ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง

การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

Using Hydrogen Peroxide to Control Phytoplankton *Oscillatoria* sp.

โดย

นายกิตติศักดิ์ สุกใส

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์.....

(อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์)

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(อาจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ 5 เดือน มิ.ย. พ.ศ. 2543

17050
13 พ.ย. 2543
254-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17050

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

Using Hydrogen Peroxide to Control Phytoplankton *Oscillatoria* sp.

โดย

นายกิตติศักดิ์ สุกใส

T099284

จพ.
ก675ก
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99204
วัน,เดือน,ปี.....15 ม.ค. 2544

เสนอ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

พ.ศ.2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

Using Hydrogen Peroxide to Control Phytoplankton *Oscillatoria* sp.

การควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม) , 13 , 14 , 15 , 16 และ 17 ppm ปริมาณเซลล์ *Oscillatoria* sp. เริ่มต้น 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ทำการตรวจวัดปริมาณเซลล์ของ *Oscillatoria* sp. และตรวจวัดคุณภาพน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง , อุณหภูมิ , ความเป็นด่าง , ไนไตรท์ , แอมโมเนีย และ แอมโมเนียอิสระ ทั้งก่อนและหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในชั่วโมงที่ 1 , 3 , 6 , 24 , 48 , 72 และ 96 พบว่า ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 13 และ 14 ppm สามารถลดปริมาณเซลล์ของ *Oscillatoria* sp. ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 3 ชั่วโมง ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 15 , 16 และ 17 ppm สามารถลดปริมาณเซลล์ของ *Oscillatoria* sp. ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง และคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดจากชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ตลอดการศึกษา พบว่ามีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมต่อการใช้ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. คือ ความเข้มข้น 13 ppm โดยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดได้ในชุดการทดลองความเข้มข้น 13 ppm ตลอดการศึกษาได้ผลดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าต่ำสุด 7.889 $\pm$ 0.105 ในชั่วโมงที่ 24 และมีค่าสูงสุดเป็น 9.576 $\pm$ 0.142 ในชั่วโมงที่ 96 อุณหภูมิมีค่าต่ำสุดเป็น 26.9 $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 96 และมีค่าสูงสุดเป็น 28.4 $\pm$ 0.3 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 3 ความเป็นด่างมีค่าต่ำสุดเป็น 101 $\pm$ 8 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 6 และมีค่าสูงสุดเป็น 162 $\pm$ 16 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 96 ไนไตรท์มีค่าต่ำสุดเป็น 0.1337 $\pm$ 0.0002 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1610 $\pm$ 0.0133 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 72 แอมโมเนียมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0036 $\pm$ 0.0003 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 3 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1353 $\pm$ 0.0254 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 24 แอมโมเนียอิสระมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0012 $\pm$ 0.0003 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.0159 $\pm$ 0.0066 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยคำแนะนำของ อาจารย์สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และให้คำแนะนำในการทำการทดลอง จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมชาย หวังวิบูลย์กิจ ที่ให้คำแนะนำในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และให้คำแนะนำในการทดลอง

ขอขอบพระคุณ คุณนิพนธ์ จิตตำนาน คุณมณฑา นิ่มแสง คุณบุปผา จงพัฒน์ ที่ช่วยเหลือ แนะนำ และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทดลองให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณตะวัน รัตนวิภาค และ คุณชาญวิทย์ พายัพวัฒนวงษ์ ที่ให้การช่วยเหลือตลอดการทดลอง

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจและให้การช่วยเหลือตลอดการทำปัญหาพิเศษ

กิตติศักดิ์ สุกใส

1 มิถุนายน 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์การทดลอง	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์การทดลอง	9
วิธีการทดลอง	10
ผลและวิจารณ์การทดลอง	14
สรุปผลการทดลอง	28
ข้อเสนอแนะ	29
เอกสารอ้างอิง	30
ภาคผนวก	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางผนวกที่		หน้า
1	แสดงจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. (เซลล์/มิลลิลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	34
2	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	35
3	แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	36
4	แสดงค่าความเป็นด่างเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	37
5	แสดงปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	38
6	แสดงปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	39
7	แสดงปริมาณแอมโมเนียอิสระเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. (เซลล์/มิลลิลิตร)	21
2	แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย	22
3	แสดงค่าอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	23
4	แสดงค่าความเป็นด่างเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)	24
5	แสดงปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)	25
6	แสดงปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)	26
7	แสดงปริมาณแอมโมเนียอิสระเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

Using Hydrogen Peroxide to Control Phytoplankton *Oscillatoria* sp.

