ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีอาหารตกค้าง

Effect of Controllable Substance in Water, Accumulated Feed

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิชัย ฮะทะโชติ

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ ๒๒ เดือน มี.ค. พ.ศ. ๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18704

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีอาหารตกค้าง

Effect of Controllable Substance in Water, Accumulated Feed

T099459

โดย

นายสิทธิชัย ยะทะโชติ

ปพ.
ส722ผ
2544

เลขหมู่ 99459
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

พ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีอาหารตกค้าง

Effect of Controllable Substance in Water, Accumulated Feed

การศึกษาผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีอาหารตกค้าง ได้วางแผนการทดลองแบบ 5 x 5 Factorial แบบสุ่มตลอด แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 5 ระดับ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณอาหารกุ้ง 5 ระดับ 0, 10, 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการทดลอง 18 วัน โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ 3 วันครั้ง พบว่าอุณหภูมิแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($\alpha > 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 26.6 $\pm$ 1.32 ถึง 28.8 $\pm$ 0.41 ความเป็นด่างแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($\alpha > 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 87.67 $\pm$ 13.65 ถึง 101 $\pm$ 14.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($\alpha > 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 0.11 $\pm$ 0.00 ถึง 0.16 $\pm$ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความนำไฟฟ้าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($\alpha > 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 0.20 $\pm$ 0.01ถึง 0.32 $\pm$ 0.01 ms/cm ความเป็นกรดเป็นด่างแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 7.18 $\pm$ 0.20 ถึง 7.79 $\pm$ 0.22 แอมโมเนีย – ไนโตรเจนแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 0.09 $\pm$ 0.01 ถึง 2.581$\pm$ 1.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 2.10 $\pm$ 0.96 ถึง 7.30 $\pm$ 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า COD แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 37.45 $\pm$ 5.93 ถึง 90.59 $\pm$ 11.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($\alpha < 0.05$) มีค่าเฉลี่ย 7.49 $\pm$ 6.64 ถึง 11.21 $\pm$ 6.22 มิลลิกรัมต่อลิตร สารควบคุมคุณภาพน้ำส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า COD และ ค่า BOD โดยช่วยลดการใช้ออกซิเจนในกระบวนการทางเคมีและชีวเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ ดร.นงนุช เลาหะวิสุทธิ์ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ ได้ให้คำแนะนำปรึกษาปัญหาต่างๆ ตลอดการทดลอง ประสบการณ์ในการทำงาน พร้อมทั้งแก้ไขปัญหาข้อบกพร่อง จนปัญหาพิเศษเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง ซึ่งคอยให้ความช่วยเหลือในด้านอุปกรณ์การทดลอง ช่วยอำนวยความสะดวกห้องปฏิบัติการ และคอยให้คำแนะนำช่วยเหลือ

ขอบคุณ คุณทิพภาภรณ์ จงจินดาเจริญ ที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดการทำปัญหาพิเศษ โดยเป็นทั้งแรงกายและแรงใจ

ขอบคุณ คุณวรางคณา กาชัม คุณสถิตย์ อินชื่นใจ คุณบุณยนุช นำโชควิริยะ และเพื่อนๆ ที่ช่วยวิเคราะห์น้ำ และให้ความช่วยเหลือตลอดงานทดลอง

สุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ๆ ซึ่งรักและคอยเป็นกำลังใจที่สำคัญทั้งแรงกายแรงใจ กำลังทรัพย์ตลอดช่วงชีวิตที่ผ่านมาของข้าพเจ้า

นายสิทธิชัย ฮะทะโชติ

มีนาคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลการทดลองและวิจารณ์	16
สรุปและข้อเสนอแนะ	36
เอกสารอ้างอิง	37
ภาคผนวก	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อิทธิพลของออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อปลา	9
2	อิทธิพลของออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อกุ้ง	9
3	น้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดตายที่ระดับความเค็มต่างๆ ของหอยแมลงภู่	10
4	อัตราการรอด น้ำหนักเฉลี่ยและ CV ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ	12

ตารางผนวกที่

1	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	41
2	ความเป็นด่างเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	42
3	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	43
4	อุณหภูมิเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	44
5	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	45
6	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	46
7	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนเฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	47
8	ปริมาณความต้องการออกซิแจนทางชีวเคมี(BOD)เฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	48
9	ปริมาณความต้องการออกซิแจนทางชีวเคมี(COD)เฉลี่ยในการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเกิดแอมโมเนียและตะกอนจากการให้อาหาร	4
2	ปริมาณไนโตรเจนหน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อรุ่น (% เทียบกับไนโตรเจนทั้งหมด)	6
3	รูปแบบการขับถ่ายไนโตรเจน ($mmolm^{-2}d^{-1}$) จากเหงือกกุ้ง การละลายจากขี้กุ้ง และอาหาร	7
4	แสดงปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีผลต่อสัตว์น้ำโดยทั่วไป	8
5	ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง pH ที่ระดับต่างๆต่อสัตว์น้ำ	11
6	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	16
7	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	16
8	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	17
9	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	17
10	อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	17
11	ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	18
12	ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	18
13	ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	19
14	ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	19
15	ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	20
16	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	20
17	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	21
19	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	22
20	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	22
21	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	23
22	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	23
23	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	24
24	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	24
25	ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	25
26	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	25
27	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	26
28	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	26
29	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	26
30	ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	27
31	ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	28
33	ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	28
34	ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	28
35	ปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	29
36	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	29
37	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	30
38	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	30
39	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	30
40	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	31
41	ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	31
42	ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	32
43	ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	32
44	ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	32
45	ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
46	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	33
47	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	34
48	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	34
49	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร	35
50	ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันเกษตรกรนิยมเลี้ยงแบบหนาแน่น เพื่อให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้น การเพิ่มผลผลิตโดยให้อาหารปลาในบ่อที่เลี้ยงอย่างหนาแน่น มักจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยง ทั้งนี้เพราะการเร่งผลผลิตทำให้ต้องให้อาหารปลาอย่างเต็มที่ อาหารปลาที่เหลือตกค้าง และสิ่งขับถ่ายของปลาย่อมมีมากตามปริมาณอาหารที่ให้ สารอินทรีย์ภายในบ่อเลี้ยงปลาทำให้ความต้องการออกซิเจนมีมาก และจะทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจน ของเสียที่ปลาขับถ่ายออกมา ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัส และสารอาหารต่าง ๆ รวมทั้งการเน่าเสียของอาหารที่ให้สัตว์น้ำแล้วสัตว์น้ำบริโภคไม่หมดก็จะเป็นตัวส่งผลต่อคุณภาพน้ำภายในบ่อ เมื่อคุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำไม่เหมาะสมก็จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ก่อให้เกิดโรคสัตว์น้ำ และการสูญเสียอาหารโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งในปัจจุบันสารควบคุมคุณภาพน้ำได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างมากเพื่อที่จะควบคุมให้คุณภาพน้ำเหมาะสมต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ สารควบคุมคุณภาพน้ำในท้องตลาดมีเป็นจำนวนมาก หลากหลายยี่ห้อ สารควบคุมคุณภาพน้ำแต่ละยี่ห้อก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันไป ดังนั้นการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำบางยี่ห้อต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีปริมาณอาหารตกค้างแตกต่างกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในบ่อที่มีปริมาณอาหารตกค้างแตกต่างกัน
2. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำที่ใช้สารควบคุมที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันในน้ำที่มีปริมาณอาหารตกค้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

อาหารของสัตว์น้ำ

อาหารของสัตว์น้ำ คือ สิ่งที่สัตว์น้ำกินแล้วเกิดประโยชน์ต่อร่างกายโดยช่วยสร้างและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ให้พลังงานและช่วยควบคุมให้การปฏิบัติงานของกระบวนการต่างๆในร่างกายให้ดำเนินไปตามหน้าที่ แล้วส่งผลให้สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิต มีการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้อย่างปกติ

อาหารของสัตว์น้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. อาหารธรรมชาติ (natural feed) หมายถึง อาหารที่มีอยู่แล้วและเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

2. อาหารที่จัดเตรียมขึ้น (prepared feed) หมายถึง อาหารที่ผู้เลี้ยงจัดทำหรือจัดหาให้สัตว์น้ำกิน

อัตราการให้อาหาร

ปริมาณอาหารที่ให้สัตว์น้ำกินในแต่ละวันควรเท่ากับปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำสามารถกินได้ต่อวัน ปริมาณอาหารที่สัตว์น้ำกิน หรือที่เรียกว่าอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างที่สำคัญคือ

1. คุณภาพน้ำโดยเฉพาะอุณหภูมิและออกซิเจน
2. ขนาดและการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ
3. ระดับพลังงานในอาหาร

สัตว์น้ำขนาดเล็กที่อยู่ในวัยกำลังเจริญเติบโตต้องการอาหารในอัตราที่สูงกว่าสัตว์น้ำที่โตเต็มวัย อัตราการให้อาหารสัตว์น้ำขนาดเล็กจึงมีค่าสูงและค่อยๆลดลงเมื่อโตขึ้น โดยมีค่าตั้งแต่ 30-1% อัตราการให้อาหารปลากินเนื้ออย่างปลาเซลมอนและปลาไหลญี่ปุ่นจะมีค่าต่ำกว่าปลากินทั้งสัตว์และพืชอย่างปลากดเหลือง ปลากินพืชอย่างปลานิลและกุ้งทะเลที่มีขนาดใกล้เคียงกัน (เวียง, 2542)

$$\text{อัตราการให้อาหาร}(\%) = 2t/100KL$$

เมื่อ t = อุณหภูมิของน้ำ (^{o}C)

$K = W/L^3$

W = น้ำหนักของปลา (กรัม)

L = ความยาวของปลา (เซนติเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่เหลือจากการให้อาหารสัตว์น้ำมากเกินไปจะเป็นสาเหตุทำให้คุณภาพน้ำเลวลง และในที่สุดจะส่งผลให้สัตว์น้ำกินอาหารน้อยลง (เวียง, 2542)

ประเภทของอาหารปลา

1. อาหารแห้งสำเร็จรูป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เป็นแผ่นและเป็นเม็ด

2. อาหารมีชีวิต เป็นอาหารพวกสัตว์ตัวเล็กๆ อันเป็นของโปรดที่ปลาทุกชนิดต้องการ เพราะเป็นอาหารที่ได้มาจากธรรมชาติ ซึ่งเป็นสิ่งเคยชินของมัน ทั้งยังมีคุณค่าทางอาหารครบถ้วน และไม่เป็นอันตรายต่อปลาด้วย

ตัวอย่างของอาหารมีชีวิตได้แก่

1. ลูกน้ำหรือตัวอ่อนของยุง หาได้ตามบริเวณที่มีน้ำขังและไม่ไหลเวียน สามารถจับมันได้ด้วยการ ใช้ที่ช้อนหรือสวิงตาถี่ๆ จ้วงตักเร็วๆ เวลาจะนำมาให้ปลากิน ต้องล้างด้วยน้ำสะอาด และเก็บสิ่งสกปรกอื่นที่ติดมาออกให้หมดเสียก่อน เพื่อป้องกันเชื้อโรคที่จะไปติดปลาให้เป็นอันตรายได้

2. ไรแดง หรือไรน้ำ เป็นสิ่งมีชีวิตตัวเล็กที่มีคุณค่าทางอาหารต่อปลามาก เพราะตัวมันเองจะกินแต่พืชชั้นต่ำสีเขียวเป็นอาหาร ช่วยในการระบายท้องทำให้ปลาท้องไม่ผูก สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายปลาตู้ทั่วไป

3. ไซพริส คล้ายไรน้ำแต่เล็กกว่า แต่ให้คุณค่าทางอาหารน้อยกว่าไรแดง

4. หนอนแดง เป็นตัวอ่อนของแมลงชนิดหนึ่งที่เรียกว่า แมลงริ้นน้ำจืด มีลักษณะคล้ายยุง หายากจึงมีผู้คิดค้นวิธีขยายพันธุ์และนำมาขายในราคาที่สูง

5. ไส้เดือน เป็นอาหารที่ดีชนิดหนึ่งของปลาโดยเฉพาะในช่วงที่ปลากำลังวางไข่ จะช่วยให้ปลาสมบูรณ์และพร้อมที่จะวางไข่ได้เร็ว ขนาดที่กำลังเหมาะของไส้เดือนที่จะใช้เลี้ยงปลา คือ ประมาณ 2 นิ้ว ถ้าเป็นตัวเล็กๆ ควรให้กินทั้งตัว ถ้าเป็นตัวใหญ่ให้ตัดเป็นท่อนๆ เสียก่อน

6. ไข่สัตว์ต่างๆ โดยเฉพาะไข่กุ้ง เพราะมีคุณค่าทางอาหารสูงมาก และช่วยให้ปลามีสีสันลำตัวสดใสชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากไข่กุ้งแล้วยังมี ไข่มด ไข่หอย ไข่กบ

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการให้อาหารกับคุณภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำสามารถสรุปได้ดังนี้

1.ปริมาณอาหารสะสมมีความสัมพันธ์กับค่าพีเอชในช่วงเช้า ค่าความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายได้ในช่วงบ่าย ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณไนไตรท์

2.ปริมาณอาหารสะสมไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงเช้า พีเอช ในช่วงบ่าย ค่าความเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนียและปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์

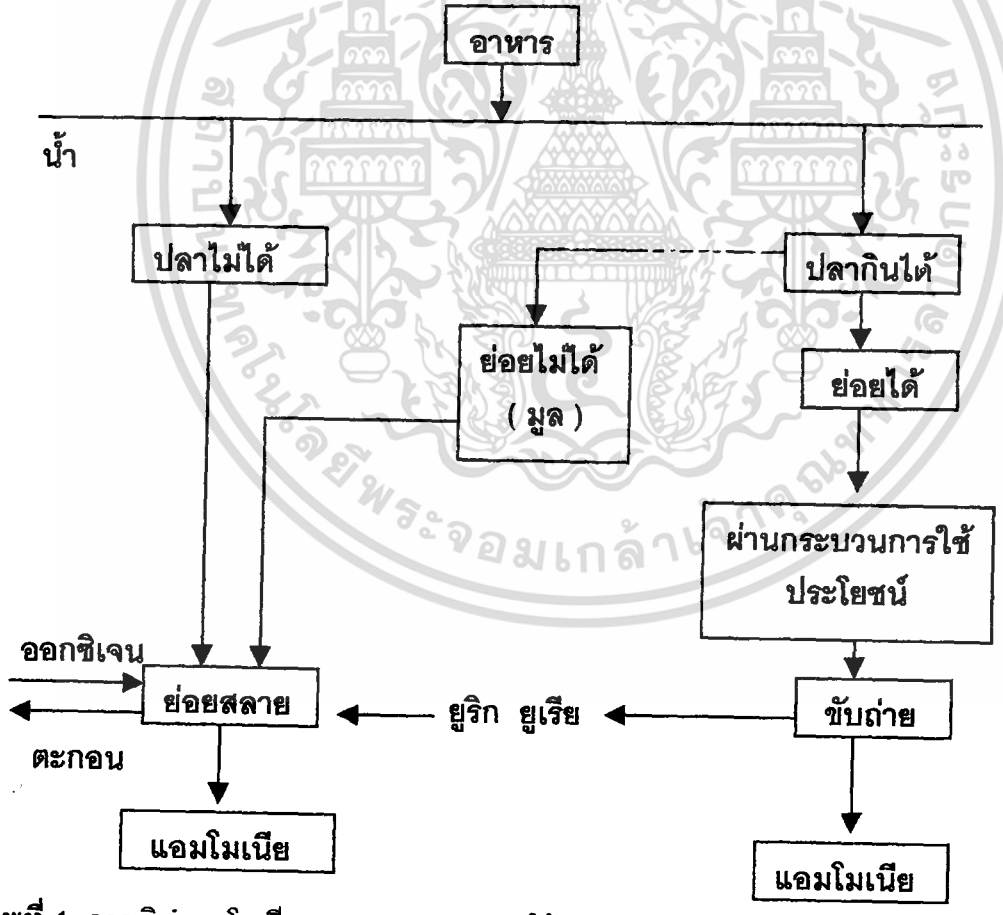
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.คุณภาพน้ำที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณอาหารสะสมที่มีผลต่อการเลี้ยงและการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำโดยมีค่า r^2 ที่สูง ได้แก่ พีเอชในช่วงเช้าและค่าความโปร่งแสง

4.จากการคำนวณค่าความโปร่งแสงของน้ำในบ่อกุ้งกุลาดำที่ทำการวัดโดยใช้ Secchi disc ที่เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณแพลงค์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำที่ระดับ 30-40 ซม. อัตราการให้อาหารที่เหมาะสมและอัตราการปล่อยที่เหมาะสมของพื้นที่ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง ควรจะเท่ากับ 1,288-4,251 กิโลกรัมต่อไร่ และ 21-70 ตัวต่อตารางเมตรตามลำดับ (ชลอ, 2543)

ผลกระทบของอาหารต่อสัตว์น้ำที่เลี้ยงและสิ่งแวดล้อม

อาหารที่สัตว์น้ำกินแยกออกเป็นส่วนที่สัตว์น้ำกินได้และส่วนที่ไม่ได้กิน อาหารส่วนที่สัตว์น้ำกินได้จะผ่านการย่อยและขับถ่ายของเสียออกจากร่างกายในรูปของแอมโมเนีย กรดยูริก ยูเรีย และสารอื่น แล้วจุลินทรีย์จะย่อยสลายให้กลายเป็นแอมโมเนีย อาหารส่วนที่สัตว์น้ำไม่ได้กินก็จะถูกย่อยกลายเป็นแอมโมเนียโดยจุลินทรีย์ ปริมาณแอมโมเนียและตะกอนที่เกิดขึ้นจากการให้อาหาร (ภาพที่ 1) ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอาหารและปริมาณอาหารที่ให้ (เวียง, 2542)



