



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)
ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์การประมง ชีววิทยาประมง
สาขา ภาควิชา

เรื่อง การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำความเค็มต่ำ
เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด

Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at Different Stocking
Densities in Low Salinity Water for the Maximum Profit

นามผู้วิจัย นางสาวธิรประภา รัตนโชติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชลอ ลิ้มสุวรรณ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติ ชูเชิด, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา
(รองศาสตราจารย์อนงค์ จีรภัทร์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....
(รองศาสตราจารย์วินัย อากงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2550

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำความเค็มต่ำ
เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด

Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at Different Stocking Densities
in Low Salinity Water for the Maximum Profit

โดย

นางสาวธิรประภา รัตนโชติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง)

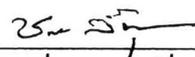
พ.ศ. 2550

ฉิรประภา รัตนโชติ 2550: การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำ
ความเค็มต่ำเพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์
การประมง) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาชีววิทยาประมง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชลอ ลิมสุวรรณ, Ph.D. 96 หน้า

การศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบของต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำความเค็มต่ำ โดยฟาร์มทั้ง 2 ที่ทำการศึกษาเข้า
ร่วมกลุ่มสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีนซึ่งทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับโรงงานแปรรูป ฟาร์มที่ 1
ทำการปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะ โปสลาาร์ว่า 13 ในอัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่
จำนวน 3 บ่อ (ขนาดบ่อ 4 ไร่) ส่วนฟาร์มที่ 2 ปล่อยลูกกุ้งขาวแวนนาไมระยะ โปสลาาร์ว่า 10 อัตรา
ความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ จำนวน 3 บ่อ (ขนาดบ่อ 3 ไร่) ระดับความเค็มของน้ำในบ่อ
ทดลองทุกบ่ออยู่ในช่วงประมาณ 2-5 พีพีที ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง สำหรับฟาร์มที่ 1 ทำการจับ
กุ้งหลังจากเลี้ยงเป็นเวลา 129 วัน พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ย 20.70 ± 0.65 กรัม ผลผลิตเฉลี่ย $1,108.33 \pm$
 52.04 กิโลกรัมต่อไร่ และอัตราการรอดตายเฉลี่ย 67.02 ± 5.11 เปอร์เซ็นต์ ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย
 $95,810$ บาทต่อไร่ และได้กำไรสุทธิเฉลี่ย $78,198$ บาทต่อไร่ ส่วนฟาร์มที่ 2 หลังจากเลี้ยงเป็นเวลา
106 วัน จึงทำการจับกุ้ง พบว่ามีน้ำหนัก ผลผลิตและอัตราการรอดตายเฉลี่ยเท่ากับ 14.30 ± 0.41
กรัม 977.78 ± 19.24 กิโลกรัมต่อไร่ และ 68.47 ± 3.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย
 $86,272$ บาทต่อไร่ และได้กำไรสุทธิเฉลี่ย $39,861$ บาทต่อไร่ โดยจากการเปรียบเทียบราคาขายกุ้ง
ขาวแวนนาไมที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับโรงงานแปรรูปผ่านสหกรณ์กับราคาขายที่ตลาดทะเล
ไทย ณ วันที่จับกุ้ง พบว่าราคากุ้งขาวแวนนาไมที่ขายผ่านสหกรณ์สูงกว่าราคาจากตลาดทะเล
ไทยประมาณ 22-23 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับค่าคุณภาพน้ำและปริมาณออกซิเจนที่สำคัญตลอด
ระยะเวลาการเลี้ยงของทั้ง 2 ฟาร์ม พบว่าอยู่ในระดับที่เหมาะสมและเพียงพอต่อการเลี้ยงกุ้งขาว
แวนนาไม

จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นต่ำเพื่อ
ที่จะผลิตกุ้งให้ได้ขนาดใหญ่ น่าจะเหมาะสมและให้ผลตอบแทนดีกว่าการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
ด้วยความหนาแน่นสูงแต่ได้กุ้งขนาดเล็กกว่า การทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าในลักษณะที่เป็น
สมาชิกสหกรณ์สามารถลดความเสี่ยงจากปัญหาราคาที่ไม่น่าแน่นอนได้

ฉิรประภา รัตนโชติ
ลายมือชื่อนิติ


ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

15 / 5 / 50

Tiraprapa Ratanachoti 2007: Rearing of Pacific White Shrimp(*Litopenaeus vannamei*) at Different Stocking Densities in Low Salinity Water for the Maximum Profit. Master of Science (Fisheries Science), Major Field: Fisheries Science, Department of Fishery Biology. Thesis Advisor: Assistant Professor Chalor Limsuwan, Ph.D. 96 pages.

Production costs and total revenues from the culture of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at different stocking densities in low salinity water were studied. Two farms used in this study were members of Tacheen Plain Shrimp Farmers' Cooperative. Farm 1, (three ponds (4 rai)), postlarvae (PL) 13 were stocked at the density of 80,000 PL/rai. Farm 2, (three ponds (3 rai)) white shrimp PL 10 were stocked at the density of 100,000 PL/rai. The salinity levels during the culture period ranged from 2-5 parts per thousand (ppt). After 129 days, shrimp from farm 1 were harvested. The average weight was 20.70 ± 0.65 g, average production was $1,108.33 \pm 52.04$ kg/rai and the average survival rate was 67.02 ± 5.11 %. The average production cost was 95,810 baht/rai and the average net profit was 78,198 baht/rai. For farm 2, white shrimp were harvested at 106 days. The average weight, production and survival rate were 14.30 ± 0.41 g, 977.78 ± 19.24 kg/rai and 68.47 ± 3.21 %, respectively. The average production cost was 86,272 baht/rai with the average net profit was 39,861 baht/rai. Concurrent comparisons were made of prices between the cooperative and central market (Talay-Thai). The price of white shrimp sold through the cooperative was higher than that of the central market by about 22-23 baht/kg. The water quality parameters and ions during the culture period of both farms were suitable and sufficient for culturing white shrimp.

The results from this study indicated that the lower stocking density produced larger-sized shrimp with higher the total revenues, while using a higher stocking density produced smaller-sized shrimp, as well as resulting in lower profits. Contract farming in terms of the fixed price of the cooperative could reduce the risk from price fluctuation.

Tiraprapa Ratanachoti

Student's signature

Chalor Limsuwan

Thesis Advisor's signature

15 / 5 / 50

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลอ ลีมสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลักที่ได้คอยช่วยเหลือในการวางแผนการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำ
ปรึกษาและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ ชูเชิด
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้คอยให้คำปรึกษาในทุกเรื่องและช่วยแก้ไขทำให้วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นงนุช รักสกุลไทย ประธานการสอบ และ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บรรจง เทียนสงรัมย์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก สำหรับคำแนะนำและช่วยแก้ไข
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณจำเริญ ราษฎร์นิยม และ คุณประดิษฐ์ อรุณรัตน์ เจ้าของฟาร์มเลี้ยง
กึ่งชาวแวนนาไม อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวก
ความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณปู่ คุณย่ารวมทั้งทุก ๆ คนในครอบครัวที่คอยให้
กำลังใจและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์พร้อมทั้งคอยช่วยเหลือจนทุกอย่างสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี
นอกจากนี้ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และทุกคนที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์
ฉบับนี้

ธิดาประภา รัตนโชติ

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	29
ผลและวิจารณ์ผล	40
สรุปและข้อเสนอแนะ	65
สรุป	65
ข้อเสนอแนะ	66
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	67
ภาคผนวก	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความแตกต่างในลูกกุ้งระยะโพสลาร์วา 10 ขึ้นไป	5
2	ความแตกต่างของกุ้งระยะวัยรุ่น	5
3	การเปรียบเทียบระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 3 ระบบ	7
4	ระบบการเลี้ยงกุ้งทั้ง 4 ระบบ โดยแบ่งตามความหนาแน่น ปริมาณผลผลิต และข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	10
5	ปริมาณเฉลี่ยของแร่ธาตุบางชนิดในน้ำจืด น้ำกร่อย น้ำทะเล	23
6	ค่าความต้องการแร่ธาตุของกุ้ง <i>P. japonicus</i> และ <i>P. vannamei</i> ระยะ juvenile	24
7	แสดงค่าไอออนที่สำคัญต่าง ๆ ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ	25
8	ผลการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน	41
9	อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม	42
10	ต้นทุนการผลิตการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน	45
11	ผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยความหนาแน่นแตกต่างกัน	46
12	การเปรียบเทียบราคาขายกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ลุ่มน้ำท่าจีนและราคากุ้งจากตลาดทะเลไทย	46
13	เปรียบเทียบรายได้สุทธิจากการขายกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีนและราคาจากตลาดไทย ณ วันเวลาเดียวกัน	47
14	คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม	48
15	ปริมาณไอออนสำคัญที่ทำการวิเคราะห์ตลอดการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม	83
2	คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม	86
3	ปริมาณออกซิเจนที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ของทั้ง 2 ฟาร์ม	95

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนผังฟาร์มที่ 1	30
2	แผนผังฟาร์มที่ 2	33
3	น้ำหนักเฉลี่ยของกึ่งข้าวเหนียวทั้ง 2 ฟาร์ม	43
4	การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนละลายน้ำตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าว เหนียว	57
5	การเปลี่ยนแปลงพีเอชตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	57
6	การเปลี่ยนแปลงความเป็นด่างรวมตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	58
7	การเปลี่ยนแปลงความกระด้างตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	58
8	การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	59
9	การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์ตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	59
10	การเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	60
11	การเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	60
12	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	61
13	การเปลี่ยนแปลงค่าความโปร่งแสงของน้ำตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าว เหนียว	61
14	การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าว เหนียว	62
15	การเปลี่ยนแปลงแคลเซียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	62
16	การเปลี่ยนแปลงแมกนีเซียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	63
17	การเปลี่ยนแปลงโซเดียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	63
18	การเปลี่ยนแปลงคลอไรด์อออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	64
19	การเปลี่ยนแปลงซัลเฟตอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกึ่งข้าวเหนียว	64

สารบัญญภาพ (ต่อ)

	ภาพผนวกที่	หน้า
1	ฟาร์มที่ 1	78
2	การเตรียมบ่อก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 1	78
3	การเตรียมน้ำก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 1	78
4	การปล่อยกุ้งลงในบ่อเลี้ยงของฟาร์มที่ 1	79
8	ฟาร์มที่ 2	80
9	การเตรียมบ่อของฟาร์มที่ 2	80
10	การเตรียมน้ำก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 2	81
11	การปล่อยกุ้งลงในบ่อเลี้ยงของฟาร์มที่ 2	81
12	เครื่องให้อากาศแบบใบพัดแขวนยาวของฟาร์มที่ 2	81
13	เครื่องให้อากาศแบบสไปรัลของฟาร์มที่ 2	82
14	การจับกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 2	82

การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำความเค็มต่ำ
เพื่อให้ได้ผลตอบแทนสูงสุด

**Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) at Different Stocking
Densities in Low Salinity Water for the Maximum Profit**

คำนำ

กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) หรือกุ้งขาวแปซิฟิกเป็นกุ้งที่มีการแพร่กระจายในมหาสมุทรแปซิฟิกจากประเทศสหรัฐอเมริกาลงไปถึงทางตอนเหนือของประเทศเปรู มีการเลี้ยงกันมากในทวีปอเมริกาใต้หลายประเทศ เช่น เอกวาดอร์ เม็กซิโก เปรู ปานามา ฮอนดูรัส โคลอมเบีย บราซิล ฯลฯ (Rosenberry, 1993; FAO, 1994) กุ้งขาวแวนนาไมได้มีการนำเข้ามาเลี้ยงในทวีปเอเชียครั้งแรกในประเทศไต้หวันในปี พ.ศ. 2539 และประเทศจีนในปี พ.ศ. 2541 เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งกุลาดำภายในประเทศไทยมีปัญหาการเจริญเติบโตช้าและมีผลผลิตต่ำไม่ได้ตามเป้าหมาย กรมประมงจึงได้อนุญาตให้มีการนำเข้ากุ้งขาวแวนนาไมที่ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen Free, SPF) เข้ามาทดลองเลี้ยงในปี พ.ศ. 2545 ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่หันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแทนการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) ทั้งนี้เพราะว่ากุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่ได้รับ การปรับปรุงและพัฒนาสายพันธุ์มาเป็นเวลานานสามารถผลิตลูกพันธุ์ที่ปลอดเชื้อไวรัสและมีสายพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตเร็วมีขนาดสม่ำเสมอสามารถเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงทำให้ได้ผลผลิตในระดับที่สูงกว่ากุ้งกุลาดำมาก

ความหนาแน่นในการปล่อยกุ้งลงเลี้ยงเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Forster and Beard, 1974) โดยอัตราการปล่อยที่เหมาะสมนั้นจะแตกต่างกันไปตามความพร้อมของแต่ละฟาร์มตั้งแต่เครื่องให้อากาศ ความลึกของบ่อ ความเค็ม ความเป็นด่างและความกระด้าง รวมถึงสายพันธุ์ของลูกกุ้งที่นำมาเลี้ยงด้วย สำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำมากส่วนใหญ่จะไม่สามารถผลิตกุ้งขนาดใหญ่ได้เหมือนกับการเลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติเนื่องจากน้ำความเค็มต่ำจะมีปริมาณออกซิเจนที่สำคัญ ได้แก่ แมกนีเซียม โซเดียม แคลเซียม โพแทสเซียม คลอไรด์ ไบคาร์บอเนตและซัลเฟตน้อย ส่งผลต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของกุ้ง (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) สำหรับการเลี้ยงที่ความเค็มของน้ำไม่ต่ำมากจนเกือบเป็น

น้ำจืด เช่น ความเค็มอยู่ระหว่าง 4-8 ส่วนในพันส่วน (พีพีที) และปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นไม่สูงมาก มีการจัดการเรื่องคุณภาพน้ำและการให้อาการอย่างพอเพียงสามารถที่จะเลี้ยงได้กุ้งขนาดใหญ่ได้ (อรอนงค์, 2547)

ในปัจจุบันนี้ประเทศผู้รับซื้อกุ้งรายใหญ่ คือ สหภาพยุโรปหรืออียูและสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดมาตรฐานความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค โดยเฉพาะปัญหาเรื่องยาตกค้างและกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมรวมทั้งจะต้องไม่มีปัญหากับสังคมรอบด้าน นอกจากนี้จะต้องมีระบบตรวจสอบย้อนกลับ (traceability) ซึ่งสามารถตรวจสอบทุกขั้นตอนในการผลิตได้จากฟาร์มเลี้ยงกุ้งถึงผู้บริโภค ทำให้เกษตรกรรายย่อยประสบปัญหาเนื่องจากไม่มีความพร้อมโดยเฉพาะระบบการตรวจสอบย้อนกลับ แนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาดังกล่าวในปัจจุบันและในอนาคต คือเกษตรกรรายย่อยจะต้องมีการรวมกลุ่มจัดตั้งเป็นสหกรณ์เพื่อรองรับมาตรฐานต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว

สหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีนเป็นการนำเกษตรกรรายย่อยเข้าสู่การรวมกลุ่มการผลิตในรูปแบบของสหกรณ์การเกษตรภายใต้มาตรฐานการผลิตที่ถูกต้องและเหมาะสม ได้แก่ มาตรฐานการผลิต GAP (Good Aquaculture Practices) และมาตรฐานการผลิต CoC (Code of Conduct) ซึ่งได้รับการรับรองจากกรมประมง โดยมีการออกหนังสือกำกับการจำหน่ายสัตว์น้ำ (movement document) เพื่อกำกับการซื้อขายและระบบตรวจสอบย้อนกลับรวมทั้งการผลิตภายใต้เงื่อนไขความปลอดภัยด้านอาหาร (food safety) เพื่อสร้างความเชื่อมั่นต่อผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ โดยสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีนนี้ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่เขตภาคกลางเป็นโครงการนำร่องเพื่อพัฒนาการเลี้ยงกุ้งให้ได้มาตรฐานการผลิต GAP/CoC ในการนำไปสู่การเกษตรแบบยั่งยืนและยกระดับธุรกิจอุตสาหกรรมกุ้งอย่างครบวงจร

สำหรับการศึกษานี้เป็นการเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำในอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกันเพื่อเป้าหมายในการผลิตที่แตกต่างกันทั้งระยะเวลาในการเลี้ยงและขนาดของกุ้ง และเปรียบเทียบผลตอบแทนของเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ซึ่งทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับโรงงานแปรรูปกับการขายกุ้งในราคาจากตลาดทะเลไทยด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณผลผลิต น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการแลกเนื้อ (FCR) อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำความเค็มต่ำ
2. เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันในน้ำความเค็มต่ำ
3. เปรียบเทียบราคาขายกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำทำจันและการขายกุ้งในราคาจากตลาดทะเลไทย

การตรวจเอกสาร

1. กุ้งขาวแวนนาไม

1.1 ลักษณะที่ใช้ในการจำแนก

Pérez Farfante and Kensley (1997) อธิบายลักษณะของกุ้งขาวแวนนาไมว่า มีผิวเรียบเกลี้ยงเป็นมัน กรี (rostrum) มีขนาดยาวพอประมาณโดยในระยะวัยอ่อนจะยาวกว่าก้านหนวด (antennular peduncle) เมื่อโตขึ้นกรีจะมีขนาดสั้นลง (บางครั้งกรีจะมีความยาวเป็นครึ่งหนึ่งของปล้องที่ 2 ของหนวดคู่ที่ 1 (antennular) มีฟันกรีด้านล่าง (ventral teeth) 2-4 อัน

กุ้งขาวแวนนาไมแตกต่างจากกุ้งชนิดอื่น ๆ ในสกุลเดียวกันตรงที่ลำตัวมีสีขาวโปร่ง บางครั้งอาจเป็นสีฟ้า (ขึ้นอยู่กับรงควัตถุสีฟ้าที่อยู่บริเวณหางและยูโรพอด) (Eldred and Hutton, 1960) กรีจะโค้งเล็กน้อยความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของกรีกับความยาวของตารวมก้านตาอยู่ระหว่าง 2/5-3/5 (Bailey-Brock and Moss, 1992; Kitani, 1994) สันข้างกรีจะยาวถึงฟันกรีด้านสุดท้าย ฟันกรีด้านบน 9/2 (ฟันกรีด้านบน 9 อัน ส่วนฟันกรีด้านล่างมีเพียง 2 อัน) (ประจวบ, 2525) อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (petasma) สมมาตรกัน มีลักษณะกึ่งเปิดคล้ายรูปตะขออยู่ในส่วนของ endopod ของขาว่ายน้ำ (pleopod) คู่ที่ 1 และอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (thelycum) เป็นแบบเปิดตั้งอยู่บริเวณฐานของขาเดินคู่ที่ 4 และ 5

ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวถึงความแตกต่างของกุ้งขาวแวนนาไมและกุ้งแชบ๊วยไว้ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ความแตกต่างในลูกกุ้งระยะโพสลาาร์วา 10 ขึ้นไป

ลักษณะ	กุ้งขาวแวนนาไม	กุ้งแชบ๊วย
ลักษณะลำตัว	สั้นป้อม	ยาวเพรียว
ระยะระหว่างตา	ห่าง, กางออก	ค่อนข้างชิดกัน
พินกรีด้านบน	7-8 ซี่	8-10 ซี่
พินกรีด้านล่าง	2-3 ซี่	2-3 ซี่
ความยาวกริของกุ้งพี 10	กรีสั้นกว่าดวงตา	กรียาวเลยดวงตา

ตารางที่ 2 ความแตกต่างของกุ้งระยะวัยรุ่น

ลักษณะ	กุ้งขาวแวนนาไม	กุ้งแชบ๊วย
สีของหมวด	สีแดงตลอดเส้น	เป็นปล้องขาวสลับแดง
พินกรีด้านบน	7-8 ซี่	8-10 ซี่
พินกรีด้านล่าง	2-3 ซี่	2-3 ซี่
ความยาวกริ	กรีสั้นกว่า exopodite ของหมวด	กรียาวเลย exopodite ของหมวด
	ปลายกริยาวตรง	กริงอนเชิดขึ้น
สีของขาว่ายน้ำ	ขาวใส	สีน้ำตาลแดง
ระดับความเค็มที่เหมาะสม	1-35 พีพีที	7-25 พีพีที

1.2 การแพร่กระจายและแหล่งที่อยู่อาศัย

กุ้งชนิดนี้เป็นกุ้งพันธุ์พื้นเมืองของชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณอเมริกากลางและใต้ (Rosenberry, 1997) ได้แก่ เม็กซิโก กัวเตมาลา เอลซัลวาดอร์ ฮอนดูรัส นิการากัว คอสตาริกา ปานามา โคลอมเบีย เอกวาดอร์และเปรู (Tseng, 1987) นอกจากนี้ Boddeke (1983) กล่าวว่า กุ้งชนิดนี้เป็นกลุ่มที่มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา ทั้งในช่วงเวลากลางคืนและเวลากลางวันมักจะไม่อยู่ตามบริเวณพื้นดินดังเช่นกุ้งบางชนิด สามารถพบได้ในที่ที่เป็นโคลนหรือโคลนปนทรายตามชายฝั่งที่ระดับความลึก 1-72 เมตร (Dore and Frimodt, 1987)

1.3 การเจริญเติบโตและปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต

กุ้งขาวแวนนาไมมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะแรกจนถึงประมาณ 90 วัน (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) และมีการเจริญเติบโตได้ดีในบ่อดิน (Lawrence *et al.*, 1980) สำหรับในธรรมชาติพบว่ามีขนาด 230 มิลลิเมตร (Dore and Frimodt, 1987) ในบ่อดินเมื่อเลี้ยงจากระยะโพสลาาร์วจนกระทั่งได้ขนาดที่ตลาดต้องการ (ประมาณ 20 กรัม) ใช้ระยะเวลา 4-6 เดือน โดยที่กุ้งในบ่อเลี้ยงมีความหนาแน่นเฉลี่ย 50,000-75,000 ตัวต่อเฮกแตร์ (Lawrence *et al.*, 1980)

กุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีความเค็มต่ำ (McGraw *et al.*, 2002) โดยเลี้ยงในพื้นที่ที่มีความเค็ม 2, 4 หรือ 8 พีพีที พบว่าอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (Samocha *et al.*, 1998) เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบกับ *Penaeus sertiferus* และ *P. aztecus* ซึ่งเป็นกุ้งที่มีการเลี้ยงแถบซีกโลกตะวันตกเช่นกัน พบว่ากุ้งทั้ง 2 ชนิดนี้จะไม่สามารถทนอยู่ในน้ำที่มีความเค็มต่ำเช่นเดียวกับกุ้งขาวแวนนาไม (Keiser *et al.*, 1976) เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่สามารถทนน้ำที่มีความเค็มต่ำได้ดีที่สุด โดยสามารถทนความเค็มได้ในช่วงกว้างคือ สามารถอยู่ได้ตั้งแต่ระดับน้ำที่มีความเค็มต่ำ (1-2 พีพีที) จนกระทั่งถึงน้ำที่มีความเค็มสูงมาก (50 พีพีที) (Mair, 1980) ซึ่ง Castille and Lawrence (1981) จัดกุ้งชนิดนี้เป็นได้ทั้งพวก hyper-osmotic regulation คือเมื่ออาศัยอยู่ในพื้นที่ความเค็มต่ำจะปรับตัวให้สารละลายในตัวมีความเข้มข้นสูงกว่าภายนอก และพวก hypo-osmotic regulation คือเมื่ออยู่ในที่ความเค็มสูงจะปรับตัวให้สารละลายในตัวมีความเข้มข้นต่ำกว่าภายนอก

ในระยะ juvenile กุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่ออุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส (Ponce-Palafox *et al.*, 1997) และการเจริญเติบโตจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียส (Wyban *et al.*, 1995)

การจัดการระหว่างการเลี้ยงพบว่า การเปลี่ยนถ่ายน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโต โดย Martinez-Cordova (1995) แนะนำว่า เมื่อมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำในบ่อต่อวันจะให้ผลอัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด

2. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

2.1 ระบบการเลี้ยง

Arrignon *et al.* (1994) กล่าวว่า ระบบการเลี้ยงกุ้งได้มีการพัฒนาจากระบบการเลี้ยงกุ้งแบบดั้งเดิม (extensive culture) คือ ปล่อยลูกกุ้งไม่หนาแน่น ไม่มีเครื่องให้อากาศและผลผลิตที่ได้ต่ำ มาเป็นแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive culture) โดยมีการปล่อยลูกกุ้งมากขึ้น ให้อาหารที่มีโปรตีนประมาณ 25-35 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังไม่มีการใช้เครื่องให้อากาศ จนกระทั่งปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา (intensive culture) คือ ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นสูง มีการใช้เครื่องให้อากาศ ให้อาหารที่มีโปรตีนสูงและมีการใช้เทคนิคและความรู้ต่าง ๆ มาจัดการในด้านการเลี้ยงอย่างเต็มที่ทำให้ได้ผลผลิตสูงมากโดยสามารถสรุประบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมไว้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบระบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 3 ระบบ

	Extensive	Semi-intensive	Intensive
แหล่งของลูกกุ้ง	จากธรรมชาติ	จากธรรมชาติหรือโรงเพาะฟักจากพ่อแม่พันธุ์ธรรมชาติ	โรงเพาะฟักและพ่อแม่พันธุ์จากการเลี้ยง
ความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	0.5-2	5-15	100
พื้นที่บ่อ (เฮกแตร์)	0.5-20	1-20	0.15-0.5
การเปลี่ยนถ่ายน้ำ	น้ำขึ้น-ลง, เปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน	เปลี่ยนถ่ายน้ำ 2-100 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน	เปลี่ยนถ่ายน้ำ 10-50 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน
เครื่องให้อากาศ	ไม่มี	ไม่มี	20 แรงม้าต่อเฮกแตร์
อาหาร	อาหารตามธรรมชาติ	ให้อาหารที่มีโปรตีน 25-35 เปอร์เซ็นต์	ให้อาหารที่มีโปรตีน 30-40 เปอร์เซ็นต์
อัตราการแลกเปลี่ยน	-	1.3-2.5	2.5-3.5
อัตราการรอดตาย P20	50 เปอร์เซ็นต์	40-80 เปอร์เซ็นต์	70-80 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 3 (ต่อ)

