รายงานการวิจัย
เรื่อง
การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงกุ้งแคระสวยงาม
เพื่อการส่งออก
The development technique of aquarium dwarf shrimp culture for export

โดย

รศ.ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ รศ.ดร.สมชาย หวังวิบูลย์กิจ
ผศ.ดร.อัจฉรี เรืองเดช ดร.จตุพร บัณฑิต นางสาวบุปผา จงพัฒน์
สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงกุ้งแคระสวยงาม เพื่อการส่งออก

The development technique of aquarium dwarf shrimp culture for export

1278011X

โดย

รศ. ดร. นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ รศ. ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ผศ. ดร. อัจฉรี เรืองเดช ดร. จตุพร บัณฑิต และนางสาวบุปผา จงพัฒน์

สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อแผนงานวิจัย การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงกุ้งแคระสวยงามเพื่อการส่งออก
The development technique of aquarium dwarf shrimp culture for export

ชื่อโครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัย

โครงการวิจัยที่ 1: การพัฒนาเทคนิคการเพาะพันธุ์กุ้งแคระสวยงาม
The development technique for aquarium dwarf shrimp breeding

โครงการวิจัยที่ 2: การอนุบาลลูกกุ้งแคระสวยงามเพื่อเพิ่มผลผลิต
Nursing aquarium dwarf shrimp larva for increasing production

โครงการวิจัยที่ 3: ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระสวยงาม
Factor of water quality on aquarium dwarf shrimp growth

โครงการวิจัยที่ 4: คุณภาพอาหารต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม
Feed quality for enhancing color of aquarium dwarf shrimp

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน **ประจำปี** 2554
จำนวนเงิน 1,208,000 บาท
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย เดือนตุลาคม 2553 – เดือนกันยายน 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการการวิจัย รศ.ดร.นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ E-mail: klnongnu@kmitl.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง
สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

การพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงกุ้งแคระสวยงามเพื่อการส่งออก

นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ อัจฉรี เรืองเดช จตุพร บัณฑิต และบุปผา จงพัฒน์

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการพัฒนาไข่และตัวอ่อนของกุ้งแคระ *N. heteropoda* พบว่า การพัฒนาของไข่จะใช้ระยะเวลาในการฟักเป็นตัว เป็นเวลา 19 วัน และ การพัฒนาของตัวอ่อนเมื่อฟักออกเป็นตัวอ่อนแล้ว จะไม่มีความแตกต่างกับกุ้งที่ โตเต็มวัย นอกจากนี้พบว่า ขนาดของลำตัว และ ปริมาณเซลล์เม็ดสี จะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น และ จากการศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ทั้ง 3 ชุดการทดลอง หลังจากที่ได้แช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า – เอสตราไดออล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า เนื้อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ในชุดการทดลองที่ 3 หรือ ชุดการทดลองได้รับฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 8 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาของรังไข่มากที่สุด แสดงว่า ฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล สามารถที่จะช่วยเพิ่มการพัฒนาของรังไข่ของกุ้งแคระได้ จากการศึกษาอัตราส่วนเพศที่ต่างกันที่มีผลต่ออัตราการลอกคราบและการสืบพันธุ์ของกุ้งแคระโดยปล่อยกุ้งในอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1(12:12), 1:2(8:16) และ 1:3(6:18) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระยะเวลาในการลอกคราบ อัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแคระ จำนวนแม่กุ้งแคระที่วางไข่ และจำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งแครสวยงามเพื่อเพิ่มผลผลิต ประกอบด้วย 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 การอนุบาลกุ้งแครในความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 15 และ 20 ตัว/ลิตร เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) การทดลองที่ 2 การศึกษาการเลี้ยงกุ้งแครในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ พรรณไม้น้ำชวามอส ก้อนอิฐ และไบโอบอล พบว่าอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และปัจจัยคุณภาพน้ำของกุ้งแครที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ ชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล พบว่าทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนอัตราการรอดตายของกุ้งแครพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่าชวามอสมีอัตราการรอดสูงที่สุด 88.33±5.77 เปอร์เซ็นต์ และน้ำที่สุดคือวัสดุยึดเกาะ ไบโอบอล 40.00±9.01 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ และพบว่าปัจจัยคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง และความเป็นด่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นจึงควรใช้วัสดุยึดเกาะชวามอสในการเลี้ยงกุ้งแครเพื่อให้สัตว์น้ำแข็งแรงมีอัตราการรอดสูง และการทดลองที่ 3.การศึกษาผลของแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการเติบโตของกุ้งแคระ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือกลุ่มที่ให้อาหารเสริมด้วยแมกนีเซียม 2 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งอัตรารอดตายไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ส่วนการสะสมของแคลเซียมและโพแทสเซียมไม่มีความแตกต่างระหว่างชุการทดลอง (P>0.05) ส่วนระดับแมกนีเซียมที่สะสมในตัวกุ้งแครระ ในกลุ่มที่เสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัมมากกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งแครควรเสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัม

ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อการเกิดสี และความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงรังไข่ของกุ้งแครสวยงามชนิด *Neocaridina heteropoda* โดยทดลองเลี้ยงกุ้งที่ความเป็นกรด-ด่าง 6, 7, 8 และ 9 และสังเกตการเกิดสีบนลำตัว เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่าจำนวนเม็ดสีเกิดบนลำตัวกุ้งที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่าง 7 มากที่สุด 937.5±74.7 จุด แตกต่างกับความเป็นกรด-ด่าง 6, 8 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนผลของความเค็มทดลองเลี้ยงกุ้งแครสวยงามที่ความเค็ม 0, 4, 8 และ 12 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่า ความเค็มที่ 4, 8 และ 12 ppt มีผลทำให้รังไข่ผิดปกติมีขนาดเล็กลง และในความเค็ม จะทำให้มีการตายของกุ้งแครสวยงามดังนั้น การเลี้ยงกุ้งแครสวยงามที่เหมาะสมควรเลี้ยงในน้ำจืดที่มีความเป็นกรด-ด่าง 7 และผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งแครสวยงาม *Neocaridina heteropoda* กุ้งแครจำนวน 20 ตัว มีน้ำหนัก 0.01±0.00 กรัม โดยทำการเลี้ยงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ คืออุณหภูมิ 27, 28 และ 29 องศาเซลเซียส แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ หลังจากเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่ากุ้งในชุดการทดลองที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 27, 28 และ 29 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.37±0.02, 0.41±0.04 และ 0.07±0.01 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.36±0.02, 0.40±0.04 และ 0.06±0.01 กรัม อัตรารอดเท่ากับ 56.25±2.39, 61.25±2.39 และ 5.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้อุณหภูมิยังส่งผลต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ในอุณหภูมิ 27 และ 28 องศาเซลเซียสกุ้งแครมีการพัฒนารังไข่ ส่วนในอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียสไม่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ดังนั้นในการเลี้ยงกุ้งแครควรเลี้ยงที่อุณหภูมิที่เหมาะสมไม่สูงเกินกว่า 29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 27-28.5 องศาเซลเซียส

การใช้แคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองผสมอาหารเลี้ยงกุ้งแครที่ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแครที่กินอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้น 200 มก./กก. มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 45.18±1.27 มิลลิกรัม, อัตรารอด 99.75 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณแค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ 204.91±12.3 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (P<0.05) การใช้แคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 80 และ 160 มก./กก. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กุ้งแคระที่กินอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 160 มก./กก. มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย เท่ากับ 35.05±0.16 มิลลิกรัม, อัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ 88.37±6.58 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (P<0.05) การศึกษาผลของสารสกัดเบตาเลนต่อการเสริมรงควัตถุและการต้านอนุมูลอิสระในกุ้งแคระ โดยใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า การสะสมรงควัตถุแคโรทีนอยด์และเบตาเลนในตัวกุ้งแคระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองกุ้งแคระที่มีการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 40 และ 60 มก./กก. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด เท่ากับ 67.0±3.9 และ 67.7±4.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ แตกต่างจากการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 20 มก./กก. และชุดควบคุม อัตราการรอดของกุ้งแคระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์อ็อกซิเดชันของไขมัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 20, 40 และ 60 มก./กก. มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์อ็อกซิเดชันของไขมันได้สูงกว่าชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.0049±0.0004, 0.0041±0.0004 และ 0.0045±0.0005 ไมโครโมลของสารมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์ตามลำดับ และสำหรับการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) ของกุ้งแคระ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(P<0.05) โดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 60 มก./กก. มีเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.4146±0.1617 เปอร์เซ็นต์ การทดลองการเลี้ยงกุ้งแคระด้วยการผสมไคโตซานกับอาหารที่ความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 มก./กก. เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าชุดควบคุม มีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 53.75 ±1.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.50 ±2.10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยจะพบค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งที่ระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสุดเท่ากับ 42.2±5.0 มิลลิกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) ส่วนน้ำหนักกุ้งรวมที่ระดับควบคุมและระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.42±0.046 และ 0.42±0.060 กรัม (p<0.05) และพบว่าที่ระดับไคโตซานที่10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยจำนวนคราบของกุ้งสะสมสูงสุด เท่ากับ 9.75±0.65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคราบกุ้งสะสมพบว่าระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสูดเท่ากับ 5.2±0.5 มิลลิกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

คำสำคัญ: การเพาะพันธุ์, กุ้งแคระ, อัตราส่วนเพศ, ชวามอส, อาหารมีชีวิต, ความหนาแน่น, แมกนีเซียม
คุณภาพน้ำ, ความเป็นกรด-ด่าง, ความเค็ม, อุณหภูมิ, แคโรทีนอยด์, เบตาเลน, ไคโตซาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The development technique of aquarium dwarf shrimp culture for export

Nongnuch Laohavisuti, Somchai Wangwibulkit, Uscharee Ruangdej, Jatuporn Bundit and Buppha Jongput

Abstract

The eggs and larvae development of *Neocaridina heteropoda* were studied and found that the eggs development were hatched in a period of 19 days with the same appearance as the adult shrimp after hatching. These also found that the size of the body and the amount of pigment cells were increased by aging. The observation on the ovarian tissue of *N. heteropoda* from 3 treatments (0, 4, and 8 micrograms per liter) after 96 hours immersed in 17- beta-estradiol hormone showed the best development in the concentration of 8 micrograms per liter of hormone. The result confirmed that 17- beta-estradiol hormone could support the development of the ovary of the shrimp. The study of sex-ratio alteration (male to female ratio of 1:1 (12:12), 1:2 (8:16) and 1:3 (6:18)) that affect the rate of molting and reproduction of shrimp. At the end of the experiment, the period of molting, growth rate, survival of broodstock shrimp, number of mature female shrimp and number of larvae shrimp did not differ statistically ($p > 0.05$).

The experimental study for nursing aquarium dwarf shrimp larva designed for increasing production consisted of three sets of experiments. First experiment: shrimp larvae were set in the rearing of different densities of 10, 15 and 20 individuals/liter for 2 months. The growth rate in all treatments did not show statistically significantly different ($P > 0.05$). Second experiment: shrimp larvae were cultured in four different types of substrates, bogwood, Java moss, bio-balls and brick for 8 weeks. The results found that all treatments did not differ statistically significantly ($P>0.05$) in growth rate, daily weight gain and water quality. On the contrary, survival rate of shrimp was found in Java moss treatment with the highest 88.33±5.77 percent and the minimum rate was 40.00±9.04 percent in bio-balls treatment with statistical significance ($P<0.05$). However, water quality such as temperature, conductivity, dissolved oxygen, pH, hardness and alkalinity did not show statistically significantly different ($P > 0.05$). Therefore, the use of Java moss should be the best substrate for nursing shrimp larvae in order to get high survival rate and healthy shrimp. Third experiment: shrimp larvae were fed diet supplement with magnesium five levels (0, 2, 4, 6 and 8 g/kg) for 8 weeks. The best weight gain was found in treatment of 2g/kg magnesium supplementation while no difference in survival rate ($P>0.05$). The accumulation of calcium and potassium did not differ between treatments ($P>0.05$). However, magnesium supplementation in the diet of 2g/kg had magnesium accumulation more than the other treatments with statistically significant ($P<0.05$). As a result, dwarf shrimp should supply magnesium 2g/kg in diet.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Effect of water pH on chromatophores development and salinity on ovary maturity of aquarium dwarf shrimp, *Neocaridina heteropoda*, were studied. The experiment was conducted by observed the amount of shrimp chromatophore which cultured in pH 6, 7, 8 and 9 for 7 weeks. It was found that pH 7 could express the highest chromatophore 937.5±74.7 unit with statistically difference to the others ($p < 0.05$). The study on salinity was done by handling the shrimp in salinity of 0, 4, 8 and 12 ppt for 24 days. The result showed that salinity of 4, 8 and 12 ppt affected the ovary function, reduced the size of ovary and cause to death of shrimp. Therefore, the aquarium dwarf shrimp should culture in freshwater under pH 7. Effect of temperature on growth and gonad development of aquarium dwarf shrimp, *Neocaridina heteropoda*, were conducted by culturing 20 shrimp (initial weight 0.01±0.00 g) in 3 set of temperatures 27, 28 and 29 ^{o}C with 4 replications. After 60-day experiment, Shrimp which cultured in temperature 27, 28 and 29 ^{o}C had the average weight 0.37±0.02, 0.41±0.04 and 0.07±0.01 g, weight gain 0.36±0.02, 0.40±0.04 and 0.06±0.01 g, survival rate 56.25±2.39, 61.25±2.39 and 5.00±0.00 %, respectively. All treatments showed difference significantly ($p < 0.05$). Moreover, temperature at 27 and 28 ^{o}C could enhance ovary development while 29 ^{o}C did not show any development. As a result, optimum temperature for aquarium dwarf shrimp culture should be 28-28.5 ^{o}C and not over 29 ^{o}C.

Using diet with carotenoids from marigold fed shrimp at concentrations of 0, 50, 100 and 200 mg / kg for 8 weeks. The result showed that shrimp fed marigold carotenoids concentration of 200 mg / kg had average final weight 45.18 ± 1.27 mg, 99.75 per cent survival rate and total carotenoid 204.91 ± 12.3 g per kg. The data showed a significantly difference between treatments (P <0.05). Using synthetic carotenoid concentrations of 0, 80 and 160 mg / kg fed shrimp for 8 weeks. The result showed that shrimp fed with synthetic carotenoid at concentrations of 160 mg / kg had average final weight 35.05 ± 0.16 mg, 100 percent survival rate and total shrimp carotenoid 88.37 ± 6.58 g per kg. The data showed a statistically difference between treatments (P <0.05). Effects of betalain extract on enhancing pigment and antioxidant activity of shrimp were studied. The betalain concentrations of 0, 20, 40 and 60 mg / kg fed on shrimp for 6 weeks. The result showed that the accumulation of carotenoid and betalain in shrimp was no different with statistically significant (P> 0.05). Final week of the experiment, shrimp fed betalain concentrations of 40 and 60 mg / kg showed the best weight gain 67.0 ± 3.9 and 67.7 ± 4.1 mg, respectively, which differed from concentration of 20 mg / kg and control group. The survival rate of shrimp was not significantly difference (P> 0.05). Lipid peroxidation test showed statistically difference (P <0.05), shrimp that fed with betalain in diet 20, 40 and 60 mg / kg were able to inhibit reactive lipid oxidation higher than the control at 0.0049 ± 0.0004, 0.0041 ± 0.0004 and 0.0045 ± 0.0005 micromole of standard mallal dialdehyde, respectively. The study on 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity was found to differ statistically

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

significant (P <0.05). Shrimp that were fed betalain 60 mg / kg had the highest percentage of DPPH scavenging properties at 7.4146 ± 0.1617%. The experimental diet supplement with chitosan at four different concentrations of 0, 10, 20 and 30 mg/kg was fed to shrimp for 6 weeks. The result found that the control group showed he highest survival rate 53.75 ± 1.03 percent, followed by the chitosan supplement at 10 mg / kg with survival rate of 52.50 ± 2.10 percent with statistically significant (p <0.05). The average weight of chitosan supplement 10 mg / kg had a maximum value of 42.2 ± 5.0 mg with statistically difference (p <0.05). The total weight of control group and shrimp fed chitosan diet 10 mg / kg showed the highest weight of 0.42 ± 0.046 and 0.42 ± 0.060 g (p <0.05), respectively. The chitosan diet 10 mg/kg also showed the highest average amount of shrimp shell 9.75 ± 0.65 percent and the accumulation weight of shrimp shell with chitosan diet 10 mg / kg fed group performed the highest 5.2 ± 0.5 mg with significantly difference (p <0.05).

Keyword: breeding, dwarf shrimp, sex ratio, nursing larva, stocking density, magnesium, water quality, pH, salinity, temperature, carotenoid, betalain, chitosan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	IV
สารบัญเรื่อง	VII
โครงการวิจัยที่ 1 การพัฒนาเทคนิคการเพาะพันธุ์กุ้งแคระสวยงาม	1
โครงการวิจัยที่ 2 การอนุบาลลูกกุ้งแคระสวยงามเพื่อเพิ่มผลผลิต	32
โครงการวิจัยที่ 3 ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระสวยงาม	60
โครงการวิจัยที่ 4 คุณภาพอาหารต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัยที่ 1 การพัฒนาเทคนิคการเพาะพันธุ์กุ้งแคระสวยงาม
The development technique for aquarium dwarf shrimp breeding

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน **ประจำปี** 2554
จำนวนเงิน 308,000 บาท
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย เดือนตุลาคม 2553 – เดือนกันยายน 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการการวิจัย รศ.ดร.นางนงนุช เลาหะวิสุทธิ์ E-mail:klnongnu@kmitl.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง
สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการพัฒนาไข่และตัวอ่อนของกุ้งแคระ *N. heteropoda* พบว่า การพัฒนาของไข่จะใช้ระยะเวลาในการฟักเป็นตัว เป็นเวลา 19 วัน และ การพัฒนาของตัวอ่อนเมื่อฟักออกเป็นตัวอ่อนแล้ว จะไม่มีความแตกต่างกับกุ้งที่ โตเต็มวัย นอกจากนี้พบว่า ขนาดของลำตัว และ ปริมาณเซลล์เม็ดสี จะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น และ จากการศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ทั้ง 3 ชุดการทดลอง หลังจากที่ได้แช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า – เอสตราไดออล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า เนื้อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ในชุดการทดลองที่ 3 หรือ ชุดการทดลองได้รับฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 8 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาของรังไข่มากที่สุด แสดงว่า ฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล สามารถที่จะช่วยเพิ่มการพัฒนาของรังไข่ของกุ้งแคระได้ จากการศึกษาอัตราส่วนเพศที่ต่างกันที่มีผลต่ออัตราการลอกคราบและการสืบพันธุ์ของกุ้งแคระโดยปล่อยกุ้งในอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1(12:12), 1:2(8:16) และ 1:3(6:18) เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าระยะเวลาในการลอกคราบ อัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแคระ จำนวนแม่กุ้งแคระที่วางไข่ และจำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

คำสำคัญ: การเพาะพันธุ์, กุ้งแคระ, อัตราส่วนเพศ

Abstract

The eggs and larvae development of *Neocaridina heteropoda* were studied and found that the eggs development were hatched in a period of 19 days with the same appearance as the adult shrimp after hatching. These also found that the size of the body and the amount of pigment cells were increased by aging. The observation on the ovarian tissue of *N. heteropoda* from 3 treatments (0, 4, and 8 micrograms per liter) after 96 hours immersed in 17- beta-estradiol hormone showed the best development in the concentration of 8 micrograms per liter of hormone. The result confirmed that 17- beta-estradiol hormone could support the development of the ovary of the shrimp. The study

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of sex-ratio alteration (male to female ratio of 1:1 (12:12), 1:2 (8:16) and 1:3 (6:18)) that affect the rate of molting and reproduction of shrimp. At the end of the experiment, the period of molting, growth rate, survival of broodstock shrimp, number of mature female shrimp and number of larvae shrimp did not differ statistically ($p > 0.05$).

Keyword: breeding, dwarf shrimp, sex ratio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	1
สารบัญ	3
สารบัญตาราง	4
สารบัญภาพ	4
บทที่ 1บทนำ	5
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	6
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	16
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	19
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1-1	การเจริญเติบโตและจำนวนเซลล์เม็ดสีของตัวอ่อนกุ้งแครระ *N. heteropoda*	22
1-2	จำนวนครางต่อสัปดาห์ของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแครระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน	26
1-3	ระยะเวลาในการลอกครางของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแครระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน(วัน/ครั้ง)	26
1-4	จำนวนแม่กุ้งแครระที่วางไข่สะสมในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน	26
1-5	จำนวนลูกกุ้ง (ตัว) ต่อแม่กุ้งในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน	27
1-6	การเจริญเติบโตของกุ้งแครระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน	27
1-7	อัตรารอดของกุ้งแครระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน	27

สารบัญตารางผนวก

ตารางผนวกที่		หน้า
1-1	ขั้นตอน เครื่องเตรียมเนื้อเยื่อ (Humason, 1979)	31
1-2	ขั้นตอนการย้อมสี H&E	31

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	พื้นที่ที่พบกุ้งในกลุ่ม Neocaridina ในประเทศไต้หวัน และ พื้นที่ใกล้เคียง	6
1-2	โครงสร้างภายนอกของกุ้งสายพันธุ์ *Neocaridina saccam*	7
1-3	โครงสร้างภายนอกของกุ้งสายพันธุ์ *Neocaridina saccam*	8
1-4	โครงสร้างภายนอกของกุ้งสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan*	9
1-5	โครงสร้างภายนอกของกุ้งสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan*	10
1-6	เนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้ง *Penaeus kerathurus*	13
1-7	การพัฒนาไข่ของกุ้งแครระ *N. heteropoda* วันที่ 1-15	21
1-8	การพัฒนาไข่ของกุ้งแครระ *N. heteropoda* วันที่ 16-19	22
1-9	การพัฒนาของตัวอ่อนกุ้งแครระ *N. heteropoda* ในระยะเวลา 10 วัน	23
1-10	ลักษณะเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้ง *N. heteropoda* หลังจากได้รับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล เป็นระยะเวลา 96 ชั่วโมง	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

กุ้งแคระ *Neocaridina heteropoda* มีถิ่นกำเนิดในประเทศ ไต้หวัน มีขนาดโตเต็มที่ประมาณ 2.5 เซนติเมตร ปัจจุบันในประเทศไทยนิยมเลี้ยงกันมากในบรรดาผู้ที่นิยมเลี้ยงพรรณไม้น้ำ หรือ ผู้ที่นิยมเลี้ยงกุ้งแคระ เพราะกุ้งแคระเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่ายและสีสรรสวยงาม หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพงมากจนเกินไป มีประโยชน์ในการช่วยเก็บกินตะไคร่น้ำและเศษอาหารภายในตู้ พรรณไม้น้ำ กุ้งแคระจะออกไข่ครั้งละประมาณ 7-20 ฟอง ขึ้นอยู่กับขนาดและความพร้อมของร่างกาย กุ้งตัวเมีย ไข่จะใช้เวลาประมาณ 1 เดือน ไข่ถึงจะฟักเป็นตัว ลักษณะของตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่จะคล้ายกับกุ้งแคระโตเต็มวัยที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากกุ้งแคระเป็นกุ้งสามารถไข่ได้ในปริมาณน้อย และ มีการพัฒนาของรังไข่เป็นเวลานาน ทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของ ผู้เลี้ยงภายในประเทศ ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศ และ ทำให้กุ้งแคระที่นำเข้ามามีราคาสูง เมื่อนำเข้ามาขายภายในประเทศ จึงได้ศึกษาปัญหาพิเศษเรื่องนี้โดยการทดลองโดยนำกุ้งแคระ เพศเมีย มาแช่ฮอร์โมน 17 เบต้า เอสตราไดออล ก่อนการผสมกับกุ้งเพศผู้ เพื่อกระตุ้นรังไข่ให้มีการเร่งการพัฒนาของระยะไข่ของกุ้งแคระให้เร็วขึ้น ฮอร์โมน 17 เบต้า เอสตราไดออล อยู่ในกลุ่มของ สเตรอยด์ฮอร์โมน ทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโต และ ควบคุมการทำงานของระบบ อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ในปัจบันนิยมใช้ฮอร์โมนชนิดนี้ในการแปลงเพศสัตว์น้ำให้กลายเป็นเพศเมีย เช่น ปลาเศรษฐกิจ, ปลาสวยงาม เป็นต้น ดังนั้นวิธีเพิ่มปริมาณพันธุ์ของกุ้งแคระสวยงาม โดยศึกษาการพัฒนาของไข่และตัวอ่อนกุ้งแคระ การใช้สารกระตุ้นความสมบูรณ์ของรังไข่ รวมถึงอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียในการผสมพันธุ์ จากการการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับกุ้งแคระสวยงามสายพันธุ์อื่นๆ ที่มีการซื้อขายในท้องตลาด เช่น กุ้งบี (*Neocaridina serrata*) และ กุ้งสุราเวสี (*Caridina* sp.) เป็นต้น

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาการพัฒนาของไข่และตัวอ่อนกุ้งแคระ *Neocaridina heteropoda*

1.1.2 เพื่อศึกษาการพัฒนารังไข่ของกุ้งแคระ *Neocaridina heteropoda* หลังจากการได้รับฮอร์โมน 17 เบต้า เอสตราไดออล

1.1.3 เพื่อศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียที่เหมาะสมในการผสมพันธุ์ของกุ้งแคระสวยงาม

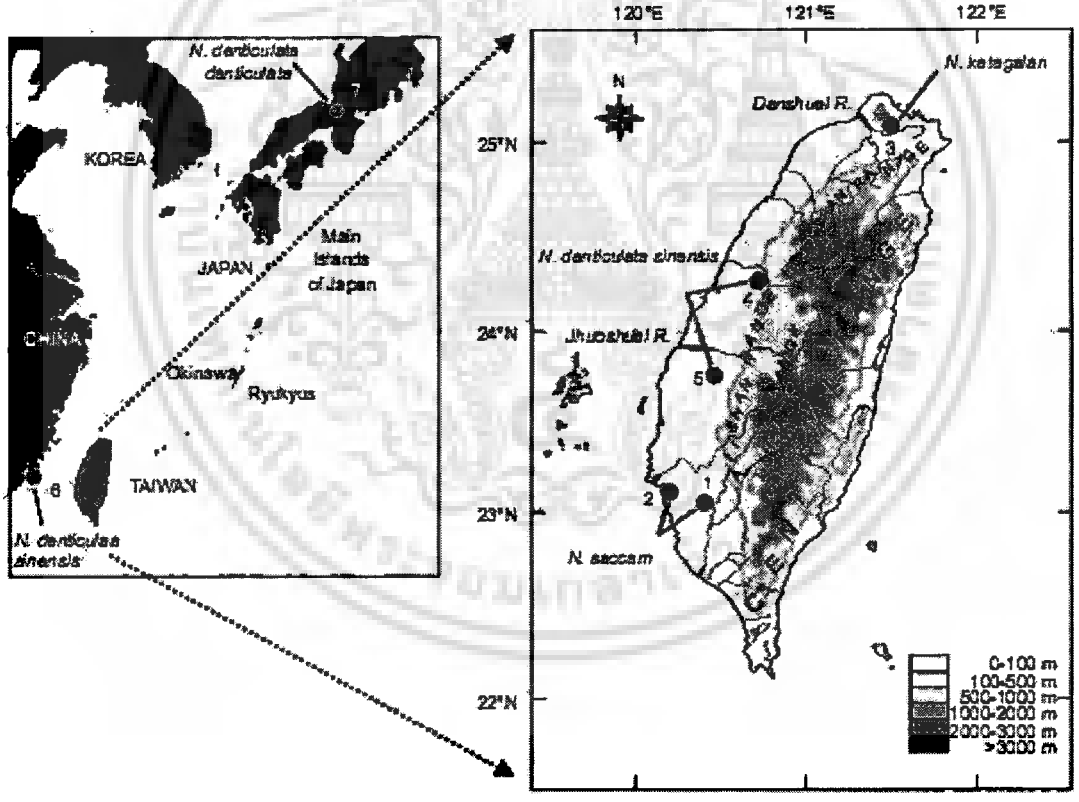
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทางชีววิทยาของกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina

2.1.1 ถิ่นของกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina

จากการศึกษาของ His-Te and Yixiong (2007) พบว่า กุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ส่วนใหญ่จะมีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ประเทศไต้หวัน แต่สามารถพบได้ใน ประเทศรัสเซีย, ประเทศเกาหลี, ประเทศญี่ปุ่น, ประเทศจีน และ ประเทศเวียดนาม กุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina จะมีความแตกต่างกับกุ้งในกลุ่มของ Caridina และ Macrobrachium ซึ่งจะมีความแตกต่างในเรื่องของ การพัฒนาของตัวอ่อน, ขนาดของไข่ โดยกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina จะมีขนาดของไข่ใหญ่กว่า และ กุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ที่มีการค้นพบจะอยู่ในที่ตั้งที่มีลักษณะเป็น เกาะ ในเอกสารที่มีการค้นคว้าพบว่า กุ้งแคระที่อยู่ในครอบครัวของ Atyidae มีการค้นพบทั้งหมด 26 สายพันธุ์ และ มีอีก 5 สายพันธุ์ที่พึ่งมีการค้นพบใหม่ในประเทศไต้หวัน ในประเทศไต้หวันสามารถที่จะพบกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ได้ทั่วประเทศไต้หวัน แต่พบมากในทางตะวันตกเฉียงใต้ และ ทางเหนือ ของประเทศไต้หวัน สายพันธุ์ที่มีการพบมากที่สุดในประเทศไต้หวันคือ กุ้งแคระ *Neocaridina denticulate*



ภาพที่ 1-1 พื้นที่ที่พบกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina ในประเทศไต้หวัน และ พื้นที่ใกล้เคียง
ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

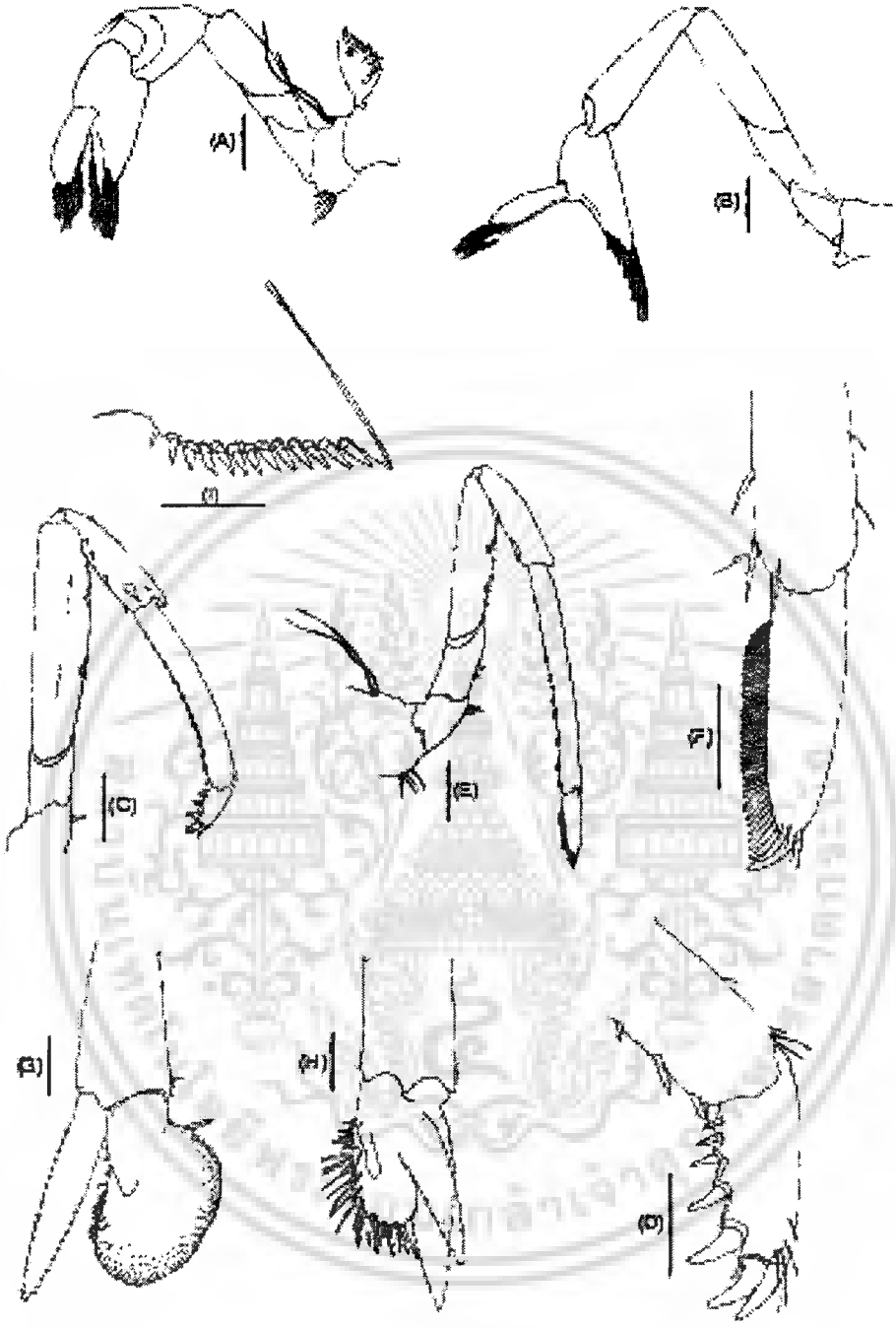
2.1.2 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของกุ้งแคระในกลุ่ม Neocaridina แต่ละสายพันธุ์

2.1.2.1 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของกุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina saccam*

ภาพที่ 1-2 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina saccam* (A) cephalothorax, (B) telson, (C) distal portion of telson, (D) preanal carina, (E) scaphocerite, (F) mandible, (G) maxillula, (H) maxilla, (I) 1st maxilliped, (J) 2nd maxiliped, (K) 3rd maxilliped ขนาด A = 1mm. B, K = 0.5 mm. C, E = 0.2 mm. D, F-J = 0.3 mm.

ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1-3 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina saccam* (A) 1st pereiopod, (B) 2nd pereiopod, (C) 3rd pereiopod, (D) dactylus, (E) 5th pereiopod, (F) dactylus, (G) male 1st pleopod, (H) male 2nd pleopod, (I) uropodal diaeresis ขนาด A, B, G, H = 0.3 mm. C, E = 0.5 mm. D, F, I = 0.2 mm.

ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

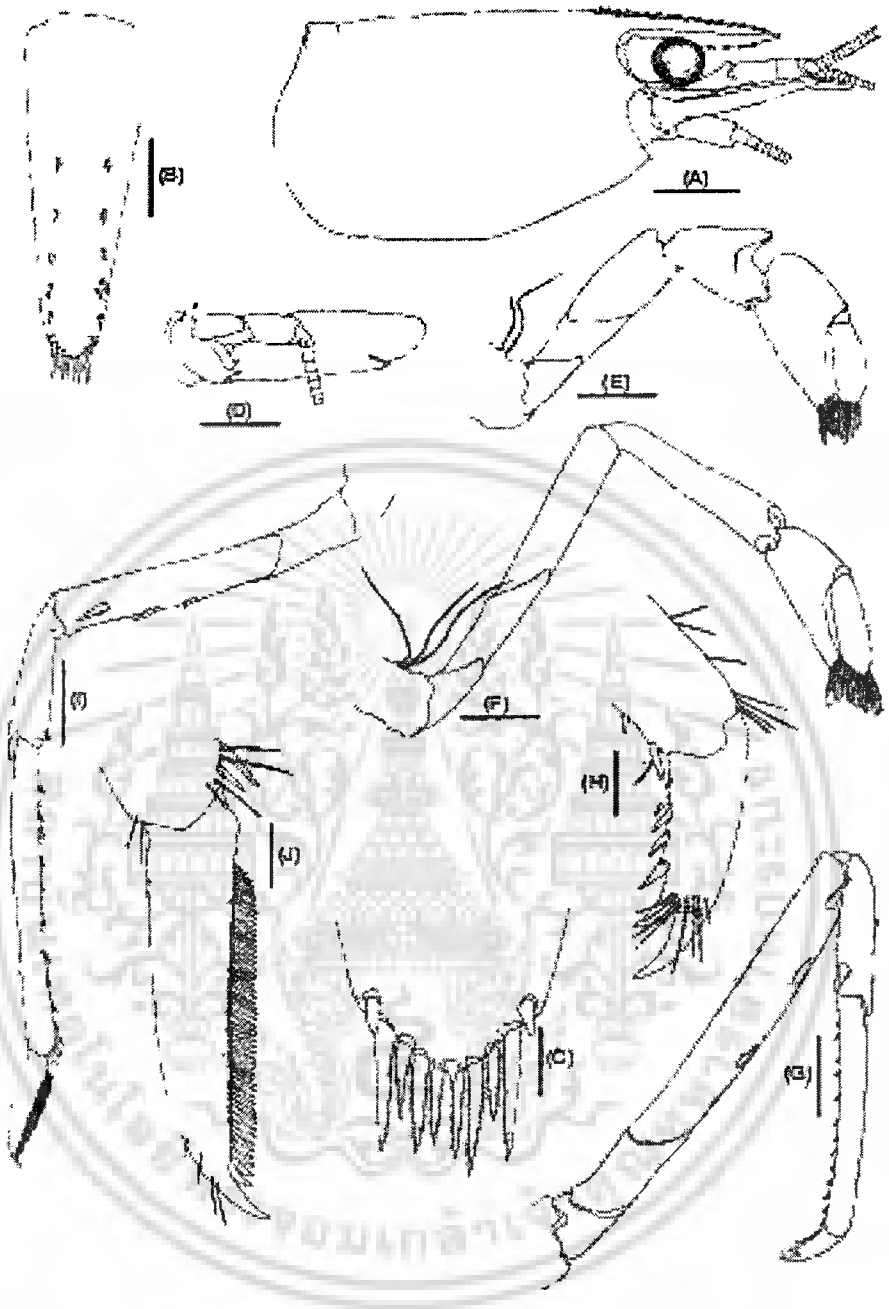
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 ลักษณะโครงสร้างภายนอกของกุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan*

ภาพที่ 1-4 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan* (A) cephalothorax, (B) preanal carina, (C) 1st pereiopod, (D) 2nd pereiopod, (E) hook plate on lower posterior margin of coax, (F) 3rd pereiopod, (G) dactylus, (H) 5th pereiopod, (I) dactylus, (J) male 1st pleopod, (K) male 2nd pereiopod, (L) uropodal diaesis **ขนาด** A = 1mm. B-F, H, J, K = 0.5 mm. G, F, L = 0.2 mm.

ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1-5 กุ้งแคระสายพันธุ์ *Neocaridina ketagalan* (A) cephalothorax, (B) telson, (C) distal portion of telson, (D) scalphocerite, (E) 1st pereiopod, (F) 2nd pereiopod, (G) 3rd pereiopod, (H) dactylus, (I) 5th pereiopod, (J) dactylus ขนาด A, D = 1mm. B, E, F, G = 0.5 mm. C, H, J = 0.2 mm.

ที่มา : His-Te and Yixiong (2007)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ฮอร์โมนที่พบในกุ้ง

จากการศึกษาฮอร์โมนที่พบในกุ้งกุลาดำ และ กุ้งทะเลชนิดอื่นๆ ของ นันทริกา (2550) พบว่า ฮอร์โมนเพศได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มของ estrogen, progesterone, human chorionic, gonadotropin และ testosterone รวมทั้งศึกษาเกี่ยวกับฮอร์โมนที่เกี่ยวของกับการลอกคราบ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มของ ecdysone และ ความสัมพันธ์ของฮอร์โมนต่าง ๆ ต่อสารอื่นในร่างกาย เช่น vitellogenin ซึ่งจะมีผลต่อการเติบโตของกุ้ง นอกจากนี้ยังมีการศึกษาองค์ประกอบของฮอร์โมนทั้งทางมหภาคและจุลภาคเพื่อดูโครงสร้างต่างๆ รวมทั้งการศึกษาในระดับโมเลกุล และ การทำ molecular cloning ของสาย peptide hormone ต่างๆ ด้วย โดยมีวิธีการต่างๆ มาใช้ในการตรวจวิเคราะห์ เช่น PCR, HPLC และ mass spectrometer เป็นต้น ผลจากการศึกษาวิจัยเหล่านี้จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และ การเร่งการเติบโตของกุ้งเพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณและคุณภาพสูงขึ้นต่อไปได้

2.2.1 การใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ในกุ้ง

ในปัจจุบันมีการสนับสนุนการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาการใช้ฮอร์โมนในกุ้งอย่างจริงจัง ผลประโยชน์ที่จะได้รับในวงการผู้ผลิตกุ้งมีสูงมาก เพราะสามารถเพาะพันธุ์กุ้งได้โดยไม่ต้องใช้เทคนิคการบีบก้านตากุ้ง จึงไม่ทำให้เกิดความเสียหายและสามารถใช้พ่อแม่พันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังจะทำให้สามารถกระตุ้นการลอกคราบของกุ้งทำให้มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและสามารถจัดการฟาร์มได้ง่าย นอกจากนี้การผลิตฮอร์โมนสังเคราะห์สำเร็จจะทำให้สามารถสร้างรายได้ให้กับประเทศทั้งจากการเลี้ยงกุ้งและจากการขายผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ด้วย ในปัจจุบันยังมีการสนับสนุนให้ใช้สารต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศ เช่น สมุนไพรสกัด ได้แก่ หม่อน นำมาทำการสกัดเพื่อนำมาใช้ในการเพิ่มการเจริญเติบโตของกุ้ง เป็นต้น จึงควรให้การส่งเสริมการใช้สารสกัดทั้งจากผลิตภัณฑ์สังเคราะห์ และ ธรรมชาติเพื่อให้ประเทศไทยมีศักยภาพสูงสุดในการผลิตกุ้งต่อไปในอนาคต (จงรักษ์ และ ประภาพร, 2548)

2.2.1.1 การใช้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน

จากการศึกษาของ ปภาศิริ และ คณะ (2550) เกี่ยวกับการใช้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ต่อการสร้างไข่ในกุ้งกุลาดำ โดย นำแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่มีการพัฒนาของรังไข่ระยะที่ 1 แบ่งเป็น normal control, ชุดการทดลองที่ 1 (sham control ; absolute ethanal), ชุดการทดลองที่ 2 (ได้รับฮอร์โมน โปรเจสเตอโรน 0.1->0.3->0.9 ไมโครกรัม/กรัม), ชุดการทดลองที่ 3 (ได้รับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน 0.5->1.5->4.5 ไมโครกรัม/กรัม) และ ชุดการทดลองที่ 4 (ได้รับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน 1->3->9 ไมโครกรัม/กรัม) ทดลองเป็นเวลา 30 วัน พบว่าแม่พันธุ์ชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 ยังคงมีระยะการพัฒนาของไข่ระยะที่ 1 ต่างจากการศึกษาลักษณะของเซลล์ไข่ที่พบว่า ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน สามารถกระตุ้นการพัฒนาของไข่ขึ้นมาได้ระดับหนึ่งโดยจะพบ early mature oocyte มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % กับ normal control และ sham control

2.2.1.2 การใช้ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล

Isao and Rie (2006) ได้ทำการศึกษาการใช้ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่มีผลต่อการสังเคราะห์ vitellogenin และ การพัฒนาของรังไข่กุ้ง kuruma (*Marsupenaeus japonicus*) โดยการนำเนื้อเยื่อของรังไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิมาแล้ว 3 วัน มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีความเข้มข้นของฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ต่างกัน 4 ระดับคือ 3.6, 36.7, 367 และ 3671 nM พบว่าการพัฒนาส่วนใหญ่ของรังไข่จะอยู่ในระยะ oil globule (ระยะ primary vitellogenic) ซึ่งจะอยู่บริเวณเซลล์ follicle เมื่อสังเกตเนื้อเยื่อของรังไข่ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นตัวเหนี่ยวนำ ให้สังเคราะห์ vitellogenin และ ยังช่วยกระตุ้นให้รังไข่ของกุ้งที่ยังไม่สมบูรณ์ให้มีการพัฒนาเร็วขึ้น

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Da-ji *et al.* (2006) ได้ใช้ ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล กับกุ้งแคระ *Neocaridina denticulata* เพศเมียขนาด 13-16 มิลลิเมตร มาแช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่มีความเข้มข้น 2 ระดับคือ 10 และ 100 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นเวลา 96 ชั่วโมง และ นำกุ้งเพศเมียมาผสมกับกุ้งเพศผู้ในถังทดลองขนาด 10 ลิตร โดยปล่อยกุ้งเพศผู้ 20 ตัว ต่อ กุ้งเพศเมีย 20 ตัว เมื่อกุ้งเพศเมียได้รับการผสมแล้ว โดยสังเกตจากกุ้งเพศเมียสร้างไข่มาติดที่ขาว่ายน้ำ จึงแยกออกมาเลี้ยงไว้ในถังทดลองขนาด 1 ลิตร พบว่า ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 100 ไมโครกรัม/ลิตร จะส่งผลต่อไข่ทำให้เสียในระยะเวลา 3 วัน ส่วนในกลุ่มที่แช่ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 10 ไมโครกรัม/ลิตร จะทำให้ระยะเวลาในการฟักตัวของไข่สั้นกว่า และ ปริมาณไข่มากกว่าในกลุ่มควบคุม

2.3 การศึกษาการพัฒนารังไข่และตัวอ่อนของกุ้ง

2.3.1 การพัฒนารังไข่ของกุ้ง

Medina *et al.* (1996) ได้ศึกษาการพัฒนาของรังไข่ของกุ้ง *Penaeus kerathurus* ภายในบ่อเลี้ยง โดยการสุ่มจับกุ้งเพศเมียจากบ่อเลี้ยง 5 ตัวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนกรกฎาคมมาทำการศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ พบว่า เนื้อเยื่อรังไข่แบ่งออกได้เป็น 5 ระยะ (ภาพที่ 8) ได้แก่

2.3.1.1 ระยะที่ 1 (previtellogenic)

ระยะแรกจะอยู่ในช่วง เดือนมีนาคม ขนาดของไข่ยังมีขนาดเล็ก โดยมีขนาดอยู่ที่ 17 - 26 ไมโครเมตร จะรวมกันอยู่ตรงกลางของรังไข่ และ ไข่ขนาดใหญ่ โดยมีขนาดอยู่ที่ 26 - 65 ไมโครเมตร ซึ่งจะอยู่บริเวณรอบนอกของรังไข่กุ้ง

2.3.1.2 ระยะที่ 2 (early vitellogenic)

ไข่ในระยะที่ 2 จะอยู่ในช่วง เดือนเมษายน ขนาดของไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีขนาดอยู่ที่ 80 – 100 ไมโครเมตร สามารถที่จะเห็น ไซโตพลาสซึมที่ติดสียอมได้

2.3.1.3 ระยะที่ 3 (late vitellogenic)

ไข่ในระยะที่ 3 จะอยู่ในช่วง เดือนมิถุนายน ขนาดของไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีขนาดอยู่ที่ 100 – 200 ไมโครเมตร เซลล์ของไข่แดงมีจำนวน ไซโตพลาสซึม เป็นจำนวนมาก เซลล์ไข่จะอยู่บริเวณรอบนอกของรังไข่

2.3.1.4 ระยะที่ 4 (mature)

ระยะที่ 4 จะอยู่ในช่วง เดือนพฤษภาคม ไข่ค่อนข้างที่จะสมบูรณ์ โดยมีขนาดอยู่ที่ 200 ไมโครเมตร

2.3.1.5 ระยะที่ 5 (spent or degeneration)

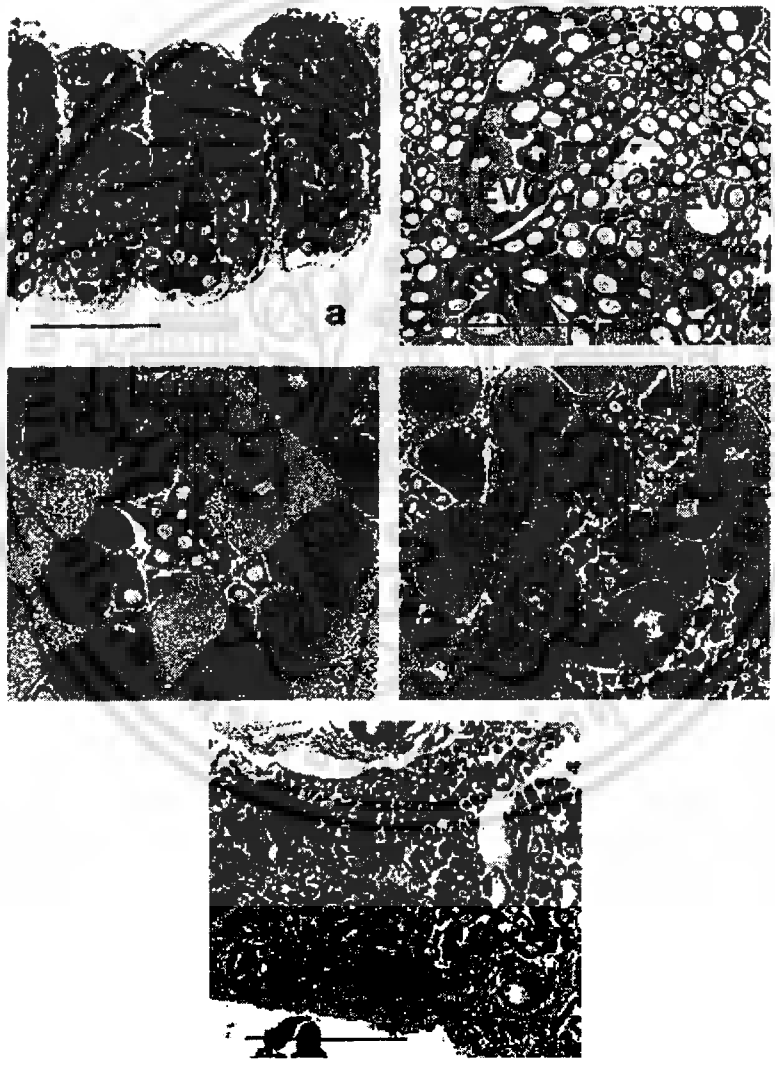
ระยะที่ 5 จะอยู่ในช่วง เดือนกรกฎาคม รังไข่มีความสมบูรณ์

