รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสะสมของปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) แบบพัฒนา

Accumulation of Geosmin และ MIB in intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds

ผู้วิจัย
นางสาวจริยาวดี สุริยพันธุ์
นางสาวชนัดดา เกตุมา

ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.๒๕๕๗
มหาวิทยาลัยบูรพา

การสะสมของปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) แบบพัฒนา

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอน คุณภาพน้ำ และกลิ่นไมพึงประสงค์ในบ่อดินที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำ (10-15 psu) และความเค็มปกติ (25-30 psu) ในปี พ.ศ. 2557 บ่อดินมีขนาด 3 ไร่ (0.48 เฮกแตร์) ความลึกน้ำ 1.5 เมตร ปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงที่ความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ (62 ตัวต่อตารางเมตร) เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวหน้าน้ำและที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตรจากพื้นท้องน้ำ ตัวอย่างดินตะกอนเก็บที่ระดับความลึก 5 เซนติเมตรจากผิวหน้าดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณไนโตรเจนรวม และปริมาณฟอสฟอรัสรวม ค่า Geosmin และ MIB จะวิเคราะห์หลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงได้ 30 วัน ผลการศึกษาพบว่าในพื้นที่ที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ พบ *Oscillatoria* เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่น ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนมีค่าอยู่ระหว่าง 29,730±7,661 ถึง 23,127±6,213 unit cell/L ในพื้นที่ที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ พบ *Nitzscia* เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่น ค่าเฉลี่ยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนมีค่าอยู่ระหว่าง 32,288±3,650 ถึง 35,379±4,697 unit cell/L ระดับของ geosmin and MIB ในน้ำมีค่าระหว่าง 0.73±0.91 ถึง 3.66±0.88 ug/l และ 0.14±0.01 to 1.20±0.87 ระดับของ geosmin และMIB ในดินมีค่าระหว่าง 1.63±1.42 ถึง 5.57±4.26 ug kg^{-1} และ 0.23±0.16 ถึง 0.89±0.59 ug kg^{-1}. ระดับของ geosmin and MIB ในกล้ามเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมมีค่าระหว่าง 0.82±0.84 ถึง 1.85±0.50 ug kg^{-1} และ 0.09±0.07 ถึง 0.52±0.53 ug kg^{-1}. นอกจากนี้ปริมาณ Geosmin และ MIB มีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำ ได้แก่ ปริมาณไนเตรท

คำสำคัญ: Geosmin, MIB, กลิ่นไม่พึงประสงค์, กุ้งขาวแวนนาไม

Accumulation of Geosmin และ MIB in intensive Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) culture ponds

ABSTRACT

The correlation of plankton water quality variables and off-flavor were monitored in two earthen ponds with low-salinity water (10-15 psu) and two earthen ponds with normal salinity (25-30 psu) in 2013. The earthen ponds, 3 rai (0.48 ha) per ponds, 1.5 meters water depth, were stocked 100,000 shrimp/rai (62 shrimp/m^2). The plankton and water samples were collected from 30 cms of water surface and 20 cms. from the bottom ponds. The soil samples were collected at a depth of 5 cms. below the sediment surface for total organic matter, total nitrogen and total phosphorus. Geosmin and 2-methylisobomeol (MIB) concentrations were evaluated monthly after 30 days culture. The result of low-salinity area culture, *Oscillatoria* was the dominant species and average density of plankton were 29,730±7,661 to 23,127±6,213 unit cell/L. Normal salinity area culture, *Nitzscia* was the dominant species and average density of plankton were 32,288±3,650 to 35,379±4,697 unit cell/L. Levels of geosmin and MIB in the water ranged from 0.73±0.91 to 3.66±0.88 ug/l and 0.14±0.01 to 1.20±0.87. Levels of geosmin and MIB in soil ranged from 1.63±1.42 to 5.57±4.26 ug kg^{-1} and 0.23±0.16 to0.89±0.59 ug kg^{-1}. Levels of geosmin and MIB in shrimp muscle ranged from 0.82±0.84 to 1.85±0.50 ug kg^{-1} and 0.09±0.07 to 0.52±0.53 ug kg^{-1}. Otherwise, geosmin and MIB concentration relate with total plankton and water quality such as nitrate.

Keywords: geosmin, MIB, Off-flavor, Pacific White shrimp

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องทดลอง และเครื่องมือในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณคุณชนัดดา เกตุมา อาจารย์จากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลตะวันออก ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่าง จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

จริยาวดี สุริยพันธุ์
หัวหน้าโครงการวิจัยฯ
มิถุนายน 2559

สารบัญ

	หน้า
หน้าปกใน	
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
กิตติกรรมประกาศ	
สารบัญ	
บทที่ 1	
- บทนำ	1
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
- ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	7
บทที่ 4 ผลการศึกษา	10
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการศึกษา และสรุปผลการศึกษา	41
บรรณานุกรม	44

การสะสมของปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) แบบพัฒนา

บทนำ
บทที่ 1

กุ้งขาวแวนนาไม *(Litopenaeus vannamei)* เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่เป็นที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายทั้งในพื้นที่บริเวณชายฝั่ง (25-30 psu) และพื้นที่ที่มีความเค็มต่ำ (10-15 psu) เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมมีการพัฒนาสายพันธุ์มาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตดี แม้จะเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูง ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ปล่อยกุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 25-30 ตัวต่อตารางเมตรต่อการเลี้ยงแต่ละรอบ อย่างไรก็ตามการปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงหนาแน่นส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในระหว่างการเลี้ยง ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มาจากอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เกษตรกรให้ในแต่ละมื้อรวมทั้งสองเสียที่ขับถ่ายออกมาจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ทำให้ในระหว่างการเลี้ยงจะพบการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชบ่อยครั้ง และส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ และคุณภาพดินโดยรวมภายในบ่อเมื่อแพลงก์ตอนพืชตายลงพร้อม ๆ กัน

นอกจากนี้ยังมีรายงานการเกิดกลิ่นโคลน (Musty หรือ earthy off flavor) เป็นกลิ่นไม่พึงประสงค์ที่เกิดกับสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงในพื้นที่ที่มีความเค็มต่ำ กลิ่นโคลนเกิดจากสารสองชนิดได้แก่ Geosmin (trans - 1, 10 - dimethyl - trans - 9 - decalol) และ MIB (2 -methylisoborneol (1, 2, 7, 7 - tetramethyl - exo - bicyclo - [2,2,1] - heptan - 2 - ol) สร้างโดยแบคทีเรียสกุล *Actinomycetes, Streptomyces, Fossombronia, Nocardia* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสกุล*Oscillatoria, Microcystis, Anabaena, Lyngbya, Aphanizomenon, Symploca* และ *Phromidium* (สมชาย, 2551) การบลูมของแพลงก์ตอนพืชอย่างต่อเนื่องและยาวนาน ทำให้เกิดการสะสมของสารกลุ่ม Geosmin และ MIB ในน้ำ ในดิน และในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม และถ้ามีการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะการการเลี้ยงจะทำให้เนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเกิดสีที่เปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ และกลิ่นดังกล่าวไม่เป็นที่ต้องการของตลาดในประเทศและต่างประเทศ

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะติดการการสะสมของสารที่ทำให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ทั้งในน้ำ ในดิน และในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงแบบพัฒนาที่เลี้ยงด้วยน้ำที่มีความเค็มแตกต่างกัน รวมทั้งยังศึกษาถึงคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไมทางประสาทสัมผัส ตามที่กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ (2548) กำหนดไว้ เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการการเลี้ยงให้มีประสิทธิภาพ ลดความเสียหายในระหว่างการเลี้ยง และทำให้เกษตรกรสามารถพัฒนาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อส่งออกได้ดีขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการสะสมของปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในน้ำ ในดิน และในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบพัฒนาที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำและน้ำความเค็มปกติ

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คุณภาพดิน และปริมาณแพลงก์ตอนพืชต่อการสะสมของปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในน้ำ ในดิน และในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมภายในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบพัฒนาที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำและน้ำความเค็มปกติ

3.เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพกุ้งขาวแวนนาไมทางประสาทสัมผัสต่อการสะสมของสาร Geosmin และ MIB เนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำและน้ำความเค็มปกติ

ขอบเขตงานวิจัย

ทำการศึกษาในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ (10-15 psu) ในจังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 2 บ่อ และในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมความเค็มปกติ (25-30 psu) ในจังหวัดจันทบุรี จำนวน 2 บ่อ เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง

การศึกษาแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ช่วงเตรียมบ่อ และหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยง แต่ละช่วงเก็บตัวอย่างดิน ตัวอย่างน้ำ และแพลงก์ตอน เพื่อวิเคราะห์สมบัติของดิน สมบัติของน้ำบางประการ รวมทั้งปริมาณสาร Geosmin และ MIB นอกจากนี้ยังทำการศึกษาชนิด และปริมาณ เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชภายในบ่อ

สำหรับการศึกษาปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมจะเริ่มเก็บตัวอย่างกุ้งขาวแวนนาไมโดยเหวี่ยงแหสุ่ม ตัวอย่างกุ้งขาวแวนนาไมบ่อละ 50 ตัว ชั่งน้ำหนักและแช่ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์การเจริญเติบโตและนำไปตรวจคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์แนวโน้ม และความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คุณภาพดินต่อการสะสมของปริมาณสาร Geosmin และ MIB ในน้ำ ในดินและเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม และคุณภาพของเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมตลอดระยะเวลาการเลี้ยง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กุ้งขาวแวนนาไม หรือกุ้งขาวแปซิฟิก มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Litopenaeus vannamei* ชื่อสามัญคือ whiteleg shrimp เป็นกุ้งพื้นเมืองในทวีปอเมริกาใต้ พบทั่วไปบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก จากตอนเหนือของประเทศเม็กซิโกจนถึงตอนเหนือของประเทศเปรู กุ้งขาวแวนนาไมมีการเลี้ยงกันมากในประเทศเอกวาดอร์ เม็กซิโก เปรู ปานามา ฮอนดูรัส โคลัมเบียและบราซิล (Rosenbery, 1998) การเพาะเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei*) หรือกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทยเริ่มต้นในปี 2545 กรมประมงได้อนุญาตให้นำพ่อแม่พันธุ์ที่ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen Free, SPF) จากต่างประเทศเข้ามาทดลองเลี้ยงแทนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) ที่ประสบปัญหากุ้งโตช้า มีขนาดที่แตกต่างกันมาก เกษตรกรต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานขึ้น และส่วนใหญ่ประสบปัญหาขาดทุน กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่มีการพัฒนาสายพันธุ์มาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้อัตราการเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูงในระยะเวลาสั้น ทำให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ชลอและพรเลิศ, 2547)

ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวถึงรูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยแบ่งตามความเค็มของน้ำได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำ เป็นการเลี้ยงในเขตพื้นที่ทางภาคกลาง โดยจะใช้น้ำเค็มจากนาเกลือที่มีความเค็ม 100-200 พีพีที มาเติมในน้ำจืดเพื่อให้ได้ระดับความเค็มประมาณ 8-10 psu แล้วเลี้ยงในระบบปิด มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อย มีการกั้นคอกก่อน โดยใช้ผ้าพลาสติกพื้นที่ประมาณ 100-150 ตารางเมตร ความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร แล้วเติมน้ำจากนาเกลือเข้าไปในคอกจนได้ความเค็มประมาณ 8-10 พีพีที หลังจากนั้นก็จะใช้ลูกกุ้งซึ่งปรับความเค็มจากโรงเพาะฟักมาแล้วโดยลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 10-12 มาปล่อยในคอกอนุบาลประมาณ 3-4 วัน ก็เปิดคอกออกมาจะอนุบาลในคอกไม่นาน ถ้าปล่อยลูกกุ้ง 100,000 ตัว จะมีผลผลิตประมาณ 1,000 กิโลกรัม (1 ตัน) หรือมากกว่า 1 ตันเล็กน้อยได้กุ้งขนาด 60-80 ตัวต่อกิโลกรัม ภายใต้ระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน

2. การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติ คือ น้ำที่มีความเค็ม 25 psu ขึ้นไปในพื้นที่ริมชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะการเลี้ยงทางภาคใต้ ส่วนใหญ่จะมีการปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่นมากกว่า 120,000 ตัวต่อไร่ ผลผลิตประมาณ 2 ตันต่อไร่ อัตรารอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติจะได้ผลดีกว่าน้ำความเค็มต่ำ เนื่องจากมีการถ่ายน้ำในปริมาณที่มากในช่วงท้ายๆ ของการเลี้ยง

รูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ Intensive system หรือ การเลี้ยงกุ้งระบบพัฒนา เกษตรกรจะปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงด้วยความหนาแน่นสูง ในพื้นที่บ่อที่มีขนาดเล็กแต่ให้ความสำคัญในการเตรียมบ่อและการจัดการฟาร์มมากขึ้น ใช้อาหารที่มีโปรตีนสูง เนื่องจากปล่อยกุ้งที่มีความหนาแน่นสูง จำนวนเครื่องให้อากาศต้องเพียงพอ มีการใช้สารเคมีเช่น

คลอรีน ไอโอดิน ปูนขาว เพื่อปรับสภาพพื้นบ่อ หรือคุณภาพน้ำทั้งในช่วงเตรียมบ่อ และในระหว่างการเลี้ยง รวมทั้งป้องกันการเกิดโรค (Jory and Cebrera, 2003)

บทบาทของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary producer) ที่สำคัญในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ และเป็นจุดเริ่มต้นของสายใยอาหาร และเป็นอาหารธรรมชาติของปลา และครัสเตเชียน (Boyd and Tucker, 1998) นอกจากนี้ยังเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ (ลัดดา, 2542; พรศิลป์, 2544; ลัดดา และโสภณา, 2546 และ มาลินีและชิดชัย, 2548) และมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อ (บุณฑริกา,2547 ; Boyd and Tucker, 1998) อย่างไรก็ตามแพลงก์ตอนพืชมีวงจรชีวิตเพียง 1-2 สัปดาห์จากนั้นจะตาย (Boyd, 1982) แต่การเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนในระหว่างการเลี้ยง หรือที่เรียกว่า plankton crash หรือ **แพลงก์ตอนดรอป** หรือที่เกษตรกรเรียกว่า **สีน้ำล้ม** จะเกิดหลังจากที่มีการบลูมของแพลงก์ตอนแล้วระยะหนึ่ง ซึ่งจะพบแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นเพียงหนึ่งกลุ่มหรือสองกลุ่มเท่านั้น (Chanratchakool *et al*.,1993 และชลอและพรเลิศ,2547) การเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนภายในบ่ออย่างรุนแรง หรือ การเกิด plankton crash หรือสีน้ำล้มในระหว่างการเลี้ยงจะมีความรุนแรงมาก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ และสภาพบ่ออย่างเฉียบพลัน การตายของแพลงก์ตอนจะทำให้เกิดฟอง หรือฝ้าจำนวนมากที่ผิวหน้าน้ำ พบตะกอนจำนวนมากในมวลน้ำ น้ำหนืด มีกลิ่นคาวอย่างรุนแรง (โสภณและชูสินธุ์, 2542) การตายของแพลงก์ตอนดังกล่าว ภายหลังการบลูมของแพลงก์ตอนภายในบ่อนอกจากจะเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำภายในบ่อแล้วยังมีผลต่อการปลดปล่อยสาร Geosmin หรือ(trans - 1, 10 - dimethyl - trans - 9 - decalol) และ MIB (2 -methylisoborneol (1, 2, 7, 7 - tetramethyl - exo - bicyclo - [2,2,1] - heptan - 2 - ol) จะถูกปล่อยออกมาสะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ(Johnsen *et al*., 1996)

สารประกอบ Geosmin และ MIB เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์อิ่มตัวที่ระเหยได้ โครงสร้างประกอบด้วยหมู่เมทิลและหมู่ไฮดรอกซิล คุณสมบัติทั่วไปคือละลายในไขมันได้ดี ไม่ชอบน้ำ (ภาพที่ 1) ทำให้กระจายตัวและสะสมในเนื้อเยื่อที่มีองค์ประกอบของไขมัน ทำให้กำจัดได้ยาก จึงทำให้เกิดกลิ่นโคลนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Izaguirre *et al*., 1982)

Geosmin MIB

ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของ Geosmin และ MIB

แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบ ได้แก่ สกุล *Oscillatoria, Merismopedia, Anabaena* และ *Oocystis* ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำคัญ และมีผลต่อการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อกุ้ง

(ชลอ, 2536) แพลงก์ตอนในกลุ่มนี้จะมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง และแทนที่แพลงก์ตอนในกลุ่มอื่น ๆ(Boyd and Tucker, 1998; Wangwibulkit, 2008) นอกจากนี้ชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณ Geosmin และ MIB ถ้าในบ่อเลี้ยงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมาก ก็จะพบ Geosmin และ MIB สูงขึ้นตามเช่นกัน (Van Der Ploeg and Boyd, 1991)

Lovell and Broce (1985) รายงานการสำรวจการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อกุ้ง พบว่าสารประกอบ Geosmin มีความเข้มข้นสูงที่กล้ามเนื้อกุ้ง โดยมีความเข้มข้น 78 ไมโครกรัม/กิโลกรัม โดยสาเหตุที่ทำให้กุ้งเกิดกลิ่นโคลนที่มากขึ้นนั้นเนื่องมาจากความเค็มของน้ำในระหว่างการเลี้ยงลดต่ำลงทำให้แพลงก์ตอนก์กลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดี วิทยาและคณะ (2551) พบการปนเปื้อนของสาร Geosmin ทั้งในน้ำและในดิน พบว่าปริมาณสารประกอบ Geosmin ในไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่ปริมาณสาร MIB แตกต่างกัน ในดินพื้นบ่อพบว่าปริมาณปริมาณ Geosmin มีความแตกต่าง มีค่าเท่ากับ 49.83-226.33 นาโนกรัมต่อกิโลกรัม แต่ปริมาณสาร MIB ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้การเพิ่มปุ๋ยในน้ำจำนวนมากเพื่อทำให้เกิดการสะสมของ Geosminและ MIB ในน้ำ และพื้นบ่อ (วิทยา และคณะ, 2551)

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนในกลุ่มนี้ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักจากอาหารเม็ดที่ให้ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (Funge-Smith and Briggs,1998) ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โดยแพลงก์ตอนสามารถใช้ไนโตรเจนทั้งรูปของอนินทรีย์และสารอินทรีย์ รวมทั้งสามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน แพลงก์ตอนจะใช้อนินทรีย์ไนโตรเจนในรูปต่าง ๆ เช่น แอมโมเนียม (NH_4^+) แอมโมเนีย (NH_3^+) ไนไตรท์ (NO_2^-) และไนเตรท (NO_3^-) และสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจนได้แก่ ยูเรีย ส่วนใหญ่แพลงก์ตอนจะใช้ยูเรีย แอมโมเนียมอิออน และไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจนในการเจริญเติบโต ส่วนไนไตรท์จะมีความเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นสูง โดยแอมโมเนียมอิออนจะถูกดึงมาใช้ก่อนไนเตรท และไนเตรทจะถูกรีดิวซ์ลงมาเป็นแอมโมเนียมอิออนก่อนนำมาใช้ภายในเซลล์ (Morris, 1974)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชเพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ของเซลล์ โดยเฉพาะกระบวนการถ่ายเทพลังงาน และกระบวนการสร้างกรดนิวคลีอิค (nucleic acid) ฟอสฟอรัสที่แพลงก์ตอนและแบคทีเรียสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง ได้แก่ ออโธฟอสฟอรัส (orthophosphorus) (Correll, 1998) แพลงก์ตอนพืชจะใช้ออโธฟอสฟอรัสในการสร้างพลังงานในกระบวนการฟอสโฟรีเลชั่น (phosphorylation), ออกซิเดทีฟ ฟอสโฟรีเลชั่น (oxidative phosphorylation) และ โฟโต้ฟอสโฟรีเลชั่น (photophosphorylation) (Kuhl, 1974) Funge-Smith and Briggs (1998) รายงานว่าฟอสฟอรัสส่วนใหญ่มาจากอาหาร 51 เปอร์เซ็นต์ และตกค้างอยู่ในพื้นบ่อ 84 เปอร์เซ็นต์ รวมทั้งยังมีฟอสฟอรัสที่เหลือจากรอบการเลี้ยงที่ผ่านมา 26 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในมวลน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสในดิน เมื่อปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำต่ำลง ฟอสฟอรัสจากดินบางส่วนจะละลายออกมา (Correll, 1998) ฟอสฟอรัสจะเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับแพลงก์ตอนกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้

เอง (Rydin *et al*., 2002) โดยเฉพาะแพลงก์ตอนในกลุ่มที่สร้างพิษ ได้แก่ *Oscillatoria, Microcystis* ที่มีการเจริญเติบโตแปรผันตรงกับปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำ (Oh *et al*., 2000)

ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนในกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน มีรายงานดังต่อไปนี้ สมชาย (2551) รายงานความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Oscillatoria* และ *Microcystis* โดย *Oscillatoria* สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความเค็ม 0-10 psu และเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ความเค็ม 5 psu แต่ที่ระดับความเค็มมากกว่า 15 psu จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Oscillatoria* และการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่อความเค็มมากกว่า 20 psu ในขณะที่ *Microcystis* สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่ระดับความเค็ม 0-9 psu และเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ความเค็ม 0 psu แต่ที่ระดับความเค็มมากกว่า 3 psu จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Microcystis* นอกจากนี้ยังรายงานถึงพีเอชมีผลต่อการเจริญเติบโตของ *Oscillatoria* และ *Microcystis* โดย *Oscillatoria* เจริญเติบโตได้ดีที่พีเอชระหว่าง 6-9 และเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่พีเอช 9 ส่วน *Microcystis* เจริญเติบโตได้ดีที่พีเอชระหว่าง 6-9 และเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่พีเอช 7.5 Reyssac และ Pletikosic (1990) รายงานว่าอุณหภูมิน้ำระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น *Anabaena, Oscillatoria และMicrocystis*

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

1. พื้นที่ที่ทำการศึกษา

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำทำการศึกษาที่ ศักดิ์ชัย ฟาร์ม อำเอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยเลือกบ่อที่ทำการทดลองขนาดบ่อ 3 ไร่ (0.48 เฮกแตร์) ความลึกโดยประมาณ 1.5 เมตร จำนวน 3 บ่อ ความหนาแน่นกุ้งประมาณ 100,000 ตัว/ไร่หรือ62ตัว/ตารางเมตร ระบบการเลี้ยงเป็นระบบปิดน้ำหมุนเวียน น้ำที่ใช้เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจะถูกนำมาบำบัดก่อนจะนำกลับมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในรอบต่อไป

2. การเตรียมบ่อ

การเตรียมบ่อเริ่มจากการนาดินเลนมาจาการเลี้ยงรอบที่ผ่านมาออก จากนั้นตากบ่อเป็นเวลา 1 สัปดาห์ก่อนไถพรวนเพื่อเปิดหน้าดิน และตากบ่อให้แห้งสนิทอีกครั้งใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ หลังจากนาน้ำจากบ่อพักน้ำเข้าสู่บ่อเลี้ยงจนมีความสูงของน้ำประมาณ 1 – 1.5 เมตร เติมปูนขาวเพื่อปรับพีเอชของน้ำให้เหมาะสม เติมปุ๋ยเพื่อสร้างอาหารธรรมชาติ เปิดเครื่องให้อากาศแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า ความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าบ่อละ 6 เครื่อง แต่ละเครื่องมี 1 แขน แต่ละแขนมีใบพัดตีน้ำ 14 วง เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ในระหว่างการเลี้ยงมีการเติมน้ำจากบ่อพักน้ำเข้ามาทดแทนส่วนที่ระเหยหรือซึมออกไป และเริ่มเปลี่ยนถ่ายน้ำเมื่อคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการเลี้ยง โดยจะเริ่มเปลี่ยนถ่ายน้ำเมื่อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มมีอายุ 60 วัน

การปล่อยกุ้งขาวแวนนาไม

ปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 12 (พี12) ที่ผ่านการตรวจด้วยเทคนิคพีซีอาร์ว่าปลอดเชื้อไวรัสดวงขาว ไวรัสหัวเหลือง ไวรัสทอร่า และไวรัสตัวพิการ เมื่อลูกกุ้งมาถึงฟาร์มนาลูกกุ้งที่บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกใส่ลงในถังไฟเบอร์กลาสซึ่งภายในบรรจุน้ำในบ่อเลี้ยงปริมาตรประมาณ 400 ลิตร พร้อมทั้งเปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลา เพื่อปรับอุณหภูมิของน้ำในบ่อและถุงบรรจุลูกกุ้งให้มีอุณหภูมิใกล้เคียงกันประมาณ 20 นาที หลังจากนั้นปล่อยลูกกุ้งผ่านทางสายยางที่ติดอยู่กับถังไฟเบอร์กลาสลงสู่บ่อในอัตราความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ (62 ตัวต่อตารางเมตร)

การให้อาหาร

ใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีปริมาณโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 4 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 12 เปอร์เซ็นต์ และใยอาหาร 4 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 4 ครั้ง คือ 7.00, 11.00, 16.00 และ 22.00 น. และปริมาณอาหารที่ให้จะให้ 4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวกุ้ง โดยใช้เครื่องหว่านอาหารเม็ดที่ติดตั้งอยู่บริเวณสะพานยอของแต่ละบ่อ

ภาพที่ 2 พื้นที่ที่ทำการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการ

1 การศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ และที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนโดยใช้ถังพลาสติก ตักน้ำที่สะพานเช็คยอ ในระดับลึกจากผิวหน้าน้ำ 30 เซนติเมตร จำนวน 20 ลิตร ตั้งแต่เตรียมบ่อจนกระทั่งจับกุ้ง ตัวอย่างน้ำจะกรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอนที่มีขนาดตา 20 ไมโครเมตร เก็บรักษาด้วยฟอร์มาลีน 4 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3)

วิเคราะห์กลุ่มและชนิดแพลงก์ตอนตามวิธีของลัดดา (2543, 2544) มาลินีและชิดชัย (2548) และ Yamagishi (1992) การจัดลำดับอนุกรมวิธานแพลงก์ตอนพืชจัดตามระบบ Blod and Wynne (1987) ปริมาณแพลงก์ตอนประเมินตามวิธีของ ลัดดา และโสภณา (2546) โดยหน่วยนับเป็นหน่วยต่อมิลลิลิตร คือ นับเซลล์ของชนิดที่เป็นเซลล์เดี่ยว และนับเป็นโคโลนีหรือสายของชนิดที่เป็นโคโลนี หรือสายคละกันไป (1 เซลล์ = 1 หน่วย และ 1 โคโลนี/สาย = 1 หน่วย) ดังสูตร

$$\text{ปริมาณแพลงก์ตอนต่อลิตร}^{-1} = \frac{A \times B}{C}$$

A = ปริมาตรน้ำที่อยู่ในขวดตัวอย่าง A (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณแพลงก์ตอนที่นับได้ (unit cell/l)

C = ปริมาตรน้ำที่กรองผ่านถุงกรองแพลงก์ตอน (ลิตร)

2 การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ และที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ

การศึกษาคุณภาพน้ำดำเนินการตั้งแต่เตรียมน้ำก่อนการเลี้ยงจนกระทั่งจับกุ้ง โดยวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พีเอชน้ำ และวัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่อง YSI DO 200-4M วัดความโปร่งแสงของน้ำโดยใช้ Secchi disk วัดความเค็มโดยเครื่อง Salinometer บริเวณสะพานเช็คยอ และใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 500 มิลลิลิตร แช่ตัวอย่างน้ำลงในถังน้ำแข็งก่อนนำกลับไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามวิธีของ APHA et al. (1995) ได้แก่