	Extensive	Semi-intensive	Intensive
ผลผลิตต่อปี (กิโลกรัมต่อไร่)	32-96	160-640	2,880-4,000
น้ำหนักเฉลี่ย (6 เดือน)	20-30 กรัม	18-22 กรัม	20 กรัม

ที่มา: Arrignon *et al.* (1994)

ส่วน Jory and Cabrera (2003) ได้สรุประบบการเลี้ยงกุ้งมีทั้งหมด 4 ระบบ คือ

1. ระบบดั้งเดิมหรือความหนาแน่นต่ำ (extensive system)

มีการปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นต่ำและมีการเลี้ยงปลากินพืชร่วมด้วย ใช้ลูกกุ้งที่มาจากธรรมชาติ การเปลี่ยนถ่ายน้ำจะอาศัยน้ำขึ้นน้ำลง (โดยทั่วไปประมาณน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) โดยการเลี้ยงในระบบนี้จะให้กุ้งกินอาหารจากอาหารธรรมชาติที่มีอยู่ในบ่อเลี้ยง ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 100-140 วัน ได้ผลผลิตประมาณ 64-80 กิโลกรัมต่อไร่

2. ระบบกึ่งพัฒนาหรือความหนาแน่นปานกลาง (semi-intensive system)

ฟาร์มเลี้ยงกุ้งในระบบนี้จะตั้งอยู่เหนือเขตน้ำขึ้นสูงสุดจึงต้องมีเครื่องสูบน้ำเข้ามาเก็บในบ่อพักน้ำ การเตรียมบ่อจะมีการตากบ่อปีละประมาณ 1-2 ครั้ง มีการเติมแร่ธาตุและปุ๋ยเพื่อเพิ่มอาหารธรรมชาติรวมทั้งอาจมีการเสริมโปรไบโอติกส์ร่วมเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 5-15 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำในบ่อต่อวัน แต่ปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนการถ่ายน้ำเป็น 2-5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรน้ำต่อวัน ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีปริมาณโปรตีน 20-40 เปอร์เซ็นต์วันละ 1-3 มื้อ จับกุ้งโดยวิธีการถ่ายน้ำผ่านอวนหรือการใช้เครื่องสูบน้ำออกจากบ่อ

3. ระบบพัฒนาหรือความหนาแน่นสูง (intensive system)

ฟาร์มกุ้งที่ใช้ระบบนี้ส่วนใหญ่จะมีพื้นที่บ่อประมาณ 0.625-12.5 ไร่ การเตรียมบ่อและการจัดการมีความละเอียดมากขึ้น โดยมีการให้อาหารวันละ 6-8 มื้อ เครื่องให้อากาศและตำแหน่งของเครื่องให้อากาศมีความจำเป็นเพื่อรองรับปริมาณผลผลิตกุ้งที่มากและปริมาณอาหารที่เพิ่มขึ้น โดยจะต้องเพิ่มจำนวนเครื่องให้อากาศและเปิดระยะเวลานานขึ้น ในทวีปเอเชียมีการใช้คลอรีน ไอโอดีน ฟอรัมาลินเป็นสารฆ่าเชื้อในบ่อเพื่อป้องกันโรคและใช้สารเคมีแคลเซียมเปอร์ออกไซด์ แคลเซียมออกไซด์ ซีโอไลท์ เพื่อปรับคุณภาพน้ำและ มีการเติมโปรไบโอติกเช่นเดียวกับระบบกึ่งพัฒนา

4. ระบบพัฒนาหรือความหนาแน่นสูงมาก (superintensive system)

ฟาร์มเลี้ยงกุ้งในระบบนี้บางฟาร์มจะตั้งอยู่ในโรงเรือน (greenhouse) ผลผลิตต่อปีอาจสูงถึง 3.2-16 ตันต่อไร่หรืออาจสูงกว่านี้แต่มีฟาร์มจำนวนน้อยในประเทศไทยและสหรัฐอเมริกาและในบางประเทศที่ทำได้ (Rosenberry, 2001) ตัวอย่างของฟาร์มที่มีการพัฒนาและใช้เทคโนโลยีในการจัดการฟาร์ม คือบริษัท Belize Aquaculture Ltd. (BAL) ในประเทศเบลีซ และฟาร์มเลี้ยงกุ้งชาวแวนนาโม OceanBoy Farms ที่มลรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา ระบบนี้จะไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำแต่มีปริมาณเครื่องให้อากาศมาก จัดการระบบหมุนเวียนน้ำเสียโดยใช้ผลผลิตจากธรรมชาติ (McIntosh, 2000)

ระบบการเลี้ยงกุ้งซึ่งแบ่งตามความหนาแน่นและปริมาณผลผลิตแสดงดังในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระบบการเลี้ยงกุ้งทั้ง 4 ระบบ โดยแบ่งตามความหนาแน่น ปริมาณผลผลิตและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูล	ความหนาแน่น			
	ระบบดั้งเดิม (ความหนาแน่นต่ำ)	ระบบกึ่งพัฒนา (ความหนาแน่นปานกลาง)	ระบบพัฒนา (ความหนาแน่นสูง)	ระบบพัฒนา (ความหนาแน่นสูงมาก)
อัตราความหนาแน่น (ตัวต่อตารางเมตร)	1-5	5-25	25-120	120-300
ค่าสิ่งปลูกสร้าง (ดอลลาร์สหรัฐต่อเฮกแตร์)	>5,000	5,000-25,000	25,000-200,000	>200,000
ต้นทุน (ดอลลาร์สหรัฐต่อกิโลกรัม)	0.9-2.0	2.5-5.0	5.0-8.5	?
พื้นที่บ่อหรือแทงก์ (เฮกแตร์)	บ่อ (5-100)	บ่อ (1-25)	บ่อหรือแทงก์ (0.1-5.0)	แทงก์ (0.1-1.0)
แหล่งของลูกพันธุ์	ธรรมชาติ	ธรรมชาติหรือโรงเพาะฟัก	โรงเพาะฟัก	โรงเพาะฟัก
การเปลี่ยนถ่ายน้ำ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	น้ำขึ้นน้ำลง (<5 เปอร์เซ็นต์)	ถ่ายน้ำ (5-12 เปอร์เซ็นต์)	ถ่ายน้ำ (ไม่เกิน 25เปอร์เซ็นต์)	ถ่ายน้ำ (25 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป)
การจัดการอาหาร	น้อยมาก	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
ปุ๋ย	ไม่เติม	โดยทั่วไปเติม	เติมบางครั้ง	ไม่เติม
เครื่องให้อากาศ	ไม่มี, ถ่ายน้ำ ปริมาณน้อย	ถ่ายน้ำและมี เครื่องให้อากาศ บ้าง	มีเครื่องให้อากาศ	มีเครื่องให้อากาศ

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ข้อมูล	ความหนาแน่น			
	ระบบดั้งเดิม (ความหนาแน่น ต่ำ)	ระบบกึ่งพัฒนา (ความหนาแน่น ปานกลาง)	ระบบพัฒนา (ความหนาแน่น สูง)	ระบบพัฒนา (ความหนาแน่น สูงมาก)
พลังงาน (แรงแม่ต่อเฮกแตร์)	0-2	2-5	6-20	20-60
รอบการผลิต (วัน)	100-140	100-140		
ผลผลิตต่อปี (กิโลกรัมต่อเฮกแตร์)	50-500	500-5000	5000-20000	20000-100000

ที่มา: Jory (1993) และ Fast and Menasveta (2000)

ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวถึงรูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยแบ่งตามความเค็มของน้ำได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มต่ำ

การเลี้ยงในเขตพื้นที่น้ำจืด เช่น ภาคกลาง โดยจะใช้น้ำความเค็มต่ำมากจนเกือบเป็นน้ำจืด ภิญโญ (2545) กล่าวว่า การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำจะใช้น้ำเค็มจากนาเกลือที่มีความเค็ม 100-200 พีพีที มาเติมในน้ำจืดเพื่อให้ได้ระดับความเค็มประมาณ 3-4 พีพีที แล้วทำการเลี้ยงในระบบปิด มีการถ่ายน้ำน้อย ส่วนใหญ่จะกั้นคอกก่อน มีการกั้นคอกโดยใช้ผ้าพลาสติกพื้นที่ประมาณ 15 ตารางเมตร ความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร แล้วเติมน้ำจากนาเกลือเข้าไปในคอกจนได้ความเค็มประมาณ 8-10 พีพีที หลังจากนั้นจะใช้ลูกกุ้งซึ่งปรับความเค็มจากโรงเพาะฟักมาแล้วโดยลูกกุ้งระยะโพส์ลาร์วา 10-12 ฅบปล่อยในคอก อนุบาลในคอกประมาณ 3-4 วัน ก็เปิดคอกออกมา จะอนุบาลในคอกไม่นานเนื่องจากกุ้งขาวจะกินอาหารเก่งและว่ายน้ำตลอดเวลาเพราะฉะนั้นจะไม่นิยมอนุบาลนานเกินไปเพราะอาจจะมีการกินกันเอง ส่วนอีกวิธีหนึ่งเกษตรกรจะไม่ทำคอกเหมือนกุ้งกุลาดำ คือ เตรียมน้ำความเค็มประมาณ 3-5 พีพีที ทิ้งบ่อแล้วให้ทางโรงเพาะฟักปรับความเค็มของลูกกุ้งอยู่ที่ความเค็มต่ำสุดประมาณใกล้เคียงกับที่ปล่อยในบ่อ แล้วนำลูกกุ้งมาปล่อย

โดยตรงโดยที่ไม่มีกั้นคอก การปล่อยลูกกึ่งโดยตรงในบ่อจะให้อัตราการรอดสูงกว่า ถ้าปล่อยลูกกึ่ง 100,000 ตัวต่อไร่ จะมีผลผลิตประมาณ 1,000 กิโลกรัม (1 ตัน) หรือมากกว่า 1 ตัน เล็กน้อยได้กึ่งขนาด 60-80 ตัวต่อกิโลกรัม ภายใต้ระยะเวลาการเลี้ยง 3 เดือน จะจับกึ่งบางส่วนออกขายก่อนโดยใช้อวนตาห่างเพื่อลากกึ่งขนาดใหญ่ออกครึ่งหนึ่ง หลังจากนั้นจะมีการเติมน้ำเค็มเพื่อเพิ่มความเค็ม กึ่งที่เหลือจะมีการเจริญเติบโตดีขึ้นและเลี้ยงต่ออีกประมาณ 2 สัปดาห์ จะได้กึ่งที่มีขนาดใหญ่ขึ้นซึ่งเป็นที่นิยมมากในการเลี้ยงกึ่งด้วยน้ำความเค็มต่ำในพื้นที่น้ำจืด

2. การเลี้ยงกึ่งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติ

การเลี้ยงกึ่งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติ คือ การเลี้ยงโดยใช้น้ำที่มีความเค็ม 10 พีพีที ขึ้นไปในพื้นที่ริมชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะการเลี้ยงทางภาคใต้ ส่วนใหญ่จะมีการปล่อยลูกกึ่งอย่างหนาแน่นมากกว่า 120,000 ตัวต่อไร่ ผลผลิตประมาณ 2 ตันต่อไร่ อัตรารอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงด้วยน้ำความเค็มปกติจะได้ผลดีกว่าน้ำความเค็มต่ำเนื่องจากการถ่ายน้ำในปริมาณที่มากในช่วงท้าย ๆ ของการเลี้ยง

2.2 อัตราความหนาแน่นของลูกกึ่งขาวที่ปล่อยลงในบ่อเลี้ยง

ความหนาแน่นของลูกกึ่งที่ปล่อยลงเลี้ยงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อไปถึงการจัดการและการแก้ไขปัญหาในระหว่างเลี้ยง ศักยภาพของฟาร์มที่เหมาะสมในการเลี้ยงกึ่งให้ได้ผลสำเร็จขึ้นอยู่กับ การแบ่งพื้นที่ใช้สอยและการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเลี้ยงอย่างเพียงพอและมีความเข้าใจในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง โดยเฉพาะบ่อพักน้ำและเครื่องให้อากาศที่ต้องมีให้เพียงพอและมีสำรองไว้ใช้ในกรณีที่มีความจำเป็น หากเกษตรกรมีข้อจำกัดในการจัดเตรียมน้ำและเครื่องเพิ่มออกซิเจน การกำหนดความหนาแน่นของกึ่งที่เหมาะสมจะทำให้สามารถจัดการเลี้ยงได้โดยมีปัญหาน้อยที่สุด

สุรศักดิ์ (2548) ได้แบ่งความหนาแน่นในการปล่อยลูกกึ่งขาวแวนนาไมที่เหมาะสมต่อศักยภาพการผลิต ดังนี้

2.2.1 ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นต่ำ 20,000-25,000 ตัวต่อไร่

เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีเงินทุนไม่เพียงพอ เป็นการเลี้ยงแบบกึ่งธรรมชาติ (มีเครื่องให้อากาศบ้าง) ให้อาหารราคาประหยัดได้แต่ต้องเน้นให้อาหารเฉพาะในขอบเขตของประเทศบราซิล (อัตรา 4 ขอใหญ่ต่อไร่) และมีการควบคุมปริมาณอาหารโดยคำนวณจากปริมาณอาหารจริงของกุ้งในบ่อและตรวจดูตะกอนในลำไส้กุ้งประกอบเป็นบางครั้ง ในกรณีที่เลี้ยงแบบกึ่งธรรมชาตินี้หากปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นเกิน 25,000 ตัวต่อไร่ กุ้งจะสู้ตะกอนสารอินทรีย์ทำให้สีของน้ำเข้มจำเป็นต้องใช้เครื่องให้อากาศเพิ่มมากขึ้นทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

2.2.2 ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นปานกลาง 60,000-100,000 ตัวต่อไร่

ต้องพิจารณาสภาพดินพื้นบ่อ เช่น ดินยุ่ง่ายหรือดินทราย (ทรายละเอียด , ทรายหยาบ) ตะกอนจะเข้าเหงือกง่าย ควรปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 60,000-80,000 ตัวต่อไร่ ถ้าสภาพพื้นบ่อดีก็ปล่อยความหนาแน่นสูงได้แต่ต้องพิจารณาความพร้อมอุปกรณ์เครื่องให้อากาศ เงินทุนและประสบการณ์ของเกษตรกร กรณีปล่อยลูกกุ้งความหนาแน่นปานกลางถ้ากุ้งมีอัตราการรอดสูงอาจต้องแบ่งจับออกขายบางส่วนเพื่อจะทำให้กุ้งที่เหลือสามารถเลี้ยงได้ขนาดโตขึ้น ถ้าไม่มีการแบ่งจับออกไปบ้างกุ้งที่อยู่กันอย่างหนาแน่นจะเกิดการเครียดและเจริญเติบโตช้าอาจจะต้องมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยใช้ปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

2.2.3 ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นมากกว่า 100,000 ตัวต่อไร่

การเลี้ยงกุ้งขาวในอัตราความหนาแน่นสูงฟาร์มเลี้ยงกุ้งต้องมีการวางแผน เพราะแต่ละรอบจะให้ผลผลิตที่ต่างกันขึ้นกับเงื่อนไขในรอบการเลี้ยงนั้น ๆ ทั้งภูมิอากาศ คุณภาพน้ำ ความพร้อมของระบบฟาร์ม คุณสมบัติของดินพื้นบ่อ ความพร้อมของอุปกรณ์เครื่องให้อากาศ และบุคลากร วิธีการเลี้ยงที่ดีและเหมาะสมตลอดทั้งต้องประเมินสถานการณ์ตลาดและราคา

2.3 แนวทางการผลิตกุ้งขาวแวนนาไม

สุรศักดิ์ (2548) กล่าวว่า วิธีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในปัจจุบันมีหลายวิธี แต่สิ่งที่เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งนิยมคือปล่อยลูกกุ้งที่อัตราความหนาแน่นสูงเพื่อให้ได้ผลผลิตมาก แต่ในความ

เป็นจริงผลผลิตจะต่างกันเนื่องจากศักยภาพการผลิตต่างกัน ซึ่งเงื่อนไขที่กำหนดศักยภาพการผลิตที่สำคัญมีดังนี้

2.3.1 คุณสมบัติพื้นที่บ่อ

2.3.1.1 ดินชุ่มและตะกอนเบา ถ้าปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นมากน้ำจะยิ่งขุ่น แต่เนื่องจากเป็นตะกอนเบาและละเอียดทำให้เลี้ยงได้ความหนาแน่นสูงระดับหนึ่ง โดยเลี้ยงในน้ำที่มีระดับความลึกพอสมควรและเพิ่มการใช้เครื่องให้อากาศ ระดับความหนาแน่นของการเลี้ยงในบ่อดินประเภทนี้ไม่ควรเกิน 100,000 ตัวต่อไร่ (ถ้าปล่อย 70,000-80,000 ตัวต่อไร่ จะเป็นอัตราที่เหมาะสม)

2.3.1.2 ดินชุ่มง่ายและตะกอนหนัก จะเลี้ยงกุ้งในอัตราความหนาแน่นสูงไม่ค่อยได้เนื่องจากตะกอนฟุ้งและเข้าอุคซึ่งเหงือกกุ้งได้ง่าย แม้จะมีปริมาณเครื่องให้อากาศอย่างเพียงพอที่จะส่งผลต่อขนาดของกุ้งได้ อัตราการปล่อยที่เหมาะสมจึงไม่ควรปล่อยเกิน 80,000 ตัวต่อไร่

2.3.1.3 ดินทราย มักจะมีปัญหาทรายเลื่อนไปทับตะกอนของเสียทั่วพื้นที่บ่อ โดยเฉพาะถ้าเลี้ยงที่ความหนาแน่นสูงตะกอนและความเน่าเสียจะเพิ่มมากขึ้น การลดปัญหาทำได้โดยการควบคุมอาหาร จับออกบางส่วนหรือการเปลี่ยนถ่ายน้ำ แต่จะได้กำไรสุทธิน้อยกว่าบ่อเลี้ยงกุ้งที่เป็นดินตะกอน ควรปล่อยระดับความหนาแน่น 60,000-80,000 ตัวต่อไร่ ตามองค์ประกอบของทราย

2.3.1.4 ดินแน่นขุ่ยยาก ดินลูกรังหรือการปูพื้นบ่อด้วยโพลีเอททิลีนหรือพีอี ทำให้สามารถปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นสูงได้ถ้ามีความพร้อมด้านเงินทุน อุปกรณ์เครื่องให้อากาศ ความรู้ความสามารถของเกษตรกรและการป้องกันโรคที่ดี

2.3.2 ระบบฟาร์มและอุปกรณ์เครื่องให้อากาศ

2.3.2.1 ฟาร์มที่มีข้อจำกัดด้านการเปลี่ยนถ่ายน้ำ (มีบ่อพักน้ำจำนวนจำกัดและ/หรือระบบนำหมุนเวียนไม่มี) จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เครื่องให้อากาศอย่างพอเพียงพร้อมมีสำรองใน

ช่วงที่กึ่งมีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะฟาร์มที่ใช้เครื่องขนต์เพราะเครื่องขนต์อาจเสื่อมและเสียหายในช่วงปลายรอบการเลี้ยง

2.3.2.2 ฟาร์มที่มีความพร้อมในระบบการเปลี่ยนถ่ายน้ำ (วิธีที่ดีที่สุดควรเป็นระบบน้ำหมุนเวียน เพื่อการรักษาสิ่งแวดล้อมและประหยัดค่าปรับปรุงคุณภาพน้ำ) สามารถเลี้ยงกุ้งได้ในอัตราความหนาแน่นสูงตามศักยภาพรองรับของดินพื้นบ่อ แต่หากหนาแน่นมากต้อง มีอุปกรณ์เครื่องให้อากาศพร้อมเป็นพิเศษ

2.3.3 เงินทุน

เป็นเงื่อนไขสำคัญของการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ถ้าทุนจำกัดต้องไม่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นมากเกินไป ถึงแม้จะใช้วิธีจับขายบางส่วนแล้ว แต่เนื่องจากคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบ่อจะหมักหมมทำให้การเลี้ยงส่วนที่เหลือไม่ได้ผลผลิตตามเป้าหมาย โดยเฉพาะบ่อที่ไม่เหมาะสมทั้งสภาพดินพื้นบ่อและความพร้อมของระบบหรืออุปกรณ์เครื่องให้อากาศน้อยจะยังมีความเสี่ยงมาก

2.3.4 บุคลากรและการจัดการ

หากเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งไม่มีประสบการณ์ที่ดีมากพอจะทำให้การจัดการการเลี้ยงผิดพลาดได้เพราะกุ้งขาวแวนนาไมตอบสนองต่อสิ่งเร้าเร็ว กินอาหารแต่ละช่วงเวลาแตกต่างกันมาก ถ้าเพิ่มหรือลดปริมาณอาหารไม่ทันอาหารอาจจะเหลือในปริมาณมากทำให้เกิดการหมักหมมอาจจะต้องขายกุ้งขนาดเล็กกว่าเป้าหมายแล้วอัตราแลกเปลี่ยนจะสูงเกินปกติ สภาพแวดล้อมในบ่อไม่ดี กุ้งโตช้าต้องแก้ไขปัญหามาก ถ้าเพิ่มเครื่องให้อากาศมากขึ้นและต้องเลี้ยงนานจะทำให้ต้นทุนสูงแต่ผลตอบแทนต่ำไม่คุ้มค่าการลงทุน

3. คุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

คุณภาพน้ำ คือ คุณสมบัติทางชีวเคมีและกายภาพของน้ำ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สีของน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง (พีเอช) ความโปร่งแสง ปริมาณแอมโมเนียและไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น (วรวิทย์, 2531) คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญใน

การเพาะเลี้ยงกุ้งเนื่องจากมีผลต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง ถ้ามีการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งไม่ดีจะส่งผลกระทบต่ออาหารของกุ้ง การเกิดโรคต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้นและมีอัตราการรอดตายต่ำ (Boyd and Fast, 1992) โดยค่าที่บ่งชี้คุณภาพน้ำที่ควรสนใจในการเลี้ยงกุ้ง ได้แก่

3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen; DO)

ค่าของออกซิเจนในน้ำจะต่ำที่สุดตอนเช้ามืดเนื่องจากออกซิเจนถูกใช้ในกระบวนการย่อยสลายของเสียโดยแบคทีเรียและการหายใจของสิ่งมีชีวิตในบ่อ ส่วนในช่วงตอนกลางวันจะมีค่าออกซิเจนสูงสุดเพราะแสงที่ตกบนพืชน้ำมีการสังเคราะห์แสงทำให้มีปริมาณออกซิเจนมากขึ้น ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเค็ม พบว่าน้ำที่มีความเค็มและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นความสามารถในการละลายของออกซิเจนลดลง (พุทธ, 2544; Boyd, 1989)

กุ้งมีการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมที่มีออกซิเจนแตกต่างกันไป กุ้งที่อยู่ในน้ำที่มีออกซิเจนมากเพียงพอจะแข็งแรง เจริญเติบโตดี แต่ถ้ากุ้งอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีออกซิเจนน้อยกุ้งก็จะเครียด อ่อนแอทำให้ป่วยเป็นโรคร้าย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งต้องมากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กุ้งเจริญเติบโตดีและสารอินทรีย์สลายตัวเร็ว ถ้าปริมาณออกซิเจนน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งตาย (พุทธ, 2544; ชลอ และ พรเลิศ, 2547) ปริมาณออกซิเจนยังมีผลต่อการย่อยอาหาร ดังนั้นหากมีปริมาณออกซิเจนต่ำทำให้กุ้งกินอาหารลดลง (กรมประมง, 2546) โดยปกติปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในบ่อควรอยู่ในระดับ 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร (Chen, 1985)

3.2 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ (พีเอช)

พีเอชจะเป็นตัวบ่งบอกความเป็นกรด-ด่างของน้ำและเป็นตัวควบคุมการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียอามอนิออนของเหล็กและพวก trace element และมีอิทธิพลโดยตรงต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต

ในช่วงที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำจะลดลงแต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นทำให้พีเอชของน้ำสูงขึ้น แต่ถ้าอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมากค่าพีเอชต่ำลงจะพบคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในรูปกรดคาร์บอนิกมาก

เมื่อค่าพีเอชสูงขึ้นกรดคาร์บอนิกจะแตกตัวให้ไบคาร์บอเนตมากขึ้น ถ้าพีเอชสูงมากกว่า 10 จะพบคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปคาร์บอเนตเท่านั้น และเกิดการตกตะกอนของเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) รวมทั้งแมกนีเซียมคาร์บอเนต (MgCO_3) ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำขุ่น (ศิริเพ็ญ, 2543)

โดยทั่วไปในทางปฏิบัติน้ำจะมีค่ากลางเป็น 7 ซึ่งถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 7 แสดงว่าน้ำอยู่ในสภาพเป็นกรด หรือพีเอชมากกว่า 7 แสดงว่าอยู่ในสภาพเป็นด่าง ดังนั้นค่าพีเอชจึงอยู่ระหว่าง 0-14 และพีเอชของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม่มีค่าประมาณ 7-9 (Brock and Main, 1994)

3.3 ค่าความเป็นด่าง (alkalinity)

ความเป็นด่าง หมายถึง ความสามารถของน้ำที่จะรับไฮโดรเจนไอออน (H^+) เพื่อทำให้กรดเป็นกลาง น้ำที่มีค่าพีเอชมากกว่า 4.3 แสดงว่าในน้ำมีค่าความเป็นด่างอยู่ ยิ่งค่าพีเอชสูงก็จะมีค่าความเป็นด่างมากขึ้น สารประกอบที่ทำให้เกิดความเป็นด่างมี 3 ชนิด คือ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) น้ำที่มีองค์ประกอบตัวใดตัวหนึ่งใน 3 ชนิดดังกล่าวจะเป็นน้ำที่มีค่าความเป็นด่างอยู่ด้วย ดังนั้นพีเอชของน้ำถือว่าเป็นตัวกำหนดชนิดของสารละลายด่างที่อยู่ในน้ำ คือ

