ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของคลอเรลล่าต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

Effects of *chlorella* sp. on water quality from nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste

ชื่อนักศึกษา นายธนูศักดิ์ บัวหยู

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ซูโซติ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 12 **เดือน** พ.ค. **พ.ศ.** 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

20527

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของคลอเรลล่าต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus*)

Effects of *chlorella* sp. on water quality from nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) waste

T099241

โดย

นายธนูศักดิ์ บัวหยู

ปท.
ป2๕๔๗
๑๕๑๕

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
ปี.....

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของคลอเรลล่าต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายของปลานิล (*Oreochromis niloticus)*

Effect of *chlorella* sp. on water quality with nile tilapia (*Oreochromis niloticus)* waste

การศึกษาผลของคลอเรลล่าต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายปลานิล โดยวิเคราะห์คุณภาพน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 0, 50, 100, 200, 300และ400 มิลลิกรัมต่อลิตร และทดลองในสภาพที่ไม่มีการให้ออกซิเจน มีการให้ออกซิเจนและเติมคลอเรลล่า พบว่า ปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในสภาวะที่ให้ออกซิเจนมีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนกับปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน ซึ่งออกซิเจนมีผลช่วยลดปริมาณแอมโมเนียลงอย่างรวดเร็วเพื่อเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ในทุกชุดของการทดลอง แม้ว่าจะมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมากขึ้นตามปริมาณของระดับสิ่งขับถ่ายปลานิลแต่ปริมาณแอมโมเนียก็ยังลดลงอย่างรวดเร็ว ต่างจากการทดลองที่ไม่ให้ออกซิเจนปริมาณแอมโมเนียจะเพิ่มสูงขึ้นจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณออร์โธฟอสเฟตและปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีปริมาณสูงตามระดับของสิ่งขับถ่ายปลานิลในน้ำ ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณความเป็นด่างและปริมาณความกระด้างมีค่าไม่แตกต่างกัน การเติมคลอเรลล่ามีผลในการช่วยลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายปลานิล นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณความเป็นด่างเพิ่มขึ้นแต่ทำให้ปริมาณความกระด้างลดลงในช่วงที่คลอเรลล่ามีการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และอาจารย์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ จนทำให้ปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณบุคลากรทุกท่าน เพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างเต็มที่ในการทำปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าในครั้งนี้

ขอขอบคุณความหวัง ความฝัน และแรงบัลดาลใจในทุกๆสิ่ง จากผู้คนรอบข้าง

ขอระลึกถึงบุญคุณ ความรัก ความห่วงใยจากผู้เป็นพ่อแม่ และญาติพี่น้อง ที่ทำให้ข้าพเจ้าก้าวมาถึงวันนี้ได้ ขอขอบคุณอีกครั้งหนึ่งสำหรับคำว่ามิตรภาพ ขอบคุณครับ

นายธนูศักดิ์ บัวหยู

เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	IV
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	7
ผลการทดลองและวิจารณ์	11
สรุป	56
เอกสารอ้างอิง	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	31
2	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	32
3	ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	33
4	ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	34
5	ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	35
6	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	36
7	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	37
8	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	38
9	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	39
10	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	40
11	ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	41
12	ปริมาณแอมโมเนีย - ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	42
13	ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
14	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	44
15	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	45
16	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	46
17	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	47
18	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	48
19	ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	49
20	ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	50
21	ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	51
22	ปริมาณไนไตรท์ - ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	52
23	ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	53
24	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	54
25	ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	11
2	ปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	12
3	ปริมาณความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	13
4	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	14
5	ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	14
6	ปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	15
7	ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	16
8	ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	16
9	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	17
10	ปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	18
11	ปริมาณความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	19
12	ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	20
13	ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
14	ปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	21
15	ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	22
16	ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน	23
17	ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	24
18	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	24
19	ปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน	25
20	ปปริมาณความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	26
21	ปริมาณแอมโมเนีย ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	27
22	ปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	27
23	ปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	28
24	ปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	29
25	ปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันพบว่าการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เพิ่มจำนวนมากขึ้น คุณภาพน้ำจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประสบผลสำเร็จ สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำภายในบ่อ อันเนื่องมาจากสิ่งขับถ่ายจากสัตว์น้ำรวมทั้งปริมาณอาหารที่เหลือจากการที่สัตว์น้ำบริโภคไม่หมด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ดังนั้นจึงได้มีการเลี้ยงแพลงก์ตอนเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาให้ดีขึ้น โดยอาศัยการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอน ซึ่งเป็นตัวสร้างออกซิเจนให้กับแบคทีเรีย และสาหร่ายยังใช้สิ่งขับถ่ายภายในบ่อเป็นอาหารได้ด้วย โดยมีแบคทีเรียเป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำดีขึ้น ซึ่งสาหร่ายที่ใช้ได้แก่ *chlorella* sp.ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนพืชสีเขียวขนาดเล็ก เลี้ยงง่าย เจริญเติบโตเร็ว และเพียงใช้พื้นที่เล็กน้อยในการเพาะเลี้ยง

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆในสภาวะที่ไม่ให้ออกซิเจน และให้ออกซิเจน

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่มีการเติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะน้ำเป็นตัวกลางสำหรับให้สัตว์น้ำอาศัยอยู่เพื่อดำรงชีวิต ถ้าสภาพของน้ำไม่ดี พืชและสัตว์น้ำจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้สัตว์น้ำอาจเกิดความเครียดและส่งผลทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บซ้ำเติมได้ ซึ่งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อนำน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำลายสภาพแวดล้อม

ความเป็นกรด-เป็นด่าง (pH)

ค่า pH ของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญของแหล่งน้ำโดยไฮโดรเจนไอออน จะเป็นตัวบ่งบอกความเป็นด่างของน้ำและเป็นตัวควบคุมการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย เหล็ก และพวก trace elements และมีอิทธิพลโดยตรงต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต ในช่วงที่อัตราการสังเคราะห์แสงสูง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายน้ำจะลดลง แต่ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะเพิ่มขึ้น ทำให้pH ของน้ำสูงขึ้น ตรงกันข้ามถ้าอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในน้ำมากและมีค่า pH ต่ำลง โดยทั่วไปน้ำในธรรมชาติมีค่า pH ระหว่าง 6-9 (ศิริเพ็ญ, 2543)

ความเป็นด่าง (alkalinity)

ความเป็นด่างคือ สารประกอบที่มีความสามารถในการเป็นบัฟเฟอร์ช่วยควบคุมให้คุณสมบัติของน้ำเปลี่ยนจากสภาพกรดไปเป็นกลาง โดยประกอบด้วยคาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่ ๆ ของค่าความเป็นด่างในสภาพธรรมชาติ และในน้ำที่มีการผลิตสูงควรมีค่าความเป็นด่างสูงกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรรณิการ์, 2525) นอกจากนี้ ไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวว่าคุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำคือ เป็นตัวการที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของวามเป็นกรดเป็นด่าง (pH) รวดเร็วเกินไป นอกจากนี้การเพิ่มความเป็นด่างในแหล่งน้ำ สามารถทำได้โดยการเติมปูนขาว น้ำที่มีความเหมาะสมในการเลี้ยงปลาควรจะมีความเป็นด่างของน้ำในช่วง 200-300 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมคาร์บอเนต (Boyd, 1982)

ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen)

ออกซิเจนเป็นสารที่สำคัญที่สุดสารหนึ่ง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระบวนการเมตาโบลิซึมและยังเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นถึงสภาพของแหล่งน้ำ ก๊าซออกซิเจนสามารถละลายน้ำได้ดีกว่าก๊าซไนโตรเจนซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความกดอากาศ ถ้าความกดอากาศเพิ่มขึ้นการละลายได้ของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้นการละลายได้ของออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะลดลง แต่ถ้าอุณหภูมิลดลงการละลายได้ของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น (สิริ, 2528) การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะเป็นแหล่งให้ออกซิเจนแก่น้ำสำคัญ การผลิตออกซิเจนจากการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชจะทำให้น้ำในแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนสูงในช่วงกลางวันที่มีการสังเคราะห์แสง การสูญเสียออกซิเจนในแหล่งน้ำส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ ส่วนหนึ่งจะถูกใช้ไปในการย่อยออกซิไดซ์สารอนินทรีย์ที่อยู่ในสภาพรีดิวซ์สิ่งขับถ่ายจากสัตว์น้ำทำให้ปริมาณรวมของสารอินทรีย์สะสมและเน่าสลายทำให้เกิดการใช้ออกซิเจนในปริมาณมาก ผลของการเน่าสลายของสารอินทรีย์ทำให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกสู่น้ำกระตุ้นให้เกิดการแพร่พันธุ์ของแพลงก์ตอนพืช ทำให้แพลงก์ตอนพืชกลายเป็นแหล่งให้ออกซิเจนที่สำคัญแก่น้ำ

ไนโตรเจน (nitrogen)

ไนโตรเจนมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช สาหร่ายสามารถใช้ไนโตรเจนในรูปสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ อีกทั้งยังใช้ไนโตรเจนในรูปของก๊าซได้อีกด้วย ไนโตรเจนในรูปสารอนินทรีย์ ได้แก่ เกลือ 3 ชนิด คือ ไนเตรต ไนไตรท์ และแอมโมเนีย ถ้าแหล่งไนโตรเจนอยู่ในรูปเกลือแอมโมเนียเพียงอย่างเดียวจะทำให้ระดับของpH ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วซึ่งเป็นอันตรายต่อสาหร่าย Lobban และคณะ (1985) รายงานว่า ไนโตรเจนเป็นธาตุที่สำคัญต่อกระบวนการสร้างสารพันธุกรรมของสาหร่าย โดยเป็นองค์ประกอบของนิวคลีโอไทด์ กรดอะมิโน และคลอโรฟิลล์

ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen)

แอมโมเนียไนโตรเจน เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เกิดขึ้นจากการขับถ่ายของเสียจากปลาที่เลี้ยงและจากการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยแบคทีเรียและของเสียที่ถูกขับถ่ายออกมาจากการกินอาหารพวกโปรตีน ออกมาในรูปแอมโมเนียลงสู่แหล่งน้ำ โดยปกติแอมโมเนียจะเป็นพิษต่อปลาในรูปของ unionzed form หรือแอมโมเนีย ส่วน ionzed form หรือ NH_4^+ ไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เว้นแต่จะมีอยู่ในปริมาณสูงมาก การแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิของน้ำ ถ้า pH สูง เปอร์เซ็นการแตกตัวในรูป unionzed จะมีมากขึ้น ทำให้ความเป็นพิษมากขึ้น ปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มสูงขึ้น แพลงก์ตอนพืชจะดูดซับแอมโมเนียได้สูง หลังจากแพลงก์ตอนพืชตาย ปริมาณแอมโมเนียจึงถูกปล่อยออกมาสู่แหล่งน้ำถ้ามีปริมาณมากจะทำให้เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้ (Walker and Higginbotham, 2000) ซึ่งระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่จะไม่เป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (ไมตรี และ จารุวรรณ, 2528)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไนไตรท์-ไนโตรเจน (nitrite-nitrogen)

เป็นปฏิกิริยาระหว่างกลางที่เกิดขึ้นระหว่างแอมโมเนียกับไนเตรท แบคทีเรียจะเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ และเปลี่ยนไนไตรท์ให้เป็นไนเตรท การเกิดไนไตรท์อาจเกิดจากการย่อยสลายของแพลงก์ตอนพืช ในกรณีนี้แอมโมเนียจะไม่ถูกนำไปใช้จึงเกิดเป็นไนไตรท์และไนเตรท ไนไตรท์โดยปกติจะมีพิษต่อสัตว์น้ำได้เช่นเดียวกับแอมโมเนีย แต่มักเกิดขึ้นในปริมาณไม่มากนักในแหล่งน้ำธรรมชาติ เว้นแต่ในบ่อเลี้ยงปลาที่มีการให้อาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะไนไตรท์จะเกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลาง ซึ่งจะถูกแบคทีเรียเปลี่ยนรูปไปเป็นไนเตรท ซึ่งจะไม่มีพิษต่อปลาแต่จะเป็นประโยชน์ต่อการเปลี่ยนแปลงของพืชน้ำหรือสัตว์น้ำ สิริ(2528) รายงานว่า ในแหล่งน้ำธรรมชาติปริมาณไนไตรท์จะมีน้อยมากประมาณ 0.001มิลลิกรัมต่อลิตร

ฟอสฟอรัส (phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการต่าง ๆ ของเซลล์แม้ว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีสารอินทรีย์ฟสฟอรัสสูงกว่าอนินทรีย์ฟอสฟอรัสแต่พืชต้องใช้ฟอสฟอรัสในรูปของสารอนินทรีย์มากกว่า ฉะนั้นสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสจึงจัดว่าเป็นแหล่งเบื้องต้นของฟอสฟอรัสซึ่งจะแตกตัวเป็นสารอนินทรีย์ ได้แก่ ฟอสฟอรัส และออโธฟอสฟอรัส หรือฟอสเฟต โดยอาศัยเอนไซม์ที่เรียกว่า ฟอสฟาเทส ถ้าสาหร่ายขาดฟอสฟอรัสจะมีผลเสียต่อการเจริญเติบโต เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นหนึ่งในสามธาตุอาหารหลักที่พืชและแพลงก์ตอนพืชต้องการ ประกอบกับการที่คุณสมบัติเฉพาะของฟอสฟอรัสทำให้สามารถละลายอยู่ในน้ำได้ในระดับที่ต่ำตลอด ฟอสฟอรัสจึงกลายเป็นธาตุอาหารที่สำคัญ ที่เป็นตัวจำกัดผลผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ การที่มีฟอสฟอรัสมากเกินไปในแหล่งน้ำ หรือ บ่อบางครั้งก็ทำให้เกิดปัญหาทำให้แพลงก์ตอนพืชแพร่พันธุ์ในปริมาณมากเกินไป จนมีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ ปริมาณฟอสฟอรัสที่นิยมวัดในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมักจะวัดฟอสฟอรัสในรูปของออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำ (soluble orthophosphate) และอีกรูปแบบหนึ่งที่วัดกันคือ ฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำ (total phosphorus) ออร์โธฟอสเฟตที่ละลายน้ำในบ่อส่วนหนึ่ง จะถูกนำไปใช้ทันทีโดยแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืชและพันธุ์ไม้น้ำ ดังนั้นปริมาณความเข้มข้นของฟอสเฟตในรูปออร์โธฟอสเฟตจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอัตราการเน่าสลายของอินทรียวัตถุในน้ำ อัตราการตกตะกอน อัตราการใช้โดยการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช (ยงยุทธ และ คณะ, 2532)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียว

สภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย การเจริญเติบโตของสาหร่ายแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างได้แก่ แสง อุณหภูมิ ธาตุอาหารที่มีอยู่ ตลอดจนความเหมาะสมของแหล่งที่อยู่อาศัย สภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

ทางกายภาพ

ความขุ่นของน้ำ

น้ำมีความขุ่นมาก แสงส่องผ่านได้น้อย ทำให้สาหร่ายเติบโตได้ไม่เต็มที่เพราะมีการสังเคราะห์แสงน้อย

แสง

เนื่องจากสาหร่ายต้องสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งความเข้มข้น (concentration) ของสาหร่ายในน้ำจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแสงที่ส่อง

อุณหภูมิ

สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปตามชนิดของสาหร่าย อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายจะเป็นสองเท่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก 10 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ต้องอยู่ในช่วงที่อุณหภูมิที่สาหร่ายชนิดนั้นทนทานได้ (Horstman, 1983)

การไหลเวียนของน้ำ

การไหลเวียนของน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทำให้สาหร่ายได้มีโอกาสสัมผัสกับแสงและอากาศเพื่อให้เกิดการสังเคราะห์แสงและทำให้ธาตุอาหาร(*nutrients*)ซึ่งอยู่เบื้องล่างถูกกวนให้มาสู่ผิวน้ำ ซึ่งสาหร่ายได้ใช้ธาตุอาหารเพื่อการเติบโตได้เต็มที่

ทางเคมี

ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อสาหร่ายมีหลายชนิด แต่ธาตุอาหารที่จำเป็นที่สุดได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ถ้าสาหร่ายอยู่ในน้ำที่มีความเข้มข้นของสารอาหารสูงทำให้มีการสะสมไนโตรเจนภายในเซลล์ทำให้การดูดซึมสารประกอบไนโตรเจนลดลง (Gerlach, 1982) สาหร่ายจะใช้ไนโตรเจนได้ทั้งในรูปไนเตรท แอมโมเนีย ยูเรีย และกรดอะมิโนแต่จะใช้ในรูปใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย สาหร่ายคลอเรลล่าจะใช้ไนโตรเจนในรูปของไนเตรต แอมโมเนีย และธาตุไนโตรเจนคลอเรลล่าสามารถใช้ยูเรียเป็นแหล่งของไนโตรเจน การเจริญเติบโตของสาหร่ายส่วนใหญ่ถูกกระตุ้นโดยฟอสเฟตและไนเตรต ไม่ว่าในที่มืดหรือที่มีแสง สาหร่ายจะนำเอาฟอสฟอรัสไปใช้ในรูปของฟอสเฟต เพื่อการเจริญเติบโต ผลผลิตต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรีย ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอมโมเนีย ฟอสเฟต และคาร์บอนไดออกไซด์ ถูกใช้เพื่อการสร้างเซลล์สาหร่ายในกระบวนการสังเคราะห์แสง สาหร่ายคลอเรลล่าสามารถใช้ไนเตรตและแอมโมเนีย-ไนโตรเจน เพื่อการสร้างเซลล์ ในการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย สาหร่ายใช้คาร์บอนในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไบคาร์บอเนต และเมื่อมีปริมาณคาร์บอนเพิ่มขึ้น จะทำให้การเจริญเติบโตของสาหร่ายเพิ่มขึ้น และในกรณีที่คาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเกิดจากการย่อยสลายของแบคทีเรีย ไม่เพียงพอจะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสาหร่ายและการกำจัดแอมโมเนียออกจากน้ำเสียลดลง ความสามารถของสาหร่ายต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำเกิดจากขบวนการระหว่างแบคทีเรียและสาหร่าย โดยแบคทีเรียย่อยสลายอินทรีย์สาร ทำให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไนเตรท ซึ่งสารเหล่านี้ถูกสาหร่ายนำไปใช้และจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายจะปลดปล่อยออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำนั้นสะอาดขึ้น สาหร่ายหลายชนิดสามารถดูดซึมสารประกอบต่าง ๆ จะส่งผลให้มีความเป็นไปได้ในการใช้สาหร่ายชนิดต่าง ๆ มาใช้ในเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียมากขึ้น และสาหร่าย chlorella ก็เช่นเดียวกัน พุทธ (2537) รายงานว่า ผลของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำต่อประชากรแพลงก์ตอนในบ่อเลี้ยงของการจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา 2 ระบบ พบว่า ในบ่อเลี้ยงทั้งสองระบบจะมีปริมาณฟอสเฟตอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำอยู่ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง (น้อยกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทั้งนี้ เพราะแพลงก์ตอนพืชมีการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะนำเอาฟอสเฟตส่วนหนึ่งในน้ำเข้าไปสะสมในเซลล์ แพลงก์ตอนที่พบมาก ได้แก่ *chlorella* sp. และ *spirogyra* sp. (สุนีย์, 2524) ได้ทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียว พบว่า คุณสมบัติของสาหร่ายเซลล์เดียวบางชนิดที่ดูดซึมแอมโมเนียในถังเลี้ยงปลา การใช้สาหร่ายในการรักษาสภาวะของน้ำในบ่อเลี้ยงปลา เพื่อดูดซึมสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นของเสียจากปลาและสัตว์น้ำ ทั้งนี้อาจใช้สาหร่ายได้หลายชนิด เช่น คลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หัวเชื้อคลอเรลล่า
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. เครื่อง autoclave
4. กล้องจุลทรรศน์
5. อุปกรณ์นับแพลงก์ตอน
6. เพลทขนาดเล็ก
7. ที่วางหลอดทดลอง
8. กล้องจุลทรรศน์เครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
9. ขวดรูปชมพู่ขนาด 1000 มิลลิลิตร
10. ขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร
11. บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
12. หลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร
13. หลอดหยดสารพร้อมจุกยาง
14. ไมโครปิเปตขนาด 100 – 1000 ไมโครลิตร
15. ไมโครปิเปตขนาด 1– 5 มิลลิลิตร
16. ไมโครปิเปตขนาด 1– 10 มิลลิลิตร
17. crusible
18. crusible tong
19. ถุงมือผ้ากันความร้อน
20. เครื่อง oven
21. โหลดูดความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่แตกต่างกัน โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน โดยไม่มีการให้ออกซิเจนกับมีการให้ออกซิเจน

<u>ตอนที่ 1 การทดลองที่ไม่มีการให้ออกซิเจน</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD)แบ่งการทดลองเป็น 6 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำประปา 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 5 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 6 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

<u>ตอนที่ 2 การทดลองที่มีการให้ออกซิเจน</u>

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งการทดลองเป็น 6 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำประปา 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 3 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

ชุดการทดลองที่ 5 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดการทดลองที่ 6 สิ่งขับถ่ายของปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรับปริมาตรน้ำด้วยน้ำประปาให้ได้ปริมาตร 1000 มิลลิลิตร

2. ศึกษาผลของคลอเรลล่าต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) แบ่งการทดลองเป็น 7 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ชุดการทดลองที่ 1 .เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรที่ระดับความเข้มข้นของมูลปลานิล 0 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 2 เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรดัดแปลง (B_{12})

ชุดการทดลองที่ 3 เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรที่ระดับความเข้มข้นของมูลปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 4 เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรที่ระดับความเข้มข้นของมูลปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 5 เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรที่ระดับความเข้มข้นของมูลปลานิล 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 6 เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรที่ระดับความเข้มข้นของมูลปลานิล 300 มิลลิกรัมต่อลิตร

ชุดการทดลองที่ 7 เติมคลอเรลล่า ($1.10x10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) 40มิลลิลิตรที่ระดับความเข้มข้นของมูลปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

การเตรียมคลอเรลล่า

เตรียมขวดน้ำเกลือขนาด 1 ลิตร จำนวน 6 ใบ ทำความสะอาด และตากทิ้งไว้ให้แห้งต้มน้ำประให้เดือดเพื่อฆ่าเชื้อ กรองน้ำด้วยถุงกรองน้ำ ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่า10 มิลลิลิตร วิตามิน B_{12} 0.25 มิลลิลิตร หัวเชื้อคลอเรลล่า 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดน้ำเกลือ และปรับระดับน้ำด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 1000 มิลลิลิตร ต่อปั๊มลมแล้วนำไปวางที่ชั้นเลี้ยงคลอเรลล่า รอจนน้ำในขวดมีสีเขียวเข้ม จึงเริ่มใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำทุกชุดการทดลองทุก 2 วัน วิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำ ได้แก่) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (TSS) ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความกระด้าง (hardness) ความเป็นด่าง (alkalinity) แอมโมเนีย (NH_3) ไนไตรนท์ (nitrite) ปริมาณไนโตรเจนรวม (TKN) ฟอสฟอรัสรวม (TP) ออร์โธฟอสเฟต (SRP)

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกคุณภาพน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลคุณภาพน้ำที่ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายของเสียของปลานิลที่ระดับต่างๆ จากการทดลอง มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of varianice) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระดับความเข้มข้น โดย Duncan's New Multiple Range Test ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็น

สถานที่ทำการทดลอง

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

เดือน ธันวาคม 2547 ถึง เดือน เมษายน 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่าง ๆ แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอนโดยไม่มีการให้ออกซิเจนกับมีการให้ออกซิเจน

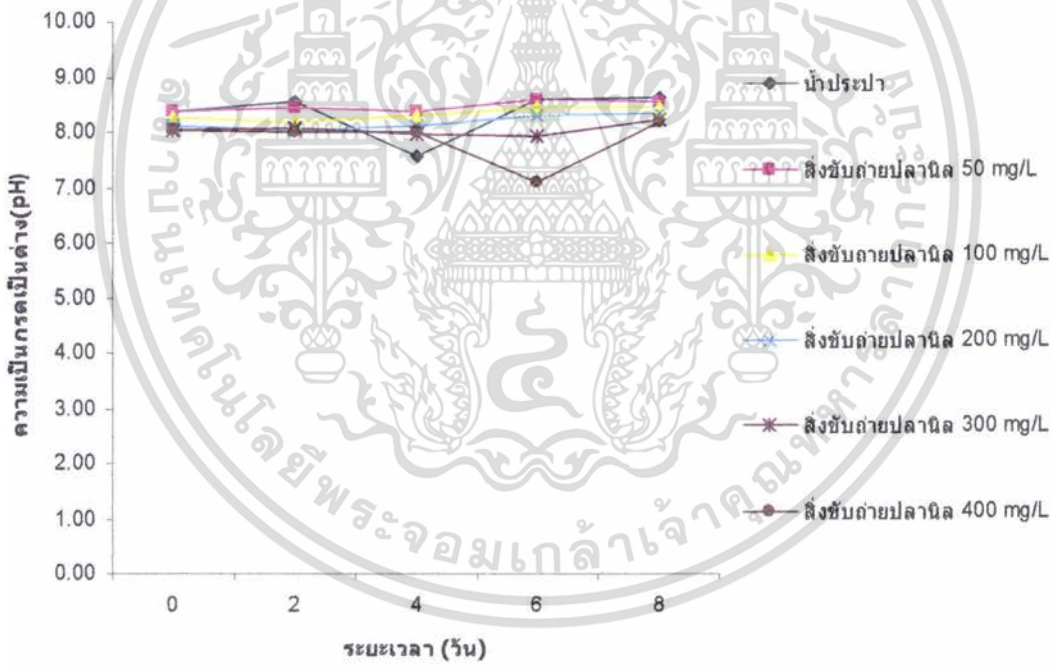
ตอนที่ 1 ไม่มีการให้ออกซิเจน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 0, 50, 100, 200, 300และ400 มิลลิกรัมต่อลิตร ศึกษาคุณภาพน้ำเป็นเวลา 8 วันพบว่า

คุณภาพน้ำ

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ตลอดระยะเวลาการทดลอง ความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 6.26±0.47 ถึง 8.62±0.00 (ตารางที่1 และ ภาพที่1) ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าที่ใกล้เคียงกัน แต่ในวันที่ 6 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความเป็นกรดเป็นด่างน้อยที่สุด

