *Macrobrachium rosenbergii* in cages. In: Proceedings of third Asian Fisheries Forum, Abstract, Manila, Philippines, p. 127.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists. 15 th edn., AOAC, Arlington, VA. 1360 p.
- Boonyaratpalin, M.; and J. Phongmaneerat. 1995. Ascorbic acid derivative requirement of *Penaeus monodon*. Phuket mar. Biol. Cent. Res. Bull. 60: 65-73.
- Carvalho, E. A. ; and A. J. P. Nunes. 2006. Effects of feeding frequency on feed leaching loss and grow-out patterns of the white shrimp *Litopenaeus vannamei* fed under a diurnal feeding regime in pond enclosures. *Aquaculture* 252: 494– 502.
- Cavalli, R. O.; F. M. M. Batista; P. Lavens; P. Sorgeloos; H. J. Nelis ; and A. P. D. Leenheer. 2003. Effect of dietary supplementation of vitamins C and E on maternal performance and larval quality of the prawn *Macrobrachium rosenbergii* *Aquaculture* 227:131–146
- Coche, A. G. 1982. Cage culture of tilapias, p. 205-246. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds.) *The biology and culture of tilapias*. ICLARM Conference Proceedings 7, 432 p. ICLARM, Manila, Philippines.
- Corazon, B. S.; B. A. Mercedes; and S. R. Ofelia. 1987. Influence of feeding rate and diet form on growth and survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry.

SEAFDEC Aquaculture Department, Binangonan Research Station, Binangonan, Rizal The, Philippines, 277-282.

Cuzon, G.; Hew, M.; Cognie, D. and Soletchnik, P. 1982. Time lag effect of feeding on growth of juvenile shrimp, *Penaeus japonicus* Bate. *Aquaculture* 29, 33–44.

Gydemo, R. ; and L. Westin. 1993. Effect of starvation, constant light and partial dactylotomy on survival of noble crayfish, *Astacus astacus* (L.) under high density laboratory conditions. *Freshwater Crayfish* 9: 79-86.

Hien, T. T. T.; T. H. Oanh; H. V. Viet; and M. N. Wilder. Study on the Effects of Vitamin C on the Larvae of Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) .

Hsu, T. S.; and S. Y. Shiau. 1998 .Comparison of vitamin C requirement for maximum growth of grass shrimp, *Penaeus monodon*, with L-ascorbyl-2-monophosphate-Na and L-ascorbyl-2-monophosphate-Mg. *Aquaculture* 163: 203–213.

Jaime, B.; Galindo, J.; A´ lvarez, J.S. and Arencibia, G.1996. La frecuencia de alimentacio´n y su efecto sobre el crecimiento de juveniles de *Penaeus schimitti*. *Rev. Cuba. Investig. Pesq.* 20,3–5.

Josekutty, P.A. and Jose, S. 1996. Optimum ration size and feeding frequency for rearing of *Penaeus monodon* Fabricius. *Fish. Technol. Soc. Fish. Technol. (India)* 33, 16–20.

Lambert, Y.; and J -D. Dutil. 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. *Aquaculture* 192: 233-247.

Lee, D.L. 1971. Studies on the protein utilisation related to the growth on *Penaeus monodon* Fabricius. *Coll. Repr. Tungkan Mar. Lab.*, 1: 191-203.

Lee, M. S.; and S. Y. Shiau. 2002. Dietary vitamin C and its derivatives affect immune responses in grass shrimp, *Penaeus monodon*. *Fish & Shellfish Immunology* 12:119–129.

Marques, H. L. A.; J. V. Lombardi; and M. V. Boock. 2000. Stocking densitys for nursery phase culture of the freshwater prawn *Macrobranchium rosenbergii* in cages. *Aquaculture* 187:127-132.

- Merchie, G.; P. Lavens; and P. Sorgeloos. 1997. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review. *Aquaculture* 155:165-181.
- Miao, S. ; and S. Tu. 1993. Modeling the effect of daily ration and feeding frequency on growth of redbell shrimp *Penaeus penicillatus* (Alock) at controlled temperatures. *Aquaculture* 70: 305 -321.
- Moe, Y. Y.; S. Koshio; S. I. Teshima; M. Ishikawa; Y. Matsunaga; and A. Panganiban. 2004. Effect of vitamin C derivatives on the performance of larval kuruma shrimp, *Marsupenaeus japonicus*. *Aquaculture* 242: 501–512.
- Pullin, R. S. V. 1982. General discussion on the biology and culture of tilapias. p. 331-351. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnel (eds.) The biology and culture of tilapias. ICLARM Conference Proceedings 7, 432 p. ICLARM, Manila, Philippines.
- Ray, W. M. ; and T. H. Chien. 1992. Effects of stocking and aged sediment on tiger prawn, *Penaeus monodon*, nursery systems. *Aquaculture* 140: 231-248.
- Robertson, L.; Lawrence, A.L. and Castille, F.L. 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquac. Fish. Manage.* 24, 1–6.
- Rodriguez, E. M.; I. Bombeo-Tuburan; S. Fukumoto; and R. B. Ticar. 1993. Nursery rearing of *Penaeus monodon* (Fabricius) using suspended (hapa) net enclosures installed in a pond. *Aquaculture* 112: 107-111.
- Sagi, A.; Z. Ra'anan; D. Cohen; and Y. Way. 1986. Production of *Macrobrachium rosenbergii* in monosex populations yield characteristics under intensive monoculture conditions in cages. *Aquaculture* 51 (3 -4): 265-275.
- Savolainen, R.; K. Ruohonen; and E. Railo. 2004. Effect of stocking density on growth, survival and cheliped injuries of stage 2 juvenile signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* Dana. *Aquaculture* 231 : 237-248.
- Sedgwick, R.W. 1979. Effect of ration size and feeding frequency on the growth and food conversion of juvenile *Penaeus merguensis* De Man. *Aquaculture*, 16: 279-298.

- Shiau, S. Y.; and T. S. Hsu. 1994. Vitamin C requirement of grass shrimp, *Penaeus monodon*, as determined with L-ascorbyl-2-monophosphate. *Aquaculture* 122 : 347-357.
- Smith, D. M.; M. A. Burford; S. J. Tabrett; S. J. Irvin; and L. Ward. 2002. The effect of feeding frequency on water quality and growth of the black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). *Aquaculture* 207: 125– 136.
- Tidwell, J. H.; S. D. Coyle; L. A. Bright; A. Van Arnum; and C. Weibel. 2003. The effect of size grading and length of nursery period on growth and population structure of freshwater prawns stocked in temperate zone pond with added substrates. *Aquaculture* 218 : 209-218.
- Velasco, M.; A. L. Lawrence; and F. L. Castille. 1999. Effect of variations in daily feeding frequency and ration size on growth of shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone), in zero-water exchange culture tanks. *Aquaculture* 179:141– 148.
- Wang, J. K.; and J. Leiman. 2000. Optimizing multi-stage shrimp production systems. *Aquacultural engineering* 22: 243-254.
- Wang, N.; R. S. Hayward; and D. B. Noltie. 1998. Effect of feeding frequency on food consumption, growth, size variation, and feeding pattern of age-0 hybrid sunfish. *Aquaculture* 165: 261– 267.
- Wyban, J. A.; C. S. Lee; V. T. Sato; J. N. Sweeney; and W. K. Richards. 1987. Effect of stocking density on shrimp growth rates in manure-fertilized ponds. *Aquaculture* 61: 23-32.
- Wyban, J.A. and Sweeney, J.N. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual*. The Oceanic Institute, Honolulu, HI.



โครงการวิจัยที่ 3

การศึกษาระบบการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้จังหวัดเชียงใหม่

หัวหน้าโครงการวิจัย

สุฤทธิ สมบูรณ์ชัย

บทคัดย่อ

ระบบการเลี้ยงกึ่งกักขังในร่องสวนผลไม้ จังหวัดเชียงใหม่ แบ่งเป็น 2 การทดลอง โดยการทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการเลี้ยงกึ่งกักขังในร่องสวนผลไม้ใช้อาหารกึ่งกักขังสำเร็จรูปปล่อยอัตราความหนาแน่น 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกึ่งกักขังในร่องสวนผลไม้ปล่อยอัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตรม ใช้อาหารทดลอง 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 อาหารกึ่งกักขังสำเร็จรูป สูตรที่ 2-4 อาหารกึ่งกักขังพื้นบ้าน น้ำหนักลูกกุ้งเฉลี่ย 6.5 ± 0.55 และ 6.31 ± 0.84 กรัม ตามลำดับ ให้อาหาร 3-5 เปอร์เซ็นต์ต่อน้ำหนักตัวต่อวัน ระยะเวลาในการเลี้ยง 150 วัน ผลการทดลองที่ 1 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโต ทั้ง 4 ระดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนอัตราการรอดตาย และผลผลิตรวม พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยอัตราการปล่อย 5 ตัว/ตรม มีอัตราการรอดตายดีที่สุด รองลงมาได้แก่ อัตรา 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม ค่าอัตราการรอดตายเท่ากับ 74.00, 62.50, 60.33 และ 59.58 ตามลำดับ ส่วนผลผลิตรวม อัตราการปล่อย 20 ตัว/ตรม ได้น้ำหนักผลผลิตรวมสูงสุด รองลงมาได้แก่ อัตรา 15, 10 และ 5 ตัว/ตรม ค่าน้ำหนักผลผลิตรวม เท่ากับ 11.90, 9.05, 6.25 และ 3.70 กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนผลการทดลองที่ 2 พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการรอดตาย และผลผลิตรวม ทั้ง 4 สูตร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนอัตราการเจริญเติบโตพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งอาหารสูตรที่ 1 อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด รองลงมาได้แก่ อาหารสูตรที่ 4 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 2 ค่าอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.31, 0.29, 0.25 และ 0.24 ตามลำดับ

จากผลการทดลองทั้ง 2 สรุปได้ว่าที่ อัตราการเลี้ยงกึ่งกักขังในร่องสวนผลไม้ที่ปล่อยอัตราที่ต่างกัน และ การใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกึ่งกักขังในร่องสวนผลไม้ ไม่ส่งผลกระทบต่อ น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ แต่จะส่งผลกระทบต่อ อัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโต และผลผลิตรวม

Abstract

The study on freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) culture system in orchard reservoir Chiang-Mai Province was conducted. This research was divided into 2 parts. The first experiment was set up to study the suitable stocking density including 5, 10, 15 and 20 prawns/m.² The second experiment was put up to determine the effect of feed using 4 different feed formula. Prawns with the initial weight of 6.51±0.55 g (experiment 1) and 6.31±0.84 g (experiment 2) were stocked and feed at the rate of 3-5 % of body weight for 150 days. In first experiment, there were not significantly different in mean weight gain, FCR and ADG (P>0.05). Survival rate and overall production were significantly different (P<0.05). The best survival rate was found in the 5 prawns/m.² stocked. The survival rate of prawns stocked with 5, 10, 15 and 20 prawns/m.² were 74.00 %, 62.50 %, 60.33 % and 59.58 %, respectively. The overall production of 20, 15, 10 and 5 prawns/m.² was 11.90, 9.05, 6.25 and 3.70 kg, respectively. In second experiment there were not significantly different in mean weight gain, FCR, survival rate and overall production (P>0.05). ADG was significantly different (P<0.05). In conclusion, the stocking rate and feed formula were not influence *Macrobrachium rosenbergii* cultured system in orchard reservoir in mean weight gain and FCR; however, they affect in survival rate, ADG and overall production.

บทนำ

กุ้งก้ามกราม เป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สุด พบทั่วไปในแหล่งน้ำจืดธรรมชาติที่น้ำกร่อย ปากแม่น้ำ ลำคลอง ชื่อสามัญ Giant Freshwater Prawn ชื่อวิทยาศาสตร์ *Macrobrachium rosenbergii* de Man ปัจจุบันกุ้งก้ามกรามในแหล่งน้ำธรรมชาติลดน้อยลง เนื่องจากการจับกุ้ง ก้ามกรามเป็นจำนวนมาก รวมถึงปัญหาการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังนั้นจึงมีการ พัฒนาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เพื่อชดเชยจากธรรมชาติที่เสียไป การบริโภคกุ้งก้ามกราม มีแนวโน้ม ขยายตัวมากขึ้นจากการขยายตัวของธุรกิจท่องเที่ยวและร้านอาหาร การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงเป็น อาชีพที่ได้รับความสนใจของเกษตรกรทั่วไป แต่ปัญหาลำคัญในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นต้องใช้ เงินลงทุนค่อนข้างสูง เกษตรกรรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถดำเนินการได้ (ทวีและขวัญกมล, 2535) พื้นที่ในภาคเหนือเกษตรกรส่วนใหญ่มีอาชีพในการทำสวนผลไม้ ซึ่งพื้นที่ในการเพาะปลูกมี ขนาดใหญ่มาก มีบางส่วนของพื้นที่ไม่นำมาใช้ทำให้เกิดประโยชน์ โดยเฉพาะบริเวณช่วงที่เว้น ระยะเวลาที่ปลูกต้นไม้ มีการปล่อยทิ้งให้ว่างเปล่าหรืออาจมีการขุดร่องน้ำไว้สำหรับการพักน้ำซึ่งบริเวณ ดังกล่าวจึงน่าที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ และการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามก็เป็นอีก ทางเลือกหนึ่งที่จะเป็นรายได้เสริมให้แก่เกษตรกร เพราะกุ้งก้ามกรามเป็นที่ต้องการของตลาด และ มีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่น

ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าแนวทางหนึ่งในการเพิ่มรายได้ของอาชีพเกษตรกรชาวสวนผลไม้ก็ คือ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามบริเวณร่องสวน ซึ่งปกติไม่ได้ใช้ประโยชน์เท่าที่ควรให้นำมาใช้ประโยชน์ ให้มากที่สุด จากแนวคิดดังกล่าว จึงมีการศึกษาถึงการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ โดย เปรียบเทียบความหนาแน่นที่เหมาะสม และ เปรียบเทียบการใช้อาหารแบบพื้นบ้านในการเลี้ยง เพื่อให้ทราบถึงความเป็นไปได้ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในสภาพบ่อที่เป็นร่องสวนผลไม้ และได้ ทราบถึงการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ เพื่อให้ได้มาซึ่งผลผลิตที่ดีที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ก. อุปกรณ์การวิจัยที่มีอยู่แล้ว

- เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และอุปกรณ์เครื่องแก้ว
- เครื่องมือวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ และอุปกรณ์เครื่องแก้ว
- เครื่องชั่งอย่างละเอียด

ข. อุปกรณ์การวิจัยที่ต้องการเพิ่มเติม

- ลูกกุ่มก้ามกราม
- ร่องน้ำสำหรับใช้เลี้ยงกุ่ม ขนาด 2 X 10 เมตร จำนวน 12 บ่อ
- อาหารกุ่มก้ามกรามสำเร็จรูป
- วัตถุดิบที่ใช้ทำสูตรอาหาร
- สารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
- สารเคมีวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร
- ตาข่ายเขียว
- ตาข่ายพลาสติก
- ฟิล์มถ้ายรูปและสไลด์
- ยาป้องกันและยารักษาโรค
- สวิงและอวน
- ถังไฟเบอร์
- เครื่องสูบน้ำ และ เครื่องปั๊มลม
- เครื่องทำอาหารเม็ดพื้นบ้าน

การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสำเร็จรูป ปล่อยลูกกุ้งที่ผ่านการคัดขนาดให้ใกล้เคียงกัน ลงเลี้ยงในบ่อทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ระยะเวลาทดลอง 150 วัน จำนวน 4 อัตรา (Treatment) แต่ละอัตรา (Treatment) แบ่งเป็น 3 ซ้ำ (Replications) ได้แก่

Treatment 1 อัตราปล่อย 5 ตัว/ตรม

Treatment 2 อัตราปล่อย 10 ตัว/ตรม

Treatment 3 อัตราปล่อย 15 ตัว/ตรม

Treatment 4 อัตราปล่อย 20 ตัว/ตรม

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ ปล่อยลูกกุ้งที่ผ่านการคัดขนาดให้ใกล้เคียงกัน ลงเลี้ยงในบ่อทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) ระยะเวลาทดลอง 150 วัน ใช้อาหารทดลองต่างกัน 4 สูตร (Treatment) แต่ละสูตร (Treatment) แบ่งเป็น 3 ซ้ำ (Replications) ได้แก่

Treatment 1 อาหารสูตรที่ 1

Treatment 2 อาหารสูตรที่ 2

Treatment 3 อาหารสูตรที่ 3

Treatment 4 อาหารสูตรที่ 4

การให้อาหาร ลูกกุ้งในแต่ละบ่อทดลองจะได้รับอาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 8.00 น. และ 17.00 น. โดยอัตราส่วน 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ตั้งแต่เริ่มทำการทดลองจนถึงระยะเวลา 60 วัน และอัตราส่วน 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ต่อไปจนถึงสิ้นสุดการทดลอง การให้อาหารโดยหว่านให้ทั่วบ่อ มีการปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก 15 วัน ตลอดการทดลอง แล้วทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารที่ใช้ทดลอง โดยวิธีการดังนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย Micro-Kjeldahl, ไขมันโดยวิธี Dichloromethane extraction ตาม Soxhlet method, เยื่อใย โดย Fritted glass crucible, เถ้า โดยการเผาใน Muffle furnace 550°C นาน 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105 °C นาน 24 ชม ตามวิธีการของ AOAC (1990)

การจัดการน้ำ ใช้อุปกรณ์ในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ โดยเปิดวันละ 2 ครั้ง เช้า และ เย็น เพื่อให้ปริมาณออกซิเจนละลาย ในน้ำ ไม่ต่ำกว่า 3.0 mg/l การเพิ่มปริมาณน้ำในบ่อ กรณีปริมาณน้ำลดลงต่ำกว่าระดับความลึก 1 เมตร และทำตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำก่อนปล่อย ลูกกุ้งก้ามกรามลงทดลอง และ วิเคราะห์ทุก ๆ 15 วัน ระหว่างการทดลองจนครบ 150 วัน โดยทำการศึกษาคุณสมบัติของน้ำดังนี้ ปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิ วัดโดย Oxygen meter ความเป็นกรดเป็นด่าง วัดโดยเครื่อง pH meter ความเป็นด่าง ความกระด้าง วิเคราะห์โดยวิธี Titrimetric method แอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรต์ไนโตรเจน ออโรฟอสฟอรัส วิเคราะห์โดย Spectrophotometer ความขุ่นวัดโดย Turbidity meter

การบันทึกและคำนวณข้อมูล

ทำการชั่งน้ำหนัก และ วัดความยาวลูกกุ้งบ่อละ 50 ตัว เพื่อหาค่าน้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้นการทดลอง และ ระหว่างการทดลอง ทุก ๆ 30 วัน เก็บข้อมูลทั้งหมดจนครบ 150 วัน ทำการนับอัตราการตายเมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลมาคำนวณเปรียบเทียบ น้ำหนักเพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการรอดตาย และอัตราการการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อของก้ามกราม ดังนี้

1. น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Mean weight gain)
= น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง
2. อัตราการเจริญเติบโต (ADG) กรัม/วัน
= น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง - น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อเริ่มการทดลอง / ระยะเวลา
ในการทำการทดลอง

3. อัตราการรอด (Survival rate) เปอร์เซ็นต์

$$= \frac{\text{จำนวนกุ้งก้ามกรามเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนกุ้งก้ามกรามเมื่อเริ่มการทดลอง}} \times 100$$

4. อัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Food conversion rate)

$$= \frac{\text{น้ำหนักของอาหารที่กุ้งก้ามกรามกิน}}{\text{น้ำหนักกุ้งก้ามกรามที่เพิ่มขึ้น}}$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความแปรปรวนแบบ Single-factor ANOVA และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยวิธี Tukey's multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 10.0.0

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนาการ ของอาหารที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามในการทดลองที่ 1

วัสดุอาหาร	วัสดุแห้ง (Dry matter)				
	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)
อาหารกุ้ง เบอร์ D1	7.54	6.33	44.42	8.38	1.49
อาหารกุ้ง เบอร์ D333	7.49	12.27	34.82	6.10	2.80
อาหารกุ้ง เบอร์ D444	7.52	11.69	34.18	6.29	2.87
อาหารกุ้ง เบอร์ D555	11.12	10.17	34.04	5.34	2.59

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร ที่ใช้เป็นเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกราม ในการทดลองที่ 2

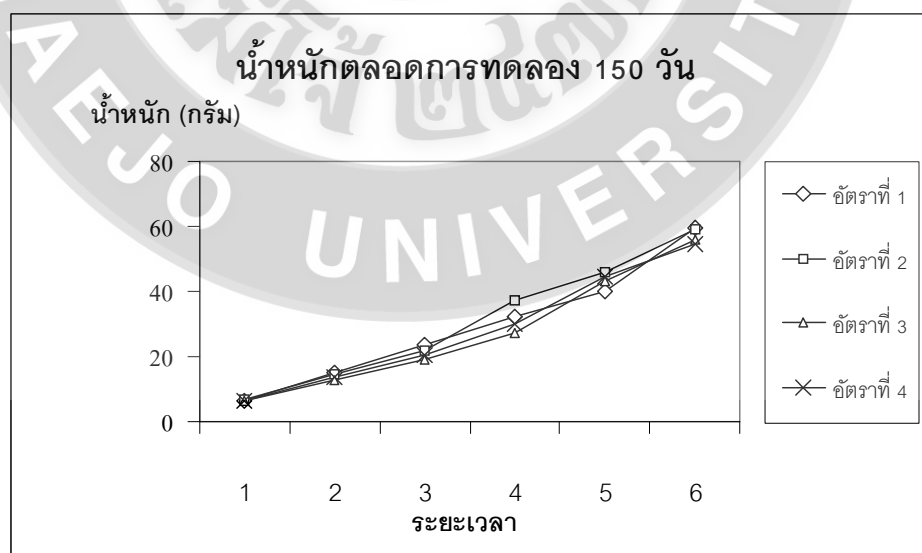
วัสดุอาหาร	วัสดุแห้ง (Dry matter)				
	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	เยื่อใย (%)
อาหารสูตรที่ 1	7.57	11.19	35.39	3.55	0.92
อาหารสูตรที่ 2	7.80	10.23	34.29	4.44	3.65
อาหารสูตรที่ 3	7.91	11.71	34.52	4.84	1.36
อาหารสูตรที่ 4	9.01	9.12	34.89	4.30	4.26

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

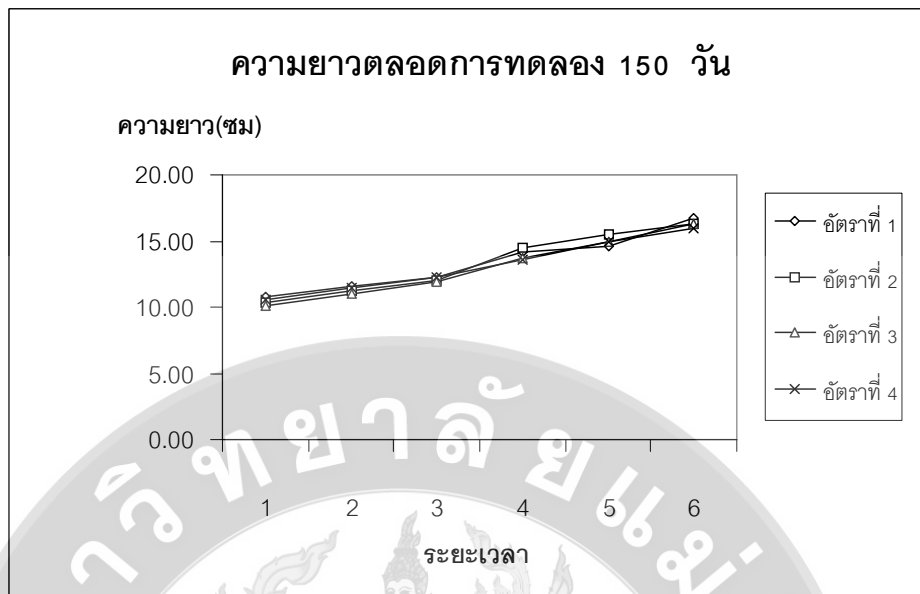
การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ โดยอาหารสำเร็จรูป ใช้อัตราการปล่อย 4 อัตรา ๆ ละ 3 ซ้ำ ลูกกุ้งน้ำหนักเฉลี่ย 6.5 ± 1.22 กรัม เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสรุปผลดังนี้

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จ ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน

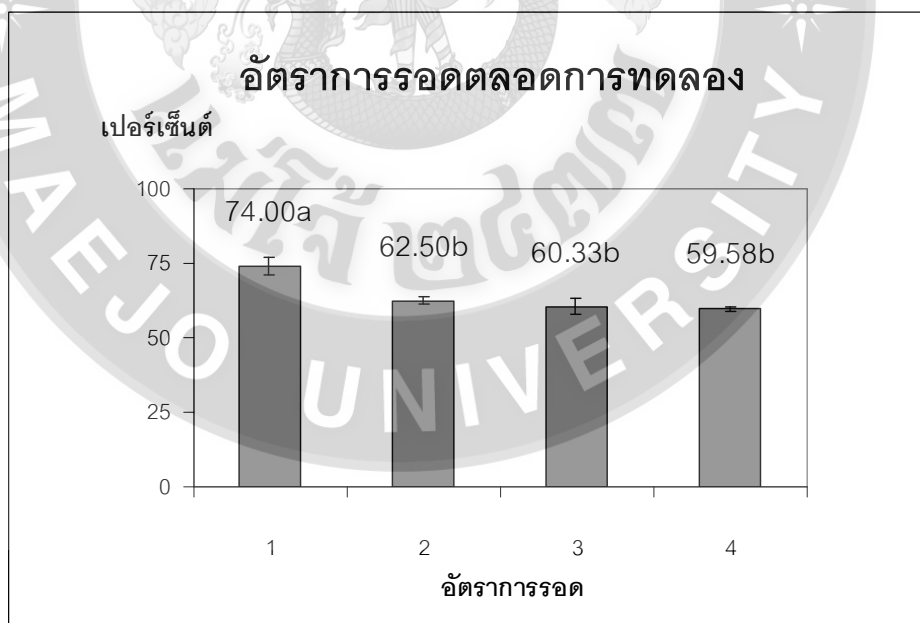
ระยะเวลา (วัน)	อัตราที่ 1 (5 ตัว/ตรม)	อัตราที่ 2 (10 ตัว/ตรม)	อัตราที่ 3 (15 ตัว/ตรม)	อัตราที่ 4 (20 ตัว/ตรม)
เริ่มทดลอง	6.23 + 0.55	6.88 + 0.55	6.47 + 0.55	6.47 + 0.55
30	14.96 + 0.41	14.46 + 0.41	12.79 + 0.41	13.45 + 0.41
60	23.69 + 1.07	22.04 + 1.07	19.11 + 1.07	20.42 + 1.07
90	32.48 + 2.01	37.29 + 2.01	27.22 + 2.01	30.10 + 2.01
120	39.87 + 1.87	45.02 + 1.87	43.16 + 1.87	44.71 + 1.87
150	59.43 + 2.29	58.31 + 2.29	56.03 + 2.29	54.40 + 2.29



ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้ อาหารเม็ดสำเร็จรูป ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน



ภาพที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (ซม) ของกึ่งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน



ภาพที่ 3 อัตราการรอด (%) ของกึ่งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ ปล่อยในอัตรา 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน

ตารางที่ 5 น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) อัตราการรอด (%) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูประยะเวลาเลี้ยง 150 วัน

	อัตราที่ 1 (5 ตัว/ตรม)	อัตราที่ 2 (10 ตัว/ตรม)	อัตราที่ 3 (15 ตัว/ตรม)	อัตราที่ 4 (20 ตัว/ตรม)
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	6.23 ± 0.78	6.88 ± 0.50	6.47 ± 0.54	6.47 ± 0.16
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม)	59.43 ± 1.64	58.31 ± 7.74	56.03 ± 4.89	54.40 ± 4.23
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม)	53.22 ± 1.87	52.10 ± 7.40	49.56 ± 4.59	47.91 ± 4.14
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	0.39 ± 0.02	0.39 ± 0.02	0.37 ± 0.02	0.36 ± 0.02
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	74.00 ± 1.73 ^a	62.50 ± 0.76 ^b	60.33 ± 1.54 ^b	59.58 ± 0.44 ^b
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.62 ± 0.13	1.89 ± 0.11	1.93 ± 0.02	1.94 ± 0.02
ผลผลิตรวม (กรัม/20 ตรม)	3,700 ± 0.21 ^d	6,250 ± 0.24 ^c	9,050 ± 0.32 ^b	11,900 ± 0.33 ^a

จากตารางที่ 4 และ 5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่อัตราการรอดตายและผลผลิตรวมสูงสุดพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตราการปล่อยกุ้งก้ามกราม 5 ตัว/ตรม มีอัตราการรอดตายสูงสุด ส่วนผลผลิตรวมสูงสุดของกุ้งก้ามกรามอยู่ที่อัตราปล่อยกุ้งก้ามกราม 20 ตัว/ตรม

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

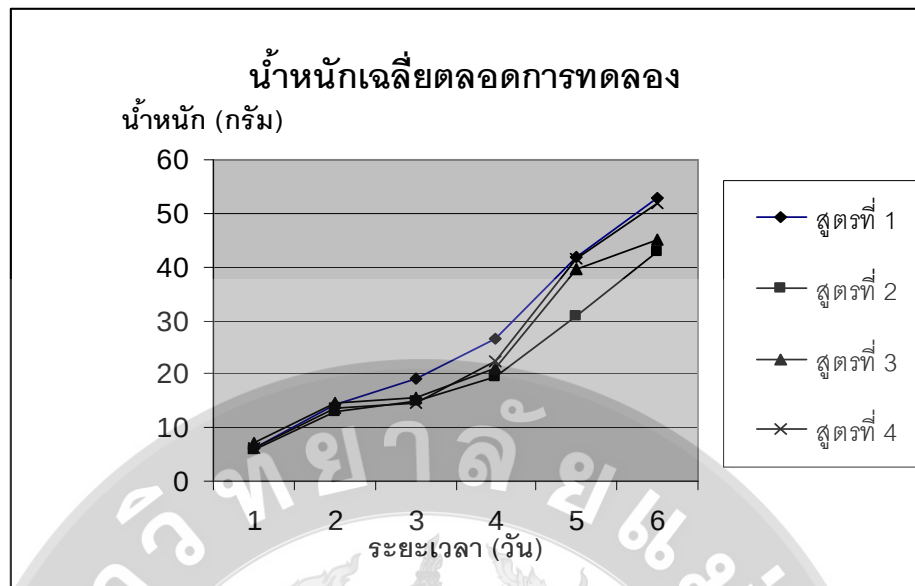
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) คุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27-29 °C ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28 °C ออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 3.88 ถึง 4.70 มก./ล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 มก./ล ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.28 ถึง 7.56 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.39 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 85.5 ถึง 90.6 มก./ล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.02 มก./ล ความกระด้าง อยู่ในช่วง 85.5 ถึง 91.6 มก./ล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.73 มก./ล แอมโมเนียไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.175 ถึง 0.206 มก./ล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.191 มก./ล ไนโตรท์ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.079 ถึง 0.115 มก./ล ค่าเฉลี่ยประมาณ 0.097 มก./ล ออโรฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.177 ถึง 0.200 มก./ล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.189 มก./ล ความขุ่นอยู่ในช่วง 192.6 ถึง 301.2

