



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

ผลของการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมใน
บ่อปูพื้นพลาสติก

Effect of Nile Tilapia's salinity tolerance Culture and White shrimp
(*penaeus vanamei*) in Polyethylene Pond

โดย

นายยุทธนา สว่างอารมย์ และคณะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2557

รหัสโครงการวิจัย มจ.1-56-052



รายงานผลการวิจัย

เรื่อง ผลของการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมใน
บ่อปูพื้นพลาสติก

**Effect of Nile Tilapia's salinity tolerance Culture and White
shrimp (*penaeus vannamei*) in Polyethylene Pond**

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2556

จำนวน 350,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นายยุทธนา สว่างอารมณ์

ผู้ร่วมโครงการ นางสาวกมลวรรณ ศุภวิญญู

นายจรัส สมจิตร

นายภราดร แก้วน้อย

นางสาวนาถอนงค์ สุนทรหงษ์

นายอุทิศรงค์ แสนชนะ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

....30../.ค.ค../.57... .

กิตติกรรมประกาศ

รายงานฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีงบประมาณ 2556 ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเงินสนับสนุนและข้อเสนอแนะแนวทางในการทำงานวิจัยพร้อมทั้งช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของรายงานฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ได้สละความคิด แรงงานและเวลาอันมีค่าอย่างเต็มกำลังและที่ขาดไม่ได้ คือ บริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ฟาร์มละเม ที่ช่วยเหลือเพื่อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

ธันวาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพ	(ข)
สารบัญภาพผนวก	(ค)
สารบัญตาราง	(ง)
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	4
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
การตรวจเอกสาร	7
อุปกรณ์และวิธีการ	20
ผลการวิจัย	24
วิจารณ์ผลการวิจัย	39
สรุปผลการวิจัย	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	53

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่1 วงจรของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา	15
ภาพที่2 สัดส่วนคุณค่าอาหารที่ปลานำไปใช้ประโยชน์	16
ภาพที่3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิล สายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	30
ภาพที่4 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	31
ภาพที่5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	32
ภาพที่6 การเปลี่ยนแปลงความเค็มน้ำ (ส่วนในพันส่วน) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	33
ภาพที่7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นต่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	34
ภาพที่8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	35
ภาพที่9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน	36

สารบัญภาพผนวก

	หน้า
ภาพผนวกที่1 ลักษณะทั่วไปของกระชังที่มีขนาด 12 X 12 X 1.5 เมตร ที่กางอยู่ภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	54
ภาพผนวกที่2 ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่ใช้ในการทดลองที่มีขนาด เริ่มต้นประมาณ 350 กรัม	54
ภาพผนวกที่3 ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่ถูกเคลื่อนย้ายมายังบ่อทดลอง	54
ภาพผนวกที่4 การลำเลียงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มลงบ่อทดลอง	55
ภาพผนวกที่5 การปล่อยปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มลงบ่อทดลอง	55
ภาพผนวกที่6 การเก็บเกี่ยวปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มภายในบ่อทดลองเมื่อวันที่90 ของการทดลอง	55
ภาพผนวกที่7 ลักษณะทั่วไปของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มภายในบ่อทดลอง เมื่อวันที่90 ของการทดลอง	56
ภาพผนวกที่8 การข้อมูลด้านน้ำหนักของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มภายในบ่อทดลอง เมื่อวันที่90 ของการทดลอง	56
ภาพผนวกที่9 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ได้จากบ่อทดลอง	56
ภาพผนวกที่10 การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ที่ได้จากบ่อทดลอง	57

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุน ค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต ของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มและกุ้งขาวแวนนาไม ที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไม เพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	25
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยง ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไม เพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด)	29
ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย)	37

ผลของการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมใน บ่อปูพื้นพลาสติก

Effect of Nile Tilapia's salinity tolerance Culture and White shrimp (*penaeus vannamei*) in Polyethylene Pond

ยุทธนา สว่างอารมย์¹ กมลวรรณ ศุภวิญญู¹ จรัส สมจิตร²

ภราดร แก้วน้อย² นาถอนงค์ สุนทรหงษ์² และ ฤทธิรงค์ แสนชนะ²

Yutthana Savangarrom¹, Kamonwan Suphawinyoo¹, Charus Somchit²,

Pharadon Keawnoi², Natanong Sunthonhong² and Ritthirong Sanchana²

¹ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร หมู่ 5 ตำบลละแม อำเภอละแม จังหวัดชุมพร 86170

² บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ฟาร์มละแม

บทคัดย่อ

จากการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) โดยการทดลองในครั้งนี้จะใช้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 350 กรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมที่ใช้ทดลองจะมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.12 กรัม กลุ่มปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มจำนวน 1,500 ตัว ใส่ลงในกระชังขนาด 12x12x1.5 เมตร ที่กางอยู่ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะปล่อยลงในบ่อทดลองโดยตรงในอัตราส่วน 100 ตัวต่อตารางเมตร พร้อมให้อาหารปลานิลสายพันธุ์ทนเค็ม วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะให้อาหารวันละ 4 ครั้ง (เช้า-เย็น) ทดลองเลี้ยงนาน 90 วัน และพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไมมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13.74 ± 1.06 กรัม 0.15 ± 0.01 กรัมต่อวัน 79.47 ± 5.35 เปอร์เซ็นต์ $15,611.26 \pm 3,174.40$ กิโลกรัม แต่กลับมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เหลือเพียง 1.67 ± 0.64 และ 58.19 ± 2.34 บาทต่อกิโลกรัม แต่บ่อทดลองที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารทั้งหมด และ ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $23,890.00 \pm 5,048.74$ กิโลกรัม และ $836,150.00 \pm 176,705$ บาท ตามลำดับ

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำ ก็พบว่า การเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็ม น้ำ ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณไนไตรท์ ($p>0.05$) โดยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยกเว้นปริมาณไนไตรท์ที่อยู่ในระดับอันตราย และพบว่า การเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมไม่มีผลต่อปริมาณ อุณหภูมิ น้ำ ($p<0.05$)

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่า การเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ไม่มีผลต่อชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบภายในบ่อ ($p>0.05$) แต่บ่อที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) จะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบจะเป็นพวก Arthropoda (Copepod และ Cirripede Nauplius) รองลงมา คือ Protozoa (Eutintinnus, Aspidisca, Halteria และ Acineta) และ Rotifer (Brachionus และ Gastropus) ตามลำดับ

ดังนั้น การสามารถเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อ การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

คำสำคัญ : การเลี้ยง ปลานิลและกุ้งขาวแวนนาไม

Abstract

The cultivation experiment of salinity tolerant *Tilapia Nilotica* (Nile Tilapia) mixed with white shrimp (*Penaeus Vannamei*) and compared with the white shrimp sole culturing (Controlled treatment) had been conducted whereas Nile Tilapias of 350 grams averagely initial body weight were cultured together with white shrimps of 0.12 grams averagely initial body weight. The sampled 1,500 Nile Tilapias were trapped in the cage of 12x12x1.5 m³ size amidst the pond the white shrimps were fed outside the cage while in the another compared pond, the white shrimps were directly released at the density ratio of 100 shrimps per square meter. The fish in the cage were fed with prepared meal twice a day (morning - evening) while white shrimps were fed 4 times a day (morning - evening) for 90 days experimental period. It was found that white shrimps within the experimental pond with Nile Tilapia culture had their averagely final body weight, growth rate, survival rate and total output production, highest average value, equaled to 13.74 ± 1.06 g. , 0.15 ± 0.01 g. per day , 79.47 ± 5.35 % and 15,611.26 ± 3,174.40 kg., but the rate of feed conversion and feed cost per production unit were reduced to only 1.67 ± 0.64

and 58.19 ± 2.34 Baht per kilogram but the controlled pond that white shrimps were solely fed (Controlled treatment) consumed the average amount of food and the cost of food equivalently to $23,890.00 \pm 5,048.74$ kg. and $836,150.00 \pm 176,705$ Baht, respectively.

For the physical and chemical properties of the water, it was found that culturing of Nile Tilapias with white shrimps had no effect to the dissolved oxygen, pH, salinity, water alkalinity, ammonia and nitrite content ($p > 0.05$) whereby the chemical and physical properties of water remained suitable for aquaculture except nitrites content seemed to be in the dangerous level and it was found that culturing of Nile Tilapias with white shrimps could affect the water temperature ($p < 0.05$).

The types and quantities of zooplanktons found in pond raising the Nile Tilapias with white shrimps did not affect to the types and quantities of zooplanktons found in both ponds ($p > 0.05$), however the sole white shrimp feeding pond (Controlled treatment), the amount of zooplanktons were found more ample than the pond used for culturing Nile Tilapias with white shrimp. The zooplanktons found mostly were Arthropoda (*Copepod* and *Cirripede Nauplius*), followed by the Protozoa (*Eutintinnus*, *Aspidisca*, *Halteria* and *Acineta*) and Rotifer (*Brachionus* and *Gastropus*), respectively.

keywords : Tilapia, Culture, White shrimp and *penaeus vannamei*

คำนำ

การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) หรือ Pacific white shrimp ในประเทศไทย นั้นเกิดขึ้นหลังจากที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำกำลังประสบปัญหาต่างๆ ส่งผลให้เกษตรกรหลายหลายขาดทุนจนต้องเลิกกิจการไปเป็นจำนวนมาก แต่ก็มีเกษตรกรจำนวนไม่น้อยที่ได้ปรับเปลี่ยนหันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและประสบความสำเร็จ เนื่องจากกุ้งชนิดนี้สามารถปรับตัวให้เข้าความเค็มในช่วงกว้างตั้งแต่ 3-35 ppt. กินอาหารได้หลายประเภท จึงเจริญเติบโตและปรับตัวให้เข้ากับการเลี้ยงแบบพัฒนาที่หนาแน่นสูงๆ ในสภาพของบ่อที่เสื่อมโทรมได้ดีกว่ากุ้งกุลาดำ จึงทำให้การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งปัจจุบัน โดยในปี 2551 ประเทศไทยสามารถผลิตกุ้งขาวแวนนาไมได้สูงถึง 501,400 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 50,176.8 ล้านบาท ซึ่งมีผลผลิตและมูลค่ามากเป็น 2 เท่า จากเดิมที่ปี 2547 ประเทศไทยสามารถผลิตกุ้งขาวแวนนาไมทั้งหมดภายในประเทศได้เพียง 251,700 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 29,384.3 ล้านบาท ซึ่งผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้ส่วนใหญ่มาจากการเพาะเลี้ยง ซึ่งศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งทะเล โครงการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ก็เป็นหน่วยงานหนึ่งที่เลี้ยงกุ้งชนิดนี้แบบพัฒนา โดย Lim (1993) ได้รายงานว่โดยทั่วไปน้ำทิ้งจากการผลิตกุ้งทุก 1 ตัน จะมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่ประมาณ 1,250 กิโลกรัม โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารประกอบไนโตรเจนและสารประกอบฟอสฟอรัส ซึ่งมีค่าเท่ากับ 87 กิโลกรัม และ 28 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้ก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ในสารอาหาร (Eutrophication) ทำให้แพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (คณิตและยงยุทธ, 2537) ดังนั้น บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมส่วนใหญ่จะมีน้ำสีเขียวเข้มที่เกิดจากแพลงก์ตอนเป็นหลัก

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว สามารถกินอาหารได้ทุกชนิด ทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและอาหารสมทบที่จัดเตรียมขึ้น โดยอาหารธรรมชาติที่ปลานิลกิน เช่น *Cyanobacteria* ไคอะตอม และสาหร่ายสีเขียว (Micha *et al.*, 1988) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยเฉพาะ *Microcystis*, *Spirulina* และ *Anabaenopsis* ทั้งที่มีชีวิตและเน่าเปื่อยตามก้นบ่อ (Diana *et al.*, 1985) ปลานิลจัดเป็นปลาที่มีเนื้อรสชาติดี ประชาชนทั่วไปจึงนิยมนำมาปรุงอาหารเพื่อบริโภคกันอย่างแพร่หลาย ตลาดจึงมีความต้องการสูง ส่งผลให้ปลาน้ำจืดชนิดนี้จัดเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจ นับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน โดยในปี 2547 ประเทศไทยสามารถผลิตปลานิลทั้งหมดภายในประเทศได้ประมาณ 203,100 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 6,298.5 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นเป็น 269,500 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 9,754.7 ล้านบาท ภายในปี 2551 (กรมประมง, 2554) จึงทำให้

ปลาชนิดนี้เป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่นักวิชาการและผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงน้ำให้ ความสนใจมากเป็นพิเศษ จึงทำให้การเพาะเลี้ยงปลานิลมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและแพร่หลายมาก ขึ้น ดังเช่นปัจจุบันศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำปทุมธานี ได้ทำการวิจัยเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ ปลานิลขึ้น จากปลาลูกผสม 4 สายพันธุ์ ซึ่งได้จากพันธุ์ไทย, ใต้หวัน, มาเลเซียและสเตอร์ริง ทำให้ได้ พันธุ์ปลานิลมีลักษณะ ลำตัวกว้าง มีสีชมพู-ส้ม แต่มีกระดำน้อย เนื้อมาก มีเจริญเติบโตเร็วกว่าปลา นิลทั่วไป 20-30 เปอร์เซ็นต์ และที่สำคัญสามารถเลี้ยงและเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีความเค็มไม่เกิน 25 ppt. แต่ว่าปลานิลที่เลี้ยงกันทั่วไป จะเลี้ยงได้ในน้ำกร่อยที่มีความเค็มไม่เกิน 5 ppt พร้อมกับตั้ง ชื่อว่า “ปลานิลแดงปทุมธานี 1” ส่วนของภาคเอกชนก็มีปลานิลสายพันธุ์ที่สามารถทนเค็มได้สูงถึง 35-37 ppt. ที่มีชื่อเรียกทั่วไปในกลุ่มผู้ประกอบการว่า “ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็ม” ที่กำลังได้รับความนิยมนในกลุ่มผู้ประกอบการที่เลี้ยงปลากระชังตามบริเวณจังหวัดติดต่อกับทะเล

จากการที่โดยทั่วไปภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมักจะมีปริมาณธาตุอาหารและแพลงก์ตอนปะปนอยู่ในปริมาณมากนั้น ซึ่งแพลงก์ตอนเหล่านี้เมื่อตายลงจะถูกย่อยโดยแบคทีเรียกลายเป็นของเสียภายในบ่อซึ่งเป็นอันตรายต่อกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งผู้ประกอบการจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ดังนั้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยจำกัดปริมาณธาตุอาหารและแพลงก์ตอนที่เหลือตกค้างอยู่ภายในบ่ออีกทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นก็คือการศึกษาความเป็นไปได้ในการเลี้ยงปลานิลทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อปูพื้นพลาสติก ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมต่ำลง อีกทั้งยังมีรายได้เพิ่มจากการขายปลานิลได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มและกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลา นิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ภายในที่เลี้ยง ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. บริการความรู้แก่ประชาชน
กลุ่มเป้าหมาย เกษตรกรผู้สนใจ ผู้วิจัยจะนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาจัดทำเอกสารเผยแพร่ เพื่อแจกจ่ายให้ผู้สนใจสามารถใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการประกอบอาชีพ
2. นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์
กลุ่มเป้าหมาย ผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้งขาว เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้ ผู้ประกอบการโดยการลดต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมให้ต่ำลงจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำ อีกทั้ง ยังมีรายได้เพิ่มจากการขายปลานิลได้อีกทางหนึ่ง
3. เป็นองค์ความรู้ในการวิจัยต่อไป
กลุ่มเป้าหมาย นักวิจัย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการต่อยอดงานวิจัย เพื่อปรับปรุงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ให้ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นมากยิ่งขึ้น
4. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต
กลุ่มเป้าหมาย ผู้ประกอบการ นักวิจัย เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อยกระดับผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมให้สูงขึ้น และยังสามารถผลิตจากปลานิลได้อีกทางหนึ่งควบคู่กับการรักษาสังแวดล้อม