1. ปริมาณแอมโมเนียรวม (Total ammonia nitrogen: TAN) ใช้วิธี phenol - hypochloride
2. ไนไตรท์ (nitrite - nitrogen) ใช้วิธี Colorimetric Method
3. ไนเตรท (nitrate - nitrogen) ใช้วิธี Cadmium Reduction
4. ฟอสเฟต (Total Phosphate) ใช้วิธี Ascorbic Acid Method
5. ความกระด้างรวม (Total hardness) ใช้วิธี Tritation Method
7. ความเป็นด่างรวม (Total alkalinity) ใช้วิธี Tritation Method
8. ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ใช้วิธี Strikland and Parsons (1972)
9. ปริมาณตะกอนแขวนลอย (Total Suspended Solids : Tss)

3 การศึกษาคุณภาพดินในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ และที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ

เก็บตัวอย่างดินบริเวณแนวหว่านอาหารที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตรจากผิวหน้าดิน นำกลับมาตากให้แห้งสนิทตำให้ละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาดตา 2 มิลลิเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1. พีเอชในดิน
2. ปริมาณสารอินทรีย์รวมด้วยวิธี wet oxidation (Allison, 1965)
3. ปริมาณไนโตรเจนรวมด้วยวิธี semi-micro Kjeldahl method (Bremner and Mulvaney, 1982)
4. วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสรวมโดยใช้ $HClO_4$ และวัดด้วยเครื่อง spectrophotometer (Olsen and Sommer,1982)

4 การศึกษาปริมาณ Geosmin และ MIBในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ และที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ

การวิเคราะห์ปริมาณGeosmin และ MIBในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม จะวิเคราะห์ตามวิธีของ GC/MS SPME (Casey et al., 2004) จะใช้ตัวอย่างดินที่ตากแห้งแล้ว 5 กรัม สำหรับตัวอย่างน้ำจะใช้ 10 มิลลิลิตร และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมจะใช้ 5 กรัม โดยแต่ละครั้งของการเก็บตัวอย่างจะวิเคราะห์ครั้งละ 3 ซ้ำ

5 การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไมทางประสาทสัมผัส

การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไมทางประสาทสัมผัส จะสุ่มกุ้งที่มีอายุอย่างน้อย 2 เดือน หรือมีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม จำนวน 50 ตัว แช่ในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็งเพื่อนำมาตรวจสอบ โดยประเมินกลิ่นโคลนในเนื้อกุ้ง

ผลการศึกษา

1 การศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงที่จังหวัดฉะเชิงเทรา และจังหวัดจันทบุรี

1.1 การศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

จากการศึกษาในช่วงเตรียมบ่อพบแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 3 Division 18 สกุล และ กลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ Division Cyanophyta พบ 6 สกุล Division Chlorophyta พบ 6 สกุล Division Chromophyta พบ 5 สกุล และ Pennate Diatom 1 กลุ่ม แพลงก์ตอนสัตว์ 3 Phylum ได้แก่ Phylum Protozoa 1 สกุล Phylum Rotifera 4 สกุล, Phylum Arthropoda ในกลุ่มของ copepod ชนิดของแพลงก์ตอนในช่วงเตรียมบ่อของแต่ละบ่อไม่มีความโดดเด่นของแพลงก์ตอนในกลุ่มใดเป็นพิเศษ (ตารางที่ 4-1)

ภาพที่ 4-1 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนและคุณภาพน้ำบริเวณสะพานเช็คยอ

ตารางที่ 4-1 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดฉะเชิงเทราในช่วงเตรียมบ่อ

Division /Phylum	Genus	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	ค่าเฉลี่ย
Cyanophyta	*Anacystis*	608	770	689±115
	Chroococcus	158	135	147±16
	Merismopedia	113	68	91±32
	Microcystis	405		405
	Oscillatoria	45	68	57±16
	Cylindrospermopsis			
Chlorophyta	*Chlorella*	1,980	2,457	2,219±337
	Arthrodesmus		41	41
	Euglena	360		360
	Phacus	23		23
	Trachelomonas	45		45
	Strombomonas		27	27
Chromophyta	*Entomoneis*	23	716	370±490
	Campylodiscus	135	41	88±66
	Pennate Diatom	90	824	457±519
	Pleurosigma /Gyrosigma		122	122
	Nitzschia	23	41	32±13
	Dinoflagellate	428	594	511±117
Protozoa	*Tintinopsis*	225	27	126±140
	Arcella		27	27
Rotifera	*Brachionus*			
	Polyarthra			
	Asplanchna			
	Trichocera		27	27
Arthropoda	Nauplii copepod	23		23
	Calanoid copepod			
	Phytoplankton	4,436	5,904	5,682±1,038
	Zooplankton	248	81	203±118
	Total	4,684	5,985	8,469±2,990

สำหรับชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดฉะเชิงเทราหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยง พบว่าชนิดของแพลงก์ตอนไม่มีความแตกต่างกับช่วงหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไม ชนิดแพลงก์ตอนที่พบหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยง พบแพลงก์ตอนพืช 3 Division 31 สกุล ได้แก่ Division Cyanophyta พบ 10 สกุล Division Chlorophyta พบ 13 สกุล Division Chromophyta พบ 8 สกุล แพลงก์ตอนสัตว์ 3 Phylum ได้แก่ Phylum Protozoa 1

สกุล Phylum Rotifera 5 สกุล, กลุ่ม copepod ใน Phylum Arthropoda และกลุ่มหอยสองฝาใน Phylum Mollusca (ตารางที่ 4-2)

ปริมาณแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะการเลี้ยงในบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่า *Oscillatoria* เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น มีความหนาแน่น 4,859±4,033 หน่วยเซลล์ต่อลิตร เช่นเดียวกับบ่อที่ 2 พบ *Oscillatoria* เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น มีความหนาแน่น 6,393±5,544หน่วยเซลล์ต่อลิตร ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนทั้งสองบ่อ มีความหนาแน่น 29,730±7,661 และ 23,127±6,213 หน่วยเซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2) แนวโน้มของแพลงก์ตอนทั้งสองบ่อ พบว่าแพลงก์ตอนรวมทั้งสองบ่อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบ่อที่ 1 ที่มีแนวโน้มของแพลงก์พืชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในช่วง 60 วันแรก ในขณะที่บ่อที่ 2 ปริมาณแพลงก์ตอนรวมมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้นในวันที่ 70 (ภาพที่ 4-2) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแพลงก์ตอนตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนแตกต่างกันช่วงกุ้งมีอายุ 30 วัน และ 70 วัน (ตารางที่ 4-3)

1.1.1 การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

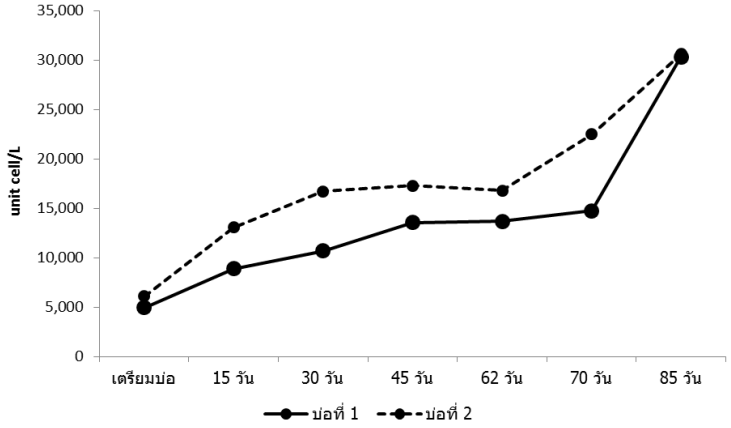
การศึกษาปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ และไนเตรท ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ในบ่อกุ้งขาวแวนนาไมตลอดระยะการเลี้ยงของบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ได้ผลดังต่อไปนี้

ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.91±0.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 2.31±0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 2.23±0.003-2.18±0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.77±0.019-3.04±0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 3.04±0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.22±0.012 -3.21±0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 3.21±0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างในวันที่ 45 62 70 และ 85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-4)

ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.6±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 2.55±0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12±0.012-0.55±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.06 ±0.002 - 2.74±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 45 วัน มีค่า 2.74±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.78±0.002 -2.56±0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 15 วัน มีค่า 2.56±0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างในวันที่ 15 จนถึงวันที่ 85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-4)

ตารางที่ 4-2 ปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดฉะเชิงเทรา

Division /Phylum	Genus	บ่อเลี้ยงที่ 1	บ่อเลี้ยงที่ 2
Cyanophyta	*Anacystis*	2,138±1834	2,057±365
	Chroococcus	651±505	1,086±895
	Merismopedia	1,937±861	1,983±929
	Microcystis	1,115±1102	1,654±2336
	Oscillatoria	4,859±4033	6,393±5544
	Cylindrospermopsis	278±0	877±654
Chlorophyta	*Chlorella*	278±150	252±150
	Arthrodesmus	168±64	235±0
	Euglena	284±254	381±510
	Phacus	20±0	127±0
	Trachelomonas	668±587	668±587
	Strombomonas	30±0	203±131
Chromophyta	*Entomoneis*	58±0	576±640
	Campylodiscus	123±0	168±63
	Pennate Diatom	917±484	1,145±742
	Pleurosigma /Gyrosigma	825±429	1,190±491
	Nitzschia	991±494	1,581±1017
	Dinoflagellate	197±132	484±496
Protozoa	*Tintinopsis*	795±692	756±780
	Arcella	123±0	74±70
Rotifera	*Brachionus*	174±147	206±118
	Polyarthra	637±599	290±428
	Asplanchna	180±53	141±16
	Trichocera	123±0	123±0
Arthropoda	Nauplii copepod	142±78	235±128
	Calanoid copepod	0	243±0
	Phytoplankton	15,536±7,440	21,058±5,583
	Zooplankton	14,194±1,164	2,068±1,041
	Total	29,730±7,661	23,127±6,213



ภาพที่ 4-2 แนวโน้มปริมาณแพลงก์ตอนบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาแวนนาไมจังหวัดฉะเชิงเทรา

ตารางที่ 4-3 ปริมาณแพลงก์ตอนรวมในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจังหวัดฉะเชิงเทรา

	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2
เตรียมบ่อ	4,930±2,787[a]	6,108±4,031[a]
15 วัน	8,875±5,296[a]	13,080±7,999[a]
30 วัน	10,689±6,861[a]	16,706±10,598[b]
45 วัน	13,551±8,956[a]	17,301±10,845[a]
62 วัน	13,692±6,156[a]	16,787±11,227[a]
70 วัน	14,741±5,863[a]	22,480±11,335[b]
85 วัน	30,299±19,056[a]	30,587±18,687[a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	2.23±0.003[a]	2.18±0.006[a]	0.12±0.012[a]	0.55±0.01[a]
15 วัน	0.77±0.019[a]	1.22±0.012[a]	1.06 ±0.002[a]	2.56±0.002[b]
30 วัน	1.40±0.020[a]	1.31±0.019[a]	1.23±0.02[a]	2.31±0.019[b]
45 วัน	2.12±0.001[a]	2.55±0.022[b]	2.74±0.02[a]	0.78±0.002[b]
62 วัน	3.04±0.005[a]	2.91±0.009[b]	2.43±0.015[a]	1.77±0.002[b]
70 วัน	1.53±0.002[a]	3.21±0.010[b]	1.7±0.01[a]	2.25±0.010[b]
85 วัน	2.28±0.016[a]	2.78±0.002[b]	1.6±0.01[a]	2.55±0.002[b]
ค่าเฉลี่ย	1.91±0.74[a]	2.31±0.78[b]	1.55±0.88[a]	1.82±0.84[a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P \leq 0.05$)

ปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.54±0.63 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 1.96±0.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 0.35±0.002-0.43±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.53±0.001-2.20±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 30 วัน มีค่า 2.20±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์รวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 2.17±0.010 -2.50±0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 2.50±0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนไตรท์ระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-5)

ปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.70±0.77 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 2.16±0.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์รวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.55±0.010-1.63±0.001มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.22±0.010-2.53±0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 2.53±0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.80±0.002-2.63±0.001มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 45 และ 85 วัน มีค่า 2.63±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนไตรท์ระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างในวันที่ 15 จนถึงวันที่ 85 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.35±0.002[a]	0.43±0.001[b]	0.55±0.010[a]	1.63±0.001[a]
15 วัน	1.53±0.001[a]	2.25±0.002[b]	1.22±0.010[a]	2.0±0.001[b]
30 วัน	2.20±0.001[a]	2.20±0.010[b]	1.43±0.012[a]	2.55±0.01[b]
45 วัน	1.74±0.002[a]	2.17±0.010[b]	2.02±0.010[a]	2.63±0.001[b]
62 วัน	1.77±0.002[a]	2.50±0.002[b]	2.11±0.001[a]	1.80±0.002[b]
70 วัน	1.55±0.010[a]	2.20±0.01[b]	2.53±0.010[a]	1.85±0.01[b]
85 วัน	1.85±0.002[a]	2.36±0.002[b]	2.45±0.001[a]	2.63±0.001[b]
ค่าเฉลี่ย	1.54±0.63[a]	1.96±0.76[b]	1.70±0.77[a]	2.16±0.43[b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($P \leq 0.05$)

ปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.49±0.65 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 1.63±0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56±0.01-0.86±0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.43±0.005-2.78±0.012มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 45 วัน มีค่า 2.78±0.012มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.21±0.012-2.22±0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 2.22±0.011 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนเตรทระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 45 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-6)

ปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.97±0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 1.88±0.64 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.86±0.012 -1.06±0.013 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.58±0.011-2.73±0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 2.73±0.012 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.45±0.010-2.57±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 2.57±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนเตรทระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-6)

ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบปริมาณไนเตรทระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.56±0.01 [a]	0.86±0.012 [b]	1.06±0.013 [a]	0.86±0.012 [b]
15 วัน	1.17±0.01 [a]	1.21±0.012 [a]	1.75±0.010 [a]	1.45±0.010 [b]
30 วัน	2.51±0.005 [a]	2.12±0.003 [a]	2.11±0.012 [a]	2.59±0.007 [b]
45 วัน	2.78±0.012 [a]	1.81±0.012 [b]	2.05±0.011 [a]	2.30±0.011 [b]
62 วัน	1.82±0.013 [a]	1.77±0.015 [b]	1.58±0.011 [a]	1.58±0.005 [a]
70 วัน	1.45±0.002 [a]	2.22±0.011 [b]	2.54±0.012 [a]	2.57±0.001 [a]
85 วัน	1.43±0.005 [a]	1.91±0.012 [b]	2.73±0.012 [a]	1.8±0.011 [b]
ค่าเฉลี่ย	1.49±0.65 [a]	1.63±0.50 [b]	1.97±0.57 [a]	1.88±0.64 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($P \leq 0.05$)

ปริมาณออโธฟอสเฟตเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.005±0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปริมาณออโธฟอสเฟตเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 0.007±0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.001±0.000-0.002±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001±0.001-0.010±0.003มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 0.010±0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.002±0.001-0.014±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 0.014±0.000 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณออโธฟอสเฟตระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 65 จนสิ้นสุดการเลี้ยง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-7)

ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.005±0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 0.026±0.016 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001±0.000- 0.002±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.002±0.001-0.012±0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 0.012±0.003 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.012±0.02-0.044±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 0.044±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนเตรทระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-7)

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบปริมาณออโธฟอสเฟตระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.002±0.000[a]	0.001±0.000[a]	0.002±0.001[a]	0.001±0.000[a]
15 วัน	0.001±0.001[a]	0.002±0.001[a]	0.002±0.001[a]	0.012±0.02[b]
30 วัน	0.002±0.001[a]	0.002±0.001[a]	0.002±0.001[a]	0.020±0.01[b]
45 วัน	0.004±0.001[a]	0.004±0.001[a]	0.003±0.001[a]	0.041±0.04[b]
62 วัน	0.006±0.001[a]	0.012±0.000[b]	0.0056±0.001[a]	0.037±0.01[b]
70 วัน	0.007±0.001[a]	0.012±0.000[b]	0.0075±0.001[a]	0.025±0.04[b]
85 วัน	0.010±0.003[a]	0.014±0.000[b]	0.012±0.003[a]	0.044±0.02[b]
ค่าเฉลี่ย	0.005±0.003[a]	0.007±0.006[a]	0.005±0.004[a]	0.026±0.016[b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($p \leq 0.05$)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 10.6±8.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 14.3±9.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 2.1±1.4 -3.2±1.7มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 2.1±1.4 -19.0±2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 19.0±2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 4.8±2.1 -22.7±5.7 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 22.7±5.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างกันตั้งแต่เริ่มต้นเลี้ยงจนสิ้นสุดการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-8)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 15.4±15.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 23.4±21.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5±0.2 - 2.5±0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 5.2±1.0 - 44.2±2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 44.2±2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 3.3±0.24 - 55.3±1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 55.3±1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-8)

ตารางที่ 4-8 เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	3.2±1.7[a]	2.1±1.4[a]	2.5±0.6[a]	1.5±0.2[a]
15 วัน	4.4±0.5[a]	7.4±1.1[b]	5.2±1.0[a]	3.3±0.24[b]
30 วัน	2.1±1.4[a]	4.8±2.1[b]	7.7±2.3[a]	10.2±1.2[b]
45 วัน	7.81±0.4[a]	20.5±3.5[b]	7.9±0.4[a]	15.7±2.0[b]
62 วัน	15.4±3.9[a]	20.5±3.2[b]	12.4±2.1[a]	21.2±1.4[b]
70 วัน	22.9±2.7[a]	22.7±4.6[a]	28.1±5.3[a]	43.7±12[b]
85 วัน	19.0±2.5[a]	22.7±5.7[a]	44.2±2.5[a]	55.3±1.5[b]
ค่าเฉลี่ย	10.6±8.3[a]	14.3±9.1[a]	15.4±15.1[a]	23.4±21.8[b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 84.8±53 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 110±68 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 12.00±2.44-14.50±2.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 35.7±12.5-147.2±25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 147.2±25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 32.9±10.2 -177.7±12 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 177.7±12 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตั้งแต่กุ้งอายุ 45 วันจนสิ้นสุดการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-9)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 124±63 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 114±70 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 7.5±1.5-12.7±5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 77.5±10.7 -182.5±10.25 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 182.5±10.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 55.4±12- 220.5±45 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 220.5±45 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-9)

ตารางที่ 4-9 ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ

	ปริมาณตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	12.00±2.44^{a}	14.50±2.69^{a}	7.5±1.5^{a}	12.7±5.5^{a}
15 วัน	35.7±12.5^{a}	32.9±10.2^{a}	77.5±10.7^{a}	102.8±33^{b}
30 วัน	132.5±1.05^{a}	125±2.5^{a}	140.7±2.64^{a}	55.4±12^{b}
45 วัน	55.6±5.5^{a}	78±44.6^{b}	122.7±45^{a}	135±33^{b}
62 วัน	75.22±17^{a}	177.7±12^{b}	182.5±10.25^{a}	175.5±12.10^{b}
70 วัน	147.2±25^{a}	173.6±50.7^{b}	178.6±45^{a}	220.5±45^{b}
85 วัน	135.4±35^{a}	169.8±24.4^{b}	165±57^{a}	102±65^{b}
ค่าเฉลี่ย	84.8±53^{a}	110±68^{a}	124±63^{a}	114±70^{a}

หมายเหตุ อักษร ^{a,b} ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ความกระด้างน้ำ และปริมาณอัลคาไลน์ พบว่าอุณหภูมิน้ำในบ่อที่ 1 มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 30.4±1.1องศาเซลเซียส พีเอช 8.7±0.2 ความเค็ม 6.0±1.0 psu ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5.1±1.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างน้ำ 1,329.3±110.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณอัลคาไลน์ในน้ำมีค่า 147.5±24.7 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิน้ำในบ่อที่ 2 มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 30.3±1.5 องศาเซลเซียส พีเอช 8.8±0.2 ความเค็ม 7.1±0.5 psu ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5.2±1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างน้ำ 1,483.7±137.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณอัลคาไลน์ในน้ำมีค่า 165.9±18.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ยกเว้นปริมาณอัลคาไลน์ในน้ำ (ตารางที่ 4-10) เมื่อพิจารณาความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่าคุณภาพน้ำบางประกาในบ่อที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (ตารางที่ 4-11 และ ตารางที่ 4-12)

ตารางที่ 4-10 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดฉะเชิงเทรา

คุณภาพน้ำบางประการ	**บ่อที่ 1**	**บ่อที่ 2**
อุณหภูมิ (°C)	30.4±1.1 [a]	30.3±1.5 [a]
pH	8.7±0.2 [a]	8.8±0.2 [a]
ความเค็ม (psu)	6.0±1.0 [a]	7.1±0.5 [a]
Do (mg/l)	5.1±1.3 [a]	5.2±1.5 [a]
Hardness	1,329.3±110.6 [a]	1,483.7±137.4 [a]
Alkalinity (mg/l)	147.5±24.7 [a]	165.9±18.7 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

ตารางที่ 4-11 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดฉะเชิงเทรา

เตรียมบ่อ	15 วัน	30 วัน	45 วัน	62 วัน	70 วัน	85 วัน
อุณหภูมิ (°C)	28.5±0.1 [a]	29.7±0.1 [a]	30.5±0.2 [a]	31.2±0.2 [a]	31.0±0.1 [a]	31.5±0.1 [a]
pH	8.36±0.08 [a]	8.7±0.3 [a]	8.8±0.4 [a]	8.7±0.1 [a]	8.9±0.1 [a]	8.9±0.1 [a]
ความเค็ม (psu)	4.5±0.1 [a]	5.1±0.5 [a]	6.5±0.5 [a]	6.5±0.5 [a]	7±0.1 [a]	6.5±0.4 [a]
Do (mg/l)	7±0.6 [a]	6.5±0.5 [a]	4.5±0.5 [a]	4.5±0.2 [a]	4.0±0.2 [a]	4.3±0.5 [a]
Hardness	1,250±125 [a]	1,375±90 [a]	1,227±120 [a]	1,517±89 [a]	1,357±89 [a]	1,250±155 [a]
Alkalinity (mg/l)	120.7±30 [a]	144±45 [a]	150±50 [a]	170±30 [a]	180±40 [a]	120±25 [a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

ตารางที่ 4-12 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา

เตรียมบ่อ	15 วัน	30 วัน	45 วัน	62 วัน	70 วัน	85 วัน
อุณหภูมิ (°C)	28±0.2 [a]	29±0.1 [a]	31±0.1 [a]	31±0.1 [a]	32±0.1 [a]	31±0.2 [a]
pH	8.5±0.01 [a]	8.8±0.1 [a]	8.7±0.1 [a]	8.8±0.1 [a]	9.0±0.2 [a]	8.9±0.2 [a]
ความเค็ม (psu)	6.5±0.2 [a]	6.5±0.5 [a]	7±0.5 [a]	7.5±0.5 [a]	7.5±0.1 [a]	7.5±0.4 [a]
Do (mg/l)	8±0.5 [a]	5.5±0.5 [a]	4.5±0.5 [a]	4.0±0.2 [a]	4.5±0.2 [a]	4.5±0.5 [a]
Hardness	1,530±170 [a]	1,425±150 [a]	1,350±120 [a]	1,707±120 [a]	1,540±90 [a]	1,350±155 [a]
Alkalinity (mg/l)	140.5±25 [a]	170±35 [a]	145±45 [a]	185±25 [a]	175±30 [a]	180±35 [a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

1.2 การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรี

จากการศึกษาในช่วงเตรียมบ่อพบแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 3 Division 11 สกุล และกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ Division Cyanophyta พบ 4 สกุล Division Chlorophyta พบ 3 สกุล Division Chromophyta พบ 3 สกุล และ Pennate Diatom 1 กลุ่ม แพลงก์ตอนสัตว์ 3 Phylum ได้แก่ Phylum Protozoa 1 สกุล Phylum Rotifera 3 สกุล, Phylum Arthropoda ในกลุ่มของ copepod ชนิดของแพลงก์ตอนในช่วงเตรียมบ่อของแต่ละบ่อไม่มีความโดดเด่นของแพลงก์ตอนในกลุ่มใดเป็นพิเศษ (ตารางที่ 4-13)

ตารางที่ 4-13 ปริมาณแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรีในช่วงเตรียมบ่อ

Division /Phylum	Genus	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2	ค่าเฉลี่ย
Cyanophyta	*Chroococcus*	470	530	500±42.43
	Merismopedia	357	457	407±70.71
	Oscillatoria	430	890	660±325.27
	Cylindrospermopsis	123	97	110±18.38
Chlorophyta	*Chlorella*	210	109	159.5±71.42
	Euglena	0	20	10±14.14
	Trachelomonas	123	240	181.5±82.73
Chromophyta	*Campylodiscus*	123	77	100±32.53
	Pennate diatom	1278	1569	1,423.5±205.77
	Pleurosigma /Gyrosigma	259	308	283.5±34.65
	Nitzschia	1278	1035	1,156.5±171.83
	Dinoflagellate	125	208	166.5±58.69
Protozoa	*Tintinopsis*	1087	894	990.5±136.47
Rotifera	*Polyarthra*	54	32	43±15.56
	Asplanchna	0	57	28.5±40.31
	Trichocera	0	27	13.5±19.09
Arthropoda	Nauplii copepod	23	19	21±2.83
	Calanoid copepod	17	4	10.5±9.19
	Phytoplankton	4,776	5,540	5,158±540
	Zooplankton	1,181	1,033	1,107±105
	Total	5,957	6,573	6,265±436

สำหรับชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรีหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยง พบว่าชนิดของแพลงก์ตอนไม่มีความแตกต่างกับช่วงหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไม ชนิดแพลงก์ตอนที่พบหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยง พบแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 3 Division 11 สกุล และกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต ได้แก่ Division Cyanophyta พบ 4 สกุล Division Chlorophyta พบ 3 สกุล Division Chromophyta พบ 3 สกุล และ Pennate Diatom 1 กลุ่ม แพลงก์ตอนสัตว์ 3 Phylum ได้แก่ Phylum Protozoa 1 สกุล Phylum Rotifera 3 สกุล, Phylum Arthropoda ในกลุ่มของ copepod (ตารางที่ 4-2)

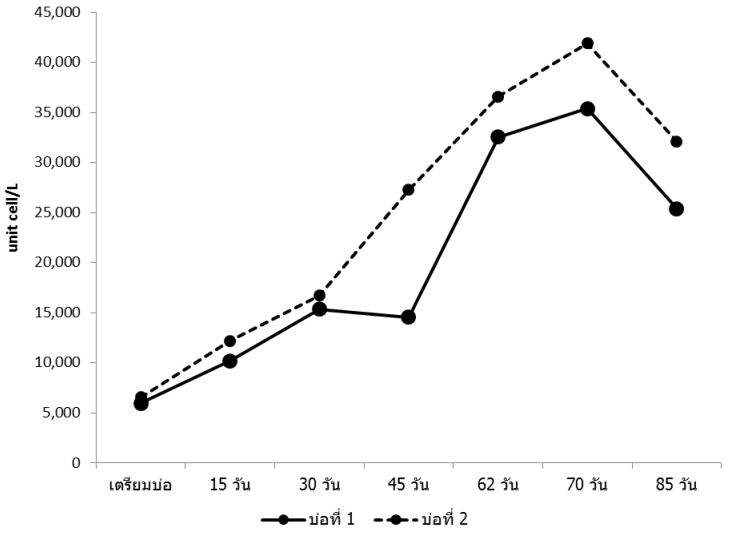
ปริมาณแพลงก์ตอนพืชตลอดระยะการเลี้ยงในบ่อที่ 1 บ่อที่ 2 ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบ Pennate diatom เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น มีความหนาแน่น 12,786±571หน่วยเซลล์ต่อลิตร เช่นเดียวกับบ่อที่ 2 พบ Pennate diatom เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น มีความหนาแน่น

18,237±286 หน่วยเซลล์ต่อลิตร ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนทั้งสองบ่อ มีความหนาแน่น 32,288±3,650 และ 35,379±4,697หน่วยเซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4-14)

