



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง)

ปริญญา

วิทยาศาสตรการประมง

ชีววิทยาประมง

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความต้านทานต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

Effect of Baymix Latibon Plus ME on Growth, Survival and Preventing *Vibrio harveyi* in Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

นามผู้วิจัย นางสาวจันทนา ศรีเนียม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติ ชูเชิด, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ชลอ ลิ้มสุวรรณ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์อนงค์ จีระภัทร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความต้านทานต่อการ
ติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

Effect of Baymix Latibon Plus ME on Growth, Survival and Preventing *Vibrio harveyi*
in Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

โดย

นางสาวจันทนา ศรีเนียม

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง)

พ.ศ. 2556

จันทนา ศรีเนียม 2556: ผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และ ความต้านทานต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรการประมง) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การ ประมง ภาควิชาชีววิทยาประมง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์นิติ ชูเชิด, Ph.D. 73 หน้า

การศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งการทดลองเป็น 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ทดลองในลูกกุ้งระยะโพสลาอ์ว 12 จำนวน 50 ตัว ในถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 500 ลิตร น้ำความเค็มที่ 25 ส่วนในพันส่วน ให้อาหารวันละ 4 ครั้ง เลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน ให้อาหารผสมกรดอินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด คือ 8.08 ± 0.10 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดควบคุมที่มีน้ำหนักเฉลี่ย คือ 7.68 ± 0.47 กรัม และอัตราการรอดตายของกุ้งพบว่าชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดสูงสุด คือ 94.5 ± 1.29 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุมที่มีอัตราการรอด คือ 85.75 ± 1.71 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียไวรัสของกุ้งในชุดการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียไวรัสในเลือดน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งกุ้งชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไวรัสในเลือดน้อยที่สุด คือ $2.96 \pm 0.57 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร และปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือดของกุ้งของชุดการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียรวมน้อยกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อความต้านทานการติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมขนาด 2-3 กรัม แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลอง ให้อาหารผสมกรดอินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ปล๋อยกุ้งจำนวน 30 ตัวต่อถัง หลังจากเลี้ยงกุ้ง 7 วัน ทำการเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* ในถังเลี้ยงให้ได้เชื้อปริมาณ 10^4 CFU/มิลลิลิตร จำนวน 3 ถัง และ 3 ถังไม่มีการเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* เมื่อเลี้ยงไป 30 วันหลังจากใส่เชื้อ พบว่ากุ้งในทุกชุดการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดน้อยกว่าชุดควบคุมที่มีปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* คือ $12.12 \pm 1.33 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร โดยกุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* น้อยที่สุด คือ $6.21 \pm 0.37 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร และในชุดที่ไม่มีการเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* พบว่าหลังจากเลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่ากุ้งในทุกชุดการทดลองมีปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดน้อยกว่าชุดควบคุมที่มีปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* คือ $13.60 \pm 0.44 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร โดยกุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* น้อยที่สุด คือ $9.69 \pm 0.22 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร

กุ้งในชุดการทดลองมีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนสูงกว่ากุ้งชุดควบคุม (75.08 ± 0.50 %) โดยกุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนสูงที่สุด คือ 84.22 ± 1.00 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาครั้งนี้พบว่า การผสม Baymix Latibon Plus ME ในอาหารสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมได้ เป็นผลให้อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความต้านทานต่อแบคทีเรีย *V. harveyi* เพิ่มขึ้น

Jantana Srineam 2013: Effect of Baymix Latibon Plus ME on Growth, Survival and Preventing *Vibrio harveyi* in Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Master of Science (Fisheries Science), Major Field: Fisheries Science, Department of Fishery Biology. Thesis Advisor: Assistant Professor Niti Chuchird, Ph.D .73 pages.

A study on the effects of Baymix Latibon Plus ME on growth and survival of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*) was conducted under laboratory conditions. Experiment was divided in five treatments with four replications. Postlarvae 12 were stocked into 500 liter fiberglass tanks at the density of 50 PL/tank. Salinity was 25 ppt. Shrimp were fed four times daily at the satiation rate for 60 days with pelleted feed containing graded levels of 0%, 0.3%, 0.6%, 0.9% and 1.2 % of organic acid. Shrimp fed with 1.2 % organic acid supplement had the highest average weight 8.08 ± 0.10 g which was not significantly different ($p > 0.05$) from control group of 7.68 ± 0.47 g. And shrimp fed with 1.2 % organic acid had the highest survival rate of $94.5 \pm 1.29\%$ which significantly different ($p < 0.05$) from control group of $85.75 \pm 1.71\%$. Total *Vibrio* spp. in hemolymph of shrimp fed with 0.3, 0.6, 0.9 and 1.2 % of organic acid had significantly lower number of *Vibrio* counts ($p < 0.05$) than shrimp in control group. Shrimp fed with 1.2 % of organic acid had the lowest *Vibrio* counts at $2.96 \pm 0.57 \times 10^2$ CFU/ml in hemolymph of shrimp, shrimp fed with organic acid in all concentrations had total bacteria counts significantly lower ($p < 0.05$) than control group.

A study on the effects of Baymix Latibon Plus ME on preventing *Vibrio harveyi* in rearing of Pacific White Shrimp (2-3 g) was conducted under laboratory conditions. Test was carried out in five treatments (six replications/treatment), 0%, 0.3%, 0.6%, 0.9% and 1.2 % of organic acid. Each replication consisted of 30 shrimp in 500 liter tank. After 7 days of experiment, *V. harveyi* were added to reach final concentration 10^4 CFU/ml for 3 tanks and no addition for 3 tanks. After 30 days of challenged, treatment group had total *Vibrio* spp. in hemolymph of shrimp lower than control group ($12.12 \pm 1.33 \times 10^5$ CFU/ml). Where shrimp fed with 1.2 % of organic acid had the lowest *Vibrio* counts at $6.21 \pm 0.37 \times 10^5$ CFU/ml in hemolymph of shrimp and after 30 days of no addition, treatment group had total *Vibrio* spp. in hemolymph of shrimp lower than control group ($13.60 \pm 0.44 \times 10^2$ CFU/ml), shrimp fed with 1.2 % of organic acid had the lowest *Vibrio* counts at $9.69 \pm 0.22 \times 10^2$ CFU/ml in hemolymph of shrimp

The treatment group had significantly higher number of protein digestibility ($p < 0.05$) than shrimp in control group ($75.08 \pm 0.50\%$), shrimp fed with 1.2 % of organic acid had the highest protein digestibility at $84.22 \pm 1.00\%$. The present study indicated that oral administration of Baymix Latibon Plus ME could increase protein digestibility in rearing of Pacific White Shrimp ,as a result the growth rate, the survival rate and *V. harveyi* resistance are increase.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติ ชูเชิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ชลอ ลีมสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.
วราห์ เทพาหุดี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัคริ เรืองเดช ที่ช่วยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการ
ทำการทดลอง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณบริษัทไบเอ ออร์ไทยจำกัด ที่สนับสนุนทุนในการทำวิจัย และขอขอบ
พระคุณจรัญฟาร์ม ที่สนับสนุนและเอื้อเฟื้อกุ้งขาวแวนนาไมที่ใช้ในการทดลอง

ขอขอบพระคุณพี่ปริญญเอกทุกคนและเพื่อนปริญญโท ที่ให้ความช่วยเหลือและ
คำแนะนำต่างๆ เป็นอย่างดีในระหว่างทำการวิจัย

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องของการศึกษา และให้กำลังใจเสมอ
มา และสุดท้ายขอขอบคุณทุกคนที่เกี่ยวข้องตลอดเวลาที่ข้าพเจ้าเริ่มการศึกษจนสำเร็จการศึกษาใน
ครั้งนี้

จันทนา ศรีเนียม

มีนาคม 2556

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	27
ผลและวิจารณ์	37
สรุปผล	61
ข้อเสนอแนะ	62
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	63
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	73

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	37
2 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	39
3 ปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิตร)ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	41
4 ปริมาณแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิตร)ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	42
5 คุณสมบัติของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน ในห้องปฏิบัติการ	45
6 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน	46
7 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน	48
8 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> . ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมในที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน	49
9 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย <i>V. harveyi</i> (10^4 CFU/ml)	51
10 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย <i>V. harveyi</i> (10^4 CFU/ml)	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
11 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย <i>V. harveyi</i> (10^4 CFU/ml)	54
12 คุณสมบัติของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วันในห้องปฏิบัติการ	58
13 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของกุ้งขาวแวนนาไมได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis, AOAC, 2005)	60

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ถังไฟเบอร์กลาสทดลองในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	34
2 ลักษณะของกรดอิมิตรี Baymix Latibon Plus ME	34
3 อาหารกุ้งขาวแวนนาไมปกติ	35
4 อาหารกุ้งขาวแวนนาไมที่ผสมกรดอิมิตรี Baymix Latibon Plus ME	35
5 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	38
6 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	39
7 ปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิตร) ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	41
8 ปริมาณแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิตร) ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน	43
9 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน	48
10 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน	48
11 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน	50
12 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย <i>V. harveyi</i> (10^4 CFU/ml)	51
13 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย <i>V. harveyi</i> (10^4 CFU/ml)	53

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
14 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> . ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับ เชื้อแบคทีเรีย <i>V. harveyi</i> (10^4 CFU/ml)	54
15 พยาธิสภาพของตับและตับอ่อนของกุ้งขาวแวนนาไมปกติ (H&E, bar = 200 μ m)	56
16 พยาธิสภาพของตับและตับอ่อนของกุ้งขาวแวนนาไมหลังจากแช่ด้วยเชื้อแบคทีเรีย <i>Vibrio harveyi</i> (H&E, bar = 200 μ m)	56
17 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของกุ้งขาวแวนนาไมได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis, AOAC,2005)	60

**ผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความ
ต้านทานต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม
(*Litopenaeus vannamei*)**

**Effect of Baymix Latibon Plus ME on Growth, Survival and Preventing
Vibrio harveyi in Rearing of Pacific White Shrimp (*Litopenaeus vannamei*)**

คำนำ

กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ สามารถทำรายได้แก่ประเทศไทยปีละหลายหมื่นล้านบาท ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์กุ้งที่ส่งออกเกือบทั้งหมดนั้นเป็นกุ้งขาวแวนนาไม เนื่องจากเป็นกุ้งที่เจริญเติบโตดี เพราะมีการพัฒนาสายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง สำหรับประเทศไทยการเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่จะเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาซึ่งมีการปล่อยกุ้ง ความหนาแน่นสูง และมีการให้อาหารสำเร็จรูปเป็นจำนวนมาก เกิดการสะสมอาหารที่เหลือ และของเสียจากการขับถ่ายเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในระหว่างการเลี้ยง เมื่อสภาพแวดล้อมภายในบ่อเสื่อมโทรมลง และคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้ง จะทำให้กุ้งเกิดความเครียดและอ่อนแอ ส่งผลให้เชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ทำอันตรายแก่กุ้งได้ง่าย เช่น การติดเชื้อเชื้อไวรัสโรแดง ซึ่งซึ่งเป็นโรคติดเชื้อแบคทีเรียที่สำคัญสร้างความเสียหายต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วโลก (Subasinghe *et al.*, 2001) ซึ่งบางครั้งจะส่งผลทำให้สัตว์น้ำมีอัตราการตายสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดการใช้จ่ายปฏิชีวนะเพื่อป้องกันโรคในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Moriarty, 1999) ส่งผลทำให้เกิดการดื้อยาในสัตว์น้ำได้ (Teo *et al.*, 2000) ที่สำคัญการใช้จ่ายปฏิชีวนะอย่างไม่ถูกต้องจะเกิดปัญหาเรื่องการตกค้างของยา จนเป็นเงื่อนไขการกีดกันทางการค้าที่มีผลกระทบต่อการส่งออกกุ้งของประเทศไทยได้ เนื่องจากในปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกให้ความสำคัญกับขั้นตอนการผลิตตลอดการเลี้ยงต้องปราศจากสารตกค้าง การใช้กรดอินทรีย์เพื่อทดแทนยาปฏิชีวนะจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากกรดอินทรีย์เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดปัญหาการตกค้างในตัวกุ้ง และไม่ใช่อันตรายต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม โดยกรดอินทรีย์มีความสามารถในการผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย และสลายตัวในอัลคาไลน์ไฮโดรฟาสซึม ด้วยวิธีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นภายในเซลล์ของโปรตอน (Cherrington *et al.*, 1991) โดยมีผลต่อการลดระดับพีเอชของอาหารและของระบบลำไส้

ซึ่งการลดลงของพีเอชทำให้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมลบที่ก่อโรคได้ นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยได้ของสารอาหารและแร่ธาตุต่าง ๆ ได้ด้วย

การศึกษานี้เพื่อต้องการทราบประสิทธิภาพของสารที่สกัดมาจากกรดอินทรีย์ ซึ่งมี ส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ formic acid, citric acid, lactic acid และ malic acid ภายใต้ชื่อการค้า Baymix Latibon Plus ME ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด โดยเปรียบเทียบการ เจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความต้านทานแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการตายในกุ้ง โดยเฉพาะกุ้งวัยอ่อน โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในฟาร์มเลี้ยงต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)
2. เพื่อศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)
3. เพื่อศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในการ เลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

การตรวจเอกสาร

1. กุ้งขาวแวนนาไม

กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่มีแหล่งกำเนิดในทวีปอเมริกา พบแพร่กระจายทั่วไปในหลายประเทศตั้งแต่บริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก จากตอนเหนือของเม็กซิโกถึงตอนเหนือของเปรู ซึ่งมีลักษณะพื้นท้องทะเลเป็นโคลนปนทราย ในที่ๆ มีอุณหภูมิตั้งแต่ 20 องศาเซลเซียส ขึ้นไป พบตั้งแต่ระดับความลึก 0-72 เมตร (Holthuis, 1980; Dore and Frimodt, 1987; Rosenberry, 1998) กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่เคลื่อนไหวรวดเร็ว กินอาหารมากสามารถกินอาหารได้ทั้งพวกพืช สัตว์ และซากของสิ่งมีชีวิต กุ้งขาวจะว่ายน้ำเข้าจับอาหารกินบริเวณกลางน้ำโดยเป็นอาหารกึ่งจมกึ่งลอยทั้งพืชและสัตว์ (Wassenberg and Hill, 1987) กุ้งชนิดนี้จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงกันมากในทวีปอเมริกา รวมทั้งอเมริกากลางและใต้ ได้แก่ เอกวาดอร์ เม็กซิโก บราซิล โคลอมเบีย เปรู เวเนซุเอลา เบลีซ คอสตาริกา เอลซัลวาดอร์ กัวเตมาลา ฮอนดูรัส ปานามา สหรัฐอเมริกา บาฮามาส สาธารณรัฐโดมินิกัน และเปอร์โตริโก (Lester, 1992) สำหรับประเทศในแถบทวีปเอเชียในระยะแรกได้มีการทดลองเลี้ยงในประเทศฟิลิปปินส์ในช่วงปี ค.ศ. 1978-1979 และในประเทศจีนเมื่อปี ค.ศ. 1988 หลังจากนั้นจึงได้มีการเลี้ยงกันมากขึ้นและแพร่หลายไปยัง ประเทศไต้หวัน ไทย เวียดนาม อินโดนีเซีย และอินเดีย (Funge-Smith and Bringgs, 2003) ซึ่งแต่ละประเทศมีแนวโน้มที่จะทำการเลี้ยงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในประเทศไทย ซึ่งกรมประมงอนุญาตให้มีการนำกุ้งขาวแวนนาไมเข้ามาเลี้ยง ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 เนื่องจากในขณะนั้นการเลี้ยงกุ้งกุลาดำประสบปัญหาโรคซ้ำ ได้ผลผลิตไม่แน่นอน (ชลอและ พรเลิศ, 2547)

2. โครงสร้างทางเดินอาหารกุ้งขาวแวนนาไม

โครงสร้างของทางเดินอาหารประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ทางเดินอาหารส่วนต้น (stomodaeum or foregut) ทางเดินอาหารส่วนกลาง (mesenteron or midgut) และทางเดินอาหารส่วนท้าย (proctodaeum or hindgut)

1.ทางเดินอาหารส่วนต้น (stomodaeum or foregut)

เป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเอกโตเดิร์ม โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นหลอดอาหารธรรมดา แต่บางครั้งอาจมีการขยายขนาดกว้างขึ้น ส่วนของผนังด้านในมีลักษณะคล้ายพินบด (gastric mill) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นหินปูนและมีคิวติเคิลเคลือบอยู่ กระเพาะอาหารส่วนนี้ทำหน้าที่ในการบดอาหารให้มีขนาดเล็กลงก่อนที่จะอาหารจะเข้าสู่กระเพาะอาหารส่วนกลาง ส่วนต่างๆ ของกระเพาะอาหารส่วนต้น

1.1 ปากหรือช่องปาก (mouth or buccal cavity) อยู่บริเวณส่วนล่างของหัว โดยอยู่ระหว่างแมนดิเบิล มีเนื้อนุ่มๆอยู่โดยรอบ ส่วนของแมนดิเบิล ประกอบด้วย ฟันเขี้ยว (incisor process) และ ฟันกราม (molar process) ซึ่งทำหน้าที่ในการกัดฉีกอาหารให้เป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อส่งอาหารเข้าปาก และจะมีเซลล์ของต่อมที่ทำหน้าที่ผลิตพวกสารเหนียว ซึ่งมีส่วนช่วยให้อาหารถูกส่งต่อไปยังหลอดอาหาร

1.2 หลอดคออาหาร (esophagus) มีลักษณะเป็นท่อตรงสั้นๆ เป็นทางผ่านของอาหารเข้าสู่กระเพาะ มีโครงสร้างเป็นกล้ามเนื้อที่แข็งแรง สามารถยืดหยุ่นและหดตัวได้ และมีเซลล์ต่อม(gland cell) ผลิตพวกสารเหนียวเช่นเดียวกับในส่วนช่องปาก อาหารจะส่งต่อไปยังกระเพาะอาหารโดยการบีบตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหาร

1.3 กระเพาะอาหาร (stomach) สามารถแบ่งย่อยได้ 2 ส่วน คือ กระเพาะอาหารส่วนหน้า (anterior cardiac stomach or anterior chamber) ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ากระเพาะอาหารส่วนท้าย มีคิวติเคิลเคลือบอยู่อย่างหนาแน่น นอกจากนี้ยังเป็นส่วนที่ตั้งของพินบด และกระเพาะอาหารส่วนท้าย (posterior pyloric stomach or posterior chamber) มีขนาดเล็กกว่า มีขนที่ช่วยในการกรอง และรูเปิดของต่อมน้ำย่อยทางเดินอาหาร (นงนุช, 2550)

2.ทางเดินอาหารส่วนกลาง (mesenteron or midgut)

กระเพาะอาหารส่วนนี้ส่วนต้นติดต่อกับกระเพาะอาหารส่วนท้าย และส่วนปลายติดต่อกับทางเดินอาหารส่วนท้าย เป็นส่วนที่มีการสร้างเอนไซม์ในการย่อยอาหาร มีการเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อส่วนเอนโตเดิร์ม มีลักษณะเป็นท่อยาว เซลล์ผิวหนังด้านในมีลักษณะเป็นทรงกระบอกเดี่ยว

(low columnar epithelium) มีลักษณะโป่งพองออกเป็นดั่งยื่นออกมา มีตั้งแต่ 1 คู่ ไปจนถึงหลายคู่ เป็นการเพิ่มพื้นที่ โดยมีดั่งที่สำคัญ 1 คู่ ที่จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อกลายเป็นต่อมสร้างน้ำย่อย (digestive gland) ต่อมาต่อมดังกล่าวนี้เรียกว่า ตับและตับอ่อน (hepatopancreas) หรือตับ (liver) น้ำย่อยที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกส่งต่อไปตามท่อที่ทำหน้าที่ในการย่อยอาหารที่เกิดขึ้นในกระเพาะอาหารส่วนต้นและส่วนกลาง อาหารที่ผ่านการย่อยแล้วจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายบริเวณกระเพาะอาหารส่วนกลางและผนังของท่อของตับและตับอ่อน และจะถูกเก็บสะสมไว้ในรูปไกลโคเจน ไขมัน และแคลเซียม

หน้าที่ของตับและตับอ่อนที่สำคัญ

1. สร้างน้ำย่อยสำหรับย่อยอาหาร ที่สำคัญได้แก่ โปรติเอส (protease) ไลเปส (lipase) และอะไมเลส (amylase)
 2. เป็นที่ที่สำคัญของการดูดซึมสารอาหารที่ผ่านการย่อยแล้ว เพื่อที่ร่างกายจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป
 3. เป็นแหล่งสะสมสารอาหารที่เหลือใช้ โดยสะสมอยู่ในรูปไขมัน และไกลโคเจนเพื่อใช้เมื่อร่างกายขาดแคลนอาหาร (นงนุช, 2550)
- 3.ทางเดินอาหารส่วนท้าย (proctodaeum or hindgut)

ทางเดินอาหารส่วนท้ายเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเดิร์มเช่นเดียวกับทางเดินอาหารส่วนต้น ผนังด้านในของทางเดินอาหารมีการพับไปมาตามแนวยาว ซึ่งประกอบไปด้วยมัดกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscles) และมัดกล้ามเนื้อวงกลม (circular muscle) ห่อหุ้มอยู่ด้านนอกทางเดินอาหารส่วนท้ายมีหน้าที่สร้างอุจจาระ (fecal formulation) โดยกากอาหารที่เหลือจากการย่อยจะถูกส่งต่อมายังทางเดินอาหารส่วนนี้ ผิวด้านในมีคิ้วคิเล็กเลื้อย มีสันตามยาวเพื่อช่วยในการขับกากอาหาร(defecation) ซึ่งอาหารจะถูกขับออกนอกร่างกายทางรูขับถ่ายที่อยู่บริเวณส่วนท้ายของลำตัว (นงนุช, 2550)

3. การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

รูปแบบการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในประเทศไทย ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวถึงรูปแบบการเลี้ยง โดยแบ่งตามความเค็มของน้ำได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยความเค็มต่ำ

การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มต่ำส่วนใหญ่จะทำในพื้นที่น้ำจืด เช่น พื้นที่ภาคกลาง โดยจะใช้น้ำเค็มความเข้มข้นสูงจากนาเกลือ ซึ่งมีความเค็มประมาณ 100-200 พีพีที มาเติมในน้ำจืดเพื่อให้ได้ความเค็มประมาณ 3-4 พีพีที ส่วนใหญ่จะกั้นคอกก่อน โดยใช้ผ้าพลาสติกพื้นที่ประมาณ 100-150 ตารางเมตร ความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร แล้วเติมน้ำจากนาเกลือลงไปจนได้ความเค็มประมาณ 8-10 พีพีที หลังจากนั้นจะใช้ลูกกุ้งที่ปรับความเค็มจากโรงเพาะฟักเป็นกุ้งขาวระยะโพสลาร์ว่า 10-12 มาปล่อยในคอก อนุบาลในคอกประมาณ 3-4 วัน ก็เปิดคอกออกมา จะอนุบาลในคอกไม่นานมาก เนื่องจากกุ้งขาวกินอาหารเก่งและว่ายน้ำตลอดเวลา ซึ่งอาจจะมีการกินกันเอง

อีกวิธีคือ ไม่กั้นคอก จะเตรียมน้ำความเค็มประมาณ 3-5 พีพีที แล้วให้ทางโรงเพาะฟักปรับความเค็มของลูกกุ้งจนลงมาอยู่ที่ความเค็มที่ต่ำที่สุดประมาณใกล้เคียงกับที่จะมาปล่อยในบ่อ แล้วนำลูกกุ้งมาปล่อยโดยตรง ซึ่งจะทำให้อัตราการรอดตายสูงกว่า อัตราความหนาแน่นประมาณ 70,000-80,000 ตัวต่อไร่ส่วนใหญ่เกษตรกรจะเลี้ยงให้ได้กุ้งขนาดประมาณ 60-80 ตัวต่อกิโลกรัม คือ เลี้ยงประมาณ 3 เดือนโดยใช้อวนตาห่างเพื่อลากเอากุ้งขนาดใหญ่ออกขายประมาณครึ่งหนึ่ง หลังจากนั้นเติมน้ำจืดเข้าบ่อจนเต็ม หลังจากนั้นเติมน้ำเค็มอีกรอบเพื่อเพิ่มความเค็ม เลี้ยงอีกประมาณ 2 สัปดาห์ จะทำให้กุ้งในบ่อโตขึ้น (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

กุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำที่มีความเค็มต่ำ (McGraw and Scarpa, 2002) โดยเลี้ยงในพื้นที่ที่มีความเค็ม 2, 4 หรือ 8 พีพีที พบว่าอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน (Samocha *et al.*, 1998) เมื่อทำการศึกษาเปรียบเทียบกับ *Penaeus seriferus* และ *Penaeus aztecus* ซึ่งเป็นกุ้งที่มีการเลี้ยงแถบซีกโลกตะวันตกเช่นกัน พบว่ากุ้งทั้ง 2 ชนิดนี้จะไม่สามารถทนอยู่ในน้ำที่ความเค็มต่ำเช่นเดียวกับกุ้งขาวแวนนาไม (Keiser *et al.*, 1976) โดยกุ้งขาวแวนนาไมสามารถทนความเค็มได้ในช่วงกว้าง คือ สามารถอยู่ได้ตั้งแต่ระดับน้ำที่มีความเค็มต่ำ คือ 1-2 พีพีที จนกระทั่ง

ถึงน้ำที่มีความเค็มสูงมากถึง 50 พีพีที (Mair, 1980) ซึ่ง Castille and Lawrence (1981) จัดกึ่งชนิดนี้ เป็นได้ทั้งพวก hyper-osmotic regulation คือเมื่ออาศัยอยู่ในพื้นที่ความเค็มต่ำจะปรับตัวให้ สารละลายในตัวมีความเข้มข้นสูงกว่าภายนอก และพวก hypo-osmotic regulation คือเมื่ออยู่ในที่ ความเค็มสูงจะปรับตัวให้สารละลายในตัวมีความเข้มข้นต่ำกว่าภายนอก ในปัจจุบันมีการเลี้ยงกุ้ง ขาวแปซิฟิกด้วยน้ำความเค็มต่ำในหลายๆ รัฐ เช่น อลาบามา อะริโซนา ฟลอริดา อินเดีย นา อิลลินอยส์ และเท็กซัส (Samocha *et al.*, 2002) ตามปกติกึ่งชนิดนี้สามารถเลี้ยงได้ในช่วงความเค็ม 1-40 พีพีที (ppt ; ส่วนในพันส่วน) (Bray *et al.*, 1994) ในขณะที่ประเทศในแถบซีกโลกตะวันตก เลี้ยงในช่วงความเค็มตั้งแต่ 0.5 พีพีที (Samocha *et al.*, 2001) ถึง 28.3 พีพีที (Smith and Lawrence, 1990) นอกเหนือจากนี้แล้วในอเมริกากลางและใต้มีการเลี้ยงกุ้งขาวซึ่งเป็นกึ่งพื้นเมืองชายฝั่ง แปซิฟิกที่สามารถเลี้ยงได้ในความเค็มสูงและต่ำ รวมทั้งประเทศเอกวาดอร์ที่พยายามเลี้ยงกึ่งชนิดนี้ ในพื้นที่น้ำจืด เนื่องจากสามารถทนในน้ำจืดเป็นเวลานาน แสดงให้เห็นว่าความเค็มอย่างน้อย 0.5-1 พีพีที มีความจำเป็นต่อการรอดและการเจริญเติบโต (Boyd, 1989) ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวว่า ระดับความเค็มเริ่มต้นสำหรับปล่อยลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำไม่ควรจะต่ำกว่า 5 พีพีที

2. การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติ

การเลี้ยงกุ้งขาวด้วยน้ำความเค็มปกติ คือ ความเค็มมากกว่า 10 พีพีทีขึ้นไปในพื้นที่ ริมชายฝั่งทะเลทางภาคใต้และภาคตะวันออก ส่วนใหญ่จะมีการปล่อยกุ้งอย่างหนาแน่นมากกว่า 120,000 ตัวต่อไร่ ผลผลิตประมาณ 2 ตันต่อไร่ อัตรารอดประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ การเลี้ยงกุ้งขาว ด้วยความเค็มปกติริมชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะทางฝั่งทะเลอันดามันจะได้ผลดีกว่าน้ำความเค็มต่ำ เนื่องจากการถ่ายน้ำในปริมาณที่มากในช่วงท้ายๆ ของการเลี้ยง (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

นอกจากนี้กุ้งขาวแวนนาไม่ยังสามารถเลี้ยงในบ่อที่ปูด้วยโพลีเอททิลีน (พีอี) โดยชลอ และ พรเลิศ (2547) ทำการรวบรวมข้อแตกต่างที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งขาวในบ่อปูด้วยพีอี และบ่อดินภายในฟาร์มเดียวกันจากการทดลองใน อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี ที่มีบ่อลึก ประมาณ 1.20-1.40 เมตร โดยทั้งบ่อดินและบ่อพีอี การใช้เครื่องให้อาหารที่เหมือนกันและอัตรา การปล่อยลูกกุ้งเท่ากันคือ 120,000 ตัวต่อไร่ เลี้ยงด้วยน้ำความเค็มต่ำ 3-5 พีพีที ดังนี้

2.1 บ่อที่ปูด้วยพีอี ในด้านอุณหภูมิ น้ำที่ผิวน้ำและพื้นบ่อจะสูงกว่าบ่อดินประมาณ 0.5-1 องศาเซลเซียส

2.2 สีนํ้าในบ่อฟิธี จะเขียวเร็วกว่าบ่อดิน เพราะว่าบ่อฟิธีไม่มีตะกอน แขนวลอยมาบังแสงอาหารที่เหลือจะเป็นปุ๋ยให้กับแพลงก์ตอน ทำให้แพลงก์ตอนเพิ่มจำนวนได้รวดเร็วและต่อเนื่อง ในขณะที่บ่อดินมีตะกอนมาก จะมีปริมาณแพลงก์ตอนน้อย โอกาสที่จะเกิดน้ำเขียวช้ากว่า ช่วงระหว่าง 50-100 วัน พบว่าบ่อดินมีตะกอนค่อนข้างมาก น้ำจะขุ่นเหมือนโคลน กุ้งจะเครียด ในขณะที่บ่อฟิธี ไม่พบปัญหาดังกล่าว

2.3 ผลผลิตกุ้งที่ได้หลังจากผ่านการเลี้ยง 112 วัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยในบ่อดินได้ผลผลิตประมาณ 1,400-1,500 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่บ่อฟิธี ได้ผลผลิตประมาณ 1,700-1,800 กิโลกรัมต่อไร่ กุ้งขาวที่เลี้ยงในบ่อดิน ซึ่งมีตะกอนมาก น้ำขุ่นจะมีสีซีดขาว หากตะกอนมีมากอย่างต่อเนื่องจะทำให้กุ้งบางส่วนเกิดความเครียดและมีการเจริญเติบโตที่ช้าลง ขณะที่กุ้งขาวที่เลี้ยงในบ่อที่ปูด้วยฟิธี จะมีสีที่เข้มกว่าเนื่องจากได้รับอาหารธรรมชาติหรือแพลงก์ตอนอย่างต่อเนื่อง เมื่อนำไปต้มให้สุก สีของกุ้งจากบ่อฟิธี จะแดงเข้มสววกว่า ความแตกต่างของสีแดงเปลือกกุ้งน่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนในบ่อ ถ้าสีนํ้าสวย สีกุ้งจะสวยสดกว่าบ่อที่น้ำขุ่นมีตะกอนมากและมีแพลงก์ตอนน้อย

การปูพื้นบ่อด้วยฟิธีเหมาะกับสภาพพื้นบ่อที่เป็นดินทรายซึ่งมีการรั่วซึมสูง เพราะบ่อที่มีการรั่วซึมของน้ำสูงจะเลี้ยงกุ้งยาก โดยเฉพาะระบบปิดจะมีการเติมนํ้าทดแทน สำหรับบ่อที่มีดินตะกอนมากในการเลี้ยงด้วยระบบปิดที่มีการเติมนํ้าอย่างเดียวนในช่วง 2 เดือนแรก โดยไม่มีการถ่ายน้ำ หลังจากเลี้ยงไปนานๆ เมื่อเปิดเครื่องให้อากาศเพื่อรักษาระดับออกซิเจนให้เพียงพอ พบว่าเกิดตะกอนมาก ทำให้กุ้งเครียดและกินอาหารน้อย โตช้า จากการแก้ปัญหาเมื่อปูด้วยฟิธี จะเห็นว่าสีนํ้าจะดีกว่า เนื่องจากตะกอนน้อยกว่า นอกจากนี้ยังสามารถใช้แก้ปัญหาในบ่อประเภทที่เป็นดินกรดในพื้นที่บริเวณป่าชายเลน ซึ่งดินที่เป็นกรดการจัดการเตรียมบ่อจะยุ่งยากและสิ้นเปลือง เพราะต้องใช้วัสดุปูนในปริมาณที่มาก บางครั้งที่เติมวัสดุปูนไม่เพียงพอจะทำให้กุ้งเจริญเติบโตช้า ผลผลิตต่ำ

ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งขาวในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นระบบการเลี้ยงแบบพัฒนา (intensive culture) โดยมีการปล่อยกุ้งที่ระดับความหนาแน่นสูง ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ติดตั้งเครื่องให้อากาศ และมีการจัดการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง และในอนาคตจะเริ่มมีการพัฒนาการเลี้ยงให้สอดคล้องกับระบบมาตรฐานต่างๆ เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการฟาร์มและทำให้การส่งออกของกุ้งมีมาตรฐานและคุณภาพที่ดีตามความต้องการของตลาดต่างประเทศ

Arrignon *et al.* (1994) กล่าวว่า ระบบการเลี้ยงกุ้งมีการพัฒนาจากระบบการเลี้ยงแบบดั้งเดิม (extensive culture) คือ ปล่อยลูกกุ้งจำนวนน้อย ไม่มีเครื่องให้อากาศ มาเป็นแบบกึ่งพัฒนา (semi-intensive culture) มีการปล่อยลูกกุ้งมากขึ้น ให้อาหารที่มีโปรตีนเป็นประมาณ 25-35 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังไม่มีเครื่องให้อากาศ จนกระทั่งปรับเปลี่ยนมาเลี้ยงแบบพัฒนา ที่มีการปล่อยลูกกุ้งอย่างหนาแน่น มีการใช้เครื่องให้อากาศ ให้อาหารที่มีโปรตีนสูงและมีการใช้เทคนิคและความรู้ต่างๆ มาจัดการในด้านการเลี้ยงอย่างเต็มที่ ทำให้ได้ผลผลิตสูงมาก ในบางแห่งอาจมีการเลี้ยงในระบบพัฒนาแบบหนาแน่นมาก (super-intensive culture) นอกจากนี้ระบบการเลี้ยงแบบพัฒนาที่มีการพัฒนาการเลี้ยงมากยิ่งขึ้น เช่น การนำมาเลี้ยงในกระชังลอยน้ำในเขตน้ำขึ้นน้ำลงใกล้ชายฝั่ง (estuarine) ของประเทศบราซิล ซึ่งจะเป็นการลดปัญหาการสะสมของดินตะกอนที่พื้กันบ่อและการขาดออกซิเจนระหว่างการเลี้ยง (Paquotte *et al.*, 1998)

4. แบคทีเรีย *Vibrio harveyi*

Vibrio harveyi เป็นแบคทีเรียที่สามารถพบได้ทั่วไปในน้ำเค็มและน้ำกร่อย และเป็นเชื้อโรคที่สร้างความเสียหายต่อธุรกิจการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลเป็นอย่างมาก เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้มีการแพร่ระบาดเป็นบริเวณกว้างทั่วโลก (Lavilla-Pitogo *et al.*, 1998) แบคทีเรียจะเข้าไปทำอันตรายต่อกุ้งเมื่อกุ้งอยู่ในสภาวะที่เครียดหรือกำลังอ่อนแอ ซึ่งเป็นการเกิดโรคแบบ secondary infection และหากกุ้งแข็งแรงก็สามารถกำจัดแบคทีเรียชนิดนี้ได้หรืออาจเกิดการติดเชื้อแบบเรื้อรัง (chronic infection) แบคทีเรียชนิดนี้สามารถย่อยสลายพวกไคตินในเปลือกของสัตว์กลุ่ม crustacean แล้วแพร่กระจายเข้าไปในร่างกาย โดยช่วงความเค็มและอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *V. harveyi* อยู่ระหว่าง 0-40 พีพีที และ 25-35 องศาเซลเซียส (ชลอ, 2534; สุภญา และคณะ, 2543) ช่วงฤดูร้อนจึงพบปริมาณเชื้อมากกว่าในฤดูอื่น (Buchanan and Gibbons, 1974)

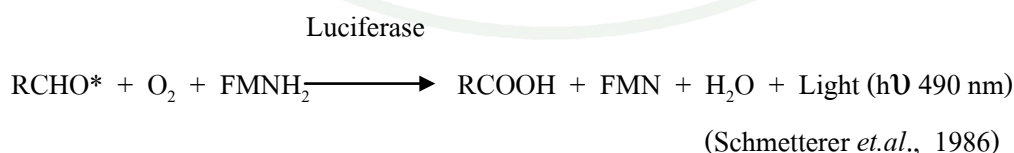
1. ลักษณะของแบคทีเรีย *V. harveyi*

V. harveyi เป็นแบคทีเรียที่อยู่ในวงศ์ Vibrionaceae (Buamann *et al.*, 1971) เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีลักษณะรูปร่างเป็นท่อนสั้นๆ ความยาว 1.2-4 ไมโครเมตร กว้าง 0.3-1.0 ไมโครเมตร รูปร่างตรงหรือโค้งเล็กน้อย ปลายมนเคลื่อนที่โดยใช้แฟลเจลลาที่อยู่บริเวณรอบเซลล์ มี lateral flagella สามารถเติบโตได้ทั้งสภาวะที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe)

(สุกฤา และคณะ, 2543) เจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แบคทีเรียสกุลนี้มีความต้องการโซเดียมไอออนในการกระตุ้นการเจริญเติบโต เชื่อสามารถเจริญได้ดีในอาหารที่มีความเค็ม (Sea Water Agar) และมีสภาพพีเอช 9 อาหารเฉพาะของแบคทีเรียกลุ่มนี้ คือ Thiosulfate Citrate Bile Salt Sucrose agar (TCBS agar) ลักษณะของโคโลนีบน Sea Water Agar (SWA) มีสีไม่ขาวและขุ่น ลักษณะกลมมนขอบเรียบมันวาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีเท่ากับ 1-3 มิลลิเมตร สามารถเรืองแสงได้ เจริญได้ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส แต่ไม่เจริญที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส และเจริญได้ในอาหารที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5-0.75 เปอร์เซ็นต์ และไม่เจริญในอาหารที่ไม่มีโซเดียมคลอไรด์ เจริญได้ในพีเอช 6-9 สามารถเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วในน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์มาก (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

2. ชีวเคมีของปฏิกิริยาการเรืองแสงของแบคทีเรีย

V. harveyi จัดเป็นแบคทีเรียที่สามารถเรืองแสง (luminescence) ในสภาพต่างๆ เช่นเดียวกับแบคทีเรียวิบริโอหลายชนิด เช่น *V. cholerae* (biotype albensis) (ลิลาและคณะ, 2539) *V. vulnificus* บางสายพันธุ์ (Mohney, 1994), และ *V. splendidus* (Lavilla-Pitogo *et al.*, 1990) การเรืองแสงของแบคทีเรียเป็นผลมาจากการเร่งปฏิกิริยาเรืองแสงทางชีวภาพโดยเอนไซม์ Luciferase มักจะเกิดทั้งในพวก prokaryotes และ eukaryotes โดยเอนไซม์ Luciferase จะไปกระตุ้นปฏิกิริยาออกซิเดชันของ aldehyde และ Flavin mononucleotide (FMNH₂) ในรูป reduced ให้ได้น้ำ กรดอินทรีย์ และ Flavin mononucleotide และปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปพลังงานแสง ซึ่งมีความยาวคลื่น 490 nm ทำให้มีสีเขียวแกมเหลืองออกมา (Schmetterer *et al.*, 1986) การเรืองแสงจะเกิดขึ้นระหว่างการออกซิไดส์ aldehyde และการรีดิวซ์ flavin (FMNH₂) โดยเอนไซม์ luciferase (Prosser *et al.*, 1996) ดังสมการ



*RCHO คือ อัลดีไฮด์คาร์บอนอะตอมต่อกันเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 7-9 คาร์บอนอะตอม (straight-aliphatic moiety)

3. พฤติกรรมภายนอกของกึ่งที่ติดเชื้อ *V. harveyi*

เมื่อติดเชื้อกึ่งจะมีอาการเชื้องซึมพบกึ่งบริเวณริมขอบบ่อ พบการเรืองแสงในที่มืด และการตายจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการติดเชื้อ ลักษณะเด่น คือ กึ่งจะตัวหลวมและมีสีเข้ม ลำตัวสีจะออกแดง (จิรพร และคณะ, 2546) บางครั้งพบว่าตัวจะขาวขุ่น การว่ายน้ำผิดปกติ เหงือกมีสีแดงหรือน้ำตาล มีจุดสีดำบนเปลือก รยางค์กร่อน กึ่งที่ติดเชื้ออย่างรุนแรงจะพบอัตราการตายสูง โดยเฉพาะระยะโพสลาร์วา (postlarva) และกึ่งขนาดเล็กในบ่อเลี้ยง (Lightner, 1988; Graindorge and Flegel, 1999) กึ่งป่วยจะมีลักษณะตัวเรืองแสงซึ่งจะมองเห็นได้ชัดเจนในที่มืด และจะพบกึ่งที่ติดเชื้อรุนแรงบริเวณขอบบ่อ (ชลอ, 2534)

4. การเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาของกึ่งที่ติดเชื้อ *V. harveyi*

จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบเลือดในกึ่งที่ติดเชื้อ *V. harveyi* เกิดการเปลี่ยนแปลง โดยพบว่าปริมาณเม็ดเลือดในระบบไหลเวียนจะต่ำกว่ากึ่งปกติมาก เนื่องจากเม็ดเลือดกึ่งจะเข้ามาจับและกำจัดเชื้อ *V. harveyi* ออกนอกตัว ทำให้เม็ดเลือดในระบบไหลเวียนลดลง และเมื่อแบคทีเรียเข้าไปกระแสเลือดแบคทีเรียจะใช้โปรตีนและสารอาหารต่างๆจากเลือดในการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนเซลล์ และกระบวนการเมแทบอลิซึมต่าง ๆ

5. ลักษณะทางพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อกึ่งที่ติดเชื้อ *V. harveyi*

ช่วงแรกของการติดเชื้อจะพบการฝ่อ (atrophy) tubular lumen ของตับและตับอ่อน (จิรพร และคณะ, 2546) และต่อมน้ำเหลืองจะขยายใหญ่ขึ้น เซลล์เกิดการตายในส่วนของตับและตับอ่อน และต่อมน้ำเหลือง ทำให้ความสามารถในการย่อยอาหารลดลง อาหารที่สะสมไว้ใน ตับและตับอ่อนก็ลดลง พบการหลุดลอกของเซลล์เยื่อบุผิวภายในท่อตับและตับอ่อน และถ้าใส่ พบเม็ดเลือดเข้ามาล้อมจับเซลล์ที่ตายอย่างชัดเจน ในกึ่งที่ติดเชื้อเป็นเวลานาน 7 วันพบการตายของเซลล์ใน ตับและตับอ่อน ต่อมน้ำเหลือง เหงือก อวัยวะสร้างเม็ดเลือดเป็นบริเวณกว้างกึ่งทยอยตาย เมื่อติดเชื่อนาน 14 วัน พบว่าเซลล์ของตับและตับอ่อน และต่อมน้ำเหลืองตายเกือบทั้งหมดทำให้กึ่งไม่กินอาหาร อ่อนแอ และตายในที่สุด (Jiravanichpaisan *et al.*, 1994)

การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาและพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในกุ้งที่ติดเชื้อ ส่งผลให้กระบวนการต่างๆของร่างกายเกิดการเปลี่ยนแปลง การอักเสบของเหงือก แอ่งเลือดทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของกุ้งลดลง ทำให้ปริมาณของออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ไม่เพียงพอ ส่วนการตายและการอักเสบของเซลล์ตับและตับอ่อน และต่อมน้ำเหลือง ก็มีผลทำให้ระบบภูมิคุ้มกันโรคของกุ้งลดลง กุ้งกินอาหารน้อยลง กุ้งอ่อนแอและเกิดการแทรกซ้อนของเชื้ออื่นได้ง่าย

6. การระบาดของโรคที่ติดเชื้อ *V. harveyi*

การระบาดมักพบมากเมื่อมีการปล่อยกุ้งอย่างหนาแน่น มีอาหารเหลือมากภายในบ่อซึ่งทำให้มีปริมาณอินทรีย์สารระหว่างการเลี้ยงมาก พื้นบ่อสกปรก ในบ่อที่แพลงก์ตอนตายบ่อยๆ เนื่องจากพีเอชของน้ำในบ่อมีการเปลี่ยนแปลงสูงในรอบวัน จะทำให้เชื้อสามารถแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว (ชลอ,2534) และกุ้งจะเกิดโรคนี้ได้ในทุกช่วงอายุ โดยความเสี่ยงในการเกิดโรคขึ้นกับความเครียดที่กุ้งได้รับ (Lavill *et al.*,1990)

7. แนวทางในการป้องกันรักษาโรคที่เกิดจากเชื้อ *Vibrio* sp.