ภาพที่ 1 การเกิดแอมโมเนียและตะกอนจากการให้อาหาร

ที่มา : เวียง (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Burford และ Williams (2001) รายงานว่าลักษณะและปริมาณของเสียไนโตรเจนจากกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มีแหล่งที่มาของไนโตรเจนมี 3 แหล่ง คือ

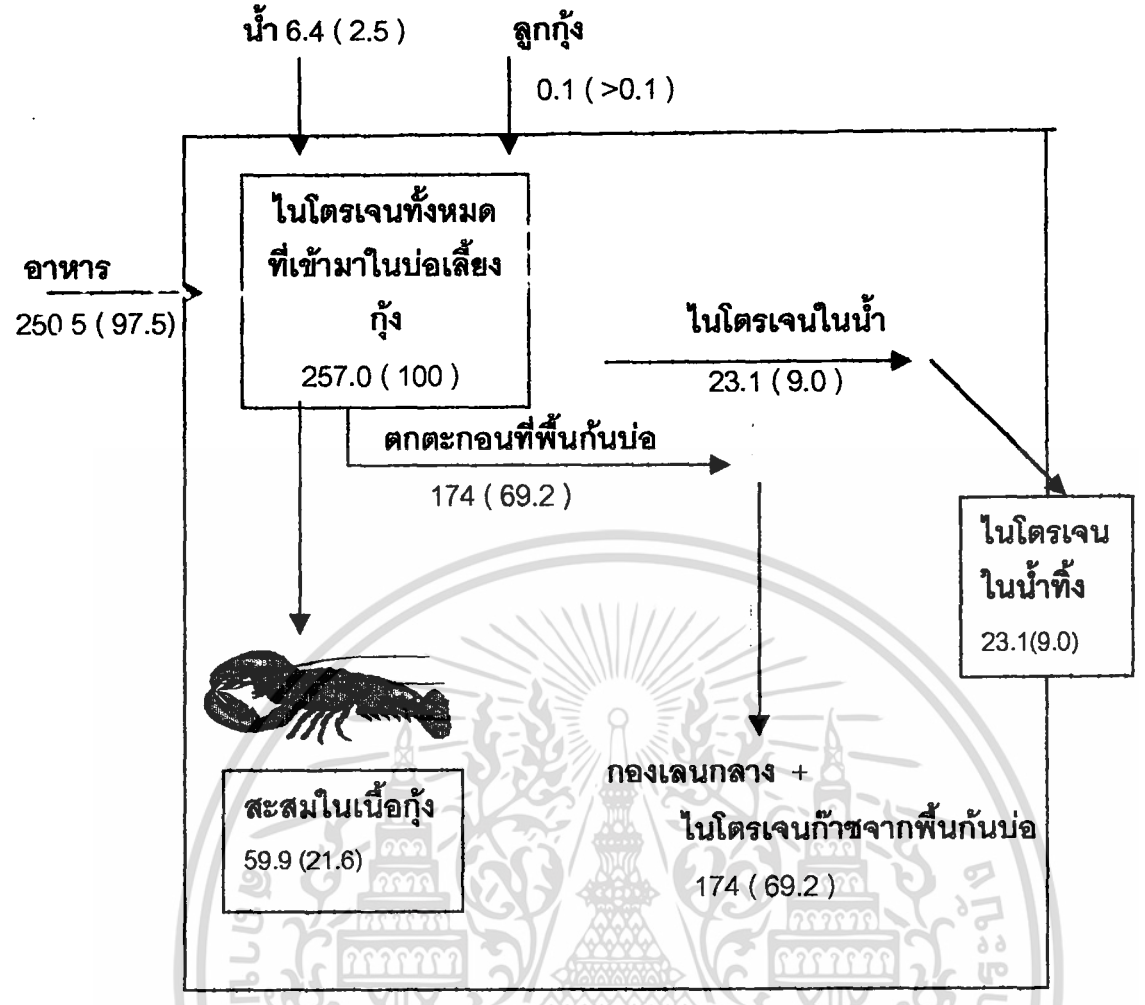
1. การขับถ่ายจากบริเวณเหงือก (Gill excretion)
2. อาหารที่ให้กุ้งกุลาดำถูกชะล้าง
3. ของเสียที่กุ้งขับถ่ายถูกชะล้าง

พบว่าของเสียที่กุ้งขับถ่ายออกมาจะไปกระตุ้นการเจริญเติบโตของพวกจุลินทรีย์ และยังพบว่ากุ้งกุลาดำบริโภคไนโตรเจนในอาหารได้ 85% ส่วนอีก 15% จะขับถ่ายเป็นขี้กุ้ง จากการคำนวณปริมาณการละลายไนโตรเจนจากขี้กุ้งจะได้ 0.06% ของไนโตรเจนที่กุ้งบริโภคหรือ 0.4% ของไนโตรเจนในขี้กุ้ง

ไนโตรเจนที่ละลายส่วนใหญ่มาจากอาหารที่ให้และขี้กุ้งพบอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ (Urea, DPA,Other DON) มากกว่าพวกสารอนินทรีย์ (NH_4^+,NO_3^-,NO_2^-) จากการวิเคราะห์ในอาหารพบไนโตรเจนอยู่ในรูป DPA 22%, Urea 2.3% และอีก 73% เป็นพวกสารประกอบ DON ซึ่งมี เปอร์เซนต์แตกต่างกับในขี้กุ้ง DPA 8 %, Urea 26% ส่วนสารประกอบ DON อีก 61 %

พุทธ (2544) รายงานการสะสมของไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบปิด พบว่าไนโตรเจนเกือบทั้งหมด (97.5%) ที่เข้าสู่บ่อเลี้ยงกุ้งมาจากอาหารที่ให้กุ้งกิน กุ้งสามารถเก็บไว้ในเนื้อกุ้งได้ประมาณ 21.6% ไนโตรเจนอีกประมาณเกือบ 80% นั้นจะตกค้างอยู่ในบ่อในรูปของเศษอาหารและขี้กุ้งที่บริเวณก้นบ่อ ประมาณ 70% และในรูปของสิ่งขับถ่ายที่ละลายน้ำได้ เช่น สารอินทรีย์ ไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท อยู่อีกประมาณ 9% (ภาพที่ 2)

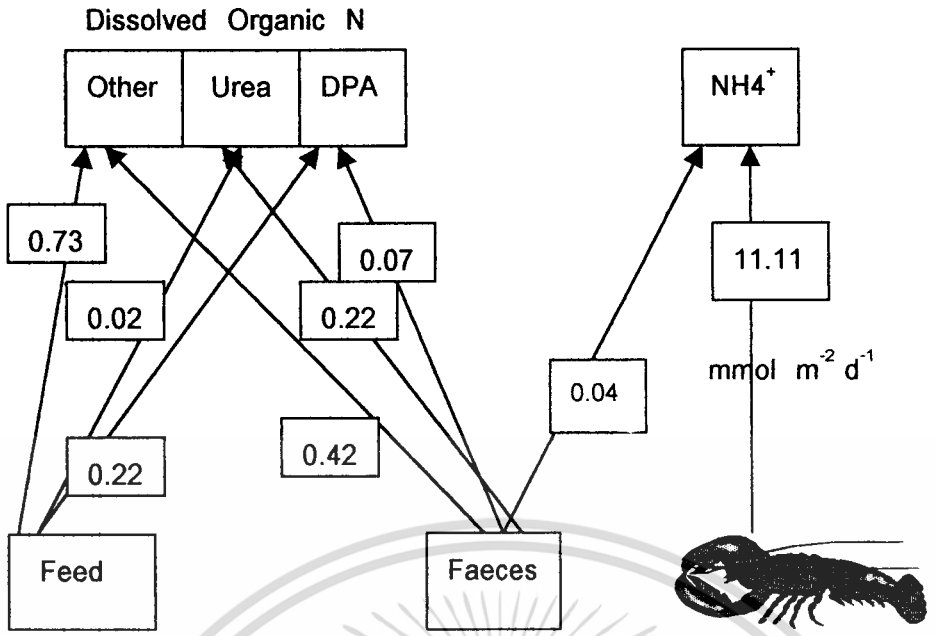
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 ปริมาณไนโตรเจนหน่วย กิโลกรัมไนโตรเจนต่อรุ่น (% เทียบกับไนโตรเจนทั้งหมด)
ที่มา : พุทธ (2544)

อัตราการขับถ่ายแอมโมเนียในส่วนของกุ้งกุลาดำ จากการกินอาหารมีค่าเป็น 11.11 $mmolm^{-2}d^{-1}$ (ภาพที่ 4) โดยเปรียบเทียบกับ NH_4^+ ทั้งหมดในบ่อกุ้ง 41.4 $mmolm^{-2}d^{-1}$ (Burford and Williams , 2001) ส่วนในการเลี้ยงปลาตะเพียนขาวด้วยอาหารเม็ดที่มีโปรตีน 40% ให้อาหารวันละ 5% แอมโมเนียเกิดจากการขับถ่ายและการย่อยสลายของอาหารวันละประมาณ 0.11 ppm (สุจิตรา, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Engin and Carter (2001) พบว่าการเพาะเลี้ยงลูกปลาไหล Australian shot-finned eel (*Anguilla australis* australis) โดยให้อาหารที่มีระดับโปรตีนแตกต่างกัน พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณโปรตีนในอาหารจะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการขับถ่ายแอมโมเนียและยูเรียไนโตรเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 รูปแบบการขับถ่ายไนโตรเจน ($mmolm^{-2}d^{-1}$) จากเหงือกกุ้ง การละลายจากขี้กุ้ง และอาหาร

ที่มา : Burford and Williams (2001)

อภิรักษ์ (2540) รายงานว่าปริมาณอาหารสะสมมีผลโดยตรงต่อธาตุอาหารที่จะถูกปลดปล่อยออกมาจากการเน่าสลายของเศษอาหารที่เหลือ และของเสียจากการขับถ่ายของกุ้ง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืชในบ่อซึ่งในการศึกษานี้ใช้ค่า secchi disc visibility เป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณแพลงค์ตอนพืชในบ่อ จึงใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอาหารสะสม และค่า secchi disc visibility เพื่อคำนวณหาอัตราการให้อาหารที่ควรจะเป็น เมื่อมีอาหารเหลืออยู่คุณสมบัติของน้ำก็จะเปลี่ยนไป ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการที่ทำให้มีอาหารกุ้งเหลืออยู่ในตู้ทดลอง พบว่าสารอินทรีย์ที่อยู่ในอาหารจะสามารถละลายออกมาอยู่ในน้ำได้อย่างรวดเร็ว ภายในเวลา 3-4 วัน สารอินทรีย์ไนโตรเจนจะถูกแบคทีเรียกินและปล่อยแอมโมเนียออกมาอยู่ในน้ำ อาหารเหลือเพียงครั้งเดียวจะทำให้เกิดปัญหาแอมโมเนียได้ประมาณ 1 เดือน หลังจากแอมโมเนียเพิ่มปริมาณมากขึ้น ไนไตรท์จะเกิดขึ้นตามมา (พุทธ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

1.ปริมาณออกซิเจน (Dissolved oxygen) ปริมาณออกซิเจนจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ

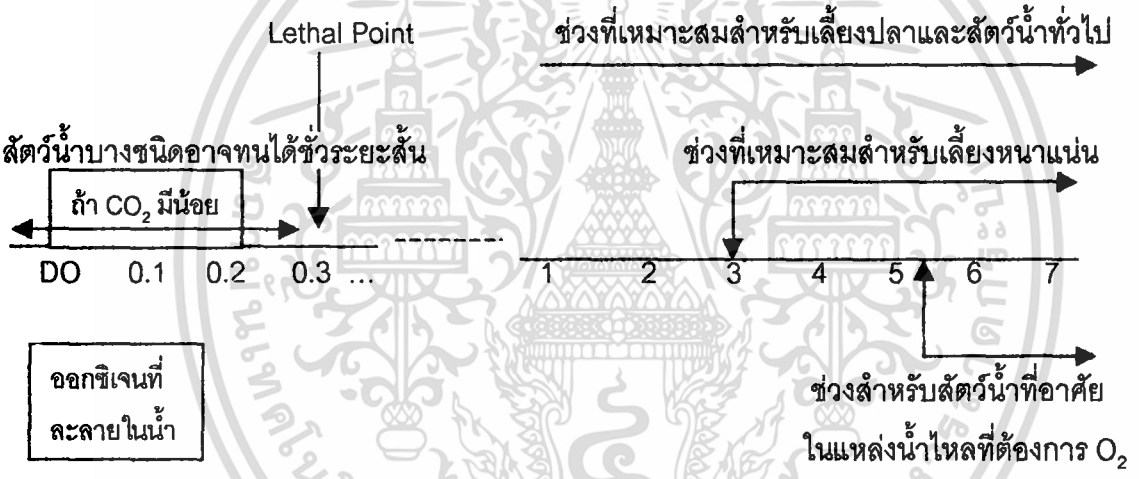
1.1 อุณหภูมิ ออกซิเจนจะละลายได้ดีและมากเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นจะละลายได้น้อยลง

1.2 ความเค็ม ความเค็มลดลงออกซิเจนจะละลายได้ดีขึ้น ถ้าความเค็มเพิ่มขึ้นออกซิเจนจะละลายน้ำได้น้อยลง

1.3 การสังเคราะห์แสง ถ้ามีการสังเคราะห์แสงในน้ำมากปริมาณออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น

1.4 การหายใจ ถ้าสัตว์น้ำและพรรณไม้น้ำมีปริมาณหนาแน่นมาก จะใช้ปริมาณออกซิเจนในการหายใจเพิ่มมากขึ้น ปริมาณออกซิเจนจะลดน้อยลง

1.5 ปฏิกิริยาของอินทรีย์สารในน้ำ กิจกรรมของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเน่าสลายของอินทรีย์สารออกซิเจนในน้ำถูกดึงไปใช้มากขึ้น



ภาพที่ 4 แสดงปริมาณออกซิเจนในน้ำที่มีผลต่อสัตว์น้ำโดยทั่วไป
ที่มา : สุภาพร (2538)

ผลจากการวิจัยพบว่า ในบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลการเน่าเสียของอาหารในดินโดยแบคทีเรีย และการหายใจของแพลงค์ตอนและแบคทีเรีย ทำให้เกิดความต้องการออกซิเจนประมาณ 90% ของความต้องการออกซิเจนทั้งหมดในบ่อ สำหรับกุ้งนั้นต้องการออกซิเจน 10% เท่านั้น (พุทธ, 2544) นอกจากนี้ มั่นสินและไพพรรณ (2540) และ พุทธ (2544) ได้กล่าวถึงอิทธิพลของออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังตารางที่ 1 และ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อิทธิพลของออกซิเจนที่ละลายน้ำในบ่อปลา

ออกซิเจนในน้ำ	อิทธิพลที่มีต่อปลา
<1 มก/ล	ปลาอาจถึงตายถ้าเกิดขึ้นเป็นเวลานาน
1-5 มก/ล	ปลามีชีวิตอยู่ได้ แต่ถ้าเกิดขึ้นอย่างต่อ เนื่องปลาจะเจริญเติบโตช้าและไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ดี
>5 มก/ล	เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์

ที่มา : มั่นสินและไพพรรณ (2540)

ตารางที่ 2 อิทธิพลของออกซิเจนที่ละลายในน้ำในบ่อกุ้ง

ออกซิเจนในน้ำ	การตอบสนองของกุ้งและสิ่งแวดล้อมในบ่อ
น้อยกว่า 1 มก/ล	กุ้งตาย
1-2 มก/ล	ระบบภูมิคุ้มกันโรคลดลง เกิดการย่อยสลายของเสียแบบไม่ออกซิเจน ,กุ้งลอยหัว
2-3 มก/ล	กินอาหารลดลง กุ้งเจริญเติบโตช้า กุ้งเครียด อาหารเหลือในบ่อ
3-4 มก/ล	กุ้งเจริญเติบโตช้า อัตราการสะสมของเสียในบ่อเพิ่มขึ้น
มากกว่า 4 มก/ล	กุ้งเจริญเติบโตดี สารอินทรีย์และของเสียสลายตัวเร็ว

ที่มา : พุทธ (2544)

สุภาพร (2538) รายงานว่ากุ้งตัวอ่อนที่อยู่ในสกุล Procambarus ที่มีความยาว 9-12 มิลลิเมตร จะมีอัตราการตาย 50% ที่ระดับออกซิเจนเป็น 0.75-11 ppm (LC50) เมื่อกุ้งโตขนาด 31-35 มิลลิเมตรค่า LC50 จะอยู่ที่ปริมาณออกซิเจน 0.5 ppm Martin et al.(1998) รายงานว่าปริมาณความเข้มข้นของออกซิเจนโดยเฉลี่ยลดลงเมื่อความหนาแน่นของกุ้งในบ่อเพิ่มขึ้น ที่ความหนาแน่น 1 ตัว/ตารางเมตร มีค่า DO = 5.79 mg/l และที่ความหนาแน่น 30 ตัว/ตารางเมตร มีค่า DO = 4.27 mg/l จากรายงานของ ภาณุและคณะ (2539) พบว่าระดับ DO ที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งและปลาควรมีค่า 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าออกซิเจนอยู่ในช่วง 1.0-5.0 มิลลิกรัมต่อลิตรอย่างต่อเนื่องทำให้การเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของปลาลดลง น้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำ 5.0-7.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. ความเค็ม (Salinity) ความเค็มของน้ำทะเลมีผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

