รายงานผลการวิจัย

เรื่อง ผลของการใช้ถุงกรองเพื่อรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

Effect of using filter bag to maintain water quality in White shrimp (*penaeus vannamei*)

จำนวนเงินวิจัยที่ได้รับในงวดที่ผ่านมา ประจำปี 2557

จำนวน 262,500.00 บาท

หัวหน้าโครงการ นายยุทธนา สว่างอารมย์

ผู้ร่วมโครงการ นางสาวกมลวรรณ ศุภวิญญู

นายจรัส สมจิตร

นายฤทธิรงค์ แสนชนะ

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

....30../สิงหาคม.../.58... .

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาจากสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ปีงบประมาณ 2557 ที่ได้สนับสนุนงบประมาณและข้อเสนอแนะแนวทางในการทำงานวิจัยพร้อมทั้งช่วยตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของรายงานฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในพระคุณเป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร ที่ได้สละความคิด แรงงานและเวลาอันมีค่าอย่างเต็มกำลัง และ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ฟาร์มละแม ที่ช่วยเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำการวิจัยในครั้งนี้

คณะผู้วิจัย

สิงหาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพผนวก	(ข)
สารบัญตาราง	(ค)
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	4
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	7
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
การตรวจเอกสาร	9
อุปกรณ์และวิธีการ	14
ผลการวิจัย	18
วิจารณ์ผลการวิจัย	29
สรุปผลการวิจัย	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	42

สารบัญภาพผนวก

	หน้า
ภาพผนวกที่1 การทำความสะอาดบ่อทดลองเพื่อเริ่มต้นการทดลองใหม่	43
ภาพผนวกที่2 การสุ่มนับลูกกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อนำไปใส่ในบ่อทดลอง	43
ภาพผนวกที่3 ลักษณะทั่วไปของ Air Lift Pump	44
ภาพผนวกที่4 การติดตั้งถุงกรองภายในบ่อทดลอง	44
ภาพผนวกที่5 ลักษณะทั่วไปของถุงกรองภายในบ่อทดลอง	45
ภาพผนวกที่6 ลักษณะการทำงานของถุงกรองภายในบ่อทดลอง	45
ภาพผนวกที่7 ลักษณะทั่วไปของถุงกรองหลังจากถูกใช้งานในการทดลอง	46
ภาพผนวกที่8 ถุงกรองที่ถูกทำความสะอาดและพร้อมใช้งานในครั้งต่อไป	46
ภาพผนวกที่9 ลักษณะทั่วไปของกุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อทดลอง	47
ภาพผนวกที่10 การเช็คย่อใส่อาหารและตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำภายในบ่อทดลอง	47
ภาพผนวกที่11 ลักษณะทั่วไปของกุ้งขาวแวนนาไมภายในย่ออาหารภายในบ่อทดลอง	48
ภาพผนวกที่12 การตรวจวัดกุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อทดลอง	48
ภาพผนวกที่13 การทำความสะอาดบ่อทดลองระหว่างทำทดลอง	49

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในบ่อต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 19

ตารางที่2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในบ่อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในบ่อต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 22

ผลของการใช้ถุงกรองเพื่อรักษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

Effect of using filter bag to maintain water quality in White shrimp (*penaeus vannamei*)

ยุทธนา สว่างอารมย์[1] กมลวรรณ ศุภวิญญู[1]
จรัส สมจิตร[2] และ ฤทธิรงค์ แสนชนะ[2]
Yutthana Savangarrom[1], Kamonwan Suphawinyoo[1],
Charus Somchit[2] and Ritthirong Sanchana[2]

[1] มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร หมู่5 ตำบลละแม อำเภอละแม จังหวัดชุมพร 86170
[2] บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ฟาร์มละแม

บทคัดย่อ

จากผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ซึ่งขณะนั้นบริเวณที่ใช้ในการทดลองเกิดปัญหาโรค EMS ระบาดอย่างหนัก ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ทดลองก็เป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้น ทางคณะวิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนการทดลองมาทำการทดลองภายในถังพลาสติกกลมขนาด 3,000 ลิตร โดยการทดลองที่จะเริ่มต้นทำการทดลองและเก็บข้อมูลในครั้งนี้ จะใช้กุ้งขาวแวนนาไมที่ใช้มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.81 กรัม แล้วสุ่มกุ้งขาวแวนนาไมจะปล่อยลงในถังทดลองโดยตรง ในอัตราส่วน 320 ตัวต่อถัง พร้อมให้อาหาร วันละ 3 ครั้ง (เช้า-กลางวัน-เย็น) โดยในชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 จะมีการติดตั้งถุงกรองที่ทำจากผ้าโอลอนแก้ว โดยจะใช้เครื่องซูเปอร์ชาร์ตเป็นตัวให้กำเนิดลม พร้อมกับควบคุมอัตรากรองน้ำในชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 ให้มีอัตราการกรองอยู่ในปริมาณ 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ตามลำดับ ทำการทดลองและเก็บข้อมูล 40 วัน และพบว่า กุ้งขาวแวนนาไม ทั้งในชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 ที่มีอัตราการกรองอยู่ในปริมาณ 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ($p>0.05$) แต่กุ้งขาวแวนนาไมที่

เลี้ยงในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายมีค่าสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.76±1.66 กรัม ส่วนอัตราการเจริญเติบโตนั้น กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงทั้งในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน และ ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันนั้นก็คือ 0.20±0.02 และ 0.20±0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน จะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีอัตราการรอดตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 86.00±-3.60 เปอร์เซ็นต์ แต่กลับพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) นั้น จะมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่ำสุดซึ่งมีค่าเพียง 0.72±0.05 แต่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมด มีค่าสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ เท่ากับ 2.27±0.18 กิโลกรัม

ดังนั้น การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม หากมีการติดตั้งถุงกรองแล้ว ควรกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ก็เพียงพอต่อการควบคุมคุณภาพน้ำภายในถังเลี้ยงถุงขาวแวนนาไม

คำสำคัญ : ถุงกรอง คุณภาพน้ำ การเลี้ยง และ กุ้งขาวแวนนาไม

Abstract

As a result of White leg shrimp (*Penaeus vanamei*) cultivation in comparative systems, one in the normally transferred water (controlled) system, other two treatments installed with filtration bags which could filter water at 5 and 10 percents of total water quantity in ponds per day. In the meantime of experiment, the area was severely confronting with EMS disease outbreaking problem, the experimental vicinity was also subjected to the impact, the researchers team therefore adjusted the experiment to be conducted in 3,000 liter round plastic tanks whereby this experiment and data collect were carried out by selection of White leg shrimp of 0.81 grams average initial body weight. The shrimps were sampled and released into the tanks directly at the ratio of 320 shrimps per tank. They were fed 3 times a day (breakfast - lunch - dinner.) The 2nd and the 3rd treatments were equipped with filtration bags made of Olon glassy with Supercharge equipment as a pushing wind generator, the water flow and filtration rate controllers in the 2nd and

the 3rd treatments to have filtration rates at 5 and 10 percents of the total water quantity in each pond per day respectively. The experiment and data collection had been continued for 40 days and found the in the 2nd and the 3rd treatments having filtration rate 5 and 10 percents of total water quantity per day, there were no result affecting the average final body weights, growth rates, survival rate, feed conversion ratio and total production output between White leg shrimp in the 2nd and the 3rd treatments and the normally transferred water (control) pond ($p > 0.05$). But the White leg shrimp fed in the system installed with filtration bag at 5 percents filtration rate yielded the highest average final body weight, which equaled to 8.76 ± 1.66 grams. For the growth rate, shrimp are in the 5 percents filtration bag pond and the normally transferred water (controlled) pond yielded nearly the same maximum production of $0.20. \pm 0.02$ and 0.20 ± 0.05 grams respectively. While in the system installed with filtration bag of 10 percents filtration capacity a day, White leg shrimp had highest average survival rate, equaled to 86.00 ± 3.60 percents. The strange result was White leg shrimp fed in the normally transferred water (controlled) pond yielded the minimum feed conversion rate, only 0.72 ± 0.05 percents but it yielded the maximum average total production, equaled to 2.27 ± 0.18 kg.