คำนำ

แพลงก์ตอนเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาศัยอยู่ในน้ำทั่วไป แบ่งออกเป็นแพลงก์ตอนสัตว์และแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนพืชมีขนาดเล็กมากส่วนใหญ่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เคลื่อนที่ไปตามแรงของกระแสน้ำ สร้างอาหารได้เองด้วยขบวนการสังเคราะห์แสงโดยใช้ธาตุอาหารในน้ำเป็นวัตถุดิบในการสร้าง แพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีทั้งประโยชน์และโทษมากพอๆกันทำให้สัตว์น้ำโตดีและตายได้

ปัญหาสำคัญของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์น้ำช่วงฝนตกหนัก คือ การบลูมของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ซึ่งทำให้น้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำมีสีเขียวเข้ม และทำให้เนื้อสัตว์น้ำมีกลิ่นโคลน เมื่อแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ตายลง ยังก่อให้เกิดการเน่าอย่างรุนแรง มีแอมโมเนียเกิดขึ้นในบ่อ ทำให้สัตว์น้ำเครียด การกินอาหารลดลง และเศษซากของ *Oscillatoria* sp. จะเข้าไปอุดตันซี่เหงือกสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำหายใจไม่สะดวกและเกิดการระคายเคือง อาจเกิดโรคหรือติดเชื้อได้

จากปัญหาดังกล่าวจึงควรมีการลดความหนาแน่นหรือควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ให้เหลือน้อย เพราะจะส่งผลเสียต่อคุณภาพน้ำและสัตว์น้ำในบ่อได้ ซึ่งเทคนิคในการลดความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. สามารถใช้สารเคมีได้หลายชนิด เช่น ปูนขาว บีเคซี ด่างทับทิม คลอรีน ฟอร์มาลีน นอกจากสารเคมีเหล่านี้แล้ว สารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่น่าจะนำมาใช้ในการลดความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งเป็นสารเคมีที่ไม่มีสารตกค้างหลังการใช้ โดยจะให้ออกซิเจนกับน้ำเท่านั้น อีกทั้งยังเป็นสารทำความสะอาดเหงือกและตัวสัตว์น้ำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์การทดลอง

1. เพื่อศึกษาถึงความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมในการใช้ควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

2. เพื่อศึกษาถึงคุณภาพน้ำทั้งก่อนและหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

Oscillatoria sp. สามารถจัดลำดับทางอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Division Cyanophyta

Order Nostocales

Family Oscillatoriaceae

Genus *Oscillatoria*

ลักษณะทั่วไปของ *Oscillatoria* sp. คือ เป็นเส้นสายเดี่ยว ๆ หรือรวมเป็นกลุ่มหนาแน่น แต่ละสายไม่แตกแขนง ทรัยโคมประกอบด้วยเซลล์แถวเดียวเรียงต่อกันเป็นสาย โดยมีความกว้างของเซลล์สม่ำเสมอตลอดสาย โดยปกติแต่ละเซลล์มักมีขนาดกว้างมากกว่ายาว ยกเว้นบางชนิดเท่านั้น ที่เฉพาะเซลล์ ปลาย ๆ ทรัยโคมเท่านั้นที่อาจเรียวยาวหรือแคบลง และเซลล์ปลายสุด (apital cell) อาจมี คาลิพทรา (calyptra) อยู่ซึ่งมีลักษณะคล้ายหมวกปีกหรือมีผนังเซลล์พองออก (capitate) แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. เป็นสกุลที่ไม่มีซีทหุ้ม แต่อาจมีน้ำใส ๆ หุ้มอยู่ สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบเลื่อนไหล (gliding) หรือแกว่งซ้ายขวา (oscillating) สืบพันธุ์โดยการเกิดเซลล์ตายภายในสายและสร้างเซพาเรชั่นดิส (separation disc) แบ่งทรัยโคมออกเป็นฮอร์โมโกนหรือฮอร์โมโกเนีย

ลักษณะพิเศษ คือ ผนังเซลล์มีลักษณะคล้ายแบคทีเรียแกรมลบ รอบนอกเซลล์จะมีเมือกใส ๆ ห่อหุ้ม สารสีที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงกระจายอยู่ทั่วเซลล์ ไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริงและไม่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศไม่สามารถเคลื่อนที่เองได้ ภายในเซลล์มีเม็ดอากาศเล็ก ๆ (Gas vacuole) ลักษณะเป็นถุงบาง ๆ ภายในเม็ดอากาศนี้จะบรรจุก๊าซไนโตรเจน เมื่อมีแสงแดดก็จะพองตัวและลอยขึ้นเนื่องจากความดันก๊าซในเม็ดอากาศเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังมีความสามารถพิเศษในการตรึงสารประกอบไนโตรเจนได้ เช่น เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นกรดอะมิโนเพื่อใช้เป็นสารอาหารในเซลล์ แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. จึงสามารถเจริญได้ดีแม้ในสภาพบ่อเน่าเสีย (ฝ่ายวิชาการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ , 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งที่พบ คือ พบทุกแหล่งน้ำ ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย ทะเล และทะเลสาบน้ำเค็ม หรือตามที่ชื้นแฉะทั่วไป นักเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมเรียกแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ว่า สาหร่ายขนแมว (ลัดดา , 2530)