จากการศึกษาความสามารถทนทานของกุ้งกุลาดำต่อการเปลี่ยนแปลงของความเค็มในช่วงกว้างและถ้าความเค็มเปลี่ยนแปลงลดลงอย่างช้าๆ สามารถปรับตัวอยู่ที่ความเค็มเป็นศูนย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเวลานานพอสมควรหรือความเค็มที่เพิ่มขึ้นจนถึง 45 ppt แต่ความที่เหมาะสมและการเจริญเติบโตดีที่สุดคืออยู่ระหว่าง 15-20 ppt พบว่าในปัจจุบันมีการเลี้ยงกุ้งที่ความเค็ม 3-10 ppt วิทยาและสิริพร (2542) ศึกษาผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยแมลงภู่ พบว่า การเลี้ยงหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ซึ่งมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.70 กรัม นำมาเลี้ยงที่ระดับความเค็ม 10,15,20,25 และ 30 ppt ในถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร ด้วยอัตราความหนาแน่น 25 ตัว/ ถัง อาหารที่ใช้เลี้ยงหอยแมลงภู่ ได้แก่ *Skeletonema* sp. , *Chaetoceros* sp. และอาหารเสริมเป็นเวลา 4 เดือน ให้ผลดังนี้

ตารางที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยและอัตราการรอดตายที่ระดับความเค็มต่างๆของหอยแมลงภู่

ระดับความเค็ม	น้ำหนักเฉลี่ยหอยแมลงภู่	อัตราการรอดตาย(%)
10 ppt	1.56	41.32
15 ppt	2.52	53.32
20 ppt	3.16	76.00
25 ppt	4.40	73.33
30 ppt	4.29	78.68

ที่มา : วิทยาและสิริพร (2542)

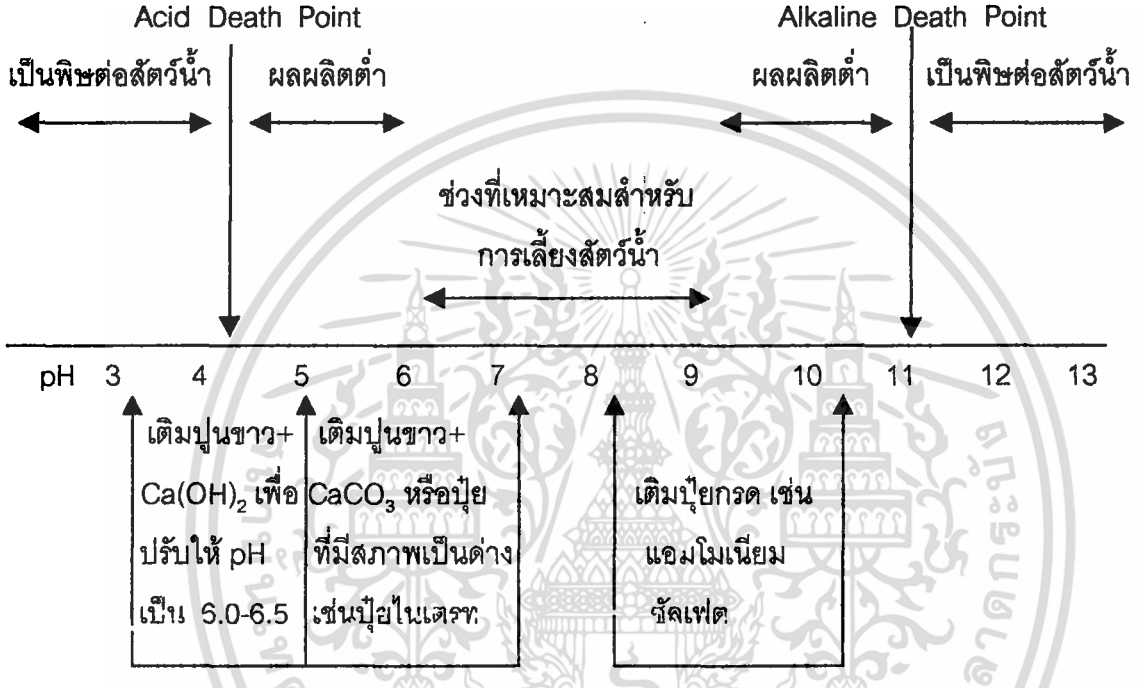
จากการศึกษาของจารุวัฒน์และสะไบทิพย์ (2538) รายงานว่า ระดับความที่เหมาะสมต่อการฟักไข่ของปลาหมึกหอม *Sepioteuthis lessoniana* อยู่ในช่วง 21.8-36.6 ppt และปลาหมึกกระดองลายเสือ *Sepia pharaonis* อยู่ในช่วง 22.5-37.5 ppt ศราวุธและคณะ (2539) รายงานว่า ผลของความเค็มของน้ำต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลาสลิด หมอไทย ช่อน และปลาบู่ พบว่า ปลาบู่สามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความเค็มไม่เกิน 20 ppt ปลาสลิดเจริญเติบโตได้

ในระดับความเค็มไม่เกิน 15 ppt ปลาหมอไทยและปลาช่อนสามารถเจริญเติบโตได้ในระดับความเค็มไม่เกิน 10 ppt ความเค็มที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายในการอนุบาลลูกปลากดเหลือง พบว่าการเจริญเติบโตที่ระดับความเค็ม 2 ppt สูงกว่าระดับความเค็มอื่นๆ (สุขาวดีและคณะ, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)

ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 6.5-9.0 ช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 4.0-6.5 สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่จะหยุดการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ ในช่วงความเป็นกรดเป็นด่าง 9.0-11.0 สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่อยู่ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานๆ อาจได้รับอันตรายถึงตายได้และความความเป็นกรดเป็นด่างต่ำกว่า 4.0 หรือสูงกว่า 11.0 สัตว์น้ำจะตาย (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 5 ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง pH ที่ระดับต่างๆต่อสัตว์น้ำ
ที่มา : สุภาพร (2538)

สุชาติและคณะ (2536) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกอุยเทศ พบว่า pH มีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 6.75-7.86 เคยมีรายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาพบว่า pH เปลี่ยนแปลงระหว่าง 6.3-8.9 (ยงยุทธและคณะ, 2532) จากรายงานของ พูนสิน (2542) พบว่าผลของความเป็นกรดเป็นด่างในการอนุบาลลูกปลากะพงขาวขนาด 3.56±0.33 ถึง 6.25±0.44 ซ.ม. มีความทนทานต่อระดับความเป็นกรดเป็นด่างต่ำได้ถึง 4.5 ในเวลา 96 ช.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุณหภูมิ (Temperature)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำอย่างรวดเร็วทำให้เกิดอันตรายโดยตรงต่อสัตว์น้ำได้ เช่นทำให้ระบบการควบคุมการขับถ่ายน้ำและแร่ธาตุในร่างกาย (osmoregulatory system) ผิดปกติไป ส่งผลให้ร่างกายสัตว์น้ำอ่อนแอและตายได้ อุณหภูมิของน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีผลโดยตรงต่ออัตราการใช้ประโยชน์อาหาร และอัตราการกินอาหารของสัตว์น้ำ จากรายงานของ Hennig และ Andreatta (1998) อัตราการรอดของลูกกุ้ง *Penaeus paulensis* ที่ 18 °C จะมีอัตราการรอดตายต่ำกว่าที่ 23 °C และ 28 °C จากระยะ PL10 เป็นเวลา 25 วัน ในโรงเพาะเลี้ยงแบบพัฒนา ให้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 อัตราการรอด,น้ำหนักเฉลี่ยและ CV ที่อุณหภูมิ 3 ระดับ

Temperature level (°C)	Mean survival (%)	Mean final weight (mg)	CV(%)
18	54.3^{a}	5.46^{a}	42.82
23	82.3^{b}	14.73^{b}	44.98
28	80.4^{b}	24.27^{c}	52.97

ที่มา : Hennig และ Andreatta (1998)

5.ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ในสภาพปกติค่าความเป็นด่างของแหล่งน้ำธรรมชาติปรากฏอยู่ในรูปของไบคาร์บอเนต (HCO_2^-) เป็นส่วนใหญ่ แต่ในสภาพที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของน้ำสูง ค่าความเป็นด่างจะประกอบด้วย $CO_3^=$ และ OH^- คุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็น buffering capacity ช่วยไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างเร็วเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ถังพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 36x50x24 เซนติเมตร จำนวน 25 ใบ
2. สารควบคุมคุณภาพน้ำ
3. อาหารกุ้งสำเร็จรูป
4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
   - 4.1 เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
   - 4.2 เครื่องวัดอุณหภูมิรุ่น YSI 5902
   - 4.3 เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter) รุ่น HI 8424
   - 4.4 เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter) รุ่น YSI 5902
   - 4.5 เครื่องวัดค่าความนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (Conductivity / TDS meter)
   - 4.6 เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) Milton Roy รุ่น SPECTRONIC 401
   - 4.7 ตู้บ่ม Incubator
   - 4.8 Water Bath
5. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 4 ตำแหน่งรุ่น HF – 2000 G

วิธีการ

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 5 x 5 Factorial แบบสุ่มตลอด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ปัจจัย คือ

ความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ (S) 5 ระดับ คือ 0.0, 0.5, 1.0, 1.5 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณอาหารกุ้ง (F) 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

โดยทำการทดลองแต่ละทรีทเมนต์ 3 ซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

1. **ขั้นตอนการเตรียมถังทดลอง**

ใช้ถังพลาสติกขนาด 36x50x24 เซนติเมตร จำนวน 25 ใบ ล้างทำความสะอาด เติมน้ำประปาในแต่ละถัง 40 ลิตร ปิดฝาถัง

2. **ขั้นตอนการทดลอง**

2.1 **ชั่งอาหารกุ้ง 0.4 , 0.8 , 1.2 และ 1.6 กรัม ใส่ลงในแต่ละถังในแต่ละชุดความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ**

2.2 เตรียม Stock solution ของสารควบคุมคุณภาพน้ำ (1 : 100) แล้วนำไปเติมลงในถังพลาสติกตามระดับความเข้มข้น 0.0 , 0.5 , 1.0 , 1.5 , และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.3 วิเคราะห์คุณภาพของน้ำก่อนการทดลอง

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.1 วิเคราะห์คุณภาพน้ำในถังทดลองทุก 3 วัน

3.2 อุณหภูมิ ใช้เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO meter) รุ่น YSI 5902

3.3 ความเป็นกรดเป็นด่างใช้เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง HANA รุ่น HI 8424

3.4 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำใช้เครื่อง DO meter รุ่น YSI 5902

3.5 ปริมาณความเป็นด่างวิเคราะห์โดยวิธีการไตเตรทด้วยวิธี APHA (1981)

3.6 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนวิเคราะห์โดยวิธี Phenate method

3.7 ค่าความนำไฟฟ้า Conductivity โดยใช้เครื่อง Conductivity / TDS meter

3.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ TDS โดยใช้เครื่อง Conductivity / TDS meter

3.9 ค่า BOD โดยใช้เครื่อง DO meter รุ่น YSI 5902

3.10 ค่า COD วิเคราะห์โดยวิธีการไตเตรท

การบันทึกข้อมูล

บันทึกคุณภาพน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsssoft Excel Version 97

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ทำการทดลองตั้งแต่เดือนมีนาคม 2544 ถึง เดือนธันวาคม 2544

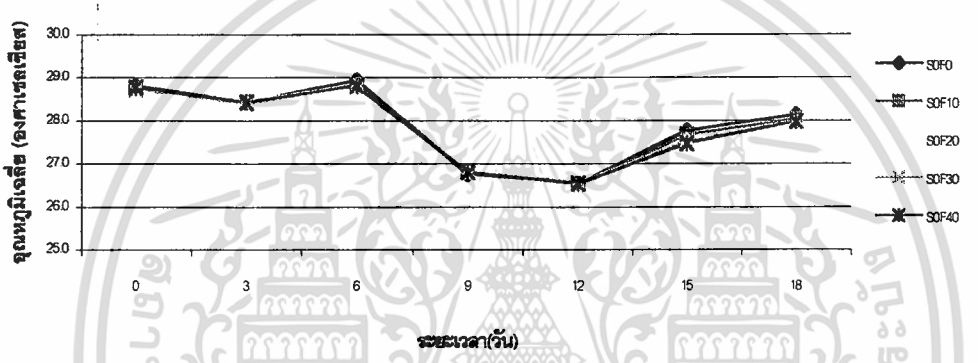
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

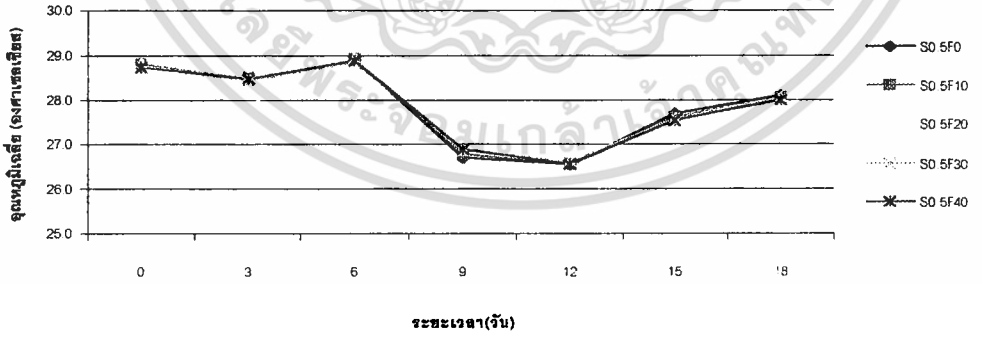
คุณสมบัติน้ำที่วิเคราะห์ระหว่างการทดลองได้แก่ อุณหภูมิ ความนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นด่าง ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (BOD) และค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)

อุณหภูมิ (Temperature)

ตลอดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.6 $\pm$1.32 ถึง 28.8 $\pm$ 0.41 (ภาพที่ 6 – 10)

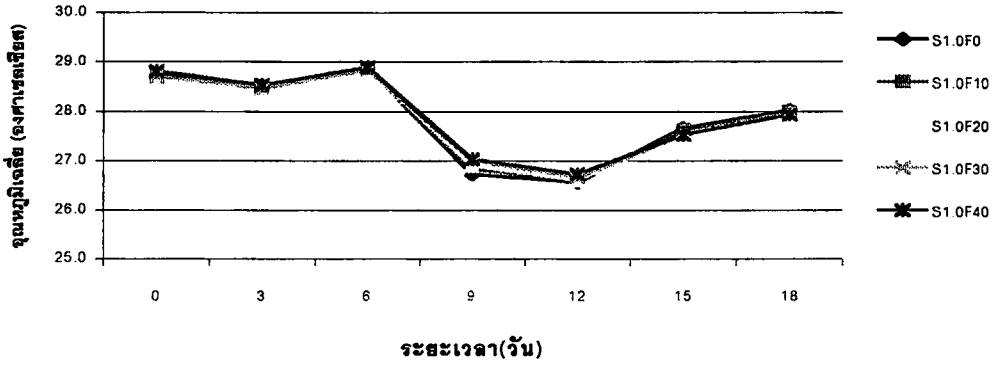


ภาพที่ 6 คุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

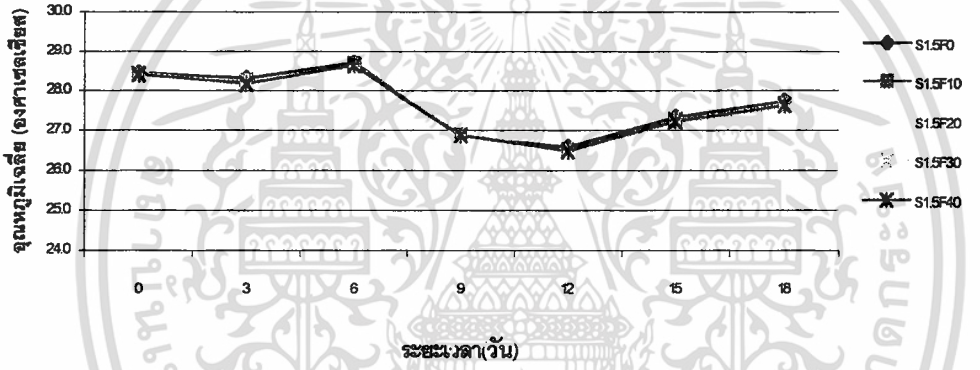


ภาพที่ 7 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

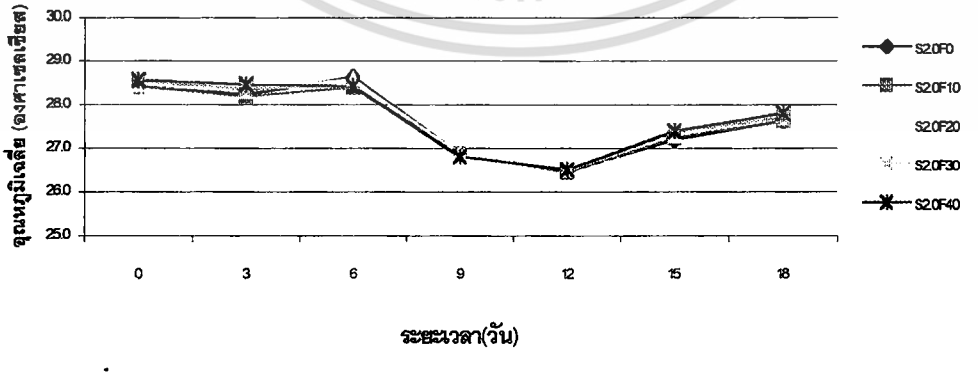
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 9 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



