การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวในระบบปิดในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี

โดย

นายกรกวี ศรีอินทร์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2559

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

STUDY OF EFFLUENT QUALITY FROM CLOSED WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) CULTURE SYSTEM IN BANG PHAE DISTRICT OF RATCHABURI PROVINCE

By

Mr. Kornkawee Sriin

Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree

Master of Science Program in Environmental Science

Department of Environmental Science

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2016

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวในระบบปิดในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี” เสนอโดย นายกรกวี ศรีอินทร์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงค์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ
รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช)
...../...../.....

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง)
...../...../.....

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง)
...../...../.....

55311301: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ, กุ้งขาวแวนนาไม, ระบบปิด

กรกวี ศรีอินทร์: การศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวในระบบปิดในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ: รศ.ดร.พรทิพย์ ศรีแดง. 64 หน้า.

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งและประสิทธิภาพของร่องน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่ใช้ระบบการเลี้ยงแบบปิด โดยศึกษาจำนวน 3 บ่อเลี้ยง เป็นระยะเวลา 5 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 แบ่งเป็น 3 ช่วงการศึกษา คือ ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย โดยเก็บและนำตัวอย่างน้ำจากบ่อเลี้ยงที่ระยะต่าง ๆ ของแต่ละรอบการเลี้ยงมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ พีเอช บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม แล้วนำผลการวิเคราะห์เทียบกับมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของกรมประมง รวมถึงเก็บตัวอย่างน้ำจากร่องน้ำทิ้งรอบบ่อเลี้ยงที่ใช้ทำหน้าที่พัก และบำบัดน้ำทิ้งตามธรรมชาติ ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เมื่อถึงช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย มีค่าพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นทั้ง 3 บ่อ โดยมีค่าเฉลี่ยบีโอดี 26.57 ± 1.74 สารแขวนลอย 74.17 ± 1.65 แอมโมเนียไนโตรเจน 1.40 ± 0.09 และฟอสฟอรัสรวม 0.50 ± 0.12 เกินมาตรฐานที่กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด ส่วนคุณภาพน้ำจากร่องน้ำทิ้งทั้ง 5 เดือน มีค่าเฉลี่ยบีโอดี 15.46 ± 0.51 สารแขวนลอย 60.00 ± 1.98 แอมโมเนียไนโตรเจน 0.95 ± 0.04 ไนโตรเจนรวม 4.90 ± 0.16 และฟอสฟอรัสรวม 0.34 ± 0.03 มีคุณภาพเหมาะสมตามเกณฑ์คุณภาพน้ำที่นำมาใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ลายมือชื่อนักศึกษา ..... ปีการศึกษา 2559
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ .....

55311301: MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORD: WATER QUALITY / WHITE SHRIMP / CLOSED SYSTEM
KORNKAWEE SRIIN: STUDY OF EFFLUENT QUALITY FROM CLOSED WHITE SHRIMP (*Litopenaeus vannamei*) CULTURE SYSTEM IN BANG PHAE DISTRICT OF RATCHABURI PROVINCE. INDEPENDENT STUDY ADVISOR: ASST. PROF. DR. PORNTIP SRIDANG. 64 PP.

This study aimed to determine the quality and the treatment efficiency of pond system from shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farms using the closed culture system. This study focused on three ponds for a period of five months from July 2558 to November 2558. According to the 3 sequences of vannamei shrimp culturing as follow: before culturing period culturing period and discharging vannamei wastewater before catching shrimp. The effluent samples were collected from the pond at different stages of the breeding cycle for pH, BOD, suspended solids, ammonia nitrogen, total nitrogen and total phosphorus analysis. Then the results were compared with standard sewerage from aquaculture, coastal fisheries. The collected effluent samples from the raceway maturation pond as natural wastewater treatment ponds were tested. The water quality of the shrimp Litopenaeus discharging vannamei wastewater was showed that three parameters of the average BOD 26.57 ± 1.74, suspended solids 74.17 ± 1.65, ammonia nitrogen1.40 ± 0.09, total phosphorus 0.50 ± 0.12, were higher the standard values issued by Ministry of Natural Resources and Environment. The water quality of the race way ponds presented the average BOD 15.46 ± 0.51, suspended solids 60.00 ± 1.98, ammonia nitrogen 0.95 ± 0.04, total nitrogen 4.90 ± 0.16 and total phosphorus 0.34 ± 0.03 with in an appropriate quality for aquaculture applications.

Department of Environmental Science Graduate School, Silpakorn University
Student's signature..... Acadamic Year 2016
Independent Study Advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวในระบบปิดในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรีนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำ ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์ ศรีแดง อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์และแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ตลอดการทำวิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช และอาจารย์ ดร. ดาวรุ่ง สังข์ทอง ที่ให้เกียรติมาเป็นประธานกรรมการและกรรมการ ช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณ คุณเกียรติชัย โรจน์เรืองนนท์ ที่ช่วยเหลือในเรื่องการเก็บผลการศึกษา และเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษา ตลอดในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา และสุดท้ายขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ทุกคนที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่ได้ให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้า จนทำให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาของงานวิจัย 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ขอบเขตการศึกษา 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

อนุกรมวิธานของกุ้งขาวแวนนาไม 4

การเลี้ยงสัตว์น้ำ 6

การปรับสภาพน้ำและบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 16

ลักษณะบ่อบำบัดน้ำทิ้ง 25

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

3 วิธีการทดลอง 29

ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล 29

เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 29

อุปกรณ์ที่ใช้ในการค้นคว้า 32

4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล 33

ข้อมูลพื้นที่ศึกษาและระบบการเลี้ยงภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม..... 33

คุณภาพน้ำทิ้งและการบำบัดน้ำทิ้งภายในฟาร์ม 35

ลักษณะร่องน้ำและการจัดการระบายน้ำทิ้งจากบ่อลงร่องน้ำบำบัด 43

อภิปรายผล 47

บทที่ หน้า
5 สรุปผลการศึกษา 48
รายการอ้างอิง 50
ภาคผนวก ก ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 56
ภาคผนวก ข การคำนวณ 63
ประวัติผู้วิจัย 64

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย พ.ศ. 2549	6
2.2	ปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ พ.ศ. 2549 ……	7
2.3	พื้นที่และผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ในจังหวัดที่สำคัญ พ.ศ. 2549	8
2.4	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในช่วงสุดท้ายของการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล)	10
2.5	สรุปคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน จำนวน 48 สาย และ 4 แหล่งน้ำนิ่ง พ.ศ. 2551…....	13
2.6	มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง …….....	16
2.7	ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) และระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2549 ……..…	18
2.8	ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ ที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2549.....	19
3.1	สรุปวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ …….....	30
3.2	พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดก่อน และหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ……	30
4.1	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 1 ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยง..…….	36
4.2	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 2 ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยง.....	37
4.3	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 3 ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยง.....	38
4.4	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม แห่งหนึ่งในพื้นที่ ตำบลบางแพ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี.....	40
4.5	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำร่องน้ำทิ้ง จากฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี (ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2558) ……	44

ตารางภาคผนวก **หน้า**

ก.1 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 (เริ่มเลี้ยง)..... 56

ก.2 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 (ระหว่างการเลี้ยง)..... 56

ก.3 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 (ระบายน้ำทิ้ง)…….. 57

ก.4 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 (เริ่มเลี้ยง)……. 57

ก.5 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 (ระหว่างการเลี้ยง)……..…….. 58

ก.6 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 (ระบายน้ำทิ้ง)……... 58

ก.7 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 3 (เริ่มเลี้ยง)……. 59

ก.8 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 3 (ระหว่างการเลี้ยง)……. 59

ก.9 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 3 (ระบายน้ำทิ้ง)……..… 60

ก.10 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 1)……..…… 60

ก.11 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 2)……..…….. 61

ก.12 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 3)……. 61

ก.13 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 4)……. 62

ก.14 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 5)……. 62

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินจำนวน 48 สาย และ 4 แหล่งน้ำนิ่ง พ.ศ. 2549 – 2551....	14
2.2	แผงผังบ่อบำบัดน้ำในฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.....	23
2.3	ระบบบ่อเติมอากาศ.....	26
3.1	เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม……	31
3.2	วิเคราะห์ค่าบีโอดี	31
3.3	วิเคราะห์ค่าสารแขวนลอย……..……	32
4.1	พื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม.....	33
4.2	ค่าเฉลี่ยบีโอดี แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ.....	40
4.3	ค่าเฉลี่ยสารแขวนลอย แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ.....	41
4.4	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจน แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ….....	41
4.5	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนรวม แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ.....	42
4.6	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสรวม แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ.....	42
4.7	แผนผังบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อพักน้ำ และร่องน้ำทิ้ง ภายในฟาร์ม.....	43
4.8	ค่าเฉลี่ยบีโอดี ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน.....	44
4.9	ค่าเฉลี่ยสารแขวนลอย ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน…….....	45
4.10	ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจน ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน.....	45
4.11	ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนรวม ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน.....	46
4.12	ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสรวม ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน.....	46

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทยได้มีการมุ่งเน้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลผลิต และได้เป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากขึ้นโดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งใน พ.ศ. 2549 มีพื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทั้งหมด 423,572 ไร่ และมีผลผลิตต่อปีประมาณ 494,401 ตันโดยสัตว์น้ำชายฝั่งที่นิยมเลี้ยงและมีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจมากคือ กุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งมีปริมาณผลผลิตต่อปีถึงร้อยละ 97.10 ของผลผลิตกุ้งทะเลทั้งหมด และได้มีการส่งออกกุ้งขาวแวนนาไมถึงร้อยละ 50 ของปริมาณกุ้งทะเลทั้งหมดต่อปี (กรมประมง, 2551) จึงทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำหันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกันมากขึ้น จังหวัดที่มีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมากที่สุดคือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี เนื่องจากเป็นจังหวัดในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง ต่อมาได้มีการขยายพื้นที่ของการเลี้ยงไปยังจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ ฉะเชิงเทรา จันทบุรี นครศรีธรรมราช เป็นต้น โดยมีรูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้งในระบบปิด และระบบเปิดร้อยละ 54 ร้อยละ 46 ตามลำดับ สำหรับพื้นที่บริเวณนอกชายฝั่งหรือบริเวณน้ำจืดที่มีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ได้แก่ นครปฐม สุพรรณบุรี ปราจีนบุรี และราชบุรี โดยจังหวัดราชบุรีเป็นอีกหนึ่งจังหวัดที่ก็มีการขยายตัวเพื่อรองรับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกันเป็นจำนวนมาก โดยมีพื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมประมาณ 15,150 ไร่ มีผลผลิตต่อปีประมาณ 12,471 ตัน ดังนั้นผลกระทบจากการขยายตัวของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในพื้นที่บริเวณน้ำจืดจากการระบายมลพิษในรูปบีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัส ต่อรอบการเลี้ยง ประมาณ 38.20, 132.60, 0.33, 11.96, 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) ซึ่งสูงเกินมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด ส่งผลต่อคุณภาพน้ำตามธรรมชาติ ทำให้พื้นที่และแหล่งน้ำธรรมชาติมีสภาพเสื่อมโทรม รวมถึงเกิดการสะสมของตะกอนเลนภายในบ่อเลี้ยงจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เนื่องจากการขับถ่ายของเสียและเศษอาหารที่เหลือภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

การใช้ความเค็มในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในพื้นที่น้ำจืด มีวิธีการเลี้ยงในลักษณะเดียวกับกุ้งกุลาดำคือสามารถทำการเลี้ยงได้ในน้ำที่มีระดับความเค็มต่ำกว่า 5 ส่วนในพันส่วน ถึงแม้จะใช้ความเค็มในการเลี้ยงที่ต่ำกว่าแต่เกษตรกรต้องอาศัยการเติมน้ำเค็มเพื่อรักษาค่าความเค็มตลอดระยะเวลาการเลี้ยงจึงทำให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพดิน โดยใน พ.ศ. 2538 ได้มีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกันอย่างแพร่หลายในเขตภาคกลางซึ่งเป็นพื้นที่น้ำจืดต่อมาได้มีการเลี้ยงลดลงจนถึงปัจจุบันเนื่องจากการระบาดของโรคกุ้ง และกุ้งมีราคาการขายสู่ตลาดลดลงทำให้มีเกษตรกรผู้เลี้ยง

กุ้งขาวแวนนาไมลดลง แต่ในปัจจุบันยังคงมีพื้นที่ที่มีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนไมอยู่ในเขตภาคกลางและส่งผลกระทบต่อพื้นที่โดยรอบฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยทำให้บริเวณนั้นมีสภาพดินเค็ม ดินในบ่อที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และบริเวณใกล้เคียงจะมีสารอินทรีย์ที่เหลือหลังจากการจับกุ้งขาวแวนนาไม เนื่องจากสารจำพวกโซเดียมจะสะสมในดิน ถ้ามีปริมาณสูงจะมีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชในบริเวณนั้น เช่นกระบวนการเจริญเติบโตของพืชเพราะพืชต้องมีการนำเอาแร่ธาตุในดินมาใช้ เป็นต้น ประกอบกับบริเวณภาคกลางเป็นพื้นที่น้ำท่วมอยู่เป็นประจำทำให้เกิดการชะล้างน้ำเกลือจากบ่อเลี้ยงไปสู่ในพื้นที่ใกล้เคียงได้ง่าย นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ และการเจริญเติบโตของพืชเช่น นาข้าวเนื่องจากดินมีค่าความเค็มที่สูง (ดินเปรี้ยว) ทำให้พืชเจริญเติบโตช้า โดยคุณภาพน้ำจะมีค่าความเค็มเกินมาตรฐานและมีมลพิษปนเปื้อนในรูปบีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม เมื่อปล่อยน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพน้ำที่ต่ำ เกิดการเสื่อมโทรม และไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช นอกจากนี้ยังเกิดการแพร่กระจายของความเค็มไปสู่พื้นที่ข้างเคียงทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชที่ปลูก และเมื่อมีการเลี้ยงต่อเนื่องในระยะยาวจะทำให้ดินเค็มไม่สามารถปลูกพืชได้

โดยการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในระบบปิด มีการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ภายในฟาร์ม น้ำที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจึงไม่ได้มีการปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้น้ำเกิดการสะสมของมลพิษทำให้ต้องมีการเฝ้าระวังดูแลอย่างสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้น้ำเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด จึงทำให้ต้องมีการศึกษาเรื่องดังกล่าว ดังนั้นแนวทางในการปรับสภาพน้ำ และบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพื่อลดความสกปรก สารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง และควบคุมคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมให้อยู่ในระดับที่แหล่งน้ำธรรมชาติจะสามารถรองรับได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำน้ำหมุนเวียนกลับไปใช้ใหม่ได้อีกครั้ง จึงเป็นการป้องกันอย่างยั่งยืน ซึ่งงานวิจัยนี้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมระบบปิด ทั้งก่อนการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม หลังการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และหลังผ่านร่องน้ำทิ้ง ก่อนนำน้ำทิ้งหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้อีกครั้ง เพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางในการเพิ่มศักยภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

1.2วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษในรูป พีเอช (pH) บีโอดี (BOD) สารแขวนลอย (SS) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3) ไนโตรเจนรวม (TKN) และฟอสฟอรัสรวม (TP) ที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

1.2.2 ศึกษาประสิทธิภาพของร่องน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ร่วมวิจัย

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาและเก็บข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องได้แก่ พีเอช บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม ของตัวอย่างน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม คุณเกียรติชัย โรจน์เรืองนนท์ในพื้นที่ ตำบลบางแพ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี

1.3.2 ตัวอย่างน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจากฟาร์มร่วมวิจัย (ข้อ 1.3.1) ที่ทำการเก็บจำนวน 3 ครั้งต่อรอบการเลี้ยงคือ ครั้งแรกก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ครั้งที่สองระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และครั้งที่สามระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย โดยเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังนี้ พีเอช บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม

1.3.3 ศึกษาประสิทธิภาพร่องน้ำทิ้ง ภายในฟาร์มร่วมวิจัย (ข้อ 1.3.1) ซึ่งในร่องน้ำทิ้งประกอบไปด้วย ปลากินพืช ได้แก่ ปลานิล ปลาจีน และปลาตะเพียน สาหร่ายหางกระรอก โดยวิเคราะห์พารามิเตอร์ดังนี้ พีเอช บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 ได้ทราบถึงคุณภาพน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษในหนึ่งรอบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

1.4.2 ได้ทราบถึงประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งจากร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

1.4.3 ได้ข้อมูลสำหรับเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุกรมวิธานของกุ้งขาวแวนนาไม

กุ้งขาวแวนนาไม (Pacific white shrimp) ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Litopenaeus vannamei* การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานเป็นดังนี้ (Brock and Main, 1994)

Order Decapoda

Class Crustacea

Suborder Natantia

Family Penaeidae

Genus Penaeus Litopenaeus

Species Vannamei

2.1.1 ชีววิทยาและแหล่งอาศัยของกุ้งขาวแวนนาไม

กุ้งขาวแวนนาไมมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Litopenaeus vannamei* และมีชื่อสามัญว่า Pacific white shrimp โดยกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งพื้นเมืองในทวีปอเมริกาใต้พบทั่วไปบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก พบในอุณหภูมิเฉลี่ย 22 องศาเซลเซียส กุ้งชนิดนี้อาศัยอยู่ตามแนวชายฝั่งจนถึงบริเวณที่มีความลึก 72 เมตร กุ้งขาวแวนนาไมเมื่อมีการเจริญเติบโตสูงสุดจะมีความยาวประมาณ 9 นิ้ว ลักษณะทั่วไปลำตัวจะมี 8 ปล้องและมีสีขาว หน้าอกใหญ่การเคลื่อนไหวเร็ว ส่วนหัวมี 1 ปล้อง กรีด้านบนมี 8 ฟัน เปลือกหัวมีสีขาวอมชมพูถึงแดง ส่วนตัวมี 6 ปล้อง ส่วนหางมี 1 ปล้อง ปลายหางมีสีแดงเข้ม ขนาดตัวที่โตสมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งสายพันธุ์นี้จะมีขนาดที่เล็กกว่ากุ้งกุลาดำ หากินทุกระดับความลึกของน้ำ กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่ายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ปิยะบุตร, 2545)

2.1.2 การอนุบาลลูกกุ้งขาวแวนนาไม (สุวิมล, 2554)

กุ้งขาวแวนนาไมมีการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงการลอกคราบ โดยไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะมีลักษณะกลม มีเมือกหุ้มเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.22 มิลลิเมตร ปกติไข่กุ้งจะฟักเป็นตัวในบริเวณที่วางไข่จากนั้นลูกกุ้งวัยอ่อนจะอาศัยอยู่บริเวณชายฝั่ง เนื่องจากมีอาหารธรรมชาติที่สมบูรณ์ การพัฒนาตัวอ่อนระยะของกุ้งขาวแวนนาไม เมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้วประมาณ 12 – 14 ชั่วโมง ไข่ก็จะฟักเป็นตัวอ่อนในระยะ นอเพียส ลูกกุ้งที่ฟักออกมาเป็นตัวและจะมีการพัฒนารูปร่างซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นระยะต่าง ๆ ได้ดังนี้

ระยะที่ 1 เรียกว่านอเพียส (Nauplius)

โดยระยะนี้จะมีรูปร่างคล้ายแมงมุมยังไม่ต้องการอาหารเนื่องจากมีถุงอาหาร ติดอยู่กับลำตัว ตัวอ่อนระยะนี้จะผ่านการลอกคราบ 5 – 6 ครั้ง ระยะประมาณ 3 – 4 วัน ก่อนเข้าสู่ระยะที่ 2

ระยะที่ 2 เรียกว่าโปรโตซูเอีย (Protozoea)

โดยตัวอ่อนระยะนี้จะมีลำตัวยาวขึ้น ส่วนหัว และลำตัวแยกจากกันอย่างเห็นได้ชัดเจนระยะนี้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง 3 ครั้ง ใช้ระยะเวลาประมาณ 4 – 7 วัน

ระยะที่ 3 เรียกว่าไมซีส (Mysis)