Hence, White leg shrimp farming should install filtration bag that can filter water at 5 percents of the total water quantity in the pond per day which is sufficient to control the water quality in White leg shrimp pond.

keywords : filter bag, water quality, White shrimp and *penaeus vannamei*

คำนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) ในประเทศไทยนั้นเกิดขึ้นหลังจากที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหาต่างๆ ส่งผลให้เกษตรกรจำนวนหนึ่งได้ปรับเปลี่ยนหันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและประสบความสำเร็จกันเป็นจำนวนมาก เนื่องจากกุ้งชนิดนี้สามารถปรับตัวให้เข้ากับความเค็มในช่วงกว้างตั้งแต่ 3-35 ส่วนในพันส่วน สามารถกินอาหารได้หลายประเภท จึงมีการเจริญเติบโตและปรับตัวให้เข้ากับการเลี้ยงแบบพัฒนาที่บ่อมีสภาพเสื่อมโทรมได้ดีกว่ากุ้งกุลาดำ จึงทำให้การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งปัจจุบัน โดยในปี 2551 ประเทศไทยสามารถผลิตกุ้งขาวแวนนาไมได้สูงถึง 501,400 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 50,176.8 ล้านบาท ซึ่งมีผลผลิตและมูลค่ามากเป็น 2 เท่า จากปี 2547 ที่ประเทศไทยมีผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศเพียง 251,700 ตัน ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 29,384.3 ล้านบาท (กรมประมง, 2554) ซึ่งกุ้งขาวแวนนาไมที่ผลิตได้ส่วนใหญ่จะมาจากการเพาะเลี้ยงแบบพัฒนา ที่มีการนำเอาความรู้ทางวิชาการและเทคนิคต่างๆ มาใช้ประกอบการเลี้ยง เช่น มีการเตรียมและปรับปรุงบ่อเลี้ยง การใช้เคมีภัณฑ์เพื่อควบคุมคุณภาพน้ำ การใช้เครื่องเพื่อเพิ่มอากาศในน้ำ การเปลี่ยนถ่ายน้ำควบคู่กับการดูดเลนก้นบ่อ การคัดเลือกลูกพันธุ์กุ้งที่มีคุณภาพ จึงทำให้กุ้งชนิดนี้สามารถเลี้ยงที่ความหนาแน่นสูงถึง 120,000–250,000 ตัวต่อไร่ (แก้วตาและคณะ, 2548) ควบคู่กับการใช้อาหารสำเร็จรูปที่มีคุณภาพสูงเป็นอาหารหลัก (ไชยา, 2532) ซึ่งอาหารที่ใช้ส่วนใหญ่จะมีโปรตีนสูงถึง 40-50 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 6.0-7.5 เปอร์เซ็นต์ และ ฟอสฟอรัส 1.5-2.0 เปอร์เซ็นต์ ประกอบกับมีการให้อาหารอย่างเต็มที่เพื่อเร่งการเจริญเติบโตและยกระดับผลผลิตให้สูงสุดภายในระยะเวลาอันสั้น จึงส่งผลให้มวลน้ำภายในบ่อมีปริมาณสารอินทรีย์ปนเปื้อนอยู่และมีปริมาณสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเลี้ยง ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้ ส่วนใหญ่ได้แก่ เศษอาหารที่เหลือจากการให้อาหารมากเกินไป (Schroder, 1975) สิ่งขับถ่าย เปลือกกุ้งที่เกิดจากการลอกคราบ (ธนาคารกสิกรไทย, 2535) รวมกระทั่งซากแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ (Boyd, 1982) ที่เกิดและตายเน่าเสีย กลายเป็นตะกอนลอยฟุ้งกระจายในมวลน้ำแล้วค่อยๆ จมตัวลงสะสมอยู่บริเวณพื้นก้นบ่อเป็นจำนวนมาก (ธนาคารกสิกรไทย, 2535) โดย คณิตและยงยุทธ (2537) ได้ทำการเก็บข้อมูลการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในพื้นที่ระโนด จังหวัดสงขลา ในบ่อขนาด 6 ไร่ ที่ความหนาแน่น 25 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยงนาน 172 วัน โดยพบว่าจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงถึง 139-792 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ค่ามาตรฐานของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำจะมีค่าเพียง 25.0-80.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน Kriengkrai (1993) พบว่า น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำจะอุดมไปด้วยสารอินทรีย์เนื่องจากไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในอาหารกุ้งนั้น กุ้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เพียง

21.08±2.635 และ 5.81+0.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับ Tookwinas *et al* (1994) และ Stapornvanit (1993) พบว่า การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี ในน้ำทิ้งจะมีปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณอินทรีย์สาร ปริมาณความสกปรก (BOD) และปริมาณเลนก้นบ่อ (น้ำหนักเปียก) สูงถึง 0.8 14.3 291.4 และ 21.4 ตันต่อไร่ต่อรุ่น ลำดับ ซึ่งปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้ก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ในสารอาหาร (Eutrophication) ทำให้แพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (คณิตและยงยุทธ, 2537) (Kriengkrai, 1993) ดังนั้น บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมส่วนใหญ่จะมีน้ำสีเขียวเข้มที่เกิดจากแพลงก์ตอนเป็นหลัก และเมื่อนำเอาแพลงก์ตอนพืชไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และพบว่าแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้จะประกอบด้วย คาร์บอน 45-50 เปอร์เซ็นต์ ไนโตรเจน 8-10 เปอร์เซ็นต์ และ ฟอสฟอรัส 1 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น แพลงก์ตอนเหล่านี้จึงถือได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งภายในบ่อที่ค่อยควบคุมปริมาณธาตุอาหารภายในบ่อ แต่แพลงก์ตอนเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีวงจรชีวิตเพียง 7 วันเท่านั้นก็จะตาย ซึ่งเมื่อแพลงก์ตอนเหล่านี้ตายพร้อมๆ กัน จะเกิดการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วพร้อมกับปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาจนทำให้น้ำภายในบ่อเกิดสภาพเน่าเสีย (Eutrophication) จนเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำภายในบ่อได้ ดังนั้น ปัญหาเรื่องปริมาณแพลงก์ตอนพืชภายในบ่อที่มีปริมาณมากเกินไปจึงเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งของเกษตรกร ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรจะมีการควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืชภายในบ่อโดยการใช้เคมีภัณฑ์เพื่อทำให้แพลงก์ตอนเหล่านี้เกิดการตกตะกอนและรีบทำการดูดเลนบริเวนพื้นบ่อทิ้งออก หรือทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำในอัตราสูงถึง 20 -50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำในบ่อ ทุกๆ 2-4 ครั้งต่อสัปดาห์ Tookwinas *et al* (1994) และ Stapornvanit (1993) พบว่า การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี จะมีการปล่อยน้ำทิ้งสูงถึง 10,784 ตันต่อไร่ต่อรุ่น ซึ่งน้ำทิ้งจำนวนมหาศาลเหล่านี้จึงสร้างมลภาวะในแหล่งน้ำตามธรรมชาติอย่างแน่นอน ถ้าหากมีการปล่อยสู่แหล่งน้ำโดยตรง อีกทั้งการเปลี่ยนถ่ายน้ำในแต่ละครั้งจะมีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะในส่วนของค่าเชื้อเพลิง ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อผลกำไรที่เกษตรกรพึงได้รับ