ตารางที่ 4-14 ปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรี

Division /Phylum	**Genus**	**บ่อที่ 1**	**บ่อที่ 2**
Cyanophyta	*Chroococcus*	1,250±128	1,507±256
	Merismopedia	407±41	227±102
	Oscillatoria	2,578±245	1359±134
	Cylindrospermopsis	123±50	123±65
Chlorophyta	*Chlorella*	123±41	77±45
	Euglena	78±11	106±42
	Trachelomonas	459±57	358±135
Chromophyta	*Campylodiscus*	277±28	1,026±581
	Pennate Diatom	12,786±571	18,237±286
	Pleurosigma /Gyrosigma	1,098±124	1036±280
	Nitzschia	10,358±1,573	10,258±684
	Dinoflagellate	254±128	122±57
Protozoa	*Tintinopsis*	1,893±86	540±842
Rotifera	*Polyarthra*	21±24	260±65
	Asplanchna	153±46	54±84
	Trichocera	270±257	18±54
Arthropoda	Nauplii copepod	110±54	23±62
	Calanoid copepod	50±75	48±54
	Phytoplankton	29,791±4,336	34,436±5,604
	Zooplankton	2,497±729	943±208
	Total	32,288±3,650	35,379±4,697

แนวโน้มของแพลงก์ตอนทั้งสองบ่อ พบว่าแพลงก์ตอนรวมทั้งสองบ่อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบ่อที่ 2 มีแนวโน้มของแพลงก์พืชเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะช่วงที่กุ้งมีอายุ 45 วัน (ภาพที่ 4-3) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแพลงก์ตอนตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนรวมแตกต่างกันช่วงกุ้งมีอายุ 15 วัน และ 60 72 และ 85 วัน (ตารางที่ 4-15)



ภาพที่ 4-2 แนวโน้มปริมาณแพลงก์ตอนบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาแวนนาไมจังหวัดจันทบุรี

ตารางที่ 4-15 ปริมาณแพลงก์ตอนรวมในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมจังหวัดฉะเชิงเทรา

	บ่อที่ 1	บ่อที่ 2
เตรียมบ่อ	5,957±1,287[a]	6,573±1,531[a]
15 วัน	10,214±1,206[a]	12,189±5,250[b]
30 วัน	15,362±2,057[a]	16,706±7,120[a]
45 วัน	14,551±3,155[a]	27,270±3,120[b]
62 วัน	32,557±1,207[a]	36,578±5,358[b]
70 วัน	35,383±7,540[a]	41,931±7,740[b]
85 วัน	25,376±1,278[a]	32,124±7,598[b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

1.2.1 การศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรี

การศึกษาปริมาณแอมโมเนียรวม ไนไตรท์ และไนเตรท ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน ในบ่อกุ้งขาวแวนนาไมตลอดระยะการเลี้ยงของบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 ได้ผลดังต่อไปนี้

ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.39±0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 0.14±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.15±0.02-1.15±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.14±0.02 -0.71±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 0.71±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.68±0.02 -2.78±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 2.78±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-16)

ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.66±0.44 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 1.04±0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.25±0.02 - 0.32±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12±0.02 -1.23±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 30 และ85 วัน มีค่า 1.23±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.98±0.32 - 1.23±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 1.23±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างในวันที่15 62 จนถึงวันที่ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-16)

ตารางที่ 4-16 เปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียรวมระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.15±0.02[a]	1.15±0.02[b]	0.25±0.02[a]	0.32±0.02[b]
15 วัน	0.25±0.12[a]	1.07±0.02[b]	0.12±0.22[a]	1.12±0.22[b]
30 วัน	0.14±0.02[a]	0.97±0.12[b]	1.23±0.02[a]	1.2±0.02[a]
45 วัน	0.55±0.12[a]	0.68±0.02[a]	0.72±0.22[a]	0.98±0.32[a]
62 วัน	0.71±0.02[a]	1.06±0.12[b]	0.54±0.02[a]	1.33±0.02[b]
70 วัน	0.42±0.02[a]	1.11±0.02[b]	0.53±0.12[a]	1.07±0.12[b]
85 วัน	0.54±0.02[a]	2.78±0.32[b]	1.23±0.02[a]	1.23±0.12[a]
ค่าเฉลี่ย	0.39±0.22[a]	1.26±0.69[b]	0.66±0.44[a]	1.04±0.34[b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P≤0.05)

ปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.57±0.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 2.02±0.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 0.35±0.02-0.43±1.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.55±0.42-2.2±0.22มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 2.2±0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์รวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 2.2±0.32-2.5±0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 2.5±0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนไตรท์ระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-17)

ปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 1.76±0.72 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 2.16±0.43 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์รวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.55±0.02 -1.63±0.52 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.22±0.22 -2.53±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 2.53±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนไตรท์ที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.8±0.12 -2.63±0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 2.63±0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนไตรท์ระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 4-17 เปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์ระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.35±0.02^{a}	0.43±1.02^{a}	0.55±0.02^{a}	1.63±0.52^{b}
15 วัน	1.53±0.12^{a}	2.25±0.42^{b}	1.22±0.22^{a}	2.02±0.02^{b}
30 วัน	2.2±0.22^{a}	2.2±0.32^{b}	1.43±0.22^{a}	2.55±0.42^{b}
45 วัน	1.74±0.12^{a}	2.17±1.12^{b}	2.02±01^{a}	2.63±0.12^{b}
62 วัน	1.77±0.62^{a}	2.5±0.32^{b}	2.11±0.12^{a}	1.8±0.12^{b}
70 วัน	1.55±0.42^{a}	2.2±0.32^{b}	2.53±0.12^{a}	1.85±0.12^{b}
85 วัน	1.85±0.22^{a}	2.36±0.02^{b}	2.45±0.14^{a}	2.63±0.22^{b}
ค่าเฉลี่ย	1.57±0.58^{a}	2.02±0.71^{b}	1.76±0.72^{a}	2.16±0.43^{b}

หมายเหตุ อักษร ^{a,b} ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($P \leq 0.05$)

ปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.88±0.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 1.08±0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 0.21±0.01-0.55±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.57±0.21 -1.44±0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 1.44±0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.9±0.21 - 1.21±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 1.21±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนเตรทระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-18)

ปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.78±0.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 1.09±0.54 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.2±0.21 -0.12±0.22 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.56±0.21 -1.21±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 1.21±0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.78±0.32 -1.77±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตรมีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 1.77±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยงพบว่าปริมาณไนเตรทระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในวันที่ 15 30 และ 85 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-18)

ตารางที่ 4-18 เปรียบเทียบปริมาณไนเตรทระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.21±0.01 [a]	0.55±0.11 [b]	0.2±0.21 [a]	0.12±0.22 [a]
15 วัน	0.57±0.21 [a]	1.5±0.21 [a]	0.56±0.21 [a]	1.21±0.21 [b]
30 วัน	0.82±0.31 [a]	0.9±0.21 [a]	0.71±0.23 [a]	1.52±0.11 [b]
45 วัน	1.1±0.231 [a]	1.2±0.21 [a]	0.77±0.02 [a]	0.78±0.32 [a]
62 วัน	1.25±0.01 [a]	0.99±0.021 [a]	1.02±0.02 [a]	1.02±0.13 [a]
70 วัน	1.44±0.021 [a]	1.2±0.22 [a]	1.21±0.21 [a]	1.23±0.13 [a]
85 วัน	0.78±0.21 [a]	1.21±0.21 [a]	0.98±0.21 [a]	1.77±0.11 [b]
ค่าเฉลี่ย	0.88±0.42 [a]	1.08±0.30 [a]	0.78±0.33 [a]	1.09±0.54 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($P \leq 0.05$)

ปริมาณออโธฟอสเฟตเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.16±0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณปริมาณออโธฟอสเฟตเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 0.14±0.11 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.11±0.02 -0.32±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 0.32±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.03±0.02 - 0.23±0.01มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 0.23±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณออโธฟอสเฟตระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อไม่มีความแตกต่างกันตลอดการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-19)

ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 0.20±0.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 0.27±0.16 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01±0.01 - 0.12±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออโธฟอสเฟตผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12±0.01 -0.33±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 45 วัน มีค่า 0.33±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณไนเตรทที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 0.12±0.02 -0.42±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 0.42±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณไนเตรทระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างในวันที่ 30 45 และ 85 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-19)

ตารางที่ 4-19 เปรียบเทียบปริมาณออโธฟอสเฟตระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	0.02±0.01 [a]	0.02±0.01 [a]	0.12±0.01 [a]	0.01±0.01 [a]
15 วัน	0.12±0.01 [a]	0.32±0.02 [a]	0.22±0.02 [a]	0.12±0.02 [a]
30 วัน	0.11±0.02 [a]	0.12±0.01 [a]	0.12±0.01 [a]	0.33±0.01 [b]
45 วัน	0.21±0.01 [a]	0.03±0.02 [a]	0.33±0.01 [a]	0.45±0.02 [b]
62 วัน	0.32±0.02 [a]	0.12±0.01 [a]	0.23±0.01 [a]	0.23±0.02 [a]
70 วัน	0.22±0.01 [a]	0.14±0.02 [a]	0.13±0.01 [a]	0.32±0.01 [a]
85 วัน	0.14±0.01 [a]	0.23±0.01 [a]	0.22±0.01 [a]	0.42±0.01 [b]
ค่าเฉลี่ย	0.16±0.10 [a]	0.14±0.11 [a]	0.20±0.08 [a]	0.27±0.16 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์($p \leq 0.05$)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 8.35±2.64 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 9.33±3.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 3.7±0.0070 -4.4±0.021 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 6.1±0.022 -12.5±0.0012 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 12.5±0.0012 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.7±0.0005 -15.7±0.0017 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 15.7±0.0017 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างกันตั้งแต่วันที่ 15 30 และ 85 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-20)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 14.73±9.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 13.14±5.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ รวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 7.0±0.0005 - 9.0±0.0020 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 7.8±0.0016 -32.1±0.0015 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 32.1±0.0015 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 4.5±0.0012 - 20.7±0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 85 วัน มีค่า 20.7±0.0045 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อไม่มีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-20)

ตารางที่ 4-20 เปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ระหว่างบริเวณผิวน้ำกับพื้นบ่อ

	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	4.4±0.021 [a]	3.7±0.0070 [a]	7.0±0.0005 [a]	9.0±0.0020 [a]
15 วัน	6.1±0.022 [a]	8.7±0.0012 [b]	8.5±0.0012 [a]	4.5±0.0012 [a]
30 วัน	7.6±0.032 [a]	10.5±0.0012 [b]	7.8±0.0016 [a]	11.8±0.0012 [a]
45 วัน	8.9±0.034 [a]	7.7±0.0005 [a]	10.5±0.0003 [a]	12.5±0.032 [a]
62 วัน	9.1±0.07 [a]	8.5±0.0013 [a]	12.7±0.0034 [a]	15.7±0.0022 [a]
70 วัน	9.9±0.007 [a]	10.5±0.0016 [a]	24.5±0.0012 [a]	20.7±0.0045 [a]
85 วัน	12.5±0.0012 [a]	15.7±0.0017 [b]	32.1±0.0015 [a]	17.8±0.008 [a]
ค่าเฉลี่ย	8.35±2.64 [a]	9.33±3.62 [a]	14.73±9.71 [a]	13.14±5.47 [a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 123.87±66.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 104.40±45.97 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงเตรียมบ่อที่ 1 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมีค่าอยู่ระหว่าง 35.5±0.020 -45.0±0.020 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ผิวน้ำในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 57.8±0.033 -220.4±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 220.4±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 35.7±0.02 -145.2±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 145.2±0.12มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตั้งแต่กุ้งอายุ 15 62 70 และ 85 วันจนสิ้นสุดการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-21)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงที่ผิวน้ำมีค่า 142.50±58.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมเฉลี่ยตลอดการเลี้ยงพื้นบ่อมีค่า 137.17±54.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมในช่วงเตรียมบ่อที่ 2 ที่ผิวน้ำและพื้นบ่อแตกต่างกันมีค่าอยู่ระหว่าง 45.0±0.02 - 75.0±0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 98.7±0.01 -250.8±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 62 วัน มีค่า 250.8±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่พื้นบ่อในระหว่างการเลี้ยงมีค่าอยู่ระหว่าง 112.7±0.011 - 220.5±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าสูงสุดเมื่อกุ้งมีอายุ 70 วัน มีค่า 220.5±0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อทดสอบความแตกต่างตลอดระยะการเลี้ยง พบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยระหว่างผิวน้ำและพื้นบ่อมีความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-21)

ตารางที่ 4-21 ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ระดับผิวน้ำและพื้นท้องน้ำ

	ปริมาณตะกอนแขวนลอย (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
	บ่อที่ 1		บ่อที่ 2	
	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ	ผิวน้ำ	พื้นบ่อ
เตรียมบ่อ	35.5±0.020 [a]	45.0±0.020 [a]	75.0±0.02 [a]	45.0±0.02 [b]
15 วัน	57.8±0.033 [a]	35.7±0.02 [b]	104.9±0.03 [a]	112.7±0.011 [b]
30 วัน	102.8±0.031 [a]	104.7±0.012 [a]	159.6±0.12 [a]	120.8±0.011 [b]
45 วัน	112.5±0.03 [a]	122.7±0.032 [a]	98.7±0.01 [a]	135.0±0.12 [b]
62 วัน	185.5±0.07 [a]	145.2±0.12 [b]	250.8±0.01 [a]	155.8±0.11 [b]
70 วัน	220.4±0.01 [a]	132.7±0.12 [b]	155.9±0.01 [a]	220.5±0.12 [b]
85 วัน	152.6±0.020 [a]	144.8±0.12 [b]	152.6±0.002 [a]	170.4±0.21 [b]
ค่าเฉลี่ย	123.87±66.70 [a]	104.40±45.97 [b]	142.50±58.01 [a]	137.17±54.41 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ได้แก่ อุณหภูมิ พีเอช ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนในน้ำ ความกระด้างน้ำ และปริมาณอัลคาไลน์ พบว่าอุณหภูมิน้ำในบ่อที่ 1 มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 32.0±0.5 องศาเซลเซียส พีเอช 7.7±0.2 ความเค็ม 32.7±1.5 psu ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 4.5±2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างน้ำ 3,750±575 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณอัลคาไลน์ในน้ำมีค่า 157.7±30.2 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิน้ำในบ่อที่ 2 มีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 31.5±0.5 องศาเซลเซียส พีเอช 7.3±0.5 ความเค็ม 35.3±2.0 psu ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 4.15±1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ความกระด้างน้ำ 3,550±437 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณอัลคาไลน์ในน้ำมีค่า 180.3±20.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบ่อที่ 1 และบ่อที่ 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ 4-22) เมื่อพิจารณาความแตกต่างตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่าคุณภาพน้ำบางประกาในบ่อที่ 1 และ 2 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (ตารางที่ 4-23 และ ตารางที่ 4-24)