การตรวจเอกสาร

กุ้งขาวแวนนาไม

1. ชีวิตวิทยาของกุ้งขาวแวนนาไม

Holthuis (1980) ; Perez Farfante and Kensley (1997) ได้จำแนกอันดับของกุ้งขาวแปซิฟิก ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Order Decapoda

Suborder Natantia

Family Penaeidae

Genus *penaeus*

Species *vannamei* Boone, 1931

2. ลักษณะที่โดยทั่วไปของกุ้งขาวแวนนาไม

Perez Farfante and Kensley (1997) ได้อธิบายกุ้งในสกุลนี้ว่ามีผิวเรียบ กิริ (rostrum) มีขนาดพอประมาณ มีฟันกรีดด้านล่าง 2-4 อัน เมื่อวัยอ่อนกิริจะยาวกว่าก้านหนวด (antennularpeduncle) และเมื่อโตขึ้นจะมีขนาดสั้นลง บางครั้งอาจมีความยาวถึงครึ่งหนึ่งของปล้องที่ 2 ของหนวดคู่ที่ 1 (antennular) บริเวณเปลือกคลุมหัวและอก (carapace) มีหนวดคู่ที่ 2 (antenna) และหนามตับ (hepatic spine) ชัดเจน ไม่พบหนามบริเวณตา (orbital spine) และหนามมุมล่างของส่วนหน้าเปลือกคลุมหัว (pterygostomian spine) ไม่มีร่องหลังตา (postocular sulcus) ขนาดของสันหลังกิริ (postrostral carina) มีความยาวหลากหลายต่างกัน ในบางครั้งอาจพบว่ายาวถึงขอบด้านหลังของเปลือกคลุมหัว สันข้างกิริ (adsortral carina) และร่องข้างกิริ (adrostral carina) ส่วนสันที่อยู่ระหว่างกระเพาะอาหารกับตา (gastro-orbital carina) ค่อนข้างสั้น แต่มักยาวถึงส่วนหน้าประมาณ 2 ใน 3 ระหว่างหนามตับ (hepatic spine) และบริเวณตา (orbital margin) ร่องระหว่างตากับหนวด

(orbital-antennal sulcus) เห็นชัดเจน สันบริเวณตับ (hepatic carina) และสันบริเวณคอ(cervical carina) คมและเล็ก ไม่มีสันระหว่างเหงือกและหัวใจ (branchiocardiac carina) นอกจากนี้ยังไม่มีร่องตามยาว (longitudinal sutures) และร่องตามขวาง (transverse sutures) ส่วนลำตัวในปล้องที่ 6 จะมีสันเรียงตัวตามขวางของลำตัวด้านบน (cicatrices) 3 อัน ร่องในแนวยาวลำตัวด้านบน (dorsolateral sulcus) แคบมากหรืออาจไม่มี ส่วนหาง (telson) เรียบ หนวดคู่ที่ 1 (antennule) ไม่มีหนามบริเวณปล้องแรก (parapenaeid spine) เส้นหนวด (antennular flagella) สั้นกว่าส่วนเปลือกคลุมหัวมาก แผ่นระยางค์ของ maxilla คู่ที่ 1 ยาวมี 3-4 ปล้อง ส่วนปลายเป็นเส้นเหมือน flagella ischial spine อยู่ปล้องที่ 1 และ basal spine ในปล้องที่ 2 ของขาเดิน (pereopod) คู่ที่ 1

ลักษณะสีของลำตัวจะเป็นสีขาว หรือเป็นที่รู้จักกันว่า “กุ้งขาว” (white shrimp) ลักษณะลำตัวของกุ้งชนิดนี้จะออกสีฟ้า เนื่องจากมีโครมาโตฟอร์ (chromatophore) สีฟ้า ซึ่งจะรวมกันมาเกือบถึงบริเวณหางในส่วนของ telson และ uropod (Eldred and Hutton, 1960) ลักษณะเฉพาะของ *penaeus vannamei* ที่สามารถสังเกตเห็นได้เด่นชัดคือ บริเวณพินกรี (หนาม) ด้านบนจะหยักและถี่ปลาย กรีจะตรง โดยที่มีพินกรีด้านล่าง 2 อันและด้านบน 8 อัน ความยาวของกรีจะยาวกว่าลูกตาไม่มาก ขนาดตัวโตสมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งสายพันธุ์นี้มีขนาดความยาวทั้งหมด (total length) 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว) (Holthuis, 1980; Dore and Frimodt, 1987) ความยาวเปลือกคลุมหัวมากที่สุดยาว 90 มิลลิเมตร (Holthuis, 1980)

3 การแพร่กระจายและแหล่งที่อยู่อาศัย

กุ้งขาวแวนนาไมสามารถพบได้ทั่วไปตามบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก จากตอนเหนือของเม็กซิโก ถึงตอนเหนือของเปรู ที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ที่ 20 องศาเซลเซียสขึ้นไป ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-72 เมตร และพื้นที่ท้องทะเลเป็นโคลน (bottom mud) (Holthuis, 1980; Dore and Frimodt, 1987) กุ้งชนิดนี้เป็นพันธุ์พื้นเมืองของชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณอเมริกาใต้และกลาง (Rosenberry, 1998) ปัจจุบันได้แพร่กระจายไปหลายพื้นที่ เช่น ประเทศจีนและไต้หวัน ในประเทศจีนเลี้ยงกุ้งชนิดนี้มากในเขตไหหนาน (Hainan) กวางสี (Guangxi) ฉางไห่ (Shanghai) และเจียงซู (Jiangsu) (กัญญา, 2545)

4. การสืบพันธุ์

กุ้งขาวแวนนาไมเพศเมียที่พร้อมจะผสมพันธุ์จะมีเปลือกคลุมหัวและอกใสทำให้เห็นรังไข่ (ovary) ได้ในระยะแรกรังไข่จะมีสีขาวใสและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเขียวในช่วงที่มีการวางไข่ (Brown and Patlan, 1974) เพศผู้จะปล่อยน้ำเชื้อไว้ในส่วนแข็ง (hard-shell) ของอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียก่อนที่จะทำการวางไข่ นอกจากนี้ยังพบว่าพฤติกรรมการวางไข่จะสัมพันธ์กับความเข้มของแสง โดยที่มีกระบวนการวางไข่จะเริ่มจากตัวเมียว่ายน้ำไปมา และจะเริ่มกระบวนการสืบพันธุ์ขึ้น (Ogle, 1992) ถุงน้ำเชื้อ (spermatophore) ที่สมบูรณ์มาก จะประกอบไปด้วย sperm mass ที่ห่อหุ้มด้วยเปลือก (sheath) และมีสารเหนียวช่วยในการยึดเกาะ (Chow *et al.*, 1991)

สำหรับปริมาณไข่ของกุ้งขาวแวนนาไมจะมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของพ่อแม่พันธุ์เป็นสำคัญ ซึ่งความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์ที่มีความสมบูรณ์มาก (ภิญโญ, 2545) แม่ขาวแวนนาไมกุ้งที่มีขนาด 30-45 กรัม สามารถวางไข่ได้ประมาณ 100,000-250,000 ฟอง และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.22 มิลลิเมตร (Aquacop, 1979) อายุที่สามารถสืบพันธุ์ได้ครั้งแรกประมาณ 6-12 เดือน โดยเพศผู้มี ขนาด 30-40 กรัม และเพศเมีย 35-45 กรัม

อัตราการเจริญเติบโตขึ้นกับความถี่ของการลอกคราบ และการเพิ่มขนาดในแต่ละครั้งที่ลอกคราบ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น สารอาหาร และสิ่งแวดล้อม (Lee and Wickins, 1992) ซึ่งมีความแตกต่างตามชนิดของกุ้ง (Aquacop, 1979; Simon, 1982; Primavera, 1985; Wyban *et al.*, 1987) ก้านตาเป็นจุดควบคุมกลไกทางสรีรวิทยา เช่น การลอกคราบ เมตาบอลิซึม (metabolism) ควบคุมระดับน้ำตาล อัตราการเต้นของหัวใจ เม็ดสี (pigment) และ ความสมบูรณ์ของอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ในขณะที่ตัดก้านตาข้างเดียวจะส่งผลทางสรีรวิทยาของกุ้งเช่นกัน (Quackenbush, 1986) Sarojini *et al.* (1994) และ Vaca and Alfaro (2000) พบว่าการตัดก้านตาข้างเดียว จะทำให้การสมบูรณ์เพศช้า และมีอัตราการวางไข่สูงกว่าการใช้ Serotonin (5-HT: 5-hydroxytryptamine)

5. รูปแบบการเลี้ยง

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมส่วนมากจะพบตามแนวชายฝั่งทะเล เช่น โดยเฉพาะทางตอนใต้ของประเทศเม็กซิโก (Holthuis, 1980) ส่วนประเทศในแถบซีกโลกตะวันตกมีการเลี้ยงกันมากที่สุด ได้แก่ เอกวาดอร์ เม็กซิโก บราซิล โคลัมเบีย เปรู เวเนซุเอลา เบลีซ คอสตาริกา เอลซัลวาดอร์ กัวเตมาลา ฮอนดูรัส ปานามา สหรัฐอเมริกา บาฮามาส สาธารณรัฐโดมินิกัน เปอร์โตริโก (Lester, 1992) โดยที่ประเทศเอกวาดอร์เป็นประเทศที่ทำการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมาก (Holthuis, 1980) ในปัจจุบันมีการเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิกด้วยน้ำความเค็มต่ำในหลายๆ รัฐ เช่น อลาบามา อะริโซนา ฟลอริดา อินเดีย ออสเตรเลีย และเท็กซัส (Samocha *et al.*, 2002) ตามปกติกุ้งชนิดนี้สามารถเลี้ยงได้ในช่วงความเค็ม 1-40 ส่วนในพันส่วน (ppt) (Bray *et al.*, 1994) ในขณะที่ประเทศในแถบซีกโลกตะวันตกเลี้ยงในช่วงความเค็มตั้งแต่ 0.5 ppt (Samocha *et al.*, 2001) ถึง 28.3 ppt. (Smith and Lawrence, 1990) นอกเหนือจากนี้แล้วในอเมริกากลางและใต้มีการเลี้ยงกุ้งขาวซึ่งเป็นกุ้งพื้นเมืองชายฝั่งแปซิฟิกที่สามารถเลี้ยงได้ในความเค็มสูงและต่ำ รวมทั้งประเทศเอกวาดอร์ที่พยายามเลี้ยงกุ้งชนิดนี้ในพื้นที่น้ำจืด เนื่องจากสามารถทนในน้ำจืดเป็นเวลานาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเค็มอย่างน้อย 0.5-1 ppt. มีความจำเป็นต่อการรอดและการเจริญเติบโต (Boyd, 1989) Alonso-Rodríguez and Páez-Osuna (2003) กล่าวว่า ในการเลี้ยงแบบปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่นจะทำให้ในบ่อเลี้ยงกุ้งมีสารอินทรีย์และสารอาหารมากเกินไป โดยเฉพาะไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) โดยปริมาณของ N และ P ในบ่อเลี้ยงจะแตกต่างกันไป โดยมีอัตราส่วน N ต่อ P ในช่วง 1.1-67 แต่ในบ่อส่วนใหญ่จะมีค่า N ต่อ P ระหว่าง 1.1-6.8 นอกจากนี้มีการพัฒนาระบบการเลี้ยงมากขึ้น เช่น การนำมาเลี้ยงในกระชังในเขตน้ำกร่อยของประเทศบราซิล ซึ่งเป็นการลดปัญหาการสะสมของดินตะกอนที่พื้นบ่อและการขาดออกซิเจนระหว่างการเลี้ยง (Paquotte *et al.*, 1998)

ปลานิล

6. ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

Phylum	Chordata
Class	Actinopterygii
Order	Perciformes
Family	Cichlidae
Genus	<i>Oreochromis</i>

ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจนับตั้งแต่ปี 2508 เป็นต้นมา มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Oreochromis niloticus* (Linn.) มีริมฝีปากบนและล่างเสมอกัน บริเวณแก้มมีเกล็ดห้าแถว ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล มีลายพาดตามขวาง 9-10 แถบ ครีบหลัง ครีบก้นและครีบหางมีจุดขาวและเส้นสีดำตัดขวาง ครีบหลังมีอันเดียวประกอบด้วยก้านครีบแข็ง 15-18 อัน และก้านครีบอก่อน 12-14 อัน ครีบก้นมีก้านครีบแข็ง 3 อัน และก้านครีบอก่อน 12-14 อัน บนแถบเส้นข้างลำตัวมีเกล็ด 33 เกล็ด ทางด้านข้างมีเกล็ดตามแนวเฉียงจากตอนต้นของครีบหลังลงมาจนถึงเส้นข้างลำตัว 5 เกล็ด และจากเส้นข้างลำตัวมาจนถึงส่วนหน้าของครีบก้น 13 เกล็ด ลำตัวมีสีเขียวปนน้ำตาล ตรงกลางเกล็ดมีสีเข้ม ที่กระดูกแก้มมีจุดสีเข้มอยู่หนึ่งจุด

ปลานิลนี้มีความอดทนและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีสามารถเลี้ยงได้ในทุกสภาพการเพาะเลี้ยง ระยะเวลา 1 ปี มีอัตราการเติบโตถึงขนาด 500 กรัม รสชาติดี มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง ส่วนขนาดปลาที่ตลาดต้องการจะมีน้ำหนักตัวละ 200-300 กรัม จากคุณสมบัติของปลานิลซึ่งเลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว สามารถกินอาหารได้ทุกชนิด ทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและอาหารสมทบที่จัดเตรียมขึ้นเป็นปริมาณเกือบเท่าๆ กัน อาหารที่กิน ได้แก่ ไรน้ำ ตะไคร่น้ำ ตัวอ่อนของแมลงขนาดเล็กๆ ที่อยู่ในบ่อ สาหร่าย และแพน (กรมประมง, 2537) *Cyanobacteria* ไคอะตอม และสาหร่ายสีเขียว (Micha et al., 1988) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน โดยเฉพาะ *Microcystis*, *Spirulina* และ *Anabaenopsis* ทั้งที่มีชีวิตและเน่าเปื่อยตามก้นบ่อ (Diana et al., 1985) ส่วนการเลี้ยง

ปลานิลแบบพื้นบ้านส่วนใหญ่จะใช้ รำ ปลายข้าว กากถั่วเหลือง กากมะพร้าว แหนเป็ด และปลาป่น เป็นอาหารสมทบ โดยให้อาหารประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา (กรมประมง, 2537)

7. การเลี้ยงปลาแบบรวม (polyculture)

การเลี้ยงปลาแบบรวม หมายถึง “การดำเนินการเลี้ยงปลาโดยการปล่อยปลาหลายๆ ชนิด รวมกันภายในบ่อเดียวกัน โดยมีการคัดเลือกชนิดของปลาหรือสัตว์น้ำที่จะเลี้ยงให้มีความแตกต่างกัน โดยมุ่งหวังให้ปลาหรือสัตว์น้ำเหล่านี้ได้ใช้ประโยชน์จากอาหารธรรมชาติในบ่อกักขังอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่ที่สำคัญปลาหรือสัตว์น้ำที่อยู่รวมกันนี้จะต้องไม่ทำอันตรายต่อกันและไม่แย่งอาหารซึ่งกันและกัน (ประวิทย์, 2531) แต่ในบางกรณีอาจจะมีการเลี้ยงปลากินพืชร่วมกับปลากินเนื้อ โดยจะให้ปลากินเนื้อเป็นตัวควบคุมปริมาณปลาในบ่ออีกทางหนึ่ง ซึ่งจะส่งผลให้ผลผลิตที่ได้มีปริมาณสูงขึ้น ด้วยต้นทุนในการเลี้ยงที่ต่ำลง การเลี้ยงปลาแบบรวมสามารถแบ่งได้เป็นหลายรูปแบบ ดังนี้