2.3.2 การพัฒนาของตัวอ่อนกุ้ง

Junda *et al.* (2006) ศึกษาการอนุบาลตัวอ่อนกุ้งแคระ red front shrimp (*Caridina gracilirostris*) ซึ่งนิยมเลี้ยงเป็นกุ้งแคระสวยงาม โดยนำกุ้งแคระ ตัวเต็มวัย โดยเลี้ยง ความเค็ม, อุณหภูมิ, อัตราการปล่อย และ อาหารที่แตกต่างกัน คือ ความเค็มที่ 10, 15 และ 20 ppt อุณหภูมิที่ 24, 27 และ 30 องศาเซลเซียส อัตราการปล่อยที่ 25, 50 และ 100 ตัวต่อลิตร และ อาหาร ได้แก่ phycopure, chaetoceros และ nannochloris จากการศึกษาพบว่า การเพาะเลี้ยงที่ ความเค็มที่ 15 ppt ที่ อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27 องศาเซลเซียส ปล่อยในอัตราส่วน 25 ตัว ต่อลิตร และ อนุบาลลูกกุ้งแครโดยใช้ phycopure จะส่งผลให้อัตราการรอดของตัวอ่อนกุ้งแคระ มีอัตรารอดสูงที่สุด ยังทำการศึกษาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนกุ้งแคระ ภายในห้องปฏิบัติการ พบว่า การเจริญเติบโตของตัวอ่อนกุ้งแคระ มีการเจริญเติบโตทั้งหมด 8 ระยะ ได้แก่ ระยะ zoea I ในระยะนี้สามารถมองเห็นจุดตาของตัวอ่อนกุ้งได้ ระยะ zoea II ในระยะนี้จะมีการพัฒนาของก้านตา ระยะ zoea III ในระยะนี้จะมีการพัฒนาของ Uropod หรือส่วนของ แพนหาง ระยะ zoea IV มีการพัฒนาในส่วนของ uniramous pleopod ระยะ zoea V มีการพัฒนาในส่วนของ รยางค์ขาว่ายน้ำ ระยะ zoea VI ที่กรีด้านบนมีฟันงอก 1 ซี่ ระยะ postlarva ในระยะนี้พบว่าจำนวนกรีมีจำนวนเพิ่มขึ้น และ มีการพัฒนาของหนวด antennae และ ระยะ juvenile ที่กรีด้านบนมีฟัน 9-10 ซี่ และ กรีด้านล่างมีฟัน 24-27 ซี่ การพัฒนาจากระยะ zoea I จนถึง ระยะ juvenile ใช้เวลาในการพัฒนา ประมาณ 96 – 119 วัน



ภาพที่ 1-6 เนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้ง *Penaeus kerathurus* (a) ระยะที่ 1 ช่วงเดือนมีนาคม (b) ระยะที่ 2 ช่วงเดือนเมษายน (c) ระยะที่ 3 ช่วงเดือนมิถุนายน (d) ระยะที่ 4 ช่วงเดือนพฤษภาคม (e) ระยะที่ 5 ช่วงเดือนกรกฎาคม

ที่มา : Medina *et al*. (1996)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การผสมพันธุ์ของกุ้งแครระ

การผสมพันธุ์กุ้งแครระจะเป็นการจับคู่ของกุ้งตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมียด้วยกัน สามารถสังเกตเห็นการพัฒนาของรังไข่ของเพศเมียว่ามีสีขาว หรือสีเหลืองเป็นอานรูปสามเหลี่ยม เมื่อกุ้งเพศเมียพร้อมที่จะวางไข่ มันจะปล่อยฟีโรโมนลงไปในน้ำเพื่อส่งสัญญาณความพร้อมของมันกับกุ้งเพศผู้ กุ้งเพศผู้จะว่ายน้ำเพื่อหาแหล่งที่มาของฟีโรโมน หลังจากผ่านการผสมพันธุ์สั้น ๆ กุ้งเพศเมียจะวางไข่ของมัน ไข่จะเข้มขึ้นและคล้ำจนฟักลูกกุ้งหลังจากนั้นประมาณสามสัปดาห์ เมื่อลูกกุ้งออกจากไข่จะมีขนาดเล็ก (ประมาณ 1 มิลลิเมตร) พวกมันไม่มีระยะตัวอ่อน วันแรกของพวกมันซ่อนตัวอยู่ในพืช ไม่กี่วันลูกกุ้งก็จะออกมาและครูดไปบนสาหร่าย และบนพื้นผิว

Kim et al. (2008) ทำการศึกษาการสืบพันธุ์ และการเจริญเติบโตของกุ้งน้ำจืด *Palaemon paucidens* จากทะเลสาบ Suk-dang ประเทศเกาหลี วิเคราะห์อัตราส่วนเพศพบว่าสัดส่วนของเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ขนาดเฉลี่ยของไข่เป็น 6.12±0.55 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในระยะที่ไม่มีตา (ระยะ A) และ 7.20±0.86 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ในระยะที่มีตา (ระยะ B) ผลของการเจริญพันธุ์ จากการคำนวณกับน้ำหนักตัวแห้งของเพศเมีย และการกกไข่ น้ำหนักของไข่ในสภาพแห้งเป็น 26.97% (n = 17) ของน้ำหนักเพศเมีย เฉลี่ยการกกไข่กุ้งปรากฏว่าในเดือนเมษายน และ ดัชนี (GSI) gonadosomatic มีค่าสูงสุดในช่วงสามเดือนนับจากมกราคม-มีนาคมขึ้นอยู่กับเดือนเมื่อมีสัดส่วนของการกกไข่ของเพศเมียมีระดับ GSI สูงในฤดูวางไข่ของ *P. paucidens* ประมาณเดือนเมษายนเมื่อครบกำหนดเพศเมียได้รับการประเมินจากการพัฒนาของรังไข่ และการมีอยู่ของไข่ความยาวลำตัวเฉลี่ยเมื่อ 50% ของเพศเมียในกลุ่มครบกำหนดคือ 8.55±2.74 มิลลิเมตร การวิเคราะห์การกระจายความถี่ของความยาวพบว่าช่วงชีวิตของ *P. paucidens* อยู่ในช่วง 12-13 เดือน

การผสมพันธุ์ของเพศเมียแสดงให้เห็นโดยการแสดงของ spermatophore มาเก็บไว้ในกระดูกสันอก และการพัฒนาไข่ต่อไปตามปกติ เมื่อพบไข่ของเพศเมียจะนับโดยใช้ forceps การนับครั้งแรกคือทำการในระยะแรกของการพัฒนาตัวอ่อน (รอบระยะ blastosphere III = ประมาณ 10 วันหลังจากวางไข่) จึงนำค่านี้มาเป็นความดกไข่ pleopodal และจำนวนเริ่มต้นของไข่ (Carral et al., 1992)

Daniels *et al*. (2000) ทดลองใช้กุ้งเพศเมียที่มีขนาดค่อนข้างเล็กโดยมีน้ำหนักระหว่าง 10.57 – 23.50 กรัม ซึ่งอาจมีข้อดีเนื่องจากมีรายงานว่ากุ้งเพศเมียที่อายุน้อย (ขนาดเล็ก) จะมีการลอกคราบบ่อยครั้งกว่ากุ้งเพศเมียที่อายุมาก ดังนั้นจึงมีโอกาสผสมพันธุ์วางไข่ได้บ่อยกว่าและให้ไข่ได้มากกว่าในระยะเวลาเลี้ยงที่เท่ากันแต่อย่างไรก็ตาม ในพื้นที่บางแห่งเช่นในพื้นที่เขตอบอุ่น(temperate area) นิยมใช้กุ้งเพศเมียขนาดใหญ่เนื่องจากเห็นว่าให้จำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้ง 1 ตัวมากกว่า และเป็นการป้องกันการคัดเลือกแม่พันธุ์ที่แครระแกร็น นอกจากขนาดของกุ้งเพศเมียจะมีผลต่อจำนวนลูกกุ้งที่จะได้แล้วยังมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกทางพันธุกรรมซึ่งมีผลต่อการ เจริญเติบโตในรุ่นลูกอีกด้วย

2.5 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมต่อการสืบพันธุ์ของกุ้ง

Kim et al. (2008) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิน้ำ อยู่ในช่วง 4.2-25.0 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย 15.2 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิต่ำสุด 4.2 องศาเซลเซียส ในเดือนมกราคม และสูงสุดในเดือนสิงหาคม 25.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 5.18-7.06 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยเฉลี่ยประมาณ 6.26 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุด 5.18 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนธันวาคมและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.06 มิลลิกรัมต่อลิตรในเดือนพฤษภาคม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ออุณหภูมิของน้ำค่อนข้างคงที่ทุกเดือน

2.6 อัตราส่วนเพศ

Celada et al. (2005) ศึกษาอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย (M:F) กุ้งน้ำจืดที่เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกุ้งเพศเมียในพ่อแม่พันธุ์ โดยใช้อัตราส่วนกุ้งเพศผู้ต่อกุ้งเพศเมียเท่ากับ 1M:2F และ 1M:4F พบว่าอัตราส่วนกุ้งเพศผู้ต่อกุ้งเพศเมีย 1M:2F และ 1M:4F ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในปริมาณไข่ ลูกกุ้ง จากการสำรวจของ Kim et al. (2008) พบว่าอัตราส่วนเพศของกุ้ง *Palaemon paucidens* ในทะเลสาบของเกาหลี ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียสูงกว่าในช่วงเดือนมีนาคม ระยะรังไข่มีการแบ่งโดยดูจากอัตราส่วนกระเพาะอาหารและแอ่งทรวงอก (thoracic cavity), สีและขนาดรังไข่ โดยมีการแบ่งโดยรังไข่แบ่งออกได้เป็น4 ระยะได้แก่ immature, maturing, ripe และ spent ได้มีการสำรวจรังไข่ของกุ้ง *Crangon crangon* พบว่าเพศเมียกับรังไข่ที่ยังไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นในเดือน สิงหาคม ถึงเดือน ตุลาคม มีการเริ่มต้นการพัฒนารังไข่ชัดเจนในเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม, กับการเพิ่มขึ้นของเพศเมียกับการพัฒนามากขึ้นของรังไข่ในเดือนธันวาคม เพศเมียเติบโตเต็มที่หรือรังไข่โตเต็มที่เกิดขึ้นเดือน มกราคม ถึง เมษายน และ,การพัฒนาน้อยในเดือนพฤกษาคมถึงเดือนกรกฎาคม (Oh and Hartnoll, 2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 สัตว์ทดลองคือ กุ้งแคระ *N. heteropoda*

3.1.2 อุปกรณ์ในการเลี้ยงกุ้งแคระ ได้แก่ โหลพลาสติกขนาด 7 นิ้ว, ปั๊มออกซิเจน, สายออกซิเจน, หัวทราย และ อาหารกุ้งชนิดเม็ดจมน้ำ

3.1.3 อุปกรณ์ในการศึกษาการพัฒนาไข่หลังผสมและตัวอ่อนของกุ้งแคระ ได้แก่ ขวดฟักไข่, ปั๊มออกซิเจน, สายออกซิเจน, ปากคีบ, ผ้าขาวบาง, สไลด์หลุม, plate และ dropper

3.1.4 อุปกรณ์และสารเคมีในการเตรียมฮอร์โมน ได้แก่ บีกเกอร์, แท่งแก้วคนสาร, ปิเปต, ลูกยาง, ขวดปรับปริมาตร, กระบอกตวงสาร และ เครื่องชั่งสาร สารเคมี ได้แก่ ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล และ แอลกอฮอล์

3.1.5 อุปกรณ์และสารเคมีในการดองกุ้งแคระ ได้แก่ บีกเกอร์, ขวดสีชา, ขวดไวออล, แท่งแก้วคนสาร, กระบอกตวงสาร, ปากคีบ, ปิเปต และ ลูกยาง สารเคมีได้แก่ แอลกอฮอล์, ฟอร์มาลิน, กรดแอซิติก และ น้ำกลั่น

3.1.6 อุปกรณ์และสารเคมีในการเตรียมเนื้อเยื่อ ได้แก่ บีกเกอร์, สไลด์, กระจกปิดสไลด์, กล่องใส่ชิ้นเนื้อ, ถาดใส่ชิ้นเนื้อ, ตะเกียงแอลกอฮอล์, หม้อต้มพาราฟิน, ตะกร้าอลูมิเนียม, เข็มเขี่ย, ปากคีบ, เครื่องเตรียมเนื้อเยื่อ, เครื่องตัดชิ้นเนื้อ, เครื่องอุ่นสไลด์, แท่นทำความเย็น และ อ่างทำความร้อนชนิดควบคุมอุณหภูมิ สารเคมีได้แก่ แอลกอฮอล์, แอมโมเนีย, chloroform, paraffin, xylene, hematoxylin, eosin staining และ permount

3.1.7 อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล ได้แก่ กล้องสเตอริโอ, กล้องจุลทรรศน์ และ กล้องบันทึกภาพ

3.2 วิธีการ

3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาพัฒนาของไข่และตัวอ่อนของกุ้งแคระ *N. heteropoda*

3.2.1.1 ใช้กุ้งแคระเพศเมียที่ได้รับการผสมกับกุ้งเพศผู้ จนกุ้งเพศเมียได้สร้างไข่มาติดบริเวณขาว่ายน้ำ

3.2.1.2 นำกุ้งเพศเมียที่มีไข่ที่ขาว่ายน้ำ มาวางบนผ้าขาวบางเปียกน้ำ ใน plate กลม

3.2.1.3 นำไข่จากขาว่ายน้ำของกุ้งเพศเมีย โดยใช้ ปากคีบ นำไข่ออกมาทีละใบ จนครบ 5 ฟอง นำไข่ทั้งหมด โดยใช้ dropper มาใส่ในขวดฟักไข่ ให้ออกซิเจน และ เปลี่ยนน้ำทุกวัน

3.2.1.4 ใช้กล้องถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4X ถ่ายภาพการพัฒนาของไข่ที่ผสมแล้วตั้งแต่ไข่ได้รับการผสม จนไข่ฟักออกเป็นตัว

3.2.1.5 เมื่อไข่ฟักเป็นตัว แยกตัวอ่อนกุ้งแคระออกจากขวดฟักไข่ มาเลี้ยงในโหลพลาสติกขนาด 7 นิ้ว ใช้กล้องถ่ายภาพจากกล้องสเตอริโอถ่ายภาพการพัฒนาของตัวอ่อนกุ้งแคระเป็นเวลา 10 วัน

3.2.2 การทดลองที่ 2 การใช้ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลในกุ้งแคระ *N. heteropoda*

3.2.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ปัจจัยที่ศึกษา คือ ระดับฮอร์โมนที่แตกต่างกันได้แก่ 0, 4 และ 8 ไมโครกรัมต่อลิตร (µg/L) แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 5 ซ้ำ ใช้กุ้งแคระ 4 ตัวต่อซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมไม่มีการเติมฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่เติมฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล 4 µg/L

ชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่เติมฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล 8 µg/L

3.2.2.2 วิธีการ

(1) ใช้กุ้งแคระ *N. heteropoda* เพศเมีย จำนวน 60 ตัว

(2) เตรียม ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล (ภาคผนวกที่ 1)

(3) เตรียมโหลทดลองพลาสติกขนาด 7 นิ้ว และเติมน้ำในโหลทดลอง 3 ลิตร

(4) เติมฮอรฺโมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ตามความเข้มข้นแต่ละชุดการทดลอง

(5) นำกุ้งแคระเพศเมียมาเลี้ยงในโหลทดลองหลังจากเติมฮอร์โมน ให้ออกซิเจน และอาหารวันละ 1 ครั้ง

(6) เลี้ยงกุ้งแคระเป็นเวลา 96 ชั่วโมง

(7) สุ่มกุ้งแคระ 2 ตัวในแต่ละซ้ำของชุดการทดลองทั้ง 3 ชุดการทดลอง ไปศึกษาเนื้อเยื่อ รังไข่ (ภาคผนวกที่ 2)

3.2.3 การทดลองที่ 3 การเพาะพันธุ์กุ้งแคระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

3.2.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) ปัจจัยที่ศึกษา คือ อัตราส่วนเพศที่ต่างกัน ได้แก่ 1:1, 1:2 และ 1:3 โดยแบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 เพศผู้:เพศเมีย เท่ากับ 1:1

ชุดการทดลองที่ 2 เพศผู้:เพศเมีย เท่ากับ 1:2

ชุดการทดลองที่ 3 เพศผู้:เพศเมีย เท่ากับ 1:3

3.2.4.2 วิธีการ

(1) เตรียมโหลพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 เซนติเมตร สูง 22.5 เซนติเมตร ปริมาตรน้ำ 3 ลิตร จำนวน 12 ถัง ปูพื้นโหลด้วยกรวดสีขาว

(2) คัดเลือกพ่อแม่พันธุ์กุ้งแคระโดยกุ้งเพศเมียที่นำมาใช้ในการทดลองคือกุ้งที่มีไข่ติดท้อง ให้แยกแม่กุ้งออกมาฟักไข่พอแม่กุ้งฟักไข่หมดแล้วให้นำมาพักไว้ 2 วัน จากนั้นคัดขนาดของรังไข่ให้มีความใกล้เคียงกัน ส่วนกุ้งเพศผู้ที่นำมาใช้ในการทดลองคัดขนาดตัวให้ใกล้เคียงกัน

(3) ปล่อยกุ้งเพศผู้และเพศเมียให้ผสมพันธุ์ในอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย โดยชุดการทดลองที่ 1 อัตราส่วน 1:1 โดยเลี้ยงกุ้งแคระตัวผู้ 12 ตัว และกุ้งตัวเมีย 12 ตัว, โดยชุดการทดลองที่ 2 อัตราส่วน 1:2 โดยเลี้ยงกุ้งแคระตัวผู้ 8 ตัว และกุ้งตัวเมีย 16 ตัว และโดยชุดการทดลองที่ 3 อัตราส่วน 1:3 โดยเลี้ยงกุ้งแคระตัวผู้ 6 ตัว และกุ้งตัวเมีย 18 ตัว

(4) ให้อาหารสำเร็จรูป 1 ครั้งต่อวัน ใส่ในจานแก้วขนาดเล็ก

(5) เปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนประมาณ ¼ ของถัง ทุก ๆ วันพร้อมเติมน้ำให้ได้ระดับเดิม

3.2.5 การบันทึกข้อมูล

3.2.5.1 บันทึกภาพการพัฒนาตัวอ่อนกุ้งแคระ *N. heteropoda*

3.2.5.2 บันทึกระยะเวลาไข่ที่ผสมแล้วของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ฟักเป็นตัว

3.2.5.3 บันทึกภาพเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda*

3.2.5.4 บันทึกภาพจำนวนคราบในแต่ละวันเปรียบเทียบในแต่ละชุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5.5 การวางไข่ของแม่กุ้งและทำการนับลูกกุ้งทุกๆสัปดาห์

3.2.5.6 คำนวณหาอัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโต ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{อัตราการรอด (Loss Percentage)} = \frac{\text{จำนวนกุ้งที่เหลือ}}{\text{จำนวนกุ้งเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = \frac{\text{น้ำหนักตัวครั้งสุดท้าย} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาพัฒนาของไข่และตัวอ่อนของกุ้งแครสวยงาม

ใช้กุ้งแครเพศเมียที่ได้รับการผสมกับกุ้งเพศผู้ จนกุ้งเพศเมียได้สร้างไข่มาติดบริเวณขาว่ายน้ำ นำกุ้งเพศเมียที่มีไข่ที่ขาว่ายน้ำ มาวางบนผ้าขาวบางเปียกน้ำ ใน plate กลม หลังจากนั้นนำไข่จากขาว่ายน้ำของกุ้งเพศเมีย โดยใช้ปากคีบ นำไข่ออกมาทีละใบ จนครบ 5 ฟอง นำไข่ทั้งหมด โดยใช้ dropper มาใส่ในขวดฟักไข่ ให้ออกซิเจน และ เปลี่ยนน้ำทุกวัน และนำส่องกล้องถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 4X ถ่ายภาพการพัฒนาของไข่ที่ผสมแล้วตั้งแต่ไข่ได้รับการผสม จนไข่ฟักออกเป็นตัว เมื่อไข่ฟักเป็นตัว แยกตัวอ่อนกุ้งแครออกจากขวดฟักไข่ มาเลี้ยงในโหลพลาสติกขนาด 7 นิ้ว ใช้กล้องถ่ายภาพจากกล้องสเตอริโอถ่ายภาพการพัฒนาของตัวอ่อนกุ้งแครเป็นเวลา 10 วัน

จากการศึกษาการพัฒนาไข่ที่ผสมแล้วของกุ้งแคระ *N. heteropoda* จะใช้ระยะเวลาในการฟักตัวเป็นระยะเวลา 19 วัน (ภาพที่1- 7 และ1- 8) ตั้งแต่ไข่ได้รับการผสม จนถึง ไข่ฟักเป็นตัว มีรายละเอียดการพัฒนาของไข่กุ้งแครที่ผสมแล้วดังนี้

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 1 วัน ภายในไข่มีการแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 2 วัน ภายในไข่มีการแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์มากกว่าวันที่ 1

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 3 วัน ภายในไข่มีการแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์มากกว่าวันที่ 2

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 4 วัน ภายในไข่มีการแบ่งเซลล์และเพิ่มจำนวนเซลล์มากกว่าวันที่ 3

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 5 วัน มีการพัฒนาของอวัยวะภายใน มีลักษณะสีใส และ hepatopancreasมีลักษณะกลมรี สีเขียวเข้ม

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 6 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 5 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 7 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 6 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 8 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 7 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เห็นการเต้นของหัวใจ มีการพัฒนาของโครงสร้างภายนอก เริ่มเกิดเซลล์เม็ดสีแดง และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 9 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 8 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 10 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 9 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 11 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 10 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง ลักษณะรูปร่างเปลี่ยนแปลงจากกลมรีเป็นกลมมีรอยยักเว้า

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 12 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 11 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง มีรอยยักเพิ่มขึ้น

ไข่กุ้งแครหลังผสมพันธุ์ 13 วัน อวัยวะภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 12 นอกจากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถเห็นส่วนของ cephalothorax กล้ามเนื้อ เหงือก มีการพัฒนาของตาเป็นจุดกลมสีดำเล็กๆ 2 จุด เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้น และ hepatopancreas มีขนาดเล็กลง มีรอยยักเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไข่กุ้งแคระหลังผสมพันธุ์ 14 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 13 ตามีขนาดใหญ่ขึ้น มีลักษณะกลมรี เห็นได้ชัดเจน เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้นบริเวณ cephalothorax และ hepatopancreas มีรอยยักเว้าเพิ่มขึ้น

ไข่กุ้งแคระหลังผสมพันธุ์ 15 วัน อวัยวะต่างๆ และ ลักษณะโดยทั่วไปไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 14 และ เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้นบริเวณ cephalothorax

ไข่กุ้งแคระหลังผสมพันธุ์ 16 วัน อวัยวะต่างๆ และ ลักษณะโดยทั่วไปไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 15 และ เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้นบริเวณ cephalothorax

ไข่กุ้งแคระหลังผสมพันธุ์ 17 วัน อวัยวะต่างๆ และ ลักษณะโดยทั่วไปไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 16 และ เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้นบริเวณ cephalothorax

ไข่กุ้งแคระหลังผสมพันธุ์ 18 วัน อวัยวะต่างๆ และ ลักษณะโดยทั่วไปไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 17 และ เซลล์เม็ดสีแดงเพิ่มมากขึ้นบริเวณ cephalothorax

ไข่กุ้งแคระหลังผสมพันธุ์ 19 วัน ตัวอ่อนกุ้งแคระฟักออกจากไข่

หลังจากตัวอ่อนกุ้งแคระฟักออกเป็นตัว จึงนำมาศึกษาการพัฒนาโดยใช้กล้องสเตอริโอ เป็นระยะเวลา 10 วัน (ภาพที่ 1-9) พบว่า อวัยวะต่างๆ คล้ายกับกุ้งแคระโตเต็มวัยแต่ ขนาด และ เซลล์เม็ดสีจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1-1) และมีรายละเอียดของตัวอ่อนกุ้งแคระในแต่ละวัน ดังนี้

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 1วัน อวัยวะต่างๆคล้ายกับกุ้งโตเต็มวัย มีหนวด antennule 1 คู่ หนวด antenna 1 คู่ ขาเดิน 5 คู่ มี 2 คู่จะพัฒนาเป็นก้ามขนาดเล็ก ขาว่ายน้ำ 5 คู่ ลำตัวมีลักษณะโปร่งใส สามารถมองเห็นอวัยวะภายใน มีความยาวลำตัว 1.5 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 22 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 2 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 1 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 2 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 26 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 3 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 2 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 2.7 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 34 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 4 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 3 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 3.4 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 40 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 5 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 4 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 4.6 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 47 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 6 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 5 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 5.4 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 53 เซลล์

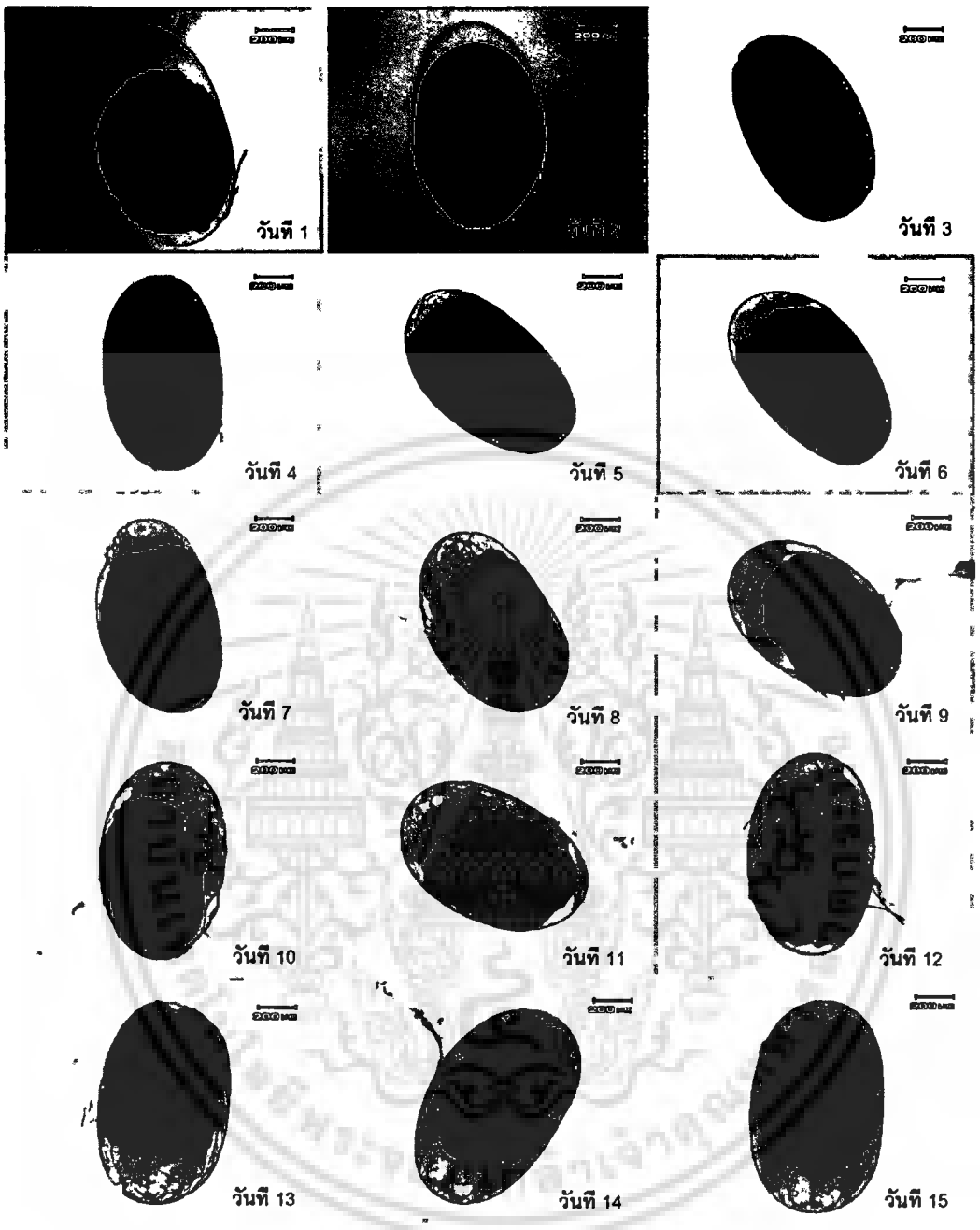
ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 7 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 6 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 6 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 59 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 8 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 7 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 6.5 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 64 เซลล์

ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 9 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 8 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 7.2 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 71 เซลล์

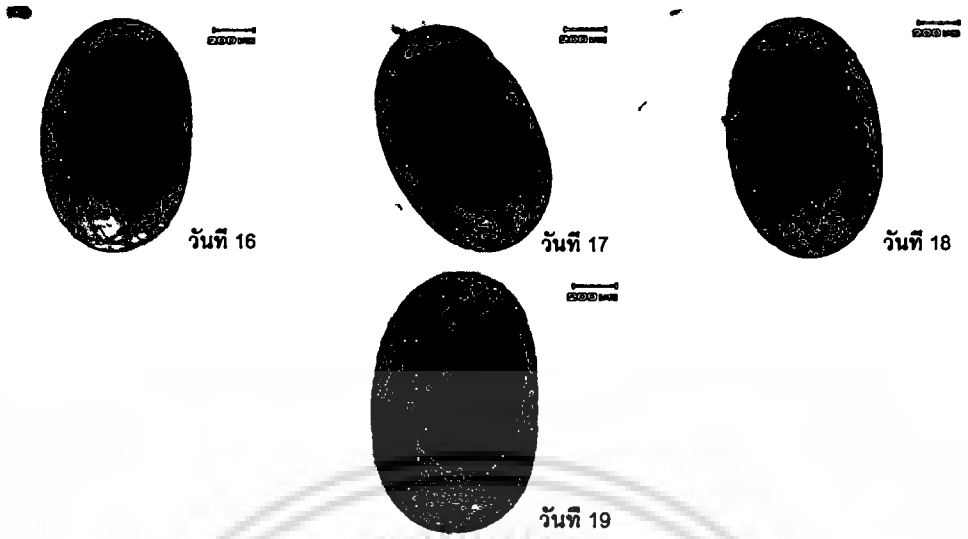
ตัวอ่อนกุ้งแคระอายุ 10 วัน อวัยวะต่างๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงต่างไปจากวันที่ 9 นอกจากมีขนาดใหญ่ขึ้น ความยาวลำตัว 7.8 มิลลิเมตร และ เซลล์เม็ดสี 75 เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1-7 การพัฒนาไข่ที่ผสมแล้วของกุ้งแคระ *N. heteropoda* วันที่ 1-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



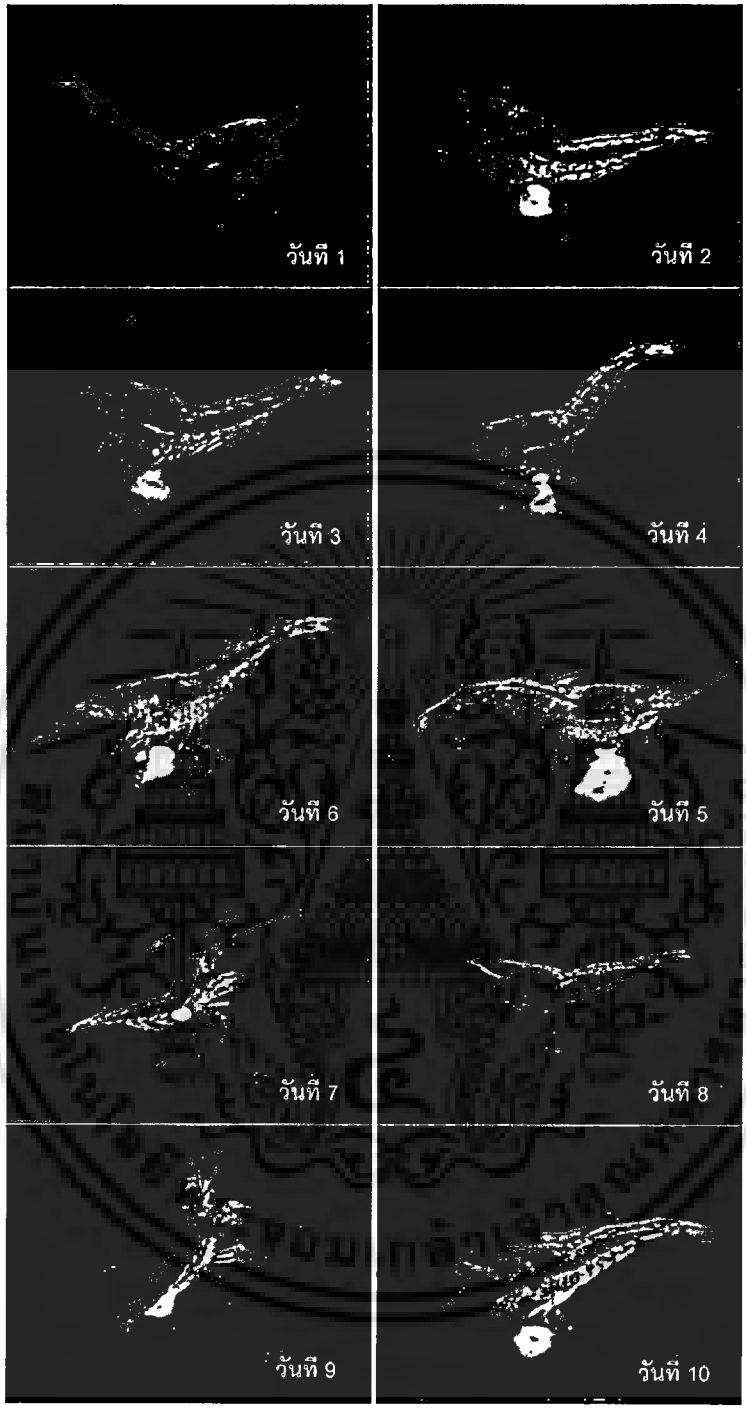
ภาพที่ 1-8 การพัฒนาไข่ที่ผสมแล้วของกุ้งแคระ *N. heteropoda* วันที่ 16-19

ตารางที่ 1-1 การเจริญเติบโตและจำนวนเซลล์เม็ดสีของตัวอ่อนกุ้งแคระ *N. heteropoda*

ระยะเวลา (วัน)	ความยาวของลำตัว (มิลลิเมตร)	จำนวนเซลล์เม็ดสี
1	1.5	22
2	2	26
3	2.7	34
4	3.4	40
5	4.6	47
6	5.4	53
7	6	59
8	6.5	64
9	7.2	71
10	7.8	75

จากการศึกษาการพัฒนาไข่และตัวอ่อนของกุ้งแคระ *N. heteropoda* พบว่า การพัฒนาของไข่จะใช้ระยะเวลาในการฟักเป็นตัว เป็นเวลา 19 วัน และ การพัฒนาของตัวอ่อนเมื่อฟักออกเป็นตัวอ่อนแล้ว จะไม่มีความแตกต่างกับกุ้งที่ โตเต็มวัย ซึ่งไม่สอดคล้องกับ การศึกษาของ Junda *et al*. (2006) ที่ศึกษาการพัฒนาตัวอ่อนของกุ้งแคระ *Caridina gracilirostris* ที่พบว่ากุ้งแคระที่ Junda *et al*. (2006) ทำการศึกษา จะมีการพัฒนาของตัวอ่อนทั้งหมด 8 ระยะ ได้แก่ zoea I, zoea II, zoea III, zoea IV, zoea VI, postlava และ Juvenile

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1-9 การพัฒนาของตัวอ่อนกุ้งแคระ *N. heteropoda* ในระยะเวลา 10 วัน

4.2 การใช้ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออลในกุ้งแคระ *N. heteropoda*

จากการศึกษาเนื้อเยื่อเพื่อดูการพัฒนารังไข่ของกุ้งแคระที่เก็บจากการทดลองแต่ละชุดการทดลอง พบความแตกต่างของการพัฒนาของรังไข่ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 1 เป็นชุดควบคุม ไม่มีการเติมฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล พบว่า ลักษณะของรังไข่อยู่ในระยะ undeveloped ovary หรือ ระยะที่ไม่มีการพัฒนาของรังไข่ โดยภายในรังไข่ระยะนี้พบเพียงกลุ่มของหยดน้ำมัน (lipid droplet) ติดสีชมพู (ภาพที่ 1-10 A, B)

ชุดการทดลองที่ 2 เป็นชุดการทดลองที่เติมฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ความเข้มข้น 4 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่า รังไข่มีการพัฒนามากกว่าชุดควบคุม เนื่องจากรังไข่มีขบวนการสร้างไข่ (oogenesis) ซึ่งมี เซลล์ไข่อ่อน (follicle cell) ติดน้ำเงิน ล้อมรอบหยดน้ำมัน (lipid droplet) ติดสีชมพู โดยภายในเซลล์ไข่อ่อนจะมีเซลล์สืบพันธุ์เบื้องต้นที่จะพัฒนากลายเป็นเซลล์ไข่ (ภาพที่ 1-10 C, D)

ชุดการทดลองที่ 3 เป็นชุดการทดลองที่เติมฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ความเข้มข้น 8 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่า รังไข่มีการพัฒนามากกว่าชุดควบคุม และ ชุดการทดลองที่ 2 พบว่า รังไข่อยู่ในระยะ primary oocyte โดยภายในรังไข่ระยะนี้มี เซลล์ไข่ ติดชมพูม่วง ตรงกลางมีนิวเคลียส ล้อมรอบด้วย oil globule เซลล์ไข่จะอยู่รอบนอกของรังไข่ บริเวณตรงกลางของรังไข่ มีเซลล์ไข่อ่อน (follicle cell) ติดน้ำเงิน ล้อมรอบหยดน้ำมัน (lipid droplet) ติดสีชมพู (ภาพที่ 1-10 E, F)

จากการศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ทั้ง 3 ชุดการทดลอง หลังจากที่ได้แช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า – เอสตราไดออล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า เนื้อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ในชุดการทดลองที่ 3 หรือ ชุดการทดลองได้รับฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 8 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาของรังไข่มากที่สุด แสดงว่า ฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล สามารถที่จะช่วยเพิ่มการพัฒนาของรังไข่ของกุ้งแคระได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Da-ji *et al.* (2006) ได้ทำการทดลองโดยใช้ ฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล กับกุ้งแคระ *Neocaridina denticulata* โดยการทำการทดลองโดยใช้กุ้งแคระเพศเมีย มาแช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล ที่มีความเข้มข้น 2 ระดับคือ 10 และ 100 ไมโครกรัม/ลิตร เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า ฮอร์โมนที่ระดับความเข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อลิตรสามารถ ลดระยะเวลาในการสร้างไข่ (oogenesis) และ ยังเพิ่มปริมาณของไข่ได้อีกด้วย แต่ ฮอร์โมน 17 เบต้าเอสตราไดออล ที่ระดับความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อลิตร พบว่ากุ้งตายทั้งหมดภายใน 3 วัน

4.3 การเพาะพันธุ์กุ้งแคระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

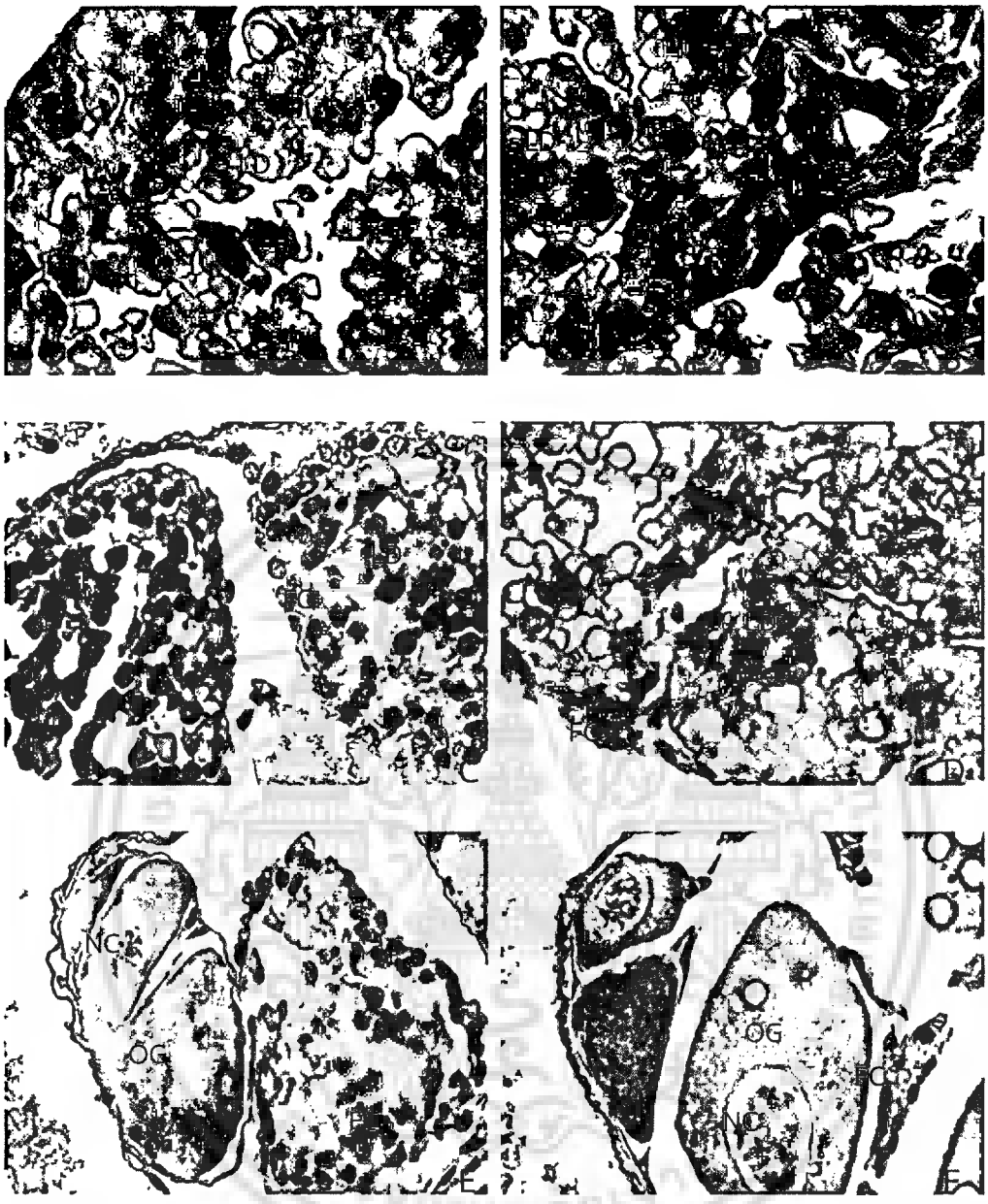
4.3.1 อัตราการลอกคราบของกุ้งแคระ

การลอกคราบในแต่ละสัปดาห์ของกุ้งแคระที่เลี้ยงในความหนาแน่นเท่ากันคือ 1:1, 1:2 และ 1:3 เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 5 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และในสัปดาห์ที่ 3 อัตราส่วนเพศ 1:3 มีอัตราการลอกคราบสูงที่สุด คือ 15.50±0.65 และพบอัตราการลอกคราบที่น้อยที่สุดในสัปดาห์ที่ 4 อัตราส่วนเพศ 1:1 คือ 6.50±1.04 (ตารางที่ 1-2) ส่วนอัตราการลอกคราบเฉลี่ยวัน/ครั้ง ในอัตราส่วนเพศ 1:1, 1:2 และ 1:3 มีค่าเท่ากับ 18.50±0.59, 16.28±1.05 และ 17.05±0.96 วัน/ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 3)

4.3.2 จำนวนแม่กุ้งที่วางไข่สะสมที่เลี้ยงในความหนาแน่นเท่ากัน

การวางไข่ในแต่ละสัปดาห์ของแม่กุ้งแคระในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (ตารางที่ 1-4) ส่วนในสัปดาห์ที่ 3 อัตราส่วนเพศ 1:3 มีอัตราการวางไข่สะสมสูงที่สุด คือ 8.33±1.86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1-10 ลักษณะเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* หลังจากได้รับฮอร์โมน 17 เบต้า-เอสตราไดออล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0 ไมโครกรัมต่อลิตร (A-B), 4 ไมโครกรัมต่อลิตร (C-D), 8 ไมโครกรัมต่อลิตร (E-F) FC = follicle cell, LD = lipid droplet, NC = nucleolus, OG = oil globule

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-2 จำนวนคราบต่อสัปดาห์ของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแคระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราส่วนเพศ(ผู้:เมีย)		
	1:1	1:2	1:3
1	9.00±1.08 [a]	8.00±1.35 [a]	7.25±2.36 [a]
2	9.00±1.41 [a]	8.75±1.31 [a]	9.00±1.58 [a]
3	14.00±0.91 [a]	13.50±1.85 [a]	15.50±0.65 [a]
4	6.50±1.04 [a]	12.50±1.32 [b]	8.00±1.08 [a]
5	7.00±0.41 [a]	9.50±0.65 [a]	7.50±1.32 [a]

*ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 1-3 ระยะเวลาในการลอกคราบของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแคระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน(วัน/ครั้ง)

อัตราส่วนเพศ(ผู้:เมีย)	ระยะเวลาในการลอกคราบ(วัน/ครั้ง)
1:1	18.50±0.59 [a]
1:2	16.28±1.05 [a]
1:3	17.05±0.96 [a]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 1-4 จำนวนแม่กุ้งแคระที่วางไข่สะสมในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

ระยะเวลา (สัปดาห์)	อัตราส่วนเพศ(ผู้:เมีย)		
	1:1	1:2	1:3
1	0	0	0
2	2.00±0.41 [a]	2.50±0.96 [a]	3.33±1.45 [a]
3	3.75±0.85 [a]	6.00±0.91 [ab]	8.33±1.86 [b]
4	9.75±0.85 [a]	11.75±1.25 [a]	9.33±3.48 [a]

*ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.3.3 จำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้งในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

จำนวนลูกกุ้งแคระต่อแม่กุ้งในสัปดาห์ที่ 1 และ 2 และ 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ส่วนในสัปดาห์ที่ 3 ที่อัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย เท่ากับ 1 : 2 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 16.58±0.49 และในสัปดาห์ที่ 2 ที่อัตราส่วนเพศ 1 : 1 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 9.42±3.25 (ตารางที่ 1-5) สอดคล้องกับการทดลองของ Taugbol and Skurdal (1990) ศึกษาการสืบพันธุ์ของกุ้ง *A. astacus* เลี้ยงไว้ภายในอ่างไฟเบอร์กลาส โดยอัตราส่วนเพศผู้:เพศเมีย เท่ากับ 1 : 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1-5 จำนวนลูกกุ้ง (ตัว) ต่อแม่กุ้งในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

	อัตราส่วนเพศ(ผู้:เมีย)		
ระยะเวลา(สัปดาห์)	1:1	1:2	1:3
1	0	0	0
2	9.42±3.25 [a]	12.26±1.42 [a]	11.83±4.09 [a]
3	11.29±2.15 [a]	16.58±0.49 [b]	13.28±0.64 [a]
4	12.18±1.50 [a]	13.95±0.78 [a]	13.40±1.50 [a]

*ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.3.4 การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงในความหนาแน่นเท่ากัน

อัตราการเจริญเติบโตจากปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น พบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และในอัตราส่วนเพศ 1:2 มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุดคือ 0.32±0.11 กรัม/ตัว (ตารางที่ 1-6)

ตารางที่ 1-6 การเจริญเติบโตของกุ้งแคระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

อัตราส่วนเพศ (ผู้:เมีย)	น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม)
1:1	1.44±0.08 [a]	1.65±0.12 [a]	0.21±0.07 [a]
1:2	1.56±0.05 [a]	1.88±0.10 [a]	0.32±0.11 [a]
1:3	1.64±0.09 [a]	1.83±0.12 [a]	0.19±0.06 [a]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.3.5 อัตรารอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงในความหนาแน่นเท่ากัน

อัตรารอดในอัตราส่วนเพศ 1:1, 1:2 และ 1:3 มีค่าเท่ากับ 80.21±4.62, 83.33±6.13 และ 81.25±6.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) และในอัตราส่วนเพศ 1:2 มีอัตรารอดสูงที่สุด คือ 83.33 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1-7)

ตารางที่ 1-7 อัตรารอดของกุ้งแคระในอัตราส่วนเพศต่างกันที่มีความหนาแน่นเท่ากัน

อัตราส่วนเพศ(ผู้:เมีย)	อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)
1:1	80.21±4.62 [a]
1:2	83.33±6.13 [a]
1:3	81.25±6.48 [a]

*ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

1. การศึกษาการพัฒนาไข่และตัวอ่อนของกุ้งแคระ *N. heteropoda* พบว่า การพัฒนาของไข่จะใช้ระยะเวลาในการฟักเป็นตัว เป็นเวลา 19 วัน และ การพัฒนาของตัวอ่อนเมื่อฟักออกเป็นตัวอ่อนแล้ว จะไม่มีความแตกต่างกับกุ้งที่ โตเต็มวัย นอกจากนี้พบว่า ขนาดของลำตัว และ ปริมาณเซลล์เม็ดสี จะเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น

2. การศึกษาเนื้อเยื่อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ทั้ง 3 ชุดการทดลอง หลังจากที่ได้แช่ในฮอร์โมน 17 เบต้า – เอสตราไดออล เป็นเวลา 96 ชั่วโมง พบว่า เนื้อรังไข่ของกุ้งแคระ *N. heteropoda* ในชุดการทดลองที่ 3 หรือ ชุดการทดลองได้รับฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล ที่ความเข้มข้น 8 ไมโครกรัมต่อลิตร มีการพัฒนาของรังไข่มากที่สุด แสดงว่า ฮอร์โมน 17- เบต้า เอสตราไดออล สามารถที่จะช่วยเพิ่มการพัฒนาของรังไข่ของกุ้งแคระได้

3. การศึกษาอัตราส่วนเพศที่ต่างกันที่มีผลต่ออัตราการลอกคราบและการสืบพันธุ์ของกุ้งแคระโดยปล่อยกุ้งในอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 1:1(12:12), 1:2(8:16) และ 1:3(6:18) พบว่าระยะเวลาในการลอกคราบ อัตราการเจริญเติบโต อัตรารอดของพ่อแม่พันธุ์กุ้งแคระ จำนวนแม่กุ้งแคระที่วางไข่ และจำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และในอัตราส่วนเพศ 1:2 มีจำนวนแม่กุ้งที่วางไข่และจำนวนลูกกุ้งต่อแม่กุ้งสูงที่สุด คือ 11.75±1.25 และ16.58±0.49 ตัว ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จงรักษ์ อรรถรัฐ และ ประภาพร อุทารพันธุ์. 2548. การศึกษาคุณสมบัติของไวเทลโลจีนินในฮีโมลิมฟ์ของกุ้งแชบ๊วยที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะไวเทลโลจีนิน. Congress on science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology.