ประโยชน์

เป็นตัวช่วยขจัดของเสียในน้ำซึ่งได้แก่ ธาตุอาหารจำพวกไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุประกอบอื่นที่เกิดจากการย่อยสลายของเศษอาหาร สิ่งขับถ่าย ซากพืชและสัตว์ที่ตายในบ่อ ธาตุอาหารพวกไนโตรเจนหากมีปริมาณมากจะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ เช่น แอมโมเนียและไนไตรท์ แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ช่วยกำจัดธาตุพวกนี้ โดยการนำไปใช้เพื่อสร้างอาหารให้กับตัวมันเอง นอกจากนี้ *Oscillatoria* sp. ยังช่วยเพิ่มออกซิเจนให้น้ำในตอนกลางวัน ขณะที่สังเคราะห์แสงหรือสร้างอาหารจะปล่อยออกซิเจนออกมาละลายในน้ำ

โทษ

ในกรณีที่ตายเป็นจำนวนมาก ตัวมันเองจะไม่สร้างออกซิเจนให้น้ำ แต่จะใช้ออกซิเจนจากน้ำเพื่อขบวนการย่อยสลาย ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างมาก สัตว์น้ำจะขาดออกซิเจน ความเป็นกรดเป็นด่างลดลง มีคาร์บอนไดออกไซด์มาก เกิดสารพิษพวกแอมโมเนียและไนไตรท์สูง และ *Oscillatoria* sp. บางชนิดสามารถผลิตสารจีออสมินออกมาทำให้สัตว์น้ำมีกลิ่นโคลน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นิยมใช้ในการฆ่าเชื้อโรคและใช้เป็นสารฟอกขาว การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์นิยมใช้ในสถานะที่เป็นของเหลว มีการนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มาใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านสาธารณสุข
   - ใช้ล้างแผลที่สกปรก
   - ใช้หยอดหูที่มีขี้หูมาก
   - ใช้เป็นน้ำยาบ้วนปาก
   - ใช้ฆ่าเชื้อเครื่องมือเครื่องใช้ทางการแพทย์

2. ด้านอุตสาหกรรม
   - ใช้เป็นสารฟอกขาวในอุตสาหกรรมการฟอกหนัง สิ่งทอ เยื่อกระดาษและกระดาษ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2532)

3. ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
   - ใช้ในการขจัดคลอรีน ไซยาไนท์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนไตรท์ สารประกอบกำมะถัน สารหนู และยังช่วยลดปริมาณของค่า BOD และ COD (ประพันธ์ , 2540)
   - เป็นสารทำความสะอาดเหงือกและสัตว์น้ำ
   - ใช้ในการรักษาโรคปลา

คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดส์มีสูตรทางเคมีคือ H_2O_2 มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี และปราศจากตะกอนหรือสารแขวนลอย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม , 2532) ซึ่งขายในท้องตลาดในลักษณะเป็นสารละลาย มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ความเข้มข้นที่นิยมใช้คือ 27.5, 35, 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ละลายได้ในแอลกอฮอล์ มีจุดแข็งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ – 0.4°C และมีจุดเดือดที่ 150.2°C ในกรณีที่สารละลายมีความบริสุทธิ์สูงและปราศจากสิ่งเจือปนจะมีความคงตัวสูงมาก สิ่งเจือปนที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ได้แก่ เหล็กและทองแดง รวมทั้งโลหะหนักอื่น ๆ (บุษรา , 2531)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นองค์ประกอบทางเคมีส่วนหนึ่งของโซเดียมเปอร์คาร์บอเนต และเปอร์ออกซิเจนอื่น ๆ ซึ่งอยู่ในรูปของแข็ง เมื่อละลายน้ำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะละลายแยกเป็นอิสระและแตกตัวเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไอออน (OOH^-) ด้วยขบวนการแตกตัวเป็นไอออน (ionization) (มาลี , 2531)

$$H_2O_2 \Leftrightarrow H^+ + (OOH^-)$$

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำขึ้นได้โดยการใส่โซเดียมเปอร์ออกไซด์ลงในน้ำผสมน้ำแข็ง

$$Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow H_2O_2 + 2NaOH$$

เนื่องจากมีความร้อนเกิดขึ้นจากปฏิกิริยา จึงทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์บางส่วนสลายตัว

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + 2H_2O$$

ปกติแล้วมักใช้สารละลายของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นเบส โดยมีสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ติดมาด้วย สารเริ่มต้นที่หาง่ายและราคาไม่แพงได้แก่ โซเดียมเปอร์โบเรต ($NaBO_3$, 4 H_2O) ซึ่งเมื่อทำให้เป็นสารละลายในน้ำ แล้วนำไปอุ่นจะได้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (สุรางค์ , 2538)

$$NaBO_3 + H_2O \rightarrow NaBO_2 + H_2O_2$$

แสงและความร้อนทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สลายตัวกลายเป็นน้ำได้อย่างดี ด้วยเหตุนี้ร้านเครื่องยาจึงบรรจุไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไว้ในขวดทึบแสง และยังเติมสารบางอย่าง เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอลกอฮอล์ ลงไปเล็กน้อยเพื่อกันไม่ให้ H_2O_2 สลายตัวเร็วเกินไปและมีป้ายติดไว้ข้างขวดเตือนให้เก็บไว้ในที่เย็น (วิริยะ , 2541)