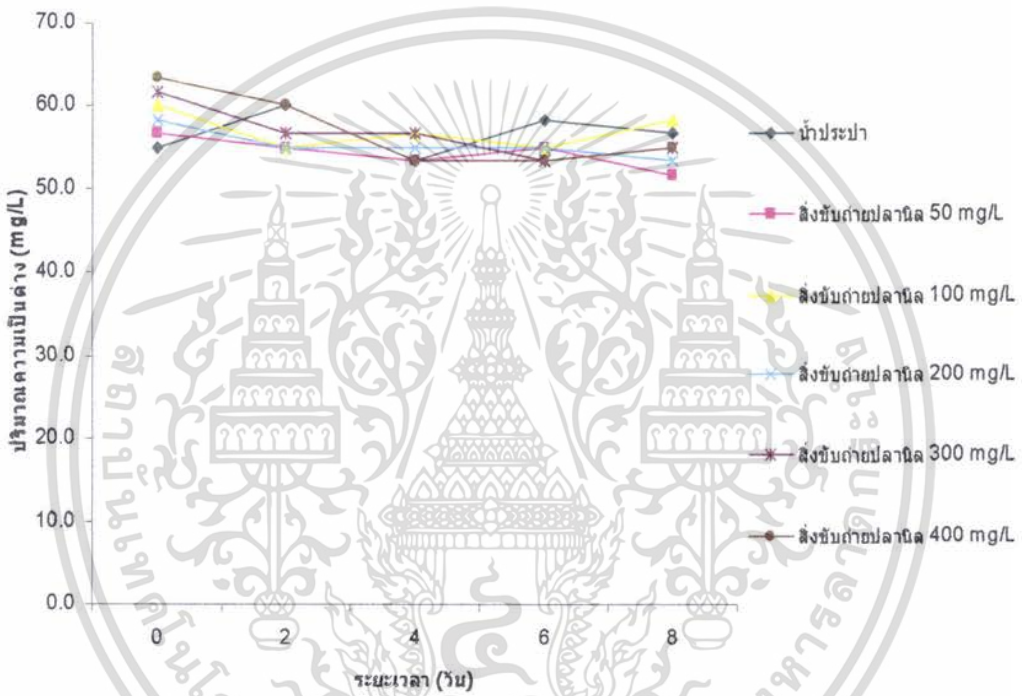


ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับ ต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นด่าง (alkalinity)

ตลอดระยะเวลาการทดลองความเป็นด่างที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่แตกต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 55.0±2.887 ถึง 63.3±2.887 (ตารางที่ 2 และ ภาพที่ 2) ในวันที่ 0 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณความเป็นด่างมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณน้อยที่สุด ในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณความเป็นด่างมากที่สุด และระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณน้อยที่สุดแต่มีค่าไม่แตกต่างกัน

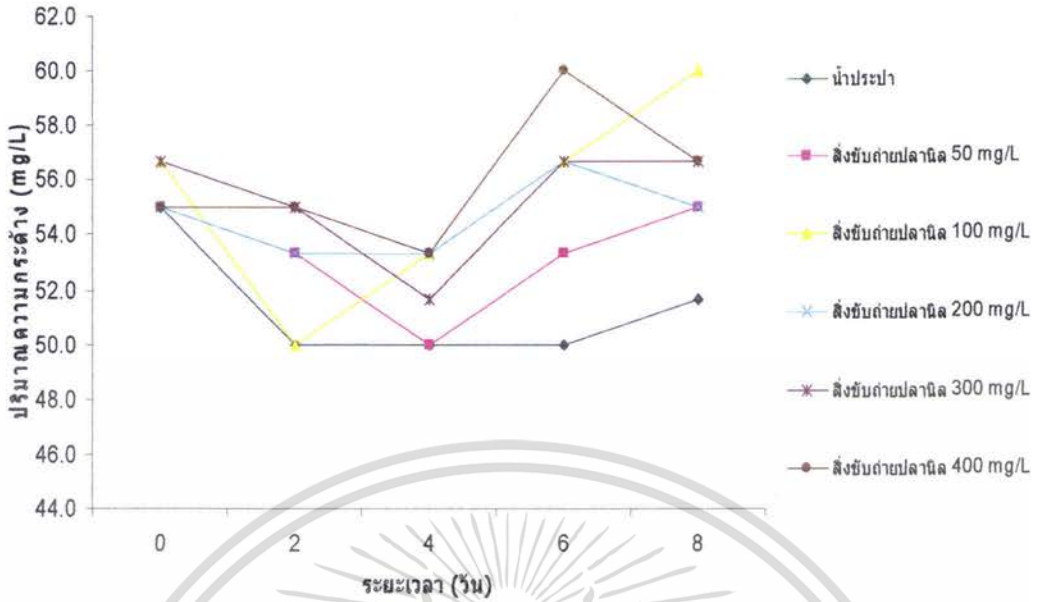


ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

ความกระด้าง (hardness)

ตลอดระยะเวลาการทดลองความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 45.0±2.887 ถึง 65.0±5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 3) ในวันที่ 0 น้ำประปามีปริมาณความกระด้างน้อยที่สุด ในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณความกระด้างมากที่สุด และระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณความกระด้างน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

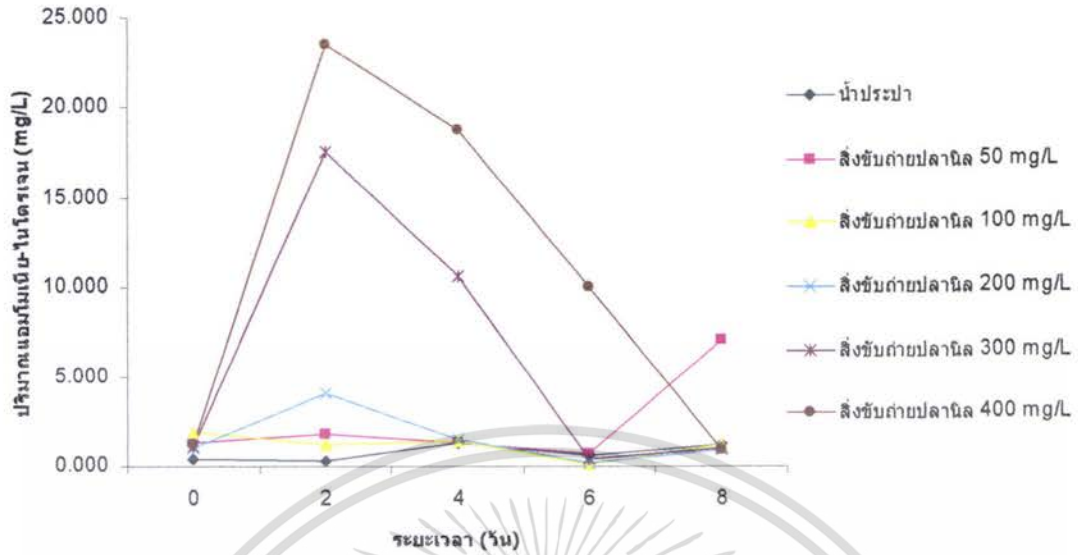


ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3–N)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 0.330±0.018 ถึง 23.477±0.325 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 4 และ ภาพที่4) น้ำประปามีปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนน้อยที่สุด และในวันที่ 2 -6 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนมากที่สุด แต่ในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนมากที่สุด

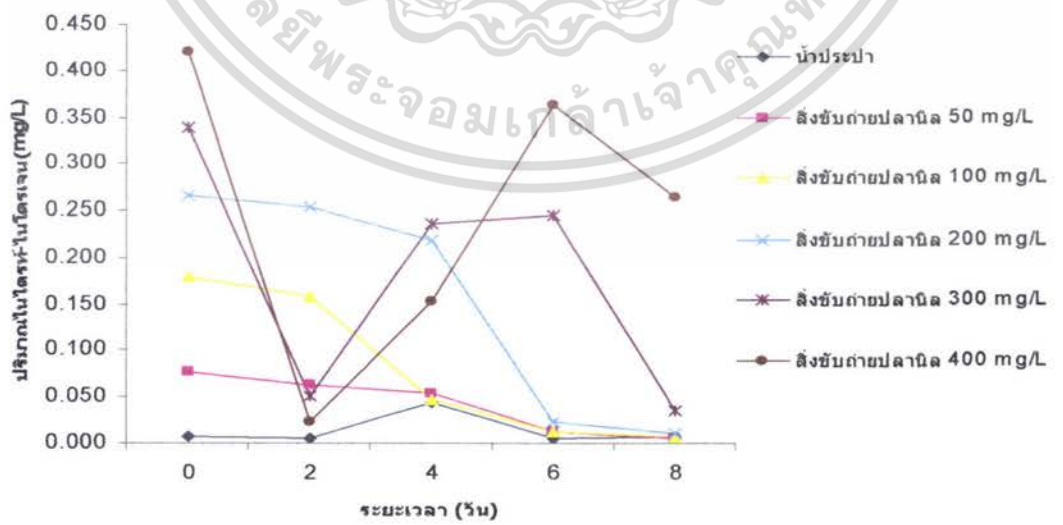
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน (NO_2^- – N)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 0.007±0.001 ถึง 0.420±0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 5) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนน้อยที่สุด

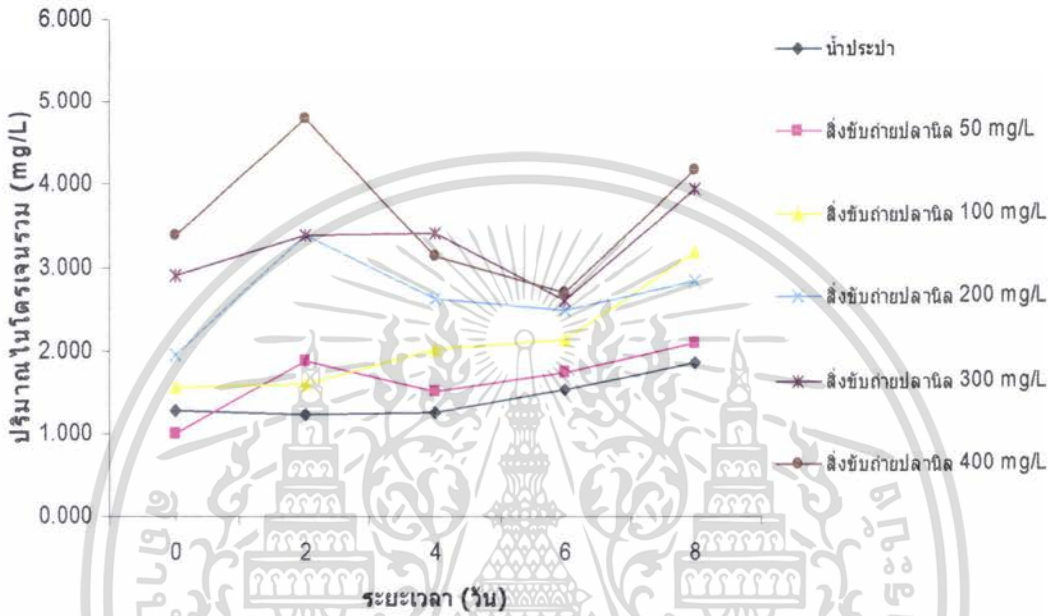


ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.987±0.090 ถึง 4.787±0.267 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 6 และ ภาพที่6) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยที่สุด

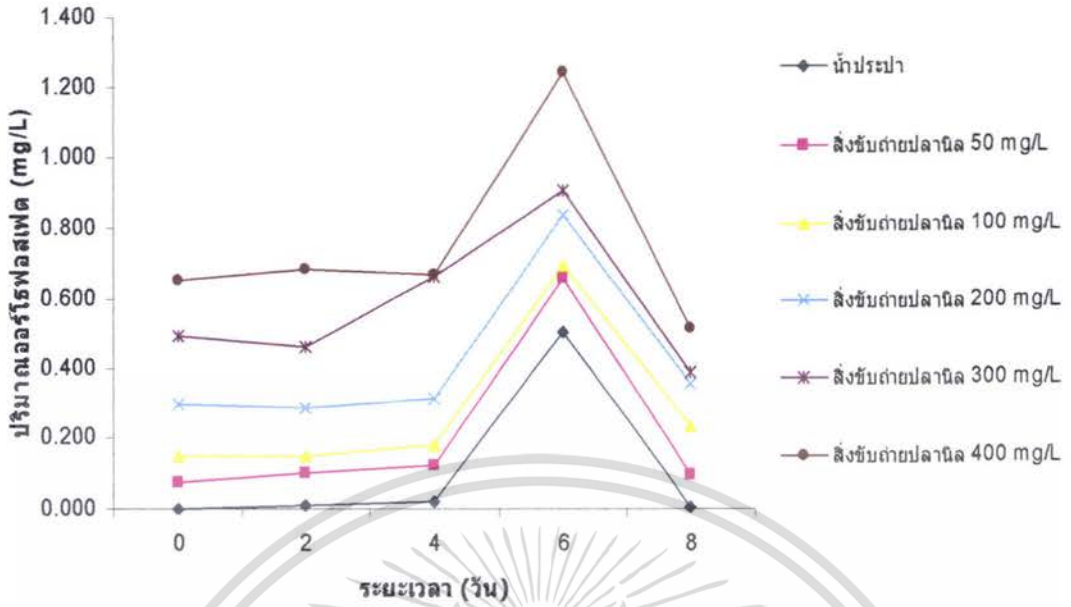


ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphate)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 0.001±0.001 ถึง 1.243±0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 7 และ ภาพที่ 7) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณออร์โธฟอสเฟตน้อยที่สุด

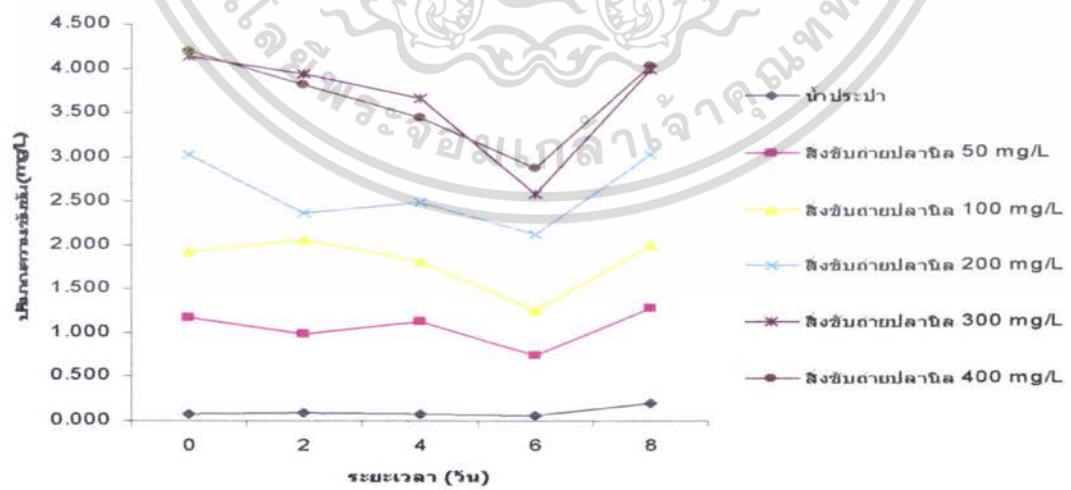
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.063±0.004 ถึง 4.185±0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 8 และ ภาพที่ 8) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุดและน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงปริมาณปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่มีการให้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