หน่วย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 253.58 หน่วย ชมรมพัฒนาประมง (2544) กล่าวว่า คุณภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลกุ้งวัยอ่อนมีค่า อยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส ส่วน pH ของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.5-8.3 ซะลอ, (2543) กล่าวว่า ความเป็นด่าง ในน้ำที่เหมาะสมต่อ 80-120 mg/l. และปริมาณ DO ต่ำ เกิน 5.00 mg/l จะทำให้กุ้งเจริญเติบโตช้า และอาจทำให้กุ้งตายได้ ส่วนระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้สัตว์น้ำตาย อยู่ในช่วง 0.4-2.0 mg/l

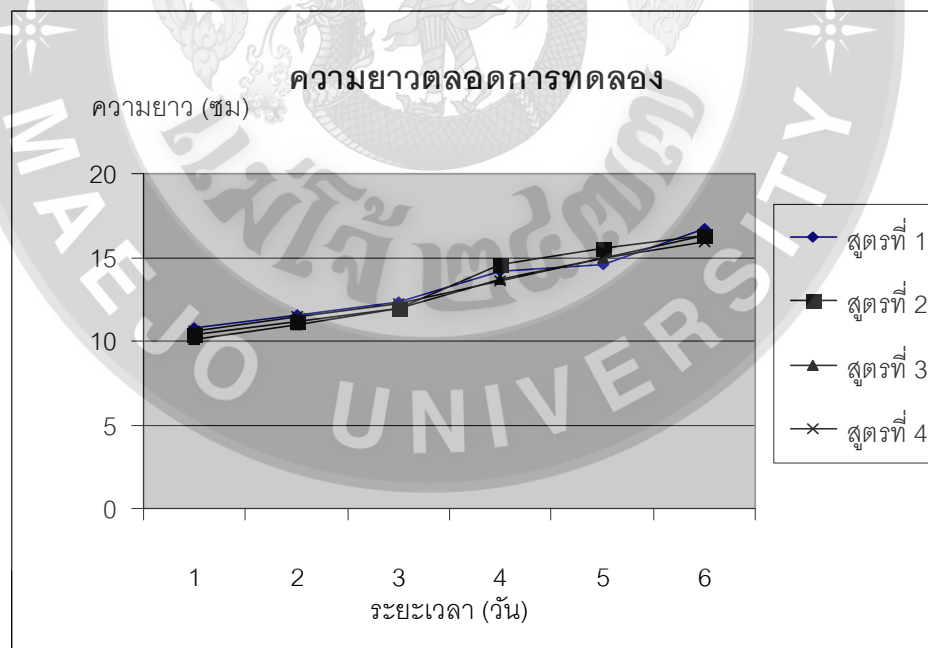
การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ในร่องสวนผลไม้ ปล่อยู่กุ้งที่ผ่านการคัดขนาดให้ใกล้เคียงกัน ลงเลี้ยงในบ่อดทดลอง โดยใช้สูตรอาหาร 4 สูตร ละครึ่ง 3 ซ้ำ ใช้ลูกกุ้งน้ำหนักเฉลี่ย 6.31 ± 0.84 กรัม ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองสรุปผลดังนี้

ตารางที่ 6 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน

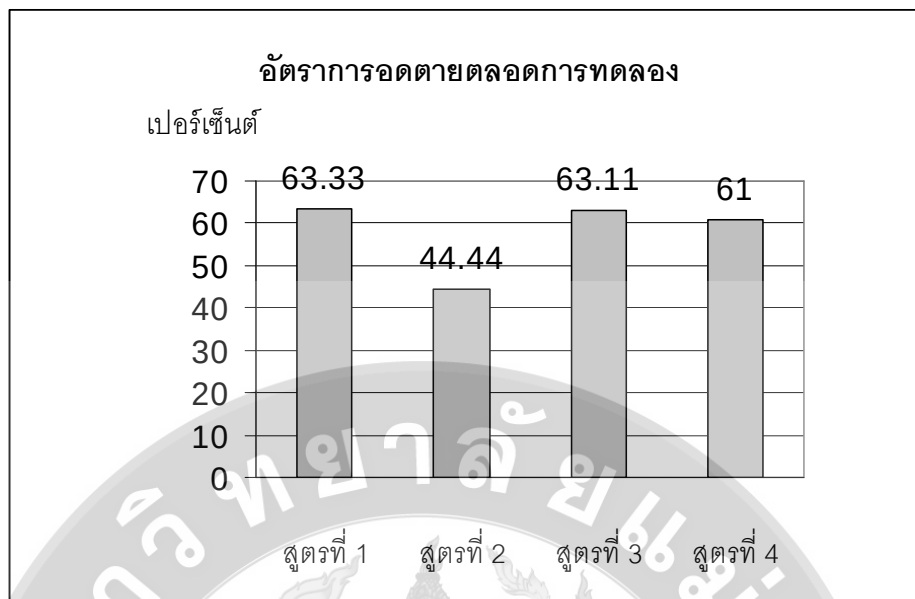
ระยะเวลา (วัน)	อาหารสูตรที่ 1 (อาหารสำเร็จรูป)	อาหารสูตรที่ 2 (สูตรพื้นบ้าน 1)	อาหารสูตรที่ 3 (สูตรพื้นบ้าน 2)	อาหารสูตรที่ 4 (สูตรพื้นบ้าน 3)
เริ่มทดลอง	6.31 ± 0.84	5.68 ± 0.84	7.09 ± 0.84	6.08 ± 0.84
30	14.32 ± 1.39	13.02 ± 1.39	14.72 ± 1.39	13.50 ± 1.39
60	19.02 ± 0.74	15.04 ± 0.74	15.64 ± 0.74	14.68 ± 0.74
90	26.75 ± 1.28	19.33 ± 1.28	20.96 ± 1.28	22.29 ± 1.28
120	41.83 ± 3.05	30.85 ± 3.05	39.72 ± 3.05	41.67 ± 3.05
150	52.87 ± 3.20	42.67 ± 3.20	45.17 ± 3.20	51.83 ± 3.20



ภาพที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม) ของกิ้งก่ามกรามที่เลี้ยงในโรงสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน



ภาพที่ 5 ความยาวเฉลี่ย (ซม) ของกิ้งก่ามกรามที่เลี้ยงในโรงสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน



ภาพที่ 6 อัตราการรอด (%) ของกิ้งก่ามกงามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน

ตารางที่ 7 น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม) อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน) อัตราการรอด (%) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกิ้งก่ามกงามที่เลี้ยงในร่องสวนผลไม้ โดยใช้อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารสูตรที่ 4 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน

	อาหารสูตรที่ 1 (อาหารสำเร็จรูป)	อาหารสูตรที่ 2 (สูตรพื้นบ้าน 1)	อาหารสูตรที่ 3 (สูตรพื้นบ้าน 2)	อาหารสูตรที่ 4 (สูตรพื้นบ้าน 3)
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	6.31±0.83	5.68±0.83	7.08±0.83	5.65±0.83
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดเฉลี่ย (กรัม)	52.87±3.20	42.67±3.20	45.17±3.20	51.83±3.20
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (กรัม)	46.55±3.34	36.99±3.34	38.08±3.34	46.19±3.34
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	0.31±1.63 ^a	0.24±1.63 ^b	0.25±1.63 ^b	0.29±1.63 ^{ab}
อัตราการรอด (เปอร์เซ็นต์)	63.33±9.23	44.44±9.23	63.11±9.23	61.00±9.23
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.21±0.14	2.33±0.14	2.28±0.14	2.11±0.14
ผลผลิตรวม (กรัม/20 ตอม)	5,800±0.69	4,530±0.69	5,250±0.69	5,320±0.69

จากตารางที่ 6 และ 7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการเปลี่ยนอาหาร อัตราการรอดตาย และผลผลิตรวมสูงสุดเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่อัตราการเจริญเติบโต พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) อาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) คุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกัน โดยอุณหภูมิอยู่ในช่วง 26.2 ถึง 32 °C ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 27.1 °C ออกซิเจนที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 3.48 ถึง 6.45 มก/ล ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.86 มก/ล ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.28 ถึง 7.56 ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.37 ความเป็นด่างอยู่ในช่วง 85.5 ถึง 109.6 มก/ล ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 103.6 มก/ล ความกระด้าง อยู่ในช่วง 85.5 ถึง 110.96 มก/ล ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 107.78 มก/ล แอมโมเนียไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.175 ถึง 0.206 มก/ล ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.145 มก/ล ไนโตรเจนไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.079 ถึง 0.145 มก/ล ค่าเฉลี่ย ประมาณ 0.127 มก/ล ออโรฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.105 ถึง 0.305 มก/ล ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.147 มก/ล ความขุ่นอยู่ในช่วง 198.6 ถึง 322.09 หน่วย ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 223.49 หน่วย ชมรมพัฒนาประมง (2544) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการอนุบาลกุ้งวัยอ่อนมีค่าอยู่ระหว่าง 27-29 องศาเซลเซียส ส่วน pH ของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.5-8.3 ชะลอ, (2543) กล่าวว่า ความเป็นด่างในน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง คือ 80-120 mg/l และถ้าปริมาณ DO ต่ำ เกิน 5.00 mg/l จะส่งผลทำให้กุ้งเจริญเติบโตช้า และอาจทำให้กุ้งตายได้ ความเข้มข้นของ แอมโมเนีย ที่ทำให้สัตว์น้ำตาย อยู่ในช่วง 0.4-2.0 mg/l

วิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาอัตราการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ในร่องสวนผลไม้โดยใช้อาหารสำเร็จรูป ปล่อยกุ้งก้ามกราม โดยใช้อัตราการปล่อย 5, 10, 15 และ 20 ตัว/ตรม ผลการทดลองพบว่า อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่าอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 0.39, 0.39, 0.37 และ 0.36 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 53.22, 52.10, 49.56 และ 47.91 ตามลำดับ ค่าน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 59.43, 58.31, 56.03 และ 54.40 ตามลำดับ และค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 1.61, 1.89, 1.92 และ 1.94 ตามลำดับ

ส่วนอัตราการรอดตาย ผลการทดลองพบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) อัตราการปล่อย 5 ตัว/ตรม มีอัตราการรอดตายดีที่สุด รองลงมาได้แก่ 10,15 และ 20 ตัว/ตรม ค่าอัตราการรอดตายเท่ากับ 74.00, 62.50, 60.33 และ 59.58 ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงว่าความหนาแน่น ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีผลต่ออัตราการรอดตาย ซึ่งสอดคล้องกับ บุรฉัตร และ ไพบุลย์ (2540) ทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามอายุ 3 วัน ในบ่อซีเมนต์กลมจนเป็นลูกกุ้งคว่ำเกิน 50% พบว่าอัตราการปล่อย 150 ตัว/ลิตร มีอัตรารอด (55.09%) สูงกว่าอัตราการปล่อย 200 และ 250 ตัว/ลิตร แต่อัตราการปล่อย 250 ตัว/ลิตร ให้ผลผลิตเฉลี่ย (64,623 ตัว/บ่อ) สูงกว่า และต้นทุนการผลิต (0.057 บาท/ตัว) ต่ำกว่า Ang และคณะ (1992) ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในกระชังด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่น 10 ตัว/ตรม. กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 และ 50 ตัว/ตรม. อย่างไรก็ตามที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตรม. จะได้น้ำหนักรวมสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งตรงกับผลการทดลอง อัตราปล่อยกุ้งก้ามกราม 20 ตัว/ตรม จะได้ผลผลิตสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง รองลงมาได้แก่อัตราปล่อย 15, 10 และ 5 ตัว/ตรม ค่าผลผลิตสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลองเท่ากับ 11.90, 9.05, 6.25 และ 3.70 กิโลกรัมตามลำดับ ศศิวิมล (2544) รายงานว่าในการเลี้ยงกุ้งใหญ่ ควรปล่อยกุ้งในอัตรา 10 ตัว/ตรม. ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัว โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน ยนต์ (2529) การปล่อยกุ้งก้ามกรามลงบ่อเลี้ยงควรจะเป็นลูกกุ้งที่คว่ำอายุประมาณ 1-4 สัปดาห์ การปล่อยลูกกุ้งที่เพิ่งคว่ำลงเลี้ยงมักมีอัตราการรอดต่ำ อัตราการปล่อยลูกกุ้งควรอยู่ในช่วง 5-20 ตัวต่อตารางเมตร ถ้าเลี้ยงหนาแน่นมากกว่า 5 ตัวต่อตารางเมตร ควรใช้เครื่องตีน้ำหรืออุปกรณ์เพิ่มออกซิเจนในบ่อ Shang and Fujimura (1977) บอกว่า ระดับความหนาแน่นของการปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามลงบ่อ โดยคำนึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ควรจะปล่อยลูกกุ้งในช่วง 10-20 ตัวต่อตรมที่เหมาะสมที่สุด คือ 17 ตัวต่อตารางเมตร ของพื้นที่พื้นผิวดินใต้ท้องน้ำ

Varikul and Pongsuwana (1972) รายงานว่าการเลี้ยงกุ้งที่ต่างระดับความหนาแน่นคือ 5,10 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร พบว่า น้ำหนักในแต่ละบ่อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เพียงอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งที่เลี้ยงที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร จะต่ำกว่าบ่อ 5, 10 ตัวต่อตารางเมตร แต่ผลผลิตที่ได้ต่อ พบว่าบ่อความหนาแน่นที่ 20 ตัวต่อตารางเมตร จะให้ผลผลิตสูงกว่า

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้วัสดุอาหารพื้นบ้านเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวนผลไม้ ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ผลผลิตรวม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ คำน้ำหนักเฉลี่ยที่

เพิ่มขึ้น เท่ากับ 46.55, 46.18, 38.08 และ 36.99 ตามลำดับ คำนำน้หนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เท่ากับ 52.87, 51.83, 45.17 และ 42.67 ตามลำดับ ค่าอัตราการรอดตายเท่ากับ 63.33, 63.11, 61.00 และ 44.44 ตามลำดับ ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 2.11, 2.21, 2.28 และ 2.33 ตามลำดับ และ ค่าผลผลิตรวมเท่ากับ 5.80, 5.31, 5.25 และ 4.57 ตามลำดับ

ส่วนอัตราการเจริญเติบโต พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) อาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโต ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ อาหารสูตรที่ 4 อาหารสูตรที่ 3 และ อาหารสูตรที่ 2 ค่า อัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.31, 0.29, 0.25 และ 0.24 ตามลำดับ จากผลการทดลองสอดคล้องกับ ทวีและขวัญกมล (2535) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% และอาหารที่นิยมใช้เป็นอาหารผสมแห้งอัดเม็ดที่คงสภาพในน้ำได้นาน 12-24 ชม. โดยให้อาหารอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในตอนเย็น อัตราให้อาหารควรให้ในปริมาณที่กินหมดพอดี โดยมีการตรวจดูอาหารเหลือที่ก้นบ่อทุกวันเพื่อปรับปริมาณการให้ มะลิ และอมรรัตน์ (2539) รายงานว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมวิตามินซี มีอัตราการรอดสูงกว่ากุ้งที่รับอาหารที่ไม่ได้เสริมวิตามินซี 46.03% ยนต์ (2529) การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในร่องสวน ที่มีความลึกพอประมาณมีน้ำสำหรับถ่ายเปลี่ยนและไม่มีปัญหาการใช้ยาฆ่าแมลงหรือยากำจัดวัชพืชที่เป็นอันตรายต่อกุ้ง อาจดัดแปลงมาใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามได้ โดยเฉพาะบริเวณที่มีแหล่งน้ำทำให้สามารถถ่ายน้ำได้โดยสะดวกไม่ต้องใช้เครื่องสูบน้ำทำให้ลดค่าใช้จ่าย การดัดแปลงร่องสวนเพื่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามก็เพียงปรับระดับความลึกให้เหมาะสม ทำประตูน้ำหรือท่อน้ำเข้าพร้อมระบบกรองน้ำเพื่อป้องกันพวกปลาเข้าในร่องสวน การกรองอาจใช้ถุงฉนวนมุ้งเขียว หรือ ผ้ากรองตาถี่ผูกตรงท่อน้ำเข้า หรือ ใช้เป็นแผงมุ้งเขียวกันตรงประตูน้ำเข้าประตูระบายน้ำทิ้ง ให้สร้างไว้คนละด้านกับทางน้ำเข้า และมีตะแกรงกรองน้ำ เพื่อป้องกันกุ้งออกไปกับน้ำบางส่วนของร่องสวน

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2526. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 35 น.
- ชมรมพัฒนาประมง. 2523-2524. การเพาะเลี้ยงกุ้ง. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 10 น.
- ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2542. กุ้งก้ามกราม. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ. 5 น.
- ทวี จินตธรรม และขวัญกมล กลิ่นมีสุข. 2535. การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร. 15 น.
- ธวัช อารีกุล. 2529. แนวทางการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งแชบ๊วยตามป้าชายเลนและการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อระบบควบกต. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. 72 น.
- บรรจง เทียนสงวรมี. 2535. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 81 น.
- บุรฉัตร จันทกานนท์และไพบุลย์ วรสายัณห์. 2540. การทดลองอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามด้วยอัตราปล่อย 3 ระดับ. ในการสัมมนาวิชาการประจำปี 2542, บทคัดย่อ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- ประจวบ หล้าอุบล. 2527. กุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 39 น.
- ปิยะพงษ์ โชติพันธุ์. 2529. การเลี้ยงกุ้ง. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 23 น.
- มะลิ บุญยรัตดิน และอมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกราม. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 1/2539. กองควบคุม และพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 17 น.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางประมง. ฝ่ายหน่วย วิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง. 113 น.
- ยนต์ มุสิก. 2539. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 5 น.
- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2543. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120 น.

- ศุภชัย นิลวานิช. 2543. กลเม็ดสร้างอนาคตกับกุ้งก้ามกราม. สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ. 14 น.
- อังสุณี ชุณหปภาณ. 2538. การเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม ในทะเลสาบสงขลา. วารสารการประมง 48(3) : 229-233.
- Amornsakun, T., Hassan, A., 1996. Optimum stocking densities on culturing of freshwater catfish, *Claria batrachus*.
- Ang, K.J. Komilus, C.S. Cheah, S.H. 1992. culture of *Macrobrachium rosenbergii* in cages IN : Proceedings of third Asian Fisheries Forum, Abstract, Manila, Philipines. P.127.
- Balazs. G.H., E. Ross and C.C. Brooks. 1973. Effect of protein source and level on growth of captive fresh water prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricult. Soc. 5: 1-14.
- Praneet Damrongphol and Pleanphit Jaroensastraraks. 2001. Morphology and Regional Distribution of the primordial Germ Cell in the Faints Freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Science Asia 27(2001) : 15 -19.
- Shang, Y.C. and Fujimura, T. "Experimental aquaculture of Malaysian prawn, (*Macrobrachium rosenbergii*.) farming in Hawaii." Aquaculture, 1 (1977) : 99-110.
- Varikul, V., and Pongsuwana, "Review of giant freshwater prawn cultureing in Thailand." First ASEAN semina onshrimp culture, 12-18 December, Bangkok, Thailand, 1972.

โครงการวิจัยย่อยที่ 4

การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่
ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ

หัวหน้าโครงการวิจัย

จنگล พรหมยะ

บทคัดย่อ

การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน โดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัย ขณะกุ้งลอกคราบ โดยเลี้ยงในบ่อดิน ณ มหาวิทยาลัย แม่โจ้ ปี พ.ศ 2547 มีแบ่งการทดลอง เป็น 4 หน่วยการทดลอง ดังนี้ กุ้งก้ามกรามอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม (T_1) กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ (T_2) กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) และ กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์ (T_4) ทำการสุม่น้ำหนัก และวัดความยาวทุกๆ 15 วัน ระยะเวลาในการเลี้ยง 150 วัน เมื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ($P \leq 0.05$) พบว่า กุ้งก้ามกราม ที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) และ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ (T_2) มี ผลผลิตกุ้งก้ามกราม และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) มากกว่า T_4 และ T_1 ตามลำดับ แต่อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Marginal rate of net return :%) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็น ท่อ PVC (T_3) ได้ผลตอบแทน ดีกว่า T_2 , T_4 และ T_1 ตามลำดับ แต่คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี แต่ละปัจจัยทั้ง 4 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

Abstract

Increasing mass production of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in Maejo University earthen pond with 3 different artificial habitat. Four treatments CRD was designed for T_1 Giant freshwater prawn with no artificial habitat (Control) , T_2 Giant freshwater prawn with artificial habitat bamboo , T_3 Giant freshwater prawn with artificial habitat PVC, T_4 Giant freshwater prawn with artificial habitat cement. The culture commercial diets + 1% *Spirulina* feed were used for all treatments (Stocking rate of 20 ind/m²), for the period of 150 days. Results showed that the production of prawn and protein efficiency ratio (PER) with T_3 and T_2 had significantly higher than T_4 and T_1 ($p \leq 0.05$) respectively but survival rate ,FCR and repay economic T_3 had significantly higher than T_2 , T_4 and T_1 ($p \leq 0.05$) respectively. Water quality was no significant difference ($p \leq 0.05$).

บทนำ

กุ้งก้ามกรามหรือที่รู้จักกันดีในอีกชื่อหนึ่งว่า “กุ้งหลวง” ที่มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Giant freshwater prawn และมีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* เป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ เนื้อมีรสชาติดีขนาด ตัวที่ใหญ่ที่สุดตามรายงานตัวผู้มีความยาว 32 เซนติเมตร ตัวเมียมีความยาว 25 เซนติเมตร ในประเทศไทยพบใหญ่ที่สุดที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ยาว 25 เซนติเมตร น้ำหนัก 40 กรัม (ศุภชัย, 2543) ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นอาชีพหนึ่งที่ทำรายได้ให้แก่เกษตรกรหรือผู้ประกอบการ จึงมีผู้นิยมเลี้ยงอยู่ทั่วไปทุกภาคของประเทศไทย แต่โดยมากมักจะเลี้ยงหนาแน่นในภาคกลาง เช่น สุพรรณบุรี นครปฐม ปทุมธานี อยุธยา อ่างทอง และสมุทรสาคร เป็นต้น (บรรจง, 2535) ส่วนมากเลี้ยงในบ่อดินให้อาหารสำเร็จรูป และอาจมีการเสริมด้วยอาหารสดหรือผลิตอาหารเม็ดเอง เฉลี่ย 250 – 700 กิโลกรัม / ไร่ / ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความชำนาญของผู้เลี้ยง การดูแลเอาใจใส่ อาหารที่ใช้เลี้ยง สถานที่ตั้งของบ่อ ซึ่งมีผลต่อคุณภาพน้ำ โรค และศัตรู เป็นต้น (ชูชัย, 2542) จากการวิจัยของ สุวรรณภรณ์ และจกกล, 2542 ทนสภาวิจัย ปีงบประมาณ 2541 ในรายงานผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับพรรณไม้น้ำชนิดบัว มีอัตราการรอดและผลผลิตเท่ากับ 12 % หรือ 336 กิโลกรัม / ไร่ ซึ่งอัตราการตายและผลผลิตดังกล่าวสูงกว่าการเลี้ยงกุ้งกับสาหร่ายหางกระรอก กุ้งก้ามกรามกับผักกระเฉด และกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวตามลำดับ

ในการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรีจะปล่อยในอัตรา 100 ตัว/ตารางเมตร และจับกุ้งเมื่ออายุ 4 – 5 เดือน ได้ผลผลิตประมาณ 192 – 256 กิโลกรัม/ไร่ (ชูชัย, 2542) ผลการวิจัยและการเลี้ยงของเกษตรกรดังกล่าว จัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปานกลางค่อนข้างต่ำ โดยเฉพาะอัตราการรอดยังถือว่าค่อนข้างต่ำ

ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม คือการเพิ่มอัตราการให้สูงขึ้น ซึ่งวิธีการที่ดีอันหนึ่งคือการปลูกพืชพรรณไม้น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง แต่จากการวิจัยของ คณะวิจัย ปี 2541 ที่กล่าวมาพืชพรรณไม้น้ำมีปัญหามากในการสุมเช็ดกุ้ง และการเก็บผลผลิต กุ้ง เพราะต้องใช้แรงงานมากในการเก็บผลผลิตพรรณไม้น้ำออกจากบ่อเลี้ยงกุ้ง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้จึงหาแนวทางในการแก้ไข โดยใช้วัสดุเทียม (Artificial habitat) แทนพรรณไม้น้ำ โดยให้ลักษณะคล้ายบัวและวัสดุเทียมสามารถเก็บเกี่ยวได้ง่าย เพื่อเป็นการเพิ่มที่หลบซ่อนของกุ้งขณะลอกคราบเพื่อลดการกินกันเอง จากแนวคิดดังกล่าวจึงควรมีการศึกษาถึงผลของวัสดุเทียม

ประเภทต่างๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เพื่อเปรียบเทียบว่าวัสดุเทียมชนิดใดมีความเหมาะสมต่อการเพิ่มอัตราการรอดและผลผลิตกุ้งก้ามกรามให้สูงขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

อุปกรณ์ในการวิจัย

- บ่อเลี้ยงกุ้ง ขนาด 100 m^2 จำนวน 12 บ่อ
- เครื่องสูบน้ำ และ เครื่อง ปั่นลม
- เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ เช่น pH meter , DO meter, Spectrophotometer , เครื่องแก้ว
- ลูกกุ้ง และ อาหารกุ้ง
- สาหร่าย *Spirulina platensis* ผง

วิธีการ

1. การเตรียมการดำเนินงาน

1.1 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแบ่ง เป็น 4 กลุ่มทดลอง (Treatment) กลุ่มละ 3 ซ้ำดังนี้

T1	หมายถึง	กุ้งก้ามกรามอย่างเดียวไม่มีวัสดุเทียม
T2	หมายถึง	กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่
T3	หมายถึง	กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC
T4	หมายถึง	กุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นซีเมนต์

ทั้ง T2 , T3 , T4 ลักษณะของวัสดุเทียมประยุกต์คล้ายคลึงกับลักษณะของบัว (Emerged plant)



ภาพที่ 1 บ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ภาพที่ 2 การสุมกุ้ง

ภาพที่ 3 การชั่งน้ำหนักกุ้ง

1.2 ทำการปล่อยลูกกุ้งก้ามกรามความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร (อายุประมาณ 2 เดือน) ในบ่อดินขนาดประมาณ 100 ตารางเมตร จำนวน 12 บ่อ (ภาพที่ 2) ในอัตราปล่อย 10 ตัวต่อตารางเมตร (บ่อละ 1,000 ตัว)

1.3 ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกรามที่ขายตามท้องตลาดผสมกับสาหร่าย *Spirulina platensis* 3 % ให้อาหาร วันละ 3-4 ครั้ง

1.4 เปลี่ยนถ่ายน้ำในบ่อเลี้ยงทุก 15 - 30 วัน หรือ ตามความเหมาะสมตลอด

ระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 5-6 เดือน

1.5 ทำการจับเพียงครั้งเดียวหมดบ่อ เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

2. ขั้นตอนและวิธีการเก็บข้อมูล

2.1 สุ่มนับจำนวนลูกกุ้ง ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวเมื่อแรกปล่อย และทุก ๆ 2-3 สัปดาห์ (รูป 2 และ 3) จนถึงสิ้นสุดการทดลอง เพื่อกำหนดหาอัตราการรอด อัตราการเจริญเติบโตและผลผลิตสุดท้าย

2.2 บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ในแต่ละมื้อและน้ำหนักรวม เพื่อกำหนดหาอัตราการแลกเนื้อ (Feed Conversion Ratio)

2.3 นำข้อมูล คำนวณหาค่าต่าง ๆ เปรียบเทียบแต่ละ Treatment ดังนี้

2.3.1 การเจริญเติบโต (Growth rate)

1. อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม / วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น}}{\text{จำนวนวัน}}$$

จำนวนวัน

2. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth rate (SGR) % / วัน)

$$= \frac{(\ln \text{ น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย} - \ln \text{ น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น})}{\text{จำนวนวัน}} \times 100$$

2.3.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อหรืออัตราการแลกเนื้อ (Feed

$$\text{Conversion Ratio หรือ FCR}) = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

2.3.3 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Ratio หรือ PER)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน}}$$

$$2.3.4 \text{ อัตราการรอด} = \frac{\text{จำนวนปลาที่เหลือ}}{\text{จำนวนปลาที่เริ่มต้น}} \times 100$$

2.3.5 ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ประเมินจาก

$$\text{Marginal rate of net return (\%)} = \frac{\text{ผลรวมตอบแทน} \times 100}{\text{ผลรวม ต้นทุนการผลิต}}$$

2.4 ตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ โดยใช้คู่มือ (APPHA , AWW and WPCF, 1992 ; ศิริเพ็ญ, 2543) ทุก ๆ 2-3 สัปดาห์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำตลอดการทดลอง

3.การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์โดยวิธีของ Duncan Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Student T-Test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4.เสนอแนวทางในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียม

เพื่อให้มีอัตราการรอดตายและผลผลิตสูง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผลการทดลองที่ได้และจัดทำรายงานผลการศึกษา ถ่ายทอดให้เกษตรกรต่อไป