แต่ปัจจุบันได้มีความพยายามลดและควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ภายในบ่อเลี้ยงลง โดยการใช้พืชน้ำ เช่น สาหร่ายผมนาง สาหร่ายเม็ดพริกไทย ปรงทะเล เป็นต้น มาบำบัดน้ำทิ้งเพื่อลดปริมาณสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำ (อนันต์และคณะ, 2539) หรือการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืช เช่น ปลากระบอก หอยแมลงภู่ (คณิตและยงยุทธ , 2537) หอยนางรม (Pruder, 1986) ปลานิล ปลาบู่แคระ ปลาบู่ใส (ศุภชัย, 2540 และ พัฒนา, 2539) แต่ปัจจุบันการใช้องค์ความรู้ต่างๆ เหล่านี้ยังอยู่ในวงจำกัด เนื่องจากข้อจำกัดบางประการ เช่น สาหร่ายผมนาง สาหร่ายเม็ดพริกไทย ปรงทะเล

ไม่เหมาะสมในการใช้ภายในบ่อเลี้ยงกุ้งเพราะยุ่งยากต่อการเลี้ยงและการเก็บเกี่ยวผลผลิตกุ้ง รวมทั้งการกำจัดพืชน้ำเหล่านี้ ส่วนการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นก็ได้ผลดีในระดับหนึ่ง แต่ก็พบว่าบ่อยครั้งที่สัตว์น้ำเหล่านี้ได้เป็นพาหะนำโรคและพยาธิติดเข้ามายังฟาร์มเลี้ยงกุ้งอีกทางหนึ่งซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อการเลี้ยงกุ้งภายในฟาร์มอย่างมหาศาลและในระยะยาว

จากการที่โดยทั่วไปภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจะมีสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร สิ่งขับถ่าย เปลือกกุ้งที่เกิดจากการลอกคราบ รวมกระทั่งซากแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในมวลน้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งเกษตรกรจะใช้วิธีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อลดปริมาณสารอินทรีย์ที่แขวนลอยดังกล่าว ซึ่งน้ำทิ้งเหล่านี้จะสร้างมลภาวะในแหล่งน้ำตามธรรมชาติอย่างแน่นอน ดังนั้น แนวทางหนึ่งที่จะช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ นั้นก็คือ ควรมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในการใช้ถุงกรองภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยวิธีการดังกล่าวจะมีวิธีดำเนินการ ต้นทุน และการบำรุงรักษาที่ง่ายๆ ไม่สลับซับซ้อน แต่สามารถรักษาคุณภาพน้ำภายในบ่อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกษตรกรลดการปล่อยน้ำทิ้งให้น้อยลง ส่งผลให้ผู้ประกอบการมีต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมต่ำลง อีกทั้งยังสามารถนำเอาสารอินทรีย์ที่กรองได้ไปขายหรือนำไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ในโอกาสต่อไป และยังมีส่วนช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและสนับสนุนให้มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอย่างยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลและอัตราการกรองของการใช้ถุงกรอง ต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไม

2. เพื่อศึกษาผลและอัตราการกรองของการใช้ถุงกรองต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิน้ำ ความโปรงแสง ความเป็นด่าง แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ และ ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. นำไปสู่การผลิตเชิงพาณิชย์

กลุ่มเป้าหมาย ผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันให้กับผู้ประกอบการ โดยการลดต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมให้ต่ำลง ในส่วนค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำของเกษตรกร อีกทั้งเมื่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงดียังมีส่วนช่วยให้การเจริญเติบโตและผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมดีขึ้น

2. เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต

กลุ่มเป้าหมาย ผู้ประกอบการ นักวิจัย เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อยกระดับผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมให้สูงขึ้นควบคู่กับการรักษาสิ่งแวดล้อม

การตรวจเอกสาร

กุ้งขาวแวนนาไม

1. ชีววิทยาของกุ้งขาวแวนนาไม

Holthuis (1980) ; Perez Farfante and Kensley (1997) ได้จำแนกอันดับของกุ้งขาวแวนนาไมดังนี้

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 กรี (rostrum) มีขนาดพอประมาณ มีฟันกรีด้านล่าง 2-4 อัน เมื่อวัยอ่อนกรีจะยาวกว่าก้านหนวด (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) ขนาดของสันหลังกรี (postrostral carina) มีความยาวหลากหลายต่างกัน ในบางครั้งอาจพบว่ายาวถึงขอบด้านหลังของเปลือกคลุมหัว สันข้างกรี (adsortral carina) และร่องข้างกรี (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) คมและลึก ไม่มีสันระหว่างเหงือกและหัวใจ (branchiocardiac carina) นอกจากนี้ยังไม่มีร่องตามยาว (longitudinal sutres) 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 ส่วนปลายเป็นเส้นเหมือนflagella ischial spine อยู่ปล้องที่ 1 และ basial 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 บริเวณฟันกรี (หนาม) ด้านบนจะหยักและถี่ปลาย กรีจะตรง โดยที่มีฟันกรีด้านล่าง 2 อันและด้านบน 8 อัน ความยาวของกรีจะยาวกว่าลูกตาไม่มาก ขนาดตัวโตสมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งสายพันธุ์นี้มีขนาดความยาวทั้งหมด (total length) 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว) (Holthuis ,1980; Dore and Frimodt, 1987) ความยาวเปลือกคลุมหัวมากสุดยาว 90 มิลลิเมตร (Holthuis ,1980)

3 การแพร่กระจายและแหล่งที่อยู่อาศัย

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

4. การสืบพันธุ์

กุ้งขาวแวนนาไมเพศเมียที่พร้อมจะผสมพันธุ์จะมีเปลือกคลุมหัวและอกใสทำให้เห็นรังไข่ (ovary) ได้ในระยะแรกรัง.ไข่จะมีสีขาวใสและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอมเขียวในช่วงที่มีการวางไข่ (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) ในขณะการที่ตัดก้านตาข้างเดียวจะส่งผลทางสรีรวิทยาของกุ้งเช่นกัน (Quackenbush, 1986) Sarojini *et al*. (1994) และ Vaca and Alfaro (2000) พบว่าการตัดก้านตาข้างเดียว จะทำให้การสมบูรณ์เพศช้า และมีอัตราการวางไข่สูงกว่าการใช้ Seratonin (5-HT : 5-hydroxytryptamine)