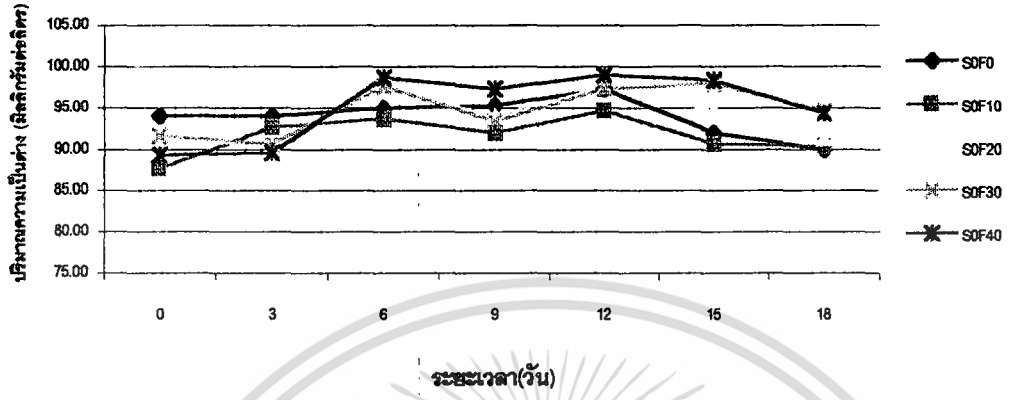
ภาพที่ 10 อุณหภูมิเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99459

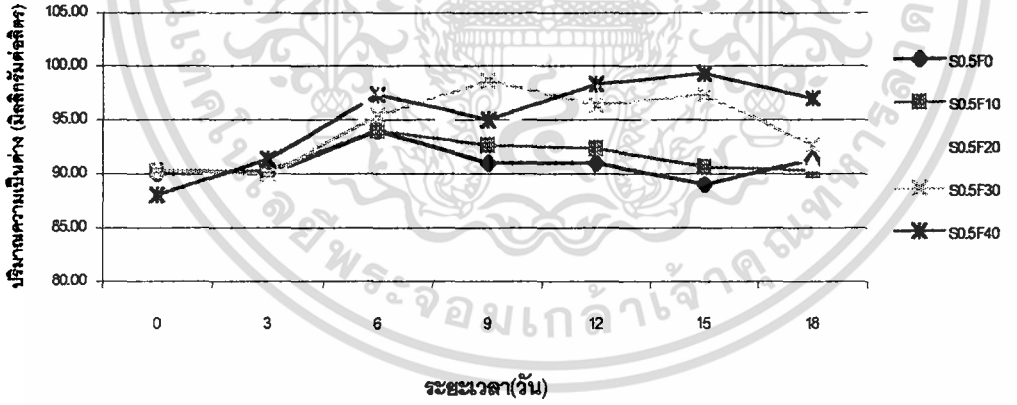
ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ตลอดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 87.67 $\pm$ 13.65 ถึง 101.67 $\pm$ 14.36 mg/L (ภาพที่ 11 – 15)



ภาพที่ 11 ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

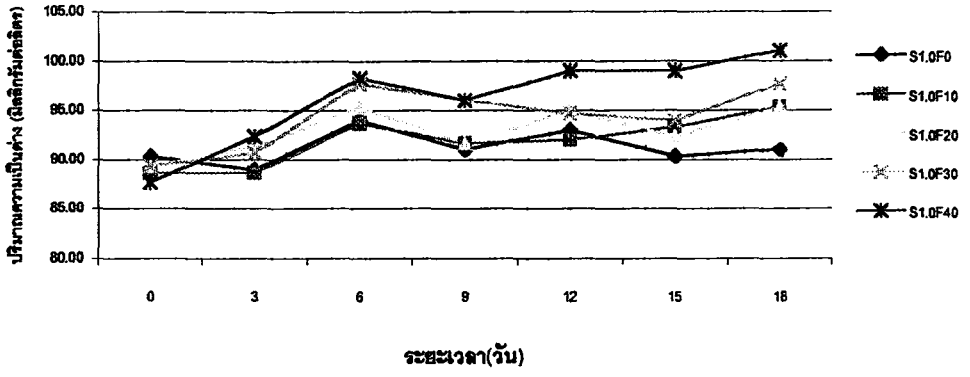
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 12 ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

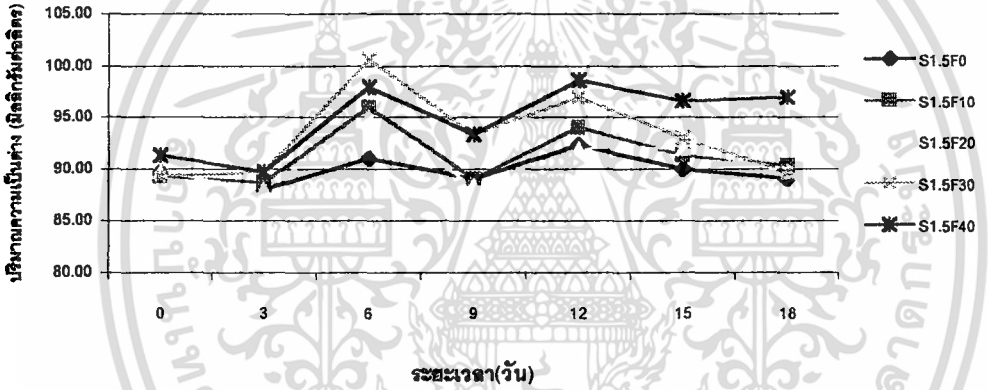
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

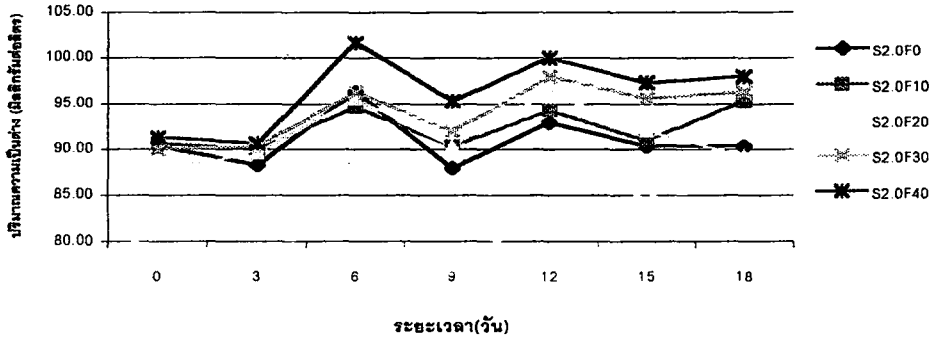
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 14 ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

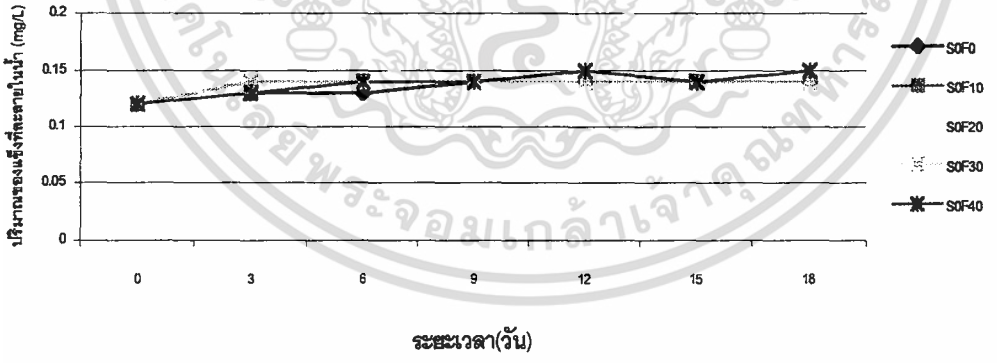


ภาพที่ 15 ปริมาณความเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ (TDS)

ตลอดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.11 ± 0.00 ถึง 0.16 ± 0.00 g/L (ภาพที่ 16 – 20)

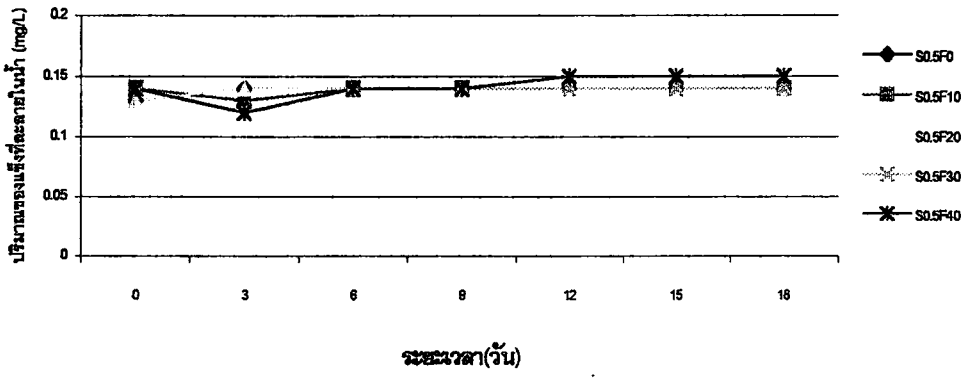


ภาพที่ 16 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

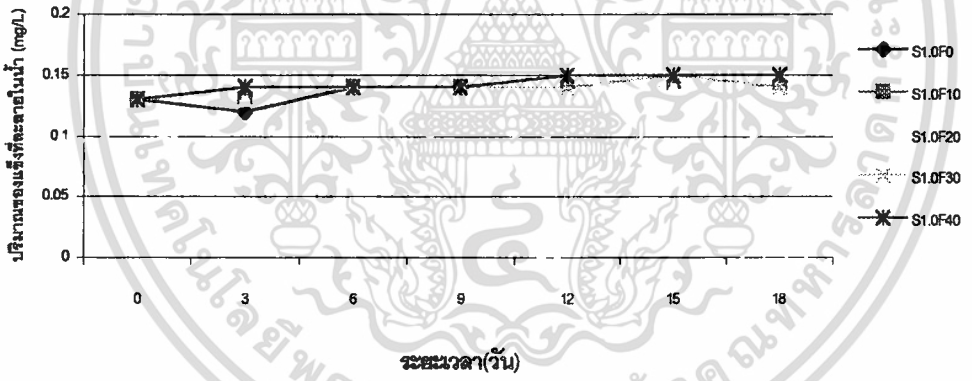
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18754



ภาพที่ 17 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

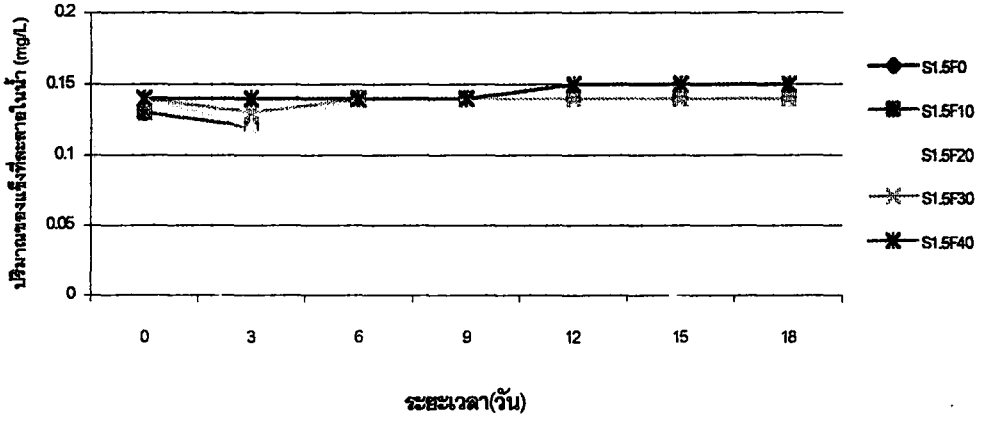


ภาพที่ 18 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

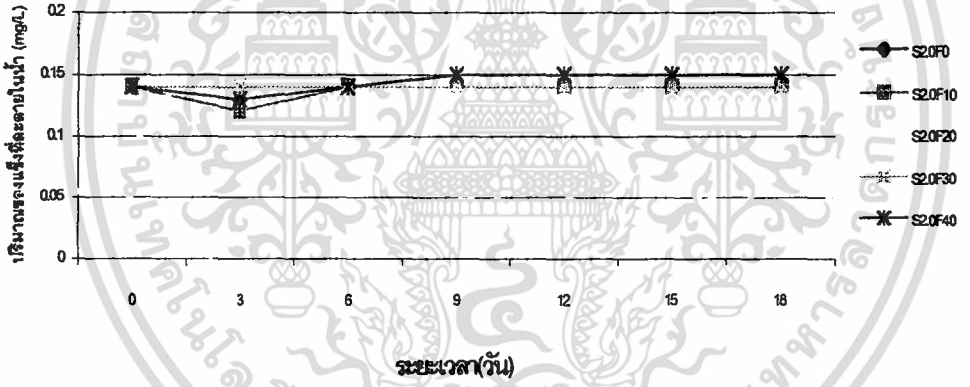
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ อาคารเรียนรวม



ภาพที่ 19 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



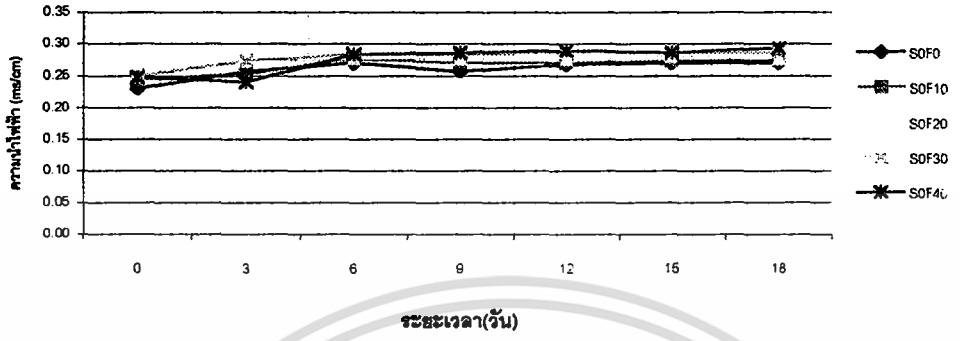
ภาพที่ 20 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

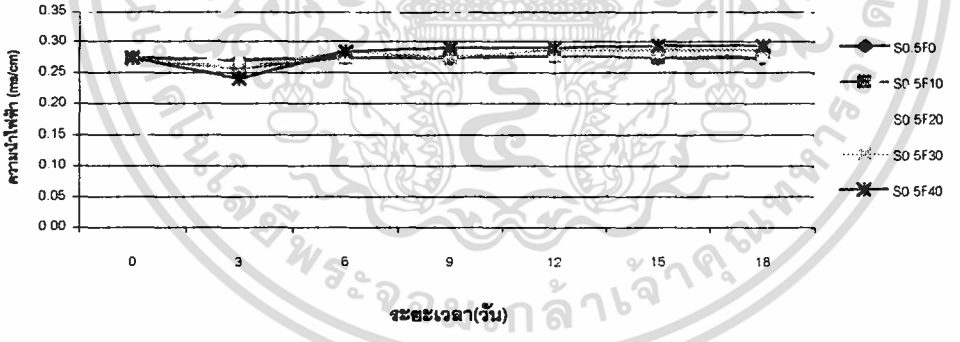
ความนำไฟฟ้า (Conductivity)

ตลอดการทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.20 ± 0.01 ถึง 0.32 ± 0.01 ms/cm (ภาพที่ 21 – 25)



ภาพที่ 21 ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

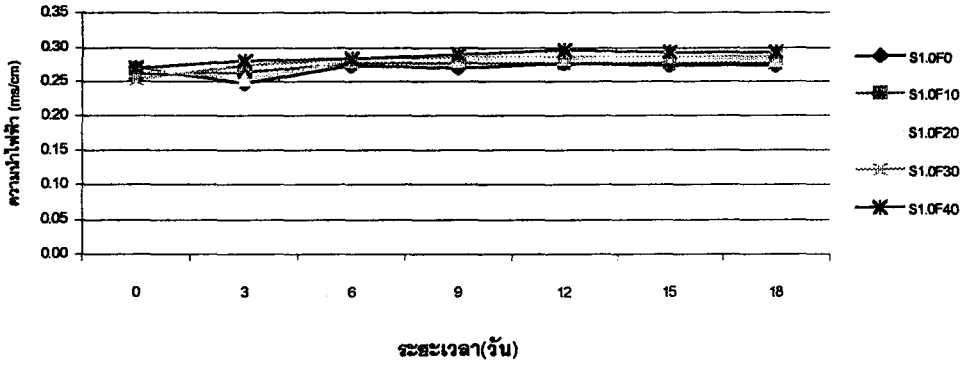
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 22 ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