ตารางที่ 4-22 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดฉะเชิงเทรา

คุณภาพน้ำบางประการ	**บ่อที่ 1**	**บ่อที่ 2**
อุณหภูมิ (°C)	32.0±0.5 [a]	31.5±0.5 [a]
pH	7.7±0.2 [a]	7.3±0.5 [a]
ความเค็ม (psu)	32.7±1.5 [a]	35.3±2.0 [a]
Do (mg/l)	4.5±2.0 [a]	4.15±1.5 [a]
Hardness	3,750±575 [a]	3,550±437 [a]
Alkalinity (mg/l)	177.7±30.2 [a]	180.3±20.5 [a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

ตารางที่ 4-23 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดฉะเชิงเทรา

เตรียมบ่อ	15 วัน	30 วัน	45 วัน	62 วัน	70 วัน	85 วัน
อุณหภูมิ (°C)	30.5±0.1 [a]	31.5±0.1 [a]	32±0.2 [a]	32.5±0.2 [a]	32.5±0.2 [a]	31.0±0.2 [a]
pH	7.5±0.02 [a]	7.75±0.02 [a]	7.5±0.4 [a]	7.7±0.5 [a]	7.5±0.2 [a]	7.7±0.2 [a]
ความเค็ม (psu)	33.0±0.1 [a]	32.7±0.2 [a]	32.1±0.5 [a]	32.5±0.5 [a]	31±0.3 [a]	32±0.1 [a]
Do (mg/l)	5.5±0.6 [a]	5.0±0.5 [a]	4.5±0.5 [a]	6.0±0.2 [a]	5.5±0.2 [a]	6.5±0.5 [a]
Hardness	3,765±127 [a]	3,800±87 [a]	3,600±80 [a]	3,270±77 [a]	3,580±23 [a]	3,660±175 [a]
Alkalinity (mg/l)	180.5±85 [a]	177±25 [a]	187.5±29 [a]	158.5±66 [a]	165±50 [a]	190±120 [a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

ตารางที่ 4-24 คุณภาพน้ำบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา

เตรียมบ่อ	15 วัน	30 วัน	45 วัน	62 วัน	70 วัน	85 วัน
อุณหภูมิ (°C)	31.0±0.1 [a]	30.5±0.1 [a]	30±0.2 [a]	32.5±0.2 [a]	32±0.1 [a]	31.0±0.2 [a]
pH	7.2±0.02 [a]	7.5±0.02 [a]	7.5±0.4 [a]	7.3±0.5 [a]	7.3±0.2 [a]	7.3±0.2 [a]
ความเค็ม (psu)	35.5±0.2 [a]	35.7±0.2 [a]	35.5±0.2 [a]	35.0±0.2 [a]	34.5±0.3 [a]	35.6±0.1 [a]
Do (mg/l)	5.0±0.2 [a]	4.5±0.03 [a]	4.3±0.02 [a]	5.22±0.02 [a]	4.25±0.02 [a]	4.25±0.12 [a]
Hardness	3,525±188 [a]	3,423±107 [a]	3,405±125 [a]	3,548±155 [a]	3,253±123 [a]	3,455±260 [a]
Alkalinity (mg/l)	190.5±77 [a]	180±55 [a]	195.5±49 [a]	178.5±44 [a]	178±47 [a]	190±120 [a]

หมายเหตุ อักษร [a,b] ที่ไม่เหมือนกันในแนวนอน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

3 การศึกษาคุณภาพดินในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ และที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ

การศึกษาคุณภาพดิน ได้แก่ พีเอชดิน ปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณไนโตรเจนรวม และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดิน**ใน**บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำและที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

พีเอชดินในบ่อที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 6.21±0.23 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน มีค่าเฉลี่ย 32.57±9.81 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 9.70±3.39 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 2.49±0.72 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มของพีเอชดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินในช่วงเตรียมบ่อมีความแตกต่างกับช่วงที่ปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนรวมในดินและปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินที่มีค่าเฉลี่ยในวันที่ 85 ของการเลี้ยงแตกต่างจากช่วงการเลี้ยงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ **4-25**)

ตารางที่ 4-25 คุณภาพดินบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดฉะเชิงเทรา

	พีเอชดิน	TOM (%)	TN (%)	TP (%)
เตรียมบ่อ	6.5±0.12[a]	12.7±4.5 [a]	4.5±0.20 [a]	1.1±0.13 [a]
15 วัน	6.5±0.1 [a]	33.7±7.0[b]	7.5±0.12 [b]	2.15±0.22 [b]
30 วัน	6.3±0.1 [a]	35.4±25 [b]	12.2±3.2 [c]	2.77±0.12 [b]
45 วัน	5.9±0.12 [a]	32.6±13.3 [b]	10.5±1.4 [c]	3.12±0.27 [c]
62 วัน	6.2±0.15 [a]	35.5±10.1 [b]	8.8±2.2 [bc]	2.75±0.45 [bc]
70 วัน	6.0±0.02 [a]	32.7±10.2 [b]	9.3±3.2 [bc]	2.35±0.35 [bc]
85 วัน	6.1±0.12 [a]	45.4±5.5 [b]	15.1±3.5 [d]	3.21±0.27 [d]
ค่าเฉลี่ย	6.21±0.23	32.57±9.81	9.70±3.39	2.49±0.72

หมายเหตุ อักษร [a,b,c,d] ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

พีเอชดินในบ่อที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 5.60±0.24 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน มีค่าเฉลี่ย 19.37±6.60 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 11.51±9.25 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 2.50±0.61เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มของพีเอชดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินในช่วงเตรียมบ่อมีความแตกต่างกับช่วงที่ปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) โดยเฉพาะปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ยในวันที่ 85 ของการเลี้ยงแตกต่างจากช่วงการเลี้ยงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินพบค่าสูงมากหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงได้ 15 30 และ 45 วัน (ตารางที่ **4-26**)

ตารางที่ 4-26 คุณภาพดินบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา

	พีเอชดิน	TOM (%)	TN (%)	TP (%)
เตรียมบ่อ	5.5±0.12 [a]	7.7±3.5 [a]	1.7±0.22 [a]	1.8±0.21 [a]
15 วัน	5.5±0.15 [a]	12.5±3.0 [b]	2.2±0.12 [b]	3.21±0.19 [c]
30 วัน	5.4±0.10 [a]	23.5±7.0 [c]	4.1±3.5 [c]	3.34±0.27 [c]
45 วัน	6.0±0.2 [a]	22.6±1.2 [c]	11.7±2.4 [c]	2.78±0.25 [c]
62 วัน	5.9±0.5 [a]	21.7±3.3 [c]	15.5±1.2 [c]	2.15±0.25 [b]
70 วัน	5.5±0.12 [a]	25.5±2.7 [c]	20.6±2.2 [d]	2.21±0.15 [b]
85 วัน	5.4±0.02 [a]	22.1±1.5 [c]	24.8±0.5 [d]	1.98±0.07 [ab]
ค่าเฉลี่ย	5.60±0.24	19.37±6.60	11.51±9.25	2.50±0.61

หมายเหตุ อักษร [a,b,c,d] ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)

พีเอชดินในบ่อที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 5.97±0.45 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน มีค่าเฉลี่ย 7.70±2.07 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 6.97±2.09 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 3.80±1.44 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มของพีเอชดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินในช่วงเตรียมบ่อมีความแตกต่างกับช่วงที่ปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) โดยเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ยในวันที่ 85 ของการเลี้ยงแตกต่างจากช่วงการเลี้ยงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$) สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินพบค่าสูงมากหลังจากปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงได้ 30 45 และ 62 วัน (ตารางที่ **4-27**)

ตารางที่ 4-27 คุณภาพดินบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดจันทบุรี

	พีเอชดิน	TOM	TN (%)	TP (%)
เตรียมบ่อ	5.5±0.05 [a]	5.5±0.34 [a]	3.5±0.05 [a]	2.2±0.07 [a]
15 วัน	6±0.23 [a]	6±0.07 [a]	5.5±0.25 [b]	3.15±0.01 [a]
30 วัน	5.6±0.07 [a]	6±0.12 [a]	7.2±0.35 [c]	4.5±0.12 [b]
45 วัน	5.5±0.08 [a]	7.5±0.05 [b]	7.8±0.05 [c]	5.5±0.08 [b]
62 วัน	6.2±0.09 [a]	8.7±0.25 [ab]	6.7±0.15 [bc]	5.7±0.07 [b]
70 วัน	6.5±0.15 [a]	9±0.035 [c]	7.9±0.05 [c]	2.35±0.15 [a]
85 วัน	6.5±0.22 [a]	11.2±0.125 [d]	10.2±0.25 [d]	3.21±0.3 [a]
ค่าเฉลี่ย	5.97±0.45	7.70±2.07	6.97±2.09	3.80±1.44

หมายเหตุ อักษร [a,b,c,d] ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

พีเอชดินในบ่อที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 7.41±3.98 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน มีค่าเฉลี่ย 7.47±2.65 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณไนโตรเจนรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 8.21±3.06 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินมีค่าเฉลี่ย 6.60±2.43 เปอร์เซ็นต์ แนวโน้มของพีเอชดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและไม่แตกต่างกันตลอดระยะเวลาการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินในช่วงเตรียมบ่อมีความแตกต่างกับช่วงที่ปล่อยกุ้งขาวแวนนาไมลงเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) โดยเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ปริมาณไนโตรเจนรวมในดิน และปริมาณฟอสฟอรัสรวมในดินมีค่าเฉลี่ยในวันที่ 85 ของการเลี้ยงแตกต่างจากช่วงการเลี้ยงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) (ตารางที่ **4-28**)

ตารางที่ 4-28 คุณภาพดินบางประการในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 จังหวัดจันทบุรี

	พีเอชดิน	TOM	TN (%)	TP (%)
เตรียมบ่อ	3.17±0.22 [a]	3.5±0.01 [a]	4.2±0.02 [a]	2.5±0.04 [a]
15 วัน	5.5±0.11 [b]	5.5±0.05 [b]	6.5±0.02 [c]	4.5±0.03 [b]
30 วัน	6.7±0.02 [b]	7.6±0.02 [c]	5.5±0.11 [b]	6.3±0.1 [c]
45 วัน	5.4±0.2 [b]	7.5±0.01 [c]	7.5±0.02 [c]	6.7±0.12 [c]
62 วัน	6.5±0.12 [b]	8.4±0.05 [d]	10.4±0.12 [d]	8.2±0.02 [d]
70 วัน	9.08±0.02 [c]	12.1±0.03 [e]	11.3±0.03 [d]	8.8±0.07 [d]
85 วัน	15.5±0.11 [c]	7.7±0.3 [c]	12.1±0.03 [d]	9.2±0.09 [e]
ค่าเฉลี่ย	7.41±3.98	7.47±2.65	8.21±3.06	6.60±2.43

หมายเหตุ อักษร [a,b,c,d,e] ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

4 การศึกษาปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ และที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติ

ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำในจังหวัดฉะเชิงเทรา บ่อที่ 1 พบว่าปริมาณ Geosmin ในดินมีตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 4.34±2.78 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 7.40±0.79 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ Geosmin ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อไม่สามารถตรวจวัดได้ ค่าเฉลี่ย Geosmin ในน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 0.73±0.91 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 85 ของการเลี้ยง 2.23±0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยง พบว่าปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 0.82±0.84 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 2.13±0.23 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 85 ของการเลี้ยง ปริมาณ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมพบว่าปริมาณ MIB ในดินมีตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 0.23±0.16 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 85 ของการเลี้ยง 0.33±0.21 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในระยะเตรียมบ่อไม่สามารถตรวจวัดค่าได้ ปริมาณ MIB ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อจนถึงวันที่ 30 ไม่สามารถตรวจวัดได้ ค่าเฉลี่ย MIB ในน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 0.14±0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 62 ของการเลี้ยง 0.14±0.05 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยง แต่ไม่สามารถตรวจวัดค่า MIB ในวันที่ 30 และ 45 ได้ ปริมาณ MIB ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 0.13±0.06 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 0.19±0.04 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 85 ของการเลี้ยง (ตารางที่ 4-29)

ตารางที่ 4-29 ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระยะ	Geosmin (ug kg^{-1})			MIB (ug kg^{-1})		
	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง
เตรียมบ่อ	0.43±0.12	nd	-	nd	nd	-
15 วัน	0.88±0.39	0.1±0	-	0.19±0.04	nd	-
30 วัน	4.23±1.25	0.27±0.07	0.1±0	0.33±0.1	nd	nd
45 วัน	4.33±0.21	0.1±0.04	0.17±0.06	0.49±0.15	0.1±0	nd
62 วัน	6.77±0.4	0.27±0.2	0.57±0.04	0.07±0.06	0.14±0.05	0.07±0.06
70 วัน	7.40±0.79	1.49±0.26	1.15±0.38	0.11±0.1	0.14±0.11	0.13±0.06
85 วัน	6.33±0.76	2.23±0.25	2.13±0.23	0.33±0.21	0.13±0.06	0.19±0.04
เฉลี่ย	4.34±2.78	0.73±0.91	0.82±0.84	0.23±0.16	0.14±0.01	0.13±0.06

ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำในจังหวัดฉะเชิงเทรา บ่อที่ 2 พบว่าปริมาณ Geosmin ในดินมีตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 5.57±4.26 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 85 ของการเลี้ยง 12.09±0.55 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ Geosmin ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อไม่สามารถตรวจวัดได้ ค่าเฉลี่ย Geosmin ในน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 0.83±1.05 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 2.5±0.06 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยงแต่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ได้ ปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 1.25±1.40 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 3.3±0.13 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 85 ของการเลี้ยง

