ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

ปริญญา

การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา **ภาควิชา**

เรื่อง การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา โดยใช้สาหร่ายไส้ไก่ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

Water Quality Management in Intensive Shrimp Pond Using Gut Weed at Phra Samut Chedi District, Samut Prakan Province

นามผู้วิจัย นางสาวกัลญาณี ธรรมนารถสกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(อาจารย์รัฐชา ชัยชนะ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิพรัตน์ พงศ์ธนาพาณิช, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา .....

(รองศาสตราจารย์วิพักตร์ จินตนา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา โดยใช้สาหร่ายไส้ไก่ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

Water Quality Management in Intensive Shrimp Pond Using Gut Weed at Phra Samut Chedi District, Samut Prakan Province

โดย

นางสาวกัลญาณี ธรรมนารถสกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน)

พ.ศ. 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กัลญาณี ธรรมนารถสกุล 2554: การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาโดยใช้สาหร่ายไส้ไก่ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน) สาขาการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์รัฐชา ชัยชนะ, Ph.D. 115 หน้า

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) แบบพัฒนาคือการเลี้ยงกุ้งที่ความหนาแน่นสูง แต่หากจัดการไม่เหมาะสม จะทำให้มีของเสียสะสมตกค้างในบ่อ ทำให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ปัจจุบันมีการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่น สาหร่าย เพราะการใช้ธรรมชาติช่วยบำบัดและรักษาคุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยงจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยทำให้สภาพแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยงกุ้งมีความเหมาะสมยิ่งขึ้น อีกทั้งยังอาจช่วยลดการใช้สารเคมีต่างๆ งานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งศึกษาถึงศักยภาพของการนำสาหร่ายไส้ไก่ (*Ulva intestinalis*) มาใช้เลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 12 (พี 12) ในบ่อขนาด 4 ไร่ เพื่อช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำและดินตะกอนในระหว่างการเลี้ยงให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม รวมทั้งยังเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและผลผลิตของการเลี้ยงกุ้งระหว่างบ่อที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่และบ่อควบคุม ผลการศึกษาพบว่าสาหร่ายไส้ไก่มีส่วนช่วยในการปรับปรุงคุณภาพน้ำ เนื่องจากปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและค่าบีโอดี ของบ่อที่ใส่สาหร่ายไส้ไก่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าบ่อควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) แต่ผลการวิเคราะห์คุณภาพดินในบ่อควบคุมและบ่อทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับผลผลิตของกุ้งที่จับที่ได้ พบว่า บ่อควบคุมและบ่อทดลองได้ผลผลิตเท่ากับ 1,136 และ 1,070 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เช่นเดียวกับ กำไรเฉลี่ยของบ่อทดลองบ่อควบคุม มีค่าเท่ากับ 61,251.34 บาทต่อไร่ และ 60,234.09 บาทต่อไร่ ตามลำดับ และจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในพื้นที่ พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่มีความสนใจในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kalayanee Thamanasakun 2011: Water Quality Management in Intensive Shrimp Pond Using Gut Weed at Phra Samut Chedi District, Samut Prakan Province. Master of Science (Sustainable Land Use and Natural Resource Management), Major Field: Sustainable Land Use and Natural Resource Management, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Mr. Ratcha Chaichana, Ph.D. 115 pages.

Intensive Pacific white shrimp culture is the shrimp culture at high density levels. However, if improperly managed leftover food and organic waste may cause deterioration of water quality leading to low growth rate of shrimps. Presently, the new concept of integrating seaweed into shrimp culture is promoted because seaweed may help improve water quality and environmental conditions as well as reducing chemical substances used and reducing costs. This research was aimed to study potential of introduction of gut weed (*Ulva intestinalis*) to Pacific white shrimp ponds. Shrimps at post larval (P12) stage were cultured in 4-rai ponds. Objectives were to improve water quality and sediment during shrimp culture as well as comparing costs and production between control and experimental ponds. The results showed that concentrations of total nitrogen, phosphorus and BOD in experimental ponds with gut weed were significantly lower than control ponds at 95% confident interval ($P<0.05$). However, sediments quality between control and experimental ponds was not statistically different at 95% confident interval ($P>0.05$). Average yield from the control ponds was 1,136 kg./rai which was not significantly different with experimental ponds of 1,070 kg./rai ($P>0.05$). The net profit obtained from the treatment ponds was 61,251.34 baht/rai compared with 60,234.09 baht/rai of control ponds which was not significantly different ($P>0.05$). The result from interviewing shrimp farmers suggested that most of famers interested in intensive culture Pacific white shrimp together with gut weed.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ผู้วิจัยของขอบพระคุณ อาจารย์ดร.รัฐชา ชัยชนะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.ทิพรัตน์ พงศ์ธนาพาณิช กรรมการที่ปรึกษา ที่ให้ความกรุณาสละเวลาแนะนำให้ความรู้ และตรวจแก้ไขจนสำเร็จ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ธุรการในสาขาวิชาการใช้ที่ดินเพื่อการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ทุกคน สำหรับการอำนวยความสะดวก ในการประสานงานเป็นกำลังใจ และให้ข้อมูลต่างๆ ขอขอบคุณนิสิตโครงการใช้ที่ดินและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืน รุ่นที่ 7 และเพื่อนๆ พี่ๆ ปริญญาเอก ทุกท่านที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ มอบความดีและประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ แด่คุณพ่อ คุณแม่ ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณสูงสุด เป็นผู้ให้กำเนิด และเงินทุนสนับสนุน พร้อมด้วย ครู - อาจารย์ ผู้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ และผู้มีพระคุณทุกท่าน

กัลญาณี ธรรมนารถสกุล

ตุลาคม 2554

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	35
อุปกรณ์	39
วิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	49
สรุปและข้อเสนอแนะ	94
สรุป	94
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	110
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	115

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณภาพน้ำที่เหมาะสมในกุ้งขาวแวนนาไม	23
2	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน	42
3	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินตะกอน	42
4	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพน้ำ	43
5	พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ	44
6	คุณสมบัติของน้ำในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่	49
7	การศึกษาคุณสมบัติของดินในบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ บ่อทดลองที่มีสาหร่าย	63
8	ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่	76
9	ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่เฉลี่ย	77
10	ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่	79
11	เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่	80
12	สถานภาพครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	82
13	อาชีพหลักและอาชีพรองของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	83
14	รายได้และรายจ่ายของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	83
15	ภาวะหนี้สินของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	83
16	การเข้ามาตั้งถิ่นฐานของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	85
17	ปัญหาหลักในการประกอบอาชีพของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	86
18	สภาพการเลี้ยงกุ้งของผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้ง	86
19	ข้อมูลการจัดการน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง	89

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	ความสนใจการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง	90
21	ความสนใจการใช้สาหร่ายไส้ไก่จัดการคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะภาพนอกของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)	4
2	ลักษณะของสาหร่ายไส้ไก่	13
3	ที่ตั้ง ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ	34
4	การเตรียมบ่อ	35
5	การเตรียมน้ำ	36
6	การเตรียมสาหร่าย	37
7	เครื่องให้อากาศ	38
8	กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	40
9	การเก็บตัวอย่างน้ำ	45
10	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตลอดการเลี้ยง	50
11	การเปลี่ยนแปลงพีเอชเฉลี่ยตลอดการเลี้ยง	51
12	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดการเลี้ยง	52
13	การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยง	53
14	การเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดการเลี้ยง	54
15	การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงตลอดการเลี้ยง	55
16	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างรวมตลอดการเลี้ยง	56
17	การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างตลอดการเลี้ยง	57
18	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดการเลี้ยง	58
19	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ตลอดการเลี้ยง	59
20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทตลอดการเลี้ยง	60
21	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสตลอดการเลี้ยง	61
22	การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีโอดีตลอดการเลี้ยง	62
23	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน	64
24	การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสรวม	65
25	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม	66
26	การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง	68
28	การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	69
29	การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียม	69
30	การสัมภาษณ์ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง	91
31	การสัมภาษณ์ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง	91

ภาพผนวกที่

1	บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม(ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่)	111
2	บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม(มีสาหร่ายไส้ไก่)	111
3	สาหร่ายไส้ไก่	112
4	วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายไส้ไก่	112
5	เพาะเลี้ยงสาหร่ายไส้ไก่จนครบ 50 วัน	113
6	การปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 12 ในอัตรา 50,000 ตัว/ไร่	113
7	การตรวจวัดคุณภาพน้ำในแต่ละชุดการทดลองในภาคสนาม	114
8	การเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชุดการทดลองเพื่อไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ	114

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาโดยใช้สาหร่ายไส้ไก่ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

Water Quality Management in Intensive Shrimp Pond Using Gut Weed at Phra Samut Chedi District, Samut Prakan Province

คำนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 90) ทำการเลี้ยงแบบพัฒนา (intensive farming) ซึ่งจะต้องใช้ความรู้ทางวิชาการ เทคโนโลยี และการจัดการที่ทันสมัย เพราะจะทำให้ได้ผลผลิตต่อไร่สูง (ชลอ , 2547) แต่การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาจะต้องใช้เงินลงทุนสูง และถ้าเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งมีการจัดการและดูแลไม่ดีพอ จะทำให้คุณภาพน้ำมีความไม่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการรอดตายของกุ้ง เกิดโรคระบาด หรือกุ้งโตช้า จนต้องทำให้มีการใช้สารเคมีและสารปฏิชีวนะจำนวนมาก ส่งผลให้พบสารตกค้างในกุ้ง น้ำ และดินตะกอน จึงทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งประสบภาวะขาดทุน (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

แนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เช่น สาหร่าย เริ่มเป็นที่สนใจในกลุ่มเกษตรกร ทั้งนี้เป็นเพราะการใช้ธรรมชาติช่วยบำบัดและรักษาคุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยงจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยทำให้สภาพแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยงกุ้งมีความเหมาะสม อีกทั้งยังอาจช่วยลดการใช้สารเคมีหรือยาปฏิชีวนะต่างๆ จากการศึกษาในต่างประเทศ เช่น การทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยใช้ระบบชีวภาพ ร่วมกับหอยสองฝา และสาหร่ายทะเล พบว่า ระบบชีวภาพสามารถทำให้คุณภาพน้ำในบ่อบ่อเลี้ยงกุ้งมีคุณภาพดีขึ้น (Enander and Hsselstrom, 1994) หรือจากการศึกษาของ เบญจมาศ และคณะ (2544) ทำการศึกษาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) ผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายสไปรูลินาสามารถควบคุมคุณภาพน้ำได้ โดยที่ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ในบ่อที่เลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินาจะมีค่าต่ำกว่าบ่อที่มีการเลี้ยงกุ้งเพียงอย่างเดียว ข้อดีอีกประการของการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น สาหร่ายไส้ไก่ *(Ulva intestinalis* Linnaeus) คือ สามารถหาได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และสามารถนำมาเพาะเลี้ยงได้ง่าย และโตเร็ว ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาถึงศักยภาพของการนำสาหร่ายไส้ไก่มาใช้เลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ด้วยหวังว่าสาหร่ายไส้ไก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะเป็นตัวช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำและดินตะกอนในระหว่างการเลี้ยงให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสม รวมทั้งยังอาจช่วยลดต้นทุนการผลิตในการให้อาหารกุ้งในระยะเริ่มแรกของการเลี้ยง และยังอาจช่วยเพิ่มผลผลิตของการเลี้ยงกุ้งให้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำและดินตะกอน ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม แบบพัฒนากับการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

2. เพื่อศึกษาความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงแบบพัฒนากับการเลี้ยงแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

สมมุติฐาน

คุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอนในบ่อ รวมถึงปริมาณผลผลิตของกุ้งขาวแวนนาไมจากการเลี้ยงแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ ดีกว่าการเลี้ยงแบบพัฒนา ในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ขอบเขตการศึกษา

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนาและการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ ในการจัดการคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้งเพื่อลดผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ศึกษาผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนาและการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ คุณภาพดินและผลผลิต ของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

2. ศึกษาความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงแบบพัฒนากับการเลี้ยงแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ โดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้งจำนวน 25 ครัวเรือน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่าย ร้อยละ 10 ของผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้งทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา จำนวน 250 ครัวเรือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ความหมายของกุ้งขาว แวนนาไม

กุ้งขาวแวนนาไม หรือกุ้งขาวแปซิฟิก ถูกค้นพบโดย Boone ในปี ค.ศ.1931 มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Litopenaeus vannamei* ชื่อสามัญที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) รับรองและเรียกใช้กันโดยทั่วไปคือ Pacific white shrimp หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า White leg shrimp เป็นกุ้งพื้นเมืองในทวีปอเมริกาใต้ พบทั่วไปบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออกจากตอนเหนือของประเทศเม็กซิโกจนถึงตอนเหนือของประเทศเปรู กุ้งขาวแวนนาไมมีการเลี้ยงกันมากในประเทศเอกวาดอร์ เม็กซิโก เปรู ปานามา ฮอนดูรัส โคลัมเบียและบราซิล (Rosenberry, 1998)

ภาพที่ 1 ลักษณะภาพนอกของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

ลักษณะทั่วไปของกุ้งชนิดนี้ คือ กรี (rostrum) มีความยาวปานกลาง มีฟันกรีด้านล่าง 2-4 อัน ในวัยอ่อนกรีจะยาวกว่า antennular peduncle และเมื่อโตขึ้นจะมีขนาดสั้นลง บางครั้งอาจมีความยาวถึงครึ่งหนึ่งของปล้องที่ 2 หนวดคู่ที่ 1 (antennular) บริเวณ carapace มีหนวดคู่ที่ 2 (antennular) และ hepatic spine ชัดเจน ไม่พบ orbital spine และ pterygostomian spine ไม่มี postocular sulcus ขนาดของ postrostral carina มีหลายขนาด ในบางครั้งอาจพบว่ายาวถึงขอบด้านหลังของเปลือกกุ้งคลุมหัว ไม่มี branchiocardiac carina, longitudinal sutres และ transverse sutures ลำตัวปล้องที่ 6 จะมีสันเรียงตัวตามขวางของลำตัวด้านบน (cicatrices) 3 อัน ร่องในแนวยาวลำตัวด้านบน (dorsolateral sulcus) แคบมากหรืออาจไม่มี ส่วนหาง (telson) เรียบ หนวดคู่ที่ 1 (antennule) ไม่มี parapenaeid spine,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

antennular flagella สั้นกว่าส่วน carapace มาก แผ่นระยางค์ของ maxilla คู่ที่ 1 ยาวมี 3-4 ปล้อง ส่วนปลายเป็นเส้นเหมือน flagella ischial spine อยู่ปล้องที่ 1 และ basial spine ในปล้องที่ 2 ของขาเดิน (pereopod) คู่ที่ 1 (Perez-Farfante and Kensley, 1997; จิราพร, 2547) ลักษณะที่สังเกตได้เด่นชัดของกุ้งขาว *L. vannamei* คือ สีของลำตัวเป็นสีขาว กรีด้านบนจะหยักและถี่ปลาย กรีตรงโดยที่มีฟันกรีด้านล่าง 2 อัน และด้านบน 8 อัน ความยาวของกรีจะยาวกว่าลูกตาไม่มาก และเห็นลำไส้ชัดเจนกว่ากุ้งขาวอื่นๆ (ภิญโญ, 2545) กุ้งชนิดนี้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพของน้ำ ตื่นตกใจง่าย ลักษณะที่พิเศษของกุ้งสายพันธุ์นี้คือ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาวะแวดล้อมภายใต้ระบบการเพาะเลี้ยงได้ โดยทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในน้ำที่มีระดับความเค็ม 0-35 พีพีที แต่ระดับความเค็มที่เจริญเติบโตได้ดีคือ 10-22 พีพีที อุณหภูมิของน้ำในระดับที่เหมาะสมคือ 26-29 องศาเซลเซียส ซึ่งอาจทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งหรือบริเวณพื้นที่ในแผ่นดินที่เป็นเขตพื้นที่ความเค็มต่ำ (ปิยะบุตร, 2546)

2. การพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม ในประเทศไทย

กุ้งขาวแปซิฟิกที่เกษตรกรในประเทศไทยนิยมเรียกว่ากุ้งขาวแวนนาไมหรือเรียกกันว่า “กุ้งขาว” เป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากพ่อแม่พันธุ์ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์มาเป็นเวลาช้านาน ทำให้มีการนำเข้าไปเลี้ยงในหลายๆ ประเทศ กุ้งชนิดนี้ได้มีการนำเข้ามาเลี้ยงในทวีปเอเชียครั้งแรกในประเทศไต้หวันปี พ.ศ. 2539 และต่อมาได้นำเข้าไปในประเทศจีนในปี พ.ศ. 2541 สำหรับประเทศไทยได้มีการนำกุ้งขาวเข้ามาทดลองเลี้ยงในปี พ.ศ. 2541 แต่การทดลองในครั้งนั้นไม่ประสบความสำเร็จมากนัก จนกระทั่งเดือนมีนาคม พ.ศ. 2545 กรมประมงได้อนุญาตให้นำพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen Free, SPF) จากต่างประเทศเข้ามาทดลองเลี้ยง ระยะเวลาการนำเข้าพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อจากเดือนมีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกันที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยกำลังประสบปัญหากุ้งโตช้า โดยเฉพาะในขณะที่จับกุ้งจะพบว่ามีกุ้งขนาดเล็กน้ำหนักประมาณ 3-5 กรัมเป็นจำนวนมาก ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบปัญหาขาดทุน ในขณะเดียวกันเกษตรกรบางส่วนได้ทดลองเลี้ยงกุ้งขาว ซึ่งส่วนใหญ่ให้ผลค่อนข้างดี จากกระแสการเลี้ยงกุ้งขาวที่ได้ผลดีกว่ากุ้งกุลาดำ ทำให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาเลี้ยงกุ้งขาวกันมากขึ้นแต่เนื่องจากกุ้งขาวเป็นกุ้งชนิดใหม่ที่ไม่เคยเลี้ยงในประเทศไทยมาก่อน รายละเอียดเกี่ยวกับพฤติกรรม การเลี้ยง การให้อาหาร ตลอดจนปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลเกี่ยวกับการเลี้ยงยังไม่มีการศึกษามาก่อน ทำให้เกษตรกรบางส่วนมีปัญหาในเรื่องของกุ้งเป็นโรค ในเรื่องของลูกพันธุ์ที่มีคุณภาพไม่ดีหลังจากเลี้ยงไปแล้วมีปัญหากุ้งโตช้า และมีลักษณะผิดปกติบางอย่างเกิดขึ้น การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในประเทศไทยแบ่งออกได้เป็น 3 เขต ตามลักษณะพื้นที่ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 การเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม บริเวณชายฝั่งทะเล สำหรับพื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บริเวณชายฝั่งทะเลจะนิยมเลี้ยงกันมาก แต่เมื่อจำแนกพื้นที่เลี้ยงบริเวณชายฝั่งทะเลออกเป็นภาคต่างๆ แล้วจะแตกต่างกันดังนี้ ในเขตชายฝั่งทะเลภาคกลาง มีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมลดลงกว่าภาคอื่นๆ ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และสมุทรปราการ ในเขตชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก พื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ยังคงหนาแน่นได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ในเขตชายฝั่งทะเลภาคใต้ พื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมหนาแน่นกว่าทุกภาค ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา กระบี่ ตรัง สตูล พังงา และภูเก็ต พื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บริเวณเขตชายฝั่งทะเลทั้งประเทศ รวมกันประมาณ 500,000 ไร่ จากการสำรวจพื้นที่ที่เคยใช้เป็นบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย พบว่ามีพื้นที่ประมาณ 1,000,000 ไร่ (กรมประมง, 2546) การเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม บริเวณชายฝั่งทะเลส่วนใหญ่จะใช้วิธีปรับแต่งบ่อกุ้งกุลาดำเดิม บริเวณปากแม่น้ำต่างๆ เป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีการระบายน้ำเสียลงสู่ชายทะเลมากขึ้นจนก่อให้เกิดปัญหาน้ำชายฝั่งทะเลเน่าเสียตามมาและส่งผลให้เกิดโรคระบาดกุ้งขาวแวนนาไม เช่น โรคทอล่าซินโดรม ที่เกิดจากเชื้อไวรัส โรคเหงือกดำจากเชื้อรา หรือเกิดน้ำเน่าเสียในบ่อกุ้งเร็วกว่ากำหนด เกษตรกรจำเป็นต้องจับกุ้งขายก่อนกำหนด บางครั้งต้องประสบปัญหาการขาดทุน และมีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม

2.2 การเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม บริเวณเขตน้ำกร่อย เนื่องจากเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และให้ผลตอบแทนต่อไร่สูง บ่อกุ้งกุลาดำรกร้างในเขตน้ำกร่อยจึงถูกปรับแต่งให้สามารถเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม แทน เช่น บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำตาปี เป็นต้น ซึ่งเป็นพื้นที่น้ำทะเลขึ้นถึงตลอดปีหรือน้ำทะเลขึ้นถึงบางฤดูกาล มีพื้นที่ปรับแต่งมาใช้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บริเวณเขตน้ำกร่อย เมื่อปี พ.ศ.2546 ประมาณ 150,000 ไร่ การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บริเวณน้ำกร่อยมักจะมีปัญหาเรื่องน้ำเสียบริเวณแม่น้ำ เนื่องจากน้ำทิ้งจากชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมทำให้เกิดปัญหาโรคระบาดในกุ้งขาวแวนไม ปัจจุบันบริเวณปากแม่น้ำบางประกงเหลือพื้นที่กุ้งขาวแวนนาไมน้อยมาก แต่ใช้เลี้ยงปลากะพงขาวแทน และบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและปากแม่น้ำเจ้าพระยาไม่สามารถใช้เลี้ยงกุ้งได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บริเวณเขตน้ำจืด เกษตรกรที่เคยเลี้ยงกุ้งกุลาดำในบริเวณเขตน้ำจืดได้ปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม แบบหนาแน่น ทดแทน น้ำในบ่อกุ้งมีค่าความเค็มต่ำ (ไม่เกิน 5 พีพีที) และเป็นระบบปิด ในการเตรียมน้ำเพื่อให้คุณภาพเหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เกษตรกรจะนำน้ำจากนาเกลือที่มีความเค็มสูงระหว่าง 100-200 พีพีที มาผสมกับน้ำจืดในบ่อถูกฆ่าเชื้อด้วยผงคลอรีน ให้มีความเค็มประมาณ 5-10 พีพีทีและปรับค่าพีเอชด้วยปูนขาว ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจะเติมน้ำจืดลงไปเรื่อยๆจนถึงช่วงจับกุ้งขาย น้ำจะมีค่าความเค็มต่ำมากเกือบเท่าน้ำจืด ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บริเวณเขตน้ำจืดมีกระจายอยู่ทั่วไปตามจังหวัดต่างๆ เหล่านี้ คือ นครศรีธรรมราช สงขลาพัทลุง นครปฐม นครนายก สุพรรณบุรี ชลบุรี ปราจีนบุรี ราชบุรี และฉะเชิงเทราการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบริเวณนี้มักมีการรุกล้ำพื้นที่เพาะปลูก และบางครั้งมีการปล่อยน้ำเสียจากบ่อกุ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเสียในแหล่งน้ำและพื้นที่เพาะปลูก โดยเฉพาะบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของประเทศ ดังนั้นการฝ่าฝืนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในเขตพื้นที่น้ำจืดทำให้กรมประมงไม่รับจดทะเบียนเป็นฟาร์มกุ้ง ผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงกุ้งจึงไม่สามารถขายผลผลิตกุ้งในฟาร์มเพื่อการส่งออกได้

3. ประเภทการเลี้ยงกุ้งทะเล

การเลี้ยงกุ้งทะเลในปัจจุบันแบ่งออกตามลักษณะของการเลี้ยง 3 แบบ คือ (ประจวบ, 2530)

3.1 การเพาะเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ (extensive shrimp culture) เป็นระบบการเลี้ยงที่อาศัยธรรมชาติเป็นหลักเป็นวิธีดั้งเดิมที่เลี้ยงมานานโดยการดัดแปลงนาเกลือหรือนาข้าวชายทะเลมาเป็นบ่อเลี้ยงกุ้ง ใช้พันธุ์กุ้งจากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว โดยผู้เลี้ยงจะดันน้ำเข้าบ่อเวลาน้ำขึ้นทำให้กุ้งจากธรรมชาติจะติดเข้ามาในบ่อกุ้ง ไม่มีการให้อาหารเสริมและมีขนาดบ่อกว้าง เมื่อเลี้ยงไปได้ระยะหนึ่งก็จะสามารถจับได้แต่จะให้ผลผลิตต่ำ ส่วนรูปแบบการกำจัดของเสียส่วนใหญ่จะกระทำต่อเมื่อมีการเก็บเกี่ยวผลผลิต ได้แก่ การสูบน้ำหรือปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำหรือพื้นดิน โดยจะอาศัยการตากบ่อเป็นการกำจัดของเสียก้นบ่ออย่างเดียว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 การเลี้ยงกุ้งกึ่งแบบพัฒนา (semi – intensive shrimp culture) เป็นระบบการเลี้ยงกุ้งที่ยังคงอาศัยธรรมชาติอยู่ แต่จะมีการซื้อพันธุ์กุ้งมาจากโรงเพาะพันธุ์แล้วนำไปปล่อยรวมกับพันธุ์กุ้งธรรมชาติ และมีการให้อาหารสมทบเนื่องจากมีการปล่อยกุ้งในอัตราแน่นขึ้น เพื่อเพิ่มผลิต รูปแบบของอาหารสมทบ ได้แก่ อาหารสด อาหารผสมสด อาทิเช่น รำ ปลาสับ เศษอาหารเหลือ เป็นต้น ขนาดบ่อใกล้เคียงกับธรรมชาติผลผลิตที่ได้ไม่สูงนักรูปแบบการกำจัดของเสียจะกระทำในรูปแบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่วนการกำจัดของเสียก้นบ่อจะทำดีกว่าระบบแรกวิธีที่นิยมกันทำคือ การตากบ่อและลอกเลนออกจากบ่อ

3.3 การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา (intensive shrimp culture) เป็นระบบการเลี้ยงโดยใช้พันธุ์กุ้งจากโรงเพาะฟักเพียงอย่างเดียว ปล่อยในอัตราความหนาแน่นสูง (high stocking density) มีการให้อาหารสำเร็จรูปเป็นหลักเพื่อเร่งการเจริญเติบโตในระยะเวลาอันสั้น และอาจมีการเสริมอาหารเสริม เช่น อาหารสด วิตามิน เกลือแร่เพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตให้ดีขึ้น ขนาดบ่อเล็กลง ผลผลิตที่ได้ค่อนข้างสูง แต่การลงทุนก็สูงเช่นกัน รูปแบบการกำจัดของเสีย จะกระทำได้ 2 รูปแบบคือ การเปลี่ยนถ่ายน้ำที่กระทำบ่อยครั้งอย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้ง ตามระดับการให้อาหาร และจากการลอกเลนหรือฉีดเลนออกจากพื้นบ่อ นอกจากนี้ได้มีการใช้สารเคมีและสิ่งมีชีวิตในการกำจัดของเสียระหว่างเลี้ยงเพื่อลดของเสียในบ่อ อนันต์ (2536) กล่าวว่า การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนาสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ระบบ คือ

1. การเลี้ยงกุ้งระบบเปิด หมายถึง การเลี้ยงโดยการเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆ ในการควบคุมรักษาคุณสมบัติของน้ำ และแก้ไขปัญหาต่างๆ ภายในบ่อให้อยู่ในสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ การเลี้ยงระบบเปิดจะใช้น้ำในปริมาณมาก อิงสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำจากภายนอกเป็นหลัก อาจก่อให้เกิดปัญหาต่อการเลี้ยงและต่อสภาวะแวดล้อม ทั้งภายในฟาร์มและแหล่งน้ำภายนอกติดตามมา

2. การเลี้ยงกุ้งระบบปิด หมายถึง การเลี้ยงโดยการใช้ขบวนการต่างๆ ทั้งทางชีวะ เคมี และฟิสิกส์ ในการควบคุมรักษาคุณภาพน้ำและแก้ไขปัญหาต่างๆภายในบ่อระหว่างการเลี้ยงให้อยู่ในสภาพเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่มีการเติมน้ำและทดแทนน้ำในส่วนที่ระเหยและรั่วซึม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ระบบการเลี้ยงแบบผสมผสาน

ระบบการเลี้ยงแบบผสมผสาน (polyculture) หรือระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบรวมกัน เป็นลักษณะการเลี้ยงสัตว์น้ำรวมกันสองชนิด หรือมากกว่าสองชนิดขึ้นไป ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกันและสามารถเลี้ยงรวมกันในบ่อเดียวกันได้ (New and Valenti, 2000)

Lutz (2003) รายงานว่า ลักษณะการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานมีมานาน เป็นระยะเวลามากกว่า 100 ปี โดยนิยมทำการเลี้ยงในประเทศจีน ส่วนมากเป็นการเลี้ยงรวมกันระหว่างกลุ่มของปลาน้ำจืดด้วยกันเองได้แก่ กลุ่มปลาคาร์พ ในประเทศอินเดียและประเทศอิสราเอลก็มีการเพาะเลี้ยงแบบผสมผสานมากกว่า 40 ปีแล้ว เนื่องจากมีความชัดเจนในเรื่องของรายได้ที่เพิ่มขึ้นมากกว่าการเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยว (monoculture) จึงนิยมเลี้ยงปลาผสมกับการเลี้ยงกุ้งโดยกลุ่มปลาที่นิยมนำมาเลี้ยงรวมกัน ได้แก่ กลุ่ม tilaphia, silver grass, bighead craps และ catfish ซึ่งจะนิยมเลี้ยงรวมกับกุ้งน้ำจืด เช่น กุ้งก้ามกาม โดยพวกปลาจะช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศภายในบ่อเลี้ยงดีขึ้น (Hendrickx *et al.,* 1996; New and Valenti , 2000; Zimmermann and New, 2000; Tian *et al.,* 2001; Wickins and Lee, 2002)

การเลี้ยงกุ้งแบบผสมผสานระหว่างกุ้งกุลาดำ *(Penaeus monodon*) ร่วมกับปลานิลลูกผสม (*Oreochromis mossambicus x O.* niloticus) ภายใต้การเลี้ยงกุ้งระบบปิด ใช้ลูกกุ้งระยะวัยรุ่นมีความยาวลำตัว 2.85±0.16 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 0.552 ± 0.041 กรัม พบว่าผลผลิตและอัตรารอดของกุ้ง *Penaeus chinensis* กับปลานิลลูกผสมมีอัตรารอดสูง โดยเฉพาะกุ้งที่ทำการปล่อยในระดับความหนาแน่น 6 ตัวต่อตารางเมตร และปลานิลลูกผสมอยู่ที่ 0.32 ตัวต่อตารางเมตร ให้ผลผลิตของกุ้งเพิ่มขึ้นจาก 325.4±54.9 กิโลกรัมต่อเนื้อที่ 10,000 ตารางเมตร เป็น 522.2±54.9 กิโลกรัมต่อเนื้อที่ 10,000 ตารางเมตรและมีอัตรารอดประมาณ 96.67 เปอร์เซ็นต์ ส่วนทางด้านระบบนิเวศวิทยาของบ่อกุ้ง พบว่า ปลามีผลต่อระบบนิเวศของบ่อทั้งทางตรงและทางอ้อม คือ ปลาจะควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนซึ่งส่วนใหญ่เป็นลักษณะการกินแบบเฉพาะกลุ่มโดยจะกินพวกแพลงก์ตอนขนาดใหญ่ แพลงก์ตอนสัตว์จึงช่วยลดปริมาณผู้ล่าที่จะกินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก ส่วนผลกระทบทางอ้อม คือ ทำให้เกิดวงจรอาหาร (nutrient cycle) เนื่องจากปลาจะมีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาทำให้ช่วยเพิ่มการเคลื่อนที่ของน้ำเกิดการปล่อยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสออกมาอยู่ในรูปสารประกอบประมาณ 27 เปอร์เซ็นต์ และเพื่อใช้เป็นอาหารในรูปของพลังงาน (food energy) จะถูกขับออกมาโดยกระบวนการภายในร่างกายของปลา ดังนั้น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ที่ขับออกมา แพลงก์ตอนพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก็จะนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ส่วนกุ้งก็จะอาศัยแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กใช้เป็นที่หลบซ่อน และได้รับอาหารเป็นพวก periphyton นอกจากนี้ปลายังช่วยกรองพวกสารอินทรีย์ภายในบ่อทำให้คุณภาพน้ำดีขึ้น นอกจากการเพาะเลี้ยงกุ้งรวมกับปลาแล้วยังมีสัตว์น้ำอีกหลายชนิดที่สามารถเพาะเลี้ยงรวมกันได้ (Wang *et al.,* 1998)