<u>ความเป็นพิษของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ</u>

Gaikowski และ คณะ (1998) ได้รายงานว่า ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 500 µl /L จะลดอัตราการฟักไข่ของไข่ปลา rainbow trout 1.4 – 5.9% ความเข้มข้น 1,000 µl /L จะลดอัตราการฟักไข่ของไข่ปลา rainbow trout 6.8 – 15.4% และความเข้มข้น 3,000 µl /L จะลดอัตราการฟักไข่ของไข่ปลา rainbow trout 13.2 – 25.3%

Arndt และ Wagner (1997) ได้ทำการศึกษาในลูกปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) และลูกปลา cutthroat trout (*Oncorhynchus clarki*) พบว่าที่อุณหภูมิ 15°C ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 170 – 540 ppm. ลูกปลาทั้งสองชนิดจะตายภายในเวลา 96 ชั่วโมง และ LC_{50}ของลูกปลาทั้งสอง จะอยู่ระหว่าง 5 14 – 636 ppm. ในเวลา 30 นาที, 322 – 506 ppm. ในเวลา 60 นาที และ 189 – 280 ppm. ในเวลา 120 นาที โดยปลา rainbow trout ขนาดใหญ่จะมีความไวต่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากกว่าปลาขนาดเล็กและความเป็นพิษของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น (Rach และ คณะ , 1997)

เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถออกฤทธิ์ทำลายสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ได้ จึงได้มีการนำเอาประโยชน์ข้อนี้มาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคต่าง ๆ ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างกว้างขวาง และได้มีการศึกษาผลการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต่อการกำจัดเชื้อโรคต่าง ๆ โดย Rach และ คณะ (1998) ได้รายงานว่า ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 1000 – 6000 µl /L สามารถกำจัดเชื้อราในไข่ปลาได้ รวมทั้งยังทำให้อัตราการฟักไข่ของปลาสูงกว่าไข่ปลาที่ไม่ได้แช่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วย

Bruno และ Raynard (1994) ได้ศึกษาถึงการกำจัดเห็บปลาในปลา Atlantic salmon พบว่าเห็บปลา (*Lepeoptheirus salmonis*) 33% จะไม่เคลื่อนไหวหรือตาย เมื่อแช่ปลาในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 0.5 ppt. อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 20 นาที และจะตาย 98% เมื่อใช้ความเข้มข้น 2 ppt. นอกจากนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คามเข้มข้น 1.25 ppt. อุณหภูมิ 10°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกำจัด Copepod ได้ 10% เมื่อแช่ปลาเป็นเวลา 20 นาที และจะตาย 100% ภายในเวลา 19 ชั่วโมง จากการศึกษาของ Tomassen และ คณะ (1993) พบว่า เห็บปลาที่เกาะปลา Atlantic Salmon สามารถกำจัดได้ 85 – 100% เมื่อใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 1.5 g./L แช่เป็นเวลา 20 นาที ถึงแม้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นพิษต่อปลา Atlantic Salmon และความเป็นพิษจะสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้น, อุณหภูมิ และเวลาที่แช่ปลามากขึ้น แต่ปลา Atlantic Salmon สามารถมีชีวิตอยู่ได้ โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 1.5 g./L แช่ปลาที่อุณหภูมิ 18°C เป็นเวลาไม่เกิน 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์การทดลอง

1. แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.
2. โหลแก้วขนาดบรรจุ 10 ลิตร
3. น้ำผ่านการกรอง และน้ำกลั่น
4. เครื่องชั่งละเอียด
5. กล้องจุลทรรศน์
6. สไลด์นับเม็ดเลือด
7. ตู้ปลาขนาดบรรจุ 3 ลิตร
8. เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง และอุณหภูมิ ยี่ห้อ ORION รุ่น model 710A
9. เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ Milton Roy รุ่น Spectronic 401
10. เครื่องแก้ว และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
11. สารเคมีสำหรับเตรียมอาหารเลี้ยงแพลงก์ตอน
12. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
13. อุปกรณ์ให้อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด หรือ CRD (Completely Randomized Design) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์มี 3 ซ้ำดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ปริมาณ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ไม่ใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ลงในตู้ทดลอง

ทรีตเมนต์ที่ 2 แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ปริมาณ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตรใส่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 13 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 3 แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ปริมาณ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตรใส่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 14 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 4 แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ปริมาณ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตรใส่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 15 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 5 แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ปริมาณ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตรใส่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 16 ppm

ทรีตเมนต์ที่ 6 แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ปริมาณ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตรใส่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น 17 ppm

และวิเคราะห์ข้อมูลจาก เปอร์เซ็นต์เซลล์ของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ที่ตายหลังจากที่ได้รับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ระดับความเข้มข้นต่างกัน เพื่อทราบผลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในระดับที่เหมาะสมต่อการควบคุมความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองหาค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ในการดร๊อปแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.</u>