โดยระยะนี้ลูกกุ้งจะมีลักษณะคล้ายลูกกุ้งวัยรุ่น แต่การว่ายน้ำยังว่ายแบบหัวทิ่มลง การพัฒนาของลูกกุ้งระยะนี้มี 3 ครั้ง ใช้ระยะเวลาประมาณ 5 – 7 วัน

ระยะที่ 4 โพสลาวา (Postlarva)

โดยลูกกุ้งระยะนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับลูกกุ้งวัยรุ่นมากขึ้น มีอวัยวะต่าง ๆ เกือบครบทุกส่วนและพัฒนาการไปเรื่อย ๆ จนเข้าสู่ระยะกุ้งวัยรุ่น ขามีลักษณะการเจริญเติบโตที่ชัดเจนขึ้นกรีสั้นกว่าดวงตา ลักษณะลำตัวสั้นป้อมและใส มีเส้นสีน้ำตาลพาดยาวจากบริเวณหนวดถึงหาง จะมีการพัฒนาของกรีอย่างเต็มที่แล้วคือใช้ขาเดินและว่ายน้ำ

2.1.3 การเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

การเตรียมบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีความจำเป็นต่อผลสำเร็จของการเลี้ยงกุ้ง เกษตรกรจึงควรให้ความสำคัญในเรื่องการเตรียมบ่อและนำให้เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยขนาดบ่อที่เหมาะสมควรมีขนาด 2 – 6 ไร่ ขึ้นอยู่กับความพร้อมและเครื่องมือของเกษตรกรผู้เลี้ยง โดยมีการวัดค่าระดับความเป็นกรดเป็นด่างของดิน และปรับระดับให้อยู่ที่ค่าเท่ากับ 7 โดยใช้ปูนเผา (CaO) ที่มีส่วนผสมของแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ร้อยละ 25 – 30 ปริมาณการใช้ขึ้นอยู่กับสภาพดินในแต่ละพื้นที่ ซึ่งปกติควรใช้ประมาณ 10 – 20 กิโลกรัมต่อไร่ต่อครั้ง แล้วนำน้ำเข้าบ่อเลี้ยงประมาณ 10 เซนติเมตร ใช้คราดเหล็กคราดดินที่พื้นบ่อและหว่านปูนไปพร้อม ๆ กัน ให้ปูนที่ละลายน้ำซึมลงไปในช่วงฟันของคราดที่ความลึกประมาณ 15 – 20 เซนติเมตร คราดกลับไปกลับมาหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้น้ำปูนได้ฆ่าเชื้อเชื้อโรคที่พื้นบ่อ จากนั้นจึงหว่านตามขอบบ่อทิ้งไว้ประมาณ 1 – 2 วัน ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีใด ๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติจึงทำกุ้งไม่มีความต้านทานต่อสารเคมี คุณภาพน้ำควรมีค่าดังนี้ อุณหภูมิควรอยู่ประมาณ 28 – 32 องศาเซลเซียส ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำประมาณ 5 – 8 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าพีเอชประมาณ 7.5 – 8.5 ค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 10 – 12 ส่วนในพันส่วน และค่าอัลคาไลนิตี้ประมาณ 100 – 180 มิลลิกรัมต่อลิตร (ปิยะบุตร, 2545)

2.2 การเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นกิจกรรมการเกษตรประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญและมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่องจึงทำให้ธรรมชาติมีสภาพที่เสื่อมโทรมและส่งผลให้แนวโน้มของปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้จากธรรมชาติลดลง การเพาะลี้ยงสัตว์น้ำจึงมีบทบาทในการสร้างอาชีพให้กับผู้ประกอบการ ทั้งนี้กิจกรรมการเลี้ยงสัตว์น้ำที่สำคัญได้แก่ การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง การเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย และการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด จากสถิติการเลี้ยงสัตว์น้ำของกรมประมง พ.ศ. 2549 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำที่ขึ้นทะเบียนรวมทั้งสิ้นประมาณ 1,244,133.13 ไร่ โดยร้อยละ 65.58 (กรมประมง, 2551) เป็นพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำจืด รองลงมาได้แก่ การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย

โดยทั่วไปการเลี้ยงสัตว์น้ำจืดส่วนใหญ่ในประเทศไทยเป็นการเลี้ยงเพื่อยังชีพซึ่งไม่มุ่งเน้นผลผลิตแต่เป็นการเลี้ยงเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน โดยการเลี้ยงแบบยังชีพมีลักษณะการเลี้ยงที่เลียนแบบธรรมชาติโดยให้สัตว์น้ำหากินตามธรรมชาติเพราะมีจุดประสงค์เพื่อจับสัตว์น้ำมาบริโภคภายในครัวเรือนมิได้นำมาค้าขาย จึงทำให้ได้ผลผลิตของสัตว์น้ำน้อยกว่าจำนวนพื้นที่การเลี้ยง เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย เป็นการเลี้ยงแบบพาณิชย์ซึ่งมีลักษณะการเลี้ยงที่เป็นระบบมีการจัดการที่ดีเช่น การให้อาหารเสริมเพื่อให้ได้ผลผลิตสัตว์น้ำตามที่ต้องการ และสามารถนำผลผลิตสัตว์น้ำที่ได้ขายสู่ตลาด จึงทำให้ผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและการเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย แตกต่างจากการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของประเทศไทย พ.ศ. 2549

ประเภทการเลี้ยงสัตว์น้ำ	พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ (ไร่)		ผลผลิต (ตัน)	
สัตว์ชายฝั่ง(กุ้งทะเล)	423,572.00	(34.05)	494,401.00	(51.35)
สัตว์น้ำกร่อย	4,584.13	(0.37)	3,141.25	(0.33)
สัตว์น้ำจืด	815,977.00	(65.58)	465,307.00	(48.32)
รวม	**1,244,133.13**	**(100.00)**	**962,852.25**	**(100.00)**

ที่มา: กรมประมง, “สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2549,” **วารสารการประมง**, 8(2551)

2.2.1 การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล)

ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่การเลี้ยงสัตว์ชายฝั่ง (กุ้งทะเล) รองจากการเลี้ยงสัตว์น้ำจืด แต่มีประมาณผลผลิตเป็นจำนวนมากที่สุด จึงส่งผลให้มีการนิยมเลี้ยงสัตว์น้ำกันมากในเขตชายฝั่งทะเล โดยสัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงกันมากที่สุดคือ กุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ เนื่องจากมีลักษณะภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อกิจกรรมดังกล่าวโดยมีชายฝั่งที่ติดกับทะเลอ่าวไทย และทะเลอันดามัน

พบว่าในพื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ส่วนใหญ่มีผลผลิตจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมากที่สุดถึงร้อยละ 97 ของปริมาณผลผลิตทั้งหมด รองลงมาเป็นกุ้งกุลาดำมีปริมาณผลผลิตร้อยละ 2.83 และกุ้งอื่น ๆ มีปริมาณผลผลิตร้อยละ 0.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 2.2) เห็นได้ว่าปริมาณผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมมีมากกว่ากุ้งกุลาดำ เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีวิธีการเลี้ยงและลักษณะการเลี้ยงที่ไม่ยาก เช่น คุณภาพน้ำจะมีค่าความเค็มที่น้อยกว่ากุ้งกุลาดำ โดยกุ้งขาวแวนนาไมจะมีการเลี้ยงผสมกันระหว่างน้ำจืดกับน้ำเค็ม เป็นต้น จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมากกว่ากุ้งกุลาดำ (กรมประมง, 2551)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณผลผลิตสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ พ.ศ. 2549

ชนิดกุ้งทะเล	**ผลผลิต (ตัน)**	**ร้อยละ**
กุ้งขาวแวนนาไม	480,061	97.10
กุ้งกุลาดำ	13,986	2.83
กุ้งอื่นๆ เช่น กุ้งแช่บ๊วย	354	0.07
รวม	**494,401**	**100**

ที่มา: กรมประมง, “สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2549,” **วารสารการประมง**, 8(2551)

จากสถิติกรมประมง พ.ศ. 2549 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทั้งหมด 423,572 ไร่ ซึ่งจังหวัดที่มีพื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งมากที่สุด คือ ฉะเชิงเทรา มีพื้นที่ประมาณ 48,000 ไร่ รองลงมาเป็นจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยมีพื้นที่ประมาณ 42,000 ไร่ ตารางที่ 2.3 แสดงการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจะมีพื้นที่และผลผลิตที่ไม่สอดคล้องกัน เนื่องจากมีปัจจัยและตัวแปรหลายประการเช่น คุณภาพน้ำที่มีค่าความเค็มสูงและต่ำต่างกันบางจังหวัดเนื่องจากผลของปริมาณน้ำขึ้นน้ำลง และอาจมีวิธีการเลี้ยงที่แตกต่างกัน เช่นการให้อาหารในปริมาณมากน้อยต่างกัน อัตราการปล่อยสัตว์น้ำอาจส่งผลในการกินอาหารของสัตว์น้ำ โดยถ้ามีอัตราการปล่อยมากเกินจะทำให้สัตว์น้ำมีปริมาณที่หนาแน่นทำให้มีการเจริญเติบโตช้าแต่

ถ้ามีอัตราการปล่อยน้อยเกินก็ทำให้ได้ปริมาณผลผลิตที่น้อยต่อพื้นที่การเลี้ยง เป็นต้น ซึ่งจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะเลี้ยงมากแต่ได้ผลผลิตน้อยเช่น ฉะเชิงเทรา และนครศรีธรรมราช ส่วนจังหวัดที่มีพื้นที่เลี้ยงน้อยแต่มีผลผลิตมากเช่น กระบี่ พังงา และตรัง

2.2.1.1 ความหมายของสัตว์น้ำชายฝั่ง (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2555)

"สัตว์น้ำชายฝั่ง หมายถึง สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม ได้แก่ ทะเล มหาสมุทร เช่น กุ้งทะเล หอยนางรม ปลาทู เป็นต้น"

"บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง หมายความว่า พื้นที่ที่ปรับให้ขังน้ำได้โดยวิธีต่าง ๆ เพื่อการเลี้ยงสัตว์น้ำเค็มหรือน้ำกร่อยในบริเวณนอกแนวป้องกันน้ำเค็มของกรมชลประทาน หรือแนวเขตที่ดินชายทะเลชั้นในของกรมพัฒนาที่ดิน"

ตารางที่ 2.3 พื้นที่และผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ในจังหวัดที่สำคัญ พ.ศ. 2549

จังหวัด	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	ผลผลิต (ตัน)	ร้อยละ
ฉะเชิงเทรา	48,000	11.33	31,493	6.38
สุราษฎร์ธานี	42,000	9.92	47,266	9.56
นครศรีธรรมราช	42,000	9.92	32,957	6.67
จันทบุรี	30,000	7.08	36,921	7.47
สงขลา	25,000	5.90	39,568	8.00
ตราด	22,000	5.19	31,468	6.36
ชุมพร	12,000	2.83	25,428	5.14
ตรัง	10,000	2.36	27,848	5.63
พังงา	8,800	2.08	28,415	5.75
กระบี่	6,800	1.61	27,016	5.46
อื่นๆ	176,972	41.78	166,021	33.58
รวม	**423,572**	**100.00**	**494,401**	**100.00**

ที่มา: กรมประมง, "สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2549," **วารสารการประมง**, 8(2551)

2.2.1.2 ลักษณะของฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ลักษณะของฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่ดีควรมีการเลือกสถานที่ดีและเหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยการเลือกสถานที่ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1) คุณภาพน้ำ พีเอช ควรมีค่าประมาณ 7.5 – 8.5 ตามปกติค่าพีเอชของน้ำทะเลค่อนข้างคงที่ ออกซิเจนที่ละลายในน้ำควรไม่ต่ำ 4 ส่วนในล้านส่วน ในบ่อควรมีอาหารธรรมชาติมากเนื่องจากจะช่วยลดค่าอาหารได้ ความเค็มของน้ำต้องมีค่าที่เหมาะต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชนิดนั้น ๆ เช่น กุ้งกุลาดำ ควรมีความเค็ม 15 – 30 ส่วนในพันส่วน เป็นต้น บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำควรอยู่ห่างไกลโรงงาน ชุมชน และท่าเรือ เพราะอาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

2) การขึ้นลงของน้ำ ระดับการขึ้นสูงสุด และระดับการลงต่ำสุดมีผลต่อการถ่ายเทน้ำเวลาน้ำขึ้นสูงสุดต้องไม่ท่วมบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และเมื่อน้ำลงต่ำสุดควรอยู่ในระดับต่ำกว่าบ่อเพื่อสามารถระบายน้ำได้โดยไม่ต้องสูบน้ำ

3) แหล่งพันธุ์สัตว์น้ำ ควรเลือกสถานที่ใกล้แหล่งผลิตพันธุ์สัตว์น้ำ เพื่อความสะดวกในการขนส่ง ลดอัตราการตายจากการขนส่ง และลดต้นทุนในการขนส่ง

2.2.1.3 น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) และน้ำเสียที่เกิดขึ้น

น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจะต้องปราศจากมลพิษ และน้ำต้องใส โดยน้ำที่รับมาจากทะเลอ่าวไทยจะมีแม่น้ำหลายสายที่ไหลลง ส่งผลให้น้ำมีค่าความเค็มที่เปลี่ยนแปลงทำให้ต้องคำนึงถึงค่าความเค็มโดยควรมีค่าอยู่ระหว่าง 7.5 – 8.5 ส่วนในพันส่วน ซึ่งแต่ละที่จะมีสภาพพื้นที่ และค่าความเค็มที่แตกต่างกันทำให้ต้องมีการเลือกสัตว์น้ำให้เหมาะสมต่อพื้นที่นั้น ๆ เช่น กุ้งแชบ๊วยน้ำต้องไม่ค่าความเค็มที่มากเกิน 8.5 เพราะอาจทำให้เกิดการแคระแกรนได้ ส่วนกุ้งกุลาดำสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำจืดและน้ำเค็มผสมกันทำให้เป็นที่นิยมเลี้ยงมาก ส่งผลให้พื้นที่ ๆ เลี้ยงกุ้งกุลาดำมีคุณภาพน้ำเสื่อมโทรม สกปรก และมีเชื้อรา โดยการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศชายฝั่งและคุณภาพน้ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการระบายน้ำทิ้งที่มีของเสียจำนวนมาก ซึ่งของเสียดังกล่าวที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งเป็นของเสียที่กุ้งขับถ่ายออกมา อีกส่วนหนึ่งเป็นเศษอาหารที่เหลือภายในบ่อโดยน้ำทิ้งที่มีของเสียและระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่อยู่ในช่วงจับสัตว์น้ำเท่านั้น เนื่องจากเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ส่วนใหญ่จะพยายามควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำตลอดเวลาโดยค่าของเสียเฉลี่ยดังตารางที่ 2.4 ซึ่งมีปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ประมาณ 2,274 ลูกบาศก์เมตรต่อไร่

ตารางที่ 2.4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำในช่วงสุดท้ายของการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล)

พารามิเตอร์	ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
บีโอดี	38.20[1]	8.90[2]	64.00[3]
สารแขวนลอย	132.60[1]	108.00[2]	116.00[3]
แอมโมเนียไนโตรเจน	0.33[1]	0.38[2]	0.60[3]
ไนโตรเจนรวม	11.96[1]	2.04[2]	7.00[3]
ฟอสฟอรัสรวม	0.23[1]	0.26[2]	16.70[3]

ที่มา: [1]Musig *et al*, "Effuents from Intensive Culture Ponds of Tiger Prawn (*Penaeus monodon* Fabricius)," **Kasetsart University Fisheries Bulletin** 21, (1995): 17-27.

[2]Boyd, C.E. and D. Gautier, "Effluent composition and water quality standards implementing GAA's Responsible Aquaculture Program," **The Advocate,** (2000): 61- 66.

[3]ชลธิชา สืบวัฒนพงษกุล และคณะ, "การศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยใช้สาหร่ายสไปรูไลนา," **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม** 5, 1(2552): 1 – 11.

2.2.2 การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมระบบปิด (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบน, 2556)

ในขณะที่สภาวะแวดล้อมเสื่อมโทรมลงอย่างมากจนก่อให้เกิดปัญหามลพิษ และโรคระบาดที่รุนแรงนั้น ทำให้การเลี้ยงกุ้งระบบเปิด (Opened System) "แบบพัฒนา" ดำเนินการเลี้ยงยากขึ้น เนื่องจากการเลี้ยงแบบนี้จะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำและระบายน้ำที่ทิ้งจากฟาร์มสู่แหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง ซึ่งมีโอกาสจะได้รับอันตรายจากคุณภาพน้ำที่เป็นพิษ และติดเชื้อโรคได้ง่าย การเลี้ยงกุ้งระบบปิด (Closed System) เป็นวิธีการที่จะทำให้การเลี้ยงกุ้งสามารถดำเนินต่อไปได้ อีกทั้งยังเป็นการรักษามลภาวะสิ่งแวดล้อมอีกด้วย การเลี้ยงกุ้งระบบปิด ไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำหรือระบายน้ำทิ้ง ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงเพียงแต่ใช้น้ำที่เก็บไว้และผ่านการบำบัดทางชีวภาพ เติมให้แก่บ่อเลี้ยงทดแทนส่วนที่ระเหย และรั่วซึมเท่านั้น

2.2.2.1 การเลือกทำเลเพื่อการเลี้ยงกุ้งระบบปิด

การเลี้ยงกุ้งให้ได้ผลดี จะต้องเริ่มจากการเลือกสถานที่เป็นอันดับแรกให้มีความเหมาะสมถึงแม้ว่าในบางพื้นที่ จะมีการจัดการฟาร์มอย่างดี แต่ก็ไม่สามารถจะดำเนินกิจการให้มีกำไรได้เพราะปัญหามาจากสถานที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นถ้าหากต้องการทราบว่า สถานที่นั้นเหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งหรือไม่ ก่อนที่จะทำการก่อสร้างบ่อ ควรมีการพิจารณาดังต่อไปนี้

1 ควรอยู่ใกล้แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง ควรมีค่าพีเอชประมาณ 7.5 – 8.5 ความเค็มควรอยู่ในช่วง 10 - 30 ส่วนในพันส่วน

2 บริเวณที่จะพัฒนาเป็นบ่อกุ้งควรอยู่ด้านหลังของป่าชายเลน การที่มีป่าชายเลนอยู่ด้านนอกฟาร์ม นอกจากจะช่วยป้องกันคลื่นลมรุนแรงแล้ว ยังทำหน้าที่กรองของเสียจากน้ำทิ้งของฟาร์มได้ระดับหนึ่ง

3 เป็นบริเวณที่อยู่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมอันจะเป็นเหตุให้เกิดน้ำเสียซึ่งเป็นพิษต่อกุ้งที่เลี้ยงไว้

4 การคมนาคมต้องสะดวกตลอดปี สิ่งสำคัญคือการเดินทางระหว่างฟาร์มกับโรงเพาะฟักลูกกุ้งไม่ควรเกิน 3 – 6 ชั่วโมง พื้นที่ที่มีการคมนาคมดีจะสะดวกต่อการขนส่งอาหารและการจำหน่ายกุ้ง

5 มีระบบไฟฟ้าของทางราชการเข้าถึงพื้นที่ เนื่องจากเครื่องอำนวยความสะดวกต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องเพิ่มออกซิเจนในบ่อหากใช้ไฟฟ้าก็จะเป็นการลดค่าใช้จ่ายกว่าการใช้พลังงานจากเครื่องยนต์

2.2.2.2 หลักการของการเลี้ยงกุ้งระบบปิด

1 ไม่มีการระบายน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งตลอดระยะเวลาการเลี้ยง และไม่มีการกำจัดสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในบ่อเลี้ยงออก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสมดุลของห่วงโซ่อาหารภายในบ่อเลี้ยง

2 มีบ่อเก็บน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติมาเก็บกัก และพักไว้ให้กลไกธรรมชาติทางชีวภาพบำบัดจนกลับคืนสู่สภาวะปกติ ทั้งนี้โดยการจัดทำให้บ่อบำบัดมีอาหารที่สมดุล โดยประกอบด้วย สาหร่ายทะเล หญ้าทะเล ปลาขนาดเล็ก เช่น ปลาบู่ ปลาหางนกยูง ปลากินพืช เช่น ปลากระบอก เป็นต้น

