

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพน้ำที่เหมาะสม ตลอดระยะการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
(*Litopenaeus Vammamei*) แบบพัฒนาในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอททิลีน
(Polyethylene,PE) ในฤดูกาลที่ต่างกัน

STUDY WATER QUALTY THAT IS PPROPRIATE THROUGH
FEEDING SHRIMP WHITE DISTANCE (*LITOPENAEUS VANNAMEI*)
CULTURE IN POLYETHYLENE (PE) POND INVARIED SEASON

โดย

นายสมพร ยีสมัน

รหัส 5007201030

สาขาวิชาการประมง

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพน้ำที่เหมาะสม ตลอดระยะการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
(*Litopenaeus Vammamei*) แบบพัฒนาในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอททีลีน
(Polyethylene,PE) ในฤดูกาลที่ต่างกัน

STUDY WATER QUALTY THAT IS PPROPRIATE THROUGH
FEEDING SHRIMP WHITE DISTANCE (*LITOPENAEUS VANNAMEI*)
CULTURE IN POLYETHYLENE (PE) POND INVARIED SEASON

โดย

นายสมพร ยีสมัน

รหัส 500721030

สาขาวิชาการประมง

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ - ชุมพร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ปีการศึกษา 2552

การศึกษาคุณภาพน้ำที่เหมาะสม ตลอดระยะการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
(*Litopenaeus Vammamei*) แบบพัฒนาในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอททิลีน
(Polyethylene,PE) ในฤดูกาลที่ต่างกัน

STUDY WATER QUALTY THAT IS PPROPRIATE THROUGH
FEEDING SHRIMP WHITE DISTANCE (*LITOPENAEUS VANNAMED*)
CULTURE IN POLYETHYLENE (PE) POND INVARIED SEASON



ได้พิจารณาเห็นชอบโดย
.....
(อาจารย์วิษชุดา เอื้ออารี)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ชื่อเรื่อง : การศึกษาคุณภาพน้ำที่เหมาะสม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
(*Litopenaeus Vammamei*) แบบพัฒนาในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอททิลีน
(Polyethylene,PE) ในฤดูกาลที่ต่างกัน
STUDY WATER QUALTY THAT IS PPROPRIATE THROUGH
FEEDING SHRIMP WHITE DISTANCE (*LITOPENAEUS VANNAMEI*)
CULTURE IN POLYETHYLENE (PE) POND INVARIED SEASON

ชื่อผู้เขียน : นายสมพร ยีสมัน
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการประมง (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์วิชชุดา เอื้ออารี

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamai*) ระหว่างฤดูฝนกับฤดูร้อน ในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอททิลีนโดยมีคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวปรากฏดังนี้

จากทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่ฤดูฝน และฤดูร้อน อุณหภูมิ มีค่าเท่ากับ (เช้า) 25.10 ± 0.426 และ 28.51 ± 1.495 องศาเซลเซียส (บ่าย) 28.52 ± 0.426 และ 30.18 ± 0.122 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ (เช้า) 6.07 ± 0.900 และ 4.29 ± 0.050 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงบ่าย 7.60 ± 0.762 และ 7.01 ± 0.484 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีค่าสูงสุดที่ (บ่าย) 9.92 ± 0.180 และ 9.37 ± 0.085 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำสุดที่ (เช้า) 4.08 ± 0.067 และ 2.30 ± 0.111 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ (เช้า) 7.45 ± 0.147 และ 7.33 ± 0.050 (บ่าย) 7.84 ± 0.156 และ 7.74 ± 0.057 ตามลำดับ ความเค็มของน้ำ มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.23 ± 0.029 และ 29.12 ± 0.374 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ความเป็นด่างมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 99.72 ± 3.899 และ 135.77 ± 1.304 มิลลิกรัมต่อกรัม ของ CaCO_3 ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนในน้ำมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 ± 0.056 และ 1.95 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : ขาไก่ต่าง, ระบบไฮโดรโพนิคส์, ปุ๋ยเคมีชนิดเกล็ด, ปุ๋ยไฮโดรโพนิคส์

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ อาจารย์วิฑูดา เอื้ออารี อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ และอาจารย์ อภิญา ปาน โสคติ ที่ให้คำปรึกษาทางในเรื่องการจำแนกชนิด วิธีการนับปริมาณ แพลงก์ตอนพืช และให้คำปรึกษาทางด้านวิชาการตลอดระยะเวลาที่ทำปัญหาพิเศษ และตรวจสอบแก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิฑูดา เอื้ออารี และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง อ่าวไทยตอนกลางซึ่งได้ช่วยเหลือในเรื่องการเก็บข้อมูลภาคสนาม การจำแนกแยกชนิด และขอขอบคุณทุกๆ คนในครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจให้ตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือในด้านการตรวจสอบความถูกต้องของขั้นตอนการเขียนรายงานด้วยดีตลอดมา

สมพร ยีสมัน
กันยายน 2552



สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ค
บทที่ 1 บทนำ	
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	2
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	24
วิธีการดำเนินวิจัย	25
เวลาและสถานที่ทำการศึกษาวิจัย	26
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการศึกษา	27
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
สรุปผลการทดลอง	38
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก (ก) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล	42
ภาคผนวก (ข) ประวัติผู้วิจัย	83

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1	อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน 27
2	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน 30
3	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน 32
4	ความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน 34
5	ความเป็นต่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน 35
6	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน 37
7	สรุปคุณภาพน้ำเฉลี่ยในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ฤดูกาลที่ต่างกัน 39
ตารางผนวก	
1	คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม) 42
2	คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม) 49
3	Independent Samples T Test อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า 56
4	Independent Samples T Test อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย 59
5	Independent Samples T Test ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า 62
6	Independent Samples T Test ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย 65
7	Independent Samples T Test ความเป็นกรด-ด่างในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า 68
8	Independent Samples T Test ความเป็นกรด-ด่างในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย 71
9	Independent Samples T Test ความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม 74
10	Independent Samples T Test ความเป็นต่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมใน 75
11	Independent Samples T Test ปริมาณ ไนโตรเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า 79

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 บ่อเลี้ยงกุ้งปูพลาสติก PE	6
2 ภาพบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททิลีน PE	9
3 เปรียบเทียบสีน้ำในบ่อดิน (ซ้าย) และสีน้ำของบ่อโพลีเอททิลีน PE (ขวา)	10
4 กุ้งขาวที่ต้มสุก (ซ้าย) บ่อดิน และบ่อ PE	11
5 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวที่ปูด้วย PE ในประเทศเปรู	12
6 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวที่ปูด้วย PE ในประเทศเอกวาดอร์	12
7 การปล่อยลูกกุ้งขาวแบบปล่อยตรง	14
8 ลอยถูงบรรจุลูกกุ้งในบ่อปรับอุณหภูมิ	14
9 การปล่อยลูกกุ้งขาวลงในคอก	14
10 กุ้งขาวตามขอบบ่อเนื่องจากอาหารไม่เพียงพอ	16
11 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวที่มีเครื่องให้อากาศเพียงพอ	17

บทที่ 1

บทนำ

การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในประเทศไทยหลังจากที่กรมประมงอนุญาตให้นำเข้าพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อ เข้ามาทดลองเพาะเลี้ยงในปี พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่การเลี้ยงกุ้งกุลาดำกำลังประสบปัญหากุ้งมีการเจริญเติบโตช้ามากจนถึงขั้นขาดทุนเกษตรกรจำนวนหนึ่งจึงได้เปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและประสบความสำเร็จ จึงทำให้การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้รับความนิยมมากขึ้นตามลำดับ จะเห็นได้จากผลผลิตจากการเลี้ยงกุ้งขาวในปี พ.ศ. 2547 ประมาณ 250,000 เมตริกตัน ในขณะที่มีผลผลิตจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำประมาณ 100,000 เมตริกตัน (ชะลอ และพรเลิศ, 2547) ในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่หันมาเลี้ยงกุ้งขาวมากขึ้น ซึ่งทำให้ผลผลิตกุ้งขาวในอนาคตเพิ่มจำนวนมากขึ้นด้วย ในการเลี้ยงกุ้งขาวจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัย รวมถึงการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี คุณภาพน้ำก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต ความต้านทานโรค และผลผลิต ในการดูแลคุณภาพน้ำสำหรับฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมถือว่าเป็นเรื่องสำคัญ หากผิดพลาดเรื่องการดูแลคุณภาพน้ำก็จะส่งผลกระทบต่อ การเลี้ยงได้ เช่น ในพื้นที่ภาคกลางที่เลี้ยงกุ้งด้วยน้ำความเค็มต่ำระหว่าง 2-5 ppt ตั้งแต่ปลายเดือนพฤศจิกายน จนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์อุณหภูมิของน้ำจะต่ำกว่าระดับการเจริญเติบโตตามปกติ ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งขาวผ่านช่วงเวลาดังกล่าว การเจริญเติบโตช้ากว่าการเลี้ยงระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมมาก ถ้าต้องการเลี้ยงให้ได้กุ้งขนาดใหญ่ในเวลาดังกล่าวคงเป็นไปได้ยาก แม้ว่า จะได้ลูกกุ้งที่ปลอดเชื้อ และมีการจัดการอย่างดีแล้วก็ตาม ดังนั้นการเลี้ยงกุ้งขาวในเวลาที่เหมาะสมคือระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม เพราะเป็นช่วงเวลาที่อากาศไม่ร้อนมาก มีฝนตกสม่ำเสมอทำให้อุณหภูมิของน้ำไม่สูงมาก ส่วนตั้งแต่ปลายเดือนมีนาคม-เมษายน อุณหภูมิของน้ำในตอนกลางวันจะสูงมากถึง 34 องศาเซลเซียส กุ้งขาวจะไม่กินอาหารทำให้เจริญเติบโตช้า และโดยทั่วไปบ่อเลี้ยงกุ้งในพื้นที่ภาคกลาง น้ำจะตื้นเกินไปคือมีความลึกประมาณ 1.0-1.20 เมตรเท่านั้น ไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาว บ่อน้ำที่ตื้นในช่วงอากาศร้อนอุณหภูมิของน้ำจะสูงมากในตอนกลางวันกุ้งจะเครียดจัดและไม่กินอาหาร

ดังนั้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคุณภาพน้ำในช่วงฤดูที่ต่างกันว่าเป็นอย่างไร จึงได้มีการศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำระหว่างฤดูหนาวกับฤดูร้อนว่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์ม CP มีความแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร เพื่อเป็นประโยชน์และแนวทางในการวางแผนการเลี้ยงกุ้งขาวของเกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ระหว่างฤดูฝนกับฤดูร้อน



บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

กุ้งขาวลิโทพีเนียส แวนนาไม หรือที่เรียกกันว่า "กุ้งขาว หรือกุ้ง แวนนาไม" นั้นค้นพบโดย Boone ในปี ค.ศ. 1931 มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Litopenaeus Vammamei* (Boone, 1931) ส่วนชื่อทาง F.A.O. รับรองเป็นภาษาอังกฤษ White leg shrimp ชื่อภาษาฝรั่งเศส Crevette pattes blanches ชื่อภาษาสเปน Camaron patiblanca ส่วนชื่อสามัญ และชื่อทางการค้ามีเรียกกันหลายชื่อตามแหล่งที่พบ หรือ ตามลักษณะเด่นทางกายภาพที่ปรากฏให้เห็น เป็นภาษาต่าง ๆ ได้แก่ ชื่อภาษาอเมริกา West coast white shrimp หรือ White leg shrimp ชื่อภาษาเม็กซิกัน Camaron blanco ชื่อภาษาโคลัมเบีย Camaron caf หรือ Camaron blanco ชื่อภาษาเปรู Camaron blanco หรือ Langostino

อนุกรมวิธานของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus Vammamei*)

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Subclass Malacostraca

Superorder Eucarid Ecarida

Order Decapoda

Suborder Natantia

Section Penacidea

Family Penaeidae

Genus Penaeus *Litopenaeus*

Species *Vannamei*

ลักษณะเฉพาะของกุ้งขาวลิโทพีเนียส แวนนาไม

กุ้งขาว ลิโทพีเนียส แวนนาไม มี 8 ปล้องตัว ลำตัวสีขาว ออกใหญ่ การเคลื่อนไหวเร็ว ส่วนหัวมี 1 ปล้อง มีกรืออยู่ในระดับยาวประมาณ 0.8 เท่าของความยาวเปลือก หัวสั้นกริสสูง ปลายกริแคบ ส่วนของกริ มีลักษณะเป็นสามเหลี่ยมมีสีแดง อดมน้ำตาล กริด้านบนมี 8 ฟัน กริด้านล่างมี 2 ฟัน ร่องบนกริมองเห็นได้ชัด เปลือกหัวสีขาวอมชมพูถึงแดง ขาดินมีสีขาวเป็นลักษณะที่ขาวายน้ำ 5 คู่ มีสีขาวข้างในทีหลายมีสีแดง ส่วนหางมี 1 ปล้อง ปลายหางมีสีแดงเข้ม แพนหางมี 4 ใบ และ 1 กริหาง ขนาดตัวโตที่สมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งสายพันธุ์นี้จะมีขนาดเล็กกว่ากุ้งกุลาดำ โดยความยาวจากกริหัว

ถึงปลายกรีดหาง 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว) ความยาวจากโคนหัวถึงปลายกรีดหัว 65 มิลลิเมตร ความยาวจากโคนหัวถึงปลายกรีดหาง 165 มิลลิเมตร เส้นรอบวงหัว 94 มิลลิเมตร เส้นรอบวงตัว 98 มิลลิเมตร แขนหางยาว 35 มิลลิเมตร ตาห่างกัน 20 มิลลิเมตร น้ำหนักตัวเฉลี่ย 120 กรัม หากินทุกระดับความลึกของน้ำ ชอบว่ายน้ำล่องน้ำเก่ง ลอกคราบเร็วทุก ๆ สัปดาห์ ไม่หมกตัว ชอบน้ำกระด้างที่มีความกระด้างรวม 120 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าอัลคาไลน์ในช่วง 80-150 มิลลิกรัมต่อลิตร มีนิสัยที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะ ของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยง ตื่นตกใจง่าย เป็นกุ้งที่เลี้ยงได้ทั้งในระบบธรรมชาติ และระบบกึ่งหนาแน่น โดยมีระดับน้ำประมาณ 1.0-1.5 เมตร

ลักษณะพิเศษของกุ้งสายพันธุ์นี้คือ สามารถสร้างความคุ้นเคย หรือฟาร์มลักษณะนิสัย ภายใต้ระบบการเพาะเลี้ยงได้เช่น สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในน้ำที่มีระดับความเค็มที่ 5-35 ส่วนในพันส่วน (ppt) และระดับความเค็มต่ำ 0-5 ส่วนในพันส่วน แต่ระดับความเค็มที่เจริญเติบโตได้ดีคือ 10-22 ส่วน ในพันส่วน ส่วนอุณหภูมิของน้ำที่เจริญเติบโตได้ดี คือ 26-29 องศาเซลเซียส แต่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ในช่วงอุณหภูมิ 25-35 องศาเซลเซียส ระดับออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ควรมีค่า 4-9 มิลลิเมตรต่อลิตร และสำหรับค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ควรอยู่ระหว่าง 7.2-8.6 ซึ่งอาจจะทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง (coastal area) หรือบริเวณพื้นที่ในแผ่นดินที่ลึกเข้ามาซึ่งเป็นเขตพื้นที่ที่มีความเค็มต่ำ (inland area) ก็ตาม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 6-23 กรัม ในช่วง 2-5 เดือน อัตรารอดเฉลี่ย ประมาณ 30-65 เปอร์เซ็นต์ ในการเพาะเลี้ยงทั่วไป และ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ในการเพาะเลี้ยงตามศูนย์วิจัยที่มีความเชี่ยวชาญพิเศษจากข้อมูลของ F.A.O ปี ค.ศ. 2000 รายงานว่าผลผลิตกุ้งสายพันธุ์นี้ที่จับจากทะเลต่อปี มีค่าประมาณ 250 ตัน และผลผลิตจากการเพาะเลี้ยงของประเทศอิตาลี มีปริมาณ 72,000 ตัน และของประเทศสหรัฐอเมริกา มีปริมาณ 28,000 ตัน โดยทั่วไปผลผลิตในการเพาะเลี้ยงมักจะไม่น่าแน่นอน สำหรับในกลุ่มประเทศละตินอเมริกามีปริมาณในช่วง 500 – 1,000 กิโลกรัมต่อ 6.25 ไร่ต่อรุ่น และในประเทศสหรัฐอเมริกา มีปริมาณตั้งแต่ 500-3,000 กิโลกรัม ต่อ 6.25 ไร่ต่อรุ่น ข้อมูลของบริษัทที่ดำเนินการเกี่ยวกับธุรกิจกุ้งสายพันธุ์นี้ของประเทศอิสราเอลที่ทำการเพาะเลี้ยงกุ้งสายพันธุ์นี้ รายงานว่าสามารถทำการเพาะเลี้ยงกุ้งชนิดนี้ในน้ำกร่อย (brackish water) ที่มีระดับความเค็มที่ 3 ส่วน ในพันส่วน ค่าอัลคาไลน์ 180 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความกระด้างรวม 130 มิลลิกรัมต่อลิตร รักษาระดับออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ที่ 6-8 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับค่าความเป็นกรดและด่าง (pH) ที่ 7.5-8.0 มีระบบเติมอากาศที่ดี ระบบบำบัดน้ำเสียที่ดีสามารถเลี้ยงในระบบความหนาแน่นสูงที่ 156.25 ตัวต่อตารางเมตร

การจัดการการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

การเตรียมบ่อก่อนเลี้ยงกุ้ง

การเตรียมบ่อก่อนปล่อยลูกกุ้งสำหรับบ่อใหม่เพื่อการเลี้ยงครั้งแรกหรือการเตรียมบ่อหลังจากจับกุ้งในแต่ละครั้ง เพื่อให้พื้นที่บ่อสะอาดเหมาะสำหรับการเลี้ยงในครั้งต่อไป แต่ละฟาร์มและแต่ละพื้นที่จะมีการเตรียมบ่อที่แตกต่างกันออกไปขึ้นกับ ลักษณะของดินพื้นบ่อ เช่นดินเป็นกรด ดินทราย ดินลูกรัง หรือดินเหนียวแข็ง และความสะอาดด้านอื่นๆด้วยหลังจากจับกุ้งแต่ละรอบส่วนใหญ่จะมีการตากบ่อให้แห้งแล้วใช้รถตักดินกลางบ่อออกไป โดยอาจจะเอามาอัดไว้ที่มุมบ่อ บนคันบ่อหรือเก็บไว้ในพื้นที่เก็บเลนภายในฟาร์มแล้วปรับระดับบ่อให้เรียบ เตรียมพร้อมสำหรับการเลี้ยงต่อไปบางพื้นที่ไม่ใช้การตากบ่อ แต่ใช้วิธีการฉีดเลนหลังจากจับกุ้งเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยไม่ต้องรอให้พื้นบ่อแห้ง ที่เห็นได้บ่อย คือ พื้นที่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของ จันทบุรี และตราด รวมทั้งพื้นที่อื่นๆที่อยู่ในบริเวณป่าชายเลนทางภาคใต้ การเตรียมบ่อในลักษณะเช่นนี้สิ้นเปลืองเวลาน้อยและประหยัด แต่ผลเสียจะเกิดตามมามาก ถ้าหากมีการฉีดเลนและปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะจะทำให้คุณภาพน้ำเน่าเสียในเวลาต่อมาเมื่อมีการเลี้ยงกุ้งในบริเวณนั้นด้วย ดังนั้นการเตรียมบ่อโดยวิธีการฉีดเลนจะต้องมีพื้นที่บ่อเก็บเลนภายในฟาร์มอย่างเพียงพอการเตรียมบ่ออีกแบบหนึ่งไม่มีการนำเลนออกจากบ่อแต่จะมีการไถพรวนให้ดินที่อยู่ชั้นล่างขึ้นมาสัมผัสอากาศและแดดเป็นเวลานานพอเพียงที่จะทำให้ดินชั้นล่างเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีปกติแล้วมีการปรับระดับอัดดินให้แน่นตามเดิม พร้อมสำหรับการเลี้ยงครั้งต่อไปมีความจำเป็นหรือไม่ที่จะต้องเตรียมบ่อทุกครั้งโดยเอาเลนออกหรือฉีดเลนหลังจับกุ้งแล้วเป็นคำถามที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังข้องใจว่า ถ้าไม่เตรียมบ่อหรือไม่เอาเลนออกจะเลี้ยงกุ้งได้ระยะเวลาตามปกติประมาณ 120 วันหรือไม่ก่อนอื่นต้องมาพิจารณาว่าเลนกลางบ่อหลังจับกุ้งจะมีมากบ้างน้อยบ้างขึ้นอยู่กับลักษณะของดินพื้นบ่อ ถ้าเป็นดินที่ที่มีการพังทลายจากขอบบ่อและคันบ่อจากแรงของกระแสน้ำจากการเปิดเครื่องให้อากาศจะทำให้ดินเลนกลางบ่อมีปริมาณมาก แต่ถ้าเป็นดินลูกรังหรือดินเหนียวแข็ง ปริมาณเลนกลางบ่อจะมีน้อยมาก สำหรับดินทรายตะกอนจากซากแพลงก์ตอน เศษอาหารและสารอินทรีย์ต่างๆ จะแทรกตัวอยู่ใต้พื้นบ่อในระดับที่ลึกมากกว่าบ่อที่มีพื้นแข็ง การเลี้ยงกุ้งมักจะมีปัญหาต้องจับกุ้งก่อนกำหนด เนื่องจากพื้นบ่อเน่าเสีย ในระดับล่างลงไปจะมีสีดำมาก แต่เมื่อจับกุ้งจะไม่พบเลนกลางบ่อมาก เพราะการแทรกตัวอยู่ใต้ทรายพื้นบ่อโดยทั่วไปจากการวิเคราะห์เลนกลางบ่อซึ่งมักจะมีสีดำ พบว่ามีส่วนประกอบของดินทราย ดินร่วนและดินเหนียว ในเปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกัน ไป ซึ่งรวมกันแล้วประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารอินทรีย์จะมีประมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้นเอง ซึ่งไม่ได้แตกต่างจากการนำเอาดินปกติมาวิเคราะห์มากนัก แต่ดินเลน