นันทริกา ชันซื่อ. 2550. ผลของฮอร์โมนต่อสุขภาพและการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและกุ้งทะเล. บทวิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัยกุ้งทะเลของประเทศไทย, หน้า 288-297

ปภาศิริ ศรีโสภาภรณ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และ วีระชัย สิงหนิยม. 2550. ผลของฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนต่อการสร้างไข่ในกุ้งกุลาดำ. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา และภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะแพทศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

Carral, J.M., J.D. Celada, J. Gonzalez, V.R. Gaudioso, R. Fernandez and C. Lopez-Baisson. 1992. Artificial incubation of crayfish eggs *Pacifastacus leniusculus* (Dana) from early stages of embryonic development. Aquaculture 105:261–269.

Carral, J.M., J.D. Celada, C. Munoz, M. Saez-Royuela and J.R. Perez, 2000. Effects of the presence or absence of males throughout spawning and maternal incubation on the reproductive efficiency of astacid crayfish *Austropotamobius pallipes* under controlled conditions. Invertebr. Reprod. Dev 38(1):1 –5.

Celada, J. D., J. I. Antolin, J. M. Carral, M. S. Royuela and R. Rodriguez. 2005. Successful sex ratio of 1M:4F in the astacid crayfish *Pacifastacus leniusculus* Dana under captive breeding conditions. Aquaculture 244:89– 95.

Daniels, W. H., R. O. Cavalli and R. P. Smullen. 2000. Broodstock management In : New, M. B. and W. C. Valenti (eds). Freshwater Prawn Culture The farming of *Macrobrachium rosenbergii.* Blackwell Science Ltd, London 41-51.

Heerbrandt, C.T., and J. Lin. 2006. Larviculture of red front shrimp, *Caridina gracilirostris* (Atyidae, Decapoda). Journal of the World Aquaculture Society 7: 186-190.

Huang, D., H. Cheng Chen, J.P. Wu, S.Y. Wang. 2006. Reproduction obstacles for the female green neon shrimp (*Neocaridina denticulata*) after exposure to chlordane and lindane. Chemosphere 64: 22-31.

Kim, J.C., C.W. Ma, C.W. Oh and S.G. Paik. 2008. Reproduction and growth of the freshwater prawn, *Palaemon paucidens* (Decapoda: Palaemonidae) in a lake of Korea. Journal of Environmental Biology 29(2):163-168.

Medina, A., Y. Vila and A. Rodriguez. 1996. A comparative study of the ovarian development in wild and pond-reared shrimp, *Penaeus kerathurus* (Forskal, 1775). Aquaculture 148: 63-75.

Shih, H.T. and Y. Cai. 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimp genus, *Neocaridina kubo*, 1938 (Decapoda : Caridae : Atyidae), from Taiwan, with notes on specistion on the island. Zoological Studies 46: 680-694.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Yano, I. and R. Hoshino. 2006. Effects of 17-beta estradiol on the vitellogenin synthesis and oocyte development in the ovary of kuruma prawn (*Marsupenaeus japonicus*). Comparative Biochemistry and Physiology 144: 18-23.

Shih, H. T. and Y. Cai. 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimps genus, *Neocaridina* Kubo, 1938 (Decapoda: Caridea: Atyidae), from Taiwan, with notes on speciation on the island. Zoological Studies 46(6):680-694.

Taugbbl, T. and J. Skurdal, 1990. Effect of density on brood size in noble crayfish *Astacus astacus* L., subjected to indoor rearing conditions. Aquaculture Fish Manage. 21: 17-23.

Oh, C-W and R.G. Hartnoll 2004. Reproduction biology of the common shrimp *Crangon crangon* (Decapoda: *Crangonidae*) in the central Iris sea. Marine biology 144: 303-316.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ขั้นตอน เครื่องเตรียมเนื้อเยื่อ (Humason, 1979)

ขั้นตอนที่	สารละลาย	เวลา(ชั่วโมง)
1	แอลกอฮอล์ 50 เปอร์เซ็นต์	1/2 - 1
2	แอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์	1/2 - 1
3	แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์I	1/2 - 1
4	แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์II	1/2 - 1
5	แอลกอฮอล์ 95 เปอ์เซ็นต์III	1/2 - 1
6	แอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์I	1/2 - 1
7	แอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์II	1/2 - 1
8	แอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์III	1/2 - 1
9	chroloform I	1 – 1 1/2
10	chroloform II	1 – 1 1/2
11	paraffin I	2
12	paraffin II	2

ตารางผนวกที่ 2 ขั้นตอนการย้อมสี H&E

ขั้นตอนที่	สารเคมี	ระยะเวลา
1	xylene	5 นาที
2	xylene	5 นาที
3	absolute alcohol	2 นาที
4	absolute alcohol	2 นาที
5	alcohol	2 นาที
6	alcohol	2 นาที
7	slowly dripping tap water	3 นาที
8	hematoxylin with few drop of ammonia in tap water	5 นาที
9	slowly dripping tap water	5 นาที
10	blue the hematoxylin with few drop of ammonia in tap water	3 นาที
11	wash in slowly dripping tap water	3 นาที
12	alcohol	2 นาที
13	alcohol	2 นาที
14	Eosin staining	3 นาที
15	absolute alcohol	3.5 นาที
16	absolute alcohol	4 นาที
17	absolute alcohol	4 นาที
18	xylene	3 นาที
19	xylene	3 นาที
20	xylene	3 นาที
21	permount	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัยที่ 2 การอนุบาลลูกกุ้งแคระสวยงามเพื่อเพิ่มผลผลิต
Nursing aquarium dwarf shrimp larva for increasing production

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน **ประจำปี** 2554
จำนวนเงิน 300,000 บาท
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย เดือนตุลาคม 2553 – เดือนกันยายน 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการการวิจัย ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช E-mail address: kruschar@kmitl.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง
สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

บทคัดย่อ

การทดลองอนุบาลลูกกุ้งแคระสวยงามเพื่อเพิ่มผลผลิต ประกอบด้วย 3 การทดลอง การทดลองที่ 1 การอนุบาลกุ้งแคระในความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 15 และ 20 ตัว/ลิตร เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) การทดลองที่ 2 การศึกษาการเลี้ยงกุ้งแคระในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ พรรณไม้น้ำชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล พบว่าอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และปัจจัยคุณภาพน้ำของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ ชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล พบว่าทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนอัตราการรอดตายของกุ้งแคระพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่าชวามอสมีอัตราการรอดสูงที่สุด 88.33±5.77 เปอร์เซ็นต์ และน้ำที่สุดคือวัสดุยึดเกาะ ไบโอบอล 40.00±9.01 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ และพบว่าปัจจัยคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง และความเป็นด่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นจึงควรใช้วัสดุยึดเกาะชวามอสในการเลี้ยงกุ้งแคระเพื่อให้สัตว์น้ำแข็งแรงมีอัตราการรอดสูง และการทดลองที่ 3. การศึกษาผลของแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการเติบโตของกุ้งแคระ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือกลุ่มที่ให้อาหารเสริมด้วยแมกนีเซียม 2 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งอัตรารอดตายไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ส่วนการสะสมของแคลเซียมและโพแทสเซียมไม่มีความแตกต่างระหว่างชุการทดลอง (P>0.05) ส่วนระดับแมกนีเซียมที่สะสมในตัวกุ้งแคระ ในกลุ่มที่เสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัมมากกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งแคระควรเสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัม

คำสำคัญ: กุ้งเชอรี่ ชวามอส, อาหารมีชีวิต, ความหนาแน่น แมกนีเซียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

The experimental study for nursing aquarium dwarf shrimp larva designed for increasing production consisted of three sets of experiments. First experiment: shrimp larvae were set in the rearing of different densities of 10, 15 and 20 individuals/liter for 2 months. The growth rate in all treatments did not show statistically significantly different (P> 0.05). Second experiment: shrimp larvae were cultured in four different types of substrates, bogwood, Java moss, bio-balls and brick for 8 weeks. The results found that all treatments did not differ statistically significantly (P>0.05) in growth rate, daily weight gain and water quality. On the contrary, survival rate of shrimp was found in Java moss treatment with the highest 88.33 +- 5.77 percent and the minimum rate was 40.00+-9.04 percent in bio-balls treatment with statistical significance (P<0.05). However, water quality such as temperature, conductivity, dissolved oxygen, pH, hardness and alkalinity did not show statistically significantly different (P> 0.05). Therefore, the use of Java moss should be the best substrate for nursing shrimp larvae in order to get high survival rate and healthy shrimp. Third experiment: shrimp larvae were fed diet supplement with magnesium five levels (0, 2, 4, 6 and 8 g/kg) for 8 weeks. The best weight gain was found in treatment of 2g/kg magnesium supplementation while no difference in survival rate (P>0.05). The accumulation of calcium and potassium did not differ between treatments (P>0.05). However, magnesium supplementation in the diet of 2g/kg had magnesium accumulation more than the other treatments with statistically significant (P<0.05). As a result, dwarf shrimp should supply magnesium 2g/kg in diet.

Keyword: dwarf shrimp, nursing larva, stocking density, magnesium

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	32
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	33
สารบัญ	34
สารบัญตาราง	35
สารบัญภาพ	35
บทที่ 1 บทนำ	36
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	37
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	43
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	48
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	57
เอกสารอ้างอิง	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราร้อยละช่วงระยะเวลาที่ *Macrobrachium malcolmsonii* อาศัยอยู่ภายในท่อ PVC และแผ่นกระเบื้อง	
2	ค่าเฉลี่ย ± SD น้ำหนักกุ้ง อัตราการรอด และปริมาณมวลชีวภาพทั้งภายในบ่อเลี้ยงมี substrates และไม่มี substrates	
3	ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C/N ratio) และวัสดุยึดเกาะที่มีผลต่อปัจจัยคุณภาพน้ำ	
4	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของกุ้ง *Neocaridina sp.* ที่เลี้ยงในความหนาแน่นที่ต่างกัน	
5	อัตรารอดของกุ้ง *Neocaridina sp.* ที่เลี้ยงในความหนาแน่นที่ต่างกัน	
6	การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน	
7	คุณภาพน้ำในชุดการทดลองเลี้ยงวัสดุยึดเกาะที่ต่างชนิดกัน	
8	น้ำหนักตัวของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมแมกนีเซียมในระดับต่างๆ	
9	อัตรารอดตายของกุ้งแคระ (%) ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมแมกนีเซียมในระดับต่างๆ	
10	ปริมาณ K, Ca และ Mg ในตัวกุ้งแคระ (%)	

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะกุ้งเชอรี่เพศเมีย และกุ้งเชอรี่เพศเมีย	37
2	พรรณไม้น้ำชวามอส ลักษณะลำต้น และใบ	38
3	ห่วงโซ่อาหาร และวัฏจักรไนโตรเจนภายในบ่อเลี้ยงกุ้งน้ำจืด	40
4	วัสดุยึดเกาะขอนไม้ ชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล	45
5	เปรียบเทียบขนาดของกุ้งแคระเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด	49
6	อัตราการรอดตายของ *Neocaridina* sp. ที่เพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ในช่วงระยะเวลาการเลี้ยง 8 สัปดาห์	50
7	คุณภาพน้ำในชุดการทดลองเลี้ยงวัสดุยึดเกาะที่ต่างชนิดกัน	51
8	กุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมแมกนีเซียมในระดับต่างๆ	54
9	น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งแคระที่ให้อาหารเสริมแมกนีเซียม	54
10	ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวสุดท้ายกับระดับแมกนีเซียมในอาหารของกุ้งแคระ	55
11	ปริมาณ Ca, K และ Mg ที่สะสมในตัวกุ้งแคระในแต่ละกลุ่มทดลอง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

กุ้งแคระ หรือ กุ้งเชอรี่ ชื่อสามัญ: Dwarf shrimp หรือ Red cherry Shrimp ชื่อวิทยาศาสตร์: *Neocaridina heteropoda* var. red จัดอยู่ในกลุ่ม Family: Atyidae ลักษณะเด่นคือลำตัวมีลวดลายสีแดง ขนาดเล็ก เป็นกุ้งน้ำจืดอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่อบอุ่น และเขตร้อน กุ้งแคระมีต้นกำเนิดมาจากประเทศไต้หวัน อาศัยหลบซ่อนกำบังตัวอยู่บริเวณโขดหินที่มีตะไคร่น้ำเกาะตามลำธารน้ำ หรือ เขตพื้นที่น้ำไหล โดยอุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 19 – 25 °C และค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.5 – 7.5 ซึ่งมีสภาวะเป็นกลาง นอกจากนั้นกุ้งแคระยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ในประเทศไทยมีการนำเข้ามานิยมเลี้ยงเป็นสัตว์น้ำตู้ประเภทสวยงามเนื่องจากมีสีสันสวยงาม และนิยมเลี้ยงกับพรรณไม้น้ำในกลุ่มมอส เช่น ชวามอส (Java moss) สไปกี้มอส (Spiky moss) ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร และที่ยึดเกาะหลบซ่อนกำบังตัวให้กับกุ้งแคระ แต่วัสดุยึดเกาะมีหลายแบบ และแบบใดที่เหมาะสมต่อการเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งยังไม่มีการรายงาน จึงเป็นสาเหตุของการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง ชวามอส ซึ่งเป็นพรรณไม้น้ำที่ผู้เลี้ยงกุ้งในกลุ่ม *Neocaridina* sp. นิยมใช้เป็นส่วนใหญ่ ขอนไม้ ก้อนอิฐเป็นวัสดุแทนก้อนหิน และวัสดุกรองชนิดไบโอบอลเป็นวัสดุแทนพลาสติก ในการเลี้ยงกุ้งที่หนาแน่นต้องใช้แร่ธาตุในน้ำสูงเพื่อการสร้างเปลือกถ้าแร่ธาตุในน้ำไม่เพียงพอจะทำให้เกิดปัญหากุ้งลอกคราบไม่ออก เปลือกนิ่ม ตลอดจนการเติบโตที่ช้า ซึ่งมีผลมาจากการไม่สมดุลของแร่ธาตุในน้ำ (บุญรัตน์ ประทุมชาติ และคณะ, 2547) แมกนีเซียมเป็นแร่ธาตุที่ร่วมปฏิกิริยาของเอนไซม์การเผาผลาญไขมัน, โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต (Roy and Davis, 2009) ถ้าปริมาณแมกนีเซียมมีไม่เพียงพอจะทำให้อัตรารอดตาย และการเติบโตช้า ดังนั้นการศึกษาวัสดุยึดเกาะเพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการรอดของกุ้งแคระ รวมถึงระดับของแมกนีเซียมที่เหมาะสมต่อการเติบโต และอัตรารอดตายของกุ้งแคระเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และคุณภาพของกุ้งแคระสวยงามที่ผลิตเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในอนาคต

1.1วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระ

1.1.2 เพื่อศึกษาผลของชนิดของวัสดุยึดเกาะต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระ

1.1.3 เพื่อศึกษาผลของชนิดของวัสดุยึดเกาะต่ออัตราการรอดของกุ้งแคระ

1.1.4 เพื่อศึกษาผลของชนิดของวัสดุยึดเกาะต่อคุณภาพน้ำของกุ้งแคระ

1.1.5 เพื่อศึกษาปริมาณแมกนีเซียมในอาหารที่เหมาะสมต่อการเติบโต และอัตรารอดในกุ้งแคระ

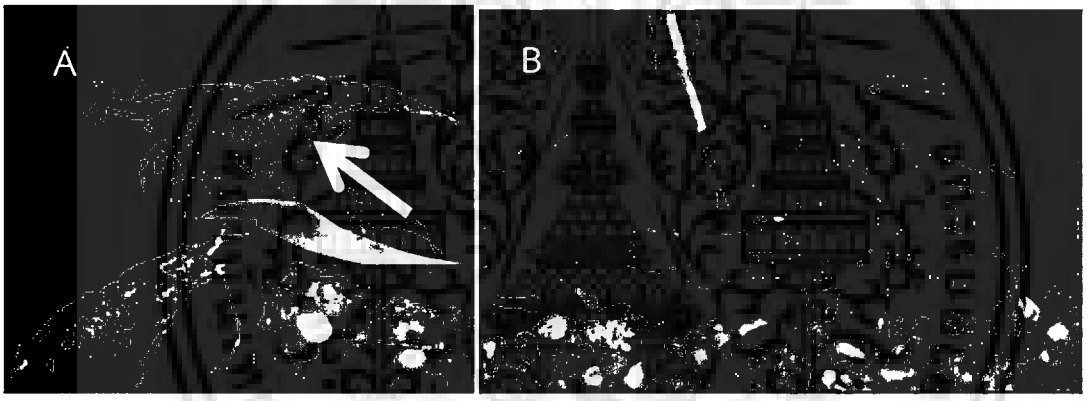
1.1.6 เพื่อศึกษาปริมาณแมกนีเซียมในอาหารต่อการสะสมของธาตุแคลเซียม, โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในกุ้งแคระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1ลักษณะทั่วไปของ *Neocaridina* sp.

กุ้งแคระ หรือ กุ้งแคระ ชื่อสามัญ: Dwarf Shrimp หรือ Red Cherry Shrimp ชื่อวิทยาศาสตร์: *Neocaridina heteropoda* var. red จัดอยู่ในกลุ่ม Family: Atyidae ลักษณะเด่นคือลำตัวมีลวดลายสีแดง ขนาดเล็ก การแยกเพศกุ้งสามารถสังเกตได้จากสรีระของกุ้ง ถ้าเป็นกุ้งเพศผู้ลำตัวจะค่อนข้างเรียว (ภาพที่ 1 Bm) ส่วนกุ้งเพศเมียลำตัวจะใหญ่และกลมกว่า เนื่องจากมีถุงท้องที่ด้านล่าง (ภาพที่ 1 A และ Bf) ส่วนด้านหลังค่อนไปทางหัวของเพศเมียจะมีสีเหลือง กุ้งแคระเป็นกุ้งน้ำจืดอาศัยอยู่ในเขตพื้นที่อบอุ่นและเขตร้อน กุ้งแคระมีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน ไต้หวัน นอกจากนั้นยังสามารถพบได้ในประเทศรัสเซีย เกาหลี ญี่ปุ่น และ เวียดนาม (Shih and Cai, 2007) และอาศัยหลบซ่อนอยู่บริเวณโขดหินที่มีตะไคร่น้ำเกาะตามลำธารน้ำ หรือ เขตพื้นที่น้ำไหล เพื่อกินตะไคร่น้ำเป็นอาหาร อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 19 – 25 °C และ pH 6.5 – 7.5 กุ้งแคระเจริญเติบโตสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ลูกกุ้งอายุเพียง 2 - 3 เดือน จะจับคู่ผสมพันธุ์ได้ตลอดเวลา และจะวางไข่บริเวณพื้นที่น้ำไหล (Co, 2007)



ภาพที่ 1 (A) ถุงไข่กุ้งแคระเพศเมีย (B) m คือ กุ้งเพศผู้ และ f คือ กุ้งเพศเมีย
ที่มา : http://www.theshrimpfarm.com/blog/archives/59

ปัจจุบันนิยมเลี้ยงเป็นสัตว์น้ำตู้ประเภทสวยงามเนื่องจากมีสีสันสวยงาม และนิยมเลี้ยงกับพรรณไม้น้ำในกลุ่มมอส เช่น ชวามอส (Java moss) สไปกี้มอส (Spiky moss) ซึ่งเป็นแหล่งอาหาร และที่ยึดเกาะหลบซ่อนกำบังตัวให้กับกุ้งแคระ นอกจากนั้นยังมีผู้นิยมนำก้อนหิน และขอนไม้ ใส่ลงไปภายในตู้เลี้ยงเพื่อเป็นวัสดุให้กุ้งยึดเกาะพรางตัว และเพื่อความสวยงาม

2.2 วัสดุยึดเกาะ

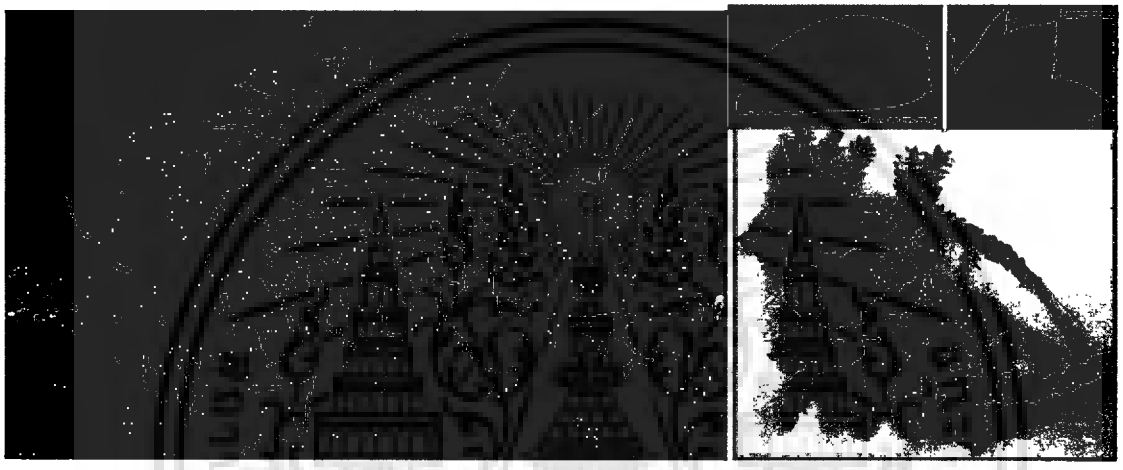
2.2.1 ที่กำบังหลบซ่อน

ในส่วนของวัสดุที่ใช้ในการหลบซ่อนกำบังตัวนั้น สีเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเลือกวัสดุเพื่อยึดเกาะของกุ้งภายในสภาพแวดล้อมต่างๆ เนื่องจากมีผลต่อการพรางตัวต่อศัตรู เพื่อให้ใกล้เคียงกับสีตัว ดังนั้นการเลือกวัสดุยึดเกาะเพื่อกำบังตัวจึงมีความสำคัญอย่างมากต่ออัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1 Java moss

ชวามอส ชื่อภาษาอังกฤษ: Java moss ชื่อวิทยาศาสตร์: *Taxiphyllum barbieri* Class: Bryopsida Order: Hypnales Family: Hypnaceae) Tan and Leong (2007) รายงานว่า ชวามอสเป็น พรรณไม้น้ำเขตร้อน สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำโดยไม่ทำให้ปริมาณน้ำลดน้อยลง ลำต้นตรงเป็นสายยาวแตกกิ่งก้านสาขาคล้ายพรมมีสีเขียว ใบเป็นเกล็ดเล็กติดกับลำต้น ต้องการปริมาณแสงน้อยในการเจริญเติบโต อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 28-30 °C และทนต่อสภาพแวดล้อม เช่นสารเคมี และสภาพอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง สามารถดูดซับ แอมโมเนียภายในตู้ปลา และเป็นที่หลบซ่อนกำบังตัวรวมถึงวางไข่ของปลา นอกจากนั้นวัสดุชวามอสจะเป็นพื้นที่หลบ กุ้งแคระยังหลบซ่อนกำบังตัวตามโขดหิน หรือวัสดุยึดเกาะอื่นที่ใช้หลบซ่อนกำบังนั้นยังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการรอดของกุ้งอีกด้วย



ภาพที่ 2 พรรณไม้น้ำชวามอส ลักษณะลำต้น และ ใบ
ที่มา : Tan and Leong (2007)

2.2.1.2 ท่อพลาสติก PVC และแผ่นกระเบื้อง

Balasundaram et al. (2004) ศึกษาสีของวัสดุที่มีผลต่อการเลือกวัสดุยึดเกาะที่กุ้งใช้ในการหลบซ่อนกำบังตัวในกุ้ง *Macrobrachium malcolmsonii* มีสีลำตัวดำน้ำตาลคล้ำ จะใช้ระยะเวลาพรางตัวอยู่ภายในท่อ PVC สีดำเป็นระยะเวลานาน 61.9% ในช่วงระยะเวลาตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนในช่วงระยะเวลากลางวันกุ้งใช้ระยะเวลาพรางตัวอยู่ภายในท่อ 82.9% ส่วนในช่วงระยะเวลากลางคืนกุ้งใช้ระยะเวลาพรางตัวอยู่ภายในท่อเพียง 38.2% (ตารางที่ 1) ด้วยเหตุนี้เองสีและแสงจึงมีผลต่อการเลือกวัสดุยึดเกาะของกุ้ง

นอกจากนั้นเพศของกุ้งยังมีผลต่อพื้นที่หลบซ่อนกำบัง โดยเฉพาะกุ้งเพศผู้จะมีพฤติกรรม แก่งแย่งพื้นที่เพื่อกั้นอาณาเขตจากกุ้งเพศผู้ตัวอื่นมากกว่ากุ้งเพศเมีย ยกเว้นกุ้งเพศเมียที่ต้องการวางไข่ รวมถึงขนาดของกุ้งที่ใหญ่กว่าก็มีอิทธิพลต่อกุ้งที่มีขนาดตัวเล็กกว่า (Mariappan and Balasundaram, 2003) และสภาพแวดล้อมยังมีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหาร การสืบพันธุ์ของกุ้งรวมไปถึงสัตว์น้ำอื่นชนิดอื่น (Harpaz, 1997) และวัสดุยึดเกาะ หรือ substrates ยังมีความสำคัญต่อการยึดเกาะของอาหารมีชีวิตหรืออาหารธรรมชาติในกลุ่ม plankton กลุ่มแบคทีเรีย และรวมไปจนถึงแหล่งรวมมวลชีวภาพ (biomass)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อัตราร้อยละช่วงระยะเวลาที่ *Macrobrachium malcolmsonii* อาศัยอยู่ภายในท่อ PVC และแผ่นกระเบื้อง

Shelter type	Size (cm)	Sex	Within	Outside	Visits to shelter
24 h (0600-0600 hours)					
Tile	7.1	M	57.2	42.7	8
	8.2	F	75.0	25.0	7
	4.9	J	62.1	37.8	12
PVC pipe	7.1	M	70.1	29.8	4
	8.2	F	61.5	38.5	4
	4.9	J	54.2	45.8	9
Daytime (0600-1800 hours)					
Tile	7.1	M	90.2	9.7	3
	8.2	F	88.8	11.1	2
	4.9	J	83.3	16.6	5
PVC pipe	7.1	M	93.7	6.2	1
	8.2	F	70.8	29.1	1
	4.9	J	83.3	16.6	4
Nighttime (1800-0600 hours)					
Tile	7.1	M	24.3	75.6	5
	8.2	F	61.1	38.8	5
	4.9	J	40.9	59.1	7
PVC pipe	7.1	M	46.5	53.1	3
	8.2	F	60.4	39.5	3
	4.9	J	28.4	71.5	5

ที่มา : Balasundaram et al. (2004)

2.2.2 ที่ยึดเกาะอาหารธรรมชาติ

Substrates เป็นที่ยึดเกาะอาศัยของกลุ่มแบคทีเรีย รวมไปจนถึงแหล่งรวมมวลชีวภาพ (biomass) ยังเป็นแหล่งผลิตอาหารของผู้ผลิตขั้นพื้นฐาน Ballester et al. (2007) ศึกษาการเลี้ยงกุ้ง *Farfantepenaeus paulensis* เปรียบเทียบระหว่างบ่อเลี้ยงที่มี substrates และไม่มี substrates พบว่า substrates มีความสำคัญต่ออัตราการรอด และปริมาณของมวลชีวภาพภายในบ่อเลี้ยง (ตารางที่ 2) พบว่ามีอัตรารอดสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับบ่อที่ไม่มี substrates

ระบบนิเวศภายในระบบเลี้ยงนั้นประกอบด้วย กระบวนการทางกายภาพ กระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางชีวภาพ เพราะเป็นกระบวนการพื้นฐานที่สำคัญ เนื่องจากมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต การกิน การรอด และการย่อยสลายอินทรียวัตถุภายในระบบเลี้ยง Asaduzzaman et al. (2010) ศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C/N ratio) โดยการเพิ่มวัสดุยึดเกาะให้กับอาหารธรรมชาติในกลุ่มแบคทีเรีย และ periphyton ในระบบเลี้ยงกุ้งน้ำจืด ภายในบ่อดินพบว่าอัตราส่วน C/N ratio และ substrates มีความสัมพันธ์กัน ภายหลังจากปักท่อนไม้ไผ่ผ่าซีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

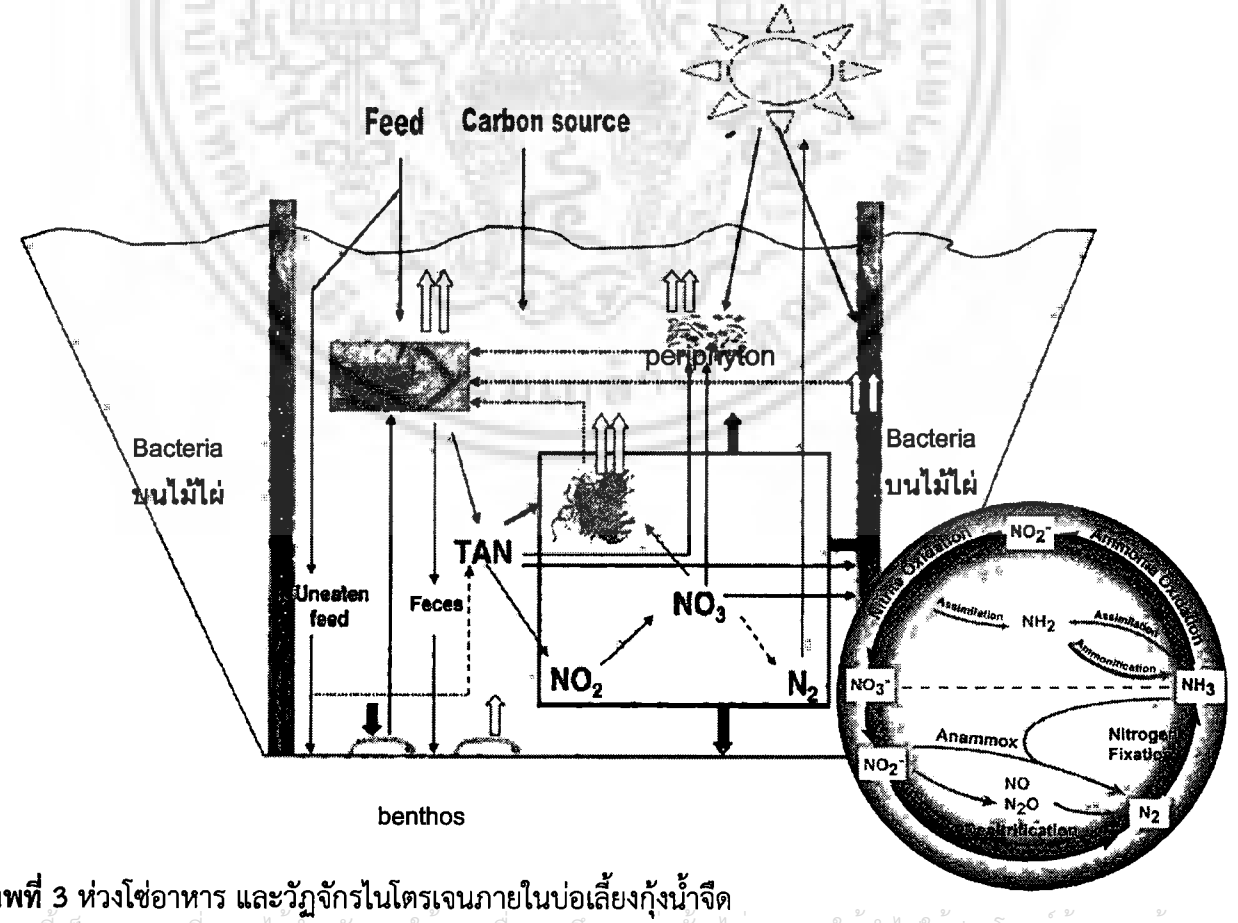
(substrates) ลงไปภายในบ่อเลี้ยงกุ้งพบแบคทีเรียในกลุ่ม heterotrophic bacteria ขึ้นบนไม้ไผ่ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้นำคาร์บอนไปใช้ในการสังเคราะห์เซลล์ใหม่ในสัดส่วน C/N ratio 20:1 และแบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถใช้เป็นอาหารให้กับกุ้ง (ภาพที่ 3) นอกจากนั้นท่อนไม้ไผ่ผ่าซีกยังเป็นที่ยึดเกาะของ periphyton (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นอาหารธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายในบ่อให้กับกุ้งอีกด้วย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ± SD น้ำหนักกุ้ง อัตราการรอด และปริมาณมวลชีวภาพทั้งภายในบ่อเลี้ยง มี substrates (sh+s) และไม่มี substrates (sh)

Treatment	Shrimp body weight (g)				Survival (%)	Biomass (g/m^2)
	0 day	10 days	20 days	30 days		
sh+s	0.017±0.006	0.092±0.040	0.370±0.110[a]	0.723±0.158[a]	95.43±1.62[a]	206.1±3.5[a]
sh	0.018±0.007	0.091±0.037	0.331±0.107[b]	0.654±0.196[b]	90.73±2.30[b]	176.9±4.5[b]

ที่มา : Ballester et al. (2007)

จากตารางที่ 3 พบว่าอัตราส่วน C/N ratio ตั้งแต่ (10:1 15:1 20:1) พบว่า periphyton มีอัตราเพิ่มขึ้นตามลำดับ และเมื่อเพิ่มวัสดุยึดเกาะลงไปพบว่าวัสดุยึดเกาะสามารถเพิ่ม biovolume ของ periphyton (ปริมาณความหนาแน่นของ periphyton ภายในแหล่งน้ำนั้น) ได้ถึง 50% เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับบ่อที่ไม่มีวัสดุยึดเกาะ นอกจากนั้นวัสดุยึดเกาะและปัจจัยคุณภาพน้ำยังเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่ออัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งภายในบ่อเลี้ยง



ภาพที่ 3 ห่วงโซ่อาหาร และวัฏจักรไนโตรเจนภายในบ่อเลี้ยงกุ้งน้ำจืด
ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Asaduzzaman et al. (2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ปัจจัยคุณภาพน้ำ

Asaduzzaman et al. (2008) ศึกษาอัตราส่วน C/N ratio (10:1 15:1 20:1) และวัสดุยึดเกาะต่อการเจริญเติบโตของ periphyton ในบ่อเลี้ยงกุ้ง *Macrobrachium rosenbergii* พบอุณหภูมิ และ pH ของน้ำที่ระดับอัตราส่วน C/N ratio ทั้งสามไม่ต่างกันทั้งในช่วงเช้า และเย็นที่พระอาทิตย์ตก ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำช่วงเช้าเพิ่มขึ้น 4.6 – 5.8 mg/L และช่วงเย็น 6.1 – 6.7 mg/L ความโปร่งใสลดลง และ nitrite–nitrogen, total ammonia-nitrogen และ nitrate–nitrogen ภายในบ่อเลี้ยงลดลง

จากการศึกษาอัตราส่วน C/N ratio รวมกับวัสดุยึดเกาะพบว่าการเจริญเติบโตของ periphyton ไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความโปร่งใสของชั้นน้ำ นอกจากนั้นยังพบว่าอัตราส่วน C/N ratio ไม่มีผลต่อ total alkalinity และ PO_4–P แต่มีการเพิ่มขึ้นของ chlorophyll a นอกจากนั้นยังมีผลทำให้ nitrite–nitrogen ลดลงอีกด้วย

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนระหว่างอินทรีย์คาร์บอนกับไนโตรเจนทั้งหมด (C/N ratio) และวัสดุยึดเกาะที่มีผลต่อกลุ่ม periphyton แต่ละชนิด

Variable	Means (Tukey Test)				
	C/N ratio			Substrate	
	CN10	CN15	CN20	Yes	No
Bccillariophyceae	0.021^{b}	0.023^{ab}	0.024^{b}	0.021^{b}	0.024^{a}
Chlorophyceae	0.044	0.043	0.048	0.044	0.047
Cyanophyceae	0.149	0.152	0.171	0.148^{b}	0.166^{a}
Euglenophyceae	0.009^{b}	0.011^{ab}	0.012^{a}	0.009^{b}	0.013^{a}
Tatal phytoplankton	0.223^{b}	0.229^{ab}	0.256^{a}	0.222^{b}	0.250^{a}
Crustacea	4.590^{b}	5.262^{ab}	4.868^{ab}	4.520^{b}	5.294^{a}
Rotifera	3.990^{b}	4.332^{ab}	4.442^{a}	4.027^{b}	4.483^{a}
Total zooplankton	8.580^{b}	9.594^{a}	9.311^{a}	8.546^{b}	9.777^{a}
Tatal plankton	8.804^{b}	9.823^{a}	9.566^{a}	8.768^{b}	10.027^{a}
Plankton+periphyton (cm^3 $pond^{-1}$)	465.30^{b}	538.03^{a}	552.46^{a}	686.49^{a}	350.71^{b}

C/N ratio=Carbon/Nitrogen ratio; CN10=treatment with C/N ratio 10; CN15=treatment with C/N ratio 15; CN20=treatment with C/N ratio 20

ที่มา : ดัดแปลงมาจาก Asaduzzaman et al. (2010)

2.4 การใช้ธาตุแมกนีเซียมในอาหารต่อกุ้ง

2.4.1 ผลของแมกนีเซียมในอาหารต่อการเติบโตของกุ้ง

Cheng et al. (2005) ทดลองเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็มต่ำประมาณ 2 กรัม/ลิตร โดยให้อาหารนาน 8 อาทิตย์ เสริมด้วยแมกนีเซียม 7 ระดับ (0, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4 และ 8.0 กรัม) เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้ง พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (WG %) ได้รับผลอย่างมีนัยสำคัญตามระดับแมกนีเซียมในอาหาร ($P<0.05$) น้ำหนักสูงสุดคือ 3.46 กรัม/กิโลกรัม โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (cubic order)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Roy et al. (2009) ทดลองเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็ม 5 ppt ให้อาหารที่มีการเสริมแมกนีเซียมคีเลต (MgC) 4 ระดับ (0, 0.15, 0.30 และ 60% MgC) พบว่าผลการทดลองในห้องปฏิบัติการกับผลการทดลองในฟาร์ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในกุ้ง และน้ำหนักสุดท้ายระหว่างอาหารในชุดทดลองต่างๆ ผลจากการศึกษาในปัจจุบันแสดงให้เห็นว่าการเสริมอาหารของแมกนีเซียมจาก MgC ในส่วนที่เกินความต้องการของแมกนีเซียมของกุ้งไม่ได้ใช้ในการเติบโต

2.4.2 ผลของแมกนีเซียมในอาหารที่มีผลต่อการอยู่รอดของกุ้ง

Cheng et al. (2005) ทดลองเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็มต่ำประมาณ 2 กรัม/ลิตร โดยให้อาหารนาน 8 อาทิตย์ เสริมด้วยแมกนีเซียม 7 ระดับ (0, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4 และ 8.0 กรัม) เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้งพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองการให้อาหาร การอยู่รอดจะอยู่ในช่วง 80.11% ถึง 85.65% ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างชุดทดลอง (P>0.05) สอดคล้องกับ (Roy et al., 2009) ทดลองเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็ม 5 ppt ให้อาหาร 4 ชนิดที่มีการเสริมแมกนีเซียมคีเลต (MgC) (0, 0.15, 0.30 และ 60% MgC) พบว่าผลจากห้องปฏิบัติการและจากฟาร์ม แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ในการอยู่รอด ของกุ้งระหว่างอาหารกลุ่มต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 สัตว์ทดลองได้แก่ กุ้งแครระ 400 ตัว

3.1.2 อุปกรณ์การเลี้ยงกุ้งได้แก่ กล่องพลาสติกขนาด 33*22 ซม. 20 กล่อง, จานแก้วขนาดเล็ก 10 คู่, เทอร์โมมิเตอร์, ปั๊มน้ำ 2ตัว, เครื่องทำความร้อน 4 ตัว, แผ่นโฟม 4 แผ่น, ถังพลาสติกขนาด 600 ลิตร 2 ถัง, ปลั๊กไฟ 2 อัน, ทรายขาวสำหรับปลูกพรรณไม้น้ำ, สายยางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร โหลพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 cm สูง 22.5 cm

3.1.3 อุปกรณ์การทำอาหารกุ้งได้แก่ อาหารกุ้งขาวเบอร์ 1, กระบอกฉีดยา ขนาด 15 มิลลิลิตร, $MgSO_4.7H_2O$, เครื่องอบ, เครื่องปั่น, เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

3.1.4 อุปกรณ์การชั่งกุ้งได้แก่ แก้วน้ำพลาสติกขนาดเล็ก 10 ใบ, สวิง, ช้อนตักลูกกุ้ง

3.1.5 เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่ pH meter HANNA HI 9025/microcomputer, EC meter HANNA (EC/TDS °C/°F) water proof HI 98312 และ DO meter YSI 550 incorporated

3.1.6 อุปกรณ์การวิเคราะห์แคลเซียม, โพแทสเซียม และแมกนีเซียมได้แก่ ถ้วยกระเบื้อง 20 อัน เครื่องอบแห้ง โกร่งบด, HCl, HNO_3, น้ำกลั่น, ขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 มล., เครื่องให้ความร้อน, เตาเผาอุณหภูมิสูง, เครื่อง Atomic Absorption Spectroscope (AAS)

3.2 วิธีการ

3.2.1 การทดลองที่ 1 ผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแครระ

3.2.1.1แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) โดยมีความหนาแน่นของลูกกุ้งต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 10, 15 และ 20 ตัว/ลิตร แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ความหนาแน่นของลูกกุ้ง 10 ตัว/ลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 ความหนาแน่นของลูกกุ้ง 15 ตัว/ลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 ความหนาแน่นของลูกกุ้ง 20 ตัว/ลิตร

3.2.1.2 วิธีการทดลอง

(1) กุ้งแครระที่ใช้ในการทดลองอายุ 5 วัน คัดขนาดใกล้เคียงกันพักไว้ 2 วันจากนั้นสุ่มกุ้งใส่โหลพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 cm สูง 22.5 cm พื้นที่ 1,237 cm^2 ปูพื้นโหลด้วยกรวดสีขาวสูง 1 cm จากพื้นโหล ใช้ปริมาตรน้ำ 3 ลิตร และใส่กุ้งโหลละ 30, 45 และ 60 ตัว ตามความหนาแน่นที่กำหนดไว้ ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ เปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนปริมาตรน้ำ 1 ลิตร/วัน หรือ 30 % ของน้ำ 3 ลิตรทุกวัน

(2) อาหารเม็ดกุ้งสำเร็จรูป Kanshou สำหรับกุ้ง Crayfish และ Dwarf Shrimp โดยมีธาตุอาหารดังนี้ โปรตีน 38% ไขมัน 5% เยื่อใย 3% และ ความชื้น 10% บดละเอียดให้ 1 ครั้งต่อวัน อัตราอาหารที่ให้ 3% ของน้ำหนักตัวกุ้ง ใส่ภาชนะรองอาหาร (plate) และบันทึกปริมาณอาหารเหลือทุกวัน

3.2.2.3 การบันทึกผล

ข้อมูลการเจริญเติบโต และจำนวนที่กุ้งรอดทุก 2 สัปดาห์ นำมาคำนวณ อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโต

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาวัสดุยึดเกาะของลูกกุ้งในการอนุบาล

3.2.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) โดยมี 4 ชุดการทดลองเปรียบเทียบวัสดุยึดเกาะ โดยมีวัสดุยึดเกาะ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 วัสดุยึดเกาะขอนไม้

ชุดการทดลองที่ 2 วัสดุยึดเกาะพรรณไม้น้ำชวามอส (Java moss)

ชุดการทดลองที่ 3 วัสดุยึดเกาะตะแกรงพลาสติกสีดำ

ชุดการทดลองที่ 4 วัสดุยึดเกาะก้อนอิฐ

3.2.2.2 วิธีการทดลอง

(1) วัดขนาดพื้นที่ผิวของวัสดุยึดเกาะ และตัดให้มีขนาดใกล้เคียงกัน (ตารางผนวกที่ 1) โดยชุดการทดลองที่ 1 วัสดุยึดเกาะขอนไม้ (ภาพที่ 4A) ชุดการทดลองที่ 2 วัสดุยึดเกาะพรรณไม้น้ำชวามอส (Java moss) โดยผูกชวามอสยึดกับก้อนอิฐ จากนั้นวัดขนาดพื้นที่ (ภาพที่ 4B) ชุดการทดลองที่ 3 วัสดุยึดเกาะตะแกรงพลาสติกสีดำ (ภาพที่ 4C) และชุดการทดลองที่ 4 วัสดุยึดเกาะก้อนอิฐ (ภาพที่ 4D)

(2) การคำนวณโดยใช้กระดาษห่อรอบๆ พื้นที่ผิวของขอนไม้ และ ไบโอบอล ยกเว้นส่วนที่ใช้เป็นฐาน จากนั้นนำกระดาษที่ได้มาคำนวณหาพื้นที่จากรูปเรขาคณิตที่วาดลงบนกระดาษ ดังนี้

พื้นที่สี่เหลี่ยม (cm^2) = ด้าน (cm) x ด้าน (cm)

พื้นที่สามเหลี่ยม (cm^2) = $\frac{1}{2}$ x ฐาน (cm) x สูง (cm)

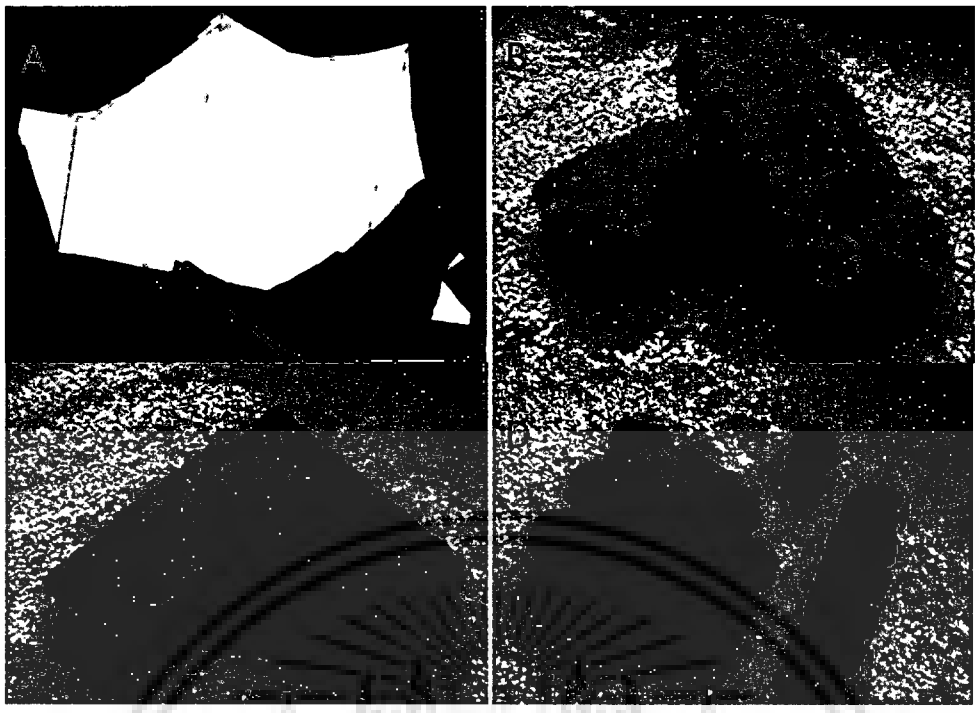
และในส่วนของชวามอส และก้อนอิฐวัดขนาดตามปกติโดยใช้ไม้บรรทัดวัด ซึ่งได้พื้นที่ผิวดังนี้ ขอนไม้ 191.72±1.54 cm^2 ชวามอสบนก้อนอิฐ 200.20±1.45 cm^2 ก้อนอิฐ 193.34±1.65 cm^2และ ไบโอบอล 195.75±0.00 cm^2 แล้วนำวัสดุยึดเกาะที่ได้ใส่ลงไปในภาชนะทดลอง ใช้กรวดปิดตามร่องเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโพรงระหว่างพื้นภาชนะเลี้ยงกับวัสดุยึดเกาะ

(3) กุ้งแคระที่ใช้ในการทดลองอายุ 2 เดือน คัดขนาดใกล้เคียงกันพักไว้ 2 วัน จากนั้นสุ่มกุ้งใส่โหลพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.5 cm สูง 22.5 cm พื้นที่ 1,237 cm^2 ปูพื้นโหลด้วยกรวดสีขาวสูง 1 cm จากพื้นโหล ใช้ปริมาตรน้ำ 3 ลิตร และใส่กุ้งโหลละ 20 ตัว ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ เปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนปริมาตรน้ำ 1 ลิตร/วัน หรือ 30 % ของน้ำ 3 ลิตรทุกวัน

(4) อาหารเม็ดกุ้งสำเร็จรูป Kanshou สำหรับกุ้ง Crayfish และ Dwarf Shrimp โดยมีธาตุอาหารดังนี้ โปรตีน 38% ไขมัน 5% เยื่อใย 3% และ ความชื้น 10% บดละเอียดให้ 1 ครั้งต่อวัน อัตราอาหารที่ให้ 3% ของน้ำหนักตัวกุ้ง ใส่ภาชนะรองอาหาร (plate) และบันทึกปริมาณอาหารเหลือทุกวัน

(5) วิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำทุก 2 สัปดาห์ ดังนี้ อุณหภูมิ (°C) pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC; µs/cm) DO (mg/ L) ค่าความกระด้าง (hardness; mg/L $CaCO_3$) และค่าความเป็นด่าง (alkalinity; mg/L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 วัสดุยึดเกาะ (A) การวัดขนาดพื้นที่ขอนไม้ (B) ชวามอส (C) ก้อนอิฐ และ (D) ไบโอบอล

3.2.2.3 การบันทึกผล

(1) สังเกตพฤติกรรม และสีของกุ้งแครระ เปรียบเทียบในแต่ละชุดการทดลอง

(2) ข้อมูลการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินในแต่ละวัน และจำนวนที่กุ้งรอดทุก 2 สัปดาห์ นำมาคำนวณปริมาณอาหารที่กิน % อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake)} = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (g)}}{\text{ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)}}$$

$$\text{\% อัตราการรอด (Loss Percentage)} = \frac{\text{จำนวนกุ้งที่เหลือ}}{\text{จำนวนกุ้งเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = \frac{\text{น้ำหนักตัวครั้งสุดท้าย} - \text{น้ำหนักตัวเริ่มต้น}}{\text{ระยะเวลาในการเลี้ยง (วัน)}}$$

(3) ข้อมูลคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ (°C) pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC; µs/cm) DO (mg/ L) ค่าความกระด้าง (hardness; mg/L$CaCO_3$) และค่าความเป็นด่าง (alkalinity; mg/L)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การทดลองที่ 3 ผลปริมาณแมกนีเซียมในอาหารที่เหมาะสมต่อการเติบโต อัตรารอด การสะสมของธาตุแคลเซียม, โพแทสเซียม และแมกนีเซียมในกุ้งแคระ

3.2.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design) โดยกำหนดปริมาณแมกนีเซียมผสมในอาหารกุ้งแคระที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 20 ตัวดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 ไม่มีการเสริมแมกนีเซียมซัลเฟตลงในอาหาร (ชุดควบคุม)

ชุดทดลองที่ 2 เสริมแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัม

ชุดทดลองที่ 3 เสริมแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหาร 4 กรัม/กิโลกรัม

ชุดทดลองที่ 4 เสริมแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหาร 6 กรัม/กิโลกรัม

ชุดทดลองที่ 5 เสริมแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหาร 8 กรัม/กิโลกรัม

ระยะการทดลอง 8 สัปดาห์

3.2.3.2 วิธีการทดลอง

(1) การเตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง

ล้างกรวดขาวขนาด 1-2 มม.นำใส่ชุดทดลอง ¼ ส่วนของกล่องพลาสติกทดลอง เติมน้ำ ¾ ของกล่องพลาสติก

(2) การคัดเลือกกุ้งลงกล่องพลาสติก

คัดเลือกกุ้งขนาดตัวเท่าๆ กันจำนวน 400 ตัว และสุ่มกุ้งครั้งละ 5 ตัว และนำกุ้งดังกล่าวใส่ในกล่องพลาสติกที่ใช้ทดลอง โดยสุ่มครั้งละ 5 ตัว/ชุดทดลอง เมื่อครบทุกชุดการทดลองให้เริ่มสุ่มซ้ำอีกครั้งละ 5 ตัวจนครบชุดทดลองละๆ 20 ตัว

(3) การเตรียมอาหารสำหรับกุ้งแคระ

ชั่งน้ำหนักอาหารกุ้งขาวเบอร์ 1 ชุดการทดลองละ 20 กรัมคำนวณปริมาณ $MgSO_4 .7H_2O$ ที่ต้องใช้ในแต่ละชุดการทดลองนำอาหารกุ้งขาวเบอร์ 1 มาปั่นให้ละเอียด นำอาหารที่ปั่นละเอียดมาผสมกับ $MgSO_4 .7H_2O$ ตามชุดการทดลองใส่ลงในถุงพลาสติกแล้วเขย่าให้เข้ากันแล้วจากนั้นค่อยๆ เติมน้ำ แล้วให้น้ำ และอาหารผสมกันช้าๆ นวดให้เข้ากันนำไปใส่กระบอกฉีดยาขนาด 15 มิลลิลิตร แล้วอัดให้เป็นเส้นตัดให้เป็นท่อนเล็กๆ นำไปอบที่ 60 องศาเซลเซียสนาน 4 ชั่วโมง

(4) การให้อาหาร

ให้อาหารกุ้งแคระวันละ 2 มื้อ เวลา 9.00-10.00 น.และ 16.00-17.00 น.