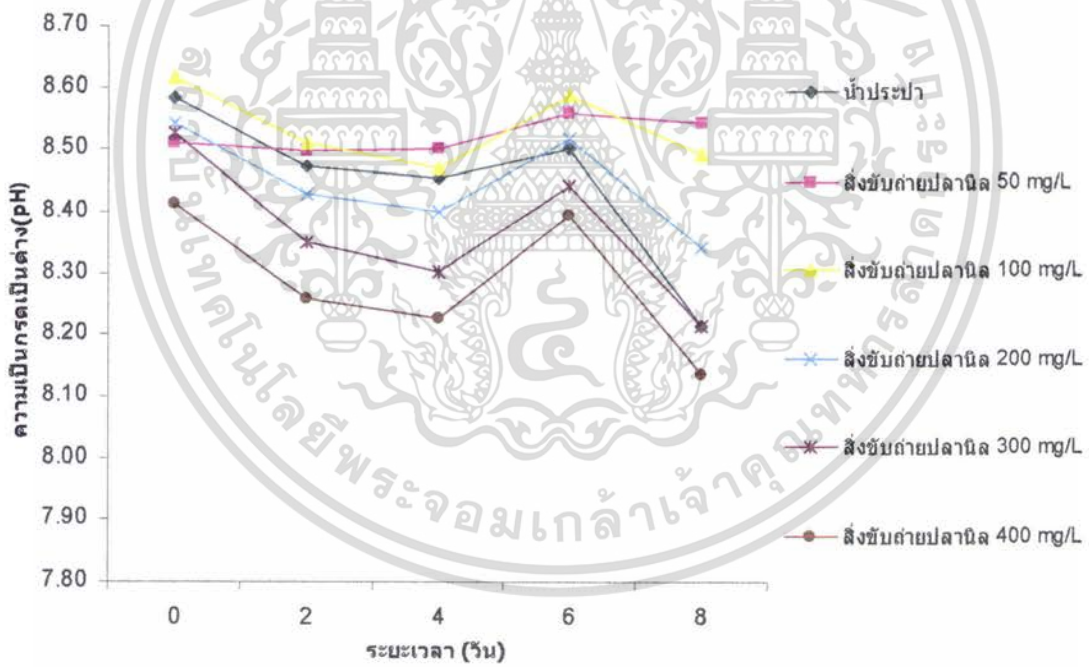
ตอนที่ 2 ที่มีการให้ออกซิเจน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับ 0, 50, 100, 200, 300และ400 มิลลิกรัมต่อลิตร ศึกษาคุณภาพน้ำเป็นเวลา 8 วันพบว่า

คุณภาพน้ำ

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ตลอดระยะเวลาการทดลอง ความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 7.66 $\pm$ 0.813 ถึง 8.61 $\pm$ 0.009 (ตารางที่ 9 และ ภาพที่ 9) ตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 6 ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงมากนัก ส่วนในวันที่ 8 ความเป็นกรดเป็นด่างมีแนวโน้มลดลง ความเป็นกรดเป็นด่างที่ลดลงเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย ในช่วงของวันที่ 6 ถึงวันที่ 8 ซึ่งความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีค่า pH ระหว่าง 6.5-9.0 ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

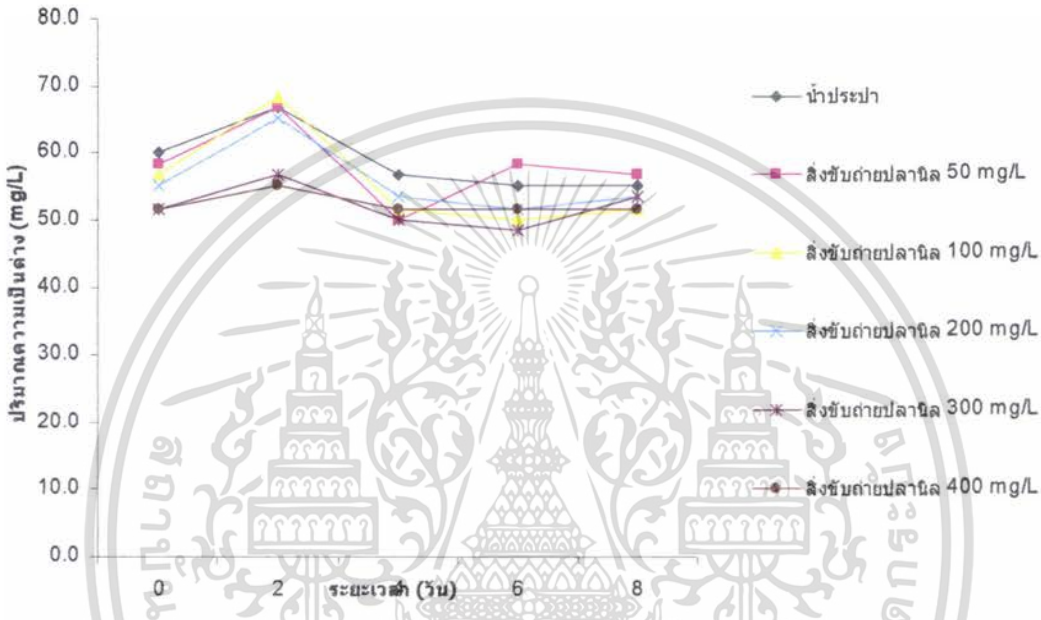


ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆที่มีการให้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นด่าง (alkalinity)

ตลอดระยะเวลาการทดลองความเป็นด่างที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่แตกต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 50.0±0.00 ถึง 68.3±1.667 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 10 และ ภาพที่ 10) จากการทดลองความเป็นด่างมีค่าเพิ่มขึ้นในวันที่ 0 ถึงวันที่ 2 ทุกชุดการทดลอง จากนั้นจึงค่อยลดลงและอยู่ในระดับคงที่

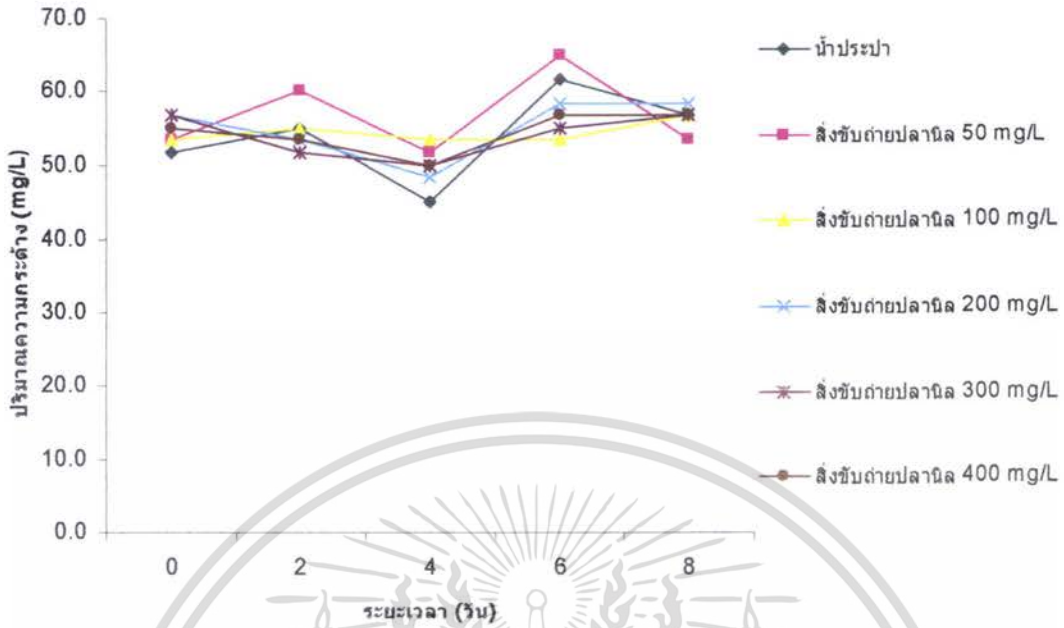


ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

ความกระด้าง (hardness)

ตลอดระยะเวลาการทดลองความกระด้างที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับแตกต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 45.0 ± 2.887 ถึง 65.0 ± 5.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 11 และ ภาพที่ 11) ในวันที่ 4 ของการทดลองน้ำประปามีความกระด้างน้อยที่สุด ความกระด้างของทุกชุดการทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ในวันที่ 2 และวันที่ 6 สิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความกระด้างมากสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

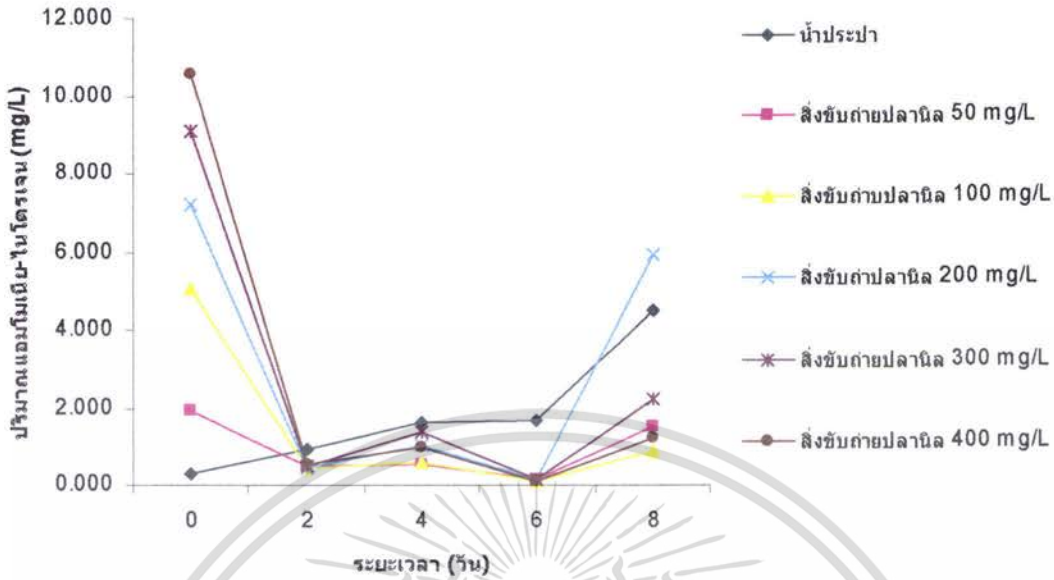


ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3–N)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 0.098 $\pm$ 0.007 ถึง 10.565 $\pm$ 0.680 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 12 และ ภาพที่ 12) ในวันที่ 0 ของการทดลองน้ำประปามีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนน้อยสุดและที่ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมากที่สุด ในวันที่ 8 ของการทดลองระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ 200 มิลลิกรัมมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมากที่สุดและที่ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



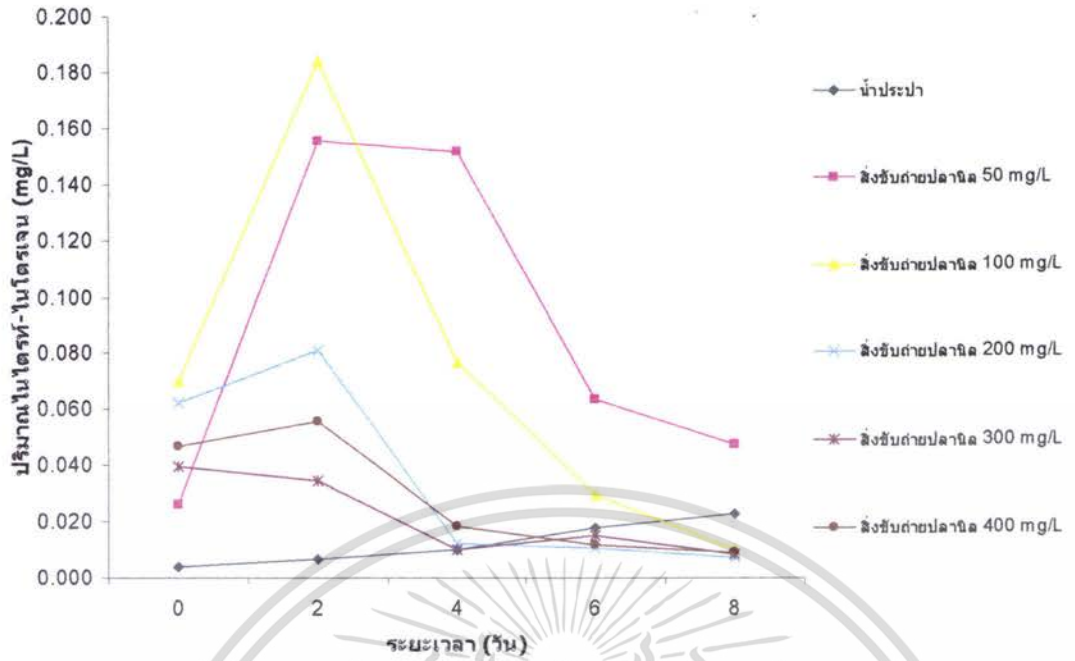
ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน (NO_2^- – N)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 0.004±0.001 ถึง 0.184±0.010 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 13 และ ภาพที่ 13) ในวันที่ 0 ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมากที่สุด และในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 50 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