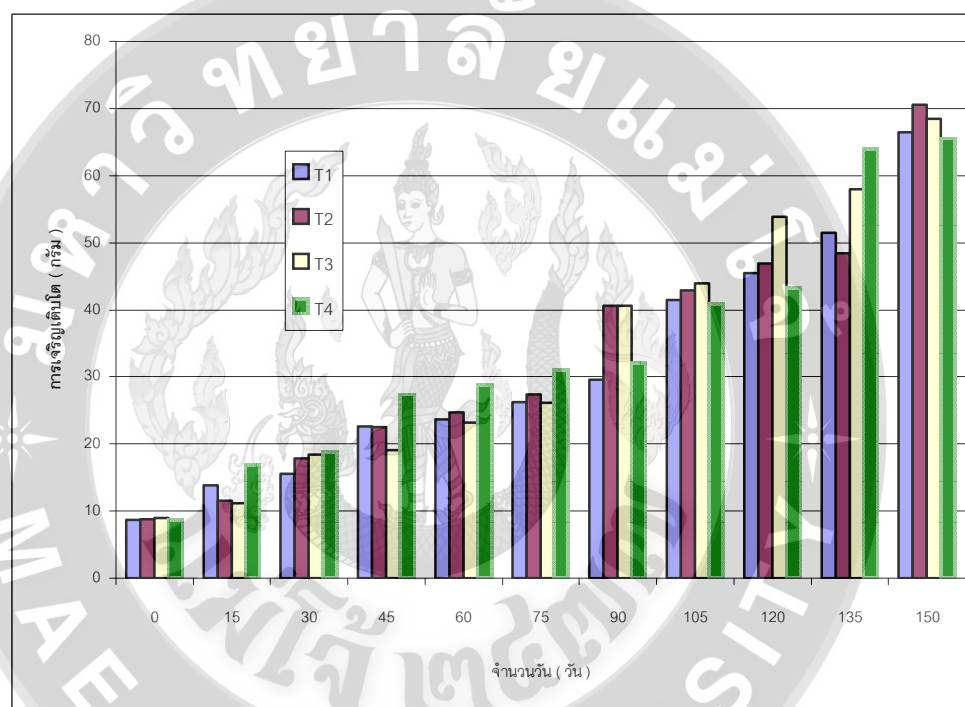
ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ (ค่าเฉลี่ย $\pm$ SD) อัตราการรอด ผลผลิตรวม กก./ไร่ เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อ หรืออัตราการแลกเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Marginal rate of net return:%) และคุณภาพน้ำของแต่ละหน่วยทดลองในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

Treatment Parameter	กุ้งก้ามกรามอย่าง เดียวไม่มีวัสดุเทียม (T ₁)	กุ้งก้ามกรามร่วมกับ วัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ (T ₂)	กุ้งก้ามกรามร่วมกับ วัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T ₃)	กุ้งก้ามกราม ร่วมกับวัสดุเทียมที่ เป็นซีเมนต์ (T ₄)
อัตราการรอด (%)	43.57 $\pm$ 1.67 ^c	55.72 $\pm$ 4.77 ^b	68.43 $\pm$ 2.05 ^a	58.57 $\pm$ 5.49 ^b
ผลผลิตเฉลี่ย กก./ไร่ (kg)	357.34 $\pm$ 10.67 ^c	482.67 $\pm$ 24.00 ^a	509.22 $\pm$ 18.67 ^a	435.57 $\pm$ 32.59 ^b
อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม / วัน)	0.42 $\pm$ 0.01 ^b	0.46 $\pm$ 0.02 ^a	0.40 $\pm$ 0.01 ^{bc}	0.38 $\pm$ 0.02 ^c
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (% / วัน)	1.44 $\pm$ 0.01 ^a	1.45 $\pm$ 0.04 ^a	1.36 $\pm$ 0.04 ^b	1.33 $\pm$ 0.06 ^b
Feed Conversion Rate(FCR)	2.37 $\pm$ 0.11 ^a	1.62 $\pm$ 0.09 ^{bc}	1.54 $\pm$ 0.09 ^c	1.75 $\pm$ 0.03 ^b
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER)	14.10 $\pm$ 0.63 ^c	20.73 $\pm$ 1.26 ^a	21.77 $\pm$ 1.36 ^a	18.13 $\pm$ 1.59 ^b
ศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Marginal rate of net return:%)	104.56 $\pm$ 3.12 ^c	141.23 $\pm$ 7.02 ^{ab}	149.03 $\pm$ 5.46 ^a	132.65 $\pm$ 3.12 ^b
อุณหภูมิน้ำ (°C)	27.71 $\pm$ 0.06 ^{ns}	27.60 $\pm$ 0.10 ^{ns}	27.37 $\pm$ 0.30 ^{ns}	27.27 $\pm$ 0.30 ^{ns}
pH (Units)	7.63 $\pm$ 0.06 ^{ns}	7.60 $\pm$ 0.15 ^{ns}	7.46 $\pm$ 0.40 ^{ns}	7.09 $\pm$ 0.10 ^{ns}
DO (mg / l)	6.78 $\pm$ 0.08 ^{ns}	6.60 $\pm$ 0.20 ^{ns}	6.18 $\pm$ 0.10 ^{ns}	6.31 $\pm$ 0.20 ^{ns}
BOD ₅ (mg/l)	3.63 $\pm$ 0.02 ^{ns}	3.50 $\pm$ 0.03 ^{ns}	3.37 $\pm$ 0.01 ^{ns}	3.26 $\pm$ 0.09 ^{ns}
ความขุ่นของน้ำ (NTU)	33.53 $\pm$ 0.06 ^{ns}	31.98 $\pm$ 1.18 ^{ns}	30.93 $\pm$ 0.90 ^{ns}	29.27 $\pm$ 0.39 ^{ns}
Alkalinity (mg/l)	100.63 $\pm$ 0.67 ^{ns}	98.10 $\pm$ 0.03 ^{ns}	97.47 $\pm$ 0.76 ^{ns}	94.45 $\pm$ 0.33 ^{ns}
PO ₄ -P (mg/l)	0.16 $\pm$ 0.23 ^{ns}	0.06 $\pm$ 0.97 ^{ns}	0.06 $\pm$ 0.67 ^{ns}	0.02 $\pm$ 0.52 ^{ns}
NH ₄ -N (mg/l)	0.42 $\pm$ 0.76 ^{ns}	0.31 $\pm$ 0.66 ^{ns}	0.24 $\pm$ 0.33 ^{ns}	0.21 $\pm$ 0.05 ^{ns}
NO ₃ -N (mg/l)	0.003 $\pm$ 0.006 ^{ns}	0.003 $\pm$ 0.001 ^{ns}	0.002 $\pm$ 0.001 ^{ns}	0.002 $\pm$ 0.0002 ^{ns}

หมายเหตุ The mean $\pm$ SD in the same row with different superscribe are significant at the difference ($p \leq 0.05$).

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า กุ้งก้ามกราม ร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) และกุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นไม้ไผ่ (T_2) มี ผลผลิตกุ้ง กก./ไร่ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (PER) มากกว่า T_4 และ T_1 ตามลำดับ แต่ อัตราการรอด อัตราการเปลี่ยนอาหารไปเป็นเนื้อหรืออัตราการแลกเนื้อ (FCR) และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Marginal rate of net return :%) กุ้งก้ามกราม ร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) ดีกว่า T_2 , T_4 และ T_1 ตามลำดับ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมีแต่ละปัจจัยทั้ง 4 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ



ภาพที่ 4 ผลการเจริญเติบโตเฉลี่ยของกุ้งก้ามกราม ทั้ง 4 หน่วยทดลอง ตลอดการเลี้ยง 150 วัน พบว่า การเจริญเติบโตเริ่มมีความแตกต่างกันมาก ตั้งแต่กุ้งอายุ 45 วัน เป็นต้นไป



ภาพที่ 5 กุ้งก้ามกรามแต่ละหน่วยทดลอง ขนาดใกล้เคียงกัน

จากการทดลองพบว่า กุ้งก้ามกรามมีอัตราการรอด และผลผลิตกุ้งค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ PVC (T_3) เมื่อเปรียบเทียบกับ งานวิจัยของสุวราภรณ์ และจกกล, 2542 ทุนสภาวิจัย ปีงบประมาณ 2541 ในรายงานผลงานวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับพรรณไม้น้ำชนิดบัว มีอัตราการรอดและผลผลิตเท่ากับ 12 % หรือ 336 กิโลกรัม / ไร่ ตามลำดับ และมากกว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี จะปล่อยในอัตรา 100 ตัว / ตารางเมตร และจับกุ้งเมื่ออายุ 4 – 5 เดือน ได้ผลผลิตประมาณ 192 – 256 กิโลกรัม / ไร่ (ชูชัย, 2542) การที่กุ้งมีอัตราการรอด และการเจริญเติบโตที่สูง น่าจะมีสาเหตุมาจากปัจจัย 2 ประการ คือ คุณภาพลูกกุ้ง และการจัดการทางด้านพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ และด้านอาหารกุ้งมีการผสม สาหร่าย *Spirulina* 3 % ในอาหารกุ้งแต่ละมื้อ

การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน โดยเลี้ยงร่วมกับวัสดุเทียมเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ ให้มีอัตราการรอดสูง อัตราการแลกเนื้อ (FCR) และศักยภาพทางเศรษฐศาสตร์ (Marginal rate of net return :%) สูง อาจต้องมีการเลี้ยง กุ้งก้ามกราม ร่วมกับวัสดุเทียมที่เป็นท่อ 14 PVC (T_3) เพราะมีผลตอบแทน ดีกว่า T_2 , T_4 และ T_1 ตามลำดับ คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมีแต่ละ บ้างัยทั้ง 4 หน่วยทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

โครงการฝึกอบรม “ การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน ”

วัตถุประสงค์การฝึกอบรม

1. ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามให้แก่เกษตรกรและผู้สนใจ
2. เพื่อให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม เพื่อเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเสริมรายได้ให้เกษตรกร

กลุ่มเป้าหมาย

เกษตรกรและผู้สนใจ จำนวน 30 คน



ภาพที่ 6 การบรรยายโครงการอบรมการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม



ภาพที่ 7 การรับประทานอาหารกลางวันร่วมกัน

อุปกรณ์และสถานที่

1. อุปกรณ์

- บ่อเลี้ยงกุ้ง ขนาด 100 m² จำนวน 12 บ่อ
- เครื่องสูบน้ำ และ เครื่อง ปั๊มลม
- เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ เช่น pH meter , DO meter, Spectrophotometer , เครื่องแก้ว
- ลูกกุ้ง และ อาหารกุ้ง
- สาหร่าย *Spirulina platensis* ชนิดผง

2. สถานที่

- ห้องประชุมภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ตารางที่ 2 ตารางหลักสูตรการฝึกอบรม

ในการฝึกอบรมโครงการอบรมการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน ประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

เวลา	09.00-10.30	10.30 - 10.40	10.40-12.00	12.00 - 13.00	13.00-14.30	14.30 - 14.40	14.40-16.00
วันที่ 1	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ กุ้งก้ามกราม อ.จงกล พรมยะ	พักรับประทานอาหารว่าง	การเลี้ยงกุ้ง ก้ามกรามร่วมกับ วัสดุเทียม อ.จงกล พรมยะ	พักรับประทานอาหารกลางวัน	การทำอาหารกุ้ง ก้ามกรามผสม สาหร่ายสไปรูลินา ผศ.ดร.นิวุฒิ หวังชัย	พักรับประทานอาหารว่าง	การทำอาหารกุ้ง ก้ามกรามผสม สาหร่ายสไปรูลินา ผศ.ดร.นิวุฒิ หวัง ชัย

3. ดำเนินการอบรม

วันศุกร์ที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2548 ณ ห้องประชุมภาควิชาเทคโนโลยีการประมง
คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวนผู้เข้าร่วมอบรม 30 คน ดังรายชื่อ
ต่อไปนี้

- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1. นายทิวา จันทะเจริญ | 2. นางจุฬารัตน์ สุขมารมย์ |
| 3. นางปราณี วิริยะสุธี | 4. นายธนิต พงษ์ศิริวงศ์ |
| 5. นายหัสชัย จงกลรอด | 6. นายเรืองชัย ศิลปวรเศรษฐ์ |
| 7. นายชนกันต์ จิตมนัส | 8. นายอำนวย เยี่ยงวรกุล |
| 9. น.ส.รัตนากร เสวตกุล | 10. น.ส.อัจฉรา ไสลงูมิ |
| 11. น.ส.อารีวัฒน์ อรุณสิทธิ์ | 12. น.ส.น้ำเพชร ประกอบศิลป์ |
| 13. นายจตุรงค์ เชื้อนคำ | 14. นายพนมเทียน อมรเลิศวิทย์ |
| 15. นายอุดร วงศ์ไชย | 16. นายภูวดล ดวงเทียน |
| 17. นายจักรพงษ์ สกบุญมา | 18. นายมานัส จันตรา |
| 19. น.ส. รัตติยานันท์ สมศรีใส | 20. นายสุฤทธิ สมบูรณ์ชัย |
| 21. นายโชคชัย ใจคำธรรม | 22. นายอานุภาพ วรณคนาพล |
| 23. นายเสกสรรค์ ไชยพันธุ์ | 24. นายสุทัศน์ บันโนจา |
| 25. นายวิทยา ทาวงศ์ | 26. นายบัญชา ขวาลไชย |
| 27. น.ส. ภฤศ แซ่หล่อ | 28. นายสมโภชน์ จันทร์ลอย |
| 29. น.ส. นิรมล ดงหงส์ | 30. นายกิตติชาติ ลีวีรกุล |

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2543. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม กลเม็ดสร้างอนาคตกับกุ้งก้ามกราม. สำนักพิมพ์ มติชน, กรุงเทพฯ. 9น
- เจริญ ธรรมวิจิตร. การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. 2539. นิตยสารสัตว์น้ำ 82 (7). สมุทรปราการ. 95-98น.
- ชะลอ ถิ่นสุวรรณ. 2545. ผลของสารเสริมในอาหารต่อสุขภาพและภูมิคุ้มกันโรคของกุ้ง. นิตยสารสัตว์น้ำ 155(13) : 93-96น.
- ชูชัย ลีลาหาวงศ์ และ สิทธิศักดิ์ สุวเจตน์. 2542. การทำฟาร์มกุ้งก้ามกราม. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ 85 หน้า.
- ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2542. กุ้งก้ามกราม. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี. 77น.
- ธานี พุนดี, ศักดิ์ชัย ชูโชติ และปวีณา กิจสวัสดิ์. 2531. อัตรารอดและการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ในบ่อคอนกรีต โดยการใส่ที่หลบภัยต่างกัน. วารสารแก่นเกษตร 16(5) : 251- 256.
- นิรุฒิ หวังชัย. อาหารปลา. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง. คณะผลิตกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 162น.
- บรรจง เทียมสงวรงค์. 2535. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 107 หน้า.
- เพทาย พรเพ็ญ. 2542. การเปรียบเทียบอัตราการรอดตายและผลผลิตกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงร่วมกับพืชพรรณไม้น้ำ. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง. คณะผลิตกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 37 น.
- เวียง เชื้อโพธิ์ทัก. 2543. โภชนศาสตร์สัตว์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 104 น.
- ศิริเพ็ญ ตรีชัยพร. 2543. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ศุภชัย นิลวานิช. 2543. กลเม็ดสร้างอาหารอนาคตกุ้งก้ามกราม. สำนักพิมพ์มติชน. กรุงเทพฯ. 104 หน้า.
- สถาพร ดิเรกบุษราคม และพุทธ ส่องแสงจินดา. 2542. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ “ความสำคัญของออกซิเจนกับการเลี้ยงกุ้ง”. นิตยสารสัตว์น้ำ 116 (10) สมุทรปราการ: 21-24น.

- สมพงษ์ สุวรรณทศ. 2546. กลวิธีการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย. วารสาร
ประมง 56(3) : 207-205.
- สุภาพร สุขสีเหลือง. 2538. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ. กรุงเทพฯ. 291น.
- สุวรรณภรณ์ กันทรวิชัยวัฒน์ และจกมล พรหมยะ. การเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกรามในบ่อดินโดยเลี้ยงรวม
กับพืชพรรณไม้น้ำเพื่อเพิ่มพื้นที่ปลอดภัยขณะกุ้งลอกคราบ. รายงานผลงานวิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- อดิศักดิ์ ไชยประเสริฐ. อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามที่อนุบาลร่วมกับปลา
บึก. ปัญหาพิเศษ. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง. คณะผลิตกรรมการเกษตร.
มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 22น.
- อรพินท์ จินตสถาพร. 2545. อาหารกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อังสนีย์ ชูณหปราณ. 2538. การเจริญเติบโตและการเพิ่มผลผลิตกุ้งก้ามกราม ในทะเลสาบ
สงขลา. วารสารการประมง 48(3) : 229 – 233
- APHA, AWW and WPCF.1992. Standard Method for Examination of water and
waste. 18th ed. Washington D.C.: American Public Health Association. FAO.
2000. Aquaculture production statistics 1989 -1998 . FAO Fisheries Circular 815
(Rev 12).FAO, Rome.
- Praneet Damrongphol and Pleanphit Jaroensastraraks. 2001. Morphology and
Regional Distribution of the primordial Germ Cells in the Fiant Freshwater Prawn,
Macrobrachium rosenbergii . scienceAsia 27(2001): 15-19.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 การนำกุ้งที่สุ่มได้มาชั่งน้ำหนัก

ภาพผนวกที่ 2 กุ้งที่เลี้ยงครบ 150 วัน
พร้อมที่จะจับ



ภาพผนวกที่ 3 การจับกุ้งในบ่อดิน

ภาพผนวกที่ 4 นำกุ้งมาชั่งน้ำหนัก



ภาพผนวกที่ 5 การเปรียบเทียบขนาดกุ้ง ระหว่างการเลี้ยงที่หนาแน่น กับงานวิจัยที่ผู้วิจัย
 ปล่อยในอัตรา 10 ตัว/ ตารางเมตร และให้อาหารผสม สำหรับ *Spirulina* ขนาดโตกว่าที่
 เลี้ยงหนาแน่น ปล่อยในอัตรา 25 ตัว / ตารางเมตร และไม่ให้อาหารผสมสำหรับ
 ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน



โครงการวิจัยย่อยที่ 5

ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับการเลี้ยงกึ่งกักขังกามกรามในบ่อดิน

หัวหน้าโครงการวิจัย

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน

บทคัดย่อ

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ปี โดยปีที่ 1 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดแรก การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 3.6 กรัม อย่างเดียว อัตรา 10 ตัว/ม.² ชุดที่ 2 เลี้ยงร่วมกับปลานิล ขนาด 27 กรัม อัตรา 2 ตัว/ม.² และชุดที่ 3 เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึกน้ำหนักเฉลี่ย 39.7 กรัม อัตรา 1 ตัว/ 3 ม.² เลี้ยงเป็นระยะเวลา 166 วัน (พ.ย. 2546 - พ.ค. 2547) ปีที่ 2 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดแรกการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 4.5 กรัม อย่างเดียว อัตรา 10 ตัว/ม.² ชุดที่ 2 เลี้ยงร่วมกับปลานิลขนาด 3.5 กรัม อัตรา 2 ตัว/ม.² และชุดที่ 3 เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึกน้ำหนักเฉลี่ย 63 กรัม อัตรา 1 ตัว/ 3 ม.² เลี้ยงเป็นระยะเวลา 150 วัน (ม.ค. - พ.ค.2548) และปีที่ 3 แบ่งการทดลองแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง โดยชุดที่ 1 ให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิด, ชุดที่ 2 ให้อาหารเฉพาะกุ้งและปลาบึกและชุดที่ 3 ให้อาหารเฉพาะกุ้งอย่างเดียว ระยะเวลา 180 วัน พบว่าปีที่ 1 ชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียว และเลี้ยงร่วมกับปลานิล และปลาบึกมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวอัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดตาย ของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ต้นทุน ผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 138 วัน ในพื้นที่ 144 ม.² การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก ให้ผลตอบแทนสูงสุด โดยมีค่า 12,582 บาท ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของการเลี้ยงมีค่า 160 %

ปีที่ 2 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียว และเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว และอัตราการรอดตาย ของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนอัตราการแลกเนื้อ และอัตราการมีไข่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 150 วัน ในพื้นที่ 110 ม.² การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 3,933.80 บาท ส่วนอัตราผลตอบแทนของระบบการเลี้ยงมีค่า 53.48%

ปีที่ 3 พบว่าอัตราการรอดของปลาบึกของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันคือ 100% แต่ในปลานิลอัตราการรอดในชุดที่ 1 มีค่าสูงสุด 73.33% และแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดที่ 3 ส่วนในกุ้งก้ามกรามในชุดที่ 1 มีค่าสูงสุด 47.47% และแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดที่ 2 และ 3 อัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกรามในชุดที่ 1 มีค่าต่ำสุดและแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดที่ 2 และ 3 ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากชุดที่ 1 ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 1,350.30

บาท (22.37%) ปริมาณเม็ดเงินโดยรวมของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงแบบเดี่ยว มีแนวโน้มสูงกว่าการเลี้ยงแบบรวมกับปลา

ABSTRACT

The first year The monoculture system of 3.6 gram Giant Freshwater Prawn (GFP;10 /m²) was compared with the polyculture systems with 27 gram of male Tilapia (2/ m²) and 39 gram of Plabuk (1/ 3 m²). The experiment conducting in thr earthen ponds was divided into 3 treatment; 1. GEP only treatment 2. GEP with Tilapia treatment 3. GEP with Tilapia and Plabuk. The result showed that weight gain was obtained, daily gain in weigh (ADG), average weight, feed conversion rate (FCR) and survival rate from polyculture were not significantly different (P>0.05) with monoculture. The basic partial economic analysis of Giant Freshwater Prawn in 144 m² (166 days) polyculture with male Tilapia and Plabuk with male Tilapia and monoculture gave a benefit of 12,582, 1,211.50 and -220 baht, together with a marginal rate of net return 160, 28 and – 6 %, respectively. From this study, it is possible that the GFP culture together with male Tilapia and Plabuk gave the best marginal rate of net return.

The second year The monoculture system of 4.5 gram Giant Freshwater Prawn (GFP;10 /m²) was compared with the polyculture systems with 3.48 gram of male Tilapia (2/ m²) and 63 gram of Plabuk (1/ 3 m²). The experiment conducting in thr earthen ponds was divided into 3 treatment; 1. GEP only treatment 2. GEP with Tilapia treatment 3. GEP with Tilapia and Plabuk. The result showed that weight gain was obtained, daily gain in weigh (ADG), average weight, feed conversion rate (FCR) and survival rate from polyculture were not significantly different (P>0.05) with monoculture. The basic partial economic analysis of Giant Freshwater Prawn in 110 m² (150 days) polyculture with male Tilapia and Plabuk with male Tilapia and monoculture gave a benefit of 3,933.80, 58.60 and 14.20 baht, together with a marginal rate of net return 53.48, 2.19 and 0.49%, respectively. From this study, it is possible that the GFP culture together with male Tilapia and Plabuk gave the best marginal rate of net return.

The Third year The polyculture (fresh water prawn, Mekong giant catfish and tilapia) study was divided in 3 treatments (treatment 1 – feeding of the three species; treatment 2 – feeding of prawn and Mekong giant catfish; treatment 3- feeding of prawns only). The survival rate of Mekong giant catfish was 100% in all treatments while the survival rate of tilapia was highest in treatment 1 (73.33%) and significantly different ($p<0.05$) with treatment 3. The survival rate of prawn was highest in treatment 1 (47.47%) and significant different ($p<0.05$) with treatments 2 and 3. The feed conversion rate of prawn was lowest in treatment 1 and significantly different ($P<0.05$) with treatment 2 and 3. The benefit and marginal rate of return was highest in treatment 1 (1350.0 bath and 22.37%). The total blood cells count was highest in prawn monoculture than in polyculture.

บทนำ

ประมาณได้ว่ากว่าครึ่งหนึ่งของต้นทุนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามและปลาแบบพัฒนามาจากค่าอาหารที่ใช้เลี้ยง ประกอบกับในปัจจุบัน การบริโภคกุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้น การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงเป็นอาชีพที่ได้รับความสนใจของประชาชนทั่วไป แต่ยังมีปัญหาสำคัญอยู่ ที่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงโดยเฉพาะค่าอาหาร เกษตรกรรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถเลี้ยงได้ (ทวี และขวัญกมล, 2535) การเลี้ยงสัตว์น้ำแบบรวม (polyculture) ในบ่อดินถือเป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในการช่วยลดต้นทุนและลดความเสี่ยงจากการได้ผลผลิตที่หลากหลาย ทั้งนี้เนื่องจากในบ่อดินมีอาหารธรรมชาติที่เกิดจากอินทรีย์วัตถุแร่ธาตุจำนวนมาก และมีการสร้างอาหารขึ้นเองจากขบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงค์ตอนพืชและพืชน้ำ ตลอดจนในธรรมชาติที่สมดุลสัตว์น้ำเหล่านี้สามารถอยู่ด้วยกันได้ ประกอบกับสัตว์น้ำที่เลี้ยงร่วมกันมีพฤติกรรมที่กินอาหารต่างกันและไม่ทำร้ายกัน ช่วยให้การใช้อาหารในบ่อได้ประโยชน์สูงสุด และช่วยป้องกันรักษาคุณภาพน้ำที่เกิดจากเศษอาหารที่เหลือในบ่อ ส่งผลให้สัตว์น้ำมีสุขภาพที่ดี ช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร และภาวะเสี่ยงต่อสินค้าเกษตรที่ไม่แน่นอน เนื่องจากมีผลผลิตชนิดอื่นมาทดแทนตามที่ตลาดต้องการ

ณ ปัจจุบันการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อดิน ร่วมกับปลานิลเพชู้และปลากบก็ยังไม่มีการศึกษามาก่อน ในด้านการลดต้นทุนของอาหารที่เลี้ยง ประกอบกับการเลี้ยงปลากบก็เชิง

พาณิชย์ สามารถส่งขายได้ตามที่ตลาดต้องการและได้ราคาดี จำเป็นต้องใช้เวลา 4-5 ปี ให้ได้น้ำหนักตัวละ 20 - 25 กิโลกรัม ซึ่งเกษตรกรรายย่อยไม่สามารถเลี้ยงได้เนื่องจากต้องใช้ต้นทุนสูงและใช้เวลานาน การเลี้ยงกึ่งกามกรามแบบร่วมกับปลานิลและปลานิลเทศผู้ และจะสามารถทำรายได้ให้เกษตรกรช่วยลดต้นทุนการผลิต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

ปีที่ 1 : ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับกึ่งกามกรามในบ่อดิน

1. วางแผนการทดลอง แบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete randomize design, CRD) ใช้บ่อขนาด 200 ม.² การทดลอง ทั้งหมด 9 บ่อ แบ่ง เป็น 3 treatments มี 3 ซ้ำ

Treatment ที่ 1 ปล่อยกึ่งกามกรามขนาด 3 กรัม 10 ตัว/ม.²

Treatment ที่ 2 ปล่อยกึ่งกามกรามขนาด 3 กรัม 10 ตัว/ม.² ร่วมกับปลานิลขนาด 2 กรัม 2 ตัว/ม.²

Treatment ที่ 3 ปล่อยกึ่งกามกรามขนาด 3 กรัม 10 ตัว/ม.² ร่วมกับปลานิลขนาด 2 กรัม 2 ตัว/ม.² ร่วมกับปลาบึก 39 กรัม 1 ตัว / 3 ม.²

2. ลูกกึ่งกามกรามที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกกึ่งซีพีเอฟ จาก จ. สุพรรณบุรี ที่นำมาอนุบาลให้ได้ ขนาด 3 กรัม อายุ 2 เดือน 10 ตัว/ม.² ที่ อ. เทิน จ. เชียงราย ระยะเวลาเลี้ยง 166 วัน (พ.ย. 2546-เม.ย. 2547) ส่วนลูกปลานิลเทศผู้ขนาด 2 กรัม อายุ 1 เดือน 2 ตัว/ม.² และปลาบึกขนาด 39 กรัม อายุ 3 เดือน ปล่อย 1 ตัว / 3 ม.² จาก ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้เลี้ยงเป็นระยะเวลา 138 วัน (ธ.ค. 2546 - เม.ย. 2547) ทำการสูมน้ำ ซึ่งน้ำนักเริ่มต้น แล้วปล่อยในบ่อดินขนาด 48 ม.² จำนวน 9 บ่อ ที่เตรียมบ่อไว้นาน 3 วัน โดยหว่านปูนขาว 100 กก./ไร่ ตากบ่อให้แห้ง เติมน้ำไว้ลึก 150 ซม. ใส่ปุ๋ย 46-0-0 5 กก./ไร่ ปุ๋ยซีพีไก่แห้ง 100 กก./ไร่ แบ่งใส่เดือนละครั้ง ตลอดการทดลองถ่ายเทและเติมน้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ ให้อากาศทุกวันตอนเช้า

3. ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป สำหรับลูกกึ่งเบอร์ 045 มีโปรตีน 35 % ให้อัตรา 6 % ของน้ำหนัก/วัน เมื่อถึงขนาด 15 กรัม อาหารเบอร์ 047 ให้ปริมาณ 4 % ของน้ำหนัก/วัน ให้วันละ 4 ครั้ง จนกระทั่งจับใช้ระยะเวลาเลี้ยง 166 วันส่วนปลานิลและปลาบึกให้อาหารเม็ดปลากินพีซีมีปริมาณโปรตีน 25 % ให้อัตรา 2 % ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง ระยะเวลาเลี้ยง 138 วัน และ 166 วัน ตามลำดับ

4. ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเริ่มต้น และทุกเดือนจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59), Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ส่วนค่า pH ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840) ความเป็นด่างและแอมโมเนียโดยการไตเตรท

5. ทำการสุ่มกุ้งครั้งละไม่น้อยกว่า 10 % ในแต่ละหน่วยการทดลอง เพื่อบันทึกและชั่งน้ำหนัก และคำนวณอัตราการรอดของกุ้งก้ามกราม ปลา และปรับอาหารทดลอง ทุก ๆ เดือน สุ่มโดยการ ใช้แห ตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น/วัน (average daily gain, ADG)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

ข. อัตราการรอดตาย (survival rate) %

$$= (\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)

$$= \frac{\text{น้ำหนักของอาหารที่กุ้งกิน}}{\text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น}}$$