น้ำมีค่าพีเอชเป็นกลางจนถึง 8.3 จะมี HCO_3^- มาก

น้ำมีค่าพีเอชตั้งแต่ 8.3 ขึ้นไปจะเริ่มมี CO_3^{2-}

น้ำมีค่าพีเอชระหว่าง 9.5-10.5 จะเริ่มมี CO_3^{2-} มาก

น้ำมีค่าพีเอช 11 หรือมากกว่าจะมี OH^- มาก

ค่าความเป็นด่างมีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงกุ้ง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของกุ้งทะเลทุกชนิด Boyd (1982) กล่าวว่า ค่าความเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม่ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่ออยู่ในช่วง 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994) โดยทั่วไปการรักษาระดับความเป็นด่างให้คงที่นั้นจะใช้วัสดุปูนในกลุ่มคาร์บอเนต ส่วนการเพิ่มความความเป็นด่างอาจใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือโซเดียมคาร์บอเนตขึ้นอยู่กับระดับพีเอชของน้ำประกอบกันด้วย (ชลอ และ พรเลิศ, 2547)

3.4 แอมโมเนีย (ammonia)

การให้อาหารที่มีโปรตีนสูง ของเลี้ยวหรือเศษอาหารที่เหลืออยู่จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้น นอกจากนี้แอมโมเนียยังเกิดจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำและการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุโดยแบคทีเรีย รูปแบบของแอมโมเนียที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำจะอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัว (unionized ammonia, NH_3) ส่วนรูปที่แตกตัว (ionized ammonia, NH_4^+) จะไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ปริมาณการแตกตัวของแอมโมเนียทั้งหมดในน้ำจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและพีเอชของน้ำ โดยพีเอชของน้ำจะมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิของน้ำ ถ้าในน้ำมีค่าพีเอชสูงความเป็นพิษของแอมโมเนียจะมากกว่าในน้ำที่มีพีเอชต่ำ เนื่องจากเมื่อค่าพีเอชสูงความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปที่แตกตัวได้จะลดลง โดยจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียในรูปที่ไม่แตกตัวทำให้เป็นพิษสูงขึ้นในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ความทนทานของสัตว์น้ำต่อแอมโมเนียนั้นขึ้นอยู่กับชนิด สรีระของสัตว์น้ำและปัจจัยของสิ่งแวดล้อม (Boyd, 1989) โดยปริมาณแอมโมเนียที่สูงมากจะทำลายเหงือกทำให้หายใจแลกเปลี่ยนออกซิเจนไม่เป็นปกติ ปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994)

พุทธร (2544) รายงานความเป็นพิษของแอมโมเนียอิสระต่อกุ้งทะเล เนื่องจากกุ้งจะจับแอมโมเนียออกจากร่างกายทางเหงือก ถ้าในน้ำมีระดับแอมโมเนียน้อยก็จะทำให้กุ้งจับถ่ายแอมโมเนียได้และมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี และในทางตรงกันข้ามถ้ามีปริมาณแอมโมเนียมาก แอมโมเนียจะสามารถแพร่ย้อนกลับเข้าไปในเลือดได้ ทำให้เกิดการสะสมแอมโมเนียในเลือดและเนื้อเยื่อส่งผลให้พีเอชของเลือดเพิ่มขึ้นและมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ แอมโมเนียจะทำให้การใช้ออกซิเจนของเนื้อเยื่อสูงขึ้น เหงือกถูกทำลายและความสามารถในการขนส่งออกซิเจนลดลงส่งผลให้กุ้งอ่อนแอติดโรคได้ง่าย (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) ระดับแอมโมเนียอิสระน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะปลอดภัยต่อการเลี้ยงกุ้ง ถ้าอยู่ระหว่าง 0.1-0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตช้า และถ้ามากกว่า 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งโตช้า กินอาหารน้อยลงเกิดอาการเครียดหรืออาจตายได้ (พุทธร, 2544)

3.5 ไนไตรท์ (nitrite)

ไนไตรท์เป็นสารประกอบไนโตรเจนอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำอย่างมาก เช่นเดียวกับแอมโมเนีย เกิดจากกระบวนการไนตริฟิเคชันของแอมโมเนียในสภาพที่มีออกซิเจน โดยแบคทีเรียกลุ่ม *Nitrosomonas* เป็นตัวย่อยสลายและจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชันหรือ ไนเตรทรีดักชันของไนเตรทในสภาพขาดออกซิเจน (ยนต์, 2539) โดยปริมาณไนไตรท์ในบ่อเลี้ยง สัตว์น้ำจะมีในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำเนื่องจากถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรท แต่ในบ่อเลี้ยงสัตว์ทะเลที่มี ฟิเอซสูงจะทำให้การเติบโตของแบคทีเรียที่เปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรทหยุดชะงัก ทำให้เกิดการ สะสมของไนไตรท์ในบ่อ (Wickins, 1985) โดยปริมาณไนไตรท์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาว แวนนาไม่ควรมากกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994)

ความเป็นพิษของไนไตรท์ขึ้นอยู่กับระดับความเค็ม ในน้ำจืดไนไตรท์จะมีระดับความ เป็นพิษที่สูงกว่าในน้ำเค็มซึ่งจะเป็นพิษกับสัตว์น้ำที่เม็ดเลือดมีฮีโมโกลบิน (haemoglobin) โดย สามารถแย่งออกซิเจนจับกับเม็ดเลือดทำให้เกิดการขาดออกซิเจน แต่กุ้งมีฮีโมไซยานิน (haemocyanin) ไนไตรท์จะเข้าจับได้น้อยกว่าจึงมีความเป็นพิษต่อกุ้งน้อย แต่มีผลทำให้เลือดของ กุ้งไม่สามารถเข้าจับกับออกซิเจนเกิดภาวะเลือดเป็นพิษ กุ้งขาดออกซิเจนทำให้ระดับโปรตีนและค่า ฟิเอซของเลือดกุ้งลดลงเกิดการสะสมยูเรียในเลือดกุ้ง ระบบสมดุลเกลือแร่เกิดการเปลี่ยนแปลง คือ ดูดซึมน้ำมากเกินไป (พุทธ, 2544; ชลอ และ พรเลิศ, 2547)

3.6 ความเค็ม (salinity)

ความเค็ม หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นทั้งหมดของไอออนที่ละลายในน้ำ ประกอบด้วย โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ซัลเฟตและไบคาร์บอเนต มีหน่วย เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร หรือส่วนในพันส่วน (parts per thousand: ppt) หรือย่อเป็นพีพีที มีความ สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำมากโดยจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย เป็นผล มาจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกภายในตัวสัตว์น้ำกับน้ำภายนอก ถ้าความเค็มของน้ำ เปลี่ยนแปลงมากกว่า 10 เเปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 2-3 นาที สัตว์น้ำไม่สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยน แปลงดังกล่าวทำให้สัตว์น้ำตายได้ (Lawson, 1995; Boyd and Tucker, 1998) และความเค็มยังมีผล ต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรคต่าง ๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคอีกด้วย เช่น แบคทีเรียพวก *Vibrio* sp. ซึ่งส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดีที่ความเค็มตั้งแต่ 20 พีพีทีขึ้นไป ส่วนแบคทีเรียพวก

Pseudomonas sp. จะเจริญที่ความเค็มต่ำประมาณ 10 พีพีที (Buchanan and Gibbons, 1974) โดยกุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีระดับความเค็มตั้งแต่ 0-45 พีพีที แต่ความเค็มที่เหมาะสม คือ 10-30 พีพีที (กรมประมง, 2547)

3.7 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิมีความสัมพันธ์โดยตรงกับแสงโดยจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อน การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแหล่งน้ำจะผันแปรตามความเข้มแสง ถ้าปริมาณความเข้มแสงมากมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อุณหภูมิน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิอากาศโดยขึ้นกับฤดูกาล ระดับความสูง กระแสลม ความลึก ความเร็วของกระแสน้ำและสภาพแวดล้อมทั่วไปของแหล่งน้ำ อีกทั้งยังเป็นปัจจัยที่ควบคุมปฏิกิริยาเคมีในน้ำ รวมทั้งควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการหายใจ อัตราการย่อยสลายและมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ศิริเพ็ญ, 2543) นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยสำคัญหนึ่งที่มีผลต่อการกินอาหาร การย่อยอาหารและกระบวนการทำงานต่าง ๆ ในร่างกายของสัตว์น้ำ หากอุณหภูมิของน้ำเหมาะสมจะทำให้สัตว์น้ำสามารถย่อยอาหารได้ดี ถ้าอุณหภูมิน้ำต่ำทำให้กระบวนการทำงานต่าง ๆ ของสัตว์น้ำต่ำ (กรมประมง, 2546)

เมื่ออุณหภูมิน้ำสูงขึ้นปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะลดลง นอกจากนี้อุณหภูมิต่ำยังส่งผลทำให้สารพิษประเภทต่าง ๆ เช่น ยากำจัดศัตรูพืชและโลหะหนัก มีความเป็นพิษรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้จะช่วยเร่งให้มีการดูดซึมและการแพร่กระจายของสารพิษเข้าสู่ร่างกายได้เร็วและจะทำให้แอมโมเนียในรูปที่เป็นพิษ (un-ionized ammonia) แยกตัวเพิ่มมากขึ้น (Boyd, 1982) Wickins and Lee (2002) กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ระหว่าง 26-33 องศาเซลเซียส ตามปกติถ้าอุณหภูมิน้ำต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส กุ้งจะกินอาหารลดลงและทำให้การเจริญเติบโตลดลง (ยนต์, 2529)

3.8 ค่าความนำไฟฟ้า (electrical conductivity หรือ EC)

ศิริ (2528) กล่าวว่า ความนำไฟฟ้าคือ ความสามารถในการนำไฟฟ้าของน้ำหรือของเหลวอื่น ประสิทธิภาพการนำไฟฟ้าของน้ำขึ้นกับปริมาณและความเข้มข้นไอออน การเคลื่อนที่ประจุ อุณหภูมิและคุณสมบัติของน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ ซึ่งของเหลวที่เป็นกรดต่างและเกลือของ

อนินทรีย์สารจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี โดยค่าความนำไฟฟ้าที่น้อยกว่า 1 มิลลิซิเมนต์ต่อเซนติเมตร จะไม่มีความเค็ม ส่วนค่าความนำไฟฟ้าที่อยู่ในช่วง 5-8 มิลลิซิเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความเค็มปานกลางและค่าความนำไฟฟ้ามากกว่า 9 มิลลิซิเมนต์ต่อเซนติเมตร มีความเค็มสูง ค่าความนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับปริมาณธาตุชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำทะเล (สมเจตน์ และคณะ, 2529) ถ้าค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายและปริมาณของแข็งที่ละลาย (dissolved solids) มีปริมาณมาก แสดงว่าอนินทรีย์สารละลายน้ำสูง และค่าความนำไฟฟ้าของสารละลายลดลงแสดงว่าปริมาณอนินทรีย์สารที่ละลายน้ำลดลง (สุธี, 2543; APHA *et al.*, 1989)

ที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นเพราะจะทำให้การแตกตัวเป็นไอออนของเกลือมากยิ่งขึ้น และค่าพีเอชที่มากกว่า 9 หรือน้อยกว่า 5 จะมีผลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นเพราะน้ำหรือของเหลวที่เป็นกรดและด่างแก่มีปริมาณ H^+ และ OH^- มาก ซึ่งมีผลทำให้ค่าการเคลื่อนที่ของปริมาณไอออนสูง (สุธี, 2543)

3.9 ความกระด้าง (hardness)

ค่าความกระด้างของน้ำเกิดจากตะกอนของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะวัดออกมาเป็นปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) โดยปริมาณความกระด้างรวม หมายถึง ผลรวมของความกระด้างเนื่องมาจากผลรวมความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียม (ศิริเพ็ญ, 2543) ในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปมีค่าความกระด้างน้อยกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร การแบ่งความกระด้างของน้ำจะถือเอาปริมาณ $CaCO_3$ ที่มีอยู่เป็นเกณฑ์สามารถแบ่งความกระด้างของน้ำได้ดังนี้

น้ำอ่อน	0-75	มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ $CaCO_3$
น้ำค่อนข้างกระด้าง	75-150	มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ $CaCO_3$
น้ำกระด้าง	150-300	มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ $CaCO_3$
น้ำกระด้างมาก	>300	มิลลิกรัมต่อลิตรในรูปของ $CaCO_3$

ปลาและสัตว์น้ำในกลุ่มปู-กุ้งต้องการแคลเซียมในการสร้างกระดูกและเปลือก โดยจะดูดซับแคลเซียมจากน้ำระหว่างการลอกคราบจึงต้องมีปริมาณแคลเซียมในน้ำระดับที่พอเพียง (Fieber and Lutz, 1982)

3.10 ความโปร่งแสง (transparency)

ความโปร่งแสง คือ ค่าความลึกที่สามารถมองเห็นวัตถุแผ่นกลม (Secchi disc) ที่หย่อนลงในน้ำจนถึงระดับความลึกที่มองไม่เห็นวัตถุดังกล่าว (ศิริเพ็ญ, 2543) ซึ่งค่าความโปร่งแสงจะบ่งบอกถึงลักษณะและสภาพของแหล่งน้ำ โดยเมื่อค่าความโปร่งแสงมีค่าน้อยเกินไป คือ น้ำมีความขุ่นมากทำให้แสงส่องไม่ถึงก้นบ่อซึ่งจะลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช แต่ถ้าความโปร่งแสงมากแสดงว่าอาหารธรรมชาติมีไม่เพียงพอควรใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มปริมาณแพลงก์ตอน แต่หากแพลงก์ตอนพืชมีในปริมาณที่หนาแน่นเกินไปจะทำให้ให้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง เนื่องจากการสังเคราะห์แสงลดลงการหายใจเพิ่มขึ้นและการย่อยสลายเมื่อแพลงก์ตอนตายลงพร้อมกัน ซึ่งค่าความโปร่งแสงที่เหมาะสมในบ่อเลี้ยงกุ้งควรอยู่ในช่วง 40-60 เซนติเมตร (Boyd, 1989) และความโปร่งแสงที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรอยู่ระหว่าง 25-50 เซนติเมตร (Brock and Main, 1994)

4. แร่ธาตุ (minerals)

4.1 คำจำกัดความและความสำคัญของแร่ธาตุ

แร่ธาตุ คือ ธาตุที่เป็นโลหะและอโลหะซึ่งรวมกันเป็นสารประกอบอนินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ มีน้อยมากที่อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ ร่างกายของสัตว์ไม่สามารถสร้างแร่ธาตุเองได้ และต้องได้รับจากอาหารในปริมาณเล็กน้อยเช่นเดียวกับวิตามินแต่น้อยกว่าโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันมาก แร่ธาตุมีความคงตัวไม่สูญเสียง่ายเหมือนวิตามินเมื่อถูกความร้อน แสง พืเอชหรือออกซิเจน (เวียง, 2540)

แร่ธาตุเป็นสารอนินทรีย์ที่ร่างกายต้องการเพื่อนำมาใช้ในการเจริญเติบโต การดำรงชีพหรือกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายให้เป็นปกติ แร่ธาตุเหล่านี้มี 23 ชนิด และอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้คือ แร่ธาตุหลัก (macro minerals) ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน โซเดียม คลอไรด์และแมกนีเซียม และแร่ธาตุรอง (micro or trace minerals) ได้แก่ เหล็ก แมงกานีส ทองแดง ไอโอดีน สังกะสี ฟลูออรีน โคบอลต์ โมลิบดีนัม ซีลีเนียม สตรอนเทียม โครเนียม นิกเกิล ดีบุก วานาเดียมและซิลิกอน (เวียง, 2540; Tacon, 1987)

แร่ธาตุมีแหล่งกำเนิดมาจากดินและน้ำ ดินและน้ำจึงเป็นแหล่งของแร่ธาตุที่สำคัญของพืชและสัตว์ ดินและน้ำแต่ละแห่งมีชนิดและปริมาณแร่ธาตุแตกต่างกันไปตามประเภทของแหล่งน้ำ ประเภทของดิน ลักษณะทางภูมิประเทศและภูมิอากาศ และช่วงเวลาที่น้ำมีโอกาสละลายแร่ธาตุ ด้วยเหตุนี้จึงทำให้น้ำประเภทต่าง ๆ มีแร่ธาตุในปริมาณแตกต่างกัน โดยทั่วไปจะพบปริมาณแร่ธาตุในน้ำประเภทต่าง ๆ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณเฉลี่ยของแร่ธาตุบางชนิดในน้ำจืด น้ำกร่อยและน้ำทะเล

แร่ธาตุ	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
	น้ำจืด ¹	น้ำกร่อย ²	น้ำทะเล ³
โซเดียม	6.3	7,745	10,760
โพแทสเซียม	2.3	75	399
แคลเซียม	15.0	308	411
แมกนีเซียม	4.1	125	1,290
สตรอนเชียม	-	-	80
เหล็ก	0.7	-	2
ไบคาร์บอเนต	58.4	156	142
ซิลิเกต	13.1	-	-
ซัลเฟต	11.2	995	2,710
คลอไรด์	7.8	12,090	19,350
ไนเตรต	1.0	-	-
โบรไมด์	-	-	67
ฟลูออไรด์	-	-	1.3

ที่มา: ¹ Leopold (1974)

² Boyd (1989)

³ Sadig (1992)

4.2 ความต้องการแร่ธาตุของกุ้ง

สัตว์น้ำสามารถใช้เหงือกและผิวหนังในการดูดซึมแร่ธาตุจากน้ำเข้าสู่ร่างกาย โดยอัตราการดูดซึมแร่ธาตุขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของสัตว์น้ำ อุณหภูมิ พีเอชของน้ำและปริมาณแร่ธาตุในน้ำ (Kurmalý, 1998; Shiau, 1998)

กุ้งสามารถได้รับแร่ธาตุที่จำเป็นจากน้ำโดยแลกเปลี่ยนบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ที่เหงือกหรือการได้รับแร่ธาตุโดยตรงจากอาหารและการดูดซึมบริเวณลำไส้ ถึงแม้ว่ากระนั้นก็ยังเกิดการสูญเสียแร่ธาตุเนื่องจากความเครียด (stress) และการลอกคราบ (molting) (Shiau, 1998; Lignot *et al.*, 2000) ได้มีการศึกษาความต้องการแร่ธาตุของกุ้ง *P. japonicus* และ *P. vannamei* ระยะ juvenile ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าความต้องการแร่ธาตุของกุ้ง *P. japonicus* และ *P. vannamei* ระยะ juvenile

แร่ธาตุ	ความต้องการ (เปอร์เซ็นต์)	
	<i>P. japonicus</i> ¹	<i>P. vannamei</i> ²
แคลเซียม	1.0	-
ฟอสฟอรัส	1.0	0.35 (0% Ca) ^{2a} 0.5-1.0 (1% Ca) ^{2a} 1.0-2.0 (2% Ca) ^{2a}
โพแทสเซียม	0.9	-
แมกนีเซียม	0.3	-
แมงกานีส	-	-
เหล็ก	-	-
ทองแดง	0.6	0.0032 ^{2b}

ที่มา: ¹Kanazawa (1984)

^{2a}David (1993a)

^{2b}David (1993b)

ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวว่า ระดับความเค็มเริ่มต้นสำหรับปล่อยลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วย น้ำความเค็มต่ำไม่ควรจะต่ำกว่า 5 พีพีที ซึ่งปริมาณอออนที่สำคัญต่าง ๆ ไม่ควรต่ำกว่าที่แสดงดัง ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ค่าอออนที่สำคัญต่าง ๆ ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ

อออน	ปริมาณ (มิลลิกรัม/ลิตร)
แคลเซียม	58
แมกนีเซียม	196
โพแทสเซียม	54
โซเดียม	1,522
ไบคาร์บอเนต	92
คลอไรด์	2,755
ซัลเฟต	392

ที่มา: Boyd *et al.* (2002)

5. สหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำทำเงิน

สืบเนื่องมาจากนโยบายรัฐบาลมีแผนผลักดันให้มีการส่งออกสินค้าต่าง ๆ เพิ่มขึ้นเพื่อลดปัญหาขาดดุลการค้ากับต่างประเทศ โดยเฉพาะกุ้งซึ่งเป็นสินค้าที่สร้างรายได้และความมั่นคงทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก แต่จากการแข่งขันทางธุรกิจ สภาพทางเศรษฐกิจ ข้อกำหนด เงื่อนไข การนำเข้าของประเทศผู้นำเข้าสินค้ากุ้งที่สำคัญ เช่น การประกาศ AD (anti-dumping) ของประเทศสหรัฐอเมริกา การยกเลิก GSP (generalized system of preference) ของกลุ่มสหภาพยุโรป และการกีดกันทางการค้าที่ไม่ใช่ภาษี (NTB: non-tariff barrier) เช่น มาตรการด้านความปลอดภัย (food safety) มาตรการการตรวจสอบย้อนกลับ (traceability) และจากปัญหาการเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมประกอบกับความอ่อนแอของโครงสร้างการเพาะเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรรายย่อยทำให้นี้สินพอกพูนขึ้น หนี้กับสถาบันทางการเงินกลายเป็นหนี้ไม่ก่อให้เกิดรายได้และเป็นภาระกับสถาบันทางการเงิน ทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งเหล่านี้ต้องหันมาพึ่งพาเงินกู้ยืมจากระบบ สินเชื่อจากร้านค้า และจากนายหน้าผู้รับซื้อกุ้ง ประกอบกับค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ต้นทุนการ

ผลิตเพิ่มสูงขึ้น หากผลผลิตลดลงเกษตรกรรายย่อยขาดอำนาจการต่อรองด้านการตลาด ขาดความรู้ด้านเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงที่เป็นระบบและวิชาการ ขาดการสนับสนุนด้านการวางแผนการตลาด ขาดผู้นำที่มีความรู้ความสามารถในธุรกิจกึ่งอย่างครบวงจร และสุดท้ายขาดแนวทางการแก้ไขที่ยั่งยืนซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างมากต่อการพัฒนาสินค้ากึ่งโดยรวมของประเทศและอาจส่งผลกระทบต่อ การส่งออกของสินค้ากึ่งของประเทศไทยในอนาคตได้

จากปัญหาต่างๆ ข้างต้นจึงทำให้เกิดโครงการยกระดับธุรกิจการเลี้ยงกึ่งด้วยระบบ contract farm โดยเป็นการนำเกษตรกรรายย่อยเข้าสู่การรวมกลุ่มการผลิตในรูปแบบของสหกรณ์การเกษตร เพื่อนำระบบและวิธีการเลี้ยงที่ถูกต้องให้กับกลุ่มเกษตรกรรายย่อยอันจะมีผลทำให้เกษตรกรมีกำไร มีความสามารถในการชำระหนี้และสามารถผลิตกึ่งเพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งใน และนอกประเทศ ภายใต้เงื่อนไขความปลอดภัยด้านอาหารและเงื่อนไขที่สามารถตรวจสอบย้อน กลับได้ โดยโครงการนี้ได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่ภาคกลางเป็นโครงการนำร่อง สหกรณ์ผู้ เลี้ยงกึ่งลุ่มน้ำท่าจีน จำกัด มีสำนักงานที่ทำการตั้งอยู่ที่ 196/58-59 หมู่ที่ 1 ถ.บ้านแพ้ว-พระประ โทณ ตำบลบ้านแพ้ว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร

5.1 วัตถุประสงค์ของสหกรณ์

5.1.1 เพื่อนำระบบและวิธีการเลี้ยงกึ่งที่ถูกต้องให้กับกลุ่มเกษตรกรรายย่อย เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ ภายใต้เงื่อนไขความปลอดภัยด้านอาหารและคุณภาพที่มีระบบสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรมีกำไรอย่าง ยั่งยืน

5.1.2 เพื่อให้อาชีพเลี้ยงกึ่งเป็นอาชีพที่ยั่งยืน โดยใช้ระบบการจัดการกลุ่มด้วยวิธีการ สหกรณ์

5.1.3 เพื่อฟื้นฟูหนี้ของเกษตรกรผู้เลี้ยงกึ่งรายย่อยซึ่งเป็นผลมาจากการเลี้ยงกึ่ง

5.1.4 เพื่อให้ประเทศไทยเป็นผู้นำด้านการผลิตกึ่งในตลาดโลก

5.2 คุณสมบัติต่าง ๆ ของเกษตรกรที่เข้าระบบ contract farm มีดังนี้

5.2.1 สมาชิกต้องผ่านการขึ้นทะเบียนมีรหัสประจำตัวสมาชิกจากกรมประมง

5.2.2 บ่อเลี้ยงกึ่งของสมาชิกต้องได้รับเลขทะเบียน GAP ของจังหวัดนั้น ๆ

- 5.2.3 บ่อเลี้ยงกุ้งของสมาชิกต้องมีบ่อพักน้ำไม่ต่ำกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่เลี้ยง
- 5.2.4 บริเวณบ่อเลี้ยงกุ้งของสมาชิกต้องไม่มีสัตว์เลี้ยง
- 5.2.5 บริเวณบ่อเลี้ยงกุ้งของสมาชิกต้องไม่มีห้องสุขาบริเวณคันบ่อ
- 5.2.6 สมาชิกต้องมีเครื่องให้อากาศเพื่อความพร้อมในบ่อเลี้ยงกุ้งนั้น ๆ ก่อนปล่อยอย่างน้อย 5 แรงแม้ต่อ 1 ไร่ ถ้าใช้เครื่องยนต์ ส่วนมอเตอร์อย่างน้อยต้อง 3 แรงแม้ต่อ 1 ไร่
- 5.2.7 สมาชิกต้องมีการเตรียมน้ำให้แล้วเสร็จก่อนปล่อยกุ้งอย่างน้อย 3 วัน
- 5.2.8 บ่อต้องมีการกำจัดพาหะทางอากาศ คือต้องชิงเชือกกันนก ทางน้ำต้องกรองน้ำก่อนนำน้ำเข้าบ่อและมีการฆ่าเชื้อในบ่อพักน้ำ ทางบกต้องกันแสดนไม่ต่ำกว่า 70 เซนติเมตร จากพื้นบ่อเพื่อป้องกันปู
- 5.2.9 สมาชิกต้องจดบันทึกการใช้ปัจจัยการผลิตทุกวันที่ใช้
- 5.2.10 บ่อเลี้ยงกุ้งของสมาชิก ก่อนปล่อยต้องมีความสะอาดเรียบร้อยและปราศจากวัชพืช (ในน้ำ)
- 5.2.11 สมาชิกต้องจดบันทึกการทำบัญชีครัวเรือน รายรับ-รายจ่ายของทุกเดือน
- 5.2.12 สมาชิกปฏิบัติตามเงื่อนไขและวิธีการเลี้ยงของสหกรณ์ โดยนักวิชาการสหกรณ์เป็นผู้แนะนำสมาชิก

