ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง การใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เพาะเลี้ยงไรแดง (*Moina* sp.)

Using nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste for water flea (*Moina* sp.) culture

ชื่อนักศึกษา นายสิทธิโชค สิทธิวัง

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 6 เดือน พ.ค. พ.ศ. 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20532

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เพาะเลี้ยงไรแดง (*Moina* sp.)

Using nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste for water flea (*Moina* sp.) culture

T099461

โดย

นายสิทธิโชค สิทธิวัง

ปท.
ส722ก
2547

เลขหมู่.....99461
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*) เพาะเลี้ยงไรแดง (*Moina* sp.)

Using nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste for water flea (*Moina* sp.) culture

การศึกษาความเป็นไปได้ในการเลี้ยงไรแดงโดยใช้สิ่งขับถ่ายปลานิล 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยไม่เติมคลอเรลล่า และเติมคลอเรลล่า แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ เป็นระยะเวลา 9 วัน และเก็บตัวอย่างน้ำวิเคราะห์ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (NH_3 - N) ไนไตรต์ – ไนโตรเจน (NO_2 - N) ไนโตรเจนรวม (TKN) ออโธฟอสเฟต (SRP) และฟอสฟอรัสรวม (TP) ทุกๆ 3 วัน พบว่าผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า ชุดการทดลองสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร จะได้ผลผลิตไรแดงมากที่สุด 0.1322 ± 0.0027 กรัม และพบว่าคุณภาพน้ำปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นด่าง ความกระด้าง ไนโตรเจนรวม ออโธฟอสเฟต และฟอสฟอรัสรวม มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ส่วนแอมโมเนีย – ไนโตรเจน มีปริมาณลดลง และผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรล่า ชุดการทดลองสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร มีผลผลิตไรแดงมากที่สุด 0.2833 ± 0.0085 กรัม และพบว่าคุณภาพน้ำปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ความเป็นด่าง ความกระด้าง ไนโตรเจนรวม ออโธฟอสเฟต และฟอสฟอรัสรวม มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย – ไนโตรเจน มีปริมาณลดลง จากการทดลองพบว่า ในการเลี้ยงไรแดงควรมีการเติมคลอเรลล่าเพื่อทำให้ได้ผลผลิตไรแดงที่สูงกว่าการเลี้ยงไรแดงที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปัญหาพิเศษ คอยชี้แนะวิธีการทดลอง ให้คำปรึกษา พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการทดลอง และขอขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมงทุกท่าน ที่ให้การศึกษา ช่วยอบรม และตักเตือน ตลอดจนการชี้แนะแนวทางจนข้าพเจ้าประสบความสำเร็จ และขอขอบคุณ คุณบุปฝา จงพัฒน์ ที่ช่วยเหลือแนะนำให้ความสะดวกตลอดระยะเวลาในการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณ อารยา แดงโรจน์ ที่ช่วยทำการทดลอง และขอขอบคุณเพื่อนๆ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้ความสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังทรัพย์ และกำลังใจมาตลอดเวลา ทำให้ประสบความสำเร็จอย่างภาคภูมิใจ

นายสิทธิโชค สิทธิวัง

เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	V
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	9
ผลการทดลองและวิจารณ์	13
สรุปและข้อเสนอแนะ	53
เอกสารอ้างอิง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่ไม่เติมคลอเรลล่า	14
2	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	24
3	ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	25
4	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	26
5	ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	27
6	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	28
7	ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	29
8	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	30
9	ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
10	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	32
11	น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่เติมคลอเรลล่า	34
12	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	44
13	ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	45
14	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	46
15	ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	47
16	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	48
17	ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	49
18	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19	ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล ระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	51
20	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ภาพวาดไรแดง (*Moina macrocopa*)	3
2	วงจรชีวิตของไรแดง	4
3	น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่ไม่เติมคลอเรลล่า	13
4	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	15
5	ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	15
6	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	16
7	ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	17
8	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	18
9	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	19
10	ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	20
11	ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
12	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	21
13	ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	22
14	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า	23
15	น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่เติมคลอเรลล่า	33
16	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	35
17	ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	35
18	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	36
19	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	37
20	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	39
22	ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	40
23	ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	40
24	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	41
25	ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	42
26	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจืดที่ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ แพร่พันธุ์ได้รวดเร็วและวงจรชีวิตสั้น อยู่รวมกันเป็นกลุ่มตามแหล่งน้ำตื้นหรือแหล่งน้ำขังที่รับน้ำทิ้งจากครัวเรือนหรือโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ไรแดงสามารถแพร่ขยายพันธุ์ และให้ผลผลิตตลอดทั้งปี เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม และมีอาหารอย่างสม่ำเสมอ อาหารของไรแดงคือโปรโตซัว แบคทีเรีย ซากอินทรีย์สารแขวนลอยน้ำ และแพลงก์ตอนพืช หรือแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็ก ไรแดงจัดเป็นสัตว์น้ำที่มีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหาร เป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้น นักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมใช้ไรแดงเป็นอาหารปลาสวยงาม และนิยมใช้ในการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนด้วยไรแดงจึงทำให้อัตรารอด และอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อนเพิ่มขึ้น ไรแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่ดีที่สุดสำหรับการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน โดยเฉพาะสัตว์น้ำเศรษฐกิจทั้งปลาสวยงาม และปลาเศรษฐกิจ เช่น ปลาปอมปาดัวร์ ปลากัด ปลาทอง กุ้งก้ามกราม ปลากะพง ปลาบึก ปลาเทพา และปลาดุกอุย เป็นต้น จากความต้องการใช้ไรแดงเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้น และไรแดงที่ผลิตได้มีจำนวนจำกัด จึงไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ด้วยเหตุนี้ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไรแดงจึงมีความสำคัญ ต่อการผลิตไรแดงได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในด้านปริมาณ และคุณภาพของผลผลิต ไม่ว่าจะเป็นการเพาะเลี้ยงแบบเก็บเกี่ยวต่อเนื่อง หรือการเพาะเลี้ยงแบบเก็บเกี่ยวไม่ต่อเนื่อง โดยปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไรแดงนั้นมีหลายปัจจัยด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นชนิดของสายพันธุ์ไรแดง อุณหภูมิ คุณภาพของแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ที่ใช้เป็นอาหารของไรแดง คุณภาพน้ำในบ่อที่มีการเพาะเลี้ยงไรแดง และโลหะหนักต่างๆในแหล่งน้ำ

สิ่งขับถ่ายของสัตว์น้ำเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ ซึ่งจะเปลี่ยนอาหารในของเสียไปเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตได้ และได้มีคำกล่าวว่า “ไม่มีอะไรที่จะเป็นของเสีย ของเสียคือทรัพยากรที่อยู่ผิดที่เท่านั้น” จะเห็นได้ว่าของเสียมีประโยชน์ได้เมื่อใช้ถูกวิธี ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการศึกษาถึงแนวทางในการนำสิ่งขับถ่ายของปลานิลกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ
2. ศึกษาผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรล่า
3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในการเลี้ยงไรแดงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ชีววิทยาของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจำพวกครัสตาเซียน (crustacean) ที่มีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า Goulden (1968) ได้จัดอนุกรมวิธานของไรแดงดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacean

Subclass Branchiopoda (Phyllopoda)

Order Cladocera (Water flea)

Family Daphnidae

Genus *Moina*

Species *macrocopa*

สำหรับชนิดของไรแดงในประเทศไทยได้มีการศึกษาจากแหล่งน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่พบว่าเป็นชนิด *Moina macrocopa* ถูกค้นพบเป็นครั้งแรกโดยนักชีววิทยาชื่อ Straus เมื่อปี ค.ศ. 1820 (Edmondson, 1959)

คุณค่าทางโภชนาการของไรแดง

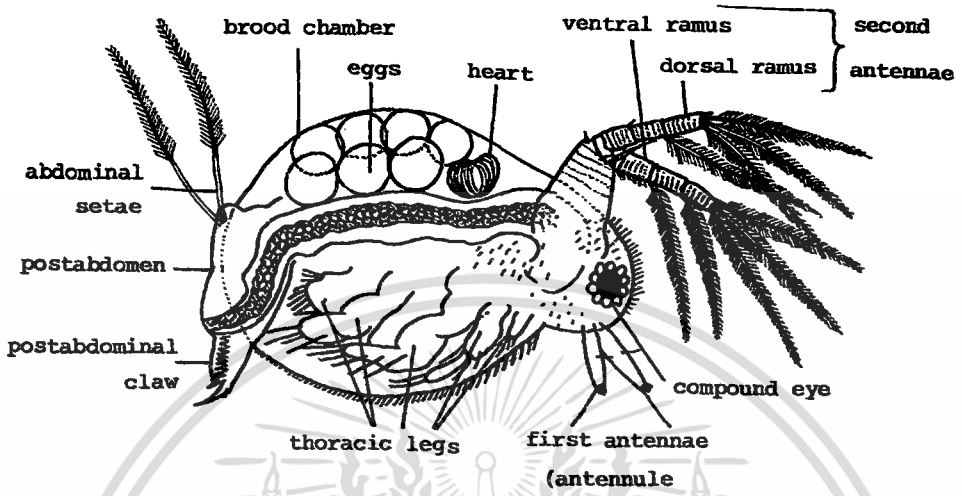
ไรแดงเป็นอาหารธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้นการอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนด้วยไรแดงจึงทำให้อัตราการรอด และอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำวัยอ่อนสูงมาก ไรแดงน้ำหนักแห้งประกอบด้วยโปรตีน 74.09 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 12.50 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 10.19 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 3.47 เปอร์เซ็นต์ (สันทนา, 2529)

ลักษณะทั่วไปของไรแดง

ไรแดงเป็นสัตว์น้ำจืด (water flea) ไม่มีกระดูกสันหลังจำพวกกุ้ง เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดหนึ่ง มีขนาด 0.4 – 1.8 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีแดงเรื่อๆ โดยเฉพาะในน้ำที่มีออกซิเจนละลายอยู่น้อยจะมองเห็นไรแดงมีสีเข้มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากไรแดงจะผลิต haemoglobin เพิ่มปริมาณมากขึ้นเพื่อใช้รับปริมาณออกซิเจน ไรแดงมีส่วนหัวกว้าง มีตารวมขนาดใหญ่อยู่ทางส่วนปลายของหัว มีแอ่งที่ซอกคอ (cervical sinus) หนวดคู่แรกมีขนาดใหญ่ สั้น ไม่แบ่งเป็นปล้องตรงปลายหนวดคู่แรกมีขนเล็กๆ 5 – 6 เส้น ตรงกึ่งกลางหนวดมีขนรับความรู้สึก (sense hair) 1 เส้น หนวดคู่ที่ 2 มีขนาดใหญ่ตรงกลายแบ่งเป็น 2 แขนง แต่ละแขนงจะมีจำนวนปล้องไม่เท่ากัน โดยแขนงแรกมี 3 ปล้อง และแขนงที่ 2 แบ่งเป็น 4 ปล้อง ส่วนฝาด้านท้องมีหนามเล็กๆ ที่ postabdoment มีหนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหลม 9 อัน เรียงกันเป็นแถว หนามอันแรกมีอยู่ใกล้ฐานของ postabdominal spine มีขนาดใหญ่ ปลายแยกเป็น 2 แฉก เรียก bident ไรแดงเพศผู้ขาคู่แรกมีลักษณะงอเป็นตะขอ (hook) และหนวดคู่แรกมีขนาดเล็กยาวกว่าเพศเมีย ปลายหนวดมีขนซึ่งมีตะขอเล็กๆ อยู่ประมาณ 5 เส้น (สันทนา, 2529) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ภาพวาดไรแดง *Moina macrocopa*

ที่มา : สันทนา และคณะ (2524)

วงจรชีวิตของไรแดง

ระยะเวลาที่ไรแดงที่ฟักออกจากไข่เจริญเป็นตัวเต็มวัย จนกระทั่งตายไปไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม Pennek (1978) ได้แบ่งวงจรชีวิตของไรแดงแบ่งออกได้ 4 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ไข่ (egg)

ระยะที่ 2 juvenile instar ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ระยะ คือ first และ second juvenile instar

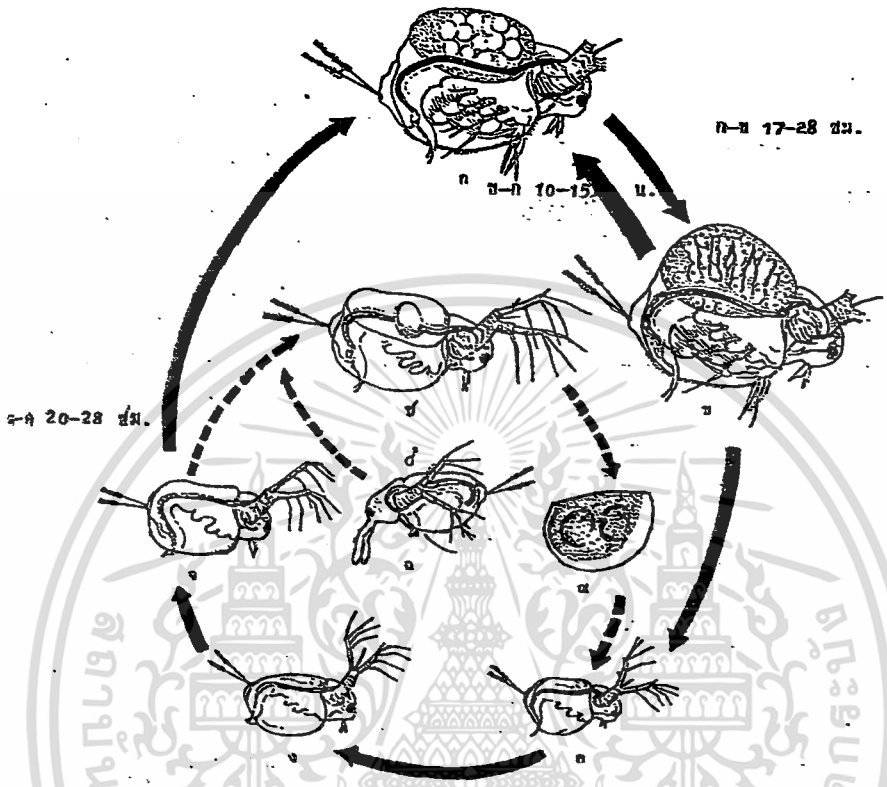
ระยะที่ 3 adolescent instar มี 1 ระยะ

ระยะที่ 4 ตัวเต็มวัย (adult)

เมื่อไข่เคลื่อนที่เข้าสู่ช่องฟักไข่ การแบ่งตัวจะเกิดขึ้นเป็นตัวอ่อนที่เรียกว่า first juvenile instar มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กกว่ามาก ตัวอ่อนระยะนี้จะออกจากช่องฟักไข่ภายในเวลาประมาณ 48 ชั่วโมง เมื่อ first juvenile instar ออกจากตัวแม่แล้ว จะทำการลอกคราบออกเป็น second juvenile instar ซึ่งระยะนี้ขนาดจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าตัว ต่อจากนี้ไรแดงจะลอกคราบครั้งที่ 2 ซึ่งเป็นระยะที่เรียกว่า adolescent instar (ในช่วงนี้ตัวแม่เดิมจะมีชุดไข่ชุดแรกในช่องฟักไข่ทันที) และทันทีที่ตัวอ่อนลอกคราบครั้งที่ 3 จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย (adult) ตัวแม่เดิมจะมีชุดไข่ชุดที่ 2 อยู่ในรังไข่พอดี ดังนั้น ถ้าสภาวะแวดล้อมเหมาะสม ไรแดงสามารถผลิตลูกได้เป็นจำนวนมากติดต่อกันโดยไม่ขาดตอนเลย การเพิ่มขนาดของไรแดงใช้เวลาสั้นมาก อาจเป็นเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 – 3 วินาทีเท่านั้น และช่วงเวลาที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยนั้นใช้เวลาตั้งแต่ 2 – 3 นาที หรืออาจจะมากถึง 2 – 3 ชั่วโมงก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสมของสภาวะแวดล้อม เช่น อาหาร คุณสมบัติของน้ำ และภูมิอากาศ เป็นต้น (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตของไรแดง

ก ตัวเต็มวัยมีไข่อยู่ใน brood chamber (ระยะ egg)

ข ตัวเต็มวัยมีตัวอ่อนอยู่ภายใน brood chamber และตัวอ่อนพร้อมจะออกจากตัวแม่ (ระยะ juvenile)

ค-จ ตัวอ่อนที่ออกจากตัวแม่ และพร้อมจะสร้างไข่ (ระยะ aldolescent) + (ระยะ mature + ลอกคราบ)