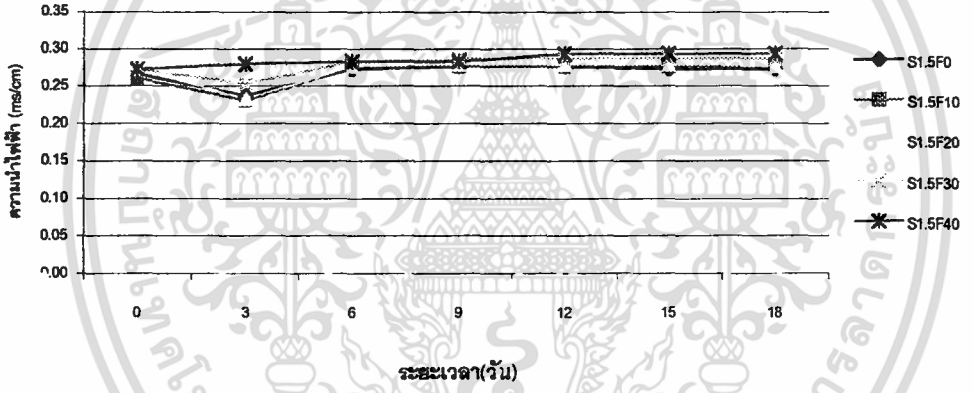
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

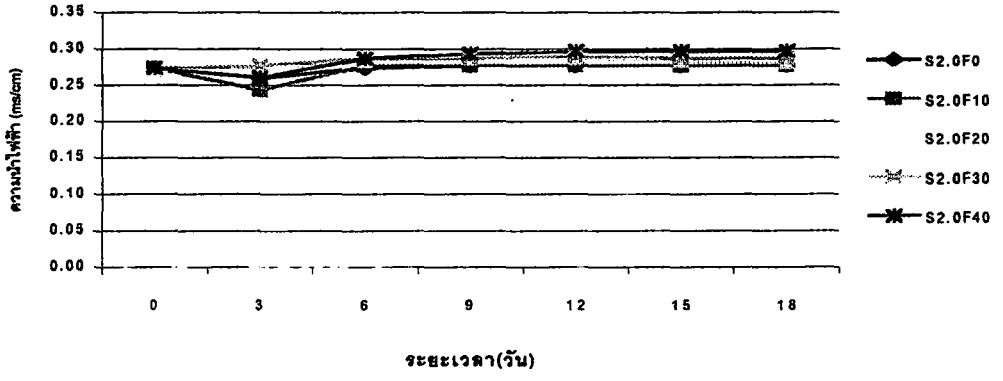
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 24 ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

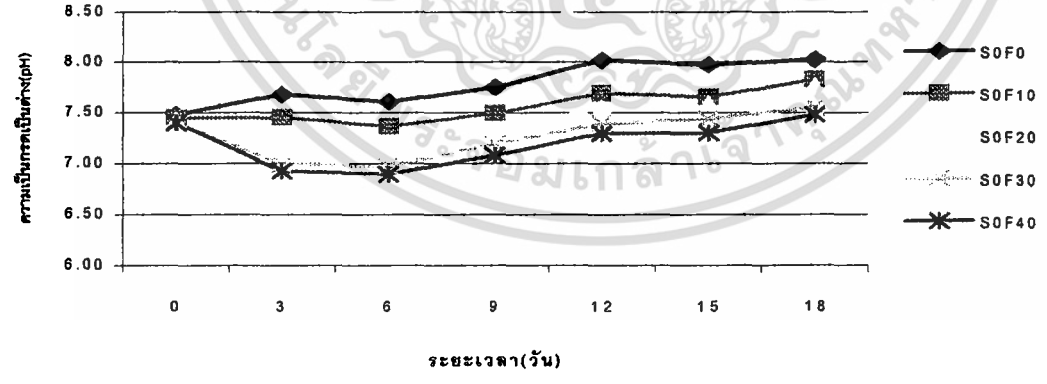


ภาพที่ 25 ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

ความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)

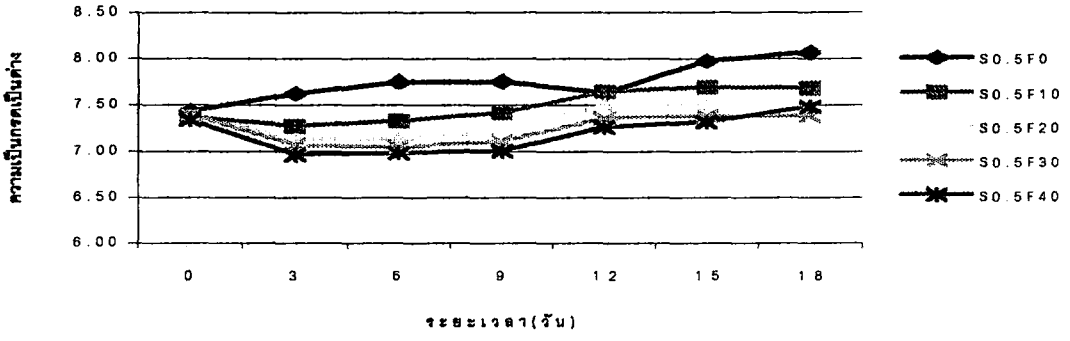
วันที่ 0 ค่า pHมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) วันที่ 3 , 6 , 9 , 12 , 15 , 18 ค่า pH มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) เฉพาะที่ระดับของปริมาณอาหารที่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำที่แตกต่างกันจะไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (ภาพที่ 26 – 30) ตลอดการทดลองค่า pH มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 7.18 $\pm$ 0.20 ถึง 7.79 $\pm$ 0.22



ภาพที่ 26 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

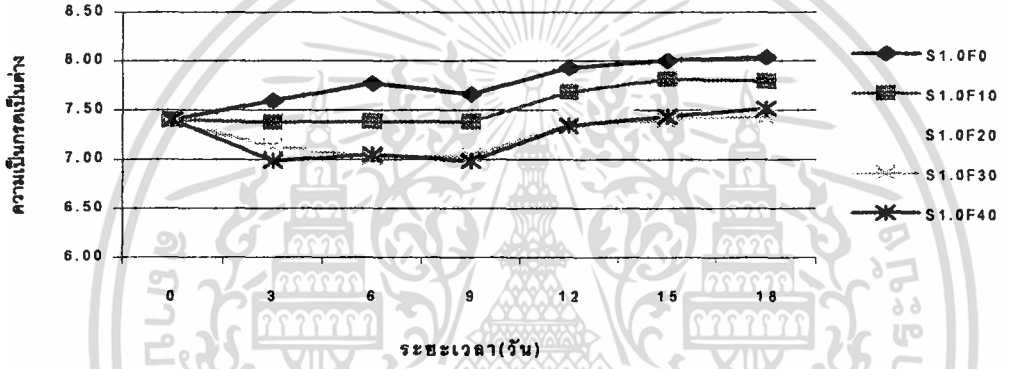
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



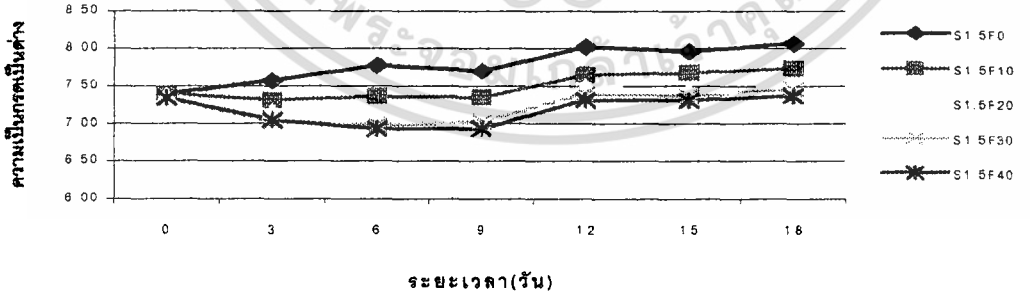
ภาพที่ 27 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 28 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

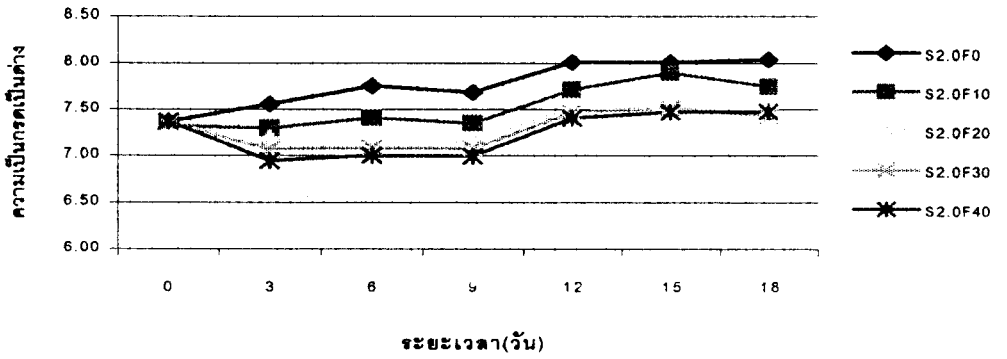
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 29 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

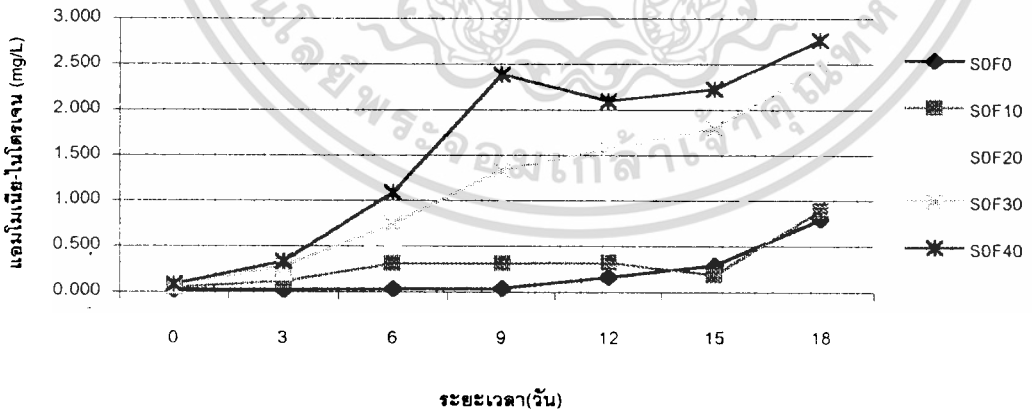


ภาพที่ 30 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3)

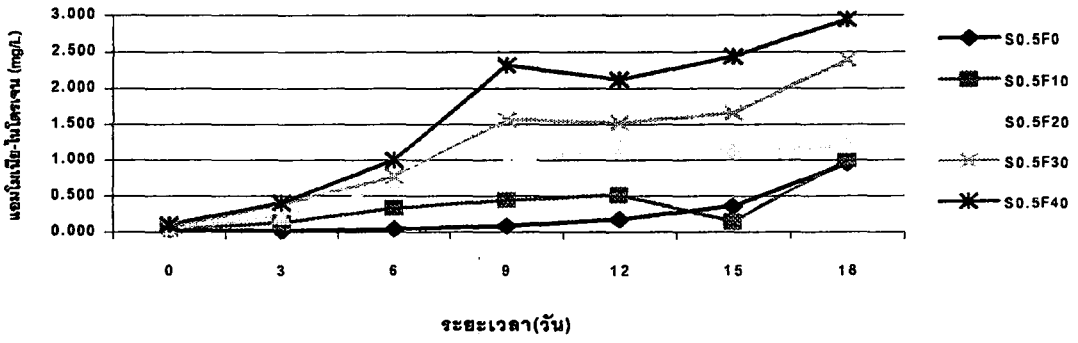
พบว่าตลอดการทดลอง ค่าแอมโมเนียมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) เฉพาะที่ระดับความแตกต่างของปริมาณอาหาร ที่ระดับปริมาณอาหารสูงที่สุดจะมีค่าแอมโมเนียสูงที่สุด ค่าแอมโมเนียจะแปรผันตามปริมาณอาหาร แต่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 31 – 35) มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.009 ± 0.01 ถึง 2.581 ± 1.86 mg/L



ภาพที่ 31 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

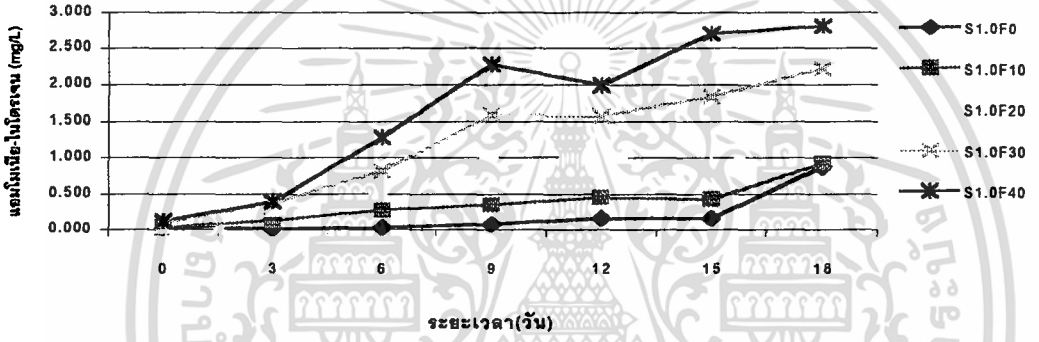
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



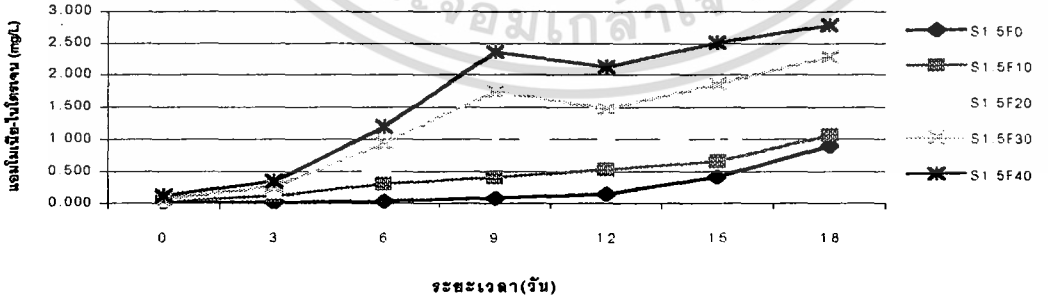
ภาพที่ 32 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 33 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

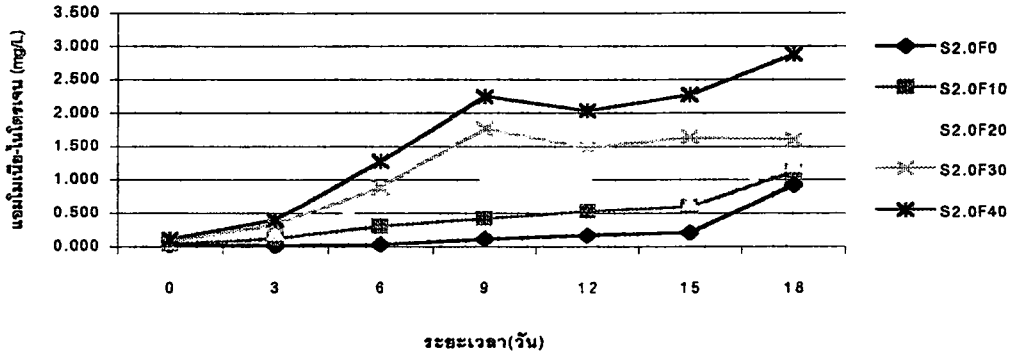
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 34 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

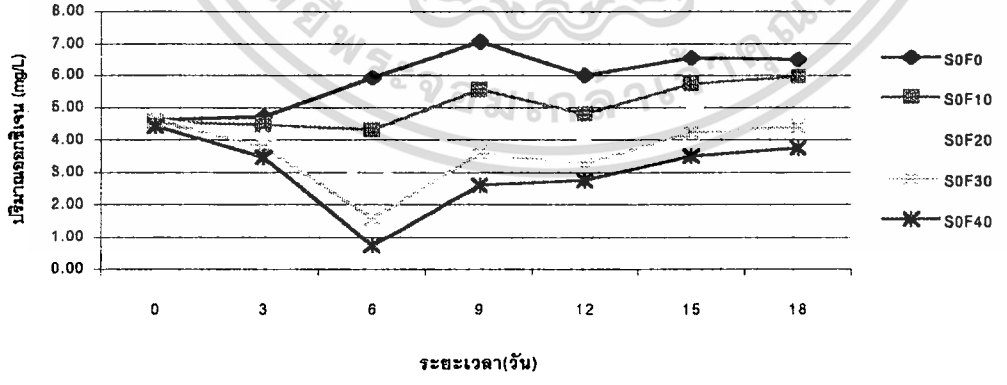


ภาพที่ 35 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัม ต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

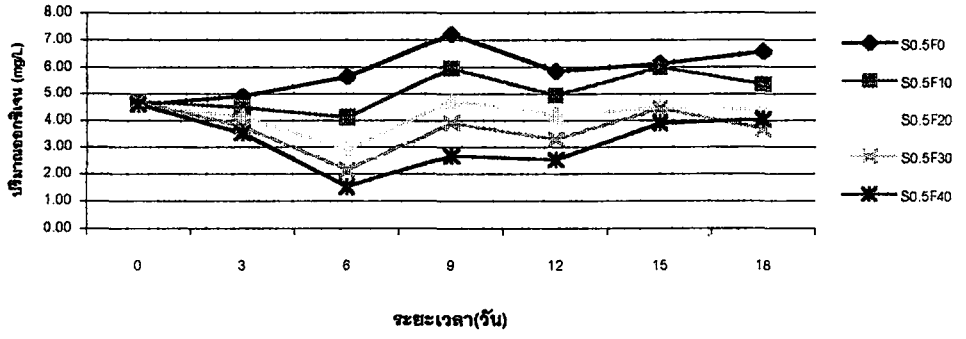
วันที่ 0 , 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($\alpha > 0.05$) วันที่ 6 , 9 , 12 , 15 , 18 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความแตกต่างทางสถิติเฉพาะที่ระดับของปริมาณอาหารที่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ(ภาพที่ 36 – 40) ค่า DO เฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 2.10 $\pm$ 0.96 ถึง 7.30 $\pm$ 0.21 mg/L