5.3 ขั้นตอนการผลิตกุ้งตามสัญญาการผลิต (contract farm)

ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากสหกรณ์ฯ ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับโรงงานแปรรูป จากนั้นสหกรณ์ฯ จะนำสัญญามาเจรจากับสถาบันการเงินเพื่อเป็นการแปลงสัญญาเป็นทุน (securitization) สถาบันการเงินจะให้กู้ยืมเงินมาใช้ในการบริหารก่อนเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ และต้องชำระดอกเบี้ยในอัตราร้อยละ 8 โดยทางสถาบันการเงินต้องออกหนังสือสัญญาค้ำประกัน (pro-note) ให้บริษัทอาหารกุ้งและบริษัทลูกกุ้ง หลังจากนั้นสมาชิกสหกรณ์ฯ ที่ได้รับคัดเลือกซึ่งผ่านคุณสมบัติต่าง ๆ ของระบบ contract farm นำอาหารและลูกกุ้งจากทางสหกรณ์ฯ ไปใช้ในกระบวนการผลิต แต่ทางสหกรณ์ฯ จะเก็บใบ FMD (fry movement document) ของลูกกุ้งไว้ เพื่อใช้เป็นหลักประกันว่าสมาชิกจะต้องขายลูกกุ้งให้กับโรงงานแปรรูปที่สหกรณ์ฯ ทำสัญญาเท่านั้นและจะต้องเสียดอกเบี้ยให้กับสหกรณ์ฯ ในอัตราร้อยละ 12 ระหว่างการเลี้ยงจะมีนักวิชาการของทางสหกรณ์ฯ เก็บข้อมูลการเลี้ยงและการจัดการ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาเข้าระบบการตรวจสอบย้อนกลับโดยข้อมูลของบ่อเลี้ยงทุกบ่อที่อยู่ในโครงการ contract farm จะเชื่อมโยงกับสถาบันทางการเงินที่ให้การสนับสนุน ซึ่งจะทำให้สถาบันทางการเงินทราบถึงสถานะที่แท้จริงของการผลิตและทางหน่วยงาน

ของกรมประมงและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้จัดหาคณะนักวิชาการคอยแนะนำแก้ปัญหาในระหว่างการเลี้ยงเพื่อให้การเลี้ยงประสบความสำเร็จ

นอกจากนั้นลูกกุ้งที่ปล่อยลงเลี้ยงในบ่อหากเกิดความเสียหายภายใน 30 วัน ทางสหกรณ์ จะทำการชดใช้ให้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงกุ้งได้ขนาดตามสัญญาซื้อขายกับโรงงานแปรรูปและสหกรณ์จะมีการตรวจสอบคุณภาพกุ้งโดยสถาบันเพาะเลี้ยงชายฝั่งสมุทรสาคร ก่อนจับกุ้ง 7-10 วัน เมื่อผ่านการตรวจสอบแล้วทางสหกรณ์จะซื้อกุ้งจากสมาชิกและทำการจับกุ้งส่งโรงงานแปรรูป โดยโรงงานแปรรูปจ่ายเงินให้กับสหกรณ์ฯ ผ่านสถาบันการเงิน

5.4 ระบบตรวจสอบย้อนกลับ (traceability)

สิริ (2550) กล่าวถึงระบบตรวจสอบย้อนกลับว่าเป็น การตรวจสอบย้อนกลับสินค้าใด สินค้าหนึ่งไม่ว่าจะเป็นสินค้ากุ้งหรือสินค้าชนิดอื่น นอกจากนี้ยังหมายถึงการที่จะสามารถสืบประวัติย้อนกลับของวัตถุดิบที่ใช้ ส่วนประกอบ กระบวนการผลิตรวมทั้งมาตรฐานของวัตถุดิบ และมาตรฐานของผลิตภัณฑ์

โดยในการตรวจสอบย้อนกลับสินค้ากุ้งต้องทำตั้งแต่ลูกกุ้งจากโรงเพาะจนถึงขั้นตอนการแปรรูป ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ลูกกุ้ง ต้องมีใบกำกับลูกกุ้ง FMD โดยโรงเพาะฟักต้องมีรายละเอียดเกี่ยวกับลูกกุ้ง ในทุกขั้นตอน
2. ผลผลิตกุ้งที่จับจากบ่อเลี้ยงกุ้งสามารถตรวจสอบได้จากใบกำกับเนื้อ MD ซึ่งต้องมีชื่อฟาร์ม บ่อและวันที่จับ นอกจากนี้ต้องมีรายละเอียดการเลี้ยงกุ้ง
3. ขั้นตอนการจับและขนส่ง ต้องบอกวิธีการจับ การเก็บรักษา เวลาขนส่ง และต้องบอกชื่อผู้จับ ผู้ขนส่งและชื่อเจ้าของแพ
4. โรงงานแปรรูป ต้องทราบชื่อโรงงาน วิธีการแปรรูปและวันที่แปรรูป รวมทั้งต้องทราบว่าโรงงานได้มาตรฐาน GMP (good manufacturing practice) หรือ HACCP (hazard analysis and critical control point) หรือไม่

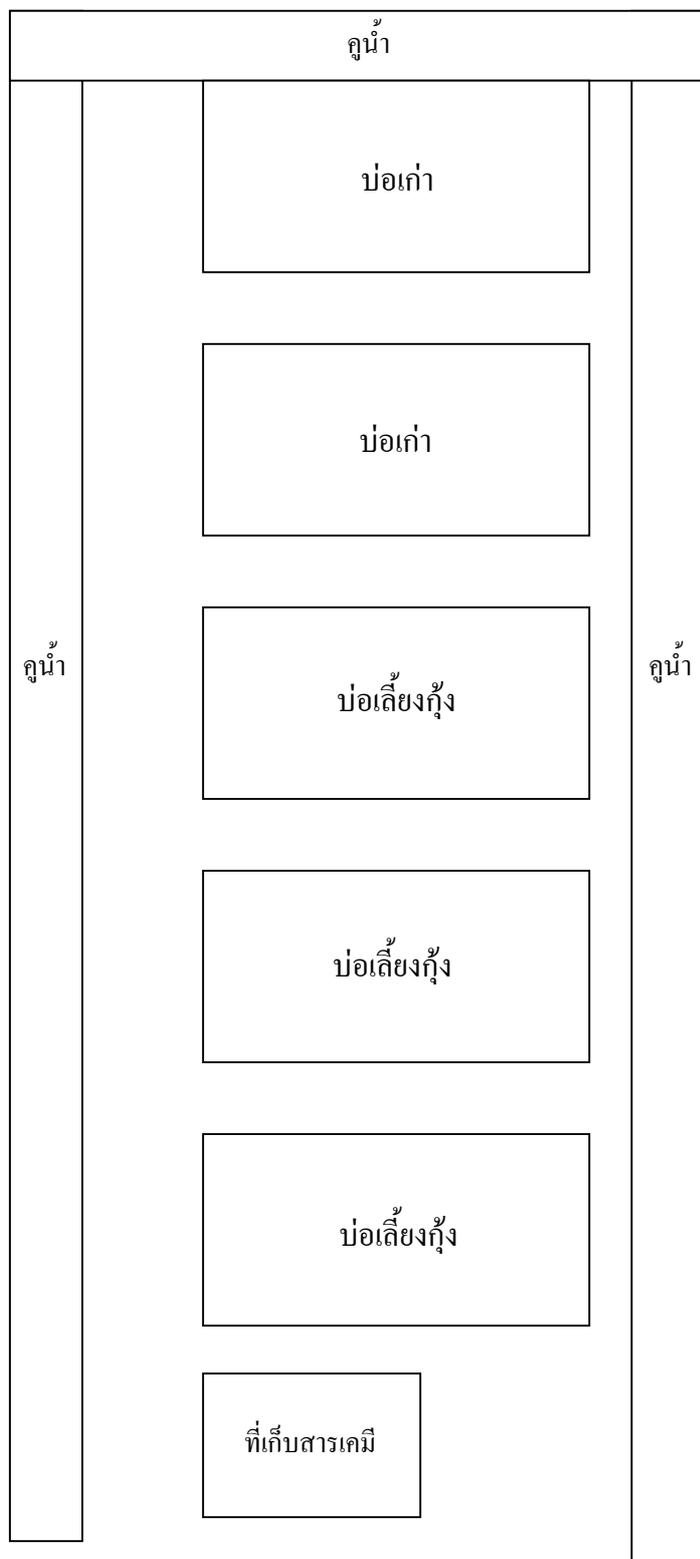
อุปกรณ์และวิธีการ

1. บ่อทดลอง

ทำการศึกษาในฟาร์มของเกษตรกรที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำทำกินซึ่งประกอบด้วยเกษตรกรรายย่อยจำนวนมาก ในแต่ละฟาร์มมีรูปแบบการเลี้ยงแตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกฟาร์มที่มีขนาดของบ่อและพื้นที่ตั้งที่ใกล้เคียงกันมาทำการศึกษา ซึ่งอยู่ในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร เป็นฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำที่ใช้ระบบน้ำหมุนเวียนของภาคเอกชนจำนวน 2 ฟาร์ม ที่ทำสัญญาในการผลิตแตกต่างกันดั่งนั้นอัตราการปล่อยซึ่งให้ได้ผลผลิตจึงแตกต่างกัน โดยแต่ละฟาร์มมีบ่อเลี้ยงกุ้งจำนวน 3 บ่อ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ฟาร์มที่ 1

บ่อทดลอง 3 บ่อ ขนาดบ่อละ 4 ไร่ มีความลึกเฉลี่ย 1.40 เมตร มีบ่อพักน้ำ 1 บ่อ ขนาด 5 ไร่ ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่ ความเค็มระหว่างการเลี้ยงอยู่ในช่วง 2-5 พีพีที แผนผังของฟาร์มแสดงดังภาพที่ 1 (ภาพฟาร์มแสดงในภาพผนวกที่ 1)



ภาพที่ 1 แผนผังฟาร์มที่ 1

1.1.1 การเตรียมบ่อ

หลังจากจับกุ้งจากการเลี้ยงในรอบที่ผ่านมา มีการตากบ่อเป็นเวลาประมาณ 1 เดือน นำเลนกลางบ่อออกและปรับระดับพื้นบ่อแล้วหว่านปูนมาร์ลประมาณ 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ดังภาพผนวกที่ 2

1.1.2 การเตรียมน้ำ

สูบน้ำจากบ่อพักน้ำผ่านผ้ากรองเข้าบ่อเลี้ยงกุ้งโดยผสมกับน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือจนได้ความเค็มเริ่มต้นประมาณ 5 พีพีที ใส่สารเคมีฆ่าเชื้อ (ไอโอดีน) ไร่ละประมาณ 1 ลิตร เปิดเครื่องให้อากาศทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ดังภาพผนวกที่ 3

1.1.3 การปล่อยลูกกุ้ง

ใช้ลูกกุ้งระยะโพสลาว่า 13 ที่ผ่านการตรวจโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ว่าปลอดเชื้อ ทอรา (Taura syndrome virus : TSV) และไวรัสดวงขาว (white spot syndrome virus : WSSV) การปล่อยลูกกุ้งใช้วิธีการปล่อยในบ่อโดยตรง ดังภาพผนวกที่ 4

1.1.4 การให้อาหาร

ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 3 มื้อ (6.00, 11.00 และ 17.00 น.) ทำการตรวจขอและปรับปริมาณอาหารตามวิธีของชลอ และ พรเลิศ (2547)

1.1.5 การใช้เครื่องให้อากาศ

ใช้เครื่องให้อากาศจำนวน 4 เครื่องต่อบ่อ โดยแบ่งเป็นเครื่องให้อากาศแบบเครื่องยนต์ขนาด 10 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง เป็นใบพัดแบบสไปรอล 1 แขน และ เครื่องให้อากาศแบบมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมี 2 แขน แต่ละแขนมีใบพัดจำนวน 10 วง ในระยะเริ่มปล่อยลูกกุ้งจนถึง 30 วัน จะเปิดเฉพาะเครื่องให้อากาศแบบมอเตอร์ 2 เครื่องตลอดเวลา ปิดเฉพาะเวลาให้อาหารเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากกุ้งมีอายุ 45 วัน เพิ่มเครื่องให้อากาศ

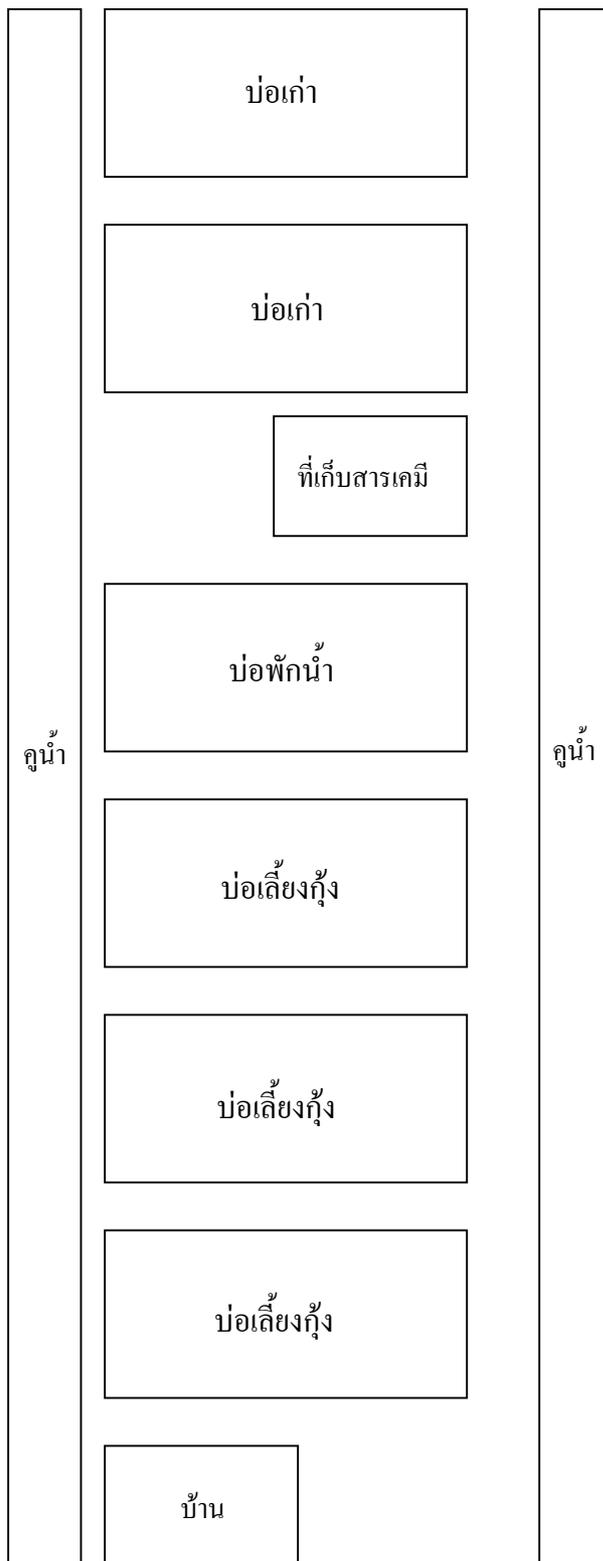
แบบเครื่องยนต์ บ่อละ 2 เครื่อง แต่จะเปิดเฉพาะช่วงเวลากลางคืนเท่านั้นและเมื่อกึ่งอายุครบ 60 วัน จะเปิดเครื่องให้อากาศทุกเครื่องตลอดทั้งวัน ปิดเฉพาะเวลาให้อาหารเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ดังแสดง ในภาพผนวกที่ 5 และ 6

1.1.6 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

ไม่มีการถ่ายน้ำออกจากบ่อแต่ใช้การเติมน้ำเพิ่มเพื่อทดแทนน้ำที่ระเหยไปหรือจากการรั่วซึม โดยจะมีการเติมน้ำทุก ๆ 7 วัน (อาจเปลี่ยนแปลงตามสภาพอากาศและปริมาณน้ำภายในบ่อ) และเมื่อกึ่งมีอายุครบ 60 วัน จะเติมน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือ ไร่ละ 1 คันรถ ประมาณ 12 ลูกบาศก์เมตร (ตัน)

1.2 ฟาร์มที่ 2

บ่อทดลอง 3 บ่อ ขนาดบ่อละประมาณ 3 ไร่ มีความลึกเฉลี่ย 1.30 เมตร มีบ่อพักน้ำ 1 บ่อ ขนาด 3 ไร่ อัตราการปล่อยลูกกุ้ง 100,000 ตัวต่อไร่ ความเค็มระหว่างการเลี้ยงอยู่ในช่วง 2-5 พีพีที แผนผังของฟาร์มแสดงดังภาพที่ 2 (ภาพฟาร์มแสดงในภาพผนวกที่ 8)



ภาพที่ 2 แผนผังฟาร์มที่ 2

1.2.1 การเตรียมบ่อ

หลังจากจับกุ้งจากการเลี้ยงในรอบที่ผ่านมาแล้ว ตากบ่อเป็นเวลาประมาณ 25 วัน นำเลนออกจากบ่อ หวานปูนเผา (CaO) 14 กิโลกรัมต่อไร่ ดังภาพผนวกที่ 9

1.2.2 การเตรียมน้ำ

สูบน้ำจากบ่อพักน้ำผ่านฝากรองเข้าบ่อเลี้ยงกุ้งโดยผสมกับน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือจนได้ความเค็มเริ่มต้นประมาณ 5 พีพีที ใส่แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ (คลอรีนผง) 50 กิโลกรัมต่อไร่ เปิดเครื่องให้อากาศเพื่อให้คลอรีนผงกระจายทั่วบ่อ ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ จากนั้นเติมจุลินทรีย์ EM (effective microorganisms) ไร่ละประมาณ 10 ลิตร ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ ดังภาพผนวกที่ 10

1.2.3 การปล่อยลูกกุ้ง

ใช้ลูกกุ้งที่ผ่านการตรวจโดยใช้เทคนิคพีซีอาร์ว่าปลอดเชื้อทอราและไวรัสดวงขาว ระยะโพสลาาร์ว่า 10 การปล่อยลูกกุ้งใช้วิธีการปล่อยในบ่อโดยตรง ดังภาพผนวกที่ 11

1.2.4 การให้อาหาร

ให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 2 มื้อ (8.00 และ 16.00 น.) ปรับอาหารตามอาหารธรรมชาติภายในบ่อ

1.2.5 การใช้เครื่องให้อากาศ

แต่ละบ่อจะมีเครื่องให้อากาศ 3 เครื่อง เป็นเครื่องให้อากาศแบบเครื่องยนต์ขนาด 7.5 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง แต่ละเครื่องมี 2 แขน แต่ละแขนมีใบพัดจำนวน 15 วง และมีเครื่องยนต์ขนาด 10.5 แรงม้า 1 เครื่อง แบบสไปรัล ในระยะเวลา 30 วันแรกจะเปิดเครื่องให้อากาศแบบใบพัดแขนยาวเพียงเครื่องเดียวในช่วงเวลากลางวันแต่ในเวลากลางคืนจะเปิดเครื่องให้อากาศแบบใบพัดแขนยาวครบทุกเครื่อง หลังจากกุ้งมีอายุ 60 วัน จะเริ่มเปิดเครื่องให้อากาศแบบสไปรอล

ร่วมกับเครื่องให้อากาศแบบใบพัดแขนยาวตลอดทั้งวันปิดเฉพาะเวลาให้อาหารเป็นเวลาประมาณ ครั้งละ 1 ชั่วโมง ดังภาพผนวกที่ 12 และ 13

1.2.6 การเปลี่ยนถ่ายน้ำ

ในระหว่างการเลี้ยงใช้วิธีเติมน้ำจืดจากบ่อพักน้ำไปในบ่อเลี้ยงสัปดาห์ละ 1 ครั้ง และเมื่อกุ้งมีอายุครบ 60 วัน จะเติมน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลืออีก ไร่ละ 12 ลูกบาศก์เมตร (ตัน)

2. การศึกษาปริมาณผลผลิต น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายหลังจากจับจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

2.1 การศึกษาปริมาณผลผลิต

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณผลผลิต} &= \frac{\text{น้ำหนักกุ้งที่จับได้ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{พื้นที่บ่อทั้งหมด (ไร่)}} \\ \text{(กิโลกรัมต่อไร่)} & \end{aligned}$$

2.2 การศึกษาอัตราแลกเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)

$$\begin{aligned} \text{อัตราแลกเนื้อ} &= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่ให้ทั้งหมด (กิโลกรัม)}}{\text{น้ำหนักกุ้งที่จับได้ทั้งหมด (กิโลกรัมต่อบ่อ)}} \end{aligned}$$

2.3 การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

$$\begin{aligned} \text{อัตราการเจริญเติบโตแต่ละช่วงอายุ} &= \frac{\text{น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยปัจจุบัน - น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยครั้งก่อน}}{\text{ระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นจากการชั่งครั้งก่อน}} \\ \text{(กรัมต่อตัวต่อวัน)} & \end{aligned}$$

2.4 การศึกษาอัตราการรอดตายหลังจากจับ (เปอร์เซ็นต์)

$$\begin{aligned} \text{อัตราการรอดตายหลังจากจับ} &= \frac{\text{จำนวนกุ้งที่จับได้ (ตัวต่อบ่อ)} \times 100}{\text{จำนวนกุ้งที่ปล่อยทั้งหมด (ตัวต่อบ่อ)}} \end{aligned}$$

3. การศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน รวมทั้งการเปรียบเทียบราคาขายกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้ลุ่มน้ำทำจิ้นกับราคาจากตลาดทะเลไทย

3.1 การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในน้ำความเค็มต่ำ ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ (ศศิวิมล, 2544; จักรกฤษ, 2547) ดังนี้

ต้นทุน = ค่าพันธุ์กุ้ง+ค่าอาหารกุ้ง+ค่าไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิง+ค่าน้ำเค็ม+ค่าวัสดุปูนและเคมีภัณฑ์+ค่าแรงงาน+ค่าอุปกรณ์และซ่อมบำรุง+ค่าใช้จ่ายเบ็ดเตล็ด+ค่าเช่าที่ดิน+ค่าปรับปรุงบ่อ+ค่าดอกเบี้ย

ผลตอบแทนทั้งหมด = ปริมาณผลผลิตกุ้ง X ราคากุ้งที่ขายได้

ผลตอบแทนสุทธิ = ผลตอบแทนทั้งหมด - ต้นทุนผันแปร

กำไรสุทธิ = ผลตอบแทนทั้งหมด - ต้นทุนทั้งหมด

3.2 องค์ประกอบของผลตอบแทนของการลงทุนประกอบด้วยผลตอบแทนทางตรงจากรายได้จากการขายกุ้งจากการเลี้ยงซึ่งคำนวณจาก

รายได้จากการขายกุ้ง = ปริมาณผลผลิตกุ้ง X ราคากุ้งที่ขายได้

ซึ่งผลตอบแทนหรือรายได้มาจากการขายกุ้งเพียงอย่างเดียว

3.3 เปรียบเทียบราคาขายกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายกับสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำทำจิ้นและการขายกุ้งในราคาจากตลาดทะเลไทย

โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบราคา ณ วันที่จับกุ้งขาวแวนนาไม

4. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำและปริมาณไอออนที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

4.1 การเก็บตัวอย่างรายสัปดาห์

สำหรับการเก็บตัวอย่างรายสัปดาห์จะเริ่มตั้งแต่เตรียมบ่อจนกระทั่งจับกุ้ง โดยคุณสมบัติของน้ำที่สามารถวิเคราะห์ได้ระหว่างการเก็บตัวอย่างจะกระทำในพื้นที่ทันที ได้แก่ อุณหภูมิ ความโปร่งแสงและปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ สำหรับคุณสมบัติของน้ำที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในพื้นที่ ได้แก่ พีเอช ความเค็ม ความนำไฟฟ้า ความเป็นด่าง ความกระด้าง แอมโมเนียรวมและไนไตรท์ จะนำกลับมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ โดยจะเก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่จะทำการวิเคราะห์ไว้ในกล่องโฟม แช่เย็นด้วยน้ำแข็งขณะลำเลียงขนส่งที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส ก่อนทำการวิเคราะห์นำตัวอย่างน้ำออกมาจากกล่องโฟมรอจนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้องก่อน แต่ละตัวอย่างจะวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

4.2 การเก็บตัวอย่างรายเดือน

สำหรับการเก็บตัวอย่างรายเดือนจะทำการเก็บเป็นประจำเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เตรียมบ่อจนกระทั่งจับกุ้ง เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่สำคัญ ได้แก่ Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Cl^- และ SO_4^{2-} โดยจะเก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่จะทำการวิเคราะห์ไว้ในกล่องโฟม แช่เย็นด้วยน้ำแข็งขณะลำเลียงขนส่งที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส

สำหรับวิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำที่ทำการศึกษามีดังนี้