ฉ เป็นไรแดงเพศผู้เมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม

ข-ฉ ไรแดงเพศเมียที่ได้รับการผสมจากตัวผู้จะสร้าง resting egg ซึ่งมี 2 ใบต่อ 1 ตัว

ข-ก เมื่อตัวแม่ออกลูกแล้ว 10-15 นาที ก็จะมีเซลล์ไข่ใน brood chamber

ที่มา : พรนภา (2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวงจรชีวิตของไรแดง พบว่า ไรแดงตัวเมียมีช่วงชีวิตตั้งแต่ 4 – 12.8 วัน (สันทนา และคณะ, 2524) ส่วนช่วงชีวิตของตัวผู้สั้นกว่าตัวเมีย คือ 6.9 วัน (Bellosillo, 1957) ไรแดงตัวเมียใช้เวลาในการเจริญเติบโตตั้งแต่ไข่ถึงโตเต็มวัย จนให้ลูกรุ่นแรกกินเวลาระหว่าง 1 – 5 วัน (สันทนา และคณะ, 2524) ตัวผู้ใช้เวลา 16 ชั่วโมง (Bellosillo, 1957) ไรแดงตัวเมียจะลอกคราบ 3 ครั้งจึงจะเจริญเป็นตัวเต็มวัย ส่วนตัวผู้ลอกคราบ 2 ครั้ง ก็สามารถสืบพันธ์ได้ (Bellosillo, 1957) แม่จะให้ลูกอ่อนเฉลี่ยทุก 1.2 – 1.8 ชั่วโมง (วราภร, 2514) ตัวที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศสามารถให้ลูกได้ 5 รุ่น (ธรรมนูญ และฉวีวรรณ, 2523) วงจรของไรแดงอยู่ระหว่าง 36 – 156 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย 72 เปอร์เซ็นต์ จะมีอายุ 32 – 96 ชั่วโมง ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมและมีอาหารเพียงพอ ตัวอ่อนจะเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยใช้เวลา 20 – 28 ชั่วโมง จำนวนลูกของไรแดงที่จะออกในแต่ละครั้ง เฉลี่ย 15 ตัว/แม่ ไรแดง 1 กรัม (น้ำหนักสด) จะมีจำนวนเฉลี่ย 4,500 ตัว หรือไรแดง 1 ตัวหนัก 0.22 มิลลิกรัม (วีระ, 2528)

วิธีการในการเพาะเลี้ยงไรแดง (ภาณุ และคณะ, 2531)

การเพาะแบบต่อเนื่อง การเพาะไรแดงแบบเก็บเกี่ยวผลผลิตไรแดงหลายวันภายในบ่อเดียวกัน การเพาะแบบนี้ต้องมีบ่ออย่างสภาวะแวดล้อมในบ่อไรแดง นอกจากการเติมพวกอินทรีย์สารต่างๆ หรือเติมน้ำเขียวลงในบ่อ ควรมีการถ่ายน้ำและการเพิ่มน้ำสะอาดลงไปในบ่อด้วย เพื่อเป็นการลดความเป็นพิษของแอมโมเนีย และสารพิษอื่นๆ ที่เกิดขึ้นในบ่อการเพาะเลี้ยงแบบไม่ต่อเนื่อง การเพาะไรแดงแบบเก็บเกี่ยงผลผลิตไรแดงเพียงครั้งเดียว การเพาะแบบนี้จำเป็นต้องมีบ่ออย่างน้อย 6 บ่อ เพื่อใช้ในการหมุนเวียนให้ได้ผลผลิตทุกวัน การเพาะแบบไม่ต่อเนื่องจะได้ปริมาณไรแดงที่แน่นอนและมีจำนวนมาก ไม่ต้องคำนึงถึงศัตรูของไรแดงมากนัก เพราะเป็นการเพาะในช่วงสั้นๆ

อาหารของไรแดงได้แก่ โปรตัวซัว แพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนพืช และอินทรีย์สารที่เน่าเปื่อย (Pennak, 1978) จากการทดลองเลี้ยงไรแดงพบว่า ไรแดงไม่เลือกชนิดอาหาร โดยมันจะกรองสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทุกอย่างเข้าปาก

อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงไรแดงนั้น สำรวย (2531 ข) กล่าวว่า การที่จะผลิตไรแดงให้ได้ผลผลิตมากต้องขึ้นอยู่กับการให้อาหารที่เหมาะสมในปริมาณมากพอ และการควบคุมสภาวะสิ่งแวดล้อมในบ่อให้เหมาะสม

การเพาะเลี้ยงไรแดงมีหลายวิธี แต่วิธีที่ใช้ได้ผล คือ วิธีที่ใช้ครอเรลล่าเป็นอาหารไรแดง (ภาณุ และคณะ, 2531)

โดยทั่วไปวิธีการเพาะเลี้ยงคลอเรลล่าเพื่อเป็นอาหารแก่ไรแดง จะใช้ปุ๋ยอนินทรีย์ และกากเหลือจากโรงงานเป็นหลัก โดยเฉพาะอามิ – อามิ ซึ่งเป็นกากเหลือจากโรงงานผลิตผงชูรสอายิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โนะโมะโต๊ะ (ประเทศไทย) พบว่า การผงชูรสกระตุ้นให้คลอเรลล่าขยายพันธุ์เป็นจำนวนมาก ทำให้ได้ผลลิตไรแดงมากขึ้น

สำรวย (2531 ข) ศึกษาการเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์ ขนาด 50 ตารางเมตร โดยใช้อาหารผสม ซึ่งประกอบด้วย รำละเอียด ปลาป่น กากถั่วลิสง หรือกากถั่วเหลือง รวมกับปุ๋ยผสมสูตรเสมอ (15 – 15 – 15) และปุ๋ยไนโตรเจน (45 – 0 – 0) ในปริมาณ 4,200 กรัม และ 4,170 กรัม สามารถให้ผลผลิตเฉลี่ย 2.5 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน ถึง 4.1 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน เป็นระยะเวลานาน 22 และ 16 วันตามลำดับ โดยใช้วิธีการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 50% ในวันที่ 7 หลังเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งแรกและทุกๆ 4 วัน หลังจากนั้นจึงถ่ายน้ำทุก 7 วัน และควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสม ผลผลิตโดยเฉลี่ย คือ 2.5 กิโลกรัมต่อบ่อต่อวัน

ศัตรูของไรแดง

Bellosillo (1957) อธิบายถึงศัตรูของไรแดงดังนี้ Cyclops และปลาจะกินไรแดงเป็นอาหาร Hydra เป็น parasite *Vorticella* sp. และ Rotifer โดยเฉพาะ *Brachionus rubens* บางครั้งจะใช้ไรแดงเป็นที่ยึดเกาะ และปกคลุมตัวเกือบมิด ทำให้มันหาอาหารและเคลื่อนไหวไม่ได้ ส่วนพวกแบคทีเรียบางชนิด และรา ถ้าเข้าไปอยู่ในตัวไรแดงมากเกินไปจะทำให้มันตายได้ สำหรับลูกน้ำพบว่าไม่ได้ทำอันตรายไรแดงโดยตรง

การศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงไรแดง

คุณสมบัติของน้ำมีความสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตไรแดงมาก ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อุณหภูมิของน้ำ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต การเจริญเติบโต และการแพร่ขยายพันธุ์ของไรแดง

1. อุณหภูมิ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิส่งผลต่อปริมาณการเคลื่อนที่ของไรแดง ผลจากการศึกษาพบว่าการลดอุณหภูมิให้ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ไรแดงมีปริมาณการเคลื่อนที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในทางตรงกันข้าม การเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่า 20 องศาเซลเซียส ไม่ส่งผลให้ไรแดงมีปริมาณการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดงจึงอยู่ในช่วง 20 - 30 องศาเซลเซียส (อุธร และจันทร์พิมพ์, 2540) ปริมาณออกซิเจนสูงเกินกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตรทำให้ไรแดงกรองกินอาหารมากขึ้น (Hanney, 1973) ค่าของออกซิเจนละลายน้ำในการเลี้ยงไรแดงอยู่ในช่วง 0.001 – 0.12 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าไรแดงสามารถมีชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำที่มีค่าออกซิเจนต่ำได้ เนื่องจากไรแดงมีฮีโมโกลบินที่สามารถจับออกซิเจนได้ และยังพบว่าในสภาวะที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีออกซิเจนต่ำไรแดงจะสร้างฮีโมโกลบินขึ้นจำนวนมากทำให้ตัวมีสีแดง จากการทดลองของ วราภร (2514) พบว่าการใช้เครื่องพ่นอากาศในหน่วยเพาะเลี้ยงที่ต้องการเติมอากาศตลอดเวลา พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการเพิ่มหรือ ไม่เพิ่มออกซิเจน และการเพิ่มอากาศด้วยวิธีนี้ยังมีผลต่อการเจริญของไรแดง เพราะทำให้เกิดสภาพน้ำไหลวนเวียนมากเกินไป แต่ไรแดงชอบอยู่ในน้ำนิ่ง

2. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าพีเอชส่งผลกระทบต่อไรแดงทั้งทางตรง และทางอ้อม โดยทางตรงนั้นพบว่าพีเอชที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตต่อไรแดงมีค่าอยู่ในช่วง 7.5 - 8.5 โดยในช่วงที่ต่ำกว่า และช่วงที่สูงกว่านี้จะทำให้ไรแดงอ่อนแอ ซึ่งส่งผลทางลบต่อการดำรงชีวิต และการสืบพันธุ์ของไรแดง ในทางอ้อมค่าพีเอชต่อพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำ เช่น ที่ระดับพีเอชต่ำนั้นค่าเป็นพิษของแอมโมเนียจะรุนแรงขึ้น ซึ่งส่งผลต่อตัวไรแดงเอง และตัวแพลงก์ตอนพืชที่เป็นอาหารของไรแดงอีกต่อหนึ่ง (อุธร และจันทร์พิมพ์, 2540) จากการศึกษาถึงผลของพีเอชโดย Bellosillo (1957) พบว่าไรแดงสามารถทนได้ในช่วง 5.2 – 9.2 และไรแดงสามารถเจริญเติบโต และให้ลูกได้ค่อนข้างปกติ แม้ค่าพีเอชจะมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก

3. ความกระด้างของน้ำ (hardness)เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะตกตะกอนสบู่ สาเหตุของความกระด้างของน้ำเกิดจากอิออนบวกของโลหะที่มีวาเลนซี 2 ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม เป็นต้น (มั่นสิน, 2538) ความกระด้างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงไรแดงมีค่าระหว่าง 110 – 180 มิลลิกรัมต่อลิตร ในสภาวะที่มีความกระด้างเหมาะสมมีแร่ธาตุต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำมากเพียงพอที่จะเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนทั้งตัวไรแดงเอง และแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะแร่ธาตุที่มีอยู่มากในน้ำกระด้าง แคลเซียมซึ่งอยู่ในรูปของคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนตซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในน้ำกระด้างจะเข้าไปมีบทบาทในการรักษาสมดุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ และควบคุมระดับพีเอชในน้ำไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในสภาวะในน้ำที่มีการละลายของสารอินทรีย์ ทำให้ไรแดงไม่ต้องสูญเสียพลังงานในการปรับตัวในสภาวะดังกล่าว (อุธร และจันทร์พิมพ์, 2540)

4. แอมโมเนีย (Sarma et al.2003) รายงานว่าแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำจะมีอยู่ 2 สถานะคือ

4.1 ionic ammonia ; NH_4^- แอมโมเนียในรูปนี้มีความสามารถในการละลายน้ำได้สูง และมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำน้อย (พีเอช > 7)

4.2 non-Ionic ammonia ; NH_3 แอมโมเนียในรูปนี้มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทั้งโดยทางตรงที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย และโดยทางอ้อมที่ส่งผลกระทบต่อพารามิเตอร์ต่างๆ ในน้ำ (พีเอช < 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ประชากรไรแดงมีจำนวนลดลง ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดงควรอยู่ในช่วงไม่เกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ประชากรไรแดงลดลงอย่างมาก

ในสภาวะธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงสมดุลของแอมโมเนียอยู่เสมอ สภาพของคุณภาพน้ำก็อาจจะส่งผลต่อแพลงก์ตอนพืชที่ใช้เป็นอาหารของไรแดง เนื่องจากในสภาวะที่มีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช เกิดการสังเคราะห์แสงขึ้นซึ่งเป็นผลให้ค่าพีเอชสูงขึ้น ค่าแอมโมเนียที่เพิ่มสูงขึ้นจะเป็นพิษกับไรแดง โดยการลดลงของแพลงก์ตอนสัตว์เป็นผลกระทบอันเนื่องมาจากพิษของแอมโมเนีย เกิดจากการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชที่มีอยู่อย่างหนาแน่นทำให้การสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ โดยพบว่าในสารละลายที่มีแอมโมเนีย (NH_3) และแอมโมเนียม (NH_4^+) รวมกัน การที่ค่าพีเอช และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนียมจะลดจำนวนประจุลง ทำให้เกิดแอมโมเนียเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้น้ำมีค่าความเป็นพิษมากขึ้น จำนวนประชากรของ *M. macrocopa* จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ค่าพีเอส การดูดซึมออกซิเจน ค่าแอมโมเนีย ปริมาณแอมโมเนียม จำนวนแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ โดยพบว่าค่าพีเอชที่มากกว่า 8 จะมีการสังเคราะห์แสงมาก ซึ่งใช้ในการแพร่พันธุ์ของสาหร่าย โดยทำให้เกิดแอมโมเนียที่มีพิษต่อระบบของน้ำ (Arauzo and Valladolid, 2003)

ในการสืบพันธุ์แบบ parthenogenesis ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมเท่านั้น คือ มีอุณหภูมิระหว่าง 25 – 30 องศาเซลเซียส บ่อที่สามารถผลิตไรแดงได้นั้นจะต้องมีอุณหภูมิประมาณ 25 – 30 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) อยู่ในช่วง 8.5 – 9.5 และปริมาณออกซิเจนอยู่ในช่วง 2.0 – 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และวัดความโปร่งใสได้ 15 – 20 เซนติเมตร (นันทพันธ์, 2507)

การเพาะเลี้ยงไรแดงด้วยสูตรอาหาร อาหารเม็ดสูตร สปช 2. จำนวน 7 กิโลกรัม และเติมกากถั่วลิสง 1 กิโลกรัมทุก 3 วันในบ่อซีเมนต์ขนาด 50 ตารางเมตร มีค่าคุณสมบัติของน้ำดังนี้ อุณหภูมิ 28 – 32 องศาเซลเซียส และ 30 – 35 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.89 – 8.2 และ 7.99 – 8.16 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 0.71 – 3.92 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.82 – 1.93 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ 17.27 – 37.69 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 14.82 – 39.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟอสฟอรัส 0.1937 – 0.3704 ลิตร และ 0.0634 – 0.3704 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏว่าบ่อที่ไรแดงมากจะมีฟอสฟอรัสต่ำ และมีแอมโมเนียสูงกว่าบ่อที่มีไรแดงน้อย จึงเชื่อว่าบ่อที่มีไรแดงมากจะมีแพลงก์ตอนพืชมาก ซึ่งเป็นตัวดูดซับฟอสฟอรัสไว้ (วิรัตดา และวิมล, 2526)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หัวเชื้อคลอเรลล่า
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. เครื่อง autoclave
4. กระชอนช้อนไรแดง
5. กล้องจุลทรรศน์
6. ผ้ากรอง
7. ปั้มลมพร้อมสายยาง
8. อุปกรณ์นับแพลงก์ตอน
9. เพลทขนาดเล็ก
10. ที่วางหลอดทดลอง
11. กล้องจุลทรรศน์เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
12. ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร
13. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
14. ขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร
15. บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
16. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
17. หลอดทดลองขนาด 20 มิลลิลิตร
18. หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร
19. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร
20. หลอดหยดสารพร้อมจุกยาง
21. ไมโครปิเปตขนาด 100 – 1000 ไมโครลิตร
22. ไมโครปิเปตขนาด 1– 5 มิลลิลิตร
23. ไมโครปิเปตขนาด 1– 10 มิลลิลิตร
24. crusible
25. crusible tong
26. ถุงมือผ้ากันความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. ศึกษาระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลต่อการเจริญเติบโตของไรแดง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยไม่ใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล 2 ชุดการทดลอง และใช้ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 5 ระดับในแต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

แบ่งการทดลองเป็น 7 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 ใส่น้ำประปา 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 ใส่น้ำที่ใช้เลี้ยงไรแดง 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 ใส่สิ่งขับถ่ายของปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 ใส่สิ่งขับถ่ายของปลานิล 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 5 ใส่สิ่งขับถ่ายของปลานิล 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 6 ใส่สิ่งขับถ่ายของปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 7 ใส่สิ่งขับถ่ายของปลานิล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ปล่อยไรแดงน้ำหนัก 0.0162 กรัม ทุกชุดการทดลอง เลี้ยงไรแดงเป็นเวลา 9 วัน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักไรแดงทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง

2. ศึกษาระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่เติมคลอเรลล่าต่อการเจริญเติบโตของไรแดง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) โดยไม่ใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล 2 ชุดการทดลอง และใช้ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 5 ระดับ เติมคลอเรลล่าทุกชุดการทดลองในแต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