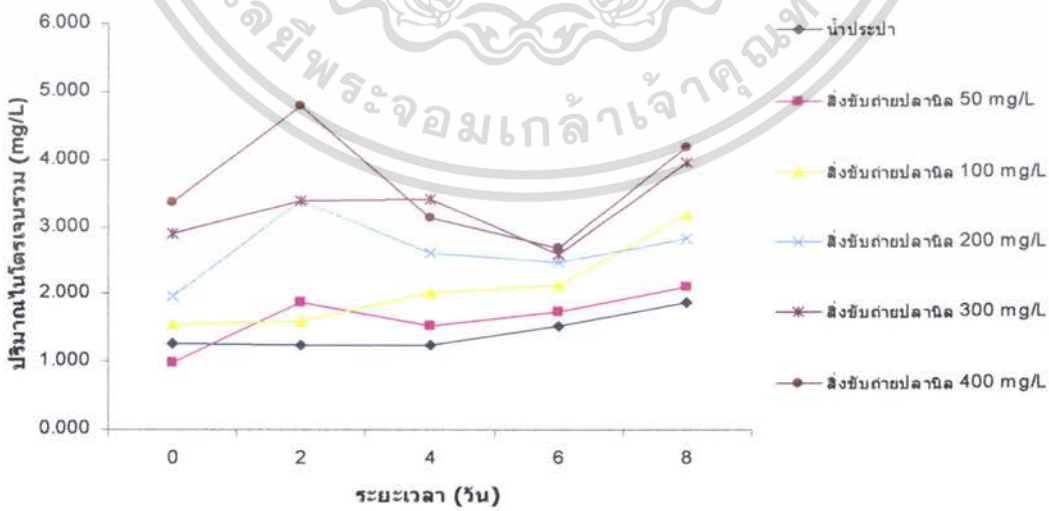
20527



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.567±0.144 ถึง 4.744±0.410 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 14) ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยที่สุด



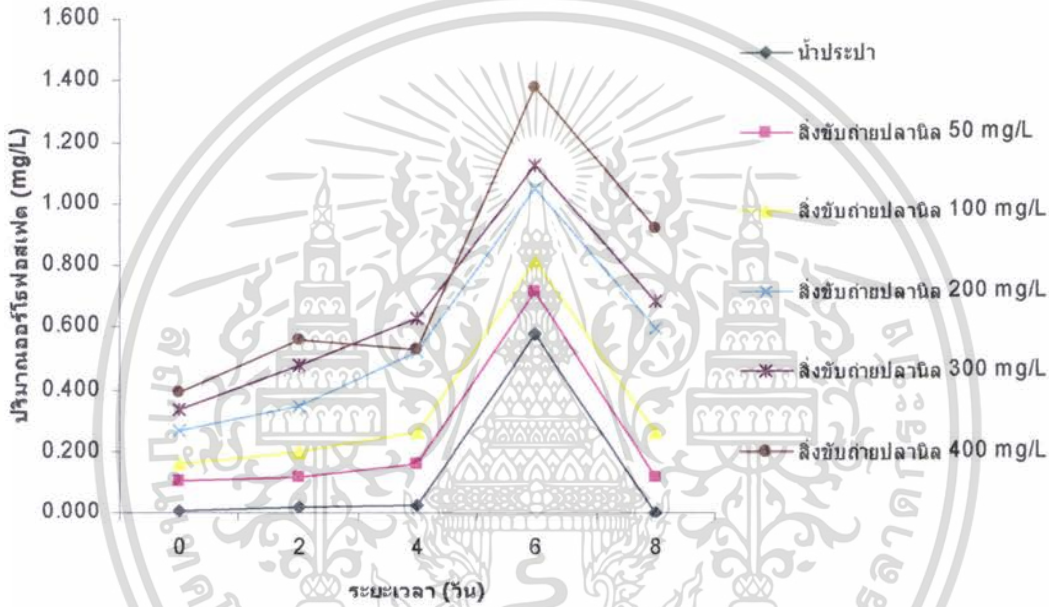
ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphate)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 0.001±0.00 ถึง 1.243±0.37 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 15 และ ภาพที่ 15) ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณออร์โธฟอสเฟตน้อยที่สุด

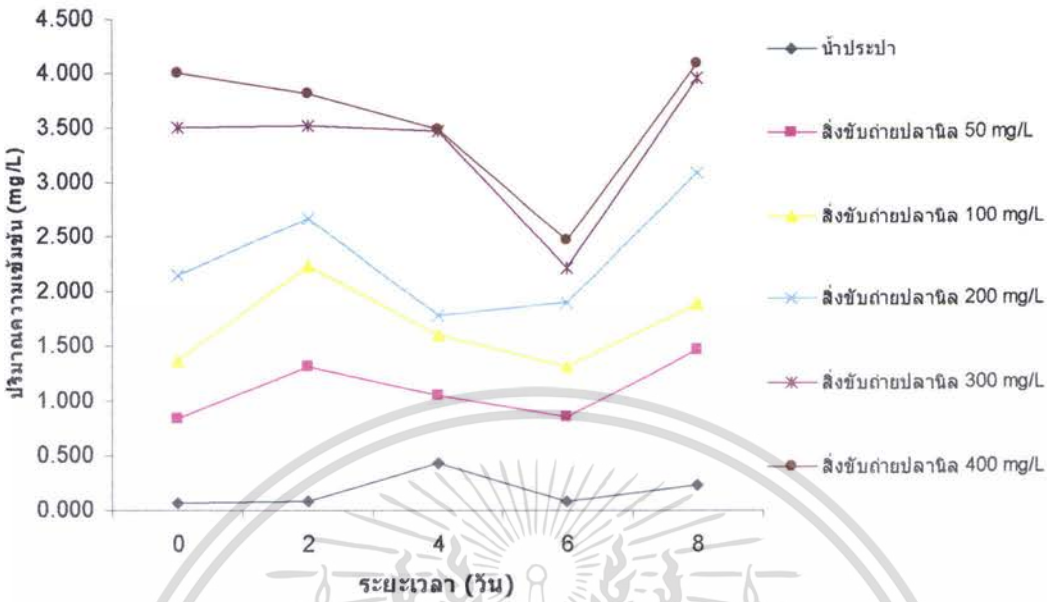


ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.059±0.006 ถึง 4.084±0.114 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 16 และ ภาพที่ 16) ระดับความเข้มข้นสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการให้ออกซิเจน

3 ศึกษาผลของคลอเรลล่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ต่างกัน

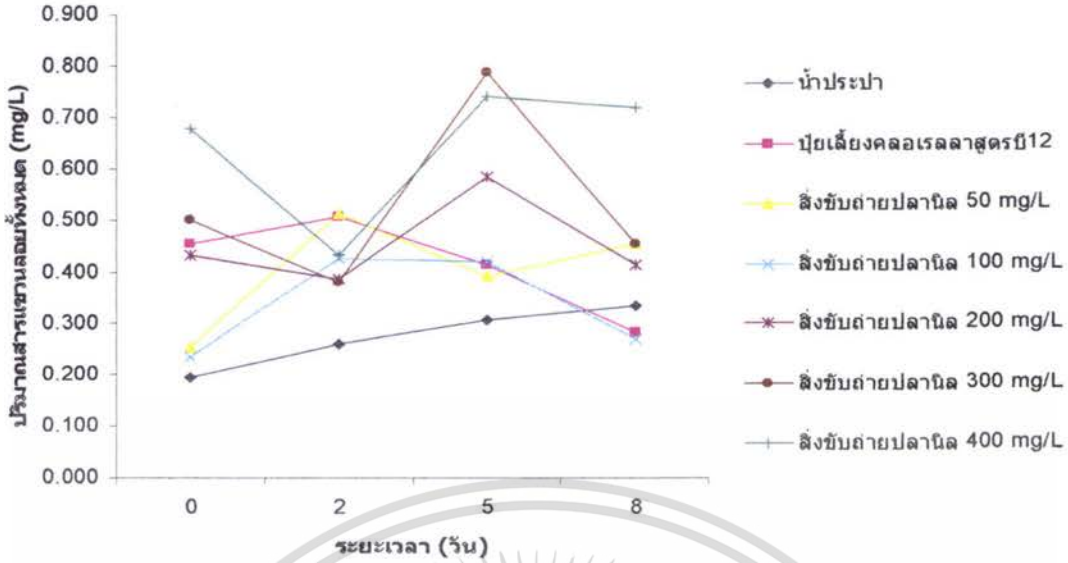
จากการศึกษาผลของคลอเรลล่าที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในอาหารเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี12 และในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับ 0, 50, 100, 200, 300, และ400 มิลลิกรัมต่อลิตร ศึกษาคุณภาพน้ำเป็นเวลา 8 วันพบว่า

คุณภาพน้ำ

ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (total suspended solid)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง0.193±0.058 ถึง 0.740±0.127 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 17 และ ภาพที่ 17) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดมากที่สุด ในวันที่ 0 - 6 น้ำประปามีปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดน้อยที่สุด แต่ในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 100 มิลลิกรัมต่อลิตรและปุ๋ยเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี 12 มีค่าน้อยที่สุด

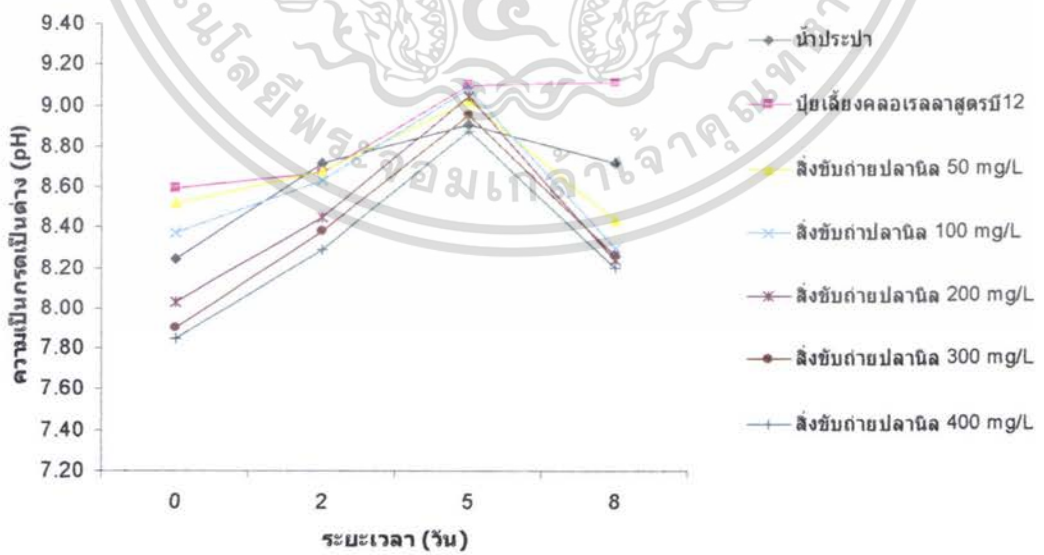
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมดในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ตลอดระยะเวลาการทดลอง ความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าอยู่ในช่วง7.85±0.04 ถึง 9.11±0.04 (ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 18) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีความเป็นกรดเป็นด่างน้อยที่สุด และปุ๋ยเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี 12 มีความเป็นกรดเป็นด่างมากที่สุด

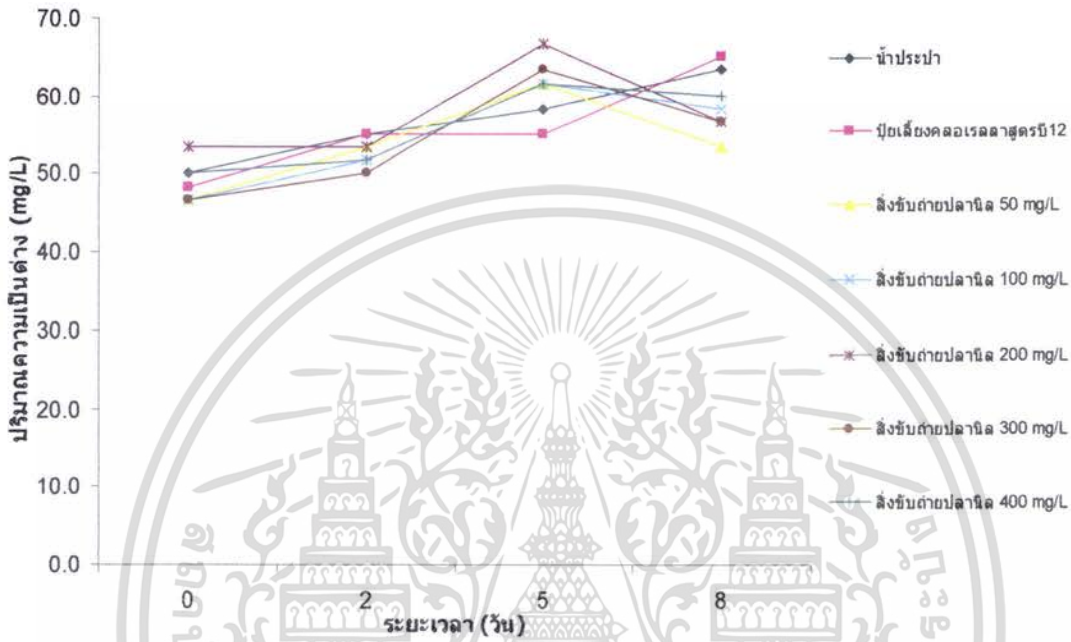


ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเป็นด่าง (alkalinity)

ตลอดระยะเวลาการทดลองความเป็นด่างที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่แตกต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 46.7±2.887 ถึง 65.0±2.887 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 19 และ ภาพที่ 19) ในวันที่ 0 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 200 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณความเป็นด่างมากที่สุด และในวันที่ 8 ปุยเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี 12 มีปริมาณความเป็นด่างมากที่สุด