ภาพที่ 36 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

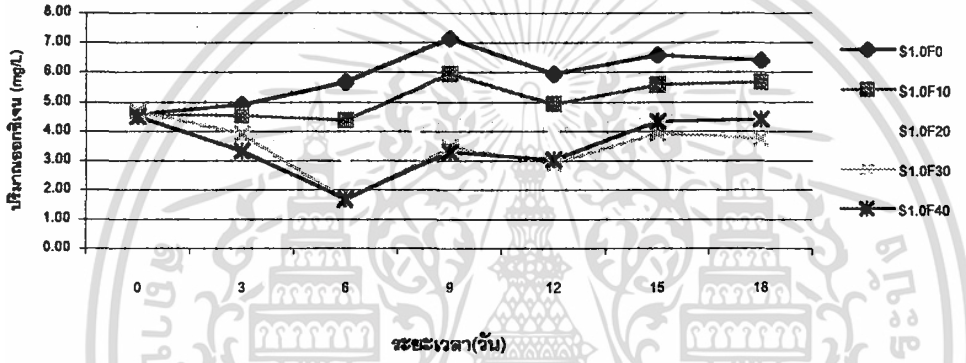
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



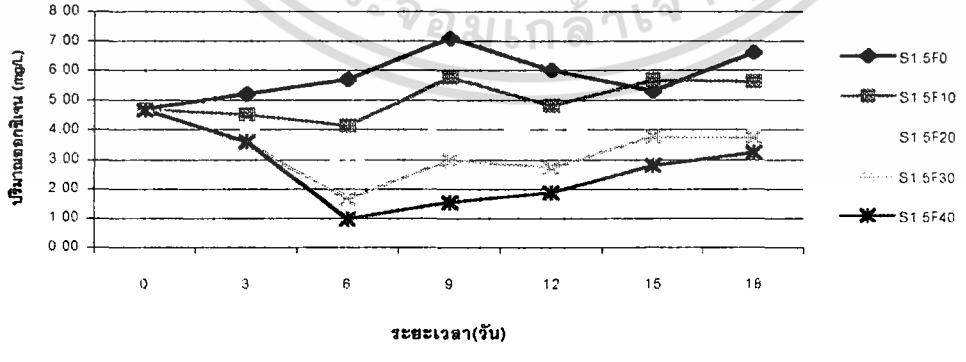
ภาพที่ 37 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 38 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

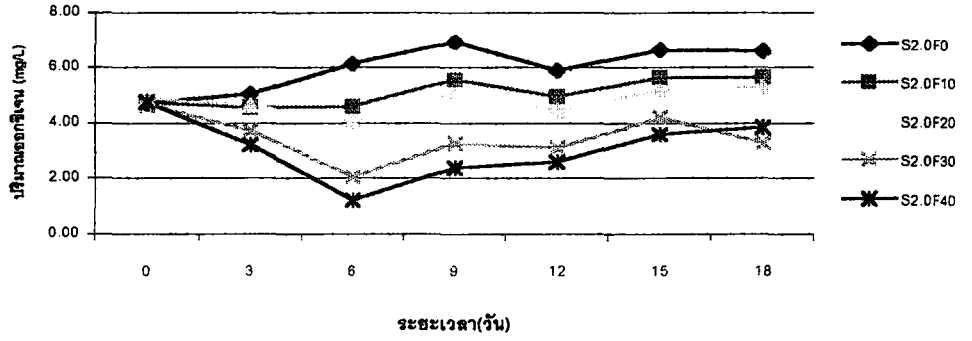
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 39 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

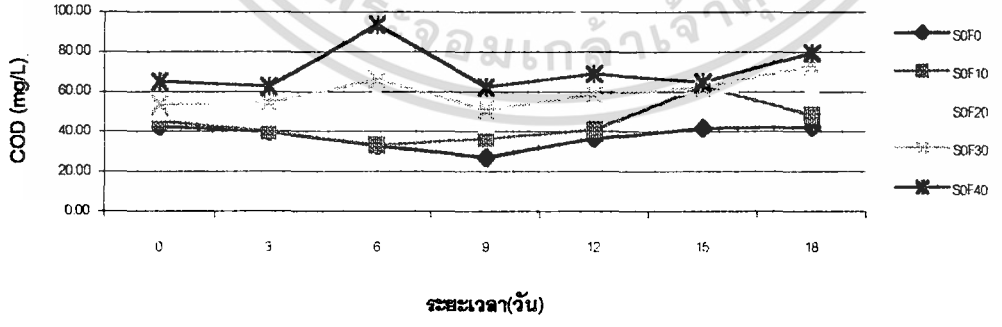


ภาพที่ 40 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

ความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD)

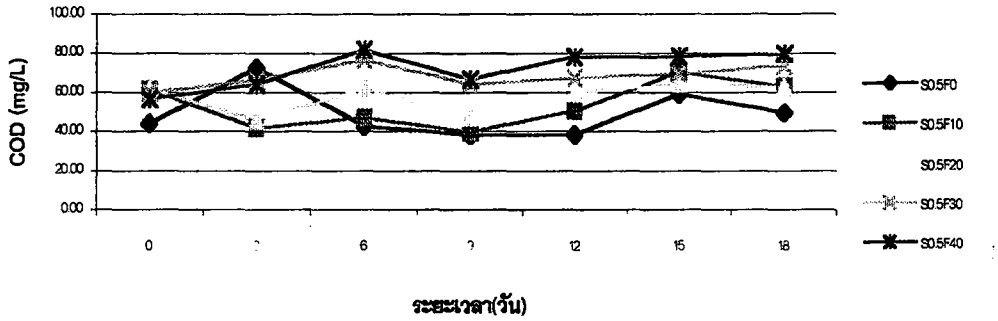
วันที่ 0 ค่า COD มีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับของอาหาร จะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วันที่ 3 ค่า COD มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วันที่ 6 ค่า COD มีความแตกต่างกันทางสถิติเฉพาะที่ระดับของอาหาร ที่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำจะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วันที่ 9 , 12 ค่า COD มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งที่ระดับของอาหารที่แตกต่างกันและที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำที่แตกต่างกัน วันที่ 15 ค่า COD มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเฉพาะที่ระดับของอาหาร ที่แตกต่างกัน แต่ที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำจะมีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ วันที่ 18 ค่า COD มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 41 – 45) ค่า COD ตลอดการทดลองมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 37.45 $\pm$ 5.93 ถึง 90.59 $\pm$ 11.93 mg/L



ภาพที่ 41 ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

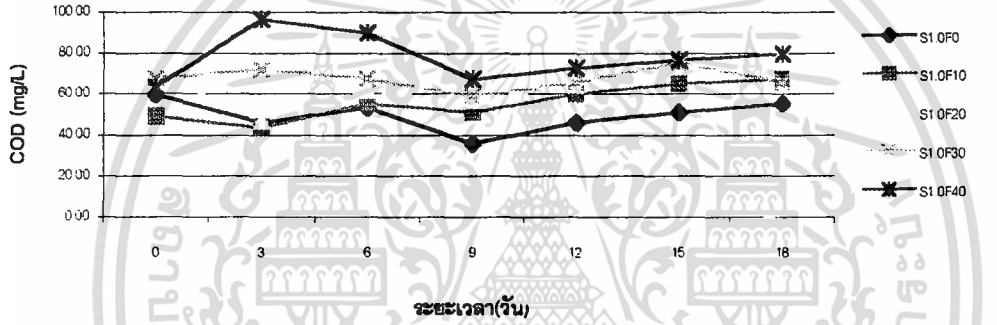
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



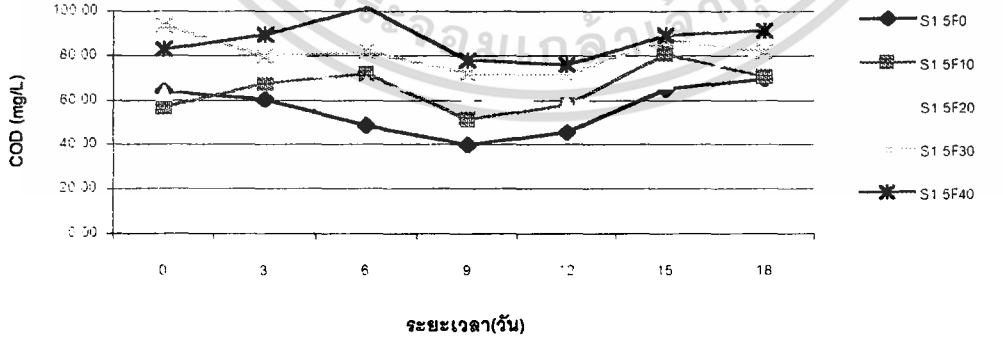
ภาพที่ 42 ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 43 ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

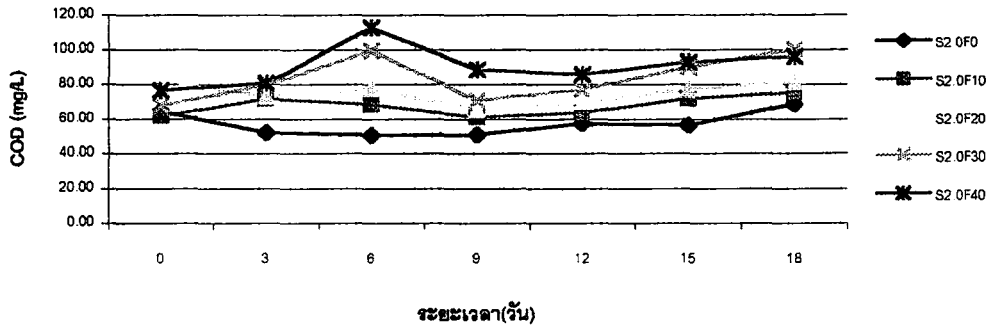
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 44 ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

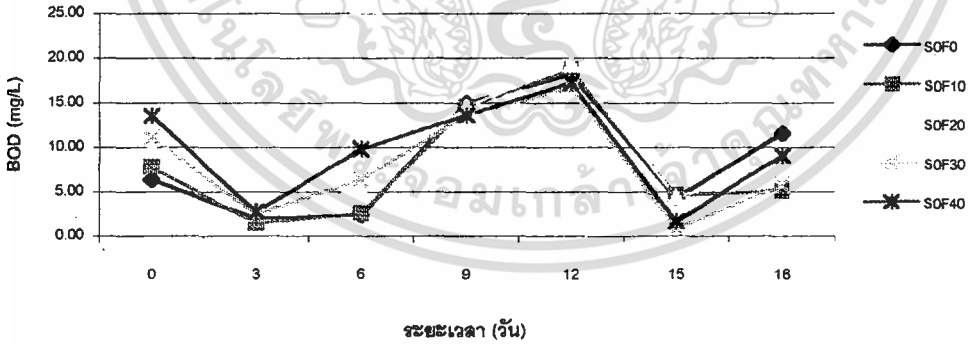


ภาพที่ 45 ความต้องการออกซิเจนทางเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเคมี (BOD)

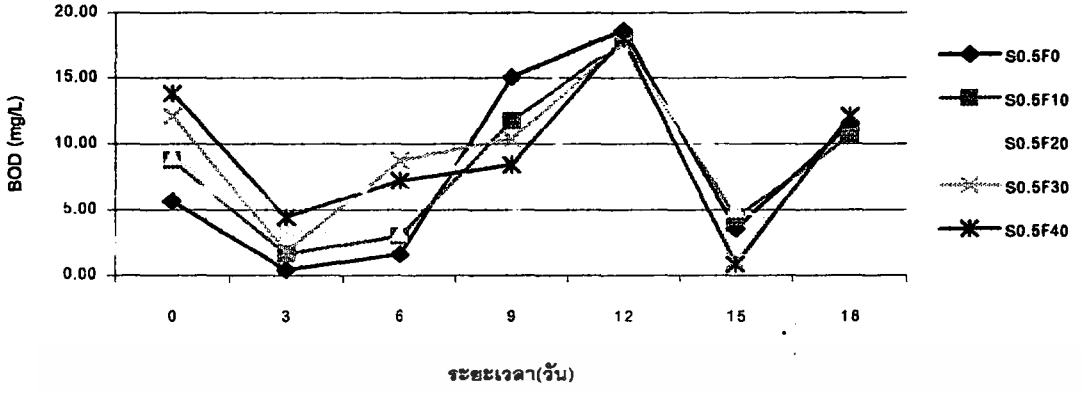
วันที่ 0 , 3 , 6 , 9 , 15 , 18 ค่า BOD มีความแตกต่างทางสถิติทั้งที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำ ที่แตกต่างกันและที่ระดับของอาหาร ที่แตกต่างกัน วันที่ 12 ค่า BOD ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ทั้งที่ระดับของสารควบคุมคุณภาพน้ำ และที่ระดับของอาหารที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 46 – 50) ค่า BOD เฉลี่ยตลอดการทดลองมีค่าอยู่ระหว่าง 7.49 $\pm$ 6.64 ถึง 11.21 $\pm$ 6.22 mg/L



ภาพที่ 46 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

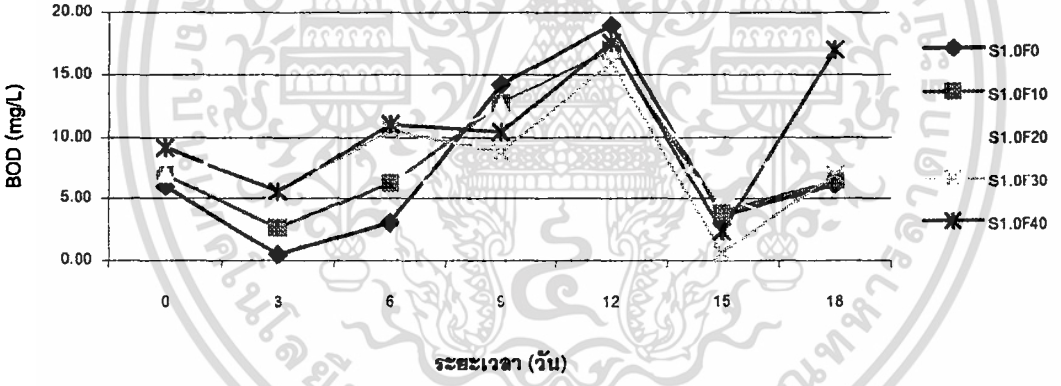
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 47 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

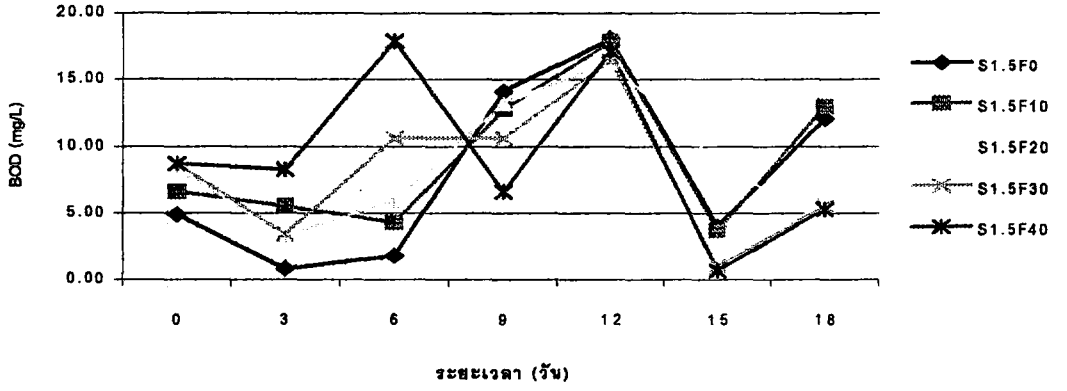
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 48 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

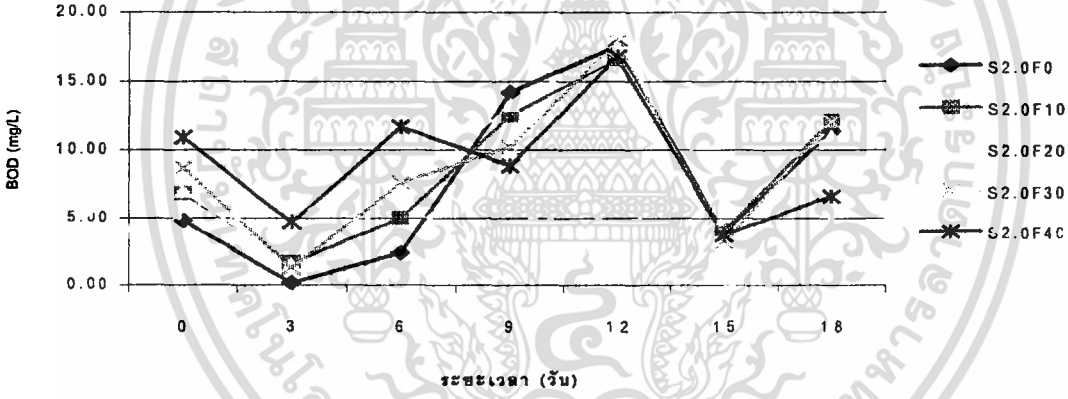
S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 49 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณภาพน้ำ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง



ภาพที่ 50 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีเฉลี่ยที่ระดับความเข้มข้นของสารควบคุมคุณ ภาพน้ำ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

S = สารควบคุมคุณภาพน้ำ F = ปริมาณอาหารกุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีอาหารตกค้าง พบว่าสารควบคุมคุณภาพน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า COD และ BOD โดยทำให้ค่า COD และ BODมีปริมาณลดลง ส่วนค่าอุณหภูมิมีค่าเฉลี่ย 26.6 $\pm$ 1.32 ถึง 28.8 $\pm$ 0.41 ความเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย 87.67 $\pm$ 13.65 ถึง 101 $\pm$ 14.36 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย 0.11 $\pm$ 0.00 ถึง 0.16 $\pm$ 0.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย 0.20 $\pm$ 0.01 ถึง 0.32 $\pm$ 0.01 ms/cm ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ย 7.18 $\pm$ 0.20 ถึง 7.79 $\pm$ 0.22 แอมโมเนีย – ไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ย 0.09 $\pm$ 0.01 ถึง 2.581$\pm$ 1.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ย 2.10 $\pm$ 0.96 ถึง 7.30 $\pm$ 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า COD มีค่าเฉลี่ย 37.45 $\pm$ 5.93 ถึง 90.59 $\pm$ 11.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า BOD มีค่าเฉลี่ย 7.49 $\pm$ 6.64 ถึง 11.21 $\pm$ 6.22 มิลลิกรัมต่อลิตร

อุณหภูมิ ความเป็นด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำ ความนำไฟฟ้า ความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย – ไนโตรเจน และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสารควบคุมคุณภาพน้ำไม่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลง แต่ถ้าเกษตรกรต้องการจะใช้สารควบคุมคุณภาพน้ำในการปรับสภาพของน้ำภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำควจจะมีการตรวจสอบสภาพของน้ำภายในว่าบ่อมีสารอินทรีย์อยู่ในปริมาณมากน้อยเพียงใด เพื่อที่จะได้ใช้สารควบคุมคุณภาพน้ำในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ และสะไบทิพย์ อมรจารุชิต. 2538. ผลของความเค็มต่างระดับต่อการฟักของไข่ และอัตราการรอดตายของปลาหมึกหอมและปลาหมึกกระดองลายเสือ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 37/2538. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งฉะเชิงเทรา, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 23 น.