1. ประเภทของอาหารที่กิน คือ เป็นการเลี้ยงปลากินเนื้อร่วมกันปลากินพืช เนื่องจากปลากินพืชเป็นชนิดที่สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถใช้เป็นอาหารของปลากินเนื้อได้อีกทางหนึ่ง เพราะโดยปกติปลากินเนื้อจะมีราคาสูงกว่าปลากินพืช เช่น การเลี้ยงปลาช่อนร่วมกับปลานิล หรือ การเลี้ยงปลาตะเพียนขาว ปลาช่อน ปลาเล้ง และปลาเงา ร่วมกับปลาสดและปลากลาย โดยปล่อยปลากินพืชลงภายในบ่อเลี้ยงพร้อมกันและเลี้ยงไปจนกว่าปลาเหล่านี้มีขนาดใหญ่พอที่ปลาสดและปลากลายไม่สามารถกินปลาเหล่านี้ได้จึงค่อยปล่อยปลาสดและปลากลายตามลงไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ปลาสดและปลากลายกินลูกปลา ลูกกุ้ง และลูกสัตว์น้ำอื่นๆ ที่มีขนาดเล็ก ที่หลงเหลือหรือหลุดรอดเข้ามาภายในบ่อเลี้ยงเป็นอาหาร

2. ประเภทที่กินอาหารต่างชนิดกัน โดยเลือกปลาที่กินอาหารไม่เหมือนกันเลี้ยงรวมกัน เพราะปลาชนิดต่างๆ สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารธรรมชาติและอาหารสมทบได้อย่างเต็มที่ ไม่ต้องแย่งอาหารกันเอง ปลาที่เหมาะสมจะเลี้ยงด้วยวิธีนี้ คือ ปลาตะเพียน ปลาจีน ปลายี่สก ปลาไน และปลากินเนื้อเพื่อช่วยกำจัดปลาเล็กๆ ตามธรรมชาติที่ไม่ต้องการให้หมดไป

3. ประเภทที่อยู่ในระดับน้ำต่างกัน ปลาบางชนิดจะมีนิสัยหากินที่บริเวณผิวน้ำ บางชนิดหากินระดับกลางน้ำ บางชนิดหากินตามพืชน้ำบ่อ เมื่อเลี้ยงรวมกันจะสามารถใช้ประโยชน์จากอาหาร

ในระดับต่างๆ ของน้ำได้อย่างเต็มที่ เช่น การเลี้ยงปลาเฉา ปลาลิ้น ปลาชัง และปลาไน รวมภายในบ่อเดียวกัน เนื่องจาก ปลาเฉาจะหากินใบบริเวณผิวน้ำ ปลาลิ้นจะหากินบริเวณกลางน้ำ ส่วนปลาชังและปลาไนจะหากินตามพื้นก้นบ่อ เป็นต้น โดยศักดิ์ชัย (2536) เสนอว่า ในบ่อเลี้ยงปลาขนาด 2 ไร่ ควรเลี้ยงปลานิล ปลาชัง ปลาตะเพียนขาว ปลายี่สกและปลานวลจันทร์เทศ ในอัตราส่วน 40, 10, 10, 20, และ 20 เพอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาแบบรวมนี้ (polyculture) ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิตและยังเป็นการลดความเสี่ยงในด้านราคาของผลผลิตเนื่องจากผลผลิตที่ได้จะมีความหลากหลาย ทั้งนี้เนื่องจากในบ่อดินจะมีอาหารธรรมชาติที่สามารถเกิดขึ้นได้เองภายในบ่อ โดยอาศัยสารอินทรีย์วัตถุและมีการสร้างอาหารขึ้นเองจากขบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำตลอดจนในธรรมชาติที่สมดุลสัตว์น้ำเหล่านี้สามารถอยู่ร่วมกันได้ ประกอบกับสัตว์น้ำที่เลี้ยงมีพฤติกรรมในการหาอาหารและกินอาหารที่ต่างกันและไม่ทำร้ายกันและช่วยป้องกันรักษาคุณภาพน้ำที่เกิดจากสิ่งขับถ่ายและเศษอาหารที่เหลือในบ่อ ส่งผลให้สัตว์น้ำมีสุขภาพที่ดี ช่วยลดต้นทุนค่าอาหารและภาวะเสี่ยงต่ำสินค้าเกษตรที่ไม่แน่นอน ซึ่งจากการศึกษาของ วัฒนา (2526) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงสวายร่วมกับปลาไนในบ่อขนาด 200 ตารางเมตร โดยเลี้ยงที่ความหนาแน่น 2 ตัวต่อตารางเมตร ด้วยอาหารผสมที่ประกอบด้วย ปลาขี้ขาว รำ และผัก ในอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ต่อ 4 และปลาป่นอีกเล็กน้อย ให้อาหารวันละ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เลี้ยงนาน 8 เดือน พบว่า บ่อที่เลี้ยงปลาสวายร่วมกับปลาไน จะให้ผลผลิตสูงถึง 1,940.97 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งสูงกว่าผลผลิตของการเลี้ยงปลาสวายอย่างเดียว 42.28 กิโลกรัมต่อไร่ และสูงกว่าผลผลิตของการเลี้ยงปลาไนอย่างเดียว 1,269.91 กิโลกรัมต่อไร่ และจากการศึกษาของ วิศนุพร และคณะ (2539) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลาตะโกกร่วมกับปลาสาวยูและต่อปลาแรด ในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 ต่อ 1 ในบ่อดินขนาด 600 ตารางเมตร ที่ความหนาแน่น 3 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร ด้วยอาหารเม็ดปลาคุกกี้โปรตีน 25 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 สัปดาห์ พบว่า การเจริญเติบโตของปลาตะโกกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ส่วนการเจริญเติบโตของปลาสาวยูและปลาแรด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) อัตราการรอดตายของปลาทั้ง 3 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ที่ความหนาแน่น 3 และ 6 ตัวต่อตารางเมตร อัตราการรอดตายของปลาตะโกก ปลาสาวยูและปลาแรด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.92, 77.17, 74.50 และ 67.46, 73.00 74.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการแลกเนื้อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97 และ 1.26 ผลผลิตเฉลี่ย 142.22 และ 196.40 กิโลกรัมต่อบ่อ ต้นทุนผันแปรเฉลี่ย 1,846.50 และ -3,120.50 บาท ตามลำดับ ส่วนเกรียงศักดิ์ และอานภาพ (2549) ที่ได้ทำการทดลองเลี้ยงกึ่งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลานิลในบ่อดิน

ได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 หน่วยการทดลอง โดยหน่วยที่ 1 การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามขนาด 3.6 กรัม อัตรา 10 ตัวต่อตารางเมตร หน่วยที่ 2 เลี้ยงร่วมกับปลานิล ขนาด 27 กรัม อัตรา 2 ตัวต่อตารางเมตร และหน่วยที่ 3 เลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก โดยปลาบึกจะมีน้ำหนักเฉลี่ย 39.7 กรัม อัตรา 1 ตัวต่อ 3 ตารางเมตร เลี้ยงนาน 166 วัน พบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพียงอย่างเดียว และเลี้ยงร่วมกับปลานิลและปลาบึก จะมีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด แต่อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตราการแลกเนื้อและอัตราการรอดตายของแต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนต้นทุนผลตอบแทนเบื้องต้น จากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิลและปลาบึกในระยะเวลา 138 วัน ในพื้นที่ 144 ตารางเมตร จะให้ผลตอบแทนสูงสุด โดยมีค่า 12,582 บาท รองลงมา คือ การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลานิล และการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,211.50 บาท และ -220 บาท ตามลำดับ

8. ของเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ปัจจุบันสามารถแบ่งของเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ของเสียที่อยู่ในรูปของแข็ง (Solid Matter)

ได้แก่ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในน้ำและตกลงไปทับถมกับดินตะกอนก้นบ่อ เช่น เศษอาหารที่เหลือ สิ่งขับถ่าย แพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรีย

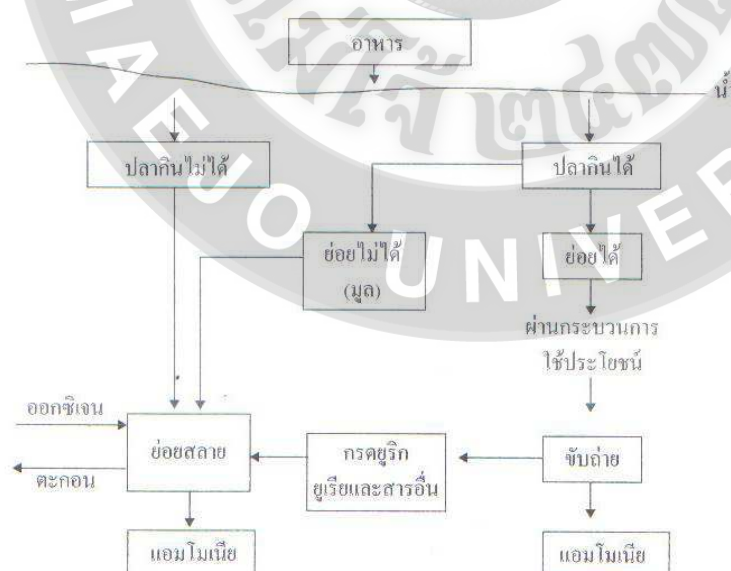
2. ของเสียที่ละลายน้ำได้ (Dissolved Matter)

ได้แก่ แอมโมเนีย ยูเรีย คาร์บอนไดออกไซด์ ฟอสฟอรัส กรดอะมิโน ไนโตรเจน โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต

จากการที่ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนา ที่มีการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหนาแน่น ทำให้ต้องมีการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีโปรตีนสูงๆ เป็นอาหารอย่างเต็มที่เพื่อเร่งการผลิต ซึ่งถ้าหากมีการจัดการอาหารไม่ดีพอ อาจจะทำให้อาหารบางส่วนเหลือตกค้างอยู่ภายในบ่อและสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำ จะเกิดการสะสมอยู่ที่พื้นก้นบ่อ ดังนั้น ปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมตัวอยู่ในบ่อจะสูงตามระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำภายในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยตรง

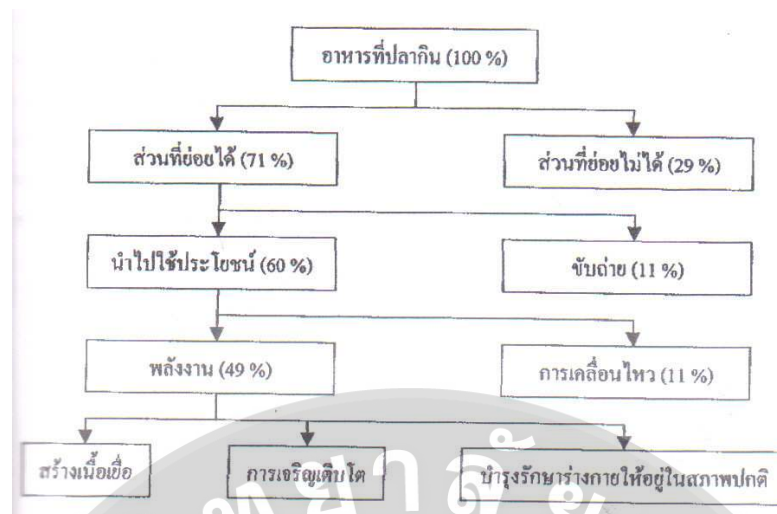
โดยทั่วไปอาหารที่เกษตรกรให้สัตว์น้ำกินสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่สัตว์น้ำกินได้และส่วนที่กินไม่ได้ โดยส่วนที่สัตว์น้ำกินได้แล้วย่อยได้นั้น สารอาหารจำนวนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ภายในร่างกายของสัตว์น้ำ แต่อาหารส่วนที่สัตว์น้ำกินไม่ได้ สารอาหารทั้งหมดจะตกค้างอยู่น้ำภายในบ่อ

(ดังภาพที่1 และภาพที่2) Tacon (1987) รายงานของ พบว่า ปลาทั่วไปจะขับถ่ายไนโตรเจน ในรูปแอมโมเนีย ปริมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่กิน ในการเลี้ยงปลาคดหลวงด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลาวัดละ 600 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงปลาดูเพียนขาวด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 5 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายและการย่อยสลายอาหารวันละประมาณ 0.11 ppm (สุจิตรา, 2539) ส่วน Boyd (1985) รายงานว่า ในการผลิตปลาดุก 1 ตัน (1,000 กิโลกรัม) ปลาดุกจะมีการขับถ่ายของเสียลงในน้ำ โดยจะมีการปล่อยสารอินทรีย์ในรูปแบบแห้งประมาณ 1,190 กิโลกรัม ปล่อยไนโตรเจน และฟอสฟอรัส เท่ากับ 60 และ 12 กิโลกรัม ตามลำดับ นอกจากนี้ปริมาณของแอมโมเนียและคากตะกอนที่เกิดขึ้นยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารและปริมาณอาหารที่ให้ อีกทางหนึ่ง เนื่องจากการเลี้ยงสัตว์น้ำถ้ามีการใช้อาหารที่มีคุณภาพดี โดยเฉพาะเป็นอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพและย่อยง่ายรวมทั้งให้ในปริมาณที่เหมาะสม จะทำให้เกิดแอมโมเนียและตะกอนน้อยกว่าการให้อาหารที่ไม่มีคุณภาพ (เวียง, 2542)



ภาพที่1 วงจรของอาหารที่ใช้เลี้ยงปลา

(เวียง, 2542)



ภาพที่2 สัดส่วนคุณค่าอาหารที่ปลานำไปใช้ประโยชน์
(สร้อยกริช, 2547)

9. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ

น้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากน้ำเป็นแหล่งของออกซิเจน อาหาร รวมทั้งเป็นที่รองรับสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำอีกด้วย ดังนั้น น้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีคุณภาพดีและมีความเหมาะสมก็จะส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตของสัตว์น้ำภายในบ่อที่เพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen ; DO) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเหมือนสัตว์อื่นๆ โดยทั่วไปในปลาเขตร้อนจะเกิดอันตรายได้เมื่อน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้น ปลาช่อน ปลาทอม ปลาดุก และปลาสลิด เนื่องจากปลาเหล่านี้จะมีอวัยวะพิเศษช่วยในการหายใจ (Acensory Branthing Organ) (สงศรี, 2523) ส่วนอุณหภูมิของน้ำ (Water temperature) และค่าความโปร่งแสง (Transparency) นั้นจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เพราะอุณหภูมิของน้ำจะแปรผันโดยตรงกับความเข้มแสงที่แหล่งน้ำได้รับ แต่จะแปรผกผันกับความโปร่งแสงของน้ำเพราะถ้าในแหล่งน้ำมีค่าความโปร่งแสงมากก็จะทำให้แสงแดดสามารถส่องลงไปในแหล่งน้ำได้มาก ซึ่งพลังงานแสงที่ส่องผ่านลงไปในน้ำนั้นจะถูกเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนให้กับแหล่งน้ำแทนจึงส่งผลทำให้แหล่งน้ำอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและจากการที่สัตว์น้ำเป็นสัตว์เลือดเย็นอุณหภูมิภายในร่างกายจึงเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ดังนั้น เมื่ออุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้นก็จะมีผลต่อเมตาบอลิซึมของร่างกายสูงขึ้นตามทำให้ร่างกายมีความต้องการบริโภคออกซิเจนมากยิ่งขึ้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของแหล่งน้ำที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าระหว่าง 6.5-