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอน

2.1. ทดสอบหาความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ทำการทดลองที่ ระดับความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ 0 , 10 , 12.5 , 15 , 17.5 และ 20 ppm เพื่อหาค่าความเข้มข้นในระดับต่ำที่สุดที่สามารถฆ่าแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ได้ โดยในแต่ละชุดการทดลองจะมี 2 ซ้ำ ปริมาณที่ใช้ในการทดลอง 3 ลิตร / 1 ตู้ทดลอง

2.2. ทดสอบผลของความหนาแน่นของจำนวนเซลล์แพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.ต่อการทำงานของ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ทำการทดลองที่ ระดับความหนาแน่นของจำนวนเซลล์ต่าง ๆ กัน ดังนี้

7×10^5 , 5×10^5 , 10^5 , 5×10^4 , 10^4 , 5×10^3 เซลล์ / มิลลิลิตร ใช้ความเข้มข้นที่สามารถฆ่าแพลงก์ตอนได้ ที่เป็นค่ากลาง จากตอนที่ 1 โดยในแต่ละชุดการทดลองจะมี 2 ซ้ำ ปริมาณที่ใช้ในการทดลอง 3 ลิตร / 1 ตู้ทดลอง

<u>การทดลองหาค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่เหมาะสมในการควบคุมความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.</u>

3.1 การเตรียม *Oscillatoria* sp.

ทำการแยก *Oscillatoria* sp.จากน้ำตัวอย่างที่ได้จาก คลองประเวศบุรีรมย์ เขตลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร นำเชื้อไปเพาะขยายจนได้ปริมาณที่จะนำไปทดลอง โดยวิธีการขยายมีดังนี้

3.1.1 นำหัวเชื้อที่ได้จากการแยกน้ำตัวอย่างมาขยาย โดยหัวเชื้อที่ใช้จะอยู่ในช่วงต้น Stationary phase

3.1.2 นำมาใส่ลงถังขนาด 15 ลิตร จากนั้นเติมน้ำกรองให้ได้ 15 ลิตร แล้วเติมปุ๋ยที่ใช้เลี้ยงแพลงก์ตอนพืช สูตรอาหารเลี้ยง *Chlorella* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ให้ออกซิเจนตลอดเพื่อไม่ให้ *Oscillatoria* sp.ตกตะกอนและตายไป

3.1.4 ทำการเพาะขยายแพลงก์ตอน *Oscillatoria* sp.ให้มีปริมาณเพียงพอที่จะใช้ในการทดลอง ตลอดการทดลอง โดยจะต้องเพาะขยายแพลงก์ตอน *Oscillatoria* sp.ให้มีจำนวนเซลล์สูงที่สุด (ประมาณ 5×10^5 cell / ml)

3.2 การเตรียมตู้ทดลอง

ทำความสะอาดตู้ทดลอง ตากให้แห้ง นำไปทดลอง โดยจะแยกตู้ทดลองเป็น ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์จะมี 3 ตู้การทดลอง เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจเช็คผลการทดลอง ควรมีการติดเครื่องหมายที่ตู้ทดลอง

3.3 การเตรียมความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

คำนวนปริมาณ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ต้องใช้ในการทดลองทั้งหมด เพื่อให้การเตรียมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เหมาะสมต่อการนำไปใช้ และทำให้ได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยสูตรการคำนวนคือ $N_1V_1 = N_2V_2$

N_1 = ความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ใน stock

N_2 = ความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ต้องการ

V_1 = ปริมาตรของ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้ (มีหน่วยเป็น มล.)

V_2 = ปริมาตรน้ำที่ใช้ในการทดลอง (3,000 มล.)

3.4 การดำเนินการทดลอง

ควรดำเนินการทดลองในช่วงเวลา 10.00 นาฬิกา เพราะเป็นเวลาที่นิยมใส่สารเคมีในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อรักษาและป้องกันโรคสัตว์น้ำ

3.4.1 นำ *Oscillatoria* sp.ที่เพาะไว้ที่จำนวนเซลล์ 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร ใส่ลงในตู้ทดลองที่ได้เตรียม ไว้ ตู้ทดลองละ 3 ลิตร โดยไม่มีการให้ ออกซิเจน วิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อนใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

3.4.2 ใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ระดับความเข้มข้นที่จะทดลอง คือ 13 , 14 , 15 , 16 และ 17 ppm และ มีชุดควบคุม ที่ไม่ใส่ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยใส่ความเข้มข้นละ 3 ตู้การทดลอง ทั้งหมด 18 ตู้การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 เวลาในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำหลังใส่สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีดังนี้ วิเคราะห์ ในชั่วโมงที่ 1 , 3 , 6 , 24 , 48 , 72 และ 96

3.4.4 คุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ มีดังต่อไปนี้ อุณหภูมิ , ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) , แอมโมเนีย (NH_3) , ไนไตรท์(NO_2^-) และความเป็นด่าง

3.4.5 ทำการตรวจจำนวนเซลล์ที่ตายของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