เหล่านี้มีสีดำเนื่องจากอยู่ในภาวะขาดออกซิเจนและมีกลิ่นเหม็น เนื่องจากใช้เครื่องให้อากาศเพื่อทำ ความสะอาดพื้นบ่อ ความแรงของน้ำจะกัดเซาะขอบบ่อ และพื้นบ่อให้ดินตะกอนต่างๆหลุดออก มารวมกันกลางบ่อ หลังจากตากบ่อให้แห้งจนดินเลนเหล่านี้แตกกระแหง อากาศแทรกตัวเข้าไปใน ดินเลนได้ ดินเลนเหล่านี้จะมีสีจางลงจนเป็นสีของดินปกติ เกษตรกรมักจะคิดว่าดินเลนกลางบ่อคือ จี๊กึ่งเป็นส่วนใหญ่ แต่ความจริงแล้วจี๊กึ่งและสารอินทรีย์ต่างๆมีในปริมาณที่เพิ่มขึ้นจากดินปกติ เพียงเล็กน้อยเท่านั้น หลังจากจับกึ่งถ้าเป็นพื้นบ่อแข็ง เช่น ดินลูกรังหรือดินเหนียว พื้นบ่อในแนว หว่านอาหารสะอาดเป็นบริเวณกว้างและปริมาณเลนกลางบ่อมีไม่มาก ไม่มีความจำเป็นที่ต้องตักเอา เลนออกทุกครั้ง เพียงแต่ตากบ่อให้แห้งเท่านั้นก็พร้อมที่จะเตรียมน้ำสำหรับปล่อยลูกกึ่งต่อไปได้ แต่ถ้ามีฝนตกมากไม่สามารถจะตากบ่อให้แห้งได้ หลังจากจับกึ่งเสร็จแล้วเติมน้ำเข้าไปในบ่อไม่ ต้องเติมบ่อ เติมน้ำอินทรีย์ในบริเวณเลนกลางบ่อเพื่อย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆที่หลงเหลืออยู่โดย เปิดเครื่องให้อากาศเต็มที่อยู่ต่อเนื่องประมาณ 2 สัปดาห์ เมื่อคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปกติ คือสีน้ำ ไม่เข้ม ปริมาณแอม โมเนีย และไน ไตรที่อยู่ในระดับปกติก็พร้อมที่จะเตรียมน้ำสำหรับปล่อยลูกกึ่ง ต่อไป แต่ควรปล่อยลูกกึ่งในปริมาณที่น้อยกว่าการเลี้ยงรอบที่ผ่านมาประโยชน์ของการไม่เอา เลนออก คือประหยัดค่าใช้จ่าย สีน้ำจะเกิดเร็วขึ้นและนิ่งเร็วกว่าการเอาเลนออกทุกครั้ง สามารถ ลดการใช้วัสดุปูนและปุ๋ยได้ นอกจากนี้จะทำให้ค่าอัลคาไลน์อยู่ในระดับที่เหมาะสม ตะกอน แขนงลอยต่างๆตกลงบ่อที่มีเลนกระจายทั่วบ่อและมีปริมาณมากเนื่องจากลักษณะของดินพื้นบ่อไม่ แข็งหรือเนื่องจากเครื่องให้อากาศไม่สามารถรวมเลนตะกอนต่างๆได้ ผลการเลี้ยงมักจะได้ผลไม่ดี หลังจากจับกึ่งแล้วควรจะทำกรปรับปรุงสภาพพื้นบ่อโดยการตากบ่อให้แห้งเอาเลนที่กระจัด กระจายออก และปรับระดับพื้นบ่อใหม่ ควรจะนำเลนกลางบ่อลบบมบ่อให้ปานมากขึ้นเพื่อจะทำ ให้การใช้เครื่องให้อากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมเลนได้ดีขึ้นด้วยการเลี้ยงครั้งต่อไป บ่อที่มี เลนพื้นบ่อมาก เพราะคันบ่อดินไม่แน่น เมื่อเปิดเครื่องให้อากาศจะชะเอาดินขอบบ่อ โดยรอบเข้ามา กระจายในบ่อทำให้พื้นบ่อมีเลนมาก อาจจะต้องปลูกหญ้ายึดเกาะดินป้องกันการพังทลายกัดเซาะ ดินลงมาในบ่อ และควรนำเลนกลางบ่อออกหลังจากตากบ่อจนแห้งแล้ว บางฟาร์มมีการนำ พลาสติกหรือโพลีเอททีลีน (PE) มาปูคลุม

การเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อปูด้วยโพลีเอททีลีน (Polyethylene, PE)

การเลี้ยงกุ้งโดยใช้พลาสติก PE

ระบบการเลี้ยงกุ้งแบบ Biosecure System หรือเทคโนโลยีการเลี้ยงระบบโรงเรือนปิดของบริษัทเจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) โดยใช้พลาสติก PE และตาข่ายปูรอบพื้นบ่อและด้านข้างเพื่อป้องกันพาหะนำโรค ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ และแสงให้เหมาะสมต่อการเลี้ยง น้ำมีระบบการบำบัดกลับมาใช้ใหม่และให้อาหารแบบอัตโนมัติ โดยไม่มีน้ำเสียออกมาทำลายสิ่งแวดล้อม สามารถเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ในอัตราที่หนาแน่น 600 – 800 ตัวต่อตารางเมตร ที่สำคัญสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ด้วยการบินที่ข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับวัน เวลาในการรับวัตถุดิบ และแหล่งที่มาต่างๆ อย่างที่เข้ามาสู่ระบบ เทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งซีพีเอฟนี้ ไม่มีการใช้สารปฏิชีวนะใดๆ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ตามที่เรียกว่า โปรไบโอติก ฟาร์มมิ่ง (Probiotic Farming) เพราะได้เน้นการจัดการสภาพแวดล้อมด้วยจุลินทรีย์ที่เป็นมิตรกับกุ้ง ทำให้กุ้งอยู่อย่างสบาย ไม่เครียด และสามารถปรับความสมดุล ทำให้ระบบทางเดินอาหารของกุ้งสมบูรณ์และสร้างภูมิคุ้มกัน มีความต้านทานต่อโรคได้ดี โดยไม่ต้องใช้ยาในการรักษา ขณะเดียวกันการผลิตลูกกุ้งขาว ซี.พี.ไวท์ ที่ส่งให้เกษตรกรในเครือข่ายก็มีคุณภาพ ปลอดภัย อัตราการรอดสูง ความต้านทานต่อโรคดี แข็งแรง เจริญเติบโตเร็ว ผนวกกับการจัดการฟาร์มของเกษตรกรที่ปฏิบัติตามระบบอย่างปลอดภัย เป็นการสร้างความมั่นใจในคุณภาพผลผลิตกุ้งที่เลี้ยงด้วยระบบโปรไบโอติกว่าสะอาดปลอดภัยไร้สารตกค้างอย่างแน่นอน



ภาพที่ 1 บ่อเลี้ยงกุ้งปูพลาสติก PE

ประโยชน์ของการปูพลาสติก PE ในบ่อกุ้ง

1. ป้องกันคันดิน โสลดบ่อบ่อ พังเสียหาย
2. ควบคุมน้ำได้ดี เพราะคันดินจะไม่ถูกกัดเซาะ
3. ป้องกันพาหะที่จะนำเชื้อโรคเข้าสู่บ่อ เช่น ปู
4. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการแต่งบ่อหลังการเลี้ยง
5. ตะกอนดินกลางบ่อจะมีน้อยกว่าบ่อดิน ง่ายต่อการเตรียมบ่อ
6. น้ำในบ่อมีปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำ น้ำเสียน้อยกว่าบ่อดิน
7. พลาสติก PE ช่วยป้องกันบ่อที่มีปัญหาน้ำรั่วซึม สนิมเหล็ก ดินกรด
8. การไหลเวียนของน้ำรอบบ่อดีขึ้น ทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าจากเครื่องตีน้ำ
9. ห้องเย็นไม่ตัดราคา เนื่องจากตัวกุ้งสะอาด สีสวยเข้ม ไม่มีกลิ่นโคลนดิน
10. อาหารที่ให้กุ้งกินสะอาด เนื่องจากอาหารไม่สัมผัสดิน ไม่ก่อให้เกิดการเน่าเสีย

ในพื้นที่บ่อ

11. น้ำหนักกุ้ง น้ำหนักเฉลี่ยตัวกุ้ง น้ำหนักผลผลิตรวม ได้สูงกว่าบ่อดินประมาณ 20-30%
12. เตรียมบ่อได้ง่ายและประหยัดกว่าบ่อดิน เพราะไม่ต้องดันเลน ไม่ต้องแต่งบ่อ

ไม่ต้องตากบ่อ สามารถเลี้ยงกุ้งต่อได้เลย

การเลี้ยงกุ้งขาวในบ้านเราจะพบว่าหลายพื้นที่มีการใช้โพลีเอททีลีน (Polyethylene, PE) มาปูพื้นบ่อ ปางฟาร์มปูเฉพาะขอบบ่อเพื่อป้องกันการพังทะลายของดินลงไปบ่อ ซึ่งในที่นี้หมายถึงการปูเฉพาะขอบบ่อส่วนพื้นบ่อไม่ได้ปู แต่บางพื้นที่หรือบางฟาร์มจะปูหมดทั้งบ่อ มีเกษตรกรบางส่วนต้องการที่จะทราบว่า การปู PE จะคุ้มหรือไม่เมื่อเทียบกับบ่อดิน และมีความแตกต่างกันแค่ไหน คือ ข้อแรก PE ที่ใช้ปูนั้นทำมาจากโพลีเอททีลีน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แบบบางและแบบหนา โดยมีความหนาประมาณ 0.15 และ 0.30 มิลลิเมตรตามลำดับ แบบบางถ้ามีการบำรุงรักษาเป็นอย่างดี หมายถึง ในแต่ละรอบที่เลี้ยงผ่านไปหากมีความเสียหายเกิดขึ้นก็นำมาซ่อมแซม พบว่าการปู 1 ครั้งสามารถใช้ได้ประมาณ 3 ปี ซึ่งใน 1 ปีหากมีการเลี้ยง 2 รอบภายใน 3 ปีก็สามารถเลี้ยงได้ถึง 6 รอบ หรือหากเลี้ยงในรอบที่สั้นกว่านี้หมายถึงภายใน 2 ปีสามารถเลี้ยงได้ 5 รอบ ซึ่งสามารถใช้ PE ได้เต็มที่ประมาณ 3 ปี ต้นทุนในการปู PE รวมทั้งค่าแรงประมาณ 30,000 บาท/ไร่ ซึ่งถือว่าคุ้มค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นมากพอสมควร การพิจารณาว่าคุ้มหรือไม่นั้นต้องดูที่การเลี้ยงของบ่อปูด้วย PE ว่าดีกว่าบ่อดินในฟาร์มเดียวกันหรือไม่ ถ้าผลผลิตใกล้เคียงกันไม่มีความจำเป็นต้องปู PE เพราะเป็นการสิ้นเปลืองและไม่ดีกว่าเดิม แต่ถ้าพบว่าดีกว่าต้องมาพิจารณาว่าดีกว่าแค่ไหน ถ้าดีกว่าเล็กน้อยและเมื่อรวมต้นทุนรวมถึงค่าใช้จ่ายต่างๆ พบว่าไม่คุ้มก็ไม่จำเป็นที่

ต้องปู เพราะฉะนั้นข้อมูลจากการวิจัยเมื่อเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อปูด้วย PE และบ่อดินภายในฟาร์มเดียวกันจากการทดลองในอำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรีที่มีบ่อลึกประมาณ 1.20-1.40 เมตร โดยทั้งบ่อดินและบ่อ PE การใช้เครื่องให้อากาศเหมือนกัน และอัตราที่ปล่อยลูกกุ้งเท่ากันคือ 120,000 ตัว/ไร่ เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ 3-5 พีพีที มีข้อแตกต่างกันดังนี้

ตารางเปรียบเทียบบ่อดินกับบ่อที่ปูพลาสติก PE

บ่อดิน	บ่อที่ปูพลาสติก PE
การป้องกัน	
-บริเวณคันบ่อผิวน้ำเสียหายเนื่องจากน้ำกัดเซาะ -กึ่งติดเชื้อได้ง่ายเนื่องจากพาหะนำเชื้อโรค	-ป้องกันพาหะที่จะนำเชื้อโรคเข้าสู่บ่อ เช่น ปู เม็ย -ป้องกันดินสโลปรอบบ่อพังเสียหาย -พลาสติก PE ช่วยป้องกันบ่อที่มีปัญหาน้ำรั่วซึม สนิมเหล็ก ดินเป็นกรด
การดูแลและการจัดการ	
-ควบคุมอุณหภูมิได้ไม่สม่ำเสมอ -เตรียมบ่อได้ยากหลายขั้นตอน -สีน้ำจะขุ่นมาก ทำให้ขาดออกซิเจน -น้ำในบ่อมีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง เนื่องจากคันดินถูกกัดเซาะจากกระแสน้ำ	-น้ำในบ่อมีปริมาณของแข็งแขวนลอยต่ำ น้ำใส น้อยกว่าบ่อดิน -อาหารที่ให้กุ้งกินสะอาด เนื่องจากอาหารไม่ สัมผัสดินไม่ก่อให้เกิดการเน่าเสียตรงพื้นบ่อ -เตรียมบ่อทำได้ง่าย และประหยัดกว่าบ่อดิน เพราะไม่ต้องเดินเลน ไม่ต้องแต่งบ่อ ไม่ต้องตาก บ่อ
ผลผลิตและการลงทุน	
-เนื่องจากผลผลิตต่ำทำให้อัตราการเลี้ยงการ ลงทุนสูง -น้ำหนักรวมผลผลิตกุ้งได้น้อยและขนาดกุ้งเล็ก กว่าบ่อที่ปูด้วย PE ทำให้ห้องเย็นตัดราคา	-ประหยัดค่าใช้จ่ายในการตกแต่งขอบบ่อหลัง การเลี้ยง -น้ำหนักกุ้ง น้ำหนักเฉลี่ยตัวกุ้ง น้ำหนักผลผลิต รวมได้สูงกว่าบ่อดินถึง 20-30 เปอร์เซ็นต์ -ผลผลิตได้สูงทำให้อัตราการเลี้ยงในการลงทุน ต่ำ ห้องเย็นไม่ตัดราคาเนื่องจากตัวกุ้งสะอาด สี สวยเข้ม



ภาพที่ 2 ภาพบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททิลีน PE

1. บ่อที่ปูด้วย PE ในด้านอุณหภูมิหน้าที่ผิวน้ำและพื้นบ่อจะสูงกว่าบ่อดินประมาณ 0.5-1 องศาเซลเซียส ทุกวันจากการวัดอุณหภูมิตลอดทั้งปี

2. สีนํ้าในบ่อ PE จะเขียวเร็วกว่าบ่อดิน เพราะว่าบ่อ PE ไม่มีตะกอน เมื่อไม่มีตะกอนแขวนลอยมาบังแสง อาหารที่เหลือก็จะเป็ยบู่ให้กับแพลงก์ตอน ทำให้แพลงก์ตอนเพิ่มจำนวนได้รวดเร็ว ในขณะที่บ่อดินมีตะกอนมากโอกาสที่จะเกิดน้ำเขียวจึงช้ากว่า เมื่อเลี้ยงไปนานๆ ไม่ว่าจะเป็ยช่วงฤดูฝนหรือไม่ก็ตาม พบว่าบ่อดินมีตะกอนค่อนข้างมาก การเลี้ยงในช่วง 30-40 วันแรกจะไม่มี การเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่ไม่มีความแตกต่างในด้านการเจริญเติบโตระหว่างบ่อดินและบ่อ PE แต่ ช่วงระหว่าง 50-100 วัน พบว่าบ่อดินมีตะกอนค่อนข้างมาก น้ำจะขุ่นจนเหมือนโคลน กุ้งจะเครียดซึ่งจะมีปัญหาในเรื่องการกินอาหารและการเจริญเติบโต ในขณะที่บ่อ PE ไม่มีปัญหาดังกล่าว เมื่อนํ้าดินพื้นบ่อไปวิเคราะห์จึงพบว่าเป็ยดินเหนียวประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์ มีดินทรายส่วนหนึ่ง อีกส่วนเป็ยดินตะกอน (Silt) ในฤดูฝนก็เช่นกันถ้ามีฝนตกมากดินจากขอบบ่อจะลงไปใบบ่อทำให้มีตะกอนมาก เมื่อนํ้าในบ่อดินเริ่มมีตะกอนมากในขณะที่บ่อ PE ไม่มีเลยหรืออาจมีเล็กน้อยจากอาหารที่เหลือ รวมถึงซากแพลงก์ตอน สีนํ้าส่วนใหญ่ในบ่อ PE จะมีสีเขียวเหลือง เพราะฉะนั้นการเจริญเติบโตจะแตกต่างกันชัดเจน โดยเฉพาะเมื่อเลี้ยงไปเรื่อยๆ การเลี้ยงในพื้นที่ความเค็มต่ำในภาคกลางจะไม่มี การถ่ายน้ำมาก เพราะถ้าถ่ายน้ำมากความเค็มก็จะหายไป ส่วนใหญ่เป็นการเติมมากกว่าแต่ก็มีการถ่ายน้ำเป็นครั้งคราว ตรงข้อนี้จะทำให้บ่อ PE มีการเจริญเติบโตดีกว่าบ่อดิน



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบสีน้ำในบ่อดิน (ซ้าย) และสีน้ำของบ่อโพลีเอททิลีน PE (ขวา)

1. เมื่อเปรียบเทียบการเลี้ยงใน 112 วันหลังจากจับกุ้งพบว่ามีความแตกต่างกันชัดเจน ในบ่อดินได้ผลผลิตประมาณ 1,400-1,500 กิโลกรัม/ไร่ ในขณะที่บ่อ PE ได้ผลผลิตประมาณ 1,700-1,800 กิโลกรัม/ไร่ ที่แตกต่างกันเนื่องจากการเจริญเติบโตของบ่อ PE ได้ขนาด 40 ตัว/กิโลกรัมหรือ 25 กรัม/ตัว ในขณะที่บ่อดินได้ขนาด 54 ตัว/กิโลกรัม ในด้านผลผลิตที่แตกต่างกันประมาณ 300 กิโลกรัม/ไร่ ในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2546 กุ้งขนาด 50 ตัว/กิโลกรัม ราคา 160-170 บาท ในขณะที่กุ้งขนาด 40 ตัว/กิโลกรัม ราคา 210 บาท ถ้ามองในจุดนี้จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันในด้านจำนวนเงินค่อนข้างมากซึ่งถือว่าเป็นประเด็นสำคัญ เพราะฉะนั้นในแต่ละรอบที่เลี้ยงไปมีความแตกต่างเท่านี้สำหรับบ่อ PE ถือว่าคุ้ม แต่ในบ่อดินที่มีเปอร์เซ็นต์ดินเหนียวค่อนข้างสูง มีตะกอนน้อยสามารถถ่ายน้ำได้มากเช่นในภาคใต้ อาจไม่มีความจำเป็น แต่ถ้าต้องการเปรียบเทียบอาจจะลองปูเพียง 1 บ่อแล้วเลี้ยงเปรียบเทียบจะวิเคราะห์ได้ว่าคุ้มหรือไม่

ความแตกต่างของกุ้งที่เลี้ยงในบ่อปูด้วย PE กับบ่อดินคือ กุ้งขาวในบ่อดินจะมีตะกอนมาก น้ำขุ่นขาว กุ้งจะมีสีซีดขาวและบางตัวเครียดมีสีชมพู แต่กุ้งขาวในบ่อที่ปูด้วย PE สีจะเข้มกว่า เมื่อนำไปต้มให้สุก สีของกุ้งจากบ่อปูด้วย PE จะแดงเข้มสวยกว่า ความแตกต่างของสีแดงเปลือกกุ้งน่าจะมีการสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อ ถ้าสีน้ำสวย สีกุ้งจะสวยสดกว่าบ่อที่น้ำขุ่น มีตะกอนมากและมีแพลงก์ตอนน้อย