9.0 แต่ถ้ามีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำมากเกินไปก็จะส่งผลโดยตรงต่อสัตว์น้ำเพราะจะทำให้สัตว์น้ำเครียด พร้อมกับขับเมือกออกมามากและยังทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้นเนื่องจากเหงือกมีพื้นที่ผิวที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซมีปริมาณลดลง ค่าแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen) และฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (Orthophosphates) มักจะพบสองตัวนี้มีค่าสูงในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงแบบหนาแน่น (Intensive) และใช้อาหารที่มีโปรตีนสูงระหว่างการเลี้ยงหรือบ่อที่มีอายุการใช้งานมาก เพราะว่าปริมาณแอมโมเนียและฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ ส่วนหนึ่งจะตกค้างค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมและการสะสมตัวอยู่ที่พื้นก้นบ่อ จึงอาจส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อตัวสัตว์น้ำซึ่งผลกระทบทางตรงนั้นพบว่า แอมโมเนียที่ละลายอยู่ในน้ำจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ก็คือ แอมโมเนียไอออน (NH_4^+) และอันไอออนไนซ์-แอมโมเนีย (NH_3) อันไอออนไนซ์-แอมโมเนีย นี้เองที่มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำเพราะจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการแลกเปลี่ยนและขนส่งออกซิเจนของร่างกาย รวมทั้งขบวนการขับถ่ายของเสียออกนอกร่างกาย (มันสันและไพพรรณ, 2544) โดยปกติค่าความเข้มข้นของอันไอออนไนซ์-แอมโมเนีย ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำควรมีค่าน้อยกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี, 2528) สำหรับฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำนั้นจะมีความเป็นพิษต่อตัวสัตว์น้ำน้อยมากเมื่อเทียบกับแอมโมเนียรวม แต่ฟอสฟอรัสจะมีผลโดยตรงต่อปริมาณแพลงก์ตอนพืชซึ่งผลผลิตของแพลงก์ตอนพืช ก็คือ ผลผลิตเบื้องต้นของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ (Primary product) ซึ่งจะสามารถวัดออกมาเป็นค่าคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) บ่อที่มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตั้งแต่ 20-150 ไมโครกรัมต่อลิตร จัดเป็นบ่อที่มีความอุดมสมบูรณ์ (ดารณี, 2526)

10. แพลงก์ตอนที่พบภายในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดความขุ่นของน้ำ รวมทั้งเป็นผลผลิตเบื้องต้นของระบบห่วงโซ่อาหาร เพิ่มปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ และดูดซึมสารอันตรายต่างๆ ในแหล่งน้ำแพลงก์ตอนพืชจะใช้ธาตุอาหารและแสงแดดผลิตสารอินทรีย์โดยกระบวนการสังเคราะห์แสง (Boyd, 1989) ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนประกอบด้วยอุณหภูมิ แสง ความเค็มปริมาณโลหะหนัก ปริมาณวิตามิน ตลอดจนสภาวะผิดปกติซึ่งเกิดขึ้นในน้ำแต่ละบริเวณย่อมจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งสอดคล้องกับแฟรดาซ์ (2537) รายงานว่า ปัจจัยส่งเสริมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน ประกอบด้วยแสง อุณหภูมิ แร่ธาตุหลัก แร่ธาตุรอง แร่ธาตุจำเป็น สารอินทรีย์ ความเค็ม และเมื่อปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เหมาะสมกับแพลงก์ตอนชนิดใดก็จะส่งผลทำให้แพลงก์ตอนชนิดนั้นเจริญขึ้นเป็นจำนวนมาก (Raymont, 1963) ผุสดี (2536) กล่าวว่า แพลงก์ตอนพืชสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีความเค็มเปลี่ยนแปลงช่วงกว้าง

ตั้งแต่ 5-40 ppt ซึ่งขึ้นกับชนิดของแพลงก์ตอนและสภาวะแวดล้อม ถึงแม้ว่าแพลงก์ตอนจะเจริญได้ดีในช่วงความเค็มกว้าง แต่ถ้าบ่อเลี้ยงกึ่งมีความเค็มต่ำกว่า 10 ppt. แล้วแพลงก์ตอน ส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Oscillatoria* และ *Microcystis* ถ้าความเค็มสูงกว่า 30 ppt. มักพบไดอะตอม เช่น *Nitzschia* และ *Pleurosigma* และพบไดโนแฟลกเจลเลต เช่น *Ceratium* การเจริญเติบโตและความต้องการธาตุอาหารเป็นลักษณะพื้นฐานของแพลงก์ตอนพืชนั้นมักจะถูกจำกัดโดยปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล (Fogg, 1980; Boyd, 1989) เมื่อในบ่อมีความเข้มข้นของไนเตรท แอมโมเนีย และฟอสเฟต ตั้งแต่ระดับปานกลางถึงสูงจะทำให้มีแพลงก์ตอนเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำ (Boyd and Fast, 1992) แพลงก์ตอนพืชสามารถใช้ไนโตรเจนได้หลายรูปแบบ เช่น ไนเตรท แอมโมเนีย ยูเรีย และกรดอะมิโน แต่ส่วนมากแล้วแพลงก์ตอนพืชจะใช้แอมโมเนียและไนเตรทมากกว่าในรูปอื่น (Keeney, 1970) และ Reynold (1984) กล่าวว่าแอมโมเนียจะถูกใช้เป็นอันดับแรก ส่วนไนเตรทเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่พบในธรรมชาติน้อยมาก แต่การใช้ประโยชน์ของสารประกอบไนโตรเจนยังมีปัจจัยอื่นที่ควบคุมด้วย เช่น การศึกษาของ Patrick (1977) พบว่า เมื่อน้ำมีพีเอช เท่ากับ 7 หรือต่ำกว่า 7 แอมโมเนีย ไนเตรท และสารประกอบอินทรีย์ของไนโตรเจนจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของไดอะตอม แต่ถ้าพีเอชสูงกว่า 7 แอมโมเนียจะอยู่ในรูปแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นพิษต่อไดอะตอม ยกเว้นในบางชนิด เช่น *Melosira varians*, *Synedra ulva*, *Navicula cryptocephala*, *N. viridula* และ *Nitzschia palea* จะเจริญในที่ที่มีไนเตรทสูงๆ (2-3 mg/l) และ Boyd (1989) กล่าวว่า แพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกึ่งนอกจากจะเพิ่มปริมาณ เนื่องจากการเพิ่มปุ๋ยในช่วงแรกของการเตรียมบ่อแล้ว การนำน้ำภายนอกบ่อซึ่งมีสารอาหารบางส่วน ประกอบกับสารอาหารในบ่อที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการขับถ่ายของกุ้งก็เป็นสาเหตุสำคัญในการเพิ่มจำนวนแพลงก์ตอนพืชระหว่างการเลี้ยงแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกึ่งนอกจากจะมีประโยชน์แล้ว ยังสามารถก่อให้เกิดโทษได้เช่นกัน เช่น หากเกิดสภาวะแพลงก์ตอนเพิ่มจำนวนมาก ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำจะทำให้ขาดออกซิเจนได้ในเวลากลางคืน แพลงก์ตอนพืชบางชนิดหากมีมากเกินไปจะทำให้เป็นพิษต่อแหล่งน้ำ เช่น เกิดปรากฏการณ์ น้ำเปลี่ยนสี หรือที่เรียกว่า จีปลาวาฟ (ชลอ และ คณะ, 2530) เป็นลักษณะของน้ำเสียที่มีสาเหตุมาจากการแพร่พันธุ์อย่างรวดเร็วและทวีจำนวนมากขึ้นในระยะเวลาสั้นๆ ของแพลงก์ตอนแพลงก์ตอนที่เป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ได้แก่ *Ceratium*, *Prorocentrum*, *Noctiluca* และ *Gonyaulax* (เปี่ยมศักดิ์, 2534) ในขณะที่เกิดปรากฏการณ์จีปลาวาฟ หอยสองฝา เช่น หอยแมลงภู่และหอยนางรม จะกรองกินเอาแพลงก์ตอนกลุ่มนี้เอาไว้ ทำให้มีการสะสมชีวพิษ (biotoxin) เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยไม่ทำให้หอยเกิดสภาพผิดปกติ เมื่อมีผู้บริโภคหอยที่สะสมชีวพิษเข้าไปก็จะเกิดการเจ็บแสบหรือชาบริเวณปาก หายใจลำบาก อ่อนเพลีย และ

อาเจียน หรือตายในที่สุดจึงเรียกโรคนี้ว่า โรคอัมพาตเนื่องจากหอย (paralytic shellfish poison หรือ PSP) หรือเป็นสาเหตุให้เกิดโรคท้องร่วงเนื่องจากการรับประทานหอย (diarrhetic shellfish poisoning หรือ DSP) (ทวีศักดิ์ และ คณะ, 2530) นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนบางชนิด ยังอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้กุ้งตายได้ เช่น การเพิ่มจำนวนอย่างมากของไดอะตอม *Chaetoceros gracilis* ทำให้เกิดพิษแก่ลูกกุ้งวัยอ่อน *Penaeus stylirostris* และ *P. vannamei* สารพิษจะถูกปล่อยออกมาจากไดอะตอมที่กำลังจะตายหรือตายแล้ว (ชลอ และ คณะ, 2530) ในบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีแพลงก์ตอนพืชหรือพันธุ์ไม้น้ำขึ้นอย่างหนาแน่น ตอนกลางวันจะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์มาก ในกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้พีเอชของน้ำสูงขึ้นในตอนกลางวันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงบ่าย ส่วนในตอนกลางคืนเมื่อไม่มีการสังเคราะห์แสงก็ไม่มีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ จะเกิดการสะสมคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำขึ้นมาใหม่ โดยคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นมาจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ (ยนต์, 2530) การเพิ่มจำนวนไดอะตอมสกุล *Coscinodiscus*, *Nitzschia* และ *Thalassiothrix* sp. จะมีผลทำให้เกิดโรคเหงือกสีน้ำตาลในกุ้งกุลาดำ เนื่องจากไดอะตอมเหล่านี้จะไปติดค้างอยู่ในเหงือกเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นการรบกวนเหงือกมีผลทำให้เหงือกถูกแบคทีเรียเข้าไปทำลายและกลายเป็นสีน้ำตาล (สว่าง, 2532) และการมีไดอะตอมบางชนิด เช่น *Liomphora* sp., *Nitzschia* sp., *Amphoras* sp. และ *Achanthes* sp. เจริญในบ่ออนุบาลอย่างรวดเร็วและหนาแน่น ไดอะตอมเหล่านี้จะไปติดเหงือก บริเวณข้างตัว รวมทั้งตามขาว่ายน้ำ ขาเดิน และระยางค์ต่างๆ ของกุ้งกุลาดำและกุ้งแชบ๊วยกุ้งจะอ่อนแอ ว่ายน้ำไม่ได้ตามปกติและตกลงก้นบ่อภายใน 2-3 วัน (ชลอ และ คณะ, 2530) Alonso-Rodríguez and Pérez-Osuna (2003) กล่าวว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งมีสารอินทรีย์และสารอาหารมาก ซึ่งในการเลี้ยงแบบพัฒนาที่มีการปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่น จะมีสารอาหารสะสมมากเกินไป (เช่น N และ P) นอกจากจะทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของกลุ่มแพลงก์ตอนไดโนแฟลกเจลเลต กลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม และแฟลกเจลเลต ทำให้เกิดความเสียหายต่อฟาร์ม ซึ่งจะทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งช้าลง ส่วนในกรณีที่แพลงก์ตอนผลิตสารพิษอาจจะมีผลทำให้กุ้งตาย ส่วนการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนในปริมาณมาก อาจจะมีผลทำให้เกิดการขาดออกซิเจนในเวลากลางคืนได้ นอกจากนี้จุลินทรีย์และแพลงก์ตอนก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิกที่ปล่อยหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร ที่ Belize และประเทศแถบอเมริกากลาง โดยเป็นการเลี้ยงที่ไม่มีการถ่ายน้ำตลอดการเลี้ยงและมีการให้อาหารเต็มที่ พบว่าปริมาณสารอาหารที่มากเกินไปทำให้อัตราการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช และโปรโตซัวสูงขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ (Burford et al., 2003)

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การวางแผนการทดลอง

ได้ออกแบบเป็น 2 ชุดการทดลอง และทำการทดลองชุดการทดลองละ 2 ซ้ำ คือ
ชุดการทดลองที่ 1 เป็นการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม
ชุดการทดลองที่ 2 เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

2. การเตรียมบ่อทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะใช้บ่อเลี้ยงกุ้งขาวของศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งทะเล โครงการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ขนาด 8 ไร่ โดยเริ่มทำความสะอาดบริเวณบ่อ ก่อนสูบน้ำทะเล ไล่ลงไปจนมีระดับน้ำสูง 1.5-1.8 เมตร ใส่ไตรโคเฟอนที่ความเข้มข้น 2 ppm. เพื่อกำจัดพาหะนำโรค ใส่คลอรีนที่ความเข้มข้น 30 ppm. และกากชาที่ความเข้มข้น 20-25 ppm. เพื่อกำจัดลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน แล้วจึงเปิดเครื่องตีน้ำทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน เพื่อให้สารเคมีหมดฤทธิ์ ส่วนกระชังที่ใช้เลี้ยงปลานิล จะใช้ท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว มาทำเป็นโครงกระชังที่มีขนาด 15 x 15 เมตร พร้อมใช้ถังน้ำ ขนาด 200 ลิตร เป็นทุ่นลอย จากนั้นจะนำเอากระชังเลี้ยงปลาที่มีขนาด 12 x 12 x 1.5 เมตร ที่บริเวณปากกระชังจะมีตาข่ายคลุมปิดปากกระชังทั้งหมดเพื่อป้องกันปลาหลบหนีและป้องกันสัตว์อื่นมารบกวนปลาทดลอง ในระหว่างนี้จะรักษาระดับภายในกระชังให้มีความสูงประมาณ 0.70 เมตร ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

3. การเตรียมปลาทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะใช้ลูกกุ้ง P10-P15 ที่ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งทะเล โครงการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ซึ่งสามารถใช้ในการทดลองได้ทันที ส่วนปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่ใช้ในการทดลองจะมีขนาดเริ่มต้นประมาณ 350 กรัม ซึ่งจัดหาจากบริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) จ.สมุทรสาคร ก่อนการทดลองจะทำการปรับสภาพปลาทดลองให้แข็งแรงเสียก่อนพร้อมให้อาหารวันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ภายในกระชังที่มีขนาด 12 X 12 X 1.5 เมตร ที่

ทางอยู่ภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพื่อการป้องกันปลาเค็ยระหว่างขนส่งมายังบ่อทดลอง และลดการตายของปลาทดลองในช่วงต้นการทดลองได้อีกทางหนึ่ง จากนั้นจึงค่อยคัดเอาแต่ปลาทดลองที่มีขนาดเท่ากันมาใช้ในการทดลอง