3 ติดตั้งเครื่องตีน้ำ 1 ชุด ในบ่อบำบัด เพื่อเพิ่มออกซิเจน และป้องกันการแบ่งชั้นของน้ำ และอุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตทุกชนิดในบ่อบำบัดจะใช้แร่ธาตุ และอาหารที่มาจากน้ำภายใน 2 สัปดาห์ น้ำจะคืนสู่สภาวะปกติปราศจากมลพิษ

4 นำน้ำที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว เติมลงในบ่อเลี้ยงเพื่อทดแทนในส่วนที่ระเหย และรั่วซึม น้ำในบ่อบำบัดที่ลดลงก็สูบน้ำจากแหล่งน้ำในธรรมชาติมาเติมและให้เกิดการบำบัดทางชีวภาพต่อไป

5 ปล่อยกุ้งลงเลี้ยง 20 – 30 ตัวต่อตารางเมตร (30,000 – 50,000 ตัวต่อไร่)

2.2.3 คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินทั่วประเทศใน พ.ศ. 2551 คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี พอใช้ เสื่อมโทรม และเสื่อมโทรมมาก ซึ่งพบว่าร้อยละ 54 ของแหล่งน้ำทั่วประเทศมีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ร้อยละ 24 ของแหล่งน้ำทั่วประเทศมีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม และร้อยละ 22 ของแหล่งน้ำทั่วประเทศมีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินอยู่ในเกณฑ์ดี (ตารางที่ 2.5) โดยคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่มีการตรวจวัดมีจำนวน 48 สาย และ 4 สาย แหล่งน้ำนิ่ง ซึ่งแต่ละภาคมีแหล่งน้ำผิวดินดังนี้

แหล่งน้ำภาคเหนือ มีแม่น้ำที่มีการตรวจวัดมีทั้งหมด 9 สาย ได้แก่ แม่น้ำปิง วัง ยม น่าน กวง ลี้ อิง แม่จาง และ 2 แหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ กว๊านพะเยา และบึงบอระเพ็ด จากจุดตรวจวัดพบว่าแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ แหล่งน้ำภาคกลาง มีแม่น้ำที่มีการตรวจวัดทั้งหมด 12 สาย ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง แควใหญ่ แควน้อย ป่าสัก ลพบุรี น้อย สะแกกรัง เพชรบุรี ปราณบุรี และกุยบุรี จากการตรวจวัดพบว่าแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ แหล่งน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีแม่น้ำที่มีการตรวจวัดทั้งหมด 10 สาย ได้แก่ แม่น้ำพอง ชี มูล ลำปาว เสียว สงคราม เลย อูน ลำชี ลำตะคอง และ 1 แหล่งน้ำนิ่ง คือ หนองหาน จากจุดตรวจวัดพบว่าแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ แหล่งน้ำภาคตะวันออก มีแม่น้ำที่มีการตรวจวัดมีทั้งหมด 9 สาย ได้แก่ แม่น้ำบางปะกง ปราจีนบุรี นครนายก ระยอง ประแสร์ พังราด จันทบุรี เวฬุ และตราด จากจุดตรวจวัดพบว่าแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้ และแหล่งน้ำภาคใต้ มีแม่น้ำที่มีการตรวจวัดมีทั้งหมด 8 สาย ได้แก่ แม่น้ำสายบุรี ปากพนัง ตาปี พุมดวง ชุมพร หลังสวน ตรัง และ 1 แหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ ทะเลสาบสงขลา (รวมทะเลน้อยและทะเลหลวง) จากจุดตรวจวัดพบว่าแหล่งน้ำผิวดินส่วนใหญ่มีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม

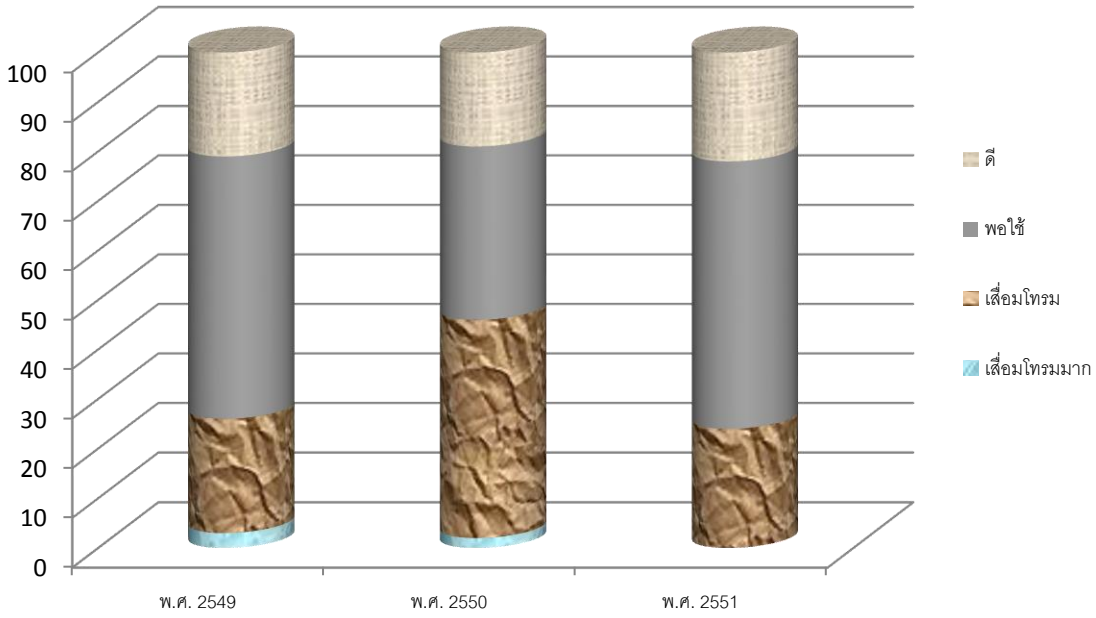
ตารางที่ 2.5 สรุปคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน จำนวน 48 สาย และ 4 แหล่งน้ำนิ่ง พ.ศ. 2549 - 2551

เกณฑ์คุณภาพน้ำ	แหล่งน้ำผิวดินในภาคต่างๆของประเทศ					ร้อยละของแหล่งน้ำ
	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคตะวันออก	ภาคใต้	
ดี	อิง แม่จาง	แควน้อย แควใหญ่ เพชรบุรีตอนบน	พอง มูล ลำตะคองตอนบน ลำปาว	เวฬุ	ตาปีตอนบน พุมดวงตรัง หลังสวน	**22**
พอใช้	กก ปิง วัง ยม น่าน ลี้ บึง บอระเพ็ด	เจ้าพระยาตอนบน เจ้าพระยาตอนล่าง ท่าจีนตอนบน ป่าสัก น้อย ปราณบุรี กุยบุรี แม่กลอง	อูน ชี ลำชี เสียว หนองหาน สงคราม เลย	บางปะกง+ ปราจีนบุรี+ นครนายก+ จันทบุรี ประแสร์ ตราด พังราด ระยองตอนบน	ตาปีตอนล่าง ปาก พนัง สายบุรี ชุมพร	**54**
เสื่อมโทรม	กวง กว๊านพะเยา	เจ้าพระยาตอนล่าง ท่าจีนตอนล่าง ท่าจีนตอนกลาง สะแกกรัง ลพบุรี เพชรบุรีตอนล่าง	ลำตะคองตอนล่าง	ระยองตอนล่าง	ปัตตานีตอนบน ปัตตานีตอนล่าง ทะเลน้อย ทะเลหลวง ทะเลสาบสงขลา	**24**
เสื่อมโทรมมาก	-	-	-	-	-	**0**

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, “สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2551.” 2551.

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในช่วง 3 ปีนับตั้งแต่ พ.ศ. 2549 – 2551 พบว่าคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์พอใช้มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมากมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินในแต่ละปีขึ้นอยู่กับ ปริมาณน้ำฝนหรือน้ำทิ้งชุมชน ซึ่งแม่น้ำที่มีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม ได้แก่ แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ถึง อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ลำตะคองตอนล่างบริเวณ อ. เมือง จ.นครราชสีมา และทะเลสาบสงขลาบริเวณปากคลอง

สำโรง อ.เมือง จ.สงขลา เป็นต้น ซึ่งแม่น้ำที่มีคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมีสาเหตุเกิดจากการระบายน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และเกษตรกรรม เป็นต้น โดยกิจกรรมดังกล่าวไม่ได้มีการบำบัดน้ำก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ ทำให้แหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำลง และแอมโมเนียสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่ทำการตรวจวัดตั้งแต่ พ.ศ. 2549 – 2551 มีคุณภาพน้ำโดยรวมเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก เมื่อพิจารณาจากคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์ดี พอใช้ เสื่อมโทรม และเสื่อมโทรมมาก แต่ใน พ.ศ. 2550 จะพบว่ามีคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก มีจำนวนที่มากกว่า พ.ศ. 2549 และ พ.ศ. 2551 เนื่องจากสาเหตุหลายประการ เช่น ปริมาณน้ำท่า เหตุอุทกภัย ฯลฯ



รูปที่ 2.1 คุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินจำนวน 48 สาย และ 4 แหล่งน้ำนิ่ง พ.ศ. 2549 – 2551
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, “แผนปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555-2559.” 2555.

ทั้งนี้ที่ตั้งฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำจืดทั่วประเทศส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งจะมีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดจะมีการปล่อยน้ำทิ้งที่มีปริมาณมลพิษลงสู่แหล่งน้ำหลัก ๆ คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำปิง และแม่น้ำลำตะคอง ทำให้แหล่งน้ำมีปริมาณมลพิษสะสมแต่มีในประมาณที่ไม่มากนัก ส่วนที่ตั้งฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อย และฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณในเขตภาคตะวันออก และภาคตะวันตก เนื่องจากเป็นเขตที่ติดชายฝั่งทะเลซึ่งการ

เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำกร่อยและการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจะต้องมีการอาศัยน้ำเค็มในการเลี้ยงจึงทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งที่มีมลพิษออกสู่แหล่งน้ำได้แก่ แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำระยองตอนล่าง แม่น้ำสายบุรี และแม่น้ำทะเลน้อย ในปริมาณมากทำให้แหล่งน้ำเกิดความเสื่อมโทรม จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและได้มีการปรับสภาพน้ำและบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทำให้แหล่งน้ำผิวดินมีคุณภาพที่ดีอีกด้วย

ยงยุทธ และคณิต (2537) รายงานผลการสำรวจคุณภาพน้ำในอ่าวปัตตานีตั้งแต่บริเวณปากอ่าวปัตตานีถึงบ้านพูนสวัสดิ์พัฒนาในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2534 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2535 ว่าแหล่งน้ำที่ทำการสำรวจนี้มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูงขึ้นและยังได้รายงานอีกว่าค่าบีโอดีของแหล่งน้ำบริเวณนี้สูงขึ้น 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำบริเวณเดียวกันนี้เมื่อ พ.ศ. 2528 แล้วได้สรุปว่าการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำเกิดจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เลี้ยงกุ้งรอบอ่าวปัตตานี

นิคม และคณะ (2540) รายงานการสำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน, คลองท่าทอง และคลองราม จ.สุราษฎร์ธานีระหว่าง พ.ศ. 2535 – 2537 ว่าคุณภาพน้ำบริเวณคลองรามมีการปนเปื้อนของเสียจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำมากที่สุด และยังพบว่าแหล่งน้ำนี้มีปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ และไนเตรท และออร์โธฟอสเฟตเพิ่มสูงขึ้นทุกปี

อนุกูล และเผชิญโชค (2555) ได้มีการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง พบว่าในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2545 คุณภาพน้ำด้านกายภาพยกเว้นของแข็งแขวนลอย และคุณภาพน้ำทางเคมีได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ ไนเตรท และคลอโรฟิลล์-เอ มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่ไม่มีนัยสำคัญ โดยมีอิทธิพลหลักมาจากปริมาณน้ำท่า การฟุ้งกระจายกลับสู่มวลน้ำของตะกอนที่พื้นทะเล คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับมาตรฐานคุณภาพน้ำ

ยุวรัตน์ (2553) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในแหล่งน้ำประเภทที่ 3 ซึ่งแหล่งน้ำดังกล่าวเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท เช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร โดยคุณภาพน้ำดังกล่าวต้องมีการผ่านการปรับสภาพน้ำก่อนจึงจะสามารถนำน้ำไปใช้ในกิจกรรมอื่น ๆ ได้

สุจยา และเดชา (2543) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำยมทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีวภาพ พบว่าคุณภาพน้ำทางกายภาพในช่วงฤดูฝนมีค่าเปลี่ยนแปลงที่สูง เนื่องจากน้ำฝนมีการชะล้างตะกอนดินทรายหรืออินทรียวัตถุอื่น ๆ ลงสู่แหล่งน้ำ คุณภาพน้ำทางเคมีพบว่ามีค่าฟอสเฟตที่เกินปกติ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาสภาพน้ำเสื่อมโทรม ส่วนคุณภาพน้ำทางชีวภาพ พบว่ามีค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย และฟีคัสสเต็ปโตคอคคัส ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำโดยการศึกษาทั้งทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีวภาพ ทำให้ทราบว่าสถานภาพโดยรวมของแม่น้ำยมกำลังเข้าสู่สภาวะเตือนภัย ซึ่งมีสาเหตุมาจากความหนาแน่นของชุมชน เมื่อมีการใช้ประโยชน์ควรมีการบำบัด

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า สภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มีการศึกษามีสภาพน้ำที่เสื่อมโทรมเนื่องมาจากการเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะกุ้งทะเล ซึ่งน้ำทิ้งที่มีการปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณสารอินทรีย์ และแอมโมเนีย ในปริมาณมาก ทำให้คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมจึงควรมีการปรับสภาพน้ำก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำธรรมชาติหรือนำน้ำกลับไปใช้ใหม่อีกครั้ง

2.3 การปรับสภาพน้ำและบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษได้มีการกำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีการพัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงและการจัดการฟาร์ม จึงทำให้มีปริมาณน้ำทิ้ง และปริมาณมลพิษจากกระบวนการการเพาะเลี้ยงที่มาจากการขับถ่ายของเสียจากสัตว์น้ำ เศษอาหารสัตว์น้ำ และการใช้สารเคมี ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำธรรมชาติ จึงทำให้ต้องมีการกำหนดมาตรฐานการระบายน้ำทิ้งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำดังนี้

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐาน
บีโอดี	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 20
สารแขวนลอย	มิลลิกรัมต่อลิตร	ไม่เกิน 70
แอมโมเนีย	มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร	ไม่เกิน 1.1
ไนโตรเจน	มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร	ไม่เกิน 40
ฟอสฟอรัส	มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร	ไม่เกิน 0.4
พีเอช	-	6.5 – 9.0

ที่มา: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, “เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง,” 1 พฤษภาคม 2547.

2.3.1 ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล)

การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ โดยเกิดจากผู้ประกอบการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) มีการระบายน้ำทิ้งที่มีปริมาณมลพิษสูงออกสู่สิ่งแวดล้อมสาเหตุจากการให้อาหารไม่พอดีกับความต้องการของสัตว์น้ำที่เลี้ยง ทำให้มีเศษอาหารเหลือตกค้างเป็นจำนวนมากของเสียเหล่านี้บางส่วนจะละลายน้ำ หรือตะกอนแขวนลอยในน้ำ บางส่วนก็ตะกอนสะสมที่พื้นก้นบ่อ ส่งผลให้เกิดน้ำเสีย หรือมลพิษในแหล่งน้ำ สรุปได้ดังตารางที่ 2.7 โดยมีปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และมีน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อมไม่หมด เนื่องจากปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) มีการระบายน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมในช่วงที่มีการเก็บผลผลิตสัตว์น้ำ (ช่วงจับกุ้ง) เท่านั้น เนื่องจากผู้ประกอบการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งใช้วิธีการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้ผู้ประกอบการบางส่วนมีการนำน้ำที่จะระบายมาเก็บไว้ในบ่อบำบัดน้ำ เพื่อให้เกิดการตกตะกอน และมีการเติมอากาศก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม หรือนำมาหมุนเวียนใช้ใหม่ จึงทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่ออกสู่สิ่งแวดล้อมลดลง และทำให้มีปริมาณมลพิษที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ในรูป บีโอดีประมาณ 13,782.13 ตัน สารแขวนลอยประมาณ 36,187.13 ตัน แอมโมเนียไนโตรเจนประมาณ 97.91 ตัน ไนโตรเจนรวมประมาณ 3,722.62 ตัน และฟอสฟอรัสประมาณ 71.64 ตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

โดยปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ที่มีการปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมคิดเป็นร้อยละของปริมาณที่เกิดขึ้นดังนี้ ปริมาณน้ำทิ้งร้อยละ 46 ปริมาณบีโอดีร้อยละ 67 ปริมาณสารแขวนลอยร้อยละ 50 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 54 ปริมาณไนโตรเจนรวมร้อยละ 58 และปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 55

ตารางที่ 2.7 ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) และระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2549

ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษ	**การเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล)**	
	เกิดขึ้น	**ออกสู่สิ่งแวดล้อม**
ปริมาณน้ำทิ้ง (ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี)	961.10	442.11
บีโอดี (ตันต่อปี)	20,653.73	13,782.13
สารแขวนลอย (ตันต่อปี)	71,687.10	36,187.13
แอมโมเนียไนโตรเจน (ตันต่อปี)	181.34	97.91
ไนโตรเจนรวม (ตันต่อปี)	6,467.83	3,722.62
ฟอสฟอรัสรวม (ตันต่อปี)	129.96	71.64

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, “แผนปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555-2559.” 2555.

โดยการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) จะมีปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมอยู่ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือจากกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ ซึ่งกุ้งขาวแวนนาไมจะมีปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมที่มากกว่ากุ้งกุลาดำ เนื่องจากกุ้งขาวมีปริมาณพื้นที่การเลี้ยงและจำนวนผลผลิตที่มากกว่ากุ้งกุลาดำทำให้มีปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่มาก โดยกุ้งขาวแวนนาไมมีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 933.91 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนกุ้งกุลาดำมีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 27.19 ล้านลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งกุลาดำ ที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2549

ปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษ	กุ้งทะเล			
	กุ้งขาวแวนนาไม		กุ้งกุลาดำ	
	เกิดขึ้น	ออกสู่สิ่งแวดล้อม	เกิดขึ้น	ออกสู่สิ่งแวดล้อม
ปริมาณน้ำทิ้ง (ล้านลูกบาศก์เมตร)	933.91	429.60	27.19	12.51
บีโอดี (ตันต่อปี)	16,696.09	13,144.36	955.66	637.77
สารแขวนลอย (ตันต่อปี)	68,366.90	34,512.98	3,317.20	1,674.59
แอมโมเนียไนโตรเจน (ตันต่อปี)	172.95	93.38	8.39	4.53
ไนโตรเจน (ตันต่อปี)	6,168.53	3,550.36	299.30	172.27
ฟอสฟอรัส (ตันต่อปี)	123.95	68.33	6.01	3.32

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, “แผนปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555-2559.” 2555.

ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมจะมีการคิดจากปริมาณมลพิษที่ออกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรวมกับปริมาณมลพิษที่ออกจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ร้อยละ 54 มีการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียภายในฟาร์มในขณะที่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) ร้อยละ 46 ไม่มีการจัดสร้างระบบบำบัดน้ำเสียภายในฟาร์ม โดยหน่วยบำบัดของระบบบำบัดน้ำเสียและประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) จะประกอบด้วยบ่อตกตะกอน และบ่อเติมอากาศสามารถลดปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีร้อยละ 61 สารแขวนลอยร้อยละ 91 แอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 78 ไนโตรเจนรวมร้อยละ 85 และฟอสฟอรัสรวมร้อยละ 83

จากข้อมูลนี้พบว่าปริมาณความสกปรกที่อยู่ในรูป สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม ที่ผ่านการบำบัดสามารถลดปริมาณความสกปรกได้ดี แต่มีการลดปริมาณบีโอดีได้น้อย เนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆเช่น ระยะเวลาในการเดินระบบน้อยเกินไป ทำให้การย่อยสลายสารอินทรีย์มีประสิทธิภาพไม่เพียงพอจึงทำให้ลดปริมาณความสกปรกในรูปของ บีโอดีได้เพียงร้อยละ 61 นอกจากนี้อาจเกิดจากปริมาณอากาศที่เติมเข้าสู่ระบบ โดยเครื่องเติมอากาศมีไม่เพียงพอที่จะให้จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียดังกล่าว โดย

น้ำทิ้งที่ปล่อยจากกิจกรรมการเลี้ยงกุ้งทะเลจะมีธาตุอาหารในรูปของอนินทรีย์ไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรท ที่เกิดจากเศษอาหาร และของเสียจากการขับถ่ายของกุ้งทะเล ซึ่งน้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากการเลี้ยงกุ้งทะเลจะมีปริมาณค่าความเค็มปะปน (มากกว่า 10 กรัมต่อลิตร) ดังนั้นจึงควรมีระบบบึงประดิษฐ์เพื่อเพิ่มระยะเวลาการพักน้ำ และช่วยในการลดค่าความเค็มในน้ำทิ้งเนื่องจากมีการตกตะกอน ดูดซับแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ เช่น โซเดียม แคลเซียม และฟอสฟอรัส โดยที่บางส่วนอยู่ในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้เลย แต่บางส่วนจะถูกกักเก็บไว้ในออร์แกแนลของพืช ซึ่งเป็นกลไกการกำจัดที่สำคัญในพืชเรียกว่า การสะสมในพืช (Plant Uptake) โดยผลของการกำจัดความเค็มอันเนื่องมาจากค่าโซเดียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส จะพบได้สูงในพืชโผล่พ้นน้ำจึงต้องมีการตัดหรือเก็บเกี่ยวในช่วงเวลาที่เหมาะสม

คณิต และพุทธ (2535) ได้รายงานอัตราการถ่ายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำเขต อ.หัวไทร จ.นครศรีธรรมราช และ อ.ระโนด จ.สงขลา พื้นที่เลี้ยงกุ้ง 20,875 ไร่ ว่ามีปริมาณการถ่ายน้ำถึง 584,830 ตันต่อวัน โดยร้อยละ 65 ของน้ำที่ระบายทิ้งจะไหลลงสู่คูคลองสาธารณะ และน้ำทิ้งประมาณร้อยละ 29 ระบายสู่ชายฝั่งทะเลน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นตะกอนเลน และส่วนที่เป็นน้ำทิ้งจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำ ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์, แพลงก์ตอนพืช, แพลงก์ตอนสัตว์, สารพิษ และโลหะหนัก โดยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำขนาด 2.5 – 4 ไร่ มีแอมโมเนียรวมเฉลี่ย 0.20 – 1.24 มิลลิกรัมต่อลิตร, ไนไตรท์เฉลี่ย 0.002 – 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรทเฉลี่ย 0.01 – 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำขนาด 6 ไร่ มีแอมโมเนียรวมเฉลี่ย 0.03 – 0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร, ไนไตรท์เฉลี่ย 0.001 – 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรทเฉลี่ย 0.02 – 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

Muthuwani and Lin (1996) รายงานว่าการถ่ายน้ำจากการเลี้ยงกุ้งทำให้ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติเฉลี่ยร้อยละ 45 และ 26 ของธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมดที่เข้าสู่ระบบการเลี้ยงกุ้ง

ดุสิต และคณะ (2536) ได้รายงานปริมาณของมลสารที่ปลดปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาพื้นที่ขนาด 2 ไร่ มลสารที่ปลดปล่อยออกมาจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ปล่อยกุ้งลงเลี้ยงด้วยความหนาแน่นสูงและมีผลผลิตกุ้งสูงนั้นน้ำทิ้งมีสารอาหารและสารแขวนลอยในน้ำสูงกว่ากลุ่มที่มีผลผลิตกุ้งต่ำ โดยในน้ำทิ้งมีปริมาณแอมโมเนียเท่ากับ 19.67 กิโลกรัม, ไนเตรทเท่ากับ 0.43 กิโลกรัม, ฟอสฟอรัสรวมเท่ากับ 1.27 กิโลกรัม และมีสารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้เท่ากับ 1,666 กิโลกรัม

จากข้อมูลนี้ พบว่าน้ำทิ้งที่ปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งมีปริมาณมลพิษที่อยู่ในรูป บีโอดี ของแข็งแขวนลอย แอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส (ตารางที่ 2.4) เกินค่ามาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ตารางที่ 2.6) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีปริมาณน้ำทิ้งที่ใกล้เคียงกัน และมีปริมาณมลพิษที่เกินมาตรฐานเนื่องมาจากจำนวนการเลี้ยงกุ้งที่มากน้อยต่างกัน เช่นมีปริมาณกุ้งที่หนาแน่นทำให้มีปริมาณของเสียและปริมาณมลพิษเพิ่มมากขึ้น หรือมีการให้อาหารในปริมาณที่มากเกินความต้องการของกุ้งทำให้กลายเป็นเศษอาหารตกค้างภายในบ่อเลี้ยงโดยการเลี้ยงกุ้งจะมีมลพิษที่เกิดจากเศษอาหารตกค้างภายในบ่อเลี้ยง ของเสียจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำ และสารพิษจากปุ๋ยที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้ง เป็นต้น ดังนั้นจึงควรมีการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งก่อนปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

2.3.2 การบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล)

การจัดการน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่สำคัญในการลดปัญหาคุณภาพน้ำที่เสื่อมโทรม เนื่องจากน้ำทิ้งที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีปริมาณสารอินทรีย์สูง มีระดับแอมโมเนีย ไนไตรท์สูงกว่าแหล่งน้ำธรรมชาติ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ มีปริมาณแพลงก์ตอนในน้ำสูง และอาจมียาปฏิชีวนะหรือสารเคมีปนเปื้อน ดังนั้นจึงควรมีการจัดการน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมดังนี้ (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2555)

กรณีฟาร์มมีคูน้ำผู้ประกอบการสามารถนำคูน้ำภายในฟาร์มมาใช้รองรับน้ำทิ้งได้ โดยน้ำทิ้งที่อยู่ในคูน้ำจะตกตะกอนและกักเลนในระหว่างการจับสัตว์น้ำอย่างน้อย 4 ชั่วโมง ก่อนปล่อยน้ำเข้าสู่บ่อบำบัด หรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งคูน้ำที่ใช้ควรมีพื้นที่ร้อยละ 5 – 30 ของพื้นที่บ่อเลี้ยง หรือในกรณีฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีหลายบ่อควรให้มีบ่อวางไว้สำหรับให้น้ำทิ้งตกตะกอนและกักเลนก่อนนำน้ำทิ้งปล่อยสู่บ่อบำบัดหรือสิ่งแวดล้อม ถ้าน้ำทิ้งก้นบ่อไม่ตกตะกอนหรือตกตะกอนช้า ผู้ประกอบการสามารถใช้ปูนขาวหว่านให้ทั่วบ่อในอัตรา 150 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อช่วยให้ตกตะกอนเร็วขึ้น

บำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อลดปริมาณมลพิษให้อยู่ในมาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้จะสามารถช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมได้

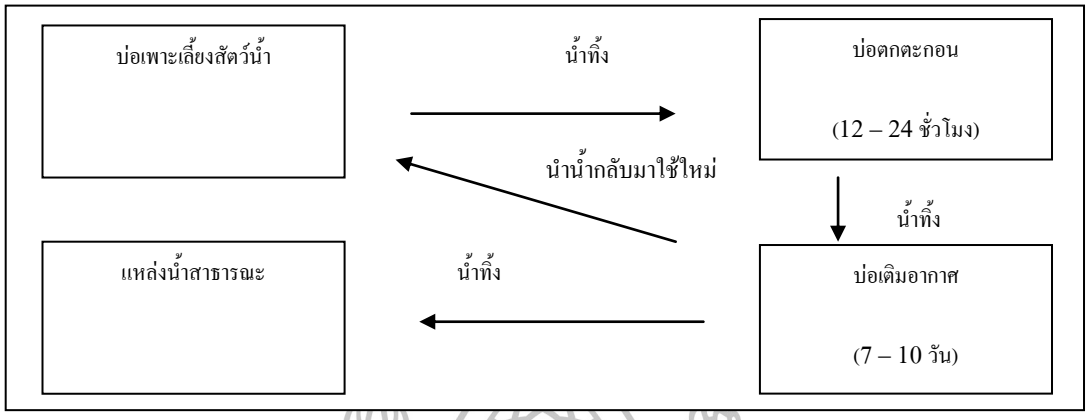
อาจมีการปรับเปลี่ยนระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมให้มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยลงหรือไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำเพื่อลดปริมาณมลพิษก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมหรืออาจมีการปรับปรุงวิธีการจัดการในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เช่น การเตรียมบ่อ การเลือกใช้อาหารที่มีคุณภาพดีปราศจากสารปนเปื้อน และการให้อาหารที่มีประสิทธิภาพทำให้ไม่มีเศษอาหารเหลือตกค้างภายในบ่อ เป็นต้น

ปัจจุบันการเลี้ยงสัตว์น้ำในฟาร์มเป็นการเลี้ยงแบบพาณิชย์ซึ่งมุ่งเน้นผลผลิตเพื่อการค้าขายจึงทำให้สัตว์น้ำที่เลี้ยงในฟาร์มมีจำนวนมากส่งผลให้เกิดปริมาณน้ำทิ้งที่เป็นน้ำเน่าเสียจึงทำให้ต้องมีการนำเอาวิธีการปรับสภาพน้ำและบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสัตว์น้ำมาใช้ในฟาร์มเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ และสามารถนำน้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้อีกครั้ง ก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม จึงได้มีการนำวิธีการเลี้ยงในระบบปิดมาใช้ภายในฟาร์ม

บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของประเทศส่วนใหญ่มีการนิยมเลี้ยงกุ้งทะเล เนื่องจากมีราคาขายสู่ตลาดที่สูง และวิธีการเลี้ยงก็ไม่ยุ่งยาก ใช้ต้นทุนในการบำบัดน้ำทิ้งไม่สูง สามารถลดปริมาณมลพิษในรูปบีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสได้ร้อยละ 61, 91, 78, 85 และ83 ตามลำดับ (สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, 2555) นอกจากนี้ยังมีการใช้วิธีการธรรมชาติในการปรับสภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยใช้ การตกตะกอนเพื่อให้ตะกอนในรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์เกิดการตกตะกอนภายในบ่อตกตะกอน และได้มีการเติมอากาศโดยเครื่องเติมอากาศ ทั้งนี้ได้สรุปข้อมูลไว้ในหัวข้อถัดไป

2.3.2.1 ขนาดของระบบและการจัดเรียงบ่อบำบัด

บ่อตกตะกอนและบ่อเติมอากาศ ขนาดจะขึ้นอยู่กับปริมาณและพื้นที่การเลี้ยงสัตว์น้ำในฟาร์มโดยบ่อจะต้องมีปริมาตรความจุอย่างน้อยเท่ากับปริมาตรของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ 1 บ่อเพื่อที่จะสามารถรองรับปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ แต่ถ้ามีการจับสัตว์น้ำในปริมาณที่มากควรต้องเพิ่มพื้นที่บ่อบำบัดเพื่อรองรับน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยการใช้บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เพิ่งจับสัตว์น้ำเสร็จมาทำเป็นบ่อบำบัดแทนได้



รูปที่ 2.2 แผงผังบ่อบำบัดน้ำในฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ที่มา: สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม, **คู่มือวิชาการ เรื่อง แนวทางการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประเภทการเลี้ยงสัตว์น้ำ**, พิมพ์ครั้งที่ 1 (กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2555)

เมื่อเริ่มต้นระบบเกษตรกรควรมีการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในช่วงระหว่างการเลี้ยงเข้าบ่อตกตะกอนเพื่อให้ตะกอนแขวนลอยในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ตกตะกอน พักไว้ในบ่อตกตะกอนประมาณ 12 – 24 ชั่วโมง จากนั้นนำน้ำระบายเข้าสู่บ่อเติมอากาศที่มีเครื่องตีอากาศแบบกังหันหรือแบบพ่นอากาศใต้น้ำขนาด 8 แรงม้าต่อไร่ เติมอากาศประมาณ 7 -10 วัน จากนั้นระบายน้ำออกสู่สิ่งแวดล้อมหรือนำกลับมาใช้ใหม่ (รูปที่ 2.2)

2.3.2.2 ข้อดีและข้อจำกัดของระบบบ่อบำบัด

สามารถทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ดี และเหมาะสำหรับบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กุ้งทะเล) เป็นระบบที่ไม่ซับซ้อนแต่อาจมีต้นทุนในเรื่องการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องเติมอากาศ การบำบัดน้ำแบบเติมอากาศลงในน้ำเพื่อช่วยให้น้ำภายในบ่อเคลื่อนที่สัมผัสกับอากาศอย่างทั่วถึงทำให้มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น (อนันต์, 2536 และ Boyd, 1990)

2.3.2.3 การบำบัดน้ำทิ้งโดยวิธีธรรมชาติ

ผกาวดี (2543) การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีธรรมชาติ (Natural Wastewater Treatment) หมายถึงระบบการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการธรรมชาติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะที่มีดิน น้ำ พืช บรรยากาศ ตลอดจนจุลินทรีย์ มาเกี่ยวพันกัน กล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นกระบวนการร่วมกันของทั้งสิ่งมีชีวิต และไม่มีชีวิต ภายใต้สภาพแวดล้อมหนึ่ง ๆ ในปรับสภาพน้ำเสียให้เป็นน้ำดี หรือการทำให้ปริมาณสารปนเปื้อนที่เป็นสาเหตุทำให้น้ำเสียลดลง

ได้ในระดับหนึ่งนั้นเอง โดยที่ไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ และเครื่องจักรกลต่าง ๆ มาช่วยในการบำบัดน้ำเสีย ระบบดังกล่าวนี้จะบำบัดโดยอาศัยธรรมชาติเป็นหลัก ดังนั้นจึงทำให้การใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้จะมีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดกว่าการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบอื่น ๆ ทั้งในเรื่องของงบการก่อสร้างระบบ การประหยัดพลังงานไฟฟ้า ประหยัดค่าใช้จ่ายในการว่าจ้างผู้ดูแล และควบคุมการเดินระบบ เป็นต้น ในที่นี้จะแบ่งระบบการบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยธรรมชาติ ออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1) การบำบัดน้ำเสียโดยการให้กระจายอยู่บนดิน (Land Treatment System) หมายถึง การทำให้น้ำเสียนั้นกระจายลงบนพื้นที่ต่าง ๆ ในหลายลักษณะ เช่น การรดน้ำ การฉีดน้ำ การปล่อยให้ไหลไปตามพื้นดินหรือเป็นการปล่อยให้ไหลตามร่องน้ำ เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวนี้จะเป็นวิธีที่ประหยัดค่าบำบัดน้ำเสียมาก เพราะไม่ได้เสียค่าใช้จ่ายใด ๆ แต่จำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการกระจายน้ำเสียมากพอสมควร พื้นที่ที่เลือกใช้ควรเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไม่ได้มีการทำประโยชน์หรือประกอบกิจกรรมใด ๆ คุณลักษณะของน้ำเสียที่ควรเลือกใช้ระบบนี้บำบัด ควรเป็นน้ำเสียที่มีแร่ธาตุ และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เช่น น้ำทิ้งจากการซักล้างทำความสะอาด ซึ่งมักจะมีการปนเปื้อนของสารฟอสเฟตสูง เป็นต้น

2) การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีการใช้บึงธรรมชาติ และบึงประดิษฐ์ (natural & constructed wetland system) หมายถึง การทำให้บึงทำหน้าที่ในการรองรับน้ำเสีย ซึ่งในที่นี้ บึงหมายถึงท้องน้ำที่มีความลึกน้อยกว่า 60 เซนติเมตร มีพืชน้ำบางชนิดทั้งที่รากลอยน้ำ เช่น บัว จอกแหน ผักตบชวา และพืชพวกที่มีรากอยู่พื้นดินใต้น้ำ เช่น ธูปฤาษี ต้นกก เป็นต้น สามารถที่จะเจริญเติบโตอยู่ภายในบึงนั้นได้ โดยพืชเหล่านี้ เช่น ส่วนใบ ลำต้น และราก ทำหน้าที่เป็นตัวกรองและตัวดูดซับสารที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเสียนั้น

จากข้อมูลนี้ พบว่าการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งโดยวิธีตกตะกอนและเติมอากาศ สามารถลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งได้น้อยเนื่องมาจากการเดินระบบที่มีการใช้ระยะเวลาในการบำบัด และขนาดของบ่อบำบัดที่แตกต่างจากข้อมูลข้างต้น (หน้า 22) ที่สามารถบำบัดได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่า จึงทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งลดลง

2.4 ลักษณะบ่อบำบัดน้ำทิ้ง

2.4.1 บ่อตกตะกอน

ประปานครหลวง (2554) การตกตะกอนเป็นวิธีการแยกอนุภาคของแข็งแขวนลอยหรือกลุ่มตะกอนออกจากน้ำ โดยมีภาพน้ำนิ่งใช้หลักแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งหลังจากผ่านการตกตะกอนแล้วจะได้น้ำใสขึ้นและของแข็งแขวนลอยหรือตะกอน โดยการใช้กระบวนการตกตะกอนจะทำเพื่อกำจัดของแข็งแขวนลอยหรือตะกอนจากน้ำ ซึ่งใช้ในกระบวนการปรับสภาพน้ำหรือบำบัดน้ำ

หลักการทำงานของบ่อตกตะกอน น้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ จะไหลเข้าสู่บ่อตกตะกอน ซึ่งเมื่อเข้าสู่บ่อตกตะกอนแล้วจะมีการรวมตัวกันของอนุภาคคอลลอยด์กลายเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาค เมื่อไหลผ่านชั้นตะกอนซึ่งมีการเลี้ยงชั้นตะกอนไว้ในส่วนล่างของบ่อมีลักษณะเป็นชั้นตะกอนเข้มข้นจะเกิดการชนสัมผัสกันของตะกอนใหม่กับตะกอนเดิม มีผลทำให้เกิดการเร่งให้มีการรวมตัวกันของตะกอน เมื่อตะกอนตกลงด้านล่างและมีแรงเกาะกันกลายเป็นกลุ่มตะกอนที่มีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ชั้นตะกอนยังทำหน้าที่เป็นตัวกรองขั้นต้น โดยจะกักจับตะกอนที่เข้ามาใหม่ไม่ให้ผ่านชั้นไปได้ จากกระบวนการทั้งหมดทำให้กระบวนการเกิดน้ำใสมากขึ้น และทำให้อนุภาคสัมผัสกันได้มากขึ้นมีการเกาะรวมตัวกลายเป็นกลุ่มก้อนตะกอนได้ดี

บ่อตกตะกอนเป็นบ่อที่ระบายน้ำเข้าบ่อแล้วปล่อยให้ของเสียที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ที่มาเศษอาหาร และการขับถ่ายของสัตว์น้ำตกตะกอนตามธรรมชาติ เป็นวิธีการแยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสีย โดยอาศัยการรวมตัวของตะกอนแขวนลอยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของตะกอนสูงกว่าน้ำ

2.4.2 บ่อเติมอากาศ (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540 และMetcalf and Eddy, 1991)

เป็นระบบบำบัดน้ำทิ้งที่อาศัยการเติมออกซิเจนจากเครื่องเติมอากาศที่ติดตั้งแบบทุ่นลอยหรือยึดติดกับแท่นก็ได้ เพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น สำหรับจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำทิ้งได้เร็วขึ้นกว่าการปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดปริมาณความสกปรกของน้ำทิ้งในรูปของบีโอดี ได้ร้อยละ 80 – 95 โดยอาศัยหลักการทำงานของจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยมีเครื่องเติมอากาศซึ่งนอกจากจะทำหน้าที่เพิ่มอากาศในน้ำแล้วยังทำให้เกิดการกวนผสมของน้ำในบ่ออีกด้วย ทำให้สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้ทั่วบ่อ

รูปที่ 2.3 ระบบบ่อเติมอากาศ

ที่มา: สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, "ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย," 2540.