การเลี้ยงรวมระหว่างกุ้งกับปลานิล (tilapia) มีรูปแบบการเลี้ยงอยู่ 2 ลักษณะคือ การเลี้ยงแบบธรรมชาติและการเลี้ยงแบบการพัฒนา โดยการเลี้ยงแบบแรกจะอาศัยเลี้ยงจากอาหารธรรมชาติภายในบ่อ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ส่วนกุ้งซึ่งอาศัยอยู่ตามก้นบ่อก็จะกินอาหารธรรมชาติที่อยู่บริเวณพื้นบ่อเป็นหลัก ส่วนการเลี้ยงแบบที่สองเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนา จะอาศัยอาหารสำเร็จรูปเป็นหลัก มีเครื่องให้อากาศ มีการให้อาหารในปริมาณที่เพียงพอ พบว่า ผลผลิตของกุ้งน้อยกว่าเลี้ยงแบบเดี่ยวแต่ผลผลิตรวมทั้งหมดของทั้งกุ้งและปลามีมากกว่าการเลี้ยงแบบชนิดเดียว โดยสัดส่วนการปล่อยกุ้งต่อปลาต้องอยู่ที่ 80:25 ตัวต่อตารางเมตร และกุ้งควรมีน้ำหนักตัวละ 3-4 กรัมต่อตัว ส่วนใหญ่แล้วในการเลี้ยงใช้ปลาเพศผู้เพื่อต้องการควบคุมปริมาณผลผลิตของปลา (Yi *et al.,* 2003)

การเลี้ยงกุ้งแบบผสมผสานระหว่างกุ้งขาวแวนนาไมกับกุ้งสีฟ้า (*Litopenaeus stylirostris*) พบว่า พฤติกรรมการกินของกุ้งทั้ง 2 ชนิดแตกต่างกัน โดยกุ้งขาวแวนนาไมจะหิวอยู่ตลอดเวลาและช่วยกินอาหารเหลือของกุ้ง *Litopenaeus stylirostris* รวมทั้งแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดิน นอกจากนี้ยังพบว่ากุ้ง *Litopenaeus stylirostris* ที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 10.3 ± 3.4 กรัม สูงกว่าการเลี้ยงกุ้ง *Litopenaeus stylirostris* แบบเดี่ยวที่มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 9.0 ± 3.8 กรัม (Martinez –Cordova and Pena –Messina, 2005)

การเลี้ยงกุ้งแบบผสมผสานระหว่างกุ้งกุลาดำกับกุ้งขาวแวนนาไมภายใต้สัดส่วนที่แตกต่างกัน คือ 60:10 , 50:20 , และ 40:30 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ พบว่าบ่อที่ใช้สัดส่วนการปล่อยกุ้งกุลาดำต่อกุ้งขาวแวนนาไมที่เหมาะสม 60:10 ตัวต่อตารางเมตร ได้ผลผลิตดีที่สุดคือ มีน้ำหนักเฉลี่ย 15.76:30.13 กรัม ปริมาณผลผลิต 1,490:415 กิโลกรัมต่อไร่ ปริมาณผลผลิตรวม 1,950 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราแลกเนื้อ 1.42 (Taw *et al*., 2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hutchinson and Macarture (1959) กล่าวว่า การเลี้ยงแบบผสมผสานจะเกิดการแข่งขันกันตามธรรมชาติและจะพบมากในระบบการเลี้ยงแบบหนาแน่น โดยเกิดกับกลุ่มที่มีลักษณะทางอนุกรมวิธานที่เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม การสร้างอาณาเขต หรือระบบลำดับชั้นปกครองจะพบในช่วงแรกเพื่อเป็นการจัดการระบบการอยู่ร่วมกันแล้วระดับความสัมพันธ์ระหว่างกันจะค่อยๆ พัฒนาขึ้นในลักษณะผู้ที่มีอิทธิพลกับผู้ที่เป็นบริวาร (Wedemeyer, 1996; Martinez-Cordova and Pena-Messina, 2005) Shengli and Qinying (1995) สรุปปัจจัยความสำเร็จของการเลี้ยงกุ้งแบบผสมผสานของสัตว์น้ำว่าสิ่งสำคัญที่สุด คือ สุขภาพและการเจริญเติบโต โดยสัตว์น้ำที่นำมาเลี้ยงด้วยกันต้องช่วยลดปริมาณสัตว์น้ำที่อ่อนแอจากการเกิดโรคในบ่อเพื่อลดการระบาดของการเกิดโรคในบ่อได้และต้องช่วยปรับสมดุลของระบบนิเวศภายในบ่อได้ แต่เดิมการเลี้ยงแบบผสมผสานระหว่างสาหร่าย พืชน้ำ กับสัตว์น้ำมีสาเหตุมาจากการเกิดปัญหามลพิษบริเวณชายฝั่งเป็นหลักซึ่งเกิดจากการปล่อยน้ำทิ้งที่เกิดจากการขับถ่ายและการให้อาหารสัตว์น้ำ โดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา ที่มีอัตราการปล่อยเลี้ยงต่อพื้นที่สูง และมีการให้อาหารตลอดระยะเวลาการเลี้ยง จึงเกิดสภาวะแหล่งน้ำมีสารอาหารในปริมาณที่สูง จึงมีการประยุกต์โดยนำพืชหรือสัตว์มาเลี้ยงร่วมกับสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิต และเพื่อลดมลภาวะที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบพัฒนา (Brzeski and Newkirk, 1997)

ในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำผสมผสานร่วมกับสาหร่ายและพืชน้ำนั้น สาหร่ายและพืชน้ำจะมีบทบาทซึ่งเอื้อต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำ โดยแพลงก์ตอน สาหร่าย หรือพืชน้ำ จะมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยง เนื่องจากแพลงก์ตอน สาหร่าย หรือพืชน้ำจะเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำที่กินพืชเป็นอาหาร ขณะเดียวกันสัตว์น้ำที่เป็นนักล่าก็จะกินสิ่งมีชีวิตที่กินพืชเป็นอาหารอีกทอดหนึ่ง (Braeski and Newkirk, 1997) จากการทดลองเลี้ยงสาหร่ายผมนาง *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) ร่วมกับปลานิลสีแดง *Oreochromis niloticus* (Linn.) ของวิวรรธน์ และอรุณ (2539) พบว่าผลผลิตของปลานิลสีแดงที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายผมนางสูงกว่าบ่อที่เลี้ยงสาหร่ายเพียงอย่างเดียว หรือเลี้ยงปลานิลสีแดงเพียงอย่างเดียว

2. เป็นตัวกรองชีวภาพและดูดซับธาตุอาหาร โดยสาหร่ายเป็นตัวดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำโดยตรง ซึ่งเกิดจากการเลี้ยง และขับถ่ายของสัตว์น้ำที่เลี้ยง (Tseng and Borowitaka, 2003) สาหร่ายจะเป็นตัวเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยมีน้ำเป็นตัวกลาง ได้แก่ แอมโมเนียรวม ซึ่งจะมีสภาพเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 100 μM (Neori

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

et al., 2004) วลีรัตน์ และ พุทธ (2547) ใช้สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*, J.Agardh) เพื่อบำบัดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่าปริมาณสารประกอบแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทลดลง

นิคม และคณะ (2549) ทดลองใช้สาหร่ายหนาม (*Najas indicus*) กำจัดสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา พบว่าสาหร่ายหนามสามารถลดความเข้มข้นของแอมโมเนียรวม และไนไตรท์จาก 3.64 และ 0.60 มิลลิกรัม ไนโตรเจนต่อลิตร เป็น 0.091 และ 0.048 มิลลิกรัม ไนโตรเจนต่อลิตรหรือ 98 และ 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลให้ความเข้มข้นของไนโตรเจนรวมลดลง 77 เปอร์เซ็นต์ และ ไนโตรเจนอินทรีย์ละลายน้ำลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของฟอสเฟตลดลงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (0.295 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตรเป็น 0.016 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสาหร่ายหนามมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารประกอบอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสได้ดี

3. เพิ่มปริมาณออกซิเจนให้แก่ระบบการเลี้ยงโดยกลุ่มของพืชน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช สาหร่ายที่เป็นเส้นด้าย พืชน้ำขนาดใหญ่ที่อยู่ตามขอบบ่อ หรือเจริญเติบโตที่พื้นบ่อ จะเป็นแหล่งออกซิเจนหลักที่ได้จากการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวัน โดยพบว่าจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายสกุล *Ulva* 1 กิโลกรัม จะสามารถสร้างออกซิเจนสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำขนาด 2 กิโลกรัม ในขณะที่การหายใจของสาหร่ายในเวลากลางคืนจะต่ำกว่าปริมาณออกซิเจนที่ผลิตได้ในเวลากลางวัน (Brzeski and Newkirk, 1997; Neori *et al.,* 2004)

4. สร้างระบบนิเวศขนาดเล็ก ซึ่งนอกจากสาหร่ายและพืชน้ำจะมีบทบาทในการควบคุมคุณภาพน้ำ และเป็นอาหารของสัตว์น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ บนพื้นผิวทัลลัสของสาหร่าย รวมทั้งลำต้นและใบที่อยู่ในน้ำ และปริ่มน้ำของพืชน้ำในบ่อยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสาหร่ายเกาะติด และสัตว์น้ำขนาดเล็กในกลุ่มต่าง ๆ เช่น Annelida, Mollusca, Arthropoda และ Chordata (สุวิทย์, 2532; สุมาลี, 2537) ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะดึงดูดให้สัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร และสัตว์ที่เป็นนักล่าเข้ามาหาอาหารในแนวพืชน้ำ ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นก่อนที่จะถูกกิน การเพิ่มขึ้นของปริมาณสัตว์เกาะติดบริเวณลำต้น และทัลลัสของพืชน้ำและสาหร่าย จะเป็นตัวเพิ่มปริมาณสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในกลุ่มของ Copepod (Neori *et al.,* 2004)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 สาหร่ายไส้ไก่

สาหร่ายไส้ไก่ หรือ *Ulva intestinalis* Linnaeus (1753) มีลำดับทางอนุกรมวิธานดังนี้ (ภาพที่ 2)

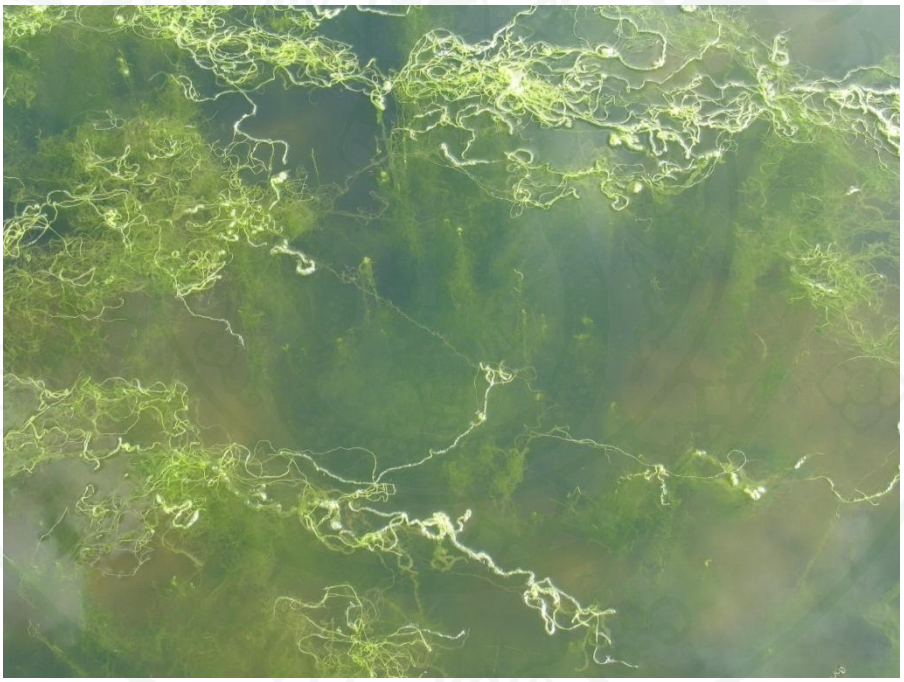
Division Chlorophyta

Class Chlorophyceae

Order Ulvales

Family Ulvaceae

Ulva intestinalis Linnaeus



ภาพที่ 2 ลักษณะของสาหร่ายไส้ไก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาหร่ายไส้ไก่มีทัลลัสเป็นท่อกลวง หงิกงอและย่นเหมือนไส้ไก่ สูงประมาณ 12 เซนติเมตร โดยมีรากเล็ก ๆ ยึดเกาะส่วนโคนแคบและขยายใหญ่ตอนบน (Lewmanomont and Ogawa, 1995) มีความหนา 1 ชั้นเซลล์ ความยาวทัลลัส 1-20 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-5 มิลลิเมตร (Waaland, 1997) ทัลลัสมีสีเขียวหรือบางครั้งมีสีเหลือง (Stewart, 1991) สาหร่ายไส้ไก่พบได้ทั่วไป สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่น้ำกร่อยจนถึงแหล่งน้ำเค็ม ปากแม่น้ำ แอ่งน้ำหรือบนก้อนหิน ตามแนวน้ำขึ้น น้ำลง ตามความยาวชายฝั่งทะเล (Stewart, 1991) โดยเฉพาะตามชายฝั่งที่มีปริมาณธาตุอาหารสูงจะมีการเจริญเติบโต อย่างรวดเร็วและมีปริมาณมาก (Villares and Carballeira, 2003) มักขึ้นบนก้อนหิน เปลือกหอย พบบ่อยในแหล่งน้ำกร่อยหรือบ่อเลี้ยงปลา สาหร่ายไส้ไก่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดีมาก บางชนิดขึ้นอยู่ใต้ท้องเรือโดยสารที่แล่นไปมาระหว่างน้ำจืดและน้ำเค็ม ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดเวลา (กาญจนภาชน์, 2527) โดยปกติสาหร่ายสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงฤดูร้อน ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม เมื่อความเค็มเปลี่ยนแปลงจะทำให้สาหร่ายปล่อยสปอร์ ซึ่งการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ sporophytes และ gametophytes ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลและระดับความเค็มของน้ำ (Pringle, 1986) กาญจนภาชน์ (2527) ได้อธิบายว่า สาหร่ายสกุลนี้บางชนิดมีวงจรชีวิตแบบ isomorphic diplohaplontic โดยต้น sporophyte จะสร้างซูโอสปอร์ (zoospore) ที่มีหนวด 4 เส้น และ gamete มีหนวด 2 เส้น การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นในช่วงของการสร้างสปอร์ บางชนิดมีเฉพาะการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการสร้างสปอร์ที่มีหนวด 2 หรือ 4 เส้น บางครั้งอาจจะพบการสืบพันธุ์แบบพาร์ทีโนเจเนซิส (partenogenesis) จาก gamete ทั้ง 2 เพศ โดยสามารถงอกเป็นทัลลัสใหม่ได้ ทั้งที่ไม่ได้ผสมกัน สาหร่ายไส้ไก่สามารถเจริญอยู่ได้ในน้ำที่มีความเค็มต่ำ และมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ในช่วงกว้าง สามารถยึดติดกับพื้นโดยใช้ไรซอยด์ โดยที่พื้นที่ยึดเกาะอาจเป็นก้อนหิน เปลือกหอย เศษไม้ หรือไม้น้ำอื่น ๆ

4.2 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมกับสาหร่าย

Lombardi *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร่วมกับสาหร่ายทะเล *Kappaphycus alvarezii* ในกระชัง พบว่าผลผลิตกุ้งสูงสุด 3.23 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อปี ผลผลิตเฉลี่ย 2.36 ± 0.76 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อปี ผลผลิตสาหร่ายทะเลสูงสุด 23.70 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อปีผลผลิตเฉลี่ย 17.47 ± 5.71 กิโลกรัมต่อตารางเมตรต่อปี แสดงให้เห็นว่าไม่มีปัญหาในการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายทะเล *Kappaphycus alvarezii* ในกระชัง แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการเลี้ยงกุ้งเพียงอย่างเดียวกับการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายทะเล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Kappaphycus alvarezii ทั้งน้ำหนักกุ้ง อัตรารอด และอัตราแลกเนื้อ (FCR) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเบญจมาศ และคณะ (2544) โดยทำการศึกษาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินา (*Spirulina* sp.) ผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายสไปรูลินาสามารถควบคุมคุณภาพน้ำได้ โดยที่ปริมาณแอมโมเนียไนไตรท์ และไนเตรท ไนโตรเจนในบ่อที่เลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินาจะมีค่าต่ำกว่าการเลี้ยงกุ้งเพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินากับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพียงอย่างเดียวพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่อัตราการรอดตายของการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินามีค่าสูงกว่าการเลี้ยงกุ้งเพียงอย่างเดียว และพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

จริยาวดี (2551) ได้ทำการศึกษาสัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตอิงอาศัยในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ พบว่า ปริมาณสัตว์หน้าดินในบ่อทดลองที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่มีปริมาณมากกว่าในบ่อควบคุมโดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) สัตว์หน้าดินกลุ่มหลักที่พบในบ่อทดลอง ได้แก่ หอยสองฝา หนอนแดง โดยปริมาณหอยสองฝาจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อมวลชีวภาพของสาหร่ายไส้ไก่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อควบคุมมีปริมาณแพลงก์ตอนมากกว่าบ่อทดลองที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อทดลองจะมีความสัมพันธ์กับมวลชีวภาพของสาหร่ายไส้ไก่ โดยปริมาณแพลงก์ตอนจะลดลงเมื่อมวลชีวภาพของสาหร่ายไส้ไก่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนทัลลัสของสาหร่ายไส้ไก่ ได้แก่แพลงก์ตอนตอนพืชใน Division Cyanophyta, Chlorophyta และ Chromophyta และแพลงก์ตอนสัตว์ใน Phylum Protozoa และ Rotifera ผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่เฉลี่ย 807 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตรารอดตาย 69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพียงอย่างเดียวมีผลผลิต 678 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตรารอดตาย 59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาการเลี้ยงปลา (*Sparus aurata* L.) ร่วมกับสาหร่าย (*Ulva lactuca* L.) พบว่า สาหร่ายจะทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลงและยังมีส่วนช่วยลดปริมาณแอมโมเนียที่ปลาขับออกมา (Neori *et al.,* 1996) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Matos *et al.,* (2006) ที่พบว่าสาหร่ายสามารถดูดซึมสารประกอบไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงปลาได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.3 การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

ในประเทศไทย การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่เป็นการเลี้ยงแบบผสมผสาน แนวทางใหม่ของคุณประยูร หงส์รัตน์ เจ้าของสุรีรัตน์ ฟาร์ม ในจังหวัดจันทบุรี ซึ่งมีประสบการณ์ในการเลี้ยงกุ้งเป็นเวลานาน สังเกตพบว่าลูกกุ้งที่ปล่อยในบ่อที่มีสาหร่ายไส้ไก่เจริญเติบโตดีกว่าลูกกุ้งที่เลี้ยงแบบปกติ คุณประยูรจึงทดลองเพาะและขยายพันธุ์สาหร่ายไส้ไก่แล้วนำไปใส่ในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ไม่มีการเอาเลนออก หลังจากจับกุ้งเสร็จแล้วในแต่ละรอบการเลี้ยง ปล่อยให้สาหร่ายไส้ไก่เจริญเติบโตปกคลุมพื้นดิน และปกคลุม 30-40 เปอร์เซ็นต์ ของผิวน้ำ ก่อนที่จะปล่อยกุ้งกุลาดำระยะพี 15 อัตราความหนาแน่น 30,000 ตัวต่อไร่ เนื่องจากในบ่อที่มีสาหร่ายไส้ไก่ปริมาณมากมีสัตว์และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นอาหารธรรมชาติอย่างสมบูรณ์จึงไม่ต้องให้อาหารในระยะแรกของการเลี้ยง จนกว่าสาหร่ายจะลดปริมาณลงและหมดไป ซึ่งมีระยะเวลายาวนาน 50-60 วัน ทำให้ลดต้นทุนค่าอาหารเม็ดและไม่มีของเสียสะสมในบ่อ ทั้งยังช่วยลดต้นทุนในเรื่องของพลังงานในการใช้เครื่องให้อากาศอีกด้วย (ประยูร และคณะ, 2549)

5. คุณภาพน้ำกับการเพาะเลี้ยง

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์ คุณภาพของน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมเป็นสำคัญ ได้แก่ สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ประโยชน์ที่ดินหรือกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (เกษม, 2526) แหล่งน้ำและคุณภาพน้ำมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต สุขภาพ การดำรงชีวิต การสืบพันธุ์ และการแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำ เนื่องจากสัตว์น้ำต้องอาศัยน้ำเป็นสื่อกลางในการหายใจ การหาอาหาร การรักษาสมดุลของร่างกาย กิจกรรมทางชีวเคมี การใช้อาหาร และการขับถ่ายของเสีย ดังนั้นคุณภาพน้ำที่ดีจึงมีผลต่อสุขภาพของกุ้ง การเจริญเติบโต และผลผลิต การกำหนดมาตราฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำแนกได้ 3 ลักษณะ (ยนต์, 2539) คือ

5.1 ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปร อันเนื่องจากลักษณะทางกายภาพที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ในทางตรงหรือทางอ้อม เช่น สี (colour) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิ (temperature) ความนำไฟฟ้า (conductivity) และปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ลักษณะทางเคมี หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรอันเนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมี สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free carbondioxide) ไนโตรเจน (nitrogen) ฟอสฟอรัส (phosphorus) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide) ความเค็ม (salinity) โลหะหนัก (heavy metals) และ สารพิษ (pesticides) เป็นต้น

5.3 ลักษณะทางชีวภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำผันแปรอันเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำอันมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (plankton) แบคทีเรีย (bacteria) พืชน้ำ (aquatic macrophytes) และเชื้อโรค (pathogens) เป็นต้น

6. คุณลักษณะและคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง

การจัดการเพื่อให้น้ำในบ่อมีคุณภาพดี เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อการเจริญเติบโตและการอยู่รอดของกุ้ง โดยปัจจัยคุณภาพน้ำที่สำคัญ มีดังนี้

6.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen) ออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญมากที่สุดสำหรับสิ่งมีชีวิต เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกายเพื่อการเจริญเติบโต ความสามารถในการละลายน้ำของก๊าซออกซิเจนมีจำกัดและขึ้นกับความดันของบรรยากาศ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณเกลือแร่ต่างๆ ที่มีอยู่ในน้ำ (Boyd, 1982) นอกจากนี้ในกรณีที่ปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในระดับต่ำ ไนไตรท์จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยสามารถเปลี่ยน hemoglobin ในเม็ดเลือดเป็น methemoglobin โดยเลือดจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีชาแก่หรือน้ำตาลเข้ม ทำให้สัตว์น้ำตายในที่สุด (Wetzel, 1975) และพุทธ (2544) รายงานว่าน้ำที่มีความเค็มและอุณหภูมิเพิ่มมากขึ้นความสามารถในการละลายของออกซิเจนจะลดลง กุ้งมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่มีออกซิเจนแตกต่างกันออกไป โดยที่ปริมาณออกซิเจนที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งต้องมากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งที่อยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนมากเพียงพอจะแข็งแรงเติบโตดี แต่ถ้ากุ้งอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีออกซิเจนน้อยกุ้งจะเครียด ทำให้ป่วยเป็นโรคง่าย ถ้าปริมาณออกซิเจนน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งตาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในน้ำ โดยทั่วไปในทางปฏิบัติน้ำที่มีค่ากลางเป็น 7 ซึ่งถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 7 แสดงว่าอยู่ในสภาพเป็นกรด หรือพีเอชมากกว่า 7 แสดงว่าอยู่ในสภาพเป็นด่าง ดังนั้น ค่าพีเอชจึงอยู่ระหว่าง 0-14 และพีเอชของน้ำที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำควรอยู่ระหว่าง 7.5 ในตอนเช้าและในช่วงบ่ายอยู่ที่ 8.5 และค่าความแตกต่างของพีเอชในรอบวันควรมากกว่า 0.5 ทั้งการเปลี่ยนแปลงของพีเอชในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำขึ้นกับปัจจัยที่หลากหลายเช่น คุณสมบัติของดิน ค่าความเป็นด่าง การผลิต และการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่จะขึ้นกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช (ชลอ, 2543; ชลอ และพรเลิศ, 2547) โดยค่าพีเอชน้อยกว่า 4 มีผลเป็นกรดกุ้งจะตาย พีเอชที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 6- 9 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งดีที่สุด ถ้ามากกว่า 11 มีผลเป็นด่างกุ้งจะตาย

6.3 ความเค็มของน้ำ (salinity) หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นของอิออนที่ละลายในน้ำ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร หรือส่วนในพันส่วน (parts per thousand : ppt) หรือย่อเป็นพีพีที มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำมากโดยจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกายเป็นผลมาจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกภายในตัวสัตว์น้ำกับน้ำภายนอก ถ้าความเค็มของน้ำเปลี่ยนแปลงมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 2-3 นาที สัตว์น้ำไม่สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้สัตว์น้ำตายได้ (Lawson, 1995; Boyd and Tucker, 1998) กุ้งก้ามกรามขณะอยู่ในช่วงเพาะและอนุบาลสามารถอยู่ในความเค็มระหว่าง 10 -15 พีพีที (สมพงษ์, 2546) และความเค็มยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของ เชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคอีกด้วย เช่น แบคทีเรียพวก *Vibrio* sp. จะเจริญเติบโตได้ดีที่ความเค็มตั้งแต่ 20 พีพีทีขึ้นไป ส่วนแบคทีเรียพวก *Pseudomonas* sp. จะเจริญที่ความเค็มต่ำ ประมาณ 10 พีพีที (Buchanan and Gibbons, 1974)

กุ้งก้ามกรามสามารถทนความเค็มได้สูงกว่า 18 พีพีที แต่ช่วงความเค็มที่กุ้งเจริญเติบโตได้ดีที่สุดอยู่ในช่วง 0 ถึง 4 พีพีที (กรมประมง, 2546) ส่วน Sandifer *et al.* (1975) พบว่า กุ้งก้ามกรามวัยรุ่นสามารถอยู่ได้ในน้ำที่มีความเค็มระดับต่างๆ ได้ แต่เริ่มตายที่ความเค็ม 25 พีพีที และการตายจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วที่ความเค็ม 30 พีพีที ชะลอ และพรเลิศ (2547) กล่าวว่า กุ้งกุลาดำ สามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มได้ในช่วงกว้าง ตั้งแต่ 0-45 พีพีที ถ้าความเค็มเปลี่ยนแปลงลดลงเพิ่มอย่างช้าๆ กรมประมง (2547) รายงานว่ากุ้งขาวแวนนาไม สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีระดับความเค็มตั้งแต่ 0-45 พีพีที แต่ความเค็มที่เหมาะสมคือ 10-30 พีพีที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.4 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมการเจริญเติบโต และการแพร่พันธุ์ของพืชและสัตว์ ซึ่งอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับความเข้มของแสง ถ้าปริมาณความเข้มแสงมากก็จะทำให้อุณหภูมิที่ผิวน้ำสูงขึ้น (เปี่ยมศักดิ์, 2525) อุณหภูมิมีผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตของกุ้ง โดยทั่วไปกุ้งสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส แต่ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่ากุ้งจะตาย (Boyd and Fast, 1992) รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity หรือ EC) ถ้าอุณหภูมิสูงจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น แตกตัวเป็นอิออน ของเกลือมากขึ้น (สุธี, 2543)

6.5 แอมโมเนีย (ammonia) เป็นสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต (ยนต์, 2530) ไนโตรเจนในน้ำสามารถพบได้ในรูปของก๊าซไนโตรเจน(N_2) ไนเตรท (NO_3) ไนไตรท์ (NO_2) แอมโมเนียอิสระ (NH_3) แอมโมเนียอิออน (NH_4^+) และสารอินทรีย์ไนโตรเจนต่างๆ แอมโมเนียในน้ำจะแตกตัวในรูปของแอมโมเนียอิออน (NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ หรือเป็นพิษน้อยมาก เมื่อพีเอชต่ำแอมโมเนียจะอยู่ในรูปแบบนี้มาก ในขณะที่พีเอชสูง แอมโมเนียจะอยู่ในรูปแอมโมเนียอิสระ (NH_3) มากและจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำมากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH$$

ผลรวมของแอมโมเนียอิสระ และแอมโมเนียอิออน เรียกว่า total ammonia nitrogen (TAN) (Boyd, 1989) เมื่อแอมโมเนียในน้ำมีปริมาณสูงขึ้น จะมีผลให้การขับถ่ายแอมโมเนียของกุ้งทำได้น้อยลง เกิดการสะสมของแอมโมเนียในเลือกและเนื้อเยื่อ และทำให้การใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อสูงขึ้น ทำลายเหงือกและความสามารถในการขนส่งออกซิเจนในตัวกุ้ง ทำให้กุ้งอ่อนแอและติดโรคง่าย แอมโมเนียที่ทำให้สัตว์น้ำตายโดยปกติอยู่ในช่วง 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชลอ, 2543) Kungvankij *et al.* (1986) กล่าวว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนีย–ไนโตรเจน 0.45 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ สิริ (2527) รายงานว่า ค่าแอมโมเนียในรูปผลรวมระดับที่ปลอดภัยต่อลูกกุ้งกุลาดำคือ 0.48 มิลลิกรัมต่อลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.6 ความเป็นด่าง (alkalinity) ของน้ำ หมายถึง ความสามารถหรือคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วยคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) เป็นส่วนใหญ่ ค่าความเป็นด่างมีผลเกี่ยวเนื่องกับคุณสมบัติด้านอื่นๆ เช่น ความเป็นกรด (acidity) และความกระด้าง (hardness) เป็นต้น (Brawn *et al.,* 1983) คุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของพีเอช รวดเร็วเกินไป ความเป็นด่างของน้ำที่เหมะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 100 - 120 มิลลิกรัมต่อลิตร (Boyd, 1982)

ความเป็นด่างของน้ำกับความกระด้างมีความสัมพันธ์กัน น้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตควรมีค่าความเป็นด่างหรือความกระด้างอยู่ในเกณฑ์เดียวกัน นอกจากนี้น้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำค่าความเป็นด่างของน้ำในแหล่งน้ำไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและไม่ลดจากค่าปกติเกิน 25 เปอร์เซ็นต์ของค่าที่มี น้ำที่มีค่าความเป็นด่างต่ำจะเป็นน้ำอ่อน (soft water) และมีพีเอชที่ไม่ให้ผลผลิตสูง เนื่องจากความเป็นด่างเป็นตัวช่วยควบคุมพีเอชในแหล่งน้ำไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว น้ำที่มีพีเอชต่ำกว่า 4.5 จะไม่พบค่าความเป็นด่างอยู่เลย (Molye, 1945; Mairs, 1966) ซึ่งถ้าค่าพีเอชมากกว่า 9 หรือน้อยกว่า 5 จะมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น เพราะน้ำที่เป็นกรดหรือด่างแก่จะมีปริมาณ H^+ และ OH^- มากซึ่งมีผลต่อค่าการเคลื่อนที่ของอิออนสูง