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (total biomass increase) กรัม

$$= \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง}$$

จ. Marginal rate of net return (%)

$$= \frac{\text{ผลตอบแทน} \times 100}{\text{ต้นทุนการผลิต}}$$

6. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละ treatment จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ treatment โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ (least significant different,LSD)

ปีที่ 2 : การเลี้ยงแบบรวมสำหรับกึ่งก้ามกรามในบ่อดินโดยไม่ให้อาหารปลานิล

1. วางแผนการทดลอง แบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete randomize design, CRD) ใช้บ่อขนาด 200 ม.² การทดลอง ทั้งหมด 9 บ่อ แบ่ง เป็น 3 treatments มี 3 ซ้ำ

วิธีการประหยัอาหารเลี้ยงกึ่งก้ามกรามกับปลานิลและปลาบึก โดยให้อาหารกึ่งและปลาบึกอย่างเดียว

ทรีตเมนต์ที่ 1 ปล่อยกึ่งก้ามกรามขนาด 4.5 กรัม 10 ตัว/ม.²

ทรีตเมนต์ที่ 2 ปล่อยกึ่งก้ามกรามขนาด 4.5 กรัม 10 ตัว/ม.² ร่วมกับปลานิลขนาด 3.50 กรัม 2 ตัว/ม.²

ทรีตเมนต์ที่ 3 ปล่อยกึ่งก้ามกรามขนาด 4.5 กรัม 10 ตัว/ม.² ร่วมกับปลานิลขนาด 3.50 กรัม 2 ตัว/ม.² ร่วมกับปลาบึก 63 กรัม 1 ตัว / 3 ม.²

2. ลูกกึ่งก้ามกรามที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกกุ้งซีพีเอฟ จาก จ. สุพรรณบุรี ที่นำมาอนุบาลให้ได้ ขนาด 4.5 กรัม อายุ 2 เดือน 10 ตัว/ม.² ที่ อ. เติง จ. เชียงราย ระยะเวลาเลี้ยง 150 วัน (ม.ค. -พ.ค. 2548) ส่วนลูกปลานิลเทศผู้ขนาด 3.50 กรัม อายุ 1 เดือน 2 ตัว/ม.² และปลาบึกขนาด 63 กรัม อายุ 3 เดือน ปล่อย 1 ตัว / 3 ม.² จาก ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 109 วัน (ก.พ. - พ.ค. 2548) ทำการสุ่มนับ ชั่งน้ำหนักเริ่มต้น แล้วปลอยในบ่อดินขนาด 48 ม.² จำนวน 9 บ่อ ที่เตรียมบ่อไว้นาน 3 วัน โดยหว่านปูนขาว 100 กก./ไร่ ตากบ่อให้แห้ง เติมน้ำไว้ลึก 150 ซม. ใส่ปุ๋ย 46-0-0 5 กก./ไร่ ปุ๋ยซีไคแห้ง 100 กก./ไร่ แบ่งใส่เดือนละครั้ง ตลอดการทดลองถ่ายเทและเติมน้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ ให้อากาศทุกวันตอนเช้า

3. ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป สำหรับลูกกุ้งเบอร์ 045 มีโปรตีน 35 % ให้อัตรา 6 % ของน้ำหนัก/วัน เมื่อกุ้งขนาด 15 กรัม อาหารเบอร์ 047 ให้ปริมาณ 4 % ของน้ำหนัก/วัน ให้วันละ 4 ครั้ง จนกระทั่งจับใช้ระยะเวลาเลี้ยง 100 วันส่วนปลานิลให้อาหารเม็ดปลากินพืชมีปริมาณโปรตีน 25 % ให้อัตรา 2 % ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง ระยะเวลาเลี้ยง 109 วัน

4. ตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเริ่มต้น และทุกเดือนจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59), Total ammonia วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ส่วนค่า pH ทำการวัดโดยใช้เครื่อง pH meter (Schott-Gerate CG 840) ความเป็นด่างและแอมโมเนียโดยการไตเตรท

5. ทำการสุ่มกุ้งครั้งละไม่น้อยกว่า 10 % ในแต่ละหน่วยการทดลอง เพื่อนับและชั่งน้ำหนัก และคำนวณอัตราการรอดของกึ่งก้ามกราม ปลา และปรับอาหารทดลอง ทุก ๆ เดือน สุ่มโดยการชี้แหว่ ตลอดการทดลองในแต่ละหน่วยการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น/วัน (average daily gain, ADG)
=
$$\frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

ข. อัตราการรอดตาย (survival rate) %
=
$$(\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR)
=
$$\frac{\text{น้ำหนักของอาหารที่กุ้งกิน}}{\text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น}}$$

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (total biomass increase) กรัม
=
$$\text{น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง}$$

จ. Marginal rate of net return (%)
=
$$\frac{\text{ผลตอบแทน} \times 100}{\text{ต้นทุนการผลิต}}$$

6. นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละ treatment จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ treatment โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ (least significant different, LSD)

7. ศึกษาเปอร์เซ็นต์การมีไข่จากแม่กุ้งในแต่ละหน่วยทดลอง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองโดยการนับจำนวนแม่กุ้งที่มีไข่ทั้งหมด

ปีที่ 3 : การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิล และปลาบึกโดยการลดอาหารปลา

1. วางแผนการทดลอง แบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete randomize design, CRD) ใช้บ่อขนาด 12.5 ม.² โดยการปล่อยกุ้งจำนวน 125 ตัว ปลานิลจำนวน 50 ตัว และปลาบึกจำนวน 6 ตัว ทำการทดลองทั้งหมด 9 บ่อ แบ่งออกเป็น 3 treatment มี 3 ซ้ำ

Treatment ที่ 1 ให้อาหารสัตว์น้ำทุกชนิดในอัตรา 3% ของ นน.ตัว จำนวน 2 มื้อ/วัน

Treatment ที่ 2 ให้อาหารเฉพาะกุ้งและปลาบึกในอัตรา 3% ของ นน. ตัว จำนวน 2 มื้อ/วัน

Treatment ที่ 3 ให้อาหารเฉพาะกุ้งในอัตรา 3% ของ นน. ตัว จำนวน 2 มื้อ/วัน

2. ลูกกุ้งก้ามกรามที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกกุ้งซีพีเอฟ จาก จ.สุพรรณบุรี ที่นำมาอนุบาลให้ได้ขนาด 3.5 กรัม 10 ตัว/ม.² ปลานิลเพศผู้ ขนาด 13 กรัม ปล่อย 4 ตัว/ม.² และปลาบึกขนาด 750 กรัม ปล่อย 1 ตัว/ม.² จากคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ทำการสุ่มนับ ชั่งน้ำหนักเริ่มต้น แล้วปล่อยในบ่อดินขนาด 12.5 ตารางเมตร เลี้ยงนาน 180 วัน ปล่อย จำนวน 9 บ่อ ที่เตรียมบ่อไว้นาน 3 วัน โดยหว่านปูนขาว 100 กิโลกรัม/ไร่ ตากบ่อให้แห้ง เติมน้ำไว้ลึก 150 เซนติเมตร ใส่ปุ๋ย 46-0-0 5 กิโลกรัม/ไร่, ปุ๋ยซีไก่แห้ง 100 กิโลกรัม/ไร่ แบ่งใส่เดือนละครั้ง ตลอดการทดลองถ่ายเทและเติมน้ำทุก ๆ 2 สัปดาห์ ให้อากาศทุกวันตอนเช้า

3. ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับลูกกุ้งเบอร์ 045 มีโปรตีน 35% ให้อัตรา 6% ของน้ำหนักตัว เมื่อกุ้งขนาด 15 กรัม อาหารเบอร์ 047 ให้ปริมาณ 3% ของน้ำหนักตัวให้วันละ 2 ครั้ง ส่วนปลานิลและปลาบึกให้อาหารเม็ดปลากินพืชมีปริมาณโปรตีน 25% ให้อัตรา 3% ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง ระยะเวลาเลี้ยง 180 วัน

4. สุ่มกุ้งครั้งละไม่น้อยกว่า 10% ในแต่ละหน่วยการทดลอง เพื่อนับและชั่งน้ำหนักและคำนวณอัตราการรอดของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก ในแต่ละหน่วยการทดลอง นำข้อมูลไปหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น/วัน (average daily gain, ADG)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาหรือกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาหรือกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

ข. อัตราการรอดตาย (survival rate) % = $\frac{(\text{จำนวนกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}) \times 100}{\text{จำนวนกุ้งเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}}$

ค. อัตราการแลกเนื้อ (FCR) = $\frac{\text{น้ำหนักของอาหารที่กุ้งกิน}}{\text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น}}$

ง. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (total biomass increase) กรัม
 = น้ำหนักกุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง

$$\text{จ. Marginal rate of net return (\%)} = \frac{\text{ผลตอบแทน} \times 100}{\text{ต้นทุนการผลิต}}$$

5. การตรวจสอบปริมาณเม็ดเลือดรวมของกุ้งก้ามกราม จากวิธีการเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยว และวิธีการเลี้ยงกุ้งแบบรวม (กุ้งปลาน้ำจืดและปลานิล) โดยการให้อาหารดังนี้ คือ ให้อาหารเฉพาะกุ้งก้ามกราม และให้อาหารกุ้งกับปลาน้ำจืด

การนับเม็ดเลือดกุ้งโดยการดูดเลือดส่วนต่อระหว่างหัวกับลำตัว ใช้เข็มดูดเลือดตรงหัวใจกุ้ง โดยใช้สารแอลกอฮอล์ 5% (anticoagulant) เคลือบหลอดซีดยาก่อนเพื่อไม่ให้เลือดแข็งตัวโดย ใช้ปริมาณ 1:4 เขย่าเลือดกุ้งให้เข้ากันหลังจากนั้นนำมาหยดบน Haemocytometer จะมี 25 ช่อง จะทำการนับทั้งหมด 25 ช่อง เพื่อง่ายต่อการคำนวณและแม่นยำในการนับจำนวน 3 ซ้ำ

Haemocytometer ปริมาตร = 1mm x 1mm x 0.1mm (ก x ย x ส)

$$= 0.0001$$

สูตรที่ใช้
$$= A \times 10^4 \text{ cell/mm}^3$$

6. นำข้อมูลอัตราการรอด และผลผลิตไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละ treatment จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละ treatment โดยวิธีของ Duncan Multiple range test, DMRT ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ปีที่ 1 : ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับกึ่งก้ามกรามในบ่อดิน

1. จากการปล่อยกึ่งก้ามกรามเลี้ยงขนาด 3.6 กรัม ปล่อยอัตรา 10 ตัว/ม.² มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดเฉลี่ยของกึ่งก้ามกราม เลี้ยงเป็นระยะเวลา 166 วัน (พ.ย. 2546 - พ.ค. 2547) ในพื้นที่ 48 ม.² จากตารางที่ 1 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงกึ่งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกมีแนวโน้มที่มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุดโดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายที่ดีโดยมีค่า 7,941.73 กรัม 0.19 กรัม/ตัว/วัน 31.51 กรัม (32 ตัว/กิโลกรัม) 2.16 และ 62.57 % ตามลำดับ ส่วนการเลี้ยงกึ่งอย่างเดียวนี้อาจมีค่า 4,715 กรัม 0.17 กรัม/ตัว/วัน 31.20 กรัม (33 ตัว/กิโลกรัม) 2.49 และ 56.11% และเลี้ยงร่วมกับปลานิลเพศผู้มีค่า 7,029.35 กรัม 0.18 กรัม/ตัว/วัน 33.52 กรัม (30 ตัว/กิโลกรัม) 2.11 และ 57.85 % (ภาพที่ 1-8)โดยที่ค่าดังกล่าวแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) จากการศึกษากการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม ซีพีเอฟ อย่างเดียวแบบพัฒนา พบว่าการปล่อยกึ่งขนาด 5 กรัม มีอัตราการรอด 65 % ขนาดจับ 25 ตัว/กิโลกรัม มีอัตราการแลกเนื้อ 1.8 ได้ผลผลิต 400 กิโลกรัม/ไร่/4 เดือน จากการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) ในการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² กับปลาสลิดในบ่อดินขนาด 200 ม.² นาน 106 วัน ในอัตราการปล่อยที่ต่างกันพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของกึ่งในการเลี้ยงกึ่งแบบเดียวและเลี้ยงร่วมกับปลาสลิด แต่จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกึ่งก้ามกรามเมื่อเพิ่มอัตราการปล่อย

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก

หน่วย ทดลอง	น้ำหนักรวม (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักกุ้ง ทั้งหมด (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	น้ำหนัก เพิ่มขึ้น (กรัม)	น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/ตัว/ วัน)	อัตราแลก เนื้อ (FCR)	อัตราการ รอด (%)
A1	1,800	3.75	7,104.24	34.32	5,304.24	0.18	2.71	43.13
A2	1,680	3.50	5,880.00	24.68	4,200.00	0.13	3.10	54.38
A3	1,752	3.65	6,394.80	34.59	4,642.80	0.19	1.67	70.83
รวม	5,232	10.90	19,379.04	93.59	14,147.04	0.5	7.48	168.34
เฉลี่ย	1,744 ± 34.87	3.63 ± 7.27E-02	6,459.68 ± 354.89	31.20 ± 3.26	4,715.68 ± 320.84	0.17 ± 1.86E-02	2.49 ± 0.43	56.11 ± 5.90
B1	1,670	3.48	5,812.29	32.11	4,142.59	0.17	2.36	51.25
B2	1,800	3.75	7,033.04	26.44	5,233.04	0.14	2.75	55.42
B3	1,776	3.70	13,488.42	42.02	11,712.42	0.23	1.23	66.88
รวม	5,246	10.93	26,333.75	100.52	21,088.05	0.54	6.34	173.55
เฉลี่ย	1,748.67 ± 39.94	3.64 ± 8.29E-02	8,777.92 ± 2,381.47	33.52 ± 12.54	7,029.35 ± 2,362.60	0.18 ± 2.65E-02	2.11 ± 0.46	57.85 ± 4.67
C1	1,800	3.75	7,928.16	31.84	6,128.16	0.19	2.35	51.88
C2	1,790	3.73	6,577.20	24.36	4,786.80	0.15	3.01	56.25
C3	1,728	3.60	14,638.24	38.32	12,910.24	0.23	1.12	79.58
รวม	5,318	11.08	29,143.60	94.52	23,825.20	0.57	6.48	187.71
เฉลี่ย	1,772.67 ± 22.52	3.69 ± 4.70E-02	9,714.53 ± 2,492.55	31.51 ± 4.03	7,941.73 ± 2,514.25	0.19 ± 2.31E-02	2.16 ± 0.55	62.57 ± 8.60

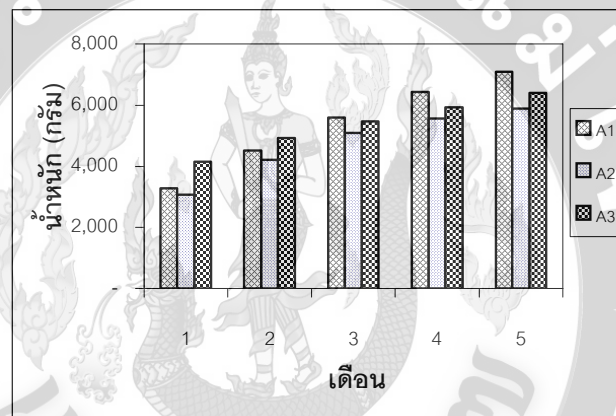
หมายเหตุ Treatment A เลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียว

Treatment B เลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิล

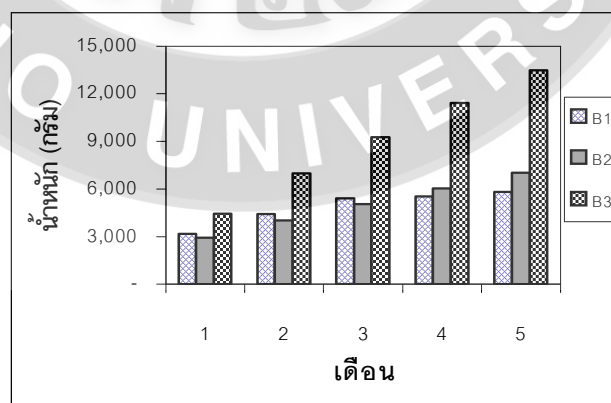
Treatment C เลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก



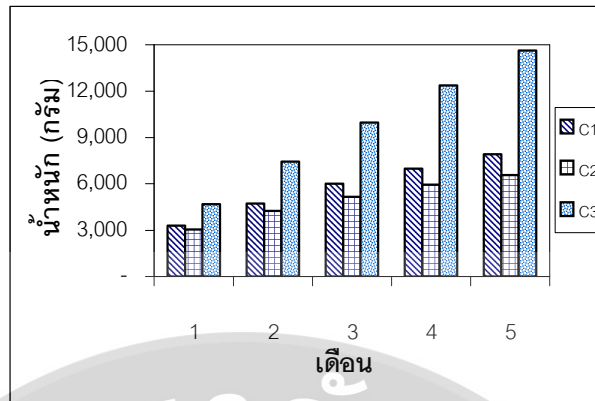
ภาพที่ 1 ปล่อยุ้งก้ามกรามขนาด 3 กรัม/ตัว ภาพที่ 2 กุ้งก้ามกรามขนาดที่จับ 37 กรัม/ตัว



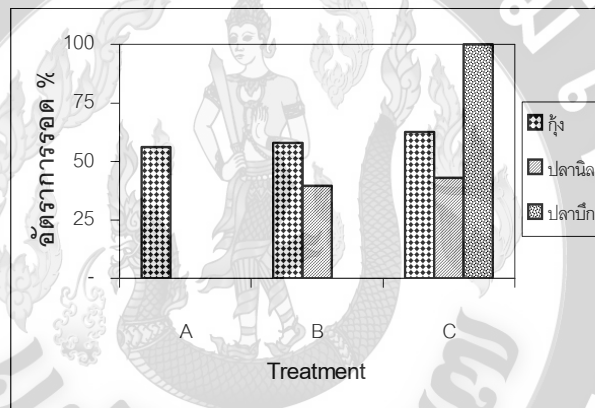
ภาพที่ 3 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงกุ้งอย่างเดียว



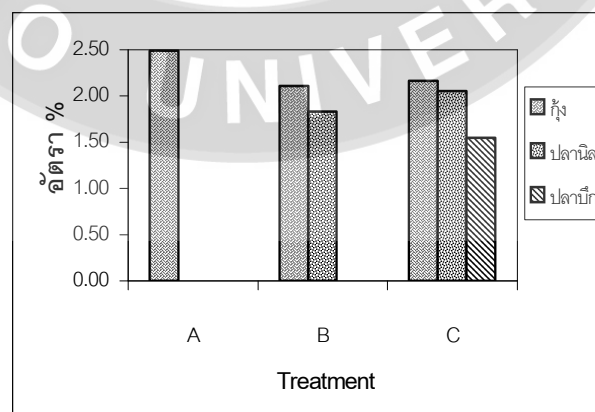
ภาพที่ 4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงกุ้งร่วมกับปลา



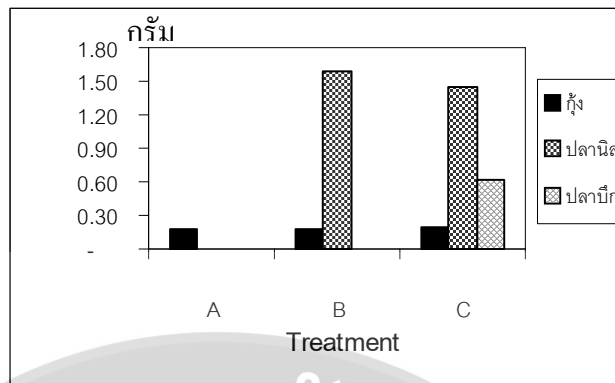
ภาพที่ 5 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงกิ้งก่ามกรวมร่วมกับปลานิลและปลาบึก



ภาพที่ 6 อัตราการรอดของการเลี้ยงกิ้งก่ามกรวมแบบรวม



ภาพที่ 7 อัตราการแลกเนื้อของสัตว์น้ำแต่ละชนิดที่เลี้ยงแบบรวม



ภาพที่ 8 การเพิ่มขึ้นของน้ำหนัก/วัน/ตัวของการเลี้ยงแบบรวม

2. จากการปล่อยปลานิลขนาด 27 กรัม ปล่อยอัตรา 2 ตัว/ม.² น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย ที่มีแนวโน้มที่ดีของปลานิลเพศผู้ (ธ.ค. 2546 - เม.ย. 2547) เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก เป็นระยะเวลา 138 วัน จากตารางที่ 2 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงปลานิลร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึกมีค่า 8,307 กรัม 1.44 กรัม/วัน 2.05 และ 43.06 % ตามลำดับ ส่วนชุดทดลองที่เลี้ยงปลานิลกับกุ้งก้ามกรามมีค่า 7,807 กรัม 1.58 กรัม/วัน 1.83 และ 39.58 % โดยที่ค่าดังกล่าวแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) ที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² กับปลาสดในบ่อดินขนาด 200 ม.² นาน 106 วัน และไม่พบความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของปลาสดกับอัตราการปล่อย (0.5-4 ตัว/ม.²) และพบว่าผลตอบแทนเบื้องต้นที่ดีที่สุดจากการปล่อยปลาสดที่อัตราการปล่อยที่สูงตั้งแต่ 1.5-4 ตัว/ม.²

จากข้อมูลดังกล่าวสามารถเลี้ยงปลานิลเพศผู้ร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก แต่เนื่องจากอัตราการรอดของปลานิลค่อนข้างต่ำทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุจากการปล่อยปลานิลขนาดเล็ก 2.63 กรัม และปล่อยหลังจากที่ปล่อยกุ้งหนึ่งเดือนพบว่าขณะทำการเก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 9-12) กุ้งได้กินปลานิลบางส่วน จากการศึกษการเลี้ยงปลานิลเพศผู้แบบพัฒนาของ บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด พบว่าการเลี้ยงในบ่อขนาด 1 ไร่ หว่านปูนขาว 100 กิโลกรัม/ไร่ แล้วตากบ่อให้แห้ง ก่อนปล่อยลูกปลา 3 วันเติมน้ำลึก 1.5 เมตร แล้วทำน้ำเขียวโดยใช้ โคโลไมท์ 100 กิโลกรัม ปุ๋ย 46-0-0 และ 0-46-0 อย่างละ 5 กิโลกรัม/ไร่ ละลายน้ำกรองแล้วสาดให้ทั่วบ่อ 6 ชั่วโมง ก่อนปล่อยลูกปลาอัตรา 10 ตัว/ม.² ใส่เกลือ 20 กิโลกรัม/ไร่ เปิดเครื่องตีน้ำ ผลการศึกษาพบว่าใน

ระยะเวลาที่เลี้ยง 120 วัน อัตรารอด 75 % อัตราการแลกเนื้อ 1.2 อัตราการเจริญเติบโต 2.77 กรัม/วัน ปริมาณอาหารที่ใช้ 4,800 กิโลกรัม (74,940 บาท) ค่าพันธุ์ปลา 5,600 บาท อื่น ๆ 2,000 บาท รวมต้นทุนรวม 82,540 บาท (24.64 บาท/กิโลกรัม) ได้ผลผลิตปลา 4,000 กิโลกรัม ขายได้ กิโลกรัมละ 30 บาท รวมรายได้ 120,000 บาท กำไร 37,460 บาท หรือ 31%

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตของปลานิลที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก

หน่วยทดลอง	น้ำหนักรวม (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักปลาทั้งหมด (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักเพิ่มขึ้น (กรัม)	น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/ตัว/วัน)	อัตราแลกเนื้อ (FCR)	อัตราการรอด (%)
B1	271	2.82	11,580	214.44	11,309	1.53	1.61	56.25
B2	263	2.74	4,960	248.00	4,427	1.77	2.19	20.83
B3	225	2.34	7,960	199.00	7,685	1.43	1.69	41.67
รวม	759	7.9	24,500	661.44	23,421	4.73	5.49	118.75
เฉลี่ย	253 ± 14.19	2.63 ± 0.15	8,166.67 ± 1,913.82	220.48 ± 14.46	7,807 ± 987.60	1.58 ± 0.10	1.83 ± 0.18	39.58 ± 10.28
C1	275	2.86	6,450	189.71	6,175	1.32	2.24	35.42
C2	204	2.13	12,720	212	12,516	1.51	1.69	62.5
C3	370	3.85	6,600	220	6,230	1.5	2.21	31.25
รวม	849	8.84	25,770	621.71	24,921	4.33	6.14	129.17
เฉลี่ย	283 ± 48.09	2.95 ± 0.50	8,590 ± 1,269.07	207.24 ± 64.88	8,307 ± 2,104.56	1.44 ± 6.17E-02	2.05 ± 0.18	43.06 ± 9.80

หมายเหตุ Treatment B ปลานิลร่วมกับกุ้งก้ามกราม

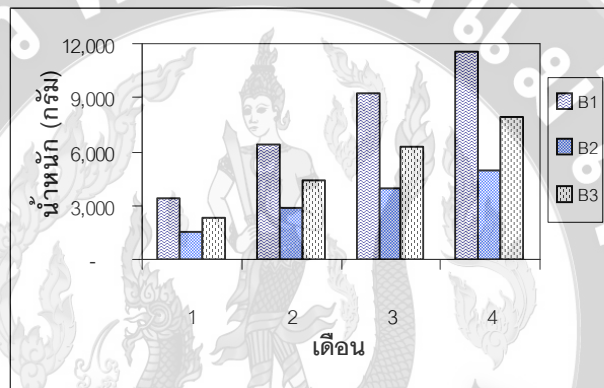
Treatment C ปลานิลร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก



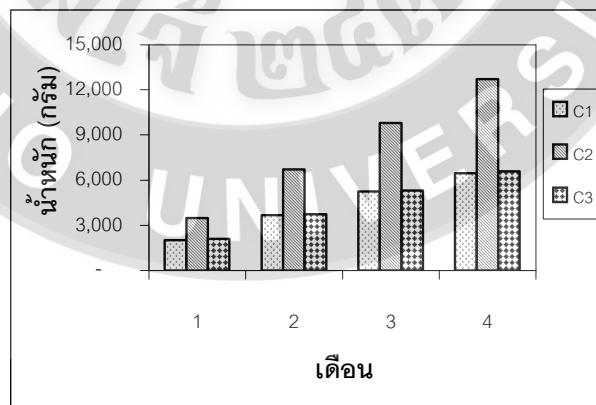
ภาพที่ 9 ปลานิลที่กึ่งกิน



ภาพที่ 10 ปลานิลหลังจากเลี้ยงได้ 138 วัน



ภาพที่ 11 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการเลี้ยงปลานิลกับกุ้ง

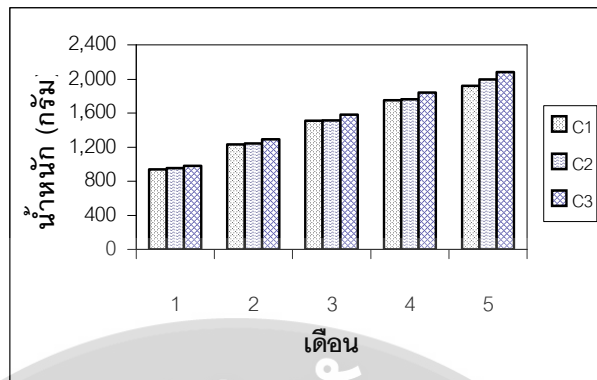


ภาพที่ 12 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นการเลี้ยงปลานิลร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลาบึก

3. จากการปล่อยปลาบึก น้ำหนักเฉลี่ย 39.7 กรัม ปล่อยอัตรา 1 ตัว/ 3 ม.² น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลาบึก (ธ.ค. 2546 - เม.ย. 2547) เลี้ยงร่วมกับกึ่งก้ามกรามและปลาบึก เป็นระยะเวลา 138 วัน จากตารางที่ 3 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงปลานิลร่วมกับกึ่งก้ามกรามและปลาบึกมีค่า 1,363.20 กรัม 0.61 กรัม/วัน 1.55 และ 100 % (ภาพที่ 13 และ 14) จากการเลี้ยงปลาบึกขนาดความยาวเฉลี่ย 20.11 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 70.75 กรัม ในบ่อดินขนาด 80 ตารางเมตร อัตราปล่อย 5 ตัว/ตารางเมตร ด้วยอาหาร 3 ชนิด ชุดที่ 1 อาหารระดับโปรตีน 30 % ประกอบด้วย ปลาป่น 16 % กากถั่วเหลือง 39 % รำละเอียด 30 % ปลาขี้ขาว 14 % วิตามินและแร่ธาตุ 1 % ชุดที่ 2 ระดับโปรตีน 11 % ประกอบด้วย รำละเอียด : ปลาขี้ขาว ในอัตราส่วน 3 : 1 โดยให้อาหารในอัตรา 5 % ของน้ำหนักตัวปลา สัปดาห์ละ 5 วัน และปรับปริมาณอาหารทุกเดือนตามน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 3 เลี้ยงด้วยมูลสุกรแห้งอัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่/เดือน แบ่งใส่เดือนละ 2 ครั้ง เท่า ๆ กัน ทดลองเลี้ยงนาน 11 เดือน 8 วัน จากการทดลองพบว่า ปลาชุดทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ย 2,655, 1,541.5 และ 2,085 กรัม อัตราการเจริญเติบโต 7.53, 4.29 และ 5.87 กรัม/วัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 3.25, 3.87 และ 3.72 และต้นทุนค่าอาหารต่อปลาบึก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 22.43, 8.13 และ 1.60 บาท ตามลำดับ อัตราการรอดตาย 100 % ทุกการทดลอง (อนันต์ และ ชัยศิริ, 2528)

ตารางที่ 3 การเจริญเติบโตของปลาบึกเลี้ยงร่วมกับกึ่งก้ามกรามและปลานิล

หน่วยทดลอง	น้ำหนักรวม (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/ตัว/วัน)	อัตราแลกเนื้อ (FCR)	อัตราการรอด (%)
1	639	39.93	1,920	120	1,283.20	0.58	1.65	100
2	634	39.62	2,000	125	1,363.20	0.61	1.55	100
3	633	39.56	2,080	130	1,443.20	0.65	1.46	100
รวม	1,906	119.11	6,000	375	4,089.60	1.84	4.66	300
เฉลี่ย	635.33 ± 22.52	39.70 ± 4.70E-02	2,000 ± 2,492.55	125 ± 4.03	1,363.20 ± 2,514.25	0.61 ± 2.30E-02	1.5 ± 0.55	100 ± 8.60



ภาพที่ 13 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกเลี้ยงรวมกับกึ่งก้ามกรามและปลานิล



ภาพที่ 14 กึ่งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึกขนาดที่จับ

4. คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบรวม

จากตารางที่ 4 คุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก ในช่วงการเลี้ยง เดือน พ.ย. 2546 - เม.ย. 2547 พบว่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิน้ำมีค่อนข้างต่ำ (27°C) เนื่องจากการศึกษาเป็นช่วงฤดูหนาว ความเป็นด่างของน้ำมีค่าน้อย 141 mg/l ปกติความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญโตของสัตว์น้ำควรมีค่า $200\text{-}250\text{ mg/l}$ ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำไม่ดีเท่าที่ควร ประกอบกับปริมาณแอมโมเนียในน้ำมีค่า 0.24 mg/l นอกจากนี้คุณภาพน้ำอย่างอื่นอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เช่น ปริมาณออกซิเจนมีค่า 7 mg/l ; pH 8.2 ; ความโปร่งแสง 38 cm. และความขุ่น 14 mg/l

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงเดือน พ.ย. - เม.ย. 2547

รายการ	ค่าเฉลี่ย
1. อุณหภูมิ (Temperature)	$27.16 \pm 2.75^{\circ}\text{C}$
2. ค่า pH	8.20 ± 0.14
3. ค่าความโปร่งแสง (Transparency)	$38.67 \pm 2.75\text{ cm.}$
4. ค่าความขุ่นใส (Turbidity)	$14.48 \pm 4.05\text{ mg/l}$
5. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)	$141.13 \pm 3.67\text{ mg/l}$
6. ค่าแอมโมเนีย (Total ammonia : NH_3)	$0.243 \pm 0.074\text{ mg/l}$
7. ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)	$7.03 \pm 2.06\text{ mg/l}$

5. ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก

ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นระยะเวลา 166 วัน ร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 138 วัน ในพื้นที่ 144 ม.² จากตารางที่ 5 และ 6 พบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 12,582 บาท รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิลมีค่า 1,211.50 บาท และเลี้ยงกุ้งอย่างเดียวมีค่า -220 บาท ตามลำดับ โดยมีต้นทุน/กก. ของแต่ละระบบการทดลองเท่ากับ 142 บาท 82 บาท และ 191 บาท ตามลำดับ ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของแต่ละระบบ 160 %, 28 % และ - 6 % ตามลำดับ จะพบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาบึกและปลานิลจะให้ผลตอบแทนสูงสุด เนื่องจากราคาปลาบึกขนาด 125 กรัม ในท้องตลาดจะจำหน่ายได้ตัวละ 150 บาท ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวมีความเสี่ยงต่อการขาดทุนมากเนื่องจากมีต้นทุนค่าพันธุ์และอาหารที่ค่อนข้างสูง 85 % ประกอบกับอัตราการรอดของการเลี้ยงกุ้งอย่างเดียวมีค่าน้อย 56 % จากการศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ซีพีเอฟ อย่างเดียวแบบพัฒนา พบว่าการปล่อยกุ้งขนาด 5 กรัม มีอัตราการรอด 65 % ขนาดจับ 25 ตัว/กิโลกรัม มีอัตราการแลกเนื้อ 1.8 ได้ผลผลิต 400 กิโลกรัม/ไร่/4 เดือน มีต้นทุน/กิโลกรัม ดังนี้ ค่าพันธุ์ 38 บาท อาหาร 38 บาท อื่น ๆ 20 บาท รวม 96 บาท/กิโลกรัม สามารถขายได้ 150 บาท/กิโลกรัม เช่นเดียวกับการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² ร่วมกับปลาสดพบว่าผลตอบแทนเบื้องต้นที่ดีที่สุดจากการปล่อยปลาสดที่อัตราการปล่อยที่สูงตั้งแต่ 1.5-4 ตัว/ม.²

ตารางที่ 5 ต้นทุนดำเนินการเบื้องต้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิลและปลาบึกในแต่ละชุดการทดลอง ในพื้นที่ 144 ตร.ม.