ระบบบำบัดน้ำทิ้งแบบเติมอากาศสามารถบำบัดน้ำทิ้งได้ทั้งน้ำทิ้งจากชุมชน น้ำทิ้งจากอุตสาหกรรม และน้ำทิ้งจากเกษตรกรรม โดยปกติจะออกแบบให้บ่อมีความลึกประมาณ 2 – 6 เมตร ระยะเวลาเก็บกักน้ำภายในบ่อเติมอากาศประมาณ 3 – 10 วัน และเครื่องเติมอากาศจะต้องออกแบบให้มีประสิทธิภาพสามารถทำให้เกิดการผสมกันของตะกอนจุลินทรีย์ ออกซิเจนในน้ำและน้ำเสีย นอกจากนี้จะต้องมีบ่อบ่มรับน้ำเสียจากบ่อเติมอากาศเพื่อตกตะกอนและปรับสภาพน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำภายในบ่อบ่ม และระยะเวลาเก็บกักให้เหมาะสมไม่นานเกินไป

บ่อเติมอากาศเป็นบ่อที่ใช้พื้นที่น้อย เนื่องจากมีการใช้เครื่องเติมอากาศพ่นใต้น้ำหรือเครื่องให้อากาศแบบกังหันเพื่อย่อยสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ในน้ำทิ้งที่เหลืออยู่จากขั้นตอนการตกตะกอนส่วนแอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์จะถูกออกซิไดซ์ และบางส่วนก็แพร่ออกสู่อากาศ

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุสิต และสิริ (2534) ได้ทดลองเลี้ยงอาร์ทีเมียซึ่งเป็นอาหารของลูกกุ้งในน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้ง เพื่อศึกษาอัตราการบำบัดน้ำทิ้งของอาร์ทีเมีย พบว่าสามารถบำบัดบีโอดี ในน้ำทิ้งได้ในช่วง 0.0244 – 0.1100 มิลลิกรัมต่อตัวต่อวัน โดยอาร์ทีเมียมีอัตราบำบัดน้ำทิ้งในช่วงระยะเต็มวัยดีกว่าช่วงชีวิตอื่นๆ

เกียรไกร (2537) ได้ศึกษาการใช้สาหร่ายผมนางในการบำบัดน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล โดยสาหร่ายผมนางสามารถลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งทะเล โดยใช้สาหร่ายผมนางความหนาแน่น 1 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ได้ดีกว่าสาหร่ายผมนางความหนาแน่น 0.5 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และความหนาแน่น 0.25 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

รตีวรรณ (2541) ได้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งด้วยระบบบำบัดแบบชีวภาพโดยให้ในช่วงการตกตะกอนมีการใช้สาหร่ายผมนางร่วมด้วย การทดลองได้แบ่งเป็น 2 ชุด โดยป้อนน้ำเสียเข้าแบบ Sequence Batch System พบว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดบีโอดี ร้อยละ 58.10 และ 49.25 แอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 42.24 และ35.69 และระบบยังสามารถลดปริมาณของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 84.91 และ73.79

อนันต์ (2542) ได้เริ่มพัฒนาการเลี้ยงกุ้งแบบสมดุลนิเวศที่เน้นการจัดการเลี้ยงกุ้งแบบรักษาสมดุลของระบบนิเวศในบ่อเลี้ยง โดยกำหนดโครงสร้างของบ่อเลี้ยงกุ้งที่มีบ่อเลี้ยงร่วมกับบ่อบำบัด จัดให้มีการรักษาคุณภาพตะกอนดินพื้นบ่อโดยการใช้โซ่คราดพื้นบ่อหรือเครื่องฉีดพ่นน้ำ ร่วมกับระบบลมให้อากาศพื้นบ่อเพื่อให้ตะกอนและสารอินทรีย์ฟุ้งขึ้นมาแขวนลอยในน้ำช่วยให้จุลินทรีย์สามารถย่อยสารอินทรีย์ได้ดีขึ้น และหมุนเวียนเอาน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งออกไปบำบัดและนำกลับมาใช้เลี้ยงกุ้งใหม่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งพบว่าสามารถแก้ไขปัญหาการเลี้ยงกุ้งไปได้ระดับหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาสุขภาพกุ้งที่ลำตัวสกปรกมีซูโอแทนเนียมเกาะ เนื่องจากปัญหาพื้นบ่อเน่า

เพ็ญชุดา (2546) ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของพืชแต่ละชนิดในการบำบัดน้ำเสียของโครงการแหลมผักเบี้ย พบว่าประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งแขวนลอยจะอยู่ในช่วงร้อยละ 77 – 98 บีโอดีอยู่ในช่วงร้อยละ 71 - 97 และลดไนโตรเจนอยู่ในช่วงร้อยละ 50 – 70

พรเทพ (2547) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระดับห้องปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วย หน่วยการตกตะกอน และหน่วยการให้อากาศ แล้วประเมินประสิทธิภาพการบำบัดน้ำทิ้งของระบบบำบัดต้นแบบ ปรากฏว่าระบบบำบัดสามารถบำบัดบีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียรวม ฟอสฟอรัสรวม และไฮโดรเจนซัลไฟด์ ได้ร้อยละ 89.0, 81.4, 91.9, 84.5 และ 100 ในระยะเวลา 7 วัน ตามลำดับ

ดุสิต (2548) ได้ศึกษาระบบบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในระดับห้องปฏิบัติการ พบว่าระบบบำบัดน้ำทิ้งที่ประกอบด้วย การตกตะกอน เป็นระยะเวลา 1 วัน การให้อากาศเป็นระยะเวลา 4 วัน และการบำบัดด้วยผักตบชวาเป็นระยะเวลา 9 วัน สามารถลดแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม ไฮโดรเจนซัลไฟด์ บีโอดี และสารแขวนลอยได้ร้อยละ 99.9, 90.7, 100, 90 และ 97.6 ตามลำดับ

ลักษมณ (2554) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพของพืชธูปฤาษี และกกกลม ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบไหลผ่านลำต้น พบว่าสามารถบำบัดบีโอดีได้ร้อยละ 84.88 ของแข็งแขวนลอยร้อยละ 91.24 ไนโตรเจนร้อยละ 67.88 และฟอสฟอรัส 68.86 ในระยะเวลากักพัก 9 วัน

Sphigel et al. (1993) ได้ศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาทะเลโดยใช้บ่อตกตะกอนบ่อเลี้ยงหอยนางรมร่วมกับ สาหร่ายทะเลสกุล Ulva lactuca โดยน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงได้ไหลลงสู่บ่อตกตะกอนและไหลผ่านบ่อเลี้ยงหอยนางรม แล้วไหลเข้าสู่บ่อเลี้ยงสาหร่ายก่อนปล่อยทิ้งสู่ทะเล พบว่าสามารถลดไนโตรเจนจากสาหร่ายได้ร้อยละ 22.4

Enander and Hasselstrom (1994) ได้ทดลองบ่อบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยใช้ระบบชีวภาพประกอบด้วยหอยสองฝา และสาหร่ายทะเล พบว่าระบบบำบัดแบบชีวภาพสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Tookwinas and Neumhom (1995) พบว่าปูนเผา 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร, Zeolite 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และสารส้ม 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถตกตะกอนทำให้คุณภาพน้ำทิ้งอยู่ภายใต้มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายใน 24 ชั่วโมง และสามารถลดสารแขวนลอย บีโอดี ได้มากกว่าร้อยละ 90

Krom et al., 1995; Neori et al., 1996; Ellner et al., 1996 การควบคุมคุณภาพน้ำโดยการเลี้ยงสัตว์น้ำแบบผสมผสานระหว่างปลา (*Sparus aurata*) กับสาหร่ายทะเลชนิด *Ulva lactuca* โดยควบคุมอัตราไหลของน้ำ (flow rate) พบว่าปลาจะปลดปล่อย แอมโมเนีย (ammonia-N) ร้อยละ 30 สารประกอบไนโตรเจนในรูปละลายน้ำ (DON) ร้อยละ 30 และของเสีย faeces-N ร้อยละ 10 ขณะที่แอมโมเนียถูกนำไปใช้ร้อยละ 17 – 39 ส่วนไนเตรทจะถูกนำไปใช้ (uptake) น้อยมากและฟอสฟอรัสจะถูกกำจัดออกไปร้อยละ 9 – 21 ส่วนมากจะตกตะกอนอยู่บริเวณพื้นบ่อ

Skjolstrup et at. (1998) ได้มีการทดลองระบบบำบัดที่ประกอบด้วยระบบเพิ่มออกซิเจนเครื่อง UV treatment ระบบบำบัดชีวภาพ และระบบแยกตะกอน พบว่าระบบสามารถบำบัดไนโตรเจนจากการให้อาหารได้ถึงร้อยละ 48 ของไนโตรเจนทั้งหมด โดยเปลี่ยนให้เป็นไนเตรท นอกจากนี้ไนโตรเจนจากอาหารจะถูกเปลี่ยนไปเป็นไนโตรเจนในรูปของตะกอนและอยู่ในผลผลิตในน้ำทิ้ง หรือถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนแล้วแพร่ออกไปสู่บรรยากาศ

Teichert – Coddington, et at (1999) พบว่าเมื่อปล่อยให้น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งตกตะกอนสามารถกำจัดสารแขวนลอยร้อยละ 88 บีโอดีร้อยละ 60 ไนโตรเจนรวมร้อยละ 31 และฟอสฟอรัสรวมร้อยละ 55 ภายในระยะเวลา 6 ชั่วโมง

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 ศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ดำเนินการสำรวจพื้นที่ภายในฟาร์ม การจัดแบ่งพื้นที่ และบ่อเลี้ยง การบริหารจัดการภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมซึ่งตั้งอยู่บริเวณตำบลบางแพ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี โดยสอบถามข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลักษณะการเลี้ยง จำนวนและประเภทของบ่อเลี้ยง ระยะเวลาการเลี้ยง และลักษณะภูมิประเทศเพื่อกำหนดและวางแผนการศึกษา และกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 4.1) ความถี่ ตัวแปรคุณภาพน้ำและช่วงการเข้าเก็บข้อมูล โดยดำเนินการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งทำการเก็บปริมาณน้ำในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2558 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 มีความถี่ในการเก็บ 3 ครั้งต่อรอบการเลี้ยงแต่ละตัวอย่างบ่อเลี้ยงที่เลือกประเมินคุณภาพน้ำที่เก็บจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

3.2 เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 3 ช่วงคือ ครั้งแรกก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ครั้งที่สองระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมช่วงวันที่ 45 ครั้งที่สามคือน้ำทิ้งจากการระบายก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายช่วงวันที่ 90 และร่องน้ำทิ้งทุก ๆ 30 วัน โดยเก็บน้ำบ่อละ 4 จุด คือ บริเวณมุมบ่อทั้ง 4 ด้าน (รูปที่ 3.1) โดยแต่ละจุดเก็บปริมาณเท่ากัน ในช่วงเวลาประมาณ 09.00 น. และรักษาตัวอย่างน้ำที่วิเคราะห์ในกล่องโฟมแช่เย็นด้วยน้ำแข็งขณะลำเลียงขนส่งด้วยอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ก่อนวิเคราะห์น้ำนำตัวอย่างออกมาจากกล่องโฟม รอจนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำเท่ากับอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ จากนั้นนำน้ำมาผสมกันแล้วรักษาสภาพก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (รูปที่ 3.2) (รูปที่ 3.3) ทั้งนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างตามที่กำหนดข้างต้น อย่างต่อเนื่องรวม 3 รอบการเลี้ยง และศึกษาประสิทธิภาพร่องน้ำทิ้ง โดยร่องน้ำทิ้งมีทั้งน้ำที่อยู่ภายในบ่ออยู่แล้ว และน้ำทิ้งภายหลังจากผ่านการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมาพักรวมผสมกันเป็นระยะเวลาประมาณ 30 วัน ก่อนนำน้ำในร่องน้ำทิ้งไปใช้เป็นน้ำหมุนเวียนผสมกับน้ำเค็มเพื่อเทสู่ระบบการเลี้ยงใหม่ต่อไป และติดตามคุณภาพน้ำในร่องน้ำทิ้งรวมภายในฟาร์มทุก ๆ 30 วัน นาน 5 เดือน โดยกำหนดให้วิเคราะห์พารามิเตอร์ที่สำคัญทางกายภาพและเคมีคือ พีเอช บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม โดยสรุปวิธีวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์

และพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดก่อน และหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ดังตารางที่ 3.1 และ3.2 ซึ่งวิเคราะห์ตามมาตรฐานของ APHA, AWWA and WEF, (2012)

เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยงในแต่ละบ่อ และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 3 บ่อ นอกจากนี้เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำจากร่องน้ำทิ้งในแต่ละเดือน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด ๆ ละ 2 ซ้ำ ดังนี้

ชุดที่ 1 วิเคราะห์คุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ชุดที่ 2 วิเคราะห์คุณภาพน้ำจากร่องน้ำทิ้ง

ตารางที่ 3.1 สรุปวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์	อ้างอิง
พีเอช	pH meter	APHA, AWWA and WEF, (2012)
บีโอดี	Azide Modification	APHA, AWWA and WEF, (2012)
สารแขวนลอย	Glass Fiber Filter Disc	APHA, AWWA and WEF, (2012)
แอมโมเนียไนโตรเจน	Modified Idophenol Blue	APHA, AWWA and WEF, (2012)
ไนโตรเจนรวม	Persulfate Digestion and Nitrogen Analyzer	APHA, AWWA and WEF, (2012)
ฟอฟอสรัสรวม	Ascorbic Acid	APHA, AWWA and WEF, (2012)

ตารางที่ 3.2 พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดก่อน และหลังการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

พารามิเตอร์	ก่อนการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	ระหว่างการเลี้ยงเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	หลังการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	ร่องน้ำทิ้ง
พีเอช	/	/	/	/
บีโอดี	/	/	/	/
สารแขวนลอย	/	/	/	/
แอมโมเนียไนโตรเจน	/	/	/	/
ไนโตรเจนรวม	/	/	/	/
ฟอสฟอรัสรวม	/	/	/	/

รูปที่ 3.1 เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

รูปที่ 3.2 วิเคราะห์ค่าบีโอดี

รูปที่ 3.3 วิเคราะห์ค่าสารแขวนลอย

3.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

3.3.1 วัสดุ

ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

กล่องโฟมบรรจุขวดเก็บตัวอย่าง

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

เครื่องแก้วที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.3.2 อุปกรณ์

พีเอชมิเตอร์ ยี่ห้อ SCHOTT Instruments รุ่น Lab 850

เครื่องชั่ง (Analytical balance) ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น XS2054

ตู้แช่สารเคมี ยี่ห้อ SANDENINTERCOOL รุ่น SRC – 680S RT

Vortex pump ยี่ห้อ EYELA รุ่น A – 1000S

บทที่ 4
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาและระบบการเลี้ยงภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณตำบลบางแพ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี มีการเลี้ยงแบบปิด โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนภายในฟาร์ม ซึ่งมีบ่อทั้งหมด 12 บ่อ แบ่งเป็นบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 10 บ่อ เนื้อที่บ่อละ 4 ไร่ บ่อพักน้ำ 1 บ่อ เนื้อที่ 4 ไร่ ร่องน้ำทิ้ง 1 บ่อ ความลึก 5 เมตร ความกว้าง 4 เมตร เนื้อที่ 4 ไร่ มีการเลี้ยง 3 บ่อต่อรอบการเลี้ยง โดยมีระยะเวลาต่อรอบการเลี้ยงประมาณ 90 วัน (รูปที่ 4.1)

รูปที่ 4.1 พื้นที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

มีอาณาเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อ อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม

ทิศใต้ ติดกับ อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี

ทิศตะวันออก ติดกับ อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ทิศตะวันตก ติดต่อ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

ลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบลุ่มทั่วไป ไม่มีป่า และภูเขา มีความชุ่มชื้นพอสมควร ลำน้ำสำคัญที่เป็นประโยชน์ในด้านการเกษตร คือ ลำคลองบางแพ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรโดยการเลี้ยงกุ้งและปลูกข้าวเป็นหลักโดยมีพื้นที่ทางเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่เหลือเป็นที่อยู่อาศัยและโรงงานอุตสาหกรรม

นำน้ำชลประทานสูบเข้าบ่อพักน้ำเตรียมน้ำไว้ใช้ตลอดระยะเวลาที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในระหว่างเก็บน้ำในบ่อพัก ระบบนิเวศของบ่อจะช่วยปรับปรุงให้คุณภาพน้ำดียิ่งขึ้น ลดการปนเปื้อน และพักไม่ให้เชื้อโรคที่ปนเปื้อนในน้ำขยายปริมาณเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเชื้อไวรัสที่ไม่สามารถอยู่ในน้ำได้อย่างอิสระเกิน 5 วัน เมื่อใช้เตรียมน้ำจะทำให้ความเสี่ยงลดลง โดยวิธีการเตรียมน้ำ ต้องเน้นการกรองเอาปลา ไข่ปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ออกจากน้ำ โดยใช้ผ้าตาละเอียด ทำเป็นถุงกรอง ซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น เพื่อป้องกันไม่ให้พาหะโรคกุ้ง หรือศัตรูลูกกุ้งเข้ามาเจริญเติบโต ลูกปลาหรือไขปลาหลุดเข้ามาในบ่อ ในช่วงก่อนที่จะปล่อยกุ้ง ซึ่งถ้าหากไม่มีการป้องกันที่ดีจะทำให้ลูกกุ้งมีอัตรารอดน้อย โดยเติมน้ำความเค็มต่ำประมาณน้อยกว่า 2 ส่วนในพันส่วน เข้าไปในบ่อ แล้วกันคอกพลาสติกขนาดพื้นที่ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำเอาน้ำเค็มมาปรับให้บ่อเลี้ยงมีความเค็มประมาณ 5 - 10 ส่วนในพันส่วน ใช้เครื่องเพิ่มออกซิเจนผสมให้น้ำจืด และน้ำเค็มเข้ากัน เตรียมน้ำทิ้งไว้ 1 วัน แล้วจึงปล่อยลูกกุ้ง และเลี้ยงประมาณ 5 - 7 วัน ในระหว่างเลี้ยงค่อย ๆ ผสมน้ำโดยนำน้ำในบ่อ (ภายนอกคอกปล่อยกุ้ง) เข้ามาในคอกให้ ความเค็มลดลงอย่างช้า ๆ จนความเค็มของน้ำเท่ากัน โดยปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งปริมาณน้ำฝนในจังหวัดราชบุรี เฉลี่ยประมาณ 1,000 – 1,250 มิลลิเมตรต่อปี ทำให้อุณหภูมิและพีเอชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเปลี่ยนแปลง จึงได้มีการเติมอากาศโดยใช้เครื่องเติมอากาศแบบกังหันเพื่อช่วยให้น้ำภายในบ่อเลี้ยงมีอุณหภูมิ และพีเอช ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

โดยฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ศึกษามีการเลี้ยงในระบบปิด มีการหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ภายในฟาร์ม น้ำที่ผ่านการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจึงไม่ได้มีการปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ สามารถลดปริมาณมลพิษหรือปริมาณน้ำทิ้งที่ออกสู่สาธารณะ และยังรักษาสภาพแวดล้อมโดยรอบไม่ให้เสื่อมโทรม จึงทำให้ไม่เกิดผลกระทบต่อพื้นที่โดยรอบฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

4.2 คุณภาพน้ำทิ้งและการบำบัดน้ำทิ้งภายในฟาร์ม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 1 ในช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย (ตารางที่ 4.1) โดยมีค่าพีเอช ช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 8.34 ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม 8.39 ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 8.51 พบว่าค่าพีเอช ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมประมง, 2550) ส่วนค่าบีโอดี ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 9.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 17.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 22.77 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าบีโอดีในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547) ของแข็งแขวนลอย ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 46.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 53.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 71.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าของแข็งแขวนลอยในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แอมโมเนียไนโตรเจน ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 1.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 1.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 1.39 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีปริมาณมลพิษเกินเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่เริ่มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจนถึงการระบายน้ำทิ้ง ไนโตรเจนรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 4.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 5.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 6.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าไนโตรเจนรวมตั้งแต่ก่อนการเลี้ยงจนถึงระบายน้ำทิ้งมีค่าคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ฟอสฟอรัสรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 0.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 0.41 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าฟอสฟอรัสในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงเกณฑ์มาตรฐาน