ภาพที่ 4 กุ้งขาวที่ต้มสุก (ซ้าย) บ่อดิน และบ่อ PE

สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการปลูก PE คือพื้นที่เป็นดินทรายมีการรั่วซึมสูง เพราะบ่อที่มีการรั่วซึมของน้ำสูงจะเลี้ยงกุ้งยาก โดยเฉพาะระบบปิดจะมีการเติมน้ำทดแทนส่วนที่ซึมและระเหยออกไป ยิ่งต้องสิ้นเปลืองในการเติมน้ำ การเลี้ยงจะไม่ค่อยได้ผลดี ดังนั้นบ่อที่ปลูก PE ก็จะเป็นการป้องกันการรั่วซึมได้ดี สำหรับบ่อที่มีดินตะกอนมาก ในการเลี้ยงด้วยระบบปิดที่มีการเติมน้ำอย่างเดียวในช่วง 2 เดือนแรก โดยไม่มีการถ่ายน้ำหลังจากเลี้ยงไปนานๆ เมื่อเปิดเครื่องให้อากาศเพื่อรักษาระดับออกซิเจนให้เพียงพอ พบว่าเกิดตะกอนมากทำให้กุ้งเครียดและกินอาหารน้อย โตช้า เพราะฉะนั้นในการแก้ปัญหาเมื่อปลูกด้วย PE จะเห็นได้ชัดว่าสีน้ำจะขุ่นมาก เนื่องจากตะกอนน้อย แม้ว่าฝนจะตกมากเท่าไรก็ตาม และสุดท้ายคือบ่อประเภทที่เป็นดินกรด (acid sulfate soil) ในพื้นที่บริเวณป่าชายเลน ดินที่เป็นกรดการจัดการเตรียมบ่อจะยุ่งยากและสิ้นเปลืองเพราะต้องใช้วัสดุปูนในปริมาณมากเพื่อปรับพีเอชให้เหมาะสม และในระหว่างการเลี้ยงความเป็นกรดก็จะออกมาเรื่อยๆ จึงทำให้เป็นการสิ้นเปลืองวัสดุปูนมาก ในบางครั้งการเติมวัสดุปูนไม่เพียงพอจะทำให้กุ้งเจริญเติบโตช้า ทำให้มีผลผลิตต่ำมาก สำหรับบ่อที่เป็นกรดจัดมีความเหมาะสมที่จะปลูกด้วย PE จากที่กล่าวมาบ่อเลี้ยงทั้ง 3 แบบ เห็นได้ว่ามีความเหมาะสมที่จะปลูกด้วย PE บ่อพักน้ำในฟาร์มกุ้ง ในบางครั้งต้องการเก็บกักน้ำที่มีความเค็มต่ำหรือน้ำจืดไว้เติมเมื่อจำเป็นต้องเลี้ยงผ่านหน้าแล้งหรือในช่วงที่อากาศร้อน ส่วนมากเกษตรกรจะเก็บน้ำฝนช่วงปลายปีได้มาก แต่เมื่อต้องเลี้ยงจริงๆ ในหน้าร้อนพบว่าน้ำที่เก็บไว้ในบ่อพักน้ำรั่วซึมไปมาก เนื่องจากคันบ่อไม่มีการอัดแน่นเพียงพอ ในบ่อพักน้ำที่มีขนาดใหญ่การปลูกด้วย PE อาจจะสิ้นเปลือง แต่เมื่อปลูกด้วย PE พบว่าสามารถเก็บกักน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ การรั่วซึมน้อยอาจจะคุ้มค่า เพราะถ้าผลการเลี้ยงได้ผลดีเพราะมีน้ำจืดเติมระหว่างการเลี้ยง

สำหรับในพื้นที่เลี้ยงกุ้ง ถ้าพบว่าอัตราการรั่วซึมสูง รวมทั้งดินเป็นตะกอนมาก หรือเป็นกรดจัด ผลผลิตที่ได้อาจจะไม่ดีถึงแม้จะใช้ความรู้และวิชาการเต็มที่ก็ตาม ผลผลิตยังต่ำหรืออาจไม่คุ้มทุน การปู PE ก็อาจจะแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ได้ แต่อย่างไรก็ตามขอแนะนำสำหรับผู้ที่ต้องการจะปูด้วย PE ควรมีการตรวจสอบข้อมูล โดยไปดูฟาร์มที่มีการปู PE ว่าผลการเลี้ยงเป็นอย่างไร และคุ้มค่าหรือไม่ก่อนตัดสินใจ

ในอนาคตอาจจะเห็นการเลี้ยงกุ้งขาวแบบหนาแน่นมีการปู PE เช่นเดียวกับการเลี้ยงแบบพัฒนาในต่างประเทศมากขึ้น แต่ในกึ่งกลางค่าพบว่าการปูด้วย PE อาจไม่จำเป็น เนื่องจากกึ่งกลางค่าต้องการพื้นที่บ่อเพื่อการฝังตัวสำหรับการลอกคราบ ดังนั้นความเหมาะสมของบ่อ PE ควรใช้กับกุ้งขาวมากกว่า ประเทศในแถบทวีปอเมริกาใต้หลายประเทศ บ่อเลี้ยงกุ้งขาวจะปูด้วย PE ทั้งบ่อ เช่น ประเทศเปรู และ เอกวาดอร์ เป็นต้น ส่วนในทวีปเอเชียการเลี้ยงกุ้งขาวในประเทศจีนบางส่วนก็ปูพื้นที่บ่อด้วย PE แต่ใช้ดินถมทับพื้น PE หนาประมาณ 30 เซนติเมตร



ภาพที่ 5 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวที่ปูด้วย PE ในประเทศเปรู



ภาพที่ 6 บ่อเลี้ยงกุ้งขาวที่ปูด้วย PE ในประเทศเอกวาดอร์

การเลี้ยงกุ้งขาวในประเทศไทย

แยกตามความเค็มของน้ำได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มต่ำ

การเลี้ยงกุ้งขาวในพื้นที่น้ำจืดและในพื้นที่ภาคกลาง ส่วนใหญ่จะเลี้ยงโดยใช้น้ำความเค็มต่ำ ฤทธิ (2545) อธิบายถึงรายละเอียดวิธีการเลี้ยงกุ้งขาว ตั้งแต่การเตรียมบ่อ การให้อาหาร ตลอดจนการจัดการในระหว่างการเลี้ยงโดยใช้น้ำความเค็มต่ำมากจนเกือบจะเป็นระดับที่ถือว่าเป็นน้ำจืดโดยทั่วไปเกษตรกรจะช้อนน้ำเค็มความเข้มข้นสูงจากนาเกลือใส่รถบรรทุกน้ำคันละประมาณ 12-13 ตัน ความเค็ม 100-200 พีพีที มาเติมในน้ำจืดเพื่อให้ได้ความเค็มประมาณ 3-4 พีพีที ส่วนใหญ่จะกั้นคอกก่อน มีการกั้นคอกโดยใช้ผ้าพลาสติกพื้นที่ประมาณ 150 ตารางเมตร ความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร แล้วมีเติมน้ำจากนาเกลือเข้าไปในคอกจนได้ความเค็มประมาณ 8-10 พีพีที หลังจากนั้นจะใช้ลูกกุ้งซึ่งปรับความเค็มจากโรงเพาะฟักมาแล้วโดยลูกกุ้งขาวระยะโพสลาาร์ว่า 10-12 (พี 10-12) มาปล่อยในคอก อนุบาลในคอกประมาณ 3-4 วันก็เปิดคอกออกมา จะอนุบาลในคอกไม่นานเนื่องจากกุ้งขาวจะกินอาหารเก่ง และว่ายน้ำตลอดเวลาเพราะฉะนั้นจะไม่นิยมอนุบาลนานเกินไป เพราะอาจจะมีอาการกินกันเอง

เกษตรกรจะไม่ทำคอกเหมือนกุ้งกุลาดำ คือเตรียมน้ำความเค็มประมาณ 3-5 พีพีที ทั่งบ่อแล้วให้ทางโรงเพาะฟักปรับความเค็มของลูกกุ้งจนมาอยู่ที่ความเค็มต่ำที่สุดประมาณใกล้เคียงกับที่ จะมาปล่อยในบ่อ แล้วนำลูกกุ้งมาปล่อยโดยตรงโดยที่ไม่มีการกั้นคอก เป็นอีกวิธีหนึ่งของการเลี้ยงกุ้งขาวในพื้นที่ความเค็มต่ำ การปล่อยลูกกุ้งโดยตรงในบ่อจะให้อัตราการรอดสูงกว่าที่ผ่านมาจะปล่อยลูกกุ้งไม่หนาแน่นมากเมื่อเทียบกับการเลี้ยงริมชายฝั่งทะเล โดยทั่วไปจะมีการปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นประมาณ 70,000-80,000 ตัว/ไร่ ผลผลิตเมื่อเทียบกับกุ้งกุลาดำแล้วผลผลิตของกุ้งขาว ถ้าปล่อยลูกกุ้ง 100,000 ตัว เลี้ยงด้วยความเค็มต่ำจะมีผลผลิตประมาณ 1,000 กิโลกรัม (1 ตัน) หรือมากกว่า 1 ตันเล็กน้อย ส่วนใหญ่เกษตรกรจะเลี้ยงให้ได้กุ้งขนาดประมาณ 60-80 ตัว/กิโลกรัม คือเลี้ยงประมาณ 3 เดือน จะมีการจับกุ้งบางส่วนออกไปขายก่อนโดยมีการใช้วนตาห่างเพื่อลากเอากุ้งขนาดใหญ่ในบ่อประมาณครึ่งหนึ่งออกไปขาย หลังจากนั้นจะมีการเติมน้ำเข้ามาเพราะก่อนจับจะมีการลดน้ำลงไปส่วนหนึ่ง ซึ่งถ้าน้ำลึกเกินไปจะใช้วนทับตลิ่งลากลำบาก จึงต้องมีการลดน้ำลง แล้วก็ใช้วนตาใหญ่ลาก ก็จะได้กุ้งตัวใหญ่อาจจะเป็นขนาด 60 ตัว/กิโลกรัมขึ้นมายากก่อนครึ่งบ่อ จากนั้นจะมีการเติมน้ำจืดเข้าไปจนเต็มบ่อ หลังจากนั้นจะเอาน้ำเค็มมาเติมอีกรอบหนึ่งเพื่อเพิ่มความเค็ม กุ้งที่เหลือก็จะมีอาการเจริญเติบโตดีขึ้น และเลี้ยงต่ออีกประมาณ 2 สัปดาห์ จะทำให้กุ้งในบ่อโตขึ้นมา เช่น ขนาด 80 ตัว/กิโลกรัมก็จะกลับมาเป็น 60 ตัว/กิโลกรัม การเลี้ยงด้วยน้ำความเค็ม

ต่ำในพื้นที่น้ำจืดก็จะเลี้ยงแบบนี้ คือจับ 2 ครั้ง ในบางส่วนของพื้นที่ในเขตลุ่มน้ำบางปะกงซึ่งใช้น้ำจากแม่น้ำบางปะกง ในบางฤดูและบางพื้นที่ที่มีความเค็มตลอดทั้งปีแต่ความเค็มไม่สูง บางช่วงเวลาก็จะซื่อน้ำเค็มจากนาเกลือมาเติม ส่วนใหญ่จะปล่อยกุ้งหนาแน่นเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในฟาร์มที่มีความพร้อม มีเครื่องให้อากาศเต็มที่ ความเค็มของน้ำไม่ต่ำกว่า 3 พีพีที ฟาร์มเหล่านี้มีการปล่อยลูกกุ้งค่อนข้างหนาแน่นแทนที่จะปล่อยไร่ละ 70,000-80,000 ตัว จะปล่อยลูกกุ้งความหนาแน่นประมาณ 100,000-120,000 ตัว/ไร่ หมายถึงต้องมีน้ำถ่ายพร้อม ความเค็มไม่หมดในระหว่างการเลี้ยง



ภาพที่ 7 การปล่อยลูกกุ้งขาวแบบปล่อยตรง

ภาพที่ 8 ลอยถุงบรรจุลูกกุ้งในบ่อปรับอุณหภูมิ



ภาพที่ 9 การปล่อยลูกกุ้งขาวลงในคอก

ข้อควรระวังในการปล่อยลูกกุ้ง

ในการปล่อยลูกกุ้งลงในบ่อเลี้ยงเกษตรกรมักจะนำถุงที่บรรจุลูกกุ้งลอยไว้ในบ่อเพื่อปรับอุณหภูมิให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในบ่อ เนื่องจากลูกกุ้งที่ขนส่งลำเลียงมาจากโรงเพาะฟักจะ

มีการปรับอุณหภูมิระหว่างการเดินทางไม่ให้สูงมาก เพื่อลดความเครียดของลูกกุ้ง ส่วนมากอุณหภูมิของน้ำในถุงที่บรรจุลูกกุ้งประมาณ 23-25 องศาเซลเซียส การลอยถุงใส่ลูกกุ้งในบ่ออย่าให้นานเกินไป เพราะเมื่ออุณหภูมิของน้ำในถุงอุ่นขึ้นเท่ากับในบ่อ ลูกกุ้งจะเริ่มปราดเปรียววงไว ลูกกุ้งตัวที่โตกว่าอาจจะกินตัวที่เล็กกว่า หรือทำอันตรายตัวที่เล็กกว่า จากการสังเกตถ้าปรับอุณหภูมิของน้ำในถุงนานเกินไป และลูกกุ้งที่บรรจุในถุงมีขนาดแตกต่างกันมาก อัตรารอดมักจะต่ำกว่าปกติ

การให้อาหารลูกกุ้ง

ปริมาณการให้อาหารสำหรับลูกกุ้งที่เพิ่งปล่อยลงในบ่อแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของการเลี้ยง เกษตรกรบางรายมีการเตรียมบ่อดี มีอาหารธรรมชาติมาก ให้อาหารเริ่มต้นคล้ายกับกุ้งกุลาคือ ลูกกุ้ง 100,000 ตัวให้อาหาร 1 กิโลกรัม/วัน แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกว่าจะปรับอาหารตามขอได้สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวที่มีอัตราปล่อยลูกกุ้งหนาแน่นไร่ละประมาณ 150,000 ตัว ส่วนมากจะให้อาหารเริ่มต้นค่อนข้างมาก เนื่องจากลูกกุ้งขาวโตเร็ว และกินอาหารเก่ง ถ้าเกษตรกรได้ลูกพันธุ์ที่มาจากสายพันธุ์ที่ดี อัตรารอดจะสูงมาก

ปริมาณอาหารในบ่อ

การเลี้ยงกุ้งขาวในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะปริมาณการให้อาหารในบ่อเพื่อปรับอาหารตามการเจริญเติบโตของกุ้งตลอดระยะเวลาในการเลี้ยง เกษตรกรบางรายให้อาหารในบ่อในปริมาณใกล้เคียงกับกุ้งกุลาคือ หลังจากกุ้งอายุ 35 วัน ให้อาหารในบ่อ 5 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม เมื่อกุ้งมีขนาดโตขึ้นให้อาหารในบ่อเพิ่มเป็น 6 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และเพิ่มเป็น 7 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัมในช่วงสุดท้าย โดยใช้ระยะเวลาในการเช็คอระหว่าง 2.5-2.0 ชั่วโมง

สำหรับเกษตรกรที่เลี้ยงโดยปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่น ส่วนมากจะเริ่มปรับอาหารโดยใช้ขอมือ่อกุ้งมีอายุประมาณ 30 วันซึ่งจะมีน้ำหนัก 2-3 กรัม ปริมาณอาหารที่ใส่ในบ่อประมาณ 2 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม และเช็คอใช้เวลาประมาณ 2.5-3 ชั่วโมง เมื่อกุ้งมีอายุเพิ่มขึ้นจนถึงประมาณ 60-70 วัน ปริมาณอาหารในบ่อจะเพิ่มเป็น 3 กรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม ใช้เวลาเช็คอ 2.0-2.5 ชั่วโมง จนกว่าจะจับขาย แต่จะมีการสังเกตสีของอาหารในบ่อใส่มาประกอบพิจารณาในการเพิ่มลดอาหารด้วย การใช้วิธีการปรับอาหารจากขอมือ่เพียงอย่างเดียวไม่เหมาะสม เพราะมีโอกาสผิดพลาดได้ นอกจากนั้นอาจจะพิจารณาจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ถ้าปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้น และสีน้ำเข้ม

มาก แสดงว่าอาหารที่ให้มากเกินไป หรือถ้าน้ำขุ่นมาก และกุ้งจำนวนมากขึ้นมาตามขอบบ่อ แสดงว่าอาหารไม่เพียงพอ



ภาพที่10 กุ้งขาวตามขอบบ่อเนื่องจากอาหารไม่เพียงพอ

2. การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติ

การเลี้ยงกุ้งขาวในพื้นที่ภาคใต้ที่ใช้น้ำความเค็มปกติ คือความเค็มประมาณ 10 พีพีทีขึ้นไป ส่วนใหญ่จะมีการปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่นมากกว่า 120,000 ตัว/ไร่ ผลผลิตประมาณ 2 ตัน/ไร่ อัตรารอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นกระแสผลผลิตของกุ้งขาวที่ออกมาในช่วงกลางปี พ.ศ. 2546 โดยเฉพาะการเลี้ยงทางภาคใต้โดยใช้น้ำความเค็มปกติ ทำให้ในหลายจังหวัดทางภาคใต้ ซึ่งไม่เคยเลี้ยงกุ้งขาวมาก่อน หันมาเลี้ยงกุ้งขาวมากขึ้น โดยเฉพาะในชายฝั่งทะเลอันดามันมีผลผลิตสูงมากประมาณ 3-4 ตัน/ไร่ โดยมีการปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่นมากกว่า 150,000 ตัว/ไร่ บางรายมีการทยอยจับกุ้งออกไป เพื่อให้กุ้งที่เหลือในบ่อมีโอกาสโตขึ้น การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติจะได้ผลดีกว่าน้ำความเค็มต่ำ เนื่องจากมีการถ่ายน้ำในปริมาณที่มากในช่วงทำยาๆ ของการเลี้ยง ในอนาคตแหล่งผลิตกุ้งขาวที่สำคัญในประเทศไทยน่าจะเป็นพื้นที่เลี้ยงกุ้งของภาคใต้ที่มีความพร้อมสูงในด้านอุปกรณ์ เครื่องให้อากาศ และบ่อพักน้ำ และการคัดเลือกลูกกุ้งคุณภาพจากสายพันธุ์ที่ดี จะทำให้การเลี้ยงได้ผลผลิตสูง ต้นทุนต่ำลง สามารถแข่งขันกับต่างประเทศได้



ภาพที่ 11 ปอเลี้ยงกุ้งขาวที่มีเครื่องให้อากาศเพียงพอ

คุณสมบัติของน้ำกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

มาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น ได้มีนักวิชาการจากหลายสถาบันจากหลายประเทศพยายามกำหนดเกณฑ์ต่างๆ แต่เนื่องจากสัตว์เลี้ยงมีมากมายหลายชนิด ทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อน ความคงทนต่อสภาพแวดล้อมของสัตว์แต่ละชนิดแต่ละวัยแตกต่างกัน จึงทำให้เกณฑ์ต่างๆ ที่กำหนดนั้นต้องยืดหยุ่นผันแปรไปตามท้องที่ อย่างไรก็ตาม ดัชนีคุณภาพน้ำที่ควรมีความรู้และนำไปใช้เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนั้น อาจจำแนกได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกายภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปร อันเกิดจากลักษณะกายภาพที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ในทางตรงหรือทางอ้อม เช่น สี (colour) ความขุ่น (turbidity) อุณหภูมิ (temperature) ความนำไฟฟ้า (conductivity) ปริมาณสารแขวนลอย (suspended solids) ฯลฯ เป็นต้น

2. ลักษณะทางเคมีภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาทางเคมีที่สามารถตรวจวัดได้ และมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรง และทางอ้อม เช่น ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นกรด (acidity) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) ปริมาณออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) ปริมาณคาร์บอนไดร็อกไซด์อิสระ (free carbondioxide) ไนโตรเจน (nitrogen) ฟอสฟอรัส (phosphorus) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide) ความเค็ม (salinity) โลหะหนัก (heavy metals) สารพิษ (pesticides) ฯลฯ

3. ลักษณะทางชีวภาพ หมายถึง ดัชนีคุณภาพน้ำที่ผันแปรเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำอันมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งทางตรงและอ้อม เช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (plankton) แบคทีเรีย (bacteria) พืชน้ำ (aquatic macrophytes) เชื้อโรค (pathogens) ฯลฯ

จะเห็นได้ว่าดัชนีคุณภาพน้ำทั้ง 3 ลักษณะมีดัชนีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งล้วนเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและกระบวนการต่างๆ ในน้ำทั้งสิ้น ในที่นี้ จะกล่าวเฉพาะดัชนีคุณภาพน้ำ ที่สำคัญและมีผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบางลักษณะเท่านั้น

คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล

การเลี้ยงกุ้งทะเลในระบบหนาแน่น (Intensive system) จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและการจัดการที่ทันสมัย รวมถึงการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี นอกจากนี้แล้วยังต้องใช้เงินทุนสูงอีกด้วย คุณภาพน้ำก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากสำหรับการเลี้ยงกุ้งทะเล ซึ่งมีผลต่ออัตราการรอด การเจริญเติบโต ความต้านทานต่อโรค และผลผลิต คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งประกอบด้วยค่าดัชนี (Parameter) ดังต่อไปนี้

1. ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มของน้ำ หมายถึง ปริมาณของแข็ง (solid) หรือเกลือแร่ต่างๆ โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยมีหน่วยเรียกว่า ppt ค่าความเค็มของน้ำจะสัมพันธ์กับค่า Chlorinity ประกอบด้วยปริมาณคลอไรด์ โบรไมด์ และไอโอดีน และความนำไฟฟ้า (conductivity) ที่มีอยู่ในน้ำหนักหนึ่งกิโลกรัม ความเค็มของน้ำจะแตกต่างกันตามสถานที่และประเภทของดิน โดยแบ่งประเภทน้ำตามระดับความเค็มดังนี้

- น้ำจืด (fresh water) ความเค็มระหว่าง 0-0.5 ppt
- น้ำกร่อย (brackish water) ความเค็มระหว่าง 0.5-30 ppt
- น้ำเค็ม (sea water) ความเค็มมากกว่า 30 ppt ขึ้นไป

ความเค็มของน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ สำหรับสัตว์น้ำบางชนิด เช่น สัตว์น้ำกร่อยที่อาศัยบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มมากจะสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้ แต่ค่อยๆ เป็นไปอย่างช้าๆ โดยสัตว์น้ำจืดสามารถทนอยู่ในความเค็ม 7 ppt ได้ และปลาขนาดเล็กจะมีความทนทานมากกว่าปลาขนาดใหญ่ ค่าความเค็มของน้ำจะแสดงให้เห็นถึงสภาพทางภูมิศาสตร์ และผิวดินบริเวณดังกล่าว เช่น บริเวณที่มีฝนตกชุกและมีน้ำไหลตลอดจะมีความเค็มต่ำที่ประมาณ 0.1-25 ppt ส่วนใหญ่ที่แห้งแล้ง และมีการระเหยของน้ำสูงก็จะมีค่าความเค็มสูง อย่างไรก็ตามบางพื้นที่หากมีฝนตกชุก น้ำบาดาลอาจมีค่าความเค็มสูงได้เช่นกัน