แบ่งการทดลองเป็น 7 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 ใส่คลอเรลล่า (1.37×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 ใส่คลอเรลล่า (1.37×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำที่ใช้เลี้ยงไรแดงให้ได้ 500 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 3 ใส่คลอเรลล่า (1.37 X 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร เติมสิ่งขับถ่ายของปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 ใส่คลอเรลล่า (1.37 X 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร เติมสิ่งขับถ่ายของปลานิล 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 5 ใส่คลอเรลล่า (1.37 X 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร เติมสิ่งขับถ่ายของปลานิล 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 6 ใส่คลอเรลล่า (1.37 X 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร เติมสิ่งขับถ่ายของปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 7 ใส่คลอเรลล่า (1.37 X 10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40 มิลลิลิตร เติมสิ่งขับถ่ายของปลานิล 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับระดับน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ 500 มิลลิลิตร

ปล่อยไรแดงน้ำหนัก 0.0173 กรัม ทุกชุดการทดลอง เลี้ยงไรแดงเป็นเวลา 9 วัน หลังจากนั้นชั่งน้ำหนักไรแดงทั้งหมดในแต่ละชุดการทดลอง

การเตรียมคลอเรลล่า

เตรียมขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร จำนวน 6ขวด ทำความสะอาด และตากทิ้งไว้ให้แห้ง ต้มน้ำให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อปล่อยให้เย็น กรองน้ำด้วยถุงกรองน้ำ ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่า 10 มิลลิลิตร วิตามิน B_{12} 0.25 มิลลิลิตร หัวเชื้อคลอเรลล่า 50 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในขวดน้ำเกลือ และปรับระดับน้ำด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ต่อปั๊มลมแล้วนำไปวางที่ชั้นเลี้ยงคลอเรลล่า รอจนน้ำในขวดมีสีเขียวเข้ม จึงเริ่มใช้ในการทดลอง

3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในการเลี้ยงไรแดงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ โดยทำการวิเคราะห์ สารแขวนลอยทั้งหมด (TSS) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นด่าง (alkalinity) ความกระด้าง (hardness) แอมโมเนีย - ไนโตรเจน (NH_3 - N) ไนไตรต์ – ไนโตรเจน (NO_2 - N) ไนโตรเจนรวม (TKN) ออโธฟอสเฟต (SRP) ฟอสฟอรัสรวม (TP)

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกน้ำหนักของไรแดง
2. บันทึกข้อมูลคุณสมบัติของน้ำในแต่ละชุดการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลผลิตไรแดงที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับต่างๆ จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of varianice) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระดับความเข้มข้น โดย Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ธันวาคม 2547 ถึง เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

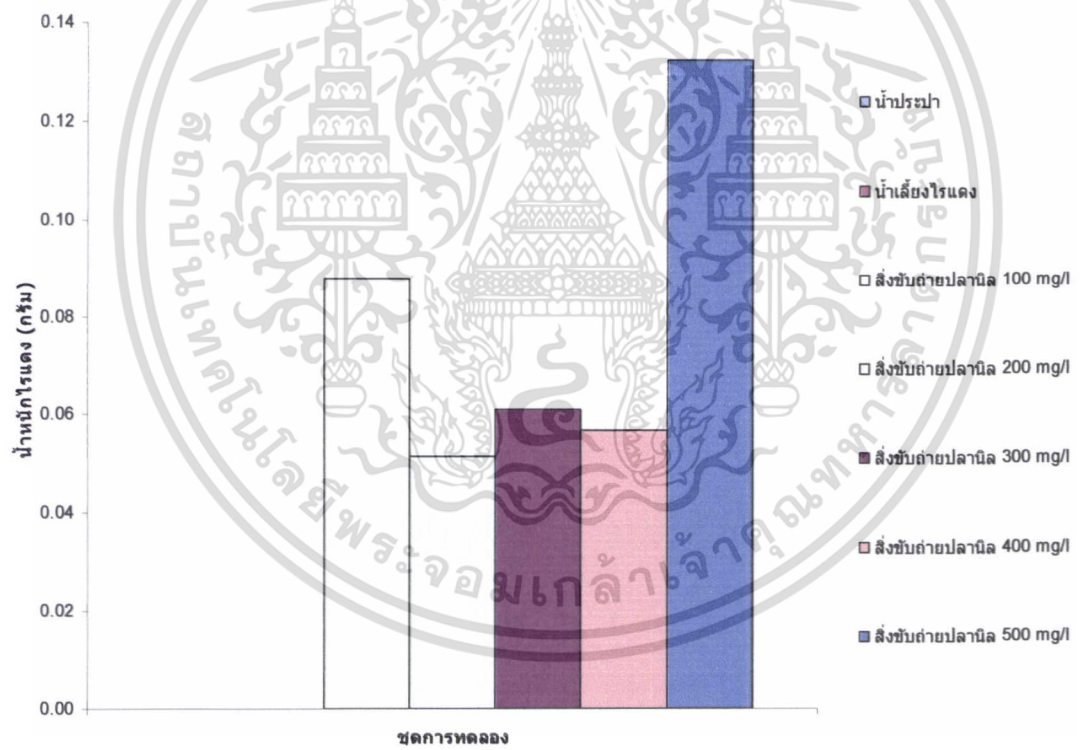
ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ

จากการศึกษาระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล 2 ชุดการทดลอง ที่ไม่เติมคลอเรลล่า ในการเลี้ยงไรแดงเป็นระยะเวลา 9 วัน พบว่า

น้ำหนักไรแดง

จากการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และน้ำเลี้ยงไรแดง พบว่าไรแดงตายหมด ส่วนความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 100, 200, 300, 400, และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักไรแดง 0.0878 ± 0.0014, 0.0515 ± 0.0016, 0.0609 ± 0.0037, 0.0568 ± 0.0032 และ 0.1322 ± 0.0027 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 1



ภาพที่ 3 น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	น้ำหนักไรแดง (กรัม)
น้ำประปา	0.0000 ± 0.0000^{a}
น้ำเลี้ยงไรแดง	0.0000 ± 0.0000^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.0878 ± 0.0014^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.0515 ± 0.0016^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.0609 ± 0.0037^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.0568 ± 0.0032^{cd}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.1322 ± 0.0027^{e}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

คุณภาพน้ำ

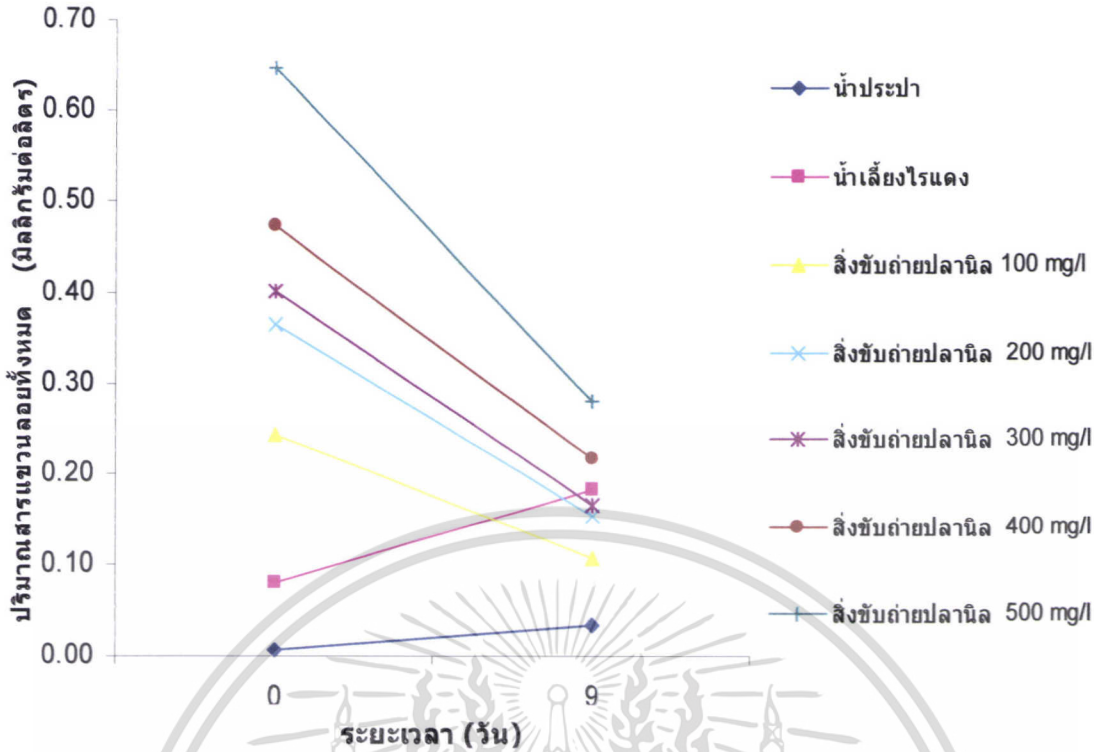
สารแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.00 – 0.68 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 2 จากการทดลองพบว่าปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณมากที่สุด และในชุดการทดลองที่ใช้น้ำประปามีปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดน้อยที่สุด ในวันที่ 9 ของการทดลองส่วนของความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 100, 200, 300, 400, และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดมีปริมาณลดลงจากวันแรก แต่ในชุดการทดลองที่ใช้น้ำประปา และน้ำที่เลี้ยงไรแดงมีปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นเกิดจากการตายของไรแดง (ภาพที่ 4)

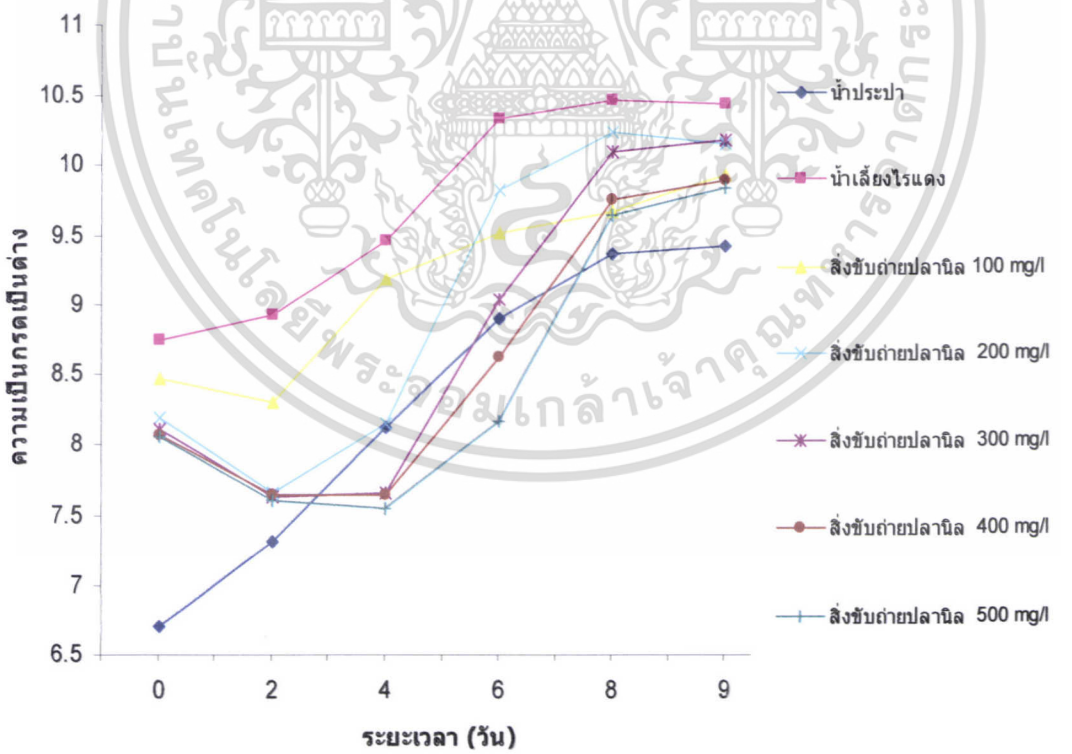
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 6.52 – 10.61 ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ดังตารางที่ 3 ตั้งแต่วันที่ 2 ของการทดลองความเป็นกรดเป็นด่างโดยส่วนมากมีค่าเพิ่มขึ้นทุกวัน และพบว่าไรแดงสามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างในช่วงที่กว้าง ซึ่งสัมพันธ์กับการทดลองของ Bellosillo (1957) ความเป็นกรดเป็นด่างที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการลดลงของแอมโมเนีย ความเป็นกรดเป็นด่างสูง คือมีไฮดรอกไซด์สูงเมื่อรวมตัวกับแอมโมเนียมได้แอมโมเนีย ทำให้ไฮดรอกไซด์ลดลงเป็นผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างลดลงไป (ภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

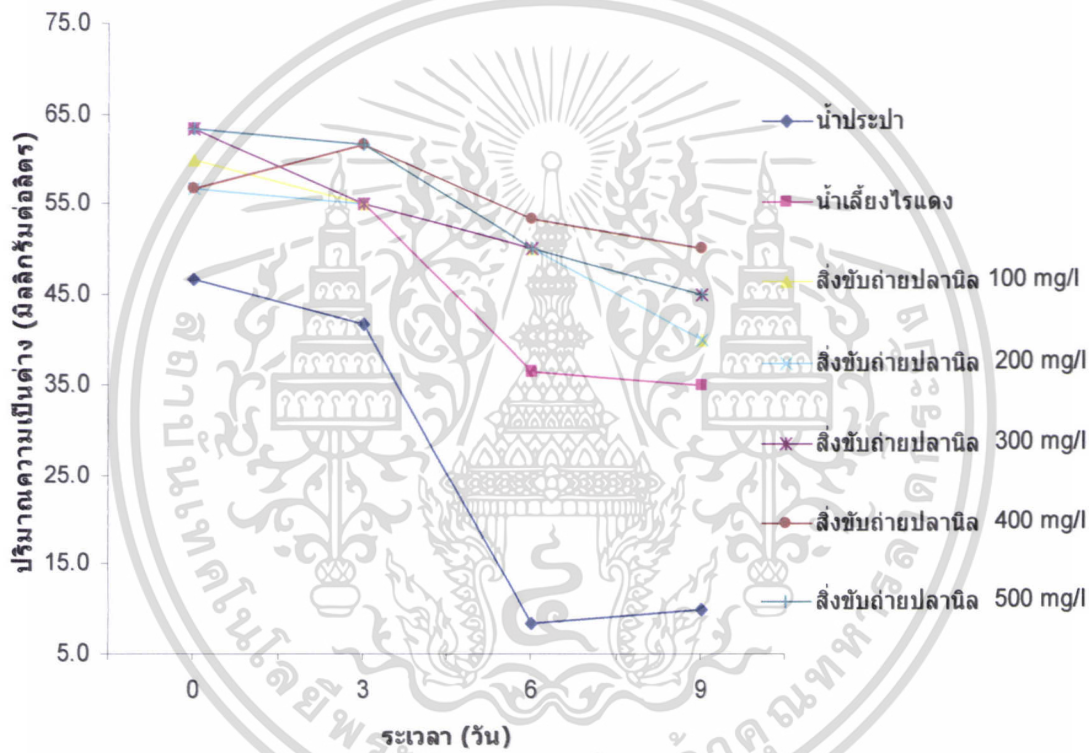


ภาพที่ 5 ความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นด่าง (alkalinity)

ปริมาณความเป็นด่างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 5 – 65 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 4 น้ำประปามีความเป็นด่างประมาณ 30 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน, 2538) จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้น้ำประปามีค่าความเป็นด่างน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และค่าความกระด้างส่วนใหญ่ลดลงทุกวัน (ภาพที่ 6) ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่าปริมาณความเป็นด่างที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ไรแดงมีจำนวนลดลง ปริมาณความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อไรแดงไม่ควรเกิน 450 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณความเป็นด่างที่ 600 มิลลิกรัมต่อลิตรไรแดงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