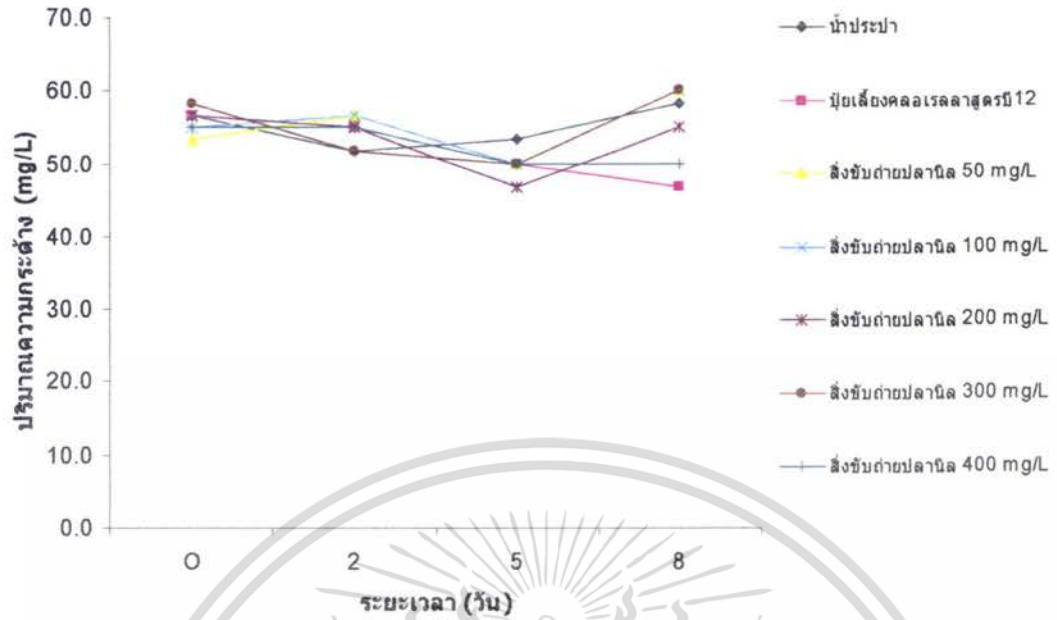


ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความเป็นด่างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

ความกระด้าง (hardness)

ตลอดระยะเวลาการทดลองความกระด้างที่ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับแตกต่างกันมีค่าอยู่ในช่วง 46.7±3.333 ถึง 60.0±2.887 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 20 และภาพที่ 20) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 300 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณความกระด้างมากที่สุด และในวันที่ 8 ปุยเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี 12 มีปริมาณความกระด้างน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

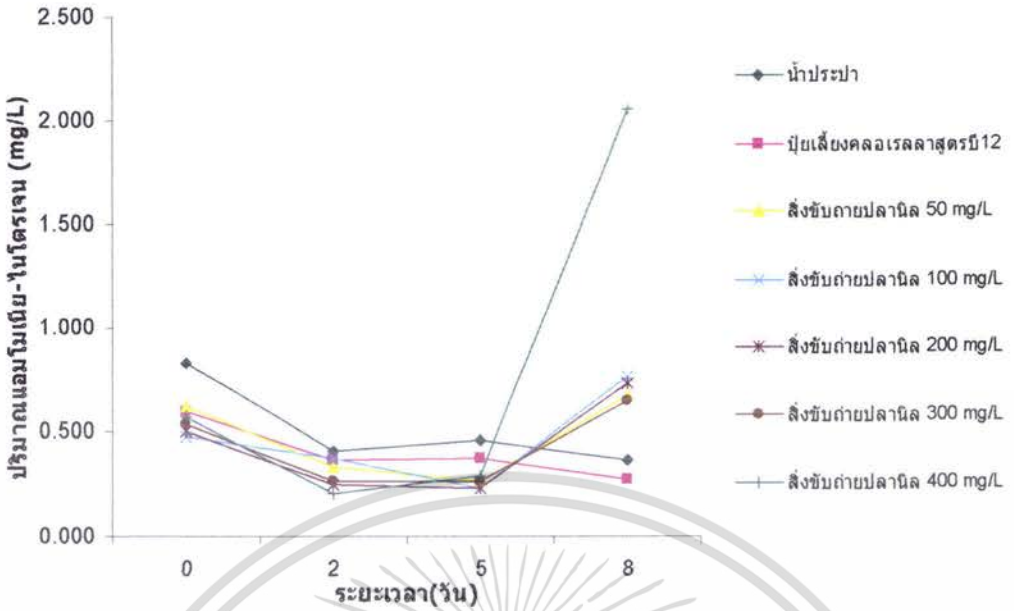


ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความกระด้างในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

ปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจน (NH_3–N)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง0.243±0.004 ถึง 2.050±0.785 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 21 และ ภาพที่ 21) ในวันที่ 0 น้ำประปามีปริมาณแอมโมเนีย -ไนโตรเจนมากที่สุด และในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนมากที่สุด

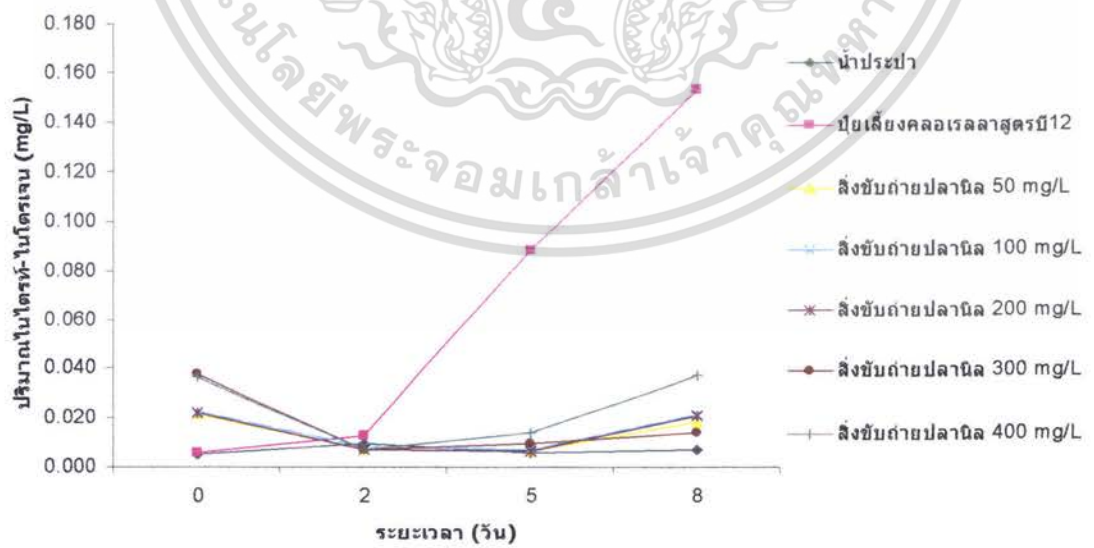
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนีย – ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

ปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจน ($NO_2^- - N$)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 0.005±0.001 ถึง 0.153±0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 22 และ ภาพที่ 22) ปุ๋ยเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี 12 มีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนน้อยที่สุด

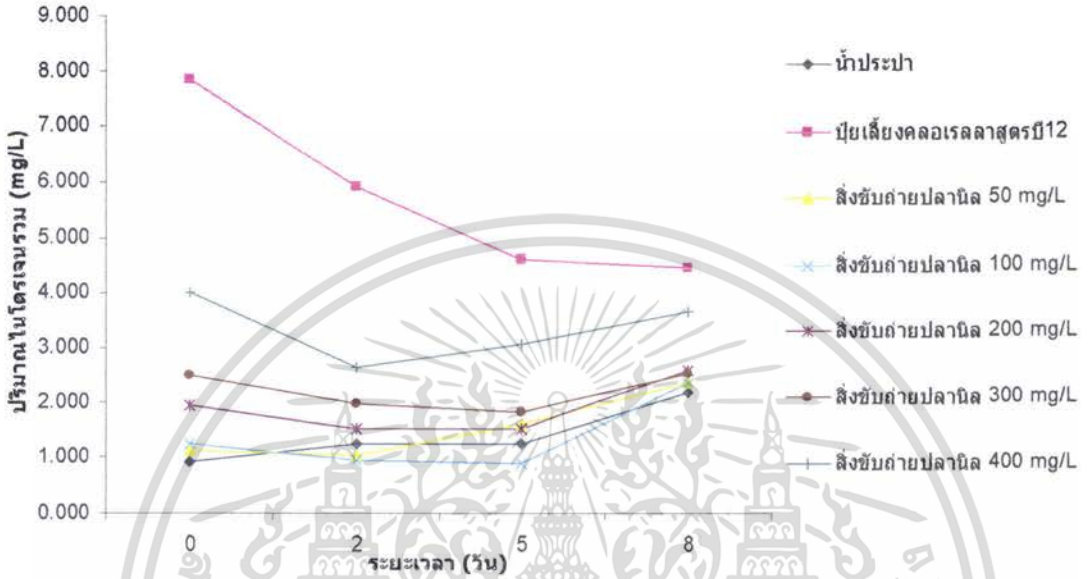


ภาพที่ 22 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ – ไนโตรเจนในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณไนโตรเจนรวมทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง0.882±0.066 ถึง 7.843±0.202 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 23 และ ภาพที่ 23) ปุ๋ยเลี้ยงคลอเรลล่าสูตรบี 12 มีปริมาณไนโตรเจนรวมมากที่สุด และในวันที่ 8 น้ำประปามีมีปริมาณไนโตรเจนรวมน้อยที่สุด

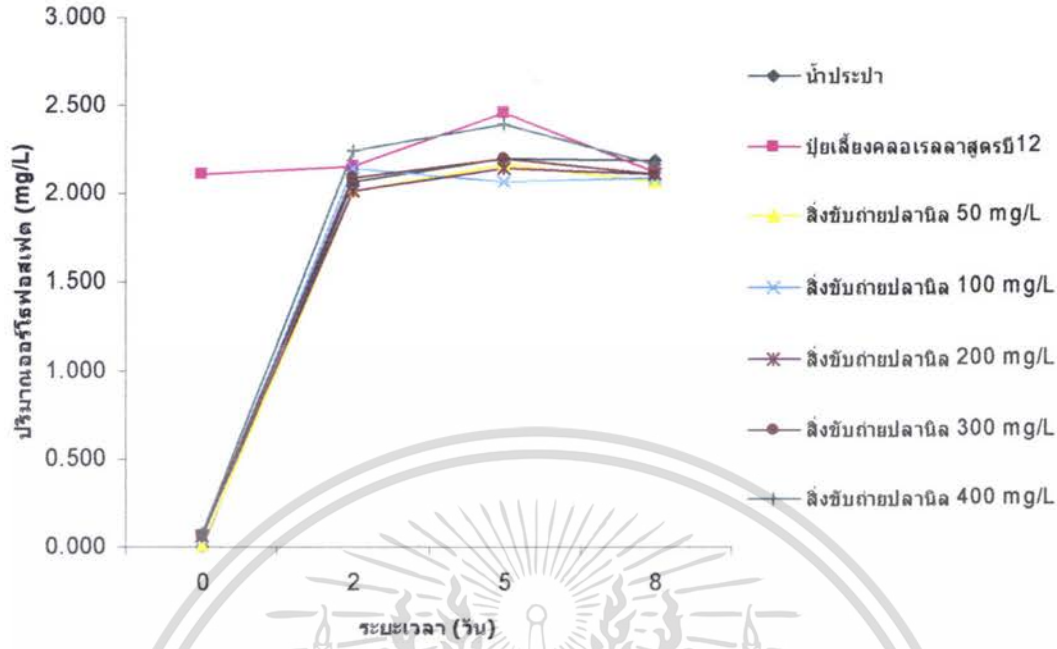


ภาพที่ 23 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลาระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (soluble reactive phosphate)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณออร์โธฟอสเฟตมีค่าอยู่ในช่วง 0.002±0.000 ถึง 2.452±0.080 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 24 และ ภาพที่ 24) ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตรมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณออร์โธฟอสเฟตน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

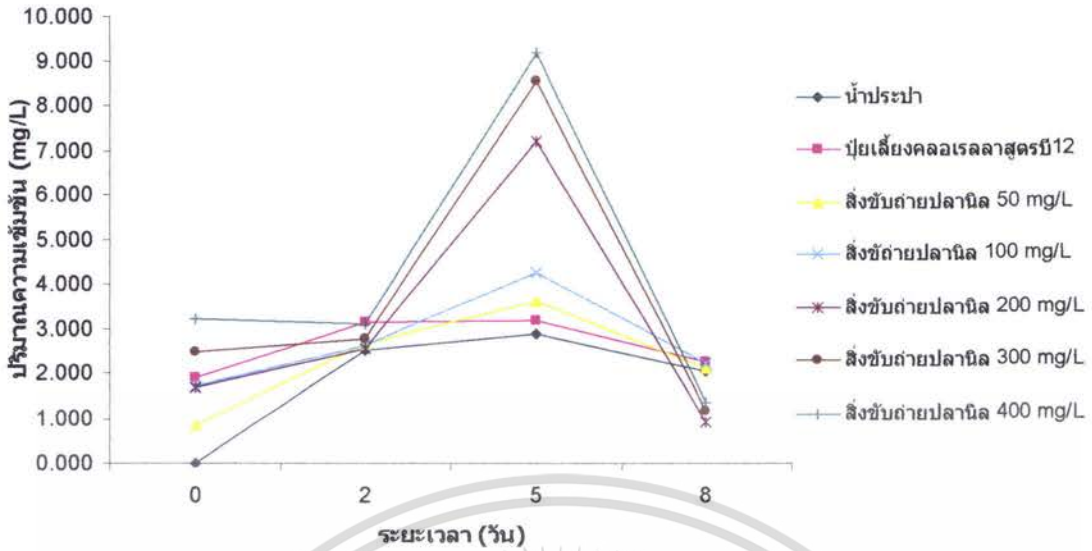


ภาพที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟตในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับระดับต่างๆที่มีการเติมคลอเรลล่า

ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus)

ตลอดระยะเวลาการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.005±0.002457ถึง 9.149±0.183 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 25 และ ภาพที่ 25) ในวันที่ 0 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 400 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด และน้ำประปามีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด ในวันที่ 8 ระดับความเข้มข้นของสิ่งขับถ่ายปลานิล 200มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณฟอสฟอรัสรวมน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสรวมในน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่มีการเติมคลอเรลล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	8.35±0.02[a]	8.56±0.04[a]	7.58±0.84[a]	8.59±0.03[a]	8.62±0.00[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	8.37±0.04[a]	8.42±0.06[b]	8.38±0.01[a]	8.59±0.01[a]	8.54±.01[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	8.24±0.02[b]	8.20±0.06[c]	8.28±0.01[a]	8.43±0.01[a]	8.44±0.01[c]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	8.12±0.03[c]	8.03±0.01[d]	8.11±0.03[a]	8.29±0.01[a]	8.31±0.02[d]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	8.03±0.03[c]	8.06±0.03[d]	7.97±0.02[a]	7.94±0.10[a]	8.21±0.01[e]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	8.03±0.05[c]	7.99±0.04[d]	8.02±0.06[a]	6.26±0.47[b]	8.18±0.01[e]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 2 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	55.0±2.887[a]	60.0±2.887[a]	53.3±1.667[a]	58.3±1.667[a]	56.7±1.667[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	56.7±6.009[a]	55.0±0.00[a]	53.3±1.667[a]	55.0±0.00[a]	51.7±1.667[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	60.0±2.887[a]	55.0±2.887[a]	56.7±1.667[a]	55.0±0.00[a]	58.3±1.667[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	58.3±2.887[a]	55.0±2.887[a]	55.0±2.887[a]	55.0±2.887[a]	53.3±2.887[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	61.7±1.667[a]	56.7±1.667[a]	56.7±1.667[a]	53.3±1.67[a]	55.0±0.00[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	63.3±2.887[a]	60.0±2.887[a]	53.3±2.887[a]	53.3±2.887[a]	55.0±2.887[a]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 3 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	55.0±0.00^{a}	50.0±0.00^{a}	50.0±0.00^{a}	50.0±0.00^{a}	51.7±1.667^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	55.0±0.00^{a}	53.0±1.667^{a}	50.0±0.00^{a}	53.3±1.667^{ab}	55.0±2.887^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	56.7±1.667^{a}	50.0±0.00^{a}	53.3±1.667^{a}	56.7±1.667^{bc}	60.0±2.887^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	55.0±0.00^{a}	53.3±1.667^{a}	53.3±1.667^{a}	56.7±1.667^{bc}	55.0±2.887^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	56.7±1.667^{a}	55.0±2.887^{a}	51.7±1.667^{a}	56.7±1.667^{bc}	56.7±1.667^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	55.0±0.00^{a}	55.0±2.887^{a}	53.3±1.667^{a}	60.0±2.887^{c}	56.7±1.667^{ab}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.388±0.035^{a}	0.330±0.018^{a}	1.339±0.326^{a}	0.611±0.507^{a}	1.148±0.068^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	1.326±0.251^{ab}	1.777±0.255^{b}	1.322±0.183^{a}	0.714±0.356^{a}	7.075±2.562^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.860±0.782^{b}	1.165±0.414^{ab}	1.405±0.236^{a}	0.090±0.023^{a}	1.239±0.217^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.958±0.132^{ab}	4.097±0.166^{c}	1.471±0.180^{a}	0.193±0.065^{a}	0.909±0.027^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	1.136±0.036^{ab}	17.608±0.367^{d}	10.623±1.157^{b}	0.383±0.106^{a}	0.983±0.097^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	1.198±0.070^{ab}	23.477±0.325^{e}	18.795±1.375^{c}	0.863±0.035^{b}	0.863±0.035^{a}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 5 ปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่าง ๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.007±0.001[a]	0.005±0.001[a]	0.043±0.022[a]	0.005±0.001[a]	0.007±0.001[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.076±0.003[b]	0.062±0.011[b]	0.054±0.015[a]	0.013±0.004[a]	0.006±0.001[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.179±0.005[c]	0.159±0.012[c]	0.046±0.013[a]	0.011±0.001[a]	0.007±0.00[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.265±0.014[d]	0.254±0.009[d]	0.219±0.023[b]	0.023±0.004[a]	0.010±0.001[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.339±0.014[e]	0.050±0.004[b]	0.236±0.025[b]	0.245±0.023[a]	0.034±0.013[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.420±0.015[f]	0.023±0.006[a]	0.153±0.081[ab]	0.362±0.050[c]	0.265±0.071[b]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 6 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	1.266±0.756^{a}	1.238±0.022^{a}	1.242±0.034^{a}	1.521±0.115^{a}	1.860±0.062^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.987±0.090^{a}	1.876±0.098^{a}	1.514±0.105^{ab}	1.726±0.106^{ab}	2.091±0.136^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.543±0.154^{a}	1.588±0.114^{a}	2.014±0.134^{abc}	2.126±0.146^{bc}	3.168±0.357^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	1.957±0.200^{ab}	3.376±0.996^{b}	2.606±0.070^{abc}	2.482±0.120^{c}	2.834±0.052^{bc}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	2.901±0.431^{bc}	3.308±0.411^{b}	3.404±0.353^{c}	2.592±0.138^{c}	3.945±0.106^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	3.371±0.233^{c}	4.787±0.267^{b}	3.120±1.192^{bc}	2.679±.302^{c}	4.172±0.451^{d}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 7 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่าง ๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.001±0.001^{a}	0.009±0.003^{a}	0.022±0.011^{a}	0.503±0.009^{a}	0.005±0.004^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.075±0.003^{b}	0.103±0.005^{b}	0.122±0.016^{a}	0.655±0.019^{ab}	0.093±0.009^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.150±0.008^{c}	0.150±0.003^{b}	0.181±0.008^{a}	0.695±0.031^{b}	0.234±0.041^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.299±0.012^{d}	0.287±0.067^{c}	0.310±0.031^{ab}	0.839±0.017^{bc}	0.354±0.015^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.493±0.017^{e}	0.464±0.021^{d}	0.664±0.280^{b}	0.905±0.006^{c}	0.386±0.013^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.653±0.023^{f}	0.682±0.013^{e}	0.669±0.095^{b}	1.243±0.37^{d}	0.513±0.015^{e}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 8 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ไม่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.084 ± 0.001^{a}	0.087 ± 0.023^{a}	0.070 ± 0.025^{a}	0.063 ± 0.004^{a}	0.198 ± 0.006^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	1.164 ± 0.074^{b}	0.978 ± 0.125^{b}	1.116 ± 0.044^{b}	0.740 ± 0.131^{b}	1.278 ± 0.166^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.917 ± 0.052^{c}	2.057 ± 0.138^{c}	1.815 ± 0.187^{c}	1.251 ± 0.121^{c}	1.999 ± 0.056^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	3.035 ± 0.044^{d}	2.368 ± 0.108^{c}	2.485 ± 0.085^{d}	2.113 ± 0.065^{d}	3.030 ± 0.149^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	4.132 ± 0.141^{e}	3.930 ± 0.076^{d}	3.654 ± 0.250^{e}	2.573 ± 0.124^{de}	3.974 ± 0.235^{e}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	4.185 ± 0.046^{e}	3.807 ± 0.134^{d}	3.434 ± 0.108^{e}	2.875 ± 0.294^{e}	4.020 ± 0.398^{e}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 9 ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำประปา และน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	8.58±0.012^{a}	7.66±0.813^{a}	8.51±0.007^{a}	8.50±0.060^{ab}	8.21±0.282^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	8.51±0.076^{ab}	8.50±0.012^{a}	8.50±0.000^{a}	8.56±0.030^{a}	8.54±0.007^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	8.61±0.009^{a}	8.51±0.015^{a}	8.47±0.006^{b}	8.59±0.009^{a}	8.49±0.006^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200mg/l	8.54±0.023^{a}	8.43±0.015^{a}	8.40±0.006^{c}	8.52±0.009^{ab}	8.34±0.036^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	8.53±0.003^{a}	8.35±0.012^{a}	8.30±0.009^{d}	8.44±0.012^{ab}	8.21±0.019^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	8.41±0.013^{b}	8.26±0.003^{a}	8.23±0.013^{e}	8.39±0.018^{c}	8.13±0.019^{b}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 10 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร)ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	60.0±7.638[a]	66.7±1.667[a]	56.7±1.667[a]	55.0±5.0[ab]	55.0±2.887[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	58.3±1.667[a]	66.7±3.333[a]	50.0±2.887[a]	58.3±1.667[a]	56.7±3.333[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	56.7±4.410[a]	68.3±1.667[a]	51.7±1.667[a]	50.0±0.00[b]	51.7±1.667[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	55.0±2.887[a]	65.0±2.887[a]	53.3±2.887[a]	51.7±2.887[ab]	53.3±2.887[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	51.7±1.667[a]	56.7±1.667[b]	50.0±2.887[a]	48.3±1.667[b]	53.3±1.667[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	51.7±2.887[a]	55.0±2.887[b]	51.7±2.887[a]	51.7±2.887[ab]	51.7±2.887[a]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 11 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	51.7±1.667^{a}	55.0±2.887^{ab}	45.0±2.887^{a}	61.7±3.333^{ab}	56.7±1.667^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	53.3±1.667^{a}	60.0±0.00^{b}	51.7±1.667^{b}	65.0±5.00^{b}	53.3±1.667^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	53.3±1.667^{a}	55.0±0.00^{ab}	53.3±1.667^{b}	53.3±1.667^{a}	56.7±1.667^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	56.7±1.667^{a}	53.3±1.667^{a}	48.3±1.667^{ab}	58.3±1.667^{ab}	58.3±1.667^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	56.7±1.667^{a}	51.7±1.667^{a}	50.0±0.00^{ab}	55.0±0.00^{a}	56.7±1.667^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	55.0±0.00^{a}	53.3±1.667^{a}	50.0±0.00^{ab}	56.7±1.667^{ab}	56.7±1.667^{a}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 12 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.301±0.055^{a}	0.921±0.164^{a}	1.653±0.104^{a}	1.690±0.179^{a}	4.469±1.834^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	1.905±0.140^{a}	0.499±0.063^{b}	0.561±0.054^{b}	0.156±0.015^{b}	1.554±0.582^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	5.053±1.127^{b}	0.458±0.019^{b}	0.586±0.015^{b}	0.098±0.007^{b}	0.867±0.038^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	7.211±1.065^{bc}	0.454±0.052^{b}	1.016±0.149^{c}	0.152±0.025^{b}	5.921±3.743^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	9.110±0.370^{cd}	0.470±0.038^{b}	1.376±0.164^{a}	0.135±0.014^{b}	2.224±0.930^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	10.565±0.680^{d}	0.520±0.025^{b}	0.991±0.061^{c}	0.098±0.019^{b}	1.252±0.073^{a}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 13 ปริมาณไนโตท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่าง ๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.004±0.001[a]	0.007±0.001[a]	0.010±0.001[a]	0.018±0.003[a]	0.023±0.005[ab]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.026±0.001[b]	0.156±0.001[b]	0.152±0.043[b]	0.063±0.044[a]	0.047±0.026[a]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.070±0.009[d]	0.184±0.010[b]	0.076±0.055[ab]	0.029±0.018[a]	0.010±0.002[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.062±0.001[d]	0.081±0.053[a]	0.012±0.003[a]	0.010±0.001[a]	0.007±0.001[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.039±0.001[c]	0.034±0.012[a]	0.010±0.001[a]	0.015±0.003[a]	0.008±0.000[b]
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.046±0.001[c]	0.055±0.017[a]	0.018±0.004[a]	0.012±0.001[a]	0.009±0.001[b]

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 14 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับต่าง ๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.567±0.144^{a}	1.406±0.061^{a}	1.159±0.145^{a}	3.393±1.143^{a}	1.841±0.061^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	1.468±0.280^{b}	1.814±0.087^{a}	2.091±0.396^{ab}	2.303±0.086^{a}	2.758±0.293^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.107±0.017^{ab}	1.824±0.089^{a}	1.834±0.180^{a}	2.208±0.082^{a}	2.796±0.190^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	1.617±0.284^{b}	2.401±0.163^{b}	3.013±0.454^{bc}	2.744±0.207^{a}	3.967±0.196^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	2.840±0.193^{c}	2.746±0.130^{bc}	2.977±0.043^{bc}	3.385±0.195^{a}	4.461±0.412^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	2.997±0.231^{c}	3.097±0.296^{c}	3.316±0.290^{c}	3.535±0.165^{a}	4.744±0.410^{c}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 15 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่าง ๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.008 ± 0.004^{a}	0.020 ± 0.010^{a}	0.023 ± 0.017^{a}	0.574 ± 0.030^{a}	0.001 ± 0.000^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.104 ± 0.010^{b}	0.117 ± 0.005^{b}	0.163 ± 0.015^{a}	0.713 ± 0.030^{a}	0.120 ± 0.012^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.160 ± 0.001^{c}	0.197 ± 0.003^{c}	0.260 ± 0.013^{ab}	0.810 ± 0.005^{ab}	0.259 ± 0.012^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.267 ± 0.012^{d}	0.346 ± 0.004^{d}	0.520 ± 0.041^{bc}	1.050 ± 0.003^{bc}	0.593 ± 0.113^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.336 ± 0.009^{e}	0.481 ± 0.005^{e}	0.625 ± 0.007^{c}	1.123 ± 0.196^{cd}	0.684 ± 0.097^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.390 ± 0.006^{f}	0.560 ± 0.009^{f}	0.529 ± 0.247^{bc}	1.375 ± 0.015^{d}	0.915 ± 0.040^{d}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 16 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่ให้ออกซิเจน