ค่าความเค็มของน้ำทะเลจะขึ้นอยู่กับปริมาณไอออนที่สำคัญ 7 ชนิด ได้แก่ โซเดียม (Sodium) โพแทสเซียม (Potassium) แคลเซียม (Calcium) แมกนีเซียม (Magnesium) คลอไรด์ (Chloride) ซัลเฟต (Sulfate) และไบคาร์บอเนต (Bicarbonate) ในน้ำทะเลทั่วไปจะมีความเค็ม

ประมาณ 34 ppt ส่วนในบริเวณปากแม่น้ำหรือน้ำกร่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 2-30 ppt ขึ้นอยู่กับระยะทางจากปากแม่น้ำ และปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมาในบริเวณนี้ ในการเลี้ยงกุ้งทะเลควรมีความเค็มอยู่ระหว่าง 25-35 ppt สำหรับกุ้งกุลาดำความเค็มที่เหมาะสมอยู่ในช่วงระหว่าง 15-30 ppt ส่วนกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่มีความสามารถในการปรับตัวสูงจึงสามารถอาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง กุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีระดับความเค็มตั้งแต่ 0-35 ppt แต่ไม่ควรต่ำกว่า 3 ppt ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

2. อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในน้ำ มีผลทางตรงและอ้อมต่อสัตว์น้ำ ในทางตรงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสทำให้ขบวนการเมตาบอลิซึมภายในร่างกายสัตว์เพิ่มขึ้น 10 เท่า ทำให้สัตว์มีความต้องการอาหาร ออกซิเจนเพิ่มขึ้น ส่วนทางอ้อมมีผลต่อกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์สารของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง และการละลายออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นกัน สำหรับอุณหภูมิในน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งทะเลในเขตร้อน คือ 28-33 องศาเซลเซียส ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วจะเกิดการช็อกเกร็งได้ มีลักษณะคล้ายเป็นตะกิว

3. ปริมาณของสารแขวนลอย (Suspended solid)

แหล่งเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณปากแม่น้ำ หรือบริเวณน้ำกร่อย น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งจะมีปริมาณของสารแขวนลอยสูง โดยเฉพาะอนุภาคดิน และสารอินทรีย์ที่เกิดจากการชะล้างพังทลายของดินจากแผ่นดิน เมื่อสูบน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยง และอยู่สภาพนิ่ง สารแขวนลอยจะตกตะกอนลงสู่ก้นบ่อ แต่จะกลับสู่สภาพแขวนลอยอีกครั้งเมื่อมีการเปิดเครื่องตีน้ำในขณะที่เลี้ยง ปริมาณของสารแขวนลอยในน้ำจะมีความสัมพันธ์เป็นปฏิภาคส่วนกลับกับค่าความโปร่งแสงของน้ำ ถ้ามีปริมาณของแข็งแขวนลอยมากน้ำจะมีความโปร่งแสงน้อยลง ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำปริมาณของสารแขวนลอยไม่ควรสูงเกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

4. ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ (Organic matter)

ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีปริมาณสารอินทรีย์ที่เกิดจากการย่อยสลายของซากพืช และซากสัตว์ในเขตน้ำกร่อยจะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ จากน้ำทิ้งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม สารอินทรีย์ในน้ำจะถูกย่อยสลายให้กลายเป็นสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์สภาพมีออกซิเจน (Aerobic) และสภาพขาดออกซิเจน (Anaerobic) โดยปกติจะวัดปริมาณสารอินทรีย์ในรูปของค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) และทีโอซี (Total Organic Carbon, TOC) สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมวัดปริมาณสารอินทรีย์

ในรูปของบีโอดี น้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งมีการปนเปื้อนของอินทรีย์สารสูง ส่วนใหญ่มาจากอาหารส่วนที่เหลือ สิ่งขับถ่าย และซากแพลงก์ตอน ซึ่งจะทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำลดลง เนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิด Aerobic bacteria จะต้องใช้ออกซิเจนเพื่อการย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านี้

5. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่นับว่ามีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต เนื่องจากสัตว์น้ำทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในขบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกาย เพื่อการเจริญเติบโต กุ้งทะเลมีความต้องการออกซิเจนที่ละลายในน้ำตั้งแต่ 5 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร ขึ้นไป ถือว่าเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในรอบวัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายมีแนวโน้มสูงขึ้นตั้งแต่ 8:00 นาฬิกา ไปจนถึง 15:00 นาฬิกา ซึ่งเป็นค่าสูงสุด และมีแนวโน้มลดลงตั้งแต่เวลา 18:00 นาฬิกา ไปเรื่อย ๆ จนถึง 6:00 นาฬิกา ซึ่งจะเป็นค่าต่ำสุด ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิของน้ำ 25 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวประมาณ 8.24 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 30 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณออกซิเจนอิ่มตัวในน้ำ 7.54 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร ส่วนในน้ำทะเลที่มีความเค็ม 30 ppt และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะมีปริมาณออกซิเจนละลายอิ่มตัวในน้ำประมาณ 6.39 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นหรือค่าความเค็มเพิ่มขึ้น ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจะมีค่าลดลง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้งมาก ถ้าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมออกซิเจนต่อลิตร กุ้งจะมีการเจริญเติบโตช้า กุ้งทะเลจะมีการเจริญเติบโตดีถ้ามีปริมาณออกซิเจนละลายสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ได้แก่ แสงแดด การไหลเวียนของน้ำ แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ ฟิชน้ำ ความโปร่งแสง ความลึกของบ่อ ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ สิ่งขับถ่ายของกุ้ง รวมทั้งปริมาณอาหารที่เหลือจากการกินของกุ้ง

6. ความเป็นกรดต่าง (pH)

เป็นดัชนีแสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในน้ำ ในทางปฏิบัติจะแสดงถึงความเป็นกรดต่างของน้ำ ค่า pH น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกรดจะมีค่า pH ต่ำกว่า 7 น้ำที่มีคุณสมบัติเป็นกลางจะมีค่า pH เป็น 7 ในแหล่งน้ำกร่อยทั่วไปมีค่า pH อยู่ระหว่าง 7-8 แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่เจริญได้ดีในน้ำที่มีค่า pH อยู่ระหว่าง 8-8.2 สำหรับกุ้งทะเลจะเจริญเติบโตได้ดีเมื่อค่า pH ของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 6-9 กุ้งจะมีการเจริญเติบโตช้าถ้ามีค่า pH อยู่ระหว่าง 4-6 และ 9-11 และกุ้งจะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ถ้าค่า pH มีค่าต่ำกว่า 4 และสูงกว่า 11 ค่า pH ของน้ำจะมีค่าเพิ่มขึ้นในเวลากลางวัน เนื่องจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในเวลากลางวัน จะทำให้ปริมาณ

คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในน้ำลดลง ส่งผลความเป็นด่างสูงขึ้น และในเวลากลางคืนค่า pH ของน้ำลดลง เนื่องจากกระบวนการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อยู่น้ำ จะคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ทำให้น้ำมีความเป็นกรดมากขึ้น

7. ความเป็นด่าง (Alkalinity)

เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของเบส (Base) ที่ละลายน้ำอันได้แก่ อีออนของไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) มีหน่วยวัดเป็นปริมาณมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต (mg/l as CaCO_3) ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลควรมีค่าในช่วง 70 -120 มิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ค่าดัชนีชนิดนี้มีคุณสมบัติในการควบคุมค่า pH ของน้ำให้คงที่ โดยยอมให้มีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 0.5 ในรอบวัน การปรับค่าความเป็นด่างมักใช้ปูนคาร์บอเนต (CaCO_3) หรือ โคโลไมด์ [$\text{Ca}(\text{MgCO}_3)_2$]

คุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นตัวกันกลางที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของระดับ pH เร็วเกินไป ค่าความเป็นด่างของน้ำจึงเป็นเครื่องชี้ความสามารถของน้ำที่จะควบคุมระดับ pH มิให้เปลี่ยนแปลงแหล่งน้ำใดพบว่ามีความเป็นด่างต่ำ ระดับ pH ของแหล่งน้ำนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

ความเป็นด่างของน้ำ หมายถึง ความสามารถในการสะเทินกรดของน้ำ โดยปกติแล้วความเป็นด่างของน้ำจะเกิดเกลือของกรดอ่อน แต่เกลือของด่างแก่ และด่างอ่อนก็อาจจะมีส่วนอยู่ด้วย ซึ่งสารพวกนี้โดยธรรมชาติจะเป็นตัวเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเมื่อน้ำมีการเติมกรดหรือด่างลงไป ในน้ำ เพราะฉะนั้นการวัดความเป็นด่างของน้ำก็เหมือนกับการวัดความสามารถในการต้านการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดด่าง (buffering capacity) ของน้ำ ในธรรมชาติความเป็นด่างส่วนใหญ่เกิดจากไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และอาจมีคาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) อยู่บ้างในปริมาณพอสมควรในบางสภาวะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อความเป็นกรด-ด่างของน้ำอยู่ในระดับสูง

8. ความกระด้าง (Hardness)

ค่าที่ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มข้นของสารแคตไอออนที่มีประจุ +2 (Divalent cation) ที่ละลายในน้ำ ที่สำคัญประกอบด้วย แคลเซียมอีออน และแมกนีเซียมอีออน ค่านี้จะมีความสำคัญกับสัตว์น้ำจัดเป็นส่วนใหญ่ สำหรับกุ้งทะเลไม่ค่อยพบปัญหา เนื่องจากในน้ำทะเลจะมีปริมาณของแคลเซียมอีออน และแมกนีเซียมอีออนในปริมาณที่มากพอกับความต้องการของสัตว์ แต่สำหรับการเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นปริมาณของความกระด้างอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการในการนำมาใช้ในการสร้างเปลือก จำเป็นต้องเติมเพิ่ม ส่วนใหญ่เติมในรูปของดีเกลือ (Na_2SO_4)

9. ปริมาณธาตุอาหาร (Nutrient)

ธาตุอาหาร (nutrients) คือ กลุ่มธาตุปริมาณน้อย (trace elements) ที่พืชทะเลและแพลงก์ตอนพืชในทะเล นำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อผลิตอินทรีย์สารสำหรับเป็นแหล่งให้พลังงาน และเป็นอาหารให้แก่สัตว์อื่น ๆ โดยการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นธาตุอาหารจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกำลังผลิตขั้นต้น (primary production) ในแหล่งน้ำ (Castro and Huber, 1999) ธาตุอาหารที่มีความสำคัญทางสมุทรศาสตร์เคมี คือ ฟอสฟอรัส (Phosphorous) อนินทรีย์ไนโตรเจน (Inorganic nitrogen) และซิลิคอน (Silicon) ซึ่งอันที่จริงแล้วธาตุหลัก (major elements) และธาตุปริมาณน้อย (trace elements) บางตัว ก็ถือว่าเป็นธาตุอาหารด้วยเช่นกัน เช่น มีการศึกษาพบว่าเหล็ก (Iron) บทบาทที่สำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทะเล นอกจากนั้นธาตุอาหารบางกลุ่ม เช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และโคบอลต์ เป็นธาตุปริมาณน้อยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โยมีส่วนร่วมในการทำงานของเอนไซม์ในพืช (Hansen and Koroleff, 1999) ซึ่งการวิเคราะห์ธาตุอาหารในน้ำทะเลประกอบด้วย

9.1 แอมโมเนีย (Ammonia)

ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ และกระบวนการย่อยสลาย (Decomposition) สารอินทรีย์ของจุลินทรีย์ในน้ำ แอมโมเนียที่พบในน้ำมี 2 รูป คือ อัลอีออนแอมโมเนีย (Un-ionized ammonia, NH_3) และแอมโมเนียไอออน (Ammonium ion, NH_4^+) ความเป็นพิษของแอมโมเนียที่มีต่อสัตว์น้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากสัตว์น้ำไม่สามารถขับแอมโมเนียที่สะสมภายในร่างกายออกสู่ภายนอกได้ นอกจากนี้แอมโมเนียยังสามารถทำลายเหงือกสัตว์น้ำได้อีกด้วย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนออกซิเจนเข้าสู่ภายในร่างกายลดลง โดยปกติแล้วแอมโมเนียไอออน (NH_4^+) ไม่เป็นพิษต่อกุ้ง เพราะไม่สามารถซึมผ่านผนังเซลล์ได้) การเกิดแอมโมเนียทั้ง 2 รูปแบบขึ้นอยู่กับความสมดุลของอุณหภูมิกับ pH โดย pH จะเป็นปัจจัยสำคัญกว่าอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำสูงขึ้น อัลอีออนแอมโมเนียจะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia) ไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร

9.2 ไนไตรท์ (Nitrite)

เป็นสารตัวกลางที่ได้จากขบวนการ Nitrification ของแอมโมเนีย โดยมีแบคทีเรียชนิด *Nitrosomonas* sp. และ *Nitrobacter* sp. เป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์น้ำความเป็นพิษของไนไตรท์ในกุ้ง *Penaeus monodon* ระยะ zoea ที่ 24 ชม. Lethal Concentration (LC_{50}) เท่ากับ 13.20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลไนไตรท์มีไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร

9.3 ไนเตรท (Nitrate)

เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในวัฏจักรไนโตรเจน ในระบบการเลี้ยงสัตว์น้ำอาจเพิ่มเป็น 2.26-4.52 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา และอาจเพิ่มสูงถึง 500 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ในบ่อเลี้ยงแบบปิดหมุนเวียน เป็นที่ยอมรับว่าระดับของไนเตรทสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 20 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ความเป็นพิษของไนเตรทในกุ้งกุลด้า ระยะวัยรุ่นที่ความเค็มต่าง ๆ กัน พบว่า ระดับปลอดภัยที่ 15, 25, และ 35 ส่วนในล้าน เท่ากับ 145, 158, 232 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร ตามลำดับ

9.4 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide, H₂S)

ในน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ จะเกิดกระบวนการเผาผลาญแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic condition) ซึ่งเกิดจาก Heterotrophic bacteria สามารถใช้ออกซิเจนจากซัลเฟตในน้ำ (SO₄²⁻) ในกระบวนการเมตาบอลิซึม ทำให้เกิดก๊าซไข่เน่า (H₂S) ซึ่งเป็นสารพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ความเข้มข้นของ H₂S เป็นปฏิภาคผกผันกับค่า pH ในน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลไม่ควรมีก๊าซไข่เน่า

บทที่ 3 วิธีการวิจัย

อุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนาม

- เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ
- เครื่องมือวัด pH
- เครื่องมือวัดความเค็ม
- เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter)
- เครื่องมือวัดอุณหภูมิของน้ำ

อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- เครื่องแก้ว
- สารเคมีชนิดต่างๆ

อุปกรณ์ในการประมวลผล

- คอมพิวเตอร์



วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. วางแผนการทดลอง

เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamai*) ระหว่างฤดูฝนกับฤดูร้อน ในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอททิลีน (Polyethylene ,PE) แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดๆละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดที่ 1 วัดคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamai*) ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – เดือนธันวาคม)

ชุดที่ 2 วัดคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamai*) ในฤดูร้อน (ระหว่างเดือนเมษายน – เดือนพฤษภาคม)

2. วิธีการทดลอง

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำทุกๆ 3 วัน เก็บในช่วงเช้าเวลา 07.00-07.30 นาฬิกา และช่วงบ่ายเวลา 13.00-13.30 นาฬิกา โดยเก็บน้ำ บ่อละ 3 จุด ใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำที่ความลึกประมาณ 50-60 เซนติเมตร และวัดค่าอุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ นำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวัดค่า pH การวัดค่าดังกล่าว ทำ 2 เวลา เช้าและบ่าย วัดค่าความขุ่น และความเค็ม วิเคราะห์ความเป็นค่า ปริมาณไนโตรเจน ด้วยวิธีของ Boyd (1995)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamai*) ระหว่างฤดูฝนกับฤดูร้อน โดยวิธีวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Independence Sample T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่ปูพื้นด้วย โพลีเอททิลีน ที่ฤดูกาลที่ต่างกัน

อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ (เช้า) 25.10 ± 0.426 และ 28.51 ± 1.495 องศาเซลเซียส (บ่าย) 28.52 ± 0.426 และ 30.18 ± 0.122 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 1) จากข้อมูลทั้งสองชุดจะเห็นอุณหภูมิของฤดูร้อนจะเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) มากกว่าอุณหภูมิของฤดูฝน โดยเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) อยู่ในช่วง 28 – 32 (กรมประมง, 2550) ตลอดจนการทดลองอุณหภูมิในรอบวันจะมีความแตกต่างกัน ประมาณ 3-4 องศาเซลเซียส โดยการเพาะเลี้ยงกุ้งที่เหมาะสมควรมีความแตกต่างในรอบวันไม่ควรเกิน 5 องศาเซลเซียส ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วจะเกิดอาการช็อคเกร็งได้ มีลักษณะคล้ายเป็นตะกิว (��ชวาล, 2551)

ตารางที่ 1 อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)		P-value
		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
1	เช้า	27.50 ± 0.300^a	29.60 ± 0.173^a	0.561
	บ่าย	28.13 ± 0.208^a	31.47 ± 0.058^a	0.089
2	เช้า	27.50 ± 0.173^a	29.70 ± 0.000^b	0.016
	บ่าย	28.53 ± 0.252^a	30.30 ± 0.115^a	0.308
3	เช้า	25.60 ± 0.000^a	29.47 ± 0.153^a	0.050
	บ่าย	26.20 ± 0.000^a	31.57 ± 0.115^b	0.016
4	เช้า	25.70 ± 0.100^a	29.80 ± 0.000^a	0.116
	บ่าย	27.77 ± 0.153^a	32.07 ± 0.153^a	1.000
5	เช้า	28.77 ± 0.306^a	29.50 ± 0.100^a	0.148
	บ่าย	29.93 ± 0.569^a	31.93 ± 0.115^a	0.074

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ครั้งที่	เวลา	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)		P-value
		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
6	เช้า	26.43±0.153 ^a	29.63±0.058 ^a	0.184
	บ่าย	28.77±0.306 ^a	32.27±0.153 ^a	0.283
7	เช้า	27.27±0.503 ^a	29.40±0.100 ^a	0.125
	บ่าย	28.97±1.069 ^a	32.13±0.058 ^a	0.059
8	เช้า	26.80±0.436 ^a	29.67±0.153 ^a	0.083
	บ่าย	28.37±0.462 ^a	31.50±0.100 ^b	0.038
9	เช้า	25.97±0.249 ^a	26.37±0.203 ^a	0.516
	บ่าย	28.17±0.047 ^a	27.30±0.100 ^a	0.561
10	เช้า	25.17±0.611 ^a	28.67±0.252 ^a	0.204
	บ่าย	27.13±0.929 ^a	30.47±0.153 ^a	0.065
11	เช้า	24.83±0.208 ^a	29.20±0.000 ^b	0.033
	บ่าย	27.43±0.379 ^a	27.43±0.379 ^a	1.000
12	เช้า	25.50±0.200 ^a	26.70±0.100 ^a	0.422
	บ่าย	27.47±0.611 ^a	27.70±0.100 ^a	0.082
13	เช้า	26.23±0.115 ^a	27.63±0.153 ^a	0.653
	บ่าย	27.60±0.631 ^a	30.37±0.153 ^a	0.184
14	เช้า	26.33±0.321 ^a	28.48±0.101 ^a	0.081
	บ่าย	29.10±0.400 ^a	30.14±0.118 ^a	0.264
15	เช้า	27.07±0.058 ^a	26.40±0.071 ^a	0.561
	บ่าย	29.17±1.079 ^a	27.17±0.000 ^b	0.031
16	เช้า	27.20±0.346 ^a	28.17±0.115 ^a	0.065
	บ่าย	29.03±0.681 ^a	30.05±0.100 ^b	0.048
17	เช้า	26.90±0.458 ^a	27.47±0.058 ^a	0.075
	บ่าย	29.40±0.608 ^a	29.47±0.153 ^b	0.048
18	เช้า	27.70±0.100 ^a	27.70±0.100 ^a	1.000

	บ่าย	30.03±0.058 ^a	29.60±0.100 ^a	0.561
19	เช้า	27.10±0.200 ^a	27.77±0.153 ^a	0.789
	บ่าย	30.03±0.153 ^a	30.31±0.031 ^a	0.095
20	เช้า	26.70±0.458 ^a	28.80±0.100 ^a	0.099
	บ่าย	29.20±0.200 ^a	30.18±0.189 ^a	0.892
เฉลี่ย				
รวม	เช้า	25.10±0.260 ^a	28.51±1.495 ^a	0.289
	บ่าย	28.52±0.426 ^a	30.18±0.122 ^a	0.285