3.5 การบันทึกผลการทดลอง

ทำการบันทึกโดยการบันทึกจำนวนเซลล์ทั้งก่อนและหลังการทดลองใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และทำการบันทึกผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ อุณหภูมิ , ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) , แอมโมเนีย (NH_3) , ไนไตรท์(NO_2^-) และความเป็นด่าง โดยแยกบันทึกในแต่ละชั่วโมงที่ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test เป็นการวิเคราะห์ผลของเคมีภัณฑ์ที่มีต่อแพลงก์ตอนพืช

<u>ระยะเวลาการทดลอง</u>

เดือน กุมภาพันธ์ 2543 – เดือน พฤษภาคม 2543

<u>สถานที่ทดลอง</u>

ตึกภาควิชา วิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์การทดลอง

1. ปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.มีประมาณ 5 $\times 10^5$ เซลล์/มิลลิลิตร และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าในชุดควบคุมปริมาณเซลล์ลดลงเหลือ 2 $\times 10^5$ เซลล์/มิลลิลิตร ในชั่วโมงที่ 96 ส่วนในชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 13 และ 14 ppm สามารถลดปริมาณเซลล์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 3 ชั่วโมง และในชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 15 , 16 และ 17 ppm สามารถลดปริมาณเซลล์ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง (ภาพที่ 1)

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.พบว่าในชั่วโมงที่ 1 ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 15 , 16 และ 17 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในชุดควบคุมและชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 13 และ 14 ppm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในชั่วโมงที่ 3 , 6 , 24 , 48 , 72 และ 96 ชุดควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ตารางผนวกที่ 1)

2. คุณภาพน้ำ

2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเป็นปัจจัยหนึ่ง เพื่อพิจารณาในการเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ คือ 6.5–9.0 (ไมตรี และ จารุวรรณ , 2528)

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยของน้ำมีค่าเป็น 8.616 และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าชุดควบคุมมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำสุดเป็น 9.253 ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 10.139 ในชั่วโมงที่ 6 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าต่ำสุดเป็น 7.741 ที่ความเข้มข้น 16 ppm ในชั่วโมงที่ 24 และมีค่าสูงสุดเป็น 9.609 ที่ความเข้มข้น 15 ppm ในชั่วโมงที่ 96 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ในชั่วโมงที่ 1-6 แต่ในชั่วโมงที่ 24 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อละลายน้ำจะแยกเป็นอิสระ และแตกตัวเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อิออน (OOH^-) ดังสมการ $H_2O_2 \Leftrightarrow H^+ + (OOH^-)$ ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน (H^+) สูงขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง และเพิ่มขึ้นอีกในชั่วโมงที่ 48-96 ส่วนในชุดควบคุม ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าสูงกว่าชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างถูกควบคุมโดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณอิออนที่ละลายอยู่ในน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์จะถูกใช้ในขบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำลดลง มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างสูง (ภาพที่ 2) จากการศึกษาพบว่าในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ถึงแม้ว่าในชั่วโมงที่ 72 และ 96 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะสูงกว่า 9.0 แต่ก็อยู่ในช่วงสั้นๆ ซึ่งไมตรี และ จารุวรรณ (2528) กล่าวไว้ว่า กรณีที่มีค่าความเป็นด่างสูงขึ้นจนถึงระดับ 9 หรือ 10 นั้น หากเกิดในระยะเวลาสั้นๆก็ยังไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ส่วนในชุดควบคุมพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างพบว่าในชั่วโมงที่ 1 , 3 , 6 และ 48 ชุดควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในชั่วโมงที่ 24 ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 14 , 15 , 16 และ 17 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในชุดควบคุมและชุดการทดลองความเข้มข้น 13 ppm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนในชั่วโมงที่ 72 และ 96 ทุกชุดการทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 2)

2.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาลและความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของน้ำที่ทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตได้ดีที่สุดอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส (ไมตรี และ จารุวรรณ , 2528)

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำมีค่าเป็น 27.8 องศาเซลเซียส และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าชุดควบคุมมีอุณหภูมิต่ำสุดเป็น 26.9 องศเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 96 และมีอุณหภูมิสูงสุดเป็น 28.9 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 3 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่าต่ำสุดเป็น 26.9 องศาเซลเซียส ที่ทุกความเข้มข้น ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงที่ 96 และมีค่าสูงสุดเป็น 28.5 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้น 16 ppm ในชั่วโมงที่ 24 (ภาพที่ 3, ตารางผนวกที่ 3) จากการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำในแต่ละชุดการทดลองจะคล้ายคลึงกัน คือ อุณหภูมิของน้ำสูงในชั่วโมงที่ 1 , 3 , 6 , 24 และ 48 หลังจากนั้นเริ่มลดลงในชั่วโมงที่ 72 และ 96 เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีฝนตกลงมา ทำให้อุณหภูมิของอากาศต่ำ ส่งผลให้อุณหภูมิน้ำต่ำไปด้วย และเมื่อนำอุณหภูมิเฉลี่ยมาพิจารณา พบว่า ทุกชุดการทดลองมีอุณหภูมิน้ำอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