- ความเป็นกรดเป็นด่าง (พีเอช) ใช้เครื่องวัดพีเอช รุ่น Ecoscan pH5/6
- ความเค็มและความนำไฟฟ้า ใช้เครื่อง YSI 30/10 FT (นำน้ำตัวอย่างในบ่อไปวัดในห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากทำการเก็บตัวอย่าง)
- ความเป็นด่างทั้งหมด ใช้วิธีการ titration ตามวิธีการของ APHA *et al.* (1995) (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากเก็บตัวอย่าง)

- ความกระด้างรวม วิเคราะห์โดยใช้วิธีการ EDTA titrimetric ตามวิธีของ APHA *et al.* (1995) (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากเก็บตัวอย่าง)

- ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ใช้วิธี phenol-hypochlorite method (APHA *et al.*, 1995) (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากเก็บตัวอย่าง)

- ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน ใช้วิธีการของ APHA *et al.* (1995) (วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมง หลังจากเก็บตัวอย่าง)

- อุณหภูมิ ใช้เครื่อง YSI DO 200-4M

- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ใช้เครื่อง YSI DO 200-4M

- ความโปร่งแสง ใช้ Secchi disc ตามวิธีการของไมตรี และ จารุวรรณ (2528)

- ปริมาณไอออนบวกที่สำคัญ ได้แก่ Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer รุ่น Hitachi 170-30 APHA *et al.* (1989)

- Cl⁻ ใช้วิธี titration ตามวิธีการของ APHA *et al.* (1989)

- SO_4^{2-} ด้วยเครื่อง spectrophotometer ตามวิธีการของ APHA *et al.* (1989)

5. การสุ่มกึ่ง

สุ่มกึ่งเมื่อกึ่งมีอายุ 60 วัน เพื่อชั่งน้ำหนักโดยใช้แหและสุ่มทุก ๆ 7 วัน จนกระทั่งจับกึ่ง โดยสุ่มอย่างน้อยบ่อละ 2 จุด คือ บริเวณมุมบ่อและบริเวณหน้าเครื่องให้อากาศเพราะการกระจายของกึ่งที่แตกต่างกันแล้วนำมาคำนวณหาหน้าหนักเฉลี่ยของกึ่งและอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งในแต่ละบ่อ

6. การจับกึ่ง

ทำการจับกึ่งเมื่อกึ่งมีขนาดตามที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์คือ ฟาร์มที่ 1 จับกึ่งเมื่อกึ่งได้ขนาด 50 ตัวต่อกิโลกรัม (129 วัน หลังจากปล่อยกึ่ง) และฟาร์มที่ 2 จับกึ่งเมื่อกึ่งได้ขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม (106 วัน หลังจากปล่อยกึ่ง) โดยสูบน้ำออกจากบ่อเลี้ยงบางส่วนไปเก็บไว้ในบ่อพักน้ำแล้วใช้อวนลากตามแนวยาวของบ่อเลี้ยงเพื่อจับกึ่ง ดังแสดงในภาพผนวกที่ 7 และ 14

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดจากทั้ง 2 ฟาร์ม มาเปรียบเทียบทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

8. สถานที่ทำงานวิจัย

8.1 ฟาร์มเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมของเอกชน

8.1.1 ฟาร์มของคุณจำเริญ ราษฎร์นิยม จำนวน 3 บ่อ

8.1.2 ฟาร์มของคุณประดิษฐ์ อรุณรัตน์ จำนวน 3 บ่อ

8.2 ห้องปฏิบัติการทางเคมี อาคารจินดาเทียมเมธ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

9. ระยะเวลาทำการวิจัย

ทำการวิจัยและเก็บข้อมูลในฟาร์มเลี้ยงกึ่งระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2549

ผลและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาปริมาณผลผลิต น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

จากการศึกษาปริมาณผลผลิต น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการแลกเนื้อ อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงแสดงไว้ในตารางที่ 8 และภาพที่ 3 พบว่า ฟาร์มที่ 1 เลี้ยงกุ้งนาน 129 วัน มีผลผลิตเฉลี่ย $1,108.33 \pm 52.04$ กิโลกรัมต่อไร่ กุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย 20.70 ± 0.65 กรัมต่อตัว อัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.41 ± 0.02 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.18 ± 0.07 กรัมต่อตัวต่อวัน และอัตราการรอดตายเฉลี่ย 67.02 ± 5.11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟาร์มที่ 2 เลี้ยงกุ้งนาน 106 วัน มีผลผลิตเฉลี่ย 977.78 ± 19.24 กิโลกรัมต่อไร่ กุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ย 14.30 ± 0.41 กรัมต่อตัว อัตราการแลกเนื้อเฉลี่ย 1.36 ± 0.03 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.16 ± 0.06 กรัมต่อตัวต่อวัน และอัตราการรอดตายเฉลี่ย 68.47 ± 3.21 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำค่าเฉลี่ยเหล่านี้มาทดสอบทางสถิติพบว่า ผลผลิตและน้ำหนักเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งของฟาร์มที่ 1 นานกว่าฟาร์มที่ 2 เนื่องจากฟาร์มที่ 1 ได้ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าผ่านทางสหกรณ์ โดยต้องผลิตกุ้งให้มีขนาด 50 ตัวต่อกิโลกรัม จึงปล่อยกุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่ ส่วนฟาร์มที่ 2 ต้องผลิตกุ้งให้มีขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม จึงปล่อยกุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นที่สูงกว่าฟาร์มที่ 1 คือ 100,000 ตัวต่อไร่ ซึ่งจากเป้าหมายในการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้านี้เองส่งผลให้น้ำหนักและผลผลิตกุ้งของฟาร์มที่ 1 สูงกว่าฟาร์มที่ 2

ตารางที่ 8 ผลการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

ฟาร์ม	บ่อ	ขนาดบ่อ (ไร่)	ผลผลิต (กก.)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	น้ำหนัก เฉลี่ย (กรัมต่อตัว)	อัตราการ แลกเนื้อ	อัตราการ รอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
1	1	4	4,200	1,050	21.28	1.43	61.69
	2	4	4,600	1,150	20	1.41	71.88
	3	4	4,500	1,125	20.83	1.40	67.5
	เฉลี่ย	4	4,433.33±208.17 ^a	1,108.33±52.04 ^a	20.70±0.65 ^a	1.41±0.02 ^a	67.02±5.11 ^a
2	1	3	3,000	1,000	13.89	1.33	72.0
	2	3	2,900	966.67	14.71	1.38	65.73
	3	3	2,900	966.67	14.29	1.38	67.67
	เฉลี่ย	3	2,933.33±57.74 ^b	977.78±19.24 ^b	14.30±0.41 ^b	1.36±0.03 ^a	68.47±3.21 ^a

หมายเหตุ ฟาร์ม 1 อัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่

ฟาร์ม 2 อัตราความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่

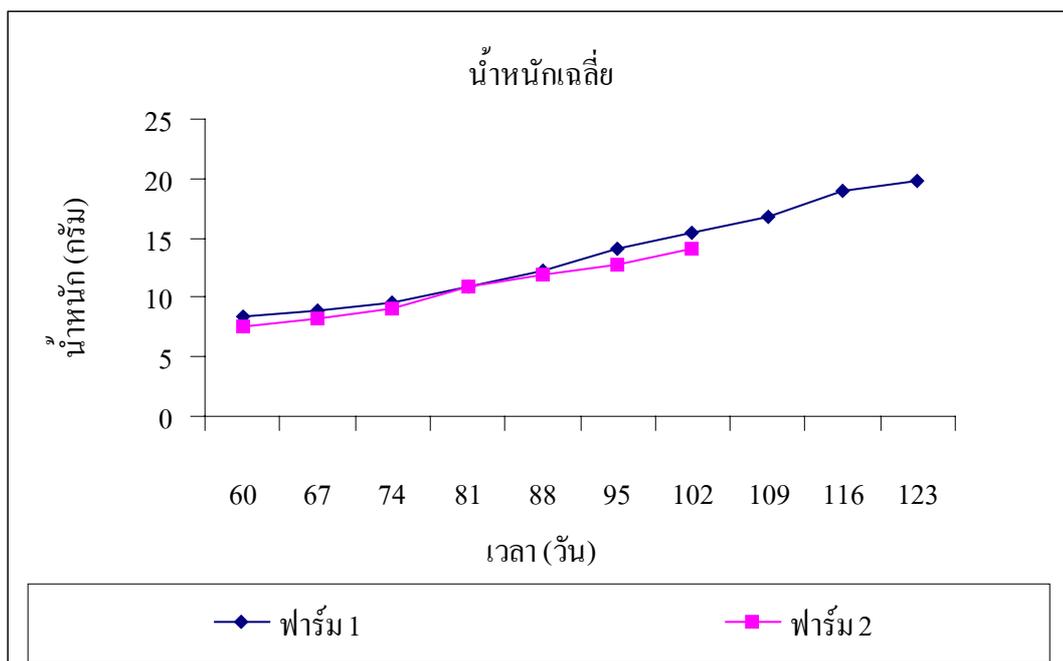
ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

อัตราการเจริญเติบโตสะสมของกุ้งทั้ง 2 ฟาร์ม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง พบว่ากุ้งในฟาร์มที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตสะสม 0.18 ± 0.07 กรัมต่อตัวต่อวัน ส่วนกุ้งในฟาร์มที่ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตสะสม 0.16 ± 0.06 กรัมต่อตัวต่อวัน เมื่อนำมาทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของอัตราการเจริญเติบโตแต่ละช่วง (ตารางที่ 9 และภาพที่ 3) พบว่าหลังจากกุ้งมีอายุ 88 วัน อัตราการเจริญเติบโตแต่ละช่วงของฟาร์มที่ 1 สูงกว่าฟาร์มที่ 2 จนกระทั่งจับกุ้ง ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการเลี้ยงที่มากกว่าประกอบกับระบบการจัดการในการเลี้ยงที่แตกต่างกัน โดยฟาร์มที่ 1 มีเป้าหมายในการผลิตเพื่อให้ได้กุ้งขนาดใหญ่ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงที่นานจึงมีการใช้เครื่องให้อากาศในบ่อเลี้ยงจำนวนมากกว่าฟาร์มที่ 2 ส่งผลให้พื้นบ่อสะอาด ซึ่งสภาพพื้นบ่อนั้นจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในบ่อและตัวกุ้งโดยตรงจึงทำให้กุ้งมีสุขภาพแข็งแรงมีการกินอาหารและการเจริญเติบโตที่ดี ส่วนฟาร์มที่ 2 ที่มีการใช้เครื่องให้อากาศที่น้อยกว่าแต่ปล่อยกุ้งในอัตราความหนาแน่นที่สูงกว่าทำให้ช่วงแรกของการเลี้ยงมีการให้อาหารในปริมาณมากทำให้มีของเสียและเศษอาหารสะสมอยู่ในบ่อมากมีผลต่อสภาพ

ทั่วไปในบ่อทำให้การกินอาหารลดลงและมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าฟาร์มที่ 1 ในระหว่างวันที่ 88 จนกระทั่งจับกุ้ง

ตารางที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม

อายุ (วัน)	น้ำหนัก (กรัมต่อตัว)		อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	
	ฟาร์ม 1	ฟาร์ม 2	ฟาร์ม 1	ฟาร์ม 2
60	8.31	7.58	0.14	0.13
67	8.88	8.23	0.08	0.09
74	9.53	9.12	0.09	0.13
81	10.90	10.95	0.20	0.26
88	12.29	11.96	0.20	0.14
95	14.09	12.78	0.26	0.12
102	15.44	14.09	0.19	0.19
109	16.74	-	0.19	-
116	18.89	-	0.31	-
123	19.88	-	0.14	-



ภาพที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยของกึ่งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม

2. การศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน รวมทั้งการเปรียบเทียบราคากึ่งขาวของฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ลุ่มน้ำท่าจีนและราคาจากตลาดทะเลไทย

การศึกษาต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนจากการเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกันแสดงในตารางที่ 10 และ 11 พบว่าการเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 95,810 บาทต่อไร่ รายได้เฉลี่ย 174,008.33 บาทต่อไร่ กำไรสุทธิเฉลี่ย 78,198.33 บาทต่อไร่ ส่วนการเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 2 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 86,272.23 บาทต่อไร่ รายได้เฉลี่ย 126,133.33 บาทต่อไร่ และกำไรสุทธิเฉลี่ย 39,861.11 บาทต่อไร่ ซึ่งการเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 ในอัตราความหนาแน่นต่ำใช้ระยะเวลาการเลี้ยงนานกว่าเพื่อให้ได้กึ่งที่มีขนาดใหญ่ทำให้มีต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นแต่กึ่งขนาดใหญ่จะมีราคาสูงส่งผลทำให้รายได้และกำไรสุทธิจึงสูงกว่าฟาร์มที่ 2 ที่เลี้ยงในอัตราความหนาแน่นสูงกว่าแต่ผลิตกึ่งที่มีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นการเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 จึงให้ผลตอบแทนที่ดีกว่าฟาร์มที่ 2

จากผลการศึกษาพบว่า การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 ซึ่งปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่ ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงนาน 129 วัน ได้น้ำหนักกุ้งเฉลี่ยประมาณ 20 กรัม หรือ 50 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งแตกต่างกับกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงในฟาร์มที่ 2 ซึ่งปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่นที่มากกว่าคือ 100,000 ตัวต่อไร่ เวลาการเลี้ยง 106 วัน ได้น้ำหนักกุ้งเฉลี่ย 14 กรัม หรือ 70 ตัวต่อกิโลกรัม เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งขาวในฟาร์มที่ 2 ทำสัญญาในการผลิตกุ้งขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าการทำสัญญาของฟาร์มที่ 1 ที่จะผลิตกุ้งขนาด 50 ตัวต่อกิโลกรัม ทำให้ผลผลิตต่อไร่มีค่าต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสามารถ และ บุญชัย (2548) ในการเลี้ยงกุ้งขาวแบบพัฒนา พบว่าที่ความหนาแน่น 70,000 ตัวต่อไร่ กุ้งขาวจะมีน้ำหนัก อัตราการเจริญเติบโต ผลผลิต ต้นทุนการเลี้ยงและผลตอบแทนเฉลี่ยสูงกว่าการเลี้ยงที่ความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่

ราคากุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ทำการสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำท่าจีนและราคาจากตลาดทะเลไทย แสดงไว้ในตารางที่ 12

ตารางที่ 10 ต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

ต้นทุนการผลิต	ฟาร์มที่ 1	ฟาร์มที่ 2
ต้นทุนคงที่		
ค่าลูกพันธุ์กุ้งขาวแวนนาไม	57,600	54,000
ค่าน้ำมัน	177,800	180,000
ค่าน้ำเค็ม	74,100	57,000
ค่าแรงงาน	48,000	29,000
รวมต้นทุนคงที่ (บาท)	357,500	320,000
รวมต้นทุนคงที่ (บาทต่อไร่)	29,791.67	35,555.56
ต้นทุนผันแปร		
ค่าอาหาร	533,920	337,250
ค่าสารเคมี	90,500	40,800
ค่าไฟ	80,000	3,600
ค่าซ่อมแซมและค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	37,800	29,800
ค่าปรับปรุงบ่อ	50,000	45,000
รวมต้นทุนผันแปร (บาท)	792,220	456,450
รวมต้นทุนผันแปร (บาทต่อไร่)	66,018.33	50,716.67
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร (บาท)	1,149,720	776,450
รวมต้นทุนคงที่และผันแปร (บาทต่อไร่)	95,810	86,272.23

หมายเหตุ ฟาร์ม 1 อัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่ ขนาดบ่อ 4 ไร่

ฟาร์ม 2 อัตราความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ ขนาดบ่อ 3 ไร่

ตารางที่ 11 ผลตอบแทนจากการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยความหนาแน่นแตกต่างกัน

รายงาน	ฟาร์มที่ 1	ฟาร์มที่ 2
<u>ต้นทุน</u> รวมต้นทุน (บาท)	1,149,720	776,450
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อไร่)	95,810	86,272.23
รวมต้นทุนทั้งหมด (บาทต่อกิโลกรัม)	86.45	88.23
<u>ผลผลิตรวมเฉลี่ย</u> (กิโลกรัมต่อไร่)	1,108.33	977.78
ราคากุ้งขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม กิโลกรัมละ 129 บาท	-	126,133.62
ราคากุ้งขนาด 50 ตัวต่อกิโลกรัม กิโลกรัมละ 157 บาท	174,007.81	-
<u>รายได้การผลิต</u> รายได้การผลิตทั้งหมด (บาท)	2,088,100	1,135,200
รายได้การผลิต (บาทต่อไร่)	174,008.33	126,133.33
<u>ผลตอบแทน</u> กำไรทั้งหมด (บาท)	938,380	358,750
กำไรสุทธิ (บาทต่อไร่)	78,198.33	39,861.11
กำไรสุทธิ (บาทต่อกิโลกรัม)	70.55	40.77

หมายเหตุ ฟาร์ม 1 อัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่ ขนาดบ่อ 4 ไร่

ฟาร์ม 2 อัตราความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ ขนาดบ่อ 3 ไร่

ตารางที่ 12 การเปรียบเทียบราคาขายกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับ
สหกรณ์ลุ่มน้ำทำเงินและราคากุ้งจากตลาดทะเลไทย ณ วันและเวลาเดียวกัน

ขนาด	สหกรณ์ (บาท)*	ตลาดทะเลไทย (บาท)**	เปลี่ยนแปลง (เปอร์เซ็นต์)
49-50 ตัวต่อกิโลกรัม	157	135	+16.30
67-70 ตัวต่อกิโลกรัม	129	106	+21.70

ที่มา: * สหกรณ์ได้หักค่าใช้จ่ายในการจับกุ้งแล้วกิโลกรัมละ 7 บาท

**บริษัท ไทยยูเนียน ฟีดมิลล์ จำกัด (2549)

จากตารางเปรียบเทียบราคาขายกึ่งขาวแวนนาไมระหว่างฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าผ่านสหกรณ์และราคาจากตลาดทะเลไทย ณ วันเวลาเดียวกัน พบว่าราคากึ่งขาวแวนนาไมที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าผ่านสหกรณ์ได้ราคาสูงกว่าการขายในราคาจากตลาดทะเลไทยประมาณ 22-23 บาทต่อกิโลกรัม โดยเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงพบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.30 และ 21.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากราคาจากตลาดทะเลไทยนั้นจะขึ้นลงตามราคาในตลาดโลกซึ่งไม่สามารถกำหนดราคาที่เหมาะสมได้ ส่วนการทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าขายผ่านสหกรณ์นั้นได้ราคาสูงกว่าเนื่องจากมีการกำหนดมาตรฐานในการผลิตและใช้ระบบการตรวจสอบย้อนกลับ ซึ่งได้รับความเชื่อถือจากโรงงานแปรรูปที่ทำสัญญากับทางสหกรณ์

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบรายได้สุทธิจากการขายกึ่งขาวแวนนาไมระหว่างฟาร์มที่ทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้ากับสหกรณ์ผู้เลี้ยงกุ้งลุ่มน้ำทำเงินและราคาจากตลาดไทย ณ วันเวลาเดียวกัน

ขนาด	สหกรณ์	ตลาดทะเลไทย	มูลค่าเพิ่มขึ้น
	(บาท)	(บาท)	(บาท)
กึ่งขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม 8,800 กิโลกรัม	1,135,200	932,800	202,400
กึ่งขนาด 50 ตัวต่อกิโลกรัม 13,300 กิโลกรัม	2,088,100	1,795,500	292,600

จากการเปรียบเทียบรายได้สุทธิจากฟาร์มที่ทำสัญญากับสหกรณ์และราคาจากตลาดทะเลไทยพบว่า การขายกึ่งผ่านสหกรณ์ได้ราคาที่สูงกว่าราคาจากตลาดทะเลไทยโดยราคาขายกึ่งขนาด 70 ตัวต่อกิโลกรัม มีมูลค่าที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 202,400 บาท และราคาขายกึ่งขนาด 50 ตัวต่อกิโลกรัม มีมูลค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 292,600 บาท ซึ่งจากตารางที่ 13 จะเห็นว่าเกษตรกรที่เข้าร่วมกลุ่มสหกรณ์จะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขและกฎเกณฑ์มาตรฐานต่าง ๆ ของสหกรณ์ซึ่งจะทำให้ได้กุ้งที่มีมาตรฐานและมีคุณภาพที่ดีทำให้สามารถขายได้ในราคาที่สูงขึ้น นอกจากนี้เกษตรกรจะสามารถลดความเสี่ยงต่อราคากุ้งที่ขึ้นลงในแต่ละวันและสามารถทราบถึงรายได้ที่แน่นอนจากการขายกึ่งขาวแวนนาไมในแต่ละรอบการเลี้ยง

3. การศึกษาคุณสมบัติของน้ำและปริมาณออกซิเจนที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ความหนาแน่นแตกต่างกัน

คุณสมบัติของน้ำที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ทำการศึกษาคือ ออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช อุณหภูมิ ความเป็นด่าง ความกระด้าง ความเค็ม ความนำไฟฟ้า แอมโมเนียรวม ไนไตรท์ ความโปร่งแสงและปริมาณออกซิเจนที่สำคัญ แสดงไว้ในตารางที่ 14 และ 15

ตารางที่ 14 คุณสมบัติของน้ำเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม

คุณสมบัติของน้ำ		ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
		ฟาร์ม 1	ฟาร์ม 2
ออกซิเจนละลายน้ำ	เช้า	4.81±0.29 ^a	4.84±0.28 ^a
(มิลลิกรัมต่อลิตร)	บ่าย	7.79±0.47 ^a	7.66±0.34 ^a
พีเอช	เช้า	7.77±0.04 ^a	7.89±0.05 ^b
	บ่าย	8.38±0.10 ^a	8.30±0.17 ^b
อุณหภูมิ	เช้า	29.82±0.09 ^a	29.86±0.11 ^a
(องศาเซลเซียส)	บ่าย	31.78±0.32 ^a	31.77±0.34 ^a
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)		181.84±37.60 ^a	135.53±29.74 ^b
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)		1267.86±360.35 ^a	1398.40±443.14 ^a
ความเค็ม (พีพีที)		3.75±1.05 ^a	3.83±0.90 ^a
แอมโมเนียรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)		0.77±0.62 ^a	0.54±0.32 ^b
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		0.072±0.061 ^a	0.068±0.060 ^a
ค่าความนำไฟฟ้า		6.25±1.75 ^a	6.38±1.51 ^a
(มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร)			
ค่าความโปร่งแสง (เซนติเมตร)		12.26±4.58 ^a	18.64±11.43 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในแนวนอนที่กำกับด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

1. ออกซิเจนละลายน้ำ

จากการศึกษาบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำช่วงเช้ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.25-5.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 ± 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 4.71-5.17 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ± 0.28 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าออกซิเจนละลายน้ำในช่วงบ่ายของฟาร์มที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 6.78-8.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.79 ± 0.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 7.25-8.04 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.66 ± 0.34 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากภาพที่ 4 จะเห็นว่าออกซิเจนละลายน้ำของทั้ง 2 ฟาร์ม มีความคล้ายคลึงกัน โดยช่วงเช้ามีค่าต่ำเนื่องจากถูกใช้ในการหายใจของสิ่งมีชีวิตและกระบวนการย่อยสลายของเสียโดยแบคทีเรียในช่วงเวลากลางคืน แต่ช่วงบ่ายจะมีค่าสูงขึ้นเพราะมีการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งควรมีค่ามากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำให้กุ้งเจริญเติบโตดีและสารอินทรีย์สลายตัวเร็ว (พุทธ, 2544; ชลอ และ พรเลิศ, 2547) ดังนั้นตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์มพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้ง แสดงให้เห็นว่าจำนวนและตำแหน่งในการวางเครื่องให้อากาศเพียงพอและเหมาะสม

2. พีเอช

พีเอชช่วงเช้าในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมฟาร์มที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 7.72-7.83 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.77 ± 0.04 ฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 7.80-7.93 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.89 ± 0.05 ตามลำดับ ส่วนในช่วงบ่ายค่าพีเอชของฟาร์มที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 8.27-8.50 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.38 ± 0.10 ส่วนฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 8.21-8.50 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 ± 0.17 ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยพีเอช ในช่วงเช้าของฟาร์มที่ 1 จะต่ำกว่าฟาร์มที่ 2 และช่วงบ่ายจะสูงกว่า (ภาพที่ 5) เนื่องจากฟาร์มที่ 1 มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากกว่า ซึ่งการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์เพื่อการสังเคราะห์แสงส่งผลให้พีเอชสูงขึ้นในตอนบ่าย ส่วนเวลากลางคืนสิ่งมีชีวิตจะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจทำให้พีเอชลดต่ำลงในช่วงเช้า (Boyd, 1982)

ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชของน้ำกับแพลงก์ตอนพืชเป็นไปในทางเดียวกัน (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528) โดยในตอนกลางวันแพลงก์ตอนพืชจะมีการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้มาจากไบคาร์บอเนตเพื่อการสังเคราะห์แสงทำให้มีค่าพีเอชสูงขึ้นในเวลากลางวัน (ชลอ และ พรเลิศ, 2547) โดยพีเอชของทั้ง 2 ฟาร์ม ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงพบว่า มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่ง Brock and Main (1994) กล่าวว่าพีเอชของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีค่าประมาณ 7-9

3. ความเป็นค่ารวม

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีค่าความเป็นค่ารวมอยู่ระหว่าง 113.33-225.56 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 181.84 ± 37.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 96.33-174.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 135.53 ± 29.74 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) จากภาพที่ 6 พบว่าตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง เนื่องจากปริมาณของเสียในบ่อและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจะเพิ่มมากขึ้น (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