หมายเหตุ อักษร a, b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen, DO)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ (เช้า) 6.07 ± 0.900 และ 4.29 ± 0.050 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงบ่าย 7.60 ± 0.762 และ 7.01 ± 0.484 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีค่าสูงสุดที่ (บ่าย) 9.92 ± 0.180 และ 9.37 ± 0.085 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำสุดที่ (เช้า) 4.08 ± 0.067 และ 2.30 ± 0.111 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 2) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยทั้ง 2 ชุดการทดลองปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงเช้าจะมีค่าต่ำกว่าช่วงบ่ายไม่มากนัก แต่ค่าต่ำสุดมีค่าน้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งไม่แข็งแรงการกินอาหารลดลงกว่าปกติ ผู้เลี้ยงกุ้งจะต้องพยายามรักษาออกซิเจนของน้ำในรอบวันให้มีความเข้มข้นที่เหมาะสม ต่อการเจริญเติบโตที่ดี (ออกซิเจนในตอนเช้าต้องสูงกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) และต้องให้ออกซิเจนถึงพื้นบ่ออย่างเพียงพอ ซึ่งมีแนวทางแก้ไขคือ ผู้เลี้ยงต้องมีการจัดการเครื่องเพิ่มออกซิเจนที่เหมาะสม โดยจะต้องเหมาะสมกับฤดูกาลและความต้องการออกซิเจนในบ่อ ควรมีการวัดความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง ตอนเย็น และเช้าน้ำ หรือจะสังเกตจากผิวหน้าดินพื้นบ่อมีสีน้ำตาลหรือสีดินเค็ม แสดงว่าออกซิเจนเพียงพอ ส่วนดินที่ขาดออกซิเจนจะมีสีดำ และจะมีกลิ่นเหม็นของกำมะถันหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (กรมประมง, 2550)

ตารางที่ 2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน

ครั้งที่	เวลา	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)		P-value
		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
1	เช้า	6.57±0.030 ^a	3.75±0.046 ^a	0.442
	บ่าย	6.53±0.051 ^a	9.37±0.085 ^a	0.543
2	เช้า	5.47±0.012 ^a	4.29±0.332 ^b	0.018
	บ่าย	6.68±0.125 ^a	7.90±0.031 ^a	0.176
3	เช้า	5.46±0.032 ^a	3.53±0.015 ^a	0.165
	บ่าย	7.14±0.032 ^a	6.54±0.025 ^a	0.539
4	เช้า	4.08±0.067 ^a	2.30±0.111 ^a	0.434
	บ่าย	6.45±0.304 ^a	4.80±0.100 ^a	0.086
5	เช้า	5.44±0.788 ^a	4.33±0.021 ^b	0.038
	บ่าย	7.16±0.106 ^a	7.55±0.026 ^a	0.142
6	เช้า	5.35±0.530 ^a	4.33±0.058 ^b	0.030
	บ่าย	6.68±0.166 ^a	8.91±0.010 ^b	0.026
7	เช้า	5.82±0.592 ^a	3.69±0.021 ^b	0.019
	บ่าย	7.71±0.980 ^a	7.52±0.026 ^a	0.119
8	เช้า	6.17±0.304 ^a	4.51±0.072 ^a	0.128
	บ่าย	8.54±0.185 ^a	8.65±0.020 ^a	0.142
9	เช้า	4.51±0.755 ^a	4.64±0.031 ^b	0.041
	บ่าย	6.22±1.616 ^a	7.44±0.012 ^b	0.021
10	เช้า	5.36±0.946 ^a	3.43±0.020 ^b	0.032
	บ่าย	7.85±0.608 ^a	7.60±0.015 ^b	0.019
11	เช้า	7.14±0.352 ^a	4.17±0.053 ^b	0.041
	บ่าย	8.24±0.0327 ^a	9.36±0.040 ^b	0.034
12	เช้า	7.45±0.345 ^a	4.58±0.020 ^a	0.113
	บ่าย	8.50±0.408 ^a	7.84±0.108 ^a	0.095

ตารางที่ 2 (ต่อ)

13	เช้า	6.38±0.117 ^a	4.70±0.010 ^a	0.069
	บ่าย	7.09±0.291 ^a	6.71±0.035 ^b	0.048
14	เช้า	6.75±0.042 ^a	4.71±0.015 ^a	0.129
	บ่าย	7.53±0.503 ^a	5.50±0.015 ^b	0.028
15	เช้า	7.24±0.529 ^a	5.35±0.014 ^b	0.021
	บ่าย	8.71±0.040 ^a	5.85±0.014 ^a	0.158
16	เช้า	6.89±0.090 ^a	4.87±0.006 ^a	0.107
	บ่าย	8.05±0.819 ^a	5.05±0.015 ^a	0.053
17	เช้า	6.83±0.348 ^a	4.04±0.021 ^a	0.053
	บ่าย	8.92±0.520 ^a	4.24±0.031 ^b	0.020
18	เช้า	6.41±0.922 ^a	5.05±0.030 ^b	0.026
	บ่าย	9.13±0.193 ^a	5.55±0.049 ^a	0.059
19	เช้า	6.07±0.050 ^a	5.06±0.015 ^a	0.265
	บ่าย	9.92±0.180 ^a	7.02±0.015 ^a	0.051
20	เช้า	6.01±0.572 ^a	4.47±0.025 ^b	0.019
	บ่าย	5.05±0.406 ^a	6.85±0.121 ^a	0.074
เฉลี่ยรวม	เช้า	6.07±0.900 ^a	4.29±0.050 ^a	0.110
	บ่าย	7.60±0.762 ^a	7.01±0.484 ^a	0.122

หมายเหตุ อักษร a, b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ (เช้า) 7.45 ± 0.147 และ 7.33 ± 0.050 (บ่าย) 7.84 ± 0.156 และ 7.74 ± 0.057 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และพบว่าตลอดการทดลอง ความเป็น

กรด-ด่างในช่วงเช้าและช่วงบ่ายในรอบวัน มีความแตกต่างกันไม่เกิน 2 หน่วย จากการทดลองครั้งนี้ ยังพบอีกว่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เพราะความเป็นกรด-ด่างในน้ำอยู่ระหว่าง 7.5 – 8.0 (กรมประมง ,2550)

ตารางที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน

ครั้งที่	เวลา	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ		P-value
		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
1	เช้า	7.89±0.015 ^a	7.41±0.090 ^a	0.182
	บ่าย	8.02±0.006 ^a	8.17±0.010 ^a	0.561
2	เช้า	7.28±0.015 ^a	7.44±0.040 ^a	0.212
	บ่าย	7.58±0.010 ^a	7.99±0.171 ^b	0.043
3	เช้า	7.88±0.086 ^a	7.37±0.078 ^a	0.888
	บ่าย	8.05±0.076 ^a	8.03±0.100 ^a	0.766
4	เช้า	7.35±0.105 ^a	7.53±0.058 ^a	0.439
	บ่าย	7.52±0.137 ^a	7.64±0.031 ^a	0.122
5	เช้า	7.54±0.140 ^a	7.44±0.021 ^b	0.036
	บ่าย	7.93±0.089 ^a	7.83±0.025 ^a	0.086
6	เช้า	7.39±0.147 ^a	7.16±0.010 ^b	0.034
	บ่าย	7.85±0.210 ^a	7.84±0.040 ^a	0.084
7	เช้า	7.43±0.170 ^a	7.27±0.021 ^b	0.037
	บ่าย	8.09±0.314 ^a	7.48±0.413 ^a	0.489
8	เช้า	7.36±0.057 ^a	7.14±0.012 ^a	0.074
	บ่าย	8.14±0.064 ^a	7.33±0.010 ^b	0.029
9	เช้า	7.27±0.019 ^a	7.16±0.020 ^a	0.609
	บ่าย	8.04±0.140 ^a	7.27±0.023 ^a	0.113
10	เช้า	7.09±0.081 ^a	7.24±0.020 ^a	0.132
	บ่าย	7.72±0.182 ^a	7.30±0.006 ^a	0.064
11	เช้า	7.32±0.219 ^a	7.46±0.036 ^a	0.054
	บ่าย	8.00±0.198 ^a	7.91±0.015 ^a	0.072

12	เช้า	7.73±0.317 ^a	7.09±0.012 ^b	0.022
	บ่าย	8.22±0.040 ^a	8.31±0.070 ^a	0.452
13	เช้า	7.56±0.408 ^a	7.56±0.408 ^a	1.000
	บ่าย	7.73±0.429 ^a	8.38±0.025 ^a	0.074
14	เช้า	7.23±0.168 ^a	7.35±0.040 ^a	0.067
	บ่าย	7.57±0.252 ^a	8.05±0.021 ^a	0.090
15	เช้า	7.44±0.081 ^a	7.25±0.014 ^a	0.052
	บ่าย	7.92±0.176 ^a	7.43±0.021 ^b	0.028
16	เช้า	7.50±0.265 ^a	7.07±0.012 ^b	0.030
	บ่าย	7.92±0.138 ^a	7.46±0.010 ^b	0.031
17	เช้า	7.62±0.200 ^a	7.36±0.026 ^a	0.166
	บ่าย	7.96±0.148 ^a	7.52±0.021 ^a	0.070
18	เช้า	7.32±0.146 ^a	7.45±0.025 ^a	0.058
	บ่าย	7.75±0.245 ^a	7.55±0.046 ^b	0.033
19	เช้า	7.33±0.174 ^a	7.38±0.020 ^b	0.029
	บ่าย	7.44±0.154 ^a	7.69±0.036 ^a	0.093
20	เช้า	7.22±0.089 ^a	7.38±0.035 ^a	0.139
	บ่าย	7.33±0.108 ^a	7.61±0.045 ^a	0.177
<hr/>				
เฉลี่ยรวม	เช้า	7.45±0.147 ^a	7.33±0.050 ^a	0.213
	บ่าย	7.84±0.156 ^a	7.74±0.057 ^a	0.174

หมายเหตุ อักษร a,b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความเค็มของน้ำ (Salinity)

จากการทดลองครั้งนี้ ความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ 20.23 ± 0.029 และ 29.12 ± 0.374 ppt ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ซึ่งความเค็มของน้ำจากทั้ง 2 การทดลองมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และพบว่าความเค็มของน้ำในการทดลองครั้งนี้

เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้ง คือ อยู่ในช่วง 2 – 35 ppt (กรมประมง,2550) การเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็มที่ไม่เหมาะสมจะทำให้กุ้งมีเปลือกบางและอาจมีการเกร็งของกล้ามเนื้อกุ้งเมื่อสัมผัสกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงฉับพลันทำให้กุ้งตาย

ตารางที่ 4 ความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน

ครั้งที่	ความเค็มของน้ำ (ppt)		P-value
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
1	24.00±0.000 ^a	32.00±0.000 ^b	0.000
2	24.00±0.000 ^a	32.33±0.577 ^b	0.016
3	21.00±0.000 ^a	30.67±0.577 ^b	0.016
4	21.00±0.000 ^a	32.00±0.000 ^b	0.000
5	21.00±0.000 ^a	32.00±1.000 ^a	0.116
6	20.67±0.577 ^a	32.33±1.155 ^a	0.148
7	19.00±0.000 ^a	33.00±0.000 ^b	0.000
8	19.00±0.000 ^a	33.33±0.577 ^b	0.016
9	19.00±0.000 ^a	33.00±0.000 ^b	0.000
10	19.00±0.000 ^a	30.00±0.000 ^b	0.000
11	19.00±0.000 ^a	29.00±0.000 ^b	0.000
12	19.00±0.000 ^a	27.67±1.155 ^b	0.016
13	19.00±0.000 ^a	27.33±0.577 ^b	0.016
14	20.00±0.000 ^a	27.67±0.577 ^b	0.016
15	20.00±0.000 ^a	27.33±0.707 ^b	0.016
16	20.00±0.000 ^a	24.00±0.000 ^b	0.000
17	20.00±0.000 ^a	24.00±0.000 ^b	0.000
18	20.00±0.000 ^a	24.67±0.577 ^b	0.016
19	20.00±0.000 ^a	25.00±0.000 ^b	0.000
20	20.00±0.000 ^a	25.00±0.000 ^b	0.000
เฉลี่ยรวม	20.23±0.029 ^a	29.12±0.374 ^b	0.020

หมายเหตุ อักษร a,b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ความเป็นด่าง (Alkalinity)

จากการทดลองในครั้งนี้ ความเป็นด่าง (Alkalinity) ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน มีค่าเท่ากับ 99.72 ± 3.899 และ 135.77 ± 1.304 (mg/L ของ CaCO_3) ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) และพบว่าความเป็นด่างของน้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 100-200 mg/L ของ CaCO_3 เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง ค่าความเป็นด่างดังกล่าวช่วยไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างในรอบวันมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความเครียดของกุ้งด้วยเช่นกัน ถ้ามีค่าความเป็นด่างต่ำกว่า 80 mg/L ของ CaCO_3 และค่าความเป็นกรด-ด่าง ช่วงเช้าต่ำกว่า 7.5 จะทำให้กุ้งลอกคราบไม่ออกและตายได้ แต่ถ้ากุ้งลอกคราบได้ขาจะหงิกงอและโตช้ามาก (อนุพงศ์, 2545)

ตารางที่ 5 ความเป็นด่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน

ครั้งที่	ความเป็นด่างของน้ำ (mg/L ของ CaCO_3)		P-value
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
1	96.67 ± 1.155^a	113.33 ± 1.528^a	0.653
2	100.00 ± 5.292^a	117.00 ± 1.000^b	0.050
3	88.00 ± 6.000^a	94.00 ± 0.000^a	0.116
4	84.00 ± 2.000^a	116.00 ± 1.000^a	0.422
5	90.00 ± 6.000^a	153.33 ± 5.033^a	0.866
6	88.00 ± 0.000^a	144.00 ± 1.000^a	0.116
7	84.00 ± 0.000^a	170.00 ± 1.000^a	0.116
8	79.33 ± 2.309^a	166.33 ± 0.577^b	0.044
9	88.00 ± 0.000^a	161.33 ± 1.528^b	0.050
10	84.00 ± 0.000^a	152.67 ± 3.055^b	0.050
11	101.00 ± 1.000^a	147.00 ± 1.732^a	0.230
12	96.67 ± 7.572^a	134.33 ± 0.577^b	0.027
13	98.67 ± 1.155^a	113.00 ± 3.000^a	0.339
14	103.67 ± 0.577^a	121.67 ± 0.577^a	1.000

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ครั้งที่	ความเป็นต่างของน้ำ (mg/L ของ CaCO ₃)		P-value
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	
15	114.00±15.620 ^a	110.67±1.155 ^b	0.022
16	105.67±1.528 ^a	130.33±0.577 ^a	0.184
17	114.00±12.124 ^a	180.00±1.000 ^b	0.021
18	117.67±2.887 ^a	122.33±0.577 ^b	0.035
19	130.67±6.110 ^a	130.33±0.577 ^b	0.067
20	130.33±6.658 ^a	137.67±0.577 ^a	0.058
เฉลี่ยรวม	99.72±3.899 ^a	135.77±1.304 ^a	0.268

หมายเหตุ อักษร a,b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ปริมาณไนโตรเจน (NO₂)

ปริมาณไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกัน โดยมีค่าเฉลี่ย ทั้ง 2 ชุดการทดลอง คือ ฤดูฝน และฤดูแล้ง มีค่าเท่ากับ 1.22 ±0.056 และ 1.95±0.007 mg/L ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (P<0.05) โดยในฤดูแล้งจะมีปริมาณไนโตรเจนมากกว่าฤดูฝนเล็กน้อย จากกระบวนการ nitrification ถ้าในน้ำมีปริมาณออกซิเจนเพียงพอจะทำให้ปริมาณไนโตรเจนเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท (พวงษ์เชษฐ,ม.ป.ป.) และจากการทดลองครั้งนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำส่งผลให้การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนเกิดขึ้นช้าซึ่งจะส่งผลต่อกุ้งโดยตรง (ภิญโญ, 2545) พืชของไนโตรเจน จะไปออกซิไดซ์เหล็กขององค์ประกอบฮีโมโกลบินในสัตว์น้ำกลายเป็นเมทฮีโมโกลบิน ทำให้ไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนได้ จะเกิดการตายเนื่องจากการขาดออกซิเจน คาดว่าขบวนการนี้อาจเกิดขึ้นกับฮีโมไซยานินของกุ้งด้วย (ชลธ, 2543)

ตารางที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ฤดูต่างกัน

ครั้งที่	ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ (mg/L)		P-value
	ฤดูฝน	ฤดูร้อน	
1	0.02±0.016 ^a	0.25±0.014 ^a	1.000
2	0.03±0.002 ^a	0.35±0.028 ^a	0.093
3	0.02±0.001 ^a	0.38±0.006 ^b	0.016
4	0.06±0.040 ^a	0.35±0.011 ^b	0.157
5	0.20±0.000 ^a	0.10±0.001 ^b	0.016
6	0.20±0.000 ^a	0.24±0.005 ^b	0.000
7	0.05±0.000 ^a	0.41±0.003 ^b	0.016
8	0.03±0.001 ^a	0.76±0.009 ^a	0.116
9	0.20±0.000 ^a	0.91±0.005 ^b	0.016
10	0.08±0.001 ^a	0.94±0.006 ^a	0.116
11	0.17±0.000 ^a	1.43±0.017 ^b	0.016
12	0.75±0.000 ^a	3.06±0.006 ^b	0.016
13	1.14±0.002 ^a	2.85±0.010 ^a	0.561
14	1.62±0.338 ^a	2.42±0.009 ^b	0.018
15	2.47±0.278 ^a	0.94±0.006 ^b	0.017
16	2.80±0.051 ^a	3.61±0.002 ^a	0.061
17	2.87±0.104 ^a	4.06±0.002 ^a	0.108
18	3.73±0.111 ^a	4.95±0.003 ^b	0.029
19	3.30±0.021 ^a	5.28±0.001 ^a	0.145
20	4.65±0.162 ^a	5.70±0.001 ^a	0.063
เฉลี่ยรวม	1.22±0.056 ^a	1.95±0.007 ^a	0.185

หมายเหตุ อักษร a,b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในฤดูกาลที่ต่างกันระหว่างฤดูฝน และฤดูร้อน ในบ่อปูพื้นด้วยโพลีเอสเตอร์โดยมีผลผลิตกุ้งขาว ทั้ง 2 ชุดการทดลอง พบว่า กุ้งที่เลี้ยงมีขนาดเฉลี่ย 20.87 และ 21.95 กรัมต่อตัว ตามลำดับ อัตราการการรอดของกุ้งโดยเฉลี่ย มีอัตราการรอด 80 เปอร์เซ็นต์ ทั้งชุดการทดลอง

จากทั้ง 2 ชุดการทดลอง ที่ฤดูฝน และฤดูร้อน อุณหภูมิ มีค่าเท่ากับ (เช้า) 25.10 ± 0.426 และ 28.51 ± 1.495 องศาเซลเซียส (บ่าย) 28.52 ± 0.426 และ 30.18 ± 0.122 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าเท่ากับ (เช้า) 6.07 ± 0.900 และ 4.29 ± 0.050 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงบ่าย 7.60 ± 0.762 และ 7.01 ± 0.484 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีค่าสูงสุดที่ (บ่าย) 9.92 ± 0.180 และ 9.37 ± 0.085 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำสุดที่ (เช้า) 4.08 ± 0.067 และ 2.30 ± 0.111 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ (เช้า) 7.45 ± 0.147 และ 7.33 ± 0.050 (บ่าย) 7.84 ± 0.156 และ 7.74 ± 0.057 ตามลำดับ ความเค็มของน้ำ มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.23 ± 0.029 และ 29.12 ± 0.374 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ความเป็นด่างมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 99.72 ± 3.899 และ 135.77 ± 1.304 มิลลิกรัมต่อกรัม ของ CaCO_3 ปริมาณไนโตรเจนในน้ำมีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 ± 0.056 และ 1.95 ± 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณภาพน้ำในการเลี้ยงโดยรวมมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งส่วนเรื่องของปริมาณออกซิเจนที่มีค่าต่ำสุดมีค่าน้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวทางแก้ไขคือ ผู้เลี้ยงต้องมีการจัดการเครื่องเพิ่มออกซิเจนที่เหมาะสม โดยจะต้องเหมาะสมกับฤดูกาลและความต้องการออกซิเจนในบ่อ ในกรณีที่ไม่สามารถทำได้ เกษตรกรอาจใช้ผงสารเคมี (สารประกอบออกไซด์ที่แตกตัวให้ออกซิเจน) เพื่อช่วยยกระดับขึ้นมาให้ทันก่อนที่การขาดออกซิเจนจะส่งผลเสียต่อกุ้งในบ่อ ดังนั้น การเลี้ยงกุ้งในฤดูฝน สามารถเลี้ยงแทนกุ้งในฤดูร้อนได้

ตารางที่ 7 สรุปคุณภาพน้ำเฉลี่ยในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ฤดูกาลที่ต่างกัน

คุณภาพน้ำ		ฤดูฝน	ฤดูร้อน	P-value
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	เช้า	25.10±0.426 ^a	28.51±1.495 ^a	0.289
	บ่าย	28.52±0.426 ^a	30.18±0.122 ^a	0.285
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l)	เช้า	6.07±0.900 ^a	4.29±0.050 ^a	0.110
	บ่าย	7.60±0.762 ^a	7.01±0.484 ^a	0.122
ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	เช้า	7.45±0.147 ^a	7.33±0.05 ^a	0.213
	บ่าย	7.84±0.156 ^a	7.74±0.057 ^a	0.174
ความเค็มของน้ำ (ppt)		20.23±0.029 ^a	29.12±0.374 ^b	0.020
ความเป็นด่างของน้ำ (mg/L ของ CaCO ₃)		99.72±3.899 ^a	135.77±1.304 ^a	0.223
ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ (mg/L)		1.22±0.056 ^a	1.95±0.007 ^a	0.129