(5) การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

เปลี่ยนน้ำกุ้งแคระทุกๆ 4 วันเปลี่ยนครั้งละ 50%

3.2.3.3 การบันทึกผล

(1) ชั่งน้ำหนักของกุ้งแคระทุก 2 สัปดาห์ในทุกชุดการทดลอง ชั่งแก้วบรรจุน้ำบันทึกน้ำหนัก นำกุ้งแคระที่ซับน้ำด้วยกระดาษทิชชูจนแห้งใส่ในแก้ว นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

(2) ชั่งน้ำหนักกุ้งแคระในท้ายการทดลอง โดยนำกุ้งแต่ละชุดการทดลองซับด้วยกระดาษทิชชูจนแห้ง นำไปชั่งด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

(3) การวิเคราะห์ปริมาณธาตุแคลเซียม, โพแทสเซียม และแมกนีเซียมสะสม โดยนำกุ้งแคระที่ชั่งน้ำหนักแล้ว นำไปอบแห้งที่ 60 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง เมื่ออบเสร็จแล้วนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาเปอร์เซนต์ความชื้นในตัวกุ้ง เมื่อชั่งเสร็จแล้วนำตัวอย่างแห้งเก็บไว้ในถุงซิปเพื่อป้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น นำตัวอย่างแห้งมาบดด้วยโกร่งจนละเอียดแล้วนำแต่ละชุดการทดลองชั่งให้ได้ 0.1 กรัมใส่ลงในถ้วยนกระเบื้อง นำไปเผาบนเตาให้ความร้อน จนควันหมดแล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เมื่อเย็นแล้วเติมกรด HCl 5 มล. ความเข้มของกรด HCl ที่ใช้ละลายเถ้า 5 N และนำไปอุ่นบน hot plate ประมาณ 15 นาทีจากนั้นเติมกรด HNO_3^- 1 มล. แล้วระเหยให้แห้งก่อนที่จะให้ความร้อนต่อไปอีก 1 ชั่วโมง จากนั้นเติมกรด HCl 5 N อีก 1 มล. เพื่อละลายตะกอนส่วนที่เหลือพร้อมทั้งเติมน้ำกลั่น deionized (H_2O) 10 มล. นำขึ้นอุ่นต่อไปจนตะกอนละลายหมด กรองสารที่ได้ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มล. ปรับปริมาตรให้ได้ 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายนี้ไปวิเคราะห์การสะสมของแคลเซียม, โพแทสเซียม และแมกนีเซียม

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทิศทางเดียว เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง (Analysis of variance; One-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple's range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS และ โปรแกรม Microsoft office Excel 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 การศึกษาความหนาแน่นของลูกกุ้งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการอนุบาลกุ้งแคระในความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 15 และ 20 ตัว/ลิตร เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า

อัตราการเจริญเติบโตทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อครบ 8 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของกุ้งแคระในความหนาแน่นที่ 10, 15 และ20 ตัว/ลิตร คือ 0.0653±0.0100, 0.0617±0.0033 และ 0.0662±0.0134 กรัม/ตัว (ตารางที่ 4) ในส่วนของอัตราการรอดทุกชุดการทดลองพบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) เมื่อครบ 8 สัปดาห์ อัตราการรอดของกุ้งแคระในความหนาแน่นที่ 10, 15 และ20 ตัว/ลิตร คือ 16.66±1.66, 24.40±11.75และ 20.83±9.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของกุ้ง *Neocaridina sp.* ที่เลี้ยงในความหนาแน่นที่ต่างกัน

สัปดาห์	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)		
	10	15	20
2	0.0140±0.0010[a]	0.0128±0.0015[a]	0.0140±0.0015[a]
4	0.0250±0.0025[a]	0.0273±0.0020[a]	0.0253±0.0013[a]
6	0.0401±0.0030[a]	0.0432±0.0026[a]	0.0377±0.0033[a]
8	0.0653±0.0100[a]	0.0617±0.0033[a]	0.0662±0.0134[a]

*ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 5 อัตรารอดของกุ้ง *Neocaridina sp.* ที่เลี้ยงในความหนาแน่นที่ต่างกัน

สัปดาห์	ความหนาแน่น (ตัว/ลิตร)		
	10	15	20
2	93.33±6.66[a]	89.93±6.66[a]	98.33±1.66[a]
4	85.00±5.00[a]	74.40±4.02[a]	67.50±15.20[a]
6	66.66±7.26[a]	47.73±10.58[a]	38.33± 3.09[a]
8	16.66±1.66[a]	24.40±11.75[a]	20.83±9.61[a]

*ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวนอนหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.2 การศึกษาวัสดุยึดเกาะของลูกกุ้งในการอนุบาล

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งแคระในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ พรรณไม้น้ำชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล ตามลำดับพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

จากการศึกษาเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันทั้ง 4 ชนิดพบว่าอัตราการเจริญเติบโตทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 6) เมื่อครบ 8 สัปดาห์ น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยของกุ้งแคระในวัสดุยึดเกาะขอนไม้ ชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล ตามลำดับดังนี้ 41.00±0.50 , 37.67±0.76 , 33.67±1.53 และ 42.67±6.05 มิลลิกรัม/ตัว (ภาพที่ 4) แต่ในวัสดุยึดเกาะไบโอบอล กุ้งเมื่อสิ้นสุดการทดลองแตกขนาด สี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

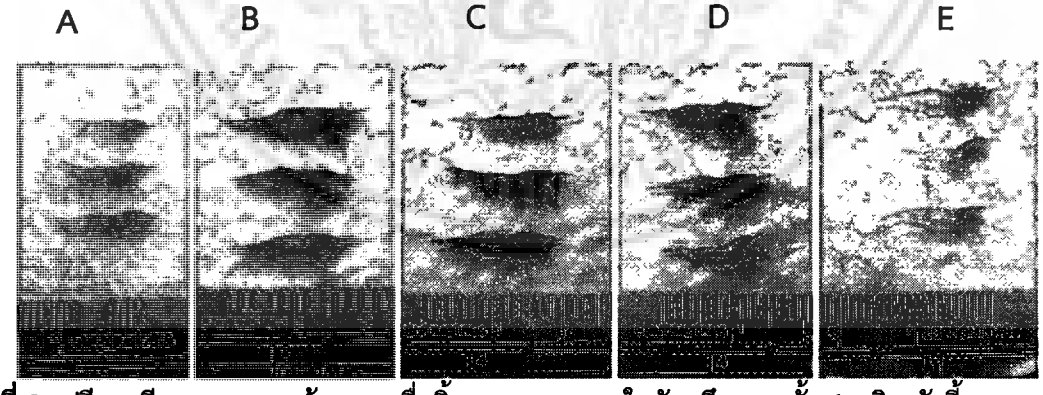
ชีด เนื่องจากการสังเกตพบว่ากุ้งที่เลี้ยงในวัสดุยึดเกาะไบโอบอล พบจำนวนกุ้งที่ยึดเกาะน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งที่เลี้ยงในวัสดุยึดเกาะขอนไม้ ชวามอส และก้อนอิฐ โดยพบว่ากุ้งส่วนใหญ่จะเกาะอยู่กับวัสดุกรวดที่ใช้ปูพื้นภาชนะเลี้ยงซึ่งมีสีขาวจึงทำให้กุ้งมีสีขาวชีด ซึ่งสอดคล้องกับ เพราะมีผลต่อการพรางตัวของกุ้ง เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด

ในส่วนของอัตราการรอดตายทุกชุดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนี้ 75.00±2.50, 88.33±5.77, 80.00±5.00 และ 40.00±9.01 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ตามลำดับ (ภาพที่ 5) ซึ่งพบว่ากุ้งแคระที่เลี้ยงโดยใน ไบโอบอล เป็นวัสดุยึดเกาะมีอัตราการรอดต่ำที่สุด เนื่องจาก ไบโอบอล เป็นวัสดุยึดเกาะอนินทรีย์สารที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุยึดเกาะขอนไม้ ชวามอส และวัสดุยึดเกาะอนินทรีย์ก้อนอิฐ ซึ่งเป็นแร่ที่ได้จากธรรมชาติ จึงมีผลต่อการยึดเกาะของอาหารธรรมชาติ และพบว่าวัสดุยึดเกาะอินทรีย์มีผลต่ออัตราการรอดสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุยึดเกาะท่อพลาสติก PVC ซึ่งเป็นสารอนินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้นซึ่งต้องใช้ระยะเวลานานในการลงเกาะของกลุ่มผู้ผลิตขั้นพื้นฐาน

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะที่ต่างกัน

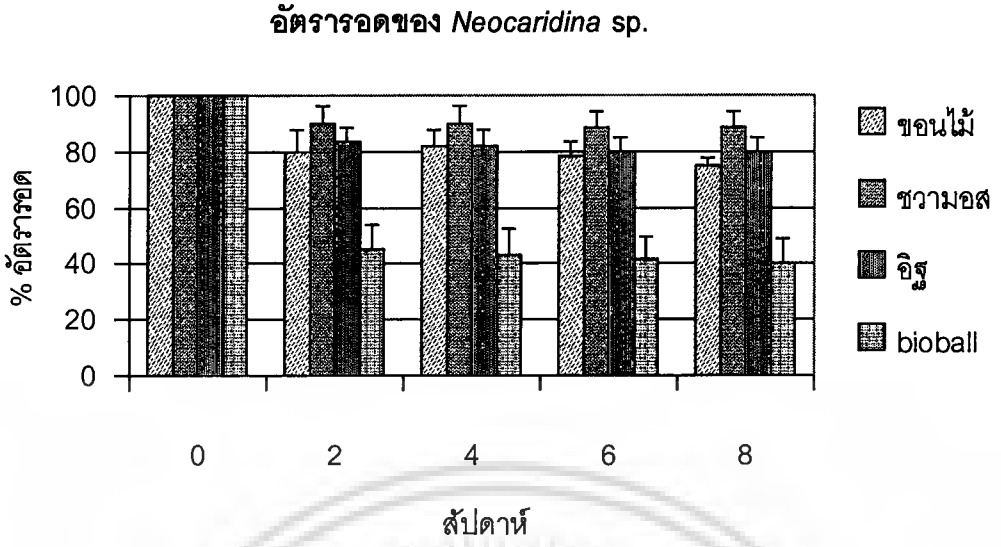
วัสดุยึดเกาะ	น้ำหนักเริ่มต้น (มิลลิกรัม/ตัว)	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (มิลลิกรัม/ตัว)	น้ำหนักที่เพิ่ม (มิลลิกรัม)	อัตราการเจริญเติบโต (มิลลิกรัม/ วัน)
ขอนไม้	16.00±0.00[a]	41.00±0.50[a]	25.00±0.50[a]	0.45±0.01[a]
ชวามอส	16.67±0.76[a]	37.67±0.76[a]	21.67±1.61[a]	0.39±0.20[a]
ก้อนอิฐ	15.67±0.58[a]	33.67±1.53[a]	18.00±2.00[a]	0.32±0.04[a]
ไบโอบอล	16.33±0.29[a]	42.67±6.05[a]	26.33±6.33[a]	0.47±0.11[a]

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบขนาดของกุ้งแคระเมื่อสิ้นสุดการทดลองในวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด ดังนี้
(A) ขนาดเริ่มต้น และ (B-E) คือขนาดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ดังนี้ (B) ขอนไม้
(C) ชวามอส (D) ก้อนอิฐ และ (E) ไบโอบอล

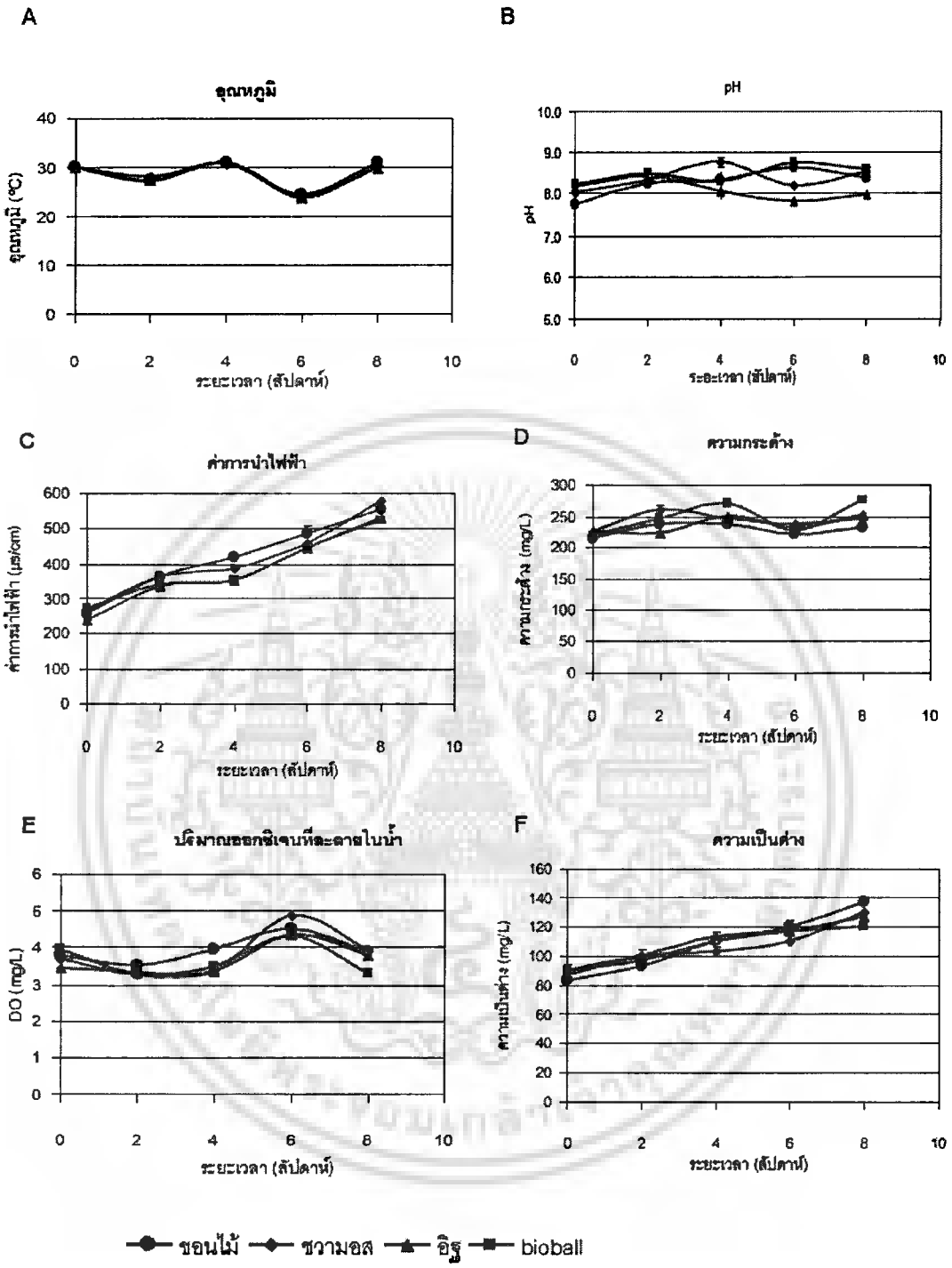
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณอัตราการรอดของ *Neocaridina* sp. ที่เพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ในช่วงระยะเวลาการเลี้ยง 8 สัปดาห์

คุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง (ตารางที่ 7) อุณหภูมิของน้ำในระบบเลี้ยงที่ใช้วัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด ระหว่างการศึกษาอยู่ในช่วง 24±0.00 - 31±0.29 °C (ภาพที่ 6A) ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆอยู่ในช่วง 239±3.51 - 578±3.01 µS/cm (ภาพที่ 6C) ถึงแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30.33 % หรือ ปริมาตร 1 ลิตรของปริมาตรน้ำทั้งหมด 3 ลิตร ก็ตามเนื่องจากมีวัสดุกรวดปูพื้นภาชนะเลี้ยงจึงมีการสะสมของเสียจากกุ้งแคระ ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำพบว่าอยู่ในช่วง 3.27±0.01 - 4.88±0.03 mg/ L แต่ในช่วงสัปดาห์ที่ 6 พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิลดลงจึงทำให้ออกซิเจนสามารถละลายในน้ำเพิ่มขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิและปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในน้ำมีความสัมพันธ์กัน (ภาพที่ 5E) ค่าความเป็นกรด - ด่าง หรือ pH พบว่าอยู่ในช่วง 7.75±0.02 - 8.76±0.11 (ภาพที่ 6B) และ ความกระด้างพบว่าอยู่ในช่วง 215±1.15 - 275±0.58 mg/ L (ภาพที่ 6D) และความเป็นด่างอยู่ในช่วง 83±2.89 - 137±2.89 mg/ L (ภาพที่ 6F) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากปริมาณของเสียจากกุ้งแคระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 ปัจจัยคุณภาพน้ำของชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะต่างชนิดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 คุณภาพน้ำในชุดการทดลองเลี้ยงวัสดุยึดเกาะที่ต่างชนิดกัน

วัสดุยึดเกาะ	คุณภาพน้ำ				
	0	2	4	6	8
ขอนไม้					
อุณหภูมิ (°C)	30±0.00^{a}	27±0.29^{ab}	31±0.00^{a}	24±0.29^{a}	31±0.00^{b}
EC (µS/cm)	256±1.00^{b}	361±1.50^{a}	418±6.90^{c}	486±20.19^{a}	554±1681^{ab}
pH	7.75±0.02^{a}	8.24±0.03^{a}	8.32±0.01^{ab}	8.63±0.01^{c}	8.37±0.02^{b}
DO (mg/ L)	3.79±0.02^{b}	3.50±0.12^{a}	3.95±0.04^{b}	4.51±0.08^{a}	3.88±0.02^{b}
Hardness (mg/ L)	215±2.52^{a}	237±4.73^{ab}	238±1.73^{a}	221±0.58^{a}	233±2.08^{a}
Alkalinity (mg/ L)	83±2.89^{a}	93±8.89^{a}	110±0.00^{ab}	120±5.00^{a}	137±2.89^{c}
ชวามอส					
อุณหภูมิ (°C)	30±0.00^{a}	28±0.00^{b}	31±0.29^{a}	24±0.00^{a}	30±0.29^{ab}
EC (µS/cm)	267±4.27^{b}	362±4.54^{b}	387±4.73^{b}	456±5.97^{a}	578±3.01^{b}
pH	8.05±0.01^{b}	8.33±0.02^{b}	8.76±0.11^{b}	8.20±0.03^{b}	8.52±0.10^{b}
DO (mg/ L)	3.69±0.02^{b}	3.27±0.01^{a}	3.36±0.05^{a}	4.88±0.03^{b}	3.94±0.04^{b}
Hardness (mg/ L)	225±1.15^{b}	259±9.24^{b}	247±3.21^{ab}	237±0.58^{d}	245±0.58^{b}
Alkalinity (mg/ L)	90±5.00^{a}	100±0.00^{a}	103±2.89^{a}	110±0.00^{a}	130±0.00^{bc}
อิฐ					
อุณหภูมิ (°C)	30±0.00^{a}	27±0.29^{ab}	31±0.00^{a}	24±0.00^{a}	30±0.29^{a}
EC (µS/cm)	239±3.51^{a}	334±5.51^{b}	352±4.19^{a}	446±15.14^{a}	521±4.48^{a}
pH	8.16±0.01^{c}	8.43±0.01^{c}	8.06±0.22^{a}	7.82±0.07^{a}	7.99±0.02^{a}
DO (mg/ L)	3.44±0.02^{a}	3.34±0.03	3.37±0.03^{a}	4.35±0.05^{a}	3.80±0.05^{b}
Hardness (mg/ L)	226±1.00^{b}	223±4.04^{a}	249±2.89^{b}	232±1.00^{c}	251±3.79^{b}
Alkalinity (mg/ L)	87±2.89^{a}	100±5.00^{a}	113±2.89^{ab}	117±2.89^{a}	127±2.89^{ab}
Bioball					
อุณหภูมิ (°C)	30±0.00^{a}	27±0.00^{a}	31±0.00^{a}	24±0.00^{a}	30±0.00^{a}
EC (µS/cm)	271±1.61^{c}	341±3.06^{a}	351±5.80^{a}	446±1.26^{a}	521±3.33^{a}
pH	8.22±0.02^{d}	8.49±0.02^{c}	8.29±0.21^{ab}	8.73±0.04^{c}	8.59±0.05^{b}
DO (mg/ L)	3.96±0.07^{c}	3.29±0.01^{a}	3.49±0.10^{a}	4.32±0.08^{a}	3.30±0.06^{a}
Hardness (mg/ L)	220±1.00^{ab}	245±1.53^{ab}	270±2.00^{c}	227±1.53^{b}	275±0.58^{c}
Alkalinity (mg/ L)	90±5.00^{a}	97±2.89^{a}	110±0.00^{ab}	117±2.89^{a}	120±0.00^{a}

* ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันตามแนวตั้งหมายถึงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.3 ผลของปริมาณแมกนีเซียมในอาหารต่อการเติบโต และอัตรารอดตายของกุ้งแคระ (*Neocaridina heteropoda*)

4.3.1 น้ำหนักของกุ้งแคระ

จากการศึกษาผลของปริมาณแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการเติบโตของกุ้งแคระเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมแมกนีเซียม 2 กรัม/กิโลกรัม มีการ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตดีกว่าในชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยน้ำหนักตัวกุ้งแครมากที่สุดคือ 43.60±0.52 รองลงมาคือ ชุดควบคุม (ไม่เสริมแมกนีเซียม) และชุดการทดลองที่ให้อาหารเสริมแมกนีเซียม 4, 8 และ 6 กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 42.10±0.40, 40.70±0.33, 39.70±0.30 และ 39.07±0.50 มิลลิกรัม/ตัว ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าน้ำหนักของกุ้งแครในชุดที่เสริมแมกนีเซียม 2 กรัม/กิโลกรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองกลุ่มอื่น (ตารางที่ 8 และ ภาพที่ 7) ซึ่งสอดคล้องกับ Cheng et al. (2005) ทดลองเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็มต่ำประมาณ 2 กรัม/ลิตร โดยให้อาหารนาน 8 อาทิตย์ เสริมด้วยแมกนีเซียม 7 ระดับ (0, 0.4, 0.8, 1.6, 3.2, 6.4 และ 8.0 กรัม/กิโลกรัม) เป็นอาหารสำหรับลูกกุ้งขาว พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (WG%) ได้รับผลอย่างมีนัยสำคัญตามระดับแมกนีเซียมในอาหาร ($P<0.05$) น้ำหนักสูงสุดคือ 2.6 กรัม/กิโลกรัม DaBrowska et al. (1989) กล่าวว่าระดับแมกนีเซียมที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดพิษ สันนิษฐานว่าแมกนีเซียมที่มากเกินไปอาจจะต้องสูญเสียพลังงานในการควบคุม ออสโมติกและกระบวนการควบคุมไอออนและมีผลกับธาตุอาหารชนิดอื่นๆทำให้สัตว์น้ำสูญเสียพลังงานในการเติบโต

ตารางที่ 8 น้ำหนักตัวของกุ้งแครที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมแมกนีเซียมในระดับต่างๆ

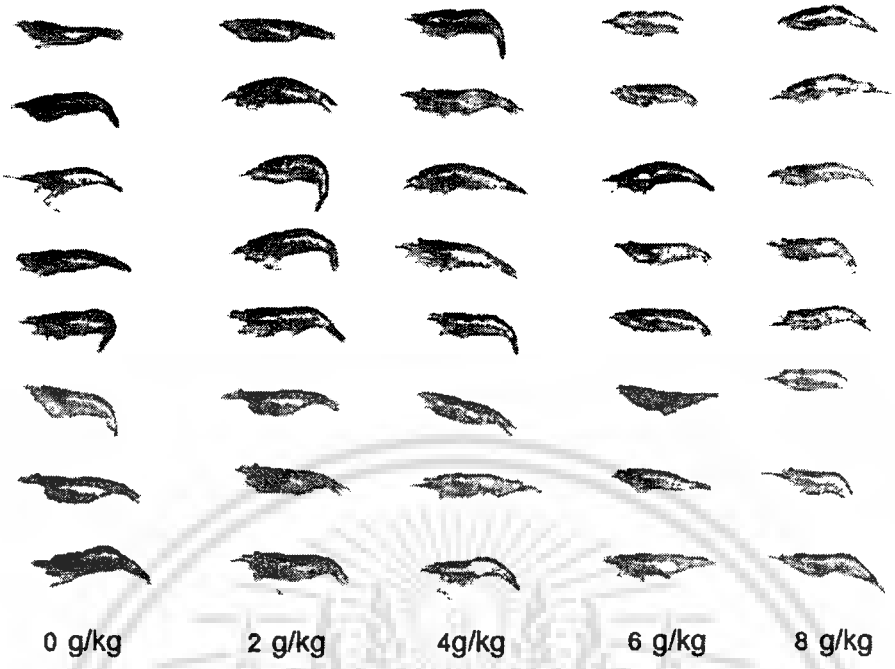
ระดับ Mg	เวลา(สัปดาห์)				
(g/kg)	0	2	4	6	8
0	25.10±0.48	29.50±0.70^{ab}	34.22±0.11^{ab}	38.20±0.58^{ab}	42.10±0.40^{b}
2	25.50±0.61	30.40±0.20^{a}	35.50±0.26^{a}	39.80±0.29^{a}	43.60±0.52^{a}
4	25.30±0.20	28.50±0.22^{c}	33.40±0.56^{d}	36.7±0.64^{c}	40.70±0.33^{bc}
6	25.00±0.15	28.90±0.39^{b}	32.50±0.59^{cd}	35.30±0.84^{c}	39.07±0.50^{c}
8	24.75±0.16	27.60±0.21^{bc}	31.90±0.48^{bc}	35.50±0.21^{bc}	39.70±0.30^{b}
	ns	*	*	*	*

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

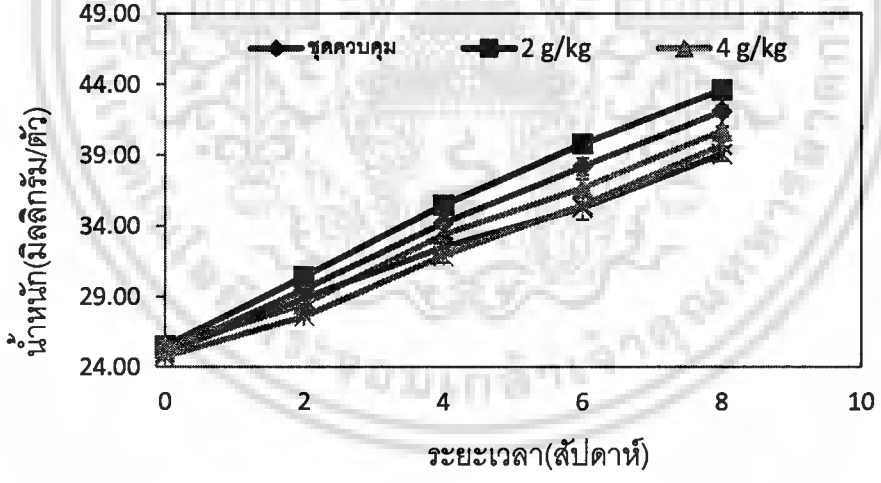
* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

จากการทดลองศึกษาผลของแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการเติบโตของกุ้งแคระ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัวสุดท้ายได้รับผลอย่างมีนัยสำคัญ โดยระดับแมกนีเซียมในอาหาร ($P<0.05$) น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ยมากที่สุดในชุดทดลองที่เสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัม กิโลกรัม รองลงมาคือ ชุดควบคุม (ไม่เสริมแมกนีเซียม) และชุดการทดลองที่ให้อาหารเสริมแมกนีเซียม 4, 8 และ 6 กรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 9)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 กุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมแมกนีเซียมในระดับต่างๆ



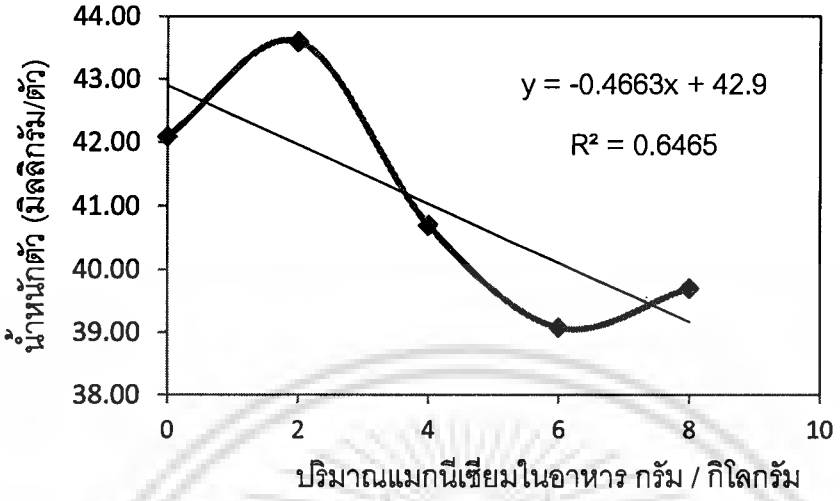
ภาพที่ 9 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งแคระที่ให้อาหารเสริมแมกนีเซียม

4.3.2 อัตรารอดตายของกุ้งแคระ

จากการทดลองศึกษาผลของแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการอยู่รอดของกุ้งแคระ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างชุดทดลอง (ตารางที่ 9) ซึ่งสอดคล้องกับ วาสนา และคณะ (2011) ได้ศึกษาผลของการเสริม Mg:Ca ในอาหารของกุ้งของแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) แบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มทดลองได้แก่ กลุ่มควบคุม(ให้อาหารปกติ), 30:10 ppm, 90:30 และ 180:60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ppm เลี้ยงในน้ำความเค็ม 25 ppt ใช้กุ้งขาวแวนนาไมขนาดน้ำหนักตัว 3-4 กรัม เป็นเวลานาน 60 วัน พบว่าอัตรารอดตายไม่แตกต่างกันระหว่างชุดทดลอง (P<0.05)



ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวสุดท้ายกับระดับแมกนีเซียมในอาหารของกุ้งแคระ

ตารางที่ 9 อัตรารอดตายของกุ้งแคระ (%) ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการเสริมแมกนีเซียมในระดับต่างๆ

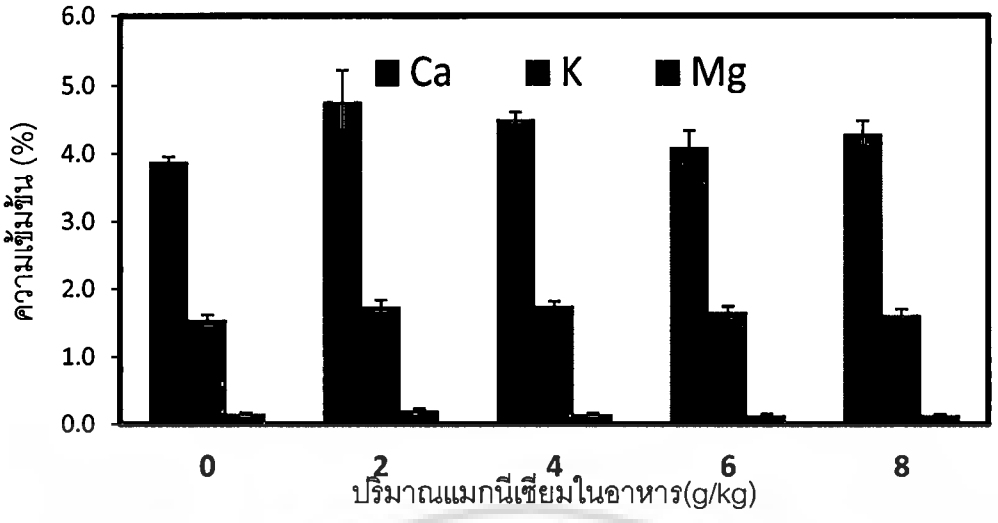
ระดับ Mg	เวลา(สัปดาห์)				
(g/kg)	0	2	4	6	8
0	100±0.00	93.75±1.25	88.75±2.39	85.00±3.53	85.00±3.53
2	100±0.00	93.75±1.25	91.25±2.39	86.25±2.39	85.00±2.04
4	100±0.00	97.50±1.44	91.25±1.25	90.00±2.04	87.50±3.22
6	100±0.00	97.50±1.44	92.50±3.22	87.50±2.50	87.50±2.50
8	100±0.00	93.75±2.39	87.50±1.44	85.00±2.88	85.00±2.88
	ns	ns	ns	ns	ns

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

4.3.3 ผลของปริมาณแมกนีเซียมในอาหารต่อ Ca, K และ Mg ที่สะสมในตัวกุ้งแคระ (*Neocaridina heteropada*)

จากการทดลองศึกษาผลของแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการสะสมของธาตุแคลเซียม, โพแทสเซียม และแมกนีเซียมของกุ้งแคระ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าการสะสมของแคลเซียมและโพแทสเซียมไม่มีความแตกต่างระหว่างชุการทดลอง (P>0.05) ส่วนระดับแมกนีเซียมที่สะสมในตัวกุ้งแคระ ในกลุ่มที่เสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัมมากกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 10 และภาพที่ 10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 ปริมาณ Ca, K และ Mg ที่สะสมในตัวกุ้งแคระในแต่ละชุดทดลอง

ตาราง 10 ปริมาณ K, Ca และ Mg ในตัวกุ้งแคระ (%)

Mg ในอาหาร (g/kg)	แร่ธาตุในตัวกุ้ง (%)		
	K	Ca	Mg
0	1.54±0.07	3.88±0.07	0.15±0.01[b]
2	1.73±0.10	4.77±0.44	0.20±0.03[a]
4	1.74±0.07	4.51±0.10	0.15±0.01[b]
6	1.66±0.07	4.09±0.24	0.13±0.01[b]
8	1.62±0.08	4.29±0.19	0.14±0.01[b]
	ns	ns	*

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

* หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

1.จากการศึกษาการอนุบาลกุ้งแคระในความหนาแน่นที่ต่างกัน คือ 10, 15 และ 20 ตัว/ลิตร เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า อัตราการเจริญเติบโตทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ (P>0.05)

2.จากการศึกษาการเลี้ยงกุ้งแคระในวัสดุยึดเกาะที่ต่างกันทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ พรรณไม้น้ำชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล พบว่าอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน และปัจจัยคุณภาพน้ำของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยวัสดุยึดเกาะทั้ง 4 ชนิด คือ ขอนไม้ ชวามอส ก้อนอิฐ และ ไบโอบอล พบว่าทุกชุดการทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ส่วนอัตราการรอดตายของกุ้งแคระพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่าชวามอสมีอัตราการรอดสูงที่สุด 88.33±5.77 เปอร์เซ็นต์ และน้ำที่สุดคือวัสดุยึดเกาะ ไบโอบอล 40.00±9.01 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ และพบว่าปัจจัยคุณภาพน้ำ คือ อุณหภูมิ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง และความเป็นด่าง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังนั้นจึงควรใช้วัสดุยึดเกาะชวามอสในการเลี้ยงกุ้งแคระเพื่อให้สัตว์น้ำแข็งแรงมีอัตราการรอดสูง

3.จากการทดลองศึกษาผลของแมกนีเซียมที่เสริมลงในอาหารต่อการเติบโตของกุ้งแคระ 5 ระดับ ได้แก่ 0, 2, 4, 6 และ 8 กรัม/กิโลกรัม เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือกลุ่มที่ให้อาหารเสริมด้วยแมกนีเซียม 2 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งอัตรารอดตายไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งแคระควรเสริมแมกนีเซียมในอาหาร 2 กรัม/กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ณัฐพล แก้วละเอียด และ บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2553. การเสริมแร่ธาตุตามอัตราส่วนในน้ำ ที่ใช้เลี้ยงกุ้งต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ของการลอกคราบ และความแปรปรวนของขนาดกุ้งขาว (*Litopenaeus vannamei*). ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ บัลลังก์ เนืองแสง และถนอมศักดิ บุญภักดี. 2547. ผลของการเสริมเกลือแร่ ในอาหารและ การเปลี่ยนแปลงสรีระเคมีของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงระบบพัฒนา. ภาควิชาวาริชศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา. 64 หน้า.

วาสนา ไพรสิงห์ขรณ์ ชะลอ ลิ้มสุวรรณ นิต ชูเชิด อิสริยา วุฒิสินธุ์ และ เกศินี หลายสุทธิสาร. 2011. ผลของการเสริมแร่ธาตุ ต่ออัตราการรอดตาย และอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*). ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2552. คุณภาพน้ำเพื่อการประมง. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 90 น.

Asaduzzaman, M., M. A. Wahab, M. C. J. Verdegem, S. Huque, M. A. Salam and M. E. Azim. 2008. C/N ratio control and substrate addition for periphyton development jointly enhance freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* production in ponds. Aquaculture 280: 117–123.

Asaduzzaman, M., M. M. Rahman, M. E. Azim, M. A. Islam, M. A. Wahab, M. C. J. Verdegem and J. A. J. Verreth. 2010. Effects of C/N ratio and substrate addition on natural food communities in freshwater prawn monoculture ponds. Aquaculture 306: 127–136.

Balasundaram, C., P. Jeyachitra and P. Balamurugan. 2004. Shelter preference in *Macrobrachium* spp. with reference to aquaculture. Acta Ethol. 7: 95-101.

Ballester, E. L. C., W. W. Jr., R. O. Cavalli and P. C. Abreu. 2007. Nursery of the pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis* in cages with artificial substrates: Biofilm composition and shrimp performance. Aquaculture 269: 355–362.

Cheng, K.M., C.Q. Hu, Y.N. Liu, S.X. Zheng and X.J. Qi. 2005. Dietary magnesium requirement and physiological responses of marine shrimp *Litopenaeus vannamei* reared in low salinity water. Aquaculture Nutrition11: 385–393.

Co, K.G. 2007. What - Why - How? **Crustacea and shrimp** in freshwater aquarium. JBL Brochure.

DaBrowska, H., K. Meyer-Burgdorff and K.D. Gunther, 1989. Interaction between dietary protein and magnesium level in tilapia, *Oreochromis niloticus*, Aquaculture 76: 277–291.

Davis, D.A., C.E. Boyd and D.B. Rouse 2005. Effects of potassium, magnesium and age on growth and survival of *Litopenaeus vannumei* post-larvae reared in Inland low

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

salinity well waters in West Alabama. Journal of the World Aquaculture Society 36: 416-419.

Demas, P. 2007. Red cherry Shrimp. Tropicalfish Magazine. September 2007. http://www.tfhdital .com/tfh/200709/#pg92

Gong, H., D.H. Jiang, D.V. Lightner, C. Collins and D. Brock. 2004. A dietary modification approach to improve the osmoregulatory capacity of *Litopenaeus vannamei* cultured in the Arizona desert. Aquaculture Nutrition 10: 227–236.

Harpaz, S. 1997. Enhancement of growth in juvenile freshwater prawns, *Macrobrachium rosenbergii,* through the use of a chemoattractant. Aquaculture 156: 221-227.

Mariappan, P. and C. Balasundaram. 2003. Sheltering behaviour of *Macrobrachium nobilii* (Henderson and Matthai, 1910). Acta Ethol 5: 89-94.

Pine, H.A. and C.E. Boyd. 2010. Adsorption of magnesium by bottom soils in inland brackish water shrimp ponds in Alabama. Journal of the World Aquaculture Society 41: 603-609.

Roy, L.A., D.A. Davis, I.P. Saoud and R.P. Henry. 2007. Effects of varying levels of aqueous potassium and magnesium on survival, growth, and respiration of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low salinity waters. Aquaculture 262: 461–469.

Roy, L.A., D.A. Davis, and T.N. Nguyen. 2009. Supplementation of chelated magnesium to diets of the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, reared in low-salinity waters of west Alabama. Journal of the World Aquaculture Society 40: 248-254.

Shih,H. T. and Y. Cai. 2007. Two new species of the land-locked freshwater shrimps genus, *Neocaridina kubo*, 1938 (Decapoda: Caridea: Atyidae), from Taiwan, with notes on speciation on the island. Zoological Studies 46(6): 680-694.

Tan, B. C. and L. K. Leong. 2007. The truth behind the confusion: The identity of Java moss and other tropical aquarium mosses [Online]. Available: http://www.killies.com/Truthaboutmosses.htm accessed on 2 January 2011.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัยที่ 3 ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระสวยงาม
Factor of water quality on aquarium dwarf shrimp growth

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน **ประจำปี** 2554
จำนวนเงิน 300,000 บาท
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย เดือนตุลาคม 2553 – เดือนกันยายน 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการการวิจัย นางสาวบุบผา จงพัฒน์ E-mail: kjbuppha@kmitl.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง
สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

บทคัดย่อ

ผลของความเป็นกรด-ด่างต่อการเกิดสี และความเค็มต่อการเปลี่ยนแปลงรังไข่ของกุ้งแคระสวยงามชนิด *Neocaridina heteropoda* โดยทดลองเลี้ยงกุ้งที่ความเป็นกรด-ด่าง 6, 7, 8 และ 9 และสังเกตการเกิดสีบนลำตัว เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่าจำนวนเม็ดสีเกิดบนลำตัวกุ้งที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่าง 7 มากที่สุด 937.5±74.7 จุด แตกต่างกับความเป็นกรด-ด่าง 6, 8 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนผลของความเค็มทดลองเลี้ยงกุ้งแคระสวยงามที่ความเค็ม 0, 4, 8 และ 12 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่า ความเค็มที่ 4, 8 และ 12 ppt มีผลทำให้รังไข่ผิดปกติมีขนาดเล็กลง และในความเค็ม จะทำให้มีการตายของกุ้งแคระสวยงาม ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งแคระสวยงามที่เหมาะสม ควรเลี้ยงในน้ำจืดที่มีความเป็นกรด-ด่าง 7 และผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งแคระสวยงาม *Neocaridina heteropoda* กุ้งแคระจำนวน 20 ตัว มีน้ำหนัก 0.01±0.00 กรัม โดยทำการเลี้ยงที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ คืออุณหภูมิ 27, 28 และ 29 องศาเซลเซียส แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ หลังจากเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่ากุ้งในชุดการทดลองที่เลี้ยงในอุณหภูมิ 27, 28 และ 29 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.37±0.02, 0.41±0.04 และ 0.07±0.01 กรัม น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.36±0.02, 0.40±0.04 และ 0.06±0.01 กรัม อัตรารอดเท่ากับ 56.25±2.39, 61.25±2.39 และ 5.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งทั้ง 3 ชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้อุณหภูมิยังส่งผลต่อการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ในอุณหภูมิ 27 และ 28 องศาเซลเซียสกุ้งแคระมีการพัฒนารังไข่ ส่วนในอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียสไม่มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ ดังนั้นในการเลี้ยงกุ้งแคระควรเลี้ยงที่อุณหภูมิที่เหมาะสมไม่สูงเกินกว่า 29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 27-28.5 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: กุ้งแคระ, กุ้งเชอร์รี่, คุณภาพน้ำ, ความเป็นกรด-ด่าง, ความเค็ม, อุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Effect of water pH on chromatophores development and salinity on ovary maturity of aquarium dwarf shrimp, *Neocaridina heteropoda*, were studied. The experiment was conducted by observed the amount of shrimp chromatophore which cultured in pH 6, 7, 8 and 9 for 7 weeks. It was found that pH 7 could express the highest chromatophore 937.5±74.7 unit with statistically difference to the others ($p < 0.05$). The study on salinity was done by handling the shrimp in salinity of 0, 4, 8 and 12 ppt for 24 days. The result showed that salinity of 4, 8 and 12 ppt affected the ovary function, reduced the size of ovary and cause to death of shrimp. Therefore, the aquarium dwarf shrimp should culture in freshwater under pH 7. Effect of temperature on growth and gonad development of aquarium dwarf shrimp, *Neocaridina heteropoda*, were conducted by culturing 20 shrimp (initial weight 0.01±0.00 g) in 3 set of temperatures 27, 28 and 29 °C with 4 replications. After 60-day experiment, Shrimp which cultured in temperature 27, 28 and 29 °C had the average weight 0.37±0.02, 0.41±0.04 and 0.07±0.01 g, weight gain 0.36±0.02, 0.40±0.04 and 0.06±0.01 g, survival rate 56.25±2.39, 61.25±2.39 and 5.00±0.00 %, respectively. All treatments showed difference significantly ($p < 0.05$). Moreover, temperature at 27 and 28 °C could enhance ovary development while 29 °C did not show any development. As a result, optimum temperature for aquarium dwarf shrimp culture should be 28-28.5 °C and not over 29 °C.