2.3 ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ หมายถึง ความสามารถหรือคุณสมบัติของน้ำที่ทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างของน้ำประกอบด้วย คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) และ ไฮดรอกไซด์ (OH^-) เป็นส่วนใหญ่ แต่อาจมีพวกบอเรต (Borates) ซิลิเกต (Silicates) ฟอสเฟต (Phosphate) และสารอินทรีย์ต่าง ๆ อยู่บ้าง แต่เป็นจำนวนน้อย คุณสมบัติที่สำคัญของความเป็นด่างต่อแหล่งน้ำ คือ เป็นตัวการที่ช่วยควบคุมไม่ให้แหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่างรวดเร็วเกินไป ความเป็นด่างของน้ำจึงใช้เป็นเครื่องแสดงความสามารถของน้ำที่ป้องกันไม่ให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเปลี่ยนแปลง (buffering capacity) หากปรากฏว่า แหล่งน้ำมีความเป็นด่างต่ำ แสดงว่า มี buffering capacity น้อย ค่าความเป็นด่างของน้ำจะเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ โดยค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 100-120 มิลลิกรัม/ลิตร หรือสูงกว่า (ไมตรี และ จารุวรรณ , 2528)

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ค่าความเป็นด่างเฉลี่ยของน้ำมีค่าเป็น 112 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่าชุดควบคุมมีค่าความเป็นด่างต่ำสุดเป็น 107 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 3 และมีค่าสูงสุดเป็น 201 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 96 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ค่าความเป็นด่างมีค่าต่ำสุดเป็น 101 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 13 ppm ในชั่วโมงที่ 6 และมีค่าสูงสุดเป็น 185 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 14 ppm ในชั่วโมงที่ 72 การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นด่างพบว่าค่าความเป็นด่างของทุกชุดการทดลองเพิ่มขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1-96 และมีการเพิ่มขึ้นต่อไปเรื่อย ๆ เนื่องจากเกิดการย่อยสลายของจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียโดยการใช้ออกซิเจนทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้น ซึ่งค่าความเป็นด่างเกิดขึ้นดังสมการ $H_2O + CO_2 \Leftrightarrow H_2CO_3$ ซึ่ง H_2CO_3 แตกตัวได้ HCO_3^- แล้วแตกตัวเป็น CO_3^{2-} ต่อไป ส่งผลให้ค่าความเป็นด่างเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4) จากการศึกษาพบว่าทุกชุดการทดลองค่าความเป็นด่างมีค่าที่ไม่เป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ค่าความเป็นด่างพบว่าในชั่วโมงที่ 1 , 3 , 6 และ 48 ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในชั่วโมงที่ 24 ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 17 ppm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองความเข้มข้น 14 และ 15 ppm ในชั่วโมงที่ 72 ชุดควบคุม กับชุดการทดลองความเข้มข้น 13 และ 14 ppm มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ส่วนในชุดการทดลองความเข้มข้น 15 , 16 และ 17 ppm ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับชุดควบคุมและชุดการทดลองความเข้มข้น 13 ppm ในชั่วโมงที่ 96 ชุดควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ตารางผนวกที่ 4)

2.4 ไนไตรท์ (Nitrite)

ไนไตรท์โดยปกติเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ แต่มักเกิดในปริมาณไม่มากในแหล่งน้ำธรรมชาติ เว้นแต่ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีการให้อาหารโปรตีนสูง ซึ่งไนไตรท์จะเกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลางของขบวนการ Nitrification โดยแอมโมเนียจะถูกออกซิไดส์โดยแบคทีเรียกลายเป็นสารประกอบพวกไนไตรท์ (NO_2^-) และ ไนเตรท (NO_3^-) ตามลำดับ (ไมตรี และ จารุวรรณ , 2528) นอกจากนี้ถ้าอยู่ในสภาพที่ขาดอากาศ จะเกิดปฏิกิริยารีดักชั่นไนเตรทให้กลับไปเป็นไนไตรท์ โดยแบคทีเรียที่อยู่ในน้ำ (Boyd , 1982) ความเป็นพิษของไนไตรท์ เนื่องมาจากไนไตรท์ไปทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเลือดและระบบเลือด โดยสามารถเปลี่ยนฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดให้เป็นเมธีโมโกลบิน (Methemoglobin) โดยเม็ดเลือดจะมีสีชาหรือเข้ม ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมกับออกซิเจนได้ ส่งผลให้เลือดไม่สามารถขนถ่ายออกซิเจนไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ ก่อให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจน และเป็นสาเหตุทำให้สัตว์น้ำตาย (Wetzel , 1975) ปริมาณไนไตรท์ที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำควรมีค่าไม่เกิน 0.359 มิลลิกรัม/ลิตร (Sprague , 1971 อ้างโดย ศิริวรรณ 2538)

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ยของน้ำมีค่าเป็น 0.1295 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่าชุดควบคุมปริมาณไนไตรท์มีค่าต่ำสุดเป็น 0.1297 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1563 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 96 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณไนไตรท์มีค่าต่ำสุดเป็น 0.1269 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 17 ppm ในชั่วโมงที่ 3 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1681 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 14 ppm ในชั่วโมงที่ 72 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนไตรท์พบว่าปริมาณไนไตรท์ของทุกชุดการทดลองเพิ่มขึ้นตั้งแต่ชั่วโมงที่ 1-96 และมีการเพิ่มขึ้นต่อไปเรื่อย ๆ เนื่องจากทุกชุดการทดลองมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำน้อย ทำให้ไนเตรทเปลี่ยนรูปเป็นไนไตรท์ (ภาพที่ 5) จากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99284