6.7 ความกระด้าง (hardness) ของน้ำ เกิดจากตะกอนของแคลเซียมอิออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมอิออน (Mg^{2+}) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะวัดออกมาเป็นปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ปริมาณความกระด้างรวม หมายถึง ผลรวมของความกระด้างอันเนื่องมาจากผลรวมความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียม (ศิริเพ็ญ, 2543) ชลอ และพรเลิศ (2547) กล่าวว่า ค่าความกระด้างที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งด้วยน้ำความเค็มต่ำ ไม่ควรต่ำกว่า 1,000 มิลลิลิตรต่อกรัม ถ้าความกระด้างของน้ำต่ำควรจะมีการเติมเกลือแร่ลงไปช่วงเวลาที่กุ้งมีการลอกคราบหรือผสมเกลือแร่ในอาหารให้กุ้งกินเพื่อทดแทนปริมาณที่ไม่เพียงพอในน้ำ ในการแบ่งความกระด้างของน้ำโดยถือเอาปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีอยู่เป็นเกณฑ์สามารถแบ่งความกระด้างของน้ำได้ดังนี้

น้ำอ่อน 0-75 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต
น้ำค่อนข้างกระด้าง 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต
น้ำกระด้าง 150-300 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต
น้ำกระด้างมาก > 300 มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความกระด้างของน้ำโดยตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) แต่มีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่างและพีเอช นอกจากนี้ความกระด้างของน้ำยังช่วยลดความเป็นพิษหลายชนิด โดยเฉพาะพวกโลหะหนัก ดังนั้นน้ำกระด้างปานกลางหรือสูงจึงมีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ น้ำอ่อนโดยเฉพาะน้ำฝนไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528)

6.8 สารแขวนลอยและสารอินทรีย์ (suspended solids and organic matter) น้ำที่สูบเข้าในบ่อเลี้ยงกุ้ง ส่วนมากจะมีพวกสารแขวนลอยมากซึ่งสารนั้นจะประกอบด้วยอนุภาคของดินและสารอินทรีย์ถูกพัดมาจากแหล่งน้ำลำคลอง สิ่งขับถ่ายของกุ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเศษอาหารกินเหลือตะกอนหนักก็ ตกลงสู่ก้นบ่อ สำหรับตะกอนที่มีขนาดเล็กมากจะไม่จมลงสู่ก้นบ่อจะยังคงแขวนลอยอยู่ทำให้น้ำมี ความขุ่นสูง ความขุ่นที่มากเกินไปจะทำให้กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก และเมื่อสารเหล่านี้ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียก็อาจเป็นตัวใช้ออกซิเจนที่สำคัญส่วนหนึ่ง นอกจากนี้การเน่าสลายของตะกอนสารอินทรีย์จะทำให้เกิดแอมโมเนียและไฮโดรเจนซัลไฟด์บริเวณพื้นบ่อซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อตัวกุ้งได้ (มั่นสิน, 2544) สารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ของแข็งที่ตกตะกอนและของแข็งแขวนลอย (total suspended solids) ส่วนที่สองเป็นสารแขวนลอยทั้งหมดที่ละลายน้ำ (total dissolved solids) ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ต่าง เช่น NaCl , Na_2CO_3 และส่วนที่เป็นอนินทรีย์สาร เช่น แป้ง น้ำตาล กรดอะมิโน วิตามินบางชนิด และผงซักฟอก เป็นต้น (ณฐกร, 2543) ความขุ่นของน้ำจะจำกัดปริมาณแสงที่ผ่านลงไปในน้ำ ในบ่อกุ้งโดยทั่วไปความขุ่นของน้ำเกิดจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือ การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชและอนุภาคดินแขวนลอย จากกระบวนการนี้ทำให้เกิดสะสมของตะกอนและทำให้เกิดการตื้นเขิน (Boyd, 1982) ในแหล่งน้ำที่ให้ผลผลิตทางการประมงที่ดีควรมีค่าปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้ผลผลิตลดลง และถ้ามากเกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไปจะเลี้ยงปลาไม่ได้ (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528)

6.9 ค่าความนำไฟฟ้า (electrical conductivity หรือ EC) คือความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำหรือของเหลวอื่น ประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าของน้ำขึ้นกับปริมาณไอออน mobility valence และ relative concentration ของน้ำหรือของเหลว ความเค็มสามารถวัดได้โดยค่าความนำไฟฟ้าในดินและวัดจากความหนาแน่นโดยใช้ hydrometers (Reid, 1961) ค่าความนำไฟฟ้าที่น้อยกว่า 1 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร จะไม่มีความเค็ม ส่วนค่าความนำไฟฟ้าที่อยู่ในช่วง 5-8 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มีความเค็มปานกลาง และค่าความนำไฟฟ้ามากกว่า 9 มิลลิซิเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความเค็มสูง ค่าความนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุชนิดต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำทะเล (สมเจตน์ และคณะ, 2529)

6.10 ไนไตรท์ (nitrite) เป็นสารประกอบในรูปของไนโตรเจนเกิดจากกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification) ของแอมโมเนียในสภาพที่มีออกซิเจน หรือบางครั้งอาจจะเกิดจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน (denitrification) หรือไนเตรทรีดักชัน (nitrate reduction) ของไนเตรทในสภาพขาดออกซิเจน การสะสมไนไตรท์ในน้ำจะเกิดขึ้นเมื่อในบ่อเลี้ยงกุ้งมีการเน่าสลายของสารอินทรีย์และปล่อยแอมโมเนียออกมามาก ไนไตรท์เป็นอนินทรีย์ไนโตรเจนที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำเช่นเดียวกับแอมโมเนีย โดยไนไตรท์สามารถลดประสิทธิภาพในการขนส่งออกซิเจนของเลือดและทำลายเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำ ปริมาณคลอไรด์ในน้ำช่วยลดความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อสัตว์น้ำได้ ดังนั้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยจึงไม่ค่อยมีปัญหาจากความเป็นพิษของไนไตรท์ เพราะน้ำกร่อยมีความเข้มข้นของคลอไรด์สูง สิริ (2529) รายงานว่า ระดับความเข้มข้นของไนไตรท์ที่ปลอดภัยต่อลูกกุ้งกุลาดำขนาด 1.36 เซนติเมตร เท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ลูกกุ้งกุลาดำระยะนอเพลียสและโพสลาร์วา พบว่าระดับความเข้มข้นของไนไตรท์ที่ปลอดภัยเท่ากับ 0.11 และ 1.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Chen and Chin, 1988) สำหรับในกุ้งขาวระยะโพสลาร์วา 17 (PL 17) ระดับความเข้มข้นของไนไตรท์ที่ปลอดภัยเท่ากับ 0.169,0.828,2.504 และ 5.193 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ความเค็ม 1,5,15 และ 25 พีพีที ตามลำดับ (Komarudin, 2004) การป้องกันปัญหาความเป็นพิษของแอมโมเนียและไนไตรท์สามารถทำได้โดยการควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ที่ตกค้างและเน่าสลายภายในบ่อ เพื่อให้เกิดแอมโมเนียน้อยที่สุด การเปลี่ยนถ่ายน้ำหรือเพิ่มออกซิเจนในน้ำสามารถลดปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ได้

โดยปกติมักพบไนไตรท์ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะส่วนมากถูกเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรท แต่ในบ่อที่น้ำมีพีเอชค่อนข้างสูง ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่เปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรทหยุดชะงักลง ทำให้เกิดการสะสมไนไตรท์ในบ่อ (ยนต์, 2530) Wickins (1985) พบว่าไนไตรท์ที่ระดับความเข้มข้น 6.4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีผลทำให้กุ้ง *Penaeus indicus* ลดการเจริญเติบโตถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และ Markens and Downing (1957) กล่าวว่า ความเป็นพิษของแอมโมเนียมีความสัมพันธ์กับไนไตรท์ที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยพบว่าเมื่อความเข้มข้นไนไตรท์ในน้ำเพิ่มขึ้น จะทำให้ความเป็นพิษของแอมโมเนียเพิ่มขึ้นด้วย

6.11 ความโปร่งแสง (transparency) ของน้ำเป็นดัชนีที่บ่งถึงปริมาณแพลงก์ตอนพืชและตะกอนแขวนลอยในบ่อเลี้ยง หากน้ำในบ่อมีความขุ่นมาก จะทำให้ค่าความโปร่งแสงของน้ำในบ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้อยเกินไปมีผลทำให้แสงส่องลงไปไม่ถึงพื้นบ่อ ทำให้สาหร่ายที่อยู่ตามพื้นบ่อตายและเกิดการเน่าเสียตามมา แต่ถ้าน้ำในบ่อกุ้งใสเกินไป อาหารธรรมชาติจะมีน้อย ความโปร่งแสงที่เหมาะสมในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจะอยู่ในช่วง 25-50 เซนติเมตร (Brock and Main, 1994)

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

คุณคุณภาพน้ำ	ระดับที่เหมาะสม	เอกสารอ้างอิง
อุณหภูมิ (°C)	24-32	Arrigon *et al.*(1994) Brock and Main (1994) Wyban *et al.*(1995)
ความเค็ม (ppt)	20-40	Huang (1983) Bray *et al.*(1994) Ponce – Palafox *et al.* (1997)
พีเอช	7.0-9.0 7.8-8.3 ในกุ้งเล็ก 7.3-8.0 ในกุ้งโต	Brock and Main (1994) สุรศักดิ์ (2546)
แอมโมเนีย (Juvenile stage) (mg/l)	0.16 (15 ppt) 0.16 (25 ppt) 0.16 (35 ppt)	Lin and Chen (2001)
คาร์บอนไดออกไซด์(mg/l)	<20	Brock and Main (1994)
ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (mg/l)	<0.001	Brock and Main (1994)
แอมโมเนียรวม (mg/l)	<1	Brock and Main (1994)
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	ไม่ต่ำกว่า 3	Patrick (1977) Arrigon *et al.* (1994) Brock and Main (1994)
ความเป็นด่าง (mg/l)	120-180	Brock and Main (1994) สุรศักดิ์ (2546)
ไนไตรท์ (mg/l)	<0.1	Brock and Main (1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7. ผลกระทบจากการเลี้ยงกุ้ง

จากการศึกษาของ กังวาลย์ (2532) พบว่าการเพาะเลี้ยงกุ้งได้ก่อให้เกิดผลกระทบในแง่ลบ ดังนี้

1. ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ

การเลี้ยงกุ้งทะเล เป็นการนำทรัพยากรต่างๆ ของประเทศมาทำการผลิตกุ้งผลผลิตที่ได้จะนำมาบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายในตลาดโลก ปัจจัยการผลิตโดยตรงและโดยอ้อมที่นำมาใช้สำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล อาทิ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรป่าชายเลน และทรัพยากรประมง ซึ่งในการเลี้ยงกุ้งนั้น ได้ก่อให้เกิดผลกระทบภายนอก (externality) ขึ้น ซึ่งผลกระทบนี้เกือบทั้งหมดเป็นผลกระทบในทางลบ ก่อให้เกิดต้นทุนภายนอก (external cost) ขึ้น แต่ต้นทุนเหล่านี้ สังคมโดยส่วนรวมเป็นผู้รับ ผู้เลี้ยงกุ้งทะเลจะจ่ายเฉพาะต้นทุนในการเพาะเลี้ยง (private cost) เท่านั้น โดยจะพยามยามหลีกเลี่ยงต่อการรับผิดชอบต่อต้นทุนภายนอกที่เกิดขึ้น ข้ออ้างที่ถูกนำมาใช้ก็คือ หากผู้เลี้ยงต้องรับผิดชอบในต้นทุนภายนอกแล้ว จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้นจนไม่สามารถแข่งขันได้ในตลาดโลก แต่ในปัจจุบัน ประเทศที่นำเข้ากุ้งทะเลได้ออกกฎระเบียบบังคับให้ผู้ผลิตกุ้งต้องรับภาระของต้นทุนภายนอกทั้งหมด จึงจะยินยอมให้ส่งกุ้งเข้าประเทศของตนเอง

2. ผลกระทบด้านสังคม

ผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำทางสังคม มีผู้กล่าวถึงค่อนข้างน้อยเพราะเป็นเรื่องที่ละเอียดอ่อน และขาดข้อมูลที่จะนำมายืนยันได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเป็นผลกระทบที่จับต้องไม่ได้ (intangible impacts) เป็นส่วนใหญ่ และยากที่จะสามารถวัดเป็นตัวเงินได้ ผลกระทบทางด้านสังคมอาจแบ่งได้เป็น 2 ระดับคือ

2.1 ผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตมนุษย์ การเลี้ยงกุ้งทะเลทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์ ก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ขาดแหล่งน้ำอุปโภค มีสัตว์ที่รบกวนและสร้างความรำคาญมากขึ้น และในบางกรณีได้ก่อให้เกิดโรคระบาดขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ผลกระทบต่อสังคมรวม ก่อให้เกิดมีการเปลี่ยนแปลงในพฤติกรรมทางสังคม จิตใจ โครงสร้างครอบครัว รวมถึงวัฒนธรรมท้องถิ่น ประเพณี ความเชื่อ และความเข้มแข็งของชุมชน ในหลายกรณีได้เกิดการขัดแย้งในชุมชน เนื่องจากมีการใช้ทรัพยากรที่แตกต่างกัน ผลกระทบต่อครอบครัวจะเห็นได้ค่อนข้างชัด ครอบครัว ได้เกิดการแตกแยกไม่ว่าจะเลี้ยงกุ้งได้ผลกำไรหรือขาดทุน ทีร้ายที่สุดก็คือ มีบางครัวครอบได้ฆ่าตัวตายทั้งครอบครัว เนื่องจากทำการเลี้ยงกุ้งแล้วเกิดหนี้สิน การสังหารกันเนื่องจากผลประโยชน์ที่ขัดกันก็มีเกิดขึ้นในหลายพื้นที่

3. ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

3.1 ผลกระทบต่อทรัพยากรดิน ได้แก่ การเกิดตะกอนดินเลนก้นบ่อ (sludge) การแพร่กระจายของดินเค็ม (saline soil) และการเกิดค่าเสียโอกาสที่ดินทิ้งร้างจากการเลี้ยงกุ้ง

3.2 ผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ได้แก่ เกิดการปนเปื้อนของในแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำใต้ดิน เพราะมีการนำน้ำเค็มหรือเกลือเข้ามาในพื้นที่น้ำจืด จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศน้ำเค็มบางส่วนซึมลงใต้ดินมีผลกระทบต่อน้ำใต้ดิน บางส่วนไหลออกมานอกบ่อกุ้ง ทำให้เกิดความเสียหายแก่พื้นที่เกษตรกรรมข้างเคียง และเกิดความขัดแย้งในการใช้น้ำเนื่องจากความเค็มที่แพร่กระจายจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชจึงก่อให้เกิดความขัดแย้งระหว่างผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำและกลุ่มเกษตรกรที่ปลูกพืช

3.3 ผลกระทบต่อทรัพยากรป่าชายเลน ซึ่งผลกระทบโดยตรงคือ การสูญเสียพื้นที่ป่าชายเลนที่ถูกถางเพื่อนำมาใช้เป็นบ่อกุ้ง อาทิการเลี้ยงกุ้งในจังหวัดจันทบุรีเป็นการบุกรุกป่าชายเลนในช่วงปี 2518-2529 ป่าชายเลนลดลงร้อยละ 40 สภาพป่าเสื่อมโทรมส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (ดวงใจ, 2533) และทำให้สูญเสียผลประโยชน์จากป่าในรูปของผลผลิตไม้และผลผลิตที่ไม่ใช่ไม้ ผลกระทบในทางอ้อมคือทำให้ระบบนิเวศของป่าชายเลนเปลี่ยนแปลงไป ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชายฝั่งทั้งมวลได้สูญหายไป

3.4 ผลกระทบต่อทรัพยากรประมง ได้มีการศึกษายืนยันว่า การมีป่าชายเลนถูกทำลายลงจะเป็นการทำลายแหล่งวางไข่ แหล่งที่พักตัวของสัตว์น้ำวัยอ่อนหลายชนิด และแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ของเสียที่ปล่อยออกมาจากบ่อเลี้ยงกุ้งได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อความชุกชุมของสัตว์น้ำชายฝั่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาของ บุญส่ง (2538) พบว่าการเพาะเลี้ยงกุ้งได้ก่อให้เกิดผลกระทบในแง่บวก ดังนี้

1. ผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ คือ ผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งจูงใจให้เกษตรกรขยายตัวในการเลี้ยงกุ้ง ทำให้การค้าขายขยายตัวตาม เกิดธุรกิจต่อเนื่องการเลี้ยงกุ้งขึ้นในท้องถิ่น อาชีพการเลี้ยงกุ้งทำให้เกิดการว่าจ้างคนทำงานในธุรกิจต่อเนื่องเพิ่มขึ้น ช่วยลดการอพยพประชากรไปหางานทำที่อื่น ราคาที่ดินในบริเวณที่ทำนากุ้งเพิ่มขึ้น ทำให้การคมนาคมสาธารณูปโภคต่างๆ สะดวกและเจริญขึ้น

2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือ น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งทำให้กุ้ง หอย ปู ปลา ในบริเวณชายฝั่งชุกชุมขึ้น

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังตื่นตัวบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยธรรมชาติเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทำให้ผู้ประกอบการเพาะเลี้ยงกุ้งจึงต้องหันมาใส่ใจสิ่งแวดล้อมทีเกี่ยวข้องกับการเลี้ยงกุ้งมากขึ้น การเลี้ยงกุ้งโดยนำหลักชีวภาพมาช่วยในการบำบัด เป็นการช่วยฟื้นฟูสภาพแวดล้อมการรักษาแหล่งน้ำให้สะอาดและรักษาสมดุลทางชีวภาพอีกทาง

8. ต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนของการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันหากจะพิจารณาตัวเลขผลผลิตกุ้งทะเล จะพบว่าผลผลิตได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 17,886 ตัน ในปี 2529 เป็น 23,566 ตันในปี 2530 และเพิ่มขึ้นสองเท่าตัวเป็น 55,633 ตัน ในปีถัดมา จนถึงปี 2536 มีผลผลิตกุ้งทะเลจากการเพาะเลี้ยงกว่า 200,000 ตัน/ปี สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร (2534) ได้ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตกุ้งกุลาดำ พบว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบกึ่งพัฒนา และแบบพัฒนา มีความเหมาะสมสำหรับการประกอบธุรกิจในปัจจุบันมากกว่าแบบธรรมชาติ วิธาร (2542) ได้ศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนของการผลิตกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา โดยระบบปิดและระบบเปิดในประเทศไทย พบว่าเกษตรกรที่เลี้ยงระบบปิดโดยเฉลี่ยทั้งประเทศไทยของฟาร์มขนาดใหญ่จะได้รับกำไรสูงสุด เนื่องจากได้รับผลผลิตและราคาที่สูงกว่า ส่วนเกษตรกรที่เลี้ยงระบบเปิด เฉลี่ยทั้งประเทศของฟาร์มขนาดเล็กจะได้รับกำไรสูงสุด เพราะมีการปล่อยกุ้งหนาแน่นและมีการดูแลเอาใจใส่อย่างทั่วถึงทำให้ได้รับผลผลิตที่สูงกว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฬาพร (2548) ได้ทำการศึกษาผลผลิตและผลตอบแทนในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบเดี่ยว การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม และการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งก้ามกรามด้วยน้ำเค็มต่ำในบ่อขนาด 3 ไร่ อย่างละ 2 บ่อ โดยกลุ่มควบคุมจะเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพียงอย่างเดียว กลุ่มที่สองปล่อยลูกกุ้งกุลาดำระยะโพสลาร์วา (พี 15) จำนวน 140,000 ตัวและลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะพี 12 จำนวน 40,000 ตัวต่อบ่อ และกลุ่มที่สาม ปล่อยลูกกุ้งกุลาดำระยะพี 15 จำนวน 170,000 ตัว และลูกกุ้งก้ามกรามระยะคว่ำ (โพสลาร์วา) จำนวน 10,000 ตัวต่อบ่อ ผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมได้ผลผลิตสูงกุ้ง โดยการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบเดี่ยวให้ผลผลิตรวม 1,310 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 56,907 บาทต่อไร่ ขาดทุนสุทธิเท่ากับ 3,365 บาทต่อไร่ ในขณะที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไมสามารถให้ผลผลิตรวม 1,358 กิโลกรัม โดยมีปริมาณผลผลิตของกุ้งกุลาดำ 950 กิโลกรัม และกุ้งขาวแวนนาไม 435 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 56,357 บาทต่อไร่ ได้กำไรสุทธิเท่ากับ 5,668บาทต่อไร่ ส่วนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับกุ้งก้ามกรามให้ผลผลิตรวม 990 กิโลกรัม โดยมีปริมาณผลผลิตของกุ้งกุลาดำ 815 กิโลกรัม และกุ้งก้ามกราม 175 กิโลกรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 47,680 บาทต่อไร่ ขาดทุนสุทธิเท่ากับ 9,325 บาทต่อไร่

9. ความสนใจของเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยใช้สาหร่ายไส้ไก่ ที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ ดินตะกอน และผลผลิต

แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับทัศนคติหรือความคิดเห็น Maslow (1970) ได้ลำดับขั้นความต้องการของมนุษย์ไว้ 5 ระดับดังนี้

1. ความต้องการทางสรีระพื้นฐาน (basic physiological needs) คือความต้องการที่จำเป็นสำหรับการอยู่รอดของชีวิตทางกายภาพ ได้แก่ ความต้องการอาหาร เสื้อผ้า เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัย กล่าวคือปัจจัย 4 นั่นเอง

2. ความต้องการความมั่นคงและความปลอดภัย (security and safety) คือ ความต้องการที่จะมีความมั่นคงปลอดภัย ในชีวิตและทรัพย์สิน หลังจากได้รับการตอบสนองปัจจัย 4 แล้ว

3. ความต้องการความรักและกิจกรรมในสังคม (love affection and social activities) คือ ความต้องการที่จะแสดงความรักใคร่ ความอบอุ่น และการร่วมกิจกรรมทางสังคมกับผู้ที่อยู่ร่วมในสังคม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. ความต้องการมีเกียรติและเคารพตนเอง (esteem and self respect) คือ ความต้องการให้คนยกย่องนับถือ และรู้สำนึกในคุณค่าศักดิ์ศรีของตนเอง

5. ความต้องการความสำเร็จในตัวเอง (self realization and accomplishment) คือ ความรู้สึกภาคภูมิใจที่สามารถทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดสำเร็จด้วยตนเอง รู้จักพึ่งตนเองในทุกๆ ด้าน

นิพนธ์ (2528) กล่าวว่า ความต้องการสามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน กล่าวคือ ความต้องการปฐมภูมิ (primary needs) และความต้องการทุติยภูมิ (secondary needs) โดยความต้องการปฐมภูมิเป็นความต้องการทางชีวภาพ หรือทางกายภาพ ส่วนความต้องการทุติยภูมิ เป็นความต้องการทางอารมณ์และจิตใจ ซึ่งเป็นสิ่งที่มองเห็นและเข้าใจได้ยากเนื่องจากเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ ความคิด และจิตใจ ซึ่งมักปรากฏขึ้นเมื่อบุคคลมีวุฒิภาวะสูงขึ้น ความต้องการประเภทนี้จะมีความสลับซับซ้อนมากและมีความสำคัญต่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและสังคม ความต้องการทุติยภูมิมีลักษณะ 7 ประการ ดังนี้ (1) ได้อิทธิพลจากประสบการณ์ (2) มีความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งในด้านประเภทและความเข้มข้น (3) เปลี่ยนแปลงได้ในแต่ละบุคคล (4) จะปรากฏเมื่อมีการอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มมากกว่าอยู่คนเดียว (5) มักจะซ่อนเร้นไม่สามารถสังเกต เห็นได้อย่างเด่นชัด (6) เป็นความรู้สึกที่คลุมเครือ อธิบายได้ยาก (7) มีอิทธิพลต่อการแสดงออกและการตัดสินใจ และอาจบังคับความต้องการปฐมภูมิได้

การยอมรับ เป็นกระบวนการทางจิตใจซึ่งบุคคลแต่ละคน ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่การได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับนวัตกรรมไปจนถึงการยอมรับนวัตกรรมและนำไปใช้อย่างเปิดเผย โดยมีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้องทั้งตัวบุคคลที่จะยอมรับ ตัวของนวัตกรรม และโครงสร้างทางสังคม (ดิเรก, 2541)

ดิเรก (2541) ได้สรุปประเด็นสำคัญของ 5 ขั้นตอนของกระบวนการยอมรับ ดังนี้

1. ขั้นการตื่นตัว บุคคลอาจจะตื่นตัวเองหรือมีผู้มากระตุ้นให้ตื่นตัว เพื่อให้บุคคลรับรู้และมองหานวัตกรรมใหม่หรือเทคโนโลยีใหม่ที่ดีกว่ามาแทนความรู้เดิม

2. ขั้นสนใจ เป็นขั้นที่บุคคลมีการตื่นตัวอย่างเต็มที่เกิดความสนใจในนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีใหม่จึง มีการหาข้อมูลข่าวสารมาเพิ่มเติม จากแหล่งข้อมูลต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ขั้นประเมินผล เมื่อบุคคลได้รับข้อมูลรายละเอียดของนวัตกรรมจะประเมินว่าจะยอมรับนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีหรือไม่

4. ขั้นการทดลอง บุคคลจะทำในพื้นที่ขนาดเล็กก่อน เพื่อดูว่าคุ้มกับการลงทุนหรือไม่มีความเสี่ยงแค่ไหนและจัดการความเสี่ยงได้หรือไม่ ในการทดลองนี้จะต้องบอกได้ว่ามีความเป็นไปได้กับสภาพแวดล้อมและพื้นที่ของบุคคล

5. ขั้นการยอมรับ จะเกิดการยอมรับเต็มที่และต่อเนื่องขึ้นอยู่กับผลประโยชน์ที่บุคคลได้รับจากนวัตกรรมหรือเทคโนโลยีนั้น

ธงชัยและคณะ (2546) ทำการศึกษาทัศนคติของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีต่อแนวทางการจัดการการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่ ทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อการจัดการการเลี้ยงกุ้ง อย่างยั่งยืนเพื่อให้การจัดการการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเกิดประสิทธิภาพ ศึกษาโดยสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำในจังหวัดกระบี่จำนวน 298 ราย ในปี 2544 พบว่าเกษตรกรจบการศึกษาระดับประถมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ มีบ่อเลี้ยงจำนวน 1 บ่อ ความรู้ในการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรเกิดจากประสบการณ์ เกษตรกรในจังหวัดกระบี่เห็นด้วยกับการรวมกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งโดยหน่วยงานราชการเป็นผู้จัดตั้ง โดยกลุ่มเกษตรกรให้ความร่วมมือในด้านต่างๆ ดังนี้ 1) การเก็บตัวอย่าง 2) การตรวจสอบการตกค้างของยาต้านจุลชีพและหยุดใช้ยาก่อนการขายกุ้ง 3) การแจ้งข้อมูล 4) ไม่ใช้ยาและสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ส่วนเรื่องที่เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ให้ความร่วมมือมีดังนี้ 1) ค่าใช้จ่าย 2) การไม่เลี้ยงกุ้งในช่วงที่องค์กรกำหนด 3) ความร่วมมือหากรัฐบาลจัดสรรพื้นที่ใหม่เพื่อจัดระบบการเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น การรวมกลุ่มควรให้หน่วยงานราชการเป็นแกนหลัก เริ่มโดยการชักชวนกลุ่มที่มีบ่อจำนวนมาก และระดับการศึกษาสูงเข้าเป็นสมาชิกก่อน โดยวัตถุประสงค์ขององค์กรควรเน้นในเรื่องที่เกษตรกรให้ความร่วมมือก่อน

มานพ (2544) กล่าวว่า ความเข้าใจทางด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ในอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทราการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทราบถึงความเข้าใจทางด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เลี้ยงกุ้งกุลดำ ปัจจัยบางประการที่มีผลต่อความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม ระบบการจัดการเกี่ยวกับการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ และบทบาทของการรวมกลุ่มในการกระตุ้นให้เกิดความเข้าใจทางด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ อันจะส่งผลให้การเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีความยั่งยืนต่อไปในอนาคต โดยได้เลือกพื้นที่อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา เป็นพื้นที่ศึกษา ใช้วิธีการวิจัย 2 แบบ ผสมผสานเข้าด้วยกัน คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (qualitative approach) โดยเลือกชมรมผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตน้ำจืดบางสมัครเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นองค์กรผู้เลี้ยงกุ้งที่ทำงานรวมกลุ่มกันมากว่า 7 ปี มาวิเคราะห์ให้เห็นถึงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเลี้ยงกุ้งให้ได้ผลผลิตสูงและเป็นการเลี้ยงแบบยั่งยืน วิธีที่สองเป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (quantitative approach)ทำการสุ่มตัวอย่างผู้เลี้ยงกุ้งจำนวน 250 ราย จากจำนวนผู้เลี้ยงทั้งหมด 663 รายใน 11 ตำบลของอำเภอบางปะกง โดยใช้วิธีการสุ่มแบบ Stratified Sampling ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS V. 9.01 for Windows/PC ค่าสถิติที่วิเคราะห์ ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าไคสแควร์ (Chi-sqaure Test) ผลการศึกษาพบว่า ผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำซึ่งมีความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมระดับปานกลางมีถึงร้อยละ 60.40 นับเป็นกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมนั้น เมื่อทดสอบแล้วพบว่า ตัวแปรทั้ง 5 ตัวแปรที่เลือกศึกษา คือ อายุ การศึกษา ประสบการณ์ ภูมิลำเนา และการติดตามข่าวสาร ไม่มีผลต่อความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$) เมื่อนำผลการศึกษาเชิงคุณภาพมาวิเคราะห์ ยิ่งมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่า องค์กรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำ ซึ่งก็คือ ชมรมผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำในเขตน้ำจืดบางสมัครเพื่อสิ่งแวดล้อม มีบทบาทเป็นอย่างมากในการให้ความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ในการรักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อการเลี้ยงกุ้งอย่างยั่งยืนในอนาคต สมาชิกส่วนใหญ่ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในการปฏิบัติเพื่อการรักษาสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำหน้าดิน ให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนในระยะยาว

10. สภาพทั่วไปของจังหวัดสมุทรปราการ และลักษณะพื้นที่ศึกษา

ลักษณะภูมิประเทศ จังหวัดสมุทรปราการ หรือที่เรียกกันว่าเมืองปากน้ำ ซึ่งเคยเป็นเมืองหน้าด่านทางที่ทะเลที่สำคัญในอดีต ตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศไทยสองฟากฝั่งตอนปลายสุดของแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณปากอ่าวไทย ระหว่างเส้นละติจูดที่ 13-14 องศาเหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 100-101 องศาตะวันออก ห่างจากใจกลางกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 29 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 1,004.092 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 627,557 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงดังนี้ทิศเหนือและทิศตะวันตกติดต่อกับกรุงเทพมหานคร ทิศใต้ติดต่อกับอ่าวไทย ทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกลาง แยกพื้นที่ออกเป็นด้านตะวันตกและตะวันออก และมีลำคลองมากมาย เช่น คลองสำโรง คลองสรรพสามิต ลักษณะทั่วไปของจังหวัด แบ่งได้ 3 ส่วนคือ บริเวณริมแม่น้ำเจ้าพระยาสองฝั่งเป็นที่ราบลุ่มเหมาะสำหรับทำนา ทำสวน บริเวณตอนใต้ใกล้ชายฝั่งทะเล พื้นดินเค็มจัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในฤดูแล้งส่วนใหญ่เป็นที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำป่าจาก และป่าฟืน และบริเวณที่ราบทางตอนเหนือและตะวันออก ซึ่งเป็นที่ราบลุ่มติดต่อกันตลอด และเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญของจังหวัดเพราะมีประตูน้ำชลประทานสำหรับกันน้ำเค็ม

ลักษณะภูมิอากาศ ภูมิอากาศเป็นอากาศแบบชายทะเลอากาศเย็นไม่ร้อนจัด อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 27.2 – 30.0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนมีความชื้นในอากาศสูง เนื่องจากอิทธิพลจากลมชายทะเล และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีปริมาณฝนตกมาก ช่วงเดือนกันยายนและตุลาคม