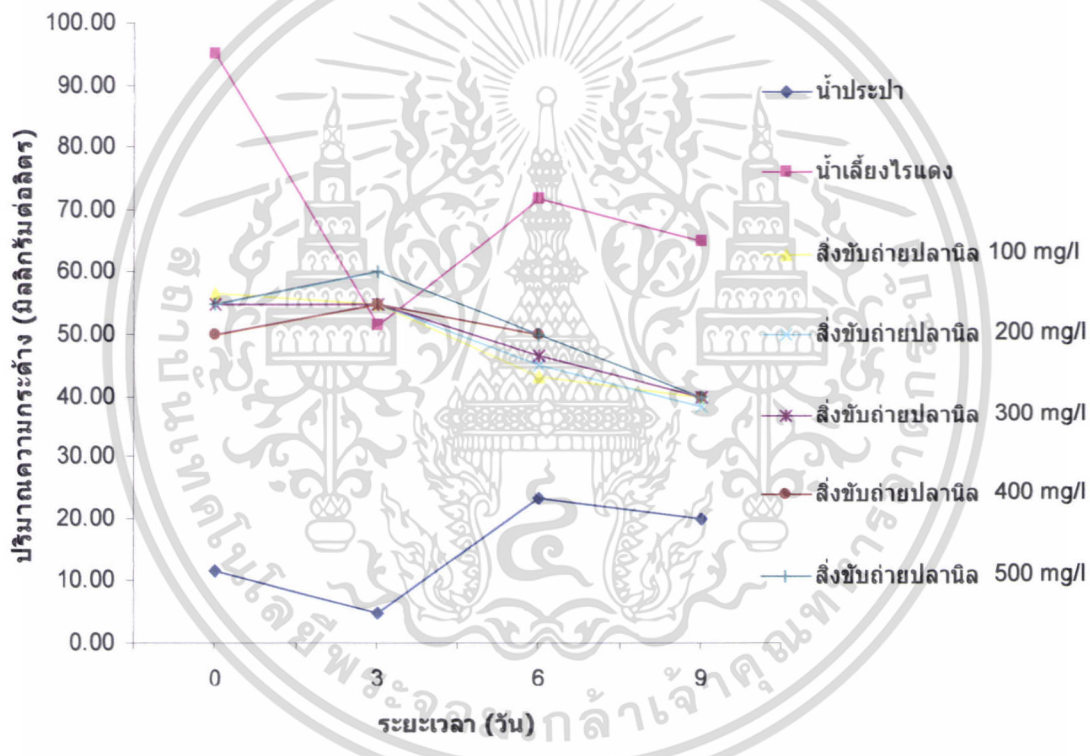


ภาพที่ 6 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกระด้าง (hardness)

ปริมาณความกระด้างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 5 – 95 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 5 น้ำประปามีความกระด้างประมาณ 50 - 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน, 2538) จากการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำที่เลี้ยงไรแดงมีปริมาณความกระด้างมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณความกระด้างน้อยที่สุด โดยชุดการทดลองสิ่งขับถ่ายปลานิล 100, 200, 300, 400 และ500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณความกระด้างใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 7) และปริมาณความกระด้างส่วนใหญ่ลดลงทุกวัน ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่า ปริมาณความกระด้างที่เหมาะสมต่อไรแดงไม่ควรเกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

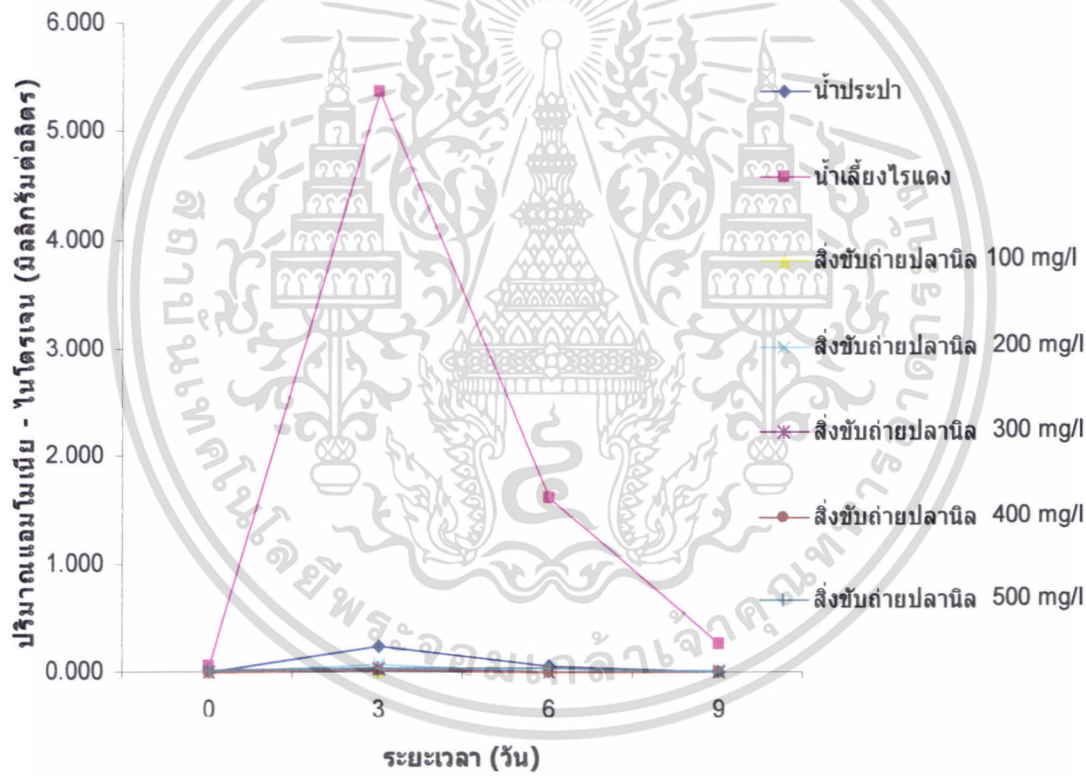


ภาพที่ 7 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99461

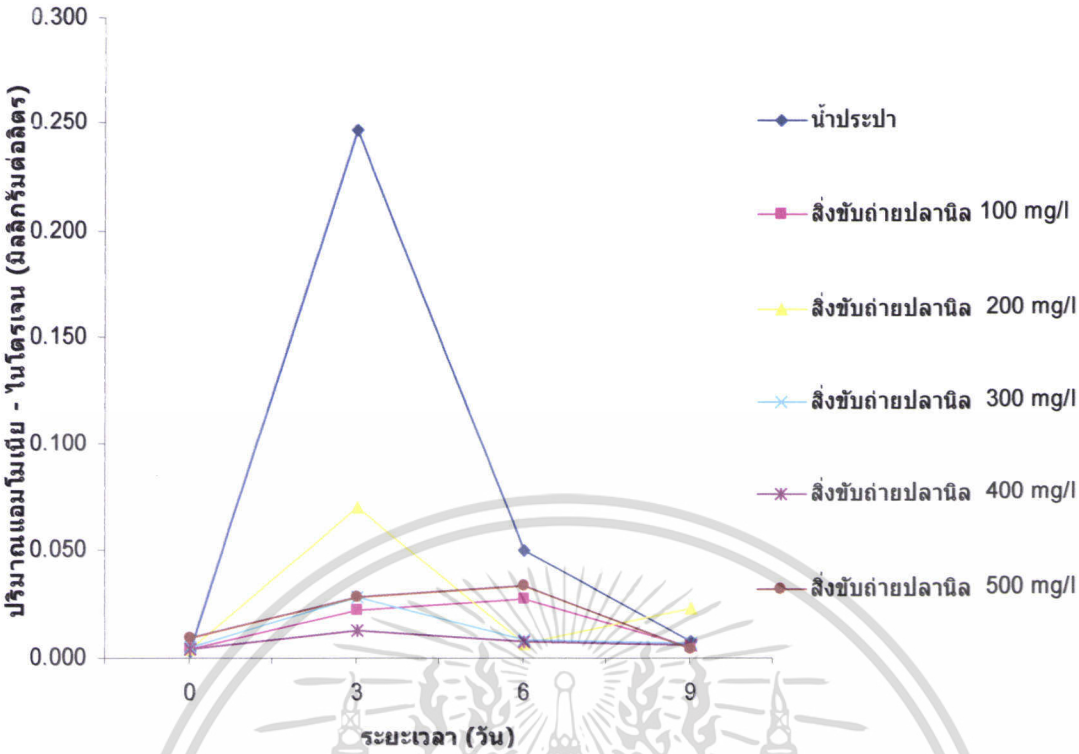
แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3 - N)

ปริมาณแอมโมเนียตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.003 – 5.450 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 6 การที่มีปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้นเนื่องมาจากการสะสมของเสียที่ขับออกมาจากตัวไรแดง และยังมีสาเหตุมาจากการตายของไรแดง จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณแอมโมเนียที่สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆและปริมาณแอมโมเนีย มีค่าเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 3 หลังจากนั้นมีค่าลดลงไปถึงวันที่ 9 ของการทดลอง (ภาพที่ 8 และภาพที่ 9) Sarma *et al.* (2003) รายงานว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ประชากรไรแดงมีจำนวนลดลง ความเข้มข้นของแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดงควรอยู่ในช่วงไม่เกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตรประชากรไรแดงลดลงอย่างมาก



ภาพที่ 8 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

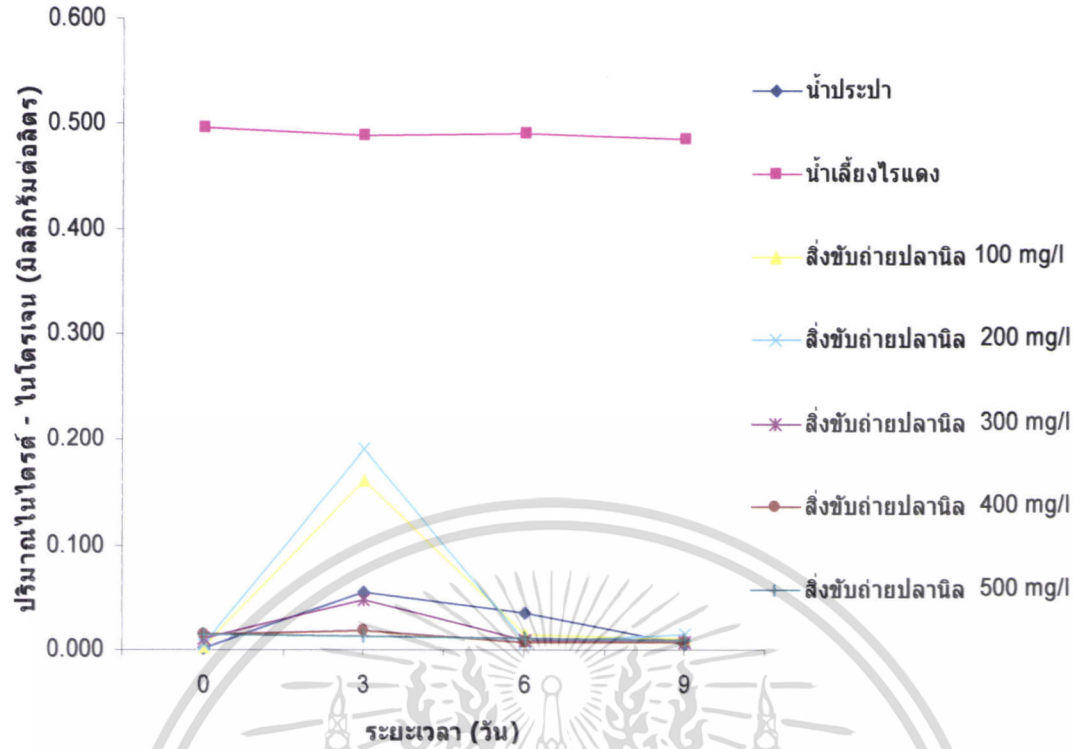


ภาพที่ 9 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปาและความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

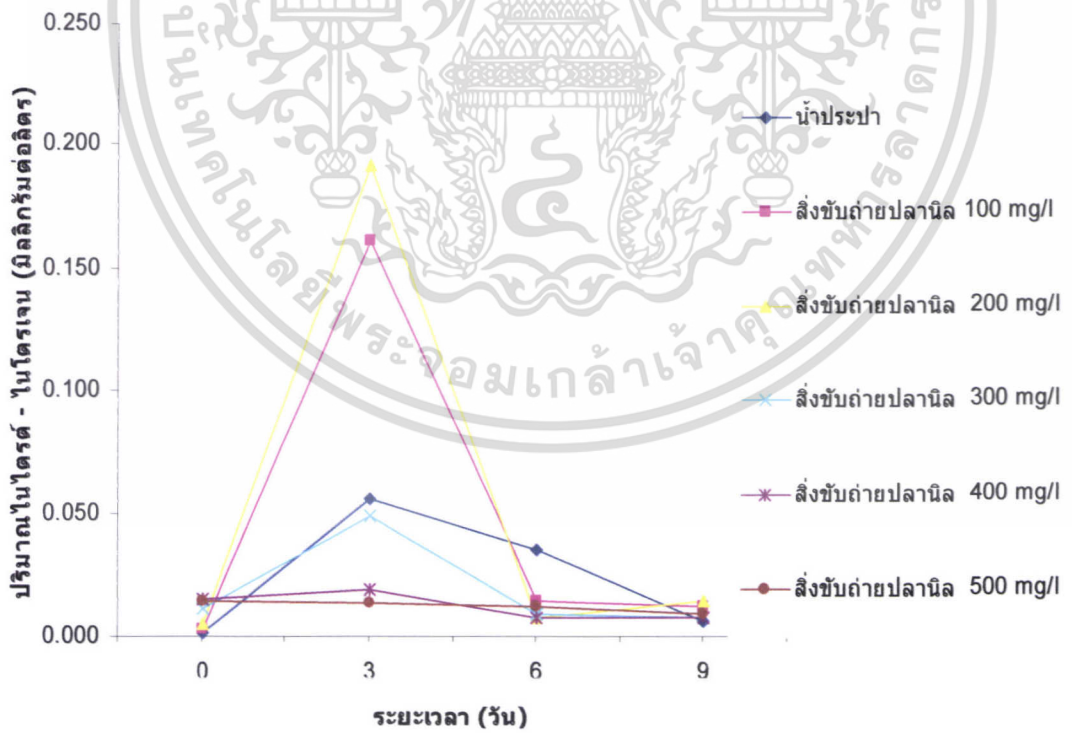
ไนไตรต์ – ไนโตรเจน (NO_2 - N)

ปริมาณไนไตรต์ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.001 – 0.497 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 7 น้ำส่วนใหญ่พบปริมาณไนไตรต์ไม่มากนัก มักพบปริมาณไนไตรต์ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน, 2538) จากการทดลองพบว่าชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณไนไตรต์มากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และปริมาณไนไตรต์มีค่าเพิ่มขึ้นจากวันที่ 0 ถึงวันที่ 3 ของการทดลอง หลังจากนั้นปริมาณไนไตรต์ลดลงจนถึงวันที่ 9 (ภาพที่ 10) ในวันที่ 0 ของการทดลองชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณไนไตรต์น้อยที่สุด และในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าทุกชุดการทดลองยกเว้นชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดง มีปริมาณไนไตรต์ที่ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 11)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า



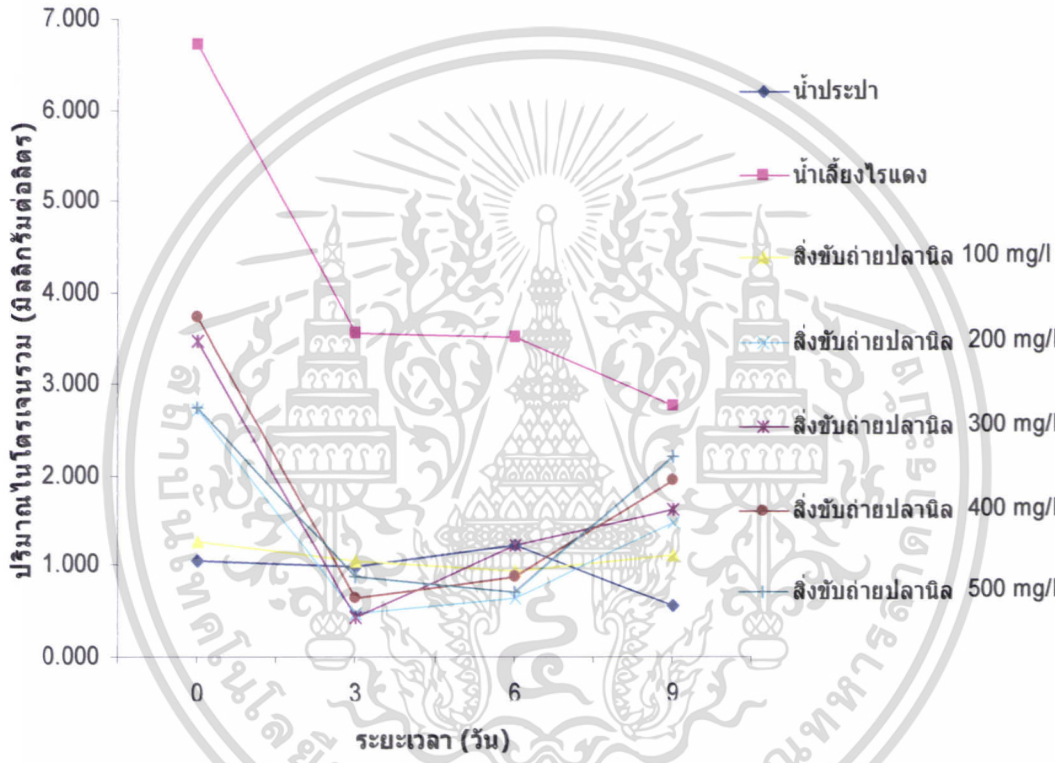
ภาพที่ 11 ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20532

ไนโตรเจนรวม (TKN)

ปริมาณไนโตรเจนรวมตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.420 – 6.741 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 8 จากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนรวมในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุด และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยที่สุด ในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุด และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยที่สุด (ภาพที่ 12)