อย่างไรก็ตามค่าความเป็นค่ารวมของทั้ง 2 ฟาร์ม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งความเป็นค่ารวมที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994) แต่มีบางช่วงที่ค่าความเป็นค่ารวมของฟาร์มที่ 1 มีค่าสูงทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีการเติมวัสดุปูนในระหว่างการเลี้ยงและความเป็นค่ามีความสำคัญต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของกุ้งทะเลทุกชนิด โดยทั่วไปการรักษาระดับความเป็นค่าให้คงที่นั้นจะใช้วัสดุปูนในกลุ่มคาร์บอเนต ส่วนการเพิ่มความเป็นค่าอาจใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือโซเดียมคาร์บอเนตขึ้นอยู่กับระดับพีเอชของน้ำประกอบกันด้วย (ชลอ และ พรเลิศ, 2547)

4. ความกระด้าง

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีค่าความกระด้างอยู่ระหว่าง 910.22-1,711.56 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,267.86 \pm 360.35$ มิลลิกรัมต่อลิตร ฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 812.89-2,133.33 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,398.40 \pm 443.14$ มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากภาพที่ 7 ความกระด้างของทั้ง 2 ฟาร์ม ค่อย ๆ ลดลง

ในช่วงแรกเนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะแรกจึงมีการดึงแคลเซียมจากน้ำไปใช้ในการสร้างเปลือกสำหรับการเจริญเติบโต แต่ในระหว่างการเลี้ยงมีการเติมวัสดุปูนและแร่ธาตุต่าง ๆ จึงทำให้ความกระด้างเพิ่มสูงขึ้นในบางช่วง

จากการศึกษาของอรอนงค์ (2547) พบว่าความกระด้างของน้ำ 700 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระหว่างการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งเป็นช่วงที่มีค่าต่ำสุดกุ้งยังมีการเจริญเติบโตตามปกติ ถ้าปริมาณกุ้งไม่หนาแน่นมากแต่ความกระด้างที่มากกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร น่าจะให้ผลในการเลี้ยงกุ้งด้วยน้ำความเค็มต่ำดีกว่ความกระด้างของน้ำที่ต่ำมาก เนื่องจากกุ้งขาวแวนนาไมมีการเจริญเติบโตรวดเร็ว ลอกคราบบ่อยต้องใช้แร่ธาตุต่าง ๆ ในปริมาณมาก โดยเฉพาะแคลเซียมซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของเปลือก ดังนั้นน้ำที่มีความกระด้างสูงคือมีแคลเซียมและแมกนีเซียมสูงน่าจะให้ผลการเลี้ยงกุ้งดีกว่า

5. ปริมาณแอมโมเนียรวม

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีค่าปริมาณแอมโมเนียรวมอยู่ระหว่าง 0.09-1.60 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.77 ± 0.62 มิลลิกรัมต่อลิตร และฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.88 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 ± 0.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ปริมาณแอมโมเนียรวมของฟาร์มที่ 1 ในช่วงแรกของการเลี้ยงมีค่าสูง (ภาพที่ 8) เนื่องมาจากมีการให้อาหารในปริมาณที่มากเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของกุ้งทำให้มีปริมาณอาหารเหลือค่อนข้างมาก จากนั้นจึงมีการลดหรืออดอาหารในบางช่วงทำให้ค่าแอมโมเนียรวมลดลง และในช่วงปลายของการเลี้ยงของฟาร์มที่ 1 พบว่าจะมีค่าแอมโมเนียรวมสูงขึ้นเนื่องจากกุ้งมีขนาดใหญ่ขึ้นต้องการอาหารในปริมาณมากขึ้นส่งผลให้ของเสียจากการขับถ่ายของกุ้งเพิ่มสูงตามไปด้วย

ปริมาณของแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยงและสามารถสูงถึง 46 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบ่อที่เลี้ยงแบบหนาแน่นสูงมากซึ่งปล่อยกุ้งในอัตราความหนาแน่น 171-286 ตัวต่อตารางเมตร ในบ่อขนาด 0.14 เฮกแตร์ (Chen *et al.*, 1988) ซึ่ง Brock and Main (1994) กล่าวว่าปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

6. ปริมาณไนโตรเจน

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีปริมาณไนโตรเจนที่อยู่ระหว่าง 0.02-0.19 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.072 ± 0.061 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.068 ± 0.060 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากภาพที่ 9 พบว่าในช่วงท้ายของการเลี้ยงของทั้ง 2 ฟาร์ม ปริมาณไนโตรเจนอยู่ในระดับที่สูงกว่าระดับมาตรฐานเนื่องจากมีปริมาณของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของกุ้งและปริมาณแพลงก์ตอนที่ตายและสะสมอยู่บริเวณพื้นบ่อ

โดยพุทธ (2537) กล่าวว่าความหนาแน่นของกุ้งที่เลี้ยงมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งที่จะทำให้คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงลดต่ำลง โดยเฉพาะปริมาณแอมโมเนียรวมและไนโตรเจนที่สะสมตามความหนาแน่นของปริมาณกุ้งในบ่อ นอกจากนี้เนย์นส์ (2539) กล่าวว่าความเค็มจะทำให้ระดับความเป็นพิษของไนโตรเจนลดลง ซึ่งปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994)

7. ความเค็ม

ตลอดระยะเวลาที่เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม พบว่าความเค็มของฟาร์มที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.6-5.6 พีพีที และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75 ± 1.05 พีพีที ส่วนฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 1.5-4.5 พีพีที และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 ± 0.90 พีพีที ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 10) พบว่าความเค็มของทั้ง 2 ฟาร์ม จะค่อย ๆ ลดลงเมื่อระยะเวลาการเลี้ยงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติมน้ำจืดเข้าไปทดแทนน้ำที่ระเหยและรั่วซึมออกไปเพื่อเพิ่มระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้ง ในสัปดาห์ที่ 8 ทั้ง 2 ฟาร์ม จะมีการเติมน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือทำให้มีความเค็มสูงขึ้น

โดยกรมประมง (2547) กล่าวว่ากุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีระดับความเค็มตั้งแต่ 0-45 พีพีที แต่ชโล และ พรเลิศ (2547) แนะนำว่าการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำระหว่างการเลี้ยงความเค็มไม่ควรต่ำกว่า 3 พีพีที จะทำให้การเลี้ยงได้ผลผลิตสูง และสามารถเลี้ยงกุ้งได้ขนาดใหญ่

8. ค่าความนำไฟฟ้า

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีค่าความนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 4.33-9.17 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.25 ± 1.75 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าความนำไฟฟ้าของฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.50-7.50 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.38 ± 1.51 มิลลิโหมห์ต่อเซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) จากภาพที่ 11 ค่าความนำไฟฟ้าจะค่อย ๆ ลดลงตามความเค็มของน้ำเนื่องจากการเติมน้ำจืดในระหว่างการเลี้ยง แต่เมื่อมีการเติมน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือก็จะทำให้ค่าความนำไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย

โดยค่าความนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเค็มและการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับความเค็มตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (Boyd, 1982; 2002) นอกจากนี้ลิวไมย (2545) กล่าวว่า ค่าความนำไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับไอออนหลักต่าง ๆ ได้แก่ แคลเซียม โซเดียม กลอไรด์ โพแทสเซียม และแมกนีเซียม

9. อุณหภูมิ

บ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมฟาร์มที่ 1 อุณหภูมิของน้ำช่วงเช้ามีค่าอยู่ระหว่าง 29.7-29.9 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.82 ± 0.09 องศาเซลเซียส ส่วนฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 29.8-30.0 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.86 ± 0.11 องศาเซลเซียส

ในช่วงบ่ายอุณหภูมิของน้ำฟาร์มที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 31.5-32.5 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.78 ± 0.32 องศาเซลเซียส ฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 31.4-32.5 องศาเซลเซียส และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.77 ± 0.34 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่ายมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) (ภาพที่ 12) เนื่องจากฟาร์มทั้ง 2 อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงกันจึงได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศเหมือนกัน ค่าอุณหภูมิของทั้ง 2 ฟาร์ม จึงมีค่าใกล้เคียงกันทั้งช่วงเช้าและบ่าย

จากการศึกษาของสุกัญญา (2534) รายงานว่า อุณหภูมิจะแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศหรือฤดูกาลทั้งนี้ขึ้นกับเวลาและสภาพภูมิอากาศในขณะนั้น โดย Wickins and Lee (2002)

กล่าวว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ระหว่าง 26-33 องศาเซลเซียส โดยตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม พบว่ามีค่าอุณหภูมิที่เหมาะสม

10. ค่าความโปร่งแสงของน้ำ

ค่าความโปร่งแสงของน้ำจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 7-18 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.26 ± 4.58 เซนติเมตร ส่วนฟาร์มที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 8-47 และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.64 ± 11.43 เซนติเมตร ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) จากภาพที่ 13 จะเห็นว่าฟาร์มที่ 1 มีค่าความโปร่งแสงของน้ำต่ำกว่าค่ามาตรฐานตลอดระยะเวลาการเลี้ยงเนื่องจากในน้ำมีปริมาณแพลงก์ตอนและตะกอนแขวนลอยค่อนข้างมาก แต่ฟาร์มที่ 2 ค่าความโปร่งแสงของน้ำลดต่ำลงตามระยะเวลาการเลี้ยงเนื่องจากปริมาณของแพลงก์ตอนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นสูงขึ้นโดยความโปร่งแสงของน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรอยู่ระหว่าง 25-50 เซนติเมตร (Brock and Main, 1994)

11. ปริมาณออกซิเจนที่สำคัญ

ออกซิเจนที่สำคัญ ได้แก่ คลอไรด์ ซัลเฟต แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมและโพแทสเซียม ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนจากบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม แสดงไว้ในตารางที่ 15 ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ พบว่าส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่จะมีค่าโพแทสเซียมออกซิเจนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณอออนสำคัญตลอดการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

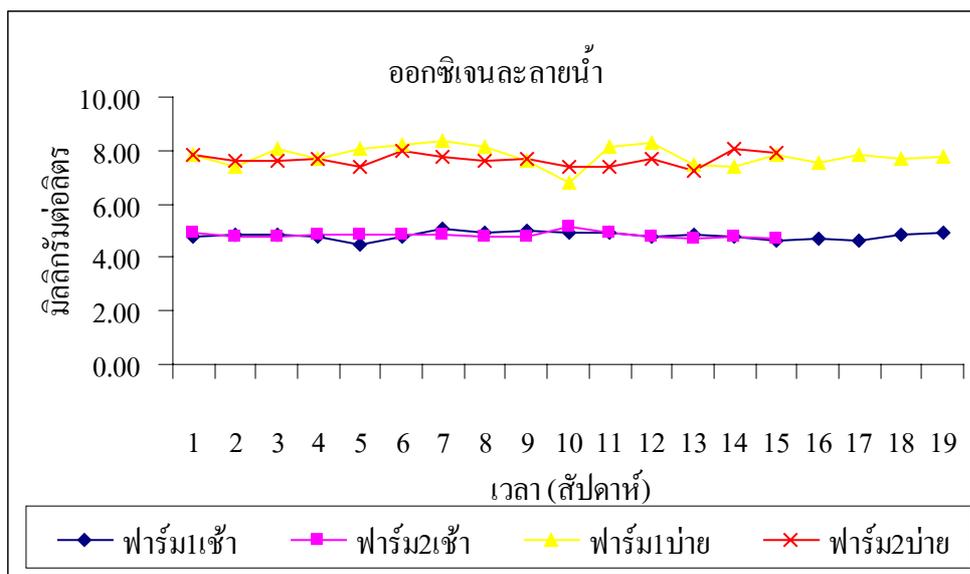
ชนิดของอออน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	ฟาร์ม 1	ฟาร์ม 2
โพแทสเซียม	33.18±12.14 ^a	45.96±14.62 ^b
แคลเซียม	80.53±17.68 ^a	79.39±17.40 ^a
แมกนีเซียม	141.11±41.96 ^a	151.77±30.98 ^a
โซเดียม	663.08±199.42 ^a	802.04±124.43 ^a
คลอไรด์	935.47±313.44 ^a	1182.48±312.62 ^a
ซัลเฟต	116.22±32.02 ^a	142.98±38.32 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

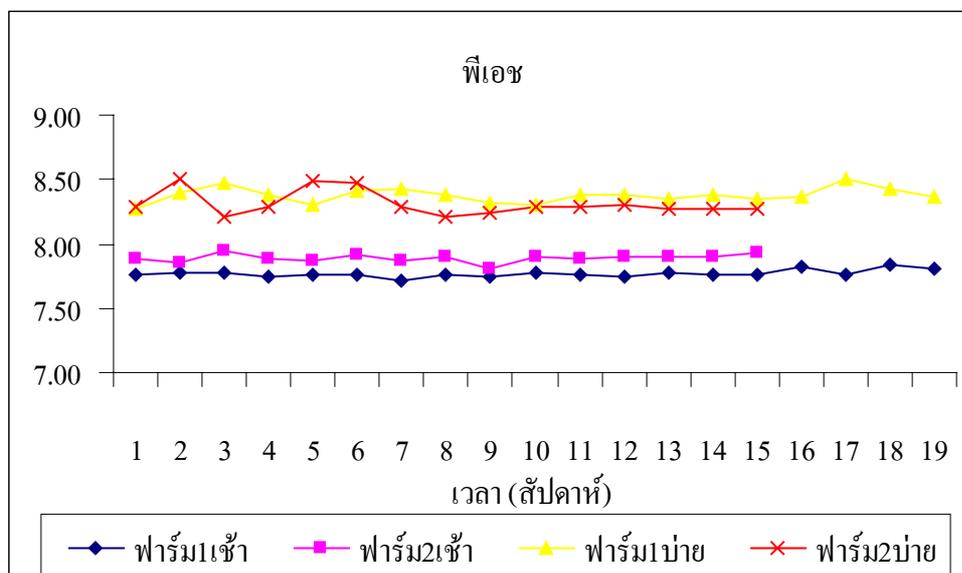
เมื่อพิจารณาปริมาณอออนหลักจากภาพที่ 14-19 พบว่าช่วงเดือนแรกของการปล่อยลูกกุ้งลงเลี้ยงที่น้ำความเค็ม 5 พีพีที ปริมาณโพแทสเซียมช่วงเดือนแรกของทั้ง 2 ฟาร์ม มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยง เนื่องจากโพแทสเซียมมีความสำคัญโดยเฉพาะระยะโพสลาอ์วาและกุ้งขนาดเล็กที่มีการเจริญเติบโต ระยะลอกคราบที่ต้องการโพแทสเซียมของกุ้งในระยะนี้จึงค่อนข้างสูง (ชลอ และคณะ, 2545) ส่วนในช่วงเดือนสุดท้ายของการเลี้ยงค่าปริมาณโพแทสเซียมของฟาร์มที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นจากการเติมปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของโพแทสเซียมเพื่อเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมให้เพียงพอกับความหนาแน่นของกุ้งในบ่อ ปริมาณแคลเซียมในช่วงแรกของการเลี้ยงมีค่าลดลงเนื่องจากกุ้งใช้ในการเจริญเติบโตและการเติมวัสดุปูนในช่วงเดือนที่ 3 ของการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณแคลเซียมให้เพียงพอกับการเจริญเติบโต แมกนีเซียมจะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเดือนที่ 2 ของการเลี้ยงเนื่องจากการเติมแมกนีเซียมซัลเฟตในช่วงที่กุ้งมีการลอกคราบเพื่อให้เปลือกกุ้งหลังการลอกคราบแข็งแรง และปริมาณแมกนีเซียมจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยงเช่นเดียวกับปริมาณโซเดียมและคลอไรด์จะลดลงตามระยะเวลาการเลี้ยงเนื่องจากความเค็มมีค่าลดลงแต่ในเดือนสุดท้ายของฟาร์มที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติมน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือ ส่วนซัลเฟตมีแนวโน้มลดลงในช่วงแรกของการเลี้ยงตามระดับความเค็มของน้ำ (Boyd *et al.*, 2002) แต่เมื่อมีการเติมน้ำที่มีความเค็มสูงจากนาเกลือปริมาณของซัลเฟตจึงเพิ่มขึ้น

Boyd (2002) กล่าวว่าปริมาณอออนต่าง ๆ มีผลต่อการเจริญเติบโตหรือการตายในกุ้งขาวแวนนาไม โดยการเลี้ยงกุ้งด้วยน้ำใต้ดินที่มีความเค็มต่ำในประเทศเอกวาดอร์มีปัญหาการตายของกุ้งขาวแวนนาไมมาก เมื่อนำน้ำมาวิเคราะห์พบว่าปริมาณโพแทสเซียมต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่หลังจากเติมแร่ธาตุที่มีส่วนประกอบของโพแทสเซียมจนได้ความเข้มข้นเท่ากับ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร กุ้งมีอัตราการรอดดีขึ้น และนอกจากนี้พบว่าปริมาณความเข้มข้นของอออนที่สามารถเลี้ยงกุ้งในน้ำความเค็มต่ำควรมีสัดส่วนของอออนชนิดต่าง ๆ คล้ายกับน้ำทะเล เช่น ใน 1 พีพีที ควรมีปริมาณโพแทสเซียม 10.7 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียม 11.6 มิลลิกรัมต่อลิตร แมกนีเซียม 39.1 มิลลิกรัมต่อลิตร โซเดียม 304.5 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอไรด์ 551.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และซัลเฟต 78.3 มิลลิกรัมต่อลิตร

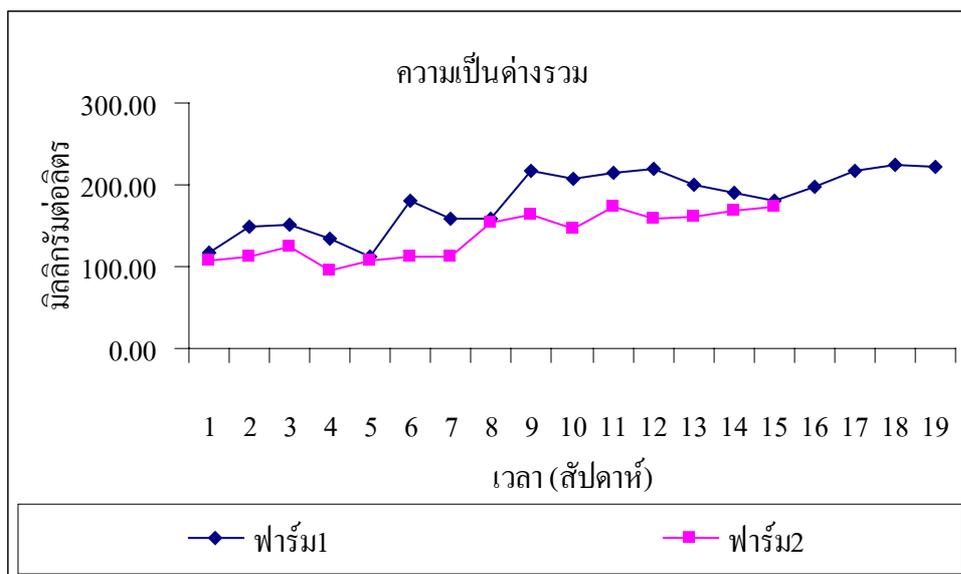
McGraw and Scarpa (2002) ศึกษาอัตราส่วนความเข้มข้นของอออนต่ออัตราการรอดกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาาร์วา 18 ในน้ำความเค็มต่ำกว่า 1 พีพีที ที่ 26 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 48 ชั่วโมง โดยระหว่างการทดลองไม่มีการให้อาหารและมีการเติมคลอไรด์ในน้ำกลั่น น้ำที่ใช้ในการทดลองมีอัตราส่วนของ monovalent (โซเดียม, โพแทสเซียม) และ divalent (แมกนีเซียม, แคลเซียม) หลายระดับ พบว่าอัตราส่วนของ monovalent มากกว่า divalent (70 เปอร์เซ็นต์ : 30 เปอร์เซ็นต์) และมีอัตราการรอดสูงถึง 73 เปอร์เซ็นต์ ถ้าไม่มีส่วนของโซเดียมและโพแทสเซียมกุ้งจะตาย 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าในน้ำไม่มีแมกนีเซียมและแคลเซียมเลยมีเพียงโซเดียมและโพแทสเซียม กุ้งจะมีอัตราการรอด 37 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้บุญรัตน์ (2545) กล่าวว่า แร่ธาตุมีความจำเป็นในการเลี้ยงกุ้งมากโดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นในน้ำที่มีความเค็มต่ำ ซึ่งกุ้งสามารถได้รับแร่ธาตุต่าง ๆ จากน้ำและการกินโดยดูดซึมแร่ธาตุจากทางเดินอาหาร การแพร่ผ่านเหงือกหรือตามรอยแยกของเปลือกกุ้ง ซึ่งการที่กุ้งจะสามารถดูดซึมแร่ธาตุได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณแร่ธาตุในน้ำและอาหาร ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณอออนชนิดต่าง ๆ อยู่ในระดับที่ไม่ต่ำมาก แม้ว่าจะไม่มีสัดส่วนเช่นเดียวกับน้ำทะเล ดังนั้นในบ่อเลี้ยงกุ้งในพื้นที่น้ำจืดควรให้ความสำคัญกับแร่ธาตุรวมทั้งมีการจัดการคุณภาพน้ำต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสม



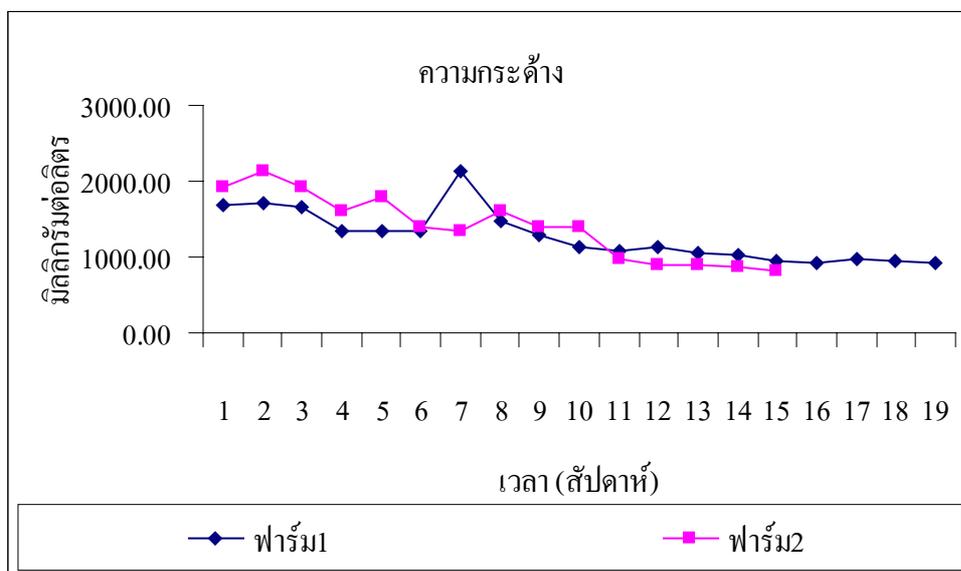
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนละลายน้ำตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



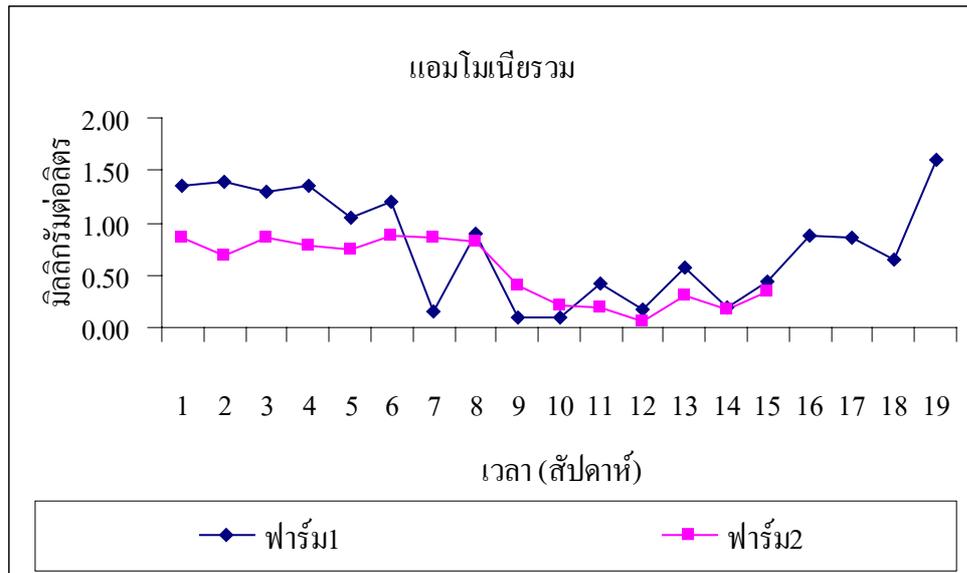
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงพีเอชตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



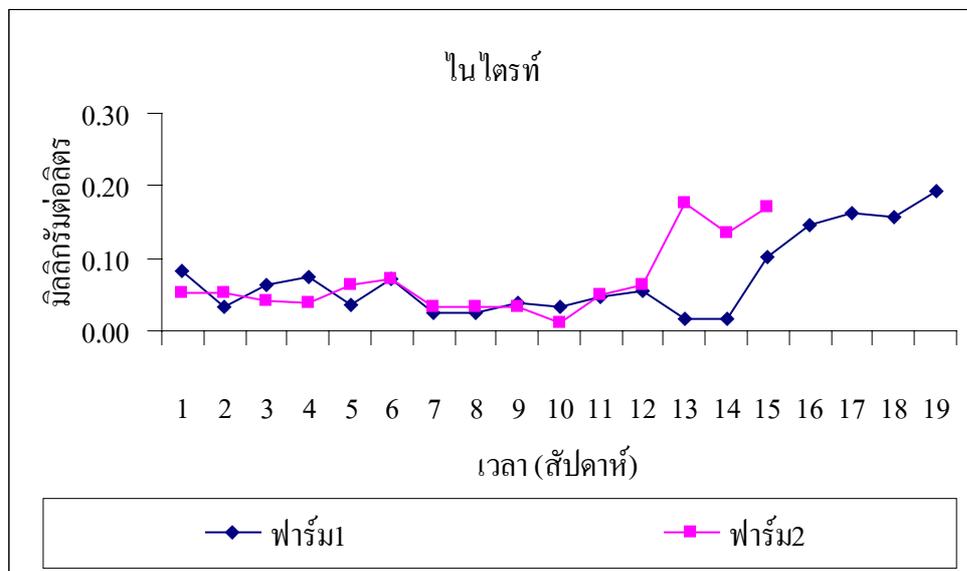
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงความเป็นต่างรวมตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