5. รูปแบบการเลี้ยง

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมส่วนมากจะพบตามแนวชายฝั่งทะเล เช่น โดยเฉพาะทางตอนใต้ของประเทศเม็กซิโก (Holthuis,1980) ส่วนประเทศในแถบซีกโลกตะวันตกมีการเลี้ยงกันมากที่สุด ได้แก่ เอกวาดอร์เม็กซิโก บราซิล โคลัมเบีย เปรู เวเนซุเอลา เบลิซ คอสตาริกา เอลซัลวาดอร์ กัวเตมาลา ฮอนดูรัส ปานามา สหรัฐอเมริกา บาฮามาส สาธารณรัฐโดมินิกัน เปอร์โตริโก (Lester, 1992) โดยที่ประเทศเอกวาดอร์เป็นประเทศที่ทำการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมาก (Holthuis ,1980) ในปัจจุบันมีการเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิกด้วยน้ำความเค็มต่ำในหลายๆ รัฐ เช่น อลาบามา อริโซนา ฟลอริดา อินเดียนา อิลลินอยส์ 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 ในบ่อกุ้งจะแตกต่างกันไป โดยมีอัตราส่วน N ต่อ P ในช่วง1.1-67 แต่ในบ่อส่วนใหญ่จะมีค่า N ต่อ P ระหว่าง 1.1-6.8 นอกจากนี้มีการพัฒนาระบบการเลี้ยงมากขึ้น เช่น การนำมาเลี้ยงในกระชังในเขตน้ำกร่อยของประเทศบราซิล ซึ่งเป็นการลดปัญหาการสะสมของดินตะกอนที่พื้นบ่อและการขาดออกซิเจนระหว่างการเลี้ยง (Paquotte *et al.*, 1998) แต่ปัจจุบันได้มีความพยายามลดและควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ภายในบ่อเลี้ยงลง โดยการใช้พืชน้ำ เช่น สาหร่ายผมนาง สาหร่ายเม็ดพริกไทย ปรงทะเล เป็นต้น มาบำบัดน้ำทิ้งเพื่อลดปริมาณสารอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำ (อนันและคณะ, 2539) หรือการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสัตว์ที่กินแพลงก์ตอนพืช เช่น ปลากระบอก หอยแมลงภู่ (คณิตและยงยุทธ, 2537) หอยน่างรม (Pruder, 1986) ปลานิล ปลาบู่แคระ ปลาบู่ใส (ศุภชัย, 2540 และ พัฒนา, 2539) แต่ปัจจุบันการใช้องค์ความรู้ต่างๆ เหล่านี้ยังอยู่ในวงจำกัด เนื่องจากข้อจำกัดบางประการ เช่น สาหร่ายผมนาง สาหร่ายเม็ดพริกไทย ปรงทะเล ไม่เหมาะสมในการใช้ภายในบ่อเลี้ยงกุ้งเพราะยุ่งยากต่อการเลี้ยงและการเก็บเกี่ยวผลผลิตกุ้ง ส่วนการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสัตว์น้ำชนิดอื่นก็พบว่าบ่อยครั้งที่สัตว์น้ำเหล่านี้ได้เป็นพาหะนำโรคและพยาธิติดเข้ามายังฟาร์มเลี้ยงกุ้งอีกทางหนึ่ง ซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อการเลี้ยงกุ้งภายในฟาร์มอย่างมหาศาลและในระยะยาว

6. 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 ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพน้ำภาพในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยตรง โดยทั่วไปอาหารที่เกษตรกรให้สัตว์น้ำกินสามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ ส่วนที่สัตว์น้ำกินได้และส่วนที่กินไม่ได้ โดยส่วนที่สัตว์น้ำกินได้แล้วย่อยได้นั้น สารอาหารจำนวนหนึ่งจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ภายในร่างกายของสัตว์น้ำ แต่อาหารส่วนที่สัตว์น้ำกินไม่ได้ สารอาหารทั้งหมดจะตกค้างอยู่น้ำภายในบ่อ Tacon (1987) รายงานของ พบว่า ปลาทั่วไปจะขับถ่ายไนโตรเจน ในรูปแอมโมเนีย ปริมาณ 48 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนที่กิน ในการเลี้ยงปลากดหลวงด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักปลา แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายของปลาวันละ 600 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักปลา 1 กิโลกรัม ส่วนการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 5 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียที่เกิดจากการขับถ่ายและการย่อยสลายอาหารวันละประมาณ 0.11 ppm (สุจิตรา, 2539) นอกจากนี้ปริมาณของแอมโมเนียและกากตะกอนที่เกิดขึ้นยังขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารและปริมาณอาหารที่ให้ อีกทางหนึ่ง เนื่องจากในการเลี้ยงสัตว์น้ำถ้ามีการใช้อาหารที่มีคุณภาพดี โดยเฉพาะเป็นอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนที่มีคุณภาพและย่อยง่ายรวมทั้งให้ในปริมาณที่พอเหมาะ จะทำให้เกิดแอมโมเนียและตะกอนน้อยกว่าการให้อาหารที่ไม่มีคุณภาพ (เวียง, 2542)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การวางแผนการทดลอง

ได้ออกแบบเป็น 3 ชุดการทดลอง และทำการทดลองชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ คือ

ชุดการทดลองที่1 (ชุดควบคุม) เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ

ชุดการทดลองที่2 เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่มีการติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในบ่อต่อวัน

ชุดการทดลองที่3 เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มีการติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในบ่อต่อวัน

2. การเตรียมบ่อทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะใช้พื้นที่ของศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งละแม โครงการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) โดยทดลองในถังพลาสติกขนาด 3 ตัน จำนวน 9 ถัง โดยเริ่มทำความสะอาดบริเวณถัง ก่อนสูบน้ำทะเล ใส่ลงไปในถังจนมีระดับน้ำสูง 1 เมตร ใส่ไตรโคฟอนที่ความเข้มข้น 2 ppm. เพื่อกำจัดพาหะนำโรค ใส่คลอรีนที่ความเข้มข้น 30 ppm. และกากชาที่ความเข้มข้น 20-25 ppm. เพื่อกำจัดลูกสัตว์น้ำวัยอ่อน แล้วจึงเปิดเครื่องตีน้ำทิ้งไว้ประมาณ 3 วัน เพื่อให้สารเคมีหมดฤทธิ์ ในระหว่างนี้จะรักษาระดับภายในถังให้มีความสูงประมาณ 1 เมตร ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง และในส่วนของชุดถุงกรองที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ จะใช้ผ้าโอลอนแก้วมาเย็บเป็นถุงทรงกรวยที่มีความกว้างของปากถุงประมาณ 30 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.5 เมตร ก่อนนำถุงที่ได้ไปสวมไว้กับปากท่อของ Air Lift Pump ที่ยื่นโผลาพ้นน้ำประมาณ 10-20 เซนติเมตร โดยจะใช้เครื่องซูเปอร์ชาร์ตเป็นตัวให้กำเนิดลม พร้อมกับใช้ชุดตั้งเวลาเป็นตัวกำหนดอัตราการกรองของทั้ง 2 ชุดการทดลอง