หมายเหตุ อักษร a, b ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

บรรณานุกรม

- กรมประมง. 2550. การเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา. ส่วนเผยแพร่การประมง. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง.
- ชลอ ถิ์มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 206 หน้า
- ชลอ ถิ์มสุวรรณ. 2546. แนวเทคนิคบางจุดในการเลี้ยงวานาไมเพื่อความสำเร้จ. นิตยสารสัตว์น้ำ ฉบับที่ 161. หน้า 75 -78
- ธีรยุทธ น่วมทอง และคณะ. ผลของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) แบบพัฒนา. คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ. อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา.
- ปิยะบุตร วิณิชพงษ์พันธ์. 2545. ศาสตร์ของกุ้งขาวลิทอพีเนียส แวนนาไม. นิตยสารสัตว์น้ำ ฉบับที่ 158. หน้า 87 - 90.
- พจมาน เชยเดช และคณะ. การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในบ่อ ดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททีลีนด้วยน้ำความเค็มต่ำ. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ. หนังสือพิมพ์ กุ้งไทยฉบับพิเศษ ฉบับที่ 79
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. 1972 **A Practical Handbook of Seawater Analysis.** 2nd edition. The Alger Press Ltd. Ottawa, Canada. 310 pp.
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 25 ตุลาคม
จาก: <http://www.fisheries.go.th>
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 2 ธันวาคม
จาก :<http://www.fisheries.go.th/cf-chan>
- การเลี้ยงกุ้งขาว. 2550 . [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 13 พฤษภาคม
จาก: <http://www.forest.go.th>
- การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 13 พฤษภาคม
จาก:http://www.smbintertrade.com/th/smbintertrade_kn02_pe_wpasm.html
- การเพาะเลี้ยงกุ้งขาว. 2550 . [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 13 พฤษภาคม
จาก: <http://www.thailandshrimp.com>



ภาคผนวก (ก)

ตารางผนวกที่ 1 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
1	T ₁ R ₁	27.20	27.90	6.57	6.54	7.90	8.02	24.00	98.00	0.01
	T ₁ R ₂	27.50	28.20	6.54	6.47	7.89	8.01	24.00	96.00	0.02
	T ₁ R ₃	27.80	28.30	6.60	6.57	7.87	8.02	24.00	96.00	0.04
	ค่าเฉลี่ย	27.50	28.13	6.57	6.53	7.89	8.02	24.00	96.67	0.02
	Stan deviation	0.300	0.208	0.030	0.051	0.015	0.006	0.000	1.155	0.016
2	T ₁ R ₁	27.60	28.30	5.46	6.56	7.46	7.57	24.00	104.00	0.03
	T ₁ R ₂	27.60	28.80	5.48	6.81	7.49	7.58	24.00	102.00	0.04
	T ₁ R ₃	27.30	28.50	5.46	6.67	7.48	7.59	24.00	94.00	0.03
	ค่าเฉลี่ย	27.50	28.53	5.47	6.68	7.48	7.58	24.00	100.00	0.03
	Stan deviation	0.173	0.252	0.012	0.125	0.015	0.010	0.000	5.292	0.002
3	T ₁ R ₁	25.60	26.20	5.45	7.10	7.86	8.02	21.00	94.00	0.02
	T ₁ R ₂	25.60	26.20	5.50	7.16	7.97	8.00	21.00	82.00	0.02
	T ₁ R ₃	25.60	26.20	5.44	7.15	7.80	8.14	21.00	88.00	0.02
	ค่าเฉลี่ย	25.60	26.20	5.46	7.14	7.88	8.05	21.00	88.00	0.02
	Stan deviation	0.000	0.000	0.032	0.032	0.086	0.076	0.000	6.000	0.001

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
4	T ₁ R ₁	25.80	27.80	4.12	6.67	7.36	7.64	21.00	86.00	0.02
	T ₁ R ₂	25.70	27.90	4.11	6.57	7.45	7.54	21.00	82.00	0.05
	T ₁ R ₃	25.60	27.60	4.00	6.10	7.24	7.37	21.00	84.00	0.10
	ค่าเฉลี่ย	25.70	27.77	4.08	6.45	7.35	7.52	21.00	84.00	0.06
	Stan deviation	0.100	0.153	0.067	0.304	0.105	0.137	0.000	2.000	0.040
5	T ₁ R ₁	28.70	29.30	5.68	7.27	7.70	7.96	21.00	96.00	0.20
	T ₁ R ₂	28.50	30.10	6.08	7.14	7.48	7.83	21.00	84.00	0.20
	T ₁ R ₃	29.10	30.40	4.56	7.06	7.44	8.00	21.00	90.00	0.20
	ค่าเฉลี่ย	28.77	29.93	5.44	7.16	7.54	7.93	21.00	90.00	0.20
	Stan deviation	0.306	0.569	0.788	0.106	0.140	0.089	0.000	6.000	0.000
6	T ₁ R ₁	26.60	28.70	4.74	6.87	7.34	7.67	21.00	88.00	0.20
	T ₁ R ₂	26.40	28.50	5.58	6.56	7.56	8.08	20.00	88.00	0.20
	T ₁ R ₃	26.30	29.10	5.72	6.61	7.28	7.80	21.00	88.00	0.20
	ค่าเฉลี่ย	26.43	28.77	5.35	6.68	7.39	7.85	20.67	88.00	0.20
	Stan deviation	0.153	0.306	0.530	0.166	0.147	0.210	0.577	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
7	T ₁ R ₁	27.20	29.90	5.45	6.74	7.30	7.95	19.00	84.00	0.05
	T ₁ R ₂	27.80	27.80	5.50	7.70	7.36	7.87	19.00	84.00	0.05
	T ₁ R ₃	26.80	29.20	6.50	8.70	7.62	8.45	19.00	84.00	0.05
	ค่าเฉลี่ย	27.27	28.97	5.82	7.71	7.43	8.09	19.00	84.00	0.05
	Stan deviation	0.503	1.069	0.592	0.980	0.170	0.314	0.000	0.000	0.000
8	T ₁ R ₁	27.10	28.90	6.50	8.72	7.42	8.21	19.00	78.00	0.03
	T ₁ R ₂	27.00	28.10	5.90	8.54	7.31	8.10	19.00	78.00	0.03
	T ₁ R ₃	26.30	28.10	6.12	8.35	7.34	8.10	19.00	82.00	0.03
	ค่าเฉลี่ย	26.80	28.37	6.17	8.54	7.36	8.14	19.00	79.33	0.03
	Stan deviation	0.436	0.462	0.304	0.185	0.057	0.064	0.000	2.309	0.001
9	T ₁ R ₁	25.90	28.20	5.54	8.55	7.28	8.20	19.00	88.00	0.20
	T ₁ R ₂	25.70	28.10	3.75	4.77	7.28	8.06	19.00	88.00	0.20
	T ₁ R ₃	26.30	28.20	4.24	5.33	7.24	7.86	19.00	88.00	0.20
	ค่าเฉลี่ย	25.97	28.17	4.51	6.22	7.27	8.04	19.00	88.00	0.20
	Stan deviation	0.249	0.047	0.755	1.666	0.019	0.140	0.000	0.000	0.000

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
10	T ₁ R ₁	25.30	27.90	4.30	8.24	7.16	7.75	19.00	84.00	0.08
	T ₁ R ₂	24.50	27.40	6.11	8.16	7.00	7.88	19.00	84.00	0.08
	T ₁ R ₃	25.70	26.10	5.68	7.15	7.10	7.52	19.00	84.00	0.08
	ค่าเฉลี่ย	25.17	27.13	5.36	7.85	7.09	7.72	19.00	84.00	0.08
	Stan deviation	0.611	0.929	0.946	0.608	0.081	0.182	0.000	0.000	0.001
11	T ₁ R ₁	25.00	27.70	6.74	8.10	7.25	7.82	19.00	100.00	0.17
	T ₁ R ₂	24.60	27.00	7.40	8.00	7.15	7.96	19.00	101.00	0.17
	T ₁ R ₃	24.90	27.60	7.28	8.61	7.57	8.21	19.00	102.00	0.17
	ค่าเฉลี่ย	24.83	27.43	7.14	8.24	7.32	8.00	19.00	101.00	0.17
	Stan deviation	0.208	0.379	0.352	0.327	0.219	0.198	0.000	1.000	0.000
12	T ₁ R ₁	25.30	28.00	7.79	8.84	8.09	8.26	19.00	100.00	0.75
	T ₁ R ₂	25.70	26.80	7.47	8.62	7.51	8.18	19.00	102.00	0.75
	T ₁ R ₃	25.50	27.60	7.10	8.05	7.58	8.23	19.00	88.00	0.75
	ค่าเฉลี่ย	25.50	27.47	7.45	8.50	7.73	8.22	19.00	96.67	0.75
	Stan deviation	0.200	0.611	0.345	0.408	0.317	0.040	0.000	7.572	0.000

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
13	T ₁ R ₁	26.30	27.50	6.40	7.32	7.88	8.12	19.00	100.00	1.13
	T ₁ R ₂	26.30	27.30	6.25	6.76	7.10	7.27	19.00	98.00	1.14
	T ₁ R ₃	26.10	28.00	6.48	7.18	7.70	7.80	19.00	98.00	1.14
	ค่าเฉลี่ย	26.23	27.60	6.38	7.09	7.56	7.73	19.00	98.67	1.14
	Stan deviation	0.115	0.361	0.117	0.291	0.408	0.429	0.000	1.155	0.002
14	T ₁ R ₁	26.10	28.70	6.70	7.15	7.42	7.54	20.00	104.00	1.82
	T ₁ R ₂	26.20	29.10	6.78	7.34	7.17	7.34	20.00	103.00	1.23
	T ₁ R ₃	26.70	29.50	6.76	8.10	7.10	7.84	20.00	104.00	1.82
	ค่าเฉลี่ย	26.33	29.10	6.75	7.53	7.23	7.57	20.00	103.67	1.62
	Stan deviation	0.321	0.400	0.042	0.503	0.168	0.252	0.000	0.577	0.338
15	T ₁ R ₁	27.00	30.40	7.00	8.73	7.50	8.12	20.00	124.00	2.31
	T ₁ R ₂	27.10	28.70	7.85	8.66	7.35	7.82	20.00	122.00	2.31
	T ₁ R ₃	27.10	28.40	6.88	8.73	7.48	7.81	20.00	96.00	2.79
	ค่าเฉลี่ย	27.07	29.17	7.24	8.71	7.44	7.92	20.00	114.00	2.47
	Stan deviation	0.058	1.079	0.529	0.040	0.081	0.176	0.000	15.620	0.278

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
16	T ₁ R ₁	27.00	28.80	6.80	8.23	7.70	8.02	20.00	106.00	2.81
	T ₁ R ₂	27.00	29.80	6.88	7.16	7.60	7.97	20.00	107.00	2.84
	T ₁ R ₃	27.60	28.50	6.98	8.77	7.20	7.76	20.00	104.00	2.74
	ค่าเฉลี่ย	27.20	29.03	6.89	8.05	7.50	7.92	20.00	105.67	2.80
	Stan deviation	0.346	0.681	0.090	0.819	0.265	0.138	0.000	1.528	0.051
17	T ₁ R ₁	27.30	28.70	7.13	8.61	7.62	7.92	20.00	121.00	2.86
	T ₁ R ₂	26.40	29.80	6.92	9.52	7.82	8.12	20.00	100.00	2.77
	T ₁ R ₃	27.00	29.70	6.45	8.63	7.42	7.83	20.00	121.00	2.97
	ค่าเฉลี่ย	26.90	29.40	6.83	8.92	7.62	7.96	20.00	114.00	2.87
	Stan deviation	0.458	0.608	0.348	0.520	0.200	0.148	0.000	12.124	0.104
18	T ₁ R ₁	27.80	30.00	7.46	8.91	7.20	7.89	20.00	116.00	3.65
	T ₁ R ₂	27.70	30.00	6.04	9.27	7.48	7.90	20.00	121.00	3.69
	T ₁ R ₃	27.60	30.10	5.73	9.21	7.27	7.47	20.00	116.00	3.86
	ค่าเฉลี่ย	27.70	30.03	6.41	9.13	7.32	7.75	20.00	117.67	3.73
	Stan deviation	0.100	0.058	0.922	0.193	0.146	0.245	0.000	2.887	0.111

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งแวนนาไม ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-เดือนธันวาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
19	T ₁ R ₁	27.10	29.90	6.07	9.77	7.41	7.48	20.00	136.00	3.33
	T ₁ R ₂	27.30	30.20	6.12	10.12	7.45	7.57	20.00	124.00	3.30
	T ₁ R ₃	26.90	30.00	6.02	9.87	7.13	7.27	20.00	132.00	3.28
	ค่าเฉลี่ย	27.10	30.03	6.07	9.92	7.33	7.44	20.00	130.67	3.30
	Stan deviation	0.200	0.153	0.050	0.180	0.174	0.154	0.000	6.110	0.021
20	T ₁ R ₁	26.60	29.40	5.71	4.88	7.15	7.21	20.00	123.00	4.48
	T ₁ R ₂	26.30	29.00	6.67	4.75	7.32	7.42	20.00	136.00	4.68
	T ₁ R ₃	27.20	29.20	5.65	5.51	7.19	7.36	20.00	132.00	4.80
	ค่าเฉลี่ย	26.70	29.20	6.01	5.05	7.22	7.33	20.00	130.33	4.65
	Stan deviation	0.458	0.200	0.572	0.406	0.089	0.108	0.000	6.658	0.162

T : ชุดการทดลอง

R : จำนวนซ้ำ

ตารางผนวที่ 2 คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรที่
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
1	T ₂ R ₁	29.80	31.50	3.79	9.45	7.50	8.18	32.00	115.00	0.25
	T ₂ R ₂	29.50	31.50	3.76	9.37	7.32	8.17	32.00	113.00	0.26
	T ₂ R ₃	29.50	31.40	3.70	9.28	7.41	8.16	32.00	112.00	0.23
	ค่าเฉลี่ย	29.60	31.47	3.75	9.37	7.41	8.17	32.00	113.33	0.25
	Stan deviation	0.173	0.058	0.046	0.085	0.090	0.010	0.000	1.528	0.014
2	T ₂ R ₁	29.70	30.10	4.10	7.89	7.43	8.18	32.00	116.00	0.32
	T ₂ R ₂	29.70	30.10	4.67	7.93	7.40	7.94	33.00	118.00	0.38
	T ₂ R ₃	29.70	29.90	4.09	7.87	7.48	7.85	32.00	117.00	0.36
	ค่าเฉลี่ย	29.70	30.03	4.29	7.90	7.44	7.99	32.33	117.00	0.35
	Stan deviation	0.000	0.115	0.332	0.031	0.040	0.171	0.577	1.000	0.028
3	T ₂ R ₁	29.50	31.50	3.54	6.56	7.39	8.13	30.00	94.00	0.38
	T ₂ R ₂	29.30	31.70	3.51	6.54	7.43	8.02	31.00	94.00	0.37
	T ₂ R ₃	29.60	31.50	3.53	6.51	7.28	7.93	31.00	94.00	0.38
	ค่าเฉลี่ย	29.47	31.57	3.53	6.54	7.37	8.03	30.67	94.00	0.38
	Stan deviation	0.153	0.115	0.015	0.025	0.078	0.100	0.577	0.000	0.006

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
4	T ₂ R ₁	29.80	32.20	2.18	4.80	7.60	7.67	32.00	116.00	0.36
	T ₂ R ₂	29.80	32.10	2.40	4.70	7.50	7.65	32.00	115.00	0.34
	T ₂ R ₃	29.80	31.90	2.32	4.90	7.50	7.61	32.00	117.00	0.34
	ค่าเฉลี่ย	29.80	32.07	2.30	4.80	7.53	7.64	32.00	116.00	0.35
	Stan deviation	0.000	0.153	0.111	0.100	0.058	0.031	0.000	1.000	0.011
5	T ₂ R ₁	29.50	32.00	4.31	7.54	7.46	7.83	32.00	154.00	0.09
	T ₂ R ₂	29.60	31.80	4.35	7.58	7.43	7.81	31.00	148.00	0.10
	T ₂ R ₃	29.40	32.00	4.34	7.53	7.42	7.86	33.00	158.00	0.10
	ค่าเฉลี่ย	29.50	31.93	4.33	7.55	7.44	7.83	32.00	153.33	0.10
	Stan deviation	0.100	0.115	0.021	0.026	0.021	0.025	1.000	5.033	0.001
6	T ₂ R ₁	29.60	32.40	4.40	8.91	7.15	7.84	33.00	144.00	0.24
	T ₂ R ₂	29.60	32.10	4.30	8.90	7.17	7.88	33.00	143.00	0.24
	T ₂ R ₃	29.70	32.30	4.30	8.92	7.16	7.80	31.00	145.00	0.24
	ค่าเฉลี่ย	29.63	32.27	4.33	8.91	7.16	7.84	32.33	144.00	0.24
	Stan deviation	0.058	0.153	0.058	0.010	0.010	0.040	1.155	1.000	0.005

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
7	T ₂ R ₁	29.30	32.10	3.70	7.49	7.25	7.71	33.00	170.00	0.41
	T ₂ R ₂	29.40	32.20	3.67	7.54	7.29	7.72	33.00	171.00	0.41
	T ₂ R ₃	29.50	32.10	3.71	7.53	7.28	7.00	33.00	169.00	0.42
	ค่าเฉลี่ย	29.40	32.13	3.69	7.52	7.27	7.48	33.00	170.00	0.41
	Stan deviation	0.100	0.058	0.021	0.026	0.021	0.413	0.000	1.000	0.003
8	T ₂ R ₁	29.80	31.60	4.56	8.63	7.13	7.32	33.00	166.00	0.76
	T ₂ R ₂	29.50	31.40	4.55	8.67	7.15	7.33	34.00	167.00	0.75
	T ₂ R ₃	29.70	31.50	4.43	8.65	7.15	7.34	33.00	166.00	0.77
	ค่าเฉลี่ย	29.67	31.50	4.51	8.65	7.14	7.33	33.33	166.33	0.76
	Stan deviation	0.153	0.100	0.072	0.020	0.012	0.010	0.577	0.577	0.009
9	T ₂ R ₁	26.60	27.30	4.67	7.43	7.16	7.28	33.00	160.00	0.91
	T ₂ R ₂	26.20	27.40	4.61	7.45	7.18	7.28	33.00	161.00	0.91
	T ₂ R ₃	26.30	27.20	4.65	7.45	7.14	7.24	33.00	163.00	0.92
	ค่าเฉลี่ย	26.37	27.30	4.64	7.44	7.16	7.27	33.00	161.33	0.91
	Stan deviation	0.208	0.100	0.031	0.012	0.020	0.023	0.000	1.528	0.005

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
10	T ₂ R ₁	28.90	30.60	3.45	7.62	7.22	7.31	30.00	152.00	0.95
	T ₂ R ₂	28.70	30.30	3.41	7.59	7.26	7.30	30.00	156.00	0.93
	T ₂ R ₃	28.40	30.50	3.43	7.60	7.24	7.30	30.00	150.00	0.94
	ค่าเฉลี่ย	28.67	30.47	3.43	7.60	7.24	7.30	30.00	152.67	0.94
	Stan deviation	0.252	0.153	0.020	0.015	0.020	0.006	0.000	3.055	0.006
11	T ₂ R ₁	29.20	27.70	4.11	9.37	7.47	7.91	29.00	148.00	1.45
	T ₂ R ₂	29.20	27.00	4.21	9.40	7.49	7.93	29.00	148.00	1.42
	T ₂ R ₃	29.20	27.60	4.19	9.32	7.42	7.90	29.00	145.00	1.42
	ค่าเฉลี่ย	29.20	27.43	4.17	9.36	7.46	7.91	29.00	147.00	1.43
	Stan deviation	0.000	0.379	0.053	0.040	0.036	0.015	0.000	1.732	0.017
12	T ₂ R ₁	26.70	27.60	4.56	7.75	7.08	8.38	29.00	134.00	3.06
	T ₂ R ₂	26.80	27.70	4.58	7.81	7.10	8.30	27.00	135.00	3.06
	T ₂ R ₃	26.60	27.80	4.60	7.96	7.10	8.24	27.00	134.00	3.07
	ค่าเฉลี่ย	26.70	27.70	4.58	7.84	7.09	8.31	27.67	134.33	3.06
	Stan deviation	0.100	0.100	0.020	0.108	0.012	0.070	1.155	0.577	0.006

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นต่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
13	T ₂ R ₁	27.50	30.20	4.70	6.67	7.88	8.38	27.00	110.00	2.84
	T ₂ R ₂	27.80	30.40	4.69	6.74	7.10	8.40	28.00	113.00	2.85
	T ₂ R ₃	27.60	30.50	4.71	6.71	7.70	8.35	27.00	116.00	2.86
	ค่าเฉลี่ย	27.63	30.37	4.70	6.71	7.56	8.38	27.33	113.00	2.85
	Stan deviation	0.153	0.153	0.010	0.035	0.408	0.025	0.577	3.000	0.010
14	T ₂ R ₁	28.40	30.00	4.70	5.50	7.31	8.03	27.00	122.00	2.43
	T ₂ R ₂	28.60	30.20	4.73	5.49	7.36	8.04	28.00	122.00	2.41
	T ₂ R ₃	28.45	30.21	4.71	5.52	7.39	8.07	28.00	121.00	2.42
	ค่าเฉลี่ย	28.48	30.14	4.71	5.50	7.35	8.05	27.67	121.67	2.42
	Stan deviation	0.104	0.118	0.015	0.015	0.040	0.021	0.577	0.577	0.009
15	T ₂ R ₁	26.40	27.10	5.35	5.85	7.25	7.40	28.00	110.00	0.93
	T ₂ R ₂	26.30	27.10	5.37	5.87	7.27	7.43	27.00	112.00	0.94
	T ₂ R ₃	26.50	27.30	5.34	5.83	7.23	7.45	27.00	110.00	0.94
	ค่าเฉลี่ย	26.40	27.17	5.35	5.85	7.25	7.43	27.33	110.67	0.94
	Stan deviation	0.071	0.000	0.014	0.014	0.014	0.021	0.707	1.155	0.006