การระบาดของโรคมักเกิดในช่วงที่อากาศร้อนจัดโดยจะพบมากในช่วงฤดูร้อน ซึ่งน้ำจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ การป้องกันการระบาดเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งควรหลีกเลี่ยงการเลี้ยงกุ้งในช่วงที่น้ำมีอุณหภูมิสูง การเติมน้ำจืดในบ่อเพื่อลดความเค็มของน้ำสามารถช่วยลดความรุนแรงของโรคนี้ได้ ปัจจัยที่สำคัญอีกอย่าง คือ ควรให้อาหารในปริมาณที่พอเหมาะในแต่ละมื้อเพื่อไม่ให้มีอาหารเหลือเพื่อลดการสะสมของอินทรีย์สารภายในบ่อ และการเปลี่ยนถ่ายน้ำก็สามารถช่วยลดปริมาณสารอินทรีย์ที่สะสมภายในบ่อได้ การป้องกันการเกิดโรคที่ดีที่สุด คือ การควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อ กุ้งและการดูแลพื้นบ่อให้สะอาด ไม่ปล่อยกุ้งหนาแน่นเกินไป มีเครื่องให้อากาศอย่างเพียงพอและวางในตำแหน่งที่สามารถรวมเลนหรือตะกอนกลางบ่อได้ มีการให้อาหารอย่างเหมาะสมจะทำให้กุ้งมีสุขภาพดี และโอกาสในการติดเชื้อก็จะน้อยลง (ชลอ และพรเลิศ,2547)

สำหรับการใช้ยาในการป้องกันและรักษาโรคในระยะที่กุ้งเพิ่งเริ่มแสดงอาการผิดปกติ จำเป็นจะต้องทำความเข้าใจกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำและพื้นบ่อด้วยจึงจะได้ผล การใช้ยาในการป้องกันและรักษาจะได้ผลน้อยมากถ้าไม่สามารถควบคุมคุณภาพน้ำไม่ให้แกว่งมากและพื้นบ่อให้

สะอาดได้ และยาต้านจุลชีพที่ใช้จะต้องเป็นยาที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอนุญาตให้ใช้เท่านั้น และต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของกรมประมงโดยเคร่งครัดเพื่อป้องกันปัญหาหยาดค้าง (ชลอ และ พรเลิศ, 2547)

5. คุณภาพน้ำต่อการเลี้ยงกุ้ง

คุณภาพน้ำ หมายถึง คุณสมบัติทางชีวเคมี และกายภาพของน้ำ เช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ สีของน้ำ พีเอช ความขุ่น ความกระด้าง ความโปร่งแสง ปริมาณ แอมโมเนีย และไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น (วรวิทย์, 2531) คุณภาพน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในบ่อ ได้แก่ สัตว์น้ำ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ หากคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสมจะมีผลต่อคุณภาพของสัตว์น้ำภายในบ่อตลอดการเลี้ยง ส่งผลดีต่อการกินอาหารของกุ้ง เกิดโรคต่างๆ ได้ยากและมีอัตราการรอดตายสูง ต่ำ (Boyd and Fast, 1992) โดยค่าที่บ่งชี้คุณภาพน้ำที่ควรสนใจในการเลี้ยงกุ้ง ได้แก่

1. อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการกินอาหารและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับแสง โดยจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานความร้อนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแหล่งน้ำจะผันแปรตามความเข้มแสง ถ้าปริมาณความเข้มแสงมากมีผลทำให้อุณหภูมิน้ำเพิ่มขึ้น (เปี่ยมศักดิ์, 2525) นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิอากาศ โดยจะขึ้นกับฤดูกาล ระดับความสูง กระแสลม ความลึก ความเร็วของกระแสน้ำและสภาพแวดล้อมทั่วไปของแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่ควบคุมปฏิกิริยาเคมีในน้ำ รวมทั้งควบคุมอัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการหายใจ อัตราการย่อยสลายและมีอิทธิพลโดยตรงต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (ศิริเพ็ญ, 2543) หากอุณหภูมิเหมาะสมสัตว์น้ำจะสามารถย่อยอาหารได้ดี หากอุณหภูมิต่ำกระบวนการทำงานต่างๆ ของสัตว์น้ำจะลดลง

โดยทั่วไปกุ้งขาวแวนนาไมสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 26-30 องศาเซลเซียส (Brock and Main, 1994) ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียสกุ้งจะไม่ค่อยกินอาหาร และถ้าอุณหภูมิต่ำเป็นเวลานานติดต่อกันหลายวันอาจทำให้กุ้งอ่อนแอเกิดการติดเชื้อได้ง่าย เนื่องมาจากภูมิคุ้มกันลดลง (สว่าง, 2532) และที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่ากุ้งจะตาย

(Boyd and Fast, 1992) รวมทั้งค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity, EC) เมื่อมีอุณหภูมิสูงจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้น เพราะอุณหภูมิของน้ำสูงทำให้การแตกตัวเป็นไอออนของเกลือมากขึ้น (สุธิ , 2543) นอกจากนี้ยังมีผลทำให้สารพิษประเภทต่างๆ เช่น ยากำจัดศัตรูพืชและโลหะหนัก มีความเป็นพิษรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้จะช่วยเร่งให้มีการดูดซึมและการแพร่กระจายของสารพิษเข้าสู่ร่างกายได้เร็วและจะทำให้แอมโมเนียในรูปที่เป็นพิษ (un-ionized ammonia) แตกตัวเพิ่มมากขึ้น (Boyd, 1982)

2. ความเค็ม (salinity)

ความเค็มของน้ำ หมายถึง ปริมาณความเข้มข้นทั้งหมดของไอออนที่ละลายอยู่ในน้ำ ประกอบด้วย โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ซัลเฟต และไบคาร์บอเนต มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร หรือพีพีที (Boyd, 1982) มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำโดยจะมีผลต่อการควบคุมปริมาณน้ำภายในร่างกาย (water regulatory system) ซึ่งเป็นผลมาจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกภายในตัวสัตว์น้ำกับน้ำภายนอก และความเค็มยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อโรคต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดโรคอีกด้วย เช่น แบคทีเรียพวก *Vibrio* sp. ซึ่งส่วนใหญ่เชื้อเจริญเติบโตได้ดีที่ความเค็มตั้งแต่ 20 พีพีทีขึ้นไป ส่วนแบคทีเรียพวก *Pseudomonas* sp. จะเจริญที่ความเค็มต่ำประมาณ 10 พีพีที (Buchanan and Gibbons, 1974)

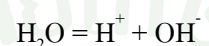
ชโลและพรเลิศ (2547) ระบุถึงความเค็มของน้ำในแหล่งน้ำจืดส่วนมากจะมีค่าระหว่าง 0.05-1 พีพีที ความเค็มของน้ำทะเลปกติมีค่าระหว่าง 30-35 พีพีที และค่าความเค็มที่เหมาะสมต่อการเติบโตของกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ระหว่าง 5-35 พีพีที

3. ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ หรือ พีเอช (pH)

พีเอชเป็นค่าที่แสดงความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) โดย ยนต์ (2530) รายงานว่าค่าพีเอชเป็นค่าที่ชี้ถึงสภาวะพีเอชของสารละลาย แต่ค่าพีเอชไม่ได้เป็นตัวบอกระดับกรด (acidity) หรือปริมาณด่าง (alkalinity) ซึ่งโดยแท้จริงแล้วค่าพีเอชเป็นค่าที่วัดความสามารถของไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion activity) โดย H^+ จะเป็นตัวบ่งบอกพีเอชและเป็นตัวควบคุมการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนียไอออน ไอออนของ เหล็กและพวก trace element มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำซึ่งใช้หน่วยเป็น โมลต่อลิตร

(mole/liter) แต่เนื่องจากค่าที่วัดได้เป็นค่าที่น้อย จึงได้กำหนดค่าของพีเอชเป็นค่า ลบล็อก (-log) ของกิจกรรมของไฮโดรเจนไอออนในน้ำ เพื่อจะได้ค่าเป็นจำนวนเต็มที่อ่านง่าย

น้ำแตกตัวจะให้ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮดรอกซิลไอออน (OH^-) ซึ่งผลคูณของความเข้มข้นในหน่วยโมลาร์ของไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออนจะเท่ากับ 10^{-14} เสมอ



$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนและไฮดรอกซิลไอออนในน้ำบริสุทธิ์จะเท่ากัน ดังนั้น อาจจะใช้ไฮโดรเจนไอออนแทนไฮดรอกซิลไอออน และได้

$$[H^+][H^+] = 10^{-14}$$

$$[H^+] = 10^{-7}$$

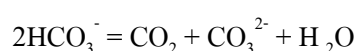
พีเอช หมายถึง ค่า ลบของ logarithm ของความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน

$$pH = -\log [H^+]$$

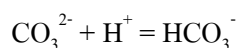
น้ำบริสุทธิ์มี $[H^+] = 10^{-7}$ โมลาร์ เพราะฉะนั้นพีเอชของน้ำจึงมีค่าเท่ากับ 7

$$pH = -\log [10^{-7}] = -(-7) = 7$$

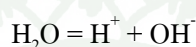
ในทางทฤษฎี พีเอชมีค่าอยู่ในช่วง 0-14 พีเอชเท่ากับ 7 ถือว่าเป็นกลาง พีเอชต่ำกว่า 7 ถือว่าเป็นกรด และ พีเอชมากกว่า 7 ถือว่าเป็นด่าง โดยปกติในน้ำกร่อยมักจะมีพีเอชอยู่ระหว่าง 7-9 ในบ่อเลี้ยงกุ้งตอนกลางวัน แพลงก์ตอนพืชจะดึงเอาคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากระบบสมดุลไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) มาใช้ในการสังเคราะห์แสง (Boyd, 1989)



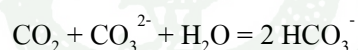
เมื่อคาร์บอนไดออกไซด์ถูกนำไปใช้ ปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นมาทางขวาของสมการ และ CO_3^{2-} (คาร์บอเนต) จะสะสมเพิ่มขึ้นและเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสกับ CO_3^{2-} ดังสมการ



จะเห็นได้ว่า 2HCO_3^- จะให้ 1CO_2 โมเลกุล และ 1CO_3^{2-} อีออน แต่ไฮโดรไลซิสของ 1CO_3^{2-} อีออน แทนที่อีออน 1HCO_3^- อีออน ส่วน H^+ อีออนได้มาจากการแตกตัวของน้ำ



ในเมื่อ H^+ ถูกใช้ไปในการไฮโดรไลซิส CO_3^{2-} ผลลัพธ์คือทำให้เกิด OH^- เพิ่มขึ้น และ H^+ ลดลงเรื่อยๆ ในขณะที่เกิดการสังเคราะห์แสง เนื่องจาก OH^- เป็นด่าง ดังนั้นพืชจะสูงขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยการใช้ CO_2 จากน้ำ เนื่องจากการสังเคราะห์แสงมีการใช้ CO_2 ซึ่งเกิดขึ้นในตอนกลางวัน ดังนั้นพืชของน้ำจะสูงขึ้นในตอนกลางวัน ส่วนตอนกลางคืนไม่มีการใช้ CO_2 ในกระบวนการสังเคราะห์แสงแต่สิ่งมีชีวิตต่างๆ หายใจปล่อย CO_2 ออกมา ซึ่ง CO_2 จะทำปฏิกิริยากับ CO_3^{2-} และ H_2O



HCO_3^- จะแตกตัวได้ H^+ ทำให้พืชลดลงเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้นคือ การดึง CO_2 ออกไปจะทำให้ น้ำพืชสูงขึ้นในขณะที่เพิ่ม CO_2 เข้ามาจะทำให้พืชของน้ำลดลง

การเปลี่ยนแปลงของค่าพีเอชในบ่อเลี้ยงกุ้งจะถูกควบคุมโดยปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณอีออนที่อยู่ในน้ำ ในช่วงกลางวันแพลงก์ตอนพืชจะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งได้จากไบคาร์บอเนตเพื่อการสังเคราะห์แสงทำให้ค่าพีเอชสูงขึ้น การที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากจะทำให้ในช่วงตอนบ่ายค่าพีเอชอาจสูงถึง 9 หรือ 10 (ไมตรี และจรรุวรรณ, 2528) ช่วงกลางคืนคาร์บอนไดออกไซด์ถูกปล่อยกลับคืนออกมาจากการหายใจของแพลงก์ตอนและสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สะสมเพิ่มขึ้นและมากที่สุดตอนเช้ามืดทำให้ค่าพีเอชลดลง (Boyd, 1982) และยังรายงานถึงผลของพีเอชต่อกุ้ง และมีอิทธิพลโดยตรงต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในช่วงที่มีอัตราการสังเคราะห์แสงสูง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำจะลดลง

แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นทำให้พีเอชของน้ำสูงขึ้น แต่ถ้าอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมาก ค่าพีเอชต่ำลง จะพบคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในรูปกรดคาร์บอนิก มาก เมื่อค่าพีเอชสูงขึ้น กรดคาร์บอนิกจะแตกตัวให้ไบคาร์บอเนตมากขึ้น ถ้าพีเอชสูงมากกว่า 10 จะพบคาร์บอนไดออกไซด์ในรูปคาร์บอเนตเท่านั้น และเกิดการตกตะกอนของเกลือแคลเซียม คาร์บอเนต (CaCO_3) รวมทั้งแมกนีเซียมคาร์บอเนต (MgCO_3) ซึ่งจะมีผลทำให้น้ำขุ่น (ศิริเพ็ญ, 2543)

โดยทั่วไปน้ำจะมีค่า พีเอชเป็นกลางคือ 7 ซึ่งถ้าค่าพีเอชต่ำกว่า 7 แสดงว่าน้ำอยู่ในสภาพ เป็นกรด หรือพีเอชมากกว่า 7 แสดงว่าอยู่ในสภาพเป็นด่าง ดังนั้นค่าพีเอชจึงอยู่ระหว่าง 0-14 พีเอช ที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของแพลงก์ตอนทุกชนิด คือ 8.0-8.2 ในแหล่งน้ำกร่อยทั่วไป มีพีเอช อยู่ระหว่าง 7-8 ส่วนพีเอชของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมมีค่าประมาณ 7-9 (Brock and Main, 1994)

4. ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ชโล และ พรเลิศ (2547) กล่าวว่า ความเป็นด่าง หมายถึง ความสามารถในการสะเทิน กรดของน้ำ เป็นความสามารถของน้ำที่จะรับ H^+ เพื่อทำให้กรดเป็นกลาง โดยปกติแล้วความเป็น ด่างของน้ำจะเกิดจากเกลือของกรดอ่อน แต่เกลือของด่างแก่และด่างอ่อนก็อาจจะมีส่วนอยู่ด้วย ซึ่ง สารพวกนี้โดยธรรมชาติจะเป็นตัวต้านการเปลี่ยนแปลงของพีเอชของน้ำเมื่อมีการเติมกรดหรือด่าง ลงไปในน้ำ เพราะฉะนั้นการวัดความเป็นด่างของน้ำก็เหมือนกับการวัดความสามารถในการ ต้านทานการเปลี่ยนแปลงพีเอช (buffering capacity) ของน้ำ (พงศ์เชษฐ, 2543) น้ำที่มีพีเอชสูงกว่า 4.3 จะมีค่าความเป็นด่างเสมอ พีเอชยิ่งสูงก็จะมีสภาพความเป็นด่างมากขึ้น สารประกอบที่ทำให้เกิด ความเป็นด่างมี 3 ชนิด คือ ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไฮดรอกไซด์ (OH^-) พี เอชของน้ำจะเป็นตัวกำหนดชนิดของสารละลายด่างที่อยู่ในน้ำ

น้ำที่มีพีเอชเป็นกลางจนถึง 8.3 จะมี HCO_3^- มาก
 น้ำที่มีพีเอชตั้งแต่ 8.3 ขึ้นไปจะเริ่มมี CO_3^{2-}
 น้ำที่มีพีเอชระหว่าง 9.5-10.5 จะมี CO_3^{2-} มาก
 น้ำที่มีพีเอช 11 หรือมากกว่าจะมี OH^- มาก

ค่าความเป็นด่างมีความสำคัญมากในการเพาะเลี้ยงกุ้ง ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของกุ้งทะเลทุกชนิด Boyd (1982) กล่าวว่า ค่าความเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำควรอยู่ในช่วง 100-120 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่ออยู่ในช่วง 50-150 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994) โดยทั่วไปการรักษาระดับความเป็นด่างให้คงที่นั้นจะใช้วัสดุปูนในกลุ่มคาร์บอเนต ส่วนการเพิ่มความเป็นด่างอาจใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตหรือโซเดียมคาร์บอเนตขึ้นอยู่กับระดับพีเอชของน้ำ ประกอบกันด้วย (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

5. ความกระด้าง (Hardness)

ค่าความกระด้างของน้ำเกิดจากตะกอนของแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) และแมกนีเซียมไอออน (Mg^{2+}) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะวัดออกมาเป็นปริมาณแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) โดยปริมาณความกระด้างรวม หมายถึง ผลรวมของความกระด้างเนื่องจากผลรวมความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียม (ศิริเพ็ญ, 2543) โดยปกติปลาและสัตว์น้ำในกลุ่มปู-กุ้ง (crustacean) ต้องการแคลเซียมในการสร้างกระดูกและเปลือก โดยจะดูดซับแคลเซียมจากน้ำระหว่างการลอกคราบ จึงต้องมีปริมาณแคลเซียมในน้ำระดับที่พอเพียง (Fieber and Lutz, 1982) ความกระด้างโดยทั่วไปจะสัมพันธ์กับความเป็นด่าง เพราะไอออนลบของความเป็นด่างและไอออนบวกของความกระด้างโดยปกติจะมาจากการละลายของแร่คาร์บอเนต (Boyd, 1982) ความกระด้างที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งไม่ควรต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชลอ และคณะ, 2547)

6. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen; DO)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิต เพราะสิ่งมีชีวิตทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย ชลอ และ พรเลิศ (2547) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลต่อการกินอาหาร ปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงจะมีการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับค่าพีเอช คือ มีค่าต่ำสุดตอนเช้ามืด เนื่องจากออกซิเจนจะถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย และการหายใจของสิ่งมีชีวิตภายในบ่อในตอนกลางวันเมื่อมีแสงแดดแผลงก็ตอนพีชเริ่มมีการสังเคราะห์แสง ทำให้ปริมาณออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น และมีปริมาณสูงสุดในตอนบ่าย ความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับความเค็ม ความดันและอุณหภูมิ แต่ความดันนั้นมีอิทธิพลน้อยมากต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายในบ่อเลี้ยง

กุ้ง เพราะในท้องที่เดียวกันมีความดันบรรยากาศแตกต่างกันไม่เกิน 5 เปอร์เซนต์ (Boyd, 1989) โดยความสามารถในการละลายของออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเค็ม พบว่าน้ำที่มีความเค็มและอุณหภูมิเพิ่มขึ้นความสามารถในการละลายของออกซิเจนลดลง (พุทธร, 2544; Boyd, 1989) การแก้ปัญหาเรื่องการขาดออกซิเจนต้องใช้เครื่องให้อากาศ และการเปลี่ยนถ่ายน้ำอย่างเพียงพอ (ชลอ, 2543)