Keyword: dwarf shrimp, *Neocaridina heteropoda*, water quality, pH, salinity, temperature

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	60
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	61
สารบัญ	62
สารบัญตาราง	63
สารบัญภาพ	63
บทที่ 1 คำนำ	65
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	66
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	73
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	76
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	92
เอกสารอ้างอิง	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	ลักษณะเม็ดสีของกุ้งทะเลชนิด *Heptacarpus pictus* และ *H. paludicola*	68
3-2	จำนวนเม็ดสีบริเวณลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่างต่างกัน	76
3-3	เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และค่า ± se ของกุ้งแครระ	87
3-4	อัตราการรอดตายและค่า ± se ของกุ้งแครระที่เลี้ยงในอุณหภูมิรูปแบบที่	88

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	(A)ลักษณะทั่วไปของกุ้งเชอร์รี่ และ(B)กุ้งเชอร์รี่ที่อุ้มไข่บริเวณขาว่ายน้ำ	66
3-2	กุ้งเชอร์รี่เพศเมียและกุ้งเชอร์รี่เพศผู้	67
3-33	ลักษณะเม็ดสีของกุ้งเชอร์รี่แบบกระจาย	67
3-4	สีกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในถังสีดำ (ซ้าย) และถังสีขาว (ขวา) เป็นเวลา 28 วัน	69
3-5	เม็ดสีกุ้งกุลาดำบริเวณปล้องแรกที่เติบโตในถังสีดำ (ซ้าย) และถังสีขาว (ขวา) เป็นเวลา 28 วัน	69
3-6	ลักษณะของเม็ดสีของกุ้งกุลาดำบริเวณปล้องแรกที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหลังจากเปลี่ยนถังเลี้ยงพื้นสีขาวไปยังพื้นสีดำระยะเวลา 0 ชั่วโมง (a), 3 ชั่วโมง (c), 7 วัน (e) และถังพื้นสีดำไปยังพื้นสีขาว 0 ชั่วโมง (b), 3 ชั่วโมง (d), 7 วัน (f)	70
3-7	จำนวนเม็ดสีบนตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่างที่ต่างกันเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์	77
3-8	ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 6 ในสัปดาห์ที่ 7	78
3-9	ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 7 ในสัปดาห์ที่ 7	79
3-10	ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 8 ในสัปดาห์ที่ 7	80
3-11	ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 9 ในสัปดาห์ที่ 7	81
3-12	รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 0 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน	83
3-13	รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 4 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน	84
3-14	รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 8 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน	85
3-15	รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 12 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน	86
3-16	ระดับอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยที่เลี้ยงกุ้งแครระในแต่ละชุดการทดลอง	89
3-17	ค่าเฉลี่ยของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ที่เลี้ยงกุ้งแครระในแต่ละชุดการทดลอง	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3-18	ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่างที่เลี้ยงกุ้งแคระในแต่ละชุดการทดลอง	90
3-19	กุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 1 เซลล์ไข่ของกุ้งแคระที่กำลังขยาย 40x	90
3-20	กุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 2 เซลล์ไข่ของกุ้งแคระที่กำลังขยาย 40x	91
3-21	กุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 3 เซลล์อสุจิของกุ้งแคระที่ระยะเวลา 60 วัน	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

กุ้งแคระสวยงาม เป็นที่นิยมของผู้เลี้ยงสัตว์น้ำสวยงาม ซึ่งนิยมนำกุ้งแคระไปเลี้ยงในตู้พรรณไม้น้ำ กุ้งแคระที่นิยมเลี้ยง ก็คือ กุ้งเชอรี่ (*Neocaridina heteropoda*) บางครั้งพบว่ากุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงมีสีซีดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีมีปัจจัยหลายประการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อความแข็งแรง การเจริญเติบโต และการเปลี่ยนแปลงสีให้เป็นที่ต้องการของตลาด อุณหภูมิโดยทั่วไปของประเทศไทยจะอยู่ในช่วง 27-35 องศาเซลเซียส ความสำคัญของอุณหภูมิเกี่ยวข้องกับการเลี้ยงกุ้งเป็นอย่างมากถ้าช่วงใดของปีอุณหภูมิอยู่ในระดับปกติที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของกุ้งมากที่สุดจะเป็นช่วงที่มีผลกระทบน้อยที่สุด เมื่อใดก็ตามที่อุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะร้อนขึ้นหรือเย็นลงจะส่งผลต่อกุ้ง พบว่าถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงเกินไปจะทำให้กุ้งเจริญเติบโตช้า เนื่องจากออกซิเจนในน้ำน้อยลงประกอบกับจะทำให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมกับการเกิดสารพิษ เช่น แอมโมเนีย และไนไตรท์ เกิดขึ้นในปริมาณที่เป็นพิษต่อกุ้งแต่ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปในฤดูหนาวก็จะส่งผลกับกุ้งในลักษณะเดียวกันคือกุ้งจะมีการกินอาหารน้อยลงเนื่องจากเมตาโบลิซึมของกุ้งลดลง และระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งจะมีประสิทธิภาพลดต่ำลงด้วย ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมครั้งนี้จึงมุ่งประเด็นไปที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีกุ้งเชอร์รี่ ระดับความเค็มในน้ำที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ และอุณหภูมิของน้ำที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งซึ่งจะทำให้ทราบข้อมูลเพื่อนำไปพัฒนาระบบการเลี้ยงกุ้งเชอร์รี่ให้มีผลผลิตที่ได้คุณภาพกับความต้องการของตลาด

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเกิดสีของกุ้งแคระสวยงาม

1.1.2 เพื่อศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงรังไข่ของกุ้งแคระสวยงาม

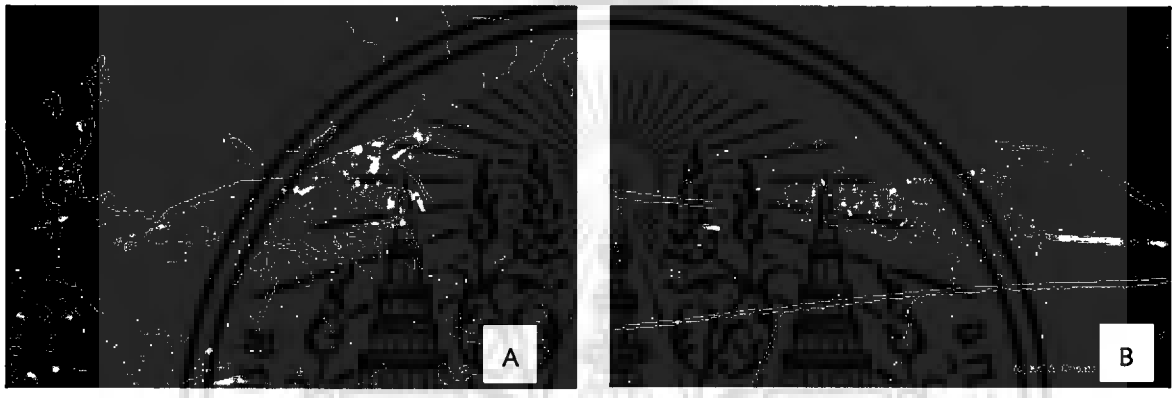
1.1.3 เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งแคระสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1 กุ้งเชอร์รี่ (*Neocaridina heteropoda*)

กุ้งเชอร์รี่ (ภาพที่ 3-1A) เป็นกุ้งแคระ (dwarf shrimp) ที่นิยมเลี้ยงกันมากเนื่องจากเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย และมีสีสันสวยงาม มีนิสัยไม่ดุร้ายสามารถเลี้ยงรวมกันเป็นกลุ่มได้ หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพงมากจน สามารถกินอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั่วไปได้ ด้วยลักษณะดังกล่าวจึงทำให้กุ้งชนิดนี้เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในเมืองไทย กุ้งเชอร์รี่มีขนาดโตเต็มที่ประมาณ 2.5 เซนติเมตร สามารถอาศัยอยู่ในน้ำที่มีค่า pH 6.6 - 7.0 ได้เป็นอย่างดี ชอบน้ำที่เป็นกรดอ่อนๆ อุณหภูมิจะอยู่ระหว่าง 25 - 28 องศา มีความสามารถปรับตัวได้ดี



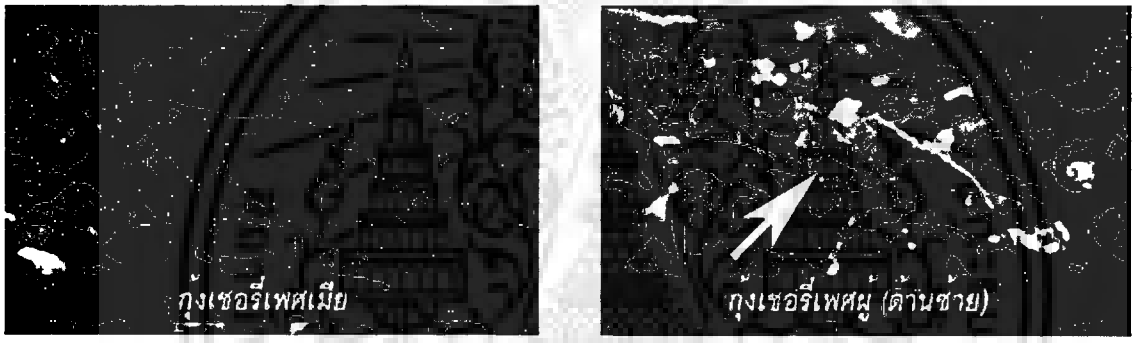
ภาพที่ 3-1 (A) ลักษณะทั่วไปของกุ้งเชอร์รี่และ (B) กุ้งเชอร์รี่ที่อุ้มไข่บริเวณขาว่ายน้ำ
ที่มา : http://www.kapank.com/pets/contents/shrimp/cherry/cherry.html

สีกุ้งเชอร์รี่มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพแวดล้อม คุณภาพน้ำ และชนิดอาหาร การขนส่งกุ้งเชอร์รี่เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สีกุ้งเชอร์รี่ซีดลง นอกจากนี้กุ้งเชอร์รี่ที่อายุยังน้อยจะมีสีอ่อนหลังจากนั้นจะมีการพัฒนาเม็ดสีทำให้เข้มขึ้น โดยเฉพาะกุ้งในช่วงการผสมพันธุ์ กุ้งเพศเมียที่อุ้มไข่จะมีสีแดงเข้มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 3-1B) การผสมพันธุ์ภายในครอบครัวเดียวกันจะเป็นสาเหตุทำให้กุ้งเชอร์รี่มีสีซีดลง และทำให้กุ้งอ่อนแอเกิดโรคได้ง่าย การคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์ (ภาพที่ 3-2) เป็นการพัฒนาสายพันธุ์ทำให้ลูกกุ้งมีความแข็งแรง สามารถคัดกุ้งเชอร์รี่ที่มีลักษณะสีแดงเข้ม ลำตัวสดใส กุ้งเชอร์รี่มีนิสัยชอบคุ้ยเขี่ยตามซอกหินเพื่อหาอาหาร หรือกินตะไคร่ กุ้งเชอรรี่มีการลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งกุ้งเชอร์รี่ใช้เวลาในการลอกคราบประมาณ 3-5 วินาที เมื่อกุ้งเชอร์รี่ลอกคราบจะเป็นช่วงที่อ่อนแอมากที่สุด และเป็นเวลาเดียวกันที่กุ้งเชอร์รี่ตัวผู้จะมีโอกาสผสมพันธุ์กับตัวเมีย โดยเฉลี่ยแล้วกุ้งเชอร์รี่จะออกไข่ครั้งละประมาณ 7-30 ฟอง ขึ้นอยู่กับขนาดและความพร้อมของกุ้งเชอร์รี่เพศเมีย เมื่อกุ้งแคระวางไข่จะปล่อยไข่เกาะติดไว้บริเวณขาว่ายน้ำ โดยขาว่ายน้ำจะโบกพัดตลอดเวลา เพื่อจัดเรียงไข่และเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้สัมผัสกับไข่ ระยะเวลาในการอุ้มไข่ประมาณ 1 เดือน ไข่ของกุ้งเชอร์รี่จะมีทั้งสีเหลือง สีเขียว และสีขาว

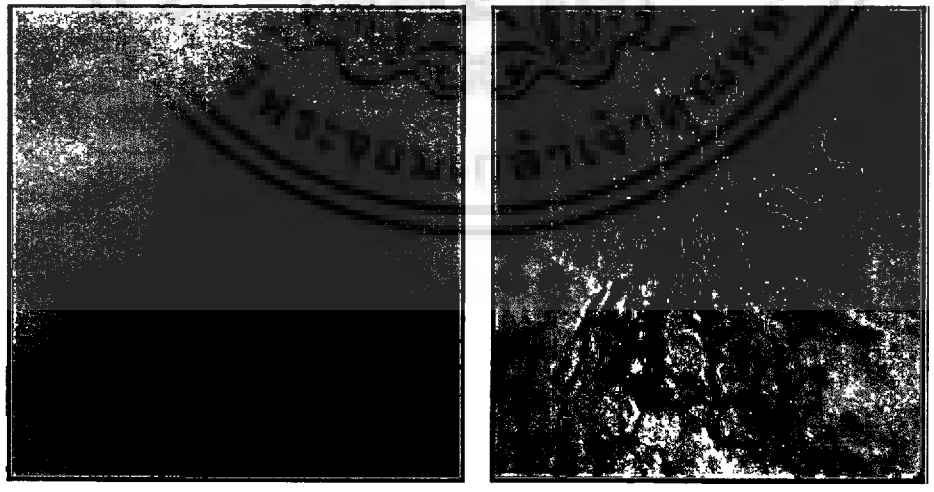
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2. ลักษณะของเม็ดสีของกุ้ง

สีกุ้งเป็นปัจจัยที่สามารถกำหนดราคา สีกุ้งเกิดจากเม็ดสี (pigments หรือ chromatophores) จำนวนมากที่ปรากฏอยู่บนส่วนต่างๆ ของกุ้ง ซึ่งมีความหนาแน่นและการแพร่กระจายแตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงสีภายนอกของกุ้งเชอร์รี่ เกิดจากการกระจายและการรวมกลุ่มของเม็ดสี ซึ่งรูปแบบการแตกแขนงหรือการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของเม็ดสี เกิดจากการปรับตัวและควบคุมทางสรีรวิทยา ทำให้เกิดรูปแบบของเม็ดสีเป็นแบบรวมกลุ่มหรือกระจาย (ภาพที่ 3-3) และการหดตัวของเม็ดสี ซึ่งจะส่งผลให้กุ้งเชอร์รี่มีสีเข้มขึ้นหรือซีดลง (Eric and Chien, 2011) Bauer (1981) ได้กล่าวว่า สีและรูปแบบของเม็ดสีประกอบด้วยเม็ดสีภายใน chromatosomes จะสร้างอยู่ภายใต้ชั้นเปลือกของกุ้งทะเล (*Heptacarpus pictus* และ *H. paludicola*) เปลือกภายนอกของกุ้งชนิดนี้มีกระบวนการเกิดเม็ดสียังไม่ชัดเจน โดยเม็ดสีเกิดขึ้นภายใต้เปลือกชั้นนอก ซึ่งอยู่ลึกลงไปในเนื้อเยื่อของกุ้งทั้งสองชนิดนี้ ซึ่งเม็ดสีพื้นฐานมีอยู่ 4 ชนิด ได้แก่ แดง เหลือง แดงขาว และแดงเหลือง ซึ่งเม็ดสีแต่ละชนิดจะมีลักษณะเป็นแบบแพร่กระจาย (ตารางที่ 3-1)



ภาพที่ 3-2 กุ้งเชอร์รี่เพศเมียและกุ้งเชอร์รี่เพศผู้
ที่มา : http://www.kapank.com/pets/contents/shrimp/cherry/cherry.html



ภาพที่ 3-3 ลักษณะเม็ดสีของกุ้งเชอร์รี่แบบกระจาย
ที่มา : Eric and Chien (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ผลของสีพื้นหลังที่ส่งผลต่อเม็ดสี

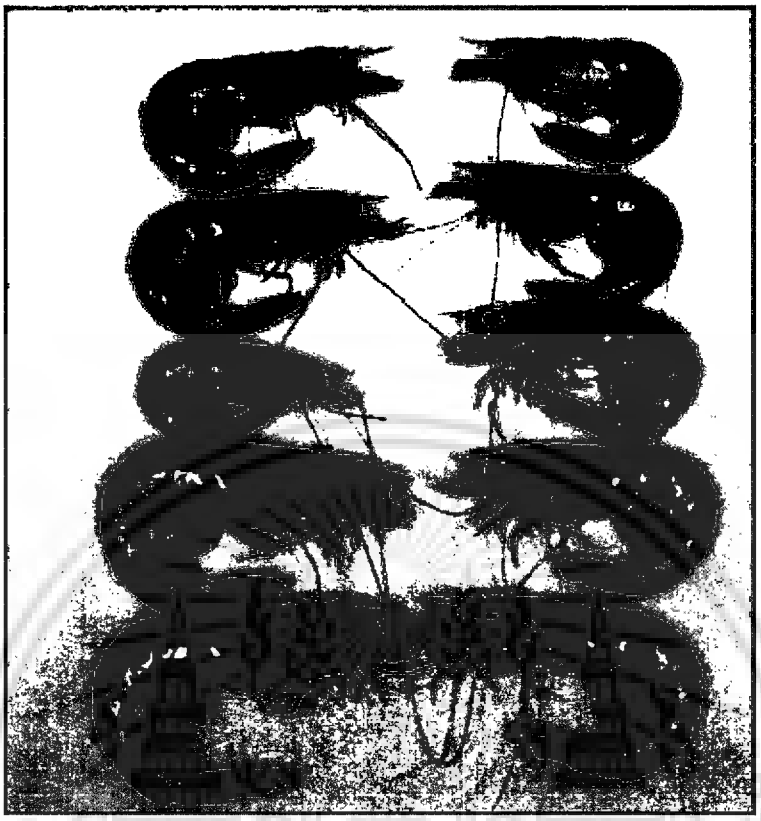
Tume *et al.* (2009) ได้รายงานไว้ว่า การเปลี่ยนแปลงสีกุ้งกุลาดำเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสีของกุ้ง ซึ่งเกิดจากกุ้งกุลาดำมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน โดยการอำพรางตัวให้กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมที่อาศัยอยู่ ต่อมาได้นำกุ้งกุลาดำมาเลี้ยงในถังสีดำและถังสีขาวเป็นเวลา 28 วัน แล้วนำมาต้มสุกเพื่อเปรียบเทียบสี พบว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในถังสีดำมีสีเข้มกว่าถังสีขาว (ภาพที่3- 4)

ตารางที่ 3-1 ลักษณะเม็ดสีของกุ้งทะเลชนิด *Heptacarpus pictus* และ *H. paludicola*)

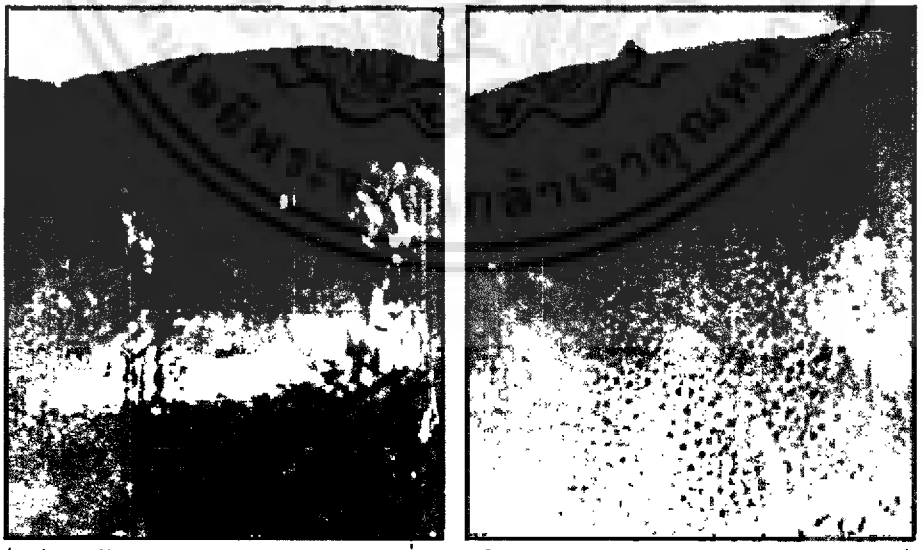
	Relative pigment dispersion	Chromatosome diagram	Relative chromatosome density	Color of body region
	red, low; white, high	W, r	abundant	white
	red, moderate to high; white, high		abundant	pink to red-purple
	moderate to high		moderate to abundant	red-brown to black
	low to moderate		low to moderate	transparent to faint yellow
	high		abundant	green
	red, low; yellow, high	y, r	abundant	aquamarine
	red, moderate to high; yellow, high		abundant	red-brown to black
	red and yellow simultaneously moderate to high	y, r	abundant	brown

ที่มา : Bauer (1981)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



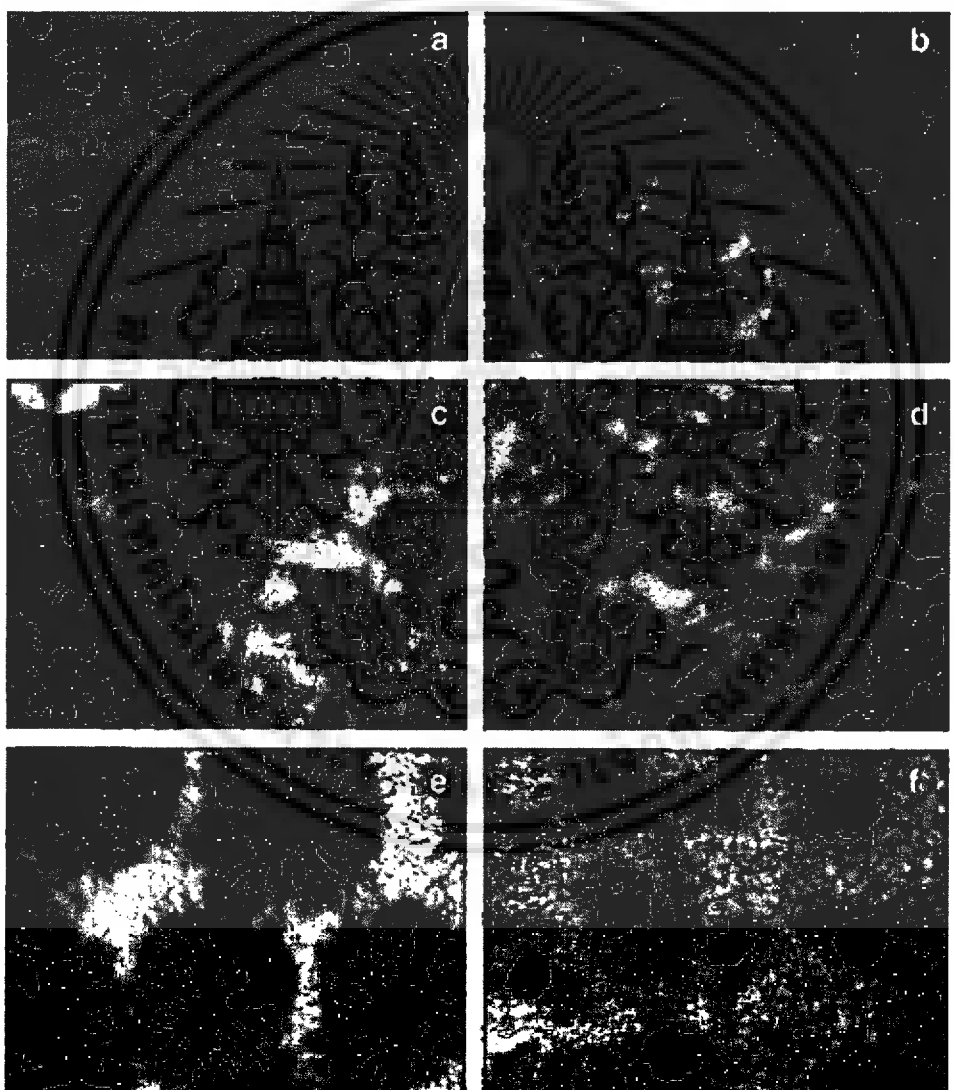
ภาพที่ 3-4 สีกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในถังสีดำ (ซ้าย) และถังสีขาว (ขวา) เป็นเวลา 28 วัน
ที่มา : Tume *et al.* (2009)



ภาพที่ 3-5 เม็ดสีของกุ้งกุลาดำบริเวณปล้องแรก ที่เติบโตในถังสีดำ (ซ้าย) และถังสีขาว (ขวา) เป็นระยะเวลา 28 วัน
ที่มา: Tume *et al.* (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการถ่ายรูปปล้องแรกของกุ้งกุลาดำ พบว่ากุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในถังสีดำ ปรากฏมีเม็ดสีขึ้นอยู่หนาแน่น จนมองเห็นเป็นสีเข้ม ส่วนกุ้งที่เลี้ยงในถังสีขาวพบว่า มีเม็ดสีน้อยกว่า และเห็นเม็ดสีกระจายอยู่ทั่วเปลือกชัดเจน (ภาพที่ 3-5) นอกจากนั้น Tume *et al.* (2009) ยังทำการทดลองโดยนำกุ้งที่เลี้ยงในถังสีขาวนำมาเลี้ยงในถังสีดำ พบว่าเมื่อเริ่มทดลอง เม็ดสีมีปริมาณน้อย ลักษณะเป็นจุด เมื่อผ่านไป 3 ชั่วโมง เม็ดสีมีขนาดใหญ่ขึ้นและแพร่กระจายมากขึ้น และเมื่อ 7 วัน เม็ดสีมีการแพร่กระจายมาก สามารถเห็นได้ชัดเจน (ภาพที่ 3-6a, 3-6b และ 3-6c) และในทางกลับกันได้นำกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงในถังสีดำ มาเลี้ยงในถังสีขาว พบว่าเมื่อเริ่มทดลองเม็ดสีมีปริมาณและการแพร่กระจายมาก หลังจาก 7 ชั่วโมง เม็ดสีมีการแพร่กระจายน้อยลง หลังจาก 7 วัน เม็ดสีจึงมีขนาดเล็กลง จนเห็นเป็นลักษณะเป็นจุดไม่มีการแพร่กระจายของเม็ดสี (ภาพที่ 3-6b, 3-6d และ 3-6f



ภาพที่ 3-6 ลักษณะของเม็ดสีของกุ้งกุลาดำบริเวณปล้องแรกที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาหลังจาก เปลี่ยนถังเลี้ยงพื้นสีขาวไปยังพื้นสีดำระยะเวลา 0 ชั่วโมง (a), 3 ชั่วโมง (c), 7 วัน (e) และ ถังพื้นสีดำไปยังพื้นสีขาว 0 ชั่วโมง (b), 3 ชั่วโมง (d), 7 วัน (f)

ที่มา : Tume *et al.* (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tomoji (1963) ได้ทดลองเปลี่ยนสีพื้นหลังซ้ำ สลับกันระหว่างถังสีขาวและสีดำ ซึ่งทดลองในกุ้งทะเล (*Palaemon paucidens*) โดยนำกุ้งทะเลเลี้ยงในถังสีดำเป็นเวลา 1 ชั่งโมงแล้วทำการวัดเม็ดสี จากนั้นย้ายลงถังสีขาวเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วทำการวัดเม็ดสี ซึ่งจะทำซ้ำกัน 5 ครั้ง ซึ่งผลออกมาว่าเม็ดสีที่เป็นสีแดงมีการขยายขนาดเม็ดสีเมื่ออยู่ในถังสีดำ และเมื่อนำกุ้งทะเลลงถังสีขาว เม็ดสีที่เป็นสีแดงจะเกิดหารหดตัว และในทางกลับกันเม็ดสีที่เป็นสีขาวจะหดตัวเมื่ออยู่ในถังสีดำ และมีการขยายตัวของเม็ดสีเมื่ออยู่ในถังสี

2.4 ผลของความเป็นกรด-ด่าง ที่ส่งผลต่อกุ้ง

ผลการทดลองของ Chen and Chen (2003) ได้ทำการศึกษาในกุ้งก้ามกราม (*Macrobrachium rosenbergii*) โดยการทดสอบการเจริญเติบโตในระดับความเป็นกรด-ด่างที่ 5.6, 6.2, 6.8, 7.4 และ 8.2 พบว่าหลังจาก 42 วัน น้ำหนักและความยาว มีนัยสำคัญต่ำกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่าง 8.2 จากการศึกษาของ Wang *et al.* (2002) พบว่ากุ้ง *Penaeus chinensis* อยู่รอดได้ดีที่ ความเป็นกรด-ด่าง 7.0, 7.6 และ 8.0 โดยมีอัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรด-ด่าง 6.0 มีอัตรารอดอยู่ที่ 65.5 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเป็นกรด-ด่าง 8.5 มีอัตรารอด 71.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในความเป็นกรด-ด่าง 6.0 และ 8.5 มีนัยสำคัญต่ำกว่าที่ความเป็นกรด-ด่าง 7.0, 7.6 และ 8.0 Vijayan and Diwan (1995) รายงานไว้ว่า กุ้ง *Penaeus indicus* ที่ทดลองในความเป็นกรด-ด่าง 6 และ 9 มีอาการอ่อนแอ และว่ายน้ำผิดปกติ และที่ความเป็นกรด-ด่าง 7 และ 8 สามารถลอกคราบได้อย่างสมบูรณ์และมีลักษณะแข็งแรงดี อัตราการกินอาหารอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ซึ่งจากการทดลองพบว่า ความยาว น้ำหนัก และระยะการลอกคราบที่ดีที่สุดของกุ้ง *Penaeus indicus* อยู่ที่ความเป็นกรด-ด่าง 8

2.5 ผลของอุณหภูมิ ที่ส่งผลต่อกุ้ง

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำเกิดขึ้นตามสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศ เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อสัตว์น้ำทั้งทางตรงและทางอ้อมอุณหภูมิส่งผลต่อการละลายของออกซิเจนในน้ำ ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมของกุ้ง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลงและส่งผลต่อการกินอาหาร การว่ายน้ำ การย่อยอาหารและการขับถ่ายของเสีย ซึ่งมีผลเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำลง (Chen and Kou, 1996) โดยทั่วไปกุ้งก้ามกรามสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 26-31 องศาเซลเซียส (New and Singholka, 1985) แต่ Niu *et al.* (2003) ศึกษาโดยการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามระยะโพสลาวาร์พบว่าที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส กุ้งก้ามกรามสามารถกินอาหารและบริโภคออกซิเจนได้ดีกว่าที่ระดับอุณหภูมิ 23 และ 28 องศาเซลเซียส และ Tidwell *et al.* (2005) รายงานว่ากุ้งก้ามกรามสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เนื่องจากกุ้งก้ามกรามสามารถนำออกซิเจนที่ละลายไปใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึมได้ดี (New and Valenti, 2000)

ชลอและคณะ (2552) รายงานว่าผลการทดลองการเปรียบเทียบการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม พบว่าปริมาณการกินอาหารเฉลี่ยในแต่ละมื้อในกลุ่มที่อุณหภูมิของน้ำ 33±1 องศาเซลเซียส ที่ได้รับอาหารอย่างเต็มที่ภายในเวลา 2 ชั่วโมง จะกินอาหารมากกว่าในกลุ่ม 29±1 องศาเซลเซียส (กลุ่มควบคุมที่ให้อาหารในระดับมื้อละ 1 % ของน้ำหนักตัวโดยไม่มีการเพิ่มอาหาร) ถึง 0.438 กรัมหรือ คิดเป็น 36.5% ซึ่งจะสอดคล้องกับการศึกษาของ Ponce-Palafox *et al.* (1997) ที่รายงานว่ากุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในน้ำที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิสูงกว่าการกินอาหารก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลของอุณหภูมิต่อการดูดซึมของอาหารในลำไส้กุ้ง ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร (digestibility) ของกุ้งที่เลี้ยงในน้ำอุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียสกับ 33±1 องศาเซลเซียส พบว่าในการย่อยคาร์โบไฮเดรตไขมันและโปรตีนทั้งสองอุณหภูมิไม่แตกต่างกัน ผลของอุณหภูมิและปริมาณการให้อาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาว ผลการศึกษาพบว่าในช่วง 2 สัปดาห์แรกกุ้งในกลุ่มที่ 3 ที่ให้อาหารมากที่สุดมีการเจริญเติบโตสูงที่สุด ในขณะที่ กลุ่มที่ 2 มีการเจริญเติบโตต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับในกลุ่มที่ 1 คือ อุณหภูมิ 29±1 องศาเซลเซียส ที่ให้อาหารตามปกติกุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย 20.00±1.25 กรัมซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ 3 แต่มีอัตราการรอดตายสูงถึง 96.00±4.00 % ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่ 3 ส่วนในกลุ่มที่ 2 ที่มีอุณหภูมิน้ำสูง (33±1^{O}C) มีการเจริญเติบโตต่ำที่สุดคือมีน้ำหนักเฉลี่ย 18.20±1.98 กรัมแต่มีอัตราการรอดตายถึง 91.67±0.57 % ในส่วนของอัตราการแลกเนื้อของกุ้งในกลุ่มที่ 3 มีค่าสูงที่สุดคือ 2.71+0.10 ผลจากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการกินอาหารการเจริญเติบโตอัตราการรอดตายและคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) มีรายงานการศึกษาในกุ้งขาวแวนนาไมที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กรัม กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ส่วนกุ้งที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 10 กรัม พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส กุ้งมีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ (Wyban *et al.*, 1995) แต่สำหรับในการอนุบาลลูกกุ้งระยะโพสลาวามีการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิกับการเจริญเติบโตและอัตรารอดตายในกุ้งทะเลโดย Kuman and Tufan (2000) รายงานว่าการเลี้ยงกุ้ง *Penaeus semisucatus* ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในอุณหภูมิที่ 22, 24, 26 และ 30 องศาเซลเซียส แต่มีอัตราการรอดตายเพียง 40% เช่นเดียวกันกับที่มีรายงานในกุ้ง *P. monodon* ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายต่ำ (Parado-Estepa, 1998) สำหรับกุ้ง *P. Indicus* ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงกุ้งมีการลอกคราบบ่อยขึ้นแต่การเจริญเติบไม่ได้เพิ่มขึ้น (Vijayan and Divan, 1995) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำมากกว่าระดับที่เหมาะสมถ้ามีการให้อาหารตามปริมาณที่กุ้งสามารถกินได้จริงตลอดระยะเวลาการเลี้ยงซึ่งใช้เวลานานจะทำให้คุณสมบัติของน้ำเสื่อมลงจนถึงระดับที่มีผลต่อสุขภาพกุ้ง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งช้าลง และถ้าคุณสมบัติของน้ำเสื่อมลงอย่างต่อเนื่องจากการถ่ายน้ำไม่เพียงพอ กุ้งที่อ่อนแอบางส่วนจะทยอยตายอัตราการรอดตายก็จะลดลง (ชลอและคณะ, 2552)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 อุปกรณ์การลี้ยงกุ้ง ได้แก่ ตู้กระจกขนาด 15x30x15 เซนติเมตร ถังไฟเบอร์สีขาว หัวทรายสายอากาศ ท่อ PVC ขนาด 2 เซนติเมตร

3.1.2 อุปกรณ์การถ่ายภาพ ได้แก่ กล้องสเตอริโอพร้อมกล่องถ่ายภาพ ชุดนับจำนวนเม็ดสี

3.1.3 อุปกรณ์วัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) กล้องวัดความเค็ม (salinometer) เครื่องวัด DO meter เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเกิดสีของกุ้งแครสวยงาม

3.2.1.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มี 4 ชุดการทดลอง. ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง 6, 7, 8 และ 9 แต่ละชุดการทดลอง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3.2.1.2 วิธีการทดลอง

(1) เตรียมสัตว์ทดลอง และชุดการทดลอง โดยคัดกุ้งเชอร์รี่ที่มีขนาดใกล้เคียงกัน ขนาดประมาณ 1.5 เซนติเมตร จำนวน 120 ตัว เพื่อปรับสภาพแล้วปล่อยลงชุดการทดลองละ 10 ตัว

(2) การเตรียมสารใช้สำหรับปรับความเป็นกรด-ด่างในน้ำ นำสารละลายกรดซัลฟิวริก 0.2 N เตรียมโดยนำกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 500 มิลลิลิตร จากนั้นเก็บสารลงในขวดแก้วเก็บสาร เตรียมสารละลายคาร์บอเนต-ไบคาร์บอเนตโดยใช้สาร 2 ชนิดคือ 0.2 M anhydrous sodium carbonate และ 0.2 M sodium bicarbonate โดยผสมกันในอัตราส่วน 45 มิลลิลิตร และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 200 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปเก็บในขวดเก็บสาร

(3) การปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำที่เลี้ยงกุ้งเชอร์รี่ในหน่วยทดลอง ให้ได้ความเป็นกรด-ด่างที่ 6, 7 และ 8 โดยใช้สารละลายกรดซัลฟิวริก 0.2 N เป็นตัวปรับ และที่ความเป็นกรด-ด่าง 9 ใช้สารละลายคาร์บอเนต-ไบคาร์บอเนต เป็นตัวปรับโดยในการปรับจะค่อยๆ หยดสารลงหน่วยทดลอง โดยมีเครื่อง pH meter คอยวัดค่าจนน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างตามที่ต้องการ ซึ่งจะทำการปรับทุกวัน วันละครั้งตลอดการทดลองทั้งหมด 7 สัปดาห์

(4) การนับเม็ดสี โดยสุ่มกุ้งเชอร์รี่จากทุกๆ หน่วยทดลอง หน่วยละ 3 ตัว เพื่อไปถ่ายรูปด้วยกล้อง stereo แบบถ่ายรูปได้ โดยถ่ายบนลำตัวทั้งหมด ทำการถ่ายรูปสัปดาห์ละครั้ง เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ นับจำนวนเม็ดสีบริเวณลำตัว และนำข้อมูลจำนวนเม็ดสีที่นับได้มาทำการทดสอบทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงรังไข่ของกุ้งแครสวยงาม

3.2.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) มี 4 ชุดการทดลอง ได้แก่ ความเค็มที่ระดับ 0, 4, 8 และ 12 ppt แต่ละชุดการทดลอง ทำ 3 ซ้ำ

3.2.1.2 วิธีการทดลอง

(1) คัดกุ้งเชอร์รี่เพศเมีย ที่ปรากฏรังไข่ชัดเจน ขนาดประมาณ 2.0-2.5 เซนติเมตรและการเลี้ยงกุ้งเชอร์รี่ที่มีการพัฒนาของรังไข่จำนวน 5 ตัว ต่อชุดการทดลอง ค่อยๆ ปรับความเค็มวันละ 2 ppt จนได้ระดับความเค็ม 0, 4, 8 และ 12 ppt เลี้ยงกุ้งเชอร์รี่เป็นระยะเวลา 24 วัน

(2) บันทึกภาพถ่ายการพัฒนาของรังไข่ โดยนำกุ้งเชอร์รี่มาถ่ายภาพรังไข่ด้วยกล้อง stereo ทุกๆ 3 วัน และนำภาพถ่ายกุ้งเชอร์รี่ในแต่ละระดับความเค็มมาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของรังไข่มาวิเคราะห์ผล

3.2.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ และลักษณะเนื้อเยื่อเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งแครสวยงาม

3.2.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองที่ควบคุมอุณหภูมิในรูปแบบต่างกันดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อุณหภูมิ 27-28 องศาเซลเซียส เลี้ยงกุ้งแครในโหลพลาสติกแล้วนำไปลอยน้ำไว้ในตู้ปลา

ชุดการทดลองที่ 2 อุณหภูมิ 28-29 องศาเซลเซียส เลี้ยงกุ้งแครในโหลพลาสติกในอุณหภูมิห้อง

ชุดการทดลองที่ 3 อุณหภูมิ 29-30 องศาเซลเซียส เลี้ยงกุ้งแครในโหลพลาสติกลอยน้ำในตู้ปลาที่มีการใส่ฮีตเตอร์

แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ

3.2.1.2 วิธีการทดลอง

(1) เตรียมโฟมขนาด 41.5x18x2.5 เซนติเมตร เจาะรูปเป็นวงกลม จำนวน 8 วง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 18 เซนติเมตร

(2) เตรียมภาชนะพลาสติกขนาด 5 ลิตร ใส่น้ำลงไปในภาชนะขนาด 4 ลิตร ใส่ลงในโฟมที่เจาะรูไว้ แล้วนำภาชนะไปลอยในตู้ปลาขนาด 50.7x93x48 เซนติเมตร รองพื้นภาชนะด้วยหิน ผูกมอสกับขอนไม้แล้วใส่ลงไปในภาชนะ

(3) สุ่มกุ้งแครจำนวน 20 ตัวต่อโหลที่มีน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 0.005 กรัม ให้อากาศตลอดเวลาและให้อาหารกุ้งสำเร็จรูปวันละ 2 มื้อ เวลา 08.30 และ 16.30 นาฬิกา ในระหว่างการเลี้ยงเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุก 1 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 60 วัน

(4) ตรวจเช็คน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและการตายของกุ้งแต่ละชุดการทดลองเมื่อสิ้นสุดการทดลอง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์อัตรารอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเก็บตัวอย่างกุ้งแคระทุกชุดการทดลอง เพื่อศึกษาลักษณะทางเนื้อเยื่อ โดยผ่านขั้นตอนตามวิธีมาตรฐานของ Humason (1979)

(6) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกๆ 1 สัปดาห์ ตามวิธีการใน standard methods for the examination of water and wastewater (APHA, 2005) ได้แก่ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ส่วนอุณหภูมิ (temperature) และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen; DO) วัดด้วยเครื่อง DO meter ความเป็นกรด-ด่าง วัดด้วยเครื่อง pH meter

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test ด้วยโปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการศึกษาระดับความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อการเกิดสีของกุ้งแคระสวยงาม

4.1.1 จำนวนเม็ดสีบนลำตัวกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในระดับความเป็นกรด-ด่างต่างกัน

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างต่อการเกิดจำนวนเม็ดสีบนลำตัวกุ้งเชอร์รี่ พบว่าความเป็นกรด-ด่างมีผลต่อการเกิดจำนวนเม็ดสีบนตัวกุ้งแคระแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่ากุ้งแคระที่เลี้ยงในน้ำที่มีความเป็นกรด-ด่าง 7 จะมีเม็ดสีเกิดขึ้นมากที่สุดและจำนวนเม็ดสีจะลดลงเมื่อความเป็นกรด-ด่างลดลงหรือเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยความเป็นด่างมากจะทำให้เม็ดสีเกิดขึ้นน้อยกว่าน้ำที่มีสภาพเป็นกรด นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนเม็ดสีบนตัวกุ้งเชอร์รี่จะเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 3-2)

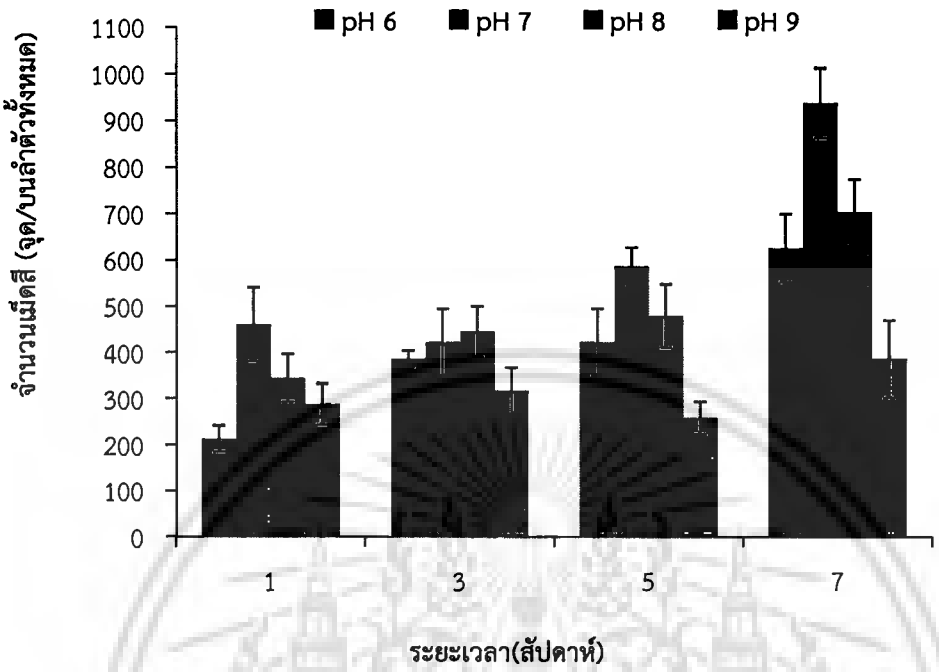
ตารางที่ 3-2 จำนวนเม็ดสีบริเวณลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่างต่างกัน

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ความเป็นกรด-ด่าง			
	6	7	8	9
1	213.1±28.5^{b}	461.8±79.9^{a}	344.7±51.8^{ab}	288.2±44.8^{ab}
3	385.2±18.3^{a}	421.7±73.1^{a}	445.8±55.0^{a}	316.5±50.8^{a}
5	422.8±72.9^{ab}	586.8±40.4^{a}	479.5±68.6^{a}	257.5±35.6^{b}
7	626.7±73.1^{bc}	937.5±74.7^{a}	703.5±70.8^{ab}	385.6±84.8^{c}

หมายเหตุ : อักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวนอนแสดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

ผลการทดสอบทางสถิติจากตารางที่ 3-2 สามารถนำมาสร้างกราฟเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละระดับความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งพบว่าในช่วงสัปดาห์ 1, 3 และ 5 ยังไม่เห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อเข้าสัปดาห์ที่ 7 พบความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยที่ความเป็นกรด-ด่าง 7 พบจำนวนเม็ดสีมากที่สุด และความเป็นกรด-ด่าง 9 พบว่ามีจำนวนเม็ดสีเกิดน้อยที่สุด (ภาพที่ 3-7)

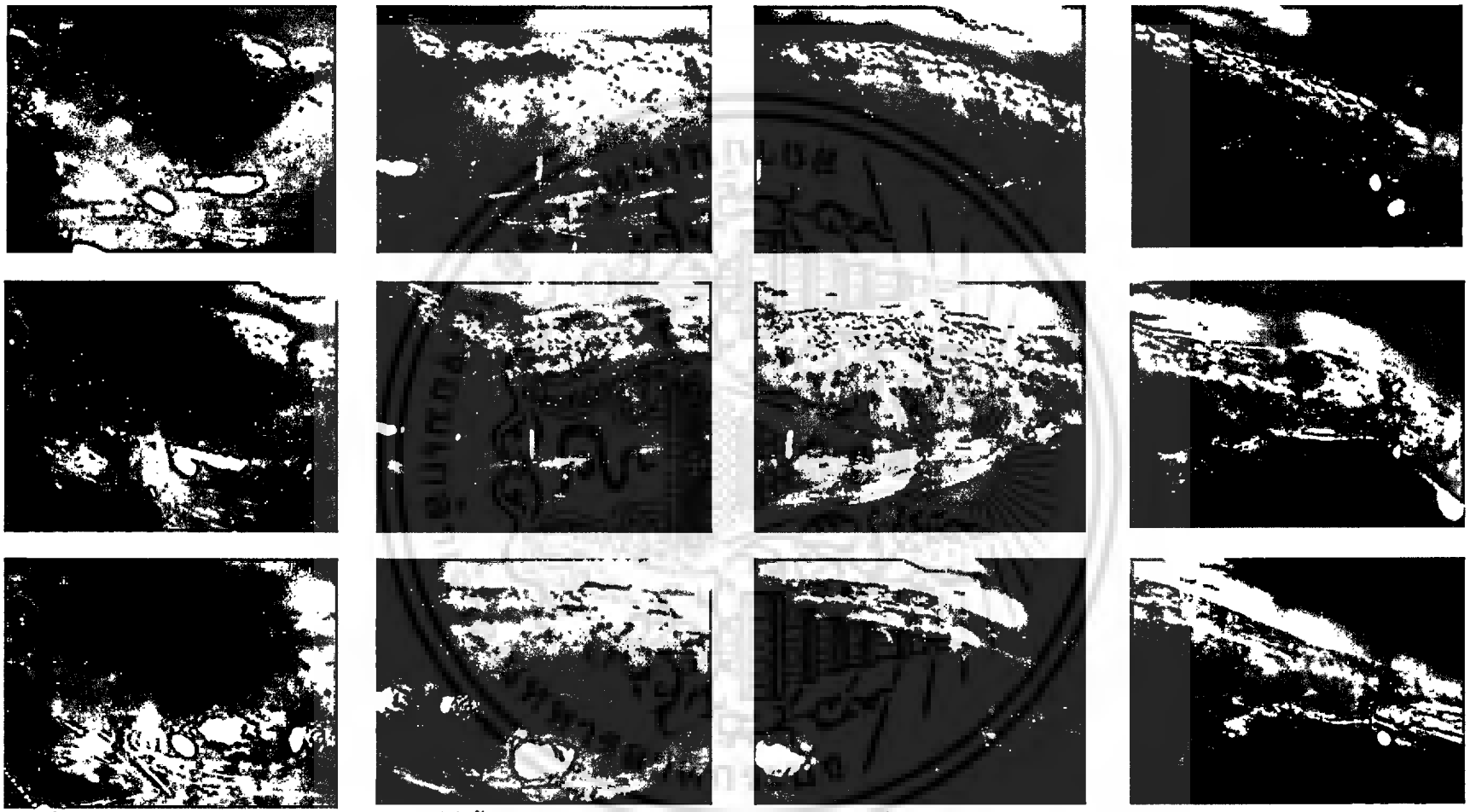
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