การคมนาคมทางบก มีถนนสายต่าง ๆ ผ่านไปสู่จังหวัดใกล้เคียงที่สำคัญ ได้แก่ ถนนสุขุมวิท (ทางหลวงหมายเลข 3) ถนนบางนา - ตราด (ทางหลวงหมายเลข 34) ถนนเทพารักษ์ (ทางหลวงหมายเลข 3268) ถนนปู่เจ้าสมิงพราย (ทางหลวงหมายเลข 3113) ถนนสุขสวัสดิ์ (ทางหลวงหมายเลข 303)

การคมนาคมทางน้ำ มีที่ทำการกองบริการฝ่ายการนำร่อง การท่าเรือแห่งประเทศไทย มีประภาคารขนาดใหญ่ชื่อ สกุณา ทำหน้าที่บริการด้านการนำร่องที่ปากอ่าว มีด่านศุลกากร การปฏิบัติคู่เคียงกับตำรวจน้ำ มีแพขนานยนต์ข้ามฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา มีเรือยนต์สำหรับลากเรือโยง

การคมนาคมทางอากาศ ท่าอากาศยานสากล กรุงเทพฯ แห่งที่สอง หรือสนามบินหนองงูเห่า อยู่ที่ตำบลบางโฉลง ตำบลราชเทวะ และตำบลหนองปรือ อำเภอบางพลี มีพื้นที่ประมาณ 20,000 ไร่ เริ่มโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 ปัจจุบันอยู่ในความรับผิดชอบของบริษัทท่าอากาศยานสากลกรุงเทพ ฯ แห่งใหม่จำกัด เป็นรัฐวิสาหกิจสังกัดกระทรวงคมนาคม ตั้งเมื่อ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2539 ต่อมาได้มีการโอนจากการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย (ทอท.) มารับผิดชอบตั้งแต่ 11 เมษายน พ.ศ. 2539 กำหนดการก่อสร้างให้แล้วเสร็จ และเปิดบริการในระยะแรกในปี พ.ศ.2547 มีสองทางวิ่ง รองรับผู้โดยสารได้ 30 ล้านคนต่อปี วงเงินลงทุน 120,000 ล้านบาท ในอนาคตจะขยายให้รองรับผู้โดยสารได้ 100 ล้านคนต่อปี

สภาพแวดล้อม มีน้ำทะเลขึ้นมาปนกับน้ำจืด เป็นน้ำกร่อย มีป่าชายเลนมาก แต่เมื่อมีถนนสุขุมวิทตัดผ่านเป็นเขื่อนกั้นน้ำ พื้นที่ด้านเหนือถนนสุขุมวิท ต้นแสมถูกตัดและขุดออกไปกลายเป็นที่นา และบ่อเลี้ยงปลา ป่าชายเลนลดลง โรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น ชาวบ้านได้ตัดฟืนจากป่าแสมและป่าไม้ชายเลนอื่น พื้นที่ส่วนหนึ่งของจังหวัดอยู่ในอ่าวไทยตอนใน และปากแม่น้ำเจ้าพระยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นจุดพบของน้ำจืด และน้ำเค็ม เหมาะสมต่อการวางไข่ของปลาและสัตว์น้ำ และเป็นที่รองรับตะกอนดินอันอุดม ที่ไหลมากับแม่น้ำเจ้าพระยา และลำคลองสาขาของแม่น้ำ พื้นที่ชายเลนมีความอุดมสมบูรณ์มาก เป็นดินแดนปฐมภูมิของสิ่งมีชีวิตในทะเลหลายหลาก

การประมงมีอยู่สามประเภท ได้แก่ การประมงน้ำจืด ผลผลิตสัตว์น้ำจืด ได้แก่ ปลาเบญจพรรณ ปลาตะเพียน ปลานิล ปลาไน ปลานวลจันทร์ ปลาจีน และปลายี่สกเทศ เป็นต้น สำหรับ ปลาสลิด จัดว่าเป็นปลาน้ำจืดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ การประมงน้ำกร่อย เป็นการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในเขตอำเภอเมืองฯ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ และอำเภอบางบ่อ พื้นที่เป็นดินโคลนเหลวเกิดจากการตกตะกอนของน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยานำเอาแร่ธาตุอาหารที่สำคัญจากแหล่งน้ำในแม่น้ำตอนบน มาตกตะกอนบริเวณปากน้ำ นอกจากนั้นบริเวณปากแม่น้ำยังมีบริเวณที่น้ำจืด ไหลมาบรรจบกับน้ำเค็มกลายเป็นน้ำกร่อย ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหาร เป็นอย่างมาก เหมาะที่จะเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหารของสัตว์น้ำชายฝั่งหลายชนิด เช่น กุ้งแชบ๊วย กุ้งกุลาดำ หอยแครง ปลากะพง ปูทะเล และหอยหลอด การเพาะเลี้ยงสัตว์ชายฝั่ง เช่น การทำนากุ้ง เป็นการเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ และแบบพัฒนา นิยมเลี้ยงกันในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ มีพื้นที่เพาะเลี้ยงประมาณ 30,500 ไร่ รองลงมาอยู่ในเขตอำเภอบางบ่อ และอำเภอเมืองฯ ส่วนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ มีผู้เลี้ยงในเขตอำเภอบางบ่อ มีพื้นที่ประมาณ 5,000 ไร่ และการประมงน้ำเค็ม (ประมงทะเล) มีเรือประมงพาณิชย์ขนาดใหญ่ออกไปจับสัตว์น้ำนอกน่านน้ำไทย ผลผลิตสัตว์ทะเลที่จับจากอ่าวไทยและนอกน่านน้ำไทย ได้แก่ ปลาทู ปลาลัง ปลาเบญจพรรณ ปลาเป็ด กุ้ง เคย ปู หอย ปลาหมึก และสัตว์น้ำอื่น ๆ มีหน่วยงานของรัฐอำนวยประโยชน์ ต่อการทำประมงทะเล ได้แก่ กองประมงนอกน่านน้ำ กรมประมง เป็นผู้ให้ข้อมูลทางวิชาการ หรือผลการสำรวจแหล่งประมงทะเล

อุตสาหกรรม มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ในทุกอำเภอ โดยเฉพาะอำเภอเมืองฯ และอำเภอพระประแดง มีนิคมอุตสาหกรรมอยู่สองแห่งคือ ดำเนินการโดยภาครัฐร่วมกับภาคเอกชน เพื่อจัดโรงงาน อุตสาหกรรมไว้ในพื้นที่เดียวกัน เช่น นิคมอุตสาหกรรมบางพลี อยู่ในเขตอำเภอเมือง มีพื้นที่ 4,000 ไร่ เป็นเขตอุตสาหกรรมทั่วไป 3,400 ไร่ อุตสาหกรรมส่งออก 270 ไร่ เขตพาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัย 250 ไร่ มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำสัญญา 309 โรง อุตสาหกรรมการผลิตที่สำคัญคือ อาหารแปรรูป สิ่งทอ ชิ้นส่วนอีเล็กทรอนิกส์ เคมีภัณฑ์ พลาสติก เครื่อง - อุปกรณ์ชิ้นส่วนรถยนต์ และประกอบยนต์ ฯลฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ตั้งอยู่ติดกับอ่าวไทย บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ฝั่งตะวันตก ไปตามแนวชายฝั่งทะเลยาวกว่า 13 กิโลเมตร จนติดเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร สภาพพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มที่เกิดจากการทับถมของดินตะกอนปากแม่น้ำ พื้นที่ส่วนใหญ่จึงมีลักษณะเป็นป่าชายเลน ประกอบกับมีลำคลองที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาและอ่าวไทยหลายสาย จึงยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์น้ำนานาชนิด จึงทำให้ตำบลแหลมฟ้าผ่าเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลที่สำคัญ เช่นกุ้งปูทะเล หอยแครง หอยแมลงภู่ ซึ่งถือเป็นอาชีพหลักที่สำคัญของคนในพื้นที่ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล บางส่วนเป็นข้าราชการทหารเรือ และบางส่วนรับจ้างในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการในพื้นที่ข้างเคียงการคมนาคมกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ในพื้นที่ใช้การสัญจรทางเรือ มีลำคลองที่สำคัญคือ คลองตาเพิ่ม คลองยายหลี คลองขุนสมุทร คลองสาขลา คลองแหลมใหญ่ เส้นทางทางบกที่สำคัญคือ ถนนสุขสวัสดิ์ - ป้อมพระจุลฯ, ถนนสุขสวัสดิ์ - นาเกลือ

ภูมิประเทศ ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีน้ำทะเลท่วมถึง เมื่อถึงฤดูน้ำหลากน้ำทะเลจะไหลเข้าท่วมพื้นที่จึงทำให้น้ำเค็มปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ เนื่องจากพื้นที่อยู่ติดอ่าวไทยและมีคลองจำนวนมาก ราษฎรส่วนใหญ่มักปลูกบ้านเรือนอาศัยอยู่ตามริมคลอง จึงเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำในการเดินทาง ดังแสดงในภาพที่ 3

พืชพันธุ์ไม้ในพื้นที่ มีพืชป่าชายเลน ขึ้นอยู่ทั่วไปในพื้นที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด อยู่ในแนวขนานกับอ่าวไทยประมาณ 1 กิโลเมตร พันธุ์ไม้ในพื้นที่ ได้แก่ โกงกาง หัวกา หัวสุ่ม โปรง ตะบูน ตะบัน แสม ลำพู ลำแพน โพทะเล พืชป่าชายเลนมีประโยชน์ด้านการเป็นแหล่งที่เกิด และสะสมอาหารตามธรรมชาติของสัตว์น้ำ พืชตระกูลปาล์ม ได้แก่ มะพร้าว หมาก จาก เต่าร้้ง

ทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ ได้แก่ ทรัพยากรดิน สภาพทั่วไปเป็นดินโคลน เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าชายเลน ส่วนทรัพยากรน้ำ ในพื้นที่ตำบลแหลมฟ้าผ่า มีลำคลองเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา และคูคลองใหญ่น้อยอีกเป็นจำนวนมาก ประกอบทั้งพื้นที่บางส่วนอยู่ติดกับทะเลทางด้านอ่าวไทย จึงเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดทรัพยากรธรรมชาติ จำพวก กุ้ง หอย ปู ปลา ทำให้ราษฎรสามารถมีรายได้จากทรัพยากรประเภทนี้ และในขณะเดียวกัน พื้นที่ซึ่งมีสภาพของน้ำเป็นน้ำเค็ม จึงขาดแคลนน้ำจืดในการอุปโภค-บริโภค

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 3 ที่ตั้ง ตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพประมง พื้นที่ทำการเกษตร ประกอบด้วย การเลี้ยงกุ้ง มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยง 259 ราย คิดเป็นพื้นที่บ่อจำนวน 543 บ่อ พื้นที่การเลี้ยง 1,952 ไร่ บางส่วนเลี้ยงปู เลี้ยงหอย และทำการประมงขนาดเล็ก และการเลี้ยงกุ้งตามธรรมชาติชายฝั่งทะเล มีกุ้งหลายชนิดที่ตามน้ำเข้ามาในพื้นที่คือ กุ้งแชบ๊วย กุ้งตะกาด (กุ้งรู) กุ้งขาลาย ส่วนการทำนา พื้นที่ทำนาเกือบทั้งหมดของจังหวัด เป็นนาลุ่ม จึงนิยมทำนาดำ พื้นที่ดอนจะทำนาหว่าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ศึกษาในบ่อเลี้ยงกุ้งในพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยสูบน้ำเข้าบ่อจากคลองธรรมชาติ จำนวน 6 บ่อ บ่อละ 4 ไร่ ลักษณะบ่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ปล่อยลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 12 (พี 12) ในอัตราความหนาแน่น 50,000 ตัวต่อไร่ แบ่งเป็นบ่อทดลองที่เลี้ยงร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ จำนวน 3 บ่อ และบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ จำนวน 3 บ่อ (ภาพที่ 4)

การเตรียมบ่อและการเตรียมน้ำ

ภาพที่ 4 การเตรียมบ่อ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 5 การเตรียมน้ำ

ในการเตรียมบ่อหลังจากจับกุ้งเสร็จแล้วในรอบที่ผ่านมา จะตากบ่อทิ้งไว้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะเกลี่ยเลนกลางบ่อออกรอบ ๆ เพื่อให้เลนแห้งได้เร็วขึ้น ก่อนที่จะสูบน้ำเข้าบ่อจากคลองธรรมชาติผ่านถุงกรองเข้าบ่อเลี้ยง ให้ได้ระดับความลึก 70-80 เซนติเมตร ผ่านถุงกรองสามชั้นโดยชั้นที่ 3 จะเป็นมุ้งสีฟ้ายาว 2 เมตร เพื่อกันขยะ(กรองเศษไม้ หรือ สิ่งไม่พึงประสงค์ชิ้นใหญ่) ชั้นสองเป็นผ้ากรองช่องตา 130 ไมโครเมตร ขนาดใหญ่กว่าชั้นแรก และชั้นนอกสุดเป็นมุ้งเขียว ซึ่งยึดติดกับถุงกรองละเอียด การกรองจะช่วยลดปริมาณปลาและกุ้งจากธรรมชาติ รวมถึงไข่ของสัตว์น้ำไม่ให้เข้าไปในบ่อเลี้ยง

การเตรียมสาหร่าย

นำสาหร่ายไส้ไก่จากบ่อเพาะสาหร่ายในเขตอำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ใส่ในบ่อเลี้ยงกุ้งบริเวณขอบบ่อ ประมาณ 4 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วจึงเติมน้ำเข้าบ่อจนถึงระดับความลึกของบ่อ เพาะสาหร่ายนานประมาณ 2 เดือน สาหร่ายจึงจะเจริญเติบโตปกคลุมพื้นที่ผิวน้ำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ จึงพร้อมที่จะปล่อยลูกกุ้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 6 การเตรียมสาหร่าย

การให้อาหาร

บ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ หลังจากปล่อยลูกกุ้งวันแรก จะเริ่มให้อาหารในอัตราลูกกุ้ง 1 แสนตัว/อาหาร 2,500 กรัม/วัน เดินสาดรอบบ่อวันละ 2 มื้อ หลังจากปล่อยกุ้ง 10 วัน จะนำอาหารมาใส่ยอเล็กน้อยเพื่อสังเกตการเจริญเติบโต และให้กุ้งเริ่มปรับเข้ามาหาอาหารในยอ จากนั้นเมื่อกุ้งมีอายุ 21-25 วัน จะเริ่มปรับอาหารโดยใช้ยอ อัตราการใส่อาหารในยอ ถ้าให้อาหาร 10 กิโลกรัม ก็แบ่งใส่ยอละ 10 กรัม

บ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่ จะไม่มีการให้อาหารหลังจากปล่อยลูกกุ้ง จนกระทั่งกุ้งมีอายุประมาณ 50 วัน หรือกระทั่งไม่มีสาหร่ายไส้ไก่เหลืออยู่ในบ่อ พร้อมกับให้อาหารเม็ดวันละ 4 มื้อ คือ 07.00-08.00 น. 12.00-13.00 น. 17.00-18.00 น. และ 22.00-23.00 น. โดยปริมาณการให้อาหารและการเช็คยอจะทำเช่นเดียวกับที่ใช้ในบ่อควบคุมทุกประการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การจัดการเปลี่ยนถ่ายน้ำและการให้อากาศ

เมื่อกุ้งมีอายุ 10-15 วัน จะเริ่มเติมน้ำ วันละ 5-10 เซนติเมตร จนได้ระดับความลึก 1.50 เมตร และจะเริ่มเปลี่ยนถ่ายน้ำ เมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน โดยจะพิจารณาจากคุณภาพน้ำ การเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่ละครั้งจะสูบน้ำในบ่อเลี้ยงออกประมาณ 15-30 เซนติเมตร แล้วสูบน้ำใหม่ในคลองเดิมเข้าไปในบ่อเลี้ยงจนได้ระดับเท่าเดิม

สำหรับเครื่องให้อากาศใช้เครื่องรถยนต์อีดี 33 (ED33) 100 แรงม้า ในแต่ละบ่อ ประกอบด้วย 8 แขนยาว มีจำนวนใบพัด 100 ใบ โดย 1 เครื่องยนต์ สามารถให้อากาศสำหรับบ่อเลี้ยงกุ้ง 2 บ่อ ในเวลากลางวันจะเปิดเครื่องให้อากาศ ความเร็ว 60-65รอบ/นาที ส่วนบริเวณกลางบ่อจะเพิ่มเครื่องให้อากาศ ความเร็ว 80 รอบ/นาที การจัดการการเปิดเครื่องให้อากาศนั้น ในช่วงเดือนแรกจะไม่เปิดเครื่องให้อากาศแต่จะเริ่มเปิดเครื่องให้อากาศหลังจากกุ้งมีอายุประมาณ 1 เดือน โดยในเวลากลางวันจะเปิดเครื่องก่อนให้อาหาร 2 ชั่วโมง จากนั้นจะปิดเครื่อง ในขณะที่เวลากลางคืน (24.00-06.00 น.) จะเปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลา (ภาพที่ 7)

ภาพที่ 7 เครื่องให้อากาศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าพีเอช (pH meter - HANNA, model pH211)
2. ปั๊มดูดอากาศ (vacuum pump)
3. กระดาษกรอง (GF/F - whatman, 25 mm)
4. ชุดกรอง (filter set)
5. ชุดกระบอกเก็บดิน (gravity core)
6. เครื่องวัดความลึก (depth meter – VA 22066 USA)
7. กระดาษกาว
8. กระดาษอะลูมิเนียม (aluminum foil)
9. ขวดเก็บตัวอย่างขนาด 500 มิลลิลิตร
10. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอน (sediment trap)
11. กระบอกตวง 100 มิลลิลิตร
12. ทุ่นลอย
13. เครื่องวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ
14. กล่องโฟมสำหรับเก็บรักษาตัวอย่างตะกอนดินและตัวอย่างน้ำ
15. เชือก ถุงพลาสติก ยางรัด
16. กล้องดิจิตอล
17. น้ำกลั่น
18. จอบ พลั่ว เสียม
19. สารเคมีที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์ดิน
20. สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำ
21. เครื่องบดเม็ดดิน
22. ตะแกรงร่อนทรายเบอร์40
23. ถังเก็บน้ำขนาด 5 ลิตร จำนวน 2 ถัง
24. คอมพิวเตอร์
25. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (spectrophotometer)
26. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง
27. เครื่องปั๊มสูญญากาศ พร้อมอุปกรณ์การกรอง
28. โถดูดความชื้น (dessicator)
29. ตู้อบความร้อน

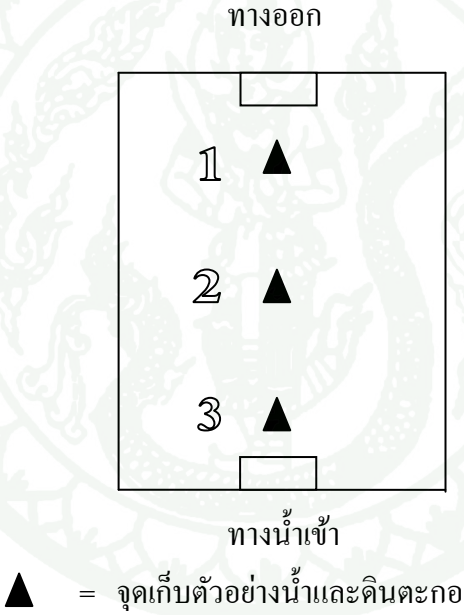
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

วิธีการศึกษาคุณภาพน้ำและดินตะกอนในบ่อเลี้ยงกุ้ง

1. จุดเก็บ การเก็บตัวอย่างน้ำ และดินตะกอนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

การเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนโดยจะใช้เรือเป็นพาหนะ ในการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนจะเก็บที่เดียวกัน โดยที่เก็บตัวอย่างน้ำก่อนแล้วค่อยเก็บตัวอย่างดิน จะเก็บ 3 จุด คือ เก็บที่บริเวณทางน้ำออก (จุดที่ 1) ต่อด้วยบริเวณกลางบ่อ (จุดที่ 2) และ บริเวณทางน้ำเข้า (จุดที่ 3) ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์คุณภาพดินตะกอนในบ่อเลี้ยง

การเก็บตัวอย่างดินตะกอน การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินตะกอน โดยผู้ศึกษากำหนดการเก็บตัวอย่างดินตะกอน จากบ่อกุ้งบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่ กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ เพื่อศึกษาถึงการจัดการเลี้ยงที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินในบ่อ และผลผลิต การเก็บตัวอย่างตะกอนดินจากบ่อเลี้ยงกุ้งดังกล่าว บ่อละ 3 จุด ด้วย gravity core เก็บตัวอย่างดิน นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ การเก็บตัวอย่างดินจะเก็บในช่วงเดือนมีนาคม 2553 และ เดือนมิถุนายน 2553 (ก่อนปล่อยกุ้งและหลังการจับกุ้ง) โดยเก็บดินตะกอนที่ระดับความลึกไม่เกิน 10-15 เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากที่ความลึกมากกว่า 10 เซนติเมตร ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ จะเริ่มคงที่และไม่ค่อยเปลี่ยนแปลง เราเรียกค่า ณ ระดับนั้นๆ ว่า “ background concentration ” สำหรับปริมาณดินตะกอนที่เก็บจะเก็บตัวอย่างละ 1.5 กิโลกรัม โดยแยกใส่ถุงพลาสติก ถุงละ 0.5 กิโลกรัม 3 ถุง แล้วทำการบันทึกข้อมูลชื่อของสถานที่ และสถานที่เก็บตัวอย่างวันที่และเวลาของการเก็บตัวอย่าง สำหรับการเก็บรักษาตัวอย่างทำโดยเก็บรักษาตัวอย่างในกล่องโฟมใส่น้ำแข็งที่เตรียมไว้เพื่อรักษาสภาพดินตะกอนก่อนนำไปทำการวิเคราะห์ โดยทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ละ 3ซ้ำ

การวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

คุณสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน วัดค่าการนำไฟฟ้า (electric conductivity) โดยการวัดการนำไฟฟ้าของสารละลายดินที่สกัดจากดินซึ่งอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturation extract) วัดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่อง electric conductivity bridge (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544)

คุณสมบัติทางเคมีของดินตะกอน จะทำการวัดปฏิกิริยาดิน วัดโดยเครื่อง pH meter โดยใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 การวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total N) ด้วยวิธี kjeldahl method คือการย่อยตัวอย่างดินด้วยกรดกำมะถันเข้มข้นกลั่นให้ทำปฏิกิริยากับด่างหลังจากนั้นไตเตรท เพื่อหาปริมาณของก๊าซแอมโมเนียม ด้วยกรด H_2SO_4 ที่รู้ความเข้มข้นแน่นอน (ประไพ, 2544) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ด้วยวิธี Bray II และทำให้เกิดสีน้ำเงิน ด้วยวิธี molybdenum blue ซึ่งความเข้มข้นของสีจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณของฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดิน จากนั้นวัดความเข้มข้นของสีด้วย spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 882 nm การหาปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (available potassium) สกัดด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc pH 7.0 วัดปริมาณโพแทสเซียมด้วยเครื่อง flame emission spectrometer และการวิเคราะห์อินทรียวัตถุในดิน (loss on ignition) ด้วย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธี Walkley-Black คือ การใช้ oxidizing agent ($K_2Cr_2O_7$)ที่มากเกินพอ ออกซิไดส์อินทรีย์คาร์บอนให้เป็น CO_2 โดยใช้ความร้อนจากกรด H_2SO_4 และวัดปริมาณ $Cr_2O_7^{2-}$ ที่เหลือโดยการไตเตรทด้วย reducinagent [$Fe(NH_4)2(SO_4)5(H_2O)$] แล้วคำนวณหาปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2544)

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีการทดสอบ
1. น้ำในดินตะกอน (water content)	gravitational Method
2. ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity)	conductivity meter

ตารางที่ 3 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของดินตะกอน

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีการทดสอบ
1. ไนโตรเจนรวม (total nitrogen)	kjeldahl method
2. ฟอสฟอรัส (phosphorus)	bray II method และวัดความเข้มสีด้วย spectrophotometer
3. โพแทสเซียม (potassium)	flame emission spectrometer
4. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH meter
5. อินทรียวัตถุในดิน (loss on ignition)	walkley-black method

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง

การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อกุ้งที่เลี้ยง โดยใช้บ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่ กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ การเก็บตัวอย่างในการเก็บตัวอย่างน้ำจะเก็บแบบจ้วง (grab sampling) ที่ระดับความลึก 1 เมตร ด้วยขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร เก็บทุกๆ 2 สัปดาห์ ตั้งแต่เริ่มปล่อยน้ำเข้าบ่อครั้งแรก โดยจะทำการเก็บน้ำในช่วง 10.00-12.00 น. สำหรับบริเวณที่เก็บจะเก็บ 3 จุด บริเวณทางน้ำออก บริเวณกลางบ่อ บริเวณทางน้ำเข้า จากนั้นนำตัวอย่างน้ำ แช่ในถังน้ำแข็งที่มีฝาปิด (ภาพที่ 9) และนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ภายใน 24 ชั่งโมง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะยึดตามวิธีการมาตราฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WPCF, 1992) และตามคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ทั้งหมด 12 พารามิเตอร์ ดังนี้ พารามิเตอร์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ สี (colour) กลิ่น (scent) อุณหภูมิ (temperature) ของแข็งแขวนลอย (suspended solids) ความโปร่งแสง (transparency) ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ความเค็ม (salinity) ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen) (ตารางที่ 4) พารามิเตอร์ คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ พีเอช (pH) บีโอดี (BOD) ไนโตรเจนรวม (total nitrogen) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus) สำหรับคุณภาพน้ำทางเคมีจะวิเคราะห์พารามิเตอร์ละ 3 ซ้ำ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 4 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำ	วิธีการทดสอบ
1. สี (colour)	วิเคราะห์ทันที หรือแช่เย็น	สังเกตุ
2. กลิ่น (scent)	วิเคราะห์ทันที	สังเกตุ
3. ความโปร่งแสง (transparency)	วิเคราะห์ทันที	Secchi disc
4. อุณหภูมิ (temperature)	วิเคราะห์ทันที	เทอร์โมมิเตอร์ (thermometer)
5. ค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity)	วิเคราะห์ทันที	ไมโครแอมป์มิเตอร์ (conductivity meter)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 (ต่อ)

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำ	วิธีการทดสอบ
6. ความเค็ม (salinity)	วิเคราะห์ทันที หรือปิดด้วยไข	เครื่องวัดความเค็ม (salinity meter)
7. ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen)	วิเคราะห์ทันที	เครื่องวัดค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO Meter) / ไตเตรชั่น (Winkler Method)

ตารางที่ 5 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำ	วิธีการทดสอบ
1. บีโอดี (biological oxygen demand)	แช่เย็น	respirometric Method
2. ไนโตรเจน (nitrogen)		
2.1 แอมโมเนีย (ammonia)	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือเติมกรดซัลฟูริคให้pH เป็น 2 แล้วแช่เย็น	nesslerization
2.2 ไนไตรท์ (nitrite)	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือแช่เย็น	colorimetric Method
2.3 ไนเตรท (nitrate)	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือแช่เย็น	brucine Method
4. ความเป็นด่างทั้งหมด (alkalinity)	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือแช่เย็น	Titration
5. ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)	วัดทันที	pH Meter

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 (ต่อ)

พารามิเตอร์ที่จะวิเคราะห์	วิธีรักษาคุณสมบัติของน้ำ	วิธีการทดสอบ
6. ฟอสฟอรัสทั้งหมด (total phosphorus)	เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น แล้วแช่เย็น	persulfate digestion และ ascorbic acid Method
7. ความกระด้าง (hardness)	วิเคราะห์เร็วที่สุด หรือแช่เย็น	EDTA titrimetric Method

ภาพที่ 9 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่จดบันทึกไปวิเคราะห์และศึกษาทางสถิติ โดยเปรียบเทียบผลของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบพัฒนาที่มีสาหร่ายไส้ไก่ กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ มีผลต่อคุณภาพน้ำ คุณภาพดิน ด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลอง โดยใช้วิธี Duncan's New Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P<0.05$)

การประเมินผลผลิตกุ้งและการเปรียบเทียบต้นทุนและผลกำไรจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

การคำนวณต้นทุน

ต้นทุนการผลิตคือ ในการผลิตสินค้าและบริการ ผู้ผลิตต้องรวบรวมหรือซื้อปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งผู้ผลิตต้องจ่ายค่าตอบแทนหรือค่าชดเชยให้แก่เจ้าของปัจจัยการผลิต เช่นที่ดิน ทุน แรงงานต้นทุนการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์ แบ่งตามลักษณะการจ่ายออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ต้นทุนที่จ่ายเป็นตัวเงิน (explicit cost) ต้นทุนการผลิตที่จ่ายให้แก่เจ้าของปัจจัยการผลิตในรูปตัวเงินเช่น ค่าซื้อพันธุ์ ค่าขนส่ง ค่าแรงงาน ค่าเช่าที่ดิน ดอกเบี้ย เป็นต้น

(2) ต้นทุนที่มิได้จ่ายเป็นตัวเงิน (implicit cost) ต้นทุนการผลิตที่มิได้จ่ายเป็นตัวเงินแต่เกิดขึ้น จากการใช้ทรัพย์สินที่ผู้ผลิตมีเองหรือเป็นเจ้าของโดยตรงรวมถึงค่าเสียโอกาส (opportunity cost) ด้วย

ค่าเสียโอกาส คือ คุณค่าหรือมูลค่า(value) ของทางเลือก (choice) ที่ดีที่สุดในบรรดาทางเลือกทั้งหลายที่ต้องสละไป เมื่อมีการตัดสินใจเลือกทางใดทางหนึ่งในการใช้ทรัพยากร

ในกระบวนการผลิตสามารถแบ่งต้นทุนการผลิตออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้ตามลักษณะของการใช้ในการผลิต ดังนี้

(1) ต้นทุนคงที่ (fixed cost) หมายถึง ต้นทุนที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะสั้นแม้ว่าปริมาณการผลิตจะเปลี่ยนแปลงไปก็ตาม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2) ต้นทุนแปรผัน (variable cost) หมายถึง ต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิต ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ต้นทุนการผลิตกุ้งกุลาดำต่อ 1 ไร่ของรอบการผลิตที่ทำการศึกษา โดยจำแนกออกเป็นต้นทุนคงที่ และต้นทุนแปรผัน

ต้นทุนรวม (total cost) = ผลรวมของต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปร
รายรับรวม (total revenue) = ผลต่างของมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ กับต้นทุนแปรผัน
กำไรรวม (total profit) = ผลต่างของมูลค่าผลผลิตที่เกษตรกรขายได้ กับต้นทุนรวม
ต้นทุนแปรผัน = ค่าพันธุ์กุ้ง + ค่าอาหารกุ้ง + ค่าไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง + ค่าวัสดุ + ปูนและเคมีภัณฑ์ + ค่าแรงงาน + ค่าอุปกรณ์และซ่อมบำรุง + ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด + ค่าเช่าที่ดิน + ค่าปรับปรุงบ่อ + ค่าดอกเบี้ย
ผลตอบแทนทั้งหมด = ปริมาณผลผลิตกุ้ง × ราคากุ้งที่ขายได้
กำไรเหนือต้นทุนเงินสด = ผลตอบแทนทั้งหมด – ต้นทุนผันแปร
กำไรสุทธิ = ผลตอบแทนทั้งหมด – ต้นทุนทั้งหมด

ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงแบบพัฒนากับการเลี้ยงแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