3. การเตรียมสัตว์ทดลอง

การทดลองในครั้งนี้จะใช้ลูกกุ้ง P10-P15 ที่ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเลี้ยงกุ้งละแม โครงการร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยแม่โจ้ กับ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ฟาร์มละแม ซึ่งสามารถใช้ในการทดลองได้ทันที

4. การเลี้ยง

สุ่มลูกกุ้งขาวแวนนาไมในระยะ P10-P15 ใส่ลงในถังทดลองที่ได้จัดเตรียมไว้แล้ว โดยปล่อยที่ความหนาแน่นประมาณ 320 ตัวต่อถัง 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 เริ่มจะมีการเช็คอาหารด้วยยอ พร้อมค่อยๆ ปรับวิธีการให้อาหารมาเป็นการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติแทนการหว่านอาหารด้วยมือ โดยจะทดลองเลี้ยงเป็นเวลา 40 วัน

5. การจัดการระหว่างการเลี้ยง

โดยในชุดการทดลองที่1 (ชุดควบคุม) ที่เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำปกตินั้น ในระหว่างการเลี้ยงจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำในประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมด ทุกๆ 3 วัน ส่วนในชุดการทดลองที่2 และ ชุดการทดลองที่3 ที่เป็นการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่มีการติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในบ่อต่อวัน ตามลำดับ นั้นในระหว่างการทดลองจะไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง แต่จะมีการนำเอาถุงกรองมาชั่งน้ำหนักพร้อมทำความสะอาดพร้อมฆ่าเชื้อถุงกรอง ก่อนใส่กลับไปในถังเดิม ทุกๆ 3 วัน

6. การเก็บข้อมูล

การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำที่จะทำการตรวจวิเคราะห์น้ำ ก่อนปล่อยที่จะทำการปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไมลงในถังทดลอง และทุกๆ 7 วัน โดยจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำภายในถังทดลองของแต่ละถังในตอนเช้า (07.00 น.) ที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 30 เซนติเมตร ณ. บริเวณกึ่งกลางของถังทดลอง โดยใช้ขวดพลาสติกที่มีขนาด 500 ซีซี ที่ผูกติดกับท่อ PVC ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ณ. บริเวณที่กำหนด แล้วปิดฝาให้สนิท รอนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตามพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้

- ค่าแอมโมเนียรวม (Total ammonia-Nitrogen) โดยใช้วิธี Boy (1979); APHA (1989)
- ค่าไนไตรท์โดยใช้วิธี Boy (1979); APHA (1989)
- ค่าฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ (Orthophosphates) โดยใช้วิธี Boy (1979)
- ความเป็นด่าง

ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในถังทดลองโดยตรง ตอนเช้า (07.00 น.) จะทำการวัดที่กึ่งกลางระดับน้ำมี ดังนี้

- ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) วัดโดยใช้เครื่องยี่ห้อยี่ห้อ YSI 550A METER รุ่น YK-2001 DO
- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง วัดโดยใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่างยี่ห้อ Consort รุ่น c830
- ค่าอุณหภูมิ (Temperature) วัดโดยใช้เครื่องยี่ห้อ ยี่ห้อ YSI 550A
- ความเค็ม วัดโดยใช้ Salinometer
- ความโปรงแสง วัดโดยใช้ Secchi Disc

การวัดการเจริญเติบโตและผลผลิต

ก่อนปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงถังทดลอง จะมีการสุ่มกุ้งขาวแวนนาไมมา 10 ตัว นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของแต่ละตัว เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นก่อนการทดลอง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะทำการตรวจนับกุ้งขาวแวนนาไมที่เหลือและชั่งน้ำหนักรวมทั้งหมด แล้วสุ่มกุ้งขาวแวนนาไม 10 ตัว นำมาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของแต่ละตัว เพื่อนำค่าที่มาได้มาพิจารณา

- อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักกุ้งขาวแวนนาไมเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุด (กรัม)–น้ำหนักกุ้งขาวแวนนาไมเฉลี่ยเมื่อเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาของการทดลองเลี้ยง (วัน)}}$$

- อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนกุ้งขาวแวนนาไมเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)}}{\text{จำนวนกุ้งขาวแวนนาไมเมื่อเริ่มต้นทดลอง (ตัว)}} \times 100$$

- อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหาร (กก.)}}{\text{น้ำหนักกุ้งขาวแวนนาไมที่เพิ่มขึ้น(กก.)}}$$

- ผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมทั้งหมด (กิโลกรัมต่อถัง)

=ผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมทั้งหมด (กก.)

การตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้

การเก็บข้อมูล ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ จะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 3 วัน ในช่วงเวลาประมาณ 9.00 น. โดยการนำเอาถุงกรองที่ใช้งานแล้วขึ้นมาจากถัง ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้สะเด็ดน้ำ ก่อนนำมาใช้ด้วยเครื่องชั่ง

- ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ (กิโลกรัมต่อถัง)

= น้ำหนักสารอินทรีย์ที่กรองได้ – น้ำหนักของถุงกรอง

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในถัง ด้วย Duncan multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน ต่อ น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด ได้สรุปไว้ในตารางที่1

ตารางที่1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)	ระบบติดตั้งถุงกรอง พร้อมกรองน้ำในปริมาณ (ของปริมาณน้ำทั้งหมด)	
		5	10
น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	8.70±0.70 [a]	8.76±1.66 [a]	7.92±1.28 [a]
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)	0.20±0.02 [a]	0.20±0.05 [a]	0.19±0.05 [a]
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	82.33±2.52 [a]	81.33±1.53 [a]	86.00±3.60 [a]
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	0.72±0.05 [a]	0.73±0.12 [a]	0.80±0.14 [a]
ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัม)	2.27±0.18 [a]	2.24±0.42 [a]	2.02±0.33 [a]

หมายเหตุ อักษร a ที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึงความไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

1.1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 8.70±0.70 8.76±1.66 และ 7.92±1.28 กรัม ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

1.2 อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อวัน)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.20±0.02 0.20±0.05 และ0.19±0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

1.3 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 82.33±2.52 81.33±1.53 และ 86.00±3.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

1.4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เท่ากับ 0.72±0.05 0.73±0.12 และ 0.80±0.14 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

1.5 ผลผลิตทั้งหมด (กิโลกรัมต่อถัง)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีผลผลิตทั้งหมด เท่ากับ 2.27±0.18 2.24±0.42 และ 2.02±0.33 กิโลกรัมต่อถัง ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ผลผลิตทั้งหมด ของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในถังกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวันภายในเวลา 40 วัน ต่อ คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำได้สรุปไว้ในตารางที่2

ตารางที่2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในถังกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ปัจจัย	ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)	ระบบติดตั้งถุงกรอง พร้อมกรองน้ำในปริมาณ (ของปริมาณน้ำทั้งหมด)	
		5	10
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	7.29±0.11 [a]	7.28±0.06 [a]	7.33±0.09 [a]
ความเป็นกรดเป็นด่าง	8.57±0.01 [a]	8.55±0.03 [a]	8.54±0.04 [a]
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.97±0.04 [a]	27.03±0.07 [a]	27.06±0.02 [a]
ความเค็มน้ำ (ส่วนในพันส่วน)	32.33±0.33 [a]	32.22±0.19 [a]	31.67±0.67 [a]
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	21.11±1.92 [a]	23.34±2.89 [a]	25.00±3.33 [a]
ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)	237.00±3.18 [a]	242.00±3.39 [a]	234.33±3.18 [a]