ซึ่งค่าพีเอช บีโอดี ของแข็งแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม มักเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการเลี้ยงเนื่องจากเกิดการสะสมเศษอาหารที่เหลือภายในบ่อและซากกุ้งที่ตาย

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 1 ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยง

พารามิเตอร์	บ่อที่ 1			ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง*
	ก่อนเลี้ยง	ระหว่างเลี้ยง	ระบายน้ำทิ้ง	
พีเอช	8.34	8.39	8.51	6.5 – 9.0
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9.00 ± 0.71	17.12 ± 0.03	22.77 ± 0.67	ไม่เกิน 20
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	46.50 ± 0.71	53.00 ± 4.24	71.00 ± 1.41	ไม่เกิน 70
แอมโมเนียไนโตรเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.27 ± 0.14	1.30 ± 0.06	1.39 ± 0.02	ไม่เกิน 1.1
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.49 ± 0.17	5.67 ± 0.18	6.81 ± 0.16	ไม่เกิน 40
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.28 ± 0.00	0.31 ± 0.01	0.41 ± 0.03	ไม่เกิน 0.4

*ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 2 ในช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย (ตารางที่ 4.2) โดยมีค่าพีเอช ช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 8.44 ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 8.51 ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 8.54 พบว่าค่าพีเอชทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมประมง, 2550) ส่วนค่าบีโอดี ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 8.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 15.99 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 29.68 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าบีโอดีในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547) ของแข็งแขวนลอย ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 47.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 56.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 75.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าของแข็งแขวนลอยในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แอมโมเนียไนโตรเจน ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 1.17 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 1.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 1.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีปริมาณมลพิษเกินเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่เริ่มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจนถึงการระบายน้ำทิ้ง ไนโตรเจนรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 3.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 5.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 6.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าไนโตรเจนรวมตั้งแต่ก่อนการเลี้ยงจนถึงระบายน้ำทิ้งมีค่าคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ฟอสฟอรัสรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้ง

ขาวแวนนาไม 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าฟอสฟอรัสในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งค่าพีเอช บีโอดี ของแข็งแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม มักเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการเลี้ยงเนื่องจากเกิดการสะสมเศษอาหารที่เหลือภายในบ่อและซากกุ้งที่ตาย

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 2 ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยง

พารามิเตอร์	บ่อที่ 2			ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง*
	ก่อนเลี้ยง	ระหว่างเลี้ยง	ระบายน้ำทิ้ง	
พีเอช	8.44	8.51	8.54	6.5 – 9.0
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.69 ± 0.35	15.99 ± 0.20	29.68 ± 0.62	ไม่เกิน 20
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	47.50 ± 0.71	56.00 ± 2.83	75.00 ± 1.41	ไม่เกิน 70
แอมโมเนียไนโตรเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.17 ± 0.04	1.32 ± 0.04	1.38 ± 0.13	ไม่เกิน 1.1
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.44 ± 0.26	5.49 ± 0.22	6.71 ± 0.20	ไม่เกิน 40
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.21 ± 0.01	0.29 ± 0.02	0.56 ± 0.16	ไม่เกิน 0.4

*ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 3 ในช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย (ตารางที่ 4.3) โดยมีค่าพีเอช ช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 7.73 ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 8.12 ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 8.15 พบว่าค่าพีเอชทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมประมง, 2550) ส่วนค่าบีโอดี ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 18.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 27.27 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าบีโอดีในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547) ของแข็งแขวนลอย ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 48.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 57.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 76.50 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าของแข็งแขวนลอยในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แอมโมเนียไนโตรเจน ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 1.14 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 1.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วง

ระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 1.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีปริมาณมลพิษเกินเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่เริ่มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจนถึงการระบายน้ำทิ้ง ไนโตรเจนรวมก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 3.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 5.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 6.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าไนโตรเจนรวมตั้งแต่ก่อนการเลี้ยงจนถึงระบายน้ำทิ้งมีค่าคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ฟอสฟอรัสรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าค่าฟอสฟอรัสในช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายมีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงเกณฑ์มาตรฐาน ค่าพีเอช บีโอดี ของแข็งแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม มักเพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงการเลี้ยงเนื่องจากเกิดการสะสมเศษอาหารที่เหลือภายในบ่อ และซากกุ้งที่ตาย

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อที่ 3 ทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยง

พารามิเตอร์	บ่อที่ 3			ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง*
	ก่อนเลี้ยง	ระหว่างเลี้ยง	ระบายน้ำทิ้ง	
พีเอช	7.73	8.12	8.15	6.5 – 9.0
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.33 ± 0.52	18.07 ± 0.76	27.27 ± 3.92	ไม่เกิน 20
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	48.50 ± 0.71	57.00 ± 2.83	76.50 ± 2.12	ไม่เกิน 70
แอมโมเนียไนโตรเจน(มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.14 ± 0.13	1.35 ± 0.08	1.43 ± 0.13	ไม่เกิน 1.1
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.79 ± 0.14	5.41 ± 0.48	6.58 ± 0.36	ไม่เกิน 40
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.23 ± 0.08	0.37 ± 0.08	0.53 ± 0.17	ไม่เกิน 0.4

*ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

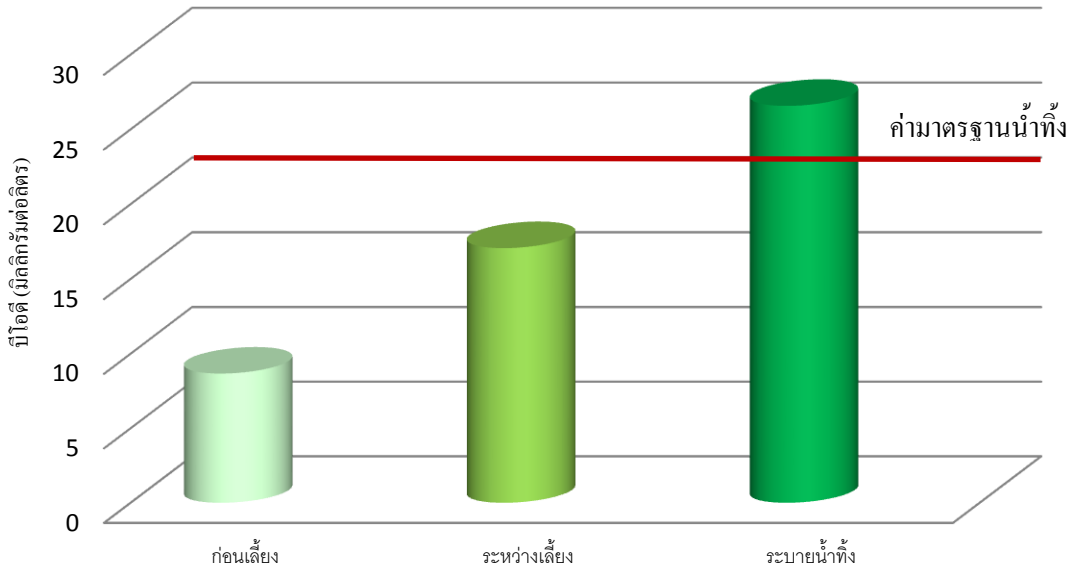
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ของทั้ง 3 บ่อ ในช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย (ตารางที่ 4.4) โดยมีค่าพีเอช ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 7.73 – 8.44 ระหว่างการเลี้ยงอยู่ในช่วง 8.12 – 8.51 ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย อยู่ในช่วง 8.15 - 8.54 พบว่าค่าพีเอชทั้ง 3 ช่วงการเลี้ยงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมประมง, 2550) ส่วนค่าบีโอดี ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 8.33 – 9.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 15.99 – 18.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงขึ้นร้อยละ 49 แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายอยู่ในช่วง 22.77 - 29.27

มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณที่สูงเกินเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547) (รูปที่ 4.2) เนื่องจากมีอาหารส่วนที่เหลือ สิ่งขับถ่าย และซากแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นของแข็งแขวนลอยสะสม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 46.50 – 48.50 มิลลิกรัมต่อลิตร จากค่าสารแขวนลอยในน้ำก่อนการเลี้ยงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 53.00 – 57.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงขึ้นร้อยละ 13.59 ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายอยู่ในช่วง 71.00 - 76.50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณที่เกินเกณฑ์มาตรฐานเนื่องจากอาหารส่วนที่เหลือ และการขับถ่าย สะสมรวมมาตั้งแต่ช่วงเริ่มเลี้ยง (รูปที่ 4.3) แอมโมเนียไนโตรเจน ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 1.14 – 1.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 1.30 – 1.35 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายอยู่ในช่วง 1.38 - 1.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าแอมโมเนียไนโตรเจนมีปริมาณมลพิษเกินเกณฑ์มาตรฐานตั้งแต่เริ่มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจนถึงการระบายน้ำทิ้ง เนื่องจากการจัดการระบบการเลี้ยงในฟาร์มนั้นมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อย การเตรียมบ่อในช่วงก่อนเลี้ยง ทำให้มีการสะสมของสิ่งขับถ่าย อาหารที่เหลือ ซากกุ้งที่ตาย อยู่ภายในบ่อทำให้มีค่าแอมโมเนียไนโตรเจนที่สูง (รูปที่ 4.4) สำหรับค่าไนโตรเจนรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 3.44 – 4.49 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 5.41 – 5.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายอยู่ในช่วง 6.58 - 6.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งค่าไนโตรเจนรวมตั้งแต่ก่อนการเลี้ยงจนถึงระบายน้ำทิ้งมีค่าคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ (รูปที่ 4.5)

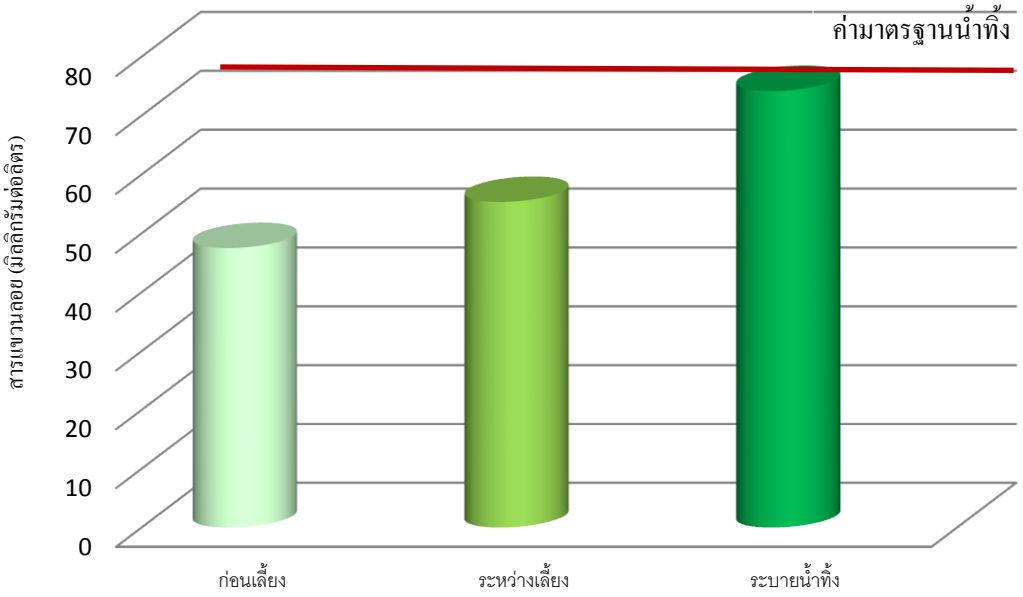
ฟอสฟอรัสรวม ก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 0.21 – 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ในช่วง 0.29 – 0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสูงขึ้นร้อยละ 27 แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่ายอยู่ในช่วง 0.41 - 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณฟอสฟอรัสที่สูงเกณฑ์มาตรฐาน (รูปที่ 4.6) เนื่องจากการใช้ปุ๋ยผสมในน้ำเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพื่อเป็นอาหารของแพลงก์ตอนและเปลี่ยนถ่ายน้ำระหว่างรอบการเลี้ยงน้อยจึงมีการสะสมของฟอสฟอรัสที่เพิ่มขึ้นในรอบการเลี้ยงรอบถัดไปจึงนำไปสู่การเพิ่มการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชชนิดนั้น ๆ ทำให้ค่าพีเอชในบ่อเปลี่ยน และถ้ามีการจัดการไม่ดี แพลงก์ตอนพืชเหล่านั้นมักตายอย่างรวดเร็ว ทำให้ส่งผลกุ้งขาวในขณะเลี้ยง เนื่องจากการขาดออกซิเจนกะทันหัน

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี

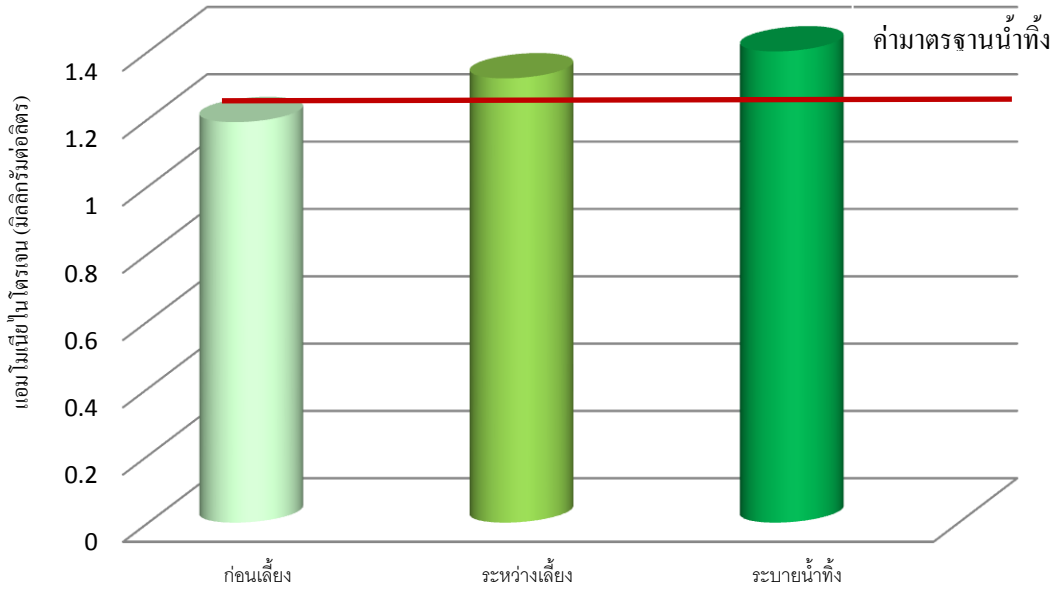
พารามิเตอร์	บ่อที่ 1			บ่อที่ 2			บ่อที่ 3		
	ก่อนเลี้ยง	ระหว่างเลี้ยง	ระบายน้ำทิ้ง	ก่อนเลี้ยง	ระหว่างเลี้ยง	ระบายน้ำทิ้ง	ก่อนเลี้ยง	ระหว่างเลี้ยง	ระบายน้ำทิ้ง
พีเอช	8.34	8.39	8.51	8.44	8.51	8.54	7.73	8.12	8.15
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9.00 ± 0.71	17.12 ± 0.03	22.77 ± 0.67	8.69 ± 0.35	15.99 ± 0.20	29.68 ± 0.62	8.33 ± 0.52	18.07 ± 0.76	27.27 ± 3.92
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	46.50 ± 0.71	53.00 ± 4.24	71.00 ± 1.41	47.50 ± 0.71	56.00 ± 2.83	75.00 ± 1.41	48.50 ± 0.71	57.00 ± 2.83	76.50 ± 2.12
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.27 ± 0.14	1.30 ± 0.06	1.39 ± 0.02	1.17 ± 0.04	1.32 ± 0.04	1.38 ± 0.13	1.14 ± 0.13	1.35 ± 0.08	1.43 ± 0.13
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.49 ± 0.17	5.67 ± 0.18	6.81 ± 0.16	3.44 ± 0.26	5.49 ± 0.22	6.71 ± 0.20	3.79 ± 0.14	5.41 ± 0.48	6.58 ± 0.36
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.28 ± 0.00	0.31 ± 0.01	0.41 ± 0.03	0.21 ± 0.01	0.29 ± 0.02	0.56 ± 0.16	0.23 ± 0.08	0.37 ± 0.08	0.53 ± 0.17



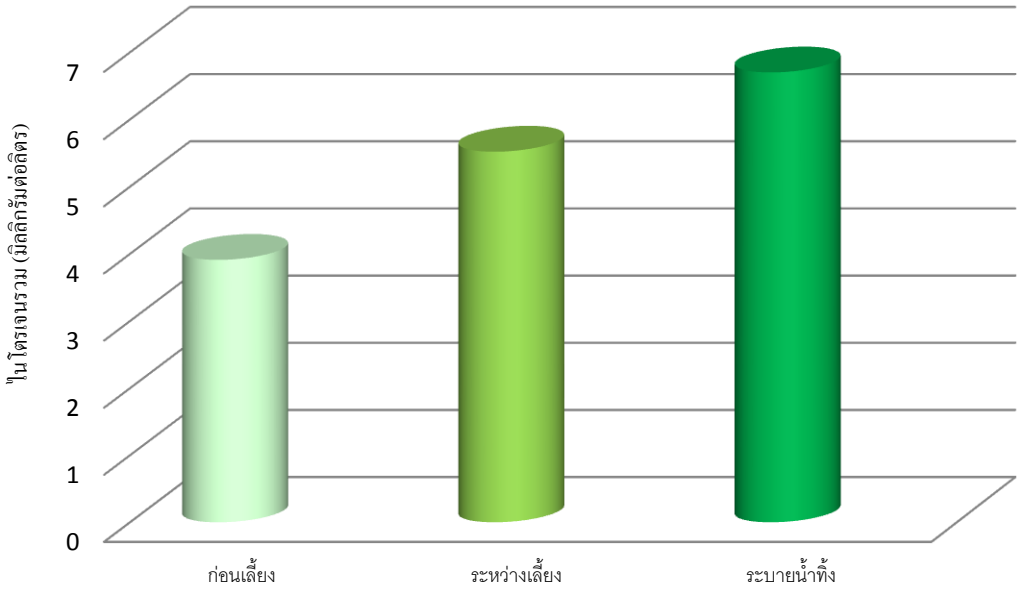
รูปที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยบีโอดี แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ



รูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยสารแขวนลอย แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ

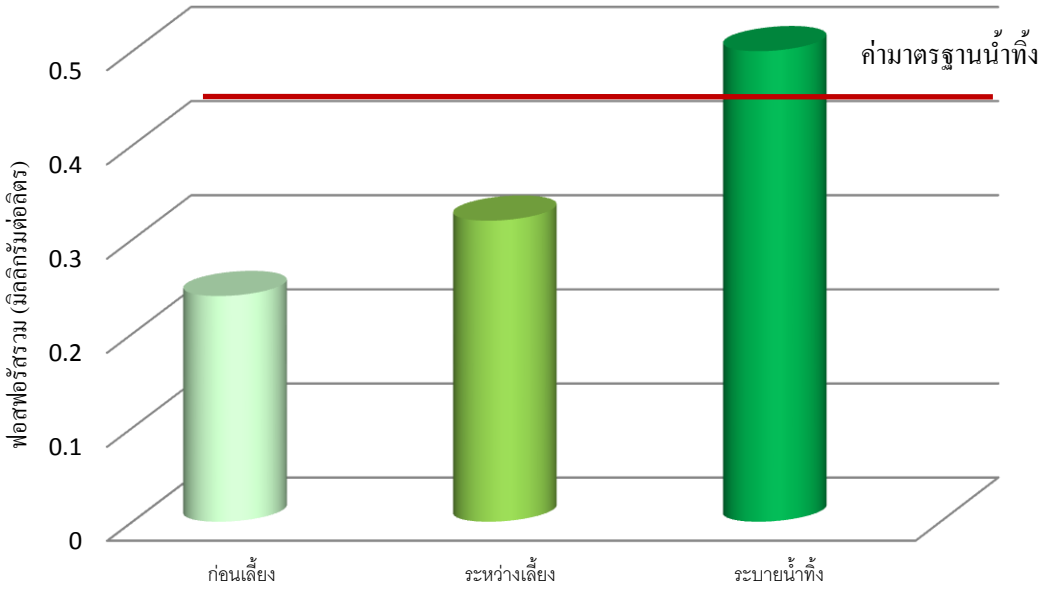


รูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจน แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ



รูปที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนรวม แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ

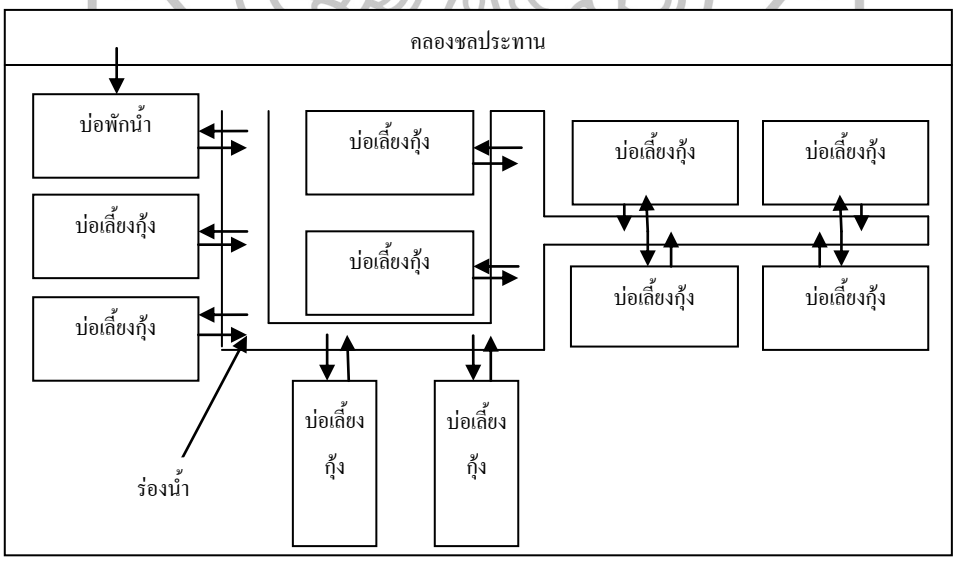
(ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร)



รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสรวม แต่ละช่วงการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ทั้ง 3 บ่อ

4.3 ลักษณะร่องน้ำและการจัดการระบายน้ำทิ้งจากบ่อลงร่องน้ำบำบัด

ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มนั้นมีลักษณะคูน้ำซึ่งเชื่อมต่อกับบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทุกบ่อโดยบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจะมีท่อระบายน้ำเข้าออกกับร่องน้ำทิ้งเพื่อนำน้ำเข้ามาในบ่อและระบายน้ำออกจากบ่อ (รูปที่ 4.7)โดยมีเนื้อที่ประมาณ 4 ไร่ ซึ่งในร่องน้ำทิ้งมีการเลี้ยงปลาตะเพียน ปลานิล และพืชน้ำ อยู่ภายในร่องเพื่อช่วยในการบำบัดน้ำทิ้งตามธรรมชาติ ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากร่องน้ำทิ้ง ในช่วง 5 เดือน (เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน) ดังตารางที่ 4.5 ซึ่งการบำบัดโดยร่องน้ำเมื่อรับน้ำจากบ่อในช่วงระบายน้ำทิ้งจากการเลี้ยงรอบที่ 3 ลงสู่ร่องน้ำแล้วพบว่า มีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 8.43 - 8.86 บีโอดี อยู่ในช่วง 15.22 - 15.78 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.8) โดยประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำประมาณร้อยละ 42 สารแขวนลอย อยู่ในช่วง 49.50 - 67.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.9) โดยประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำประมาณร้อยละ 19 แอมโมเนียไนโตรเจน อยู่ในช่วง 0.82 - 1.08 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.10) โดยประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำประมาณร้อยละ 31 ไนโตรเจนรวม อยู่ในช่วง 4.72 - 5.15 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.11) โดยประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำประมาณร้อยละ 27 ฟอสฟอรัสรวม อยู่ในช่วง 0.31 - 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.12) โดยประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำประมาณร้อยละ 32 โดยคุณภาพน้ำทุกตัวแปรคุณภาพน้ำในทุกตัวอย่างน้ำที่เก็บมาจากที่ร่องน้ำมีค่าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จึงเหมาะสมต่อการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง และสามารถนำน้ำไปหมุนเวียนใช้ใหม่ได้

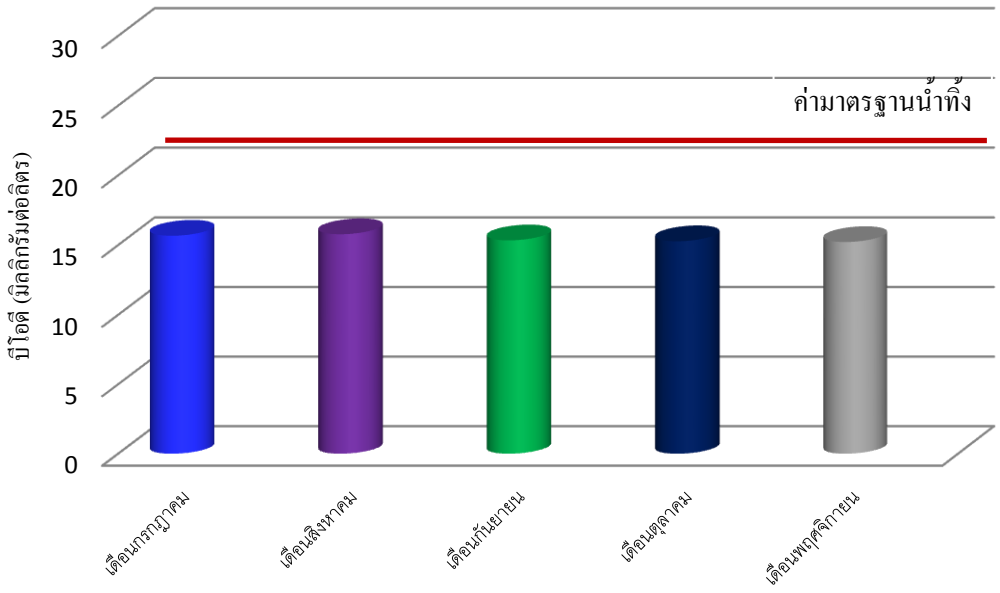


รูปที่ 4.7 แผนผังบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม บ่อพักน้ำ และร่องน้ำทิ้ง ภายในฟาร์ม

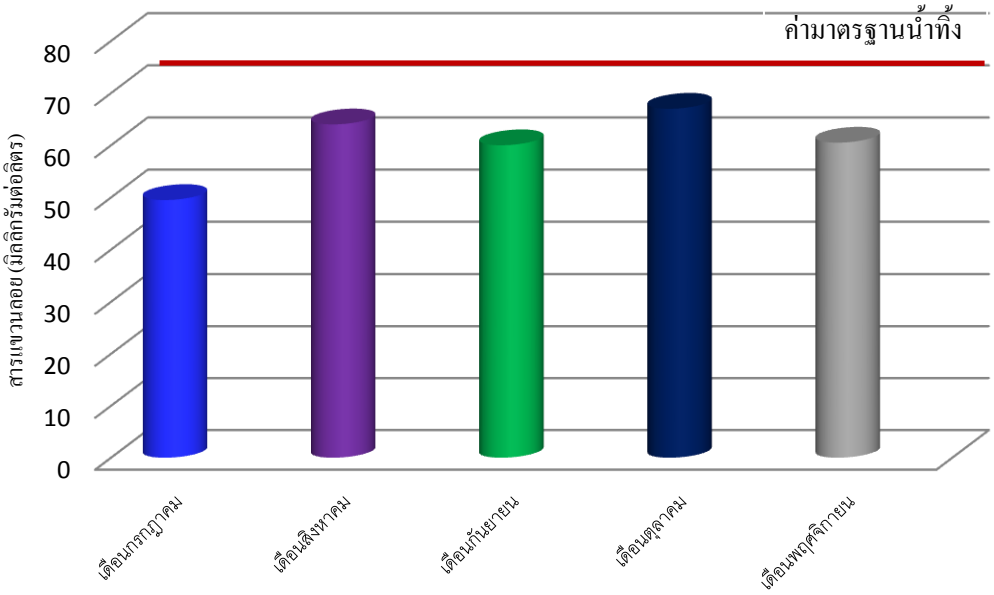
ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำร่องน้ำทิ้ง จากฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในพื้นที่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี (ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2558)

พารามิเตอร์	เดือน กรกฎาคม	เดือน สิงหาคม	เดือน กันยายน	เดือน ตุลาคม	เดือน พฤศจิกายน	ค่ามาตรฐาน น้ำทิ้ง*
พีเอช	8.43	8.86	8.82	8.51	8.60	6.5 – 9.0
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	15.67 ± 0.67	15.78 ± 0.48	15.34 ± 0.51	15.28 ± 0.38	15.22 ± 0.53	ไม่เกิน 20
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	49.50 ± 2.12	64.00 ± 1.41	60.00 ± 1.41	67.00 ± 2.83	60.50 ± 2.12	ไม่เกิน 70
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.82 ± 0.02	0.98 ± 0.04	1.08 ± 0.08	1.02 ± 0.01	0.95 ± 0.04	ไม่เกิน 1.1
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.91 ± 0.19	4.89 ± 0.14	5.15 ± 0.17	4.82 ± 0.24	4.72 ± 0.05	ไม่เกิน 40
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.31 ± 0.01	0.34 ± 0.02	0.38 ± 0.04	0.35 ± 0.06	0.33 ± 0.03	ไม่เกิน 0.4

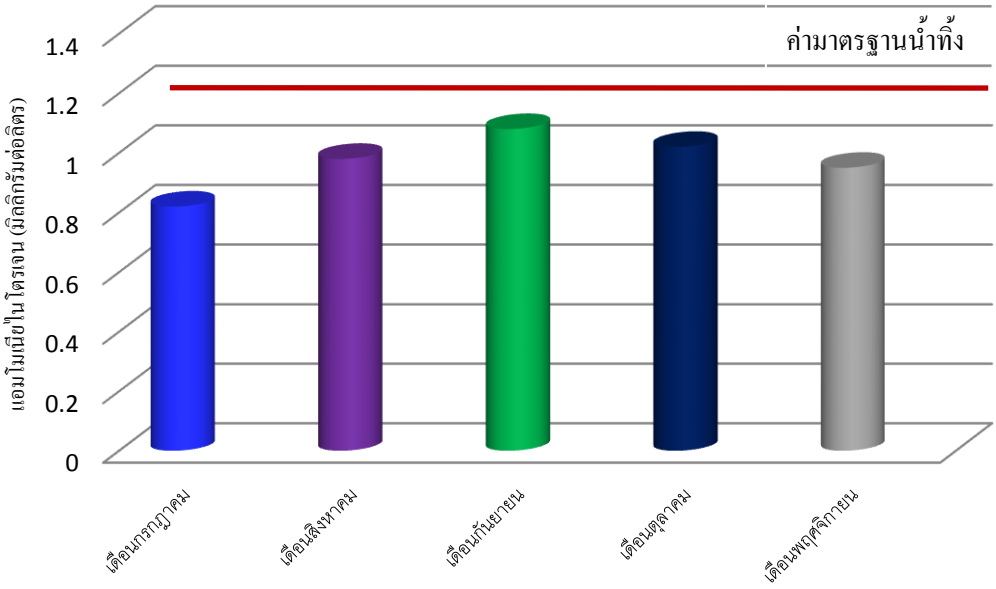
*ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



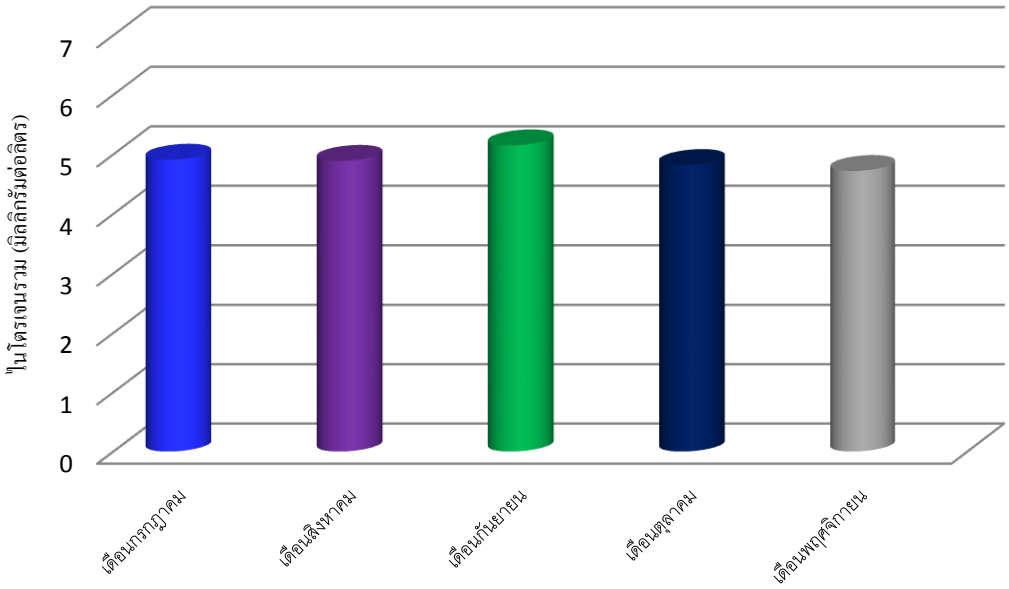
รูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยบีโอดี ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน



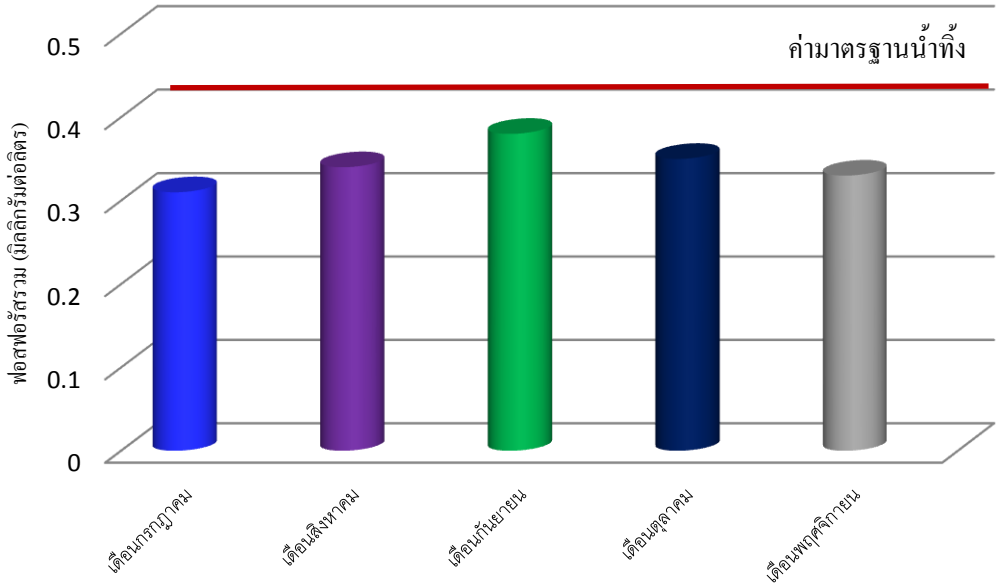
รูปที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยสารแขวนลอย ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน



รูปที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียไนโตรเจน ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน



รูปที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยไนโตรเจนรวม ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน
(ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร)



รูปที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยฟอสฟอรัสรวม ร่องน้ำทิ้งเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน

4.4 อภิปรายผล

การวิเคราะห์ผลของคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 3 บ่อ ตั้งแต่ในช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย พบว่าปริมาณมลพิษมีประมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยมีปริมาณ บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม มีค่าสูงเกินมาตรฐานประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด ส่วนพีเอช และ ไนโตรเจนรวม นั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนดซึ่งสอดคล้องกับ ชลธิชา และคณะ (2552) ที่ศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยใช้สาหร่ายสไปรูไลนา พบว่ามีปริมาณมลพิษเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยมีปริมาณ บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน ไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสรวม ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากรูปแบบการเลี้ยง โดยเป็นซากกุ้งสะสม และมีปริมาณการให้อาหารเหลือภายในบ่อเลี้ยง

การวิเคราะห์ผลของคุณภาพจากร่องน้ำทิ้ง ในช่วง 5 เดือน พบว่ามีคุณภาพน้ำผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เนื่องจากเนื่องจากร่องน้ำทิ้งมีสัตว์น้ำ และพืชน้ำที่ช่วยในการบำบัดน้ำทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Enander and Hasselstrom (1994) ได้ทดลองบ่อบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม โดยใช้ระบบชีวภาพประกอบด้วยหอยสองฝา และสาหร่ายทะเล พบว่าระบบบำบัดแบบชีวภาพสามารถบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถลดค่าไนโตรเจนรวมร้อยละ 30 และฟอสฟอรัสร้อยละ 35 นอกจากนี้ รตีวรรณ (2541) ได้ทำการศึกษาการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งด้วยระบบบำบัดแบบชีวภาพ พบว่าสามารถลดปริมาณบีโอดีได้ร้อยละ 54 แอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 39 และของแข็งแขวนลอยร้อยละ 79

จากผลการศึกษานี้พบว่าร่องน้ำทิ้งสามารถลดปริมาณมลพิษในรูปบีโอดี ร้อยละ 42 สารแขวนลอยได้ร้อยละ 19 แอมโมเนียไนโตรเจนร้อยละ 31 ไนโตรเจนรวมร้อยละ 27 ฟอสฟอรัสรวมร้อยละ 32 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Enander and Hasselstrom (1994) และรตีวรรณ (2541) ยกเว้นสารแขวนลอยที่มีร้อยละการบำบัดที่น้อย เนื่องจาก ปัจจัยหลายปัจจัย ดังนี้ ขนาดของบ่อบำบัดน้ำทิ้ง ปริมาณพืชน้ำที่ใช้ในการบำบัด วิธีการบำบัด ระยะเวลาการบำบัด ทำให้มีประสิทธิภาพในการบำบัดสารแขวนลอยได้น้อย โดยการศึกษางานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการทำสถิติปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมภายในจังหวัด เพื่อหาค่าเฉลี่ยการเกิดมลพิษ และใช้เป็นข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังการเกิดปัญหาสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมโดยรอบพื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม รวมถึงนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับอัตราการให้อาหารต่อปริมาณการเกิดมลพิษอีกด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาวในระบบปิดโดยการตรวจปริมาณมลพิษในรูป พีเอช (pH) บีโอดี (BOD) สารแขวนลอย (SS) แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3) ไนโตรเจนรวม (TKN) และฟอสฟอรัสรวม (TP) ที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและประสิทธิภาพของบ่อบำบัดน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมซึ่งจากการศึกษาคุณภาพน้ำทิ้งและบ่อบำบัดน้ำทิ้งสรุปผลได้ดังนี้

การวิเคราะห์ผลของคุณภาพน้ำจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 3 บ่อ ตั้งแต่ในช่วงก่อนเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม และช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย พบว่าเมื่อถึงช่วงระบายน้ำทิ้งก่อนจับกุ้งเพื่อจำหน่าย มีค่าพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้นโดยมีค่าพีเอชอยู่ในช่วง 8.15 - 8.54 บีโอดีอยู่ในช่วง 22.77 - 29.27 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแขวนลอยอยู่ในช่วง 71.00 - 76.50 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียไนโตรเจนอยู่ในช่วง 1.38 - 1.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจนรวมอยู่ในช่วง 6.58 - 6.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสรวมอยู่ในช่วง 0.41 - 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พีเอชอยู่ในช่วง 6.5 - 9.0 บีโอดีไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร สารแขวนลอยไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียไนโตรเจนไม่เกิน 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนโตรเจนรวมไม่เกิน 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัสรวมไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่ามีปริมาณ บีโอดี สารแขวนลอย แอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัสรวม มีค่าสูงเกินมาตรฐานประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด ส่วนพีเอช และ ไนโตรเจนรวม นั้นมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำหนด อย่างไรก็ตามน้ำทิ้งที่ถูกระบายทั้งในแต่รอบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ควรมีการบำบัดน้ำด้วยวิธีต่าง ๆ ก่อนนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ เช่น การบำบัดน้ำทิ้งโดยวิธีธรรมชาติ การบำบัดน้ำแบบน้ำหมุนเวียน การเติมอากาศ ซึ่งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งที่ศึกษามีการขุดร่องน้ำรอบบ่อเพื่อรองรับน้ำระบายทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งในแต่ละรอบการเลี้ยง โดยคุณภาพน้ำทิ้งที่ออกจากร่องน้ำพบว่า คุณภาพจากร่องน้ำทิ้ง ในช่วง 5 เดือน มีค่าพารามิเตอร์ที่เพิ่มขึ้น และลดลง โดยพีเอชอยู่ในช่วง 8.43 - 8.86 บีโอดีอยู่ในช่วง 15.22 - 15.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการบำบัดลดได้ร้อยละ 42 สารแขวนลอย อยู่ในช่วง 49.50 - 67.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการบำบัดลดได้ร้อยละ 19 แอมโมเนียไนโตรเจน อยู่ในช่วง 0.82 - 1.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการบำบัดลดได้ร้อยละ 31 ไนโตรเจนรวม อยู่ในช่วง 4.72 - 5.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ประสิทธิภาพในการบำบัดลดได้ร้อยละ 27 ฟอสฟอรัสรวม อยู่ในช่วง 0.31 - 0.38

มิลลิกรัมต่อลิตร มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำทิ้งร้อยละ 32 ซึ่งมีคุณภาพน้ำผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานการระบายน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เนื่องจากร่องน้ำทิ้งมีสัตว์น้ำ และพืชน้ำที่ช่วยในการบำบัดน้ำทำให้น้ำมีคุณภาพที่ดีขึ้น จึงจัดว่าคุณภาพน้ำจากร่องน้ำทิ้งมีคุณภาพน้ำที่สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ภายในฟาร์มแห่งนี้ โดยมีปริมาณน้ำทิ้งถูกปล่อยลงร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มประมาณ 460,800 ลูกบาศก์เมตรต่อปี คิดเป็นปริมาณมลพิษในรูปบีโอดีประมาณ 12.24 ตันต่อปี ปริมาณมลพิษในรูปสารแขวนลอยประมาณ 34.18 ตันต่อปี ปริมาณมลพิษในรูปแอมโมเนียไนโตรเจนประมาณ 0.65 ตันต่อปี ปริมาณมลพิษในรูปไนโตรเจนรวมประมาณ 3.09 ตันต่อปี และปริมาณมลพิษในรูปฟอสฟอรัสประมาณ 0.23 ตันต่อปี ที่ระบายทิ้งสู่ร่องน้ำรอบฟาร์มโดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพแหล่งน้ำภายนอกฟาร์ม

รายการอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2551). **สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2551**. กรกช พับลิชชิง, กรุงเทพฯ.