4. การเลี้ยง

กลุ่มลูกกุ้งขาวแวนนาไมในระยะ P10-P15 ใส่ลงในบ่อที่ได้จัดเตรียมไว้แล้ว โดยปล่อยที่ความหนาแน่นประมาณ 100 ตัวต่อตารางเมตร พร้อมให้อาหารโดยการหว่านด้วยมือในช่วง 1-10 วันแรก วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ช่วงหลังจากวันที่ 11 เป็นต้นไปจนกระทั่งจับขาย จะให้อาหารโดยการหว่านด้วยมือวันละ 4 ครั้ง (7.00 11.00 14.00 และ 16.00 น.) แต่หลังจากวันที่ 21 เป็นต้น เริ่มจะมีการเช็ดอาหารด้วยขอ พร้อมค่อยๆ ปรับวิธีการให้อาหารมาเป็นการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ แทนการหว่านอาหารด้วยมือ ส่วนปลานิลจะทำการสุ่มปลานิลที่ได้เตรียมไว้ ใส่ลงในกระชังที่กางอยู่ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยปล่อยที่ความหนาแน่นประมาณ 10 ตัวต่อตารางเมตร พร้อมให้อาหารโดยการหว่านด้วยมือวันละ 4 ครั้ง (7.00 11.00 14.00 และ 16.00 น.) แต่จะให้อาหารมือแรกของการเลี้ยงในตอนเย็นของวันที่ 2 หลังจากทำการปล่อยปลาลงกระชัง ในอัตรา 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวในช่วง 30 วันแรก และจะปรับเพิ่มปริมาณอาหารเป็น 2.0, 1.5 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หลังจากวันที่ 31, 61 และ 91 ตามลำดับ โดยทั้งกุ้งขาวแวนนาไมและปลานิลจะทดลองเลี้ยงเป็นเวลาเท่ากัน คือ 90 วัน

5. การเก็บข้อมูล

การวัดการเจริญเติบโต

ก่อนปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมและปลานิล จะมีการสุ่มกุ้งขาวแวนนาไมและปลานิล มาอย่างละ 10 ตัว นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของแต่ละตัว เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นก่อนการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะทำการเช็ดกุ้งขาวแวนนาไมและปลานิลที่เหลือและชั่งน้ำหนักรวมทั้งหมด แล้วสุ่มกุ้งขาวแวนนาไมและปลานิล มาอย่างละ 10 ตัว นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของแต่ละตัว เพื่อนำค่าที่ได้มาพิจารณา

- น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)
- อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)

- อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
- ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)

การตรวจสอบต้นทุนค่าอาหารแต่ละชุดการทดลอง โดยพิจารณาจาก

- ปริมาณอาหารทั้งหมด
- ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท)
- ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำที่จะทำการตรวจวิเคราะห์น้ำ ก่อนการทดลองและ ทุกๆ 15 วัน โดยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำภายในบ่อทดลองของแต่ละบ่อในตอนเช้า (07.00 น.) ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร โดยใช้ขวดพลาสติกที่มีขนาด 500 ซีซี ที่ผูกติดกับท่อ PVC ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ณ บริเวณที่กำหนด แล้วปิดฝาให้สนิท ร่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- ค่าแอมโมเนียรวม (Total ammonia-Nitrogen) โดยใช้วิธี Boy (1979); APHA (1989)
- ค่าไนไตรท์โดยใช้วิธี Boy (1979); APHA (1989)
- ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ

ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในบ่อทดลองโดยตรง

ตอนเช้า (07.00 น.) จะทำการวัดที่กึ่งกลางระดับน้ำมีดังนี้

- ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดโดยใช้เครื่องยี่ห้อ INTELLIGENT METER รุ่น YK-2001 DO
- ค่าวัดโดยใช้เครื่องวัด pH ยี่ห้อ Consort รุ่น c830
- ค่าอุณหภูมิ (Temperature) วัดโดยใช้เครื่องยี่ห้อ INTELLIGENT METER รุ่น YK-2001 DO
- ความเค็ม

การตรวจวัดชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์

การเก็บตัวอย่างน้ำที่จะใช้ในการตรวจวิเคราะห์แพลงก์ตอนสัตว์ โดยเก็บตัวอย่างทุกๆ 15 วัน ที่เวลา 9.00 น. ณ บริเวณจุดกึ่งกลางของบ่อที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร โดยใช้ถังน้ำขนาดปริมาตร 5 ลิตร ตวงน้ำปริมาตร 20 ลิตร ใส่ถุงกรองแพลงก์ตอนขนาดตา 70 ไมครอน แล้วถ่ายน้ำที่ได้จากขวดแก้วกันของถุงกรองแพลงก์ตอนสัตว์ใส่ลงในขวดพลาสติกที่มีขนาดความจุ 60 ซีซี และทำการเก็บรักษาตัวอย่างของแพลงก์ตอนสัตว์ในฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นสุ่มตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์ที่ได้เก็บมาขวดละ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใส่ใน Sedgwich-Rafter counting cell ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ทำการจำแนกชนิดและนับปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ โดยใช้ตามวิธีการของ ลัดดา (2544)

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Independent Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มและกุ้งขาวแวนนาไม ที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน ต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด และต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตได้สรุปไว้ในตารางที่ 1



ตารางที่ 1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต ของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มและกุ้งขาวแวนนาไม ที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม		กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)
	ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็ม	กุ้งขาวแวนนาไม	กุ้งขาวแวนนาไม
น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	860.50±0.71	13.74±1.06 ^a	12.23±2.09 ^a
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	6.00±0.00	0.15±0.01 ^a	0.13±0.02 ^a
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	86.35±1.87	79.47±5.35 ^a	77.82±4.20 ^a
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	0.78±0.01	1.67±0.64 ^a	1.73±0.92 ^a
ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)	1,114.53±23.29	15,611.26±3,174.40 ^a	13,813.46±2,211.84 ^a
ปริมาณอาหารทั้งหมด (กิโลกรัม)	870.00±0.00	25,846.50±4,233.45 ^a	23,890.00±5,048.74 ^a
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด(บาท)	16,530.00±0.00	904,627.50±14,8170.69 ^a	836,150.00±176,705.98 ^a
ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)	14.83±0.31	58.19±2.34 ^a	60.03±2.79 ^a
หมายเหตุ	อักษร a ที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึงความไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) อาหารปลานิลราคา 19 บาทต่อกิโลกรัม อาหารปลากุ้งขาวแวนนาไมราคา 35 บาทต่อกิโลกรัม		

1.1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 860.50 ± 0.71 กรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 13.74 ± 1.06 และ 12.23 ± 2.09 กรัม ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.2 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 6.00 ± 0.00 กรัมต่อวัน ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 ± 0.01 และ 0.13 ± 0.02 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.3 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 86.35 ± 1.87 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมอัตราการรอดตายมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 79.47 ± 5.35 และ 77.82 ± 4.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 0.78 ± 0.01 ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.67 ± 0.64 และ 1.73 ± 0.92 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.5 ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีผลผลิตทั้งหมดเท่ากับ $1,114.53 \pm 23.29$ กิโลกรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะมีผลผลิตทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $15,611.26 \pm 3,174.40$ และ $13,813.46 \pm 2,211.84$ กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.6 ปริมาณอาหารทั้งหมด (กิโลกรัม)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีปริมาณอาหารทั้งหมด เท่ากับ 870.00 ± 0.00 กิโลกรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะมีปริมาณอาหารทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ $25,846.50 \pm 4,233.45$ และ $23,890.00 \pm 5,048.74$ กิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ปริมาณอาหารทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.7 ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด (บาท)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดเท่ากับ $16,530.00 \pm 0.00$ บาท ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะมีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ $904,627.50 \pm 148,170.69$ และ $836,150.00 \pm 176,705.98$ บาท ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

1.8 ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต (บาทต่อกิโลกรัม)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตเท่ากับ 14.83 ± 0.31 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะมีต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 58.19 ± 2.34 และ 60.03 ± 2.79 บาทต่อกิโลกรัมตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) กับที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)

2. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน ต่อ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำได้สรุปไว้ในตารางที่ 2

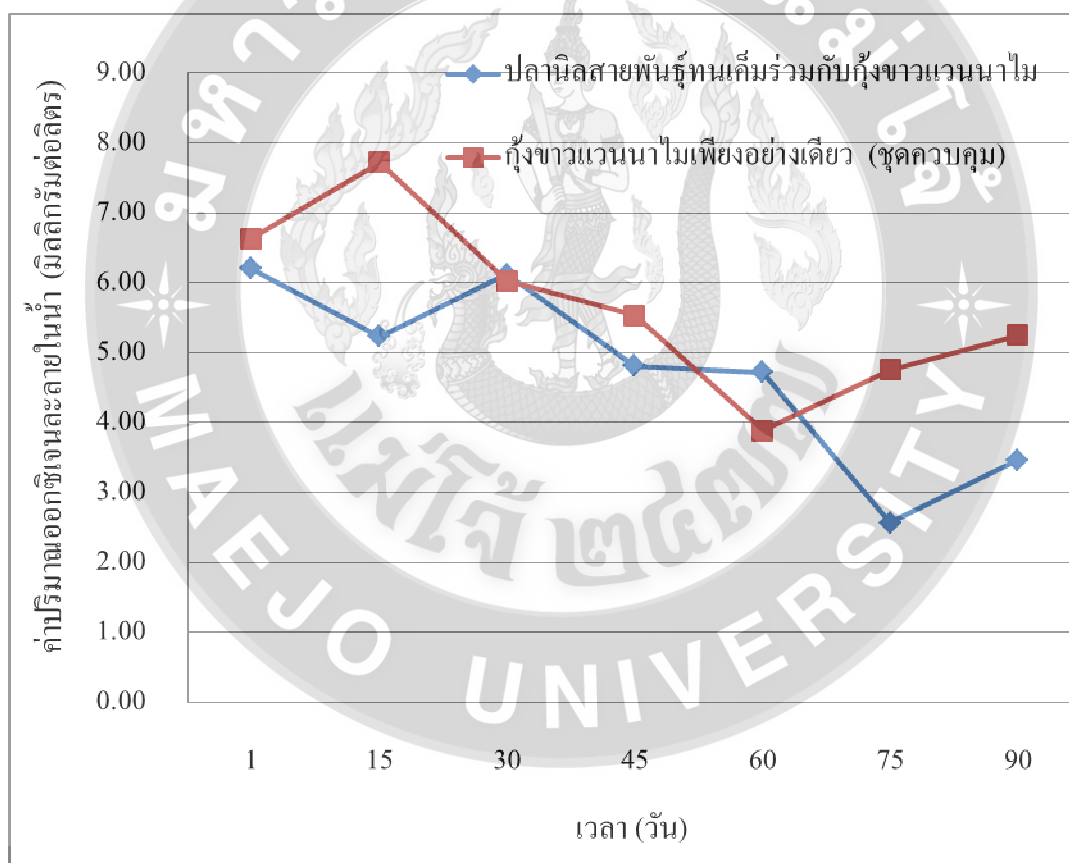
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด)

ปัจจัย	ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม	กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.73±1.33(2.56-6.20) ^a	5.68±1.26(3.88-7.72) ^a
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.12±0.33 (6.72-7.79) ^a	7.09±0.41(6.32-7.66) ^a
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	28.64±0.75(28.00-30.00) ^a	30.44±1.37(29.00-32.80) ^b
ความเค็มน้ำ (ส่วนในพันส่วน)	34.14±2.61(30.00-37.00) ^a	33.71±1.89(32.00-36.00) ^a
ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO ₃)	174.76±12.74(154.00-188.70) ^a	160.29±21.00(127.30-193.30) ^a
ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.07±0.05(0.01-0.14) ^a	0.06±0.02(0.03-0.08) ^a
ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.49±0.35(0.04-0.84) ^a	0.56±0.37(0.02-0.81) ^a

หมายเหตุ a และ b = อักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05)

2.1. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

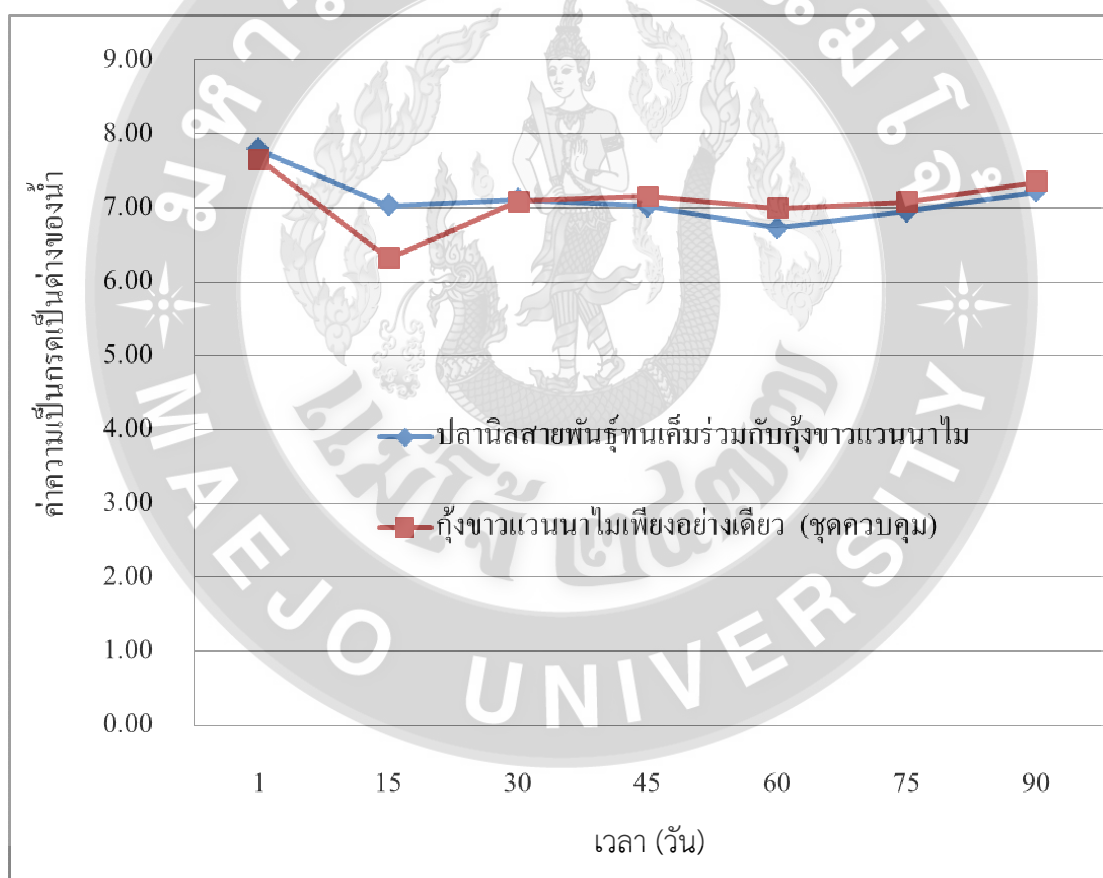
ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $4.73 \pm 1.33 (2.56-6.20)$ และ $5.68 \pm 1.26 (3.88-7.72)$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2.2. ความเป็นกรดเป็นด่าง