หมายเหตุ a อักษรที่เหมือนกันในแนวนอน แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ตารางที่2 ค่าเฉลี่ยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในถังกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) (ต่อ)

ปัจจัย	ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)	ระบบติดตั้งถุงกรอง พร้อมกรองน้ำในปริมาณ (ของปริมาณน้ำทั้งหมด)	
		5	10
ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.13±0.00 [a]	0.13±0.00 [a]	0.13±0.00 [a]
ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.00±0.00 [a]	0.00±0.00 [a]	0.00±0.00 [a]
ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.25±0.02 [a]	0.27±0.04 [a]	0.23±0.01 [a]
ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้	-	190.57±23.90 [a]	218.50±8.30 [a]

หมายเหตุ a แสดงถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

2.1. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 7.29±0.11 7.28±0.06 และ 7.33±0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตลอดการทดลอง ของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.2. ความเป็นกรดเป็นด่าง

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 8.57±0.01 8.55±0.03 และ 8.54±0.04 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.3. อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำตลอดการทดลองมีค่าเท่ากับ 26.97±0.04 27.03±0.07 และ 27.06±0.02 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ
(ชุดควบคุม)

2.4 ความเค็มน้ำ (ส่วนในพันส่วน)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยความเค็มน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 32.33±0.33 32.22±0.19 และ 31.67±0.67 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเค็มน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.5 ความโปรงแสง (เซนติเมตร) .

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยความโปรงแสง ตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 21.11±1.92 23.34±2.89 และ 25.00±3.33 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความโปรงแสงตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.6 ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นด่างของน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 237.00±3.18 242.00±3.39 และ 234.33±3.18 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นด่างของน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.7 ปริมาณแอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดการทดลองของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.13±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำ

ทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.8 ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์ตลอดการทดลองของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.00±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์ของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.9 ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.25±0.02 0.27±0.04 และ 0.23±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.10 ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 190.57±23.90 และ 218.50±8.30 กรัมต่อถัง และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยนั้นจะส่งให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. น้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมดของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน

จากผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน จากเดิมที่วางแผนไว้ว่าจะทำการทดลองภายในถัง PE ขนาดพื้นที่ประมาณ 8 ไร่ ที่ใช้เลี้ยงกุ้งขาวภายในฟาร์มน้ำ ซึ่งขณะนั้นบริเวณที่ใช้ในการทดลองเกิดปัญหาโรค EMS ระบาดอย่างหนัก ซึ่งพื้นที่ที่ใช้ทดลองก็เป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นทางคณะวิจัยจึงได้ปรับเปลี่ยนการทดลองมาทำการทดลองภายในถังพลาสติกกลมขนาด 3,000 ลิตร แทน พร้อมกับมีการกั้นพื้นที่เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมโรค แต่ในช่วงแรกก็ยังได้รับผลกระทบจากปัญหาโรค EMS อีก จนต่อล้างทำความสะอาดพื้นที่บริเวณถังทดลองใหม่ทั้งหมด แล้วจึงเริ่มต้นการทดลองใหม่อีกครั้ง โดยการทดลองที่จะเริ่มต้นทำการทดลองและเก็บข้อมูลในครั้งนี้ จะใช้กุ้งขาวแวนนาไมที่ใช้มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.81 กรัม แล้วสุ่มกุ้งขาวแวนนาไมจะปล่อยลงในถังทดลองโดยตรง ในอัตราส่วน 320 ตัวต่อถัง พร้อมให้อาหาร วันละ 3 ครั้ง (เช้า-กลางวัน-เย็น) โดยในชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 จะมีการติดตั้งถุงกรองที่ทำจากผ้าโอลอนแก้วมาเย็บเป็นถุงทรงกรวยที่มีความกว้างของปากถุงประมาณ 30 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1.5 เมตร ก่อนนำถุงที่ได้ไปสวมไว้กับปากท่อของ Air Lift Pump ที่ยื่นโผล่พ้นน้ำประมาณ 10-20 เซนติเมตร โดยจะใช้เครื่องซูเปอร์ชาร์ตเป็นตัวให้กำเนิดลม พร้อมกับควบคุมอัตรากรองน้ำในชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 ให้มีอัตราการกรองอยู่ในปริมาณ 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งการทดลองในครั้งนี้สามารถทำการทดลองและเก็บข้อมูลได้เพียง 40 วัน จากเดิมที่วางแผนไว้ว่าจะทดลองนาน 90 วัน เนื่องจาก กุ้งขาวแวนนาไมที่ทดลองแสดงอาการไม่ค่อยจะสู้ดีเนื่องจากแสดงอาการของโรค EMS ขึ้นมาอีก และพบว่า กุ้งขาวแวนนาไม ทั้งในชุดการทดลองที่2 และชุดการทดลองที่3 ที่มีอัตราการกรองอยู่ในปริมาณ 5 และ10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด กับ กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ($p>0.05$) แต่กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำใน

ปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายมีค่าสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.76±1.66 กรัม ส่วนอัตราการเจริญเติบโตนั้น กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงทั้งในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน และ ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันนั้นก็คือ 0.20±0.02 และ 0.20±0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน จะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีอัตราการรอดตายมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 86.00±-3.60 เปอร์เซ็นต์ แต่กลับพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) นั้น จะมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่ำสุดซึ่งมีค่าเพียง 0.72±0.05 แต่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมด มีค่าสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ เท่ากับ 2.27±0.18 กิโลกรัม

2. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำภายในถังกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ภายในเวลา 40 วัน

2.1 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 7.29±0.11 7.28±0.06 และ 7.33±0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ซึ่งมีค่าค่อนข้างสูง โดย ธนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสอดคล้องกับ ยนต์, 2530ข และ Boyd, 1987 ที่รายงานว่าโดยทั่วไประดับของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำภายในถังในถังเลี้ยงกุ้ง ควรมีอยู่ระหว่าง 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จนถึงจุดอิ่มตัว เนื่องจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นแบบพัฒนาที่มีรักษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำโดยการติดตั้งระบบให้อากาศภายในถังเลี้ยง

2.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 8.57±0.01 8.55±0.03 และ 8.54±0.04 ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) โดยการที่ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าใกล้เคียงกัน อาจเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่าง ส่วนใหญ่จะเกิดจากหายใจของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์และขบวนการย่อยสลายของเสียภายในถังที่ได้มีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจำนวนหนึ่ง จึงทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ที่มาจากขบวนการหายใจและขบวนการย่อยสลายสะสมตัวอยู่ในน้ำ ทำให้เกิดกรดคาร์บอนิคมาก โดยกรดนี้เมื่อแตกตัวจะให้ ไฮโดรเจนไอออนออกมา แต่ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมส่วนใหญ่จะมีการใช้วัสดุปูนในระหว่างการเลี้ยง โดยผุสดี (2529) รายงานว่าโดยทั่วไปในแหล่งน้ำกร่อยจะมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 7-8 ซึ่งจุดนี้ถือเป็นช่วงที่แพลงก์ตอนพืชทุกชนิดสามารถเจริญได้ดี ส่วน Boyd (1987) ยังพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมนั้นจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำอยู่ระหว่าง 6-9 อีกด้วย