ชุดที่	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. กุ้งก้ามกรามอย่างเดียว	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 1,440 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าอาหารราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 43.2 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 2 วันๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 15 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	2,160.00 993.60 300.00 75.00 3,528.60
2. กุ้งก้ามกราม กับ ปลานิล	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 1,440 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าลูกพันธุ์ปลานิล จำนวน 288 ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าอาหารกุ้งราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 43.2 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลานิลราคากิโลกรัมละ 10 บาท จำนวน 46.91 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 3 วันๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 15 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	2,160.00 115.20 993.60 469.10 450.00 75.00 4,262.90
3. เลี้ยงกุ้งก้ามกราม กับ ปลานิล และปลาบึก	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 1,440 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าลูกพันธุ์ปลานิล จำนวน 288 ตัว ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าลูกพันธุ์ปลาบึก ราคาตัวละ 70 บาท จำนวน 48 ตัว - ค่าอาหารกุ้งราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 43.2 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลานิลราคากิโลกรัมละ 10 บาท จำนวน 46.91 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลาบึกราคากิโลกรัมละ 10 บาท จำนวน 6.34 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 4 วันๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 15 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	2,160.00 115.20 3,360.00 993.60 469.10 63.40 600.00 75.00 7,836.30

ตารางที่ 6 ต้นทุนและรายได้เบื้องต้นจากการดำเนินงานในพื้นที่ 144 ตร.ม.

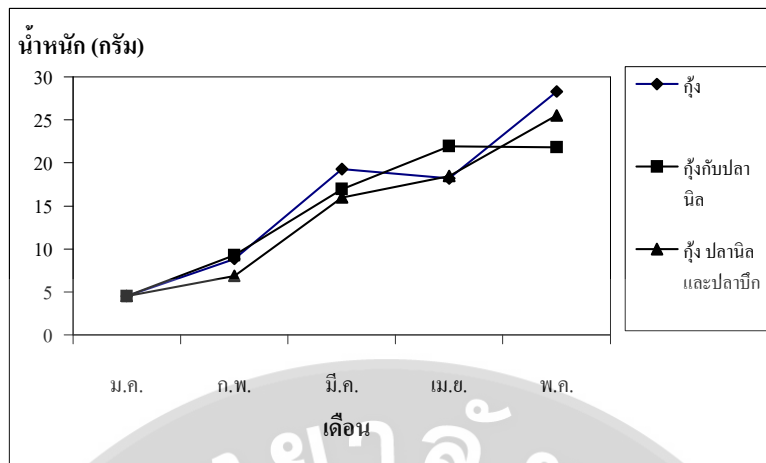
Treatment	ต้นทุน (บาท)	ผลผลิตที่ได้ (กก.)	ต้นทุน/กก. (บาท)	รายได้ (บาท)	กำไรขั้นต้น (บาท)	ผลตอบแทน (%)
กึ่งก้ามกราม	3,528.60	18.38	-	3,308.40	-220.20	
รวม	3,528.60	18.38	191	3,308.40	-220.20	-6.23
กึ่งก้ามกราม	3,416.10	26.33	-	4,739.40	1,323.30	-
ปลานิล	846.80	24.50	-	735	-111.80	-
รวม	4,262.90	50.83	83.87	5,474.40	1,211.50	28.41
กึ่งก้ามกราม	3,378.60	29.14	-	5,245.20	1,866.60	-
ปลานิล	809.30	25.77	-	773.10	-36.20	-
ปลาน้ำจืด	3,648.40	96 (ตัว)	-	14,400	10,751.60	-
รวม	7,836.30	54.91	142.71	20,418.30	12,582	160.56

หมายเหตุ	ราคาungsk้ามกราม	กก. ละ 180 บาท
	ราคาปลานิล	กก. ละ 30 บาท
	ราคาปลาบึก	ตัว ละ 150 บาท

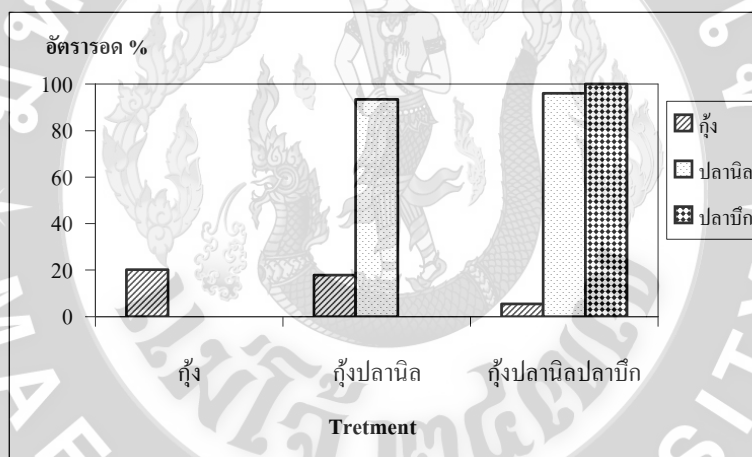
กึ่งกำกรวมและปลาเก็บไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์ผลผลิตที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจากราคา
ของกึ่งกำกรวม ปลานิลและปลาน้ำจืดมีการเปลี่ยนแปลง

ปีที่ 2 : การเลี้ยงแบบรวมสำหรับกึ่งก้ามกรามในบ่อดินโดยไม่ให้อาหารปลานิล

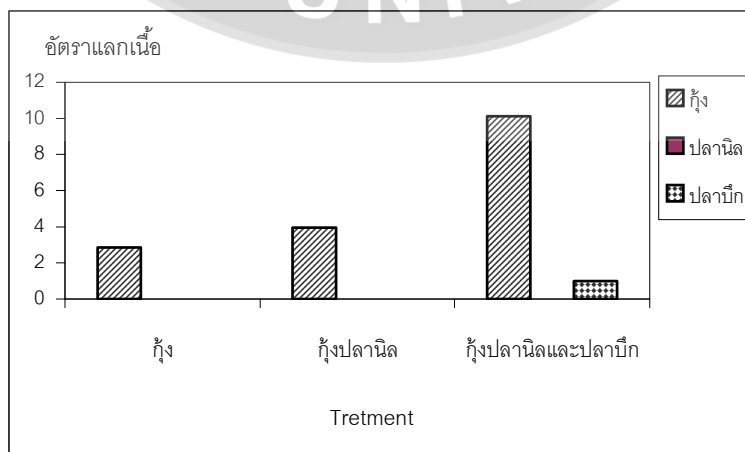
1. จากการปล่อยกึ่งก้ามกรามเลี้ยงขนาด 4.5 กรัม ปล่อยอัตรา 10 ตัว/ม.² มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น การเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดเฉลี่ยของกึ่งก้ามกราม เลี้ยงเป็นระยะเวลา 150 วัน (ม.ค. - พ.ค. 2548) ในพื้นที่ 110 ม.² จากตารางที่ 1 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงกึ่งก้ามกรามอย่างเดียวมีแนวโน้มที่มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตราการแลกเนื้อ อัตราการรอดตาย และอัตราการมีไข่ โดยมีค่า 3,568 กรัม 0.19 กรัม/ตัว/วัน 33.67 กรัม (29 ตัว/กิโลกรัม) 2.86, 47.37% และ 20.25% ตามลำดับ ส่วนการเลี้ยงกึ่งกับปลานิลเทศผู้มีค่า 2,686 กรัม 0.17 กรัม/ตัว/วัน 31 กรัม (32 ตัว/กิโลกรัม) 3.95, 40.5% และ 17.94% ตามลำดับ และเลี้ยงร่วมกับปลานิลเทศผู้และปลาบึกมีค่า 997.33 กรัม 0.14 กรัม/ตัว/วัน 25.33 กรัม (38 ตัว/กิโลกรัม) 10.11, 31.62% และ 5.51 % โดยที่น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว และอัตราการรอดตาย แต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนอัตราการแลกเนื้อ และอัตราการมีไข่ ในชุดที่เลี้ยงกึ่งอย่างเดียวและเลี้ยงรวมกับปลานิลเทศผู้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่เลี้ยงกับปลานิลเมื่อเทียบกับเลี้ยงกับปลานิลและปลาบึกมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) จากการศึกษาการเลี้ยงกึ่งก้ามกราม ซีพีเอฟ อย่างเดียวแบบพัฒนา พบว่าการปล่อยกึ่งขนาด 5 กรัม มีอัตราการรอด 65 % ขนาดจับ 25 ตัว/กิโลกรัม มีอัตราการแลกเนื้อ 1.8 ได้ผลผลิต 400 กิโลกรัม/ไร่/4 เดือน จากการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) ในการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² กับปลาสลิดในบ่อดินขนาด 200 ม.² นาน 106 วัน ในอัตราการปล่อยที่ต่างกันพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของกึ่งในการเลี้ยงกึ่งแบบเดียวและเลี้ยงร่วมกับปลาสลิด แต่จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกึ่งก้ามกรามเมื่อเพิ่มอัตราการปล่อย อัตราการมีไข่ของแม่กึ่งจากหน่วยทดลองที่เลี้ยงกึ่งอย่างเดียวอัตราการมีไข่ของแม่กึ่งสูงสุดโดยมีอัตราเฉลี่ย 20.25 % รองลงมาเลี้ยงกึ่งกับปลานิลและเลี้ยงกึ่งกับปลานิลและปลาบึกโดยมีอัตราการมีไข่แตกต่างกันทางสถิติทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุเกิดจากสภาวะความเครียดและยังมีผลกระทบต่อการควบคุมการสังเคราะห์ฮอร์โมนสเตียรอยด์ที่ควบคุมระบบสืบพันธุ์โดยเกิดความผิดปกติต่อการทำงานของ HPG-axis นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าเมื่อระดับของ Cortisol ในพลาสมาสูงจะส่งผลให้ยับยั้งขบวนการอักเสบ (Inflammatory Response) โดยป้องกันไม่ให้เม็ดเลือดขาว (Lymphocytes) เข้าไปในเนื้อเยื่อที่เกิดการอักเสบและทำให้อวัยวะที่ทำหน้าที่ผลิตเม็ดเลือดขาวทำงานลดลง (Casey, 1996; Tanriverdi et al., 2003) จึงทำให้มีอัตราการมีไข่ของแม่กึ่งน้อยและอาจเกิดจากการแย่งอาหารของปลานิลเนื่องจากไม่ให้อาหารปลานิล



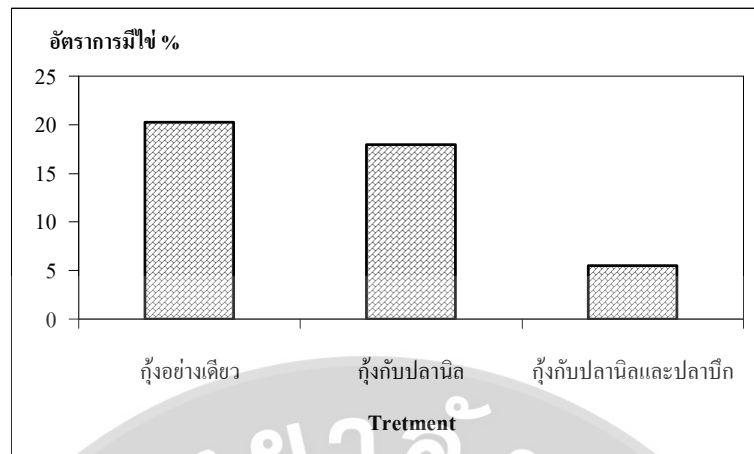
ภาพที่ 15 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามจากการเลี้ยงแบบรวม



ภาพที่ 16 อัตรารอดของระบบการเลี้ยงแบบรวม



ภาพที่ 17 อัตราการแลกเนื้อระบบการเลี้ยงแบบรวม



ภาพที่ 18 อัตราการมีไข่ของกุ้งก้ามกรามจากระบบการเลี้ยงแบบรวม



ภาพที่ 19 การเลี้ยงกุ้งอย่างเดียว



ภาพที่ 20 การเลี้ยงกุ้งร่วมกับปลานิล



ภาพที่ 21 การเลี้ยงกุ้งกับปลานิลและปลาบึก



ภาพที่ 22 แม่กุ้งที่มีไข่



ภาพที่ 23 การสุ่มชั่งกึ่งกับปลานิล



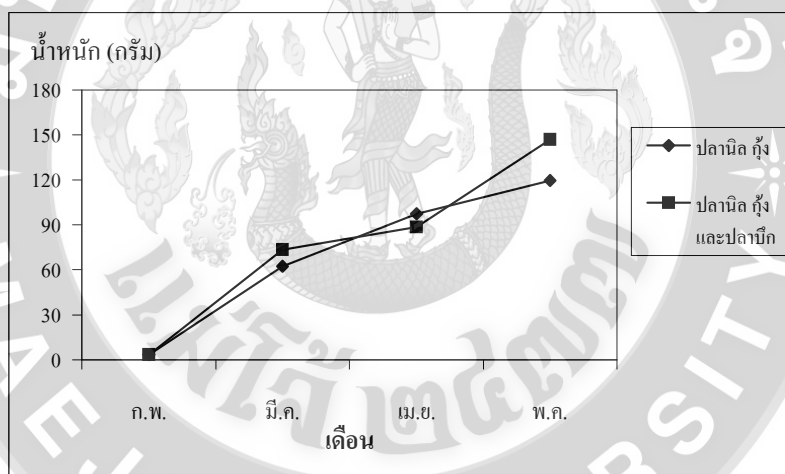
ภาพที่ 24 การสุ่มชั่งปลานิล



ภาพที่ 25 การสุ่มชั่งปลาบึก

2. จากการปล่อยปลานิลขนาด 3.50 กรัม ปล่อยอัตรา 2 ตัว/ม.² น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการรอดตาย ที่มีแนวโน้มที่ดีของปลานิลเพศผู้ (ก.พ. - พ.ค. 2548) เลี้ยงร่วมกับกึ่งก้ามกรามและปลาบึก เป็นระยะเวลา 109 วัน จากตารางที่ 2 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงปลานิลร่วมกับกึ่งก้ามกรามและปลาบึกมีค่า 10,357.30 กรัม 1.7 กรัม/วัน และ 96% ตามลำดับ ส่วนชุดทดลองที่เลี้ยงปลานิลกับกึ่งก้ามกรามมีค่า 6,966 กรัม 1.38 กรัม/วัน และ 93.33% โดยที่ค่าดังกล่าวแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) ที่เลี้ยงกึ่งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² กับปลาสดในบ่อดินขนาด 200 ม.² นาน 106 วัน และไม่พบความแตกต่างหรือความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของปลาสดกับอัตราการปล่อย (0.5-4 ตัว/ม.²) และพบว่าผลตอบแทนเบื้องต้นที่ดีที่สุดจากการปล่อยปลาสดที่อัตราการปล่อยที่สูงตั้งแต่ 1.5-4 ตัว/ม.²

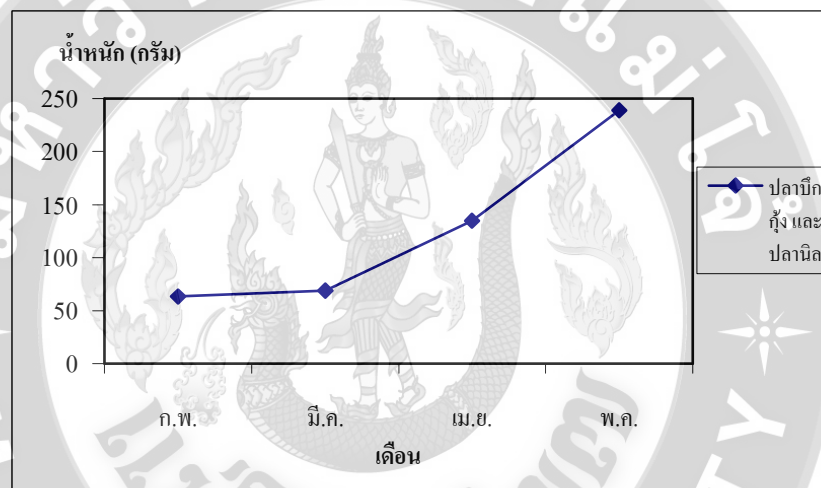
จากข้อมูลดังกล่าวสามารถเลี้ยงปลานิลเพศผู้ร่วมกับกึ่งกำมกรามและปลาบึก อัตราการรอดของปลานิลค่อนข้างสูงทั้งนี้เนื่องจากสาเหตุจากการปล่อยปลานิลขนาด 3.50 กรัม ซึ่งปลานิลขนาดดังกล่าวกึ่งไม่สามารถกินปลานิลได้ จากการศึกษากการเลี้ยงปลานิลเพศผู้แบบพัฒนาของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด พบว่าการเลี้ยงในบ่อขนาด 1 ไร่ หว่านปูนขาว 100 กิโลกรัม/ไร่ แล้วตากบ่อให้แห้ง ก่อนปล่อยลูกปลา 3 วันเติมน้ำลึก 1.5 เมตร แล้วทำน้ำเขียวโดยใช้ โดโลไมท์ 100 กิโลกรัม ปุ๋ย 46-0-0 และ 0-46-0 อย่างละ 5 กิโลกรัม/ไร่ ละลายน้ำกรองแล้วสาดให้ทั่วบ่อ 6 ชั่วโมง ก่อนปล่อยลูกปลาอัตรา 10 ตัว/ม.² ใส่เกลือ 20 กิโลกรัม/ไร่ เปิดเครื่องตีน้ำ ผลการศึกษาพบว่าในระยะเวลาที่เลี้ยง 120 วัน อัตรารอด 75 % อัตราการแลกเนื้อ 1.2 อัตราการเจริญเติบโต 2.77 กรัม/วัน ปริมาณอาหารที่ใช้ 4,800 กิโลกรัม (74,940 บาท) ค่าพันธุ์ปลา 5,600 บาท อื่น ๆ 2,000 บาท รวมต้นทุนรวม 82,540 บาท (24.64 บาท/กิโลกรัม) ได้ผลผลิตปลา 4,000 กิโลกรัม ขายได้ กิโลกรัมละ 30 บาท รวมรายได้ 120,000 บาท กำไร 37,460 บาท หรือ 31%



ภาพที่ 26 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลจากระบบการเลี้ยงแบบรวม

3. จากการปล่อยปลาบึก น้ำหนักเฉลี่ย 63 กรัม ปล่อยอัตรา 1 ตัว/3 ม.² น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลาบึก (ก.พ. - พ.ค. 2548) เลี้ยงร่วมกับกึ่งกำมกรามและปลาบึก เป็นระยะเวลา 109 วัน จากตารางที่ 3 พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงปลานิลร่วมกับกึ่งกำมกรามและปลาบึกมีค่า 4,511 กรัม 2 กรัม/วัน ,1 และ 100 % จากการเลี้ยงปลาบึกขนาดความยาวเฉลี่ย 20.11 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 70.75 กรัม ในบ่อดินขนาด 80 ตารางเมตร อัตราปล่อย 5 ตัว/ตารางเมตร ด้วยอาหาร 3 ชนิด ชุดที่ 1 อาหารระดับโปรตีน 30 % ประกอบด้วย ปลาป่น 16 % กากถั่วเหลือง 39 % รำละเอียด 30 % ปลาขี้ขาว 14 % วิตามิน

และแร่ธาตุ 1 % ชุดที่ 2 ระดับโปรตีน 11 % ประกอบด้วย รำละเอียด : ปลาขี้ขาว ในอัตราส่วน 3 : 1 โดยให้อาหารในอัตรา 5 % ของน้ำหนักตัวปลา สัปดาห์ละ 5 วัน และปรับปริมาณอาหารทุกเดือนตามน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น ชุดที่ 3 เลี้ยงด้วยมูลสุกรแห้งอัตรา 200 กิโลกรัม/ไร่/เดือน แบ่งใส่เดือนละ 2 ครั้ง เท่า ๆ กัน ทดลองเลี้ยงนาน 11 เดือน 8 วัน จากการทดลองพบว่า ปลาชุดทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีน้ำหนักเฉลี่ย 2,655, 1,541.5 และ 2,085 กรัม อัตราการเจริญเติบโต 7.53, 4.29 และ 5.87 กรัม/วัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 3.25, 3.87 และ 3.72 และต้นทุนค่าอาหารต่อปลาบึก 1 กิโลกรัม เท่ากับ 22.43, 8.13 และ 1.60 บาท ตามลำดับ อัตราการรอดตาย 100 % ทุกการทดลอง (อนันต์ และชัยศิริ, 2528)



ภาพที่ 27 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาบึกจากการเลี้ยงร่วมกับกุ้งก้ามกรามและปลานิล

4. คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามแบบรวม

จากตารางที่ 7 คุณภาพน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก ในช่วงการเลี้ยง เดือน ม.ค. 2547 – พ.ค. 2548 พบว่าคุณภาพน้ำเฉลี่ยในแต่ละหน่วยการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำ (27°C) เนื่องจากการศึกษาเป็นช่วงฤดูหนาว ความเป็นด่างของน้ำมีค่าน้อย 141 mg/l ปกติความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญโตของสัตว์น้ำควรมีค่า $200\text{--}250\text{ mg/l}$ ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำไม่ดีเท่าที่ควร ประกอบกับปริมาณแอมโมเนียในน้ำมีค่า 0.24 mg/l นอกจากนี้คุณภาพน้ำอย่างอื่นอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เช่น ปริมาณออกซิเจนมีค่า 7 mg/l ; pH 8.2 ; ความโปร่งแสง 38.67 cm. และความขุ่นใส 14.48 mg/l

ตารางที่ 7 คุณภาพน้ำเฉลี่ยของการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในช่วงเดือน พ.ย. - เม.ย. 2548

รายการ	ค่าเฉลี่ย
1. อุณหภูมิ (Temperature)	$27.16 \pm 2.75^{\circ}\text{C}$
2. ค่า pH	8.20 ± 0.14
3. ค่าความโปร่งแสง (Transparency)	$38.67 \pm 2.75\text{ cm.}$
4. ค่าความขุ่นใส (Turbidity)	$14.48 \pm 4.05\text{ mg/l}$
5. ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)	$141.13 \pm 3.67\text{ mg/l}$
6. ค่าแอมโมเนีย (Total ammonia : NH_3)	$0.243 \pm 0.074\text{ mg/l}$
7. ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO)	$7.03 \pm 2.06\text{ mg/l}$

5. ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นระยะเวลา 150 วัน ร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 109 วัน ในพื้นที่ 110 m^2 จากตารางที่ 5 และ 6 พบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า $3,933.80$ บาท รองลงมาได้แก่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวมีค่า 58.60 บาท และเลี้ยงกับปลานิลมีค่า 14.20 บาท ตามลำดับ โดยมีต้นทุน/กก. ของแต่ละระบบการทดลองเท่ากับ 188.35 บาท 176.15 บาท และ 219.24 บาท ตามลำดับ ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของแต่ละระบบ 53.48% , 2.19% และ 0.49% ตามลำดับจะพบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาบึกและปลานิลจะให้ผลตอบแทนสูงสุดเนื่องจากราคาปลาบึกขนาด 205 กรัม ในท้องตลาดจะจำหน่ายได้ตัวละ 300 บาท ส่วนการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวมีความเสี่ยงต่อการขาดทุนมากเนื่องจากมีต้นทุนค่า

พันธุ์และอาหารที่ค่อนข้างสูง 85 % ประกอบกับอัตราการรอดของการเลี้ยงกุ้งอย่างเดียวมีค่าน้อย 47.37 % จากการศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ซีพีเอฟ อย่างเดียวแบบพัฒนา พบว่าการปล่อยกุ้ง ขนาด 5 กรัม มีอัตราการรอด 65 % ขนาดจับ 25 ตัว/กิโลกรัม มีอัตราการแลกเนื้อ 1.8 ได้ผลผลิต 400 กิโลกรัม/ไร่/4 เดือน มีต้นทุน/กิโลกรัม ดังนี้ ค่าพันธุ์ 38 บาท อาหาร 38 บาท อื่น ๆ 20 บาท รวม 96 บาท/กิโลกรัม สามารถขายได้ 150 บาท/กิโลกรัม เช่นเดียวกับการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² ร่วมกับ ปลาสดพบว่าผลตอบแทนเบื้องต้นที่ดีที่สุดจากการปล่อยปลาสดที่อัตราการปล่อยที่สูงตั้งแต่ 1.5-4 ตัว/ม.²



ตารางที่ 8 ต้นทุนดำเนินการเบื้องต้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิลและปลาบึกในแต่ละชุดการทดลอง ในพื้นที่ 110 ตร.ม.

ชุดที่	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. กุ้งก้ามกรามอย่างเดียว	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 990 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าอาหารราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 34.65 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 2 วันๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 17.65 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	1,485.00 796.95 300.00 88.25 2,670.20
2. กุ้งก้ามกราม กับ ปลานิล	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 990 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าลูกพันธุ์ปลานิล จำนวน 150 ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าอาหารกุ้งราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 34.65 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 3 วันๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 17.65 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	1,485.00 60.00 796.95 450.00 88.25 2,880.20
3. เลี้ยงกุ้งก้ามกราม กับ ปลานิล และปลาบึก	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 990 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าลูกพันธุ์ปลานิล จำนวน 150 ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าลูกพันธุ์ปลาบึก ราคาตัวละ 150 บาท จำนวน 60ตัว - ค่าอาหารกุ้งราคากิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 34.65 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลาบึกราคากิโลกรัมละ 10 บาท จำนวน 12.5 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 4 วันๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 17.65 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	1,485.00 60.00 9,000.00 796.95 125.00 600.00 88.25 12,155.20

ตารางที่ 9 ต้นทุนและรายได้เบื้องต้นจากการดำเนินงานในพื้นที่ 110 ตร.ม.

