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*