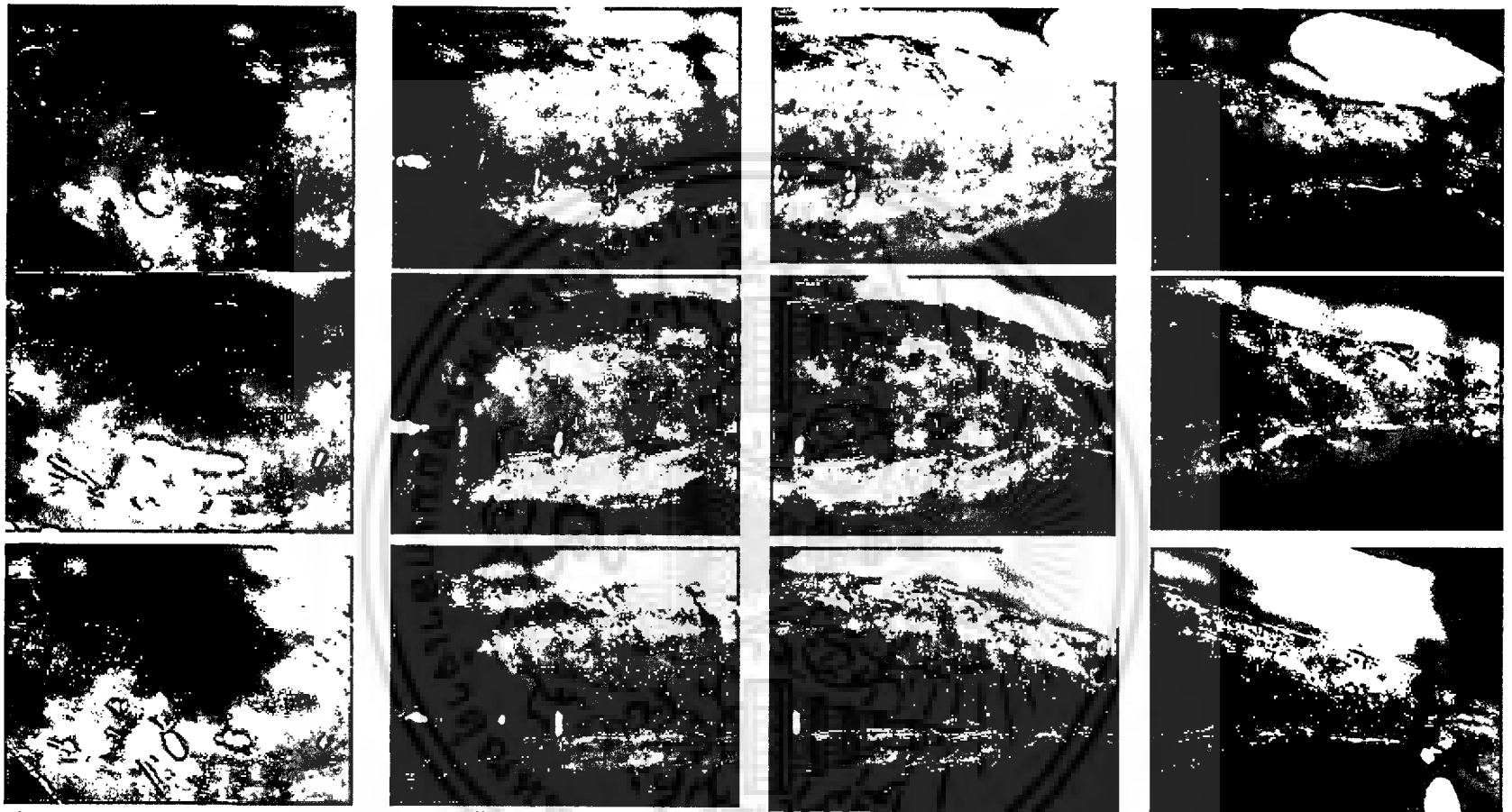
ภาพที่ 3-7 จำนวนเม็ดสีบนตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่างที่ต่างกันเป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์

ผลการทดลองจะเห็นได้ว่าสีแดงบนตัวกุ้งเชอร์รี่เกิดจากเม็ดสีจำนวนมากความหนาแน่นของเม็ดสีขึ้นอยู่กับตำแหน่งส่วนต่างๆ ของกุ้งเชอร์รี ซึ่งจะพบเม็ดสีในแต่ละบริเวณแตกต่างกัน (ภาพที่ 3-8, 3-9, 3-10 และ 3-11) รายงานของ Wang *et al.* (2002) รายงานไว้ว่า กุ้ง *Penaeus chinensis* สามารถอยู่รอดได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 7-8 ซึ่งรายงานดังกล่าวนั้นสอดคล้องกับของ Vijayan and Diwan (1995) ได้รายงานไว้ว่า กุ้ง *Penaeus indicus* เจริญเติบโตแข็งแรงสมบูรณ์ดีที่ความเป็นกรดด่าง 7-8 แต่เม็ดสีที่ปรากฏไม่ได้เป็นผลมาจากความเป็นกรด-ด่างเพียงอย่างเดียว ยังมีอิทธิพลของสีพื้นหลังของหน่วยทดลองที่ใช้สีขาว ซึ่งกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในถังที่มีพื้นสีขาว จะมีสีซีดลง อันเนื่องมาจากผลของการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tume *et al.* (2009) ที่ทดลองนำกุ้งกุลาดำมาเลี้ยงในถังสีขาว พบว่าลักษณะของเม็ดสีมีจำนวนน้อยลง ขนาดของเม็ดสีเล็กลง และเม็ดสีมีการแพร่กระจายน้อย และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Tomoji (1963) พบว่ากุ้งทะเล *Palaemon paucidens* ที่เลี้ยงในสีพื้นสีขาว เม็ดสีที่เป็นสีแดงจะเกิดการหดตัว และเล็กลง ทำให้ปรากฏสีซีดลง

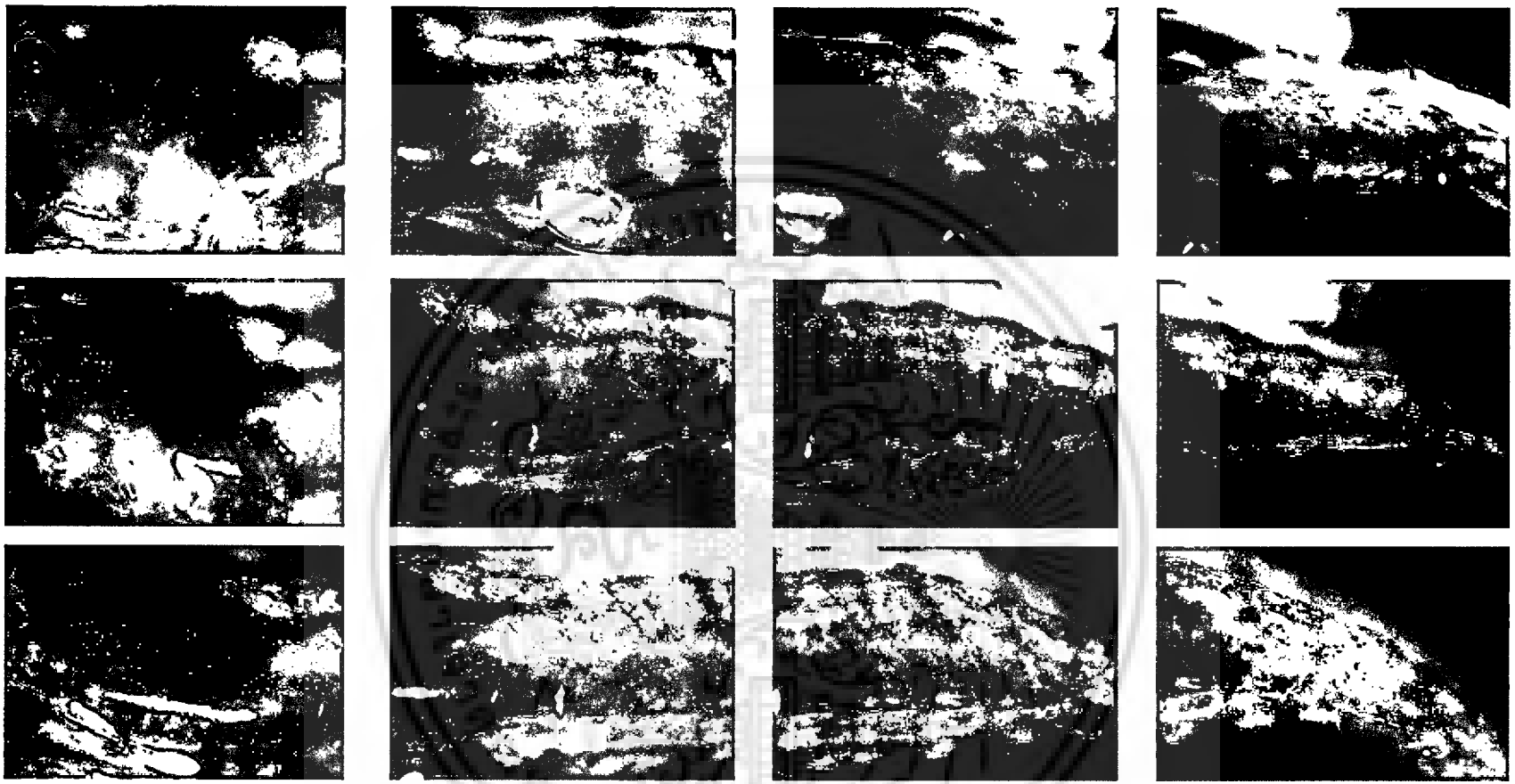
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



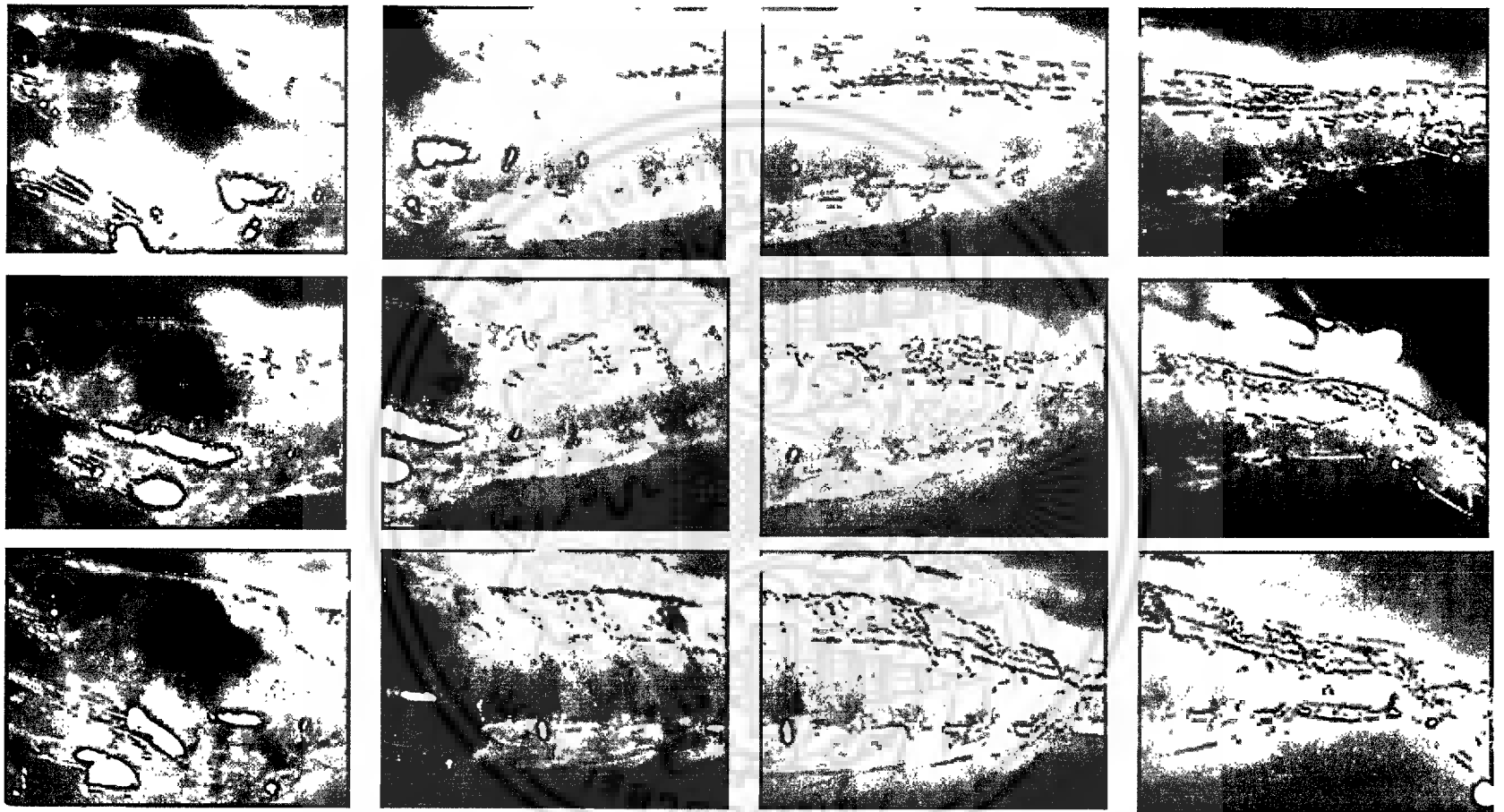
ภาพที่ 3-8 ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 6 ในสัปดาห์ที่ 7



ภาพที่ 3-9 ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 7 ในสัปดาห์ที่ 7



ภาพที่ 3-10 ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 8 ในสัปดาห์ที่ 7

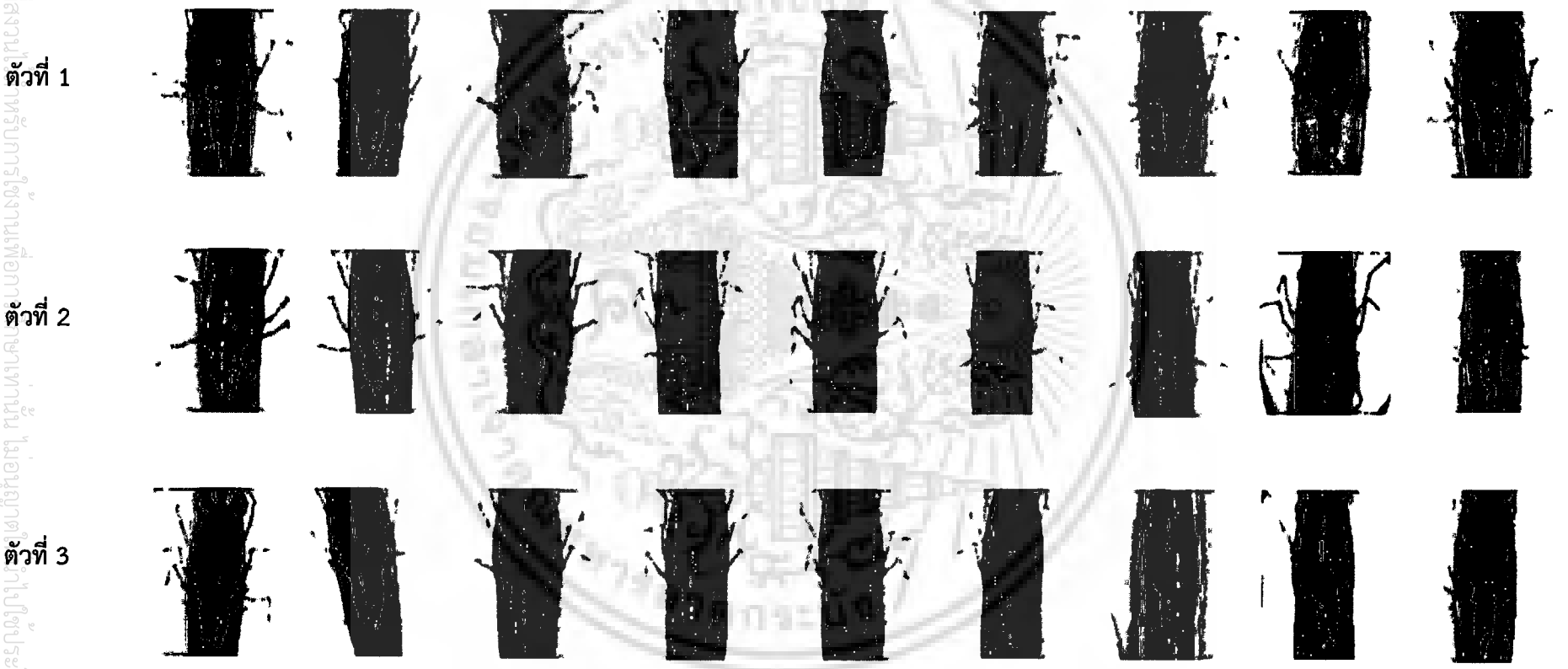


ภาพที่ 3-11 ลักษณะเม็ดสีบนลำตัวของกุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงภายใต้ความเป็นกรด-ด่าง 9 ในสัปดาห์ที่ 7

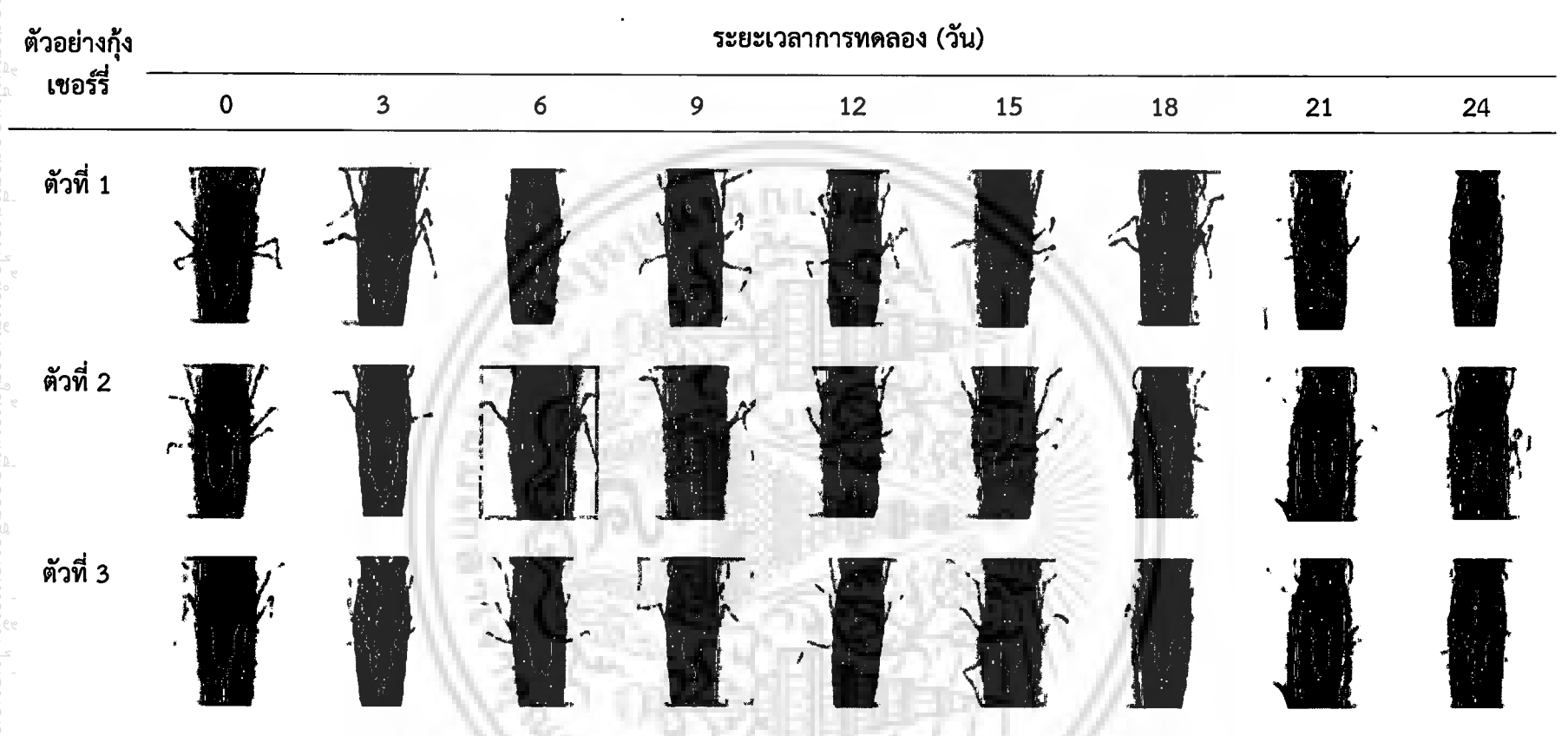
4.2 เพื่อศึกษาระดับความเค็มที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงรังไข่ของกุ้งแครสวยงาม

ผลการทดลองกุ้งเชอร์รี่เพศเมียกับความเค็ม 4 ระดับ ได้แก่ 0, 4, 8 และ 12 ppt จากการทดลองเป็นระยะเวลา 24 วัน พบว่ากุ้งเชอร์รี่สามารถอยู่รอดได้ดีที่ความเค็ม 0 และ 4 ppt ในระหว่างการทดลอง ที่ความเค็ม 8 ppt เริ่มพบการตายในวันที่ 12 ของวันที่ทำการทดลอง และในส่วนของความเค็ม 12 ppt พบว่ากุ้งเชอร์รี่เริ่มมีการตายในวันที่ 17 ของการทดลอง ซึ่งการตายปรากฏในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกัน ลักษณะรังไข่ของกุ้งเชอร์รี่ในความเค็ม 0 ppt มีการพัฒนาปกติ แต่ในความเค็ม 4, 8 และ 12 ppt เมื่อทำการเปรียบเทียบตลอดการทดลองพบว่ารังไข่มีลักษณะเล็กลง (ภาพที่ 3-12, 3-13, 3-14 และ 3-15) เนื่องจากสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงไม่เหมาะสม ทำให้รังไข่ของกุ้งไม่สามารถพัฒนาได้ เนื่องจากกุ้งเชอร์รี่เป็นกุ้งน้ำจืด ในการที่จะให้กุ้งสามารถพัฒนารังไข่ได้ดีนั้นจะต้องอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต เพื่อที่จะสามารถพัฒนารังไข่ให้สมบูรณ์พร้อมที่จะสร้างรังไข่เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์

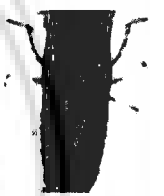
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3-12 รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 0 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน



ภาพที่ 3-13 รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 4 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน

ตัวอย่างกุ้งเชอร์รี่	ระยะเวลาการทดลอง (วัน)								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
ตัวที่ 1						*	*	*	*
ตัวที่ 2									
ตัวที่ 3					*	*	*	*	*

ภาพที่ 3-14 รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 8 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน

หมายเหตุ : * กุ้งเชอร์รี่ไม่สามารถอยู่รอดได้

ตัวอย่างกุ้งเชอร์รี่	ระยะเวลาการทดลอง (วัน)								
	0	3	6	9	12	15	18	21	24
ตัวที่ 1		**							
ตัวที่ 2		**				*	*	*	*
ตัวที่ 3		**					*	*	*

ภาพที่ 3-15 รังไข่กุ้งเชอร์รี่ที่เลี้ยงในความเค็ม 12 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน

หมายเหตุ : * กุ้งเชอร์รี่ไม่สามารถอยู่รอดได้, ** ไม่ได้ถ่ายภาพ

4.3 การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด การพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ และลักษณะเนื้อเยื่อเซลล์สืบพันธุ์ของกุ้งแคระ

4.3.1 ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแคระ

อุณหภูมิในแต่ละชุดการทดลองมีค่าอยู่ที่ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งแคระในโหลพลาสติกแล้วนำไปลอยน้ำไว้ในตู้ปลาที่อุณหภูมิ 27-28 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งแคระในโหลพลาสติกในอุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิ 28-29 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งแคระในโหลพลาสติกลอยน้ำในอุณหภูมิ 29-30 องศาเซลเซียส ผลจากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระที่ควบคุมอุณหภูมิในรูปแบบต่างๆ กัน 3 ระดับ พบว่าเมื่อทำการเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 60 วัน อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแคระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแต่ละกลุ่มมีน้ำหนักเริ่มต้นอยู่ที่ 0.01 กรัม ในกุ้งกลุ่มที่ 2 ที่ระดับอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 28.38±0.13 องศาเซลเซียส มีน้ำหนักเฉลี่ย 0.41±0.04 กรัม มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น 0.40±0.04 กรัม ส่วนกุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 3 ที่ระดับอุณหภูมิน้ำเฉลี่ย 29.71±0.04 องศาเซลเซียส มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด น้ำหนักเฉลี่ย 0.07±0.01 กรัม (ตารางที่ 3-3) จากการสังเกตการเจริญเติบโตของกุ้งแคระพบว่า กุ้งในชุดการทดลองที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตที่รวดเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่น หลังจากนั้นจะค่อยๆทยอยตายจนเหลือแต่กุ้งที่มีลักษณะแคระแกร็น มีรายงานการศึกษาในกุ้งขาวแวนนาไมที่มีน้ำหนักมากกว่า 10 กรัม กุ้งมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้าที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส ส่วนกุ้งที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 10 กรัม พบว่าที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส กุ้งมีการเจริญเติบโตที่เร็วกว่ากลุ่มที่เลี้ยงในอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้ (Wyban *et al.*, 1995) มีการศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิกับการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายในกุ้งทะเลโดย Kuman and Tufan (2000) รายงานว่าการเลี้ยงกุ้ง *Penaeus semisucatus* ที่อุณหภูมิ 34 องศาเซลเซียส กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากุ้งที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 22, 24, 26, และ 30 องศาเซลเซียส แต่มีอัตราการรอดตายเพียง 40%

ตารางที่ 3-3 เปรียบเทียบน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และค่า ± SE ของกุ้งแคระที่เลี้ยงในอุณหภูมิรูปแบบที่ต่างกัน 3 ระดับ ที่ระยะเวลา 30 วัน และ 60 วัน

Treatment	Temperature (°C)	น้ำหนักเริ่มต้น (g)	น้ำหนักเฉลี่ย (g)		น้ำหนักเพิ่มขึ้น (g)	
			30 วัน	60 วัน	30 วัน	60 วัน
1	27.00-28.00	0.01	0.06±0.01^{b}	0.37±0.02^{a}	0.05±0.01^{b}	0.36±0.02^{a}
2	28.00-29.00	0.01	0.12±0.02^{a}	0.41±0.04^{a}	0.11±0.02^{a}	0.40±0.04^{a}
3	29.00-30.00	0.01	0.04±0.01^{b}	0.07±0.01^{b}	0.03±0.00^{b}	0.06±0.01^{b}

หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.3.2 ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการรอดตาย

ผลของอุณหภูมิในแต่ละชุดการทดลองที่ 1, 2 และ 3 มีค่าอยู่ที่ 27.30±0.13, 28.38±0.14 และ 71±0.04 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากการทดลองการเลี้ยงกุ้งทั้ง 3 ชุดการทดลอง พบว่า เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 30 วัน อัตราการรอดตายของกุ้งมีค่าอยู่ที่ 80±3.55, 82.50±4.33 และ 66.25±3.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งต่อไปเป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าอัตราการรอดตายของกุ้งมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งอัตราการรอดตายของกุ้งแคระ อยู่ที่ 56.25±2.39, 61.25±2.39 และ 5.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3-4) จากการสังเกตการเจริญเติบโตของกุ้งแคระพบว่า เมื่อเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 30 วัน กุ้งมีอัตราการรอดตายค่อนข้างสูงในทุกชุดการทดลอง แต่เมื่อทำการเลี้ยงต่อเป็นระยะเวลา 60 วัน อัตราการรอดตายของกุ้งแคระมีอัตราการรอดตายลดลงเรื่อยๆ ซึ่งในชุดการทดลองที่ 3 จะมีอัตราการรอดตายต่ำที่สุด อันเนื่องมาจากระดับอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต นอกจากนี้มีรายงานว่าในกุ้ง *P. monodon* ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิ 33 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอดตายต่ำ (Parado-Estepa, 1998) สำหรับกุ้ง *P. Indicus* ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิสูงกุ้งจะมีการลอกคราบบ่อยขึ้นแต่การเจริญเติบโตไม่เพิ่มขึ้น (Vijayan and Divan, 1995)

ตารางที่ 3-4 อัตราการรอดตายและค่า ± SE ของกุ้งแคระที่เลี้ยงในอุณหภูมิรูปแบบที่ต่างกัน 3 ระดับ ที่ระยะเวลา 30 วัน และ 60 วัน

Treatment	Temperature (°C)	จำนวนกุ้งเริ่มต้น(ตัว)	ค่าเฉลี่ยจำนวนกุ้งสิ้นสุด (ตัว)		อัตรารอด (%)	
			30 วัน	60 วัน	30 วัน	60 วัน
1	27.00-28.00	20	16.00±0.70[a]	11.25±0.04[a]	80.00±3.55[a]	56.25±2.39[a]
2	28.00-29.00	20	16.50±0.86[a]	12.25±0.47[a]	82.5±4.33[a]	61.25±2.39[a]
3	29.00-30.00	20	13.25±0.62[b]	1.00±0.00[b]	66.25±3.14[b]	5.00±0.00[b]

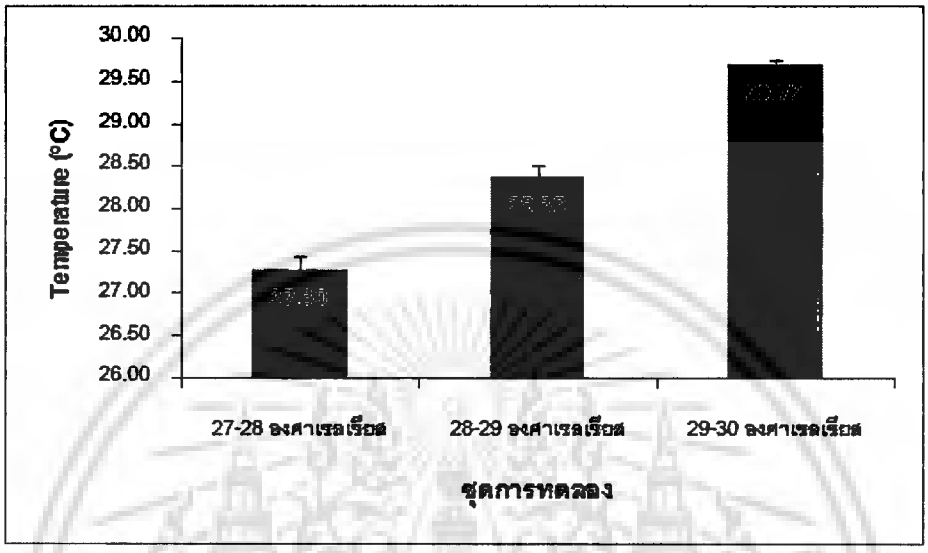
หมายเหตุ : ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.3.3 อุณหภูมิกับคุณภาพน้ำ

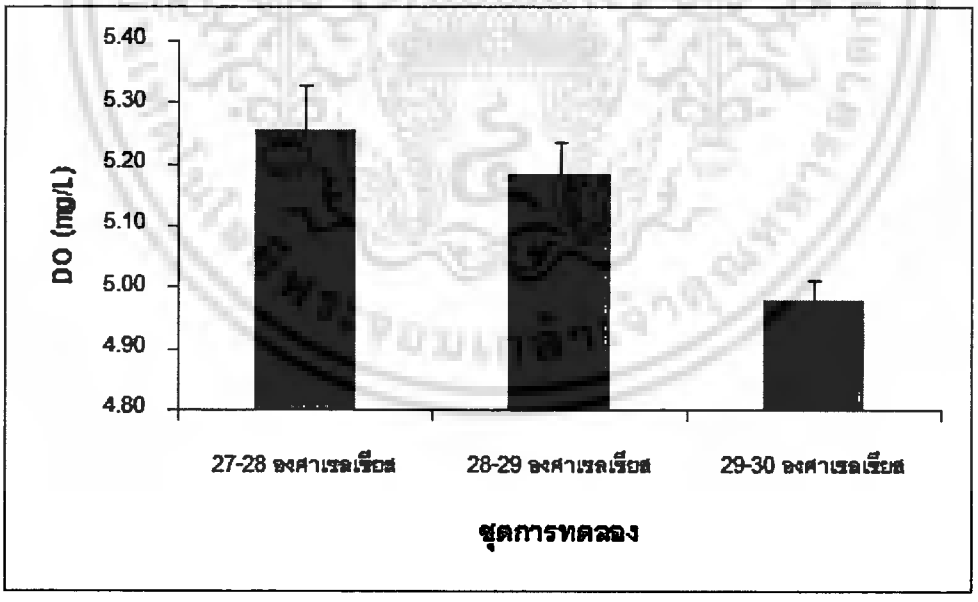
ผลจากการทดลอง เมื่อทำการเลี้ยงกุ้งแคระ และทำการเก็บผลของอุณหภูมิ ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลองมีค่าอยู่ที่ 28.30±0.13, 28.38±0.13 และ 29.71±0.04 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.71±0.10, 6.70±0.11 และ 6.92±0.09 และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่า 5.19±0.11, 5.26±0.07 และ 4.98±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3-16, 3-17 และ 3-18) ซึ่งภาวะการอิ่มตัวของออกซิเจน (DO saturation) ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 7.81 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส จะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ที่ 7.67 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ได้จากการทดลองมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน หรือน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อย เรียกว่า น้ำที่ยังไม่อิ่มตัว (unsaturation) อุณหภูมิจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง เนื่องจากกุ้งจัดอยู่ในกลุ่มของสัตว์เลือดเย็น (poikilotherms) ซึ่งอุณหภูมิของร่างกายสัตว์น้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของน้ำ อุณหภูมิมีผลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยจะเปลี่ยนแปลงเป็นปฏิภาคผกผันกับอุณหภูมิน้ำ เมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำก็จะลดลง นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่างด้วย กล่าวคือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลต่อการแตกตัวของไอออนทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย มีรายงานของ Chen and Kou (1996) ว่าอุณหภูมิส่งผลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายของออกซิเจนในน้ำ ซึ่งมีความจำเป็นต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมของกุ้ง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นออกซิเจนจะละลายในน้ำได้น้อยลงและส่งผลต่อการกินอาหาร การว่ายน้ำ การย่อยอาหารและการขับถ่ายของเสีย ซึ่งมีผลเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่ออุณหภูมิของน้ำต่ำลง

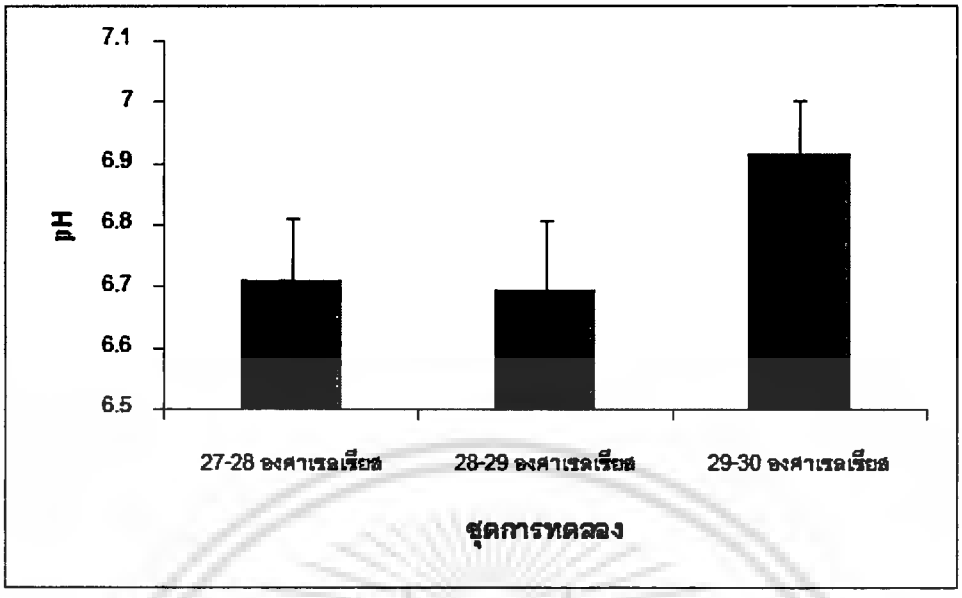


ภาพที่ 3-16 ระดับอุณหภูมิน้ำเฉลี่ยที่เลี้ยงกุ้งแคระในแต่ละชุดการทดลอง



ภาพที่ 3-17 ค่าเฉลี่ยของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ที่เลี้ยงกุ้งแคระในแต่ละชุดการทดลอง

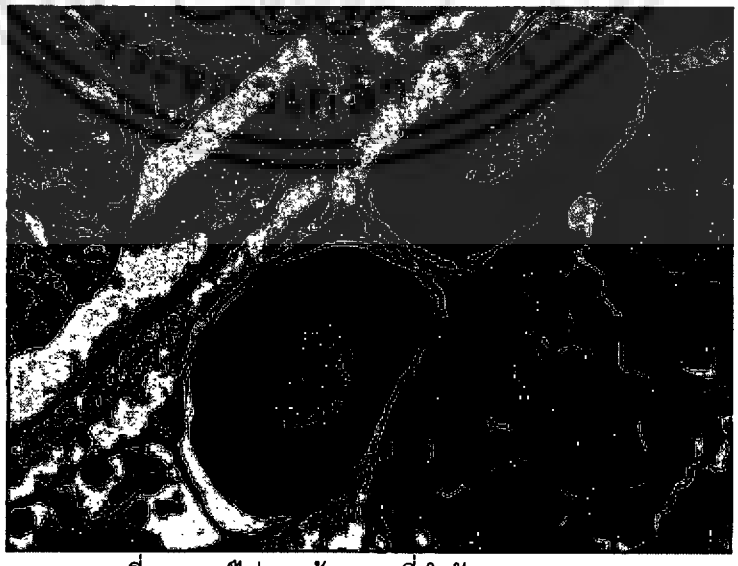
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3-18 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เลี้ยงกุ้งแคระในแต่ละชุดการทดลอง

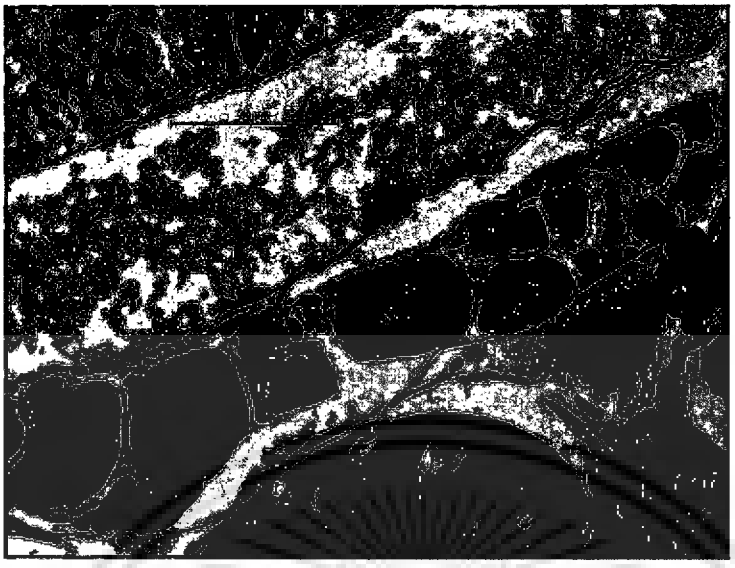
4.3.4 ผลของอุณหภูมิต่อลักษณะทางเนื้อเยื่อ

ในแต่ละชุดการทดลองมีค่าอยู่ที่ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงกุ้งแคระในโหลพลาสติกแล้วนำไปลอยน้ำไว้ในตู้ปลาที่อุณหภูมิ 27-28 องศาเซลเซียส ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงกุ้งแคระในโหลพลาสติกในอุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิ 28-29 องศาเซลเซียส และชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงกุ้งแคระในโหลพลาสติกลอยน้ำในอุณหภูมิ 29-30 องศาเซลเซียส ผลจากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระที่ควบคุมอุณหภูมิในรูปแบบต่างๆ กัน 3 ระดับ พบว่าเมื่อทำการเลี้ยงกุ้งเป็นระยะเวลา 60 วัน ลักษณะทางเนื่อเยื่อของกุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 1 และ 2 มีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ สามารถเห็นเซลล์ไข่ของกุ้งแคระได้ (ภาพที่ 3-19 และ ภาพที่ 3-20) ส่วนในชุดการทดลองที่ 3 ไม่พบเห็นเซลล์ไข่แต่เห็นเซลล์ของอสุจิแทน (ภาพที่ 3-21)

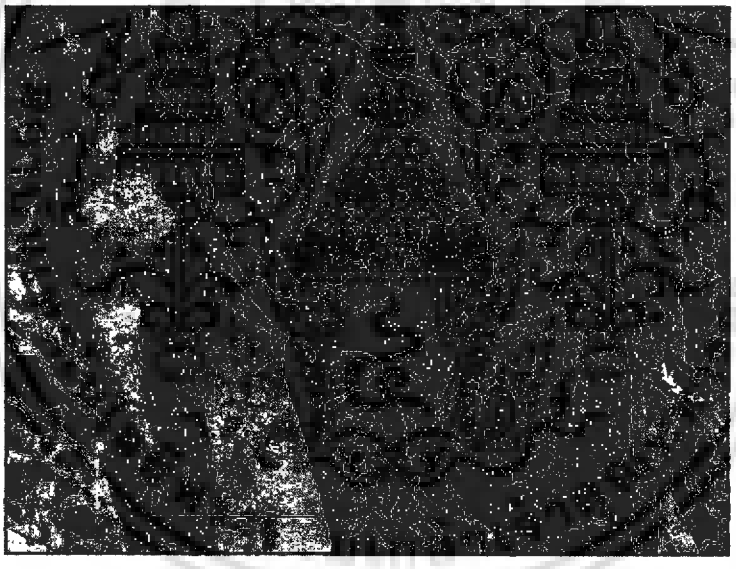


ภาพที่ 3-19 กุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 1 เซลล์ไข่ของกุ้งแคระที่กำลังขยาย 40x ระยะเวลา 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3-20 กุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 2 เซลล์ไข่ของกุ้งแคระที่กำลังขยาย 40x ระยะเวลา 60 วัน



ภาพที่ 3-21 กุ้งแคระในชุดการทดลองที่ 3 เซลล์อสุจิของกุ้งแคระที่กำลังขยาย 20x ระยะเวลา 60 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

1. ผลของความเป็นกรด-ด่าง ที่ระดับ 6, 7, 8 และ 9 ที่ส่งผลต่อการเกิดเม็ดสี เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ โดยใช้วิธีนับจำนวนเม็ดสีบนลำตัวทั้งหมด กุ้งแคระที่เลี้ยงในความเป็นกรด-ด่าง 7 จะมีจำนวนเม็ดสีบนลำตัวทั้งหมดสูงที่สุดเฉลี่ย 937.5±74.7 จุด เมื่อความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะทำให้เม็ดสีบนลำตัวกุ้งแคระรีลดลงลักษณะตัวจะซีดกว่าที่ความเป็นกรด-ด่าง 7 ส่วนการศึกษาผลของความเค็มต่อรังไข่ของกุ้งแคระ ที่ความเค็มระดับ 0, 4, 8 และ 12 ppt เป็นระยะเวลา 24 วัน กุ้งที่อยู่ในน้ำที่มีความเค็ม 0 ppt รังไข่มีลักษณะการพัฒนาเป็นปกติ แต่ในความเค็ม 4, 8 และ 12 ppt จะมีขนาดเล็กลง และเห็นได้ชัดเจนในกุ้งแคระที่เลี้ยงในความเค็ม 8 และ 12 ppt นอกจากนี้ยังพบมีการตายของกุ้งแคระที่เลี้ยงในความเค็ม 8 และ 12 ppt ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งแคระเพื่อให้การพัฒนาของไข่เป็นปกติควรเลี้ยงในน้ำที่ไม่มีความเค็ม

2.อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระ ที่อุณหภูมิ 27-28.5 องศาเซลเซียส กุ้งแคระมีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตายสูงที่สุด และมีการพัฒนาเซลล์สืบพันธุ์ดีที่สุด ในอุณหภูมิสูงเป็นอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแคระส่งผลต่อการเจริญเติบโตทำให้กุ้งมีร่างกายแคระแกร็น อัตราการรอดตายของกุ้งต่ำ และไม่มีการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์ ดังนั้นอุณหภูมิที่เหมาะสมควรในการเลี้ยงกุ้งแคระควรมีค่าอยู่ที่ 27-28.5 องศาเซลเซียส นอกจากนี้อุณหภูมิยังส่งผลต่อการละลายของออกซิเจน พบว่าในอุณหภูมิต่ำมีอัตราการละลายของออกซิเจนสูงกว่าในอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชลอ ลิ้มสุวรรณ สุธี วงศ์มณีประทีป, สาธิต ประเสริฐศรี, แก้วตา ลิ้ม เฮง, ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์, เกศินี หลายสุทธิสาร และ อริสา ศรีหมากสุก. 2547. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการกินอาหาร การเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและคุณภาพน้ำ ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*). หน้า 337-345 *ใน* ประชุมวิชาการครั้งที่ 47 (สาขาประมง) 17-20 มีนาคม 2552.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ นิติ ชูเชิด, สุธี วงศ์มณีประทีป, สาธิต ประเสริฐศรี, เกศินี หลายสุทธิสาร ,ปัทมา วิริยพัฒนทรัพย์, จริยาวดี สุริยพันธุ์ และแก้วตา ลิ้มเฮง. 2552. ผลของอุณหภูมิต่อพฤติกรรมการกินอาหารของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*). น. 337-345 *ใน* ประชุมวิชาการครั้งที่ 47 (สาขาประมง) 17-20 มีนาคม 2552.

Bauer, R. T. 1981. Color patterns of the shrimps *Heptacarpus pictus* and *H. paludicola* (Caridea : Hippolytidae). Marine biology 64: 141-152.

Chen, S.M. and J.C. Chen. 2003. Effect of pH on survival, growth, molting and feeding of giant freshwater prawn *Marcobrachium rosenbergii*. Aquaculture 218 : 613-623.

http://www.kapank.com/pets/contents/shrimp/cherry/cherry.html. พฤษภาคม, 2555.

James W., W. A. Walsh and D. M. Godin. 1995. Temperature effects on growth, feeding rate and feed conversion of the Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei)*. Aquaculture 138: 267-279

Martin, Perez-Velazquez, W. A. Bray, A. L. Lawrence, D. M. Gatlin and M. L. Gonzalez-Felix. 2001. Effect of temperature on sperm quality of captive *Litopenaeus vannamei* broodstock. Aquaculture 198: 209-218

Ponce-Palafox, J., C.A. Martinez-Palacios, L.G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp *Litopenaeus vannamei* Boone, 1931. Aquaculture 157: 107-115.

Tume, R.K., A.L. Sikes, S. Tabrett and D.M. Smith. 2009. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn (*Penaeus monodon*) : Effective method for improvement of cooked colour. Aquaculture 296: 129-135.

Vijayan, K.K. and A.D. Diwan. 1995. Influence of temperature, salinity, pH and light on molting and growth in the Indian white prawn *Penaeus indicus* (Crustacea : Decapoda : Penaeidae) under laboratory conditions. Asian fisheries science 8 : 63-72.

Wang, W.N., A.L. Wang, L. Chen, Y. Liu and R.Y. Sun. 2002. Effects of pH on survival, phosphorus concentration, adenylate energy charge and Na^{+}-K^{+} ATPase activities of *Penaeus chinensis* Osbeck juveniles. Aquatic Toxicology 60: 75-83.