_____. (2555). **แผนปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555-2559**. ส่วนน้ำเสียเกษตรกรรม, กรมควบคุมมลพิษ.

กรมประมง. (2550). **การเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา**. ส่วนเผยแพร่การประมง. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง.

_____. (2551). **สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ. 2549**. **วารสารการประมง**, เอกสารฉบับที่ 8/2551. กลุ่มวิจัยและวิเคราะห์สถิติการประมง. ศูนย์สารสนเทศ. กรมประมง. กรุงเทพฯ.

ก่อเกียรติ กูลแก้ว และกอบศักดิ์ เกตุเหมือน. (2544). **การศึกษาวิธีบำบัดน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาด้วยระบบกรองชีวะ**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 25/2544 สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง.

เกรียงไกร แก้วสุรลิขิต. (2537). "การใช้สาหร่าย Gracilaria fisheri (Xia&Abbott) Abbott, Zhang & Xia ช่วยลดปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม **เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง** ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 121 ตอนที่ 49ง ลงวันที่ 1 พฤษภาคม 2547

คณิต ไชยาคำ และพุทธ ส่องแสงจินดา. (2535). **คุณสมบัติและปริมาณน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5/2535. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 26 หน้า.

จุฑารัตน์ หนูสุข. (2546). "การใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินเพื่อการบำบัดขั้นที่สาม สำหรับน้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม." วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ฉัตรชัย ยาทะเล, วิไล รอดกลิ่น และศศิวรรณ เกตบท. (2554). "ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากชุมชนแบบระบบบึงประดิษฐ์ด้วยพุทธรักษา และตาลปัตรฤาษี กรณีศึกษา: ชุมชนแม่หรั่งงอกงาม อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี." ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ชลธิชา สืบวัฒนพงษกุล, ธวัชชัย ศุภดิษฐ์, วิสาขา ภู่จินดา และภัคพงศ์ ปวงสุข. (2552). การศึกษาความเป็นไปได้ในการบำบัดคุณภาพน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยใช้สาหร่ายสไปรูไลนา. **วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม** ปีที่ 5, เล่มที่ 1. สถาบันบัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์. หน้า 1 – 11.

ดุสิต ตันวิไลย และสิริ ทุกข์วินาศ. (2534). **การศึกษาแนวทางการบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาด้วยการเลี้ยงอาร์ทีเมีย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2534. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา, กรมประมง. 24 หน้า.

ดุสิต ตันวิไลย, พุทธ ส่องแสงจินดา และคณิต ไชยคำ. (2536). **ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ปลดปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2536. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 16 หน้า.

ดุสิต เอื้ออำนวย. (2548). “การศึกษาระบบบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในระดับห้องปฏิบัติการ.” วิทยานิพนธ์บัณฑิตวิทยาลัย. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิคม ละอองศิริวงศ์, ยงยุทธ ปรีดาสัมพะบุตร และทองเพชร สันบูกา. (2540). **การสำรวจคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวบ้านดอน คลองท่าทอง และคลองราม จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. กรุงเทพฯ.

ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. (2545). ศาสตร์ของกุ้งขาวลิโทเพียสแวนนาไม. **วารสารสัตว์น้ำ** ฉบับที่ 158 หน้า 87-90.

_____. (2545). ศาสตร์ของกุ้งขาวลิโทเพียสแวนนาไม. **วารสารสัตว์น้ำ** ฉบับที่ 159 หน้า 113-116.

พรเทพ เนียมพิทักษ์. (2547). “การบำบัดน้ำทิ้งและตกตะกอนเลนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระดับห้องปฏิบัติการ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ). ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรศักดิ์ สมรไกรสรกิจ. (2554). **คู่มือการควบคุมถังตกตะกอน**. ส่วนควบคุมการผลิตน้ำ 4 กองผลิตและจ่ายน้ำฝ่ายโรงงานผลิตน้ำสามเสน, การประปานครหลวง. กรุงเทพฯ.

พิรัฐพล ตนานนท์. (2544). “การบำบัดน้ำเสียจากโรงกลั่นน้ำมันโดยใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินในแนวนอน.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เพ็ญชุดา ปัญญาวานิชกุล. (2546). “การบำบัดน้ำเสียโดยใช้ต้นเตย ตาลปัตรฤาษี และแว่นแก้วในระบบบึงประดิษฐ์.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ผกาวดี นารอง. (2543). **การบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยธรรมชาติ**. ในเอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีชีวภาพสิ่งแวดล้อม ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า, 1-27. (ม.ป.ท.)

ยงยุทธ ปรีดาสัมพะบุตร และคณิต ไชยาคำ. (2537). **การสำรวจเพื่อการขยายพื้นที่ทำฟาร์มทะเลในอ่าวปัตตานี**. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. กรุงเทพฯ 25 แผ่น.

ยนต์ มุสิก, สิริ ทุกข์วินาศ, พุทธ ส่องแสงจินดา และสุริยัน ธัญกิจจานุกิจ. (2545). **การบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งโดยวิธีตกตะกอนและเติมอากาศ**. วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 13, ฉบับที่ 151 มี.ค. หน้า 43-46.

ยุวรัตน์ ปรมีศนาภรณ์. (2553). **การศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายชนิดของโปรโตซัวในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดนนทบุรี**. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. วารสาร มสด. ปีที่3 ฉบับที่1 มกราคม-ธันวาคม 2553 พิมพ์ บริษัท ศรีเมืองการพิมพ์ จำกัด. กรุงเทพฯ. หน้า 21-33.

รตีวรรณ อ่อนรัศมี และคณะ. (2541). “การบำบัดน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งด้วยระบบบำบัดแบบชีวภาพ.” คณะสาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา.

ลักษมณ ทองอินทร์. (2554). **ประสิทธิภาพของพืชธูปฤาษีและกกกลม**, ม.ป.ท.

วรากร เกิดทรัพย์. (2543). “การใช้บึงประดิษฐ์แบบน้ำไหลใต้ผิวดินเพื่อการบำบัดขั้นที่สามสำหรับน้ำชะมูลฝอย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). **ค่ากำหนดการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย.** พิมพ์ครั้งที่1 เรือนแก้วการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2555). **คู่มือวิชาการ เรื่อง แนวทางการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประเภทการเลี้ยงสัตว์น้ำ.** กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรกฎาคม 2555 พิมพ์ที่สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

สุจยา ยอดเพชร และเดชา นาวานุเคราะห์. (2543). **การศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำยม**. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

สุชาดา ศรีเพ็ญ. (2530). “พรรณไม้น้ำ.” ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุชาดา สังวรวงษ์พนา. (2543). “ประสิทธิภาพของบึงประดิษฐ์ในการลด COD, PO_4^{3-}-P, SS และ TDS.” ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2543.

สุวิมล ทองพลี. (2554). “การวิเคราะห์เปรียบเทียบต้นทุนและผลตอบแทนของการลงทุนเลี้ยงกุ้งขาวระหว่างวิธีการเลี้ยงแบบเดี่ยวกับวิธีการเลี้ยงแบบผสมผสาน.” ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี.

อนันต์ ตันสะพานิช. (2536). **แนวทางปฏิบัติการเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิดและระบบหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่**. กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, เพชรบุรี.

อนันต์ ตันสุตะพานิช. (2542). **แนวทางฟื้นฟูการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (การเลี้ยงกุ้งระบบรีไซเคิลในมิติประหยัดลดมลพิษและใช้ทรัพยากรยั่งยืน).** ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดฉะเชิงเทรา, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 43 หน้า.

อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ และเผชิญโชค จินตเศรณี. (2555). “คุณภาพน้ำทะเลบริเวณปากน้ำบางปะกง พ.ศ. 2545.” ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 21th edithion, Washington D.C.: American Public Health Association.

Boyd, C.E. (1990). **Water Quality in Pond for Aquaculture**. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University.

Boyd, C.E. and D. Gautier. (2000). **Effluent composition and water quality standards implementing GAA’s Responsible Aquaculture Program**. The Advocate pp. 61- 66.

Brock, J.A. and Main, K. (1994). **A Guide to the Common Problems and Disease of Cultureed *Penaeus Vannamei***. Honolulu: Makapuu. 234-236.

Ellner, S., Neori, A., Krom, D., Kuenhi, T., Easterling, R. (1996). **Simulation model of recirculating mariculture with seaweedbiofilter development and experiment tests of model**. *Aquaculture*, 143, 167-184.

Enander, M. and M. Hasselstrom. (1994). **An Experimental Water Water Treatment System for a shrimp Farm**. Infofish Internaltional, 4:56-61.

Krom, M.D., Elluer, S., Jven, R., Neori, A. (1995). **Nitrogen and Phoshorus cycling and Transformation in a prototytype "non-polluting" integrated mariculture system**, Eilat, Isael. *Marine Ecology Progress Series*, 188, 25-36.

Metcalf & Eddy lnc. (1991). **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse.** 3rd Edition Mcgraw Hill, New York.

Musig, Y., W. Ruttanagosrigit, S. Sumpawapool and C.E. Boyd. (1995). **Effuents from Intensive Culture Ponds of Tiger Prawn (*Penaeus monodon* Fabricius)**. Kasetsart University Fisheries Bulletin No. 21: 17-27.

Muthuwani, U, and Lin C.K. (1996). **Water quality and nutrient budget in intensive shrimp culture ponds**. Book of abstracts, The 1996 annual meeting of the World Aquaculture Society. January 29-February 2, Bangkok Thailand. p. 270.

Neori, A., Krom, M.D., Ellner, S. (1996). **Seaweed biofilter as regulators of water quality in integrated fish-seaweed culture units**. *Aquacture*, 141, 183-199.

Teichert – Coddington, D.R., Rouse, D.B., Potts, A. and Boyd, C.E. (1995). **Treatment of harvest discharge from intensive shrimp ponds by setting**. Aquaculture Engineering, 19:147- 161.

Tookwinas, S. and P. Neumhom. (1995). **Experiment on coagulation of Intensive Marine Shrimp Farm Effluent**. P. Wuthisiu and N.Otawa, editors. International Seminer on Marine Fisheries Environment, March 1995, Rayong, Thailand, The Cosmic Pub., Com. Ltd., Bangkok Thailand. pages 19-24.

Skjolstrup, J., P.H. ielsen, J.O. Frier and E. Mclean. (1998). **Performance Characteristics of fluidized bed biofilters in a novel laboratory-scale recirculation system for rainbow trout: nitrification rates**, oxygen consumption and sludge collection. Aquac. Eng. 18:265.

Sphigel, M.A., Neori, D.M. Popper and H. Gordin. (1993). **A proposed model for "environmentally clean"land-based culture of fish**, bivalves and seaweeds. Aquaculture. 117: 115-128.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ตารางที่ ก.1 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 (ก่อนเลี้ยง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.34	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	46.00	47.00	46.50	0.71
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.11	3.91	4.01	0.14
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.46	0.50	0.48	0.03
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.01 + 0.48 = 4.49			0.17
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.37	1.17	1.27	0.14
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.28	0.28	0.28	0.00
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	9.50	10.50	9.00	0.71

ตารางที่ ก.2 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 (ระหว่างการเลี้ยง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.39	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	56.00	50.00	53.00	4.24
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.15	4.95	5.05	0.14
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.59	0.65	0.62	0.04
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.05 + 0.62 = 5.67			0.18
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.26	1.34	1.30	0.06
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.30	0.32	0.31	0.01
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	17.10	17.14	17.12	0.03

ตารางที่ ก.3 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 (ระบายน้ำทิ้ง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.51	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	72.00	70.00	71.00	1.41
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.21	6.02	6.11	0.13
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.72	0.68	0.70	0.03
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.11 + 0.70 = 6.81			0.16
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.38	1.41	1.39	0.02
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.39	0.43	0.41	0.03
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	22.30	23.25	22.77	0.67

ตารางที่ ก.4 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 (ก่อนเลี้ยง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.44	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	48.00	47.00	47.50	0.71
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.21	2.91	3.06	0.21
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.34	0.41	0.38	0.05
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.06 + 0.38 = 3.44			0.26
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.14	1.19	1.17	0.04
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.20	0.22	0.21	0.01
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.44	8.93	8.69	0.35

ตารางที่ ก.5 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 (ระหว่างการเลี้ยง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.51	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	54.00	58.00	56.00	2.83
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.86	5.12	4.99	0.18
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.53	0.48	0.50	0.04
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.99 + 0.50 = 5.49			0.22
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.29	1.35	1.32	0.04
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.31	0.28	0.29	0.02
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	15.85	16.13	15.99	0.20

ตารางที่ ก.6 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 (ระบายน้ำทิ้ง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.54	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	74.00	76.00	75.00	1.41
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.97	6.21	6.09	0.17
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.64	0.60	0.62	0.03
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	6.09 + 0.62 = 6.71			0.20
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.48	1.29	1.38	0.13
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.45	0.68	0.56	0.16
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	30.12	29.25	29.68	0.62

ตารางที่ ก.7 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 3 (ก่อนเลี้ยง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	7.73	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	49.00	48.00	48.50	0.71
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.38	3.56	3.47	0.13
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.32	0.31	0.32	0.01
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	3.47 + 0.32 = 3.79			0.14
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.10	1.28	1.14	0.13
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.29	0.17	0.23	0.08
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.70	7.96	8.33	0.52

ตารางที่ ก.8 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 3 (ระหว่างการเลี้ยง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.12	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	55.00	59.00	57.00	2.83
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.98	4.57	4.77	0.29
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.78	0.51	0.64	0.19
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.77 + 0.64 = 5.41			0.48
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.29	1.41	1.35	0.08
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.43	0.32	0.37	0.08
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	17.54	18.61	18.07	0.76

ตารางที่ ก.9 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 3 (ระบายน้ำทิ้ง)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.15	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	78.00	75.00	76.50	2.12
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.72	6.04	5.88	0.23
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.61	0.79	0.70	0.13
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	5.88 + 0.70 = 6.58			0.36
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.52	1.34	1.43	0.13
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.41	0.65	0.53	0.17
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	24.50	30.05	27.27	3.92

ตารางที่ ก.10 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.43	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	48.00	51.00	49.50	2.12
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.29	4.54	4.42	0.18
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.50	0.49	0.49	0.01
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.42 + 0.49 = 4.91			0.19
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.31	1.28	1.30	0.02
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.30	0.32	0.31	0.01
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	15.20	16.15	15.67	0.67

ตารางที่ ก.11 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 2 เดือนสิงหาคม)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.86	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	63.00	65.00	64.00	1.41
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.45	4.30	4.37	0.11
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.51	0.55	0.52	0.03
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.37 + 0.52 = 4.89			0.14
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.41	1.35	1.38	0.04
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.33	0.36	0.34	0.02
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	16.12	15.44	15.78	0.48

ตารางที่ ก.12 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 3 เดือนกันยายน)

พารามิเตอร์	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
พีเอช	-	-	8.82	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	61.00	59.00	60.00	1.41
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.50	4.66	4.58	0.11
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.62	0.53	0.57	0.06
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.58 + 0.57 = 5.15			0.17
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.44	1.56	1.50	0.08
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.36	0.41	0.38	0.04
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	14.98	15.70	15.34	0.51

ตารางที่ ก.13 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 4 เดือนตุลาคม)

พารามิเตอร์	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ค่าเฉลี่ย**	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
พีเอช	-	-	8.51	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	65.00	69.00	67.00	2.83
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.14	4.39	4.26	0.18
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.61	0.52	0.56	0.06
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.26 + 0.59 = 4.82			0.24
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.42	1.44	1.43	0.01
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.31	0.39	0.35	0.06
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	15.55	15.01	15.28	0.38

ตารางที่ ก.14 ร่องน้ำทิ้งภายในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ครั้งที่ 5 เดือนพฤศจิกายน)

พารามิเตอร์	**ครั้งที่ 1**	**ครั้งที่ 2**	**ค่าเฉลี่ย**	**ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน**
พีเอช	-	-	8.60	-
สารแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	59.00	62.00	60.50	2.12
ทีเคเอ็น (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.43	4.41	4.32	0.01
ไนไตรท์ + ไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.39	0.45	0.42	0.04
ไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.32 + 0.42 = 4.72			0.05
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	1.29	1.35	1.32	0.04
ฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.35	0.31	0.33	0.03
บีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)	14.85	15.60	15.22	0.53

ภาคผนวก ข
การคำนวณ

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.)

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คือ ค่ารากที่สองของผลรวมของความแตกต่างระหว่างข้อมูลดิบกับค่าเฉลี่ยยกกำลังสอง (sum of squares ของผลต่าง) หารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด สัญลักษณ์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x - \bar{x})^2}{N-1}}$$

σ คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
x คือ ข้อมูลแต่ละจำนวน
$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลชุดนั้น
N คือ จำนวนข้อมูลจากประชากรทั้งหมด

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายกรกวี ศรีอินทร์
ที่อยู่	190 หมู่ 2 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
โทรศัพท์	063 – 2194789
Email	tom3173@hotmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาประมง คณะวิทยาเขตหนองคาย มหาวิทยาลัยขอนแก่น
พ.ศ. 2555	ศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2555 – ปัจจุบัน	นักวิชาการประมง สำนักงานประมงจังหวัดกาญจนบุรี

มหาวิทยาลัยศิลปากร