ชลอ (2543) กล่าวว่า ปริมาณออกซิเจนในน้ำควรอยู่ระหว่าง 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ถึงจุดอิ่มตัว จะทำให้กุ้งเจริญเติบโตดีและสารอินทรีย์สลายตัวเร็ว โดยความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่ต่ำกว่า 3.7 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระดับที่วิกฤตสำหรับการดำรงชีวิตของกุ้งปกติ ถ้าปริมาณออกซิเจนน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งตาย (พุทธร, 2544; ชลอ และ พรเลิศ, 2547) ปริมาณออกซิเจนยังมีผลต่อการย่อยอาหาร ดังนั้นหากมีปริมาณออกซิเจนต่ำทำให้กุ้งกินอาหารลดลง (กรมประมง, 2547) โดยปกติในบ่อมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในระดับ 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร (Chen, 1985)

7. แอมโมเนีย (ammonia)

แอมโมเนียเป็นสารประกอบของไนโตรเจน โดยรูปแบบของแอมโมเนียมีอยู่ 2 รูปแบบ รูปแบบแรก คือ รูปที่ไม่แตกตัว (unionized ammonia, NH_3) ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ และรูปแบบที่แตกตัว (ionized ammonia, NH_4^+) จะไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ ปริมาณการแตกตัวของปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดในน้ำ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและพีเอชของน้ำ โดยพีเอชของน้ำจะมีอิทธิพลมากกว่าอุณหภูมิของน้ำ ถ้าในน้ำมีค่าพีเอชสูง ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะมากกว่าในน้ำที่มีพีเอชต่ำ เนื่องจากเมื่อค่าพีเอชสูงความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปแตกตัวจะลดลง โดยจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียในรูปที่แตกตัว ทำให้เป็นพิษสูงขึ้นในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ซึ่งแหล่งที่มาของแอมโมเนียในบ่อเลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่มาจากการให้อาหารมากเกินไป ของเสียหรือเศษอาหารที่เหลืออยู่ จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้น นอกจากนี้แอมโมเนียยังเกิดจากสิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำและการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุโดยแบคทีเรีย ความทนทานของสัตว์น้ำต่อแอมโมเนียนั้นขึ้นอยู่กับชนิด สรีรของสัตว์น้ำและปัจจัยของสิ่งแวดล้อม (Boyd, 1989)

ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ทำให้สัตว์น้ำตายโดยปกติอยู่ในช่วง 0.4-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของแอมโมเนียที่ไม่แตกตัวเป็นอไอออน ถ้าระดับแอมโมเนียอิสระน้อยกว่า

0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร จะปลอดภัยต่อการเลี้ยงกุ้ง (ชลอ และพรเลิศ, 2547) ส่วนแอมโมเนียในช่วงระหว่าง 0.1-0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งโตช้า และถ้ามากกว่า 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้กุ้งโตช้า กินอาหารน้อยลงเกิดอาการเครียดหรืออาจตายได้ (พุทธร, 2544) โดยสรุปแล้วปริมาณแอมโมเนียรวมที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994)

8. ไนไตรท์ (nitrite; NO_2^-)

ไนไตรท์เป็นสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำเช่นเดียวกับแอมโมเนีย (Russo, 1974) เกิดจากกระบวนการไนตริฟิเคชันของแอมโมเนียในสภาพที่มีออกซิเจนโดยแบคทีเรียกลุ่ม Nitrosomonas เป็นตัวย่อยสลายและจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชันหรือไนเตรทรีดักชันของไนเตรทในสภาพขาดออกซิเจน (ยนต์, 2539) โดยทั่วไปไนไตรท์จะไม่สะสมอยู่ในแหล่งน้ำเพราะไนไตรท์ที่ได้จะเปลี่ยนเป็นไนเตรทอย่างรวดเร็ว แต่ในบางสภาวะหากอัตราการออกซิไดซ์แอมโมเนียเร็วกว่าการออกซิไดซ์ไนไตรท์ก็จะเกิดการสะสมของไนไตรท์ขึ้นได้ เช่นในบ่อเลี้ยงสัตว์ทะเลที่มีพีเอชสูงจะทำให้การเติบโตของแบคทีเรียที่เปลี่ยนไนไตรท์เป็นไนเตรทหยุดชะงัก ทำให้เกิดการสะสมของไนไตรท์ในบ่อ (Wickins, 1985)

แหล่งน้ำทั่วไปพบที่มีความเข้มข้นต่ำเฉลี่ยน้อยกว่า 0.007 มิลลิกรัมต่อลิตรแต่แหล่งน้ำที่รับน้ำเสียพบไนไตรท์ในความเข้มข้นที่สูงกว่า เช่นเดียวกับบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีความหนาแน่นสูงเพราะในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีอัตราการเติมไนโตรเจนในรูปของอาหารเม็ด ปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยคอกลงในบ่อ อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมักจะต่ำ (น้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) เนื่องจากแอมโมเนียซึ่งเป็นสารตั้งต้นถูกแปลงกักตุนฟิชนำไปใช้ (Boyd and Tucker, 1998) ระดับความเป็นพิษของไนไตรท์จะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำและค่าพีเอชน้ำลดลง (ชลอ และพรเลิศ, 2547) สภาวะที่มีออกซิเจนต่ำ ไนไตรท์จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลาโดยเปลี่ยนฮีโมโกลบิน (hemoglobin) ในเม็ดเลือดไปเป็นเมทิโมโกลบิน (methemoglobin) ซึ่งไม่สามารถนำพาออกซิเจนได้ทำให้สัตว์น้ำตายในที่สุด แต่เนื่องจากกุ้งไม่มีฮีโมโกลบินแต่มีฮีโมไซยานินดังนั้นความเป็นพิษของไนไตรท์ต่อสัตว์จำพวกครัสเตเชียนอาจจะแตกต่างกันกับสัตว์น้ำที่มีฮีโมโกลบิน คือไนไตรท์อาจจะเข้าจับได้น้อยกว่าจึงมีความเป็นพิษต่อกุ้งน้อย แต่มีผลทำให้เลือดของกุ้งไม่สามารถเข้าจับกับออกซิเจนเกิดภาวะเลือดเป็นพิษ กุ้งขาดออกซิเจนทำให้ระดับโปรตีนและค่าพีเอชของเลือดกุ้งลดลงเกิดการสะสมยูเรียในเลือดกุ้ง ระบบสมดุลเกลือแร่เกิดการ

เปลี่ยนแปลง คือ ดูดซึมน้ำมากเกินไป (พุทธร, 2544; ชลอ และพรเลิศ, 2547) ปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมควรต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (Brock and Main, 1994) และความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำ ควรมีค่าเท่ากับ 0.3599 มิลลิกรัมต่อลิตร (Sprague, 1971)

6. Baymix Latibon Plus ME

Baymix Latibon Plus ME ถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด ซึ่งได้มีการผลิตกรดอินทรีย์เพิ่มเสริมอาหาร มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ formic acid, citric acid, lactic acid และ malic acid ทำหน้าที่ช่วยเสริมการย่อยอาหาร และปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร โดยทำให้พีเอชในกระเพาะอาหารของกุ้งมีค่าลดลงเนื่องจากมีฤทธิ์เป็นกรด สามารถยับยั้งแบคทีเรีย และเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายได้ ลักษณะของ Baymix Latibon Plus ME เป็นเม็ดขนาดเล็กสีขาว มีกลิ่นฉุนเล็กน้อยของ formic acid ประกอบไปด้วยกรดหลักที่เสริมการย่อย ได้แก่ formic acid 26.96 เปอร์เซ็นต์ citric acid 16.67 เปอร์เซ็นต์ lactic acid 10.45 เปอร์เซ็นต์ และ malic acid 1.29 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณรวมของกรดที่ช่วยเสริมการย่อยทั้งหมดมี 55.37 เปอร์เซ็นต์ Baymix Latibon Plus ME ทำให้อาหารมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นในการต่อต้านแบคทีเรียแกรมลบ การผสม Baymix Latibon Plus ME ในอาหารอย่างสม่ำเสมอทำให้สามารถยับยั้งพวกสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กในลำไส้ได้ และนอกจากนี้โปรตีนที่ช่วยในการย่อย เช่น เอนไซม์ต่างๆ ยังถูกกระตุ้นโดยระดับการลดลงของพีเอชและกรดใน

กรดอินทรีย์

กรดอินทรีย์หรือกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) เป็นสารอินทรีย์ที่มีหมู่คาร์บอกซิลอยู่ในหมู่เอมิ กรดอินทรีย์เป็นกรดที่ได้จากพืชหรือสัตว์ มักมีฤทธิ์กัดกร่อนไม่รุนแรง แตกตัวในน้ำเป็นไอออนได้น้อย การที่สิ่งมีชีวิตดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติจำเป็นต้องอาศัยสารอาหารและปัจจัยต่างๆ เพื่อเสริมสร้างซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ และต้องการพลังงานจากสารอาหารชนิดต่างๆ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการและปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ซึ่งต้องการสภาวะที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง จึงสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สภาพแวดล้อมภายในร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้นมีความสำคัญไม่แพ้สภาวะภายนอก ระบบที่มีความสำคัญได้แก่ ระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นระบบที่ทำหน้าที่ย่อยและดูดซึมสารอาหารต่างๆ เข้าสู่ร่างกาย รวมทั้งยังเป็น

ระบบแรกๆที่ต้องเผชิญกับสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคต่างๆที่เข้าสู่ร่างกาย ซึ่งสถานะที่สำคัญต่อการทำงานของระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ สถานะความเป็นกรดภายในลำไส้ โดยความเป็นกรดจะลดลงเมื่อถึงกินอาหารเข้าไป เนื่องจากอาหารกึ่งส่วนใหญ่ค่อนข้างเป็นด่างเมื่อเข้าไปในลำไส้จึงทำให้ลำไส้มีความเป็นกรดลดลง เมื่อถึงอยู่ในสถานะที่อ่อนแอ ไม่แข็งแรง ช่วงการกินอาหารจะเป็นที่เชื้อโรคต่างๆจะฉวยโอกาสเข้ามาในลำไส้ และปรับตัวอยู่ในลำไส้ที่มีความเป็นกรดลดลงได้

กรดอินทรีย์มีความแตกต่างกับกรดอนินทรีย์ตรงที่กรดอนินทรีย์เป็นกรดที่ได้จากแร่ธาตุที่มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง ค่อนข้างอันตรายหากนำมาใช้ในสิ่งมีชีวิต เช่น กรดซัลฟิวริก กรดไนตริก การใช้กรดอินทรีย์จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการติดเชื้อในลำไส้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากกรดอินทรีย์สามารถเพิ่มความเป็นกรดภายในลำไส้, สามารถกำจัดเชื้อแบคทีเรีย, รา และโปรโตซัวที่ก่อโรคในทางเดินอาหาร และยังสามารถช่วยลดการใช้ยาปฏิชีวนะในการกำจัดเชื้อก่อโรคได้อีกด้วย ซึ่งกรดอินทรีย์เป็นกรดที่ได้จากธรรมชาติจึงไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ไม่มีปัญหาเรื่องสารตกค้าง

1. สมบัติทางกายภาพของกรดอินทรีย์

1.1 เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กและกลั่นเฉพาะตัว

1.2 เป็น โมเลกุล โควาลেন্টที่มีขั้ว คือ-COOH ส่วนที่ไม่มีขั้วคือส่วนของไฮโดเจน

คาร์บอน

1.3 กรดอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก เป็นของเหลวที่ละลายน้ำได้ดีมาก เพราะเป็นโมเลกุลที่มีขั้วเหมือนกับน้ำสามารถเกิดพันธะกับไฮโดรเจนของน้ำได้

1.4 เป็นกรดอ่อน แต่มีความแรงของกรดมากกว่าแอลกอฮอล์และฟีนอล เมื่อพิจารณาจากค่า K_a ที่มากกว่า ดังนั้นเมื่อละลายน้ำจึงแตกตัวให้อิออนมากกว่า

1.5 สารละลายกรดอินทรีย์สามารถละลายน้ำได้

1.6 จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง เนื่องจากเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลได้ และจุดเดือดและจุดหลอมเหลวจะสูงขึ้น เมื่อมวลโมเลกุลของกรดหรือจำนวนคาร์บอนเพิ่มขึ้น

2. ปฏิริยาที่สำคัญของกรดอินทรีย์

จากทฤษฎีการทำลายโดยการแตกตัว (Uncoupling theory) เมื่อกรดอินทรีย์เข้าไปยังเซลล์ของแบคทีเรียจะเกิดการแตกตัวให้ประจุบวก (H^+) ทำให้กรดภายในเซลล์แบคทีเรียสูงขึ้น

เซลล์แบคทีเรียก่อโรคซึ่งไม่ใช่เชื้อประจำถิ่นในลำไส้ไม่สามารถต้านทานความเป็นกรดได้ จะหยุดการเจริญเติบโตและตายไป

ทฤษฎีการสะสมประจุลบของแบคทีเรีย (Anion accumulation theory) เมื่อกรดอินทรีย์แตกตัวให้ประจุบวก (H^+) และประจุลบ ($RCOO^-$) ภายในเซลล์แบคทีเรีย แบคทีเรียจะมีการขับกรดตัวนี้ออกมา แต่การขับออกส่วนใหญ่จะได้แต่ประจุบวก (H^+) ทำให้ภายในเซลล์มีการสะสมของประจุลบ ($RCOO^-$) สูง และประจุลบเหล่านี้ก็มีความเป็นพิษต่อการสังเคราะห์โปรตีนภายในเซลล์ และการที่แบคทีเรียขับประจุบวก (H^+) ออกจากเซลล์นั้นยังต้องอาศัยพลังงานภายในเซลล์ (ATP) v อาจจะทำให้เซลล์สูญเสียพลังงานมากจนไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ในกระบวนการอื่นๆ หรือหากเซลล์ต้องขับกรดออกมาในปริมาณมากๆ เซลล์อาจสูญเสียพลังงานจนหมดและอาจทำให้เกิดการตายได้

3. การทำงานของกรดอินทรีย์ในลำไส้

เมื่อกรดอินทรีย์เข้าสู่ลำไส้จะเกิดการทำงานขึ้นสองอย่าง คือ ช่วยลดพีเอชในกระเพาะอาหารโดยเฉพาะในลำไส้เล็ก และทำการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแกรมลบ โดยการสลายตัวของกรด และผลิตภัณฑ์ของกลุ่มอะตอมที่มีประจุลบในเซลล์แบคทีเรียระหว่างช่วงเวลาการให้อาหารในปริมาณสูง เช่น เมื่อสัตว์ยังเล็กอยู่ หรือเมื่ออาหารที่ให้มามีโปรตีนสูง ระดับของ Hydrochloric acid ในกระเพาะอาหารจะลดลง ซึ่งมีผลกระทบต่อการกระตุ้นน้ำย่อยของโปรตีนและการย่อย ทำให้ระบบการย่อยเสียหาย การทำให้เป็นกรดในอาหาร จะเป็นการช่วยเหลือปัญหาในเรื่องการย่อยได้ (Eidelsburger, 1997) นอกจากนี้ การได้รับอาหารเสริมที่เป็นกรดอินทรีย์ยังแสดงให้เห็นว่าเป็นการทำให้เกิดการลดลงของพีเอชในส่วนของลำไส้ที่ถัดจากกระเพาะอาหารและคงสภาพของไนโตรเจน และเพิ่มธาตุอาหารในระบบย่อยอาหารด้วย (Overland *et al.*, 2000)

4. หน้าที่ในการเผาผลาญ

พลังงานที่ได้จากกรดอินทรีย์เกือบทั้งหมดเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปกรดอินทรีย์จะถูกดูดซึมผ่านลำไส้ใหญ่โดยการแพร่ กรดสายสั้นๆ สามารถถูกใช้เป็นทางผ่านสำหรับกระบวนการต่างๆไป รวมถึงการก่อให้เกิดพลังงาน เช่น กระบวนการผลิต ATP ในวัฏจักรของ citric พลังงานจำนวนมากในกรดอินทรีย์ถูกนำมาใช้เกือบทั้งหมดในการเผาผลาญ จึงเป็นสิ่งสำคัญในการคำนวณ

พลังงานนี้ในการจัดการอาหาร ตัวอย่างเช่น propionic acid จะมีพลังงานมากกว่าพลังงานที่มีในข้าวสาลี 1-5 เท่า (Diebold and Eidelsburger, 2006)

5. การศึกษาเกี่ยวกับกรดอินทรีย์ในการเลี้ยงสัตว์น้ำ

ปัจจุบันกระแสการต่อต้านในการใช้สารเคมีเพื่อฆ่าเชื้อโรคทั้งในส่วนที่ใช้กับน้ำและส่วนที่ผสมในอาหารให้สัตว์น้ำกินได้เพิ่มมากขึ้น เพื่อป้องกันหรือหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่องสารตกค้างในเนื้อสัตว์ที่จะนำมาบริโภค รวมทั้งการปัญหาการตกค้างในธรรมชาติอีกด้วยซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในระยะยาว และยังมีผลกระทบต่อการค้าระหว่างประเทศที่ให้ความสำคัญต่อคุณภาพของสินค้าที่ต้องปลอดสารตกค้างหรือสารต้องห้ามต่างๆตลอดระยะเวลาที่ทำการเลี้ยง

กรดสามารถช่วยเก็บรักษาปลาและอวัยวะในช่องท้องของปลา ในปัจจุบันมีการใช้กรดอินทรีย์กันอย่างแพร่หลาย และนอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้ในอาหารเลี้ยงปลาด้วย (Gildbert and Raa, 1977; Åsgård and Austreng, 1981) การวิจัยหลายครั้งได้ถูกนำมาใช้กับปลาต่างสายพันธุ์ รวมทั้งปลาที่กินเนื้อเป็นอาหารอย่าง rainbow trout, trout (*Oncorhynchus mykiss*), Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*), ปลาที่กินพืชเป็นอาหาร และปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ เช่น ปลาคู กุ้ง

Ringø (1991) ได้ศึกษาผลของการที่ได้รับอาหารเสริม ที่ได้มาจากเกลือโซเดียม ของ lactic acid และ propionic acid (ผสมในอาหารจำนวน 10 กิโลกรัมต่ออาหาร 1000 กิโลกรัม) นำไปทดสอบในปลา Arctic charr ในน้ำกร่อยที่มีอุณหภูมิของน้ำ 8 องศาเซลเซียส พบว่าปลาที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของเกลือ sodium lactate จะมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นจาก 310 กรัมเป็น 630 กรัมภายใน 84 วัน ขณะที่ปลาที่ถูกเลี้ยงโดยปราศจากโภชนาการเกลือโซเดียมมีน้ำหนักสูงสุดเพียงแค่ 520 กรัมเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Wet (2005) ได้ทำการศึกษาลูกปลา rainbow trout ขนาดเล็กที่ถูกเลี้ยงโดยการให้อาหารทดลอง 5 ชนิด เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม อาหารสามชนิดประกอบด้วย การผสมกรดอินทรีย์ 0.5, 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 1 ชนิดคืออาหารที่มีส่วนผสมของ AGP หลังสิ้นสุดการทดสอบจะสังเกตเห็นระดับการเจริญเติบโตที่ได้อย่างชัดของการผสมกรดอินทรีย์ในอาหาร ผลของการ

ผสมกรดอินทรีย์ที่ระดับ 1 และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนลูกปลาที่ให้ด้วยอาหาร AGP พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตใกล้เคียงกันกับในลูกปลาที่ได้รับอาหารที่ผสมด้วยกรดอินทรีย์ โดยในปัจจุบันมีการทดลองใช้กรดอินทรีย์ formic acid และ propionic acid อย่างแพร่หลายในฟาร์ม rainbow trout ประเทศตุรกี

Ramli *et al.* (2005) ได้ทดสอบ potassium diformate (เกลือ potassium จาก formic acid) ว่าเป็นตัวส่งเสริมการเจริญเติบโตในปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ในประเทศอินโดนีเซีย การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการให้อาหารปลาเป็นจำนวน 85 วัน โดยให้อาหารวันละ 6 ครั้ง โดยอาหารที่ให้ประกอบด้วยอาหารที่มีความเข้มข้นของ potassium diformate แตกต่างกันคือ 0, 2, 3 และ 5 กิโลกรัม ต่ออาหาร 1000 กิโลกรัม มีการใส่เชื้อ *V. anguillarum* ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU/วัน โดยเริ่มจากวันที่ 10 ของการเลี้ยง เป็นเวลา 20 วัน ตลอดระยะเวลาของการเลี้ยงจากวันที่ 1 ถึงวันที่ 85 พบว่าปลานิลที่ได้รับ potassium diformate มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นและอัตราการรอดที่ดีหลังจากใส่เชื้อ *V. anguillarum* เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

Owen *et al.* (2006) ได้ทดสอบเกลือโซเดียมของ butyric acid ที่ใช้เป็นอาหารในการเลี้ยงปลา *Clarias gariepinus* โดยผสมกับอาหารในอัตราส่วน 2 กิโลกรัมต่ออาหาร 1000 กิโลกรัม โปรตีนหลักในอาหารคืออาหารปลา และโปรตีนรองคือถั่วเหลืองสกัดไขมัน พบว่าปลาดุกที่เลี้ยงด้วยอาหารปลาที่ผสมกับกับ sodium butyric มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี มีการลดลงของ FCR เพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับปลาที่มีการควบคุม และพบว่าการเพิ่มขึ้นของแบคทีเรียแกรมบวกในกระเพาะอาหารของ *C. gariepinus* ทั้งในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง

Tung *et al.* (2006) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ sodium citrate โดยการผสมอาหาร ในอัตราส่วน sodium citrate จำนวน 5 กิโลกรัมต่ออาหาร 1000 กิโลกรัม ในการเจริญเติบโตของ กุ้ง Kuruma (*Masurpenaeus japonicus*) พบว่ากุ้งที่มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