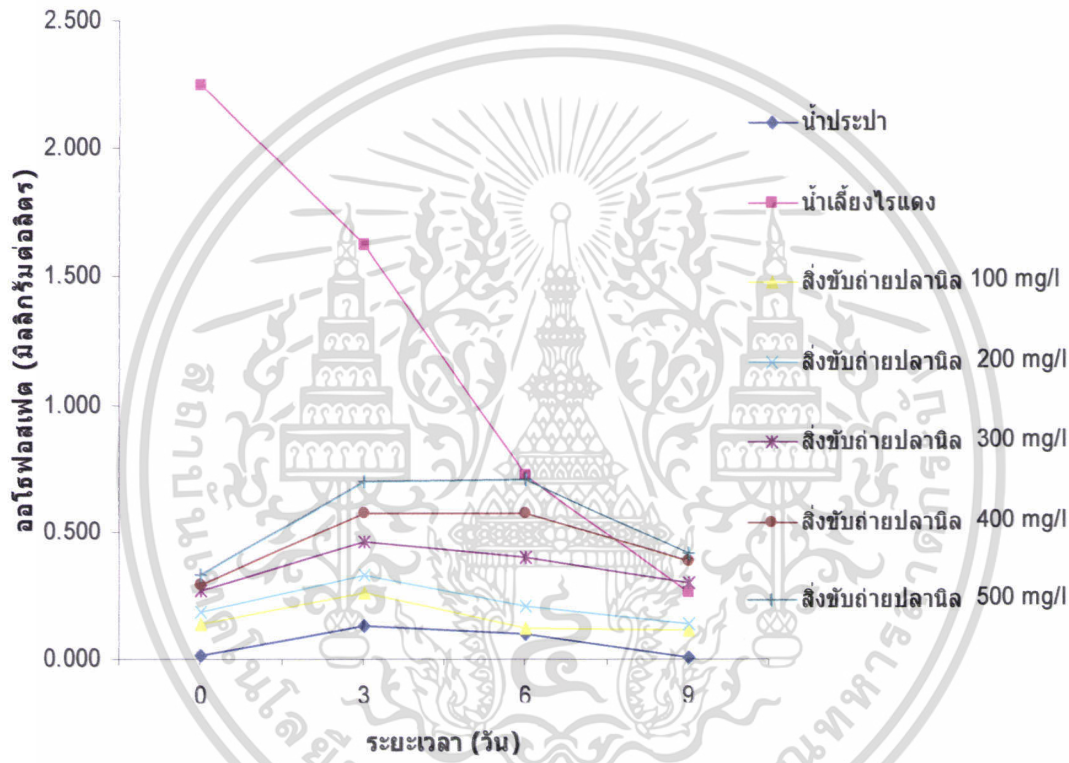


ภาพที่ 12 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออโธฟอสเฟต (SRP)

ปริมาณออโธฟอสเฟตตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.002 – 2.282 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 9 จากการทดลองพบว่าปริมาณออโธฟอสเฟตในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณออโธฟอสเฟตมากที่สุด ในชุดการทดลองที่ใช้น้ำประปามีปริมาณออโธฟอสเฟตน้อยที่สุด และในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าที่ระดับสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณออโธฟอสเฟตมากที่สุด และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณออโธฟอสเฟตน้อยที่สุด (ภาพที่ 13)

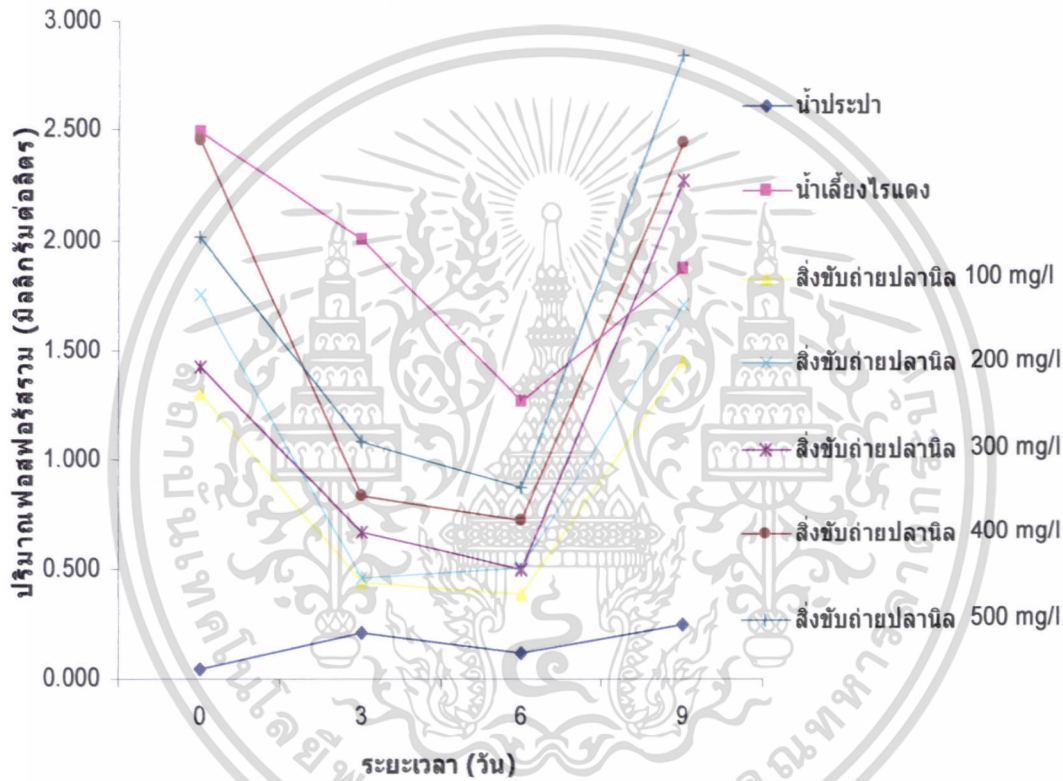


ภาพที่ 13 ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัสรวม (TP)

ปริมาณฟอสฟอรัสรวมตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.041 – 2.853 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 10 จากการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด และในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าชุดการทดลองสิ่งขับถ่ายปลานิล 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล ระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	
	0	9
น้ำกลั่น	0.01 ± 0.003^{a}	0.03 ± 0.003^{a}
น้ำเลี้ยงไรแดง	0.08 ± 0.006^{b}	0.18 ± 0.003^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.24 ± 0.003^{c}	0.11 ± 0.007^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.37 ± 0.012^{d}	0.15 ± 0.003^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.40 ± 0.012^{e}	0.17 ± 0.007^{bd}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.47 ± 0.009^{f}	0.22 ± 0.009^{e}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.65 ± 0.018^{g}	0.28 ± 0.012^{f}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 3 ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)					
	0	2	4	6	8	9
น้ำประปา	6.71 ± 0.12 [a]	7.31 ± 0.17 [a]	8.13 ± 0.07 [a]	8.90 ± 0.26 [a]	9.38 ± 0.23 [a]	9.43 ± 0.08 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	8.76 ± 0.00 [b]	8.93 ± 0.03 [b]	9.46 ± 0.15 [b]	10.34 ±0.03 [bd]	10.47 ± 0.08 [b]	10.45 ± 0.13 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	8.47 ± 0.05 [c]	8.30 ± 0.33 [c]	9.19 ± 0.07 [b]	9.52 ± 0.25 [cd]	9.67 ± 0.18 [ac]	9.93 ± 0.24 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	8.20 ± 0.03 [d]	7.66 ± 0.01 [a]	8.15 ± 0.33 [a]	9.82 ± 0.07 [d]	10.24 ± 0.05 [b]	10.15 ± 0.04 [bc]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	8.12 ± 0.01 [d]	7.63 ± 0.02 [a]	7.65 ± 0.04 [c]	9.04 ± 0.19 [ac]	10.10 ± 0.13 [bc]	10.18 ± 0.10 [bc]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	8.07 ± 0.01 [d]	7.65 ± 0.02 [a]	7.64 ± 0.03 [c]	8.63 ± 0.31 [ae]	9.76 ± 0.15 [ac]	9.89 ± 0.13 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	8.06 ± 0.00 [d]	7.60 ± 0.00 [a]	7.55 ± 0.01 [c]	8.17 ± 0.12 [e]	9.65 ± 0.15 [ac]	9.84 ± 0.15 [ac]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	46.67 ± 1.67 [a]	41.67 ± 1.67 [a]	8.33 ± 1.67 [a]	10.00 ± 0.00 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	63.33 ± 1.67 [bd]	55.00 ± 0.00 [b]	36.67 ± 1.67 [b]	35.00 ± 0.00 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	60.00 ± 0.00 [bcd]	55.00 ± 0.00 [b]	50.00 ± 0.00 [c]	40.00 ± 0.00 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	56.67 ± 28.87 [c]	55.00 ± 28.87 [b]	50.00 ± 28.87 [c]	40.00 ± 28.87 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	63.33 ± 1.67 [d]	55.00 ± 0.00 [b]	50.00 ± 0.00 [c]	45.00 ± 0.00 [d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	56.67 ± 28.87 [c]	61.67 ± 28.87 [c]	53.33 ± 28.87 [d]	50.00± 28.87 [e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	63.33 ± 1.67 [d]	61.67 ± 0.00 [c]	50.00 ± 0.00 [c]	45.00 ± 0.00 [d]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 5 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	11.67 ± 1.67[a]	5.00 ± 0.00[a]	23.33 ± 1.67[a]	20.00 ± 0.00[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	95.00 ± 0.00[b]	51.67 ± 1.67[b]	71.67 ± 1.67[b]	65.00 ± 0.00[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	56.67 ± 1.67[c]	55.00 ± 0.00[c]	43.33 ± 1.67[c]	40.00 ± 0.00[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	55.00 ± 0.00[c]	55.00 ± 0.00[c]	45.00 ± 0.00[c]	38.33 ± 1.67[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	55.00 ± 0.00[c]	55.00 ± 0.00[c]	46.67 ± 1.67[cd]	40.00 ± 0.00[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	50.00 ± 0.00[d]	55.00 ± 0.00[c]	50.00 ± 0.00[d]	40.00 ± 0.00[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	55.00 ± 0.00[c]	60.00 ± 0.00[d]	50.00 ± 0.00[d]	40.00 ± 0.00[c]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล ระดับต่างๆที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.003 ± 0.001[a]	0.247 ± 0.010[a]	0.050 ± 0.002[a]	0.008 ± 0.002[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	0.054 ± 0.000[b]	5.370 ± 0.057[b]	1.615 ± 0.035[b]	0.260 ± 0.010[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.004 ± 0.001[a]	0.023 ± 0.002[c]	0.028 ± 0.014[ac]	0.005 ± 0.002[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.004 ± 0.000[a]	0.071 ± 0.001[c]	0.007 ± 0.001[c]	0.023 ± 0.001[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.005 ± 0.001[a]	0.029 ± 0.001[c]	0.008 ± 0.001[ac]	0.007 ± 0.001[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.004 ± 0.001[a]	0.013 ± 0.002[a]	0.008 ± 0.001[a]	0.006 ± 0.001[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.010 ± 0.001[c]	0.029 ± 0.002[c]	0.034 ± 0.001[ac]	0.005 ± 0.001[a]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณไนไตรต์ - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.001 ± 0.001[a]	0.056 ± 0.000[a]	0.035 ± 0.002[a]	0.006 ± 0.001[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	0.496 ± 0.000[b]	0.490 ± 0.002[b]	0.491 ± 0.001[b]	0.486 ± 0.001[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.003 ± 0.000[c]	0.162 ± 0.001[c]	0.014 ± 0.001[e]	0.012 ± 0.000[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.005 ± 0.000[d]	0.192 ± 0.002[d]	0.008 ± 0.000[d]	0.014 ± 0.001[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.011 ± 0.001[e]	0.049 ± 0.003[e]	0.009 ± 0.001[cd]	0.008 ± 0.000[ae]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.015 ± 0.001[f]	0.019 ± 0.001[f]	0.007 ± 0.000[d]	0.008 ± 0.000[ae]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.014 ± 0.000[f]	0.014 ± 0.001[g]	0.012 ± 0.001[ce]	0.009 ± 0.000[e]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 8 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	1.054 ± 0.008^{a}	0.982 ± 0.017^{a}	1.232 ± 0.003^{a}	0.563 ± 0.009^{a}
น้ำเลี้ยงไรแดง	6.720 ± 0.016^{b}	3.557 ± 0.015^{b}	3.512 ± 0.005^{b}	2.765 ± 0.018^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.266 ± 0.011^{c}	1.042 ± 0.146^{a}	0.939 ± 0.023^{c}	1.118 ± 0.017^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	2.720 ± 0.017^{d}	0.463 ± 0.007^{c}	0.654 ± 0.012^{d}	1.485 ± 0.016^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	3.481 ± 0.010^{e}	0.424 ± 0.003^{c}	1.232 ± 0.003^{a}	1.628 ± 0.012^{e}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	3.733 ± 0.014^{f}	0.635 ± 0.016^{d}	0.877 ± 0.009^{e}	1.957 ± 0.020^{f}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	2.742 ± 0.018^{d}	0.873 ± 0.013^{a}	0.718 ± 0.006^{f}	2.219 ± 0.014^{g}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 9 ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.016 ± 0.002^{a}	0.127 ± 0.004^{a}	0.098 ± 0.004^{a}	0.006 ± 0.003^{a}
น้ำเลี้ยงไรแดง	2.247 ± 0.021^{b}	1.623 ± 0.003^{b}	0.722 ± 0.004^{b}	0.260 ± 0.087^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.139 ± 0.002^{c}	0.262 ± 0.002^{c}	0.125 ± 0.009^{c}	0.117 ± 0.008^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.181 ± 0.001^{d}	0.327 ± 0.003^{d}	0.208 ± 0.007^{d}	0.137 ± 0.003^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.270 ± 0.003^{e}	0.458 ± 0.003^{e}	0.395 ± 0.008^{e}	0.299 ± 0.009^{bc}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.293 ± 0.002^{e}	0.573 ± 0.005^{f}	0.573 ± 0.005^{f}	0.381 ± 0.003^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.331 ± 0.001^{f}	0.699 ± 0.003^{g}	0.703 ± 0.005^{g}	0.416 ± 0.004^{c}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 10 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.047 ± 0.003[a]	0.211 ± 0.002[a]	0.120 ± 0.008[a]	0.248 ± 0.198[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	2.496 ± 0.227[b]	2.005 ± 0.009[b]	1.270 ± 0.005[b]	1.875 ± 0.253[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.303 ± 0.026[c]	0.443 ± 0.008[c]	0.387 ± 0.008[c]	1.452 ± 0.004[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	1.756 ± 0.006[d]	0.457 ± 0.006[c]	0.510± 0.005[d]	1.716 ± 0.005[bc]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	1.428 ± 0.008[c]	0.672 ± 0.006[d]	0.500 ± 0.002[d]	2.268 ± 0.002[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	2.454 ± 0.009[b]	0.838 ± 0.006[e]	0.731 ± 0.005[e]	2.448 ± 0.007[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	2.018 ± 0.013[d]	1.084 ± 0.009[f]	0.871 ± 0.005[f]	2.847 ± 0.004[e]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

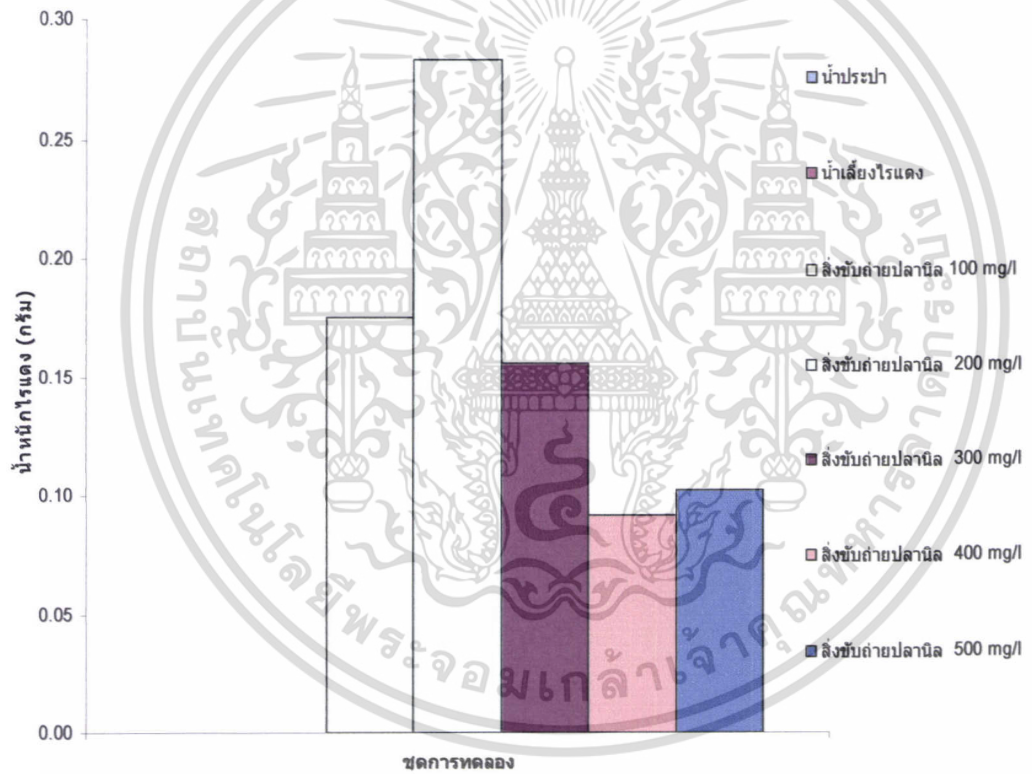
สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2.ศึกษาผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่าง ๆที่มีการเติมคลอเรลล่า

จากการศึกษาระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่ใช้สิ่งขับถ่ายของปลานิล 2 ชุดการทดลอง ที่เติมคลอเรลล่า ในการเลี้ยงไรแดงเป็นระยะเวลา 9 วัน พบว่า

น้ำหนักไรแดง

จากการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และน้ำเลี้ยงไรแดง พบว่าไรแดงตายหมด ส่วนความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 100, 200, 300, 400, และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีน้ำหนักไรแดง 0.1752 ± 0.0016, 0.2833 ± 0.0085, 0.1558 ± 0.0049, 0.0918 ± 0.0004 และ0.1022 ± 0.0029 กรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 15) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 11



ภาพที่ 15 น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 น้ำหนักเฉลี่ยของไรแดงที่เลี้ยงในน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	น้ำหนักไรแดง (กรัม)
น้ำประปา	0.0000 ± 0.0000^{a}
น้ำเลี้ยงไรแดง	0.0000 ± 0.0000^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.1752 ± 0.0016^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.2833 ± 0.0085^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.1558 ± 0.0049^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.0918 ± 0.0004^{e}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.1022 ± 0.0029^{e}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)
สัญลักษณ์ที่เหมือนกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

คุณภาพน้ำ

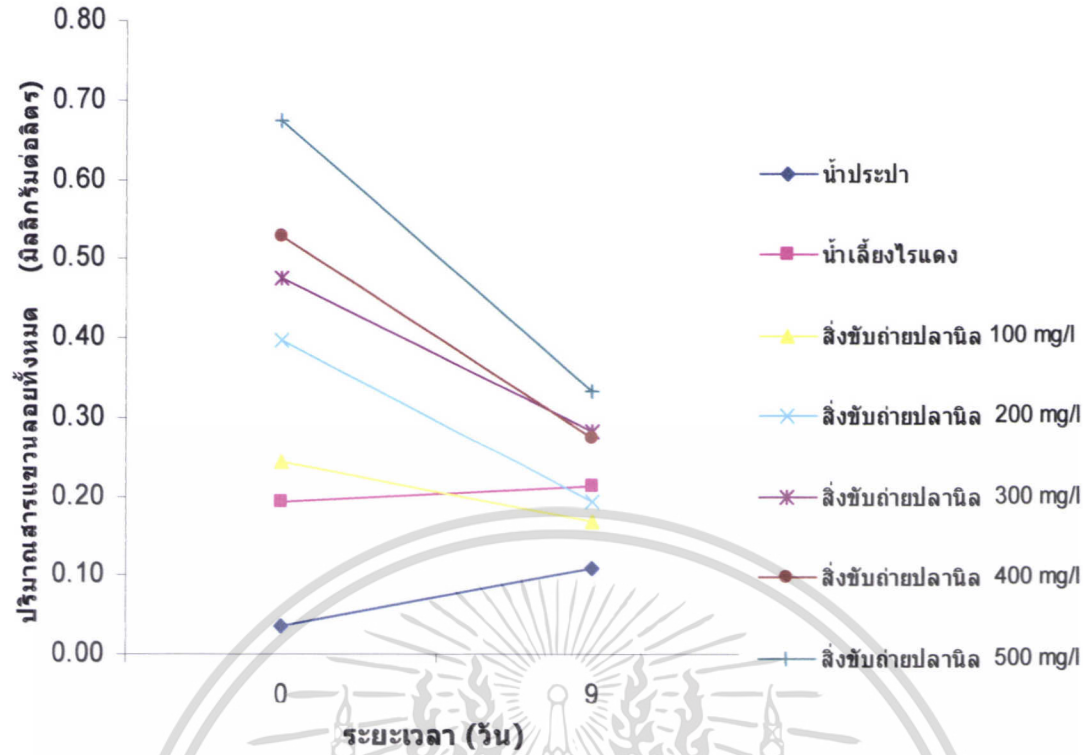
สารแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 – 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 12 จากการทดลองพบว่าปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณมากที่สุด และในชุดการทดลองที่ใช้น้ำประปามีปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดน้อยที่สุด ในวันที่ 9 ของการทดลอง ส่วนของความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 100, 200, 300, 400, และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดมีปริมาณลดลงจากวันแรก แต่ในชุดการทดลองที่ใช้น้ำประปา และน้ำที่เลี้ยงไรแดงมีปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากเกิดการตายของไรแดง (ภาพที่ 16)

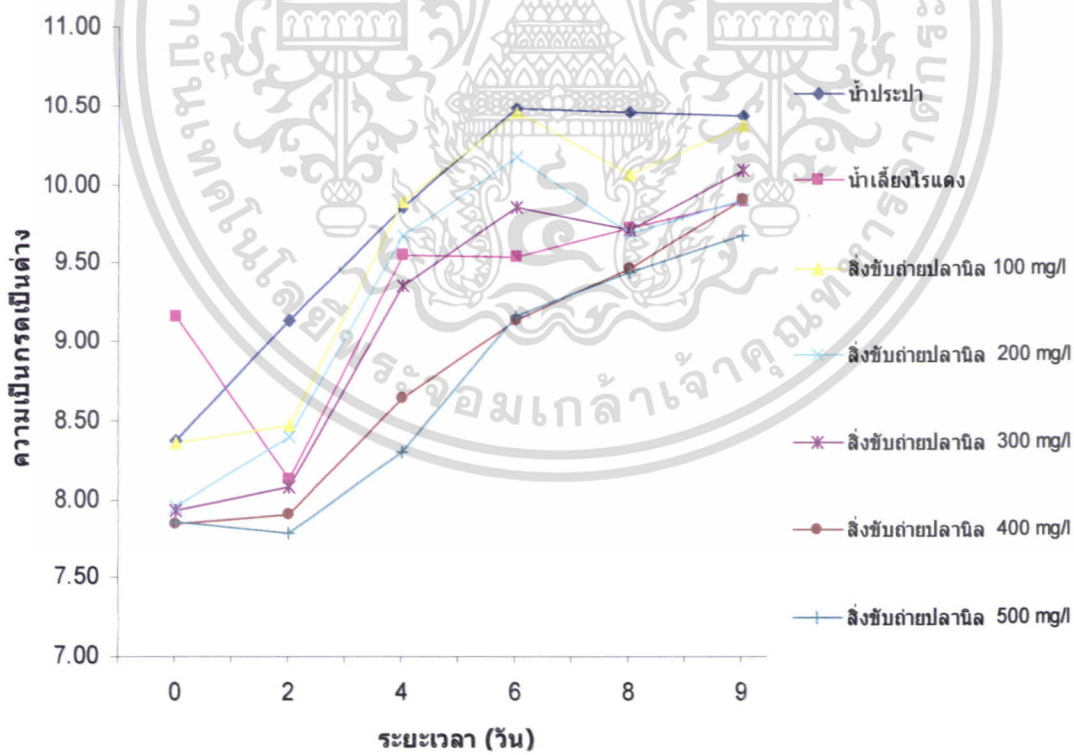
ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ความเป็นกรดเป็นด่างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 7.67 – 10.54 ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ดังตารางที่ 13 ตั้งแต่วันที่ 2 ของการทดลองความเป็นกรดเป็นด่างโดยส่วนมากมีค่าเพิ่มขึ้นทุกๆ วัน และพบว่าไรแดงสามารถทนต่อสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างในช่วงที่กว้าง ซึ่งสัมพันธ์กับการทดลองของ Bellosillo (1957) (ภาพที่ 17) ในวันที่ 0 ของการทดลองพบว่าชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดงมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

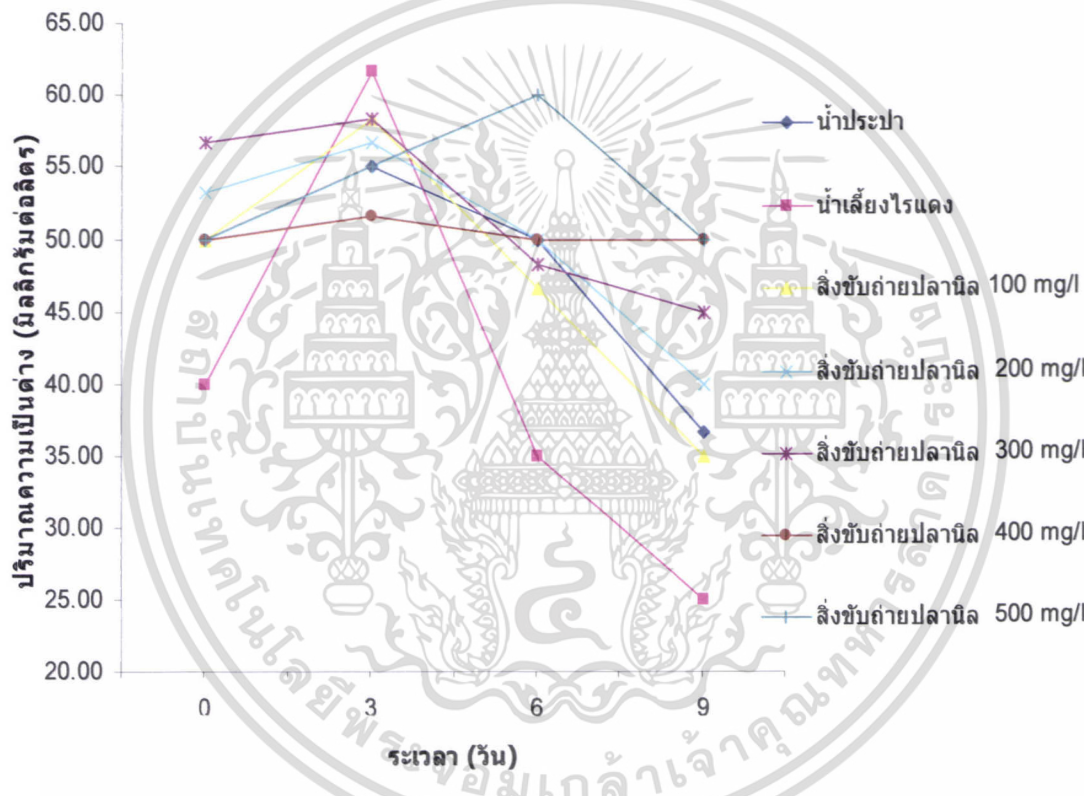


ภาพที่ 17 ความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นด่าง (alkalinity)

ปริมาณความเป็นด่างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 25 – 65 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 14 น้ำประปามีปริมาณความเป็นด่างประมาณ 30 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน, 2538) จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดง มีปริมาณความเป็นด่างน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ภาพที่ 18) ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่าปริมาณความเป็นด่างที่เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ไรแดงมีจำนวนลดลง ปริมาณความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อไรแดงไม่ควรเกิน 450 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณความเป็นด่าง 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ไรแดงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

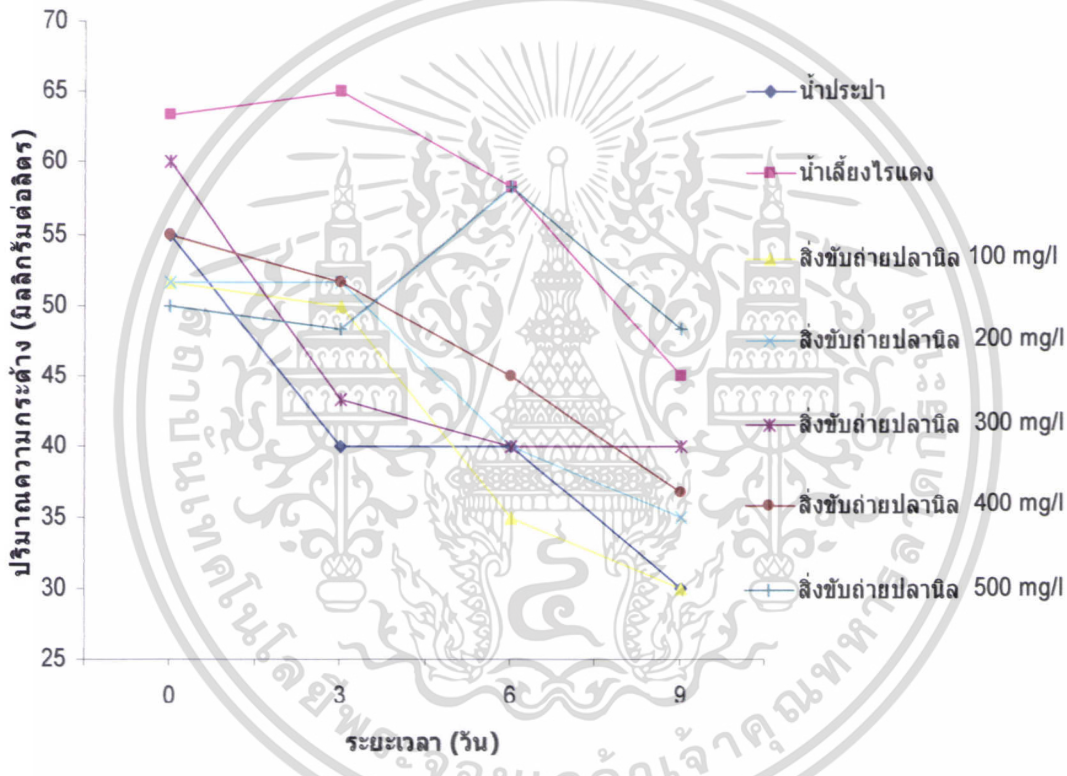


ภาพที่ 18 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความกระด้าง (hardness)

ปริมาณความกระด้างตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 30 – 65 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 15 น้ำประปามีปริมาณความกระด้างประมาณ 50 - 80 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน, 2538) ในวันที่ 0 ถึงวันที่ 6 ของการทดลองพบว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณความกระด้างมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และในวันที่ 9 ของการทดลองชุดการทดลองสิ่งขับถ่ายของเสียปลานิล 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณความกระด้างมากที่สุด และค่าความกระด้างส่วนใหญ่ลดลงทุกวัน ลัดดา และคณะ (2524) รายงานว่าปริมาณความกระด้างที่เหมาะสมต่อไรแดงไม่ควรเกิน 150 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 19)