Vijayan, K.K. and A.D., Divan. 1995. Influence of temperature, salinity, pH, and light on moulting and growth in the Indian white prawn *Penaeus indicus* under laboratory conditions. Asian Fish. Soc. 8(1): 63-72.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัยที่ 4 คุณภาพอาหารต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม
Feed quality for enhancing color of aquarium dwarf shrimp

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก งบประมาณแผ่นดิน **ประจำปี** 2554
จำนวนเงิน 300,000 บาท
ระยะเวลาที่ทำการวิจัย เดือนตุลาคม 2553 – เดือนกันยายน 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการการวิจัย ดร. จตุพร บัณฑิต E-mail: kbjatupo@kmitl.ac.th
หลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง
สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทร. 0-2329-8517 โทรสาร 0-2329-8517

บทคัดย่อ

การใช้แคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองผสมอาหารเลี้ยงกุ้งแคระที่ความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากุ้งแคระที่กินอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้น 200 มก./กก. มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 45.18±1.27 มิลลิกรัม, อัตรารอด 99.75 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ 204.91±12.3 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (P<0.05) การใช้แคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 80 และ 160 มก./กก. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กุ้งแคระที่กินอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ ที่ระดับความเข้มข้น 160 มก./กก. มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย เท่ากับ 35.05±0.16 มิลลิกรัม, อัตรารอด 100 เปอร์เซ็นต์ และ ปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ 88.37±6.58 กรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง (P<0.05) การศึกษาผลของสารสกัดเบตาเลนต่อการเสริมรงควัตถุและการต้านอนุมูลอิสระในกุ้งแคระ โดยใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า การสะสมรงควัตถุแคโรทีนอยด์และเบตาเลนในตัวกุ้งแคระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในสัปดาห์สุดท้ายของการทดลองกุ้งแคระที่มีการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 40 และ 60 มก./กก. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุด เท่ากับ 67.0±3.9 และ 67.7±4.1 มิลลิกรัม ตามลำดับ แตกต่างจากการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 20 มก./กก. และชุดควบคุม อัตราการรอดของกุ้งแคระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์อ็อกซิเดชันของไขมัน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 20, 40 และ 60 มก./กก. มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์อ็อกซิเดชันของไขมันได้สูงกว่าชุดควบคุม มีค่าเท่ากับ 0.0049±0.0004, 0.0041±0.0004 และ 0.0045±0.0005 ไมโครโมลของสารมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์ ตามลำดับ และสำหรับการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) ของกุ้งแคระ พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ(P<0.05) โดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 60 มก./กก. มีเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) สูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.4146±0.1617 เปอร์เซ็นต์ การทดลองการเลี้ยงกุ้งแคระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยการผสมไคโตซานกับอาหารที่ความเข้มข้นต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 มก./กก. เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าชุดควบคุม มีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 53.75 ±1.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.50 ±2.10 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยจะพบค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งที่ระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสุดเท่ากับ 42.2±5.0 มิลลิกรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่วนน้ำหนักกุ้งรวมที่ระดับควบคุมและระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.42±0.046 และ 0.42±0.060 กรัม ($p<0.05$) และพบว่าที่ระดับไคโตซานที่10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยจำนวนคราบของกุ้งสะสมสูงสุด เท่ากับ 9.75±0.65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคราบกุ้งสะสมพบว่าระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสุดเท่ากับ 5.2±0.5 มิลลิกรัม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: กุ้งแครสวยงาม, อาหารกุ้ง, แคโรทีนอยด์, เบตาเลน, ไคโตซาน

Abstract

Using diet with carotenoids from marigold fed shrimp at concentrations of 0, 50, 100 and 200 mg / kg for 8 weeks. The result showed that shrimp fed marigold carotenoids concentration of 200 mg / kg had average final weight 45.18 ± 1.27 mg, 99.75 per cent survival rate and total carotenoid 204.91 ± 12.3 g per kg. The data showed a significantly difference between treatments ($P < 0.05$). Using synthetic carotenoid concentrations of 0, 80 and 160 mg / kg fed shrimp for 8 weeks. The result showed that shrimp fed with synthetic carotenoid at concentrations of 160 mg / kg had average final weight 35.05 ± 0.16 mg, 100 percent survival rate and total shrimp carotenoid 88.37 ± 6.58 g per kg. The data showed a statistically difference between treatments ($P < 0.05$). Effects of betalain extract on enhancing pigment and antioxidant activity of shrimp were studied. The betalain concentrations of 0, 20, 40 and 60 mg / kg fed on shrimp for 6 weeks. The result showed that the accumulation of carotenoid and betalain in shrimp was no different with statistically significant ($P > 0.05$). Final week of the experiment, shrimp fed betalain concentrations of 40 and 60 mg / kg showed the best weight gain 67.0 ± 3.9 and 67.7 ± 4.1 mg, respectively, which differed from concentration of 20 mg / kg and control group. The survival rate of shrimp was not significantly difference ($P > 0.05$). Lipid peroxidation test showed statistically difference ($P < 0.05$), shrimp that fed with betalain in diet 20, 40 and 60 mg / kg were able to inhibit reactive lipid oxidation higher than the control at 0.0049 ± 0.0004, 0.0041 ± 0.0004 and 0.0045 ± 0.0005. micromole of standard mallal dialdehyde, respectively. The study on 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) scavenging activity was found to differ statistically significant ($P < 0.05$). Shrimp that were fed betalain 60 mg / kg had the highest percentage of DPPH scavenging properties at 7.4146 ± 0.1617%. The experimental diet supplement with chitosan at four different concentrations of 0, 10, 20 and 30 mg/kg was fed to shrimp for 6 weeks. The result found that the control group showed he highest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

survival rate 53.75 ± 1.03 percent, followed by the chitosan supplement at 10 mg / kg with survival rate of 52.50 ± 2.10 percent with statistically significant ($p < 0.05$). The average weight of chitosan supplement 10 mg / kg had a maximum value of 42.2 ± 5.0 mg with statistically difference ($p < 0.05$). The total weight of control group and shrimp fed chitosan diet 10 mg / kg showed the highest weight of 0.42 ± 0.046 and 0.42 ± 0.060 g ($p < 0.05$), respectively. The chitosan diet 10 mg/kg also showed the highest average amount of shrimp shell 9.75 ± 0.65 percent and the accumulation weight of shrimp shell with chitosan diet 10 mg / kg fed group performed the highest 5.2 ± 0.5 mg with significantly difference ($p < 0.05$).

Keyword: Dwarf shrimp, shrimp feed, carotenoid, betalain, chitosan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	94
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	95
สารบัญ	97
สารบัญตาราง	98
สารบัญภาพ	98
บทที่ 1 บทนำ	99
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	100
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	106
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	112
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	123
เอกสารอ้างอิง	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน	112
4-2	อัตราการรอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน	113
4-3	ปริมาณแคโรทีนอยด์ของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมคาโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้นในระดับที่แตกต่างกัน	113
4-4	การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน	114
4-5	อัตราการรอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่างกัน	114
4-6	ปริมาณแคโรทีนอยด์ของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นในระดับที่แตกต่างกัน	114
4-7	น้ำหนักของกุ้งแคระ (มก./ตัว) ที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน	116
4-8	อัตราการรอดของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน	116
4-9	ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่สะสมในกุ้งแคระ ที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน	117
4-10	ปริมาณสารเบตาเลนที่สะสมในกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน	117
4-11	การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์อ็อกซิเดชันของไขมันในกุ้งแคระ	117
4-12	เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน	118
4-13	ค่าน้ำหนักกุ้งแคระเฉลี่ยรวม (กรัม) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	120

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
4-1	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเบตาเลน	108
4-2	กราฟมาตรฐานของแอสตาแซนทินสังเคราะห์ 98%	109
4-3	กราฟมาตรฐานของมัลลัลไดแอลดีไฮด์	110
4-4	สีลำตัวกุ้งแคระ ที่ความเข้มข้นแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้นต่างกัน (A) 0, (B) 50, (C) 100 และ (D) 200 มก./กก.	113
4-5	สีลำตัวกุ้งแคระ ที่ความเข้มข้นแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่างกัน (A) 0, (B) 80 และ(C) 160 มก./กก.	115
4-6	อัตราการรอดของกุ้งแคระในระยะเวลา 4 สัปดาห์	119
4-7	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งแคระ (กรัมต่อตัว) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	120
4-8	ค่าเฉลี่ยจำนวนคราบกุ้งแคระ สะสม (เปอร์เซ็นต์) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	121
4-9	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักคราบกุ้งสะสม (เปอร์เซ็นต์) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์	121

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

ในปัจจุบันตลาดพรรณไม้น้ำสวยงามได้มีการขยายตัวมากขึ้น เนื่องจากพรรณไม้น้ำสวยงามที่ใช้ประดับตกแต่งในตู้ปลา และตู้พรรณไม้น้ำเป็นที่นิยมทั้งในและต่างประเทศ ทำให้มูลค่าการส่งออกสูงนับร้อยล้านบาทต่อปี และยังมีแนวโน้มที่จะขยายตัวมากขึ้นเรื่อยๆ ปัจจุบันในต่างประเทศมีงานอดิเรกที่นิยมกันมากคือ การจัดตู้พรรณไม้น้ำที่จัดตกแต่งด้วยพรรณไม้น้ำชนิดต่างๆ หลากหลายรูปแบบและสีสัน คล้ายกับการจัดสวน โดยมีปลาขนาดเล็กและกุ้งสวยงามขนาดเล็กเป็นส่วนประกอบให้ดูมีชีวิตชีวามากขึ้น กุ้งสวยงามขนาดเล็ก (Dwarf shrimp) ที่นิยมจะมีหลากหลายชนิด ชนิดที่นิยมเลี้ยง ได้แก่ *Caridina* spp., *Neocaridina* spp. :ซึ่งอยู่ในครอบครัว Atyidae ซึ่งกุ้งเหล่านี้นำเข้ามาจากต่างประเทศ มาเลี้ยง แต่ยังการนำมาเพาะเลี้ยงยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังนั้นวิธีเพิ่มปริมาณพันธุ์ของกุ้งแคระสวยงามที่มีขนาดและคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ โดยพัฒนาวิธีการเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับกุ้งแคระสวยงาม เทคนิคการอนุบาลที่สามารถเพิ่มอัตรารอด ปัจจัยคุณภาพน้ำ รวมถึงอาหารเร่งสี เพื่อเพิ่มผลผลิตที่มีคุณภาพ สารสีจึงมีความสำคัญที่ใช้ผสมอาหาร สารสีที่นิยม คือ แคร์โรทีนอยด์ และเบตาเลน รวมถึงไคโตซานที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเปลือกกุ้ง

ดังนั้นการศึกษาถึงปริมาณแคโรทีนอยด์ เบตาเลน และไคโตซานที่เหมาะสมใช้ในการเร่งสีกุ้ง รวมถึงผลต่อสุขภาพของตัวปลาโดยเพิ่มระบบต้านอนุมูลอิสระ การศึกษาดังกล่าวก็น่าจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงกุ้งแคระสวยงาม เพื่อมูลค่าในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต และยังเป็นลดการนำเข้าสารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเร่งสีผิวหนังของกุ้งจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

1.1.2 เพื่อศึกษาปริมาณเบตาเลนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

1.1.3 เพื่อศึกษาปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ตรวจเอกสาร

2.1 การสะสมรงควัตถุในตัวกุ้ง

กุ้งเป็นสัตว์ที่มีโครงร่างปกคลุมร่างกายเพื่อป้องกันอันตรายให้กับลำตัวและอวัยวะภายใน รวมถึงช่วยในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ เมื่อกุ้งเจริญเติบโตจะมีการเพิ่มขนาดลำตัวและลอกคราบหรือสลัดเปลือกทิ้งเพื่อขยายขนาดของร่างกายสร้างเปลือกใหม่แทน ประจวบ (2537) รายงานว่ารงควัตถุที่พบในตัวกุ้งจะมีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของเลือดและการสร้างเม็ดสีหรือสารสีที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ เช่น ฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ฮีโมไซยานิน (hemocyanin) และสารสีอื่นๆ ในเปลือกกุ้งมีสารประกอบพวกไคติน ซึ่งสร้างจากชั้น epidermis เพื่อปกคลุมตัว มีลักษณะเป็นเซลล์บาง แน่น แข็งเพราะเกลือแคลเซียมคาร์บอนเนทรวมกับไคตินชนิด α-type ในธรรมชาติสัตว์กลุ่มครัสตาเชียนมีความสามารถในการสร้างสารสีในกลุ่มแคโรทีนอยด์ได้เอง อตินิสภ์ (2546) รายงานว่าแม่เพรียงทรายในธรรมชาติสามารถสร้างสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ที่สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งสิ้น 3 ชนิด ได้แก่ ฟูโคแซนทิน ไดอะไดโนแซนทิน และเบต้าแคโรทีน กุ้งตามธรรมชาติจะได้รับสารแคโรทีนอยด์จากอาหารธรรมชาติ เช่น สาหร่าย แต่สำหรับกุ้งที่มีการเพาะเลี้ยงโดยเฉพาะกุ้งสวยงามมักได้รับแคโรทีนอยด์ในปริมาณต่ำ การเสริมสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ลงไปในอาหารจะมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของสีตัว อัตราการลอกคราบ และประสิทธิภาพการเจริญเติบโต (รพีพร, 2540) รงควัตถุที่พบในตัวกุ้งนอกจากช่วยทำให้เกิดสีสันสวยงามบนลำตัวแล้วยังมีประโยชน์ในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและยังสามารถบอกแหล่งที่อยู่อาศัยและบริเวณที่เกิดสีแต่ละชนิดได้ โดยทั่วไปรงควัตถุที่พบในกุ้งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1.1 ทำหน้าที่เกิดสีภายนอกตัวสัตว์มองเห็นได้ เช่น แคโรทีนอยด์ (carotenoid) สารสีดำ (melanin) และสารสีพวก iron porphyrin ทำหน้าที่เกี่ยวกับการหายใจ

2.1.2 ไม่สามารถมองเห็นแต่มีหน้าที่เกี่ยวกับเมตาบอลิซึม เช่น ฮีโมไซยานิน (heamocyanin) (ประจวบ, 2537)

2.2 แหล่งสารสีที่ใช้ในสัตว์น้ำ

2.2.1 แคโรทีนอยด์ (carotenoid)

แคโรทีนอยด์เป็นสารโมเลกุลใหญ่มีสูตรทางเคมี $C_{40}H_{56}$ มีคุณสมบัติเป็นโปรวิตามินเอ (provitamin A) คือเมื่อแคโรทีนอยด์แตกตัวจะได้วิตามินเอ ซึ่งปฏิกิริยานี้จะเกิดขึ้นภายในตับ แคโรทีนอยด์บริสุทธิ์จะมีผลึกเป็นสีแดงทับทิม (ruby–red crystal) ไม่ละลายในน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ แคโรทีนอยด์สามารถถูกออกซิไดซ์ได้ง่ายโดยออกซิเจนในอากาศ เราสามารถพบแคโรทีนอยด์ได้ทั่วไปตามธรรมชาติในพืชผักที่มีสีส้มเหลืองและสาหร่าย เช่น ฟักทอง แครอท และในสาหร่าย เช่น คลอเรลลา (Chlorella) และดูนาลิเอลลา (Dunaliella) Dall *et al.* (1995) และ Lorenz (1998) กล่าวว่าครัสเตเชียนและสัตว์น้ำอื่นๆไม่สามารถสังเคราะห์แคโรทีนอยด์ได้เหมือนกับพืชแต่จะได้รับจากการกินอาหาร รพีพร (2540) และ เวียง (2542) รายงานว่าปูที่ได้รับอาหารธรรมชาติ เช่น สาหร่าย จะมีการสะสมสารแคโรทีนอยด์ในอวัยวะต่างๆ เช่น ตา เปลือก ตับ เลือด และรังไข่ โดยรงควัตถุเหล่านี้มีสารประกอบเป็นไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลักและมีโครงสร้างจัดอยู่ในกลุ่มเตตร้าเทอร์พีนอยด์ (tetraterpenoid) สารแคโรทีนอยด์นอกจากทำให้เกิดสีสันแล้วยังทำหน้าที่ในทางสรีระวิทยาและระบบภูมิคุ้มกันด้วย หากสัตว์น้ำขาดสารกลุ่มแคโรทีนอยด์อาจจะทำให้ระบบภูมิคุ้มกันและระบบสืบพันธุ์ไม่พัฒนาได้ Kawakami *et al.* (1998) รายงานว่าการขาดสารแคโรทีนอยด์ของเม่นทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Pseudocentrotus depressus) ทำให้ประสิทธิภาพของกลไกการป้องกันตัวลดลงและอวัยวะในการสืบพันธุ์ไม่พัฒนา ซึ่งโครงสร้างแคโรทีนอยด์นั้นมีหลายแบบ ธีระศักดิ์ (2545) อธิบายว่าแคโรทีนอยด์มีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไปอาจจะอยู่ในรูปสายยาวไม่เป็นวงกลม เช่น สารไลโคปีน (lycopene) ในรูปที่เป็นวงกลม เช่น แบตาแคโรทีน หรือในของกลุ่มที่มีออกซิเจน ซึ่งได้แก่กลุ่มแซนโทฟิล (xanthophyll) เช่น แคนตาแซนทิน (canthaxanthin) หรือแอสตาแซนทิน (astaxanthin) วีระศักดิ์ (2547) อธิบายว่าแคโรทีนอยด์สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ hydrogenated caroteniod derivatives หรือกลุ่มแคโรทีน และ oxygenated caroteniod derivatives หรือกลุ่มแซนโทรฟิลล์ ได้แก่

2.2.1.1 แคโรทีน (carotene) โมเลกุลของแคโรทีนเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งประกอบ ด้วยอะตอมของคาร์บอนเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเดี่ยวสลับกับพันธะคู่ และที่ปลายข้างหนึ่งหรือทั้งสองแขนจะมีอะตอมของคาร์บอนเกาะกันเป็นวง เรียกว่า ไอโอโนนริง (ionone ring) ซึ่งแยกได้เป็น แอลฟาแคโรทีน เบตาแคโรทีน แกมมาแคโรทีน และไลโคปีน (ธีรศักดิ์, 2545) แคโรทีนเป็นสารที่พบได้มากในผักและผลไม้ที่มีสีแดง ส้ม เหลือง และเขียว หากร่างกายได้รับสารนี้ติดต่อกันเป็นเวลา 2 สัปดาห์จะเกิดการสะสมและทำให้ตับทำงานหนัก เนื่องจากต้องขับสารแคโรทีนอยด์ออกจากร่างกายอยู่ตลอดเวลา และจะทำให้ผิวเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้มโดยเฉพาะที่ฝ่ามือและฝ่าเท้า เราสามารถป้องกันได้เพียงแค่หยุดกินอาหารที่มีสารแคโรทีนอยด์ ร่างกายจะค่อยๆ ปรับสภาพและกลับมาเป็นปกติ (วีรศักดิ์, 2547)

2.2.1.2 แซนโทฟิลล์ (xanthophylls) เป็นสารที่เกิดจากการเพิ่มออกซิเจนเข้าไปในโมเลกุลของแคโรทีน แซนโทฟิลล์เป็นแคโรทีนอยด์ที่มีบทบาทในการเพิ่มสีให้แก่สิ่งมีชีวิต Hencken (1992) พบว่าแซนโทฟิลล์ที่เป็นแหล่งสารสีในอาหารไก่ ส่วนใหญ่จะถูกส่งผ่านไปสะสมในผิวหนังและไข่โดยไม่เปลี่ยนรูป แต่มีแซนโทฟิลล์บางตัวสามารถที่จะเปลี่ยนเป็นวิตามินเอได้และยังเป็นแหล่งสีในไก่และไข่ สารในกลุ่มแซนโทฟิลล์ที่นิยมใช้เป็นสารเร่งสี ได้แก่ แอสตาแซนทิน และแคนตาแซนทิน

2.2.2 สารแคโรทีนอยด์จากของดอกดาวเรือง

ดาวเรือง (*Tagetes erecta L.*) เป็นไม้ประดับที่อยู่ในวงศ์ compositae สามารถเจริญเติบโตได้ในส่วนต่างๆ ของทั่วโลก ดอกดาวเรืองมีโทนสีหลากหลาย เช่น เหลือง แดง ส้ม ส้มเข้ม และน้ำตาลส้ม ดาวเรืองที่พบมากมี 2 สายพันธุ์ คือ africa aztec (*T. erecta*) และ french marigold (*T. patula*) Africa Aztec มีดอกสีเหลือง และสีส้มขนาดใหญ่ส่วน French marigold มีดอกขนาดเล็กเป็นดอกเดี่ยวกับดอกคู่โดยปกติแล้วจะให้ดอก 2 เฉดสี คือ สีเหลืองหรือสีส้ม และสีแดง ดาวเรืองเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่มาจากประเทศเม็กซิโก (Mexico) มีรายงานว่าถูกใช้เป็นยาพื้นเมือง ใบดอกดาวเรืองสามารถนำมาผลิตน้ำมันหอมระเหย ซึ่งเป็นที่รู้จักกันในชื่อ น้ำมันดอกดาวเรือง (tagetes oils) ดาวเรืองยังใช้ผสมในอาหารสัตว์ปีกเพื่อเพิ่มสีไนไข่แดงและทำให้เนื้อมีสีเหลือง และยังมีรายงานวิจัยอีกว่าดอกดาวเรืองสามารถเพิ่มสีให้กับสัตว์อีกหลายชนิดเช่น ในกุ้ง ปลาแซลมอน และปลาทอง

สารสีในดอกดาวเรือง ดอกดาวเรืองเป็นแหล่งของแคโรทีนอยด์ธรรมชาติที่มีปริมาณสูง ลูทีน (lutein) เป็นสารสีหลักในดอกดาวเรือง และอาจมีได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ลูทีนเป็นสารหนึ่งในกลุ่มของแซนโทฟิลซึ่งเป็น 1 ใน 2 กลุ่มย่อยของคาโรทีนอยด์ และ แซนโทฟิลเป็นสารสีที่พบมากที่สุดโดยเฉพาะดอกดาวเรืองสีส้มจะมีปริมาณแซนโทฟิลประมาณ 12 กรัมต่อกิโลกรัมดอกแห้งขึ้นไป ลูทีนที่พบในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของ เอสเทอร์ (ester) เอสเทอร์ที่พบมากในดอกดาวเรือง คือ dimyristate, myristate, palmitate, dipalmitate และ stearate ปริมาณของคาโรทีนและแซนโทฟิลจะมีมากน้อยตาม ความเข้มของสีดอกโดยกลุ่มดอกสีเหลืองจะมีปริมาณแซนโทฟิลน้อยที่สุด และจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม ดอกสีเหลืองอมส้ม ดอกสีส้ม และดอกสีแดง ตามลำดับ ดอกดาวเรืองสีเหลืองเข้มจะมีปริมาณลูทีนเอสเทอร์มากกว่าดอกสีเหลืองอ่อนถึง 200 เท่า คาโรทีนอยด์สามารถละลายได้ในไขมัน (liposoluble) โดยสามารถละลายได้ในตัวทำละลายที่ใช้ละลายไขมันต่างๆ เช่น อะซิโตน แอลกอฮอล์ ไดเอทิล อีเทอร์ และเฮกเซน อุตสาหกรรมการสกัดแซนโทฟิลส่วนมากจะใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายสกัด ซึ่งที่จริงแล้ว คาร์บอนไดซัลไฟด์ (carbon disulfide) และตัวทำละลายคลอไรด์ (chloride solvents) สามารถสกัดคาโรทีนอยด์ได้ดีที่สุดแต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากสามารถระเหยได้อย่างรวดเร็วไวไฟและมีความเป็นพิษสูงต้องใช้ในปริมาณที่จำกัดอนึ่งการทำ pre-treatment ด้วยเอนไซม์ให้ปริมาณแซนโทฟิลสูงที่สุดและการทำ saponified ทำให้ปริมาณแซนโทฟิลมากกว่า (non-saponified) (อนันต์ชัย เชื่อนธรรม และคณะ, 2542)

2.2.3 สารเบตาเลน (Betalain)

สารเบตาเลนเป็นสารสกัดจากธรรมชาติพบมากในพืชที่มีสีม่วงแดง ได้แก่ อันดับ Carryophylales และอันดับ Basidiomycetes บางชนิด พบมากในวงศ์ Cactaceae สารเบตาเลนเป็นสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบและสามารถละลายน้ำได้ สารเบตาเลนประกอบด้วยโครงสร้างหลัก คือ เบตาไซยานิน (Betacyanin) เป็นรงควัตถุสีม่วงแดงเกิดจากการรวมตัวของกรดเบตาลามิคกับ cyclo-DOPA และเบตาแซนทิน (Betaxanthin) เป็นรงควัตถุสีเหลืองเกิดจากการรวมตัวของกรดเบตาลามิคกับกรดอะมิโนที่เป็นโปรตีนและที่ไม่ใช่โปรตีน (Han *et al*., 2009) การใช้ประโยชน์จากสารสกัดเบตาเลนมีการศึกษากันอย่างแพร่หลายทั้งทางด้าน การเพิ่มภูมิคุ้มกัน การต้านอนุมูลอิสระ หรือแม้กระทั่งการเพาะเลี้ยงเซลล์เพื่อทำการศึกษาและพัฒนาให้นำไปสู่การนำมาใช้เป็นแหล่งผลิตสารเบตาเลนในอนาคต (Georgiev *et al*., 2008)

พืชที่ให้สีม่วงแดง เช่น แก้วมังกร กะหล่ำปลีสีม่วง หัวบีทรูท มักจะพบปริมาณสารเบตาเลนสูงกว่าชนิดอื่นซึ่งนิยมนำมาทำการศึกษาปริมาณสารเบตาเลนและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ จากการศึกษาของ วุฒิชัย และคณะ (2551) อธิบายว่า เปลือกแก้วมังกรขาวมีปริมาณสารเบตาเลนอยู่มาก และสารสกัดหยาบจากเปลือกแก้วมังกรขาวมีความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันมากที่สุด สำหรับการศึกษาถึงปริมาณสารเบตาเลนของเปลือกและเนื้อของแก้วมังกรแดง พบว่า เปลือกและเนื้อของแก้วมังกรแดงมีปริมาณของสารเบตาเลนได้คล้ายคลึงกับปริมาณสารเบตาเลนที่พบในหัวบีทรูท

2.3 การใช้สารสีในปลาสวยงาม

2.3.1 การใช้สารสีกลุ่มคาโรทีนอยด์เพื่อเร่งสีในปลาสวยงาม

การใช้สารสีกลุ่มคาโรทีนอยด์ในปลาทอง ได้แก่ Paripatananont *et al*. (1999) ทดลองให้อาหารที่ผสมแอสตาแซนทินลงในอาหารปลาทอง (*Carassius auratus*) ความเข้มข้น ระดับต่างๆ คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (มก./กก.) พบว่าปลาทองที่ให้กินอาหารผสมแอสตาแซนทินที่ระดับ 50, 75 และ 100 มก./กก. มีค่าเม็ดสีเพิ่มขึ้น (ค่าความเข้มสีสูง) และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) พ้วน เพ่งเซ้น และทิพยวรรณ ปริพัฒนานนท์ (2546) ทดลองให้ปลาทองกินแอสตาแซนทิน พบว่าปลาทองกินอาหารผสมสารแอสตาแซนทินที่ความเข้มข้น 36 มก./กก.ทำให้ปลาทองมีเม็ดสีเพิ่มขึ้นสูงที่สุด ซึ่งจำนวนเม็ดสีที่เพิ่มขึ้นจะมีความสัมพันธ์กับความเข้มสีที่ผิวหนังของปลา

การใช้สารสีกลุ่มคาโรทีนอยด์ในปลาแฟนซีคาร์ป เช่น Hanzs *et al*. (2003) พบว่าปลาแฟนซีคาร์ป (*Cyprinus carpio* Linn.) ที่ได้รับอาหารที่ใช้ paprika ซึ่งมีคาโรทีนอยด์รวมในอาหาร 171 มก./กก. เทียบกับอาหารควบคุมที่มีคาโรทีนอยด์รวมต่ำ 5.4 มก./กก. เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สามารถทำให้ปลาแฟนซีคาร์ปมีสีแดงเพิ่มขึ้น ปลาแฟนซีคาร์ปที่ได้รับอาหารที่มีการใช้ *Chlorella vulgaris*,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Haematococcus pluvialis, และ Spirulina เปรียบเทียบกับอาหารที่ใช้สารแอสตาแซนทินสังเคราะห์ โดยอาหารทั้ง 4 สูตร มีคาโรทีนอยด์รวม 80 มก./กก.พบว่าปลาแฟนซีคาร์ปที่ได้รับอาหารที่ใช้ *Chlorella vulgaris* จะมีการสะสมคาโรทีนอยด์บริเวณผิวหนัง และมีสีแดงสูงสุด เมื่อเลี้ยงในระยะเวลา 10 สัปดาห์ (Gouveia *et al*., 2003) ส่วนอรพินท์ จินตสถาพร และคณะ (2548) ทดลองให้อาหารปลาแฟนซีคาร์ป (*Cyprinus carpio* Linn.) ที่มีปริมาณคาโรทีนอยด์จากสารสังเคราะห์ที่ต่างกัน คือ 5.37, 15.9, 43.2, 76.2, 96.2 และ 103.9 ไมโครกรัมต่อกรัม พบว่าปลาแฟนซีคาร์ปที่ได้รับอาหารผสมสารคาโรทีนอยด์รวม 96.2 และ 103.9 ไมโครกรัมต่อกรัม มีการตอบสนองต่อการเพิ่มขึ้นของสีแดงมากที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น และพบว่าเมื่อหยุดการให้อาหารเร่งสีเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ปลาแฟนซีคาร์ปยังรักษาระดับความเข้มของสีแดงให้เข้มเหมือนเดิม ต่อมานงนุช เลาหะวิสุทธิ์ และคณะ (2549) ทดลองให้อาหารที่ผสมสารแอสตาแซนทินสกัดจากสาหร่าย *Haematococcus sp.* ที่เหมาะสมต่อการเร่งสีปลาทอง (*Carassius auratus*) โดยใช้อาหารผสมสารสีจากสาหร่ายตามความเข้มข้นที่ต่างกัน คือ 0, 25, 50, 75 และ 100 มก./กก. เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปลาทองที่ได้รับอาหารที่ผสมสารแอสตาแซนทินที่ระดับความเข้มข้น 100 มก./กก. มีค่าความเข้มของสีแดงมากที่สุด ซึ่งมากกว่าปลาทองที่ได้รับอาหารผสมแอสตาแซนทิน 0 มก./กก. และ 25 มก./กก. แต่ไม่มีความแตกต่างกับปลาทองที่เลี้ยงด้วย 50 มก./กก. และ 75 มก./กก. และอัจฉรี เรืองเดช และคณะ (2549) ทดลองให้อาหารที่ผสมแอสตาแซนทินที่เหมาะสมต่อการเร่งสีปลาหมอสีพันธุ์ชีบราเรด (*Psendotropheus estherae*) โดยใช้อาหารผสมแอสตาแซนทินความเข้มข้น 0, 10, 30, 50 และ 70 มก./กก. พบว่าปลาหมอสีที่ได้รับอาหารผสมแอสตาแซนทินความเข้มข้น 70 มก./กก. มีค่ามุมสีน้อยกว่าปลาหมอสีที่ไม่ได้รับอาหารผสมแอสตาแซนทิน นอกจากนี้เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อของปลาหมอสี พบว่าความเข้มข้นของคาโรทีนอยด์ในเนื้อปลาหมอสีที่ได้รับอาหารผสมแอสตาแซนทินความเข้มข้น 70 มก./กก. มากที่สุด

2.3.2 การใช้สารสีกลุ่มเบตาเลนเพื่อเร่งสีในปลาสวยงาม

Phumjan and Laohavisuti (2007) ทดลองให้อาหารผสมสารเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกรที่มีความเข้มข้นต่างกัน คือ 0, 15, 22.5, 30 และ 37.5 มก./กก. เพื่อใช้ในการเร่งสีปลา red platy (*Xiphophorus maculatus*) พบว่าปลา red platy ที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลนจากผลเปลือกแก้วมังกรความเข้มข้น 37.5 มก./กก. มีความเข้มของสีแดงสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่น ต่อมา อัจฉรี เรืองเดช และคณะ (2551) ทดลองใช้สารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกรด้วยแอลกอฮอล์ที่ระดับ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเปลือกต่อสารสกัด โดยนำมาฉีดเคลือบบนอาหารเลี้ยงปลาหมอคอนวิคเผือก (*Archocentrus nigrofasciatus*) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ปลาหมอคอนวิคเผือกที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดเบตาเลนจากเปลือกผลแก้วมังกรที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลทำให้สีของปลาหมอคอนวิคเผือกมีสีเข้มขึ้น แม้ว่าจะทดลองในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้นเป็นเวลา 16 สัปดาห์หรือใช้ร่วมกับอาหารเสริมแอสตาแซนทิน ทั้งนี้เนื่องมาจากการปรากฏของสีเผือกบนตัวปลามาจากเม็ดสีชื่อเออริโดฟอร์ (iridophore) ที่แสดงออกของความสว่างของพิวรีน แต่เม็ดสีที่ทำให้ปรากฏสีแดงคืออีริโทรฟอร์ (erythrophore) ซึ่งปลาหมอคอนวิคเผือกจะขาดเม็ดสีชนิดนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การใช้สารสีในกุ้ง

2.4.1 การใช้แอสตาแซนทินเพิ่มอัตรารอดให้กับลูกกุ้งกุลาดำ

Darachai et al. (1998) ได้ทดลองศึกษาอาหารผสมด้วยแอสตาแซนทินต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกกุ้งกุลาดำ โดยจะให้อาหาร 4 สูตรคือ อาหารที่ผสมด้วยสาหร่ายที่มีสารแอสตาแซนทิน (AAD), อาหารที่ผสมด้วยแอสตาแซนทินสังเคราะห์ (SAD), อาหารที่ไม่ผสมสารแอสตาแซนทิน (NAD) และ อาหารธรรมชาติ (NF) โดยจะทำการทดลองทั้ง 3 ระยะของลูกกุ้งกุลาดำ คือ ระยะ ซูเอียร์ ไมซิส และโพสลาวา พบว่าลูกกุ้งที่ถูกให้อาหารที่ผสมด้วยแอสตาแซนทินมีอัตรารอดดีที่สุด นอกจากนี้ Pan and Chien (2004) ได้ทำการทดลองกับลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา โดยให้อาหาร 3 สูตรคือ อาหารไม่ผสมแอสตาแซนทิน อาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน 80 และ 240 มก./กก. เพื่อเปรียบเทียบอัตรารอดของลูกกุ้งระยะโพสลาวา พบว่าลูกกุ้งที่ให้อาหารผสมด้วยแอสตาแซนทิน 240 มก./กก. มีอัตรารอดสูงกว่าอัตรารอดของลูกกุ้งที่ไม่ให้อาหารผสมแอสตาแซนทิน

2.4.2 ผลของแอสตาแซนทินกับปริมาณน้ำหนักของลูกกุ้งกุลาดำ

Boonyaratpalin et al. (2001) ทดลองกับลูกกุ้งกุลาดำ โดยใช้สาหร่าย *Buraliella salina* เป็นแหล่งเบตาแคโรทีนกับแอสตาแซนทินสังเคราะห์ในการผสมอาหารให้ลูกกุ้งกิน โดยจะใช้อาหาร 4 สูตร คือ ไม่ผสมเบตาแคโรทีน อาหารผสมเบตาแคโรทีน 125 มก./กก. อาหารที่ผสมเบตาแคโรทีน 175 มก./กก. และอาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน 50 มก./กก. ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ พบว่าลูกกุ้งที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทิน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ (P>0.05) โดยลูกกุ้งที่กินอาหารผสมเบตาแคโรทีนจะมีการเจริญเติบโต ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักที่คล้ายกัน นอกจากนี้ Pan and Chien (2004) ได้ทำการทดลองกับลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาวา โดยจะให้อาหาร 3 สูตรคือ อาหารไม่ผสมแอสตาแซนทิน อาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน 80 และ 240 มก./กก. พบว่าลูกกุ้งที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทิน 80 และ 240 มก./กก. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยลูกกุ้งที่ไม่ได้กินอาหารผสมแอสตาแซนทินน้ำหนักน้อยกว่าลูกกุ้งที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทินแต่ลูกกุ้งที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทิน 80 และ 240 มก./กก. จะไม่มีความแตกต่างกันระหว่างน้ำหนักของลูกกุ้ง

2.4.3 ปริมาณของแอสตาแซนทิน และคาโรทีนอยด์ในรังไข่ของแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ

Pangantihon-Kuhlmann et al. (1998) ทดลองกับพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ โดยให้สารแอสตาแซนทิน กับ วิตามินเอ โดยใช้อาหาร 4 สูตร คือ อาหารที่ไม่ผสมแอสตาแซนทิน และ วิตามินเอ, อาหารที่ผสมแอสตาแซนทินแต่ไม่ผสมวิตามินเอ, อาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน และวิตามินเอ และ อาหารที่ไม่ผสมแอสตาแซนทินและวิตามินเอ ซึ่งจะใช้แอสตาแซนทิน 100 มก. และ วิตามินเอ 20,000 ไอยู ในอาหาร 1 กิโลกรัม จะใช้เวลาทั้งหมด 61 วัน เพื่อที่จะศึกษาปริมานคาโรทีนอยด์ในรังไข่แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำ พบว่าแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินอาหารผสม วิตามินเอ และแอสตาแซนทินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ต่อมาPaibulkichakul et al. (2008) ทดลองกับพ่อแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำจะใช้สารแอสตาแซนทิน และน้ำมันปลา โดยให้อาหาร 4 สูตร คือ อาหารที่ผสมน้ำมันปลา 3 เปอร์เซ็นต์ต่อ 1 กิโลกรัม อาหารที่ผสมน้ำมันปลา 8 เปอร์เซ็นต์ ต่อ 1 กิโลกรัม อาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน 100 มก./กก. และอาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน 500 มก./กก. จะศึกษาปริมาณไข่ที่แม่กุ้งกุลาดำฟักออกมาต่อแม่กุ้ง 1 ตัว โดยจะทำการทดลอง 120 วัน เพื่อหาปริมาณแอสตาแซนทินในรังไข่ พบว่าแม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินอาหารผสมแอสตาแซนทินหรือน้ำมันปลาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยความเข้มข้นของแอสตาแซนทินในรังไข่แม่พันธุ์กุ้งจะไม่ต่างกัน แต่แม่พันธุ์กุ้งกุลาดำที่กินอาหารผสมแอสตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แชนทิน 500 มก./กก. จะมีปริมาณแอสตาแชนทินในรังไข่มากกว่าแม่กุ้งกุลาดำที่กินอาหารผสมแอสตาแชนทิน 100 มก./กก.

2.5 ไคโตซาน

ไคโตซาน เป็นไบโอโพลิเมอร์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญในรูปของ D – glucosamine พบได้ในธรรมชาติ โดยเป็นองค์ประกอบอยู่ในเปลือกนอกของสัตว์พวก กุ้ง ปู แมลง และเชื้อรา เป็นสารธรรมชาติที่มีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว คือ ที่เป็นวัสดุชีวภาพ (Biometerials) ย่อยสลายตามธรรมชาติ มีความปลอดภัยในการนำมาใช้กับมนุษย์ ไม่เกิดผลเสียและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดการแพ้ ไม่ไวไฟและไม่เป็นพิษ (non – phytotoxic) ต่อพืช นอกจากนี้ยังส่งเสริมการเพิ่มปริมาณของสิ่งมีชีวิตและยังนำมาใช้ประโยชน์ในการผสมในอาหารปลา ทำให้ปลาเจริญเติบโตเร็ว สุขภาพแข็งแรง มีภูมิต้านทานต่อโรคโดยไคโตซานจะเข้าทำงานในระบบทางเดินอาหารเป็นส่วนใหญ่ บางส่วนถูกดูดซึมเข้าไป ไคโตซานผงจะถูกละลายภายในกระเพาะอาหารได้เป็นสารละลายไคโตซานซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว(กลูโคซามีน) หลายโมเลกุลเรียงต่อโยงใยกันไปมาเหมือนตาข่ายจึงสามารถดักจับไขมัน (โดยเฉพาะ LDL) โลหะหนัก ยาฆ่าแมลง เชื้อรา (อัลฟาท็อกซิน) ที่ปนเปื้อนมากับอาหารเหมือนการล้างสารพิษลำไส้ (Detoxification)และจะถูกขับถ่ายออกมา จึงช่วยให้เพิ่มการดูดซึมสารอาหารเช่นกรดอะมิโน (สร้างสีดำ) สารเร่งสี(สร้างสีแดง) ปลาเจริญเติบโตไว

2.6 การใช้ไคโตซานในกุ้ง

Attasart (2005) ได้ศึกษาการใช้ไคโตซานในการผลิตกุ้งอินทรีย์ โดยอาหารที่มีไคโตซาน 100 ppm สามารถทำให้เปลือกกุ้งมีปริมาณไคตินเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเลี้ยงระยะเวลา115 วัน นอกจากนี้ยังมีค่า FCR ที่ดีกว่าและอัตรารอดที่สูงกว่า (ตารางที่1) เนื่องจากไคโตซานมีหมู่อะมิโนที่ปีนประจุบวก สามารถรวมตัวกับกลุ่มแบคทีเรียที่มีประจุลบและทำให้ตกตะกอน มนต์สรวง (2006) ได้ศึกษาผลของไคโตซานระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อการเคลือบเม็ดอาหารปลานิลแปลงเพศที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตส โดยทดลองเลี้ยงปลานิลแปลงเพศที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.72 – 0.82 กรัม ด้วยอาหารสำเร็จรูป 7 สูตร โดยทุกสูตรมีการเสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสในระดับ 1,000 ยูนิต (FTU) ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และเคลือบด้วยไคโตซานระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้ 0, 5, 10,15, 20, 25และ 30 มล.ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าการเคลือบด้วยไคโตซาน โดยปลาที่ได้รับอาหารที่เคลือบด้วยไคโตซาน 25 ,10 และ 15 มล.ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม (ตารางที่ 2) มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 6.11 ± 0.02, 6.09 ± 0.07 และ 6.08 ± 0.09 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับอาหารมีการเคลือบด้วยไคโตซาน 30 , 0 และ 20 มล.ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยคือ 5.95 ± 0.08, 5.90± 0.09 และ 5.89 ±0.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์ต่ำที่สุด ได้แก่ ปลาที่ได้รับอาหารมีการเคลือบด้วยไคโตซาน 5 มล.ต่ออาหาร 1 กิโลกรัมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยคือ 5.78 ± 0.18 ตามลำดับ Zhu el at .(2010) ได้ทำการศึกษาผลของไคโตซานของการอยู่รอดและภูมิคุ้มกันของกุ้ง *Procambarus clarkii* จากโรค WSSV โดยทำการนำไคโตซานไปผสมกับอาหารที่ความเข้มข้น ชุดที่ควบคุมบวกและควบคุมลบ ,5,10,และ 15 มิลลิกรัมต่อกรัมโดยทำการเลี้ยงเป็นเวลา4 สัปดาห์เพื่อนำไปให้กุ้งที่มีการเป็นโรค WSSV พบว่าระดับความเข้มข้นของไคโตซานที่ 5 มีอัตราการตาย 61.5 % ถือว่ามีอัตราการตายน้อยที่สุดและรองลงคือความเข้มข้นที่ 10 มีอัตราการตายอยู่ที่ 85.7 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

3.1.1 สัตว์ทดลอง คือ กุ้งแคระ (Red cherry Shrimp) ขนาด 0.5 เซนติเมตร จากฟาร์มจังหวัดนครราชสีมา

3.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอาหาร ได้แก่ สารคาโรทีนอยด์จากกลีบดอกดาวเรือง สารคาโรทีนอยด์สังเคราะห์ อาหารกุ้งขาววานาไม เบอร์ 0 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง เครื่องอบผลไม้แห้ง เครื่องปั่นอาหาร น้ำมันปลา ถุงพลาสติก กล่องพลาสติก บีกเกอร์ กระบอกตวง แท่งแก้วคนสาร ช้อนตักสาร กรรไกร ถุงมือยาง และกระบอกฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งแคระ ได้แก่ กล่องพลาสติก ฮีตเตอร์ ฝาปิดกล่อง ปั๊มลม สายลม หัวทราย สายยางถ่ายน้ำ สวิง เกลือแกง และด่างทับทิม

3.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาปริมาณแคโรทีนอยด์ในกลีบดอกดาวเรือง คาโรทีนอยด์สังเคราะห์ และปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ ได้แก่ ขวดรูปชมพู กระบอกตวง บีกเกอร์ ขวดปรับปริมาตร กรวยแก้ว กระดาษกรอง ฟลอยด์ แท่งแก้ว อะซิโตน ปิโตเลียมอีเทอร์ น้ำกลั่น บีเอสทีและเครื่องวัดการดูดกลืนคลื่นแสง (Uv-visspectophotometer รุ่น v-160)

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การทดลองที่ 1 ปริมาณแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

3.2.1.1แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) กำหนดปริมาณแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ใช้ผสมในอาหารกุ้งที่ต่างกัน ได้แก่ 0, 50, 100 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กก. (มก./กก.) แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ระยะเวลาในการเลี้ยง 8 สัปดาห์ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารควบคุม (อาหารกุ้งไม่ผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง)

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารผสมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง มก./กก.

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารผสมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง 100 มก./กก.

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารผสมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง 200 มก./กก.

3.2.1.2 วิธีการทดลอง

(1) การเตรียมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง

(1.1) การเตรียมกลีบดอกดาวเรืองเพื่อนำมาอบแห้ง คัดเลือกดอกดาวเรืองที่มีเหลืองเข้มสดคุณภาพดีนำมาล้างทำความสะอาด จากนั้นตัดก้านดอกและฐานดอกออกให้เหลือเพียงกลีบดอกดาวเรืองสีเหลืองสด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และเมื่ออบจนแห้ง นำมาบดให้เป็นผงละเอียดด้วยเครื่องปั่นอาหาร จากนั้นนำผงดอกดาวเรืองที่ได้ใส่ขวดมีฝาปิดใส่ซองกันชื้นแล้วห่อด้วยอะลูมิเนียมฟลอยแล้วเก็บเข้าตู้เย็น

(1.2) การหาปริมาณแคโรทีนอยด์โดยชั่งดอกดาวเรืองแห้ง 0.1 กรัม ละลายด้วยสารผสมของ อะซีโตน ปิโตรเลียมอีเทอร์ น้ำกลั่น และบีเอชที ด้วยอัตราส่วน 75:25:10:0.01 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ 0 และนำมาวัดด้วยค่าดูดกลืนแสงที่ 473 นาโนเมตร เพื่อคำนวณหาปริมาณสารแคโรทีนอยด์รวมดังสมการ

$$\text{แคโรทีนอยด์} = \frac{A \times B \times 10}{1910 \times C}$$

A = ค่าดูดกลืนแสงที่ 473 นาโนเมตร
B = ปริมาตรสารละลาย
C = น้ำหนักตัวอย่าง

(2) การเตรียมอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรือง

ชั่งอาหารกุ้งขาววานาไมเบอร์ 0 ตามสัดส่วนที่ต้องการ จากนั้นคำนวณปริมาณสารแคโรทีนอยด์ในระดับความเข้มข้นที่ต้องการ และเหมาะสมกับปริมาณของอาหารกุ้งขาววานาไมที่เตรียมไว้ ผสมให้เข้ากัน เติมน้ำมันปลา 1 มิลลิลิตรต่ออาหาร 100 กรัมและเติมน้ำ 5 มิลลิลิตร ต่ออาหาร 10 กรัม ผสมอาหารให้เข้ากันดีจากนั้นนำมาอัดผ่านกระบอกฉีดยาขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วทำการตัดเป็นชิ้นเล็กๆและนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

(3) การเตรียมกุ้งแคระ

นำกุ้งแคระมาใส่กล่องพลาสติกขนาด 25 x 20 เซนติเมตร 24 กล่อง กล่องละ 20 ตัว นำฝามาปิดเพื่อป้องกันสิ่งสกปรกลงไปในกล่อง และให้อาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองตามความเข้มข้นที่กำหนดไว้ โดยให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัวกุ้ง โดยให้อาหาร 2 มื้อ ต่อ วัน และถ่ายน้ำ 50 เปอร์เซ็นต์ ทุกๆ 3 วันหรือมากกว่าตามสมควร

3.2.2 การทดลองที่ 2 ปริมาณแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

3.2.2.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) กำหนดปริมาณสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ ได้แก่ 0, 80 และ 160 มก./กก. แบ่งชุดการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ระยะเวลาในการเลี้ยง 8 สัปดาห์ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารควบคุม (อาหารกุ้งไม่ผสมสารแคโรทีนอยด์)
ชุดการทดลองที่ 2 อาหารผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ 80 มก./กก.
ชุดการทดลองที่ 3 อาหารผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ 100 มก./กก.

3.2.2.2 วิธีการทดลอง

นำสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์มาหาปริมาณแคโรทีนอยด์ เตรียมอาหารผสมแคโรทีนอยด์และการเตรียมกุ้งแคระและการให้อาหารระหว่างการทดลองตามการทดลองที่ 1

3.2.3 การทดลองที่ 3 ปริมาณสารเบตาเลนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

3.2.3.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) แบ่งตามระดับความเข้มข้นของสารสกัดเบตาเลนจากบีทรูทผงอบแห้ง ทั้งหมด 4 ระดับ ทำการทดลองชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ใช้กุ้งในการทดลอง 20 ตัวต่อหน่วยทดลอง ได้แก่

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม เลี้ยงด้วยอาหารพื้นฐาน (ไม่เสริมสารเบตาเลน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารที่มีการเสริมสารสกัดเบตาเลน 20 มก./กก.

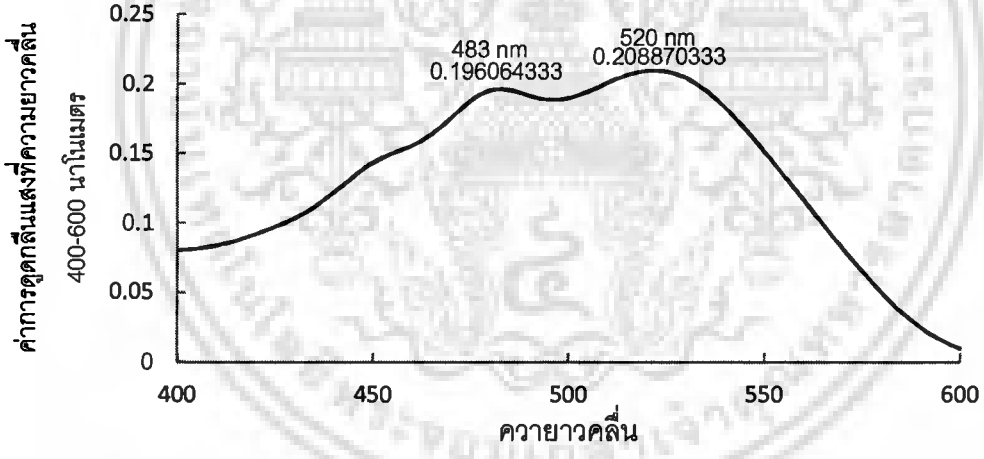
ชุดการทดลองที่ 3 อาหารที่มีการเสริมสารสกัดเบตาเลน 40 มก./กก.

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารที่มีการเสริมสารสกัดเบตาเลน 60 มก./กก.