ข้อมูลที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่

ข้อมูลปฐมภูมิ (primary data) เก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจำนวน 25 ครัวเรือน (ยุทธ ไกยวรรณ์, 2544) โดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง อย่างง่าย ร้อยละ 10 ของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 250 ครัวเรือน ซึ่งสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป เช่น รายได้ ต้นทุน ผลผลิต ราคาผลตอบแทนในการเพาะเลี้ยง เป็นต้น ด้านสภาพการเลี้ยงเพาะกุ้ง เช่น สภาพและขนาดพื้นที่บ่อเลี้ยงลูกพันธุ์กุ้ง การจัดการน้ำในบ่อเลี้ยง ความหนาแน่นของกุ้งที่ปล่อย ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง สารเคมีและยาปฏิชีวนะที่ใช้ และการปล่อยน้ำทิ้ง เป็นต้น ด้านความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ที่มีต่อผลกระทบของน้ำทิ้ง การจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้ง วิธีการบำบัดน้ำทิ้ง การใช้สาหร่ายไส้จัดการคุณภาพน้ำ และการลดผลกระทบต่อเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในด้านการผลิต ระบุเกณฑ์การวัดเป็นเปอร์เซ็นต์การยอมรับ ยอมรับบางส่วนและไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยอมรับ และเหตุผลที่เลือก ยอมรับ ยอมรับบางส่วนและไม่ยอมรับผลของการใช้สาหร่ายไส้ไก่ ที่มีต่อลักษณะต่างๆ ดังที่กล่าวมาข้างต้น เก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม 2553

ข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ศึกษาข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่นข้อมูลประชากร ขนาดพื้นที่ คุณภาพน้ำที่หน่วยงานราชการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำในบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่

คุณสมบัติของน้ำในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ทำการศึกษา คือ ออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช อุณหภูมิ ความเป็นด่าง ความกระด้าง ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสฟอรัสรวม ความโปร่งแสง และบีโอดี (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 คุณสมบัติของน้ำในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่

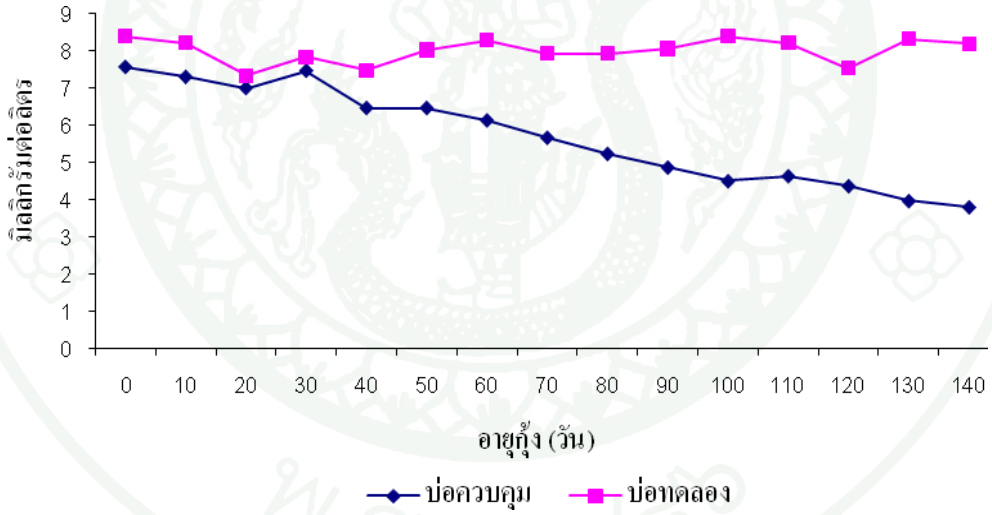
คุณสมบัติของน้ำ	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	บ่อควบคุม	บ่อทดลอง
ออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.83±1.31 [a]	8.00±0.53 [a]
พีเอช	7.42±0.19 [a]	7.30±0.16 [a]
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	8.26±0.37 [a]	28.40±0.29 [a]
ค่าการนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร)	18.78±3.29 [a]	22.28±2.09 [a]
ความเค็ม (พีพีที)	10.52±2.52 [a]	13.72±2.00 [a]
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)	62.55±32.52 [a]	41.74±30.18 [a]
ความเป็นด่างรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	168.19±11.16 [a]	149.64±14.07 [a]
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	2,472.01±625.27 [a]	2,945.93±400.60 [a]
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.79±1.54 [a]	3.02±1.76 [b]
ไนโตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.26±0.32 [a]	0.015±0.008 [b]
ไนโตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.02±0.018 [a]	0.010±0.008 [a]
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.06±0.010 [a]	0.029±0.018 [a]
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	14.93±6.93 [a]	7.78±0.89 [b]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อควบคุมในช่วงเช้ามีค่าอยู่ระหว่าง 3.3-8.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 5.83±1.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่บ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 7.1-9.1 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 8.00±0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับในช่วงบ่าย ปริมาออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 4.0-9.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 6.63±1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่บ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 6.5-9.5มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 7.81±0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร(ภาพที่ 10) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) และอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมไม่ควรต่ำกว่า 3 มิลลิตรกรัมต่อลิตร (Arrignon *et al*., 1994; Brock and Main, 1994; Patrick, 1997)

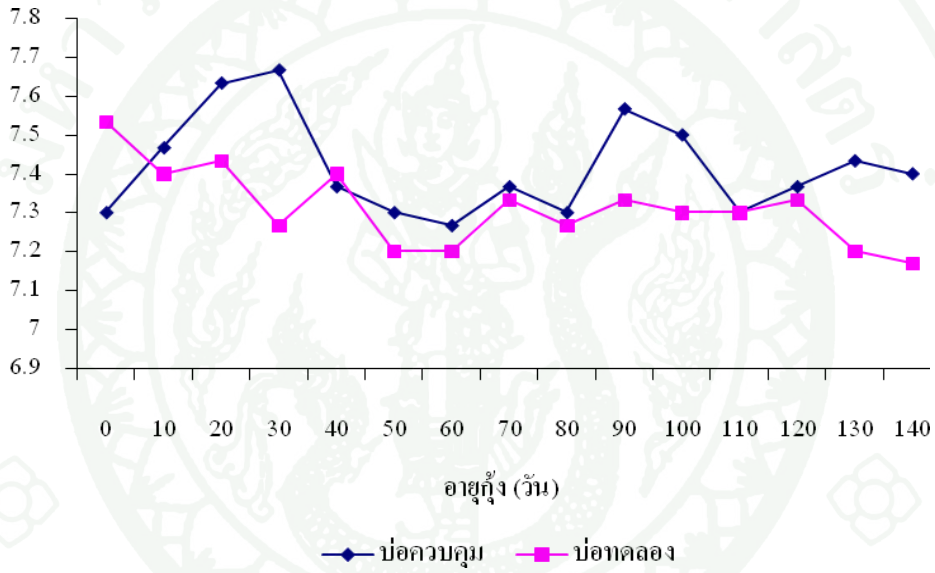


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 พีเอช

ค่าพีเอชของน้ำในบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 7.1-7.8 และมีค่าเฉลี่ย 7.42±0.19 ในขณะที่บ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 7.0-7.7 และมีค่าเฉลี่ย 7.3±0.16 เมื่อเปรียบเทียบพีเอชของน้ำในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยปกติการเปลี่ยนแปลงของพีเอชที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของกุ้งไม่ควรเกินกว่า 0.5 หน่วยในรอบวัน (ชลอ, 2543) และควรมีค่าอยู่ระหว่าง 7-9 (Brock and Main, 1994) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ค่าพีเอชทั้งในบ่อควบคุมและบ่อทดลองมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยง (ภาพที่ 11)

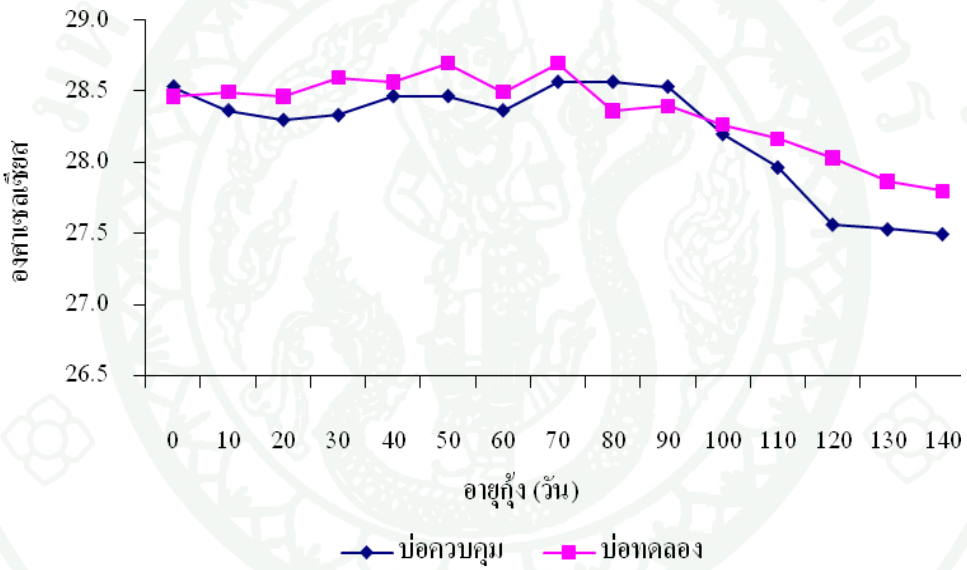


ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงพีเอชเฉลี่ยตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำในบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 27.4-28.7 องศาเซลเซียสและมีค่าเฉลี่ย 28.26±0.37 องศาเซลเซียส ส่วนบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 27.7-28.9 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ย 28.40±0.29 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอุณหภูมิของน้ำในตอนเช้าและบ่ายอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีค่าอยู่ระหว่าง 26-33 องศาเซลเซียส (Wickins and Lee, 2002) (ภาพที่ 12)

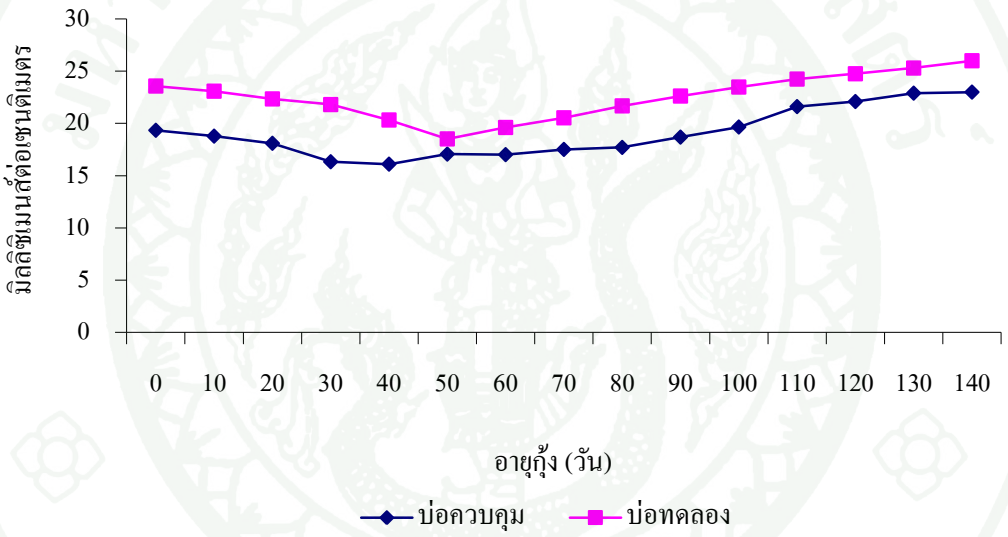


ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 13.11-24.98 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ย 18.78±3.29 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร ขณะที่บ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 16.88-25.72 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ย 22.28±2.09 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) Boyd (1982; 2002) รายงานว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเค็มและมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็มตลอดระยะเวลาในการทดลอง (ภาพที่ 13)

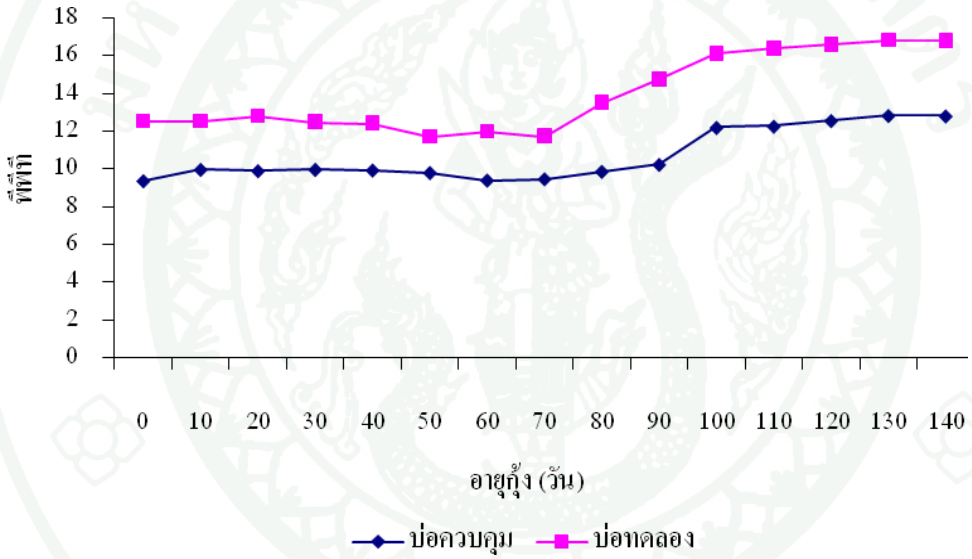


ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ความเค็ม

ความเค็มของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 7.40-14.5 พีพีที และมีค่าเฉลี่ย 10.52±2.52 พีพีที ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 11.0-15.9 พีพีที และมีค่าเฉลี่ย 13.72±2.00 พีพีที เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเค็มของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) Wickins and Lee (2002) รายงานว่า กุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำความเค็มระหว่าง 0-35 พีพีที แสดงให้เห็นว่าความเค็มของน้ำทั้งบ่อควบคุมและบ่อทดลองมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม (ภาพที่ 14)

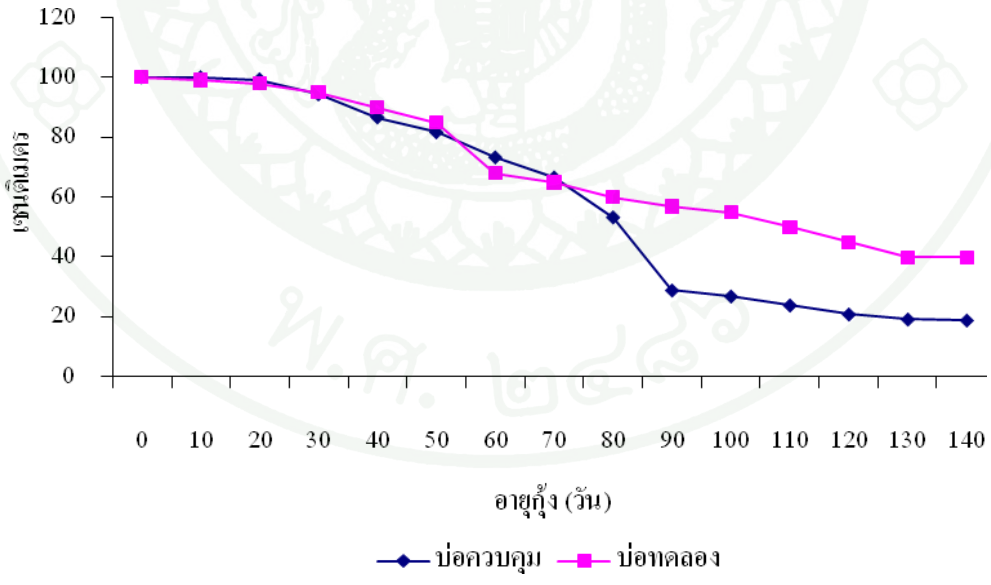


ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.6 ความโปร่งแสง

ความโปร่งแสงของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 18-100 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ย 62.55±32.52 เซนติเมตร ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 40-100 เซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ย 41.74±30.18 เซนติเมตร โดยที่ความโปร่งแสงในช่วงแรก บ่อที่มีสาหร่ายไส้ไก่จะมีค่ามากกว่าบ่อที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่และจะลดลงทำให้ในช่วงแรกของการเลี้ยง บ่อทดลองที่มีการเลี้ยงกุ้งร่วมกับสาหร่ายน้ำจะใสกว่าบ่อควบคุม หลังจากนั้นประมาณ 50 วัน สาหร่ายไส้ไก่จะหมดเนื่องมาจากวงจรชีวิตของสาหร่ายไส้ไก่ และพฤติกรรมของกุ้งขาวที่จะคุยเขี่ยอาหารบริเวณพื้นบ่อ จึงทำให้ความโปร่งแสงของน้ำทั้งในบ่อทดลองและบ่อควบคุมมีค่าน้อยลง น้ำมีความขุ่นมากขึ้น เมื่อนำไปเปรียบเทียบความโปร่งแสงในบ่อที่มีสาหร่ายไส้ไก่ในการศึกษาครั้งนี้จะคล้ายกับที่มีการศึกษาในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (จริยาวดี, 2551) ที่พบว่า บ่อที่มีสาหร่ายไส้ไก่น้ำจะใสและมีค่าความโปร่งแสงมากกว่าบ่อที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ เมื่อนำค่าความโปร่งแสงที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ไปเปรียบเทียบกันทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) Brock and Main (1994) รายงานว่า ความโปร่งแสงที่เหมาะสมในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรอยู่ในช่วงเฉลี่ย 25-50 เซนติเมตร ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ทั้งบ่อควบคุมและบ่อทดลองมีค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสม (ภาพที่ 15)

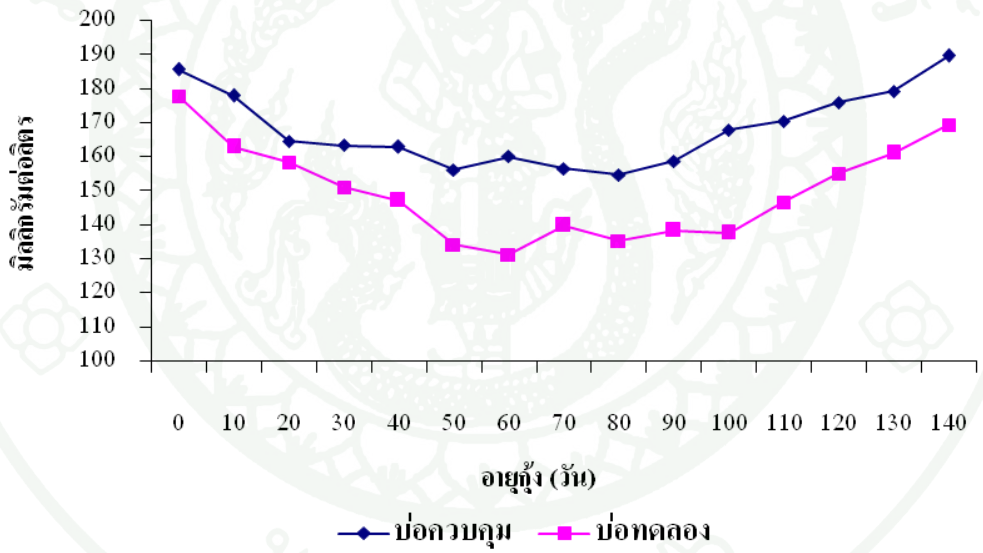


ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.7 ความเป็นด่างรวม

ค่าความเป็นด่างรวมของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 154.57-189.70 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 168.19±11.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 131.17-177.67 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 149.64±14.07 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความเป็นด่างรวมของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่ค่าความเป็นด่างรวมซึ่งมีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงกุ้งจะมีความสัมพันธ์กับอัตรารอดตายและการเจริญเติบโตของกุ้งทะเลทุกชนิด (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ค่าความเป็นด่างรวมอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งค่าความเป็นด่างรวมที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีค่าอยู่ระหว่าง 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994) และ 120-180 มิลลิกรัมต่อลิตร (สุรศักดิ์, 2546) (ภาพที่ 16)

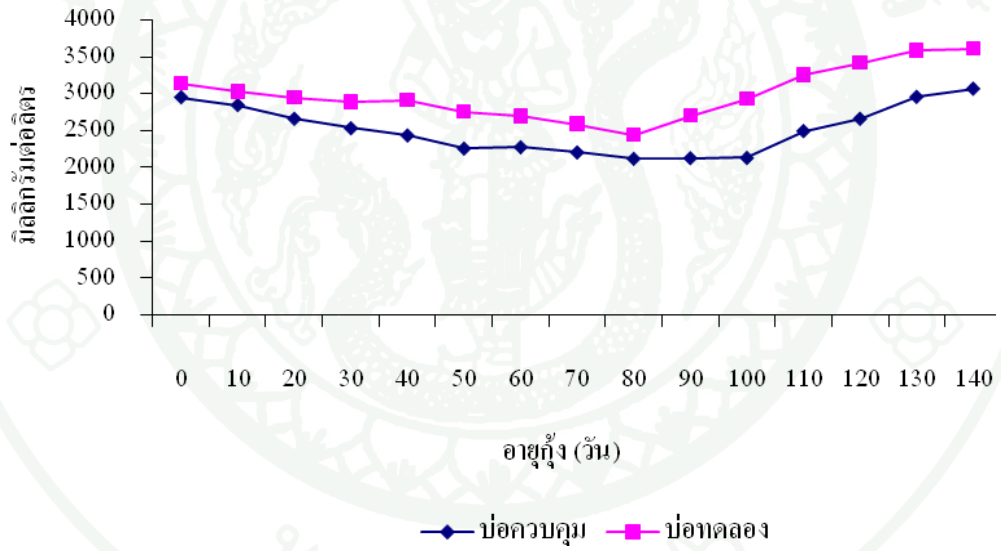


ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างรวมตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.8 ความกระด้าง

ค่าความกระด้างของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 1,649.00-3,546.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 2,472.01±625.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 1,984.00-3,895.53 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 2,945.93±400.60 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความกระด้างของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ชลอ และ พรเลิศ (2547) รายงานว่า ค่าความกระด้างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งไม่ควรต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่าค่าความกระด้างของน้ำทั้งในบ่อควบคุมและบ่อทดลองตลอดการศึกษาครั้งนี้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง (ภาพที่ 17) ค่าความกระด้างโดยตัวมันเองไม่ถือว่าเป็นปัจจัย สำคัญที่ทำให้เกิดอันตรายต่อการเลี้ยงกุ้ง แต่ความกระด้างของน้ำมักจะมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นด่าง (Alkalinity) และความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำ

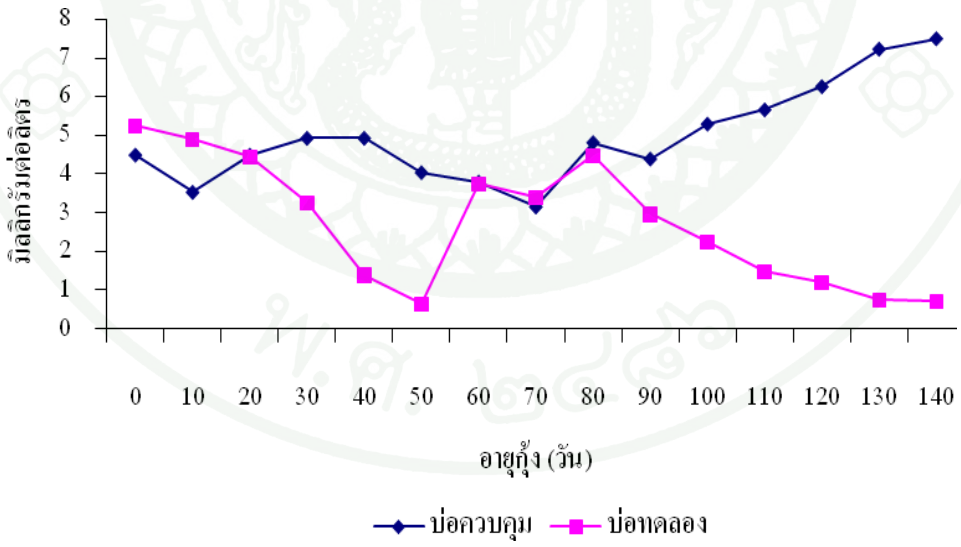


ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงค่าความกระด้างตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.9 แอมโมเนียรวม

ปริมาณแอมโมเนียรวมของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 2.4-7.8 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 4.79±1.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.64-5.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 2.72±1.63 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียรวมของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อควบคุมจะเพิ่มขึ้นตลอดการเลี้ยง ในขณะที่บ่อทดลองปริมาณแอมโมเนียรวมจะลดลงจนถึงกุ้งมีอายุประมาณ 50 วัน ปริมาณแอมโมเนียรวมจึงเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากในช่วงแรกของการเลี้ยงบ่อทดลองยังมีสาหร่ายไส้ไก่เจริญเติบโตอยู่ โดยสาหร่ายไส้ไก่จะดึงเอาแอมโมเนียในบ่อมาใช้ในการเจริญเติบโต ทำให้ปริมาณแอมโมเนียรวมในน้ำในช่วงแรกของการเลี้ยงลดลง (ชะลอ และคณะ, 2551) แต่หลังจากที่กุ้งมีอายุประมาณ 50 วัน ซึ่งเป็นช่วงที่สาหร่ายไส้ไก่ในบ่อหมดไปเนื่องมาจากวงจรชีวิตของสาหร่ายไส้ไก่ ปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อจึงเพิ่มขึ้น อีกทั้งบ่อทดลองไม่มีการให้อาหารเลยในช่วงเดือนแรกของการเลี้ยง เพราะกุ้งขาวแวนนาไม จะกินสาหร่ายไส้ไก่เป็นอาหารได้ (ชะลอ และพรเลิศ, 2547) ทำให้ไม่มีอาหารเหลือสะสมในบ่อ ปริมาณแอมโมเนียรวมในบ่อจึงน้อยกว่าบ่อควบคุม กุ้งขาวแวนนาไม (ภาพที่ 18)

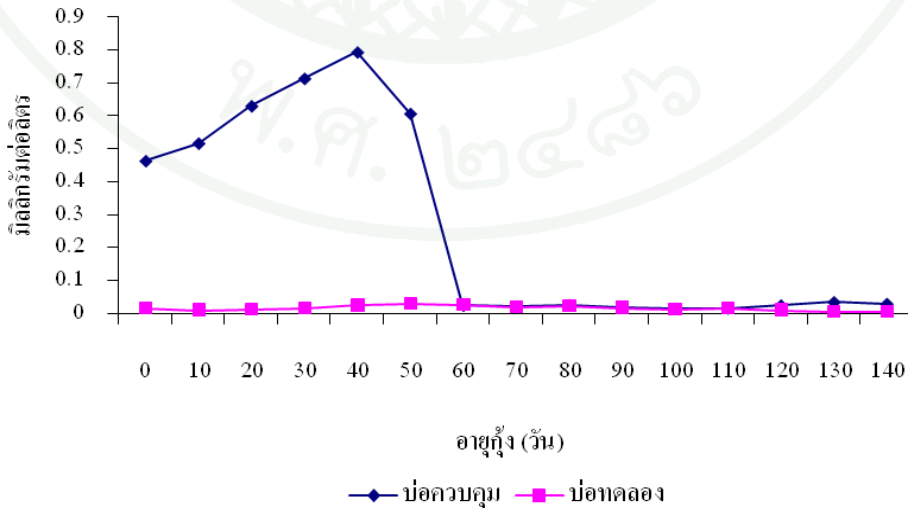


ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียรวมตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.10 ไนไตรท์

ปริมาณไนไตรท์ของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.007-0.87 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.26±0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.032 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.015±0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณไนไตรท์ของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) แนวโน้มของปริมาณไนไตรท์ในบ่อควบคุม ในช่วง 40 วันแรกของการเลี้ยงมีค่าสูง อาจเนื่องมาจาก การเตรียมบ่อก่อนการเลี้ยงไม่ดีพอ ทำให้มีการสะสมของของเสียในบ่อเหลืออยู่ อีกทั้งในช่วงเดือนแรกไม่มีการเปิดเครื่องให้อากาศ อาจทำให้ในบ่อมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่มากพอที่จุลินทรีย์จะเปลี่ยนรูปจากแอมโมเนีย ไนเตรทและไนไตรท์ได้อย่างสมบูรณ์ แต่หลังจาก 50 วันของการเลี้ยงปริมาณไนไตรท์มีค่าลดลง เนื่องจากเริ่มมีการเปิดเครื่องให้อากาศในพื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม รวมไปถึงการเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างการเลี้ยง (วรัญญา, 2551) ในขณะที่บ่อทดลองปริมาณไนไตรท์มีค่าคงที่แสดงให้เห็นว่า สาหร่ายไส้ไก่มีส่วนช่วยลดปริมาณไนไตรท์ในบ่อได้ (ภาพที่ 19) โดยแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของไนไตรท์เป็นไปในทำนองเดียวกับแอมโมเนีย เนื่องจากในบ่อที่มีปริมาณแอมโมเนียมากในเวลาต่อมาแอมโมเนียจะถูกแบคทีเรียเปลี่ยนไปเป็นไนไตรท์ ขณะเดียวกันไนโตรเจนที่น้ำในบ่อกุ้งได้รับ จะถูกสิ่งที่มีชีวิตใช้ในการสร้างโปรตีนในร่างกาย ซึ่งจะทำให้ไนโตรเจนสูญเสียไปจากบ่อกุ้ง นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียซึ่งทำหน้าที่ลดออกซิเจนในไนเตรทให้เป็นไนไตรท์จากไนไตรท์ให้เป็นไนตริกออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนตามลำดับ ก๊าซไนโตรเจนจะระเหยขึ้นสู่อากาศ ขบวนการนี้เรียกว่า Denitrification มักเกิดขึ้นในสภาพขาดออกซิเจน (Anaerobic) นอกจากนี้น้ำในบ่อกุ้งจะสูญเสียไนโตรเจนโดยการระเหยในรูปของก๊าซแอมโมเนียอีกทางหนึ่ง

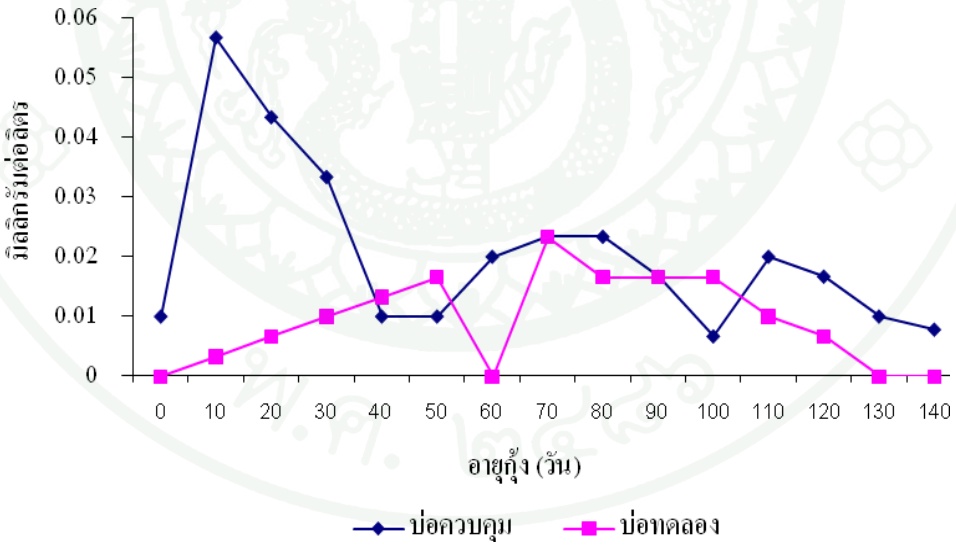


ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.11 ไนเตรท

ปริมาณไนเตรทในน้ำในบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.02±0.018 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงสัปดาห์แรกปริมาณไนเตรทในน้ำเพิ่มขึ้นทั้ง 3 บ่อ เกิดจากสารอินทรีย์ที่ตกค้างและเน่าสลายภายในบ่อ การเปลี่ยนถ่ายน้ำหรือเพิ่มออกซิเจนในน้ำสามารถลดปริมาณแอมโมเนียที่จะมีการเปลี่ยนรูปเป็นไนเตรททำให้ สัปดาห์ที่ 5 ปริมาณไนเตรทลดลง โดยบ่อควบคุมที่ 2 มีปริมาณไนเตรทมากที่สุด 0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร บ่อทดลองที่ 3 มีปริมาณไนเตรท 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร และบ่อทดลองที่ 1 มีค่าน้อยที่สุด 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทในน้ำมีค่าเพิ่มขึ้น และมีค่าคงที่ตลอดระยะเวลาในการศึกษา ปริมาณไนเตรทบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.010±0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทในน้ำใกล้เคียงกันทั้ง 3 บ่อมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อปล่อยกุ้งลงเลี้ยง ปริมาณไนเตรท มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการศึกษา สาหร่ายสามารถใช้ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียได้ดีกว่าไนเตรท กล่าวคือเมื่อในน้ำมีทั้งแอมโมเนียและไนเตรท สาหร่ายจะใช้ไนโตรเจนในรูปของแอมโมเนียก่อน (Boussiba, 1984) (ภาพที่ 20)