อกนิษฐ์ และคณะ (2553) รายงานว่าการใช้กรดอินทรีย์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (กรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก) ในกุ้งขาวขนาด 2-3 กรัม ผสมในอาหารกุ้งและให้อาหารเป็นเวลา 7 วัน แล้วใส่เชื้อ *V. harveyi* ปริมาตร 10^3 cfu/ml พบว่ากุ้งที่ได้รับกรดอินทรีย์ในอาหารจะมีปริมาณของเชื้อ *V. harveyi* ต่ำกว่าชุดควบคุม และมีอัตราการรอดตายสูงกว่าชุดควบคุม ($p < 0.05$)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในการเลี้ยง กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) จำนวน 5 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 4 ซ้ำ เพื่อศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม ซึ่งแบ่งชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (control) คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติ

ชุดการทดลองที่ 2 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME 0.3 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME 0.6 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME 0.9 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME 1.2 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลา์ว 9 จากฟาร์มเอกชนที่ใช้ในการทดลองมาปรับสภาพ ก่อนเริ่มการทดลองเป็นระยะเวลา 3 วัน เมื่อครบกำหนดแล้วจึงทำการคัดเลือกลูกกุ้งที่มีขนาดเล็ก เลี้ยง และมีสุขภาพแข็งแรง มาเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร จำนวน 20 ถัง ที่บรรจุน้ำความเค็ม 25 พีพีที ปริมาตร 300 ลิตร มีการให้อากาศตลอดเวลาและควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ heater ให้อยู่ที่ 29 ± 1 องศาเซลเซียส โดยปล่อยกุ้งจำนวน 50 ตัวต่อถัง หรือในอัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร เปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนทุก 5 วัน ทำการให้อาหาร 4 มื้อต่อวัน

(8.00 น. 12.00 น. 16.00 น. และ 20.00 น.) การให้อาหารปรับตามน้ำหนักของกึ่งตามวิธีของชลอและพรเลิศ (2547)

อาหารและการให้อาหาร

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (control) คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติ

ชุดการทดลองที่ 2 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME
0.3 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME
0.6 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME
0.9 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME
1.2 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมอาหารทดลองผสม Baymix Latibon Plus ME ตามระดับความเข้มข้นที่กำหนด และทำการเคลื่อนบนอาหารปกติด้วยสารเหนียว ซึ่งในกลุ่มควบคุมทำการเคลื่อนอาหารด้วยสารเหนียวเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง จากนั้นจึงอาหารให้แก่ง่อนนำมาให้กึ่งที่ทำการทดลอง โดยอาหารที่ใช้เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งขนาดของเม็ดอาหารที่ให้จะให้อาหารตามเบอร์ของอาหารที่สัมพันธ์กับอายุและขนาดของกึ่ง โดยประมาณเจ็ดวันแรกให้อาหารที่เป็นอาหารสำหรับลูกกึ่งระยะโพสลาว่า ต่อมาให้เป็นอาหารเบอร์ 1 อาหารเบอร์ 2 และอาหารเบอร์ 3 ตามลำดับ โดยให้อาหาร 4 มื้อต่อวัน ในเวลา 8.00 น., 12.00 น., 16.00 น. และ 20.00 น. และมีการปรับอาหารตามน้ำหนักของกึ่งตามวิธีของชลอและพรเลิศ (2547)

การเตรียมน้ำ

น้ำที่นำมาใช้ในการอนุบาลลูกกึ่งใช้น้ำทะเลความเค็ม 25 พีพีที ทำการฆ่าเชื้อในน้ำด้วยคลอรีนผงในระดับความเข้มข้นประมาณ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และเปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลาเพื่อกำจัดคลอรีนที่หลงเหลืออยู่ออกจนหมดก่อนนำน้ำมาใช้ และใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์สำหรับตรวจสอบน้ำว่ามีคลอรีนหลงเหลืออยู่หรือไม่

การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ

มีการศึกษาคุณภาพน้ำในการทดลองเพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ค่า พีเอช ความเป็นต่าง แอมโมเนีย ไนไตรท์ หลังจากนั้นจะเก็บน้ำทุกๆ 5 วัน

- อุณหภูมิ (temperature) วัดโดยใช้เครื่อง YSI Pro20
- ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve oxygen) วัดโดยใช้เครื่อง YSI Pro20
- ความเค็ม (salinity) วัดโดยใช้ Salt Refractometer
- ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วัดโดยใช้เครื่องวัดพีเอชรุ่น Ecoscan pH 5
- ความเป็นด่าง (total alkalinity) วัดโดยใช้วิธี titration (APHA *et al.*, 1995)
- ปริมาณแอมโมเนียรวม (total ammonia-nitrogen) วัดโดยใช้วิธี phenol-hypochlorite method (APHA *et al.*, 1995)
- ปริมาณไนไตรท์ (nitrite-nitrogen) วัดโดยใช้วิธีของ APHA *et al.* (1995)

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

ตลอดระยะเวลาเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งขาวในแต่ละถัง ถึง ถึงละ 10 ตัว ในทุกๆ 10 วัน และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งขาวในแต่ละชุดการทดลอง

การศึกษาอัตราการรอดตาย

ทำการนับจำนวนกุ้งแต่ละถังเมื่อสิ้นสุดการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดในแต่ละชุดการทดลอง ประเมินอัตราการรอดโดยคำนวณตามสูตร ดังนี้

$$\% \text{ อัตรารอดของลูกกุ้ง} = \frac{\text{จำนวนกุ้งที่รอด}}{\text{จำนวนกุ้งที่ปล่อยลงเลี้ยงทั้งหมด}} \times 100$$

2. การศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (completely randomized design) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลอง โดยใช้ถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 500 ลิตร ทั้งหมด 30 ถัง โดยแบ่งชุดการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ซึ่งทำการแบ่งในแต่ละชุดการทดลองเป็นถังควบคุม 3 ถัง และใส่เชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* ที่อัตราความเข้มข้น 10^4 CFU/มิลลิลิตร (ความเข้มข้นปริมาณนี้พบได้ทั่วไปในการเลี้ยงกุ้งแบบธรรมชาติ) ลงในอีก 3 ถังที่เหลือหลังจากทำการทดลองได้ 7 วัน และทำการศึกษาแบคทีเรีย ศึกษาเนื้อเยื่อ และศึกษาอัตราการเจริญเติบโตทุกๆ 10 วัน มีการศึกษาอัตราการตายและพฤติกรรมการตอบสนองในระหว่างการทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

นำกุ้งขาวแวนนาไมน้ำหนักประมาณ 2-3 กรัม (หรือประมาณ 30-50 วัน) ปรับสภาพประมาณ 7 วันก่อนที่จะใช้ในการทดลอง เมื่อครบกำหนดแล้วจึงทำการคัดเลือกกุ้งที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีสุขภาพแข็งแรง มาเลี้ยงในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 500 ลิตร จำนวน 30 ถัง ที่บรรจุน้ำความเค็ม 25 พีพีที ปริมาตร 400 ลิตร มีการให้อากาศตลอดเวลาและควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ heater ให้อยู่ที่ 29 ± 1 องศาเซลเซียส โดยปล่อยกุ้งจำนวน 40 ตัว ต่อถัง หรือในอัตราความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร เปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอนทุก 5 วัน ให้อาหาร 4 มื้อ/วัน (8.00 น. 12.00 น. 16.00 น. และ 20.00 น.) อัตราการให้อาหารอยู่ที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน

อาหารและการให้อาหาร

ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (control) คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติ

ชุดการทดลองที่ 2 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME 0.3 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME 0.6 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME
0.9 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5 คือ ชุดอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม Baymix Latibon Plus ME
1.2 เปอร์เซ็นต์

เตรียมอาหารทดลองผสม Baymix Latibon Plus ME ตามระดับความเข้มข้นที่กำหนด และ
เคลื่อนบนอาหารปกติด้วยสารเหนียว ซึ่งในกลุ่มควบคุมเคลื่อนอาหารด้วยสารเหนียวเช่นเดียวกับ
กลุ่มทดลอง จากนั้นผึ่งอาหารให้แห้งก่อนนำมาให้กึ่งที่ทำการทดลอง โดยอาหารที่ใช้เป็น
อาหารเม็ดสำเร็จรูปตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งขนาดของเม็ดอาหารที่ให้จะให้ตามเบอร์ของ
อาหารที่สัมพันธ์กับอายุและขนาดของกึ่ง ให้อาหาร 4 มื้อต่อวัน ในเวลา 8.00 น., 12.00 น., 16.00
น. และ 20.00 น. และมีการปรับอาหารตามน้ำหนักของกึ่งตามวิธีของชลอและพรเล็ค (2547)

การเตรียมน้ำ

น้ำที่นำมาใช้ในการอนุบาลลูกกึ่งใช้น้ำทะเลความเค็ม 25 พีพี ทำการฆ่าเชื้อน้ำด้วยคลอรีน
ในระดับความเข้มข้นประมาณ 30 มิลลิกรัมต่อลิตร และเปิดเครื่องให้อากาศตลอดเวลาเพื่อกำจัด
คลอรีนที่หลงเหลืออยู่ออกจนหมดก่อนนำน้ำมาใช้ และใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์สำหรับ
ตรวจสอบน้ำว่ามีคลอรีนหลงเหลืออยู่หรือไม่

การศึกษาคุณภาพน้ำบางประการ

ในระหว่างการทดลองมีการศึกษาคุณภาพน้ำในการทดลองเพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ค่า
พีเอช ความเป็นด่าง แอมโมเนีย ไนไตรท์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากถังทดลองมาวิเคราะห์ใน
ห้องปฏิบัติการในทุก 7 วัน โดยวิธีการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

การศึกษาแบคทีเรีย

เมื่อใส่เชื้อแบคทีเรียลงในถังทดลองชุดการทดลองละ 3 ถัง จากนั้นทำการสุ่มกึ่งในแต่ละ
ถังมาจำนวน 5 ตัว เพื่อการศึกษาแบคทีเรีย โดยนำตัวอย่างเลือด 0.25 มิลลิตร จากขาเดินคู่ที่ 3
ด้วยเข็มฉีดยาขนาด 1.0 มิลลิตร ผสมสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด ในอัตราส่วนเลือดต่อสาร

ป้องกันการแข็งตัวของเลือดเท่ากับ 1:1 จากนั้นทำการนับจำนวนแบคทีเรีย *V. harveyi* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS agar โดยจะนำน้ำตัวอย่างมาทำการเจือจางด้วยน้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ด้วยวิธีการเจือจางครั้งละ 10 เท่า (ten-folded dilutions) ก่อนมา spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นสังเกตลักษณะ สี และปริมาณโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ จดบันทึกผลการทดลอง และทำการศึกษานับจำนวนแบคทีเรีย *V. harveyi* ในทุกวันที่ 10, 20 และ 30

การศึกษาทางเนื้อเยื่อ (Histological study)

สุ่มกุ้งในแต่ละถังจำนวนถึงละ 5 ตัว จากนั้นนำตัวอย่างกุ้งนำไปดองใน Davidson's fixative และจากนั้นนำไปผ่านกระบวนการการศึกษาเนื้อเยื่อโดยวิธีของ Bell and Lighter (1998)

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโต

สุ่มชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งขาวในแต่ละถัง ถึงละ 10 ตัว ในทุกๆ 10 วัน ตลอดระยะเวลาการเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน และเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งขาวในแต่ละชุดการทดลองชุด และศึกษาอัตราการตายและพฤติกรรมการตอบสนองในระหว่างการทดลอง

3. การศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

การวางแผนการทดลอง

การศึกษาประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน โดยการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีในอาหาร โดยการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis) เพื่อหาโปรตีนสุทธิ (protein) ทำการทดลองโดย เมื่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในการทดลองที่ 1 ครบ 30 วัน จนกุ้งมีน้ำหนักเฉลี่ยน้ำหนักประมาณ 2-3 กรัม เก็บรวบรวมมูลกุ้งในแต่ละถัง เปลี่ยนถ่ายน้ำประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และทำความสะอาดพื้นถังก่อนให้อาหารมื้อแรก หลังจากให้อาหารแต่ละมื้อทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เก็บอาหารที่กุ้งกินเหลือและมูลกุ้ง นำไปไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส ทุกวันเป็นเวลา 30 วัน นำมูลกุ้งที่ได้และอาหารเม็ดสำเร็จรูปในแต่ละชุดการทดลองไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีใน

อาหาร โดยวิธี In house method: TE-CH-012 based on AOAC (2005) 981.10 สมการที่ใช้ในการประเมิน

ประสิทธิภาพการย่อยสารอาหาร(%) (De silva and Anderson, 1995)

$$= 100 \times \frac{(\text{ปริมาณสารอาหารในอาหารที่กิน} - \text{ปริมาณสารอาหารในมูล})}{\text{ปริมาณสารอาหารในอาหารที่กิน}}$$

วิเคราะห์สถิติ (Statistical analysis)

หลังการทดลองนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการรอดและอัตราการเจริญเติบโตระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test และ T-Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ (อนันต์ชัย, 2542)



ภาพที่ 1 ถังไฟเบอร์กลาสทดลองในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยธุรกิจ
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 ลักษณะของกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME



ภาพที่ 3 อาหารกุ้งขาวแวนนาไมปกติ



ภาพที่ 4 อาหารกุ้งขาวแวนนาไมที่ผสมกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

1. สถานที่ทำการวิจัย

ศูนย์วิจัยธุรกิจเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาทำการวิจัย

ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 – ธันวาคม พ.ศ. 2555

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การศึกษานี้สามารถนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประยุกต์ใช้อาหารสังเคราะห์ที่มี
ส่วนผสมของกรดหลายชนิด ได้แก่ formic acid ,citric acid ,lactic acid และ malic acid ที่มีผลต่อ
การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* และเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย
และประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนของกุ้งขาวแวนนาไม

แหล่งทุนสนับสนุน

บริษัทไบเออร์ไทย จำกัด

ผลและวิจารณ์

1. ศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายในการเลี้ยง กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

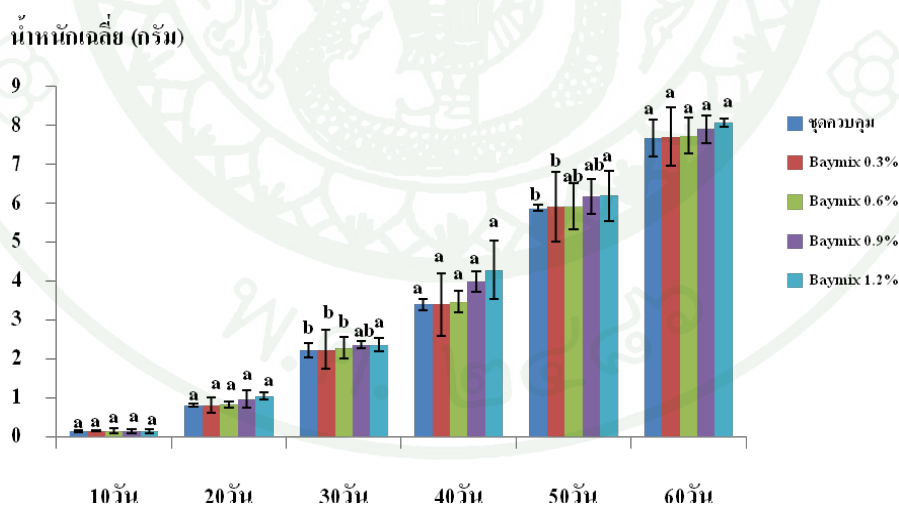
หลังจากเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 12 เป็นเวลา 60 วัน ภายในห้องปฏิบัติการ ด้วยอาหารสำเร็จรูปปกติที่ผสม (ชุดควบคุม) และชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบว่าเมื่อเลี้ยงกุ้งครบ 60 วัน น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งในชุดควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 7.71 ± 0.75 , 7.74 ± 0.46 , 7.91 ± 0.36 และ 8.08 ± 0.10 กรัม ตามปริมาณความเข้มข้นของ Baymix Latibon Plus ME ที่ได้รับ และกุ้งในชุดควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 7.68 ± 0.47 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงไว้ในตารางที่ 1 ภาพที่ 5

ตารางที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

ระยะเวลา (วัน)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
0	0.02 ± 0.03^a	0.02 ± 0.03^a	0.02 ± 0.03^a	0.02 ± 0.03^a	0.02 ± 0.03^a
10	0.15 ± 0.02^a	0.16 ± 0.01^a	0.16 ± 0.08^a	0.15 ± 0.05^a	0.15 ± 0.05^a
20	0.82 ± 0.04^b	0.81 ± 0.20^b	0.83 ± 0.08^b	0.99 ± 0.23^{ab}	1.06 ± 0.09^a
30	2.23 ± 0.18^a	2.25 ± 0.50^a	2.29 ± 0.27^a	2.37 ± 0.09^a	2.38 ± 0.17^a
40	3.41 ± 0.14^b	3.41 ± 0.81^b	3.48 ± 0.28^{ab}	3.99 ± 0.27^{ab}	4.30 ± 0.76^a
50	5.88 ± 0.08^a	5.92 ± 0.89^a	5.93 ± 0.60^a	6.18 ± 0.44^a	6.20 ± 0.60^a
60	7.68 ± 0.47^a	7.71 ± 0.75^a	7.74 ± 0.46^a	7.91 ± 0.36^a	8.08 ± 0.10^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาผลของการใช้กรดอินทรีย์ในการเลี้ยงกุ้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้ วรวุฒิ (2555) ศึกษาผลของกรดอินทรีย์(กรดฟอร์มิกและกรดเบนโซอิก) 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ในกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์ว่า 12 ที่ผสมในอาหารกุ้งและเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งในชุดควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่อกนิษฐ์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาการใช้กรดอินทรีย์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (กรดฟอร์มิกและกรดโพธิ์โอนิก)ในกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์ว่า 12 ที่ผสมในอาหารกุ้งและเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งในชุดควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ Tung *et al.* (2006) ได้การศึกษาเกี่ยวกับ sodium citrate โดยการผสมอาหารด้วย sodium citrate 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในการเจริญเติบโตของ กุ้ง Kuruma (*Masurpenaeus japonicus*) พบว่ากุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ อาหารผสม Baymix Latibon Plus ME มีคุณสมบัติเป็นกรด ส่งผลให้ pH ในลำไส้กุ้งลดลง ทำให้เอนไซม์ต่างๆทำงานได้ดีขึ้นรวมทั้งเป็นผลดีต่อจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่เป็นเชื้อภายในลำไส้กุ้งส่งผลต่ออัตราการย่อยและการดูดซึมที่เพิ่มขึ้น ทำให้กุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME เจริญเติบโตได้ดีกว่ากุ้งชุดควบคุมที่ไม่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ผสมในอาหาร



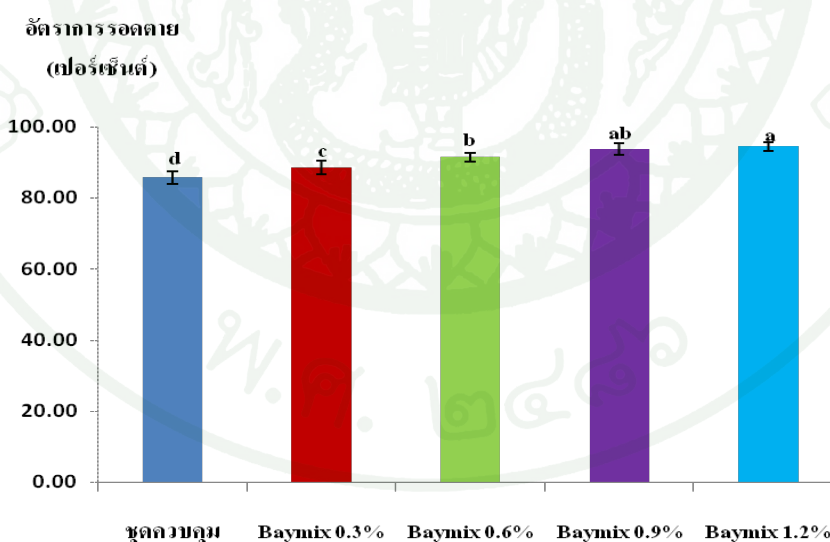
ภาพที่ 5 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

เมื่อเลี้ยงครบ 60 วัน พบว่าอัตราการรอดตายของกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในแต่ละความเข้มข้นมีค่าเท่ากับ 88.50 ± 1.91 , 91.50 ± 1.29 , 93.75 ± 1.71 และ 94.5 ± 1.29 เปอร์เซ็นต์ และกุ้งในชุดควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ย 85.75 ± 1.71 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แสดงไว้ในตารางที่ 2 ภาพที่ 6

ตารางที่ 2 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

ระยะเวลา (วัน)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
60	85.75 ± 1.71^d	88.50 ± 1.91^c	91.50 ± 1.29^b	93.75 ± 1.71^{ab}	94.5 ± 1.29^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 6 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