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรเจน
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
16	T ₂ R ₁	28.10	30.60	4.87	5.07	7.08	7.47	24.00	130.00	3.61
	T ₂ R ₂	28.30	30.40	4.87	5.05	7.08	7.45	24.00	131.00	3.62
	T ₂ R ₃	28.10	30.50	4.86	5.04	7.06	7.46	24.00	130.00	3.61
	ค่าเฉลี่ย	28.17	30.50	4.87	5.05	7.07	7.46	24.00	130.33	3.61
	Stan deviation	0.115	0.100	0.006	0.015	0.012	0.010	0.000	0.577	0.002
17	T ₂ R ₁	27.50	29.60	4.02	4.25	7.35	7.50	24.00	180.00	4.06
	T ₂ R ₂	27.40	29.30	4.03	4.27	7.39	7.53	24.00	181.00	4.05
	T ₂ R ₃	27.50	29.50	4.06	4.21	7.34	7.54	24.00	179.00	4.06
	ค่าเฉลี่ย	27.47	29.47	4.04	4.24	7.36	7.52	24.00	180.00	4.06
	Stan deviation	0.058	0.153	0.021	0.031	0.026	0.021	0.000	1.000	0.002
18	T ₂ R ₁	27.80	29.60	5.08	5.61	7.48	7.60	24.00	122.00	4.95
	T ₂ R ₂	27.70	29.50	5.02	5.52	7.43	7.51	25.00	123.00	4.94
	T ₂ R ₃	27.60	29.70	5.05	5.53	7.45	7.54	25.00	122.00	4.95
	ค่าเฉลี่ย	27.70	29.60	5.05	5.55	7.45	7.55	24.67	122.33	4.95
	Stan deviation	0.100	0.100	0.030	0.049	0.025	0.046	0.577	0.577	0.003

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงฤดูร้อน (เดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม)

ครั้งที่	ชุดการทดลอง	อุณหภูมิ		DO		pH		ความเค็ม	ความเป็นด่าง	ไนโตรที่
		AM	PM	AM	PM	AM	PM			
19	T ₂ R ₁	27.60	30.28	5.06	7.03	7.40	7.72	25.00	130.00	5.27
	T ₂ R ₂	27.90	30.30	5.04	7.00	7.36	7.70	25.00	131.00	5.28
	T ₂ R ₃	27.80	30.34	5.07	7.02	7.38	7.65	25.00	130.00	5.28
	ค่าเฉลี่ย	27.77	30.31	5.06	7.02	7.38	7.69	25.00	130.33	5.28
	Stan deviation	0.153	0.031	0.015	0.015	0.020	0.036	0.000	0.577	0.001
20	T ₂ R ₁	28.80	30.10	4.45	6.96	7.34	7.61	25.00	138.00	5.70
	T ₂ R ₂	28.70	30.05	4.47	6.87	7.41	7.65	25.00	137.00	5.70
	T ₂ R ₃	28.90	30.40	4.50	6.72	7.38	7.56	25.00	138.00	5.70
	ค่าเฉลี่ย	28.80	30.18	4.47	6.85	7.38	7.61	25.00	137.67	5.70
	Stan deviation	0.100	0.189	0.025	0.121	0.035	0.045	0.000	0.577	0.001

T : ชุดการทดลอง

R : จำนวนซ้ำ

ตารางผนวกที่ 3 Independent Samples T Test อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

ครั้งที่		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		Equality of Variances		t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
1	Equal variances assumed	0.4	0.561	-10.5	4	0	-2.1	0.2	-2.65529	-1.54471
	Equal variances not assumed			-10.5	3.2	0.001	-2.1	0.2	-2.71457	-1.48543
2	Equal variances assumed	16	0.016	-22	4	0	-2.2	0.1	-2.47764	-1.92236
	Equal variances not assumed			-22	2	0.002	-2.2	0.1	-2.63027	-1.76973
3	Equal variances assumed	16	0.016	-22	4	0	-2.2	0.1	-2.47764	-1.92236
	Equal variances not assumed			-22	2	0.002	-2.2	0.1	-2.63027	-1.76973
4	Equal variances assumed	4	0.116	-71	4	0	-4.1	0.05774	-4.2603	-3.9397
	Equal variances not assumed			-71	2	0	-4.1	0.05774	-4.34841	-3.85159
5	Equal variances assumed	3.21	0.148	-3.95	4	0.017	-0.7333	0.18559	-1.24862	-0.21805
	Equal variances not assumed			-3.95	2.42	0.042	-0.7333	0.18559	-1.41194	-0.05472
6	Equal variances assumed	2.57	0.184	-33.9	4	0	-3.2	0.09428	-3.46177	-2.93823
	Equal variances not assumed			-33.9	2.56	0	-3.2	0.09428	-3.53144	-2.86856
7	Equal variances assumed	3.74	0.125	-7.2	4	0.002	-2.1333	0.29627	-2.95592	-1.31075
	Equal variances not assumed			-7.2	2.16	0.015	-2.1333	0.29627	-3.32287	-0.9438
8	Equal variances assumed	5.26	0.083	-10.8	4	0	-2.8667	0.26667	-3.60705	-2.12628
	Equal variances not assumed			-10.8	2.48	0.004	-2.8667	0.26667	-3.82433	-1.909
9	Equal variances assumed	0.51	0.516	-1.87	4	0.134	-0.4	0.21344	-0.9926	0.1926
	Equal variances not assumed			-1.87	3.53	0.144	-0.4	0.21344	-1.02523	0.22523
10	Equal variances assumed	2.3	0.204	-9.17	4	0.001	-3.5	0.38152	-4.55926	-2.44074
	Equal variances not assumed			-9.17	2.66	0.004	-3.5	0.38152	-4.80699	-2.19301

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ) Independent Samples T Test อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

กรณี ที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2- tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
11	Equal variances assumed	10.3	0.033	-36.3	4	0	-4.3667	0.12019	-4.70035	-4.03298
	Equal variances not assumed			-36.3	2	0.001	-4.3667	0.12019	-4.88378	-3.84955
12	Equal variances assumed	0.8	0.422	-9.3	4	0.001	-1.2	0.1291	-1.55844	-0.84156
	Equal variances not assumed			-9.3	2.94	0.003	-1.2	0.1291	-1.61554	-0.78446
13	Equal variances assumed	0.24	0.653	-12.7	4	0	-1.4	0.11055	-1.70695	-1.09305
	Equal variances not assumed			-12.7	3.72	0	-1.4	0.11055	-1.71616	-1.08384
14	Equal variances assumed	5.39	0.081	-11	4	0	-2.15	0.19508	-2.69162	-1.60838
	Equal variances not assumed			-11	2.42	0.004	-2.15	0.19508	-2.86526	-1.43474
15	Equal variances assumed	0.4	0.561	10	4	0.001	0.6667	0.06667	0.48157	0.85176
	Equal variances not assumed			10	3.2	0.002	0.6667	0.06667	0.46181	0.87152
16	Equal variances assumed	6.4	0.065	-4.59	4	0.01	-0.9667	0.21082	-1.55199	-0.38134
	Equal variances not assumed			-4.59	2.44	0.03	-0.9667	0.21082	-1.73392	-0.19941
17	Equal variances assumed	5.73	0.075	-2.13	4	0.101	-0.5667	0.26667	-1.30705	0.17372
	Equal variances not assumed			-2.13	2.06	0.164	-0.5667	0.26667	-1.68087	0.54754
18	Equal variances assumed	0	1	0	4	1	0	0.08165	-0.2267	0.2267
	Equal variances not assumed			0	4	1	0	0.08165	-0.2267	0.2267
19	Equal variances assumed	0.08	0.789	-4.59	4	0.01	-0.6667	0.1453	-1.07007	-0.26326
	Equal variances not assumed			-4.59	3.74	0.012	-0.6667	0.1453	-1.08134	-0.252
20	Equal variances assumed	4.57	0.099	-7.76	4	0.001	-2.1	0.2708	-2.85186	-1.34814
	Equal variances not assumed			-7.76	2.19	0.012	-2.1	0.2708	-3.17344	-1.02656

ตารางผนวกที่ 4 Independent Samples T Test อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย

กรณี ที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2- tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
1	Equal variances assumed	5	0.089	-26.7	4	0	-3.3333	0.12472	-3.67962	-2.98705
	Equal variances not assumed			-26.7	2.31	0.001	-3.3333	0.12472	-3.80721	-2.85946
2	Equal variances assumed	1.36	0.308	-9.38	4	0.001	-1.5	0.15986	-1.94385	-1.05615
	Equal variances not assumed			-9.38	2.81	0.003	-1.5	0.15986	-2.0292	-0.9708
3	Equal variances assumed	16	0.016	-80.5	4	0	-5.3667	0.06667	-5.55176	-5.18157
	Equal variances not assumed			-80.5	2	0	-5.3667	0.06667	-5.65351	-5.07982
4	Equal variances assumed	0	1	-34.5	4	0	-4.3	0.12472	-4.64628	-3.95372
	Equal variances not assumed			-34.5	4	0	-4.3	0.12472	-4.64628	-3.95372
5	Equal variances assumed	5.81	0.074	-5.97	4	0.004	-2	0.335	-2.9301	-1.0699
	Equal variances not assumed			-5.97	2.17	0.022	-2	0.335	-3.34123	-0.65877
6	Equal variances assumed	1.54	0.283	-17.7	4	0	-3.5	0.1972	-4.04752	-2.95248
	Equal variances not assumed			-17.7	2.94	0	-3.5	0.1972	-4.13475	-2.86525
7	Equal variances assumed	6.83	0.059	-5.12	4	0.007	-3.1667	0.61824	-4.88318	-1.45015
	Equal variances not assumed			-5.12	2.01	0.036	-3.1667	0.61824	-5.81202	-0.52131
8	Equal variances assumed	9.26	0.038	-11.5	4	0	-3.1333	0.27285	-3.89087	-2.37579
	Equal variances not assumed			-11.5	2.19	0.005	-3.1333	0.27285	-4.21612	-2.05055
9	Equal variances assumed	0.4	0.561	13	4	0	0.8667	0.06667	0.68157	1.05176
	Equal variances not assumed			13	3.2	0.001	0.8667	0.06667	0.66181	1.07152
10	Equal variances assumed	6.41	0.065	-6.13	4	0.004	-3.3333	0.54365	-4.84275	-1.82392
	Equal variances not assumed			-6.13	2.11	0.023	-3.3333	0.54365	-5.56127	-1.1054

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ) Independent Samples T Test อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย

กรณี ที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2- tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
11	Equal variances assumed	0	1	0	4	1	0	0.30912	-0.85826	0.85826
	Equal variances not assumed			0	4	1	0	0.30912	-0.85826	0.85826
12	Equal variances assumed	5.327	0.082	-0.65	4	0.55	-0.2333	0.35746	-1.2258	0.75914
	Equal variances not assumed			-0.65	2.11	0.578	-0.2333	0.35746	-1.69884	1.23218
13	Equal variances assumed	2.579	0.184	-12.2	4	0	-2.7667	0.22608	-3.39436	-2.13897
	Equal variances not assumed			-12.2	2.7	0.002	-2.7667	0.22608	-3.53438	-1.99896
14	Equal variances assumed	1.684	0.264	-4.3	4	0.013	-1.0367	0.24085	-1.70539	-0.36795
	Equal variances not assumed			-4.3	2.35	0.037	-1.0367	0.24085	-1.93881	-0.13452
15	Equal variances assumed	10.7	0.031	3.193	4	0.033	2	0.62628	0.26118	3.73882
	Equal variances not assumed			3.193	2.05	0.083	2	0.62628	-0.63761	4.63761
16	Equal variances assumed	7.921	0.048	-3.69	4	0.021	-1.4667	0.39721	-2.56951	-0.36383
	Equal variances not assumed			-3.69	2.09	0.062	-1.4667	0.39721	-3.10975	0.17642
17	Equal variances assumed	7.877	0.048	-0.18	4	0.863	-0.0667	0.36209	-1.072	0.93866
	Equal variances not assumed			-0.18	2.25	0.869	-0.0667	0.36209	-1.46931	1.33598
18	Equal variances assumed	0.4	0.561	6.5	4	0.003	0.4333	0.06667	0.24824	0.61843
	Equal variances not assumed			6.5	3.2	0.006	0.4333	0.06667	0.22848	0.63819
19	Equal variances assumed	4.734	0.095	-3.04	4	0.038	-0.2733	0.08994	-0.52304	-0.02362
	Equal variances not assumed			-3.04	2.16	0.085	-0.2733	0.08994	-0.63413	0.08746
20	Equal variances assumed	0.021	0.892	-6.19	4	0.003	-0.9833	0.15899	-1.42476	-0.54191
	Equal variances not assumed			-6.19	3.99	0.004	-0.9833	0.15899	-1.42529	-0.54138

ตารางผนวกที่ 5 Independent Samples T Test ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

การ เปรียบเทียบ		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		Equality of Variances		t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
1	Equal variances assumed	0.73	0.442	89.18	4	0	2.82	0.03162	2.7322	2.9078
	Equal variances not assumed			89.18	3.45	0	2.82	0.03162	2.72637	2.91363
2	Equal variances assumed	14.9	0.018	6.152	4	0.004	1.18	0.1918	0.64747	1.71253
	Equal variances not assumed			6.152	2.01	0.025	1.18	0.1918	0.35664	2.00336
3	Equal variances assumed	2.88	0.165	94.25	4	0	1.9367	0.02055	1.87962	1.99372
	Equal variances not assumed			94.25	2.86	0	1.9367	0.02055	1.86942	2.00392
4	Equal variances assumed	0.76	0.434	23.72	4	0	1.7767	0.07491	1.56869	1.98464
	Equal variances not assumed			23.72	3.27	0	1.7767	0.07491	1.54897	2.00437
5	Equal variances assumed	9.35	0.038	2.432	4	0.072	1.1067	0.45506	-0.15678	2.37011
	Equal variances not assumed			2.432	2	0.135	1.1067	0.45506	-0.84868	3.06201
6	Equal variances assumed	10.8	0.03	3.292	4	0.03	1.0133	0.30782	0.15868	1.86799
	Equal variances not assumed			3.292	2.05	0.079	1.0133	0.30782	-0.28214	2.30881
7	Equal variances assumed	14.7	0.019	6.205	4	0.003	2.1233	0.34218	1.17328	3.07338
	Equal variances not assumed			6.205	2.01	0.025	2.1233	0.34218	0.65451	3.59215
8	Equal variances assumed	3.66	0.128	9.214	4	0.001	1.66	0.18015	1.15981	2.16019
	Equal variances not assumed			9.214	2.23	0.008	1.66	0.18015	0.95572	2.36428
9	Equal variances assumed	8.91	0.041	-0.25	4	0.815	-0.1333	0.53436	-1.61696	1.3503
	Equal variances not assumed			-0.25	2	0.826	-0.1333	0.53436	-2.42773	2.16106
10	Equal variances assumed	10.3	0.032	3.54	4	0.024	1.9333	0.54609	0.41715	3.44951
	Equal variances not assumed			3.54	2	0.071	1.9333	0.54609	-0.41428	4.28095

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ) Independent Samples T Test ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

File No.		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
11	Equal variances assumed	8.89	0.041	14.47	4	0	2.97	0.20526	2.4001	3.5399
	Equal variances not assumed			14.47	2.09	0.004	2.97	0.20526	2.12249	3.81751
12	Equal variances assumed	4.1	0.113	14.39	4	0	2.8733	0.19969	2.31889	3.42777
	Equal variances not assumed			14.39	2.01	0.005	2.8733	0.19969	2.01958	3.72708
13	Equal variances assumed	6.11	0.069	24.78	4	0	1.6767	0.06766	1.48881	1.86452
	Equal variances not assumed			24.78	2.03	0.002	1.6767	0.06766	1.38955	1.96378
14	Equal variances assumed	3.64	0.129	79.42	4	0	2.0333	0.0256	1.96225	2.10442
	Equal variances not assumed			79.42	2.53	0	2.0333	0.0256	1.94255	2.12411
15	Equal variances assumed	13.5	0.021	6.188	4	0.003	1.89	0.30543	1.04198	2.73802
	Equal variances not assumed			6.188	2	0.025	1.89	0.30543	0.57793	3.20207
16	Equal variances assumed	4.3	0.107	38.72	4	0	2.02	0.05217	1.87514	2.16486
	Equal variances not assumed			38.72	2.02	0.001	2.02	0.05217	1.79725	2.24275
17	Equal variances assumed	7.4	0.053	13.89	4	0	2.7967	0.20138	2.23753	3.3558
	Equal variances not assumed			13.89	2.01	0.005	2.7967	0.20138	1.93605	3.65729
18	Equal variances assumed	11.9	0.026	2.552	4	0.063	1.36	0.53285	-0.11944	2.83944
	Equal variances not assumed			2.552	2	0.125	1.36	0.53285	-0.92805	3.64805
19	Equal variances assumed	1.68	0.265	33.57	4	0	1.0133	0.03018	0.92953	1.09714
	Equal variances not assumed			33.57	2.37	0	1.0133	0.03018	0.90108	1.12558
20	Equal variances assumed	14.3	0.019	4.646	4	0.01	1.5367	0.33077	0.61829	2.45504
	Equal variances not assumed			4.646	2.01	0.043	1.5367	0.33077	0.1187	2.95463

ตารางผนวกที่ 6 Independent Samples T Test ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย

ครั้งที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2 - tailed)	Mean Differen ce	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
1	Equal variances assumed	0.44	0.543	-49.5	4	0	-2.84	0.05735	-2.99923	-2.68077
	Equal variances not assumed			-49.5	3.29	0	-2.84	0.05735	-3.01385	-2.66615
2	Equal variances assumed	2.69	0.176	-16.3	4	0	-1.2167	0.07446	-1.4234	-1.00993
	Equal variances not assumed			-16.3	2.24	0.002	-1.2167	0.07446	-1.50662	-0.92671
3	Equal variances assumed	0.45	0.539	25.46	4	0	0.6	0.02357	0.53456	0.66544
	Equal variances not assumed			25.46	3.78	0	0.6	0.02357	0.53304	0.66696
4	Equal variances assumed	5.12	0.086	8.903	4	0.001	1.6467	0.18496	1.13313	2.1602
	Equal variances not assumed			8.903	2.43	0.007	1.6467	0.18496	0.97101	2.32233
5	Equal variances assumed	3.34	0.142	-6.24	4	0.003	-0.3933	0.06307	-0.56844	-0.21822
	Equal variances not assumed			-6.24	2.25	0.018	-0.3933	0.06307	-0.63791	-0.14876
6	Equal variances assumed	11.8	0.026	-23.2	4	0	-2.23	0.09626	-2.49727	-1.96273
	Equal variances not assumed			-23.2	2.01	0.002	-2.23	0.09626	-2.64136	-1.81864
7	Equal variances assumed	3.92	0.119	0.342	4	0.75	0.1933	0.56605	-1.37827	1.76494
	Equal variances not assumed			0.342	2	0.765	0.1933	0.56605	-2.23878	2.62545
8	Equal variances assumed	3.33	0.142	-1.06	4	0.351	-0.1133	0.10745	-0.41165	0.18498
	Equal variances not assumed			-1.06	2.05	0.4	-0.1133	0.10745	-0.56566	0.339
9	Equal variances assumed	13.5	0.021	-1.04	4	0.356	-1.2267	1.17783	-4.49685	2.04352
	Equal variances not assumed			-1.04	2	0.407	-1.2267	1.17783	-6.29416	3.84083
10	Equal variances assumed	14.7	0.019	0.703	4	0.521	0.2467	0.35087	-0.72751	1.22084
	Equal variances not assumed			0.703	2	0.555	0.2467	0.35087	-1.26119	1.75452

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) Independent Samples T Test ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย

ครั้งที่		Levene's Test	t-test for Equality of Means
----------	--	---------------	------------------------------

ที่		Equality of Variances								
		F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
11	Equal variances assumed	10	0.034	-5.92	4	0.004	-1.1267	0.19032	-1.65508	-0.59825
	Equal variances not assumed			-5.92	2.06	0.025	-1.1267	0.19032	-1.92275	-0.33058
12	Equal variances assumed	4.73	0.095	2.724	4	0.053	0.6633	0.24354	-0.01284	1.33951
	Equal variances not assumed			2.724	2.28	0.098	0.6633	0.24354	-0.27033	1.597
13	Equal variances assumed	7.94	0.048	2.242	4	0.088	0.38	0.16948	-0.09054	0.85054
	Equal variances not assumed			2.242	2.06	0.151	0.38	0.16948	-0.32983	1.08983
14	Equal variances assumed	11.3	0.028	6.98	4	0.002	2.0267	0.29036	1.22049	2.83285
	Equal variances not assumed			6.98	2	0.02	2.0267	0.29036	0.77954	3.2738
15	Equal variances assumed	3.01	0.158	109.7	4	0	2.8567	0.02603	2.78438	2.92895
	Equal variances not assumed			109.7	2.92	0	2.8567	0.02603	2.77259	2.94075
16	Equal variances assumed	7.35	0.053	6.34	4	0.003	3	0.47317	1.68627	4.31373
	Equal variances not assumed			6.34	2	0.024	3	0.47317	0.96547	5.03453
17	Equal variances assumed	14.1	0.02	15.56	4	0	4.6767	0.30057	3.84214	5.51119
	Equal variances not assumed			15.56	2.01	0.004	4.6767	0.30057	3.39187	5.96146
18	Equal variances assumed	6.81	0.059	31.12	4	0	3.5767	0.11494	3.25754	3.89579
	Equal variances not assumed			31.12	2.26	0.001	3.5767	0.11494	3.13292	4.02041
19	Equal variances assumed	7.62	0.051	27.8	4	0	2.9033	0.10446	2.61332	3.19335
	Equal variances not assumed			27.8	2.03	0.001	2.9033	0.10446	2.45994	3.34673
20	Equal variances assumed	5.8	0.074	-7.36	4	0.002	-1.8033	0.2449	-2.48329	-1.12337
	Equal variances not assumed			-7.36	2.35	0.011	-1.8033	0.2449	-2.71916	-0.88751