3.2.3.2 วิธีการทดลอง

(1) การเตรียมสูตรอาหาร

นำอาหารกุ้งที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารกุ้งวัยอ่อนเบอร์ 101 นำมาวัดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อหาปริมาณสารเบตาเลนที่อยู่ในอาหารก่อนทำการทดลอง เตรียมผงบีทรูทที่นำมาผสมในสูตรอาหารโดยการนำหัวบีทรูทสดมาหั่นและอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการบดและนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารเบตาเลนในหัวบีทรูทโดยชั่งผงบีทรูท 0.5 กรัม นำมาสกัดด้วย เอทานอล 80% ปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer UV/VIS) ซึ่งในการทดลองนี้พบว่าปริมาณสารสีในบีทรูทพบมีค่าพีค (peak) อยู่ที่ความยาวคลื่น 520 และ 483 นาโนเมตร (ภาพที่ 4-1) จากนั้น นำผงบีทรูทอบแห้งผสมอาหารกุ้งตามระดับความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มิลลิกรัมต่ออาหารกุ้ง 1 กิโลกรัม ตามลำดับ นำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง บดเป็นขนาดเท่าๆกัน ห่อด้วยอลูมิเนียมฟอยด์และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 °C



ภาพที่ 4-1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นและค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดเบตาเลน

คำนวณหาปริมาณสารสารเบตาเลนสารเบตาไซยานินและเบตาแซนทินในบีทรูทตามสมการ

$$A = abc$$

เมื่อ A = ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ความยาวคลื่น 476 หรือ 538 นาโนเมตร

a = ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงของความยาวคลื่น 476 หรือ 538 นาโนเมตร เท่ากับ 1175 หรือ1120

b = ความกว้างของคิวเวต 1 เซนติเมตร มีค่าเท่ากับ 1

c = ปริมาณเบตาเลนในสารตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

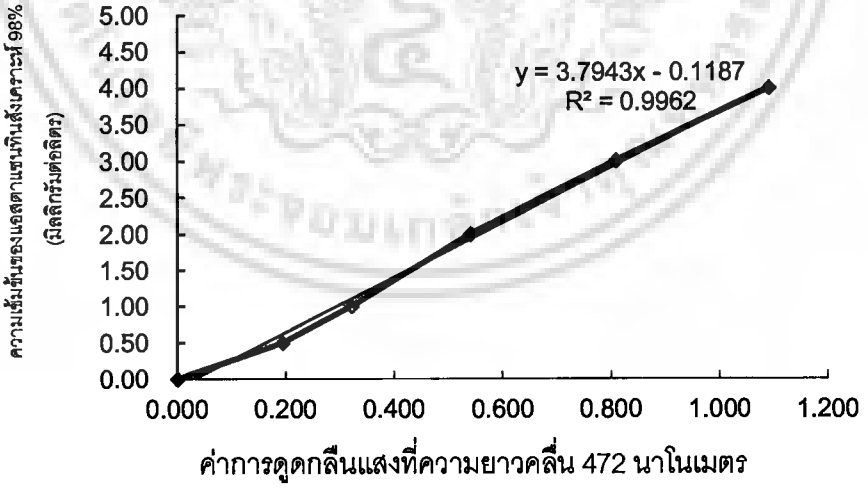
(2) การเลี้ยงกุ้งแคระ

เลี้ยงกุ้งแคระในกล่องพลาสติกขนาด 19x27x12 เซนติเมตร ใช้น้ำในการเลี้ยงประมาณ 5 ลิตร จัดสภาพการทดลองให้มีมอสชวาและกรวดเพื่อให้กุ้งแคระได้หลบซ่อนตัว ชั่งน้ำหนักกุ้งแคระก่อนทำการทดลองและทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อคำนวณน้ำหนักอาหารให้เหมาะสมกับน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง อัตราการให้อาหาร 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยแบ่งให้อาหารวันละ 2 ครั้ง(เช้า-เย็น) ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 10% ทุก 2 วัน จนครบ 6 สัปดาห์ หลังจากนั้นจึงเก็บตัวอย่างกุ้งแคระทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณรงควัตถุที่สะสมในกุ้งแคระ การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Thiobarbituric acid reactive substance, TBARS) และการทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

(3) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งแคระได้แก่ ค่าความกระด้าง (Hardness) ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) อุณหภูมิ (Temperature) ทุก 1 สัปดาห์

(4) ชั่งน้ำหนักกุ้งก่อนทำการทดลองและสุ่มชั่งน้ำหนักกุ้งแคระทุก 2 สัปดาห์ จนกระทั่งครบ 6 สัปดาห์ แล้วนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นอัตราการรอดและน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น

(5) การวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุที่สะสมในกุ้งแคระ โดยชั่งตัวอย่างกุ้งแคระ 0.1 กรัม สกัดด้วยเอทานอล 80% ทิ้งไว้จนสกัดหมด บันทึกปริมาตรและนำสารสกัดมาปั่นเหวี่ยงที่ 12,000 รอบ/นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 520 และ 483 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาปริมาณ สารเบตาเลน (เบตาแซนทินและเบตาไซยานิน) และวิเคราะห์ปริมาณแอสตาแซนทินในกุ้งแคระดัดแปลงจาก Ingle de la Mora *et al.* (2006) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 472 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงมาแทนในสมการของกราฟมาตรฐานแอสตาแซนทินสังเคราะห์ 98% (ภาพที่ 4-2)

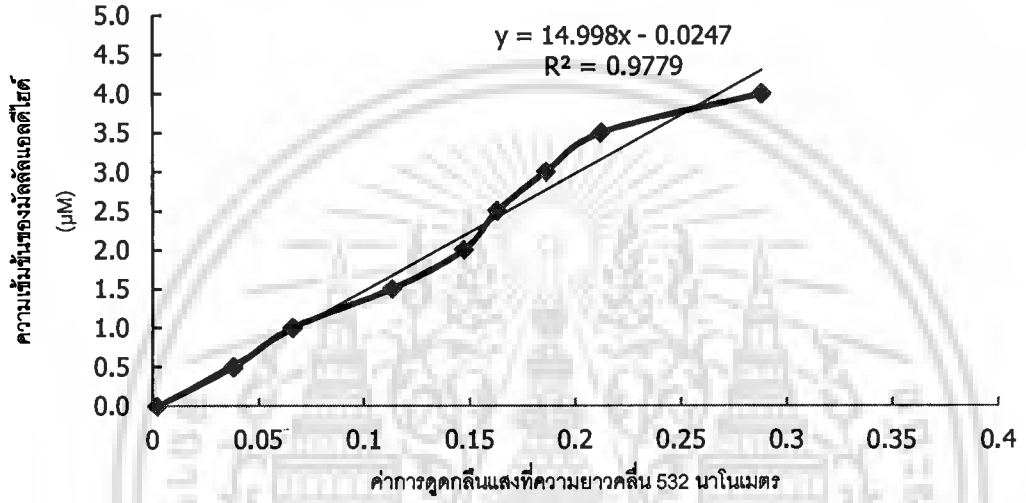


ภาพที่ 4-2 กราฟมาตรฐานของแอสตาแซนทินสังเคราะห์ 98%

(6) การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมัน (Thiobarbituric acid reactive substance,TBARS) ดัดแปลงจากวิธีการของ Zentric (1993) นำของเหลวที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงกุ้งแคระทั้งตัวกับ 50 mM Potassium phosphate buffer pH 7.4 มา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองมีฝาปิด เติม 50 mM Potassium phosphate buffer pH 7.4 ลงไป 0.5 มิลลิลิตร เติม thiobarbituric acid (TBA) 0.2 มิลลิลิตร เติม trichloroacetic acid (TCA) 1 มิลลิลิตร และเติม butylated hydroxytoluene (BHT) 0.01 มิลลิลิตร นำไปต้มในอ่างทำความร้อน (water bath) ใช้อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ทำให้เย็นทันทีโดยการแช่น้ำแข็ง นำสารในหลอดทดลองถ่ายลงใน eppendorf แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 1500 รอบ/นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่า การดูดกลืนแสงที่ ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร และนำค่าที่วัดได้แทนในสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์ (ภาพที่ 4-3)



ภาพที่ 4-3 กราฟมาตรฐานของมัลลัลไดแอลดีไฮด์

(7) การทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ดัดแปลงจากวิธีการของ Liman *et al.*(2011) และ Sanchez-Moreno et al.(1998) การทดสอบ ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระโดยใช้ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) นำของเหลวที่ได้จากการปั่นเหวี่ยงกุ้งแคระทั้งตัวกับ 50 mM Potassium phosphate buffer pH 7.4 มา 0.1 มิลลิลิตร เติม DPPH ลงไป 3.9 มิลลิลิตร เขย่าให้ เข้ากันโดยใช้ vortex ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12,000 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 515 นาโนเมตร และนำค่าที่ได้มาแทนในสมการเพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ดังนี้

$$\%\text{inhibition DPPH} = 1-(\text{absorblank}_{\text{experiment}}/\text{absorblank}_{\text{control}})\text{x}100$$

3.2.3.3 การบันทึกข้อมูล

(1) สุ่มตัวอย่างกุ้งทุกๆ 14 วัน เพื่อหาปริมาณน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

(2) เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำกุ้งแคระมาวิเคราะห์หาค่าแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การทดลองที่ 4 ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

3.2.4.1 แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized (CRD) ปัจจัยที่ศึกษา คือ ระดับของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ที่ระดับ 0, 10, 20, 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ โดยใช้กุ้งแคระ 20 ตัวต่อซ้ำ ตัวดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมไม่มีการเติมไคโตซานในอาหาร

ชุดการทดลองที่ 2 ชุดการทดลองที่เติมไคโตซานในอาหาร 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 3 ชุดการทดลองที่เติมไคโตซานในอาหาร 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ชุดการทดลองที่ 4 ชุดการทดลองที่เติมไคโตซานในอาหาร 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

3.2.4.2 วิธีการทดลอง

(1) การเตรียมไคโตซาน โดยนำไคโตซานผสมอาหารกุ้งตามระดับความเข้มข้น 0, 10, 20 และ 30 มิลลิกรัมต่ออาหารกุ้ง 1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ชั่งไคโตซาน 2.5 มก.ต่ออาหารกุ้ง 250 กรัม ไคโตซาน 5 มก.ต่ออาหารกุ้ง 250 กรัม และไคโตซาน 7.5 มก.ต่ออาหารกุ้ง 250 กรัม ตามลำดับ)

(2) นำไคโตซานที่ได้ไปทำการละลายกับกรดน้ำส้มและใส่น้ำจำนวน 150 มิลลิลิตร และนำไปคลุกเคล้ากับอาหาร จากนั้นนำอาหารที่ได้ผ่านการผสมแล้วไปใส่ในอะลูมิเนียมฟอยด์แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง

(3) การเลี้ยงกุ้งแคระ นำกุ้งแคระในกล่องพลาสติกขนาด 19x27x12 เซนติเมตร ใช้น้ำในการเลี้ยงประมาณ 5 ลิตร จัดสภาพการทดลองให้มีมอสซาและกรวดเพื่อให้กุ้งแคระได้หลบซ่อนตัว ชั่งน้ำหนักกุ้งแคระก่อนทำการทดลองและทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อคำนวณน้ำหนักอาหารให้เหมาะสมกับน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลง อัตราการให้อาหาร 3% ของน้ำหนักตัวต่อวัน โดยแบ่งให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 10% ทุก 2 วัน เก็บคราบกุ้งไปชั่งน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งทุกวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์เพื่อดูการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของกุ้งแคระในความเข้มข้นของไคโตซานในอาหารที่แตกต่างกัน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's multiple range test ด้วยโปรแกรม SPSS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ปริมาณแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

4.1.1 ผลของอาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองต่อน้ำหนักของกุ้งแคระ

ผลของอาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองต่อน้ำหนักของกุ้งแคระ จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยอาหารผสมคาโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. เมื่อสิ้นสุดการทดลองในระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) หลังจาก 8 สัปดาห์ ที่การทดลองน้ำหนักสุดท้ายของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองในระดับ 50, 100 และ 200 มก./กก. เท่ากับ 33.05±0.49, 37.80±1.98, 38.20±3.01 และ 45.18±1.27 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักเพิ่มขึ้นของกุ้งแคระ เท่ากับ 22.70±0.49, 27.20±1.98, 27.78±3.06, และ 34.80±1.16 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในอาหาร (มก./กก.)	น้ำหนักเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อตัว)	น้ำหนักเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มิลลิกรัมต่อตัว)
0	10.35±0.19^{a}	33.05±0.49^{c}	22.70±0.49^{c}
50	10.60±0.07^{a}	37.80±1.98^{b}	27.20±1.98^{b}
100	10.43±0.10^{a}	38.20±3.01^{b}	27.78±3.06^{b}
200	10.38±0.14^{a}	45.18±1.27^{a}	34.80±1.16^{a}

อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.1.2 ผลของแคโรทีนอยด์จากกลีบดอกดาวเรืองต่ออัตรารอดของกุ้งแคระ

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากกลีบดอกดาวเรืองในระดับ 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. จนสิ้นสุดการทดลองในระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าอัตรารอดของกุ้งแคระที่ให้อาหารผสมแคโรทีนอยด์จากกลีบดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้น 0, 50, 100, และ 200 มก./กก. มีค่าเท่ากับ 77.50±3.28, 85.00±2.04, 90.00±2.04 และ 99.75±0.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 4-2)

4.1.3 ผลของคาโรทีนอยด์ในดอกดาวเรืองต่อปริมาณคาโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยอาหารผสมคาโรทีนอยด์จากกลีบดอกดาวเรืองในระดับ 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. พบว่าคาโรทีนอยด์ในกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสารคาโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 30.27±1.49, 67.96±3.12, 93.80±4.42 และ 204.91±12.3 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-2 อัตราการรอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน

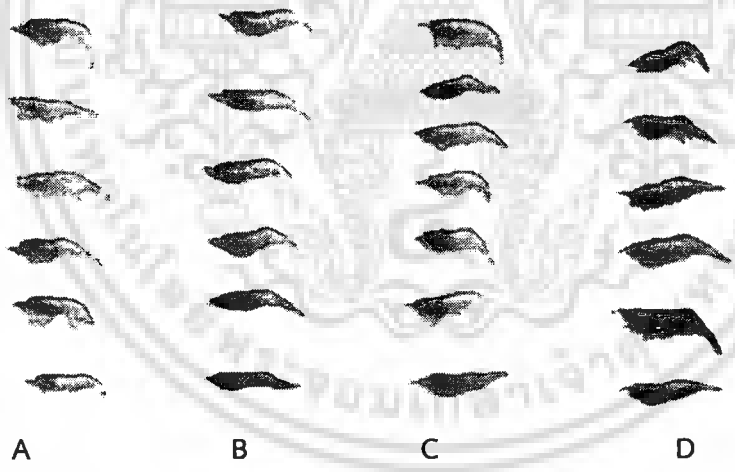
ความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในอาหาร (มก./กก.)	อัตราการรอด (%)
0	77.50±3.28[c]
50	85.00±2.04[b]
100	90.00±2.04[b]
200	99.75±0.25[a]

อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4-3 ปริมาณคาโรทีนอยด์ของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมคาโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้นในระดับที่แตกต่างกัน

ความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในอาหาร (มก./กก.)	ปริมาณแคโรทีนอยด์(กรัมต่อกิโลกรัม)
0	30.27±1.49[d]
50	67.96±3.12[c]
100	93.80±4.42[b]
200	204.91±12.3[a]

อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)



ภาพที่ 4-4 สีลำตัวกุ้งแคระ ที่ความเข้มข้นแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้นต่างกัน (A) 0, (B) 50, (C) 100 และ (D) 200 มก./กก.

4.2 ปริมาณแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระสวยงาม

4.2.1 ผลของอาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ต่อน้ำหนักของกุ้งแคระ

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในระดับ 0, 80 และ 160 มก./กก. พบว่าน้ำหนักสุดท้ายของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 80 และ 160 มก./กก. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 33.05±0.49, 33.23±0.41 และ 35.05±0.16 มิลลิกรัมต่อตัว ตามลำดับและน้ำหนักเพิ่มขึ้นของกุ้งแคระเท่ากับ 22.70±0.49, 22.88±0.35 และ 24.68±0.50 มิลลิกรัมต่อตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-4 การเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน

ความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์ในอาหาร (มก./กก.)	น้ำหนักเริ่มต้น (มิลลิกรัมต่อตัว)	น้ำหนักเฉลี่ย (มิลลิกรัมต่อตัว)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มิลลิกรัมต่อตัว)
0	10.35±0.19[a]	33.05±0.49[b]	22.70±0.49[b]
80	10.35±0.15[a]	33.23±0.41[b]	22.88±0.35[b]
160	10.37±0.14[a]	35.05±0.16[a]	24.68±0.50[a]

อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.2.2 ผลของอาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ต่ออัตรารอดของกุ้งแคระ

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในระดับ 0, 80 และ 160 มก./กก. พบว่าอัตราการรอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 80 และ 160 มก./กก. มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 77.50±3.28, 100.00±0.00 และ100.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 4-5 อัตราการรอดของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่างกัน

ความเข้มข้นของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ (มก./กก.)	อัตราการรอด (%)
0	77.50±3.28[b]
80	100.00±0.00[a]
160	100.00±0.00[a]

อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

4.2.3 ผลของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแคระ

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ในระดับ 0, 80 และ 160 มก./กก. พบว่าแคโรทีนอยด์ในกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 80 และ 160 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 30.27±1.49, 60.77±5.05 และ 88.37±6.58 ก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 4-6)

ตารางที่ 4-6 ปริมาณแคโรทีนอยด์ของกุ้งแคระที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นในระดับที่แตกต่างกัน

ระดับแคโรทีนอยด์สังเคราะห์(มก./กก.)	ปริมาณแคโรทีนอยด์(กรัมต่อกิโลกรัม)
0	30.27±1.49[c]
80	60.77±5.05[b]
160	88.37±6.58[a]

อักษรที่เหมือนกัน หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B C

ภาพที่ 4-5 สีลำตัวกุ้งแครระ ที่ความเข้มข้นแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่างกัน (A) 0, (B) 80 และ(C) 160 มก./กก.

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งแครระด้วยสารแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 50, 100, และ 200 มก./กก.และสารแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ ระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 80 และ 160 mg/kg ซึ่งมีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ในตัวกุ้งแครระที่ให้แคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองเท่ากับ 30.27±1.49, 67.96±3.12, 93.80±4.42 และ 204.91±12.3 ก./กก. กับกุ้งแครระที่ให้แคโรทีนอยด์สังเคราะห์เท่ากับ 30.27±1.49, 60.77±5.05 และ 88.37±6.58 ก./กก. ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากการศึกษาของ Pan and Chien (2004) ได้ทำการทดลองกับกุ้งกุลาดำ ให้อาหาร 3 สูตรคือ อาหารไม่ผสมแคโรทีนอยด์ อาหารที่ผสมแอสตาแซนทิน 80 มิลลิกรัม และ อาหารที่ผสมด้วยแอสตาแซนทิน 240 มก./กก.พบว่ากุ้งที่ให้อาหารที่ผสมด้วยแอสตาแซนทิน 240 มก./กก. มีอัตรารอดสูงกว่าอัตรารอดของลูกกุ้งและน้ำหนักที่สูงกว่าที่ไม่ให้ อาหารผสมแอสตาแซนทินเช่นเดียวกันกับ Gocer et al. (2006) ได้ทดลองกับกุ้งขาววานาไมถูกให้อาหารเสริม 4 กลุ่ม คือ 6.6 เปอร์เซนต์ ของพริกสีแดง (RP), 2.4 เปอร์เซนต์ ของดอกดาวเรือง (MF), 100 มก./กก. ของแอสตาแซนทินสังเคราะห์ (SA) และ กลุ่มควบคุม พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย กุ้งกุลาลายที่ให้อาหารที่มีส่วนผสมของแอสตาแซนทินจากพริกแดงมีปริมาณน้ำหนักที่สูงที่สุด

4.3 ปริมาณสารเบตาเลนที่เหมาะสมต่อการพัฒนาสีของกุ้งแครระสวยงาม

4.3.1 ผลของสารสกัดเบตาเลนต่อการเจริญเติบโตของกุ้งแครระ

ในการศึกษาผลของการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 0 20 40 และ 60 มก./กก.ต่อการเร่งสีกุ้งแครระ ต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของกุ้งแครระ พบว่าในสัปดาห์ที่ 0 จนถึงสัปดาห์ที่ 4 มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักกุ้งแครระ ที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารสกัดเบตาเลนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนในสัปดาห์ที่ 6 พบว่า การใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 40 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

60 มก./กก. มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของกุ้งแคระ โดยมีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุดแตกต่างจากในชุดการทดลองที่ 2 และชุดควบคุม พบว่า สัปดาห์ที่ 6 กุ้งแคระในแต่ละชุดการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.31±0.17, 5.05±0.54, 6.70±0.39 และ 6.77±0.41 มก./ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 7) สำหรับผลของการใช้สารสกัดเบตาเลนต่ออัตราการรอดของกุ้งแคระ พบว่า ปริมาณสารสกัดเบตาเลนมีผลต่ออัตราการรอดของกุ้งแคระ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 4-8)

ตารางที่ 4-7 น้ำหนักของกุ้งแคระ (มก./ตัว) ที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน

ระยะเวลา	ความเข้มข้นของสารเบตาเลนที่ผสมในอาหารกุ้ง (มก./กก.)			
(สัปดาห์)	0	20	40	60
0	2.30±0.39[a]	2.43±0.31[a]	2.20±0.25[a]	2.08±0.16[a]
2	3.02±0.33[a]	3.60±0.72[a]	3.29±0.49[a]	2.89±0.18[a]
4	4.69±0.49[a]	4.58±0.26[a]	4.97±0.28[a]	4.53±0.38[a]
6	5.31±0.17[a]	5.06±0.54[a]	6.70±0.39[b]	6.77±0.41[b]

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4-8 อัตราการรอดของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน

ระยะเวลา	ระดับความเข้มข้นของสารเบตาเลนที่ผสมในอาหารกุ้ง (มก./กก.)			
(สัปดาห์)	0	20	40	60
0	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]	100.00±0.00[a]
2	88.75±2.93[a]	77.50±4.78[a]	81.25±3.14[a]	81.25±3.75[a]
4	67.50±1.10[a]	53.75±2.39[a]	71.25±4.27[a]	68.75±5.54[a]
6	58.75±1.34[a]	43.75±5.15[a]	43.75±8.26[a]	46.25±7.46[a]

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.3.2 การสะสมปริมาณแคโรทีนอยด์รวมในกุ้งแคระ

ผลของการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. พบว่า การสะสมของแอสตาแซนทินในกุ้งแคระ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสะสมในกุ้งแคระ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2026±0.3503, 0.3803±0.8979, 0.3139±0.0725 และ 0.3777±0.0302 มก./กก. ตามลำดับ (ตารางที่ 4-9)

ผลของการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. พบว่า การสะสมของสารสีในกุ้งแคระ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่สะสมในกุ้งแคระ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.00008770±0.00000876, 0.00012800±0.00002372, 0.00011300±0.00001383 และ 0.00010900±0.00000719 มก./กก. ตามลำดับ ปริมาณสารเบตาไซยานินมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.00007400±0.00000769, 0.00008620±0.00001150, 0.00009120±0.00000303 และ 0.00011200±0.00002787 มก./กก.ตามลำดับ (ตารางที่ 4-10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-9 ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่สะสมในกุ้งแคระ ที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน

ความเข้มข้นของสารเบตาเลนที่ผสมในอาหารกุ้ง (มก./กก.)	ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมที่สะสมในกุ้งแคระ (มก./กก.)
0	0.203±0.035[a]
20	0.380±0.089[a]
40	0.314±0.072[a]
60	0.378±0.030[a]

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4-10 ปริมาณสารเบตาเลนที่สะสมในกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารเบตาเลน

ความเข้มข้นของสารเบตาเลน (มก./กก.)	ปริมาณสารสี (มก./กก.)	
	เบตาแซนทิน	เบตาไซยานิน
0	0.00008770±0.00000876[a]	0.00007400±0.00000769[a]
20	0.00012800±0.00002372[a]	0.00008620±0.00001150[a]
40	0.00011300±0.00001383[a]	0.00009120±0.00000303[a]
60	0.00010900±0.00000719[a]	0.00011200±0.00002787[a]

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.3.3 ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกุ้งแคระ

ในการศึกษาถึงการทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมัน พบว่า กุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 0, 20, 40 และ 60 มก./กก.มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 20, 40 และ 60 มก./กก.มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมันได้สูงกว่าชุดควบคุมโดยมีค่าเท่ากับ 0.0049±0.0004, 0.0041±0.0004 และ 0.0045±0.0005 ไมโครโมลของสารมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์ ตามลำดับ สำหรับในชุดควบคุม พบว่า มีค่าความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมันต่ำกว่าชุดการทดลองทั้งหมดโดยมีค่าเท่ากับ 0.0024±0.0002 ไมโครโมลของสารมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์ (ตารางที่ 4-11)

ตารางที่ 4-11 การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมันในกุ้งแคระ

ระดับความเข้มข้นของสารเบตาเลน (มก./กก.)	Thiobarbituric acid reactive substance,TBARS (ไมโครโมลของสารมาตรฐานมัลลัลไดแอลดีไฮด์)
0	0.0023±0.0002[a]
20	0.0048±0.0003[b]
40	0.0040±0.0003[b]
60	0.0044±0.0005[b]

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 0, 20, 40 และ 60 มก./กก.ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 60 มก./กก.มีเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด มีค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 7.4146±0.1617 เปอร์เซนต์ รองลงมาคือกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร สุดท้ายคือกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารสกัดเบตาเลน 0 และ 40 มก./กก. มีค่าเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 6.4795±0.2711, 5.7245±0.2646 และ 6.1412±0.4871 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4-12)

ตารางที่ 4-12 เปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH ของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน

ระดับความเข้มข้นของสารเบตาเลน (มก./กก.)	% inhibition DPPH
0	5.7245±0.2646[a]
20	6.4795±0.2710[ab]
40	6.1412±0.4871[a]
60	7.4146±0.1616[b]

*ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากการศึกษาผลของสารสกัดเบตาเลนในการเร่งสีกุ้งแคระ พบว่า การใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. พบว่า ผลต่อการสะสมของแอสตาแซนทินและสารเบตาเลนในกุ้งแคระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) สอดคล้องกับผลของ Baron *et al.* (2007) ในการศึกษาผลของการใช้สารสกัดเบตาเลนต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดของกุ้งแคระ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0 จนถึงสัปดาห์ที่ 4 ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการผสมสารสกัดเบตาเลนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ส่วนในสัปดาห์ที่ 6 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักตัวของกุ้งแคระมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) พบว่า การใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 40 และ 60 มก./กก. มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นดีที่สุดแตกต่างจากการใช้สารสกัดเบตาเลนที่ความเข้มข้น 20 มก./กก. และชุดควบคุม

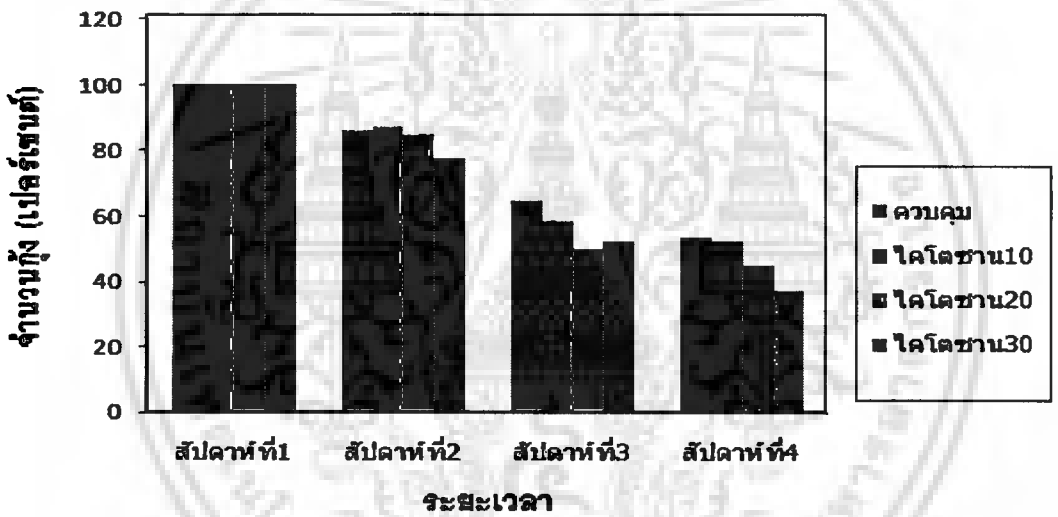
การทดสอบความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมัน กุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยโดยกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 20, 40 และ 60 มก./กก. มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของไขมันได้สูงกว่าชุดควบคุม

การศึกษาเปอร์เซ็นต์ความสามารถของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 60 มก./กก. มีเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด รองลงมาคือกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารเบตาเลน 20 มก./กก. และกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่ผสมสารสกัดเบตาเลน 0 และ 40 มก./กก. ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาหาระดับความเข้มข้นของไคโตซานในการพัฒนาสีกุ้งแคระสวยงาม

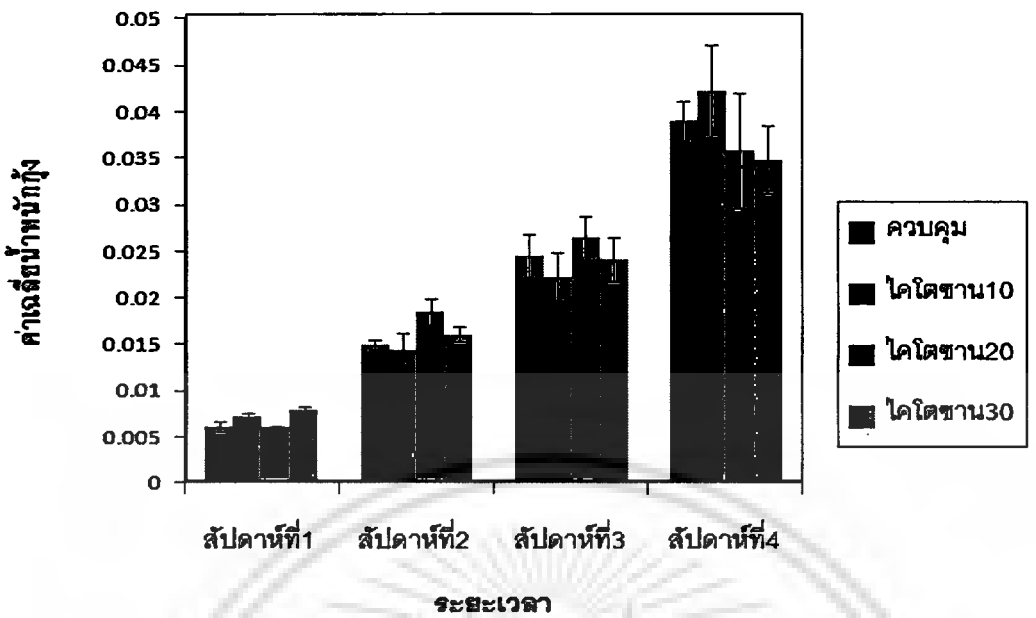
ความเข้มข้นของไคโตซานในการพัฒนาสีกุ้งแคระสวยงาม 4 ระดับ ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 มก./กก. เนื่องจากการศึกษาการเสริมไคโตซานในอาหารพบว่าไม่มีผลต่อการพัฒนาสีของกุ้งแคระ จึงทำการศึกษาผลของไคโตซานต่ออัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งแทน การทดลองกำหนดให้กุ้งแคระ ได้รับอาหารที่มีระดับไคโตซานที่ 0, 10, 20 และ 30 มก./กก. จากผลการทดลองพบว่าชุดควบคุมมีอัตราการรอดสูงสุดเท่ากับ 53.75 ±1.03 เปอร์เซ็นต์ เห็นได้ว่าชุดควบคุมจะมีอัตราการรอดสูงกว่าทุกระดับจนถึงสัปดาห์สุดท้าย (ภาพที่ 4-6) รองลงมาคือระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.50 ±2.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีแค่สัปดาห์ที่สองเท่านั้นที่มีอัตราการรอดสูงที่สุดหลังจากนั้นก็จะมีอัตราการรอดน้อยกว่าระดับควบคุม และรองลงมาก็จะเป็นระดับไคโตซานที่ 20 มก./กก. ซึ่งเห็นว่ามีการอัตรารอดน้อยมาอีกระดับหนึ่งมีค่าเท่ากับ 45±0.70 เปอร์เซ็นต์ และระดับไคโตซานที่ 30 มก./กก. จะเห็นได้ชัดว่ามีอัตราการรอดน้อยที่สุดเท่ากับ 37.5±1.19 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4-6 อัตราการรอดของกุ้งแคระในระยะเวลา 4 สัปดาห์

สำหรับค่าเฉลี่ยของน้ำหนักกุ้งต่อตัวพบว่าที่ระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสุดในสัปดาห์สุดท้ายเท่ากับ 0.0422±0.0050 กรัม (ภาพที่ 4-7) รองลงมาคือระดับควบคุมซึ่งจะพบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นเรื่อยๆและน้อยในสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งมีค่าท่ากับ 0.039± 0.0021 กรัม รองลงมาในระดับไคโตซานที่ 20 มก./กก. ซึ่งพบว่า ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 และสัปดาห์ที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดแต่ในพอถึงสัปดาห์สุดท้ายมีค่าลดลงซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0359±0.0062 กรัม และพบว่าในระดับไคโตซานที่ 30 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดในสัปดาห์สุดท้ายเท่ากับ 0.0348± 0.0036 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4-7 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งแครระ (กรัมต่อตัว) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์

ผลของน้ำหนักกุ้งแครระ รวม พบว่าในระดับควบคุมและระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.42±0.046 กรัม และ 0.42±0.060 กรัม ซึ่งมีค่าสูงสุด (ตารางที่ 4-13) ซึ่งสอดคล้องกับ Shiau and Yu (1999) พบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยไคตินในระดับที่ 5 และ10 % มีน้ำหนักตัวมากกว่าปลาที่เลี้ยงด้วยไคโตซาน รองลงมาคือระดับไคโตซานที่ 20 มก./กก. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.25±0.049 กรัม และระดับไคโตซานที่ 30 มก./กก. ซึ่งมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งน้อยที่สุดเท่ากับ 0.22±0.022 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 4-13 ค่าน้ำหนักกุ้งแครระเฉลี่ยรวม (กรัม) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์

	สัปดาห์ที่1	สัปดาห์ที่2	สัปดาห์ที่3	สัปดาห์ที่4
ควบคุม	0.13±0.010^{a}	0.26±0.008^{a}	0.32±0.036^{b}	0.42±0.046^{b}
ไคโตซาน10	0.15±0.006^{ab}	0.25±0.024^{a}	0.25±0.012^{ab}	0.42±0.060^{b}
ไคโตซาน20	0.12±0.016^{a}	0.29±0.013^{a}	0.25±0.023^{ab}	0.25±0.049^{a}
ไคโตซาน30	0.16±0.007^{b}	0.25±0.007^{a}	0.23±0.028^{a}	0.22±0.022^{a}

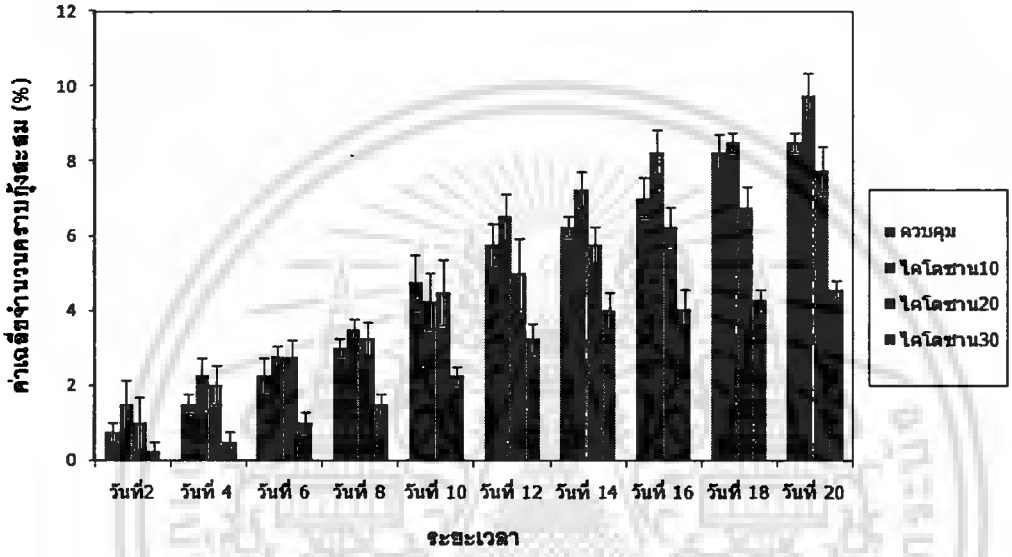
อักษรที่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลการทดลองค่าเฉลี่ยจำนวนคราบกุ้งแครระสะสม พบว่าที่ระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยสะสมสูงขึ้นเรื่อยๆและสูงที่สุดในวันสุดท้ายซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.75±0.62 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4-8) รองลงมาคือระดับควบคุมซึ่งมีสูงขึ้นเรื่อยๆรองจากระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.50±0.25 เปอร์เซ็นต์ รองมาคือระดับไคโตซานที่ 20 มก./กก. ซึ่งมีค่าน้อยลงมามีค่าเท่ากับ 7.75±0.65

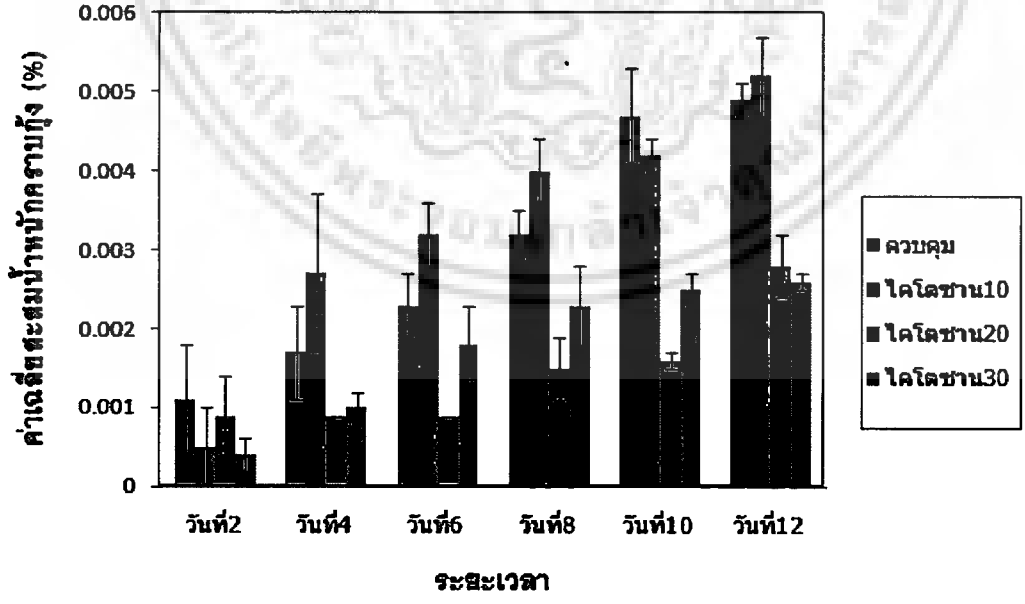
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายคือระดับไคโตซานที่ 30 มก./กก. ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยจำนวนคราบกุ้งแคระ น้อยที่สุดเท่ากับ 4.55±0.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ผลของค่าเฉลี่ยของคราบกุ้งแคระ พบว่าที่ระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงขึ้นเรื่อยๆจนถึงวันสุดท้ายพบว่ามีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 0.0052±0.0005 กรัม (ภาพที่ 4-9) รองมาคือระดับควบคุม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0049±0.0002 กรัม รองมาคือระดับไคโตซานที่ 20 มก./กก. ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.0028±0.0004 กรัม และพบว่าในระดับไคโตซานที่ 30 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งสะสมน้อยที่สุดเท่ากับ 0.0026±0.0001 กรัม ซึ่งซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4-8 ค่าเฉลี่ยจำนวนคราบกุ้งแคระ สะสม (เปอร์เซ็นต์) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์



ภาพที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักคราบกุ้งสะสม (เปอร์เซ็นต์) ในระยะเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเสริมไคโตซานในอาหารเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่ระดับความเข้มข้นที่ 4 ระดับ ได้แก่ 0,10,20 และ 30 มก./กก. ตามลำดับ พบว่าการทดลองที่ระดับควบคุม มีอัตราการรอดสูงสุด เท่ากับ 53.75 ±1.03 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.50 ±2.10 เปอร์เซ็นต์ โดยจะพบค่าเฉลี่ยน้ำหนักกุ้งที่ระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0422±0.0050 กรัม ส่วนน้ำหนักกุ้งรวมที่ระดับควบคุมและระดับไคโตซานที่ 10 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 0.42±0.046 และ 0.42±0.060 กรัม และพบว่าที่ระดับไคโตซานที่ 10 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยจำนวนคราบของกุ้งสะสมสูงสุด เท่ากับ 9.75±0.65 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักคราบกุ้งสะสมพบว่าระดับไคโตซานที่ 10 มก./กก. มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0052±0.0005 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

การทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยให้อาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันคือ 0, 50, 100 และ 200 มก./กก. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ระดับความเข้นข้นของแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ 200 มก./กก. มีผลต่อ น้ำหนัก, อัตรารอด และ สีของกุ้งแคระ ส่วนการทดลองเลี้ยงกุ้งแคระด้วยให้อาหารที่ผสมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันคือ 0, 80, และ 160 มก./กก. เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ระดับความเข้นข้นของแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ที่ 160 มก./กก. มีผลต่อ น้ำหนัก, อัตรารอด และ สี ของกุ้งแคระ ดังนั้นในการเลี้ยงกุ้งแคระให้มี น้ำหนัก อัตรารอด และ สี ที่เข้มขึ้น ควรเลี้ยงด้วยอาหารเสริมแคโรทีนอยด์จากดอกดาวเรืองที่ความเข้มข้น 200 มก./กก. หรือให้แคโรทีนอยด์สังเคราะห์ผสมในอาหารที่ความเข้มข้น 160 มก./กก.

การใช้สารสกัดเบตาเลนผสมอาหารในกุ้งแคระ 0, 20, 40 และ 60 มก./กก. พบว่าไม่มีผลต่อการสะสมรงควัตถุและเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดของกุ้งแคระ แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักของกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการใช้สารสกัดเบตาเลน 40 และ 60 มก./กก. ในสัปดาห์ที่ 6 สำหรับกุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการใช้สารสกัดเบตาเลน 20, 40 และ 60 มก./กก. มีความสามารถในการยับยั้งปฏิกิริยาเพอร์อ็อกซิเดชันของไขมันได้สูงกว่าชุดควบคุม กุ้งแคระที่ได้รับอาหารที่มีการใช้สารสกัดเบตาเลน 60มก./กก. มีเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด ดังนั้นระดับของสารสกัดเบตาเลนผสมอาหารที่เหมาะสมต่อกุ้งแคระ คือ 60 มก./กก.เพื่อการเสริมรงควัตถุและการต้านอนุมูลอิสระ

การเสริมไคโตซานในอาหารเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของกุ้งแคระที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 0, 10, 20 และ 30 มก./กก. พบว่าการเลี้ยงกุ้งแคระที่ไคโตซานที่10 มก./กก. ไม่มีผลต่ออัตราการกินอาหารต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ทิพย์วรรณ ปริพัฒนานนท์ จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ อัจฉริยา ไศละสูต และ นันทริกา ซันซื่อ. 2541. Effect of astaxanthin on pigmentation of goldfish. รายงานผลงานวิจัยเสนอต่อมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ประจำปี 2541. 16 น.

ธีรศักดิ์ วิเชียรเกื้อ. 2545. ผลของแสงต่อการสะสมแอสตาแซนทินในปลาทอง.ปริญญานิพนธ์ เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประจวบ หลำอุบล. 2537. สรีระวิทยาของกุ้ง. คณะประมง มหาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ. น. 52-65

พ้วน เพ่งเช้น และ ทิพยวรรณ ปริพัฒนานนท์. 2546. "ระดับความต้องการของโปรตีน และปริมาณสารแอสตาแซนทิน (astaxanthin) ในอาหารปลาสวยงาม, ปลาทอง และปลาสอด." วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 10: 230-243.

มนต์สรวง ยางทอง. 2549. ผลของไคโตซานที่ใช้เคลือบเม็ดอาหารที่เสริมด้วยเอนไซม์ไฟเตสต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแปลงเพศ.วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง.ปีที่14. ฉบับ ที่ 1หน้าที่ 1-10.

รพีพร ฤกษพุฒิ จินตนา สและน้อย และ นนทวิทย์ อารีย์ชน. 2540. ปริมาณที่สะสมตลอดวงจรการลอกคราบของปูทะเล *(Scylla serrata)*. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัลลภ วีชะรังสรรค์ และ ปราณี โอปณะโสภิต. 2004. ภาพรวมของอนุมูลอิสระและการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากพืชในหลอดทดลอง. SWU J Pharm. Sci. 9: 73-80.

วีระศักดิ์ สามี. 2547. โครงสร้างทางเคมีแคโรทีนอยด์และกลไกที่มีผลต่อการทำหน้าที่ของร่างกาย. Srinakharinwirot Journal of Pharmaceutical Sciences 10: 58-66.

วุฒิชัย จีนเมือง พัณณิดา กิจกอบชัย หิรัญรัตน์ สุวรรณนที และ อรนาถ สุนทรวัฒน์. 2551. สารเบตาเลนจากผลแก้วมังกรสองสายพันธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3):182-186.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์สัตว์น้ำและการให้อาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 น.

อตินิสภ์ ตำนานทอง เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์ อรพร หมื่นพล และ ส่งศรี มหาสวัสดิ์. 2546. การเสริมแอสตาแซนทินในแม่เพรียงทราย (*Perinereis* sp.). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันต์ชัย เชื่อนธรรม, รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธ, มัณฑนา มิลน์ และ อารมณ์ แสงวนิชย์. 2542. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของดาวเรือง.สำนักวิจัยและพัฒนาการผลิตสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 404-409.

อรพินท์ จินตสถาพร, บัณฑิต ยวงสร้อย, Stoner, G.R., ประเสริฐ สมิทธิวงศ์ และ Gabaudan, J. 2548. ระดับเหมาะสมของคาโรทีนอยด์รวมต่อความเข้มสีปลาคาร์ฟ (*Cyprinus carpio*). การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 สาขาประมง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัจฉรี เรืองเดช, ลำพึง พุ่มจันทร์ และ นงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2549. การเพิ่มสีของปลาหมอสีโดยใช้อาหารเสริมแอสตาแซนทิน. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 7.หน้า 290-295.

อัจฉรี เรืองเดช, ลำพึง พุ่มจันทร์ และนงนุช เลาหะวิสุทธิ์. 2551. ลักษณะของปลาหมอคอนวิคเผือกที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมสารเบตาเลนจากธรรมชาติ. หน้า 597-604. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 4 พะเยา : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Astrid, K-B. 1989. Dietary carotenoids and male mating success in the guppy: an environmental component to female choice. Behavleral Ecology and Sociobiology 25:393-401.

Attasart, S., W. Ruengletpanyakul and P. Wanichpongpan. 2005. Utilization of chitosan for organic shrimp production. Materials and Mineral. 15: 37-43.

Baron, M., S. davies, L. Alexander, D. Snellgrove and K. A. Sloman. 2008. The effect of flame-red dwarf gourami. *Colisa lalia*. Animal Behaviour 75:1041-1051.

Boonyaratpalin, M., S. Thongrod, K. Supamattaya, G. Britton and L. E. Schlipalius. 2001. Effects of b-carotene source, Dunaliella salina, and astaxanthin on pigmentation, growth, survival and health of *Penaeus monodon*. Aquaculture Research 32: 182-190.

Darachai, J., S. Piyatiratitivorakul, P. Kittakoop, C. Nitithamyong and P. Menasveta.1998. Effects of astaxanthin on larval growth and survival of the giant tiger prawn, *Penaeus monodon*. Advances in Shrimp Biotechnology. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok. : p.1-5.

Georgiev, V., M. Ilieva, T. Bley and A. Pavlov. 2008. Betalain production in plant in vitro systems. Acta Physiol. Plant 30:581-593.

Gouveia, L., P. Rema, O. Pereira and J. Empis. 2003. Colouring ornamental fish (*Cyprinus carpio*) and (*Carassius auratus*) with microalgal biomass. Aquaculture Nutrition. 9: 123-129.

Han, X. H., Z. J. Gao and X. G. Xiao. 2009. Enzymes and genes involved in the betalain biosynthesis in higher plants. African Journal of Biotechnology 8(24):6735-6744.

Hanzs, C., I. Magyary, T. Molanar, S. Sato, P. Horn and N. Taniguchi. 2003. Evaluation of color intensity enhanced by paprika as feed additive in gold fish and koi carps using computer assisted image analysis. Fisheries Science. 69: 1158-1161.

Hencken, H. 1992. Chemical and physiological behaviour of feed carotenoids and their effects on pigmentation. Poultry Sci. 71:711–717.

Humason, G.L. 1979. Animal Tissue Techniques. 4th. San Francisco : WH Freeman and Company.

Kawakami, T., M. Tsushima, Y. Katabami, M. Mine, A. Ishida and T. Matsuno. 1998. Effect of β-carotene, β-echinenone, astaxanthin, fucoxanthin, vitamin A and vitamin E on the biological defense of the sea urchin *Pseudocentrotus depressus*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 226: 165-174.

Paibulkichakul, C., S. Piyatiratitivorakul, P. Sorgeloos and P. Menasveta. 2008. Improved maturation of pond-reared, black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) using fish oil and astaxanthin feed supplements. Aquaculture 282: 83–89.

Pan, C. and Y. Chien. 2004. Effects of dietary astaxanthin on body astaxanthin, growth, and survival of *Penaeus monodon* postlarvae. J. Fish. Soc. Taiwan 31: 269-280.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pangantihon-Kuhlmann, M., O. Millamena and Y. Chern. 1998. Effect of dietary astaxanthin and vitamin A on the reproductive performance of *Penaeus monodon* brookstock. Aquat. Living Resour 6: 403-409.

Paripatananont, T., J. Tangtrongpairoj, A. Sailasuta and N. Chansue. 1999. Effect of a astaxanthin on pigmentation of goldfish (*Carassius auratus*). Journal of World Aquaculture Society. 30: 454-460.

Phumjun, L. and N. Loahavisuti. 2007. Batalain extraction from peeled dragon fruit for enhancing color in red platy (*Xiphophorus maculates*). International Conference on Integration of Science Technology for Sustainable Development, 26-27 April. 490-493.

Shiau, S.Y. and Y.P. Yu 1999. Dietary supplementation of chitin and chitosan depresses growth in tilapia, *Oreochromis niloticus* XO. *aureus*. Aquaculture 179: 439-446.

Zhu, F., H. Quan, H. Du. and Z. Xu. 2010. The effect of dietary chitosan and chitin supplementation on the survival and immune reactivity of crayfish, *Procambarus clarkia*. Aquaculture society 41: 284-290.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้