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)				
	0	2	4	6	8
น้ำประปา	0.059±0.006^{a}	0.088±0.039^{a}	0.425±0.396^{a}	0.081±0.005^{a}	0.225±0.109^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.840±0.097^{b}	1.320±0.213^{b}	1.052±0.093^{a}	0.857±0.111^{b}	1.471±0.136^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.361±0.304^{b}	2.234±0.114^{c}	1.594±0.069^{a}	1.312±0.046^{c}	1.877±0.038^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	2.153±0.107^{c}	2.667±0.187^{c}	1.789±0.772^{a}	1.896±0.096^{d}	3.084±0.188^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	3.493±0.369^{d}	3.513±0.212^{d}	3.462±0.429^{b}	2.214±0.160^{de}	3.944±0.230^{d}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	4.001±0.327^{d}	3.815±0.209^{d}	3.485±0.420^{b}	2.460±0.217^{e}	4.084±0.114^{d}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 17 ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	0.193 ± 0.058^{a}	0.260 ± 0.00^{a}	0.307 ± 0.018^{a}	0.333 ± 0.007^{ab}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	0.453 ± 0.048^{b}	0.507 ± 0.154^{a}	0.413 ± 0.087^{ab}	0.280 ± 0.023^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.253 ± 0.044^{a}	0.513 ± 0.058^{a}	0.393 ± 0.087^{ab}	0.453 ± 0.044^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.233 ± 0.024^{a}	0.427 ± 0.074^{a}	0.420 ± 0.053^{ab}	0.267 ± 0.047^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.433 ± 0.071^{b}	0.387 ± 0.041^{a}	0.587 ± 0.074^{ab}	0.413 ± 0.048^{bc}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.500 ± 0.072^{b}	0.380 ± 0.070^{a}	0.787 ± 0.007^{c}	0.453 ± 0.024^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.680 ± 0.060^{c}	0.433 ± 0.157^{a}	0.740 ± 0.127^{c}	0.720 ± 0.023^{d}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 18 ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	8.25 ± 0.37^{abc}	8.71 ± 0.02^{a}	8.91 ± 0.05^{ab}	8.72 ± 0.06^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	8.60 ± 0.00^{a}	8.67 ± 0.0^{a}	9.09 ± 0.04^{d}	9.11 ± 0.04^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	8.52 ± 0.02^{a}	8.68 ± 0.06^{a}	9.02 ± 0.04^{bcd}	8.43 ± 0.19^{ac}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	8.37 ± 0.02^{ab}	8.63 ± 0.04^{a}	9.08 ± 0.02^{d}	8.29 ± 0.09^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	8.03 ± 0.03^{bc}	8.45 ± 0.01^{b}	9.04 ± 0.02^{cd}	8.24 ± 0.07^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	7.90 ± 0.03^{bc}	8.38 ± 0.03^{bc}	8.95 ± 0.05^{abc}	8.26 ± 0.08^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	7.85 ± 0.04^{c}	8.29 ± 0.02^{c}	8.88 ± 0.02^{a}	8.20 ± 0.02^{c}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 19 ปริมาณความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	50.0±2.887^{a}	55.0±0.00^{a}	58.3±1.667^{ab}	63.3±1.667^{ab}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	48.3±1.667^{a}	55.0±0.00^{a}	55.0±5.00^{a}	65.0±2.887^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	46.7±3.333^{a}	53.3±1.667^{a}	61.7±1.667^{abc}	53.3±7.265^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	46.7±2.887^{a}	51.7±2.887^{a}	61.7±2.887^{abc}	58.3±2.887^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	53.3±1.667^{a}	53.3±1.667^{a}	66.7±1.667^{c}	56.7±1.667^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	46.7±2.887^{a}	50.0±2.887^{a}	63.3±2.887^{bc}	56.7±2.887^{ab}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	50.0±0.00^{a}	51.7±1.667^{a}	61.7±1.667^{abc}	60.0±0.0^{ab}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 20 ปริมาณความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	56.7 ± 1.667^{a}	51.7 ± 1.667^{a}	53.3 ± 1.667^{b}	58.3 ± 1.667^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	56.7 ± 1.667^{a}	55.0 ± 0.00^{a}	50.0 ± 0.00^{ab}	46.7 ± 3.333^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	53.3 ± 1.667^{a}	56.7 ± 1.667^{a}	50.0 ± 0.00^{ab}	60.0 ± 2.887^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	55.0 ± 2.887^{a}	56.7 ± 1.667^{a}	50.0 ± 0.00^{ab}	60.0 ± 0.00^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	56.7 ± 3.333^{a}	55.0 ± 2.887^{a}	46.7 ± 3.333^{a}	55.0 ± 2.887^{ac}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	58.3 ± 1.667^{a}	51.7 ± 1.667^{a}	50.0 ± 0.00^{ab}	60.0 ± 2.887^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	55.0 ± 2.887^{a}	55.0 ± 0.00^{a}	50.0 ± 0.00^{ab}	50.0 ± 0.00^{bc}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 21 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	0.834 ± 0.099^{a}	0.408 ± 0.007^{a}	0.454 ± 0.207^{a}	0.367 ± 0.058^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	0.590 ± 0.108^{b}	0.367 ± 0.044^{a}	0.371 ± 0.136^{a}	0.272 ± 0.019^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.615 ± 0.022^{b}	0.330 ± 0.058^{ab}	0.259 ± 0.019^{a}	0.669 ± 0.174^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.478 ± 0.022^{b}	0.371 ± 0.026^{a}	0.230 ± 0.004^{a}	0.764 ± 0.140^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.503 ± 0.046^{b}	0.243 ± 0.004^{bc}	0.230 ± 0.017^{a}	0.727 ± 0.095^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.532 ± 0.057^{b}	0.263 ± 0.008^{bc}	0.263 ± 0.018^{a}	0.648 ± 0.081^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.569 ± 0.064^{b}	0.206 ± 0.021^{c}	0.288 ± 0.015^{a}	2.050 ± 0.785^{b}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 22 ปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่ปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่าง ๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	0.005 ± 0.001^{a}	0.010 ± 0.001^{ab}	0.006 ± 0.000^{a}	0.007 ± 0.001^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง(B_{12})	0.005 ± 0.001^{a}	0.013 ± 0.002^{a}	0.088 ± 0.003^{b}	0.153 ± 0.001^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.021 ± 0.002^{b}	0.007 ± 0.001^{b}	0.006 ± 0.001^{a}	0.018 ± 0.007^{ac}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.022 ± 0.001^{b}	0.008 ± 0.001^{b}	0.007 ± 0.001^{a}	0.021 ± 0.004^{ac}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.022 ± 0.022^{b}	0.007 ± 0.001^{b}	0.006 ± 0.000^{a}	0.020 ± 0.003^{ac}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.037 ± 0.003^{c}	0.007 ± 0.001^{b}	0.009 ± 0.002^{a}	0.014 ± 0.003^{ac}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.036 ± 0.005^{c}	0.007 ± 0.001^{b}	0.014 ± 0.001^{c}	0.037 ± 0.020^{c}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 23 ปริมาณไนโตรเจนรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่ปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	0.908 ± 0.074^{a}	1.238 ± 0.022^{ab}	1.242 ± 0.034^{ab}	2.177 ± 0.158^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	7.843 ± 0.202^{e}	5.924 ± 0.409^{d}	4.613 ± 0.327^{d}	4.451 ± 0.269^{c}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	1.132 ± 0.237^{ab}	1.040 ± 0.208^{a}	1.593 ± 0.305^{b}	2.351 ± 0.244^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.261 ± 0.231^{ab}	0.963 ± 0.129^{a}	0.882 ± 0.066^{a}	2.341 ± 0.253^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	1.927 ± 0.155^{bc}	1.507 ± 0.112^{ab}	1.526 ± 0.071^{bc}	2.579 ± 0.297^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	2.508 ± 0.391^{c}	1.955 ± 0.234^{bc}	1.814 ± 0.087^{b}	2.536 ± 0.303^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	4.012 ± 0.368^{d}	2.693 ± 0.391^{c}	3.074 ± 0.321^{c}	3.657 ± 0.157^{b}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 24 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่สิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับต่าง ๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	0.002±0.000^{a}	2.070±0.023^{ab}	2.198±0.029^{a}	2.190±0.061^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง(B_{12})	2.106±0.014^{b}	2.148±0.026^{a}	2.452±0.080^{b}	2.199±0.032^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.015±0.004^{a}	2.014±0.023^{a}	2.168±0.046^{a}	2.066±0.103^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	0.052±0.007^{c}	2.142±0.091	2.065±0.024^{a}	2.086±0.039^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	0.060±.002^{cd}	2.016±0.093^{a}	2.144±0.056^{a}	2.107±0.030^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	0.067±0.010^{cd}	2.090±0.037^{ab}	2.192±0.027^{a}	2.106±0.018^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	0.080±0.006^{d}	2.389±0.059^{b}	2.389±0.059^{b}	2.162±0.071^{a}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 25 ปริมาณฟอสฟอรัสรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในน้ำประปาและน้ำที่มีปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลที่ระดับต่างๆ ที่เติมคลอเรลล่า

ชุดการทดลอง	ระยะเวลา (วัน)			
	0	2	5	8
น้ำประปา	0.005 ± 0.002^{a}	2.513 ± 0.144	2.861 ± 0.125^{a}	2.019 ± 0.099^{a}
อาหารเลี้ยงเชื้อคลอเรลล่าสูตรดัดแปลง (B_{12})	1.887 ± 0.068^{b}	3.112 ± 0.121	3.176 ± 0.147^{ab}	2.269 ± 0.209^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 50 mg/l	0.851 ± 0.028^{c}	2.669 ± 0.031	3.594 ± 0.207^{b}	2.091 ± 0.194^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 100 mg/l	1.708 ± 0.026^{b}	2.609 ± 0.041	4.271 ± 0.310^{c}	2.233 ± 0.181^{a}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 200 mg/l	1.678 ± 0.640^{b}	2.532 ± 0.172	7.202 ± 0.197^{d}	0.915 ± 0.125^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 300 mg/l	2.483 ± 0.093^{bd}	2.767 ± 0.285	8.550 ± 0.071^{e}	1.169 ± 0.113^{b}
สิ่งขับถ่ายปลานิล 400 mg/l	3.182 ± 0.182^{d}	3.099 ± 0.341	9.149 ± 0.183^{f}	1.333 ± 0.049^{b}

หมายเหตุ : สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

สัญลักษณ์ที่เหมือนกันในสดมภ์เดียวกันแสดงว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

สรุป

ปริมาณสิ่งขับถ่ายปลานิลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในสภาวะที่ให้ออกซิเจนมีผลทำให้ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนกับปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน ซึ่งออกซิเจนมีผลช่วยลดปริมาณแอมโมเนียลงอย่างรวดเร็วเพื่อเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนไตรท์ในทุกชุดของการทดลอง แม้ว่าจะมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมากขึ้นตามปริมาณของระดับสิ่งขับถ่ายปลานิลแต่ปริมาณแอมโมเนียก็ยังลดลงอย่างรวดเร็ว ต่างจากการทดลองที่ไม่ให้ออกซิเจนปริมาณแอมโมเนียจะเพิ่มสูงขึ้นจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นไนไตรท์ ปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณออร์โธฟอสเฟตและปริมาณฟอสฟอรัสรวมมีปริมาณสูงตามระดับของสิ่งขับถ่ายปลานิลในน้ำ ปริมาณความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณความเป็นด่างและปริมาณความกระด้างมีค่าไม่แตกต่างกัน การเติมคลอเรลล่ามีผลในการช่วยลดปริมาณแอมโมเนียในน้ำที่มีสิ่งขับถ่ายปลานิล นอกจากนี้ยังมีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างและปริมาณความเป็นด่างเพิ่มขึ้นแต่ทำให้ปริมาณความกระด้างลดลงในช่วงที่คลอเรลล่ามีการเจริญเติบโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. เคมีของน้ำโสโครก และการวิเคราะห์. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 387 น.

พุทธ ส่องแสงจินดา. 2537. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำต่อประชาชนกรแพลงค์ตอนในบ่อเลี้ยงของการจัดการการจัดการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา 2 ระบบ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2537. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง. หน้า 1 - 15.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำ และวิธีวิเคราะห์สำหรับการ วิจัยทางการประมง. ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมสัตว์, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 115 น.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก, พุทธ ส่องแสงจินดา, ศุภโชค สุวรรณมณี และ วิชาญ ชูสุวรรณ. 2532. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2532. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 35 น.

วิรัช จิ๋งแหยม. 2544. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร. 166 น.

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

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 4/2548. สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงหวัด, กรมประมง. 157 น.

สุนี สุวภีพันธ์. 2524. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเซลล์เดียว. วารสารประมง 34 (3) : 309 - 325.

Boyd, C.E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Aubum University, Alabama. 318 p.

Gerlach, S.A. 1982. Marine Polution:Diagnoses and Therapy. Springer - Verlag, New York. 218 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hans, A. H.,V. Jay and K.K. Mark. 1994. Introduction to The General Principles of Agriculture. Food Products Press, An Imprint of the Hawort Press, Inc. New Yock. 172 p.

Lobban, C. S.,P.J. Harrison and M.J. Duncan. 1985. The Physiological Ecology of Seaweeds. Cambridge University Press, London. 242 p.

Walker, H. L. and L. R. Higginbotham. 2000. An aquatic bacterium that lyses cyanobacteria associated with off-flavor of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Biological Control. 18 : 71 – 78.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้