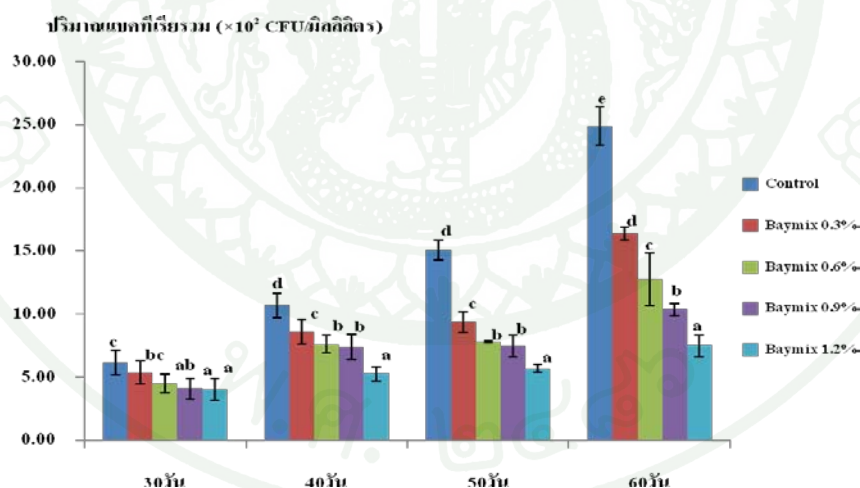
ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการทดลองของวรวุฒิ (2555) ซึ่งศึกษาผลของกรดอินทรีย์ (กรดฟอร์มิกและกรดเบนโซอิก) 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ในกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสลาร์วา 12 ที่ผสมในอาหารกุ้งและเลี้ยงเป็นเวลา 60 วันพบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสม กรดอินทรีย์มีอัตราการรอดตายสูงกว่ากุ้งในชุดควบคุม และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่แตกต่างกับผลการทดลองของอกนิษฐ์ (2553) ซึ่งรายงานว่าการใช้กรดอินทรีย์ 1 เปอร์เซ็นต์ (กรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก) ในกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสลาร์วา 12 โดยผสม ในอาหารกุ้งและเลี้ยงให้อาหารเป็นเวลา 60 วันพบว่าอัตราการรอดตายของกุ้งในชุดควบคุมและชุด ทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากการที่กรดอินทรีย์มีผลต่อการยับยั้ง การเจริญของแบคทีเรียที่ก่อโรคโดยกรดอินทรีย์สามารถแทรกผ่านผนังเซลล์เข้าไปในเซลล์ แบคทีเรียได้ (Rot and Kirchgessner, 1989) จึงทำให้กุ้งแข็งแรงและมีอัตราการรอดตายของสูงกว่า กุ้งในกลุ่มควบคุม ในขณะที่ศรีสกุล (2539) กล่าวว่า การเสริมกรดอินทรีย์ในอาหารช่วยเพิ่มความ เป็นกรดภายในลำไส้ และทำให้อาหารมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น สามารถกำจัดเชื้อโรคที่เข้าไปทำ อันตรายในลำไส้กุ้ง นอกจากนี้ทำให้ภายในลำไส้กุ้งมีพื้นที่ดูดซึมสารอาหารเพิ่มขึ้นกุ้งจึงสามารถ ใช้ประโยชน์จากอาหารได้ดีและสุขภาพที่แข็งแรง

จากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวมทั้งหมดในเลือดกุ้งขาวแวนนาไม ระหว่างชุดควบคุมกับชุดทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับพบว่าเมื่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเป็นระยะเวลา 60 วัน โดยปริมาณ แบคทีเรียรวมในเลือดกุ้งของทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยง โดย เพิ่มขึ้นตามปริมาณการสะสมของตะกอนและของเสียจากการขับถ่ายในระหว่างการเลี้ยงและเมื่อ สิ้นสุดการทดลองปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือดกุ้งของทุกชุดการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในแต่ละความ เข้มข้นมีปริมาณแบคทีเรียน้อยกว่ากุ้งในชุดควบคุมที่ไม่มีการผสม Baymix Latibon Plus ME ใน อาหาร ซึ่งมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียมากที่สุด คือ $24.89 \pm 1.51 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร โดยที่กุ้งชุดที่ได้รับ อาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีปริมาณแบคทีเรีย น้อยลงเมื่อได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ในความเข้มข้นที่สูงขึ้น มีค่าเท่ากับ $16.41 \pm 0.54 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร, $12.75 \pm 2.13 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร, $10.36 \pm 0.49 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร และ $7.50 \pm 0.87 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร ตามลำดับ แสดงไว้ในตารางที่ 3 ภาพที่ 7

ตารางที่ 3 ปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิลิตร) ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือด ($\times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร)				
	Control	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
30	6.16 $\pm$ 0.99 ^c	5.36 $\pm$ 0.92 ^{bc}	4.52 $\pm$ 0.72 ^{ab}	4.08 $\pm$ 0.83 ^a	4.04 $\pm$ 0.88 ^a
40	10.68 $\pm$ 0.93 ^d	88.62 $\pm$ 0.98 ^c	7.62 $\pm$ 0.69 ^b	7.42 $\pm$ 0.99 ^b	5.82 $\pm$ 0.57 ^a
50	15.08 $\pm$ 0.79 ^d	9.37 $\pm$ 0.83 ^c	7.79 $\pm$ 0.06 ^b	7.48 $\pm$ 0.86 ^b	5.70 $\pm$ 0.34 ^a
60	24.89 $\pm$ 1.51 ^c	16.41 $\pm$ 0.54 ^d	12.75 $\pm$ 2.13 ^c	10.36 $\pm$ 0.49 ^b	7.50 $\pm$ 0.87 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 7 ปริมาณแบคทีเรียรวมในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิลิตร) ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

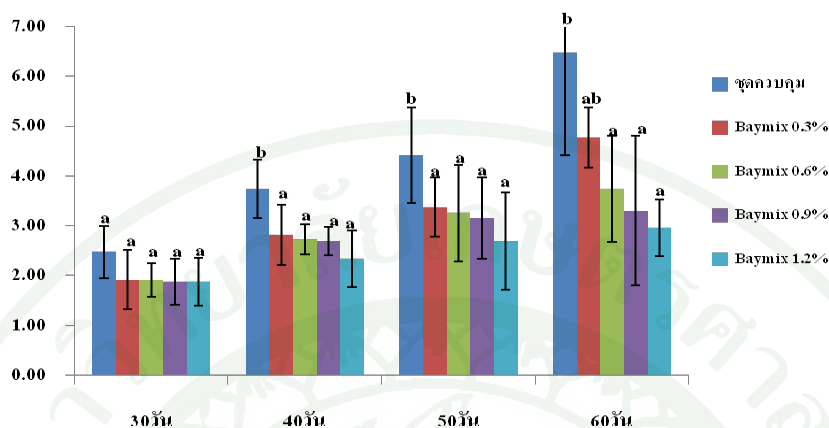
การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเชื้อไวรัสทั้งหมดในเลือดกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างชุดควบคุมกับชุดทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME พบว่าปริมาณเชื้อไวรัสใน

เลือดกึ่งของทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยงเช่นเดียวกับปริมาณแบคทีเรียรวม โดยที่กุ้งชุดที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME มีปริมาณเชื้อไวรัสในเลือดน้อยกว่ากุ้งในชุดควบคุมที่มีปริมาณไวรัสโอมากที่สุด คือ $6.48 \pm 2.05 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในแต่ละความเข้มข้นแสดงไว้ในตารางที่ 4 ภาพที่ 8 คือมีค่าเท่ากับ $4.78 \pm 1.23 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร, $3.74 \pm 1.06 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร, $3.31 \pm 1.50 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร และ $2.96 \pm 0.57 \times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร โดยลดลงตามปริมาณความเข้มข้นของ Baymix Latibon Plus ME ที่ผสมในอาหารตามลำดับ

ตารางที่ 4 ปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิลิตร) ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันตลอดระยะเวลา 60 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ปริมาณแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือด ($\times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
30	2.48 ± 0.52^a	1.92 ± 0.36^a	1.92 ± 0.33^a	1.88 ± 0.46^a	1.88 ± 0.48^a
40	3.75 ± 0.59^b	2.82 ± 0.70^a	2.73 ± 0.03^a	2.70 ± 0.28^a	2.34 ± 0.57^a
50	4.42 ± 0.96^b	3.38 ± 0.97^a	3.26 ± 0.97^a	3.16 ± 0.81^a	2.70 ± 0.98^a
60	6.48 ± 2.05^b	4.78 ± 1.23^{ab}	3.74 ± 1.06^a	3.31 ± 1.50^a	2.96 ± 0.57^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ปริมาณแบคทีเรียรวม ($\times 10^3$ CFU/มิลลิลิตร)

ภาพที่ 8 ปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไม (CFU/มิลลิลิตร) ที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน

ผลจากการศึกษาพบว่า การให้อาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME สามารถลดปริมาณแบคทีเรียรวมและแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดกุ้งในระหว่างการเลี้ยงได้ เนื่องจากอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME มีคุณสมบัติเป็นกรด ส่งผลให้ค่า pH ในกระเพาะอาหารกุ้งลดลง แบคทีเรียแกรมลบอย่างเช่น *Vibrio* จะถูกยับยั้งการเจริญเติบโตเมื่ออยู่ในสภาวะที่ pH ต่ำ สอดคล้องกับผลการทดลองของ Ramli *et al.* (2005) ได้ทดสอบ potassium diformate (เกลือ potassium จาก formic acid) ต่อการเจริญเติบโตของปลาไนล์ (*Oreochromis niloticus*) โดยทำการให้อาหารปลา 85 วัน ด้วยอาหารที่มีความเข้มข้นของ potassium diformate แตกต่างกันคือ 0, 0.2, 0.3 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีการใส่เชื้อ *V. anguillarum* ที่ความเข้มข้น 10^5 CFU/วัน โดยเริ่มจากวันที่ 10 ของการเลี้ยง เป็นเวลา 20 วัน พบว่าปลาไนล์ที่ได้รับ potassium diformate มีอัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น และอัตราการรอดที่ดี หลังจากใส่เชื้อ *V. anguillarum* เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม, Vazquez *et al.* (2005) รายงานว่า lactic acid ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ชนิดหนึ่ง สามารถยับยั้งเชื้อ *V. alginolyticus*, *V. pelagicus* และ *V. Anguillarum* นอกจากนี้ ออณิษฐ์ (2553) รายงานว่าการใช้กรดอินทรีย์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (กรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก) ทดลองในกุ้งขาวขนาด 2-3 กรัม ผสมในอาหารกุ้งและให้อาหารเป็นเวลา 7 วัน แล้วใส่เชื้อ *V. harveyi* ปริมาตร 10^3 CFU/มิลลิลิตร พบว่ากุ้งที่ได้รับกรดอินทรีย์ในอาหารจะมีปริมาณของเชื้อ *V. harveyi* ต่ำกว่าชุดควบคุม และมีอัตราการตายสูงกว่า

ชุดควบคุม จากข้อมูลดังกล่าวแสดงว่ากรดอินทรีย์มีประโยชน์และน่าจะใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม Vibrio ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแทนการใช้สารเคมีและยาปฏิชีวนะ

ผลจากการศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 5 โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในทุกสัปดาห์ ได้แก่ ค่าความเป็นด่าง แอมโมเนียรวม ไนโตรที่พีเอช ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเค็ม และอุณหภูมิ พบว่าคุณสมบัติของน้ำในทุกพารามิเตอร์ของชุดควบคุมและชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน และอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ชลอ และพรเลิศ, 2547)

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 60 วัน ในห้องปฏิบัติการ

คุณสมบัติของน้ำ	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	138.50±2.52 ^a	139.75±2.63 ^a	141.00±2.58 ^a	140.50±1.91 ^a	141.50±2.52 ^a
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.13±0.04 ^a	0.13±0.01 ^a	0.12±0.03 ^a	0.13±0.02 ^a	0.14±0.01 ^a
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.01±0.005 ^a	0.01±0.005 ^a	0.01±0.005 ^a	0.01±0.005 ^a	0.01±0.005 ^a
พีเอช	7.57±0.16 ^a	7.53±0.03 ^a	7.60±0.04 ^a	7.68±0.12 ^a	7.66±0.02 ^a
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.68±0.14 ^a	4.94±0.17 ^a	4.79±0.13 ^a	4.68±0.10 ^a	4.75±0.25 ^a
ความเค็ม (พีพีที)	25.50±1.00 ^a	25.25±0.96 ^a	25.50±1.29 ^a	25.20±0.58 ^a	25.25±1.26 ^a
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30.54±0.37 ^a	30.50±0.36 ^a	30.30±0.34 ^a	30.61±0.35 ^a	30.91±0.36 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2.ศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

หลังจากเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมน้ำหนัก 2-3 กรัม ด้วยอาหารสำเร็จรูปปกติ และอาหารที่ผสมกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน คือ ที่ระดับความเข้มข้น 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 7 วัน หลังจากนั้นเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* ลงในถังเลี้ยงกุ้งในแต่ละชุดการทดลองจำนวน 3 ถังให้ได้ความเข้มข้น 10^4 CFU/มิลลิลิตร และอีก 3 ถัง ในแต่ละชุดการทดลองที่ทำการเลี้ยงปกติไม่มีการเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* ในวันที่ 10, 20 และ 30 ของการทดลอง เก็บตัวอย่างกุ้งเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และปริมาณแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดกุ้งขาวแวนนาไม

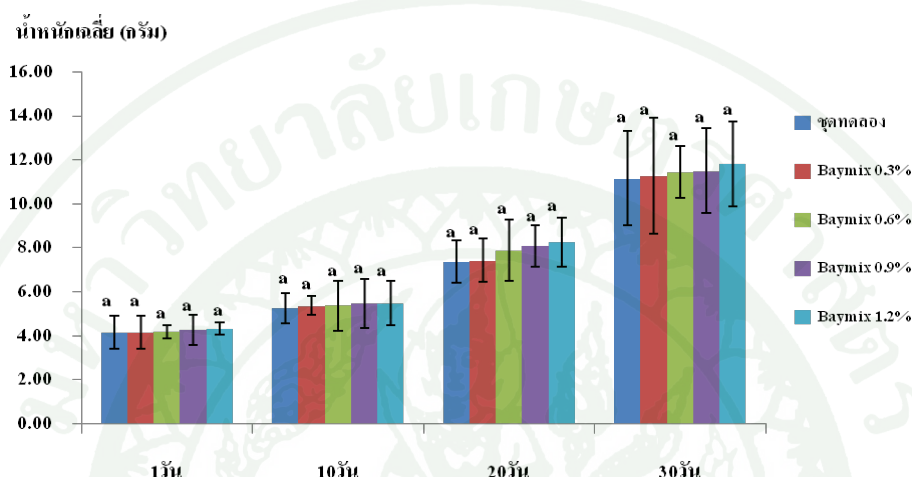
ตารางที่ 6 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
0	4.17±0.74 ^a	4.18±0.75 ^a	4.200.31 ^a	4.270.68 ^a	4.340.29 ^a
10	5.27±0.69 ^a	5.38±0.69 ^a	5.39±1.13 ^a	5.49±1.12 ^a	5.89±1.01 ^a
20	7.38±0.96 ^a	7.44±0.99 ^a	4.91±1.39 ^a	8.11±0.94 ^a	8.28±1.11 ^a
30	11.17±2.14 ^a	11.29±2.62 ^a	11.45±1.17 ^a	11.51±1.93 ^a	11.83±1.93 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมในแต่ละชุดการทดลอง ที่มีการเลี้ยงแบบปกติโดยไม่มีการเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* พบว่าเมื่อเลี้ยงกุ้งครบ 30 วัน น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งในชุดควบคุม โดยมีค่าเท่ากับ 11.29±2.62, 11.45±1.17, 11.45±1.17 และ 11.83±1.93 กรัม ตามปริมาณความเข้มข้นของ Baymix Latibon Plus ME ที่ได้รับ และกุ้งในชุดควบคุมมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 11.17±2.14 กรัม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แสดงไว้ในตารางที่ 6 ภาพที่ 9 เช่นเดียวกับผลการ

ทดลองที่ 1 กุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่ากุ้งชุดควบคุม โดยกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)



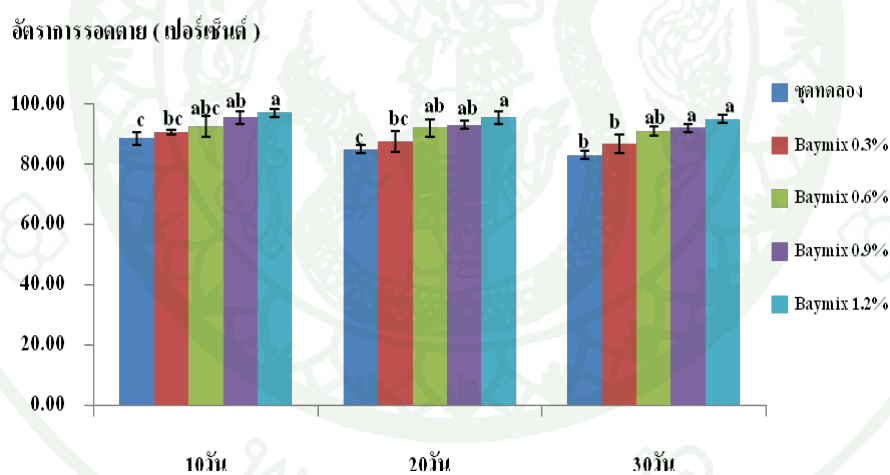
ภาพที่ 9 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน

อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมในแต่ละชุดการทดลอง หลังจากการเลี้ยง 30 วัน แสดงไว้ใน ตารางที่ 7 ภาพที่ 10 โดยกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายสูงสุด คือ 95.00 ± 1.41 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 0.6 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการรอดตาย คือ 91.00 ± 1.41 เปอร์เซ็นต์ และ 92.00 ± 1.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดควบคุมและชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตาย คือ 83.00 ± 1.41 เปอร์เซ็นต์ และ 86.67 ± 3.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 7 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา (วัน)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
10	88.50±2.12 ^c	90.50±0.71 ^{bc}	92.50±3.54 ^{ab}	95.00±2.12 ^{ab}	97.0±0.41 ^a
20	85.00±1.41 ^c	87.50±3.54 ^{bc}	92.00±2.83 ^{ab}	93.00±1.41 ^{ab}	95.50±2.12 ^a
30	83.00±1.41 ^b	86.67±3.14 ^b	91.00±1.41 ^a	92.00±1.41 ^a	95.00±1.41 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



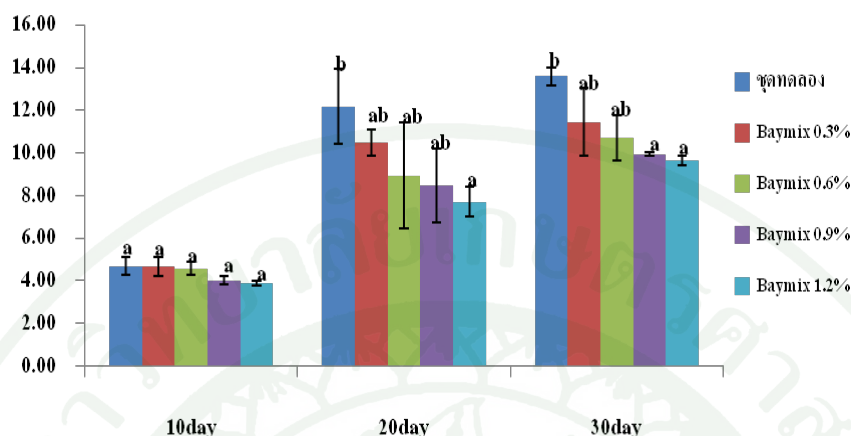
ภาพที่ 10 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน

การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณเชื้อไวรัสโทั้งหมดในเลือดกุ้งขาวแวนนาไมระหว่างชุดควบคุมกับชุดทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระหว่างการเลี้ยง พบว่าปริมาณเชื้อไวรัสโในเลือดกุ้งของทุกชุดการทดลองมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการเลี้ยง ซึ่งในช่วง 10 วันแรกปริมาณเชื้อไวรัสโในชุดควบคุมและชุดการทดลองมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อเลี้ยงไป 20 วันพบว่ากุ้งชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อไวรัสโน้อยในเลือดที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงเป็นเวลา 30 วัน โดยที่กุ้งชุดที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อไวรัสโในเลือดน้อยกว่า คือ $9.96\pm0.099\times10^2$ CFU/มิลลิลิตร และ $9.69\pm0.22\times10^2$ CFU/มิลลิลิตร ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งในชุดควบคุมที่มีปริมาณไวรัสโมากที่สุด คือ $13.60\pm0.44\times10^2$ CFU/มิลลิลิตร แสดงไว้ในตารางที่ 8 ภาพที่ 11

ตารางที่ 8 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน

ระยะเวลา(วัน)	ปริมาณแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือด ($\times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
10	4.70 ± 0.42^a	4.67 ± 0.45^a	4.57 ± 0.31^a	4.02 ± 0.81^a	3.88 ± 0.13^a
20	12.20 ± 1.75^b	10.49 ± 0.62^a	8.94 ± 2.50^{ab}	8.49 ± 1.72^{ab}	7.72 ± 0.72^a
30	13.60 ± 0.44^b	11.47 ± 1.60^{ab}	10.70 ± 1.07^{ab}	9.96 ± 0.09^a	9.69 ± 0.22^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม ($\times 10^2$ CFU/มิลลิลิตร)ภาพที่ 11 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล *Vibrio*. ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ

Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน

น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมหลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V.harveyi* $\times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.91 ± 1.17 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุมและกุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย คือ 8.31 ± 0.40 กรัม และ 8.59 ± 0.93 กรัม ตามลำดับ และ ไม่มีความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบกุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสมกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่ 0.6 เปอร์เซ็นต์ และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ที่มีน้ำหนักเฉลี่ย คือ 8.89 ± 1.5 กรัม และ 9.20 ± 0.49 กรัม ตามลำดับ แสดงไว้ในตารางที่ 9 ภาพที่ 12

การศึกษานี้สอดคล้องกับผลการทดลองของวรวิฑูรี (2555) ศึกษาผลของกรดอินทรีย์ (กรดฟอร์มิกและกรดเบนโซอิก) 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ในกุ้งขาวแวนนา 3-4 กรัม ที่ผสมในอาหารกุ้งและเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน และเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* $\times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม และอกนิษฐ์ (2553) ศึกษาผลการใช้กรดอินทรีย์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (กรดฟอร์มิกและกรดโพรพิโอนิก) ในกุ้งขาวแวนนา 3-4 กรัม ที่ผสมในอาหารกุ้งและเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน และเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* $\times 10^3$ CFU/มิลลิลิตร พบว่ากุ้งที่ได้รับ