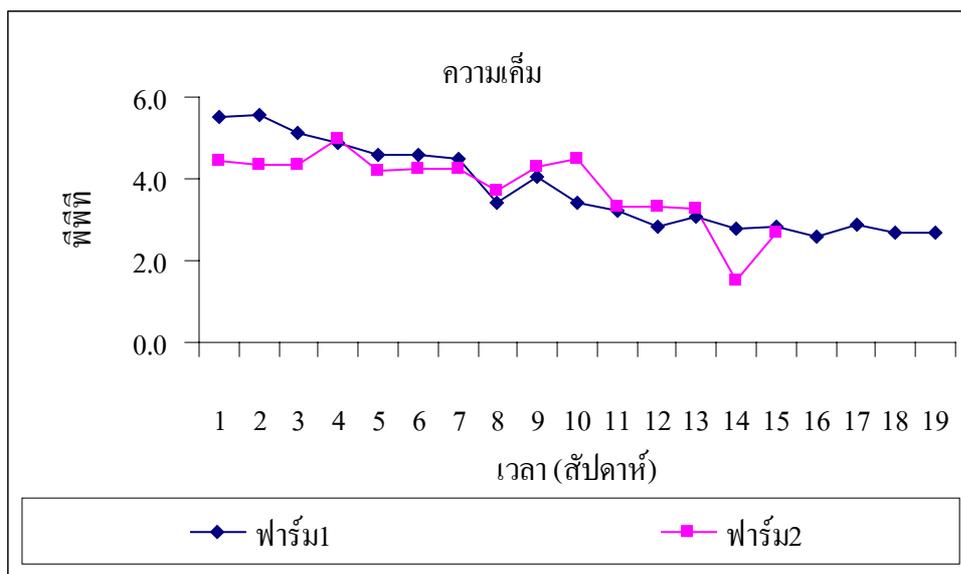
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงความกระด้างตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



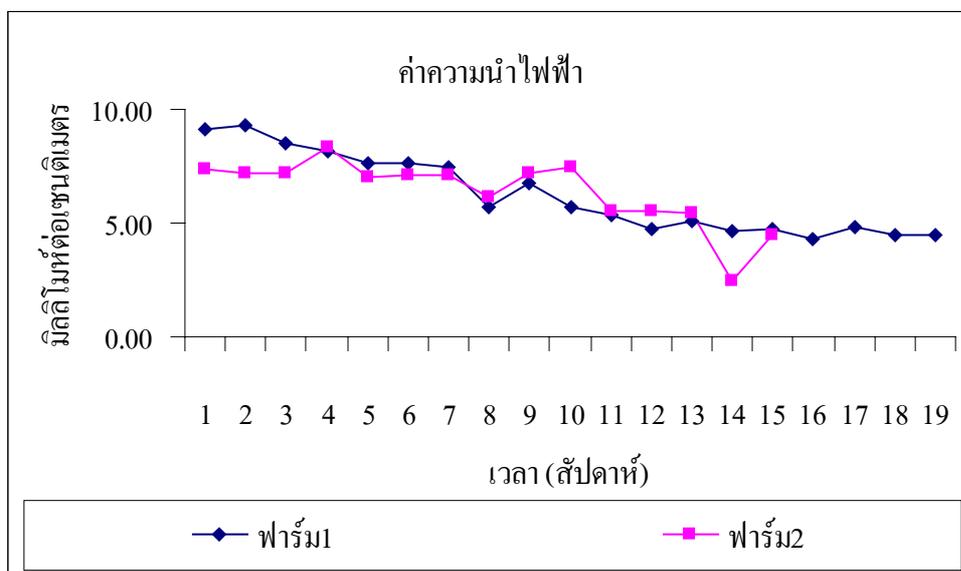
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียรวมตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



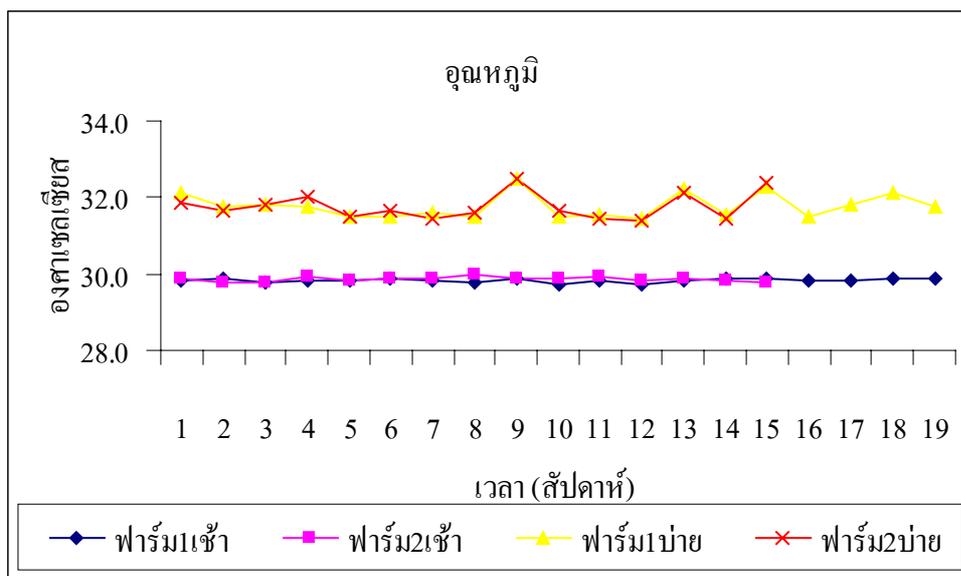
ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์ตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



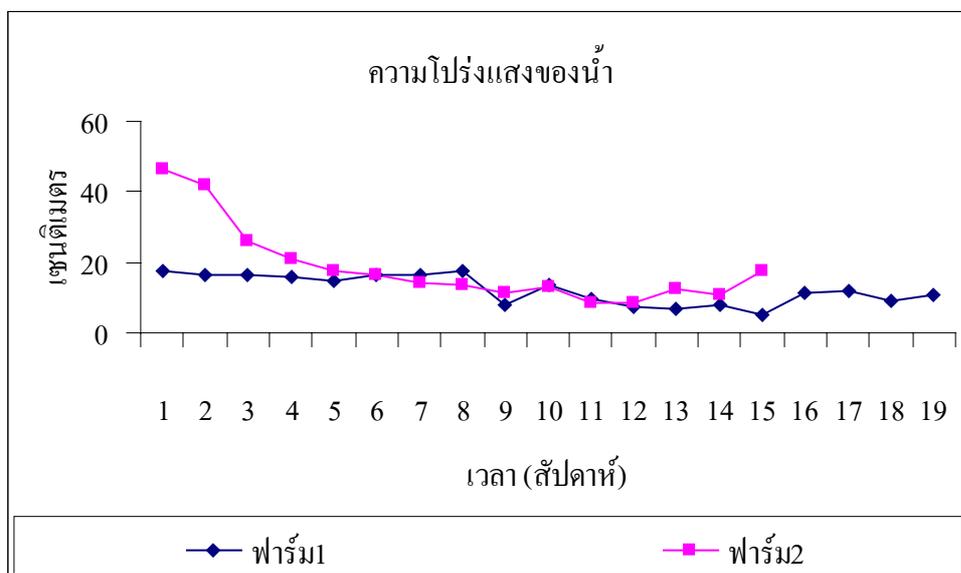
ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงความเค็มตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



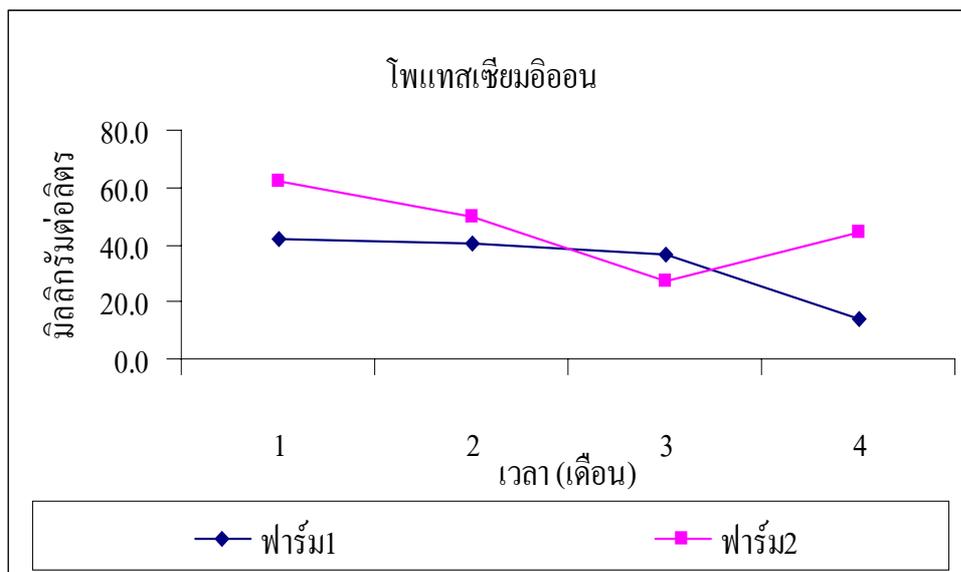
ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงค่าความนำไฟฟ้าตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



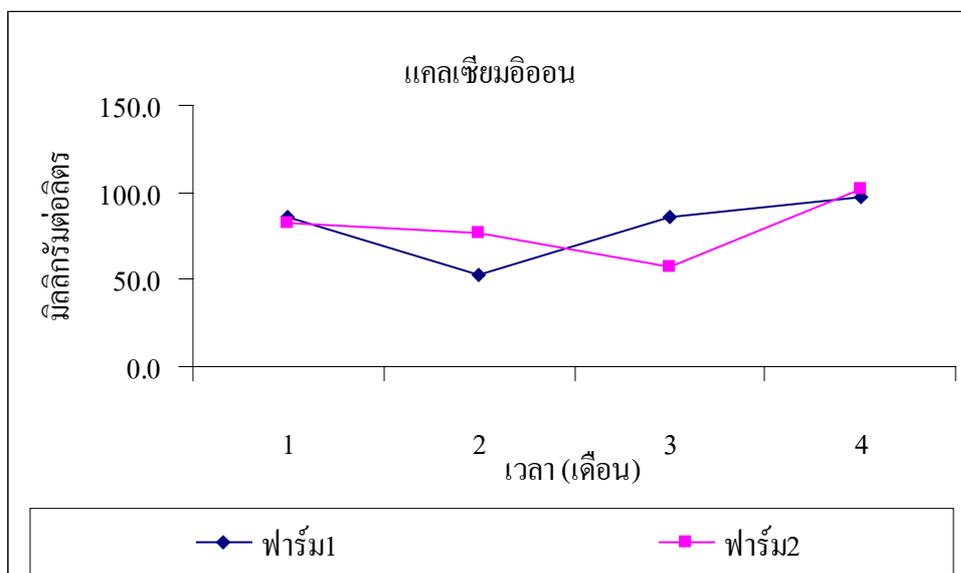
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



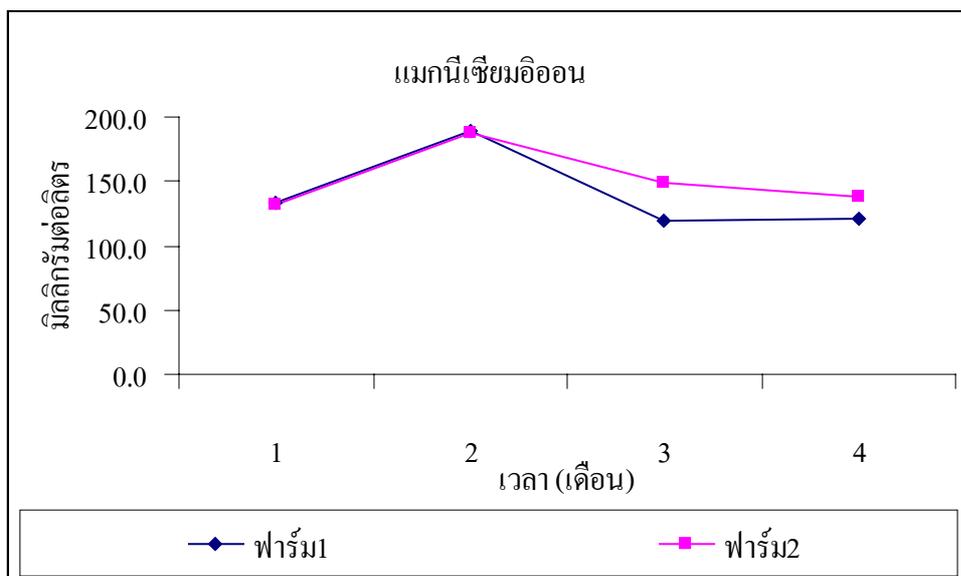
ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงค่าความโปร่งแสงของน้ำตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



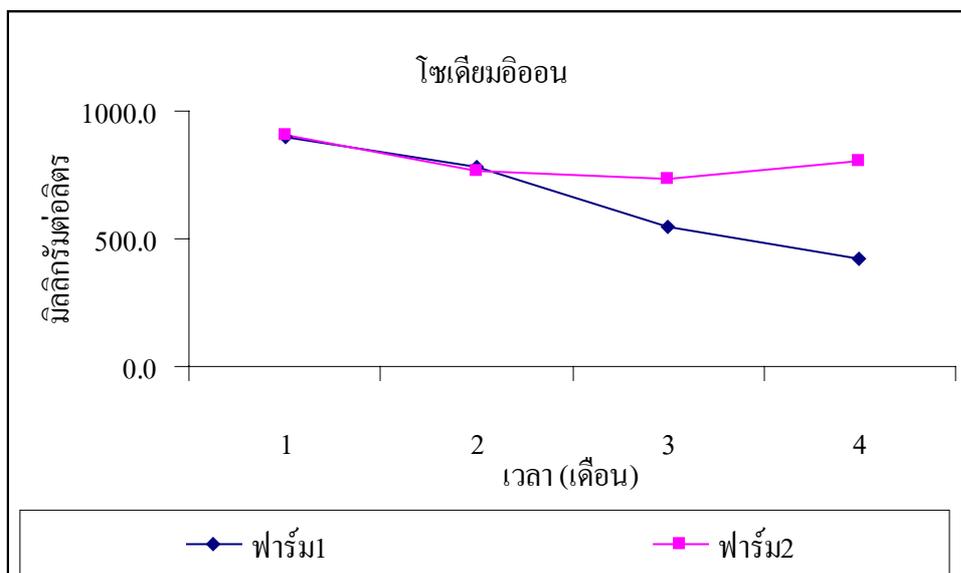
ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงโพแทสเซียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



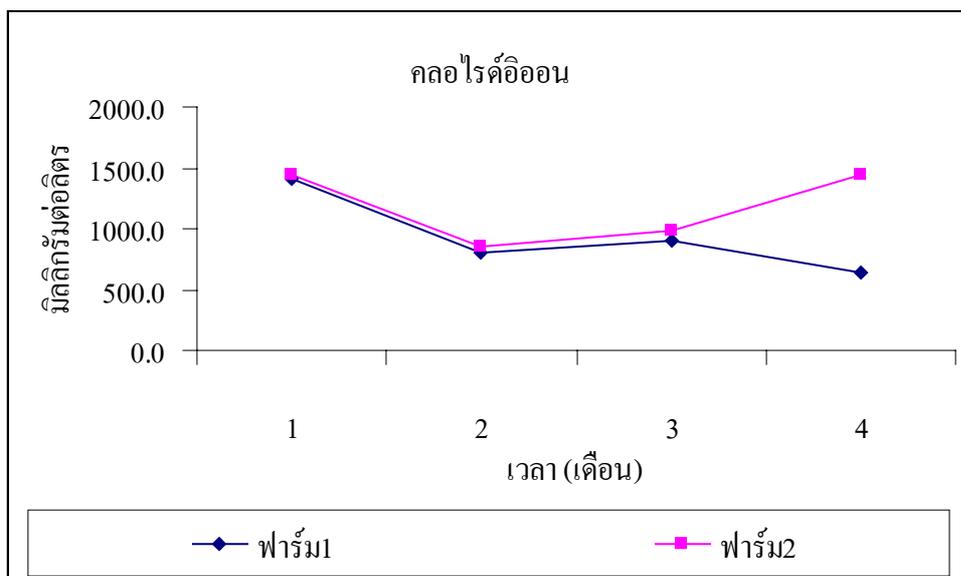
ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงแคลเซียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



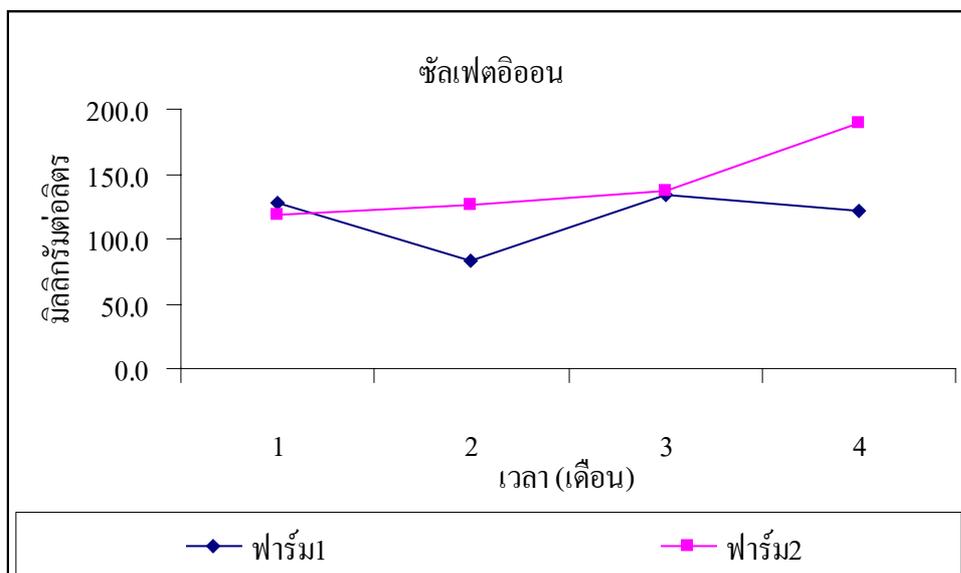
ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงแมกนีเซียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงโซเดียมอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงกลอไรต์อออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงซัลเฟตอออนตลอดการเลี้ยงในบ่อกุ้งขาวแวนนาไม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ฟาร์มที่ 1 ที่ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 80,000 ตัวต่อไร่ ระยะเวลาการเลี้ยงนาน 129 วัน มีปริมาณผลผลิต 4,433 กิโลกรัม และน้ำหนักเฉลี่ย 20.70 กรัม ส่วนฟาร์มที่ 2 ที่ปล่อยลูกกุ้งในอัตราความหนาแน่น 100,000 ตัวต่อไร่ มีระยะเวลาการเลี้ยงนาน 106 วัน ได้ปริมาณผลผลิต 2,933 กิโลกรัม และน้ำหนักเฉลี่ย 14.30 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ในขณะที่อัตราการแลกเนื้อและอัตราการเจริญเติบโตมีค่าใกล้เคียงและไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

2. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 95,810 บาทต่อไร่ และกำไรสุทธิเฉลี่ย 78,198 บาทต่อไร่ ซึ่งมากกว่าฟาร์มที่ 2 มีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 86,272 บาทต่อไร่ และกำไรสุทธิเฉลี่ย 39,861 บาทต่อไร่ นอกจากนี้การทำสัญญาซื้อขายล่วงหน้าผ่านสหกรณ์จะได้ราคาจากการขายกุ้งขาวแวนนาไมที่สูงกว่าราคาที่ขายผ่านตลาดทะเลไทย ณ วันที่จับกุ้ง

3. คุณสมบัติของน้ำและปริมาณออกซิเจนที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมและส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่พบว่าจะมีค่าพีเอชช่วงเช้าและบ่าย ความเป็นด่างรวม แอมโมเนียรวม ความโปร่งแสงของน้ำและโพแทสเซียมออกซิเจนที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยน้ำความเค็มต่ำที่มีการทยอยจับหลายครั้งกับการจับครั้งเดียวหมดบ่อ
2. ควรเปรียบเทียบคุณภาพของกุ้งขาวแวนนาไมที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำในระดับความหนาแน่นต่าง ๆ กัน
3. ควรจะมีการให้ความรู้แก่เกษตรกรเกี่ยวกับข้อดีและข้อเสียของการเข้าร่วมกลุ่มสหกรณ์เพื่อเป็นแนวทางในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมให้ประสบผลสำเร็จและยั่งยืน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 2546. ระเบียบและการปฏิบัติการเพาะเลี้ยงกุ้ง
ก้ามกรามตามมาตรฐาน จี เอ พี พ.ศ. 2546. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรม
ประมง, กรุงเทพฯ. 102 น.

กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2547. โครงการประเมินผลกระทบการนำกุ้งขาว
(*Penaeus vannamei*) เข้าประเทศไทย. หน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพกุ้ง,
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 220 น.

จักรกฤษ พรหมชนะ. 2547. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินของการเลี้ยงกุ้งขาว
ในจังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลอ ลิ่มสุวรรณ และ พรเลิศ จันทรรักษ์ชกุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย.
บริษัทเมจิก ฟับบลิเคชัน จำกัด, กรุงเทพฯ. 206 น.

_____, ลวไมย สวาระก, พรเลิศ จันทรรักษ์ชกุล และ เต็มดวง สมศิริ. 2545. การศึกษาการเลี้ยงกุ้ง
กุลาดำระบบน้ำจืด. รายงานการวิจัยสนับสนุนโดยทบวงมหาวิทยาลัย.

บริษัท ไทยยูเนียนฟีดมิลล์ จำกัด. 2546. ราคากุ้ง. ที่มา: [http://www.thaiunionfeedmill.com/report_](http://www.thaiunionfeedmill.com/report_shrim.php)
[shrim.php](http://www.thaiunionfeedmill.com/report_shrim.php), 30 ตุลาคม 2549.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ. 2545. ความสำคัญของแร่ธาตุกับการเลี้ยงกุ้ง. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ
บริษัทซิสเคมแอครีคัลเจอร์รัล จำกัด, กรุงเทพฯ.

ประจวบ หล้าอุบล. 2525. บทปฏิบัติการวิชากุ้ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 91 น.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2537. สหสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรคุณภาพน้ำกับข้อมูลการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาในเขตอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2534. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 11 น.

_____, 2544. การจัดการสารประกอบไนโตรเจนและออกซิเจนในฟาร์มเลี้ยงกุ้งระบบปิด. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมการเพาะเลี้ยงและสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลฝั่งอ่าวไทย กรมประมง, สงขลา. 14 น.

ภิญโญ เกียรติภิญโญ. 2545. **วิธีปฏิบัติสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาว แอล. แวนนาไม (Practical Technology for *Litopenaeus vannamei* Culture)**. สำนักพิมพ์เมืองเกษตรแม่กาจีน, สมุทรปราการ. 120 น.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพฯ. 115 น.

ยนต์ มุสิก. 2529. **การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 146 น.

_____. 2539. **คุณภาพน้ำและกำลังผลิตของบ่อปลา**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 180 น.

ลวไมย สาวะรภ. 2545. **การศึกษาการใช้แร่ธาตุผสมในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วรวิทย์ ชีวาพร. 2531. **คุณภาพน้ำ-ดินในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. น. 171-182. ใน **การเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำ**. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ชลบุรี.

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2540. **โภชนศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 255 น.

ศศิวิมล ไชยพรวัฒนา. 2544. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินในการผลิตกุ้ง
ก้ามกรามในจังหวัดสุพรรณบุรีปี 2543. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

ศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร. 2543. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 125 น.

สมเจตน์ จันทวัฒน์, ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา, จงรัก จันทร์เจริญสุข, วิโรจน์ อิมพิทักษ์ และ อัญชลี
สุทธิปราการ. 2529. ปลูกพืชมาน้ำจืด. ภาควิชาปลูกพืชมาน้ำจืด, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์. 117 น.

สามารถ เปรมกิจ และ บุญชัย เจียมปรีชา. 2548. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*
Boone) แบบพัฒนาในระดับความหนาแน่นต่างกัน. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง
สมุทรสาคร, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง, กรมประมง. เอกสารวิชาการฉบับที่
57/2548. 14 น.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง, สงขลา. 157 น. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4/2528.

สิริ เอกมหาราช. 2550. ระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability). แหล่งที่มา: <http://www.shrimpcenter.com/shrimp0066.html>, 9 มีนาคม 2550.

สุกัญญา ชีรกรณีเลิศ. 2534. คุณภาพน้ำบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ บริเวณลุ่มแม่น้ำกลอง.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธี เกื้อเกตุ. 2543. การสะสมและกระจายของไอออนจากน้ำทะเลในแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำ เขตน้ำ
จืด: กรณีศึกษาที่บ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

สุรศักดิ์ ดิลกเกียรติ. 2548. แนวทางการเลี้ยงกุ้งขาวตามศักยภาพการผลิต. **สวัสดิ์สัตว์น้ำไทย**, 4: 2-5 น.

อรอนงค์ ประวิทย์วิไลกุล. 2547. การเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวแปซิฟิก (*Litopenaeus vannamei* Boone, 1931) ในบ่อดินและบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททิลีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

APHA, AWWA and AWCA. 1989. **Standard Methods for the Examination Water and Wastewater**. 17th ed. American Public Health Association, Washington. D.C. 1,134 p.

_____, _____ and WEF. 1995. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th ed. United Book Press, Maryland. 1,220 p.

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

Bailey-Brock, H.J, and S.M. Moss. 1992. Penaeid taxonomy biology and zoogeography, pp. 9-27. In A.W. Fast and L.J. Lester, eds. **Marine Shrimp Culture Principles and Practices**. Elsevier Amsterdam, London, New York, Tokyo.