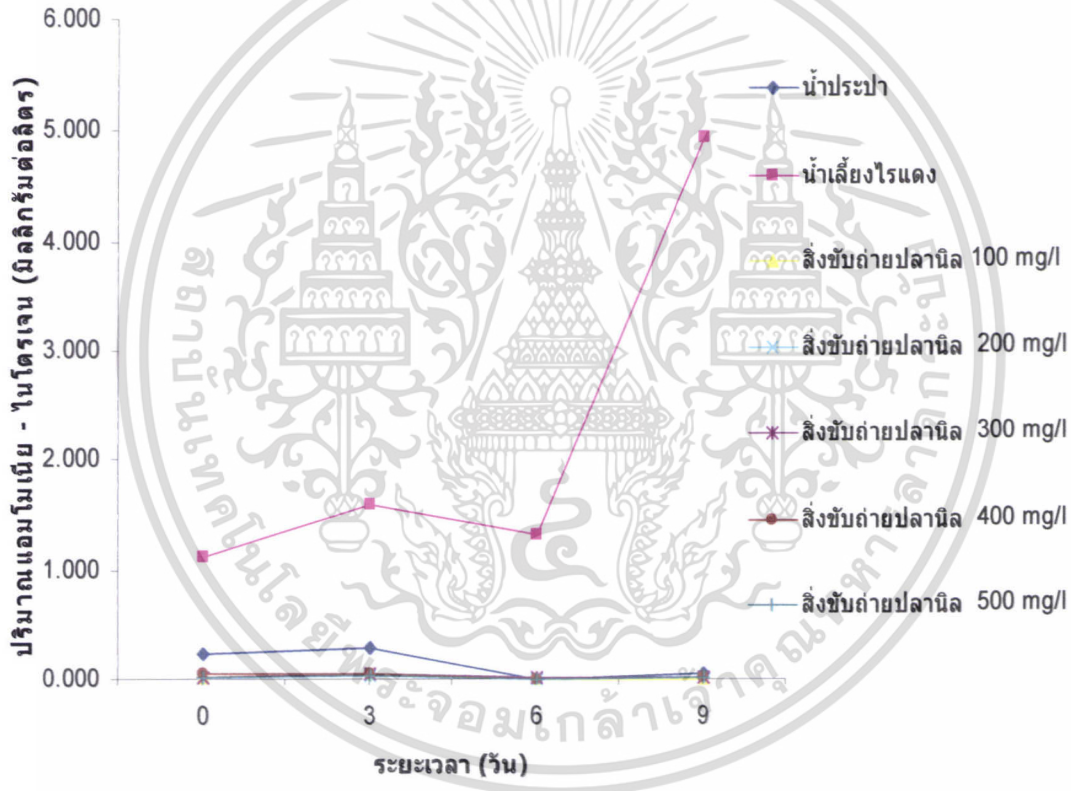


ภาพที่ 19 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

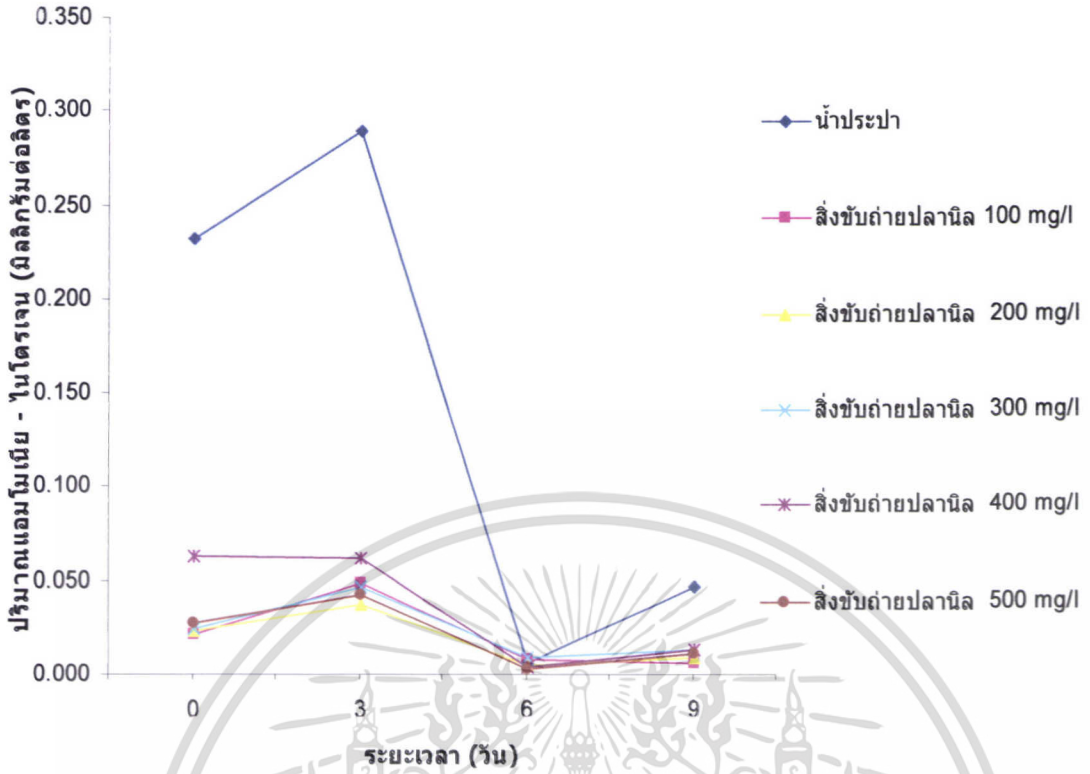
แอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3 - N)

ปริมาณแอมโมเนียตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.002 – 5.029 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 16 การที่ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้นเนื่องมาจากการสะสมของเสียที่ขับออกมาจากตัวไรแดง และยังมีสาเหตุมาจากการตายของไรแดง จากการทดลองพบว่าในชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดง มีปริมาณค่าแอมโมเนียที่สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ มาก (ภาพที่ 20 และภาพที่ 21) Sarma *et al.* (2003) รายงานว่าปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ประชากรไรแดงมีจำนวนลดลง ปริมาณแอมโมเนียที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไรแดงควรอยู่ในช่วงไม่เกิน 25 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากที่ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตรประชากรไรแดงลดลงอย่างมาก



ภาพที่ 20 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

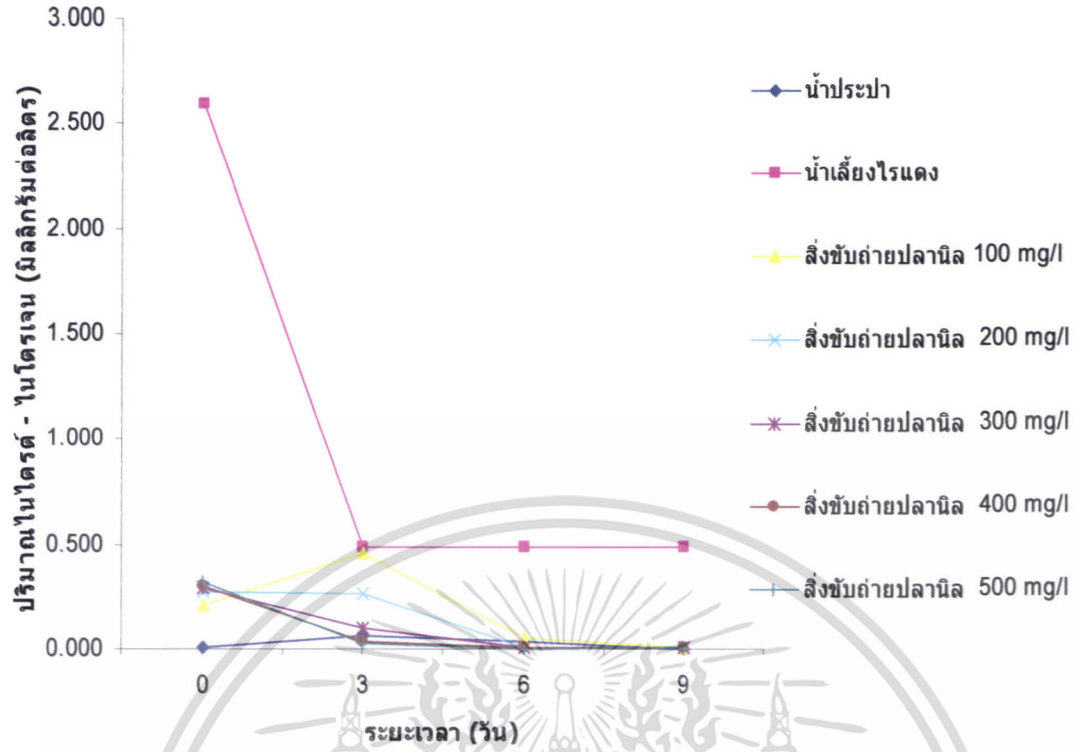


ภาพที่ 21 ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปาและความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

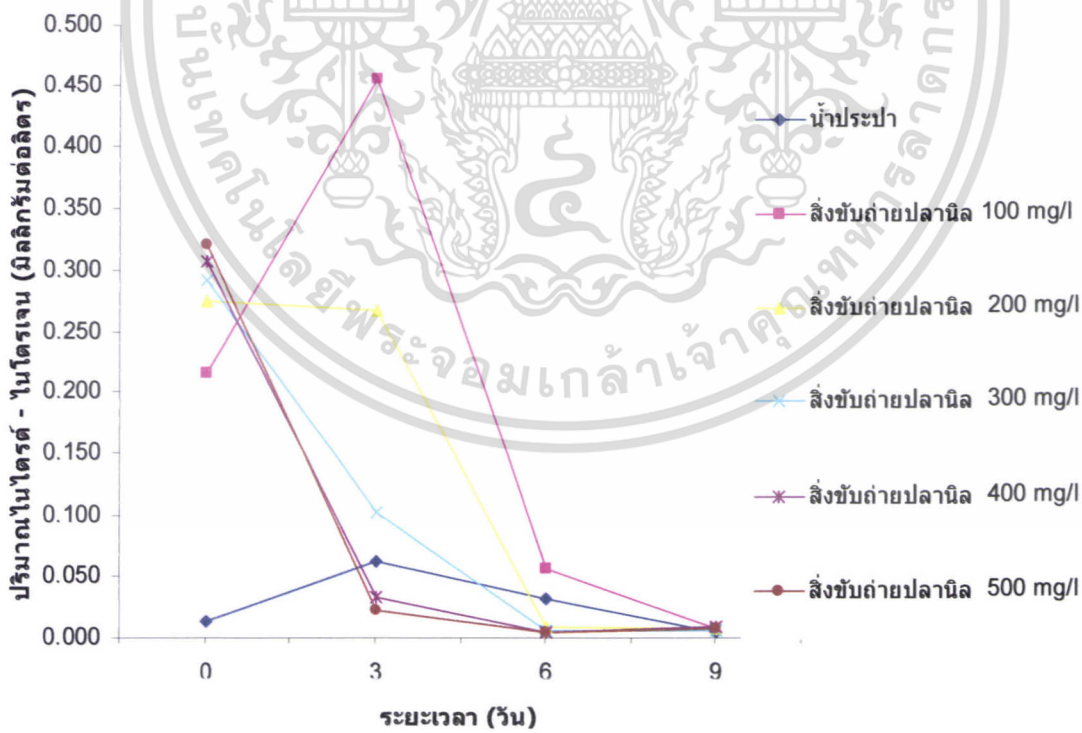
ไนไตรต์ – ไนโตรเจน (NO_2 - N)

ปริมาณไนไตรต์ตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.004 – 2.598 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 17 น้ำส่วนใหญ่พบปริมาณไนไตรต์ไม่มากนัก มักพบปริมาณไนไตรต์ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (มั่นสิน, 2538) จากการทดลองพบว่าชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณไนไตรต์มากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ภาพที่ 22) ในวันที่ 0 ของการทดลองชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณไนไตรต์น้อยที่สุด และในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าทุกชุดการทดลองยกเว้นชุดการทดลองน้ำเลี้ยงไรแดง มีปริมาณไนไตรต์ที่ใกล้เคียงกัน (ภาพที่ 23)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 22 ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

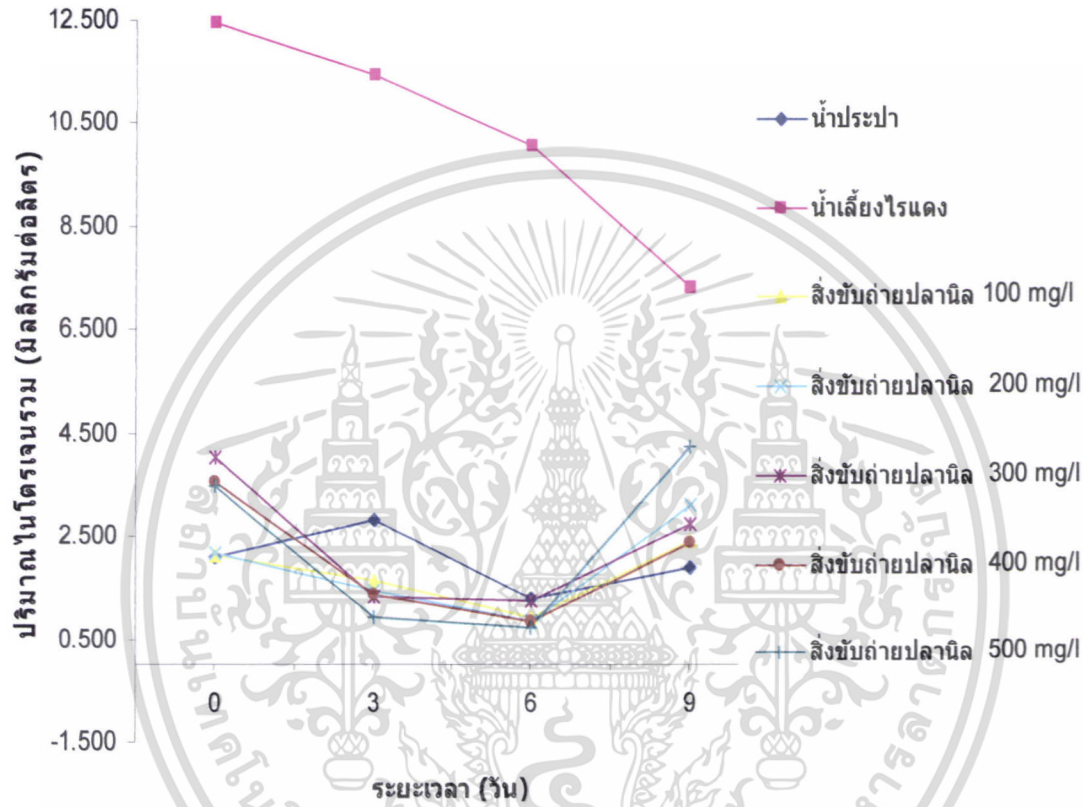


ภาพที่ 23 ปริมาณไนไตรต์ – ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนโตรเจนรวม (TKN)

ปริมาณไนโตรเจนรวมตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.694 – 12.544 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 18 จากการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนรวมชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุด ในวันที่ 9 ของการทดลองชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยที่สุด (ภาพที่ 24)

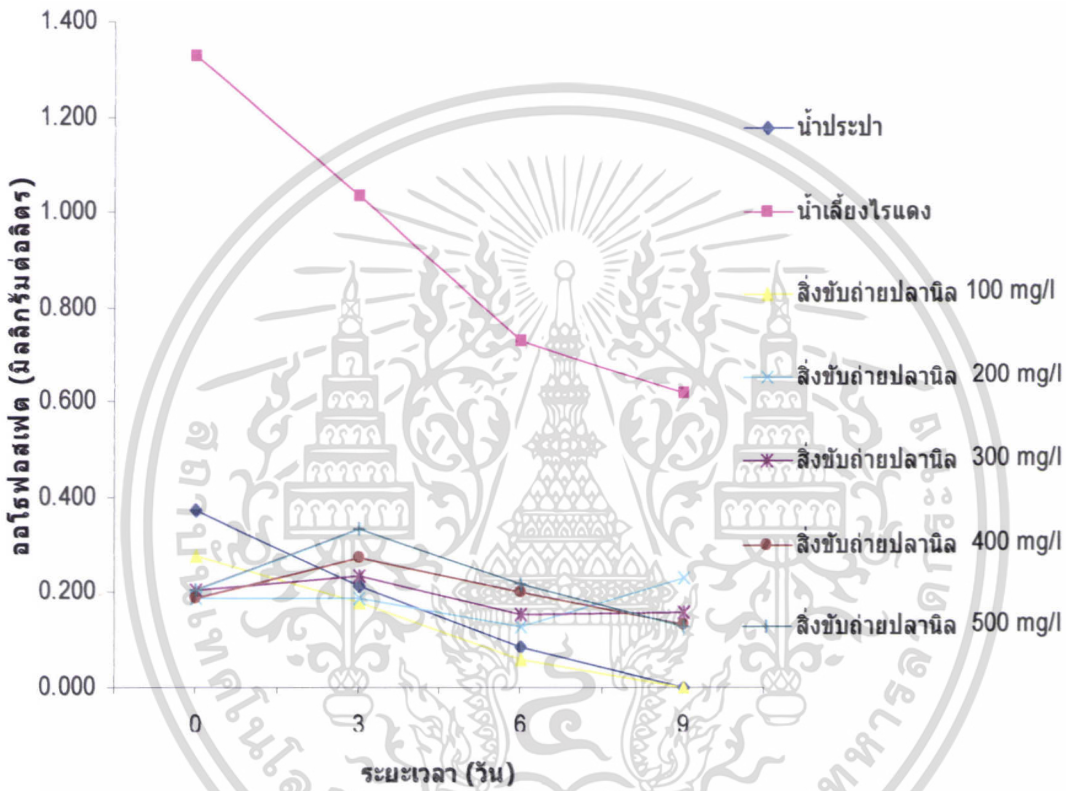


ภาพที่ 24 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออโธฟอสเฟต (SRP)

ปริมาณออโธฟอสเฟตตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.000 – 1.329 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 19 จากการทดลองพบว่าปริมาณออโธฟอสเฟต ชุดการทดลองที่ใช้น้ำเลี้ยงไรแดงมีปริมาณออโธฟอสเฟตมากที่สุด ในวันที่ 9 ของการทดลองชุดการทดลองน้ำประปา และชุดการทดลองสิ่งขับถ่ายปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณออโธฟอสเฟตน้อนที่สุด โดยปริมาณฟอสเฟตส่วนมากมีค่าลดลงไป จากวันที่ 0 ถึงวันที่ 9 (ภาพที่ 25)