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2543. กุ้งไทย 2000. เจริญรัฐการพิมพ์. 260 น.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2544. การจัดการสารประกอบไนโตรเจนและออกซิเจนในฟาร์มเลี้ยงกุ้งระบบปิด. วารสารกุ้งเอเชียน. 51(6). น.4-12.

พูนสิน พานิชสุข. 2542. ผลของความเป็นกรด-ด่างต่ำในการอนุบาลลูกปลากะพงขาว. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2542. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. 11 น.

ภานุ เทวรัตน์มณีกุล, สุจินต์ หนูขวัญ, กำชัย ลาวัณยวุฒิ, วีระ วัชรกรโยธิน และนวลมณี พงศ์ธนา. 2539. หลักการเพาะเลี้ยงปลา. ข่าวกรมประมง. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. น.19-23.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2540. ลักษณะสมบัติของน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ. หนังสือการจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ:เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 214 น.

ยงยุทธ ปรีดาสัมพะบุตร เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก พุทธ ส่องแสงจินดา ศุภโยค สุวรรณมณีและวิชาญ ชูสุวรรณ. 2532. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2532. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง. 20 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Burford, M.A. and K.C. Williams. 2001. The fate of nitrogenous waste from shrimp feeding. Aquaculture. 198:79-93.

Engin, K.,and C.G.Carter. 2001. Ammonia and urea excretion rate of juvenile Australian shot-finned eel (Anguilla australis australis) as influenced by dietary protein level. Aquaculture.194:123-136.

Hennig, O.L. and E.R. Andreatta. 1998. Effect of temperature in an intensive nursery system for *Penaeus paulensis* (Perez Farfante,1967). Aquaculture.164:167-172.

Martin, J.-L.M., Y. Veran, O. Guelorget, and D. Pham. 1998. Shrimp rearing : stocking density, growth, impact on sediment, waste output and their relationships studied through the nitrogen budget in rearing ponds. Aquaculture.164:135-149.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	7.48± 0.17	7.68±0.17	7.61±0.25	7.75± 0.13	8.02± 0.41	7.97± 0.27	8.02± 0.36
0	10	7.45± 0.19	7.45± 0.30	7.36± 0.11	7.49± 0.12	7.69± 0.49	7.65± 0.34	7.82±0.34
0	20	7.43± 0.22	7.23± 0.23	7.08± 0.15	7.24± 0.17	7.54± 0.52	7.59 ±0.51	7.76± 0.45
0	30	7.39± 0.21	6.99 ±0.32	6.97± 0.14	7.19± 0.23	7.39± 0.52	7.44± 0.49	7.55± 0.43
0	40	7.40± 0.21	6.93 ±0.14	6.90± 0.14	7.08± 0.23	7.29± 0.48	7.30± 0.51	7.48 ±0.42
0.5	0	7.43± 0.19	7.63 ±0.22	7.75 ±0.04	7.76± 0.22	7.64± 0.10	7.97± 0.48	8.06 ±0.38
0.5	10	7.37± 0.19	7.27± 0.37	7.33± 0.11	7.41± 0.25	7.65± 0.51	7.70± 0.55	7.68 ±0.33
0.5	20	7.38± 0.17	7.14± 0.36	7.14± 0.03	7.21± 0.25	7.50± 0.49	7.49± 0.52	7.49± 0.37
0.5	30	7.40 ±0.17	7.07± 0.37	7.05± 0.02	7.11± 0.26	7.36 ±0.44	7.38 ±0.52	7.38± 0.37
0.5	40	7.34± 0.12	6.96± 0.41	6.98± 0.04	7.00± 0.27	7.26± 0.44	7.31± 0.47	7.48± 0.22
1.0	0	7.40± 0.21	7.59± 0.36	7.77± 0.11	7.66± 0.30	7.93± 0.57	8.01± 0.56	8.04± 0.40
1.0	10	7.40 ±0.19	7.37± 0.36	7.38± 0.16	7.38± 0.37	7.68± 0.61	7.81± 0.65	7.79± 0.43
1.0	20	7.39 ±0.19	7.16 ±0.44	7.19 ±0.14	7.17± 0.34	7.52± 0.56	7.46± 0.57	7.51± 0.47
1.0	30	7.37± 0.19	7.13± 0.37	7.02± 0.10	7.04± 0.33	7.35± 0.55	7.39 ±0.52	7.43± 0.45
1.0	40	7.40± 0.15	6.98 ±0.29	7.05± 0.06	6.98 ±0.24	7.34± 0.49	7.43± 0.44	7.51± 0.37
1.5	0	7.40± 0.16	7.57 ±0.13	7.78 ±0.08	7.70± 0.27	8.02± 0.58	7.96± 0.48	8.06± 0.38
1.5	10	7.40± 0.12	7.30± 0.25	7.36± 0.16	7.35± 0.32	7.65± 0.60	7.68± 0.56	7.73± 0.50
1.5	20	7.38± 0.12	7.16± 0.31	7.11± 0.17	7.13± 0.31	7.49± 0.61	7.44± 0.54	7.50± 0.53
1.5	30	7.33 ±0.13	7.02± 0.28	6.98 ±0.15	7.02± 0.32	7.40± 0.61	7.36± 0.54	7.46± 0.49
1.5	40	7.34± 0.13	7.05± 0.24	6.93± 0.16	6.93± 0.31	7.31±0.56	7.31± 0.54	7.37± 0.46
2.0	0	7.36 ±0.13	7.56± 0.06	7.75± 0.19	7.69± 0.31	8.01± 0.57	8.01± 0.49	8.04± 0.43
2.0	10	7.33± 0.15	7.29± 0.14	7.40± 0.34	7.35± 0.38	7.71± 0.64	7.90± 0.60	7.75± 0.51
2.0	20	7.32± 0.16	7.19± 0.16	7.14± 0.26	7.16± 0.36	7.51± 0.63	7.51± 0.56	7.50± 0.64
2.0	30	7.35± 0.16	7.07± 0.14	7.09± 0.28	7.08± 0.38	7.47± 0.67	7.51± 0.55	7.42± 0.66
2.0	40	7.37± 0.12	6.95± 0.08	7.00± 0.28	7.00± 0.35	7.40± 0.62	7.47± 0.50	7.48± 0.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ารางผนวกที่ 2 ความเป็นด่างเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	94.00±12.17	94.00±15.87	95.00±10.58	95.33±11.24	97.33±8.74	92.00±12.53	90.00±14.00
0	10	87.67±13.65	92.67±14.74	93.67±16.01	92.00±14.00	94.67±9.45	90.67±10.60	90.33±13.20
0	20	91.00±15.59	90.67±13.80	97.67±19.55	94.00±15.00	97.67±9.50	94.67±14.74	91.33±13.61
0	30	91.67±11.37	90.67±13.65	97.67±18.56	93.33±17.01	97.33±11.68	98.00±13.00	94.67±12.66
0	40	89.33±14.22	89.67±12.74	98.67±15.18	97.33±16.50	99.00±12.12	98.33±10.60	94.33±16.50
0.5	0	90.00±13.86	90.00±13.00	94.00±19.70	91.00±15.39	91.00±13.53	89.00±13.45	91.33±19.22
0.5	10	90.33±13.28	90.33±16.26	94.00±15.10	92.67±15.53	92.33±10.50	90.67±13.05	90.33±19.86
0.5	20	90.33±12.50	89.67±15.50	96.00±15.10	94.33±17.62	97.00±13.45	92.67±12.50	91.00±20.95
0.5	30	90.33±14.36	90.00±14.00	95.33±16.26	98.67±17.47	96.33±8.02	97.33±14.50	92.67±16.17
0.5	40	88.00±13.86	91.33±14.57	97.33±13.05	95.00±15.87	98.33±11.50	99.33±12.06	97.00±17.06
1.0	0	90.33±15.04	89.00±13.08	94.00±13.45	91.00±15.72	93.00±13.53	90.33±12.06	91.00±18.73
1.0	10	88.67±13.58	88.67±15.31	93.67±14.57	91.67±16.50	92.00±11.00	93.33±14.05	95.33±19.86
1.0	20	89.33±13.20	91.33±15.89	95.33±16.26	91.67±16.07	95.00±14.00	92.33±14.01	95.33±14.74
1.0	30	89.33±11.55	90.67±14.47	97.67±15.18	96.00±18.03	94.67±14.01	94.00±15.39	97.67±14.57
1.0	40	87.67±13.65	92.33±16.86	98.33±16.65	96.00±16.37	99.00±11.53	99.00±13.00	101.00±11.27
1.5	0	89.67±12.74	88.00±15.62	91.00±14.73	89.00±15.10	92.33±10.60	90.00±14.00	89.00±13.45
1.5	10	89.33±12.66	88.67±14.47	96.00±12.17	89.00±16.52	94.00±10.15	91.33±16.50	90.33±14.29
1.5	20	89.67±14.57	88.00±13.86	95.00±14.11	88.33±15.01	92.00±10.00	92.00±15.10	89.67±12.01
1 5	30	89.33±14.22	89.67±14.47	100.67±10.26	93.33±15.63	97.00±14.11	93.00±12.53	89.67±4.04
1.5	40	91.33±10.79	89.67±15.31	98.00±13.89	93.331±1.06	98.67±10.02	96.67±15.01	97.00±11.53
2.0	0	90.33±13.43	88.33±13.32	96.33±15.95	88.00±16.52	93.00±9.17	90.33±16.17	90.33±12.10
2.0	10	90.67±13.65	90.00±14.73	94.67±15.31	90.33±16.04	94.33±10.50	91.00±13.53	95.33±16.44
2.0	20	87.67±12.74	89.67±17.10	95.67±11.55	90.33±15.95	96.33±13.50	92.00±14.11	89.33±9.45
2.0	30	90.00±13.08	90.33±15.95	96.33±13.65	92.00±15.52	98.00±10.54	95.67±15.04	96.33±13.80
2.0	40	91.33±12.66	9067±14.43	101.67±14.36	95.33±15.04	100.00±9.00	97.33±13.01	98.00±15.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ารางผนวกที่ 3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	4.62±2.05	4.72±2.49	5.92±1.79	7.07±3.46	6.00±2.01	6.56±2.86	6.51±2.05
0	10	4.57±2.11	4.48±2.43	4.33±1.01	5.56±3.03	4.80±1.41	5.71±2.35	5.95±1.75
0	20	4.67±1.98	4.11±2.50	2.73±0.66	4.70±2.37	4.01±0.93	4.99±2.07	5.41±1.47
0	30	4.61±2.02	3.80±2.65	2.73±0.44	3.59±1.95	3.28±0.47	4.25±1.46	4.40±1.28
0	40	4.44±2.19	3.47±2.90	0.73±0.17	2.60±0.94	2.76±0.01	3.50±1.03	3.75±0.92
0.5	0	4.57±2.10	4.89±2.35	5.64±2.08	7.24±3.15	5.86±2.16	6.14±2.31	6.57±2.19
0.5	10	4.70±1.91	4.48±2.31	4.11±1.20	5.95±2.47	4.94±1.43	5.99±2.93	5.35±2.03
0.5	20	4.52±2.15	4.14±2.57	2.90±0.87	4.72±2.24	4.19±1.20	4.46±2.01	4.38±1.42
0.5	30	4.66±2.04	3.79±2.70	2.16±0.24	3.90±1.65	3.32±1.17	4.44±1.90	3.69±1.25
0.5	40	4.59±2.09	3.53±2.90	1.54±0.29	2.69±1.15	2.54±0.83	3.89±1.41	4.04±1.57
1.0	0	4.58±2.02	4.93±2.29	5.67±1.92	7.14±3.02	5.94±1.79	6.57±2.54	6.40±2.29
1.0	10	4.58±2.14	4.54±2.40	4.38±0.88	5.93±2.25	4.94±1.55	5.57±2.24	5.67±1.78
1.0	20	4.59±2.12	4.01±2.68	3.02±0.53	4.47±1.86	4.05±1.14	4.56±1.55	4.49±1.02
1.0	30	4.68±1.98	3.93±2.65	1.66±0.38	3.45±1.54	2.91±0.76	3.93±1.31	3.75±0.99
1.0	40	4.50±2.25	3.34±3.07	1.70±0.96	3.29±1.38	3.05±0.98	4.34±2.04	4.41±1.46
1.5	0	4.72±1.92	5.22±2.08	5.70±2.04	7.10±3.32	6.02±1.79	5.32±1.63	6.62±2.00
1.5	10	4.70±1.99	4.51±2.42	4.13±0.76	5.78±2.53	4.82±1.66	5.69±2.13	5.63±1.46
1.5	20	4.71±1.99	4.12±2.63	2.82±0.35	4.25±2.02	3.86±1.06	4.39±1.48	4.12±0.91
1.5	30	4.70±2.00	3.57±2.93	1.67±0.52	2.98±1.52	2.73±0.49	3.79±1.18	3.73±0.75
1.5	40	4.67±1.99	3.59±2.86	0.97±0.82	1.54±0.07	1.87±0.22	2.81±0.69	3.24±0.56
2.0	0	4.70±2.04	5.03±2.24	6.13±1.29	6.93±3.36	5.88±1.97	6.64±2.56	6.60±1.95
2.0	10	4.71±1.85	4.55±2.36	4.57±0.12	5.54±2.45	4.92±1.35	5.64±1.84	5.65±1.28
2.0	20	4.86±2.06	4.63±2.94	4.03±0.51	5.03±1.82	4.44±0.94	5.17±1.52	5.29±0.85
2.0	30	4.65±2.04	3.73±2.85	2.04±0.56	3.25±1.23	3.10±0.57	4.20±1.05	3.29±1.77
2.0	40	4.74±1.97	3.19±3.28	1.21±1.00	2.37±0.95	2.57±0.55	3.58±1.20	3.84±0.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 อุณหภูมิเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	29.0±0.3	28.5±0.5	28.7±0.9	28.2±1.3	28.2±1.4	28.8±2.2	29.3±2.2
0	10	28.8±0.3	28.4±0.7	28.6±0.9	28.0±1.1	28.2±1.4	28.8±2.2	29.1±2.1
0	20	28.8±0.3	28.4±0.6	28.6±0.8	28.0±1.1	28.1±1.4	28.7±2.1	29.1±2.1
0	30	28.9±0.3	28.4±0.5	28.7±0.7	28.0±1.1	28.2±1.4	28.7±2.1	29.2±2.1
0	40	28.9±0.2	28.4±0.5	28.7±0.7	28.0±1.1	28.2±1.4	28.8±2.1	29.3±2.0
0.5	0	29.0±0.3	28.4±0.6	28.7±0.7	28.0±1.1	28.3±1.5	28.9±2.2	29.3±2.0
0.5	10	29.0±0.3	28.5±0.5	28.8±0.7	28.1±1.2	28.3±1.5	28.9±2.2	29.3±2.0
0.5	20	29.1±0.3	28.6±0.5	28.9±0.6	28.2±1.2	28.4±1.5	28.9±2.1	29.4±2.0
0.5	30	29.0±0.3	28.5±0.4	28.8±0.6	28.1±1.1	28.3±1.5	28.9±2.0	29.4±2.0
0.5	40	29.0±0.3	28.5±0.5	28.8±0.5	28.1±1.1	28.3±1.5	28.9±2.0	29.4±1.9
1.0	0	29.0±0.3	28.5±0.6	28.8±0.7	28.1±1.2	28.4±1.6	28.9±2.1	29.3±1.9
1.0	10	29.0±0.3	28.6±0.6	28.8±0.5	28.2±1.2	28.4±1.6	28.9±2.0	29.3±1.9
1.0	20	29.0±0.4	28.6±0.5	28.9±0.5	28.2±1.1	28.4±1.6	28.9±2.0	29.4±1.8
1.0	30	29.0±0.3	28.7±0.5	28.9±0.4	28.3±1.1	28.5±1.6	29.0±1.9	29.5±1.9
1.0	40	29.0±0.2	28.8±0.5	29.0±0.4	28.4±1.2	28.5±1.5	29.0±1.9	29.4±1.7
1.5	0	28.9±0.4	28.5±0.6	28.7±0.5	28.1±1.1	28.3±1.5	28.8±2.0	29.2±1.8
1.5	10	28.9±0.4	28.5±0.6	28.7±0.5	28.1±1.1	28.2±1.5	28.8±1.9	29.2±1.9
1.5	20	28.8±0.4	28.5±0.6	28.7±0.5	28.0±1.0	28.2±1.5	28.8±1.9	29.2±1.9
1.5	30	28.8±0.3	28.5±0.5	28.7±0.4	28.1±1.1	28.2±1.5	28.7±1.9	29.1±1.8
1.5	40	28.8±0.3	28.4±0.5	28.7±0.4	28.1±1.1	28.2±1.5	28.8±1.9	29.2±1.8
2.0	0	28.9±0.4	28.5±0.6	28.8±0.4	28.1±1.1	28.3±1.6	28.8±1.9	29.2±1.8
2.0	10	28.9±0.4	28.5±0.5	28.8±0.3	28.2±1.2	28.3±1.6	28.8±1.9	29.2±1.8
2.0	20	28.9±0.4	28.6±0.4	28.8±0.3	28.2±1.2	28.4±1.7	28.9±1.9	29.3±1.8
2.0	30	29.0±0.4	28.6±0.3	28.9±0.4	28.3±1.3	28.4±1.7	28.9±1.9	29.3±1.8
2.0	40	29.0±0.4	28.6±0.2	28.9±0.4	28.3±1.3	28.4±1.7	28.9±1.9	29.4±1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ารางผนวกที่ 5 ความนำไฟฟ้าเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	0.23±0.06	0.26±0.06	0.27±0.04	0.26±0.08	0.27±0.07	0.27±0.05	0.27±0.05
0	10	0.24±0.06	0.25±0.06	0.28±0.05	0.27±0.07	0.27±0.07	0.27±0.06	0.27±0.06
0	20	0.25±0.05	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.07	0.28±0.07	0.28±0.05	0.28±0.06
0	30	0.25±0.05	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
0	40	0.25±0.05	0.24±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.05	0.29±0.06
0.5	0	0.27±0.06	0.27±0.06	0.27±0.06	0.27±0.06	0.28±0.06	0.27±0.06	0.27±0.06
0.5	10	0.27±0.06	0.26±0.05	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.27±0.06	0.28±0.06
0.5	20	0.26±0.06	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06
0.5	30	0.27±0.06	0.26±0.05	0.28±0.06	0.27±0.05	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
0.5	40	0.27±0.06	0.24±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
1.0	0	0.27±0.05	0.25±0.05	0.27±0.06	0.27±0.05	0.28±0.06	0.27±0.06	0.27±0.06
1.0	10	0.26±0.05	0.26±0.05	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06
1.0	20	0.27±0.05	0.25±0.05	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.28±0.06
1.0	30	0.25±0.05	0.27±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
1.0	40	0.27±0.05	0.28±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.30±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
1.5	0	0.27±0.05	0.24±0.06	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.27±0.06	0.27±0.06
1.5	10	0.26±0.05	0.23±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06
1.5	20	0.27±0.06	0.23±0.06	0.28±0.06	0.23±0.06	0.28±0.06	0.28±0.05	0.28±0.06
1.5	30	0.27±0.06	0.25±0.05	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
1.5	40	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06
2.0	0	0.27±0.06	0.26±0.05	0.27±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06
2.0	10	0.27±0.06	0.24±0.05	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06
2.0	20	0.27±0.05	0.27±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.28±0.06	0.28±0.06
2.0	30	0.27±0.06	0.28±0.06	0.29±0.06	0.29±0.06	0.29±0.05	0.29±0.06	0.29±0.06
2.0	40	0.27±0.06	0.26±0.05	0.29±0.06	0.29±0.06	0.30±0.06	0.3±00.06	0.30±0.06