2.3. อุณหภูมิน้ำ พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 26.97±0.04 27.03±0.07 และ 27.06±0.02 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ซึ่งโดยทั่วไปอุณหภูมิน้ำนั้นจะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่วๆ ไปของแหล่งน้ำ อีกด้วย (เปี่ยมศักดิ์, 2525) แต่ค่าก็อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต

ของกุ้งขาวแวนนาไม โดยธนพงศ์และคณะ (2556) ที่ได้พบว่าอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมนั้น ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 28-32 องศาเซลเซียส

2.4 ความเค็มน้ำ พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยความเค็มน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 32.33±0.33 32.22±0.19 และ 31.67±0.67 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความเค็มน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ซึ่งจากการที่ความเค็มน้ำมีค่าใกล้เคียงกันอาจเนื่องจากที่การการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวน่นาไมบริเวณพื้นที่ชายฝั่งติดทะเลส่วนใหญ่มักจะนิยมใช้น้ำเค็มจากทะเลโดยตรง ดังนั้น ความเค็มของน้ำภายในถังเลี้ยงจึงมักจะมีความเค็มใกล้เคียงกับความเค็มของน้ำทะเล อีกทั้งจากการศึกษาของ Boyd (2003) ที่พบว่าในการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำที่มีความเค็มต่ำส่วนใหญ่จะไม่สามารถผลิตกุ้งขนาดใหญ่ได้ เนื่องจากในน้ำนั้นมีปริมาณไอออนน้อย จึงต้องมีการเติมแร่ธาตุบางตัวเพื่อรักษาระดับของโซเดียม โปรแตสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต ในปริมาณม์ต่ำกว่า 1522, 54, 54, 196, 2755, 392, และ 92 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้น การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าความเค็มของน้ำอยู่ระหว่าง 5-35 ส่วนในพันส่วน (ธนพงศ์และคณะ, 2556) แต่ไม่ควรเกิน 35-40 ส่วนในพันส่วน (Boyd, 2003)

2.5 ความโปรงแสง พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยความโปรงแสง ตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 21.11±1.92 23.34±2.89 และ 25.00±3.33 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยความโปรงแสงตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.6 ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 237.00±3.18 242.00±3.39 และ 234.33±3.18 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$ ตามลำดับ และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณความเป็นด่างของน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) อาจเนื่องค่าความเป็นด่าง จะประกอบด้วย ไฮดรอกไซด์ (OH^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซึ่งถูกควบคุมโดยการใช้วัสดุปูน แต่ก็มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดย ธนพงศ์และคณะ (2556) ที่ได้รายงานว่าอุณหภูมิน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตรของ $CaCO_3$

2.7. ปริมาณแอมโมเนียรวม พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียรวม ตลอดการทดลองของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.13±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) เนื่องจากแอมโมเนียในน้ำภายในถังเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการเลี้ยงแบบพัฒนา ค่าแอมโมเนียส่วนใหญ่จะมาจากอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งสิ่งขับถ่ายของตัวสัตว์น้ำภายในถัง แต่ก็มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดยธนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.8 ปริมาณไนไตรท์ พบว่า ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์ตลอดการทดลองของทั้ง 3 ชุดการทดลองมีค่าเท่ากัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.00±0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์ของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) โดย ปริมาณไนไตรท์ ในน้ำส่วนใหญ่จะมาจากกระบวนการ nitrification ที่เปลี่ยน แอมโมเนีย ไปเป็นไนไตรท์ และ ไนเตรท ตามลำดับ โดยมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม โดยธนพงศ์และคณะ (2556) ที่พบว่าปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมควรมีค่าน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.9 ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 0.25±0.02 0.27±0.04 และ 0.23±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม)

2.10 ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้

ผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ภายในเวลา 40 วัน พบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะส่งให้ค่าเฉลี่ยปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ตลอดการทดลอง มีค่าเท่ากับ 190.57±23.90 และ 218.50±8.30 กรัมต่อถัง และเมื่อคำนวณทางสถิติ พบว่า ค่าเฉลี่ยนั้นจะส่งให้ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ตลอดการทดลองของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ในทั้ง 2 ชุดการทดลอง ส่วนใหญ่จะมาจากเศษอาหารตลอดจะสิ่งขับถ่ายจากตัวของสัตว์น้ำภายในถัง เป็นหลัก

สรุป

จากผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน และพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นไม่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้าย อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลผลิตทั้งหมด กับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ($p>0.05$) แต่กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน นั้นจะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสุดท้ายมีค่าสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.76±1.66 กรัม ส่วนอัตราการเจริญเติบโตนั้น กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงทั้งในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน และ ระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) ให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากันนั้นก็คือ 0.20±0.02 และ 0.20±0.05 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ส่วนในระบบที่ติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน จะส่งผลให้กุ้งขาวแวนนาไม มีอัตราการรอดตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 86.00±-3.60 เปอร์เซ็นต์ แต่กลับพบว่า กุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) นั้น จะมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ต่ำสุดซึ่งมีค่าเพียง 0.72±0.05 แต่มีค่าเฉลี่ยผลผลิตทั้งหมด มีค่าสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ เท่ากับ 2.27±0.18 กิโลกรัม

ส่วน คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำ ก็พบว่า การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในระบบเปลี่ยนถ่ายน้ำปกติ (ชุดควบคุม) และระบบติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ไม่มีผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิน้ำ ความเค็มน้ำ ความโปรงแสง ปริมาณความเป็นด่างของน้ำ ปริมาณแอมโมเนียรวม ปริมาณไนไตรท์ ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ และ ปริมาณสารอินทรีย์ที่กรองได้ ($p>0.05$) โดยคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ดังนั้น จึงขอสรุปว่าการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ควรมีการติดตั้งถุงกรองแล้วกรองน้ำในปริมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำทั้งหมดภายในถังต่อวัน ก็เพียงพอต่อการควบคุมคุณภาพน้ำภายในถังเลี้ยงถุงขาวแวนนาไม

เอกสารอ้างอิง

คณิต ไชยาคำ และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2537. แนวทางการป้องกันเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. สถาบันวิจัยเพาะเลี้ยงชายฝั่ง กรมประมง.

ไชยา อุ้ยสูงเนิน. 2532. การเลี้ยงกุ้งทะเล. โครงการหนังสือเกษตรชุมชน. กรุงเทพ.

ธนาคารกสิกรไทย. 2535. การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ นโยบายเศรษฐกิจต้องควบคู่กับการอนุรักษ์สภาพแวดล้อม. *เกษตรวันนี้*. 11(129), หน้า 37-41.

พัฒนา มูลพฤกษ์. 2539. อนามัยสิ่งแวดล้อม. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. กรุงเทพ.

ภิญโญ เกียรติภิญโญ. 2545. วิธีปฏิบัติสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวแอล.แวนนาไม (Practical Technology for *Litopenaeus vannamei* Culture). สำนักพิมพ์เมืองเกษตรแม็กกาซีน, สมุทรปราการ. 120 น.