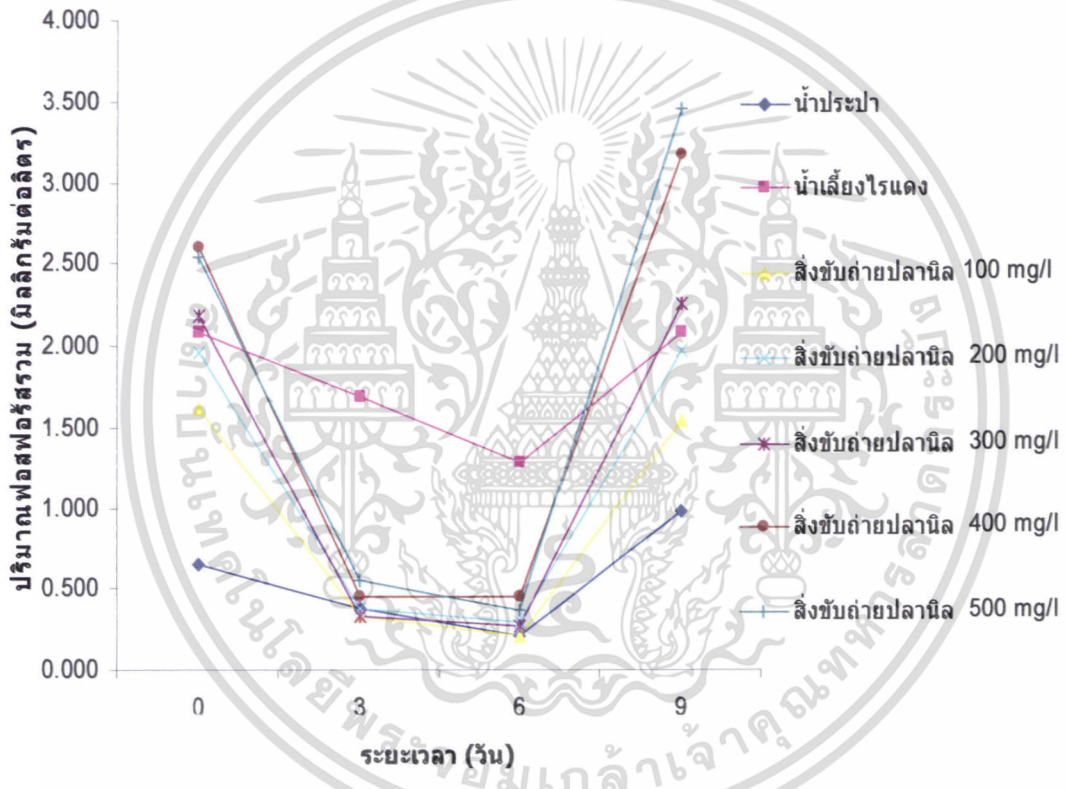


ภาพที่ 25 ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟอสฟอรัสรวม (TP)

ปริมาณฟอสฟอรัสรวมตลอดการทดลองมีค่าอยู่ในช่วง 0.201 – 3.519 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงไว้ในตารางที่ 20 จากการทดลองพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสรวมในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่ใช้สิ่งขับถ่ายของเสียปลานิล 400 และ500 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด ในวันที่ 9 ของการทดลองพบว่าระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ 500 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด และในชุดการทดลองน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)	
	0	9
น้ำกลั่น	0.04 ± 0.003[a]	0.11 ± 0.006[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	0.19 ± 0.009[b]	0.21 ± 0.003[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.24 ± 0.003[c]	0.17 ± 0.003[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.40 ± 0.009[d]	0.19 ± 0.009[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.48 ± 0.007[8e]	0.28 ± 0.009[e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.53 ± 0.006[f]	0.27 ± 0.003[f]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.67 ± 0.009[g]	0.33 ± 0.007[g]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 13 ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่างในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)					
	0	2	4	6	8	9
น้ำประปา	8.37 ± 0.021 [a]	9.13 ±0.033 [a]	9.86 ±0.0.028 [a]	10.48 ±0.019 [a]	10.46 ±0.023 [a]	10.44 ±0.018 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	9.16 ±0.012 [b]	8.13 ±0.027 [bcde]	9.56 ±0.043 [ab]	9.54 ± 0.076 [b]	9.72 ±0.046 [bc]	9.89 ±0.066 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	8.36 ±0.371 [a]	8.47 ±0.173 [bc]	9.89 ±0.015 [a]	10.46 ±0.038 [ac]	10.07 ±0.176 [ab]	10.37 ±0.082 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	7.96 ±0.194 [ac]	8.39 ±0.194 [cd]	9.68 ±0.137 [ab]	10.18 ±0.003 [c]	9.69 ±0.148 [bc]	9.91 ±0.201 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	7.93 ±0.178 [c]	8.08 ±0.178 [de]	9.36 ±0.118 [b]	9.85 ±0.065 [d]	9.71 ±0.064 [bc]	10.09 ±0.119 [ab]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	7.85 ±0.096 [c]	7.90 ±0.096 [e]	8.64 ±0.294 [c]	9.13 ±0.219 [e]	9.47 ±0.343 [c]	9.90 ±0.270 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	7.86 ±0.069 [c]	7.79 ±0.069 [e]	8.30 ±0.176 [c]	9.16 ±0.073 [e]	9.45 ±0.074 [c]	9.68 ±0.115 [b]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 14 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	50.00 ± 0.00 [a]	55.00 ± 0.00 [acd]	50.00 ± 0.00 [ad]	36.67 ± 1.67 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	40.00 ± 0.00 [b]	61.67 ± 1.67 [b]	35.00 ± 0.00 [b]	25.00 ± 0.00 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	50.00 ± 0.00 [a]	58.33 ± 1.67 [abc]	46.67 ± 1.67 [c]	35.00 ± 0.00 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	53.33 ± 28.87 [c]	56.67 ± 28.87 [c]	50.00 ± 28.87 [d]	40.00 ± 28.87 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	56.67 ± 1.67 [d]	58.33 ± 1.67 [bc]	48.33 ± 1.67 [cd]	45.00 ± 0.00 [d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	50.00 ± 28.87 [a]	51.67 ± 28.87 [d]	50.00 ± 28.87 [d]	50.00± 28.87 [e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	50.00 ± 0.00 [a]	55.00 ± 0.00 [acd]	60.00 ± 0.00 [e]	50.00 ± 0.00 [e]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 15 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	55.00 ± 0.00[a]	40.00 ± 0.00[a]	40.00 ± 0.00[a]	30.00 ± 0.00[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	63.33 ± 1.67[b]	65.00 ± 0.00[b]	58.33 ± 1.67[b]	45.00 ± 0.00[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	51.67 ± 1.67[c]	50.00 ± 0.00[c]	35.00 ± 0.00[c]	30.00 ± 0.00[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	51.67 ± 1.67[c]	51.67 ± 1.67[c]	40.00 ± 0.00[a]	35.00 ± 0.00[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	60.00 ± 0.00[d]	43.33 ± 1.67[a]	40.00 ± 0.00[a]	40.00 ± 0.00[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	55.00 ± 0.00[a]	51.67 ± 1.67[c]	45.00 ± 0.00[d]	36.67 ± 1.67[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	50.00 ± 0.00[c]	48.33 ± 1.67[c]	58.33 ± 1.67[b]	48.33 ± 1.67[e]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 16 ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล ระดับต่างๆที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.232 ± 0.017 [a]	0.289 ± 0.015 [a]	0.006 ± 0.002 [a]	0.046 ± 0.004 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	1.118 ± 0.084 [b]	1.599 ± 0.018 [b]	1.320 ± 0.098 [b]	4.960 ± 0.040 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.021 ± 0.001 [c]	0.049 ± 0.002 [c]	0.008 ± 0.002 [a]	0.006 ± 0.000 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.023 ± 0.002 [c]	0.038 ± 0.001 [c]	0.005 ± 0.002 [a]	0.009 ± 0.003 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.024 ± 0.001 [c]	0.047 ± 0.001 [c]	0.009 ± 0.002 [a]	0.013 ± 0.001 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.063 ± 0.002 [c]	0.062 ± 0.004 [c]	0.004 ± 0.001 [a]	0.013 ± 0.002 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.027 ± 0.001 [c]	0.043 ± 0.001 [c]	0.003 ± 0.000 [a]	0.011 ± 0.000 [a]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 17 ปริมาณไนไตรต์ - ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล ระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.014 ± 0.001 [a]	0.063 ± 0.000 [a]	0.032 ± 0.000 [a]	0.004 ± 0.001 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	2.594 ± 0.003 [b]	0.489 ± 0.000 [b]	0.486 ± 0.002 [b]	0.488 ± 0.001 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.216 ± 0.000 [c]	0.456 ± 0.002 [c]	0.057 ± 0.002 [c]	0.008 ± 0.000 [cd]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.276 ± 0.002 [d]	0.268 ± 0.005 [d]	0.010± 0.001 [d]	0.008 ± 0.001 [cd]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.291 ± 0.000 [e]	0.102 ± 0.001 [e]	0.006 ± 0.001 [e]	0.007 ± 0.000 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.307 ± 0.002 [f]	0.033 ± 0.000 [f]	0.005 ± 0.001 [e]	0.009 ± 0.001 [d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.321 ± 0.002 [g]	0.023 ± 0.000 [g]	0.004 ± 0.000 [e]	0.008 ± 0.000 [cd]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 18 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	2.120 ± 0.008[a]	2.834 ± 0.008[a]	1.275 ± 0.013[a]	1.914 ± 0.020[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	12.472 ± 0.055[b]	11.454 ± 0.017[b]	10.079 ± 0.013[b]	7.328 ± 0.018[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	2.131 ± 0.011[a]	1.660 ± 0.011[c]	0.939 ± 0.023[c]	2.418 ± 0.010[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	2.174 ± 0.026[a]	1.443 ± 0.010[d]	0.837 ± 0.014[d]	3.125 ± 0.017[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	4.045 ± 0.039[c]	1.328 ± 0.023[e]	1.235 ± 0.017[a]	2.729 ± 0.165[e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	3.557 ± 0.020[d]	1.392 ± 0.006[f]	0.828 ± 0.016[d]	2.387 ± 0.024[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	3.457 ± 0.023[e]	0.921 ± 0.009[g]	0.718 ± 0.015[e]	4.251 ± 0.122[f]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 19 ปริมาณออโธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.373 ± 0.004 [a]	0.215 ± 0.002 [a]	0.087 ± 0.005 [a]	0.001 ± 0.000 [a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	1.327 ± 0.002 [b]	1.035 ± 0.006 [b]	0.730 ± 0.005 [b]	0.618 ± 0.002 [b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.279 ± 0.002 [c]	0.180 ± 0.003 [c]	0.061 ± 0.001 [c]	0.001 ± 0.000 [a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.191 ± 0.002 [d]	0.189 ± 0.001 [c]	0.128± 0.003 [d]	0.230 ± 0.006 [c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.204 ± 0.000 [e]	0.235 ± 0.002 [d]	0.157 ± 0.003 [e]	0.160 ± 0.002 [d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.189 ± 0.002 [d]	0.274 ± 0.003 [e]	0.203 ± 0.002 [f]	0.133 ± 0.003 [e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	0.205 ± 0.002 [e]	0.336 ± 0.002 [f]	0.218 ± 0.001 [g]	0.129 ± 0.004 [e]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 20 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในการเลี้ยงไรแดงด้วยน้ำประปา น้ำเลี้ยงไรแดง และความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	3	6	9
น้ำประปา	0.648 ± 0.002[a]	0.378 ± 0.009[a]	0.214 ± 0.004[a]	0.976 ± 0.005[a]
น้ำเลี้ยงไรแดง	2.088 ± 0.005[b]	1.692 ± 0.015[b]	1.292 ± 0.002[b]	2.084 ± 0.011[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.619 ± 0.023[c]	0.332 ± 0.001[c]	0.213 ± 0.007[a]	1.544 ± 0.024[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	1.968 ± 0.009[d]	0.375 ± 0.009[a]	0.298± 0.005[c]	1.975 ± 0.009[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	2.188 ± 0.010[e]	0.333 ± 0.007[c]	0.276 ± 0.004[d]	2.254 ± 0.005[e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	2.596 ± 0.006[f]	0.454 ± 0.006[d]	0.454 ± 0.006[e]	3.182 ± 0.004[f]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 500 mg/l	2.539 ± 0.019[g]	0.547 ± 0.012[e]	0.366 ± 0.005[f]	3.462 ± 0.029[g]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สรุป

ผลผลิตไรแดงที่เลี้ยงด้วยสิ่งขับถ่ายของปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่เติมคลอเรลล่าควรใช้ปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และถ้ามีการเติมคลอเรลล่าควรใช้ปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ได้ผลผลิตไรแดงมากที่สุด ส่วนคุณภาพน้ำในการใช้สิ่งขับถ่ายปลานิลที่ไม่เติมคลอเรลล่า ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเป็นด่าง ความกระด้าง ไนโตรเจนรวม ออโธฟอสเฟต และฟอสฟอรัสรวม มีปริมาณมากขึ้น ส่วนแอมโมเนีย – ไนโตรเจน มีปริมาณลดลง และคุณภาพน้ำที่มีการเติมคลอเรลล่า ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ความเป็นด่าง ความกระด้าง ไนโตรเจนรวม ออโธฟอสเฟต และฟอสฟอรัสรวม มีปริมาณมากขึ้น ส่วนความเป็นกรดเป็นด่าง แอมโมเนีย – ไนโตรเจน มีปริมาณลดลง

จากการทดลองพบว่า ในการเลี้ยงไรแดงควรมีการเติมคลอเรลล่าเพื่อทำให้ได้ผลผลิตไรแดงที่สูงกว่าการเลี้ยงไรแดงที่ไม่เติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ธรรมนูญ โรจนะบุรานนท์ และฉวีวรรณ อภิสิทธิไพศาล. 2523. การศึกษาเบื้องต้นทางด้านชีววิทยา และการเลี้ยงไรแดงในห้องปฏิบัติการ. รายงานวิจัย เล่ม 5, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. น. 350-362.

นันทพันธ์ ชินาจิตร. 2507. การเจริญเติบโตและวิธีการสืบพันธุ์แบบ parthenogenesis ของไรน้ำสกุล *Moina* sp. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร

พรนภา ลำเลียงผล. 2530. การเจริญเติบโตแบบ logistic ของประชากรไรแดงที่เลี้ยงด้วยปุ๋ยอินทรีย์ และอนินทรีย์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล, ทวี วิพุทธานุมาศ, วีระ วัชรกรโยธิน และทัศนีย์ สุขสวัสดิ์. 2531. การเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 9/2531. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี, กองประมงน้ำจืด, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 14 น.

มั่นสิน ตัณฑุเวศน์. 2538. คู่มือวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 351น.

ลัดดา วงศ์รัตน์, ประวิทย์ สุรนีรนาท และประจิตร วงศ์รัตน์. 2524. การเพาะไรแดงเพื่อการค้า. รายงานวิจัย. ภาควิชาชีววิทยาประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 64 น.

วราภร วรอัศวปติ. 2514. การทดลองเพาะเลี้ยง และการศึกษานิเวศน์วิทยาบางประการของไรแดง. ปริญญานิพนธ์วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร. 73 น.

วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และวิมล จันทร์โรทัย. 2526. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2 6. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 17 น.

วีระ วัชรกรโยธิน. 2528. การเพาะไรแดง. รายงานประจำปี 2528. สถานีพัฒนาการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืดจังหวัดปทุมธานี. น. 51-59.

สันทนา ดวงสวัสดิ์. 2529. ชีวประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดง. เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 3. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, บางเขน, กรุงเทพมหานคร. 7 น.

สันทนา ดวงสวัสดิ์, ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และสมเพชร ไชยทอง. 2524. การศึกษาชีวิประวัติและการเพาะเลี้ยงไรแดงเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำวัยอ่อน. เอกสารงานนิเทศวิทยา ฉบับที่ 1/2524. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์น้ำ, สถานีประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 14 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวย เสร็จกิจ. 2531 ข. การเพิ่มผลผลิตไรแดงในบ่อซีเมนต์. เอกสารวิชาการฉบับที่ 72. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, เกษตรกลาง, บางเขน, กรุงเทพมหานคร. 21 น.

อุธร ฤทธิลึก และจันทร์พิมพ์ กังพานิช. 2540. การศึกษาคุณภาพน้ำ และความหนาแน่นของคลอเรลลาที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตไรแดง. รายงายวิจัย. คณะเกษตรศาสตร์บางพระ, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. 44 น.

Arauzo, M. and M. Valladolid. 2003. Shrot-term harmful effect of unionized ammonia on natural population of *Moina micrura* and *Brachionus rubens* in a deep waste treatment pond. Water Research. 37: 2547-2554.

Bellosillo, G.C. 1957. The biology of *moina macrocopa* strauss. Philippine Journal of Science. 42 p.

Edmondson, W.T. 1959. Fresh water biology. John Willy Sons Inc., New York. 31 p.

Goulden, C.E. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. Trans. Amer. Phil. Soc., 58(6): 1-101.

Heney, J.F. 1973. An insitu examination of grazing activities of natural zooplankton community. Arch. Hydrobiology., 29: 38-46.

Pennak, R.W. 1978. Freshwater invertebrate of the United State. John Wiley and Sow, Inc., New York. 769 p.

Sarma, S.S.S., E. Mangas-Remirez and S. Nandini. 2003. Effect of ammonia toxicity on the competition among three species of cladocerans (Crustacea: Cladocera). Ecotoxicology and Environmental Safety. 55: 227-235.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้