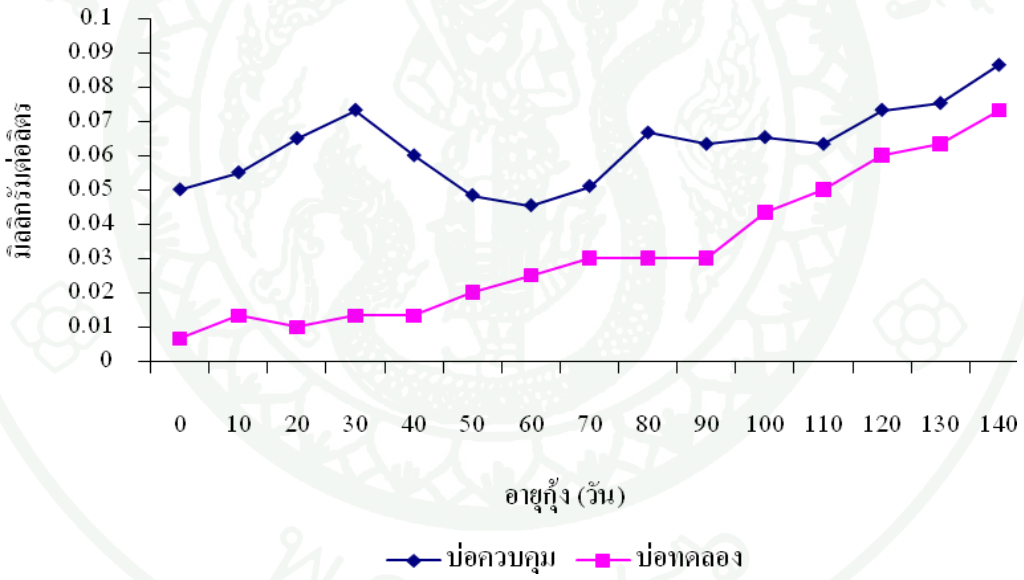


ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.13 ฟอสฟอรัสรวม

ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำในบ่อควบคุมมีค่าระหว่าง 0.045 – 0.075 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.06±0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.007-0.063 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.029±0.018 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำทั้ง 3 บ่อมีปริมาณเพิ่มขึ้น เกิดจากฟอสฟอรัสในอาหารส่วนที่กุ้งกินจะถูกเปลี่ยนเป็นอินทรีย์ฟอสฟอรัสในตัวกุ้ง ส่วนที่กุ้งกินไม่ทันจะละลายน้ำ บางส่วนถูก พืชนำไปใช้ บางส่วนตกตะกอนเช่นเดียวกันกับปุ๋ย (ภาพที่ 21) จนถึงสัปดาห์สุดท้าย ปริมาณฟอสฟอรัสไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำและฟอสฟอรัสจะถูกสาหร่ายไส้ไก่ใช้เป็นธาตุอาหารในการเจริญเติบโตในรูปของฟอสเฟตที่ละลายน้ำ เช่น HPO_4 ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำทั้งบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

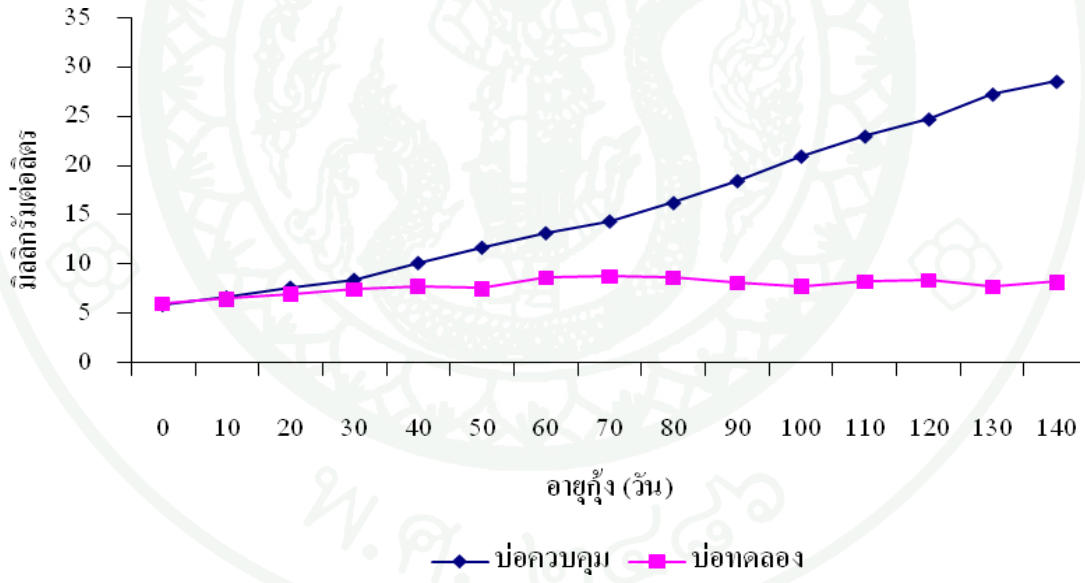


ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสตลอดการเลี้ยง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.14 ค่าบีโอดี

ปริมาณบีโอดีในน้ำของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 5-28.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 14.93±6.93 มิลลิกรัมต่อลิตรในขณะที่บ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 5.6-9.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 7.78±0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณบีโอดีที่ละลายในน้ำของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ในบ่อควบคุมไม่อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม แต่ในบ่อทดลองปริมาณบีโอดีที่ละลายในน้ำเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมไม่ควรสูงกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากในบ่อควบคุมมีการให้อาหารตั้งแต่เริ่มมีการปล่อยกุ้ง จึงทำให้มีปริมาณของอาหารที่เหลือตกค้างจากการเลี้ยงกุ้งมาก ปริมาณของสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำก็มีปริมาณมากด้วยเช่นกัน ทำให้ความต้องการออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน หรือค่าบีโอดีมากตามไปด้วย (นิตยา, 2546)



ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณบีโอดีตลอดการเลี้ยง

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า คุณภาพน้ำที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของบ่อควบคุมกับบ่อทดลองอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และเมื่อนำมาทดสอบทางสถิติคุณภาพน้ำส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนไตรท์และค่าบีโอดี ที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยจะพบว่าในบ่อควบคุมมีปริมาณแอมโมเนีย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณไนไตรท์และค่าบีโอดีสูงขึ้น เนื่องมาจากเกิดการสะสมของของเสียในบ่อ ซึ่งเกิดจากอาหารที่ให้ระหว่างการเลี้ยงในขณะที่บ่อทดลองโดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงที่ใส่สาหร่ายไส้ไก่ปริมาณแอมโมเนียและปริมาณไนไตรท์มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากสาหร่ายมีความสามารถในการดูดซับ (Foster, 1976; Lobban and Harrison, 1994) จึงเป็นตัวกรองชีวภาพและดูดซับธาตุอาหาร โดยสาหร่ายเป็นตัวดูดซับไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในน้ำโดยตรง ซึ่งเกิดจากการเลี้ยง และขับถ่ายของสัตว์น้ำที่เลี้ยง (Tseng and Borowitaka, 2003) สาหร่ายจะเป็นตัวเคลื่อนย้ายธาตุอาหารที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยมีน้ำเป็นตัวกลาง ได้แก่ แอมโมเนียรวม ซึ่งจะมีสภาพเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นมากกว่า 100 μM (Neori *et al.,* 2004) ซึ่งตรงกับวลีรัตน์ และ พุทธ (2547) ใช้สาหร่ายพวงองุ่น (*Caulerpa lentillifera*, J.Agardh) เพื่อบำบัดปริมาณสารประกอบไนโตรเจนที่ได้จากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ พบว่าปริมาณสารประกอบแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทลดลง สาหร่ายไส้ไก่จึงใช้แอมโมเนียในการเจริญเติบโตทำให้มีส่วนช่วยลดปริมาณแอมโมเนียและไนไตรท์ในบ่อได้

2. การศึกษาสมบัติของดินในบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของดินในบ่อควบคุมกับบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่

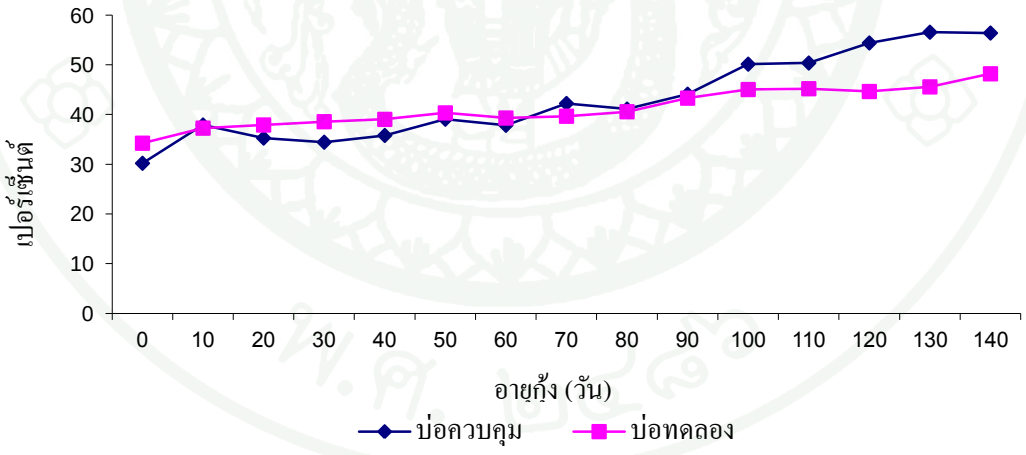
สมบัติของดิน	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	บ่อควบคุม	บ่อทดลอง
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.35±0.04 [a]	0.29±0.05 [a]
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.53±1.75 [a]	0.67±2.18 [a]
โพแทสเซียม(พีพีเอ็ม)	8.51±1.34 [a]	8.80±1.99 [a]
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	8.37±0.34 [a]	8.40±0.28 [a]
อินทรียวัตถุในดิน (เปอร์เซ็นต์)	13.78±2.75 [a]	11.37±2.31 [a]
น้ำในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์)	43.31±8.64 [a]	41.30±3.93 [a]
ค่าการนำไฟฟ้า (มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร)	276.22±21.09 [a]	266.10±27.98 [a]

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 ปริมาณน้ำในดินตะกอน

ปริมาณน้ำในดินตะกอน ในบ่อควบคุมมีค่าระหว่าง 30.2-58.8 เปอร์เซ็นต์และมีค่าเฉลี่ย 43.31±8.64 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 34.2-48.2 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย 41.30±3.93 เปอร์เซ็นต์ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนเกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง อาจเนื่องมาจากตะกอนที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งเป็นตะกอนที่เกิดจากตะกอนที่เกิดใหม่ ยังไม่มีการอัดตัวกันแน่น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการจัดการภายในบ่อเลี้ยงที่มีการให้อาหารในปริมาณมากเกินพอ เศษอาหารที่เหลือรวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นภายในบ่อจึงเป็นส่วนหนึ่งของตะกอนที่เกิดขึ้นใหม่ได้ กฤษฎา (2541) รายงานว่า น้ำในดินตะกอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนเนื่องจากตะกอนจากสารอินทรีย์เป็นตะกอนที่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก และการมีตะกอนสารอินทรีย์ อยู่ภายในดินตะกอนจะทำให้ดินตะกอนมีการจัดเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ดังนั้น ถ้ามีสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงจะมีปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงตามด้วย (ภาพที่ 23) ปริมาณน้ำในดินตะกอนทั้งบ่อควบคุม และบ่อทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

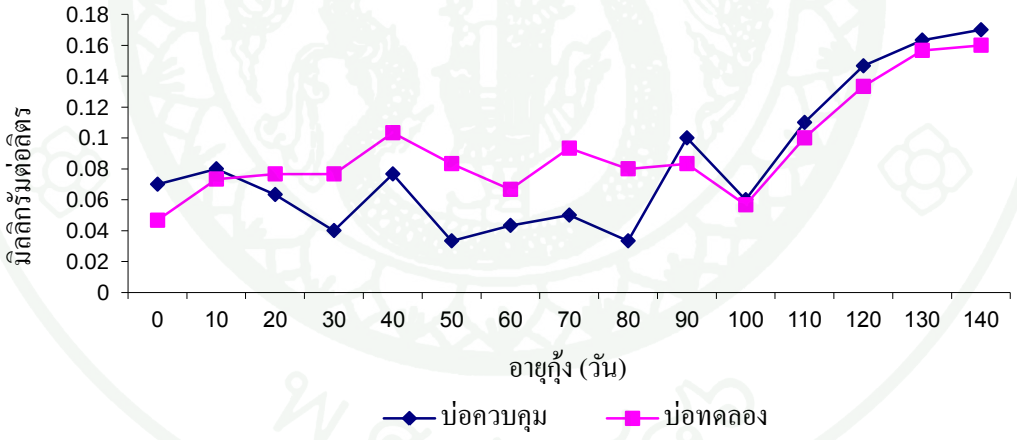


ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ฟอสฟอรัสรวม

ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในบ่อควบคุมมีค่าระหว่าง 0.03 – 8.23 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าเฉลี่ย 0.53±1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.04-9.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.67±2.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินทั้ง 3 บ่อ มีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงสั้นๆ (ภาพที่ 24) และจะลดลงเนื่องมาจากแหล่งธาตุอาหารในบ่อเลี้ยงกุ้งจะได้จากอาหารเป็นหลัก ซึ่งอาหารส่วนใหญ่จะใช้อาหารอัดเม็ดสำเร็จสำเร็จรูป (formulated pellet) มีคุณค่าทางอาหาร ได้แก่ โปรตีนไม่ต่ำกว่า 36 เปอร์เซ็นต์ และมีส่วนประกอบของอาหาร ได้แก่ ปลาป่น กุ้งป่น ปลาหมึกป่น ถั่วเหลือง เป็นต้น (บุญชัย และ ชาตรี, 2536) ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้จัดว่ามีปริมาณโปรตีนสูง เมื่อย่อยสลายจะให้สารประกอบไนโตรเจน และฟอสฟอรัสออกมา อีกทั้งปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินตะกอนพื้นท้องน้ำกลับสู่มวลของน้ำเหนือผิวดินได้ (Honisch *et al.*, 2002) ปริมาณฟอสฟอรัสในดินทั้งบ่อควบคุม และบ่อทดลอง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

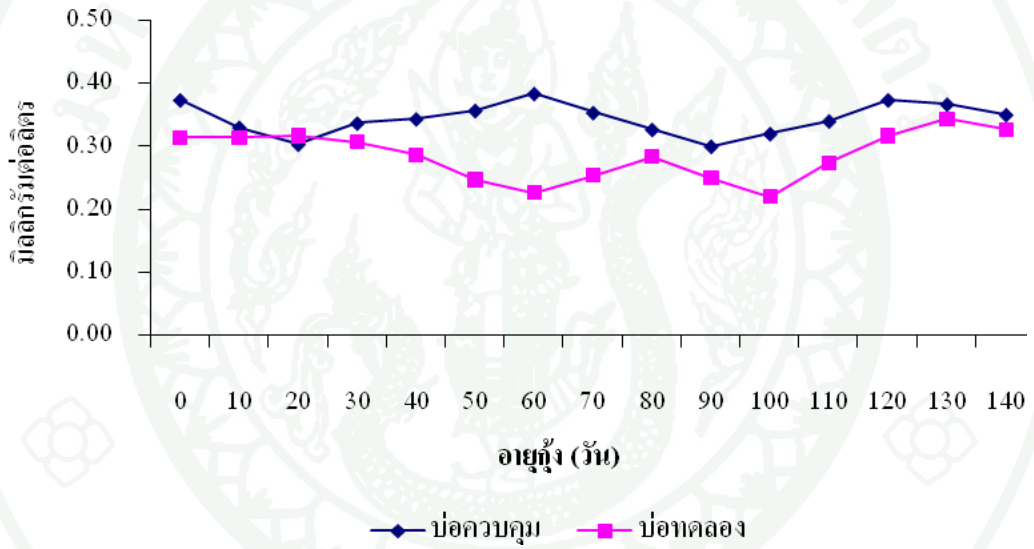


ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสรวม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 ไนโตรเจนรวม

ปริมาณไนโตรเจนของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.26-0.42 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 0.35±0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.19-0.40 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าเฉลี่ย 0.29±0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณไนโตรเจนในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ปริมาณไนโตรเจนรวมในบ่อควบคุมจะเพิ่มขึ้นตลอดการเลี้ยง เนื่องจากการสะสมของตะกอนเลนบริเวณพื้นบ่อ หลังจากปล่อยกุ้งปริมาณไนโตรเจนเกิดจากของเสียจากกุ้ง ของเสียจากอาหารกุ้ง จึงทำให้ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (ลัดดา, 2537) (ภาพที่ 25)

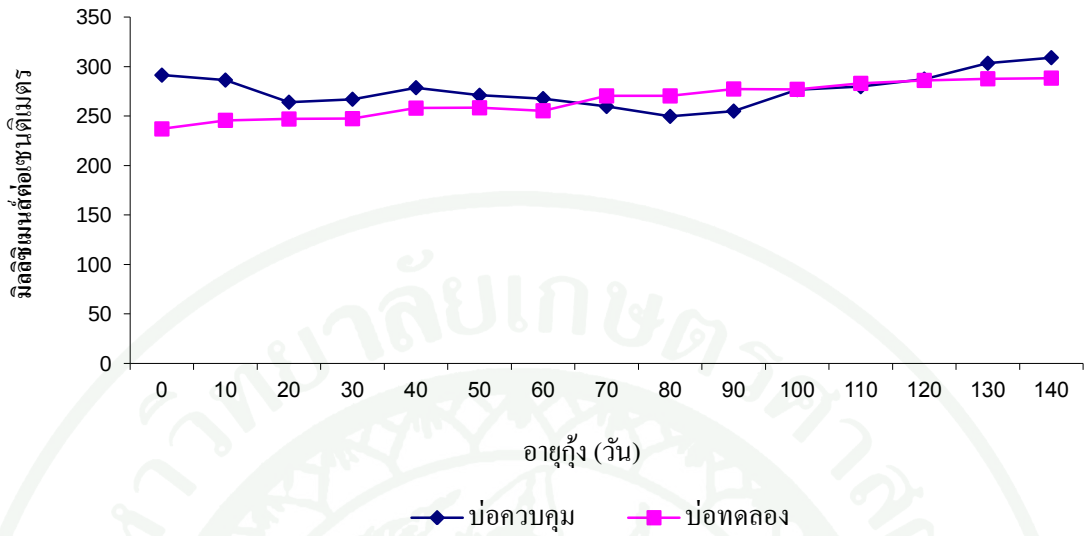


ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม

2.3 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้าของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 225-311 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ย 276.22±21.09 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร ขณะที่บ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 184-303 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ย 266.10±27.98 มิลลิซิเมนส์ต่อเซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่าการนำไฟฟ้าของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) Boyd (1982; 2002) รายงานว่า ค่าการนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเค็มและมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็มตลอดระยะเวลาในการทดลอง (ภาพที่ 26)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

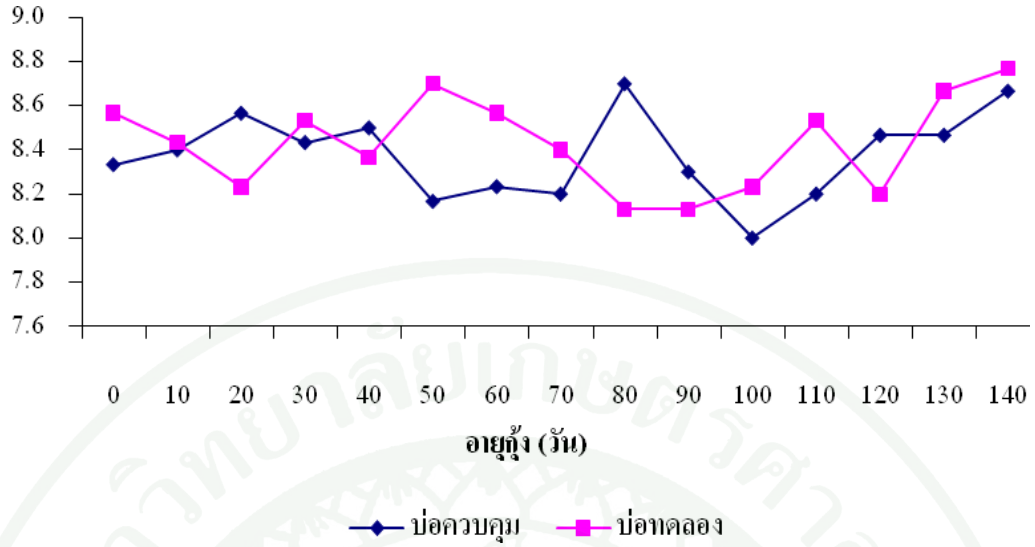


ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้า

2.4 ค่าพีเอช

ค่าพีเอชของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 7.4-9.1 และมีค่าเฉลี่ย 8.37±0.34 ในขณะที่บ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่มีค่าอยู่ระหว่าง 7.6-8.9 และมีค่าเฉลี่ย 8.40±0.28 เมื่อเปรียบเทียบพีเอชของน้ำในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยปกติการเปลี่ยนแปลงของพีเอชที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของกุ้งไม่ควรเกินกว่า 0.5 หน่วยในรอบวัน (ชลอ, 2543) และควรมีค่าอยู่ระหว่าง 7-9 (Brock and Main, 1994) ค่าพีเอชยังมีผลกับค่าการนำไฟฟ้าถ้าค่าพีเอชมีค่ามากกว่า 9 หรือน้อยกกว่า 5 จะมีผลให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น (พัชริดา, 2543) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ค่าพีเอชทั้งในบ่อควบคุมและบ่อทดลองมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยง (ภาพที่ 27)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

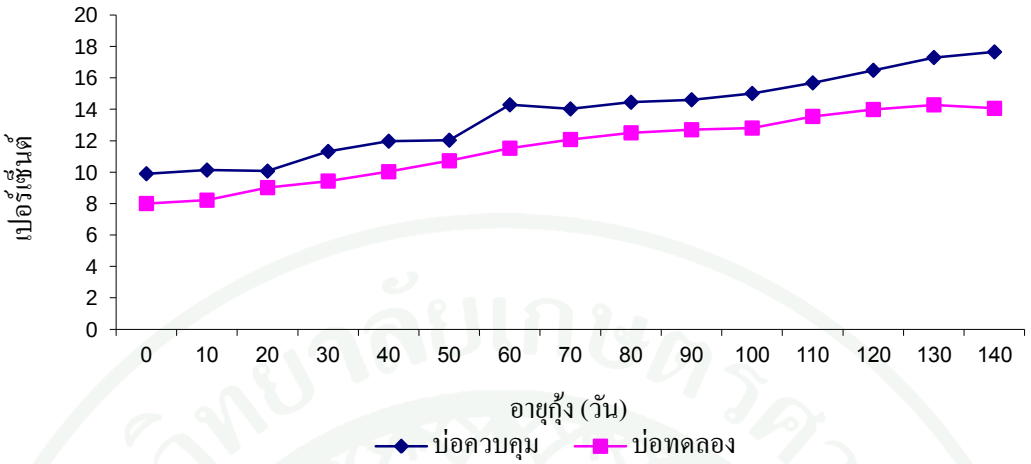


ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง

2.5 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

ปริมาณอินทรียวัตถุในดินของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 8.01-19.05 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย 13.78±2.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 8.04-14.98 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเฉลี่ย 11.37±2.31 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะเพิ่มขึ้นตลอดการเลี้ยง เนื่องมาจากปริมาณของเสียที่ตกค้างจากอาหารกุ้ง และจากการขับถ่ายของกุ้ง อาหารที่ให้กุ้งกินมีเพียง 25-35% เท่านั้นที่กุ้งสามารถกินและนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลือจะเป็นของเสียที่ตกค้างอยู่ที่ก้นบ่อ (แม็ก, 2533) ในขณะที่บ่อทดลองปริมาณอินทรียวัตถุในดินจะน้อยกว่าบ่อควบคุม อาจเนื่องมาจากในช่วง 50 วันแรกบ่อทดลองไม่มีการให้อาหารทำให้ปริมาณของเสียที่ตกค้างจากอาหารกุ้งมีปริมาณน้อยกว่าบ่อทดลอง (ภาพที่ 28)

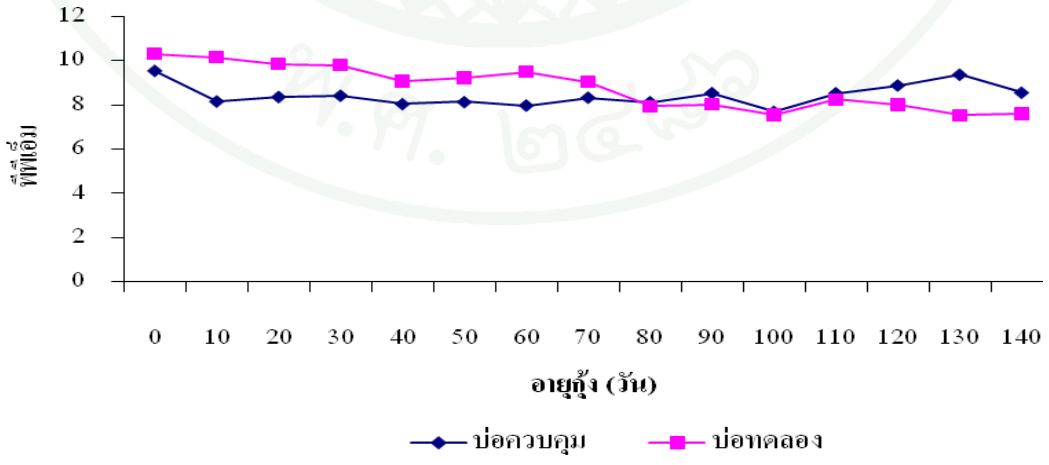
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

2.6 ปริมาณโพแทสเซียม

ปริมาณโพแทสเซียมของบ่อควบคุมมีค่าอยู่ระหว่าง 6.23-12.78 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ย 8.51±1.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนบ่อทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 5.97-13.54 มิลลิกรัมต่อลิตรและมีค่าเฉลี่ย 8.80±1.99 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณโพแทสเซียมของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณโพแทสเซียมในบ่อทดลองมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 29 การเปลี่ยนแปลงปริมาณโพแทสเซียม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า คุณภาพดินที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของบ่อควบคุมกับบ่อทดลอง เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติ คุณภาพดินส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกัน ปริมาณน้ำในดินตะกอน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยปริมาณน้ำในดินตะกอน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการตกตะกอนสะสมของสารอินทรีย์ที่ได้จากการเติมอาหาร ของเสียจากสิ่งมีชีวิตภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง ส่วนปริมาณโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสาหร่ายไส้ไก่สามารถดึงปริมาณโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ในดินมาใช้ในการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสง

3. เปรียบเทียบ ผลผลิตและต้นทุนของกุ้งขาวแวนนาไมจากบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่

3.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

ค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิต คือ ค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิตที่ผู้ผลิตจะได้รับถ้านำปัจจัยการผลิตนั้นไปผลิตสิ่งอื่น แทนที่จะนำมาใช้เลี้ยงกุ้ง ประกอบด้วย ค่าเสียโอกาสของแรงงานในครัวเรือน, ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน และค่าเสียโอกาสของที่ดิน มีหลักเกณฑ์ในการคำนวณดังนี้

ค่าเสียโอกาสของแรงงานในครัวเรือน เป็นค่าจ้างที่ประมาณให้แก่สมาชิกในครัวเรือนที่เลี้ยงกุ้งขาวโดยมิได้รับเงินเดือน คำนวณจากอัตราค่าจ้างแรงงานในการเลี้ยงกุ้งขาวในพื้นที่ที่ศึกษา

ค่าเสียโอกาสของต้นทุนคงที่ คำนวณจากมูลค่าเงินลงทุนในเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่เกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตคงที่คูณกับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำของธนาคารในปีที่ศึกษา

ค่าเสียโอกาสของเงินลงทุนในปัจจัยผันแปร คำนวณจากมูลค่าเงินลงทุนในปัจจัยผันแปรทั้งหมด คูณกับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำของธนาคารในปีที่ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าเสียโอกาสของที่ดิน ในกรณีที่เกษตรกรเป็นเจ้าของที่ดินเอง คำนวณจากอัตราค่าเช่าที่ดินในพื้นที่ที่ศึกษาอัตราค่าเช่าที่ดินในพื้นที่

ค่าเสื่อมราคาปัจจัยการผลิต

ค่าเสื่อมราคาปัจจัยการผลิตคือการสูญเสียมูลค่าของปัจจัยการผลิต โดยเฉพาะปัจจัยการผลิตที่มีอายุการใช้งานหลายปี เนื่องจากการใช้และอายุของปัจจัยการผลิตเอง ในการวิเคราะห์ค่าเสื่อมราคาปัจจัยการผลิตต่างๆ ในการเลี้ยงกุ้ง จะคำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight line)

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\text{มูลค่าซื้อ} - \text{มูลค่าซาก}}{\text{อายุการใช้งาน}}$$

3.2 การคำนวณต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาว

การคำนวณต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาว จะพิจารณาทั้งต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรทั้งที่เป็นเงินสดและไม่เป็นเงินสด โดยมีสมการต้นทุนดังนี้

ต้นทุนทั้งหมด = ต้นทุนคงที่ + ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนคงที่ = ค่าเสื่อมราคาบ่อ + ค่าเช่า/ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน + ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือ/ อุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสต้นทุนคงที่

ต้นทุนผันแปร = ค่าเตรียมบ่อ + ค่าลูกกุ้ง + ค่าอาหาร + ค่ายาและสารเคมี + ค่าแรงงาน + ค่าไฟฟ้า + ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงและน้ำมันหล่อลื่น + ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ + ค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ + ค่าเสียโอกาสต้นทุนผันแปร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิตในส่วนของต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน, ค่าเสียโอกาสของต้นทุนคงที่

ค่าเสียโอกาสของปัจจัยการผลิตในส่วนของต้นทุนผันแปร ได้แก่ ค่าเสียโอกาสของแรงงานในครัวเรือน, ค่าเสียโอกาสของต้นทุนผันแปร (Jitsanguan, 1995)

ต้นทุนคงที่

ต้นทุนคงที่ คือ ค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการใช้ปัจจัยการผลิตคงที่ในการเลี้ยงกุ้งขาว ดังนั้นต้นทุนการผลิตส่วนนี้จะคงที่เสมอหรือไม่เปลี่ยนแปลงตามปริมาณผลผลิต สำหรับปริมาณการผลิตระดับหนึ่ง กล่าวคือ ไม่ว่าผู้ผลิตจะเพิ่มหรือลดปริมาณการผลิต ค่าใช้จ่ายประเภทนี้จะมีจำนวนคงที่ สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวมีต้นทุนคงที่ที่ใช้วิเคราะห์ประกอบด้วย ค่าเสื่อมราคาบ่อและโรงเรือน, ภาษีที่ดิน, ค่าเสื่อมราคาเครื่องมืออุปกรณ์, ค่าเช่าที่ดิน/ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน และค่าเสียโอกาสของต้นทุนคงที่ ต้นทุนที่กล่าวมาเหล่านี้จัดได้ว่าเป็นต้นทุนประเภทต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด ยกเว้นค่าเช่าที่ดินและภาษีที่ดิน การคำนวณต้นทุนคงที่มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเสื่อมราคาบ่อ เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสด โดยคำนวณจากค่าเสื่อมของบ่อเมื่อใช้งานในแต่ละปี กำหนดให้อายุบ่ออยู่ที่ 10 ปี คำนวณค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง (Straight Line) สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งมีค่าใช้จ่ายค่าเสื่อมราคาบ่อเฉลี่ยไร่ละ 625.00 บาทต่อไร่