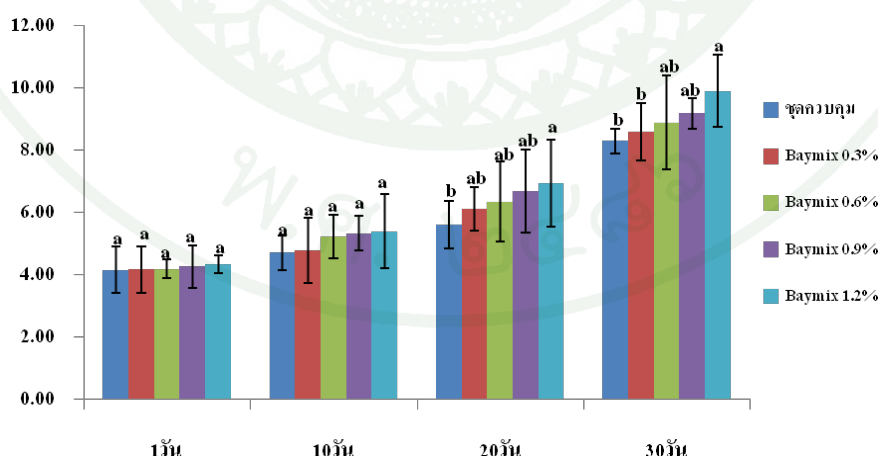
อาหารผสมกรดอินทรีย์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยมากที่สุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดควบคุม

ตารางที่ 9 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* (10^4 CFU/ml)

ระยะเวลา (วัน)	น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
0	4.17±0.74 ^a	4.18±0.75 ^a	4.20±0.31 ^a	4.27±0.68 ^a	4.34±0.29 ^a
10	4.72±0.56 ^a	4.79±1.04 ^a	5.22±0.69 ^a	5.34±0.56 ^a	5.41±1.19 ^a
20	5.61±0.77 ^b	6.12±0.71 ^{ab}	6.36±1.29 ^{ab}	6.69±1.34 ^{ab}	6.95±1.40 ^a
30	8.31±0.40 ^b	8.59±0.93 ^b	8.89±1.51 ^{ab}	9.20±0.49 ^{ab}	9.91±1.17 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

น้ำหนักเฉลี่ย (กรัม)



ภาพที่ 12 น้ำหนักเฉลี่ยของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* (10^4 CFU/ml)

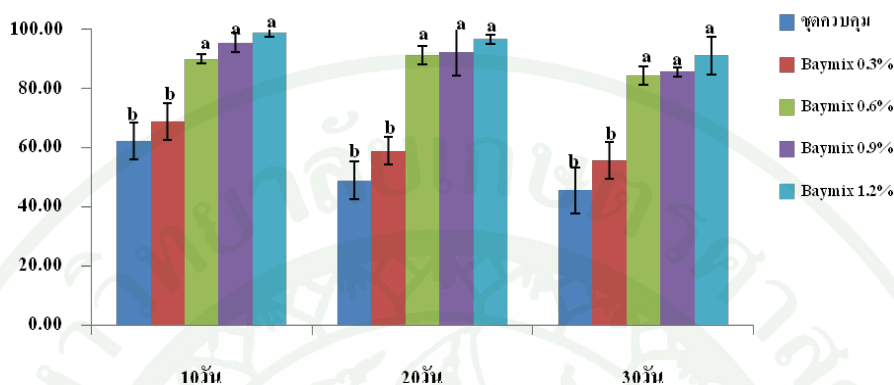
อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมในแต่ละชุดการทดลอง หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V.harveyi* $\times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร แสดงไว้ในตารางที่ 10 ภาพที่ 13 พบว่าหลังจากการใส่เชื้อ 10 วัน กุ้งในชุดควบคุมและกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายต่ำกว่า และความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายสูงสุด คือ 91.11 ± 6.29 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 0.6 และ 0.9 เปอร์เซ็นต์ ที่มีอัตราการรอดตาย คือ 84.44 ± 3.14 เปอร์เซ็นต์ และ 85.56 ± 1.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุมและชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ที่ระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตาย คือ 45.56 ± 7.86 เปอร์เซ็นต์ และ 55.56 ± 6.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่ต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* (10^4 CFU/ml)

ระยะเวลา (วัน)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
10	62.2 ± 36.29^b	68.89 ± 6.29^b	90.00 ± 6.25^a	95.56 ± 3.15^a	98.89 ± 1.57^a
20	48.89 ± 6.29^b	58.89 ± 4.71^b	91.11 ± 3.14^a	92.23 ± 7.86^a	96.67 ± 1.57^a
30	45.56 ± 7.86^b	55.56 ± 6.29^b	84.44 ± 3.14^a	85.56 ± 1.57^a	91.11 ± 6.29^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)



ภาพที่ 13 อัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* (10^4 CFU/ml)

ผลการศึกษาที่สอดคล้องกับผลการทดลองของวรวิติ (2555) ศึกษาผลของกรดอินทรีย์ (กรดฟอร์มิกและกรดเบนโซอิก) 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ ในกุ้งขาวแวนนา 3-4 กรัม ที่ผสมในอาหารกุ้งและเลี้ยงเป็นเวลา 60 วัน และเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* $\times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายมากที่สุดมากที่สุด และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุม

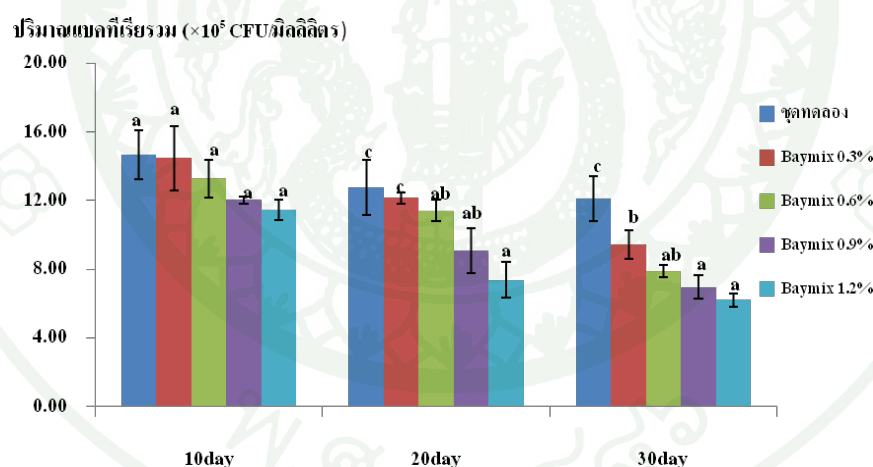
โดยภายหลังจากเติมเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* $\times 10^4$ CFU/มิลลิลิตร ลงในถังเลี้ยงกุ้ง พบว่าในช่วง 10 วันแรกปริมาณเชื้อไวรัสในชุดควบคุมและชุดการทดลองมีปริมาณจะมีค่าสูงที่สุด และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) หลังจากนั้นปริมาณเชื้อไวรัสในเลือดกุ้งจะลดลงเรื่อยๆ และต่ำสุดในวันที่ 30 ของการทดลอง ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากการเปลี่ยนถ่ายน้ำออกบางส่วนในระหว่างเลี้ยง โดยกุ้งขาวแวนนาไมได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียไวรัสในเลือดต่ำที่สุด คือ $6.21 \pm 0.37 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และกุ้งชุดที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อไวรัสในเลือด คือ $12.12 \pm 1.33 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร และ $9.69 \pm 0.22 \times 10^5$ CFU/มิลลิลิตรตามลำดับ แสดงไว้ในตารางที่ 11 ภาพที่ 14

ตารางที่ 11 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ

Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับ
เชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* (10^4 CFU/ml)

ระยะเวลา(วัน)	ปริมาณแบคทีเรียสกุล <i>Vibrio</i> ในเลือด ($\times 10^5$ CFU/มิลลิลิตร)				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
10	14.68 $\pm$ 1.44 ^a	14.4 $\pm$ 1.87 ^a	13.29 $\pm$ 1.09 ^a	12.03 $\pm$ 0.23 ^a	11.46 $\pm$ 0.57 ^a
20	12.79 $\pm$ 1.61 ^c	12.15 $\pm$ 0.32 ^c	11.42 $\pm$ 0.62 ^{ab}	9.10 $\pm$ 1.32 ^{ab}	7.39 $\pm$ 1.05 ^a
30	12.12 $\pm$ 1.33 ^c	9.43 $\pm$ 0.85 ^b	7.89 $\pm$ 0.35 ^{ab}	6.96 $\pm$ 0.68 ^a	6.21 $\pm$ 0.37 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



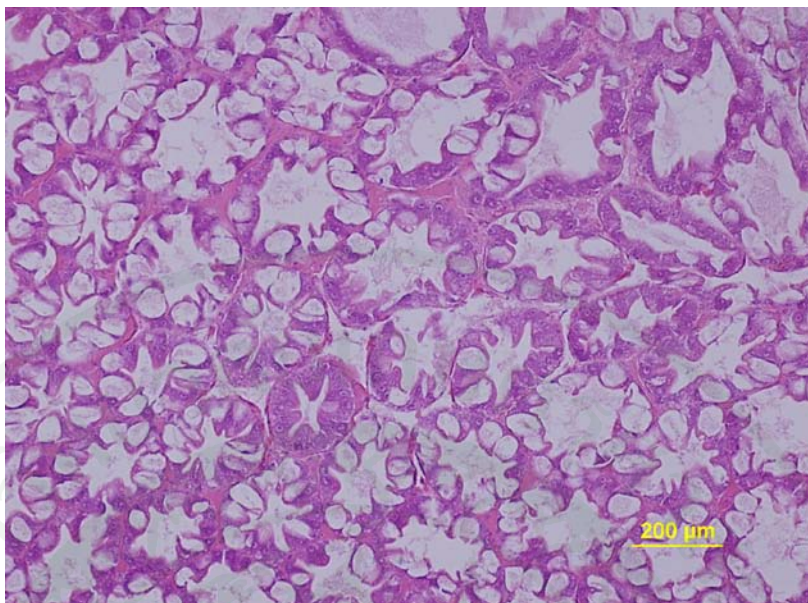
ภาพที่ 14 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ

Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน หลังจากได้รับ
เชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* (10^4 CFU/ml)

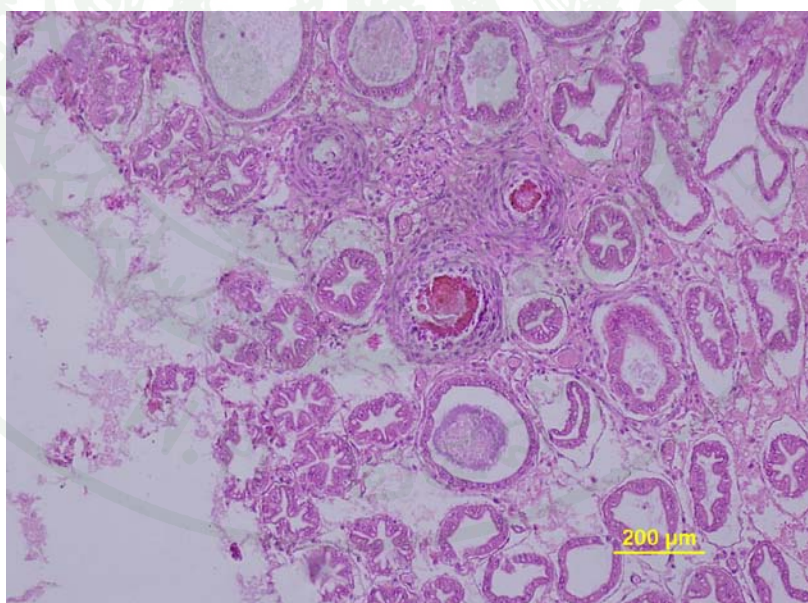
จากการศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อความต้านทานการติดเชื้อ *Vibrio harveyi* ที่ระดับความเข้มข้น 10^4 CFU/มิลลิลิตร กุ้งชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* ในเลือดน้อย

ที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับชุดควบคุมและกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME 0.3 เปอร์เซ็นต์ การได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME สามารถลดปริมาณแบคทีเรียสกลูวิริโอได้ เนื่องจาก Baymix Latibon Plus ME มีส่วนประกอบหลักของกรดอินทรีย์ ซึ่งคุณสมบัติความเป็นกรดสามารถทำให้พีเอชลดลง และยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียสกลูวิริโอ ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบที่ก่อให้เกิดโรคในกุ้งได้เมื่อมีในปริมาณมาก สอดคล้องกับ Ramli *et al.* (2005) ที่ได้ทดสอบผลของ potassium diformate (เกลือ potassium จาก formic acid) ในปลาไนล (*Oreochromis niloticus*) ที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *V. anguillarum* ซึ่งกลไกที่สำคัญของกรดอินทรีย์ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียจะขึ้นอยู่กับค่าพีเอชที่เปลี่ยนแปลงไป และการศึกษาครั้งนี้การผสมกรดอินทรีย์ในอาหารเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมสามารถควบคุมโรคติดเชื้อแบคทีเรียสกลู *Vibrio* โดยการได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งที่ช่วยเพิ่มน้ำหนัก อัตราการรอดตาย และสามารถป้องกันหรือช่วยลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียสกลูวิริโอ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญของการเกิดโรคแบคทีเรียเรืองแสงและโรคจีขาวได้

การศึกษาทางพยาธิวิทยาของตับและตับอ่อนของกุ้ง พบว่ากุ้งที่มีการได้รับเชื้อแบคทีเรีย *V. harveyi* 10^4 CFU/มิลลิลิตร พบลักษณะการติดเชื้อของแบคทีเรียมาก ในกุ้งชุดควบคุมและชุดการทดลองที่ได้รับอาหารผสมกรดอินทรีย์ 3.0 เปอร์เซ็นต์ โดยพบเซลล์ตับฝ่อ เกิดการอักเสบในตับ และตับอ่อนของกุ้ง และพบการสะสมของเม็ดเลือดล้อมรอบบริเวณเซลล์ที่มีการติดเชื้อแบคทีเรีย (nodule formation) ดังภาพที่ 16

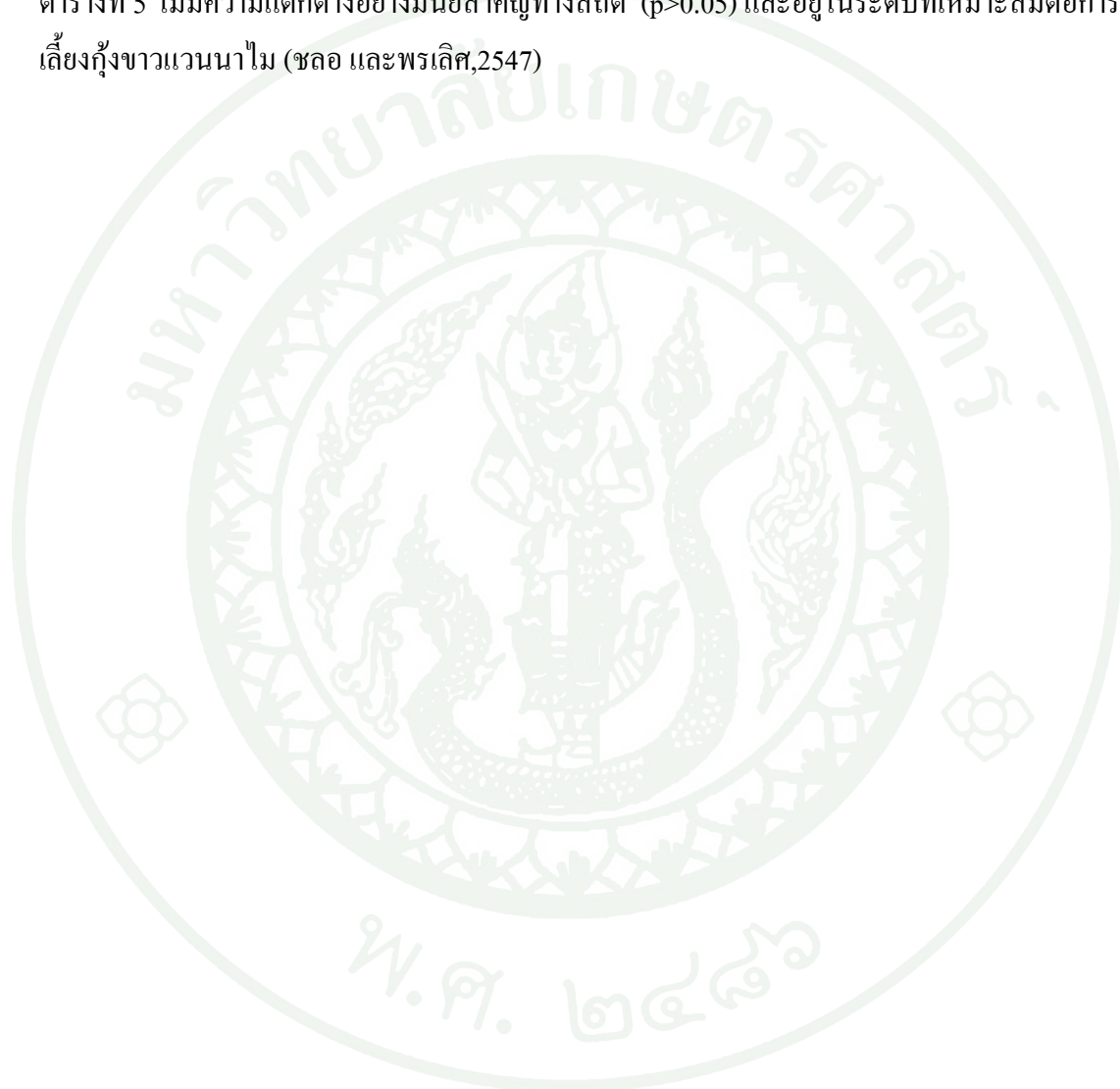


ภาพที่ 15 แสดงพยาธิสภาพของตับและตับอ่อนของกุ้งขาวแวนนาไมปกติ พบเซลล์ไขมันจำนวนมาก (H&E, bar = 200 μ m)



ภาพที่ 16 แสดงพยาธิสภาพของตับและตับอ่อนของกุ้งขาวแวนนาไมหลังจากแช่ด้วยเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* พบลักษณะเซลล์ท่อของตับฝ่อหลุด พบเม็ดเลือดจำนวนมากเข้ามาล้อมเพื่อกำจัดแบคทีเรีย (Encapsulation) (H&E, bar = 200 μ m)

ผลจากการศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในระหว่างการทดลองเป็นระยะเวลา 60 วัน แสดงไว้ในตารางที่ 5 โดยทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในทุกสัปดาห์ ได้แก่ ค่าความเป็นด่าง แอมโมเนียรวม ไนโตรที่ ฟิเอช ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเค็ม และอุณหภูมิ พบว่า คุณสมบัติของน้ำในทุกพารามิเตอร์ของชุดควบคุมและชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงในตารางที่ 5 ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (ชลอ และพรเลิศ, 2547)



ตารางที่ 12 คุณสมบัติของน้ำตลอดระยะเวลาการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลา 30 วัน ในห้องปฏิบัติการ

คุณสมบัติของน้ำ	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)	136.00±141.00 ^a	137.75±1.71 ^a	137.25±2.22 ^a	136.75±1.50 ^a	138.00±163.00 ^a
แอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.24±0.03 ^a	0.25±0.04 ^a	0.25±0.04 ^a	0.23±0.01 ^a	0.23±0.02 ^a
ไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.01±0.005 ^a	0.01±0.005 ^a	0.01±0.005 ^a	0.01±0.004 ^a	0.01±0.004 ^a
ฟิเอช	7.54±0.04 ^a	7.52±0.02 ^a	7.55±0.04 ^a	7.53±0.02 ^a	7.54±0.03 ^a
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	4.60±0.08 ^a	4.63±0.10 ^a	4.68±0.07 ^a	4.58±0.06 ^a	4.68±0.03 ^a
ความเค็ม (พีพีที)	25.75±0.96 ^a	25.00±0.82 ^a	25.00±0.82 ^a	25.25±0.50 ^a	25.50±1.00 ^a
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	30.33±0.50 ^a	30.54±0.71 ^a	30.29±0.25 ^a	30.37±0.38 ^a	30.38±0.26 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3. ศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*)

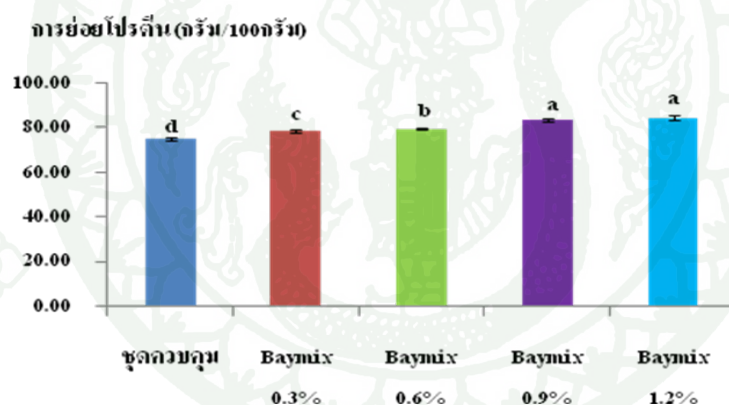
ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีน (protein digestibility) ของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารปกติเปรียบเทียบกับกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.3, 0.6, 0.9 และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ จากการเก็บรวบรวมมูลกุ้งในการทดลองที่ 1 เมื่อเลี้ยง 30 วัน ขนาด 2-3 กรัม และนำไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนสุทธิตามการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis, AOAC, 2005) พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีนสูงที่สุด คือ 84.22 ± 1.00 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกับกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีน คือ 83.34 ± 0.55 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งชุดควบคุมที่ได้รับอาหารปกติและกุ้งที่ได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.3 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยโปรตีน คือ 75.08 ± 0.50 เปอร์เซ็นต์ 78.27 ± 0.68 เปอร์เซ็นต์ และ 79.54 ± 0.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงในตารางที่ 13 ภาพที่ 17