ตารางผนวกที่ 7 Independent Samples T Test ความเป็นกรด-ด่างในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

ครั้งที่		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		Equality of Variances		t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
1	Equal variances assumed	2.61	0.182	9.04	4	0.001	0.4767	0.0527	0.33034	0.623
	Equal variances not assumed			9.04	2.1	0.01	0.4767	0.0527	0.26132	0.69201
2	Equal variances assumed	2.21	0.212	1.6	4	0.184	0.04	0.02494	-0.02926	0.10926
	Equal variances not assumed			1.6	2.6	0.222	0.04	0.02494	-0.04769	0.12769
3	Equal variances assumed	0.02	0.888	7.61	4	0.002	0.51	0.067	0.32398	0.69602
	Equal variances not assumed			7.61	4	0.002	0.51	0.067	0.32318	0.69682
4	Equal variances assumed	0.74	0.439	-2.6	4	0.057	-0.1833	0.06936	-0.37591	0.00925
	Equal variances not assumed			-2.6	3.1	0.075	-0.1833	0.06936	-0.40003	0.03336
5	Equal variances assumed	9.57	0.036	1.27	4	0.275	0.1033	0.08172	-0.12355	0.33022
	Equal variances not assumed			1.27	2.1	0.329	0.1033	0.08172	-0.23439	0.44105
6	Equal variances assumed	10.1	0.034	2.74	4	0.052	0.2333	0.08531	-0.00352	0.47019
	Equal variances not assumed			2.74	2	0.111	0.2333	0.08531	-0.13054	0.5972
7	Equal variances assumed	9.43	0.037	1.55	4	0.196	0.1533	0.09894	-0.12136	0.42803
	Equal variances not assumed			1.55	2.1	0.258	0.1533	0.09894	-0.26072	0.56739
8	Equal variances assumed	5.81	0.074	6.37	4	0.003	0.2133	0.0335	0.12032	0.30634
	Equal variances not assumed			6.37	2.2	0.019	0.2133	0.0335	0.07921	0.34746
9	Equal variances assumed	0.31	0.609	6.05	4	0.004	0.1067	0.01764	0.05769	0.15564
	Equal variances not assumed			6.05	3.9	0.004	0.1067	0.01764	0.0573	0.15604
10	Equal variances assumed	3.57	0.132	-3.2	4	0.033	-0.1533	0.04807	-0.28681	-0.01986
	Equal variances not assumed			-3.2	2.2	0.074	-0.1533	0.04807	-0.34005	0.03339

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ) Independent Samples T Test ความเป็นกรด-ด่างในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

การเรียง ที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2- tailed)	Mean Differen ce	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
11	Equal variances assumed	7.3	0.054	-1.07	4	0.347	-0.1367	0.12837	-0.49307	0.21973
	Equal variances not assumed			-1.07	2.11	0.394	-0.1367	0.12837	-0.66274	0.38941
12	Equal variances assumed	13.3	0.022	3.463	4	0.026	0.6333	0.18291	0.1255	1.14117
	Equal variances not assumed			3.463	2.01	0.074	0.6333	0.18291	-0.15166	1.41833
13	Equal variances assumed	0	1	0	4	1	0	0.33347	-0.92585	0.92585
	Equal variances not assumed			0	4	1	0	0.33347	-0.92585	0.92585
14	Equal variances assumed	6.22	0.067	-1.24	4	0.285	-0.1233	0.09989	-0.40067	0.154
	Equal variances not assumed			-1.24	2.23	0.331	-0.1233	0.09989	-0.5133	0.26663
15	Equal variances assumed	7.48	0.052	3.993	4	0.016	0.1933	0.04842	0.0589	0.32777
	Equal variances not assumed			3.993	2.24	0.047	0.1933	0.04842	0.00502	0.38165
16	Equal variances assumed	10.9	0.03	2.791	4	0.049	0.4267	0.1529	0.00215	0.85118
	Equal variances not assumed			2.791	2.01	0.108	0.4267	0.1529	-0.22881	1.08215
17	Equal variances assumed	2.87	0.166	2.232	4	0.089	0.26	0.11648	-0.06339	0.58339
	Equal variances not assumed			2.232	2.07	0.151	0.26	0.11648	-0.22527	0.74527
18	Equal variances assumed	6.9	0.058	-1.6	4	0.185	-0.1367	0.08537	-0.37371	0.10037
	Equal variances not assumed			-1.6	2.12	0.244	-0.1367	0.08537	-0.4849	0.21157
19	Equal variances assumed	11.2	0.029	-0.49	4	0.648	-0.05	0.10132	-0.33132	0.23132
	Equal variances not assumed			-0.49	2.05	0.669	-0.05	0.10132	-0.47543	0.37543
20	Equal variances assumed	3.41	0.139	-2.84	4	0.047	-0.1567	0.05518	-0.30986	-0.00347
	Equal variances not assumed			-2.84	2.61	0.077	-0.1567	0.05518	-0.3481	0.03477

ตารางผนวกที่ 8 Independent Samples T Test ความเป็นกรด-ด่างในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงป่วย

ครั้งที่ ที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2 - tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
1	Equal variances assumed	0.4	0.561	-23	4	0	-0.1533	0.00667	-0.17184	-0.13482
	Equal variances not assumed			-23	3.2	0	-0.1533	0.00667	-0.17382	-0.13285
2	Equal variances assumed	8.53	0.043	-4.16	4	0.014	-0.41	0.09866	-0.68392	-0.13608
	Equal variances not assumed			-4.16	2.01	0.053	-0.41	0.09866	-0.83173	0.01173
3	Equal variances assumed	0.1	0.766	0.368	4	0.732	0.0267	0.0725	-0.17461	0.22795
	Equal variances not assumed			0.368	3.72	0.733	0.0267	0.0725	-0.18066	0.23399
4	Equal variances assumed	3.82	0.122	-1.57	4	0.192	-0.1267	0.08076	-0.35089	0.09756
	Equal variances not assumed			-1.57	2.2	0.246	-0.1267	0.08076	-0.44558	0.19225
5	Equal variances assumed	5.15	0.086	1.812	4	0.144	0.0967	0.05333	-0.05141	0.24474
	Equal variances not assumed			1.812	2.32	0.194	0.0967	0.05333	-0.10509	0.29842
6	Equal variances assumed	5.25	0.084	0.081	4	0.939	0.01	0.12315	-0.33193	0.35193
	Equal variances not assumed			0.081	2.15	0.942	0.01	0.12315	-0.48688	0.50688
7	Equal variances assumed	0.58	0.489	2.047	4	0.11	0.6133	0.29957	-0.21842	1.44508
	Equal variances not assumed			2.047	3.74	0.115	0.6133	0.29957	-0.24216	1.46883
8	Equal variances assumed	11.1	0.029	21.73	4	0	0.8067	0.03712	0.70361	0.90972
	Equal variances not assumed			21.73	2.1	0.002	0.8067	0.03712	0.65397	0.95936
9	Equal variances assumed	4.09	0.113	7.768	4	0.001	0.7733	0.09955	0.49693	1.04974
	Equal variances not assumed			7.768	2.07	0.015	0.7733	0.09955	0.35913	1.18754
10	Equal variances assumed	6.46	0.064	3.925	4	0.017	0.4133	0.1053	0.12096	0.7057
	Equal variances not assumed			3.925	2	0.059	0.4133	0.1053	-0.03888	0.86555

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) Independent Samples T Test ความเป็นกรด-ด่างในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงบ่าย

ครั้งที่		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		Equality of Variances		t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
11	Equal variances assumed	5.9	0.072	0.728	4	0.507	0.0833	0.11441	-0.23431	0.40098
	Equal variances not assumed			0.728	2.02	0.541	0.0833	0.11441	-0.40339	0.57005
12	Equal variances assumed	0.69	0.452	-1.78	4	0.149	-0.0833	0.04679	-0.21323	0.04656
	Equal variances not assumed			-1.78	3.19	0.167	-0.0833	0.04679	-0.22725	0.06058
13	Equal variances assumed	5.77	0.074	-2.61	4	0.06	-0.6467	0.24828	-1.33601	0.04268
	Equal variances not assumed			-2.61	2.01	0.12	-0.6467	0.24828	-1.70798	0.41465
14	Equal variances assumed	4.94	0.09	-3.25	4	0.031	-0.4733	0.14579	-0.87812	-0.06855
	Equal variances not assumed			-3.25	2.03	0.082	-0.4733	0.14579	-1.09258	0.14592
15	Equal variances assumed	11.5	0.028	4.769	4	0.009	0.49	0.10274	0.20475	0.77525
	Equal variances not assumed			4.769	2.08	0.038	0.49	0.10274	0.06414	0.91586
16	Equal variances assumed	10.6	0.031	5.718	4	0.005	0.4567	0.07986	0.23494	0.6784
	Equal variances not assumed			5.718	2.02	0.029	0.4567	0.07986	0.11645	0.79688
17	Equal variances assumed	6.05	0.07	5.007	4	0.007	0.4333	0.08654	0.19306	0.6736
	Equal variances not assumed			5.007	2.08	0.035	0.4333	0.08654	0.07417	0.7925
18	Equal variances assumed	10.2	0.033	1.411	4	0.231	0.2033	0.14414	-0.19688	0.60354
	Equal variances not assumed			1.411	2.14	0.286	0.2033	0.14414	-0.37974	0.7864
19	Equal variances assumed	4.83	0.093	-2.74	4	0.052	-0.25	0.09129	-0.50345	0.00345
	Equal variances not assumed			-2.74	2.22	0.1	-0.25	0.09129	-0.6079	0.1079
20	Equal variances assumed	2.67	0.177	-4.09	4	0.015	-0.2767	0.06766	-0.46452	-0.08881
	Equal variances not assumed			-4.09	2.68	0.033	-0.2767	0.06766	-0.50758	-0.04575

ตาราง ผนวกที่ 9 Independent Samples T Test ความเค็มของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

ครั้งที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
2	Equal variances assumed	16	0.016	-25	4	0	-8.3333	0.33333	-9.25882	-7.40785
	Equal variances not assumed			-25	2	0.002	-8.3333	0.33333	-9.76755	-6.89912
3	Equal variances assumed	16	0.016	-29	4	0	-9.6667	0.33333	-10.59215	-8.74118
	Equal variances not assumed			-29	2	0.001	-9.6667	0.33333	-11.10088	-8.23245
5	Equal variances assumed	4	0.116	-19.1	4	0	-11	0.57735	-12.60298	-9.39702
	Equal variances not assumed			-19.1	2	0.003	-11	0.57735	-13.48414	-8.51586
6	Equal variances assumed	3.2	0.148	-15.7	4	0	-11.6667	0.74536	-13.73611	-9.59723
	Equal variances not assumed			-15.7	2.94	0.001	-11.6667	0.74536	-14.06579	-9.26755
8	Equal variances assumed	16	0.016	-43	4	0	-14.3333	0.33333	-15.25882	13.40785
	Equal variances not assumed			-43	2	0.001	-14.3333	0.33333	-15.76755	12.89912
12	Equal variances assumed	16	0.016	-13	4	0	-8.6667	0.66667	-10.51763	-6.8157
	Equal variances not assumed			-13	2	0.006	-8.6667	0.66667	-11.5351	-5.79823
13	Equal variances assumed	16	0.016	-25	4	0	-8.3333	0.33333	-9.25882	-7.40785
	Equal variances not assumed			-25	2	0.002	-8.3333	0.33333	-9.76755	-6.89912
14	Equal variances assumed	16	0.016	-23	4	0	-7.6667	0.33333	-8.59215	-6.74118
	Equal variances not assumed			-23	2	0.002	-7.6667	0.33333	-9.10088	-6.23245
15	Equal variances assumed	16	0.016	-22	4	0	-7.3333	0.33333	-8.25882	-6.40785
	Equal variances not assumed			-22	2	0.002	-7.3333	0.33333	-8.76755	-5.89912
18	Equal variances assumed	16	0.016	-14	4	0	-4.6667	0.33333	-5.59215	-3.74118
	Equal variances not assumed			-14	2	0.005	-4.6667	0.33333	-6.10088	-3.23245

ตารางผนวกที่ 10 Independent Samples T Test ความเป็นต่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมใน

ครั้งที่		Levene's Test Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig.(2 - tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
1	Equal variances assumed	0.24	0.653	-15.1	4	0	-16.6667	1.10554	-19.73614	-13.59719
	Equal variances not assumed			-15.1	3.72	0	-16.6667	1.10554	-19.82831	-13.50502
2	Equal variances assumed	7.69	0.05	-5.47	4	0.005	-17	3.10913	-25.63232	-8.36768
	Equal variances not assumed			-5.47	2.14	0.027	-17	3.10913	-29.5591	-4.4409
3	Equal variances assumed	4	0.116	-1.73	4	0.158	-6	3.4641	-15.61789	3.61789
	Equal variances not assumed			-1.73	2	0.225	-6	3.4641	-20.90483	8.90483
4	Equal variances assumed	0.8	0.422	-24.8	4	0	-32	1.29099	-35.58438	-28.41562
	Equal variances not assumed			-24.8	2.94	0	-32	1.29099	-36.1554	-27.8446
5	Equal variances assumed	0.03	0.866	-14	4	0	-63.3333	4.52155	-75.88718	-50.77949
	Equal variances not assumed			-14	3.88	0	-63.3333	4.52155	-76.03835	-50.62832
6	Equal variances assumed	4	0.116	-97	4	0	-56	0.57735	-57.60298	-54.39702
	Equal variances not assumed			-97	2	0	-56	0.57735	-58.48414	-53.51586
7	Equal variances assumed	4	0.116	-149	4	0	-86	0.57735	-87.60298	-84.39702
	Equal variances not assumed			-149	2	0	-86	0.57735	-88.48414	-83.51586
8	Equal variances assumed	8.47	0.044	-63.3	4	0	-87	1.37437	-90.81586	-83.18414
	Equal variances not assumed			-63.3	2.25	0	-87	1.37437	-92.32823	-81.67177
9	Equal variances assumed	7.69	0.05	-83.2	4	0	-73.3333	0.88192	-75.78193	-70.88474
	Equal variances not assumed			-83.2	2	0	-73.3333	0.88192	-77.12792	-69.53875
10	Equal variances assumed	7.69	0.05	-38.9	4	0	-68.6667	1.76383	-73.56386	-63.76948
	Equal variances not assumed			-38.9	2	0.001	-68.6667	1.76383	-76.25583	-61.0775

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ) Independent Samples T Test ความเป็นต่างของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมใน

ครั้งที่		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		Equality of Variances		t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
11	Equal variances assumed	2	0.23	-39.8	4	0	-46	1.1547	-49.20596	-42.79404
	Equal variances not assumed			-39.8	3.2	0	-46	1.1547	-49.5482	-42.4581
12	Equal variances assumed	11.7	0.027	-8.59	4	0.001	-37.6667	4.38432	-49.83948	-25.49386
	Equal variances not assumed			-8.59	2.02	0.013	-37.6667	4.38432	-56.32459	-19.00874
13	Equal variances assumed	1.18	0.339	-7.72	4	0.002	-14.3333	1.85592	-19.4862	-9.18047
	Equal variances not assumed			-7.72	2.58	0.008	-14.3333	1.85592	-20.82295	-7.84371
14	Equal variances assumed	0	1	-38.2	4	0	-18	0.4714	-19.30883	-16.69117
	Equal variances not assumed			-38.2	4	0	-18	0.4714	-19.30883	-16.69117
15	Equal variances assumed	2.57	0.184	-26.2	4	0	-24.6667	0.94281	-27.28432	-22.04901
	Equal variances not assumed			-26.2	2.56	0	-24.6667	0.94281	-27.98104	-21.3523
16	Equal variances assumed	2.57	0.184	-26.2	4	0	-24.6667	0.94281	-27.28432	-22.04901
	Equal variances not assumed			-26.2	2.56	0	-24.6667	0.94281	-27.98104	-21.3523
17	Equal variances assumed	13.5	0.021	-9.4	4	0.001	-66	7.02377	-85.50111	-46.49889
	Equal variances not assumed			-9.4	2.03	0.011	-66	7.02377	-95.83544	-36.16456
18	Equal variances assumed	9.85	0.035	-2.75	4	0.052	-4.6667	1.69967	-9.38572	0.05238
	Equal variances not assumed			-2.75	2.16	0.102	-4.6667	1.69967	-11.48511	2.15178
19	Equal variances assumed	6.2	0.067	0.094	4	0.93	0.3333	3.54338	-9.50467	10.17134
	Equal variances not assumed			0.094	2.04	0.933	0.3333	3.54338	-14.65916	15.32582
20	Equal variances assumed	6.96	0.058	-1.9	4	0.13	-7.3333	3.85861	-18.04656	3.37989
	Equal variances not assumed			-1.9	2.03	0.196	-7.3333	3.85861	-23.70213	9.03546

ตารางผนวกที่ 11 Independent Samples T Test ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

ครั้งที่		Levene's Test		t-test for Equality of Means						
		Equality of Variances		t	df	Sig.(2-tailed)	Mean Difference	Std.Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
1	Equal variances assumed	0	1	-17.9	4	0	-0.2233	0.01247	-0.25796	-0.188
	Equal variances not assumed			-17.9	4	0	-0.2233	0.01247	-0.25796	-0.188
2	Equal variances assumed	4.83	0.093	-17.8	4	0	-0.32	0.01795	-0.36984	-0.2701
	Equal variances not assumed			-17.8	2.14	0.002	-0.32	0.01795	-0.39251	-0.2474
3	Equal variances assumed	16	0.016	-107	4	0	-0.3567	0.00333	-0.36592	-0.3474
	Equal variances not assumed			-107	2	0	-0.3567	0.00333	-0.37101	-0.3423
4	Equal variances assumed	3.03	0.157	-12	4	0	-0.29	0.02427	-0.35738	-0.2226
	Equal variances not assumed			-12	2.32	0.004	-0.29	0.02427	-0.38162	-0.1983
5	Equal variances assumed	16	0.016	31	4	0	0.1033	0.00333	0.09408	0.1125
	Equal variances not assumed			31	2	0.001	0.1033	0.00333	0.08899	0.1176
7	Equal variances assumed	16	0.016	-109	4	0	-0.3633	0.00333	-0.37259	-0.3540
	Equal variances not assumed			-109	2	0	-0.3633	0.00333	-0.37768	-0.3489
8	Equal variances assumed	4	0.116	-126	4	0	-0.73	0.00577	-0.74603	-0.7139
	Equal variances not assumed			-126	2	0	-0.73	0.00577	-0.75484	-0.7051
9	Equal variances assumed	16	0.016	-214	4	0	-0.7133	0.00333	-0.72259	-0.7040
	Equal variances not assumed			-214	2	0	-0.7133	0.00333	-0.72768	-0.6989
10	Equal variances assumed	4	0.116	-149	4	0	-0.86	0.00577	-0.87603	-0.8439
	Equal variances not assumed			-149	2	0	-0.86	0.00577	-0.88484	-0.8351

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ) Independent Samples T Test ปริมาณไนโตรเจนในน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในช่วงเช้า

ครั้งที่		Levene's Test	t-test for Equality of Means
----------	--	---------------	------------------------------

บรรณานุกรม

- กรมประมง. 2550. การเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา. ส่วนเผยแพร่การประมง. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง.
- ชลอ ถิ์มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สำนักงาน คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 206 หน้า
- ชลอ ถิ์มสุวรรณ. 2546. แนวเทคนิคบางจุดในการเลี้ยงวานาไมเพื่อความสำเร้จ. นิตยสารสัตว์น้ำ ฉบับที่ 161. หน้า 75 -78
- ธีรยุทธ น่วมทอง และคณะ. ผลของน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) แบบพัฒนา. คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ. อำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา.
- ปิยะบุตร วิณิชพงษ์พันธุ์. 2545. ศาสตร์ของกุ้งขาวลิทอพีเนียส แวนนาไม. นิตยสารสัตว์น้ำ ฉบับที่ 158. หน้า 87 - 90.
- พจมาน เชยเดช และคณะ. การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ที่เลี้ยงในบ่อ ดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททีลีนด้วยน้ำความเค็มต่ำ. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ. หนังสือพิมพ์ กุ้งไทยฉบับพิเศษ ฉบับที่ 79
- Strickland, J.D.H. and Parsons, T.R. 1972 **A Practical Handbook of Seawater Analysis.** 2nd edition. The Alger Press Ltd. Ottawa, Canada. 310 pp.
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 25 ตุลาคม
จาก: <http://www.fisheries.go.th>
- การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 2 ธันวาคม
จาก :<http://www.fisheries.go.th/cf-chan>
- การเลี้ยงกุ้งขาว. 2550 . [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 13 พฤษภาคม
จาก: <http://www.forest.go.th>
- การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม. 2550. [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 13 พฤษภาคม
จาก:http://www.smbintertrade.com/th/smbintertrade_kn02_pe_wpasm.html
- การเพาะเลี้ยงกุ้งขาว. 2550 . [ออนไลน์]. เข้าถึงเมื่อ: 13 พฤษภาคม
จาก: <http://www.thailandshrimp.com>



ภาคผนวก (ข)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล : นายสมพร ยีสมัน
 เกิดเมื่อ : 26 กรกฎาคม 2526
 ประวัติการศึกษา : วทบ. สาขาวิชาการประมง พ.ศ. 2552
 มหาวิทยาลัยแม่โจ้-ชุมพร จังหวัดชุมพร
 ประวัติการทำงาน : 2547-2552 ตรวจการประมง, กรมประมง

VITA

NAME : MR.SOMPORN YEESAMAN
 DATH OF BIRTH : 26 JULY 1983
 EDUCATION : BACHELOR OF SCENCE AQUACULTURE OF
 FISHERY, 2009 MAEJO UNIVERSITY AT CHUMPHON
 WORK EXPERIENCE : 2004-2009 FISHERY PATROL, DEPARTMENT OF
 FISHERIES