ค่าเสื่อมราคาเครื่องมืออุปกรณ์ เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสด โดยคำนวณจากอุปกรณ์คงทนที่มีอายุการใช้งานหลายปี ได้แก่ เครื่องสูบน้ำ ท่อส่งและสูบน้ำ เครื่องตีน้ำ ใบพัดตีน้ำ รถกระบะ สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งมีค่าใช้จ่ายค่าเสื่อมราคาเครื่องมืออุปกรณ์เฉลี่ย 2,250 .00 บาทต่อไร่

ค่าเช่าที่ดิน เป็นค่าใช้จ่ายที่เป็นเงินสด สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งที่ไม่มีที่ดินเป็นของตัวเองคำนวณจากค่าเช่าที่เกษตรกรเสียจริง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดินเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่เป็นเงินสด สำหรับเกษตรกรที่มีที่ดินเป็นของตัวเองหากให้ผู้อื่นมาเช่าจะทำให้มีรายได้ที่อยู่ในรูปค่าเช่า เรียกว่า “ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน” คำนวณค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน จากอัตราค่าเช่าของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในพื้นที่พระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าเสียโอกาสใช้ที่ดินเฉลี่ย 625.00 บาทต่อไร่

ค่าเสียโอกาสของต้นทุนคงที่ เป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่ใช่เงินสดคำนวณจากมูลค่าเงินลงทุนในเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ที่เกิดจากการใช้ปัจจัยคงที่ คูณกับอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 4 เดือน (ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง)ของธนาคารในปีที่ศึกษา มีอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 0.75 บาทต่อปี สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าเสียโอกาสของต้นทุนคงที่เฉลี่ย 164.06 บาทต่อไร่

ต้นทุนผันแปร

ต้นทุนผันแปร คือ ค่าใช้จ่ายในการผลิตอันเกิดจากการใช้ปัจจัยผันแปรในการผลิต ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงและแปรผันตรงกับปริมาณการผลิต สำหรับต้นทุนการผันแปรในการเลี้ยงกุ้งขาวที่นำมาวิเคราะห์ได้แก่ ค่าเตรียมบ่อ, ค่าลูกกุ้ง, ค่าอาหารกุ้ง, ค่ายาและสารเคมี, ค่าแรงงานและค่าเสียโอกาสแรงงานครอบครัว, ค่าพลังงานไฟฟ้า, ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง, ค่าเครื่องมืออุปกรณ์, ค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์, ค่าใช้จ่ายอื่นๆ และค่าเสียโอกาสต้นทุนผันแปร การคำนวณต้นทุนผันแปรมีรายละเอียดดังนี้

ค่าเตรียมบ่อ เป็นค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมบ่อ ก่อนปล่อยลูกกุ้งขาวลงบ่อค่าใช้จ่ายส่วนนี้ ได้แก่ ค่าจ้างในการดูดเลนและไถปรับพื้นบ่อ รวมถึงค่าปูนขาวที่ใช้ปรับสภาพกรด-ด่างของดินที่ก้นบ่อด้วย สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าเตรียมบ่อเฉลี่ย 625.00 บาทต่อไร่

ค่าพันธุ์ลูกกุ้งขาว เป็นค่าใช้จ่ายในการซื้อลูกกุ้งขาวเพื่อนำมาเลี้ยงในบ่อเลี้ยง สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าพันธุ์ลูกขาวเฉลี่ย 6,000.00 บาทต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าอาหารกุ้ง เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการซื้ออาหารที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งขาวตลอดรอบการเลี้ยงสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าอาหารกุ้งขาวเฉลี่ย 30,216.50 บาทต่อไร่ (บ่อทดลอง) และมีค่าใช้จ่ายค่าอาหารกุ้งขาวเฉลี่ย 39,153.75 บาทต่อไร่ (บ่อควบคุม)

ค่าจ้างแรงงาน ค่าจ้างแรงงานในการเลี้ยงกุ้งขาวแยกเป็น 2 ประเภท คือ ค่าจ้างแรงงานและค่าจ้างแรงงานในการจับกุ้ง สำหรับค่าจ้างแรงงานประจำเป็นค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรเจ้าของฟาร์มจ่ายให้แก่แรงงานที่เลี้ยงกุ้งขาวตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ในส่วนของค่าจ้างแรงงานในการจับกุ้งเป็นค่าจ้างแรงงานที่ใช้ในการจับกุ้งขาว คิดในอัตราที่เกิดขึ้นจริง จำนวนแรงงานจับกุ้งแตกต่างกันตามขนาดของบ่อเลี้ยง สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าจ้างแรงงานเฉลี่ย 500.00 บาทต่อไร่

ค่าเสียโอกาสแรงงานในครัวเรือน เป็นค่าจ้างที่ประมาณให้แก่สมาชิกในครัวเรือนที่เลี้ยงกุ้งขาวโดยไม่ได้รับเงินเดือน คำนวณอัตราค่าจ้างจากค่าจ้างแรงงานในการเลี้ยงกุ้งขาวในพื้นที่ที่ศึกษา มีอัตราค่าจ้างเฉลี่ย 200 บาทต่อวัน สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าเสียโอกาสแรงงานในครัวเรือนเฉลี่ย 1,500.00 บาทต่อไร่

ค่ายาและสารเคมี เป็นค่าใช้จ่ายที่นำมาจัดการเกี่ยวกับสุขภาพของกุ้ง ทั้งในด้านการปรับสภาพดินและน้ำ การป้องกันและรักษาโรค ที่ทางกรมประมงอนุญาตให้ใช้ได้ สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่ายาและสารเคมีเฉลี่ย 3,850.00 บาทต่อไร่

ค่าไฟฟ้า เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ในกิจกรรมของการเลี้ยงกุ้งขาวในการให้แสงสว่างในเวลากลางคืนและใช้ในระบบการให้อากาศในบ่อเลี้ยง สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 8,418.63 บาทต่อไร่

ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นค่าใช้จ่ายที่ใช้ในกิจกรรมของการเลี้ยงกุ้งขาวในการสูบน้ำเข้าและออกจากบ่อเลี้ยง สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่นเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าน้ำมันเชื้อเพลิงเฉลี่ย 6,175.00 บาทต่อไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างเป็นค่าใช้จ่ายที่เกษตรกรใช้ซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในฟาร์มเลี้ยงกุ้ง สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าเครื่องมือและอุปกรณ์เฉลี่ย 312.50 บาทต่อไร่

ค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์ เป็นค่าใช้จ่ายในการบูรณะซ่อมแซม สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง มีค่าใช้จ่ายค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์เฉลี่ย 1,362.50 บาทต่อไร่

ค่าเสียโอกาสต้นทุนหรือเงินทุนในปัจจัยผันแปร คำนวณจากต้นทุนหรือมูลค่าเงินลงทุนในปัจจัยผันแปรที่จ่ายเป็นเงินสดของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ในกรณีที่เกษตรกรใช้เงินไปเพื่อลงทุนในต้นทุนผันแปรที่จ่ายเป็นเงินสดในการเลี้ยงกุ้งขาว แทนการนำเงินไปลงทุนในการทำกิจกรรมอย่างอื่นหรือการนำฝากธนาคาร ต้นทุนในส่วนนี้เป็นต้นทุนที่ประเมินขึ้นโดยคิดราคาประเมินตามอัตราดอกเบี้ยเงินฝากประจำ 3 เดือนของธนาคารในปีที่ศึกษา มีอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 0.75 บาทต่อปี สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว 1 รุ่น เกษตรกรเจ้าของฟาร์มมีค่าใช้จ่ายค่าเสียโอกาสต้นทุนหรือเงินทุนในปัจจัยผันแปรเฉลี่ย 949.65 บาทต่อไร่

3.3 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน

การวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตมีประโยชน์ต่อผู้เลี้ยงกุ้งขาว เพราะทำให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริง และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลตอบแทนที่ได้รับจะทำให้ทราบถึงผลกำไรในการผลิต และสามารถปรับปรุงโครงสร้างค่าใช้จ่ายของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง กับงบประมาณที่มีอยู่ได้ การวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในครั้งนี้ จะพิจารณาทั้งในส่วนต้นทุนที่เป็นเงินสดและต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด โดยคิดต้นทุนใน 1 รอบการผลิตเฉลี่ยต่อไร่ จากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ มีต้นทุนทั้งหมด 76,085.91 บาทต่อไร่ เป็นต้นทุนคงที่ 3,664.06 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 4.82 และต้นทุนผันแปร 72,421.85 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 95.18 เมื่อแยกพิจารณาต้นทุนที่เป็นเงินสดและต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด พบว่าต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 67,746.24 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสดเท่ากับ 8,339.67 บาทต่อไร่ และจากผลการวิเคราะห์ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่ มีต้นทุนทั้งหมด 67,148.66 บาทต่อไร่ เป็นต้นทุนคงที่ 3,664.06 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 5.46 และต้นทุนผันแปร 63,484.60 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 94.54 เมื่อแยกพิจารณาต้นทุนที่เป็นเงินสดและต้นทุนที่ไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นเงินสด พบว่าต้นทุนที่เป็นเงินสดเท่ากับ 58,808.99 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนที่ไม่เป็นเงินสด เท่ากับ 8,339.67 บาทต่อไร่ ซึ่งจากการพิจารณาค่าใช้จ่ายทั้งหมด พบว่า ค่าอาหารกุ้งเป็นปัจจัยการผลิตที่มีต้นทุนที่สูงที่สุดทั้งในบ่อควบคุม และบ่อทดลอง คือ 39,153.75 บาทต่อไร่และ 30,216.50 บาทต่อไร่ คิดเป็นร้อยละ 51.46 และ 44.99 ตามลำดับ เนื่องจากปัจจุบันพบว่าราคาอาหารกุ้งสูงขึ้นมาก โดยเพิ่มขึ้นจากราคาเดิม 5% จึงทำให้ต้นทุนค่าอาหารของเกษตรกรสูงขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทน พบว่า ผลผลิต รายได้ กำไร และต้นทุนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 8 ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่ เฉลี่ย 1 รอบการผลิตของเกษตรกรในเขตพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ปีการผลิต 2553

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการค่าใช้จ่าย	ลักษณะของต้นทุน		รวม	%ของต้นทุนทั้งหมด
	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด		
ต้นทุนคงที่				
ค่าเสื่อมราคาบ่อ	-	625.00	625.00	00.82
ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์	-	2,250.00	2,250.00	02.96
ค่าเช่า/ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน	-	625.00	625.00	00.82
ค่าเสียโอกาสต้นทุนคงที่	-	164.06	164.06	00.22
รวมต้นทุนคงที่	0.00	3,664.06	3,664.06	04.82
ต้นทุนผันแปร				
ค่าเตรียมบ่อ	625.00		625.00	00.82
ค่าพันธุ์กุ้ง	6,000.00		6,000.00	07.89
ค่าอาหาร	39,153.75		39,153.75	51.46
ค่าจ้างแรงงาน	500.00		500.00	00.66
ค่าเสียโอกาสแรงงานครอบครัว	-	1,500.00	1,500.00	01.97
ค่ายาและสารเคมี	3,850.00		3,850.00	05.06
ค่าพลังงานไฟฟ้า	8,418.63		8,418.63	11.06
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	6,175.00		6,175.00	08.12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 (ต่อ)

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการค่าใช้จ่าย	ลักษณะของต้นทุน		รวม	%ของต้นทุนทั้งหมด
	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด		
ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์	312.50		312.50	00.41
ค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์	1,362.50		1,362.50	01.79
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	1,348.86		1,348.86	01.77
ค่าเสียโอกาสต้นทุนผันแปร	-	3,175.61	3,175.61	04.17
รวมต้นทุนผันแปร	67,746.24	4,675.61	72,421.85	95.18
รวมต้นทุนทั้งหมด	67,746.24	8,339.67	76,085.91	100.00

ที่มา: จากการคำนวณ

ตารางที่ 9 ต้นทุนการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่เฉลี่ย 1 รอบการผลิตของเกษตรกรในเขตพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ปีการผลิต 2553

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการค่าใช้จ่าย	ลักษณะของต้นทุน		รวม	%ของต้นทุนทั้งหมด
	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด		
ต้นทุนคงที่				
ค่าเสื่อมราคาบ่อ	-	625.00	625.00	00.93
ค่าเสื่อมราคาเครื่องมือและอุปกรณ์	-	2,250.00	2,250.00	03.35
ค่าเช่า/ค่าเสียโอกาสการใช้ที่ดิน	-	625.00	625.00	00.93
ค่าเสียโอกาสต้นทุนคงที่	-	164.06	164.06	00.24
รวมต้นทุนคงที่	0.00	3,664.06	3,664.06	05.46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 (ต่อ)

(หน่วย: บาทต่อไร่)

รายการค่าใช้จ่าย	ลักษณะของต้นทุน		รวม	%ของต้นทุนทั้งหมด
	เงินสด	ไม่ใช่เงินสด		
ต้นทุนผันแปร				
ค่าเตรียมบ่อ	625.00		625.00	00.93
ค่าพันธุ์กุ้ง	6,000.00		6,000.00	08.93
ค่าอาหาร	30,216.50		30,216.50	44.99
ค่าจ้างแรงงาน	500.00		500.00	00.74
ค่าเสียโอกาสแรงงานครอบครัว	-	1,500.00	1,500.00	02.23
ค่ายาและสารเคมี	3,850.00		3,850.00	05.73
ค่าพลังงานไฟฟ้า	8,418.63		8,418.63	12.54
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	6,175.00		6,175.00	09.20
ค่าเครื่องมือและอุปกรณ์	312.50		312.50	00.47
ค่าซ่อมแซมเครื่องมือและอุปกรณ์	1,362.50		1,362.50	02.03
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	1,348.86		1,348.86	02.01
ค่าเสียโอกาสต้นทุนผันแปร	-	3,175.61	3,175.61	04.73
รวมต้นทุนผันแปร	58,808.99	4,675.61	63,484.60	94.54
รวมต้นทุนทั้งหมด	58,808.99	8,339.67	67,148.66	100.00

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่เกษตรกรในเขตพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ปีการผลิต 2553

รายการ	บ่อทดลอง	บ่อควบคุม
ผลผลิตกุ้งขาว(กิโลกรัม/ไร่/รุ่น)	1,070.00	1,136.00
ขนาดกุ้ง (ตัว/กิโลกรัม)	45.00	45.00
ราคาที่เกษตรกรได้รับ (บาท/กิโลกรัม)	120.00	120.00
รายได้ (บาท/ไร่)	128,400.00	136,320.00
ต้นทุน (บาท/ไร่/รุ่น)		
ต้นทุนเงินสด	58,808.99	67,746.24
- ต้นทุนผันแปร	58,808.99	67,746.24
- ต้นทุนคงที่	0.00	0.00
ต้นทุนไม่เป็นเงินสด	8,339.67	8,339.67
- ต้นทุนผันแปร	4,675.61	4,675.61
- ต้นทุนคงที่	3,664.06	3,664.06
รวม	67,148.66	76,085.91
ผลตอบแทน(บาท/ไร่/รุ่น)		
กำไรเหนือต้นทุนเงินสด	69,591.01	68,573.76
กำไร	61,251.34	60,234.09

ที่มา: จากการคำนวณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 11 เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อควบคุมและบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่ เกษตรกรในเขตพื้นที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ ปีการ ผลิต 2553

รายการ	บ่อทดลอง	บ่อควบคุม
ผลผลิตกุ้งขาว(กิโลกรัม/ไร่/รุ่น)	1,070.00 [a]	1,136.00 [a]
รายได้ (บาท/ไร่)	128,400.00 [a]	136,320.00 [a]
ต้นทุน (บาท/ไร่/รุ่น)	67,148.66 [a]	76,085.91 [a]
กำไร	61,251.34 [a]	60,234.09 [a]

หมายเหตุ ตัวเลขในแนวนอนที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4. ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงแบบพัฒนากับการเลี้ยงแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

ผลการสัมภาษณ์ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ในพื้นที่ศึกษา อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 25 ครัวเรือน เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งให้ความสนใจการใช้สาหร่ายไส้ไก่เลี้ยงร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับสถานภาพในครัวเรือน การศึกษา อาชีพ รายได้ รายจ่าย ภาวะหนี้สิน การตั้งถิ่นฐาน ปัญหาหลักในการประกอบอาชีพ สภาพการเลี้ยงกุ้ง การจัดการคุณภาพน้ำ ผลกระทบของน้ำทิ้ง การจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้ง จัดการคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้ง และให้ความสนใจว่าสาหร่ายไส้ไก่อาจจะเป็นตัวช่วยจัดการคุณภาพน้ำและเห็นด้วยกับคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนไปก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำโดยที่ไม่ต้องนำน้ำมาบำบัดหรือเพิ่มพื้นที่มาสร้างเป็นบ่อบำบัดน้ำทิ้ง มีรายละเอียดดังนี้

4.1 โครงสร้างครัวเรือน ผู้ให้สัมภาษณ์เป็นผู้ชาย ร้อยละ 84 เป็นผู้หญิง ร้อยละ 16 ทั้งนี้เป็นหัวหน้าครอบครัว ร้อยละ 80 เป็นแม่บ้านและลูกบ้าน ร้อยละ 20 สถานภาพของกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 88 แต่งงานและอยู่ด้วยกัน ร้อยละ 12 เป็นโสด ในครัวเรือนส่วนใหญ่มีสมาชิกประมาณ 4-5 คนต่อครัวเรือน ผู้ให้สัมภาษณ์ จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 48 ชั้นมัธยมศึกษา ร้อยละ 24 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ร้อยละ 16 ระดับประกาศนียบัตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ร้อยละ 8 และปริญญาตรี ร้อยละ 4 ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดมีความสามารถในการอ่านและเขียนหนังสือได้ (ตารางที่ 12)

4.2 การประกอบอาชีพ ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นอาชีพหลัก โดยประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นอาชีพหลักเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 60 และประกอบอาชีพการเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นอาชีพหลัก โดยมีอาชีพอื่นเป็นอาชีพรอง เช่น รับจ้างทั่วไป และทำสวน ร้อยละ40 (ตารางที่ 13)

4.3 รายได้หลักของครัวเรือนจากการเพาะเลี้ยงกุ้ง มีรายได้เฉลี่ย 27,570 บาท/ครัวเรือน/เดือนบางส่วนมีรายได้จากการประกอบอาชีพรอง ซึ่งไม่มากนัก สำหรับรายได้จากการประกอบชีพรองจะมีได้ก็ต่อเมื่อว่างเว้นจากเวลาที่ต้องเพาะเลี้ยงกุ้ง ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการดูแลกุ้งในบ่อเพาะเลี้ยง เป็นอย่างดี ส่วนรายจ่ายทั้งครัวเรือน ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน ค่าอาหาร ค่าไฟฟ้า ค่าน้ำประปา ค่าพาหนะ ค่ายา และอาหารในการเพาะเลี้ยงกุ้ง เฉลี่ยประมาณ 15,650 บาท/ครัวเรือน/เดือน (ตารางที่ 14)

4.4 ภาวะหนี้สิน ร้อยละ 36 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีหนี้สิน ร้อยละ 64 ของผู้ให้สัมภาษณ์ไม่มีหนี้สิน ร้อยละ 24 กู้ยืมเงินจากธนาคาร ร้อยละ 8 กู้เงินนอกระบบ และร้อยละ 4 กู้จากกองทุนหมู่บ้าน โดยหนี้สินของครัวเรือนเฉลี่ย 75,000 บาทต่อครัวเรือน ส่วนใหญ่เกิดจากการกู้เงินเพื่อนำมาลงทุนในการเพาะเลี้ยงกุ้ง ร้อยละ 28 รองลงมา ร้อยละ 8 เพื่อนำมาใช้จ่ายในครัวเรือน สำหรับความคิดเห็นในการเปลี่ยนอาชีพ ร้อยละ 56 ไม่ต้องการที่จะเปลี่ยนไปประกอบอาชีพอื่น เนื่องจากไม่ทราบว่าจะไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 สถานภาพครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
สถานภาพในครัวเรือนของ		
กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ชาย	21	84
กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้หญิง	4	16
สถานภาพในครัวเรือนของผู้ตอบแบบสอบถาม		
หัวหน้าครอบครัว	20	80
แม่บ้านและลูกบ้าน	5	20
สถานภาพ		
แต่งงานอยู่ด้วยกัน	22	88
โสด	3	12
จำนวนสมาชิกในครอบครัว ประมาณ (คน)	4-5 คน / ครอบครัว	-
ระดับการศึกษา		
ชั้นประถมศึกษา	12	48
ชั้นมัธยมปลาย	6	24
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)	4	16
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)	2	8
ปริญญาตรี	1	4
ความสามารถอ่านและเขียน		
อ่านออกเขียนได้	25	100
ไม่สามารถอ่านออกเขียนได้	0	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตาราง ที่ 13 อาชีพหลักและอาชีพรองของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
อาชีพหลัก		
เลี้ยงกุ้ง	25	100
อื่นๆ ระบุ.....	0	-
อาชีพรอง		
รับจ้างทั่วไป	6	24
ทำสวน	4	16

ตารางที่ 14 รายได้และรายจ่ายของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	บาท/ครัวเรือน/เดือน	คิดเป็นร้อยละ
รายได้ทั้งครอบครัวเฉลี่ย	27,570	-
รายจ่ายทั้งครอบครัวเฉลี่ย	15,650	-

ตารางที่ 15 ภาวะหนี้สินของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
ภาวะหนี้สิน		
มีหนี้สิน	9	36
ไม่มีหนี้สิน	16	64
หนี้สินของครัวเรือนเฉลี่ย (บาท/ครัวเรือน)	75,000	-
แหล่งเงินกู้		
กองทุนหมู่บ้าน	1	4
ธนาคาร	6	24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 (ต่อ)

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
แหล่งเงินกู้		
นอกระบบ	2	8
สาเหตุของการมีหนี้สิน		
เลี้ยงกุ้ง	7	28
ใช้จ่ายในครอบครัว	2	8
ความต้องที่จะเปลี่ยนอาชีพอื่นฯ		
ต้องการ	14	56
ไม่ต้องการ	11	44

4.5 การเข้ามาตั้งถิ่นฐานของครัวเรือน ส่วนใหญ่เป็นคนที่เกิดในหมู่บ้าน ร้อยละ 92 และย้ายมาจากพื้นที่อื่นๆ ร้อยละ 8 โดยส่วนใหญ่ย้ายถิ่นฐานมาจากแถบภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากความแห้งแล้ง และไม่มีที่ทำกิน โดยผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ ร้อยละ 88 ไม่คิดจะย้ายออกจากพื้นที่เนื่องจากมีที่ดินเป็นของตนเอง มีความรักในพื้นที่ และมีญาติพี่น้องส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว ร้อยละ 12 คิดจะย้ายออกจากพื้นที่เพื่อที่จะหาที่ทำกินใหม่ (ตารางที่ 16) ส่วนการถือครองที่ดิน ร้อยละ 76 มีที่ดินเป็นของตนเอง และร้อยละ 24 เช่าที่ดินทำกิน ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดมีเอกสารสิทธิ์ในที่ดิน (โฉนด)

4.6 ปัญหาหลักในการประกอบอาชีพ ร้อยละ 24 ประสบปัญหาราคาต้นทุนการผลิตสูง ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์ลูกกุ้ง ค่าอาหาร ค่าไฟฟ้า ค่ายา และค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ร้อยละ 20 ประสบปัญหา โรคระบาด เช่น โรคตัวแดงดวงขาว และร้อยละ 56 มีปัญหาในเรื่องของคุณภาพน้ำ เพราะจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อการประกอบอาชีพ มีผลต่อรายได้ และความเป็นอยู่ของเกษตรกร (ตารางที่ 17)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.7 สภาพการเลี้ยงกุ้งในพื้นที่ เดิมเป็นพื้นที่ป่าชายเลน โดยส่วนใหญ่จะเป็นป่าจาก แต่ปัจจุบันมีการปรับพื้นที่ให้เป็นบ่อเพาะเลี้ยงกุ้ง การศึกษาข้อมูลสภาพพื้นที่ ร้อยละ 64 เดิมเป็นป่าชายเลน ร้อยละ 28 เป็นนาข้าว ร้อยละ 8 เป็นพื้นที่สวน ลักษณะดินของพื้นที่บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งเป็นดินเหนียว ขนาดฟาร์ม ร้อยละ 16 มีขนาด 1-5 ไร่ ร้อยละ 64 มีขนาด 6-10 ไร่ ร้อยละ 20 มีขนาด 10-15 ไร่ จำนวนบ่อ ร้อยละ 20 มี 1-3 บ่อ ร้อยละ 52 มี 4-6 บ่อ และร้อยละ 28 มีมากว่า 6 บ่อ อัตราการปล่อยลูกกุ้ง ร้อยละ 16 มีอัตราการปล่อย 30,000-60,000 ตัว/ไร่ ร้อยละ 24 มีอัตราการปล่อย 60,000-90,000 ตัว/ไร่ ร้อยละ 60 มีอัตราการปล่อยมากกว่า 90,000 ตัว/ไร่ ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดซื้อพันธุ์กุ้งจากฟาร์มเอกชน ความเค็มในน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้ง ร้อยละ 64 ใช้ความเค็ม 5-10 ppt ร้อยละ 20 ใช้ความเค็ม 11-20 ppt และร้อยละ 16 ใช้ความเค็มมากกว่า 20 ppt บางรายมีการใช้เกลือเพื่อเพิ่มความเค็มให้กับน้ำในบ่อในช่วงที่มีฝนตกชุก การจัดการน้ำในบ่อเลี้ยงร้อยละ 84 เติมน้ำในขณะเลี้ยง และร้อยละ 16 ไม่เติมน้ำในขณะเลี้ยง การใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะในการเพาะเลี้ยง ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งจนกระทั่งจับขาย ร้อยละ 40 ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง 81-90 วัน ร้อยละ 48 ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง 91-100 วัน และร้อยละ 12 ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งมากกว่า 100 วัน ขนาดกุ้งที่จับขาย ร้อยละ 24 มีขนาด 50-60 ตัว/กิโลกรัม ร้อยละ 28 มีขนาด 60-70 ตัว/กิโลกรัม และร้อยละ 48 มีขนาดมากกว่า 70 ตัว/กิโลกรัม ต้นทุนทั้งหมดที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงแต่ละรุ่น ร้อยละ 8 ใช้ต้นทุน 100,001 - 110,000 บาท/ไร่ ร้อยละ 12 ใช้ต้นทุน 110,001 - 120,000 บาท/ไร่ และร้อยละ 80 ใช้ต้นทุนมากกว่า 120,000 บาท/ไร่ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 16 การเข้ามาตั้งถิ่นฐานของครัวเรือนของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
การเข้ามาตั้งถิ่นฐาน		
ย้ายมาที่อื่น	2	8
เกิดในหมู่บ้าน	23	92
ความคิดที่จะย้ายออกจากหมู่บ้าน		
ไม่คิดจะย้าย	22	88
คิดจะย้าย	3	12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 ปัญหาหลักในการประกอบอาชีพของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
การถือครองที่ดิน		
มีที่ดินเป็นของตนเอง	19	76
ไม่มีที่ดินเป็นของตนเอง(เช่า)	6	24
เอกสารสิทธิ์ของที่ดินทำกิน (โฉนด)	25	100
โรคระบาด	5	20
ต้นทุนการผลิต	6	24
ปัญหาคุณภาพน้ำ	14	56

ตารางที่ 18 สภาพการเลี้ยงกุ้งของผู้ประกอบการเลี้ยงกุ้ง ในตำบลแหลมฟ้าผ่า อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
สภาพพื้นที่นากุ้งเดิม		
ป่าจาก, ป่าชายเลน	16	64
นาข้าว	7	28
สวน	2	8
ลักษณะดิน		
ดินเหนียว	25	100
ดินเหนียวปนทราย	0	-
ขนาดฟาร์ม		
1-5 ไร่	4	16
6-10 ไร่	16	64
10-15 ไร่	5	20

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
จำนวนบ่อ		
1-3 บ่อ	5	20
4-6 บ่อ	13	52
>6 บ่อ	7	28
อัตราปล่อยลูกกุ้ง		
<30,000 ตัว/ไร่	0	-
30,000-60,000 ตัว/ไร่	4	16
60,000-90,000 ตัว/ไร่	6	24
>90,000 ตัว/ไร่	15	60
แหล่งพันธุ์กุ้ง		
หน่วยราชการ	0	-
ฟาร์มเอกชน	25	100
ความเค็มที่ใช้เลี้ยงกุ้ง		
5-10 ppt	16	64
11-20 ppt	5	20
>20 ppt	4	16
การจัดการน้ำในบ่อเลี้ยง		
เติมน้ำในขณะเลี้ยง	21	84
ไม่เติมน้ำในขณะเลี้ยง	4	16
การใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะ		
ใช้	25	100
ไม่ใช้	0	-
ระยะเวลาการเลี้ยงกุ้ง		
70-80 วัน	0	-
81-90 วัน	10	40
91-100 วัน	12	48
>100 วัน	3	12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 18 (ต่อ)

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
ขนาดกุ้งที่จับขาย		
40-50 ตัว/กก.	0	-
50-60 ตัว/กก.	6	24
60-70 ตัว/กก.	7	28
>70 ตัว/กก.	12	48
ต้นทุนทั้งหมด		
90,000 - 100,000 บาท/ไร่	0	-
100,001 - 110,000 บาท/ไร่	2	8
110,001 - 120,000 บาท/ไร่	3	12
>120,000 บาท/ไร่	20	80
ผลผลิตเฉลี่ย		
900 - 1,000 กก/ไร่	0	
1,001 - 1,100 กก/ไร่	2	8
1,101 - 1,200 กก/ไร่	7	28
>1,200 กก/ไร่	16	64

4.8 การจัดการน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ร้อยละ 92 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าปล่อยน้ำทิ้งลงสู่ลำคลองโดยตรงโดยไม่มีการบำบัด ร้อยละ 8 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีบ่อพักน้ำทิ้ง ด้านผลกระทบของน้ำทิ้ง ร้อยละ76 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งทำให้น้ำในลำคลองมีคุณภาพต่ำลง ร้อยละ 24 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งไม่มีผลกระทบ (ตารางที่ 19)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.9 การจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง ร้อยละ 24 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าไม่ควรสร้างเพราะไม่มีพื้นที่ว่างสำหรับสร้างบ่อบำบัดน้ำทิ้ง ร้อยละ 48 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าสามารถแบ่งบ่อกุ้งที่มีอยู่มาสร้างเป็นบ่อบำบัดน้ำทิ้ง และร้อยละ 28 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นให้ใช้คูระบายน้ำที่อยู่รอบบ่อกุ้งเป็นบ่อบำบัดน้ำทิ้งเนื่องจากไม่ต้องสูญเสียพื้นที่บ่อกุ้ง และประหยัดค่าใช้จ่ายในการขุดบ่อบำบัดใหม่ ส่วนการเลือกวิธีการบำบัดน้ำทิ้ง ทุกรายที่สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าควรใช้การบำบัดแบบธรรมชาติเพราะมีประสิทธิภาพสูงและประหยัดค่าใช้จ่ายในการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้ง (ตารางที่ 20)

ตารางที่ 19 ข้อมูลการจัดการน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
การปล่อยน้ำทิ้ง		
ปล่อยลงสู่ลำคลองโดยตรง	23	92
มีบ่อพักน้ำทิ้ง	2	8
มีระบบบำบัดน้ำทิ้ง	0	-
ผลกระทบของน้ำทิ้ง		
ไม่มีผลกระทบ	6	24
น้ำในลำคลองมีคุณภาพต่ำ	19	76

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ความสนใจการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ในอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
การจัดสร้างระบบบำบัดน้ำทิ้ง		
ไม่ควรสร้าง	6	24
แบ่งบ่อกุ้งมาเป็นบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	12	48
ใช้คูระบายน้ำเป็นบ่อบำบัดน้ำทิ้ง	7	28
วิธีการบำบัดน้ำทิ้ง		
ใช้เทคโนโลยีในการบำบัด	0	-
การบำบัดแบบธรรมชาติ	25	100