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ารางผนวกที่ 6 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	0.12±0.03	0.13±0.03	0.13±0.03	0.14±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0	10	0.12±0.03	0.13±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0	20	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0	30	0.12±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0	40	0.12±0.03	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.15±0.03	0.14±0.02	0.15±0.03
0.5	0	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0.5	10	0.14±0.03	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0.5	20	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0.5	30	0.14±0.03	0.12±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
0.5	40	0.14±0.03	0.12±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03
1.0	0	0.13±0.03	0.12±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.0	10	0.13±0.03	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.0	20	0.13±0.03	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.0	30	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.15±0.03	0.14±0.03
1.0	40	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03
1.5	0	0.13±0.03	0.12±0.03	0.14±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.5	10	0.13±0.03	0.12±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.5	20	0.14±0.03	0.12±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.5	30	0.14±0.03	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
1.5	40	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03
2.0	0	0.14±0.03	0.13±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
2.0	10	0.14±0.03	0.12±0.02	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
2.0	20	0.13±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
2.0	30	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03	0.14±0.03
2.0	40	0.14±0.03	0.13±0.03	0.14±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03	0.15±0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจนเฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	0.024±0.019	0.021±0.014	0.034±0.020	0.040±0.016	0.167±0.252	0.295±0.459	0.795±1.369
0	10	0.050±0.012	0.115±0.068	0.315±0.049	0.314±0.078	0.225±0.192	0.197±0.243	0.895±1.524
0	20	0.072±0.024	0.212±0.112	0.575±0.257	0.949±0.276	0.922±0.216	0.840±0.126	1.427±0.904
0	30	0.083±0.017	0.285±0.109	0.743±0.212	1.339±0.287	1.571±0.550	1.798±0.826	2.477±2.062
0	40	0.091±0.034	0.336±0.162	1.089±0.449	2.389±1.300	2.100±0.576	2.225±0.890	2.766±2.039
0.5	0	0.033±0.016	0.017±0.014	0.039±0.035	0.084±0.072	0.179±0.254	0.357±0.579	0.951±1.610
0.5	10	0.043±0.032	0.129±0.063	0.332±0.175	0.446±0.171	0.513±0.417	0.141±0.112	1.008±1.589
0.5	20	0.055±0.031	0.213±0.068	0.642±0.332	0.968±0.311	1.175±0.649	1.128±0.767	1.196±1.333
0.5	30	0.072±0.015	0.393±0.203	0.777±0.494	1.567±1.004	1.531±0.542	1.661±0.863	2.395±2.247
0.5	40	0.104±0.019	0.406±0.121	0.999±0.680	2.319±1.325	2.121±0.621	2.440±0.946	2.938±1.748
1.0	0	0.025±0.016	0.014±0.014	0.030±0.028	0.079±0.054	0.160±0.222	0.161±0.231	0.873±1.454
1.0	10	0.026±0.022	0.126±0.041	0.274±0.141	0.352±0.039	0.457±0.267	0.431±0.336	0.921±1.145
1.0	20	0.049±0.025	0.278±0.146	0.506±0.417	1.037±0.501	1.007±0.385	0.899±0.402	1.308±1.285
1.0	30	0.089±0.050	0.377±0.099	0.819±0.362	1.597±0.870	1.575±0.640	1.838±1.294	2.220±2.240
1.0	40	0.116±0.039	0.401±0.134	1.283±0.529	2.283±1.132	1.994±0.547	2.701±1.616	2.813±1.811
1.5	0	0.023±0.025	0.018±0.016	0.038±0.043	0.081±0.073	0.147±0.207	0.413±0.666	0.899±1.512
1.5	10	0.041±0.002	0.118±0.054	0.310±0.206	0.408±0.120	0.537±0.389	0.660±0.675	1.062±1.376
1.5	20	0.059±0.018	0.183±0.054	0.547±0.273	0.941±0.348	1.111±0.613	0.934±0.413	1.352±1.442
1.5	30	0.069±0.032	0.267±0.058	0.938±0.285	1.750±0.997	1.476±0.494	1.861±1.094	2.287±1.827
1.5	40	0.119±0.008	0.351±0.105	1.195±0.311	2.365±1.222	2.131±0.750	2.516±1.252	2.786±1.632
2.0	0	0.030±0.012	0.017±0.015	0.040±0.044	0.117±0.135	0.170±0.240	0.213±0.320	0.923±1.545
2.0	10	0.043±0.026	0.121±0.049	0.305±0.157	0.422±0.101	0.532±0.276	0.604±0.434	1.120±1.367
2.0	20	0.081±0.036	0.214±0.085	0.626±0.215	0.987±0.328	0.982±0.308	0.649±0.238	1.221±1.254
2.0	30	0.081±0.029	0.324±0.123	0.892±0.207	1.766±1.086	1.474±0.429	1.646±0.801	1.606±0.619
2.0	40	0.106±0.024	0.398±0.060	1.270±0.339	2.246±1.279	2.039±0.593	2.281±0.904	2.879±1.780

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ารางผนวกที่ 8 ปริมาณความต้องการออกซิแจนทางชีวเคมี(BOD)เฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

สารควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
คุณภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	6.22±0.21	2.42±0.41	2.42±0.03	15.00±0.22	18.53±0.51	5.06±0.64	11.40±0.37
0	10	7.87±0.05	1.67±0.20	2.71±0.12	14.76±0.23	18.47±0.42	4.63±0.05	5.19±0.13
0	20	9.81±0.06	3.64±0.13	5.38±0.25	14.08±0.73	19.79±0.39	4.54±0.14	8.48±0.33
0	30	11.14±0.09	2.68±0.17	6.57±0.19	13.81±0.28	16.72±0.57	1.37±0.68	5.88±0.19
0	40	13.74±0.34	2.84±0.09	10.12±0.29	13.52±0.24	17.78±0.48	1.96±0.23	9.77±0.59
0.5	0	5.77±0.13	1.40±1.08	1.98±0.34	14.55±0.45	17.66±0.86	4.23±0.55	11.6±00.18
0.5	10	8.46±0.45	1.81±0.17	3.83±0.71	11.56±0.52	18.14±0.45	5.11±0.56	10.76±0.26
0.5	20	8.28±0.71	3.90±0.46	3.40±0.22	13.27±0.90	17.84±0.74	5.30±0.25	2.72±0.49
0.5	30	12.29±0.20	1.94±0.11	9.16±0.37	11.39±0.90	17.84±0.17	1.20±0.06	11.43±0.56
0.5	40	13.59±0.54	4.53±0.08	7.36±0.24	8.37±0.09	17.50±0.83	1.35±0.66	12.42±0.52
1.0	0	6.11±0.13	1.15±0.69	3.21±0.21	15.07±0.73	13.58±9.61	4.00±0.39	6.93±0.67
1.0	10	7.04±0.16	2.79±0.17	6.43±0.18	12.89±0.17	16.98±0.52	4.08±0.19	6.61±0.23
1.0	20	7.19±0.20	4.80±0.71	7.11±0.70	12.81±0.26	16.24±0.68	5.58±0.60	1.78±0.14
1.0	30	9.48±0.22	5.74±0.24	11.15±0.60	8.67±0.40	16.14±0.35	0.97±0.34	7.53±0.52
1.0	40	9.38±0.23	5.69±0.24	11.15±0.45	10.74±0.30	18.38±0.81	2.31±0.15	17.52±1.31
1.5	0	5.08±0.17	1.04±0.21	2.20±0.38	14.15±0.09	17.25±1.10	5.39±1.23	11.38±0.95
1.5	10	6.61±0.07	5.60±0.06	4.31±0.07	13.45±0.99	18.70±0.98	4.29±0.74	13.63±0.68
1.5	20	8.49±0.16	3.35±0.06	5.89±0.06	13.76±0.48	15.63±0.74	7.62±1.14	5.02±0.70
1.5	30	8.76±0.06	3.41±0.15	11.40±0.88	11.54±1.05	16.98±0.76	1.01±0.15	6.03±0.44
1.5	40	8.09±0.53	8.34±0.04	17.54±0.83	7.20±0.56	16.46±0.76	0.66±0.21	5.79±0.46
2.0	0	4.98±0.20	0.77±0.56	2.63±0.31	14.46±0.23	16.42±1.16	4.03±0.39	12.16±0.68
2.0	10	6.28±0.48	1.73±0.22	5.14±0.19	12.65±0.38	15.51±1.11	4.07±0.39	11.98±0.56
2.0	20	7.19±0.18	1.78±0.27	6.53±0.06	13.90±0.50	18.00±0.44	7.11±0.37	11.00±0.33
2.0	30	8.88±0.13	1.36±0.18	7.71±0.13	10.57±0.48	18.45±0.43	3.45±0.22	12.08±0.09
2.0	40	10.97±0.06	4.78±0.15	11.80±0.29	8.88±0.10	16.14±0.60	3.83±0.26	6.61±0.08

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

างผนวกที่ 9 ปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี(COD)เฉลี่ยในการการทดสอบผลของสารควบคุมคุณภาพน้ำ

รควบคุม	ปริมาณอาหาร	ระยะเวลา(วัน)						
เภาพน้ำ	(mg/L)	0	3	6	9	12	15	18
0	0	42.53±15.02	39.73±21.45	32.40±12.48	26.93±4.31	36.40±7.08	41.75±20.23	42.38±29.12
0	10	45.07±14.73	40.00±22.27	32.93±24.35	36.40±3.17	40.93±10.56	62.78±22.10	48.40±20.49
0	20	49.60±12.70	47.20±19.13	59.33±8.08	43.47±4.39	54.80±15.83	60.09±15.53	62.09±29.81
0	30	53.73±17.14	54.53±9.38	66.13±14.48	50.93±6.65	58.80±4.85	62.11±21.06	73.14±20.10
0	40	65.07±12.14	62.67±17.01	93.60±25.64	62.53±8.20	69.07±16.08	64.78±9.79	79.79±21.10
0.5	0	44.00±4.00	72.53±42.91	42.93±8.16	38.53±11.60	38.53±13.21	59.10±27.20	49.41±31.04
0.5	10	61.33±17.24	41.87±28.58	46.80±13.19	39.73±8.91	50.53±9.21	70.44±23.91	62.78±32.07
0.5	20	61.87±14.26	45.60±29.51	62.13±8.20	47.31±3.32	59.60±14.60	64.44±20.58	62.42±32.59
0.5	30	60.00±12.49	66.27±22.69	76.53±18.00	64.13±8.49	67.07±17.60	69.46±11.03	73.46±29.12
0.5	40	56.67±9.45	64.00±30.20	81.73±9.09	66.53±10.43	78.27±19.95	78.47±22.16	79.81±26.28
1.0	0	59.47±26.37	45.73±26.40	53.20±11.64	35.73±12.01	46.13±7.80	51.07±28.53	55.07±35.46
1.0	10	49.07±13.42	43.60±22.92	55.47±23.82	50.93±8.01	60.00±12.00	65.10±19.90	67.12±32.04
1.0	20	70.13±29.68	46.80±27.12	61.33±18.15	56.67±10.26	64.53±11.66	73.45±12.84	80.78±55.88
1.0	30	67.73±4.03	72.13±26.38	67.47±42.08	58.93±14.62	65.87±7.16	75.14±23.00	65.75±36.59
1.0	40	63.47±8.10	96.67±33.13	89.73±38.04	67.33±7.57	72.80±10.21	76.45±20.40	79.48±29.01
1.5	0	64.27±11.57	60.40±26.06	48.40±19.15	39.87±15.29	45.47±14.37	65.10±23.58	69.46±43.01
1.5	10	56.80±11.78	67.73±24.07	71.87±22.91	51.20±13.00	57.87±8.00	81.12±30.25	70.80±37.00
1.5	20	63.20±9.85	74.00±26.91	67.47±8.39	60.93±15.63	58.40±10.14	68.49±16.74	81.81±43.35
1.5	30	94.00±51.03	79.87±37.25	82.27±17.46	72.13±15.39	71.73±10.71	87.48±18.06	82.15±33.03
1.5	40	83.07±27.85	89.73±51.44	101.87±23.41	78.27±15.16	76.00±11.14	89.50±15.03	91.52±33.92
2.0	0	64.53±28.20	52.00±15.87	50.67±23.09	50.80±18.45	57.33±25.32	56.40±27.90	68.80±44.02
2.0	10	61.60±15.40	72.00±28.84	68.40±29.89	60.93±16.62	63.73±8.54	71.79±19.80	75.48±39.24
2.0	20	82.40±33.63	73.20±28.75	77.60±34.84	65.47±16.15	70.13±6.00	77.10±30.53	81.14±44.28
2.0	30	67.87±19.47	80.13±31.57	99.60±48.60	70.93±23.41	77.33±10.26	90.19±19.23	100.21±53.76
2.0	40	76.53±4.74	80.93±27.41	112.93±37.73	88.53±13.54	85.87±14.37	93.16±14.60	96.19±38.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้