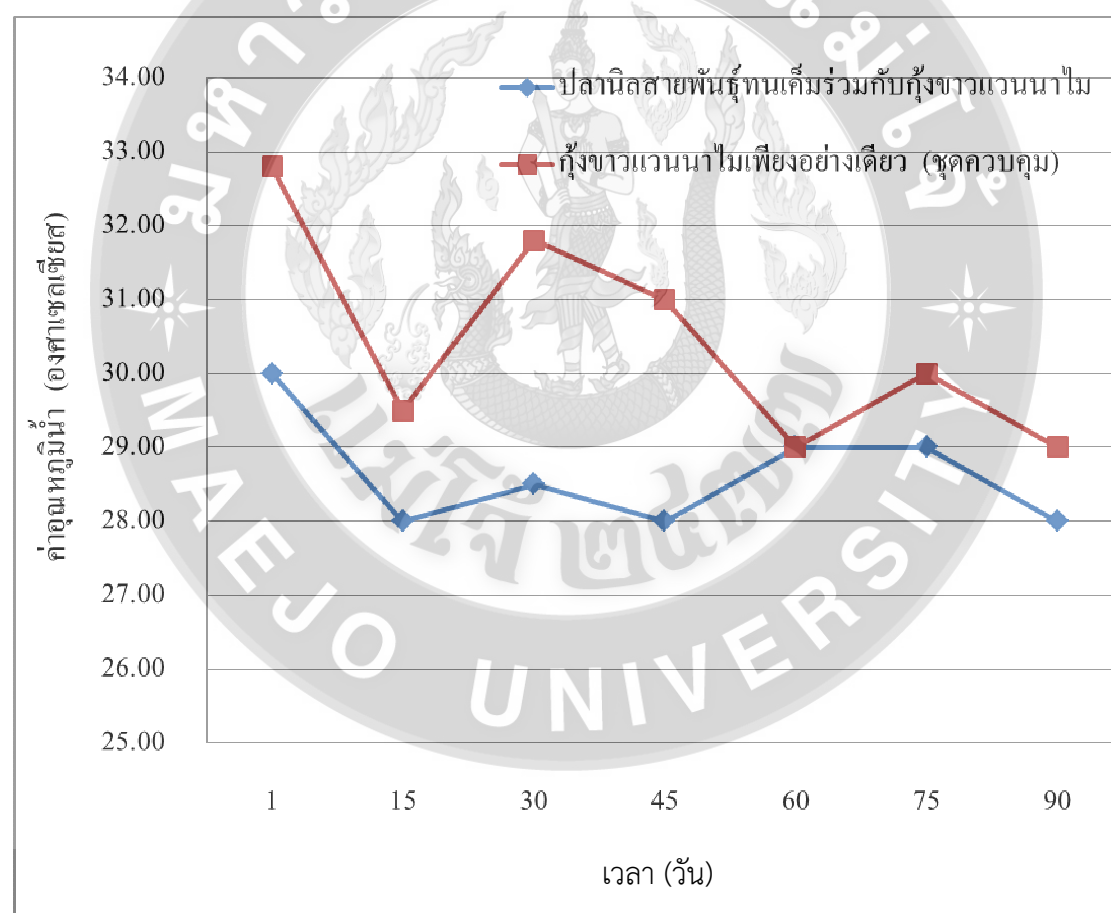
ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ 7.12 ± 0.33 (6.72-7.79) และ 7.09 ± 0.41 (6.32-7.66) ตามลำดับและเมื่อคำนวณทางสถิติพบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่าง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2.3. อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)

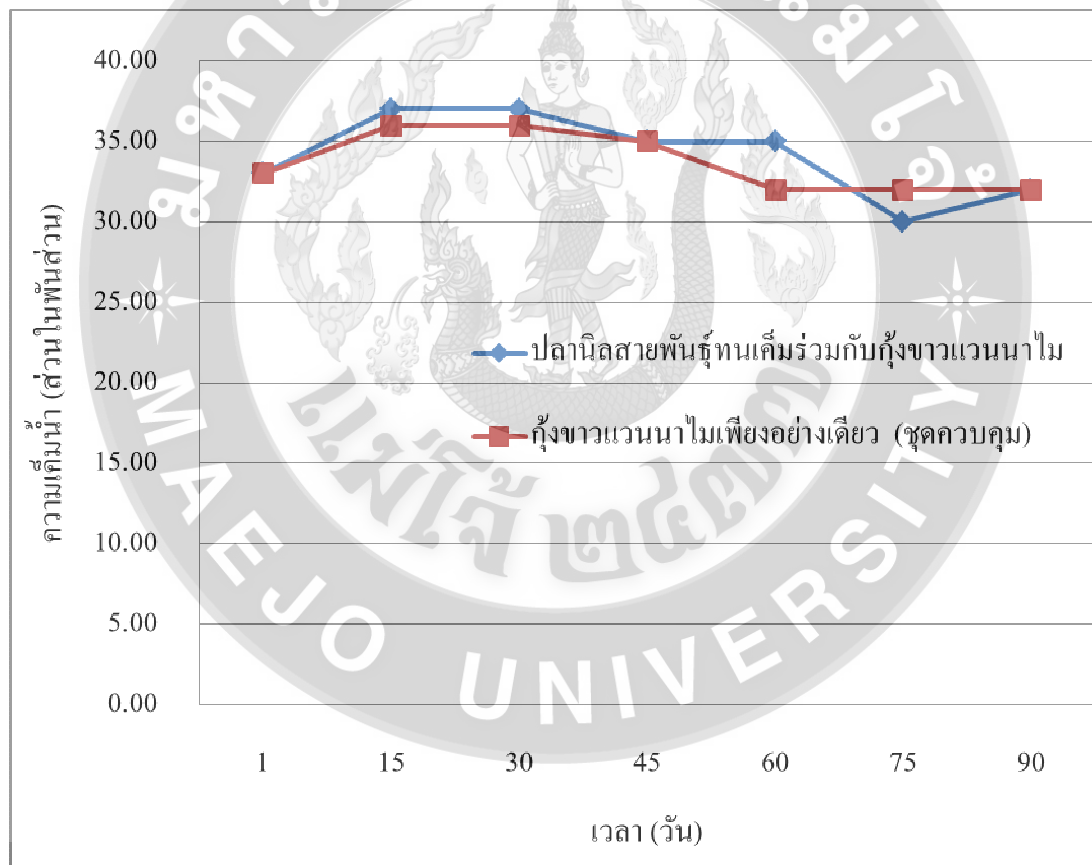
ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งผลให้อุณหภูมิน้ำมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $28.64 \pm 0.75 (28.00-30.00)$ และ $30.44 \pm 1.37 (29.00-32.80)$ องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิน้ำของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2.4 ความเค็มน้ำ (ส่วนในพันส่วน)

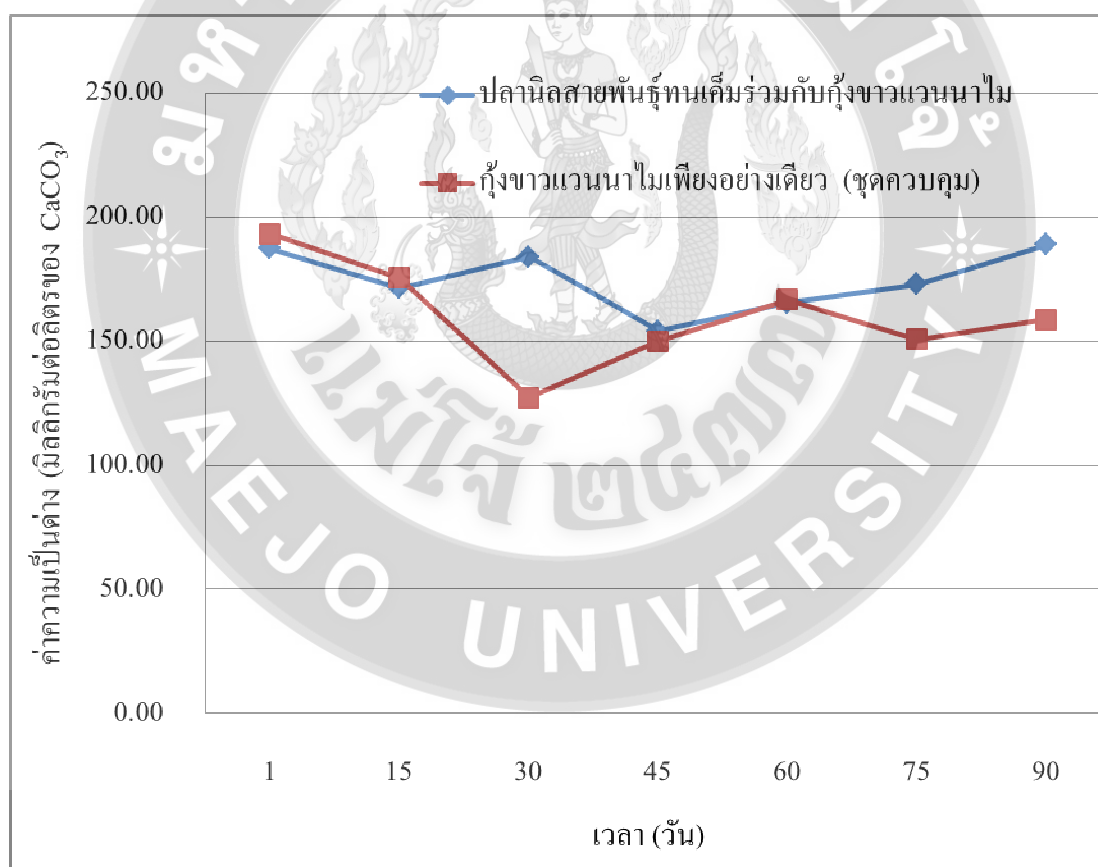
ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งให้ความเค็มน้ำมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $34.14 \pm 2.61 (30.00-37.00)$ และ $33.71 \pm 1.89 (32.00-36.00)$ ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ความเค็มน้ำของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของความเค็มน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความเค็มน้ำ (ส่วนในพันส่วน) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2.5. ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3)

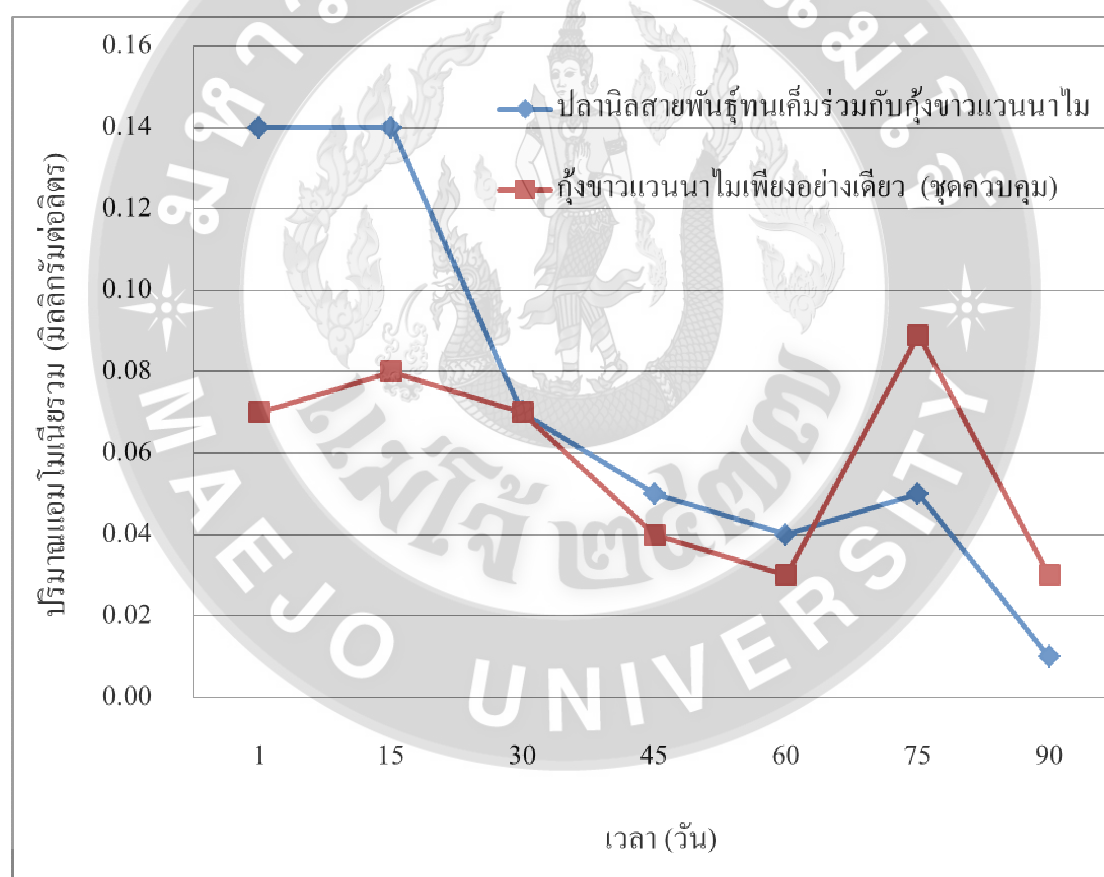
ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งผลให้ปริมาณความเป็นด่างของน้ำมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $174.76 \pm 12.74 (154.00-188.70)$ และ $160.29 \pm 21.00 (127.30-193.30)$ มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับและเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ปริมาณความเป็นด่างของน้ำของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2.6. ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

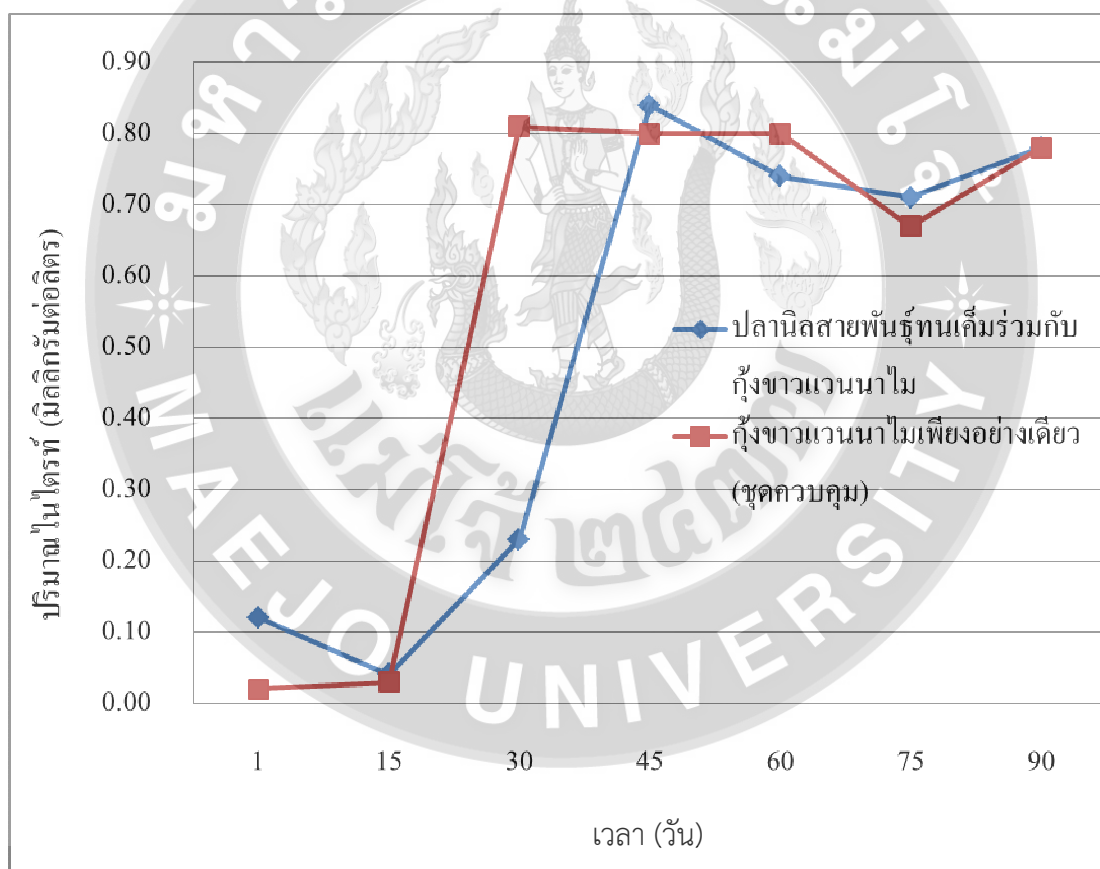
ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียรวมมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $0.07 \pm 0.05 (0.01-0.14)$ และ $0.06 \pm 0.02 (0.03-0.08)$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ปริมาณแอมโมเนียรวมของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2.6. ปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งผลให้ปริมาณไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $0.49 \pm 0.35 (0.04-0.84)$ และ $0.56 \pm 0.37 (0.02-0.81)$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ปริมาณไนโตรเจนของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ได้แสดงไว้ในภาพที่ 7