การที่กุ้งได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำให้กุ้งมีการย่อยโปรตีนที่ดี จึงทำให้กุ้งในชุดการทดลองได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ และ 1.2 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากุ้งในชุดควบคุมและชุดการทดลองได้รับอาหารผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ทั้งที่เลี้ยงในความหนาแน่นที่สูงกว่า เนื่องจากการมีอัตราการรอดตายที่สูงกว่า

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis, AOAC,2005)

การย่อยโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)				
ชุดควบคุม	Baymix 0.3%	Baymix 0.6%	Baymix 0.9%	Baymix 1.2%
75.08±0.50 ^d	78.27±0.68 ^c	79.54±0.58 ^b	83.34±0.55 ^a	84.22±1.00 ^a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรแตกต่างกันในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)



ภาพที่ 17 ประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนของกุ้งขาวแวนนาไมที่ได้รับ Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์โดยประมาณ (proximate analysis, AOAC,2005)

ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Eidelsburger (1997) กล่าวว่า การทำให้เป็นกรดในอาหาร จะเป็นการช่วยเหลือปัญหาในเรื่องการย่อยได้ นอกจาก นั้นการได้รับอาหารเสริมที่เป็นกรดอินทรีย์แสดงให้เห็นว่าเป็นการทำให้เกิดการลดลงของฟิเอร์ในส่วนของลำไส้ที่ถัดจากกระเพาะอาหารและคงสภาพของไนโตรเจน และเพิ่มธาตุอาหารในระบบย่อยอาหารด้วย (Overland *et al.*, 2000; Kluge *et al.*, 2004)

สรุปผล

1. จากการศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม เป็นระยะเวลา 60 วัน พบว่าอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจากให้ผลที่ดีและไม่แตกต่างจากกุ้งอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถเพิ่มอัตราการรอดตาย และลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม และแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดกุ้งได้ดีกว่าชุดควบคุมและชุดทดลองที่มีการผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาในด้านการเจริญเติบโต พบว่ากุ้งในทุกชุดการทดลองมีน้ำหนักเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

2. จากการศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดและความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ที่ระดับความเข้มข้น 10^4 CFU/มิลลิลิตร ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ขนาด 2-3 กรัม เป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจากให้ผลที่ดีและไม่แตกต่างจากกุ้งอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถเพิ่มการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียรวม และแบคทีเรียสกุล *Vibrio* ในเลือดกุ้งได้ดีกว่าชุดควบคุมและชุดทดลองที่มีการผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาในด้านการเจริญเติบโตของกุ้งไม่ได้รับการใส่เชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ที่ระดับความเข้มข้น 10^4 CFU/มิลลิลิตรพบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

3. จากการศึกษาผลของ Baymix Latibon Plus ME ต่อประสิทธิภาพการย่อยโปรตีนในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผสมอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจากให้ผลไม่แตกต่างจากกุ้งอาหารที่ผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 1.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยได้ดีกว่าชุดควบคุมและชุดทดลองที่มีการผสม Baymix Latibon Plus ME ในระดับความเข้มข้น 0.3 เปอร์เซ็นต์ และ 0.6 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้กรดอินทรีย์สังเคราะห์ผสมลงในอาหารสำเร็จรูปในระหว่างเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในการควบคุมโรคติดเชื้อแบคทีเรีย โดยไม่ต้องอาศัยการใช้ยาต้านจุลชีพและสารเคมีในระหว่างการเลี้ยง
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการผสมกรดอินทรีย์ Baymix Latibon Plus ME กับอาหารสำเร็จรูปในโรงงาน และนำไปทดลองเลี้ยงกุ้งในฟาร์มเลี้ยง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2547. โครงการประเมินผลกระทบการนำเข้ากุ้งขาว (*Penaeus vannamei*) เข้าประเทศไทย. หน่วยงานวิจัยเพื่อความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพกุ้ง, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

จิรพร เรืองศรี, ไมตรี วรรณเดช, สุณีย์ หวันเหลี่ยม, อนิดา สงน้อย, สุพัตรา อรุณรัตน์, นพรัตน์ แท่นมาก, จิราพร เพชรรัตน์ และ กิจการ สุขมาตย์. 2546. การเกิดโรคและความรุนแรงของเชื้อ *Vibrio harveyi* จากตอนใต้ของไทยในกุ้งกุลาดำ.ทะเล. ว.สงขลานครินทร์. ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 26 (1): 43-54.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2534. คัมภีร์การเลี้ยงกุ้งดำ.บริษัท ฐานเศรษฐกิจ จำกัด, กรุงเทพฯ.

_____.2543. กุ้งไทย 2000 ผู้ความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. โรงพิมพ์เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

_____และ พรเลิศ จันทรรักษ์กุล. 2547. อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย. สนับสนุนการจัดการพิมพ์โดยสำนักคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชเนื่องในวโรกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 5 ธันวาคม พ.ศ. 2547. บริษัทเมจิพับลิเคชั่น จำกัด.

_____, สุธี วงศ์นิประทีป และสาธิต ประเสริฐศรี. 2553. ผลของอุณหภูมิต่อปริมาณการกินอาหาร การเจริญเติบโต อัตราการรอดตายและคุณภาพน้ำ ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*), น. 313-321. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 (สาขาประมง).มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวด. 2525. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะกรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร. 2550. **ชีววิทยาของครัสเตเชียน**. ภาควิชาวชิรศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

พงศ์เชษฐ์ พิชิตกุล. 2543. **เอกสารประกอบการสอน การวิเคราะห์น้ำ**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ,
คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2544. **การจัดการสารประกอบไนโตรเจนและออกซิเจนในฟาร์มเลี้ยงกุ้ง
ระบบปิด**. กลุ่มวิจัยวิศวกรรมการเพาะเลี้ยงและสิ่งแวดล้อม. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ
เพาะเลี้ยงกุ้งทะเลฝั่งอ่าวไทย กรมประมง, สงขลา.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับวิจัย
ทางการประมง**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ยนต์ มุสิก. 2539. **คุณภาพน้ำและกำลังผลิตของบ่อปลา**. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, คณะประมง,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ .

ลิลา เรืองแป้น, ชัยวุฒิ สูดคงทอง และชุลรัตน์ ศรีแก้ว. 2539. **แบคทีเรียเรืองแสงในแหล่งเลี้ยง
กุ้งกุลาดำ จังหวัดสงขลา, น. 111. ใน รายงานสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2539**. กรมประมง,
กรุงเทพฯ .

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

วรวุฒิ วัลลา, 2555. **ผลของ Activate DA ต่อการเจริญเติบโต อัตรารอดตาย และประชากร
ของเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*).**
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริเพ็ญ ตรีไชยาพร. 2543. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. ภาควิชาชีววิทยา, คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ , เชียงใหม่.

ศรีสกุล วรจันทรา และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์. 2539. โภชนศาสตร์สัตว์. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สว่าง ไหวพริบ. 2532. โรคกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* Fabricius ในป่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุธี เกื้อเกตุ. 2543. การสะสมและการกระจายของไอออนจากน้ำทะเลในแหล่งเลี้ยงกุ้งกุลาดำเขตน้ำจืด: กรณีศึกษาที่อำเภอบ้านสร้าง จังหวัดปราจีนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุกญา ศิริรัฐนิคม, จีพร เรืองศรี, ไมตรี วรรณเดช, อภิญา ส่งประดิษฐ์, นเรศ ช่วยยุค, วีรพงษ์ เทพอักษร และ กิจการ สุขมาตย์. 2534. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อไวรัส โอเรียนสแก (*Vibrio harveyi*) ในน้ำทะเล. ว.สงขลานครินทร์. ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 22 (ฉบับพิเศษ): 697-706.

อกนิษฐ์ ญารโกมุท. 2553. ผลของ MERATM Cid ต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และความต้านทานต่อการติดเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio harveyi* ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. หลักการวางแผนการทดลอง. ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Arrignon, J.C.V., J.V. Huner, P.J. Laurent, J.M. Griessinger, D. Lacroix, P. Gondouin, and M. Autrand. 1994. **Warm-water Crustaceans**. CTA/Macmillan, London.

Asgard, T. and E. Austreng. 1981. Fish silage for salmonids: a cheap way of utilizing waste as feed. **Feedstuffs**. 53: 22-24.

Austin, B. and D.A. Austin. 1987. **Control of Bacterial Fish Disease**. Eills Horwood, Chichester.

Baumann, P., L. Baumann and M. Mandell. 1971. Taxonomy of marine bacteria: the genus *Benekea*. **J. Bacteriol.** 107: 268-294.

Boyd, C.E. 1982. **Water Quality in Management for Fish Pond Culture**. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, Netherlands.

_____. 1989. **Water Quality Management and Aeration in Shrimp Farming**. Fisheries and Aquaculture Departmental Series No. 2. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama.

_____. 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**. Elsevier Science B. V., Amsterdam.

_____. and C.S. Tucker. 1998. **Pond aquaculture water quality management**. Kluwer. Academic Publishers. Boston, USA.

Bray, W.A., A.L. Lawrence and J.R. Leung-Trujillo. 1994. The effect of salinity on growth and survival of *Penaeus vannamei* with observations on the interaction of IHHN virus and salinity. **Aquaculture**. 122: 133-146.

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.

Castille, F.L. and A.L. Lawrence. 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium, and chloride concentrations in the haemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*.

Comparative Biochemistry and Physiology. 68: 75–80.

Chen, C.T. 1985. Preliminary observations of oxygen and carbon dioxide of the wintertime Bering Sea marginal ice zone. **Continental Shelf Research**. 4: 465–483.

Cherrington, C.A., M. Hinton, G.R. Pearson, and I. Chopra. 1991. Shortchain organic acids at pH 5.0 kill *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. without causing membrane perturbation.

J. Appl. Bacteriol. 70: 161–165.

De Silva, S. S. and T. A. Anderson. 1995. **Fish nutrition in Aquaculture**. London: Chapman and Hall. 319 p.

Diebold G. and U. Eidelsburger. 2006. Acidification of diets as an alternative to antibiotic growth promoters. *In*: Barug D, de Jong J, Kies AK, Verstegen MWS, (eds).

Antimicrobial Growth Promoters. 1st ed. Wageningen Academic Publishers;

Wageningen, The Netherlands: 311–27.

Dore, I. and C. Frimodt. 1987. **An Illustrated Guide to Shrimp of the World**. Osprey Books, Huntington, USA.

Eidelsburger, U. 1997. Optimierung der Futterqualität ist nur ein Teilaspekt. *Schweinewelt*. January: 18–21.

Fieber, L.A. and P.L. Lutz. 1982. Calcium Requirement for Molting in *Macrobrachium rosenbergii*. **J. world Maricul. Soc.** 13: 21–27.

- Funge-Smith, S. and M. Briggs. 2003. **The introduction of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris* into the Asia-Pacific Region, Paper presented: International Mechanisms for the Control and Responsible Use of Alien Species in Aquatic Ecosystems.** 26–29 August. Jinghong, Xishuangbanna, People's Republic of China
- Gildbert, A. and J. Raa. 1977. Properties of a propionic acid/formic acid preserved silage of cod viscera. **J. Sci. Food. Agri.** 28: 647–653.
- Holthuis, L.B. 1980. FAO Species Catalogue, Vol. 1, **Shrimps and Prawns of the World.** Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Jiravyanichpaisa, P., T. Miyazaki and C. Limsuwan. 1994. Hitopathology and pathogenicity of *Vibrio harveyi* infecting black tiger pawn, *Penaeus monodon*. **J. Anim. Health.** 6:27-35
- Jintasataporn, O., K.J. Kuhlman, C. Luckstadt and T. Tankool. 2011. Effect of dietary potassium-difformate (KDF) on growth performance in juvenile white-leg shrimp, *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), under controlled conditions. **Standards for acidifiers.** 109-110 p.
- Keiser, R.K. 1976. **Species composition, magnitude and utilization of the incidental catch of the South Carolina shrimp fishery.** S.C. Marine Resources Research Institute, Charleston, SC, Tech. Rep. 16.
- Lavilla-Pitogo, C.R., M.C.L. Baticados, E.R. Cruz-Lacierda and L.D. de la Pena. 1990. Occurrence of luminous bacterial disease of *Penaeus monodon* larvae in the Philippines. **Aquaculture.** 91: 1–13.

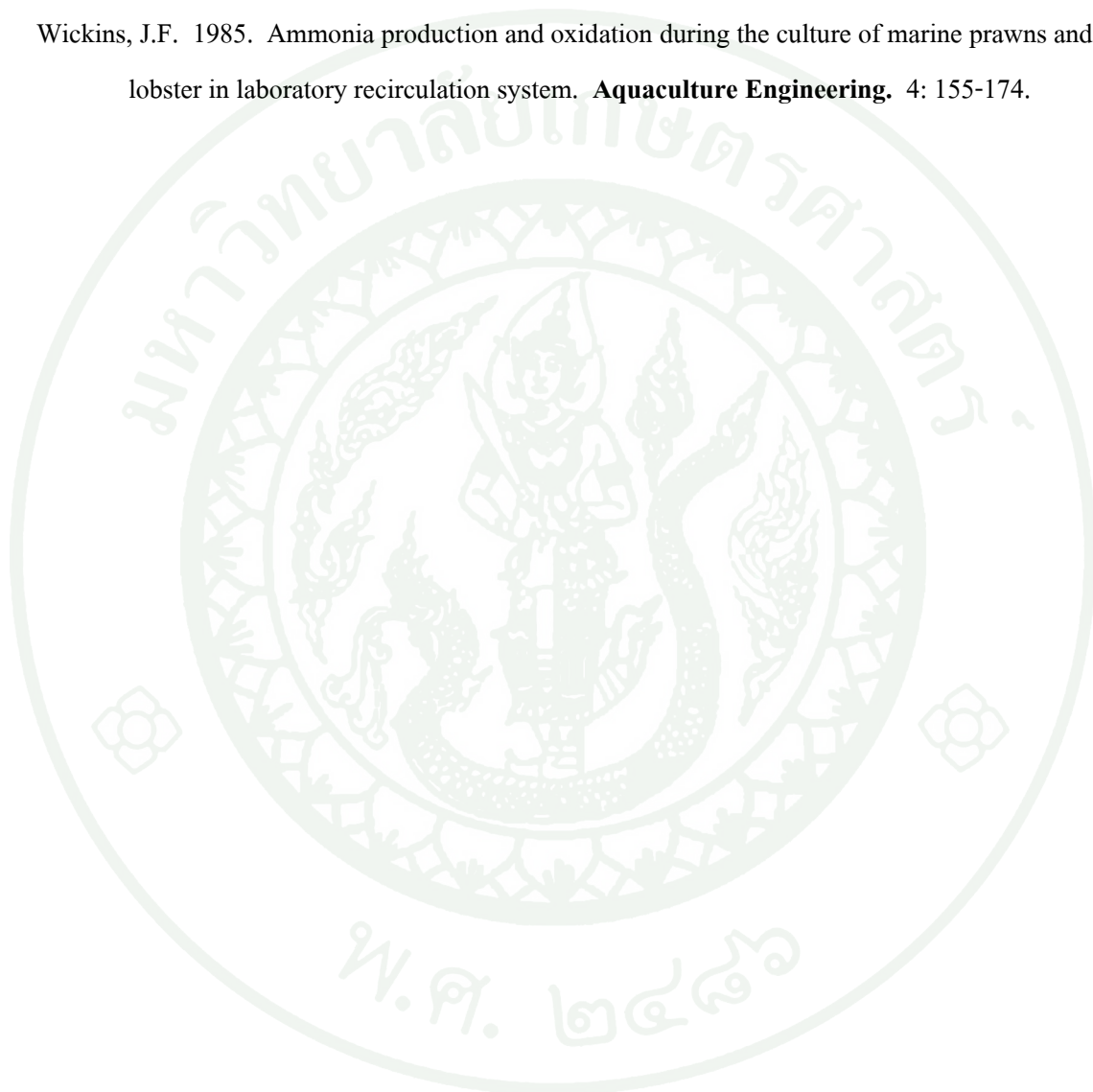
- Lavilla-Pitogo, C.R., E.M. Leano, M.G. Paner. 1998. Mortalities of pond-cultured juvenile shrimp, *Penaeus monodon*, associated with dominance of luminescent vibrios in the rearing environment. **Aquaculture**. 164: 337–349.
- Lester, L.J. 1992. Overview of shrimp farming in the western hemisphere, p. 771-782. In A.W. Fast and L. J. Lester (eds.). **Marine Shrimp Culture Principles and Practice**. Elsevier Amsterdam.
- Lightner, D.V. 1998. Disease of culture penaeid shrimp and prawns, pp. 8-127. In C.S Sinderman and D.V. Lightner (eds) **Disease Diagnosis and Control in North American Marine Aquaculture**, Elsevier, Amsterdam.
- Mair, J. McD. 1980. Salinity and water type preferences of four species of postlarval shrimp (*Penaeus*) from west Mexico. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**. 45: 69–82.
- McGraw, W.J. and J. Scarpa. 2002. Determining ion concentration for *Litopenaeus vannamei* culture in freshwater. **Global Aquaculture Advocate**. 5: 36-38.
- Mohney, L.L. 1994. An epizootic of vibriosis in Ecuadorian pond reared *Penaeus vannamei*, Boone (Crustacea: Decapoda). **J. World Aquac. Soc.** 25: 116-125.
- Owen MAG, P. Wainnes, G. Bradley and S. Davies. 2006. The effect of dietary supplementation of sodium butyrate on the growth and microflora of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822), In: **Proceedings of the XII International Symposium Fish Nutrition and Feeding**, 28 May–1 June 2006.

- Øverland, M., T. Granli, N.P. Kjos, O. Fjetland, S.H. Steien and M. Stockstad. 2000. Effect of dietary formats on growth performance, carcass traits, sensory quality, intestinal microflora, and stomach alterations in growing-finishing pigs. **J. anim. Sci.** 78: 1875–1884.
- Paquotte, P., L. Chim, J.L.M. Martin, E. Lemos, M. Stern and G. Tosta. 1998. Intensive culture of shrimp *Penaeus vannamei* in floating cages: zootechnical, economic and environmental aspects. **Aquaculture**. 164: 151-166.
- Prosser, J.I., K. Killham, L.A. Glover and E.A.S. Rattray. 1996. Luminescence-Based systems for detection of bacteria in the environment. **Crit. Rev. Biotech.** 16(2) : 157 - 183.
- Ramli, N., U. Heindl and S. Sunanto. 2005. Effect of potassium-diformate on growth performance of tilapia challenged with *Vibrio anguillarum*. Abstract CD-Rom. 9–13 May. Bali, Indonesia. **World Aquaculture Society**.
- Ringø, E. 1991. Effects of dietary lactate and propionate on growth and digesta in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). **Aquaculture**. 96: 321–33.
- Rosenberry, B. 1998. World Shrimp Farming 1998. p 164. **In Shrimp News International**. San Diego, CA., USA.
- Samocha, T.M., A.L. Lawrence, and D. Pooser. 1998. Growth and Survival of juvenile *Penaeus vannamei* in low salinity water in a semi-closed recirculating system. **The Israeli Journal of Aquaculture-Barnidgeh**. 50(2): 55-59.
- _____, A.D. Davis, A.L. Lawrence, C.R. Collins and P. Van Wyk. 2001. Intensive and super-intensive production of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* in greenhouse-enclosed raceway systems. Book of Abstracts, **Aquaculture**.

- Schmetterer, G., C.P. Wolk and J. Elhai. 1986. Expression of luciferase from *Vibrio harveyi* and *Vibrio fischeri* in filamentous cyanobacteria. **J. Bacteriol.** 167(1): 411-414.
- Smith, L.L. and A.L. Lawrence. 1990. Feasibility of penaeid shrimp culture in inland saline groundwater-fed ponds. **Tex. J. Sci.** 42(1) : 3-12.
- Sprague, J.B. 1971. Measurement of pollutant toxicity to fish III. Sub-lethal effects and "safe" concentrations. **Water Res.** 5: 245-266.
- Subasinghe, R.P., M.G. Bondad-Reantaso and S.E. McGladdery. 2001. **Aquaculture development, health and wealth.** In: R.P. Subasinghe, P. Bueno, M.J. Philips, C. Hough, S.E. McGladdery, J.R. Arthur (Eds.), Aquaculture in the Third Millennium. Technical Proceedings of the Conference on Aquaculture in the Third Millennium. NACA, Bangkok and FAO, Rome, Italy.
- Teo, T.M.C. Tan and C. Laa Poh. 2002. Genetic determinants of tetracycline resistance in *Vibrio harveyi*. **Antimicrob. Agents Chemother.** 46: 1038–1045.
- Tung, H.T., S. Koshio, S. Teshima, M. Ishikawa, T. Ren and N.D.T. Phuong. 2006. Effects of heat-killed *Lactobacillus plantarum* on Kuruma shrimp *Penaeus japonicus* juveniles. In: **Proceedings of the XII International Symposium Fish Nutrition and Feeding**; 28 May– 1 June.
- Vázquez, J.A., M.P. González, and M.A. Murado. 2005. Effect of lactic acid bacteria cultures on pathogenic microbiota from fish. **Aquaculture.** 245: 149-161.
- Wassenberg, T.J. and B.J. Hill. 1987. Natural diet of the tiger prawns *Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*, **Aust J Mar Freshwat Res.** 38: 169-182.

Wet, L. 2005. Can organic acids effectively replace antibiotic growth promotants in diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* raised under sub-optimal water temperatures? Abstract CD-Rom. **World Aquaculture Society**. 9–13 May 2005. Bali, Indonesia.

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



ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล นางสาวจันทนา ศรีเนียม

วัน เดือน ปี ที่เกิด

2 กุมภาพันธ์ 2531

สถานที่เกิด จังหวัดพังงา

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตำแหน่งปัจจุบัน

-

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

-

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ

-

ทุนการศึกษาที่ได้

-