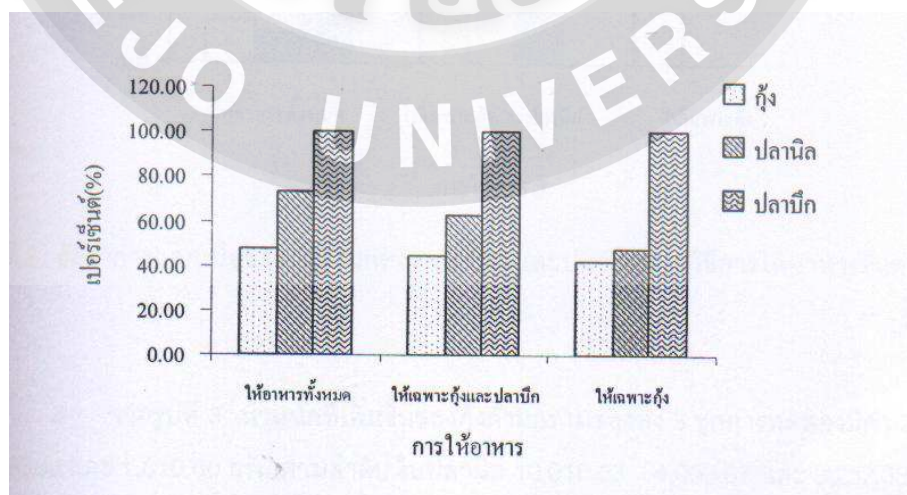
Treatment	ต้นทุน (บาท)	ผลผลิตที่ได้ (กก.)	ต้นทุน/กก. (บาท)	รายได้ (บาท)	กำไรขั้นต้น (บาท)	ผลตอบแทน (%)
กึ่งก้ามกราม	2,670.20	15.16	-	2,728.80	58.60	
รวม	2,670.20	15.16	176.15	2,728.80	2,728.80	2.19
กึ่งก้ามกราม	2,551.08	12.51	-	2,251.80	-299.28	-
ปลานิล	329.12	21.42	-	642.60	313.48	-
รวม	2,880.20	33.93	219.24	2,894.40	14.2	0.49
กึ่งก้ามกราม	2,511.36	7.45	-	1,341	-1,170.36	-
ปลานิล	289.42	31.60	-	948	658.58	-
ปลาบึก	9,354.42	60 (ตัว)	-	18,000	4,445.58	-
รวม	12,155.20	39.05	188.35	20,289	3,933.80	53.48

หมายเหตุ ราคา กึ่งก้ามกราม กก. ละ 180 บาท
 ราคาปลานิล กก. ละ 30 บาท
 ราคาปลาบึก ตัว ละ 300 บาท

กึ่งก้ามกรามและปลาเก็บไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์ ผลผลิตที่ได้อาจเปลี่ยนแปลงเนื่องจาก
 ราคาของกึ่งก้ามกราม ปลานิลและปลาบึกมีการเปลี่ยนแปลง

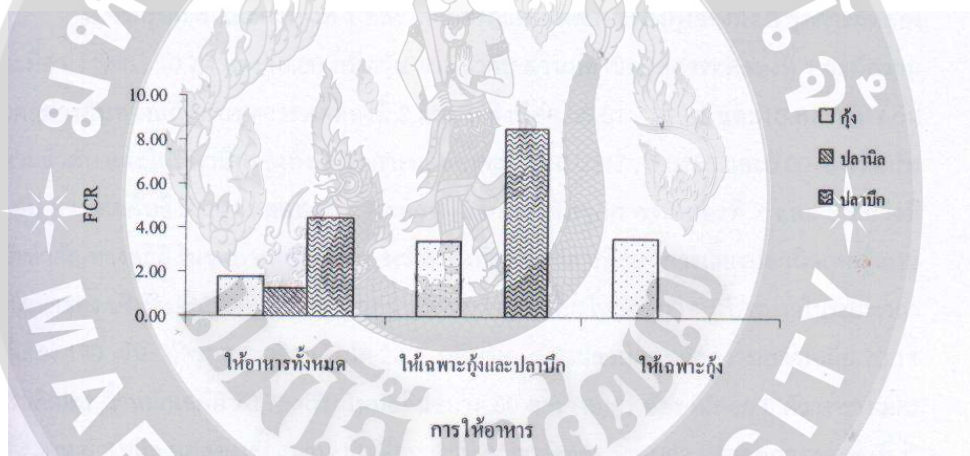
ปีที่ 3 : การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกโดยการลดอาหารปลา

1. เรื่องอัตราการรอดจากภาพที่ 28 ปลาบึกของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีอัตราการรอด 100% ส่วนปลานิลมีอัตราการรอดใน ชุดการทดลองที่ 1 ชุดการทดลองที่ 2 และการทดลองที่ 3 มีค่า 73.33%, 62.67%, และ 47.33% ตามลำดับ ส่วนอัตราการรอดในกุ้งก้ามกรามของทั้ง 3 การทดลองมีค่า 47.47%, 44.27% และ 41.78% ตามลำดับ อัตราการรอดของปลานิลและกุ้งที่เลี้ยงโดยให้อาหารกุ้งอย่างเดียวมีอัตราการรอดต่ำสุด เป็นไปได้ว่ากุ้งถูกแย่งอาหารหรือถูกกินโดยปลา ซึ่งมีอัตราการรอดที่น้อยกว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามซีพีเอฟ อย่างเดียวมีอัตราการรอด 65% และจากการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² กับปลาสดในบ่อดินขนาด 200ม.² นาน 106 วัน ในอัตราการปล่อยที่ต่างกันพบว่าไม่มีความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของกุ้งในการเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยวและเลี้ยงร่วมกับปลาสด แต่จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามเนื่องจากสาเหตุเกิดจากสภาวะความเครียด จากรายงานของ Louis et al.,(2003) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลากดหลวง โดยการปล่อยกุ้งก้ามกรามขนาด 0.52 กรัม และปล่อยปลาขนาด 0.03 – 0.57 กิโลกรัม ในบ่อดินเป็นเวลา 133 วัน พบว่ากุ้งมีอัตราการรอดมากกว่า 87% และปลาอัตราการรอด 70% ส่วนรายงานของ Marcel and Wagner ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลโดยปล่อยกุ้งก้ามกรามที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน คือ ปล่อย 0, 2, 4 และ 6 ตัว/ตารางเมตร ทำการเลี้ยงในบ่อดินเป็นเวลา 175 วัน พบว่าอัตราการรอดของปลานิลและกุ้งก้ามกรามไม่มีความแตกต่างกัน คือมีค่า 67% และ 90% ตามลำดับ



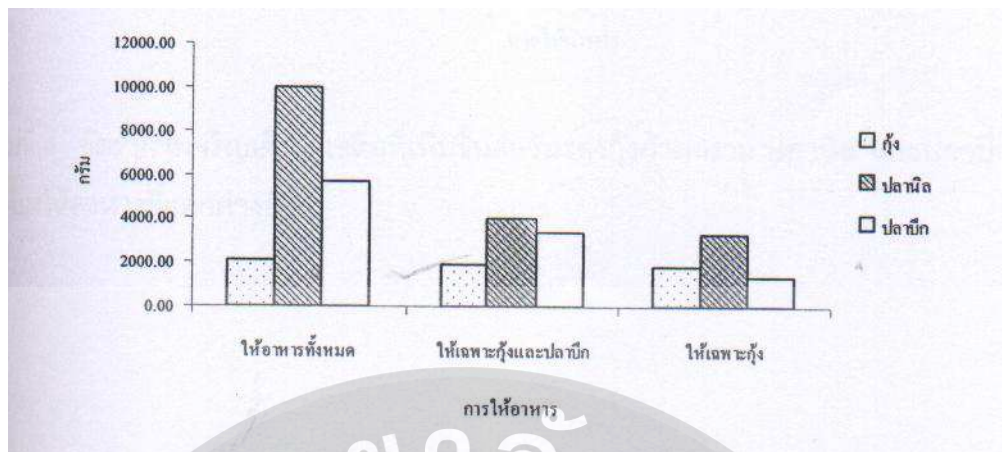
ภาพที่ 28 อัตราการตายของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึกจากการเลี้ยงด้วยวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน

2. อัตราการแลกเนื้อจากภาพที่ 29 ของกุ้งก้ามกรามในทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่า 1.8089, 3.3974 และ 3.5835 ตามลำดับ จากรายงานของ Marcel and Wagner ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลโดยปล่อยกุ้งก้ามกรามที่ความหนาแน่นแตกต่างกันคือปล่อย 0, 2, 4 และ 6 ตัว/ตารางเมตร ทำการเลี้ยงในบ่อดินเป็นเวลา 175 วัน พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลไม่มีความแตกต่างกันคือมีค่า 1.91 ส่วนปลานิลในการศึกษานี้มีอัตราการแลกเนื้อ 1.2535 ส่วนอัตราการแลกเนื้อของปลาบึกในการทดลองที่ 1 และ 2 มีค่า 4.4752 และ 8.4930 ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูงทั้งนี้เป็นไปได้ว่าอาหารบางส่วนจะถูกปลานิลแย่งกินโดยเฉพาะในหน่วยทดลองที่ไม่ให้อาหารปลานิล เมื่อดูผลการศึกษการเลี้ยงปลาบึกขนาดความยาวเฉลี่ย 20.11 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 70.75 กรัม ในบ่อดินขนาด 80 ตารางเมตร อัตราปล่อย 5 ตัว/ตารางเมตร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ 3.25 (อนันต์ และชัยศิริ, 2528)



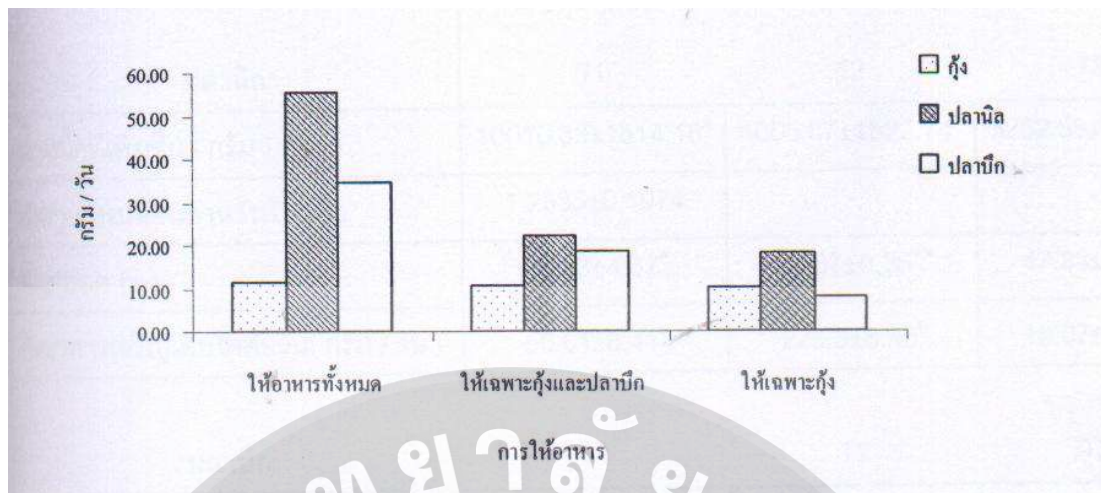
ภาพที่ 29 อัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึกด้วยวิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน

3. จากภาพที่ 30 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่า 2,080, 1,933.33 และ 1,810.00 กรัม ตามลำดับ ในปลานิล 1,001.33, 4,000.67 และ 3,252.33 กรัม ตามลำดับ และในปลาบึก ของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่า 5.71, 3.38 และ 1.40 กิโลกรัม ตามลำดับ จากรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² กับปลาสดในบ่อดินขนาด 200ม.² นาน 106 วัน ในอัตราการปล่อยที่ต่างกัน พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามเมื่อเพิ่มอัตราการปล่อยมีความแตกต่างกัน



ภาพที่ 30 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึกด้วย
วิธีการให้อาหารที่แตกต่างกัน

4. จากภาพที่ 31 และตารางที่ 10 อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกุ้งของทั้ง 3 ชุดการทดลองจะมีค่า 11.50, 10.74 และ 10.06 กรัม/วัน ตามลำดับ ส่วนปลานิลชุดการทดลองที่ 1 จะมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ซึ่งมีความ 55.61, 22.03 และ 18.67 กรัม/วัน ตามลำดับ และในปลาบึกของทั้ง 3 ชุดการทดลองจะมีค่า 0.0247, 0.0188 และ 0.0078 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับซึ่งในชุดทดลองที่ 1 จะมีความแตกต่างกับชุดการทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในชุดการทดลองที่ 1 จะมีค่าสูงที่สุด จากการศึกษากว้างปลานิลเพศผู้แบบพัฒนาของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด พบว่าการเลี้ยงในบ่อขนาด 1 ไร่ พบว่าในระยะเวลาที่เลี้ยง 120 วัน อัตราการเจริญเติบโต 2.77 กรัม/วัน ส่วนปลาบึกขนาดความยาวเฉลี่ย 20.11 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 70.75 กรัม ในบ่อดินขนาด 80 ตารางเมตร อัตราปล่อย 5 ตัว/ตารางเมตร ด้วยอาหาร 3 ชนิด มีอัตราการเจริญเติบโต 7.53, 4.29 และ 5.87 กรัม/วัน (อนันต์ และชัยศิริ, 2528)



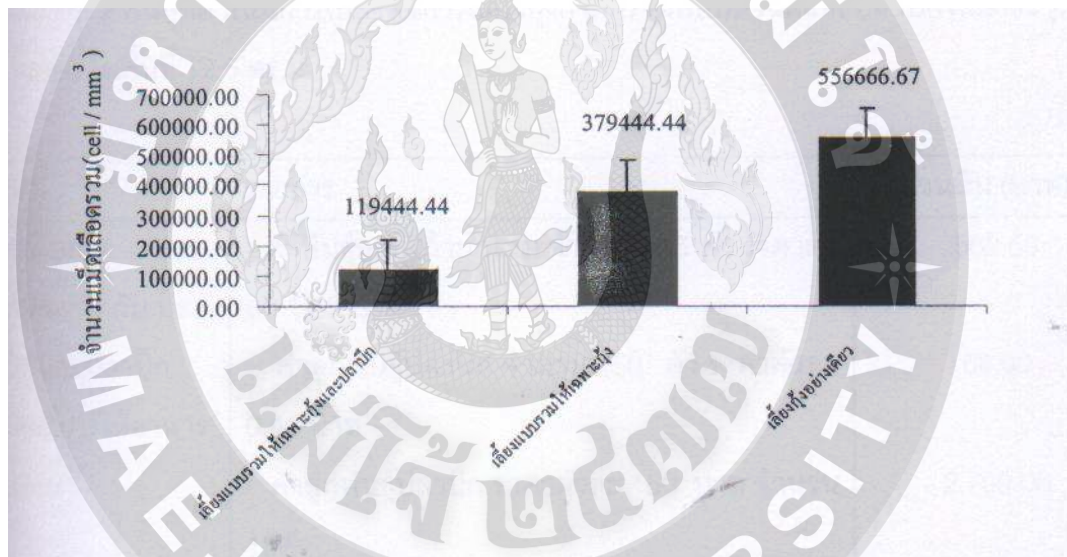
ภาพที่ 31 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันของกุ้งก้ามกราม ปลานิล และปลาบึก จากการเลี้ยงให้อาหารที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 10 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตรารอด และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ของปลาบึก ปลานิลและกุ้งก้ามกรามระยะเวลาการเลี้ยง 180 วัน

กุ้งก้ามกราม	Giant Fresh Water (<i>Macrobrachium rosenbergii</i>)		
	T1	T2	T3
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	2080.00±15.28 ^a	2083±14.53 ^a	2106.67±23.33 ^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.8089±0.3234 ^a	3.1340±0.2713 ^b	3.0688±0.0636 ^b
อัตรารอด (%)	47.47±0.67 ^a	44.27±0.58 ^b	41.87±0.88 ^b
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	11.56±0.09 ^a	11.57±0.08 ^a	11.70±0.13 ^a
ปลานิล	T1	T2	T3
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	10010.33±1514.16 ^a	4000.67±1522.74 ^b	3252.33±708.60 ^b
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.2535±0.1974	-	-
อัตรารอด (%)	73.33±4.67 ^a	62.67±6.36 ^{ab}	47.33±7.33 ^b
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กรัม/วัน)	55.61±8.41 ^a	22.23±8.46 ^b	18.07±3.94 ^b
ปลาบึก	T1	T2	T3
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)	5.71±0.56 ^a	3.38±0.80 ^b	1.40±16 ^c
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	4.48±0.63 ^{ab}	8.49±2.09 ^a	-
อัตรารอด (%)	100±0.00	100±0.00	100±0.00
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (กิโลกรัม/วัน)	0.0347±0.0009 ^a	0.0188±0.0044 ^b	0.0078±0.0009 ^c

หมายเหตุ a, b, c = เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ (%) และ (-) ไม่มีการให้อาหารสัตว์น้ำชนิดนั้น

5. จากภาพที่ 32 จำนวนเม็ดเลือดรวมของกุ้งก้ามกรามใน ชุดการทดลองที่มีการเลี้ยงแบบรวมโดยมีการให้อาหารเฉพาะกุ้งก้ามกรามและปลาบึก, ชุดการทดลองที่มีการเลี้ยงแบบรวมโดยมีการให้อาหารเฉพาะกุ้งและชุดการทดลองที่มีการเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยวมีค่า 119,44.44 379,444.44 และ 556,666.67 cell/mm³ ตามลำดับ มีรายงานว่า เมื่อกุ้งมีความเครียดเนื่องจากแย่งอาหารหรือที่อยู่จะทำให้ระดับของ Coritsol ในพลาสมาสูง จะส่งผลให้ยับยั้งขบวนการอักเสบ (Inflammatory Response) โดยป้องกันไม่ให้เม็ดเลือดขาว (Lymphocytes) เข้าไปในเนื้อเยื่อที่เกิดการอักเสบและทำให้อวัยวะที่ทำหน้าที่ผลิตเม็ดเลือดขาวทำงานและจำนวนเม็ดลดลง (Casey, 1996; Tanriverdi et al., 2003) รวมทั้งจากการแย่งอาหารของปลานิลเนื่องจากไม่ให้อาหารปลา



ภาพที่ 32 จำนวนเม็ดเลือดรวมของกุ้งก้ามกรามจากการเลี้ยงด้วยวิธีการให้อาหารที่ต่างกัน
เปรียบเทียบกับ การเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยว

6. ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 180 วัน ในพื้นที่ 12.5 ม.² จากตารางที่ 2 และ 3 พบว่าการให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิดให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 1,350.30 บาท รองลงมาคือการให้อาหารเฉพาะกุ้งและปลาบึกมีค่า -1,138.66 บาท และการให้อาหารเฉพาะกุ้งอย่างเดียวมีค่า -1,767.11 บาท โดยมีต้นทุน/กก.ของแต่ละระบบการทดลองเท่ากับ 110.46 บาท 198.99 บาท และ 219.19 บาท ตามลำดับ ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของแต่ละระบบ 22.37%, -19.16% และ -39.21% ตามลำดับจะพบว่าการให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิดจะให้ผลตอบแทนสูงสุดเนื่องจากราคาปลาบึกขนาด 205 กรัม ในท้องตลาดจะจำหน่ายได้ตัวละ 300 บาท ส่วนการให้อาหารกุ้งก้ามกรามอย่างเดียวมีความเสี่ยงต่อการขาดทุนมากเนื่องจากมีต้นทุนค่าพันธุ์และอาหารที่ค่อนข้างสูง 85% ประกอบกับอัตราการรอดของการให้อาหารกุ้งอย่างเดียวมีค่าน้อย 41.87% จากการศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ซีพีเอฟ อย่างเดียวแบบพัฒนา พบว่าการปล่อยกุ้งขนาด 5 กรัม มีอัตราการรอด 65% ขนาดจับ 25 ตัว/กิโลกรัม มีอัตราการแลกเนื้อ 1.8 ได้ผลผลิต 400 กิโลกรัม/ไร่/4 เดือน มีต้นทุน/กิโลกรัม ดังนี้ ค่าพันธุ์ 38 บาท อาหาร 38 บาท อื่น ๆ 20 บาท รวม 96 บาท/กิโลกรัม สามารถขายได้ 150 บาท/กิโลกรัม เช่นเดียวกับการรายงานของ Yoonpundh and Srithong (2003) การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ม.² ร่วมกับปลาสลิดพบว่าผลตอบแทนเบื้องต้นที่ดีที่สุดจากการปล่อยปลาสลิดที่อัตราการปล่อยที่สูงตั้งแต่ 1.5-4 ตัว/ม.²

ตารางที่ 11 ต้นทุนดำเนินการเบื้องต้นการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิลและปลาบึกแต่ละชุดการทดลอง ในพื้นที่ 12.5 ตร.ม.

ชุดที่	รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
1. เลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิล และปลาบึก โดยมีการให้อาหารสดวันน้ำ	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 375 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าพันธุ์ลูกปลานิล จำนวน 150 ตัว ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าพันธุ์ลูกปลาบึก ราคาตัวละ 150 บาท จำนวน 18 ตัว - ค่าอาหารกุ้งกิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 11.2725 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลาบึกกิโลกรัมละ 17 บาท จำนวน 74.646 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลานิลกิโลกรัมละ 12 บาท จำนวน 37.3005 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 4 วัน ๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 27.65 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	562.50 60.00 2,700.00 259.28 1,268.98 447.61 600.00 138.25 6,036.62
2. เลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิล และปลาบึก โดยมีการให้อาหารปลาบึกและกุ้ง	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 375 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าพันธุ์ลูกปลานิล จำนวน 150 ตัว ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าพันธุ์ลูกปลาบึก ราคาตัวละ 150 บาท จำนวน 18 ตัว - ค่าอาหารกุ้งราคา กิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 19.575 กิโลกรัม - ค่าอาหารเลี้ยงปลาบึกราคา กิโลกรัมละ 17 บาท จำนวน 74.239 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 4 วัน ๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 27.65 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	562.50 60.00 2,700.00 450.23 1,296.06 600.00 138.25 5,807.04
3. เลี้ยงกุ้งก้ามกรามกับปลานิล และปลาบึก โดยให้อาหารกุ้งก้ามกรามอย่างเดียว	- ค่าพันธุ์ลูกกุ้งก้ามกราม จำนวน 375 ตัวๆ ละ 1.50 บาท - ค่าพันธุ์ลูกปลานิล จำนวน 150 ตัวๆ ละ 0.40 บาท - ค่าพันธุ์ลูกปลาบึก ราคาตัวละ 150 บาท จำนวน 18 ตัว - ค่าอาหารกุ้งราคา กิโลกรัมละ 23 บาท จำนวน 19.386 กิโลกรัม - ค่าแรงในการดำเนินการ (ให้อาหาร และจับผลผลิต) จำนวน 4 วัน ๆ ละ 150 บาท - ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ราคาลิตรละ 27.65 บาท จำนวน 5 ลิตร รวมเป็นเงิน	562.50 60.00 2,700.00 445.88 600.00 138.25 4,506.63

ตารางที่ 12 ต้นทุนและรายได้เบื้องต้นจากการดำเนินงานในพื้นที่ 12.5 ตร.ม.

Treatment		ต้นทุน (บาท)	ผลผลิตที่ได้ (กก.)	ต้นทุน/กก. (บาท)	รายได้ (บาท)	กำไรขั้นต้น (บาท)	ผลตอบแทน (%)
ให้อาหาร สัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิด	ให้อาหารกุ้ง ก้ามกราม	1,067.79	7.50	-	1,350.00	282.21	-
	ให้อาหารปลานิล	753.68	30.03	-	900.90	147.22	-
	ให้อาหารปลาบึก	4,215.13	17.12	-	5,136.00	920.87	-
รวม		6,036.60	54.65	110.46	7,386.90	1,350.30	22.37
ให้อาหาร ปลาบึก และ กุ้ง ก้ามกราม	ให้อาหารกุ้ง ก้ามกราม	1,258.42	7.05	-	1,269.00	1,058	-
	ไม่ให้อาหารปลา นิล	306.08	12.00	-	360.00	53.92	-
	ให้อาหารปลาบึก	4,242.16	10.13	-	3,039.00	-1,203.16	-
รวม		5,806.66	29.18	198.99	4,668.00	-1,138.66	-19.61
ให้อาหาร เฉพาะกุ้ง ก้ามกราม	ให้อาหารกุ้ง ก้ามกราม	1,254.55	6.61	-	1,189.80	-64.75	-
	ไม่ให้อาหารปลา นิล	306.08	9.76	-	292.80	-13.28	-
	ไม่ให้อาหารปลา บึก	2,946.08	4.19	-	1,257.00	-1,689.08	-
รวม		4,506.71	20.56	219.19	2,739.6	-1,767.11	-39.21

หมายเหตุ ราคากุ้งก้ามกราม กก. ละ 180 บาท
 ราคาปลานิล กก. ละ 30 บาท
 ราคาปลาบึก ตัวละ 300 บาท

ปีที่ 1 : ระบบการเลี้ยงแบบรวมสำหรับกึ่งก้ามกรามในบ่อดิน

1. กึ่งก้ามกรามขนาด 3.6 กรัม ปล่อยอัตรา 10 ตัว/ม.² ปลานิลขนาด 27 กรัม ปล่อยอัตรา 2 ตัว/ม.² และปลาบึก น้ำหนักเฉลี่ย 39.7 กรัม ปล่อยอัตรา 1 ตัว/ 3 ม.² เลี้ยงเป็นระยะเวลา 166 วัน (พ.ย. 2546 - พ.ค. 2547) พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงกึ่งก้ามกรามอย่างเดียว เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึกมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$)

2. ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามเป็นระยะเวลา 166 วัน ร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 138 วัน ในพื้นที่ 144 ม.² การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 12,582 บาท รองลงมาได้แก่การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามกับปลานิลมีค่า 1,211.50 บาท และเลี้ยงกึ่งก้ามกรามอย่างเดียวมีค่า -220 บาท ตามลำดับ ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของแต่ละระบบ 160 %, 28 % และ - 6 % ตามลำดับ

ปีที่ 2 : การเลี้ยงแบบรวมสำหรับกึ่งก้ามกรามในบ่อดินโดยไม่ให้อาหารปลานิล

1. กึ่งก้ามกรามขนาด 4.5 กรัม ปล่อยอัตรา 10 ตัว/ม.² ปลานิลขนาด 3.50 กรัม ปล่อยอัตรา 2 ตัว/ม.² และปลาบึก น้ำหนักเฉลี่ย 63 กรัม ปล่อยอัตรา 1 ตัว/ 3 ม.² เลี้ยงเป็นระยะเวลา 150 วัน (ม.ค. - พ.ค. 2548) พบว่าชุดทดลองที่เลี้ยงกึ่งก้ามกรามอย่างเดียว เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึกมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว ของแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนอัตราการแลกเนื้อ และอัตราการรอดตายของแต่ละหน่วยทดลองมีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกึ่งก้ามกรามเป็นระยะเวลา 150 วัน ร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 109 วัน ในพื้นที่ 110 ม.² การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึก ให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 3,933.80 บาท รองลงมาได้แก่การเลี้ยงกึ่งก้ามกรามอย่างเดียวมีค่า 58.60 บาท และเลี้ยงกึ่งก้ามกรามกับปลานิลมีค่า 14.20 บาท ตามลำดับ ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของแต่ละระบบ 53.48 %, 2.19 % และ 0.49 % ตามลำดับ

ปีที่ 3 : การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกโดยการลดอาหารปลา

1. กุ้งก้ามกรามขนาด 3.5 กรัม ปล่อย 10 ตัว/ตารางเมตร, ปลานิลขนาด 13 กรัม ปล่อย 4 ตัว/ตารางเมตร และปลาบึกน้ำหนักเฉลี่ย 750 กรัม 1 ตัว/2 ตารางเมตร เลี้ยงเป็นระยะเวลา 180 วัน (มี.ค. – ส.ค. 2549) พบว่า ชุดการทดลองที่มีการให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิด มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด, อัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกุ้งก้ามกรามของทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนในปลานิลและปลาบึกชุดการทดลองที่ให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิดมีการเจริญเติบโตต่อวันสูงที่สุดแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลองที่ 2 และ 3 ($P>0.05$), อัตราการรอดตายของปลาบึกของทั้ง 3 ชุดการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนในกุ้งก้ามกรามและปลานิลชุดการทดลองที่ให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

2. ในการศึกษาจำนวนเม็ดเลือดรวมในระบบที่เลี้ยงกุ้งอย่างเดียวโดยมีการให้อาหารมีค่ามากกว่าการเลี้ยงกุ้งกับปลาและมากกว่าการเลี้ยงโดยไม่ให้อาหารปลา

3. ต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้นจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 180 วัน ในพื้นที่ 12.5 ม.² พบว่าการให้อาหารสัตว์น้ำทั้ง 3 ชนิดให้ผลตอบแทนสูงสุดโดยมีค่า 1,350.30 บาท รองลงมาคือการให้อาหารเฉพาะกุ้งและปลาบึกมีค่า -1,138.66 บาท และการให้อาหารเฉพาะกุ้งก้ามกรามมีค่า -1,767.11 บาท ตามลำดับ ส่วนอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุนของแต่ละระบบ 22.37%, -19.61% และ -39.21% ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2544. การเพาะขยายและปรับปรุงพันธุ์ปลา. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 169 หน้า.
- เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 229 หน้า.
- เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2548. ปลาบึกเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 151 หน้า.
- ข่าวสัตว์น้ำ. 2544. วารสารเครือเจริญโภคภัณฑ์. 4(3):1-4.
- ทวี จินตธรรม และ ขวัญกมล กลิ่นศรีสุข. 2535. การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร 12(36) :1-15.
- บรรจง เทียนสงฆ์ศรี. 2535. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 40-81.
- ยนต์ มุสิก. 2529. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.
- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 120 น.
- ศูนย์สารสนเทศกรมประมง. 2546. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เอกสารฉบับที่ 6/2548. 91 หน้า.
- สมพงษ์ สุวรรณเทศ. 2545. แผนการแก้ไขปัญหาเรื่องสารตกค้างและราคากุ้งก้ามกรามตกต่ำ. วารสารการประมง 55(3) : 25-34.
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2544. กรมประมงเร่งผลิต ปลาบึก สู้สัตว์เศรษฐกิจ. วารสารสัตว์น้ำ 12(144) : 71-72.
- อนันต์ หาญประสิทธิ์คำ และ ชัยศิริ ศิริกุล. 2528. การทดลองเลี้ยงปลาบึกในกระชัง. รายงานประจำปี. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดนครราชสีมา, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 56-59.
- Casey, M.L. 1996. Cytokines and Immune-Endocrine Interactions in Griffin, J.E. and Ojeda, S.R. Textbook of Endocrine Physiology, 3rd Edition. Oxford University Press. New York. Pp. 66-85.