สุจิตรา เผือกจีน. 2539. พิษเฉียบพลันของแอมโมเนียและผลของแอมโมเนียที่เกิดจากอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกันต่อปลาตะเพียนขาว. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

อนันต์ ตันสุตะพานิช และคณะ. 2539. ศึกษาแนวทางฟื้นฟูการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด (การบำบัดเลนและน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งรุ่นที่2 กลับมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งรุ่นที่3). เอกสารเผยแพร่วิชาการ. กรมประมง.

Alonso-Rodr.guez and P.ez-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, Albama. 77 p.

Boyd, C.E. 1982. water quality management for pond fish culture.Elsevier Scientific Publishing Amsterdam. Netherlands.

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.

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.

Dore, I. and C. Frimodt. 1987. An Illustrated Guide to Shrimp of the World. Osprey Books, Huntington, NY, U.S.A. 229 p.

Holthuis, L.B. 1980. Animal Tissue Techniques. 4th ed,. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 271 p.

Kriengkrai Satapomvanti. 1993. The environmental impact of shrimp farm effluent. Master of Science. Asian Institute of Technology.

Lee, D.O'C. and J.F. Wickins. 1992. Crustacean Farming. Blackwell Sciencetific 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.

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

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' Historie 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.

Pruder, G.P. 1986. Aquaculture and controlled Eutrophication : Photoautotrophic/heterotrophic interaction and water quality..*Aquaculture Engineering,* 5, 115-121.

Quackenbush, L.S. 1986. Crustacean endocrinology: a review. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43 :2271-2282.

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.

Satapornvanti, K. 1993. The environmental impact of shrimp form effluent. Master thesis, Science, Asian Institute of Technology.

Schroeder, G.L. 1975. Nightime material balance for oxygen in fish receiving waste. Bamidgeh., 27 (3), 64-65.

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.

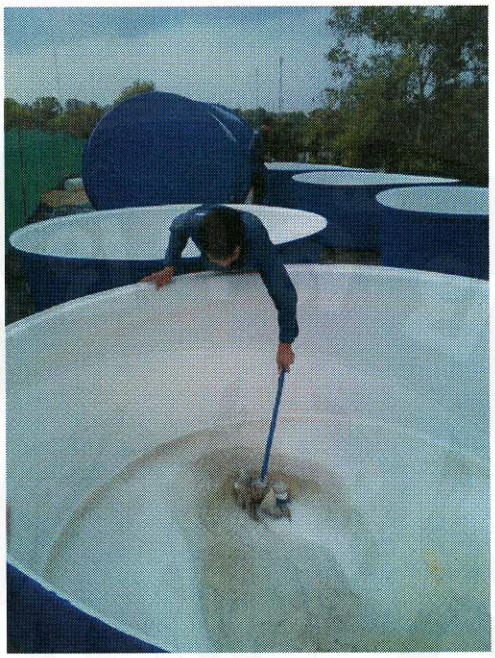
Tacon, A.G.J. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-A training manual. 1. The essential nutrient.GCP/RLA/075/ITA Field Document 2, FAO, Brasilia, Brazil. 129 p.

Tookwinas, S., F. Malem and P. Songsangjinda. 1994. Quality ánd Quantity of Discharged Water from intensive Marine Shrimp Farm at Kung Krabaen bay, Chanthaburi Province, Eastern Thailand. Pp. 30-40. *In* :A.Snidvongs, W. Utomprukporn and M. Hungspreugs (EDS) Proceedings NRCT-JSPS JOINT Seminar on Marine Science. Songkhla.

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

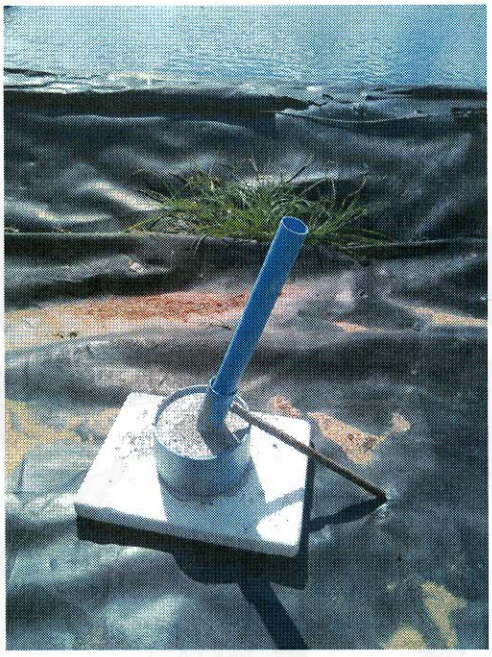
Wyban, J., S.L,Cheng, J. Sweeney and W.K. Richards Jr. 1987. Observation on development of a maturation systems for *Penaeus vannamei*. J. World Aquac. Soc. 18 :198-200.

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่1 การทำความสะอาดถังทดลองเพื่อเริ่มต้นการทดลองใหม่

ภาพผนวกที่2 การสุ่มนับลูกกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อนำไปใส่ในถังทดลอง



ภาพผนวกที่3 ลักษณะทั่วไปของ Air Lift Pump

ภาพผนวกที่4 การติดตั้งถุงกรองภายในถังทดลอง

ภาพผนวกที่5 ลักษณะทั่วไปของถุงกรองภายในถังทดลอง

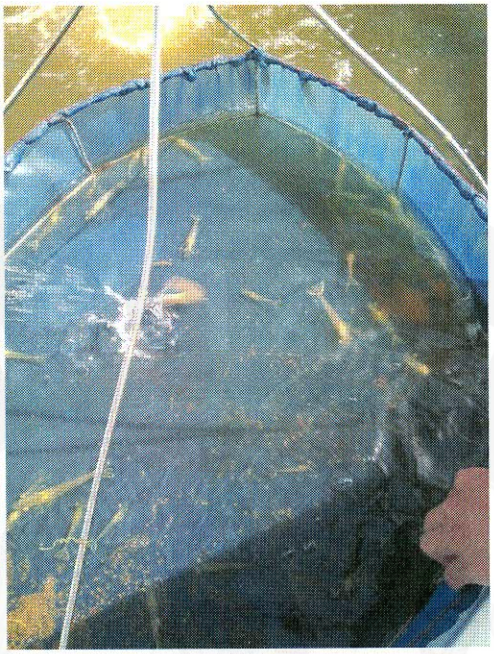
ภาพผนวกที่6 ลักษณะการทำงานของถุงกรองภายในถังทดลอง

ภาพผนวกที่7 ลักษณะทั่วไปของถุงกรองหลังจากถูกใช้งานในการทดลอง

ภาพผนวกที่8 ถุงกรองที่ถูกทำความสะอาดและพร้อมใช้งานในครั้งต่อไป

ภาพผนวกที่9 ลักษณะทั่วไปของกุ้งขาวแวนนาไมภายในถังทดลอง

ภาพผนวกที่10 การเช็คย่อใส่อาหารและตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำภายในถังทดลอง



ภาพผนวกที่11 ลักษณะทั่วไปของกุ้งขาวแวนนาไมภายในย่ออาหารภายในถังทดลอง

ภาพผนวกที่12 การตรวจวัดกุ้งขาวแวนนาไมภายในถังทดลอง

ภาพผนวกที่13 การทำความสะอาดถังทดลองระหว่างทำทดลอง