4.10 การใช้สาหร่ายไส้ไก่จัดการคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้ง เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ทุกรายที่สัมภาษณ์มีความสนใจว่าควรใช้สาหร่ายไส้ไก่ เพราะเป็นพืชที่มีอยู่ในพื้นที่และมีประสิทธิภาพบำบัด การลดผลกระทบ ในด้านการผลิตเมื่อน้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น ร้อยละ 28 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าไม่สามารถลดผลกระทบได้ ร้อยละ 72 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความคิดเห็นว่าสามารถลดผลกระทบได้เนื่องจากน้ำที่นำมาเลี้ยงกุ้งอาจจะมีคุณภาพดีขึ้นด้วย (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ความสนใจการใช้สาหร่ายไส้ไก่จัดการคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งใน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

หัวข้อที่ศึกษา	จำนวน (ครัวเรือน)	คิดเป็นร้อยละ
การใช้สาหร่ายไส้ไก่จัดการคุณภาพน้ำ		
ไม่ควรใช้	0	-
ควรใช้	25	100
อื่นๆ ระบุ.....	0	-
การลดผลกระทบในด้านการผลิต		
ไม่สามารถลดผลกระทบ	7	28
สามารถลดผลกระทบ	18	72
อื่นๆ ระบุ.....	0	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 30 สัมภาษณ์ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

ภาพที่ 31 สัมภาษณ์ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.11 การใช้สาหร่ายไส้ไก่จัดการคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม กับการใช้ที่ดินเลี้ยงกุ้งอย่างยั่งยืน

เกษตรกรผู้ให้ข้อมูลหลักให้ข้อมูลว่าในอดีตการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบหนาแน่น มักพบปัญหาน้ำเสีย เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดจากเศษอาหารและของเสียจากกุ้งขับถ่ายสะสมที่พื้นบ่อ ทำให้คุณภาพน้ำไม่เหมาะสมกับการเลี้ยง โดยเฉพาะการเกิดแอมโมเนีย และไนไตรท์ ทำให้กุ้งตายก่อนกำหนด กุ้งโตช้า หรือกุ้งอ่อนแอและติดโรคง่าย แต่เกษตรกรพยายามแก้ปัญหาน้ำเสียในบ่อกุ้งด้วยการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่วางจำหน่ายในร้านขายอาหารกุ้งซึ่งมีราคาสูง แต่ไม่สามารถลดปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ได้ตลอดการเลี้ยงกุ้งจึงใช้บ่อยและปริมาณมาก จนบางครั้งทำให้กุ้งปนเปื้อนสารตกค้าง หรือจับกุ้งขายก่อนกำหนด ทำให้เกษตรกรขาดทุน นอกจากนี้น้ำทิ้งจากนากุ้งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียง นักวิชาการทั้งภาครัฐและภาคเอกชน พยายามหาวิธีกำจัดน้ำเสียในบ่อกุ้งด้วยเทคนิคและความรู้จากหลายสาขา เช่น ความรู้ทางด้านประมง เคมี ชีววิทยา ปฐพีวิทยา และความรู้ด้านฟิสิกส์ โดยที่เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งยอมรับและนำไปปฏิบัติในบ่อกุ้งแต่ไม่ประสบความสำเร็จมากนัก ดังจะเห็นได้จากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่ยังประสบปัญหาขาดทุน บางรายเลิกทำนากุ้งปล่อยพื้นที่ร้างหรือประกอบอาชีพอื่นที่มีรายได้สูงกว่า และบางรายใช้วิธีเปลี่ยนพื้นที่เลี้ยงใหม่ด้วยการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งเป็นแหล่งต้นกำเนิดระหว่างห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศน์ แสดงให้เห็นว่าการใช้ที่ดินเพื่อการเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรไม่ยั่งยืน

ผลการศึกษาการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ สามารถลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และบีโอดีในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ด้านต้นทุนการผลิตกุ้งขาวแวนนาไม บ่อควบคุม มีปริมาณผลผลิตทั้งหมด 3,410 กิโลกรัม คิดเป็น 1,136 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนบ่อทดลอง มีปริมาณผลผลิตทั้งหมด 3,211 กิโลกรัม คิดเป็น 1,070 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงของบ่อควบคุม คิดเป็น 76,085.91บาทต่อไร่ บ่อทดลอง 67,148.66 บาทต่อไร่ คิดเป็นกำไรสุทธิเฉลี่ยของการเลี้ยงทั้งบ่อควบคุมและบ่อทดลองเท่ากับไร่ละ 60,234.09 และ 61,251.34 บาท ตามลำดับ เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทุกรายที่สัมภาษณ์มีความสนใจว่าควรใช้สาหร่ายไส้ไก่ เพราะเป็นพืชที่มีอยู่ในพื้นที่และมีประสิทธิภาพบำบัด การลดผลกระทบ ในด้านการผลิตเมื่อน้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น ร้อยละ 28 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความสนใจว่าไม่สามารถลดผลกระทบได้ ร้อยละ 72 ของผู้ให้สัมภาษณ์มีความสนใจว่าสามารถลดผลกระทบได้ เนื่องจากน้ำที่นำมาเลี้ยงกุ้งอาจจะมีคุณภาพดีขึ้น เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพสาหร่ายไส้ไก่ ต้นทุนผลผลิตกุ้งที่ได้รับและความสนใจของเกษตรกร จึงมีความเป็นไปได้ที่จะส่งเสริมเกษตรกรให้ใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาหร่ายไส้ไก่ ช่วยจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เป็นการเพิ่มทางเลือกและสร้างความสนใจให้เกษตรกร

การส่งเสริมการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ เป็นการใช้ธรรมชาติช่วยบำบัดและรักษาคุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยงจะช่วยลดต้นทุนการผลิต และช่วยทำให้สภาพแวดล้อมภายในบ่อเลี้ยงกุ้งมีความเหมาะสม อีกทั้งยังอาจช่วยลดการใช้สารเคมีหรือยาปฏิชีวนะต่างๆ ช่วยให้การใช้ที่ดินของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งไม่ทำลายระบบนิเวศน์เพราะน้ำทิ้งจากบ่อกุ้งที่มีปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และบีโอดีปนเปื้อนน้อยและไม่มีสารพิษ ยาปฏิชีวนะปนเปื้อนจะช่วยรักษาสมดุลในระบบห่วงโซ่อาหารในธรรมชาติโดยเฉพาะพื้นที่ป่าชายเลน สำหรับพื้นที่เพาะปลูก และพื้นที่อื่น ๆ ที่อยู่ใกล้บ่อกุ้งจะได้รับผลกระทบน้อยลง เป็นการลดความขัดแย้งระหว่างเกษตรกรที่มีอาชีพต่างกัน ลดความขัดแย้งระหว่างเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกับชุมชนที่ต้องใช้น้ำอุปโภคบริโภค การส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งใช้สาหร่ายไส้ไก่จัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ทำให้อาชีพการเลี้ยงกุ้งเป็นอาชีพที่มั่นคงและยั่งยืน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. คุณสมบัติของน้ำและดินในบ่อควบคุมและบ่อทดลอง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

คุณสมบัติของน้ำที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ยกเว้นปริมาณแอมโมเนีย บีโอดี และไนไตรท์ โดยในบ่อควบคุมจะมีปริมาณแอมโมเนีย บีโอดี และไนไตรท์ สูงขึ้น เนื่องมาจากเกิดการสะสมของเสียในบ่อ ซึ่งเกิดจากอาหารที่ให้ระหว่างการเลี้ยง ในขณะที่บ่อทดลองปริมาณแอมโมเนีย บีโอดี และไนไตรท์มีแนวโน้มลดลง และแตกต่างกับบ่อควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นว่า สาหร่ายไส้ไก่มีส่วนช่วยลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์และบีโอดีในบ่อได้

คุณสมบัติของดินที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงของบ่อควบคุมและบ่อทดลอง จากการศึกษา คุณภาพดินส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปริมาณน้ำในดินตะกอน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน โดยปริมาณน้ำในดินตะกอน และปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการตกตะกอนสะสมของสารอินทรีย์ที่ได้จากการเติมอาหาร ของเสียจากสิ่งมีชีวิตภายในบ่อเลี้ยงกุ้ง ส่วนปริมาณโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสาหร่ายไส้ไก่อาจดึงปริมาณโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ในดินมาใช้ในการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสง

2. ผลผลิตและต้นทุนของกุ้งขาวแวนนาไมจากบ่อทดลองที่มีสาหร่ายไส้ไก่กับบ่อควบคุมที่ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่

บ่อทดลอง และบ่อควบคุม ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 50,000 ตัวต่อไร่ ใช้เวลาเลี้ยงนาน 140 วัน บ่อควบคุม มีปริมาณผลผลิตทั้งหมด 3,410 กิโลกรัม คิดเป็น 1,136 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนบ่อทดลอง มีปริมาณผลผลิตทั้งหมด 3,211 กิโลกรัม คิดเป็น 1,070 กิโลกรัมต่อไร่ ต้นทุนทั้งหมดเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงของบ่อควบคุม คิดเป็น 76,085.91 บาทต่อไร่ บ่อทดลอง 67,148.66

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บาทต่อไร่ คิดเป็นกำไรเฉลี่ยของการเลี้ยงทั้งบ่อควบคุมและบ่อทดลองเท่ากับไร่ละ 60,234.09 และ 61,251.34 บาท ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติแล้ว พบว่า ต้นทุน ผลผลิต และกำไรจากการเลี้ยงกุ้งในบ่อควบคุมและบ่อทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ความสนใจของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงแบบพัฒนากับการเลี้ยงแบบพัฒนาร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่

การศึกษาความสนใจของ เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง ในการใช้สาหร่ายไส้ไก่ร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งทั้งหมดที่สัมภาษณ์จำนวน 25 ครัวเรือน มีสนใจการใช้สาหร่ายไส้ไก่ร่วมกับกุ้งขาวแวนนาไม เพราะช่วยลดต้นทุนของอาหารกุ้ง และให้ความสนใจสาหร่ายไส้ไก่อาจจะเป็นตัวช่วยบำบัดคุณภาพน้ำและเห็นด้วยกับคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนไปก่อนปล่อยลงสู่แม่น้ำโดยที่ไม่ต้องนำน้ำมาบำบัดหรือเพิ่มพื้นที่มาสร้างเป็นบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาระยะเวลาและปริมาณสาหร่ายไส้ไก่ที่นำมาเลี้ยงในบ่อเลี้ยงกุ้งที่เหมาะ เพื่อทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพในการลด ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนไตรท์และค่าบีโอดี ตลอดระยะการเลี้ยงกุ้ง

2. ควรเพิ่มจำนวนกุ้งให้มีความหนาแน่นต่อพื้นที่มากขึ้น เพื่อทดสอบถึงขีดความสามารถของสาหร่ายไส้ไก่ ที่ช่วยจัดการคุณภาพน้ำได้ ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงกุ้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2546. **การศึกษาถึงความเหมาะสมของพื้นที่เลี้ยงกุ้งทะเล.** เอกสารเผยแพร่ลำดับที่ 9/2546. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2547. **โครงการประเมินผลกระทบการนำกุ้งขาวเข้าประเทศไทย.** หน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพกุ้ง, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

กรมพัฒนาที่ดิน กองวิเคราะห์ดิน. 2544. **วิธีวิเคราะห์ดินทางเคมี.** เอกสารทางวิชาการกองวิเคราะห์ดิน ฉบับที่1/2544, กรุงเทพฯ.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. **สาหร่าย.** คณะประมง, กรุงเทพฯ.

กังวาลย์ จันทรโชติ. 2532. **เสวนาเรื่องกุ้ง.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา หน่อเนื้อ. 2541. **องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินตะกอนในอ่าวไทย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทร์แก้ว. 2526. **การจัดการลุ่มน้ำ.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จริยาวดี สุริยพันธุ์. 2551. **การศึกษาสัตว์หน้าดิน แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตอิงอาศัยในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่ (*Ulva intestinalis Linnaeus*).** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์, วิไลลักษณ์ อินทราเวียง, นิอร สีมะรัตนมงคล, และธีรนุช เจริญสมสกุล. 2546. **สถานการณ์ผลิตการตลาดของกุ้งกุลาดำและกุ้งขาวแวนนาไมและข้อเสนอนโยบายการผลิตกุ้งไทย น.7 ในรายงานการประชุมวันกุ้งขาวแวนนาไม ครั้งที่ 1**. ชมรมผู้ประกอบการกุ้งขาว จังหวัดฉะเชิงเทรา. อาร์ต เอ็จ กราฟฟิค. กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จุฬาพร น้ำผึ้ง. 2548. **การเลี้ยงกุ้งกุลาดำเพื่อการให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด: เลี้ยงเดี่ยว, ผสมกับกุ้งขาวแวนนาไม และผสมกับกุ้งก้ามกรามด้วยน้ำความเค็มต่ำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2543. **กุ้งไทย 2000 สู่ความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม.** เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____, และ พรเลิศ จันทร์รัชชกูล. 2547. **อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย.** สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547. บริษัทเมจิค พับบลิเคชั่น จำกัด.

ณฐกร ประดิษฐ์สรรพ์. 2543. **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำต่อการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำเจ้าพระยา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดิเรก ฤกษ์หร่าย. 2541. **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการส่งเสริมการเกษตร.** พิมพ์ครั้งที่ 4. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

ดวงใจ บุญฑริกรักษา. 2533. **ผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคมของการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งต่อชุมชนประมง ในตำบลสนามไชย อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, พัชรี ซุนสั้น และไพบูลย์ บุญลิปตานนท์. 2546. **ทัศนคติของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำที่มีต่อแนวทางการจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำอย่างยั่งยืน กรณีศึกษาจังหวัดกระบี่.** ในการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 41 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สาขาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม 3-7 กุมภาพันธ์ 2546.

นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา. 2549. **การทดลองใช้สาหร่ายหนาม (*Najas indicus* (Willd) Chan) กำจัดสารประกอบไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา.** สถาบันการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิพนธ์ คันธเสรี. 2528. **มนุษย์สัมพันธ์เพื่อการพัฒนาสังคม.** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิตยา เลาหะจินดา. 2546. **นิเวศวิทยา.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญชัย เจียมปรีชา และชาตรี ธาราแสง. 2536. **การเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาในบ่อขนาดเล็กที่จังหวัดสมุทรสงคราม**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2536. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสมุทรสาคร. กองการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.

บุญส่ง สิริกุล. 2538. **การศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงกุ้งกุลาดำต่อสังคมเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม.** สถาบันพัฒนาบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2523. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.** มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

เบญจมาศ จันทะภา, สรวิศ เผ่าทองศุข และเปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2544. **การควบคุมคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งกุลาดำความหนาแน่นสูงโดยการเลี้ยงร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินา.** ในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 27, 16-18 ตุลาคม 2544 ณ โรงแรม ลี การ์เดนส์ พลาซ่า หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จัดโดย สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, คณะวิทยาศาสตร์.

ประจวบ หลำอุบล. 2530. **การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล**. สำนักพิมพ์โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ.

ปิยบุตร วานิชพงษ์พันธ์. 2543. **คุณลักษณะและคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

_____. 2546. ศาสตร์ของกุ้งขาว ลิโทพีเนียส แวนาไม. **สัตว์น้ำ** 14 (161): 109-112.

ประยูร หงส์รัตน์, ชลอ ลิ้มสุวรรณ, นิติ ชูเชิด และ ชัชรี แก้วสุรลิขิต. 2549. **การเลี้ยงกุ้งกุลาดำร่วมกับสาหร่ายไส้ไก่.** สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปี่ยมศักดิ์ มานะเศวต. 2525. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. **สิ่งแวดล้อม**. บทวิเคราะห์และสังเคราะห์งานวิจัยกุ้งทะเลไทย. ม.ป.ท.

พัชริดา เหมมัน. 2543. **การศึกษาความผันแปรของคุณภาพน้ำและดิน แพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon* Fabricius) ในเขตพื้นที่น้ำจืด จังหวัดราชบุรี,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พุทธ ส่องแสง. 2544. **การจัดการสารประกอบไนโตรเจนและออกซิเจนในฟาร์มเลี้ยงกุ้งระบบปิด.** กลุ่มวิจัยวิศวกรรมการเพาะเลี้ยงและสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลฝั่งอ่าวไทย กรมประมง, สงขลา.

ภิญโญ เกียรติภิญโญ. 2545. **วิธีปฏิบัติสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว แอล. แวนาไม (Practical Technology for *Litopenaeus vannamei* Culture).** สำนักพิมพ์เมืองเกษตรแม็กกาซีน, สมุทรปราการ.

มานพ ประทุมทอง. 2544. **ความเข้าใจทางด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เลี้ยงกุ้งกุลาดำในอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** สถาบันประมงน้ำจืด, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

มั่นสิน ตันฑุลเวศน์ และไพพรรณ พรประภา. 2544. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงและสัตว์น้ำอื่นๆ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ยนต์ มุสิก. 2530. **กำลังผลิตทางชีวภาพในบ่อเลี้ยงปลา II.** เอกสารประกอบการสอนเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 551. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ยนต์ มุสิก. 2539. **คุณภาพน้ำกับกำลังผลิตของบ่อปลา.** ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ยุทธ ไกยวรรณ์. 2544. **สถิติสำหรับการวิจัย**. พระนครแกรนด์วิว, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2537. คู่มือการเลี้ยงแพลงก์ตอน. ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีอาหารสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิธาร ชุมมะ. 2542. **การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาโดยระบบปิดและระบบเปิดในประเทศไทย ปีการผลิต2539/40.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วลีรัตน์ มูสิกะสังข์ และพุทธ ส่องแสงจินดา. 2547. **ประสิทธิภาพและดุลไนโตรเจนของการบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งระบบหมุนเวียนโดยใช้สาหร่ายพวงองุ่น(*Caulerpa lentillifera* J. Agardh).** เอกสารวิชาการฉบับที่ 71/2547. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา, กรมประมง.

วิวรรธน์ สิงห์ทวีศักดิ์ และอรุณ มีกิริยา. 2539. **การเลี้ยงสาหร่ายผมนาง *Gracilaria fisheri* (Xia & Abbott) Abbott, Zhang & Xia ที่หนาแน่น 2 ระดับร่วมกับปลานิลสีแดง *Oreochromis niloticus* (Linn.).** เอกสารวิชาการฉบับที่ 28/2539. ศูนย์พัฒนาเพาะเลี้ยงชายฝั่งจันทบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 16 น.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2527. **ผลของ Nitrite-Nitrogen และ Ammonia- Nitrogen ต่ออัตรารอดตายของลูกกุ้งลาดำวัยอ่อน *Penaeus monodon* และลูกปลากะพงวัยอ่อน *Lates calcarifer.*** เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 6/27. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิริ ทุกข์วินาศ. 2529. **การศึกษาปริมาณสารแขวนลอยในทะเลสาบสงขลา.** สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, จังหวัดสงขลา.

สุธี เกื้อเกตุ. 2543. **การสะสมและการกระจายของไอออนจากน้ำทะเลในแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำเขตน้ำจืด:กรณีศึกษาที่อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุมาลี ผิวพอใช้. 2537. **คุณภาพน้ำ ชนิดและปริมาณของเพอริไฟตอนในน้ำทิ้งจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุวิทย์ บุญดิเรก. 2532. **การเปลี่ยนแปลงตามฤดูของเพอริไฟตอนในบึงมักกะสัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมพงษ์ สุวรรณเทศ. 2546. **กลวิธีการเพาะและอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในประเทศไทย.** กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สมเจตน์ จันทวัฒน์, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, จงรัก จันทร์เจริญ, วิโรจน์ อิ่มพิทักษ์ และอัญชลี สุทธิปราการ. 2529. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรศักดิ์ ดิลกเกียรติ. 2546. **กุ้งไทย ก้าวใหม่.** กรุงเทพฯ.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 2546. **ระเบียบและการปฏิบัติการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐาน จี เอ พี พ.ศ. 2546.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดกรมประมง, กรุงเทพฯ.

อนันต์ ตันสุตะพานิช. 2536. **แนวทางในการปฏิบัติการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด.** กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, กรุงเทพฯ..

APHA, AWWW. and WPCF. 1992. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 20th edition United Book Press, Maryland.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Arrignon, J.V.C., J.V. Huner, P.J. Laurent, J.M. Griessinger, D. Lacroix, P. Gonduin and M. Autrand. 1994. **Warm-Water Crustaceans**. The Macmillan press Ltd. London and Basingtoke.

Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming Series 2.** Fisheries and Allied Aquaculture Departmemt, Auburn, Auburn University, Albama.

_____. 1982. **Water Quality Management for Fish Pond Culture.** Elsevier Sci. Publ.Co., Amsterdam, Netherlands.

_____. 1989. **Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming Series 2.** Fisheries and Allied Aquaculture Department, Auburn University, Auburn, Alabama.

_____, and A.W. Fast. 1992. Poud 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.

Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1998. **Poud Aquaculture Water Quality Management.** Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.

Brawn, T.E., A.W. Morley., N.T. Sanderson and R.D. Tait. 1983. Report of a large fish kill resulting from natural acid water condition in Austrawa. **J. Fish. Biol.** 22 (1): 43-47.

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. **Aquaclture**. 122: 133-146.

Brock, J.A. and K. Main. 1994. **Ecology of Sandy Shore.** Elsevier Sciences Publishes B .V., Amsterdam.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Brock, J.A. and K. Main. 1994. **A Guide to the Common Problems and Diseases of Cultured *Penaeus vannamei*.** Publ. By the Oceanic Institute, Makapu point, Honolulu, HI, USA.

Brzeski, V. and G. Newkirk. 1997. Integrated coastal food production systems – A Review of Current Litcrature. **Ocean & Coastal Management**.

Buchanan, R.E. and N.E. Gibbons. 1974. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology.** 8th ed., The Williams and Wilkins Co., Baltimore.

Chen, J.C. and T.S. Chin. 1988. Acute toxicity of nitrity to tiger prawn, *Penaeus monodon*, larvae. **Aquaclture** 69 :253-262.

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 Penacids. **Quart. J. Flor. Acad. Sci.** 23(2): 89-118.

Enander M. and M. Hasselstrom. 1994. **An Experimental Waste Water Treatment System for a Shrimp Farm.** Infofish International. 4: 56-61.

Foster, P. 1976. Concentration and concentration factors of heavy metals in brown algae. **Environ. Pollut.** 10: 45-53.

Jitsanguan, T. 1995. **Analysis and Upilization of Food and Agricultural Data.** Regional Office for Asia and The Pacific (RATA), Food and Agricultural Organization of The United Nation, Bangkok, Thailand.

Lotze, H.K. and W. Schramm. 2000. Ecophysiological traits explain species dominance patterns in macroalgal blooms. **J. of phycology** 36: 287-295

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Hendrickx, M.E., J. Salgado-Barragan and M.A. Meda-Martinez. 1996. Abundance and diversity of macrofauna, fish and decapod crustaceans in *Penaeus vannamei* culture pond in Western Mexico. **Aquaculture** 143: 61-73

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

Honisch, M., C. Hellmerier and K. Weiss. 2002. Response of surface and subsurface water quality to land use changes. **Geoderma** 105: 277-298.

Huang, H.J. 1983. **Factors affecting the successful culture of *Penaeus stylirostris* and *Penaeus vannamei* at an estuarine power plant site : temperature, salinity, inherent growth variability, damselfly nymph predation, population density and distribution and polyculture. PhD dissertation**. Texas AM University, College Station, TX, USA.

Hutchinson, G. E. and R. H. MacArthur. 1959. A Theoretical model of size distribution among species of animals. **Am.Natur.** 93: 145-159.

Komarudin, AK. U. 2004. **Acute Toxicity of Nitrity to *Penaeus monodon* (Fab.) and *Litopenaeus monodon* (Boone) at Low Salinity Levels.** Thesis, Kasetsart University.

Kungvankij, P., P. TE. Chua, J. Pudadera, G. Corres, LB. Tibo, Io. Potestas, GA. Taleona and J.N. Paw. 1986. Shrimp culture : pond design operation and management. pp. 68. *In* **Asia (NACA), Region Lead Center in Philippines (RLCP)**. Aquaclture Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Network of Aquaclture Center. Iloilo, Philippines.

Lawson, T.B. 1995. **Fundamentals of Aquaculture Engineering.** Chapman and Hall, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lewmanomont, K and H. Ogawa. 1995. **Common Seaweeds and Seagrasses of Thailand.** Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok.

Lin, Y.C. and J.C. Chen. 2001. Acute toxicity of ammonia on *litopenaeus vannamei* Boone juveniles at different salinity levels. **Aquaclture** 259: 109-119.

Lobban, C.S. and P.J. Harrison. 1994. **Seaweed Ecology and Physiology**. Cambridge University Press, Cambridge

Lombardi, J.V., H.L. de A. Marques, R. T. L. Pereira, O.J.S. Barreto and E.J. de Paula. 2006. Cage polyculture of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* and the Philippines seaweed *Kappaphycus alvarezii.* **Aquaclture** 258: 412-415.

Lutz, C.G. 2003. Polyculture: Principles, Practices, Problems, and Promise**. Aquaculture Magazine March/April.** 29(1): 1-5**.**

Mairs, D.F. 1966. A total alkalinity atlas for marine lake water. **Limnol. Oceanogr.** 11: 68-72.

Markens, J.C. and K.M. Downing. 1957. The effect of tension of dissolved oxygen an the toxicity of un-ionized ammonia to several species of fish. **Ann. Appl. Biol.** 45: 521.

Martinez-Córdova. L.R. and E. Pena-Messina. 2005. Biotic communities and feeding habits of *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931) and *Litopenaeus styirostris* (Stimpson 1974) in monoculture and polyculture semi-intensive ponds. **Aquat. Res.** 36(11): 1075.

Maslow, A.H. 1970. **Motivation and personality**. 2nd ed. New york Harper and Row Publisher, Inc. 35-46.Motos, J., S. Costa, A. Rodrigues, R. Pereira and I.S. Pinto. 2006. Experimental integrated aquaculture of fish and red seaweeds in Northen Portugal. **Aquaclture.** 252: 31-42.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Moyle, J.B. 1945. Some chemical factors. Influencing the distribution of aquatic plants in Minnesota. **Am. Midl. Natur.** 34: 402-420.

Neori, A., M.D. Krom, S.P. Ellner, C.E. Boyd, D. Popper, R. Rabinovitch, P.J. Davision, O. Dvir, D. Zuber, M. Ucko, D. Angel and H. Gordin. 1996. Seaweed biofilters as regulations of water quality in integrated fish-seaweed culture units. **Aquaculture.** 141: 183-199.

Neori, A., T. Chopin, M. Troell, A.H. Buschmann, G.P. Kraemer, C. Halling, M. Shpigel and C. Yarish. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution and state of the emphasizing seaweed biofilters in modern mariculture. **Aquaculture.** 231: 361-391.

New, M.B. and W.C. Valenti. 2000. **Freshwater Prawn Culture, The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*.** Blackwell Science Ltd., Oxford, UK. 116 p.

Partrick. 1977. Ecology of freshwater diatoms-diatom communities, pp. 284-332. *In* D. Werner(ed.). **The Biology of Diatoms**. University of California Press, Berkeley.

Perazzolo, L.M. and M.A. Barracco. 1997. The prophenoloxidase activating system of the shrimp *Penaeus paulensis* and associated factors. **Dev. Comp. Immunol.** 21: 385-395.

Perez Farfante, I. and B. Kensley. 1997. **Penaeoid and Sergestoid Shrimps and Prawns of the World. Key and Diagnoses for the Famillies and Genera.** Memories du Museum National. Paris, France.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pringle, J.D. 1986. Swarmer release and distribution of life-cycle phases of *Enteromorpha* intestinalis (L.) (Chlorophyta) in relation to environmental factors. **J. of Experimental Marine Bio. and Eco.** 100: 97-100.

Reid, G.H. 1961. **Ecology of Inland Water and Estuarine.** Reingold Pulb.Co., New York.

Rosenberry, R. 1998. World Shrimp Farming 1998. pp. 164. *In* **Shrimp News International.** San Diago, CA, USA.

Sandifer, P.A., J.A. Hopkins and T.I.J. Smith. 1975. Observation on salinity tolerance and osmolegulation in laboratory reared of *Macrobrachuim rosenbergii* postlarvae (Crustacea : Caridea). **Aquaculture** 6: 103-114.

Shengli, C. and W. Qinying. 1995. **Some Aspects of The Shrimp Farming Industry in China: Constraints and Priorities.** Yellow sea Fisheries. Research Institute, P.R., China.

Stewart, J.G. 1991. **Marine Algae and Seagrasses of San Diego County: Handbook of Benthic Marine Plants From Intertidal and Subtidal Sites between the U.S.-Mexican Border and Orange County, California.** La Jolla, California Sea Grant College, University of California.

Taw, N., S. Chandaeng, M. Handoyo Edi and W. Suaryanto. 2005. Studies on Polyculture of *L.vannamei* and *P. monodon*. Pages 64385 *In* J. Cooksey editor. International Peace and Development Through Aquaculture, **World Aquaculture 2005.** The World Aquaculture Society, Bali, Indonesia.

Tian, X., D. Li, S. Dong, X. Yan, Z. Qi, G. Liu and J. Lu. 2001. An experimental study on close-polyculture of penaeid shrimp with Tilapia and constricted Tagelus. **Aquaculture** 202:57-71.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Tseng, C.K. and M. Borowitaka. 2003. In J. S. Lucas, P.C. Southgate, eds. **Aquaculture : Farming Aquatic Animals and Plants.** Fish News Books, Oxford.

Villares. R. and A. Carballeira. 2003. Seasonal variation in the concentration of nutrients in two green macroalgae and nutrient level in sediment in the Rias Baixas (NW Spain). **Estaurine Coastal and Shelf Science**, 58: 887-900.

Waaland, J.R. 1997. **Common Seaweeds of the Pacific Coast.** Pacific Search Press, Seattle.

Wang, J-Q., D. Li, S.L. Dong, K. Wang and X. Tian. 1998. Experimental Studies on Polyculture of Chinese shrimp (*Penaeus chinensis*) with tilapia hybrids. **Aquaculture** 163:11-27.

Wedemeyer, G. A. 1996. **Physiology of Fish in Intensive Culture Systems.** Chapman&Hall. USA.

Wetzel, R.G. 1975. **Limnology.** W.B. Saunder Co., Philadelphia.

Wickins, J.F. 1985. Ammonia production and oxidation during the culture of marine prawns and lobsters in laboratory recirculation systems. **Aquac. Eng.** 4: 155-174.

Wickins, J.F. and D.C. Lee. 2002. **Crustacean Farming (second edition).** Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Yi, Y., R. Bolivar, W. Contreras-Sanchez and K. Fitzsimmons. 2003. Survey Study of and Stocking Densities for Tilapia-Shrimp Polyculture. **Aquaculture Collaborative research support Program Sustainable Aquaculture for a secure future.** Avilable Source: http://www.pdacrsp. Oregonstate.edu/pubs/workplns/wp-10/10 NSR3.html.

Zimmermann, S. and M.B. New. 2000. **Grow-out Systems-Polyculture and Integrated Culture.** Freshwater Prawn Culture, The Farming of *Macrobrachium rosenbergii*, Blackwell Science Ltd, Oxford, UK.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ (ไม่มีสาหร่ายไส้ไก่)

ภาพผนวกที่ 2 บ่อเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ (มีสาหร่ายไส้ไก่)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 3 สาหร่ายไส้ไก่

ภาพผนวกที่ 4 วิธีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายไส้ไก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 5 เพาะเลี้ยงสาหร่ายไส้ไก่ จนครบ 50 วัน

ภาพผนวกที่ 6 การปล่อยกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 12 ในอัตรา 50,000 ตัว/ไร่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 7 การตรวจวัดคุณภาพน้ำในแต่ละชุดการทดลองในภาคสนาม

ภาพผนวกที่ 8 การเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละชุดการทดลองเพื่อไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาว กัลญาณี ธรรมนารถสกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	6 ธันวาคม 2519
สถานที่เกิด	อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	พนักงานวิทยาศาสตร์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์