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายในบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ทุกๆ 15 วัน

2. ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาว แวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียง
อย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน ต่อ ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ได้สรุปไว้ใน
ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับ
กุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน
(ค่าเฉลี่ย)

ชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์	ปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ (หน่วยต่อลิตร)	
	ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับ กุ้งขาวแวนนาไม	กุ้งขาวแวนนาไมเพียง อย่างเดียว (ชุดควบคุม)
Total Zooplankton	1,077 ^a	1,243 ^a
Phylum Protozoa (Protozoa)	342 ^a	354 ^a
<i>Eutintinnus</i>	37 ^a	39 ^a
<i>Aspidisca</i>	106 ^a	122 ^a
<i>Halteria</i>	88 ^a	78 ^a
<i>Acineta</i>	111 ^a	115 ^a
Phylum Rotifera (Rotifer)	95 ^a	94 ^a
<i>Brachionus</i>	44 ^a	43 ^a
<i>Gastropus</i>	51 ^a	51 ^a
Phylum Arthropoda	640 ^a	795 ^a
<i>Copepod</i>	430 ^a	535 ^a
<i>Cirripede Nauplius</i>	174 ^a	260 ^a

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ในชุดการทดลองที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะส่งผลให้ปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1,077 และ 1,243 หน่วยต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ ปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับบ่อที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม)



วิจารณ์ผลการวิจัย

1. น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิตของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มและกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน

จากผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) โดยการทดลองในครั้งนี้จะใช้ในปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 350 กรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมที่ใช้ทดลองจะมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.12 กรัม สุ่มปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มจำนวน 1,500 ตัว ใส่ลงในกระชังขนาด 12x12x1.5 เมตร ที่กางอยู่ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะปล่อยลงในบ่อทดลองโดยตรง ในอัตราส่วน 100 ตัวต่อตารางเมตร พร้อมให้อาหารปลานิลสายพันธุ์ทนเค็ม วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะให้อาหารวันละ 4 ครั้ง (เช้า-เย็น) ทดลองเลี้ยงนาน 90 วัน และพบว่า ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมนั้นจะมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เท่ากับ 860.50 ± 0.71 กรัม 6.00 ± 0.00 กรัมต่อวัน 86.35 ± 1.87 เปอร์เซ็นต์ 0.78 ± 0.01 1,114.53 $\pm$ 23.29 กิโลกรัม 870.00 $\pm$ 0.00 กิโลกรัม 16,530.00 $\pm$ 0.00 บาท และ 14.83 ± 0.31 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม จะมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เท่ากับ 13.74 ± 1.06 กรัม 0.15 ± 0.01 กรัมต่อวัน 79.47 ± 5.35 เปอร์เซ็นต์ 1.67 ± 0.64 15,611.26 $\pm$ 3,174.40 กิโลกรัม 25,846.50 $\pm$ 4,233.45 กิโลกรัม 904,627.50 $\pm$ 148,170.69 บาท และ 58.19 ± 2.34 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนบ่อทดลองที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้น จะมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ปริมาณอาหารทั้งหมด ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดและต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เท่ากับ 12.23 ± 2.09 กรัม 0.13 ± 0.02 กรัมต่อวัน 77.82 ± 4.20 เปอร์เซ็นต์ 1.73 ± 0.92 13,813.46 $\pm$ 2,211.84 กิโลกรัม 23,890.00 $\pm$ 5,048.74 กิโลกรัม 836,150.00 $\pm$ 176,705.98 บาท และ 60.03 ± 2.79 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

2. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับ กุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน

2.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับ กุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) จะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $4.73 \pm 1.33 (2.56-6.20)$ และ $5.68 \pm 1.26 (3.88-7.72)$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่บ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมนั้น จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) เล็กน้อย ($p > 0.05$) อาจเนื่องมาจากบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มและอาหารของปลาที่เพิ่มเข้าไปในระหว่างการเลี้ยง นั้นมีส่วนช่วยลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ชนัต (2530ก) และ ชนัตและคณะ (2531) ที่รายงานว่า การสูญเสียออกซิเจนละลายน้ำภายในบ่อ จะมาจากมีสาเหตุหลัก นั่นก็คือ การหายใจของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และการย่อยสลายของสารอินทรีย์ โดยจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ซึ่งสารอินทรีย์ต่างๆ เหล่านี้ส่วนใหญ่จะมาจากเศษอาหารที่เหลือตกค้างอยู่ภายในบ่อ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายของตัวสัตว์น้ำเอง (ชนัต, 2530ก และ ชนัตและคณะ, 2531) แต่จากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนาที่มีรักษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยการติดตั้งระบบให้อากาศภายในบ่อเลี้ยงจึงเป็นเหตุผลประการสำคัญที่ทำให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดยชนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับ ชนัต, 2530ข และ Boyd, 1987 ที่รายงานว่าโดยทั่วไประดับของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในบ่อในบ่อเลี้ยงกุ้ง ควรมีอยู่ระหว่าง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จนถึงจุดอิ่มตัว

2.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างภายในบ่อเลี้ยง ($p > 0.05$) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $7.12 \pm 0.33 (6.72-7.79)$ และ $7.09 \pm 0.41 (6.32-7.66)$ ตามลำดับ ซึ่งตารางที่ 2 และภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่าง ทั้งในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีค่าใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ของน้ำในบ่อ PE ส่วนใหญ่จะเกิดจากหายใจของสิ่งมีชีวิต

ทั้งพืชและสัตว์และขบวนการย่อยสลายของเสียภายในบ่อที่ได้ปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากขบวนการหายใจและขบวนการย่อยสลายสะสมอยู่ในน้ำทำให้เกิดกรดคาร์บอนิกมาก ซึ่งกรดนี้เมื่อแตกตัวจะให้ ไฮโดรเจนไอออนออกมา ทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำน้ำลดลง ซึ่งแต่การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในปัจจุบันส่วนใหญ่จะมีการควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนและคุณภาพในบ่อ ควบคู่กับการใช้วัสดุปูนในระหว่างการเลี้ยง โดยผุสดี (2529) รายงานว่าโดยทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อยจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 7-8 ซึ่งถือเป็นช่วงที่แพลงก์ตอนพืชทุกชนิดสามารถเจริญได้ดี ส่วน Boyd (1987) พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมนั้นจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 6-9

2.3. อุณหภูมิ น้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $28.64 \pm 0.75 (28.00-30.00)$ และ $30.44 \pm 1.37 (29.00-32.80)$ องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งตารางที่ 2 และภาพที่ 5 ที่พบว่าบ่อเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมนั้น จะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำต่ำกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) อย่างชัดเจน ($p < 0.05$) แต่ก็ไม่สามารถสรุปได้ว่ามาจากสาเหตุอะไร ซึ่งโดยทั่วไปอุณหภูมิหน้านั้นจะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมต่างๆ ไปของแหล่งน้ำ (เปี่ยมศักดิ์, 2525) แต่ก็มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดยธนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส

2.4 ความเค็ม น้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่าง ภายในบ่อเลี้ยง ($p > 0.05$) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $34.14 \pm 2.61 (30.00-37.00)$ และ $33.71 \pm 1.89 (32.00-36.00)$ ส่วนในพื้นส่วน ตามลำดับ ซึ่งตารางที่ 2 และภาพที่ 6 ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของความเค็มน้ำ ทั้งในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีค่าใกล้เคียงกันตลอดการทดลอง อาจเนื่องจากการการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบริเวณพื้นที่ชายฝั่งติดทะเลส่วนใหญ่จะนิยมใช้น้ำเค็มจากทะเลโดยตรง ดังนั้น ความเค็มของน้ำภายในบ่อเลี้ยงจึงมักมีความเค็มใกล้เคียงกับความเค็มของน้ำทะเล อีกทั้งจากเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความเค็มสูงๆ นั้น จะป้องกันไม่ให้กุ้ง

ขาวเวนนาไมที่เลี้ยงประสบปัญหาการขาดแร่ธาตุ และจากการศึกษาของ Boyd (2003) ที่ได้พบว่าในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวเวนนาไมในน้ำที่มีความเค็มต่ำส่วนใหญ่จะไม่สามารถผลิตกุ้งขนาดใหญ่ได้เนื่องจากในน้ำนั้นมีปริมาณไอออนน้อย จึงต้องมีการเติมแร่ธาตุบางตัวเพื่อรักษาระดับของโซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต ในปริมาณต่ำกว่า 1522, 54, 54, 196, 2755, 392, และ 92 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้น การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวเวนนาไมควรมีค่าความเค็มของน้ำอยู่ระหว่าง 5-35 ส่วนในพันส่วน (ชนพงศ์และคณะ, 2556) แต่ไม่ควรเกิน 35-40 ส่วนในพันส่วน (Boyd, 2003)

2.4. ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวเวนนาไม และ กุ้งขาวเวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นไม่มีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่าง ภายในบ่อเลี้ยง ($p>0.05$) โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $174.76 \pm 12.74 (154.00-188.70)$ และ $160.29 \pm 21.00 (127.30-193.30)$ มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3 ตามลำดับ ซึ่งตารางที่ 2 และภาพที่ 7 ที่พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณความเป็นด่างของน้ำบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวเวนนาไมจะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่สูงกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งขาวเวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) มีเล็กน้อย อาจเนื่องค่าความเป็นด่าง จะประกอบด้วย ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซึ่งถูกควบคุมโดยการใช้วัสดุปูน แต่ก็มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวเวนนาไม โดยชนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวเวนนาไมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ CaCO_3

2.5. ปริมาณแอมโมเนียรวม พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวเวนนาไม และ กุ้งขาวเวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นไม่มีผลต่อปริมาณแอมโมเนียรวมภายในบ่อเลี้ยง ($p>0.05$) โดยค่าปริมาณแอมโมเนียรวมจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $0.07 \pm 0.05 (0.01-0.14)$ และ $0.06 \pm 0.02 (0.03-0.08)$ มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งตารางที่ 2 และภาพที่ 8 ที่พบว่าบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวเวนนาไมจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียรวมสูงกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งขาวเวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) เล็กน้อย อาจเนื่องจากแอมโมเนียในน้ำภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงแบบพัฒนา ค่าแอมโมเนียส่วนใหญ่จะมาจากอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายของตัวสัตว์น้ำภายในบ่อ ดังนั้น แนวโน้มปริมาณแอมโมเนียรวมสูงขึ้นเรื่อยๆ ตามระยะเวลาในการเลี้ยง แต่จากภาพที่ 8 พบว่า ในทั้ง 2 ชุดการทดลองกลับมีแนวโน้มลดลงอาจเนื่องจากการกระบวนการเปลี่ยนถ่ายน้ำและกระบวนการ

nitrification ที่เปลี่ยน แอมโมเนีย ไปเป็นไนไตรท์ และ ไนเตรท ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนไตรท์ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากวันที่ 15 ของการทดลอง (ดังภาพที่7) แต่ก็มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดยชนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.6. ปริมาณไนไตรท์ พบว่า ผลการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ กุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) นั้นไม่มีผลต่อปริมาณไนไตรท์ภายในบ่อเลี้ยง ($p>0.05$) โดยจะมีค่าเฉลี่ย (ค่าน้อยที่สุด-ค่ามากที่สุด) เท่ากับ $0.49\pm 0.35(0.04-0.84)$ และ $0.56\pm 0.37(0.02-0.81)$ มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งตารางที่2 และภาพที่9 ที่พบว่าบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมจะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณไนไตรท์ ต่ำกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) เล็กน้อย อาจเนื่องมาจากกระบวนการ nitrification ที่เปลี่ยนแอมโมเนีย ไปเป็นไนไตรท์ และ ไนเตรท ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนไตรท์ที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังจากวันที่ 15 ของการทดลอง โดยมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดยชนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ภายในบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ภายในเวลา 90 วัน

ผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) เป็นเวลา 90 วัน พบว่า การเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ไม่มีผลต่อชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบภายในบ่อ($p>0.05$) แต่บ่อที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) จะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมดจะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,243 หน่วยต่อลิตร (ซึ่งประกอบด้วย Arthropoda 795 หน่วยต่อลิตร Protozoa 354 หน่วยต่อลิตร และ Rotifer 94 หน่วยต่อลิตร) และ 1,077 หน่วยต่อลิตร (ซึ่งประกอบด้วย Arthropoda 640 หน่วยต่อลิตร Protozoa 342 หน่วยต่อลิตร และ Rotifer 95 หน่วยต่อลิตร) ตามลำดับ

สรุป

จากผลของการทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และ เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) โดยการทดลองในครั้งนี้จะใช้น้ำปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 350 กรัม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมที่ใช้ทดลองจะมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.12 กรัม สุ่มปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มจำนวน 1,500 ตัว ใส่ลงในกระชังขนาด 12x12x1.5 เมตร ที่ทางอยู่ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะปล่อยลงในบ่อทดลองโดยตรง ในอัตราส่วน 100 ตัวต่อตารางเมตร พร้อมให้อาหารปลานิลสายพันธุ์ทนเค็ม วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมจะให้อาหารวันละ 4 ครั้ง (เช้า-เย็น) ทดลองเลี้ยงนาน 90 วัน และพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อทดลองเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไมมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย ผลผลิตทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 13.74 ± 1.06 กรัม 0.15 ± 0.01 กรัมต่อวัน 79.47 ± 5.35 เปอร์เซ็นต์ $15,611.26 \pm 3,174.40$ กิโลกรัม แต่กลับมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และ ต้นทุนค่าอาหารต่อหน่วยผลผลิต เหลือเพียง 1.67 ± 0.64 และ 58.19 ± 2.34 บาทต่อกิโลกรัม แต่บ่อทดลองที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารทั้งหมด และ ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด ซึ่งมีค่าเท่ากับ $23,890.00 \pm 5,048.74$ กิโลกรัม และ $836,150.00 \pm 176,705$ บาท ตามลำดับ

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำ ก็พบว่า การเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเค็ม น้ำ ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม และปริมาณไนไตรท์ ($p > 0.05$) โดยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยกเว้นปริมาณไนไตรท์ที่อยู่ในระดับอันตราย แต่พบว่าการเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมมีผลต่อปริมาณ อุณหภูมิ (p<0.05)

ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่า การเลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม ไม่มีผลต่อชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบภายในบ่อ ($p > 0.05$) แต่บ่อที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) จะมีปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าบ่อที่เลี้ยงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม โดยแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบจะเป็นพวก Arthropoda (Copepod และ Cirripede Nauplius) รongลงมา คือ Protozoa (Eutintinnus, Aspidisca, Halteria และ Acineta) และ Rotifer (Brachionus และ Gastropus) ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2537. ปลาที่เพาะเลี้ยงง่าย. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน และ อานูภาพ วรรณคณาพล. 2549. การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามร่วมกับปลาบึกและปลานิลในบ่อดิน. วารสารการประมง. ปีที่ 59 ฉบับที่ 2 เดือนมีนาคม-เมษายน 2549, หน้า 143-151.

คณิต ไชยคำ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2537. แนวทางการป้องกันเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. สถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงชายฝั่ง กรมประมง.