Boddeke, R. 1983. Survival strategies of penaeid shrimps and their significance for shrimp culture, pp. 514-523. In **Proceedings of the First International Conference on Warmwater Aquaculture, February 1983**. Honolulu, Hawaii.

Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Management for Pond Fish Culture**. Elsevier Sci. Publ. CO., Amsterdam. 319 p.

- Boyd, C.E. 1989. **Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming**. Fisheries and Allied Aquacultures Departmental Series No. 2. Alabama Agriculture Experiment Station, Auburn University, Alabama. 82 p.
- _____. 2002. Dissolved salt in water for inland low-salinity shrimp culture. **Glob. Aquac. Advocate**. 5: 40-50.
- _____. and A.W. Fast. 1992. Pond monitoring and management, pp. 497-513. In A.W. Fast and L.J. Lester, eds. **Marine Shrimp Culture. Principles and Practices**. Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- _____. and C.S. Tucker. 1998. **Pond Aquaculture Water Quality Management**. Kluwer Academic Publishers, Massachusetts. 700 p.
- _____, T. Thunjai and M. Boonyaratpalin . 2002. Dissolved salts in water for inland low-salinity shrimp culture. **Glob. Aquac. Advocate**. 5(3) : 40-45.
- Brock, J.A. and K. Main. 1994. **A Guide to the Common Problems and Disease of Cultured *Penaeus vannamei***. Published by the Oceanic Institute, Makapuu Point, Honolulu, Hawaii, USA.
- Buchanan, R.E. and N.E. Gibbons. 1974. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**. 8th ed., The Williams and Wilkins Co., Baltimore. 1,268 p.
- Castille, F.L. and A.L. Lawrence. 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. **Comp. Biochem. Physiol.** 68: 75-80.

- Chen, H.C. 1985. Water Quality Criteria for Farming the Grass Shrimp *Penaeus monodon*, p. 165. **In Proceeding of the First International Conference on the Culture of Penaeid Prawn/Shrimps. 4-7 December 1981**, SEAFDEC, Iloilo, Philippines.
- Chen, J.C., P.C. Liu, Y.T. Lin and C.K. Lee. 1988. Super intensive culture of red-tailed shrimp *Penaeus penicillatus*. **J. World Aquac. Soc.** 19: 127-131.
- David, D.A., A.L. Lawrence and D.M. Gatlin. 1993a. Response of *Penaeus vannamei* to dietary calcium, phosphorus and calcium: phosphorus ratio. **J. World Aquac. Soc.** 24: 504-515.
- _____, A.L. Lawrence and D.M. Gatlin. 1993b. Dietary copper requirement of *Penaeus vannamei*. **Nip. Sui. Gakk.** 59: 117-122.
- Dore, I. and C. Frimodt. 1987. **An Illustrates Guide to Shrimp of the World**. Osprey Books, Huntington, New York.
- Eldred, B. and R. F. Hutton. 1960. On the grading and identification of domestic commercial shrimps (Family Penaeidae) with a tentative world list of commercial penaeids. **Quart. J. Flor. Acad. Sci.** 23: 89-118.
- FAO. 1994. **Aquaculture Production 1986-1992**. FAO Fisheries Circular 815 (Rev. 6). FAO, Rome. 216 p.
- Fast, A.W. and P. Menasveta. 2000. Some recent issues and innovations in marine shrimp pond culture. **Fish. Sci.** 8: 151-233.
- Fieber, L.A. and P.L. Lutz. 1982. Calcium requirements for molting in *Macrobrachium rosenbergii*. **J. World Maricul. Soc.** 13: 21-27.

- Forster, J.R.M. and T.W. Beard. 1974. Experiments to assess the suitability of marine species of prawns for intensive culture. **Aquaculture** 3: 355-368.
- Jory, D.E. 1993. An overview of marine shrimp culture in Latin America and the Caribbean, pp. 176-195. **In Proceedings, First Saudi Aquaculture Science & Technology Symposium. 14-16 April 1993**, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia.
- _____. and T. Cabrera. 2003. **Marine Shrimp**. Available Source: http://www.blackwellpublishing.com/content/BPL/Images/Content_store/Sample_chapter/9780852382226/lucas%20chapter.pdf, March 9, 2007.
- Kanazawa, A., S. Teshima and M. Sasaki. 1984. Requirements of juvenile prawn for calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, manganese and iron. **Mem. Fac. Fish. Kagoshima Unive.** 33: 63-71.
- Keiser, R.K., Jr. Aldrich and D.V. Aldrich. 1976. Salinity preference of postlarval brown and white shrimp (*Penaeus aztecus* and *P. setiferus*) in gradient tanks. **Contrib. Mae. Sci.** 17: 153-162.
- Kitani, H. 1994. Identification of wild postlarvae of the penaeid shrimps, genus *Penaeus*, in the Pacific coast of Central America. **Fish. Sci.** 60: 243-247.
- Kurmaly, K. 1998. Balancing out nutrition. **Intern. Milling Flour and Feed.** 2(1998): 75-80.
- Lawrence, A.L., J.P. McVey and J.V. Huner. 1980. Penaeid shrimp culture, pp. 127-157. **In J.V. Huner and E.E. Brown, eds. Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States.** The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Lawson, T.B. 1995. **Fundamentals of Aquaculture Engineering.** Chapman and Hall, New York. 355 p.

- Leopold, L.B. 1974. **Water**. W.H. Freeman and Company, San Francisco. 172 p.
- Lignot, J.H., C. SpaningsPierrot and G. Charmantier. 2000. Osmoregulatory as a tool in monitoring the physiological condition and the effect of stress in crustaceans. **Aquaculture** 191: 209-245.
- Mair, J.M. 1980. Salinity and water-type preferences of four species of postlarval shrimp (*penaeus*) from West Mexico. **J. Exp. Mar. Bio. Eco.** 45: 69-82.
- Martinez-Cordova, L.R. 1995. Culture of white shrimp *Penaeus vannamei* in reduced water exchange ponds in Sonora, Mexico. **World Aquac.** 26: 47-48.
- McGraw, W.J. and J. Scarpa. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. **Glob. Aquac. Advocate.** 5: 36-38.
- McGraw, W.J., D.A. Davis, D. Teichert-Coddington and D.B. Rouse. 2002. Acclimation of *Litopenaeus vannamei* postlarvae to low salinity: influence of age, salinity endpoint and rate of salinity reduction. **J. World Aquac. Soc.** 33: 78-84.
- McIntosh, R.P. 2000. Changing paradigms in shrimp farming. Part V. Establishment of heterotrophic bacterial communities. **Glob. Aquac. Advocate.** 3(6): 52-54.
- Pérez Farfante, I. and B. Kensley. 1997. **Penaeid and Sergestoid Shrimp and Prawns of the World. Keys and Diagnoses for the Families and Genera.** Memories du Museum Nation D' Histoire Naturelle, Paris, France. 233 p.
- Ponce-Palafox, J., C.A. Martinez-Palacios and L.G. Ross. 1997. The effects of salinity and temperature on the growth and survival rates of juvenile white shrimp, *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. **Aquaculture** 157: 107-115.

Rosenberry, B. 1993. **World Shrimp Farming 1993**. Aquaculture Digest, December 1993. 52 p.

_____. 1997. World Shrimp Farming 1997. *In Shrimp News International*, San Diago.

_____. 2001. Shrimp Farming 2001. *In Shrimp News International*, San Diago.

Sadig, M. 1992. **Toxic Metal Chemical in Marine Environment**. King Fahd University of Petroleum and Minerals, Dhahran, Saudi Arabia. Marcel Dekker Inc., New York. 390 p.

Samocha, T.M., A.L. Lawrence and D. Poser. 1998. Salinity effect on growth and survival of juvenile *Penaeus vannamei* in a semi-closed recirculating system. **Isr. J. Aqua. Bam.** 50: 55-59.

Shiau, S.Y. 1998. Nutrient requirement of penaeid shrimps. **Aquaculture** 164: 77-93.

Tacon, A.G.J. 1987. **The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp-A Training Manual**. 2th Nutrition sources and composition. FAO Field Document 5/E, Brasilia/Brazil. 129 p.

Tseng, W.Y. 1987. **Shrimp Mariculture, A Practical Manual**. Department of Fisheries, The university of Papua New Guinea, Port Moresby, Papua New Guinea.

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

_____, J.F. and D.C. Lee. 2002. **Crustacean Farming (2nd ed.)**. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK. 392 p.

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

ภาคผนวก



ภาพผนวกที่ 1 ฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 2 การเตรียมบ่อก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 3 การเตรียมน้ำก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 4 การปล่อยกุ้งลงในบ่อเลี้ยงของฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 5 เครื่องให้อากาศแบบใบพัดแกนยาวของฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 6 เครื่องให้อากาศแบบสไปรลของฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 7 การจับกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 1



ภาพผนวกที่ 8 ฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 9 การเตรียมบ่อก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 10 การเตรียมน้ำก่อนการปล่อยลูกกุ้งของฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 11 การปล่อยกุ้งลงในบ่อเลี้ยงของฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 12 เครื่องให้อากาศแบบใบพัดแกนยาวของฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 13 เครื่องให้อากาศแบบสไปรัลของฟาร์มที่ 2



ภาพผนวกที่ 14 การจับกุ้งขาวแวนนาไมของฟาร์มที่ 2

ตารางผนวกที่ 1 การเจริญเติบโตของกึ่งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม

ฟาร์ม	บ่อ	อายุกึ่ง (วัน)	จำนวน (ตัวต่อกิโลกรัม)	ขนาด (กรัมต่อตัว)
1	1	60	111	9.01
		67	104	9.62
		74	97	10.31
		81	83	12.05
		88	73	13.70
		95	63	15.87
		102	57	17.54
		109	55	18.18
		116	51	19.61
		123	49	20.41
1	2	60	124	8.06
		67	116	8.62
		74	108	9.26
		81	94	10.64
		88	83	12.05
		95	72	13.89
		102	64	15.63
		109	60	16.67
		116	53	18.87
		123	50	20.00

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ฟาร์ม	บ่อ	อายุกุ้ง (วัน)	จำนวน (ตัวต่อกิโลกรัม)	ขนาด (กรัมต่อตัว)
1	3	60	127	7.87
		67	119	8.40
		74	111	9.01
		81	100	10.00
		88	90	11.11
		95	80	12.50
		102	76	13.16
		109	65	15.38
		116	55	18.18
		123	52	19.23
2	1	60	142	7.04
		67	128	7.81
		74	110	9.09
		81	96	10.42
		88	87	11.49
		95	82	12.20
		102	73	13.70
		109	65	15.38
2	2	60	130	7.69
		67	119	8.40
		74	108	9.26
		81	87	11.49
		88	81	12.35
		95	76	13.16
		102	71	14.08

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ฟาร์ม	บ่อ	อายุกุ้ง (วัน)	จำนวน (ตัวต่อกิโลกรัม)	ขนาด (กรัมต่อตัว)
2	3	60	125	8.00
		67	118	8.47
		74	111	9.01
		81	90	11.11
		88	83	12.05
		95	77	12.99
		102	69	14.49

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมทั้ง 2 ฟาร์ม

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				1	1	1	20	29.8	32.1						
	1	2	15	29.9	32	7.75	8.39	4.79	8.21	5.5	9.17	113.33	1849.33	1.295	0.065
	1	3	18	29.8	32.2	7.81	8.07	5.14	7.51	5.4	9	120.67	1656	1.023	0.114
	2	1	45	29.8	31.9	7.86	8.35	5.25	7.48	4.6	7.67	102	2000	0.95	0.06
	2	2	40	29.9	31.6	7.88	8.94	5.02	7.3	4.2	7	136	2400	0.668	0.085
	2	3	52	29.9	31.8	7.92	8.26	4.95	8.15	4.5	7.5	102	1800	0.75	0.05
2	1	1	18	29.8	31.8	7.81	8.38	4.95	7.23	5.7	9.5	148	1542.67	1.405	0.056
	1	2	15	30	31.7	7.79	8.46	5.08	7.21	5.6	9.33	148.67	1885.33	1.268	0.021
	1	3	16	29.9	31.8	7.74	8.36	4.51	7.78	5.4	9	153.33	1706.67	1.527	0.021
	2	1	40	29.7	31.6	7.82	8.21	4.25	7.44	4.3	7.17	102	2000	0.856	0.051
	2	2	40	29.9	31.6	7.88	8.94	5.02	7.3	4.2	7	136	2400	0.668	0.085
	2	3	45	29.8	31.8	7.86	8.36	4.95	8.1	4.5	7.5	102	2000	0.524	0.019

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				3	1	1	15	29.9	31.7						
	1	2	18	29.7	31.9	7.76	8.39	5.13	8.36	5.2	8.67	147.33	1808	1.295	0.046
	1	3	16	29.7	31.8	7.75	8.62	4.93	8.12	5.2	8.67	151.33	1693.33	1.274	0.046
	2	1	30	29.7	31.7	7.91	8.21	5.25	7.44	4.4	7.33	136	2000	0.958	0.023
	2	2	23	29.8	31.9	7.92	8.21	4.68	7.86	4.4	7.33	119	1800	0.852	0.045
	2	3	25	29.8	31.8	7.99	8.22	4.46	7.64	4.2	7	119	2000	0.754	0.059
4	1	1	15	29.8	31.8	7.75	8.38	5.25	7.51	4.8	8.00	146.67	1252	1.677	0.152
	1	2	18	29.8	31.8	7.74	8.39	4.63	7.87	5.3	8.83	110	1385.33	1.128	0.039
	1	3	15	29.9	31.6	7.73	8.39	4.42	7.61	4.6	7.67	148.67	1382.67	1.253	0.028
	2	1	30	29.8	32	7.86	8.31	4.85	8.02	4.7	7.83	102	1600	0.896	0.022
	2	2	18	30	31.9	7.89	8.28	5.12	7.32	5.6	9.33	85	1600	0.978	0.015
	2	3	15	30	32.1	7.92	8.28	4.59	7.82	4.7	7.83	102	1600	0.496	0.075

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				5	1	1	18	29.8	31.4						
	1	2	12	29.9	31.5	7.74	8.05	4.41	8.62	5.2	8.67	119	1400	1.958	0.038
	1	3	14	29.7	31.6	7.76	8.46	4.56	7.77	4.3	7.17	102	1200	0.995	0.045
	2	1	20	29.7	31.5	7.87	8.26	5.14	7.31	4.1	6.83	119	1800	0.758	0.065
	2	2	13	30	31.5	7.86	8.28	4.98	7.12	4	6.67	102	1600	0.841	0.075
	2	3	20	29.8	31.5	7.88	8.93	4.44	7.64	4.5	7.5	102	2000	0.624	0.051
6	1	1	20	29.9	31.5	7.73	8.37	4.27	8.32	4	6.67	170	1000	0.985	0.012
	1	2	15	30	31.6	7.8	8.41	4.86	8	5.3	8.83	187	1400	1.5	0.121
	1	3	14	29.8	31.4	7.76	8.45	5.12	8.21	4.5	7.5	187	1600	1.143	0.085
	2	1	18	30	31.7	7.87	8.35	4.69	7.83	4.1	6.83	119	1200	0.991	0.078
	2	2	15	29.9	31.6	7.89	8.35	4.84	8.02	4.3	7.17	119	1600	0.864	0.062
	2	3	17	29.8	31.6	8	8.73	4.98	8.03	4.4	7.33	102	1400	0.778	0.075

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
7	1	1	22	29.8	31.6	7.7	8.36	5.12	8.34	4.1	6.83	136	2400	0.121	0.012
	1	2	15	29.8	31.7	7.74	8.45	5.32	8.55	5	8.33	170	1600	0.114	0.035
	1	3	12	29.8	31.5	7.72	8.48	4.89	8.11	4.4	7.33	170	2400	0.245	0.025
	2	1	15	29.7	31.4	7.86	8.29	4.45	7.64	4.4	7.33	119	1400	0.921	0.045
	2	2	12	30	31.5	7.89	8.23	5.21	7.51	4.2	7	119	1400	0.886	0.04
	2	3	16	29.9	31.5	7.87	8.33	4.95	8.12	4.2	7	102	1200	0.752	0.01
8	1	1	20	29.7	31.4	7.75	8.43	5.02	8.23	3.3	5.50	170	1400	0.954	0.015
	1	2	18	29.9	31.6	7.77	8.44	4.95	8.1	3.6	6.00	153	1500	0.874	0.045
	1	3	15	29.8	31.5	7.78	8.27	4.85	8.06	3.3	5.50	153	1500	0.885	0.011
	2	1	12	29.9	31.6	7.94	8.29	4.42	7.66	3.6	6.00	170	1800	0.921	0.025
	2	2	14	30	31.5	7.86	8.32	5.14	7.32	4.1	6.83	153	1400	0.756	0.044
	2	3	15	30	31.7	7.91	8.02	4.69	7.85	3.4	5.67	136	1600	0.774	0.032

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				9	1	1	8	29.9	32.4						
	1	2	8	29.8	32.6	7.74	8.41	5.2	7.49	4.3	7.17	210	1333.33	0.205	0.086
	1	3	8	29.9	32.5	7.76	8.34	4.59	7.85	4	6.67	215.33	1457.33	0.014	0.015
	2	1	10	29.8	32.4	7.81	8.24	4.42	7.69	4.2	7	170	1600	0.512	0.022
	2	2	12	29.8	32.6	7.79	8.24	4.77	8.02	4.5	7.5	153	1400	0.425	0.045
	2	3	12	30	32.4	7.81	8.22	5.12	7.42	4.2	7	170	1200	0.254	0.032
10	1	1	8	29.8	31.4	7.74	8.22	5.25	7.46	3.3	5.5	186	974.67	0.09	0.028
	1	2	16	29.7	31.6	7.76	8.38	4.93	7.02	3.6	6	196.67	1176	0.096	0.025
	1	3	16	29.7	31.5	7.82	8.31	4.62	5.86	3.3	5.5	236.67	1273.33	0.122	0.042
	2	1	12	29.8	31.7	7.93	8.26	5.15	7.29	4.3	7.17	170	1400	0.124	0.01
	2	2	15	29.8	31.6	7.88	8.32	5.12	7.31	4.5	7.5	119	1600	0.244	0.01
	2	3	12	30	31.7	7.91	8.27	5.24	7.46	4.7	7.83	153	1200	0.286	0.01

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				11	1	1	8	29.7	31.5						
	1	2	10	29.8	31.4	7.8	8.42	5.02	8.24	3.5	5.83	213.33	1124	0.314	0.028
	1	3	11	29.9	31.7	7.74	8.28	4.84	8.06	3.1	5.17	240	1170.67	0.545	0.052
	2	1	8	29.9	31.4	7.87	8.22	4.88	7.75	3	5	156	984	0.245	0.072
	2	2	10	30	31.4	7.96	8.35	4.81	7.06	3	5	167.33	901.33	0.027	0.015
	2	3	8	29.9	31.5	7.84	8.31	5.18	7.34	4	6.67	198	1010.67	0.3	0.065
12	1	1	7	29.6	31.4	7.76	8.42	4.98	8.2	2.8	4.67	200.67	1010.67	0.177	0.039
	1	2	7	29.7	31.6	7.73	8.42	4.48	8.66	2.7	4.50	212.67	1156	0.109	0.045
	1	3	8	29.8	31.4	7.72	8.31	4.9	8.09	3	5.00	243.33	1249.33	0.218	0.08
	2	1	7	29.7	31.4	7.86	8.24	4.48	7.67	3	5.00	154	842.67	0.088	0.041
	2	2	8	30	31.5	7.94	8.32	4.94	7.34	3.3	5.50	153.33	872	0.035	0.077
	2	3	10	29.7	31.3	7.89	8.33	4.85	8.02	3.6	6.00	167.33	977.33	0.038	0.07

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				13	1	1	5	29.8	32.4						
	1	2	7	29.9	32.1	7.78	8.46	4.43	7.68	3.2	5.33	202.67	1062.67	0.355	0.021
	1	3	8	29.7	32.2	7.76	8.23	4.97	7.06	3.2	5.33	192	1161.33	0.423	0.021
	2	1	11	29.9	32	7.87	8.32	4.37	7.58	2.9	4.83	162	813.33	0.436	0.211
	2	2	12	29.9	32.1	7.94	8.22	4.93	7.09	3.3	5.5	157.33	865.33	0.259	0.248
	2	3	15	29.9	32.3	7.91	8.27	4.89	7.08	3.6	6	166.67	981.33	0.218	0.066
14	1	1	6	29.8	31.5	7.72	8.43	4.81	7.07	2.8	4.67	165.33	918.67	0.246	0.032
	1	2	8	29.8	31.6	7.81	8.48	4.49	7.71	3	5	197.33	1057.33	0.259	0.011
	1	3	10	30	31.6	7.76	8.24	5.14	7.42	2.6	4.33	205.33	1064	0.068	0.008
	2	1	11	30	31.5	7.91	8.26	4.54	7.76	1.8	3	161.33	845.33	0.068	0.195
	2	2	10	29.7	31.5	7.88	8.25	4.75	8.02	1.3	2.17	181.33	848	0.055	0.193
	2	3	11	29.7	31.4	7.91	8.3	5.08	8.34	1.4	2.33	164	948	0.368	0.018

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				15	1	1	6	29.8	32.2						
	1	2	5	29.9	32.4	7.7	8.42	4.86	8.06	3	5.00	187.33	910.67	0.177	0.115
	1	3	5	29.9	32.2	7.81	8.24	4.6	7.87	2.5	4.17	174	1008	0.15	0.039
	2	1	20	29.8	32.5	7.89	8.27	4.72	7.99	2.5	4.17	168	809.33	0.3	0.185
	2	2	15	29.7	32.4	7.92	8.24	5.03	8.21	2.5	4.17	167.33	776	0.259	0.162
	2	3	17	29.8	32.3	7.98	8.31	4.38	7.56	3	5.00	186.67	853.33	0.477	0.163
16	1	1	11	29.9	31.4	7.81	8.38	5.02	7.22	2.8	4.67	190	940	0.532	0.177
	1	2	8	29.8	31.6	7.83	8.46	4.62	7.89	2.6	4.33	201.33	905.33	1.958	0.187
	1	3	15	29.7	31.5	7.81	8.24	4.38	7.61	2.4	4	201.33	885.33	0.136	0.073
17	1	1	10	29.8	31.7	7.76	8.42	4.85	8.02	2.8	4.67	202.67	864	0.395	0.144
	1	2	15	29.9	31.9	7.74	8.5	4.6	7.87	3.1	5.17	216	1004	0.355	0.165
	1	3	11	29.7	31.9	7.76	8.57	4.32	7.52	2.8	4.67	229.33	1049.33	1.841	0.177

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

เวลาเลี้ยง (สัปดาห์)	ฟาร์ม	บ่อ	Trans. (cm.)	Temp.(°C)		pH		D.O. (mg/l)		Salinity (ppt)	EC. (mmhos/cm)	Tot. Alk. (mg/l)	Hardness (mg/l)	TAN (mg/l)	Nitrite (mg/l)
				เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย	เช้า	บ่าย						
				18	1	1	12	29.9	32.1						
	1	2	11	29.9	32.2	7.84	8.37	5.2	7.42	3	5	242.67	1021.33	0.355	0.145
	1	3	5	29.9	32	7.8	8.47	4.86	8.02	2.5	4.17	217.33	976	1.227	0.201
19	1	1	12	30	31.7	7.79	8.38	5.11	7.34	2.6	4.33	215.33	737.33	0.777	0.185
	1	2	10	29.8	31.8	7.82	8.42	4.62	7.89	2.9	4.83	233.33	942.67	1.857	0.177
	1	3	10	29.8	31.8	7.79	8.31	4.94	8.11	2.5	4.17	216.67	1060	2.154	0.215

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณไอออนที่สำคัญตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมของทั้ง 2 ฟาร์ม

เดือน	ฟาร์ม	บ่อ	K ⁺ (มก./ล.)	Ca ²⁺ (มก./ล.)	Mg ²⁺ (มก./ล.)	Na ⁺ (มก./ล.)	Cl ⁻ (มก./ล.)	SO ₄ ²⁻ (มก./ล.)
1	1	1	40.9	87.6	136.4	911.3	1415	116.4
		2	48.4	90.2	121.2	943.2	1504.2	147.6
		3	37.5	80.2	144.5	842.6	1301.7	118.1
	2	1	61.4	92.1	127.6	892.3	1351	106.3
		2	66.7	73.9	148.8	961.7	1595.2	131.3
		3	59	80.2	119.5	866.8	1383.6	118.8
2	1	1	38.3	52.1	137.8	821.3	737.4	43.7
		2	43	49.3	215	794.5	737.4	118.7
		3	39.6	57.9	215.3	734.3	921.8	87.5
	2	1	42.2	77.4	191.5	861.3	846.6	121.9
		2	52.3	77.2	197.5	823.8	926.2	128.1
		3	55.5	74.6	175.8	606.3	8.7.7	128.1

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

เดือน	ฟาร์ม	บ่อ	K ⁺ (มก./ล.)	Ca ²⁺ (มก./ล.)	Mg ²⁺ (มก./ล.)	Na ⁺ (มก./ล.)	Cl ⁻ (มก./ล.)	SO ₄ ²⁻ (มก./ล.)
3	1	1	34.4	88.9	159.5	546.3	729.6	118.8
		2	37	83.4	79.8	591.7	952.2	137.5
		3	37.2	85.1	119.7	502.6	1009.6	143.8
	2	1	25.1	54.8	104.5	547.3	921.8	187.5
		2	27.5	53.8	171.3	794.8	737.4	112.5
		3	28.2	62.5	172	850	1290.5	112.5
4	1	1	12.3	101.3	157.4	414.5	619.1	162.5
		2	15.4	90.9	91.4	415.3	679.8	87.5
		3	14.1	99.5	115.3	439.3	617.8	112.5
	2	1	57	100.1	113.9	713.4	1351	150
		2	34	105.5	139.3	923.4	1595.2	193.8
		3	42.6	100.6	159.5	783.4	1383.6	225