- Louis R. D'Abramo, H. Randall Robinette, John M. Heinen, Ziva Ra'anan, Ziva Ra'anan and D. Cohen. 2003. Polyculture of the freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) with a mixed-size population of channel catfish (*Ictalurus punctatus*)
- Marcel J.M.dos Santos and Wagner C. Valenti. Production of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii* Stocked at Different Densities in Polyculture Systems in Brazil. Journal of the world Aquaculture Society. Vol. 33, No.3, pp. 369-376.
- Ranjeet K. and Kurup B.M. 2002. Heterogeneous Individual Growth of *Macrobrachium rosenbergii* Male Morphotypes. Naga Journal. The ICLARM Quarterly 25(2) : 13.18.
- Tanriverdi, F., Silveira, F.G., MacColl, G.S. and Bouloux, P.M.G. 2003. The hypothalamic-pituitary-gonadal axis: immune function and autoimmunity. J. Endocrinol. 176: 293-304.
- Yoonpundh R. and Srithong C. 2003. Polyculture of Giant Freshwater Prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) and Snakeskin Gourami (*Trichogaster pectoralis*) Stocking Ratios. Final Report. Kasetsart University. 13 p.



โครงการวิจัยย่อยที่ 6

การใช้ไส้เดือนน้ำที่พบในท้องถิ่นในระบบการผลิตกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

ขนาด 5-8 เซนติเมตร

หัวหน้าโครงการวิจัย

ประจวบ ฉายบุ

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกไส้เดือนน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติเพื่อนำมาใช้บำบัดน้ำเสียและใช้เป็นอาหารเสริมสำหรับกุ้งก้ามกราม โดยเก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ในพื้นที่อำเภอเมือง แมริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่รวม 4 จุดช่วงเดือนตุลาคม 2547 พบไส้เดือนน้ำ 2 ชนิด คือ *Dero sp.* และ *Tubifex sp.* ในสัดส่วน 84.58 และ 15.42 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมด ตามลำดับ จากการศึกษาดัชนีชีวภาพอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำ และคุณภาพน้ำบางประการของแต่ละจุด พบว่าจุดที่เก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำได้จำนวนมากที่สุดมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าความเป็นกรด - ด่าง ของน้ำสูงสุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของแต่ละจุด แปรผันสอดคล้องกับจำนวนไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละจุดด้วย ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำอาจเป็นปัจจัยทางนิเวศวิทยาที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของไส้เดือนน้ำ ในแหล่งน้ำธรรมชาติ และเมื่อทดลองเลี้ยงไส้เดือนน้ำชนิด *Dero sp.* ซึ่งเป็นชนิดเด่นในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปอาหารบางประเภท คือ โรงงานผลิตแฮมและหมูยอ และโรงงานผลิตผักกาดดองในความเข้มข้นของน้ำเสียต่างๆ กันคือ 50 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 9 วัน เพื่อการปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้ง และการเลี้ยงไส้เดือนน้ำ พบว่าไส้เดือนน้ำที่เลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแฮมและหมูยอความเข้มข้น 100% มีอัตราการรอดตายต่ำสุดคือ 54.96 ± 10.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) เมื่อเทียบกับอัตราการรอดตายของไส้เดือนน้ำที่เลี้ยงในน้ำเสียความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ และ 75 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการรอดตายสูงสุดคือ 84.11 ± 11.20 และ 83.33 ± 5.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับการทดลองเลี้ยงไส้เดือนน้ำในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผักกาดดอง คืออัตราการรอดตายของไส้เดือนน้ำที่เลี้ยงในสัดส่วนน้ำทิ้ง 50 เปอร์เซ็นต์ (81.563 ± 1.583 เปอร์เซ็นต์) ให้อัตราการรอดสูงสุด และสัดส่วนน้ำทิ้ง 100 เปอร์เซ็นต์ (62.446 ± 2.884 เปอร์เซ็นต์) ให้อัตราการรอดต่ำสุดขณะที่ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแฮมและหมูยอที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณออกซิเจนอิสระที่ต้องการใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ (BOD) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TDS) ปริมาณไนโตรเจนรวม (TN) และปริมาณฟอสฟอรัสรวม (TP) หลังการเลี้ยงไส้เดือนน้ำมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำก่อนการเลี้ยง ซึ่งสอดคล้องกับผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผักกาดดองที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนน้ำ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia Nitrogen) ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total

Nitrogen) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) Chemical Oxygen Demand (COD) ค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) หลังจากการเลี้ยง อย่างไรก็ตามน้ำหนักรวมของไส้เดือนน้ำทั้งก่อนและหลังการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) จากการทดลองสรุปได้ว่าไส้เดือนน้ำมีศักยภาพในการใช้บำบัดน้ำเสีย และสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมดังกล่าว ส่วนงานวิจัยที่กำลังทำอยู่เป็นการทดลองใช้ไส้เดือนน้ำดังกล่าวเพื่อเป็นอาหารกุ้งก้ามกราม

ABSTRACT

The purpose of this research was to use indigenous polychaete in order to improve water quality supplement diet for giant fresh water prawn. Aquatic oligochaete were collected from four local aquatic sites covering Meung, Maerim and Sansai district area, Chiang Mai in October 2004. There were two types of aquatic oligochaete samples consisting *Dero* sp. (84.58 %) and *Tubifex* sp. (15.42 %). Organic matter content of sediment and some water qualities including water temperature, pH and dissolved oxygen of each site were investigated. Highest quantities of aquatic oligochaetes were found in the site containing highest dissolved oxygen and pH values and it is significantly different from other three sites ($p < .05$) In addition, it had a positive relationship between the aquatic oligochaete quantities to the amount of dissolved oxygen. So that, dissolved oxygen may be the important ecological factor for aquatic oligochaete were subsequently cultured in three different concentrations (50 75 and 100 percentages) of factory effluents including Nham (Thai fermented sausage) Mouyor (Preserved pork) factory or vegetable processing factory. This experiment was conducted for 9 days. To determine the possibility of using oligochaete to improve water effluent qualities. In addition the effluent might be the food sources for oligochaete cultivation. The two effluent source provided similar result showing 100 percentages effluent concentration showed lowest survival rates and significantly different from survival rate of 50 and 75 percentages effluent concentration. In addition, water qualities at the end of experiment were significantly better than before especially

BOD COD and total N ($p < 0.05$) However, there was not significant difference in oligochaete production by the end of this experiment ($p < 0.05$). In conclusion the research is underway to use these oligochaete as supplemental diet for prawn and for soil bottom and water qualities improvement in prawn ponds.

บทนำ

การบริโภคกุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มขยายตัวมากขึ้น จากการขยายตัวของธุรกิจท่องเที่ยวและร้านอาหาร การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามจึงเป็นอาชีพที่ได้รับความสนใจของประชาชนทั่วไป แต่ยังมีปัญหาสำคัญอยู่ที่การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง เกษตรกรรายย่อยจำนวนมากไม่สามารถดำเนินการได้ (ทวีและขวัญกมล, 2535) อย่างไรก็ตามเนื่องจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ผลตอบแทนสูง ทำให้การผลิตกุ้งก้ามกรามได้รับความสนใจอย่างมากจากเกษตรกรทางภาคเหนือ ด้วยสภาพทางภูมิอากาศในเขตภาคเหนือมีผลทำให้กุ้งก้ามกรามโตช้า ระยะเวลาการเลี้ยงนานเนื่องจากการกินอาหารของกุ้งลดลงเพราะอุณหภูมิต่ำในฤดูหนาว ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เหมาะสมและใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นลง วิธีการที่เกษตรกรนำมาใช้ นอกจากการใช้อาหารสำเร็จภาพที่มีคุณภาพ และโปรตีนสูงก็มักมีปัญหาของน้ำก้นบ่อเน่าเสียจากสิ่งขับถ่ายของกุ้งและอาหารเหลือ ทำให้ต้องมีภาระในการจัดการพืชน้ำก้นบ่อ ทวีและขวัญกมล (2535) แนะนำว่าอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรมีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% และอาหารที่นิยมใช้เป็นอาหารผสมแห้งอัดเม็ดที่คงสภาพในน้ำได้นาน 12-24 ชม. โดยให้อาหารอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในตอนเย็น อัตราให้อาหารควรให้ในปริมาณที่กินหมดพอดี โดยมีการตรวจดูอาหารเหลือที่ก้นบ่อทุกวันเพื่อปรับปริมาณการให้อาหาร ศศิวิมล (2544) รายงานว่าในการเลี้ยงกุ้งใหญ่ ควรปล่อยกุ้งในอัตรา 10 ตัว/ตร.ม. ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในอัตรา 5% ของน้ำหนักตัว โดยใช้ระยะเวลาในการเลี้ยง 6 เดือน Ang และคณะ (1992) ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในบ่อซีเมนต์ด้วยความหนาแน่นที่ต่างกัน พบว่าที่ความหนาแน่น 10 ตัว/ตร.ม. กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่น 20 และ 50 ตัว/ตร.ม. อย่างไรก็ตามที่อัตราความหนาแน่น 50 ตัว/ตร.ม. น้ำหนักรวมสูงสุดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

อีกวิธีหนึ่งที่นิยมคือการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะมาใช้เร่งการเจริญเติบโต เพื่อที่จะลดระยะเวลาในการเลี้ยง ก็ยังเกิดปัญหาการตกค้างในเนื้อกุ้งจนเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องแก้ไขอยู่ในปัจจุบัน การใช้วิธีดังกล่าวข้างต้น ต้นทุนการผลิตก็สูงตามไปด้วย

แนวทางที่เหมาะสมในภาวะปัจจุบันของการเลี้ยงกุ้งแบบอินทรีย์ เช่น การใช้น้ำระบบการ
จัดเลี้ยงที่เหมาะสมในการลดเวลาการเลี้ยงนั้น ศศิวิมล (2544) ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนผลตอบแทน
พบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามโดยการอนุบาลให้ได้ขนาด 5-8 เซนติเมตรก่อน แล้วจึงปล่อยลงสู่บ่อ
เลี้ยง จะให้ผลกำไรมากกว่าระบบการเลี้ยงเดิม ขนาดที่เหมาะสมของลูกกุ้งก้ามกรามที่ปล่อยลงสู่
บ่อเลี้ยงมีขนาด 5-8 เซนติเมตร อัตราการปล่อยคือ 30,000 ตัว/ไร่ ผลผลิตกุ้งก้ามกรามที่มีการ
อนุบาลก่อนจะให้ผลผลิตประมาณ 800 ก.ก./ไร่ (บรรจง, 2535) นอกจากนี้การใช้สารอื่นมา
ทดแทนการใช้สารเคมีก็ควรนำมาใช้ เช่น มะลิ และอมวรัตน์ (2539) รายงานว่า เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง
ก้ามกรามที่ผลิตอาหารใช้เองมักใส่ยาปฏิชีวนะลงในอาหารซึ่งอาจเป็นอันตรายกับผู้บริโภคได้ ลัด
ดาวัลย์ (2541) ระบุว่าอาหารกุ้งก้ามกรามที่เกษตรกรนิยมผลิตขึ้นใช้เองมักนิยมผสมออกซีเตตรา
ซัยคลินเพื่อเร่งการเจริญเติบโตและทำให้อัตรารอดสูงขึ้น เกิดการตกค้างเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค
ได้ และได้ทำการทดลองพบว่า การใช้วิตามินซีและวิตามินซีเคิลือบ ผสมในอาหารแทนออกซีเต
ตราซัยคลินในอัตราส่วน 0.25% ให้ผลของการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ และอัตรารอดไม่
แตกต่างกัน จึงไม่จำเป็นต้องใช้ออกซีเตตราซัยคลินผสมในอาหารกุ้ง แต่ควรเสริมวิตามินซีลงไป
ในอาหารทดแทน

การลดความเครียด เสริมความต้านทานโรค ให้กับกุ้งก็เป็นแนวทางหนึ่ง ที่นำมาใช้ เช่น
ธัญญา และนนทวิทย์ (2544) การทดลองอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสต์ลาร์วา (PL) ที่ได้รับ
วิตามินซีในรูป L-ascorbyl; dipotassium – 2 – sulfate dihydrate โดยการเสริมผ่านอาร์ทีเมีย 4
ระดับ คือ 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าลูกกุ้งทุกชุดที่ได้รับวิตามินซีมีอัตราการ
ตายต่ำกว่าชุดควบคุม เมื่อนำลูกกุ้งระยะ PL 19 มาทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Vibrio harveyi*
พบว่าลูกกุ้งชุดที่ได้รับวิตามินซีมีความต้านทานต่อเชื้อดีกว่าชุดควบคุม และ นนทวิทย์ (2544)
แนะนำว่า ควรเสริมวิตามินซี 2-3 ก./อาหาร 1 กก.

ไส้เดือนน้ำ (True aquatic earthworm) เป็นสัตว์หน้าดิน Phylum Annelida ใน Class
Oligochaeta พบได้ในแหล่งน้ำจืดทั่วไป Family Aeolosomatidae, Naididae, Tubificidae และ
Branchiobdellidae มีขนาดตั้งแต่ 1-30 มม. ลำตัวเปราะ บางใส มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยและ
ไม่อาศัยเพศ ไส้เดือนน้ำจัดเป็นพวก Scarvenger กินพวก organic matter และซากพืชซากสัตว์
ได้รับสารอาหารจากการย่อยดินตะกอนแบบเดียวกับไส้เดือนดิน การหายใจมีการแลกเปลี่ยนแก๊ส
ที่ผนังลำตัวที่บางใส ส่วนใหญ่มีสีแดง เนื่องจากมีสาร erythrocrusosin ในเลือด (สุวรรณภรณ์, 2542)
ผลผลิตของ *Tubifex tubifex* ที่พบในแหล่งน้ำจืดทั่วไป มีมากในฤดูร้อน (35 g/m² ถึง 2 kg/m²)
ขึ้นกับ อุณหภูมิ น้ำ ความหนาแน่นประชากร และปริมาณออกซิเจนในน้ำ (poddubnaya, 1979)

อ้างโดย ปฏิปัน, 2542) การแพร่กระจายของไส้เดือนน้ำนั้น สามารถอยู่ในแหล่งน้ำที่มีมลภาวะได้ สามารถใช้เป็นดัชนีชีวภาพได้ (Dhanaut และ Scaps,2001) ในเชียงใหม่ เสาวมาศ(2540) และ บรรจบ(2541) รายงานว่า ในแหล่งน้ำนิ่งของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ พบ 2 ชนิด คือ *Dero* sp.(Family Naididae) และ *Tubifex* sp.(Family Tubificidae) การใช้อาหารมีชีวิตในสัตว์น้ำนั้น คีร์ และคณะ(2545) สำรวจพบว่า มีการปนเปื้อนของเชื้อมัยโคแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคผิวหนังโรคใน ปลาสวยงามเขตพื้นที่ภาคกลาง ในอาหารมีชีวิต 4 ชนิด ที่มีโปรตีนสูง ได้แก่ ไรแดง ลูกน้ำ หนอนแดงและไส้เดือนน้ำ โดยเฉพาะไส้เดือนน้ำ จากแหล่งที่รวบรวมจากธรรมชาติโดยตรง พบ *Mycobacterium marinum* และ *M. fortuitum* โดยมีข้อเสนอแนะว่า การลดการติดเชื้อนี้ในปลา ควรหลีกเลี่ยงนำอาหารมีชีวิตจากรวบรวมโดยตรงจากแหล่งธรรมชาติ และไม่ควรใช้มูลสัตว์ เป็น แหล่งอาหารของอาหารมีชีวิตเหล่านี้ประกอบกับในปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการผลิต กุ้งก้ามกรามในภาคเหนืออย่างมาก ทำให้คณะวิจัยสนใจที่จะศึกษาการใช้สัตว์หน้าดินในท้องถิ่น บางชนิดที่เหมาะสมและลดต้นทุนการผลิต โดยใช้น้ำทิ้งของอุตสาหกรรมการเกษตรมาใช้ในการ ผลิตอาหารมีชีวิตกับสภาพทางภูมิอากาศในเขตภาคเหนือ และใช้ในการอนุบาลลูกกุ้งให้ได้ขนาด 5-8 เซนติเมตรก่อนแล้วจึงปล่อยลงสู่บ่อเลี้ยงเพื่อเป็นการพัฒนาระบบการเลี้ยงและเพิ่มศักยภาพ การผลิตกุ้งก้ามกรามในเขตภาคเหนือและส่งเสริมการเลี้ยงให้แก่เกษตรกรในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาความหนาแน่นและแหล่งอาหารที่เหมาะสมในการผลิตไส้เดือนน้ำที่เหมาะสม (วิธีการผลิตสัตว์หน้าดิน True Aquatic Earthworm ที่เหมาะสม)

การเตรียมสัตว์ทดลอง

เก็บรวบรวมตัวอย่าง กลุ่ม Annelids (True Aquatic Earthworm) ใช้ Ekman Grab 20x20 ซม. หรือ สวิงซ็อน จากแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำทิ้งทั่วไปในเขต อ.เมือง แม่ริม และ สันทราย จ.เชียงใหม่จำนวน 4 จุด (ภาพที่ 1) จะถูกนำมาจำแนกชนิดของไส้เดือนน้ำแล้วนำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 2x3 ม² เพื่อใช้ในการทดลอง น้ำที่เลี้ยงใช้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรที่มีค่าสารอินทรีย์สูง เช่น โรงงานผลิตแหนม หมูยอ โรงงานผลิตผักกาดดอง ใช้กระบะพลาสติกขนาด 15 x 20 x 30 ซม.³. ใส่ดินปนทราย (1:1) รองก้นบ่อก้นบ่อซีเมนต์อยู่เหนือระดับพื้นบ่อ 5 ซม. และระดับน้ำ 30 ซม.

การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้บ่อซีเมนต์ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 ม.ใส่ดินปนทราย (1:1) รองก้นบ่อก้นบ่อซีเมนต์อยู่เหนือระดับพื้นบ่ออย่างน้อย 5 ซม. และรักษาระดับน้ำ 30 ซม.

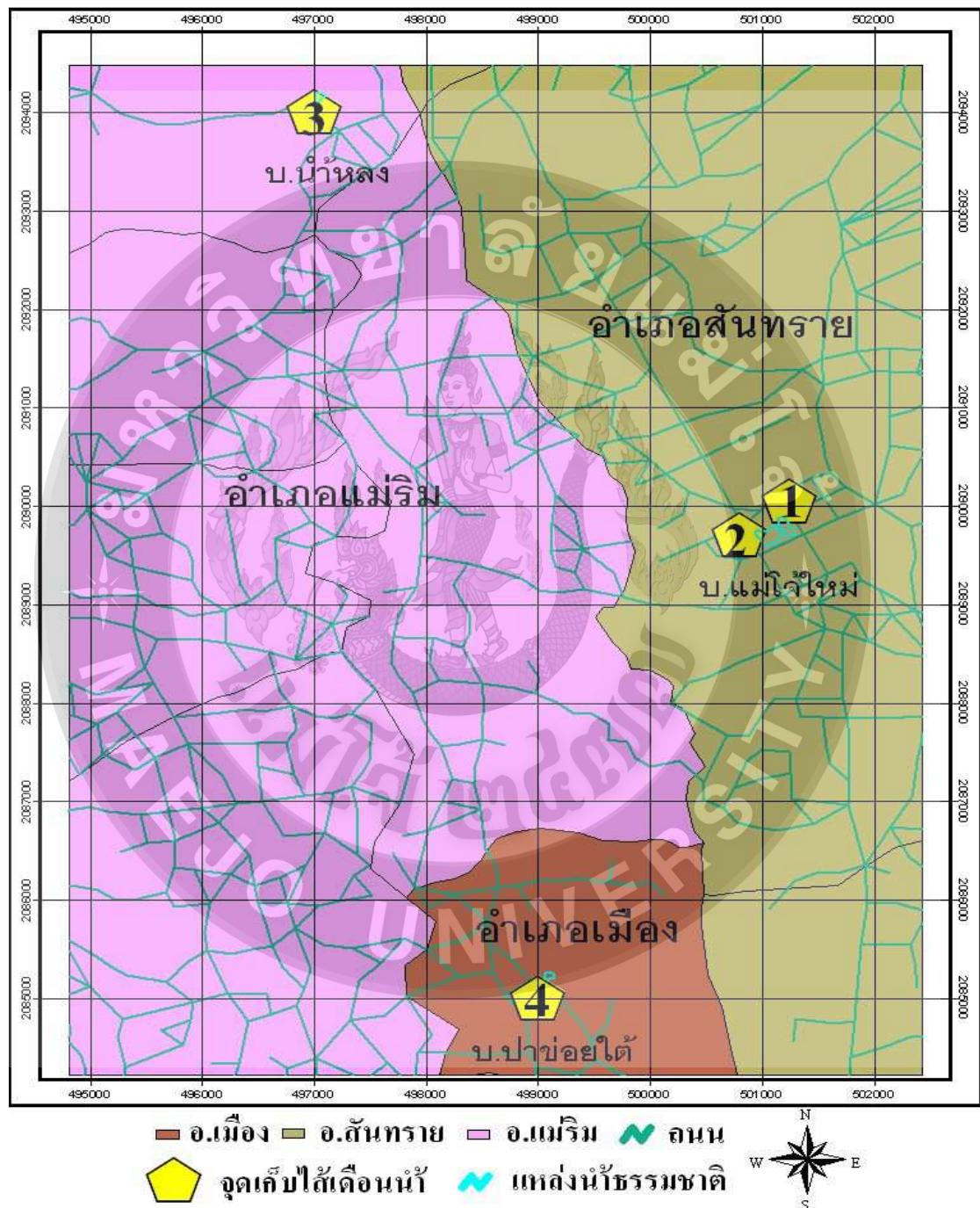
การวางแผนการทดลอง

ปล่อย True Aquatic Earthworm ที่รวบรวมจากแหล่งน้ำเสียธรรมชาติลงเลี้ยงด้วย อัตราความหนาแน่น ในอัตรา 100 กรัม น้ำหนักสด/ตร.ม ปล่อยลงในบ่อซีเมนต์ที่ใส่น้ำเสียจาก โรงงานอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีสัดส่วนน้ำทิ้ง 50, 75, และ 100 % วางแผนการทดลอง แบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ ใช้บ่อในการทดลอง ทั้งหมด 9 บ่อทดลอง

การตรวจสอบคุณสมบัติของน้ำ

ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุกวันที่ 3, 6 และ 9 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิและ dissolved oxygen ด้วยเครื่อง oxygen meter (YSI Model 59), Total ammonia, Total suspended solid วิเคราะห์หาค่าโดยใช้ spectrophotometer (Hach DR/2000) ส่วนค่า Conductivity และ TDS ด้วย conductivity meter pH ทำการวัดโดย

ใช้เครื่อง pH meter และค่า Chemical Oxygen Demand ใช้วิธี Closed reflux titrimetric Method for COD ตาม standard method(1995)



ภาพที่ 1 แผนที่จุดเก็บรวบรวมได้เดือนน้ำ และศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำในเขตอำเภอเมือง แม่ริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตของ True Aquatic Earthworm ที่ได้จากการเลี้ยงทั้งในแบบน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง ที่ได้จากอัตราส่วนของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม การเกษตรในท้องถิ่นที่ค่า COD ต่างกัน โดยให้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลผลิตในแต่ละทรีตเมนต์และคุณภาพน้ำที่สำคัญ โดยวิธีของ Tukey's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 9.0.0 แต่ในการทดลองแบบ factorial design หากพบว่าปฏิสัมพันธ์ระหว่างทรีตเมนต์มีนัยสำคัญทางสถิติ จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์โดยวิธีของ Student T-Test

การทดลองที่ 2 ศึกษาความหนาแน่นและชนิดของสัตว์น้ำดินที่เหมาะสมในการผลิตกิ้งก่ามกรามวัยรุ่นสำหรับระบบการเลี้ยงที่ยั่งยืน

การเตรียมหน่วยทดลอง

ใช้บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 ม. ใส่ดินปนทราย (1:1) รองก้นบ่อซีเมนต์อยู่เหนือระดับพื้นบ่อ 5 ซม. และรักษาระดับน้ำที่ 40 ซม.

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกกิ้งก่ามกรามที่ใช้ในการทดลองเป็นลูกกิ้งก่าคว่ำ (Post larvae) ที่ซื้อจากโรงเพาะฟักเอกชนโดยนำกิ้งมาฟักตัวเพื่อปรับสภาพในบ่อซีเมนต์ขนาด 5 ตร.ม. ด้วยความหนาแน่น 15 ตัวต่อลิตร เป็นเวลา 2 วันก่อนทำการสุ่มนับและชั่งน้ำหนักลูกกิ้งก่าเริ่มต้นเพื่อปล่อยเลี้ยงในบ่อทดลอง

อาหารที่ใช้ทดลอง

ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับอนุบาลลูกกิ้งก่ามกรามที่มีขายในท้องตลาด ปริมาณโปรตีนไม่น้อยกว่า 30% เป็นอาหารทดลอง โดยมีการปรับปริมาณอาหารที่ให้ทุก 15 วันตลอดทุกการทดลอง

การวางแผนการทดลอง

ปล่อยลูกกิ้งก่าลงเลี้ยงในบ่อด้วยอัตราความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. นำ True Aquatic Earthworm ชนิดที่ได้จากการทดลองที่ 1 ปล่อยลงในบ่อก่อนปล่อยลูกกิ้งก่าในอัตรา 0, 100, 200

และ 300 กรัม น้ำหนักสด ต่อ ตารางเมตรวางแผนการทดลองแบบ Factorial 3x2 จำนวน 3 ซ้ำ ใช้บ่อในการทดลองทั้งหมด 18 บ่อ ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน ให้อาหารลูกกุ้งวันละครั้งในตอนเย็น ด้วยอัตรา 50% ของน้ำหนักตัว และ 10% ของน้ำหนักตัวใน 75 วันหลัง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการสุ่มตัวอย่างกุ้งครั้งละไม่น้อยกว่า 10% ของแต่ละบ่อ เพื่อนับและชั่งน้ำหนัก และ คำนวณหาอัตราการรอดตายของกุ้งทดลองทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลองในแต่ละการทดลอง นำ ข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้

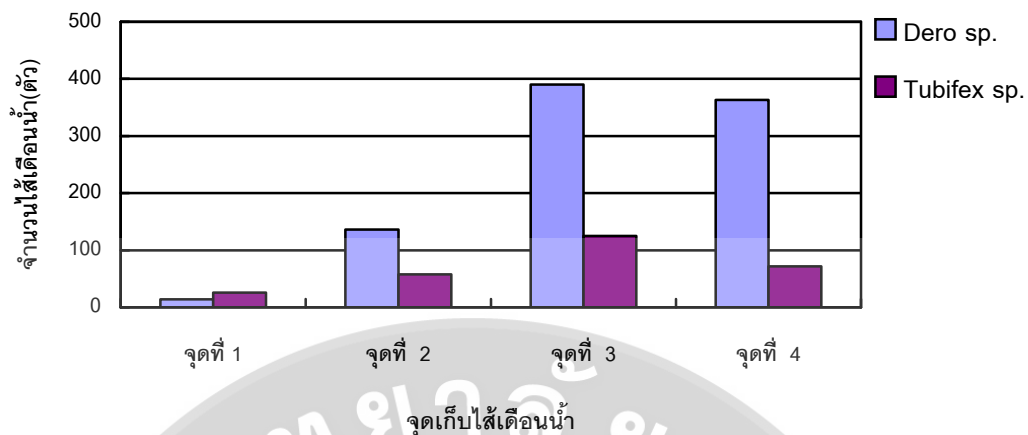
- ก. อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) (%/วัน)
- ข. อัตราการรอดตาย(Survival, %)
- ค. อัตราแลกเนื้อ (FCR)
- ง. Marginal rate of net return (%)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 ศึกษาความหนาแน่นและแหล่งอาหารที่เหมาะสมในการผลิตไส้เดือนน้ำที่เหมาะสม (วิธีการผลิตสัตว์หน้าดิน True Aquatic Earthworm ที่เหมาะสม)

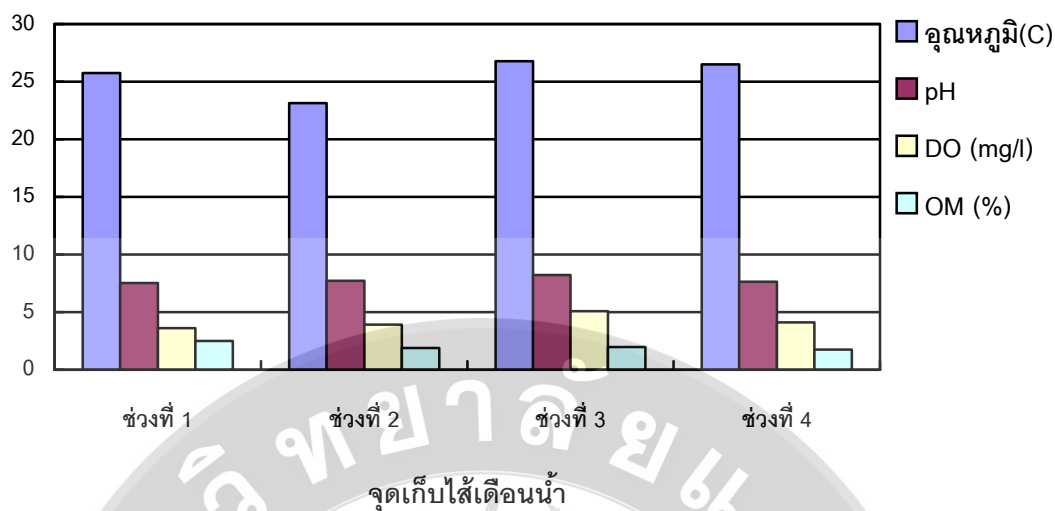
การเตรียมและเก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำ

การเก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ของเดือนตุลาคม 2547 ในพื้นที่อำเภอเมือง แม่ริมและสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ รวม 4 จุด พบว่าไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมดจำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ Dero sp. และ Tubifex sp. โดยในจุดที่ 1 รวบรวมไส้เดือนน้ำได้จำนวน 130 ตัว ประกอบด้วย Dero sp. 104 ตัว และ Tubifex sp. จำนวน 26 ตัว จุดที่ 2 รวบรวมได้ 194 ตัว ประกอบด้วย Dero sp. 136 ตัว และ Tubifex sp. จำนวน 58 ตัว จุดที่ 3 รวบรวมได้ 415 ตัว ประกอบด้วย Dero sp. 390 ตัว และ Tubifex sp. จำนวน 125 ตัว และจุดที่ 4 รวบรวมได้ 435 ตัว ประกอบด้วย Dero sp. 363 ตัว และ Tubifex sp. จำนวน 72 ตัว ปริมาณไส้เดือนน้ำที่เก็บได้ทั้งหมด 1,174 ตัว ประกอบด้วยไส้เดือนน้ำชนิด Dero sp. จำนวน 993 ตัว คิดเป็น 84.58% และ Tubifex sp. จำนวน 181 ตัว คิดเป็น 15.42% (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 จำนวนไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมได้ในแต่ละจุด ในพื้นที่อำเภอเมือง แมริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

และเมื่อทำการศึกษาคูณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำของแต่ละจุดเก็บรวบรวมไส้เดือนน้ำ พบว่าอุณหภูมิของน้ำและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำในจุดต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) คืออุณหภูมิของน้ำในจุดที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 25.75 ± 0.88 , 23.1 ± 1.94 , 26.79 ± 0.91 และ 26.5 ± 0.89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำในจุดที่ 1-4 มีค่าเท่ากับ 2.49 ± 0.34 , 1.9 ± 0.18 , 1.96 ± 0.23 และ 1.76 ± 0.19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ จุดที่ 3 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงสุด คือ 8.22 ± 0.09 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ กับจุดที่ 1, 2 และ 4 ที่มีค่าไม่แตกต่างกันและมีค่าเท่ากับ 7.53 ± 0.09 , 7.71 ± 0.092 และ 7.65 ± 0.36 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของแต่ละจุดที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ ณ จุดที่ 3 มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงสุด คือ 5.07 ± 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับจุดที่ 1, 2 และ 4 ที่มีค่าไม่ต่างกัน คือ 3.61 ± 0.22 , 3.93 ± 0.26 และ 4.11 ± 0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 3 คุณภาพน้ำได้แก่ ออกซิเจน ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพื้นท้องน้ำ (OM) ของจุดเก็บไล่เดือนน้ำที่ 1-4

การใช้ไล่เดือนน้ำ (*Dero* sp.) ในการลดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตแหนม และหมุย

การเจริญเติบโตของไล่เดือนน้ำ

การเพาะเลี้ยงไล่เดือนน้ำในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแหนม และหมุยความเข้มข้น 50% 75% และ 100% เป็นเวลา 9 วัน พบว่าไล่เดือนน้ำที่เลี้ยงในน้ำเสียแต่ละความเข้มข้นมีอัตราการเพิ่มความยาวลำตัวเฉลี่ยและน้ำหนักตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) คือ มีอัตราการเพิ่มความยาวเฉลี่ยเท่ากับ 0.097 ± 0.004 , 0.086 ± 0.001 และ 0.088 ± 0.014 เซนติเมตร/วัน ขณะที่น้ำหนักตัวเฉลี่ยของไล่เดือนที่เลี้ยงในน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ มีค่าเท่ากับ 0.0179 ± 0.00003 , 0.0176 ± 0.0003 และ 0.0175 ± 0.00045 กรัม/ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับน้ำหนักตัวของไล่เดือนน้ำ ก่อนการเพาะเลี้ยงที่มีค่าเท่ากับ 0.0176 ± 0.0004 กรัม/ตัว อย่างไรก็ตามอัตราการรอดตายของไล่เดือนน้ำที่เลี้ยงในน้ำเสียที่ความเข้มข้น 3 ระดับกลับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ไล่เดือนที่เลี้ยงในน้ำเสียความเข้มข้น 50% มีอัตราการรอดตายสูงสุดและไม่แตกต่างกับอัตราการรอดตายของไล่เดือนน้ำที่เลี้ยงในน้ำเสียความเข้มข้น 75% โดยมีค่าเท่ากับ 84.11 ± 11.20 และ 83.33 ± 5.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความมากกว่าอัตราการรอดตายของไล่เดือนที่เลี้ยงในน้ำเสียความเข้มข้น 100% ที่มีค่าเท่ากับ 54.96 ± 10.28 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตาราง 1)

ตาราง 1 น้ำหนักตัว (กรัม / ตัว) อัตราการเพิ่มความยาวลำตัว (เซนติเมตร / วัน) และอัตราการตาย (%) ของไส้เดือนน้ำที่เพาะเลี้ยงในน้ำเสียจากโรงงานผลิตแหนม และหมุยอ ความเข้มข้น 50% 75% และ 100% ตามลำดับ

ความเข้มข้น	น้ำหนักตัว (กรัม / ตัว)	อัตราการเพิ่มความยาวลำตัว (เซนติเมตร/วัน)	อัตราการตาย (%)
50%	0.0179± 0.00003 ^{ns}	0.097 ± 0.004 ^{ns}	84.11±11.20 ^{a1/}
75%	0.0176±0.00030 ^{ns}	0.086 ± 0.001 ^{ns}	83.33 ± 5.89 ^a
100%	0.0175±0.00045 ^{ns}	0.088 ± 0.014 ^{ns}	54.96 ± 10.28 ^b

หมายเหตุ: ns = non significant ; 1/ = ตัวเลขที่มีอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

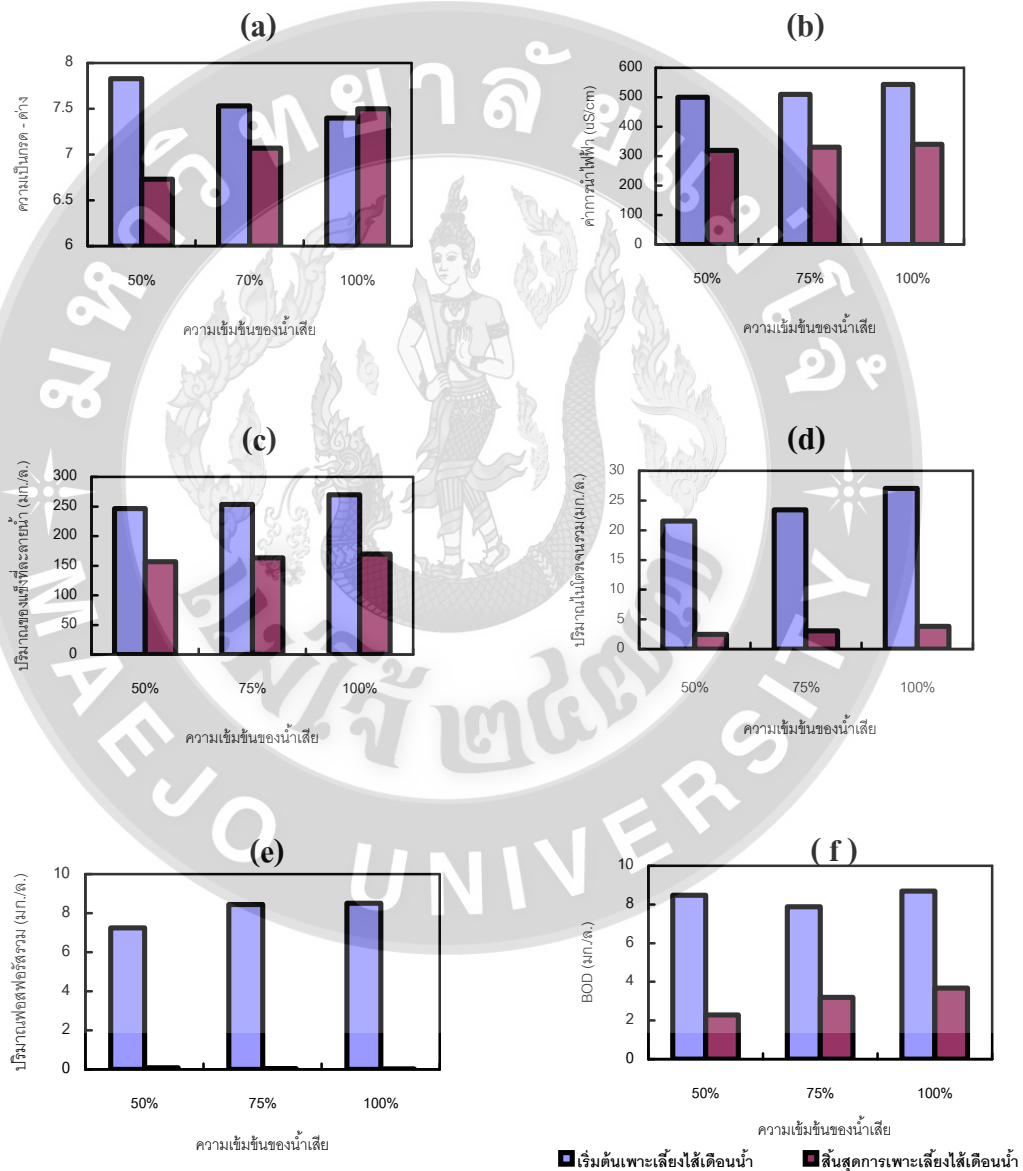
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งก่อน และหลังการเพาะเลี้ยงไส้เดือนน้ำตามดัชนีคุณภาพน้ำ ดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณออกซิเจนอิสระที่ต้องการใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ (BOD) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ (TDS) ปริมาณไนโตรเจนรวม (TN) และ ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (TP) หลังการเพาะเลี้ยงไส้เดือนน้ำเป็นเวลา 1 สัปดาห์ พบว่าคุณภาพน้ำของน้ำเสียที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไส้เดือนน้ำทุกความเข้มข้นที่ตรวจวัดโดยใช้ดัชนีข้างต้น มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ยกเว้นค่า pH ของน้ำเสียความเข้มข้น 100% ที่มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างค่าที่วัดได้ก่อนและหลังการเพาะเลี้ยง

โดยที่ระดับความเข้มข้นของน้ำเสีย 50% หลังการเพาะเลี้ยง พบว่า pH ลดลงจาก 7.83 ± 0.15 เป็น 6.73 ± 0.06 EC ลดลงจาก 500 ± 10.0 เหลือ 320 ± 0.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ TDS ลดลงจาก 246.67 ± 5.77 เหลือ 156.67 ± 5.77 มก. / ล. TN ลดลงจาก 21.53 ± 7.47 เหลือ 15.10 ± 1.26 มก. /ล. TP ลดลงจาก 7.25 ± 0.87 เหลือ 0.08 ± 0.11 มก. /ล. และ BOD ลดลงจาก 8.47 ± 1.38 เหลือ 2.29 ± 0.87 มก./ล.

ส่วนที่ความเข้มข้นของน้ำเสีย 75% หลังการเพาะเลี้ยง พบว่า pH ลดลงจาก 7.53 ± 0.06 เป็น 7.07 ± 0.06 EC ลดลงจาก 510 ± 17.32 เหลือ 330 ± 0.0 $\mu\text{S}/\text{cm}$ TDS ลดลงจาก 253.33 ± 5.77 เหลือ 163.33 ± 5.77 มก. / ล. TN ลดลงจาก 23.44 ± 2.42 เหลือ 3.08 ± 0.95 มก. /ล. TP ลดลงจาก 8.44 ± 0.68 เหลือ 0.04 ± 0.01 มก. /ล. และ BOD ลดลงจาก 7.88 ± 2.98 เหลือ 3.20 ± 0.87 มก./ล. และที่ความเข้มข้นของน้ำเสีย 100% หลังการเพาะเลี้ยง

พบว่า EC ลดลงจาก 543 ± 15.27 เหลือ 340 ± 10.0 $\mu\text{S/cm}$ TDS ลดลงจาก 270.00 ± 10.0 เหลือ 170.0 ± 0.0 มก./ล. TN ลดลงจาก 27.05 ± 10.0 เหลือ 3.81 ± 0.72 มก./ล. TP ลดลงจาก 8.51 ± 1.13 เหลือ 0.01 ± 0.001 มก./ล. (รูป 2) และ BOD ลดลงจาก 10 ± 2.98 เหลือ 3.20 ± 0.87 มก./ล.



ภาพที่ 4 คุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (a) ค่าการนำไฟฟ้า (b) ปริมาณของแข็งละลายน้ำ (c) ปริมาณไนโตรเจนรวม (d) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (e) และ BOD (f) ของน้ำเสีย ความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้เลี้ยงไส้เดือนน้ำ เป็นเวลา 9 วัน

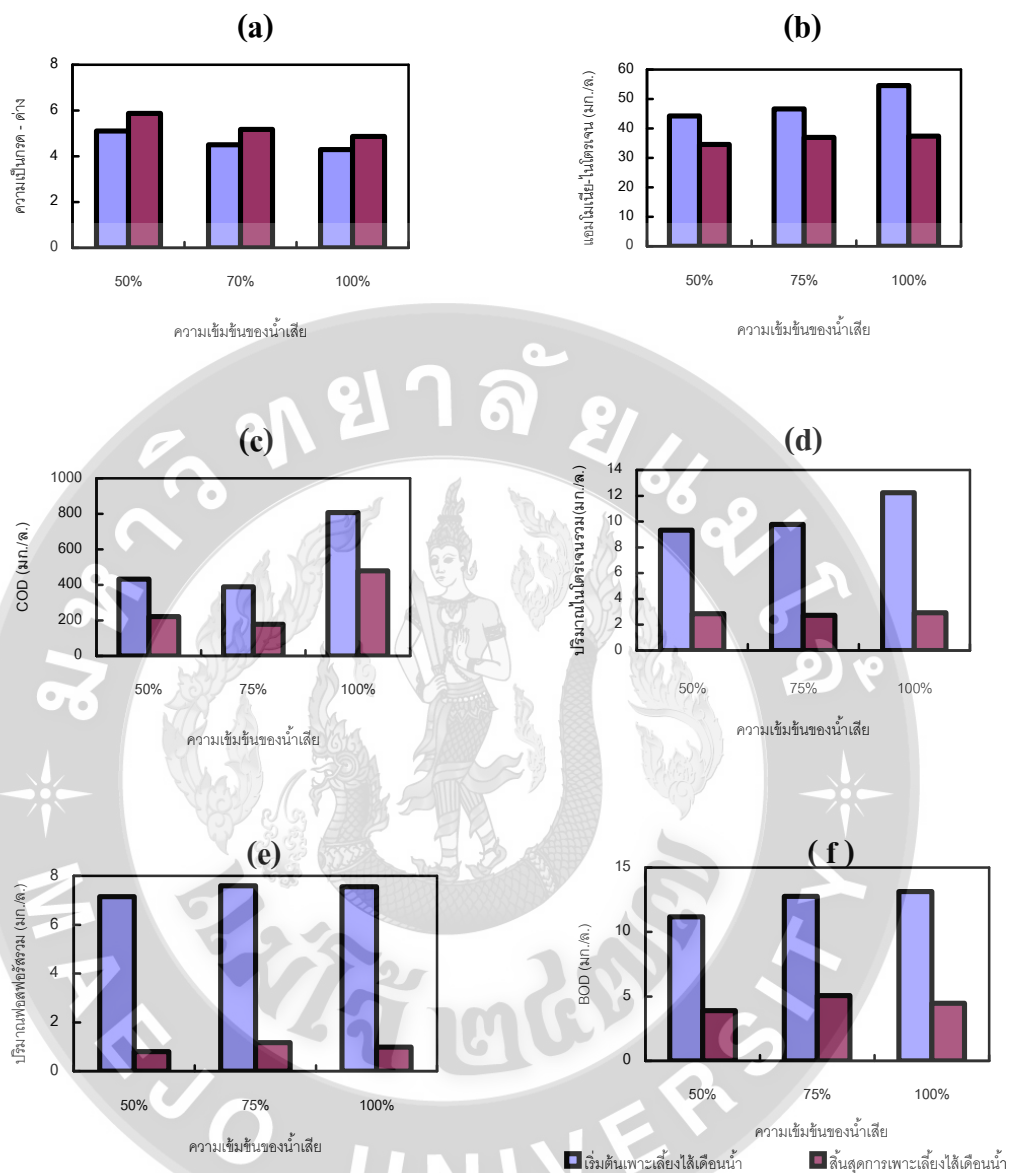
การเลี้ยงไส้เดือนน้ำ (*Dero* sp.) ในน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผักกาดดองที่สัดส่วนน้ำทิ้งต่าง ๆ กัน

การเจริญเติบโตของไส้เดือนน้ำ

การศึกษาการเลี้ยงไส้เดือนน้ำ (*Dero* sp.) ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรผลิตผักกาดดองที่สัดส่วนน้ำทิ้งต่างกัน 3 ระดับ คือ สัดส่วนน้ำทิ้ง 50% (น้ำทิ้ง 50% + น้ำประปา 50%), สัดส่วนน้ำทิ้ง 75% (น้ำทิ้ง 75% + น้ำประปา 25%) และสัดส่วนน้ำทิ้ง 100% (น้ำทิ้ง 100%) เป็นเวลานาน 9 วัน โดยใส่ไส้เดือนน้ำอัตรา 100 กรัม/ตร.ม. แล้วศึกษาการเจริญเติบโตของไส้เดือนน้ำโดย ทำการวัดความยาว ซึ่งน้ำหนัก และหาอัตราการรอดของไส้เดือนน้ำ พบว่าความยาวของ ไส้เดือนน้ำที่เลี้ยงในสัดส่วนน้ำทิ้งที่ต่างกัน 3 ระดับมีความยาวเพิ่มขึ้น 0.196 ± 0.038 , 0.214 ± 0.058 , 0.186 ± 0.003 ซม. น้ำหนักของไส้เดือนน้ำไม่มีความแตกต่างจากก่อนทำการเลี้ยง อัตรารอดของไส้เดือนน้ำที่เลี้ยงในสัดส่วนน้ำทิ้ง 50% (81.563 ± 1.583) ให้อัตรารอดสูงสุด และสัดส่วนน้ำทิ้ง 100 % (62.446 ± 2.884) ให้อัตรารอดต่ำสุด

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำของน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตผักกาดดองที่สัดส่วนน้ำทิ้ง ต่างกัน 3 ระดับ (50% ,75% ,100%) ก่อนการเลี้ยงไส้เดือนน้ำ หลังจากเลี้ยงวันที่ 3 และวันที่ 6 รวม 3 ครั้ง ทำการศึกษาค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ก่อนการเลี้ยง 5, 10, 4.50, 4.30 หลังจากเลี้ยง 5.867 ± 0.115 , 5.167 ± 0.115 , 4.867 ± 0.058 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia Nitrogen) 44.263 ± 3.055 , 46.663 ± 0.498 , 54.563 ± 1.986 (mg/l) หลังจากเลี้ยง 34.563 ± 0.788 , 36.925 ± 0.761 , 37.425 ± 3.481 (mg/l) ปริมาณไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen) 9.34 ± 0.90 , 9.78 ± 1.08 , 12.25 ± 1.83 (mg/l) หลังจากเลี้ยง 2.85 ± 0.94 , 2.74 ± 0.642 , 2.93 ± 0.75 (mg/l) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus) 7.145 ± 0.529 , 7.600 ± 1.213 และ 7.546 ± 0.861 (mg/l) หลังจากเลี้ยง 0.795 ± 0.364 , 1.169 ± 1.173 , 0.999 ± 1.043 (mg/l) Chemical Oxygen Demand (COD) 432 ± 88.000 , 390.667 ± 108.099 , 808 ± 220.980 (mg/l) หลังจากเลี้ยงแล้ว 221.333 ± 84.789 , 178.667 ± 101.928 , 480 ± 89.084 (mg/l) ค่า Biochemical Oxygen Demand (BOD) 11.167 ± 1.124 , 12.767 ± 1.210 , 13.133 ± 0.351 (mg/l) หลังจากเลี้ยง 3.9 ± 0.755 , 5.067 ± 0.569 , 4.467 ± 1.320 (mg/l) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)



ภาพที่ 5 คุณภาพน้ำบางประการ ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (a) แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (b) COD (c) ปริมาณไนโตรเจนรวม (d) ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (e) และ BOD (f) ของน้ำเสียความเข้มข้นต่างๆ ที่ใช้เลี้ยงได้เดือนน้ำ เป็นเวลา 9 วัน

การทดลองที่ 2 : ศึกษาความหนาแน่นและชนิดของสัตว์หน้าดินที่เหมาะสมในการผลิตกึ่ง

ก้ามกรามวัยรุ่นสำหรับระบบการเลี้ยงที่ยั่งยืน

จากการทดลองเลี้ยงลูกกุ้งในบ่อด้วยอัตราความหนาแน่น 20 ตัว/ตร.ม. ในบ่อที่มีการปล่อยไส้เดือนน้ำ True Aquatic Earthworm (*Dero* sp.) ในอัตรา 0, 100, 200 และ 300 กรัม น้ำหนักสด ต่อ ตารางเมตร เป็นระยะเวลา 90 วัน โดยให้อาหารลูกกุ้งวันละครั้งในตอนเย็น ด้วยอัตรา 50% ของน้ำหนักตัว และ 10% ของน้ำหนักตัวใน 75 วันหลัง พบว่า ลูกกุ้งมีน้ำหนักเริ่มต้นไม่แตกต่างกัน คือ 0.02 ± 0.01 กรัม ($P > 0.05$) ขณะที่น้ำหนักสุดท้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) คือ ลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อปล่อยไส้เดือนน้ำอัตรา 300 200 และ 100 กรัมต่อตารางเมตร มีน้ำหนักไม่แตกต่างกัน คือ 6.42 ± 0.20 , 5.39 ± 0.15 และ 5.12 ± 0.13 กรัม ตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อไม่มีไส้เดือนน้ำ ที่มีน้ำหนักเท่ากับ 2.83 ± 0.16 กรัม เช่นเดียวกับอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่ปล่อยไส้เดือนน้ำอัตรา 300 200 และ 100 กรัมต่อตารางเมตร ที่มีค่าเท่ากับ 6.41 ± 2.58 , 6.22 ± 1.95 และ 6.16 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่ไม่มีไส้เดือนน้ำ ที่มีค่าเท่ากับ 5.50 ± 0.14 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน อย่างไรก็ตามอัตราการรอดตายของลูกกุ้งที่เลี้ยงในบ่อที่มีไส้เดือนน้ำในอัตรา 0, 100, 200, และ 300 กรัมต่อตารางเมตร ไม่มีความแตกต่างกัน คือ 50.12, 51.05, 49.85 และ 49.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตาราง 2 ข้อมูลน้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักสุดท้าย อัตราการปล่อย ระยะเวลาการอนุบาล การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ของก้ามกรามที่เลี้ยงในบ่อที่มีการปล่อยไส้เดือนน้ำในอัตรา 0, 100, 200 และ 300 กรัมต่อตารางเมตร

	อัตราปล่อยไส้เดือนน้ำ (กรัม/ตร.ม.)			
	0	100	200	300
อัตราการปล่อย (ตัว)	20	20	20	20
ระยะเวลาอนุบาล (วัน)	90	90	90	90
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)	2.83 ± 0.16	5.12 ± 0.13	5.39 ± 0.15	6.42 ± 0.20
อัตราเจริญเติบโตเฉพาะ (%/วัน)	5.50 ± 0.14	6.16 ± 0.15	6.22 ± 1.95	6.41 ± 2.58
อัตราการรอดตาย (%)	50.12	51.05	49.85	49.74

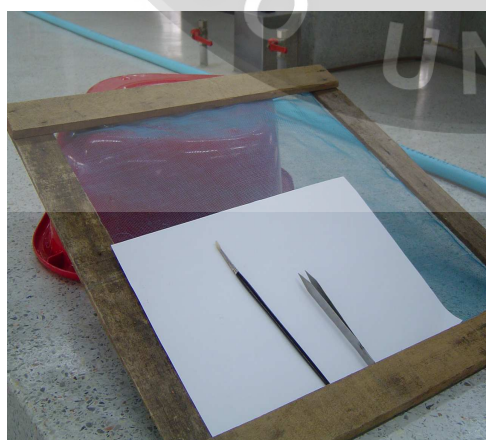
ไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมจากจุดต่าง ๆ ในพื้นที่อำเภอเมือง แม่ริม และสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4 จุด มี 2 ชนิด คือ *Dero* sp. และ *Tubifex* sp. โดยปริมาณของ *Dero* sp. มีมากกว่าชนิด *Tubifex* sp. อย่างชัดเจน คิดเป็น 84.58 % และ 15.42 % ของปริมาณไส้เดือนน้ำที่เก็บรวบรวมได้ทั้งหมด ตามลำดับ และ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยด้านนิเวศวิทยาที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของไส้เดือนน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ และการเลี้ยงไส้เดือนน้ำในน้ำทิ้งจากโรงงานแปรรูปอาหาร คือ โรงงานผลิตแฮมและหมูยอ และโรงงานผักกาดดอง ทำให้คุณภาพน้ำโดยรวมมีแนวโน้มดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามน้ำหนักรวมทั้งก่อนและหลังการเพาะเลี้ยงของไส้เดือนน้ำที่ใช้ในการทดลองยังคงมีค่าไม่แตกต่างกัน ขณะที่การศึกษาศึกษาความหนาแน่น และชนิดของสัตว์หน้าดินที่เหมาะสมในการผลิตกึ่ง ก้ามกรามวัยรุ่นสำหรับระบบการเลี้ยงที่ยั่งยืน พบว่าอัตราการปล่อยไส้เดือนน้ำที่เหมาะสม คือ 300 กรัมต่อตารางเมตร



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

ภาพที่ 6 วัสดุอุปกรณ์การวิจัย ต่าง ๆ (a) ไล่เดื่อนน้ำ (Dero sp.) (b) กลุ่มไล่เดื่อนน้ำ (Dero sp.) (c) อุปกรณ์การทดลองเลี้ยงไล่เดื่อนน้ำในน้ำเสียจากโรงงานแปรรูปอาหาร (d) ภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมและเพาะเลี้ยงไล่เดื่อนน้ำ (e) กล้องจุลทรรศน์สำหรับการวินิจฉัยชนิดของไล่เดื่อนน้ำ



เอกสารอ้างอิง

- ศิริ กอนันตกุล เต็มดวง สมศิริ ศุภลักษณ์ พุฒินาวรัตน์ และสุริยันต์ สุนทรวิทย์. 2545. การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในอาหารมีชีวิต. วารสารการประมง 55(2) :107-119.
- จันทร์หา สมุทเสนโต. 2541. การศึกษาสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำนิ่งในมหาวิทยาลัยแม่โจ้โดยใช้วัสดุหล่อแบบพวงไม้และแบบตะกร้า. ปัญหาพิเศษสาขาการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 32 น.
- ทวี จินตธรรม และ ขวัญกมล กลิ่นศรีสุข (2535). การศึกษาเศรษฐกิจการผลิตกุ้งก้ามกรามในภาคกลางของประเทศไทย. วารสารเศรษฐกิจการเกษตร 12(36): 1-15.
- ธัญฐาน สุขวานิช และ นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. ผลการเสริมอาร์ทีเมียด้วย L-ascorbly dipotassium-2-sulfate dihydrate ต่อความทนทานต่อความเครียดและความต้านทานโรคของกุ้งกุลาดำ. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38, บทคัดย่อ, กรุงเทพฯ.
- นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2544. การป้องกันรักษาโรคกุ้งก้ามกราม. ใน: การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามให้ได้ผลผลิตสูง, เอกสารประกอบการฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม, น. 47-59.
- บรรจบ ภรณ์ดลาลา. 2541. การศึกษาปัจจัยบางประการที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายและความชุกชุมของไส้เดือนน้ำในเขตมหาวิทยาลัยแม่โจ้. ปัญหาพิเศษสาขาการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 45 น.
- ปฏิปัน ณ พัทลุง. 2542. การศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินที่มีอิทธิพลต่อชนิดและความชุกชุมของไส้เดือนน้ำในเขตมหาวิทยาลัยแม่โจ้. ปัญหาพิเศษสาขาการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 64 น.
- มะลิ บุญยรัตผลิน และอมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล. 2539. อาหารสำเร็จรูปสำหรับกุ้งก้ามกราม. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 1/2539. กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 17 น.
- ลัดดาวลัย ครอบพงษ์. 2541. การใช้วิตามินซีทดแทนออกซีเตตราซัยคลินในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 83 น.

- ศศิวิมล ไชยพรพัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้งก้ามกรามใน
จังหวัดสุพรรณบุรี ปีการผลิต 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ. 120 น.
- เสาวมาศ แสงเดช. 2540. การศึกษาจำนวนและชนิดของสัตว์น้ำดินในแหล่งน้ำนิ่งที่แตกต่างกัน.
ปัญหาพิเศษสาขาการประมง, คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 57 น.
- สุวราภรณ์ กันทรวิชันวัฒน์. 2542. ไร้เดื่อน้ำ (Freshwater Oligochaeta : Aquatic Earthworm).
ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 29 น.
- อมรรัตน์ เสริมวัฒนากุล และ มะลิ บุญยรัตกลิน. 2539. การพัฒนาอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วย
วิตามินซี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 1/2539, กองควบคุมและพัฒนาอาหารสัตว์น้ำ, กรม
ประมง, กรุงเทพฯ. 10 น.
- Ang, K.J., Komilus, C.S., Cheah, S.H., 1992. Culture of *Macrobrachium rosenbergii* in
cages. In: Proceedings of third Asian Fisheries Forum, Abstract, Manila,
Philippines, p. 127.
- Dhainaut, A. and P. Scaps. 2001. Immune defense and biological responses induced by
toxics in Annelida. Can.J.Zool. 79; 233-253.
- Lee, G.F. and R.A. Jones. 1999. Oxygen Demand of US Waterway Dediments. G, Fred
Lee & Associates. El Macero, CA. from www.gfredlee.com
- Marques, H.L.A., Lombardi, J.V., Boock, M.V., 2000. Stocking densitys for nursery phase
culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in cages.
Aquaculture 187, 127-132.
- Sagi, A., Ra'anan, Z., Cohen, D., Way, Y., 1986. Production of *Macrobrachium
rosenbergii* in monosex populations yield characteristics under intensive
monoculture conditions in cages. Aquaculture 51 (3-4), 265-275.