ชลอ ลิมสุวรรณ, ยนต์มุสิก ชีระ เล็กชลยุทธ กังวาลย์ ธีจันทร์โชติ และ นงนุช รักสกุลไทย. 2530. โรคกุ้งทะเลและการใช้เคมีภัณฑ์, น. 37-60. ใน เอกสารประกอบการสัมมนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดารณี หันหาบุญ. 2526. การเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในป่าชายเลนที่มีพื้นที่และความอุดมสมบูรณ์ต่างกันโดยใช้ปริมาณอินทรีย์ในโตรเจนและออกซิฟอสฟอรัสเป็นดัชนี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์, สุชนา วิเศษสังข์, Massaki Kodama, Yasuwo Fukuya, Takashi Ishimaru และ Tackchiko Ogata. 2530. การแพร่กระจายบริเวณชายฝั่งน่านน้ำไทยของแพลงก์ตอนไดโนแฟลกเจลเลตที่เป็นสาเหตุของพิษในหอย, น. 186-197. ใน การสัมมนาครั้งที่ 4 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรมีชีวิตในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ธนพงศ์ แสงเชื้อ บงกช สโรวิกสัต อนุชิต เกตุรวม. สุริยรัตน์ ศรีสุกุล ปานเจริญ กัญญา คงเขียว เชิดชัย เฉลียงหงส์ ปรีชา เอกธรรมสุทธิ และ วิชัย ลาภจตุพร. มปป. กุ้งขาวอินทผล.

ไม่ปรากฏชื่อผู้แต่ง. 2556. งานวันกุ้งไทยครั้งที่ 13. ใน. การประชุมงานวันกุ้งไทย ครั้งที่ 13
23-24 กุมภาพันธ์ 2556 ณ โรงแรมวังใต้ จ.สุราษฎร์ธานี.

เปี่ยมศักดิ์ มานะเสวต. 2534. การแยกสายพันธุ์แพลงก์ตอนพืชให้บริสุทธิ์และการเพาะเลี้ยง.
น. 33-48. ใน. น้ำเปลี่ยนสี. ศูนย์พัฒนาอ่าวไทยตอนบน, กองประมงทะเล, กรมประมง,
กรุงเทพ.

สุสดี ศรีพยัคฆ์. 2529. การเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอนพืชเพื่อใช้เป็นอาหารลูกสัตว์น้ำ. เอกสารเผยแพร่
ฉบับที่ 29. กองประมงทะเล กรมประมง, กรุงเทพ.

แฟรงค์ มาเลเซีย. 2537. การศึกษาปริมาณไบโอดีคุณภาพน้ำและคุณภาพดินบางประการจากบ่อ
เลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาที่มีอัตราความหนาแน่นแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยมหิดล.

ภิญโญ เกียรติภิญโญ. 2545. วัชปฏิบัติสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวแอส. แวนาไม (Practical
Technology for *Litopenaeus vannamei* Culture). สำนักพิมพ์เมืองเกษตร
แม่กาซีน. สมุทรปราการ. 120 น.

มันสิน ต้นทุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสีย
ในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและการวิเคราะห์สำหรับการวิจัย
ทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. กรมประมง.

ยนต์ มุสิก. 2530ก. กำลังผลิตชีวภาพในบ่อปลา II. เอกสารประกอบการสอนวิชาการเพาะเลี้ยง
สัตว์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

ยนต์ มุสิก. 2530ข. คุณภาพน้ำและการจัดการคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล, น.1-9.

ใน รายงานการสัมมนา Shrimp Culture and Nutrition, 13 พฤศจิกายน 2530

Diethelm pharmchem Ltd. และ Rovithai Ltd, กรุงเทพ.

ยนต์ มุสิก สิริยงค์ รัชกิจจานุกิจ และ พรพันธุ์ พุทธรักษานุกูล. 2531. การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจน อัตราการตกตะกอน คุณภาพน้ำและคุณภาพดินในระบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบหนาแน่น. รายงานเสนอบริษัทกรุงเทพฯ เพาะพันธุ์สัตว์น้ำ จำกัด ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิศณุพร รัตนตรัยวงศ์ นิทัศน์ ทิพย์กองลาส และ พิทยา เพ็ญนภาภรณ์. 2539. การเลี้ยงปลาไทยหลายชนิดรวมกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 27/2539. ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดพิษณุโลก, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

วัฒนา ถาวรนาน .2526. การทดลองเลี้ยงปลาสร้อยร่วมกับปลาไนในบ่อดิน. รายงานประจำปี2526 สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดกาญจนบุรี, กองประมงน้ำจืด,กรมประมง. กรุงเทพฯ.
หน้า 15-22.f

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2542. โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์.
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศักดิ์ชัย ชูโชติ. 2536. การเลี้ยงปลาน้ำจืด. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

สร้อยกริช นามไพร. 2547. ผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.

สว่าง ไหวพริบ. 2532. โรคกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius ในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ส่งศรี มหาสวัสดิ์. 2523. สรีรวิทยาของสัตว์น้ำ. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง

สุจิตรา เพือกจีน. 2539. พืชขับพลาตันของแอมโมเนียและผลของแอมโมเนียที่เกิดจากอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกันต่อปลาตะเพียนขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Alonso-Rodríguez and Pérez-Osuna. 2003. Nutrients, phytoplankton and harmful algal blooms in shrimp ponds: a review with special reference to the situation in the Gulf of California. *Aquaculture*. 219 : 317-336.

Aquacop. 1979. Penaeid reared brood stock: closing cycle of *P.monodon*, *P.stylirostris* and *P.vannamei*. *Proc. World Maricult. Soc.* 10 : 445-452.

Boyd, C.E.. 1989. Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming Series 2. Fisheries and Allied Aquaculture Department, Auburn, Auburn University, Alabama. 77 p.

Boyd, C.E and A.W. Fast. 1992. Pond monitoring and management, pp. 497-513. In A.W. Fast and L.J. Lester (eds.). *Marine Shrimp Culture: Principles and Practices*. Elsevier Science B.V., Amsterdam.

Bray, W.A., A.L. Lawrence, and J.R. Leung-Trujillo. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei* with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. *Aquaculture*. 122 : 133-146.

Brown, A., J. Patlan and D. Patlan. 1974. Color changes in the ovaries of penaeid shrimp as a determinant of their maturity. *Mar. Fish. Res.* 36(7) : 23-26.

Burford, M.A., P.J. Thompson, R.P. McIntosh, R.H. Bauman and D.C. Pearson. 2003. Nutrient and microbial dynamics in high-intensity, zero-exchange shrimp ponds in Belize. *Aquaculture*. 219 : 393-411.

Chow, S., M.M. Dougherty, W.J. Dougherty and P.A. Sandifer. 1991. Spermatophore formation in the white shrimps *Penaeus setiferus* and *P. vannamei*. *J. Crust. Biol.* 11(2) : 201-216.

- Diana, J.S., W.Y.B. Chang, D.R. Ottey and W. Chuapoehek. 1985. Production systems for commonly culture freshwater fishes of Southeast Asia. International Programs Report No. 7, the University of Michigan, Michigan. 119 p.
- Dore, I. and C. Frimodt. 1987. An Illustrated Guide to Shrimp of the World. Osprey Books, Huntington, NY, U.S.A. 229 p.
- Eldred, B. and R.F. Hutton. 1960. On the grading and identification of domestic commercial shrimps (Family Penaeidae) with a tentative world list of commercial Penaeids. Quart. J. Flor. Acad. Sci. 23(2) : 89-118.
- Fogg, G.E. 1980. Phytoplankton Primary Production. Fundamentals of Aquatic Ecosystem. Blackwell Scientific Publication, London. 109 p.
- Holthuis, L.B. 1980. Animal Tissue Techniques. 4th ed., W.H. Freeman and Company, San Francisco. 271 p.
- Keeney, D.R. 1970. Nitrates in plants and waters. J. Milk. Food. Technol. 33 :425-432.
- Lee, D.O'C. and J.F. Wickins. 1992. Crustacean Farming. Blackwell Scientific Publications, London. 329 p.
- Lester, L.J. 1992. Overview of shrimp farming in the western hemisphere, p. 771-782. In A.W. Fast and L. J. Lester (eds.). Marine Shrimp Culture Principles and Practice. Elsevier Amsterdam.
- Limsuwan, C. 1999. Shrimp culture in Thailand toward year 2000. AAHRI Newsletter. 8(1) : 5-8.

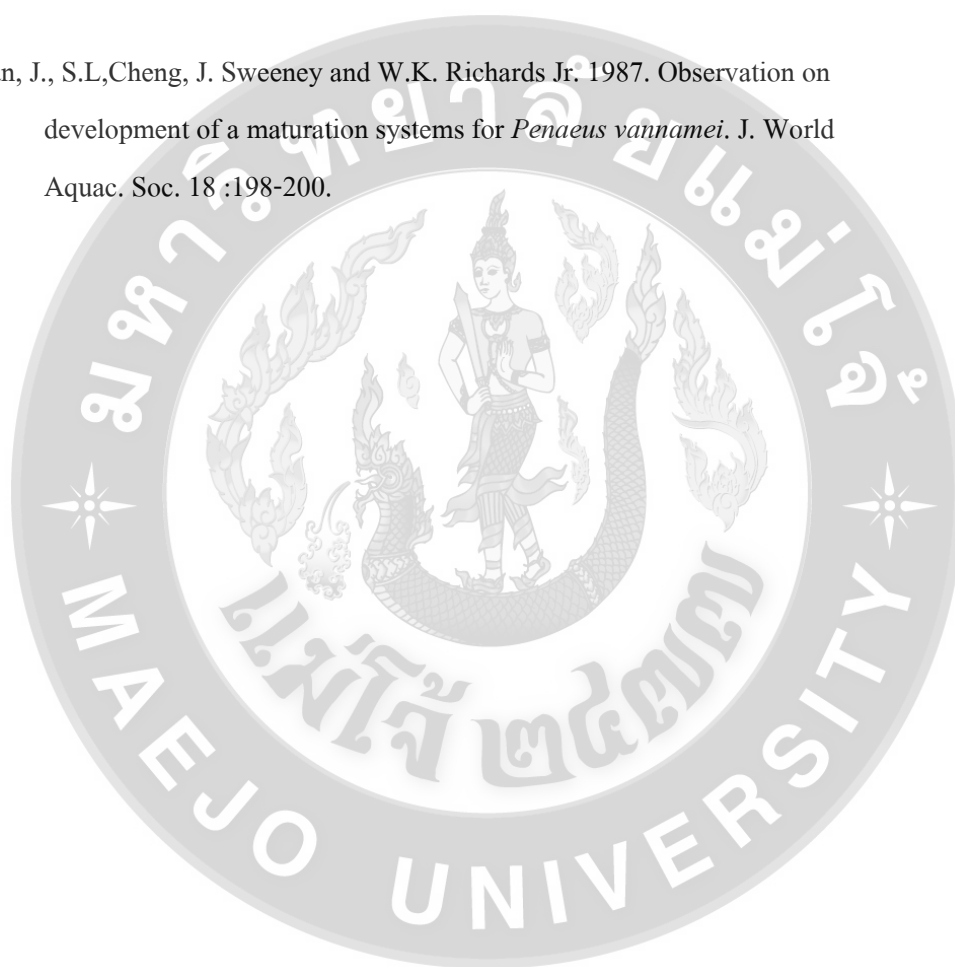
- Micha, J.C., T. Antoine, P. Wery and C. Van Hove. 1988. Growth, ingestion capacity, comparative appetency and biochemical composition of *Oreochromis niloticus* and *Tilapia rendalli* fed with *Azolla*. pp. 347-355. In Pullin, R.S.V., T.Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L.Maclean (eds.). The Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conf. Proc. No. 15, Manila, Philippines.
- Ogle, J.T. 1992. A review of the current (1992) state of our knowledge concerning reproduction in open thelycum penaeid shrimp with emphasis on *Penaeus vannamei*. Invert. Reprod. Develop. 22(1-3) :267-274.
- Paquotte, P., L. Chim, J.-L.M. Martin, E. Lemos, M. Stern and G. Tosta. 1998. Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects. Aquaculture. 164 :151-166
- Partrick, 1977. Ecology of freshwater diatoms-diatom communities, p. 284-332. In D. Werner (ed.). The Biology of Diatoms. University of California Press, Berkeley.
- Perez Farfante, I. and B. Kensley. 1997. Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World. Keys and Diagnoses for the Families and Genera. Memories du Museum National D' Histoire Naturelle, Paris, France. 233 p.
- Primavera, J.H. 1985. A review of maturation and reproduction in closed thelycum penaeid. In: Taki, Y., Primavera, J.H., Llobrera, J.A. (Eds), Proceedings of the First International Conference on the Culture of *Penaeid* Prawns/ Shrimps, Illoilo City, Philippines, 4-7 December 1984, pp. 47-64.
- Quackenbush, L.S. 1986. Crustacean endocrinology: a review. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43 :2271-2282.

- Raymont, J.E.G. 1963. Phytoplankton and Productivity in the Ocean. Department of Oceanography in the University of Southampton. Printed in Great Britain by Wheaton&CO., Exter. 660 p.
- Rosenberry, R. 1998. world shrimp farming 1998. In Shrimp News International San Diago, CA, USA. 164 p.
- Samocha, T.M., A.L. Lawrence, C.R. Collins, C.R. Emberson, J.L. Harvin and P.M. van Wyk. 2001. Development of intergrated, environmentally sound, inland shrimp production technologies for *Litopenaeus vannamei* p. 643-675. In C.L. Browdy and D.E. Jory. (ed.). The New Wave, Proceedings for the Special Session of Sustainable Shrimp Culture, Aquaculture 2001. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA.
- Samocha, L. Hamper, C.R. Emberson, A.D. Davis, D. McIntosh , A.L. Lawrence and P. Van Wyk. 2002. Review of some recent developments in sustainable shrimp farming practices in Texas, Arizona and Florida. J. Appl. Aquac. 12(1) :1-30.
- Sarojini, R., R. Nagabhushanam and M. Fingerman. 1994. 5-hydroxytryptaminergic control of tests development through the androgenic gland in the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. Invert. Reprod. Develop. 26(2) :27-132.
- Simon, C.M. 1982. Large-scale commercial application penaeid shrimp maturation technology. J. World Maricult. Soc. 13 :301-312.
- Smith, L.L. and A.L. Lawrence. 1990. Feasibility of penaeid shrimp culture in inland saline groundwater-fed ponds. Tex. J. Sci. 42(1) : 3-12.

Tacon, A.G.J. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-A training manual. 1. The essential nutrient.GCP/RLA/075/ITA Field Document 2, FAO, Brasilia, Brazil. 129 p.

Vaca, A.A. and J. Alfaro. 2000. Ovarian maturation and spawning in the white shrimp, *Penaeus vannamei*, by serotonin injection. Aquaculture. 182 : 373-385.

Wyban, J., S.L.Cheng, J. Sweeney and W.K. Richards Jr. 1987. Observation on development of a maturation systems for *Penaeus vannamei*. J. World Aquac. Soc. 18 :198-200.







ภาพผนวกที่1 ลักษณะทั่วไปของกระชังที่มีขนาด 12 X 12 X 1.5 เมตร
ที่กางอยู่ภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม



ภาพผนวกที่2 ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่ใช้ในการทดลองที่มีขนาดเริ่มต้นประมาณ 350
กรัม



ภาพผนวกที่3 ปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มที่ถูกเคลื่อนย้ายมายังบ่อทดลอง



ภาพผนวกที่4 การลำเลียงปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มลงบ่อทดลอง



ภาพผนวกที่5 การปล่อยปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มลงบ่อทดลอง



ภาพผนวกที่6 การเก็บเกี่ยวปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มภายในบ่อทดลองเมื่อวันที่90 ของการทดลอง



ภาพผนวกที่ 7 ลักษณะทั่วไปของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็มภายในบ่อทดลอง
เมื่อวันที่ 90 ของการทดลอง



ภาพผนวกที่ 8 การชั่งน้ำหนักของปลานิลสายพันธุ์ทนเค็ม
ภายในบ่อทดลองเมื่อวันที่ 90 ของการทดลอง



ภาพผนวกที่ 9 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่ได้จากบ่อทดลอง



ภาพผนวกที่10 การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของเพลงก์ตอนสัตว์ที่ได้จากบ่อทดลอง