ปริมาณ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมพบว่าปริมาณ MIB ในดินในช่วงเตรียมบ่อไม่สามารถตรวจวัดได้ ปริมาณ MIB ในดินตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 0.23±0.17 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 62 ของการเลี้ยง 0.47±0.03 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ MIB ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อจนถึงวันที่ 30 ไม่สามารถตรวจวัดได้ ค่าเฉลี่ย MIB ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อจนถึง 30 วันแรกของการเลี้ยงไม่สามารถตรวจวัดได้ ปริมาณ MIB ในน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 0.20±0.16 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 0.42±0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยง แต่ไม่สามารถตรวจวัดค่า MIB ในวันที่ 30 และ 45 ได้ ปริมาณ MIB ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 0.18±0.06 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 0.23±0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 70 ของการเลี้ยง (ตารางที่ 4-30)

ตารางที่ 4-30 ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 จังหวัดฉะเชิงเทรา

ระยะ	Geosmin (ug kg^{-1})			MIB (ug kg^{-1})		
	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง
เตรียมบ่อ	0.12±0.02	nd	-	nd	nd	-
15 วัน	1.45±0.12	0.01±0	-	0.08±0.01	nd	-
30 วัน	4.00±0.25	0.07±0.01	nd	0.024±0.01	nd	nd
45 วัน	4.57±0.35	0.14±0.02	0.04±0.02	0.29±0.02	0.1±0.01	nd
62 วัน	7.85±0.24	0.47±0.02	0.78±0.29	0.47±0.03	0.07±0.01	0.12±0.01
70 วัน	8.89±1.44	2.5±0.06	2.05±0.25	0.23±0.02	0.42±0.01	0.23±0.01
85 วัน	12.09±0.55	1.78±0.05	3. 3±0.13	0.42±0.11	0.22±0.02	0.20±0.02
เฉลี่ย	5.57±4.26	0.83±1.05	1.25±1.40	0.23±0.17	0.20±0.16	0.18±0.06

ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติในจังหวัดจันทบุรี บ่อที่ 1 มีปริมาณ Geosmin ในดินมีตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 3.82±0.62 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 62 ของการเลี้ยง 2.39±0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ Geosmin ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อ และหลังจากเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้ 15 วันไม่สามารถตรวจวัดได้ ค่าเฉลี่ย Geosmin ในน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 3.71±0.43 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 62 ของการเลี้ยง 4.92±0.13 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยงแต่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ได้ ปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 2.23±0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 2.25±0.27 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 62 ของการเลี้ยง

ปริมาณ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมพบว่าปริมาณ MIB ในดินในช่วงเตรียมบ่อและหลังจากเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้ 15 วัน ไม่สามารถตรวจวัดได้ ปริมาณ MIB ในดินตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 1.76±0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 0.91±0.04 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ MIB ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อจนถึงวันที่ 15 ไม่สามารถตรวจวัดได้ ปริมาณ MIB ในน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 2.23±0.25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 1.75±0.016 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยง แต่ไม่สามารถตรวจวัดค่า MIB ในวันที่ 30 และ 45 ได้ ปริมาณ MIB ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 0.17±0.02 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 0.13±0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 70 ของการเลี้ยง (ตารางที่ 4-31)

ตารางที่ 4-31 ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 1 จังหวัดจันทบุรี

	Geosmin (ug kg^{-1})			MIB (ug kg^{-1})		
	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง
เตรียมบ่อ	nd	nd	-	nd	nd	nd
15 วัน	0.05±0.07	nd	-	nd	nd	-
30 วัน	0.13±0.1	2.62±0.15	nd	0.11±0.01	0.03±0.06	0
45 วัน	1.76±0.26	3.1±0.51	1.2±0.15	0.22±0.01	0.67±0.019	0
62 วัน	2.39±0.25	4.92±0.13	2.25±0.27	0.3±0.01	1.34±0.04	0.07±0.01
70 วัน	1.65±1.29	3.94±0.25	1.7±0.1	0.91±0.04	1.75±0.016	0.13±0.01
85 วัน	3.82±0.62	3.71±0.43	2.23±0.25	1.76±0.25	2.23±0.25	0.17±0.02
เฉลี่ย	1.63±1.42	3.66±0.88	1.85±0.50	0.66±0.69	1.20±0.87	0.09±0.07

ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติในจังหวัดจันทบุรี บ่อที่ 2 พบว่าปริมาณ Geosmin ในดินมีตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 4.5±0.32 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 3.0±0.35 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ Geosmin ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อ และช่วงที่กุ้งมีอายุ 15 วันไม่สามารถตรวจวัดได้ ค่าเฉลี่ย Geosmin ในน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 2.27±0.8 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 2.74±0.05 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยงแต่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ได้ ปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 2.55±0.08 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 1.75±0.02 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 70 ของการเลี้ยง

ปริมาณ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมพบว่าปริมาณ MIB ในดินในช่วงเตรียมบ่อ ช่วงที่กุ้งมีอายุ 15 และ 30 วันไม่สามารถตรวจวัดได้ ปริมาณ MIB ในดินตลอดระยะเวลาการเลี้ยงมีค่า 1.55±0.07 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 1.22±0.02 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณ MIB ในน้ำในช่วงเตรียมบ่อจนถึงวันที่ 30 ไม่สามารถตรวจวัดได้ ปริมาณ MIB ในน้ำมีค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 1.79±0.05 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุดในวันที่ 70 ของการเลี้ยง 1.32±0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเริ่มวิเคราะห์ตัวอย่างเนื้อกุ้งขาวในวันที่ 30 ของการเลี้ยง แต่ไม่สามารถตรวจวัดค่า MIB ในวันที่ 30 และ 45 ได้ ปริมาณ MIB ในเนื้อกุ้งขาวมีค่าเฉลี่ย 0.97±0.01 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสูงสุด 1.12±0.21 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 70 ของการเลี้ยง (ตารางที่ 4-32)

ตารางที่ 4-32 ปริมาณ Geosmin และ MIB ในน้ำ ดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมบ่อที่ 2 จังหวัดจันทบุรี

	Geosmin (ug kg^{-1})			MIB (ug kg^{-1})		
	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง
เตรียมบ่อ	nd	nd	-	nd	nd	nd
15 วัน	0.15±0.01	nd	-	nd	0	-
30 วัน	0.55±0.02	0.62±0.02	nd	nd	0	0
45 วัน	2.32±0.06	2.10±0.05	1.25±0.02	0.38±0.02	0.32±0.011	0
62 วัน	2.7±0.05	1.98±0.07	1.67±0.17	0.41±0.11	0.74±0.01	0.5±0.23
70 วัน	3.0±0.35	2.74±0.05	1.75±0.02	1.22±0.02	1.32±0.01	1.12±0.21
85 วัน	4.5±0.32	2.27±0.8	2.55±0.08	1.55±0.07	1.79±0.05	0.97±0.01
เฉลี่ย	2.20±1.62	1.94±0.79	1.81±0.54	0.89±0.59	0.70±0.73	0.52±0.53

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ Geosmin ในบ่อที่ 1และ 2 ในจังหวัดฉะเชิงเทราทั้งในดิน น้ำ และเนื้อกุ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ในขณะที่ปริมาณ Geosmin ในบ่อที่ 1และ 2 ในจังหวัดจันทบุรีในดิน น้ำ แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ค่า Geosmin ในดินในบ่อที่ 2 มีการสะสมในดินในบ่อที่ 1 แต่ปริมาณ Geosmin ในน้ำในบ่อที่ 1 มีค่ามากกว่า ในขณะที่ปริมาณ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวไวนนาไมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

บ่อ	Geosmin (ug kg^{-1})		
	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง
ฉะเชิงเทราบ่อ 1	4.34±2.78 [a]	0.73±0.91 [a]	0.82±0.84 [a]
ฉะเชิงเทราบ่อ 2	5.57±4.26 [a]	0.83±1.05 [a]	1.25±1.40 [a]
จันทบุรี 1	1.63±1.42 [b]	3.66±0.88 [c]	1.85±0.50 [b]
จันทบุรี 2	2.20±1.62 [c]	1.94±0.79 [b]	1.81±0.54 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b,c,d,e] ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ MIB ในบ่อที่ 1และ 2 ในจังหวัดฉะเชิงเทราทั้งในดิน น้ำ และเนื้อกุ้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ในขณะที่ปริมาณ MIB ในบ่อที่ 1และ 2 ในจังหวัดจันทบุรีในดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05) ค่า MIB ในดิน และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมในบ่อที่ 2 มีค่ามากกว่าบ่อที่ 1 ในขณะที่ปริมาณ MIB ในน้ำในบ่อที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

ระยะ	MIB (ug kg^{-1})		
	ดิน	น้ำ	เนื้อกุ้ง
ฉะเชิงเทราบ่อ 1	0.23±0.16 [a]	0.14±0.01 [a]	0.13±0.06 [a]
ฉะเชิงเทราบ่อ 2	0.23±0.17 [a]	0.20±0.16 [a]	0.18±0.06 [a]
จันทบุรี 1	0.66±0.69 [b]	1.20±0.87 [b]	0.09±0.07 [c]
จันทบุรี 2	0.89±0.59 [c]	0.70±0.73 [b]	0.52±0.53 [b]

หมายเหตุ อักษร [a,b,c,d,e] ที่ไม่เหมือนกันในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (p<0.05)

5 การศึกษาคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไมทางประสาทสัมผัส

สำหรับตัวอย่างกุ้งขาวดิบนั้นผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในทุกคุณลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นโคลน กลิ่น และเนื้อสัมผัส (เมื่อใช้นิ้วกดที่เนื้อกุ้งปล้องที่ 2) ในแต่ละชุดการทดลอง (D-30, D-60, D-70, D-80) ไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกับตัวอย่างกุ้งขาวสุกที่ในทุกชุดการทดลองที่ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทุกคุณลักษณะที่ทดสอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ กลิ่นโคลน กลิ่นรสโคลน เนื้อสัมผัส (การเคี้ยว) และรสชาติ ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับทุกคุณลักษณะที่ทดสอบจากตัวอย่างกุ้งขาวสุกมากกว่ากุ้งขาวดิบเนื่องจากเมื่อนำกุ้งขาวไปต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จนกึ่งกลางตัวกุ้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที นั้นทำให้เกิดกลิ่นหอมหวานของกุ้งจึงลดกลิ่นโคลนลงได้และยังเกิดรสชาติที่อร่อยจึงทำให้ผู้ทดสอบยอมรับกลิ่นรสโคลนได้มากกว่ากุ้งดิบโดยกรดอะมิโนอิสระที่ให้รสชาติหวานในกุ้งได้แก่ กรดอะมิโน Glycine และกรดอะมิโนอิสระที่มีผลต่อรสชาติและพบมากในกลุ่มของครัสเตเชีย คือ กรดอะมิโนอิสระ Taurine, Glycine, Proline, Alanine และ Arginine สูง (Sikorski et al., 1990) และเมื่อผ่านการต้มเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะสีที่ผิวของกุ้งจากปกติสีเทาเป็นสีส้ม โดยเกิดจากความร้อนในการต้มทำให้ ovoverdin ซึ่งเป็นสารสีเขียวที่เกิดจากแอสตาแซนทินจับอยู่โปรตีนทำให้มองเห็นเนื้อกุ้งดิบเป็นสีเทานั้นถูกทำลายด้วยความร้อนแอสตาแซนทินที่โดยปกติเป็นสีแดงจึงถูกปลดปล่อยออกมาทำให้มองเห็นผิวของเนื้อกุ้งต้มเป็นสีส้ม

ตารางที่ 4-35 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของกุ้งขาวแวนนาไม โดยคะแนนระดับการยอมรับทางประสาทสัมผัสแบบ 9 point hedonic scale โดยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน

ลักษณะทดสอบ	คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัส			
	ชุดการทดลอง			
	D-30	D-60	D-70	D-80
กุ้งขาวดิบ				
ลักษณะปรากฏ	8.45 ± 0.41	8.40 ± 0.47	8.50 ± 0.51	8.55 ± 0.47
กลิ่นโคลน	8.50 ± 0.35	8.60 ± 0.44	8.50 ± 0.50	8.60 ± 0.31
กลิ่น	8.50 ± 0.24	8.60 ± 0.44	8.60 ± 0.37	8.60 ± 0.35
เนื้อสัมผัส	8.55 ± 0.41	8.60 ± 0.41	8.60 ± 0.41	8.65 ± 0.41
กุ้งขาวสุก (ต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จนกึ่งกลางตัวกุ้งอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที)				
ลักษณะปรากฏ	8.65 ± 0.44	8.70 ± 0.41	8.70 ± 0.43	8.75 ± 0.37
กลิ่นโคลน	8.60 ± 0.55	8.70 ± 0.54	8.70 ± 0.51	8.70 ± 0.48
กลิ่นรสโคลน	8.60 ± 0.44	8.70 ± 0.34	8.70 ± 0.33	8.70 ± 0.31
เนื้อสัมผัส	8.65 ± 0.39	8.70 ± 0.41	8.70 ± 0.34	8.70 ± 0.29
รสชาติ	8.65 ± 0.41	8.66 ± 0.41	8.66 ± 0.31	8.75 ± 0.37

1 = ไม่ชอบมากที่สุด 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง
2 = ไม่ชอบมาก 5 = เฉย ๆ 8 = ชอบมาก
3 = ไม่ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 9 = ชอบมากที่สุด

บทที่ 5
สรุปผล และวิจารณ์ผลการศึกษา

สารประกอบ Geosmin (trans-1,10-dimethyl-trans-9-decalol) และ MIB (2-methylisoborneol หรือ 1,2,7,7-tetramethyl-exo-bicyclo-[2,2,1]-heptan-2-ol) เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์อิ่มตัวที่ระเหยได้ โครงสร้างประกอบด้วยหมู่เมทิลและหมู่ไฮดรอกซิล สามารถละลายในไขมันได้ดี ทำให้สะสมในเนื้อเยื่อที่มีองค์ประกอบของไขมัน จึงทำให้เกิดกลิ่นโคลนหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์ (Izaguirre et al., 1982) จากการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำจะพบ *Oscillatoria* เป็นแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นซึ่งเป็นแพลงก์ตอนกลุ่มสีเขียวแกมน้ำเงินที่สำคัญ และมีผลต่อการเกิดกลิ่นโคลนในเนื้อกุ้ง (ชลอ, 2536; Lovell& Broce, 1985; Lovell et. al., 1986; Yurkowski & Tabachek, 1980)

การศึกษาครั้งนี้พบปริมาณ Geosmin ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.73±0.91-3.66±0.88 ug L^{-1} และปริมาณ MIB ในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.14±0.01-1.20±0.87 ug L^{-1} ซึ่งต่ำกว่ารายงานของ Lorio et. al., (1992) ว่าค่า Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงปลา *Ictalurus punctatus* ระดับของ Geosmin ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.000 ถึง 0.097 ug/l และปริมาณ MIB ในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.039 ถึง 0.356 ug/l Robertson et. al., (2006) ได้รายงานปริมาณ Geosmin ในปลา rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.0 และ 3.0 ug kg^{-1} และมีค่ามากที่สุดถึง 7.2 ug kg^{-1} ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาว มีค่า 0.23±0.16 ถึง 0.89±0.59 ug kg^{-1} Gutierrez et. al. (2013) รายงานปริมาณ Geosmin ในน้ำในบ่อเลี้ยงปลานิล (*Oreochromis niloticus*) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41 - 2.33 ug L^{-1} ซึ่งมีค่าสูงกว่าในดินมีค่า 0.49 -1.70 µg kg^{-1} ในขณะที่ปริมาณ MIB ในดินตะกอน มีค่า 3.90 - 9.46 µg kg^{-1} ซึ่งสูงกว่าในน้ำ มีค่า 0.81 - 6.77 µg kg^{-1} ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่า Geosmin ในดินมีค่าสูงกว่าในน้ำ และปริมาณ MIB ในน้ำมีค่าสูงกว่าในดิน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะบ่อที่มีการสะสมของ Geosmin ในดินมาก แสดงให้เห็นการตายของแพลงก์ตอนพืชมาก โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย อย่างไรก็ตาม *Oscillatoria* สามารถเจริญเกาะติดที่พื้นบ่อและมีผลต่อการสร้าง Geosmin ในน้ำได้ดี (Robertson et. al., 2006; Liang et. al., 2008) ในขณะที่แอคติโนมัยซิสจะสร้างสาร MIB ซึ่งแอคติโนมัยซิสจะสร้างเส้นสายเกาะกับหินและพื้น ทำให้ดินมีปริมาณ MIB สูงกว่าในน้ำ (Gutierrez et. al., 2013; Petersen et. al., 2014)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยง และปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในทิศทางเดียวกับธาตุอาหาร ได้แก่ แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท ฟอสฟอรัส ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (Funge-Smith and Briggs,1998) ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ส่วนใหญ่แพลงก์ตอนจะใช้ยูเรีย แอมโมเนียมอิออน และไนเตรทเป็นแหล่งไนโตรเจนในการเจริญเติบโต ส่วนไนไตรท์จะมีความเป็นพิษเมื่อมีความเข้มข้นสูง (Morris, 1974) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อกับปริมาณ Geosmin และ MIB ในดิน น้ำ และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมใน

จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันทั้งหมด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง ปริมาณแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณ Geosmin ในดิน ในน้ำ และในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม (r^2 =0.81, r^2 =0.80, r^2 =0.87) และ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมมีความสัมพันธ์กับปริมาณ Geosmin ในน้ำ (r^2 =0.90) เช่นเดียวกับ MIB ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณกับปริมาณ MIB ในน้ำแสดงว่าถ้าในน้ำมีค่า Geosmin และ MIB สูงขึ้นก็จะทำให้ปริมาณ Geosmin และ MIB ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมเพิ่มสูงขึ้นด้วย (ตารางที่ 5-1) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อกับปริมาณ Geosmin และ MIB ในดิน น้ำ และเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมในจังหวัดจันทบุรี พบว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันทั้งหมด มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง ปริมาณแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณ Geosmin ในดิน ในน้ำ และในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไม (r^2 =0.79, r^2 =0.70, r^2 =0.84) และ Geosmin ในเนื้อกุ้งขาวแวนนาไมมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอน (r^2 =0.84) ปริมาณแพลงก์ตอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณ MIB ในน้ำและดิน (ตารางที่ 5-2)

ตารางที่ 5-1 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอน ปริมาณ Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในจังหวัดฉะเชิงเทรา

	แพลงก์ตอน	G-ดิน	G-น้ำ	G-เนื้อกุ้ง	M-ดิน	M-น้ำ	M-เนื้อกุ้ง
แพลงก์ตอน	1						
G -ดิน	0.81	1					
G -น้ำ	0.80	0.73	1				
G -เนื้อกุ้ง	0.87	0.84	0.90	1			
M-ดิน	0.45	0.48	0.26	0.38	1		
M-น้ำ	0.62	0.75	0.87	0.79	0.12	1	
M-เนื้อกุ้ง	0.80	0.84	0.95	0.93	0.32	0.89	1

หมายเหตุ : G คือ Geosmin และ M คือ MIB

ตารางที่ 5-2 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอน ปริมาณ Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในจังหวัดจันทบุรี

	แพลงก์ตอน	G-ดิน	G-น้ำ	G-เนื้อกุ้ง	M-ดิน	M-น้ำ	M-เนื้อกุ้ง
แพลงก์ตอน	1						
G -ดิน	0.79	1					
G -น้ำ	0.70	0.64	1				
G -เนื้อกุ้ง	0.84	0.95	0.79	1			
M-ดิน	0.67	0.87	0.55	0.81	1		
M-น้ำ	0.74	0.86	0.77	0.92	0.91	1	
M-เนื้อกุ้ง	0.70	0.69	0.22	0.59	0.68	0.54	1

หมายเหตุ : G คือ Geosmin และ M คือ MIB

ซึ่งการศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง Geosmin และ MIB กับคุณภาพน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดฉะเชิงเทรามีปริมาณ Geosmin มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรี ปริมาณ Geosmin มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนเตรทในน้ำ สำหรับ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดฉะเชิงเทรามีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่จังหวัดจันทบุรี ปริมาณ MIB มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนเตรทในน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ Robertson et. al. (2006) ที่รายงานว่าปริมาณ Geosmin สัมพันธ์กับปริมาณไนเตรทในน้ำ อุณหภูมิน้ำและฟอสฟอรัสในน้ำ เป็นปัจจัยที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนภายในบ่อ

ตารางที่ 5-3 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Geosmin และ MIB ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกับคุณภาพน้ำในการศึกษาครั้งนี้

	Geosmin		MIB	
	ฉะเชิงเทรา	จันทบุรี	ฉะเชิงเทรา	จันทบุรี
แอมโมเนียผิวน้ำ	0.13	0.27	0.18	0.38
แอมโมเนียพื้นท้องน้ำ	0.45	0.31	0.41	0.58
ไนไตร์ทผิวน้ำ	0.55	0.59	0.58	0.51
ไนไตร์ทพื้นท้องน้ำ	0.19	0.45	0.12	0.34
ไนเตรทผิวน้ำ	0.26	0.84	0.35	0.67
ไนเตรทพื้นท้องน้ำ	0.44	0.20	0.44	0.39
ฟอสฟอรัสผิวน้ำ	0.86	0.52	0.74	0.32
ฟอสฟอรัสพื้นท้องน้ำ	0.37	0.04	0.40	0.23
คลอโรฟิลล์ผิวน้ำ	0.82	0.29	0.81	0.61
คลอโรฟิลล์พื้นท้องน้ำ	0.79	0.38	0.83	0.60
TTs ผิวน้ำ	0.63	0.62	0.58	0.61
Tss พื้นท้องน้ำ	0.64	0.64	0.68	0.67

เอกสารอ้างอิง

ชลอ ลิ้มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชกูล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช เนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ.2547. บริษัทเมจิค พับบลิเคชั่น จำกัด

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2542. แพลงก์ตอนพืช. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. และโสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

โสภณ อ่อนคง และชูสินธุ์ ชนะสิทธ์. 2542. แนวทางการจัดการป้องกันและแก้ไขปัญหาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. ศูนย์พัฒนาการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งสตูล, สตูล.

บุณฑริกา ทองดอนพุ่ม. 2547. ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำ คุณภาพดิน ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตของกุ้งกุลาดำ ในระบบการเลี้ยงแบบพัฒนา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทยา ทาวงศ์ นิวุฒิ หวังชัย กรทิพย์ กันนิการ์ สุปราณี วิกรัยบูรณ์ และสมคิด ดีจริง. 2551. ผลของการใช้ปุ๋ยมูลไก่ในการเลี้ยงปลานิลแดงต่อการสะสมสารจีออสมิน และเอ็มไอบีของน้ำและดินพื้นบ่อ. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง ปีที่ 2 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2551

มาลินี ฉัตรมงคลกุล และชิดชัย จันทร์ตั้งสี. 2548. แพลงก์ตอน. โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระ เทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. กรุงเทพฯ.

พรศิลป์ ผลพันธิน. 2545. เทคนิคในการจำแนกชนิดของแพลงก์ตอน. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา.

Boyd, C.E. and C.S. Tucker. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers , Massachusetts. 700 p.

Chanratchakool, P., J.F. Turnbull and C. Limsuwan. 1993. Health Management in Shrimp Ponds. Aquatic Animal Health Research institute. Kasetsart University Campus, Bangkok.

Correll, D.L. 1988. The role of phosphorus in the Eutrophication of Receiving water: A review. J. Environ. Qual. 27:261-266

Funge-Smith, S.J. and M.R.P. Briggs. 1998. Nutrient budgets in intensive shrimp ponds: implications for sustainability. Aquaculture 164:117-133

Gutierrez, R., Whangchai, N., Sompong, U., Prarom, W., Iwami, N., Itayama, T.,& Sugiura, N. (2013). Off-flavour in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in an integrated pond-cage culture system. *Maejo International Journal of Science and Technology*, *7*, 1.

Izaguirre, G., C.J. Hwang, S.W. Krasner and J. Micheal. 1982. Geosmin and 2-methylisoborneol from cyanobacteria in three water supply system. App.Envi. Micro. 43(3): 708-714

Johnsen, P.B., S.W. Lloyd, B.T. Vingad and P.C. Dionigi. 1996. Effect of temperature on uptake and depuration of 2-methylisoborneol in channel catfish (*Ictalurus punctatus*). J. World Aqua. Soc. 27(1): 15-20

Jory, D.E. and T. Cabrera. 2003. Marine Shrimp. Available Source: http://www.blackwell

Kuhl, A. 1974. Phosphorus. *In* W.D.P Stewart. ed. Algal Physiology and Biochemistry. Vol 10. Botanical monograph. University of California Press. Berkely, Los Angeles.

Liang, M., Wang, S., Wang, J., Chang, Q., & Mai, K. (2008). Comparison of flavor components in shrimp *Litopenaeus vannamei* cultured in sea water and low salinity water. *Fisheries science*, *74*(5), 1173-1179.

Lovell, R.T. and D. Broce. 1985. Cause of musty flavor in pond culture penaeid shrimp. Aquaculture penaeid shrimp . Aquaculture 50:169-174

Lovell, R. T., Lelana, I. Y., Boyd, C. E., & Armstrong, M. S. (1986). Geosmin and musty-muddy flavors in pond-raised channel catfish. *Transactions of the American Fisheries Society*, *115*(3), 485-489.

Lorio, W. J., Perschbacher, P. W., & Johnsen, P. B. (1992). Relationship between water quality, phytoplankton community and off-flavors in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) production ponds. *Aquaculture*, *106*(3), 285-292.

Morris, I. 1974. Nitrogen assimilation and protein systhesis. *In* W.D.P Stewart. ed. Algal Physiology and Biochemistry. Vol 10. Botanical monograph. University of California Press. Berkely, Los Angeles.

Oh, H.M., S.J. lee, M.-H. Jang and B. D. Yoon. 2000. Microcystin production by *Microcystis aeruginosa* in a phosphorus-limited chemostat. Appl. Environ. Microbiol. 66:176-179

Petersen, M. A., Alam, M. A., Rahman, M. M., Ali, M. L., Mahmud, S., Schlüter, L., & Jørgensen, N. O. (2014). Geosmin off-flavour in pond-raised fish in southern Bangladesh and occurrence of potential off-flavour producing organisms. *Aquaculture Environment Interactions*, *5*(2), 107-116.

Robertson, R. F., Hammond, A., Jauncey, K., Beveridge, M. C. M., & Lawton, L. A. (2006). An investigation into the occurrence of geosmin responsible for earthy–musty taints in UK farmed rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, *259*(1), 153-163.

Reyssac, J. S. and M. Pletikosic. 1990. Cyanobacteria in Fish Ponds. Aquaculture 88: 1-20.publishing.com/content/BPL_Images/Content_store/Sample_chapter/9780852382226/lucas%20chapter.pdf, March 9, 2007.

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

Schrader, K. K., Green, B. W., & Perschbacher, P. W. (2011). Development of phytoplankton communities and common off-flavors in a biofloc technology system used for the culture of channel catfish (*Ictalurus punctatus*).*Aquacultural engineering*, *45*(3), 118-126.

Sikorski, Z.E., Kolakowska, A. & Pan, B.S. (1990). *The nutritive composition of the major groups of marine food organisms*. Z.E. Sikorski (Ed.), Seafood: resources, nutritional composition and preservation, CRC Press, Florida, 29–54.

Van Der Ploeg, M. 1989. Seasonal trends in flavor quality of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) from commercial pond in Missisippi. J. of Applied Aquaculture. 2(3):22-31

Wangwibulkit, S., C. Limsuwan and N. Chuchird. 2008. Effect of Salinity and pH on the Growth of Blue-Green Algae, *Oscillatoria* sp. and *Microcystis* sp., Isolated from Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) Ponds. KU. Fish. Res. Bull. 32(1): 1-9.

Yurkowski, M., & Tabachek, J. A. L. (1980). Geosmin and 2-methylisoborneol implicated as a cause of muddy odor and flavor in commercial fish from Cedar Lake, Manitoba. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, *37*(9), 1449-1450.