ศึกษาพบว่าทุกชุดการทดลอง ปริมาณไนไตรท์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.1269-0.1681 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณไนไตรท์พบว่าในชั่วโมงที่ 1 , 6 , 48 , 72 และ 96 ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในชั่วโมงที่ 3 ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 17 ppm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองอื่น ส่วนในชั่วโมงที่ 24 ชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชุดการทดลองความเข้มข้น 17 ppm มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุม (ตารางผนวกที่ 5)

2.5 แอมโมเนีย (Total ammonia)

แอมโมเนียที่อยู่ในแหล่งน้ำมี 2 รูปแบบ ได้แก่ แอมโมเนียอิสระ (unionized ammonia,NH_3) ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ อีกรูปหนึ่ง คือ แอมโมเนียอิออน (ionized ammonia,NH_4^+) ซึ่งไม่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ (Hans และ คณะ ,1994) ทั้ง 2 รูปแบบของแอมโมเนียจะอยู่ในรูปใดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างและอุณหภูมิของน้ำ ดังสมการ $NH_4^+ \Leftrightarrow NH_3 + H^+$ ในสภาวะที่ความเป็นกรดเป็นด่างสูงขึ้น ความเข้มข้นของแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะมีผลต่อความเข้มข้นของแอมโมเนียมากกว่าอุณหภูมิ (Boyd ,1988 อ้างโดย ยงยุทธ และ คณะ , 2532) ถ้าในน้ำมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง ความเป็นพิษของแอมโมเนียจะมากกว่าในน้ำที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ เนื่องจากเมื่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูง ความเข้มข้นของแอมโมเนียอิออนจะลดลง โดยเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียอิสระ แอมโมเนียในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้มาจากการสลายตัวของสารอินทรีย์ (organic substance) ในรูปของอาหารที่ให้สัตว์น้ำ ของเสียหรือเศษอาหารที่เหลืออยู่จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียในน้ำสูงขึ้นซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้ โดยมีผลทำให้การเจริญเติบโตของสัตว์น้ำลดลงเนื่องจากเหงือกถูกทำลาย นอกจากนี้ Boyd (1989) ได้รายงานว่าการเพิ่มขึ้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีขึ้นหลังจากการตายของแพลงก์ตอนจำนวนมาก ความทนทานของสัตว์น้ำต่อแอมโมเนียนั้นขึ้นอยู่กับ ชนิด สรีระของสัตว์น้ำ และปัจจัยสิ่งแวดล้อม ปริมาณแอมโมเนียในระดับที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำอยู่ในช่วง 0.4-2 มิลลิกรัม/ลิตร และไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร (ชลอ , 2535)

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดของน้ำมีค่าเป็น 0.0025 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่าชุดควบคุมปริมาณแอมโมเนียมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0013 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 6 และ 24 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.0326 มิลลิกรัม/ลิตร ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั่วโมงที่ 48 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณแอมโมเนียมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0028 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 14 ppm ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1574 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 17 ppm ในชั่วโมงที่ 24 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียพบว่าปริมาณแอมโมเนียในชั่วโมงที่ 1-6 มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่ในชั่วโมงที่ 24 ชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีปริมาณแอมโมเนียเพิ่มขึ้น เนื่องจากแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.มีการตายเกิดขึ้น ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น หลังจากนั้นปริมาณแอมโมเนียลดลง ส่วนในชุดควบคุมปริมาณแอมโมเนียสูงสุดในชั่วโมงที่ 48 ซึ่งมีสาเหตุจากการตายของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp.เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 6) จากการศึกษาพบว่าทุกชุดการทดลอง ปริมาณแอมโมเนียมีค่าอยู่ระหว่าง 0.0013 - 0.1574 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ถึงแม้ว่าปริมาณแอมโมเนียในชั่วโมงที่ 24 ในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และในชั่วโมงที่ 48 ในชุดควบคุม มีค่าสูงกว่า 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ก็พบในช่วงสั้นๆ ทำให้สัตว์น้ำไม่ได้รับอันตรายมากนัก

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณแอมโมเนียพบว่าในชั่วโมงที่ 3 และ 48 ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในชั่วโมงที่ 6 และ 24 ชุดควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในชั่วโมงที่ 1 ชุดควบคุมและชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 14 ppm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 17 ppm ในชั่วโมงที่ 72 ชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้นข้น 17 ppm มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดควบคุม ส่วนในชั่วโมงที่ 96 ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 13 , 14 , 15 และ 16 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 14 , 15 , 16 และ 17 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ในชุดควบคุมมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 13 และ 17 ppm (ตารางผนวกที่ 6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 แอมโมเนียอิสระ (Unionized ammonia)

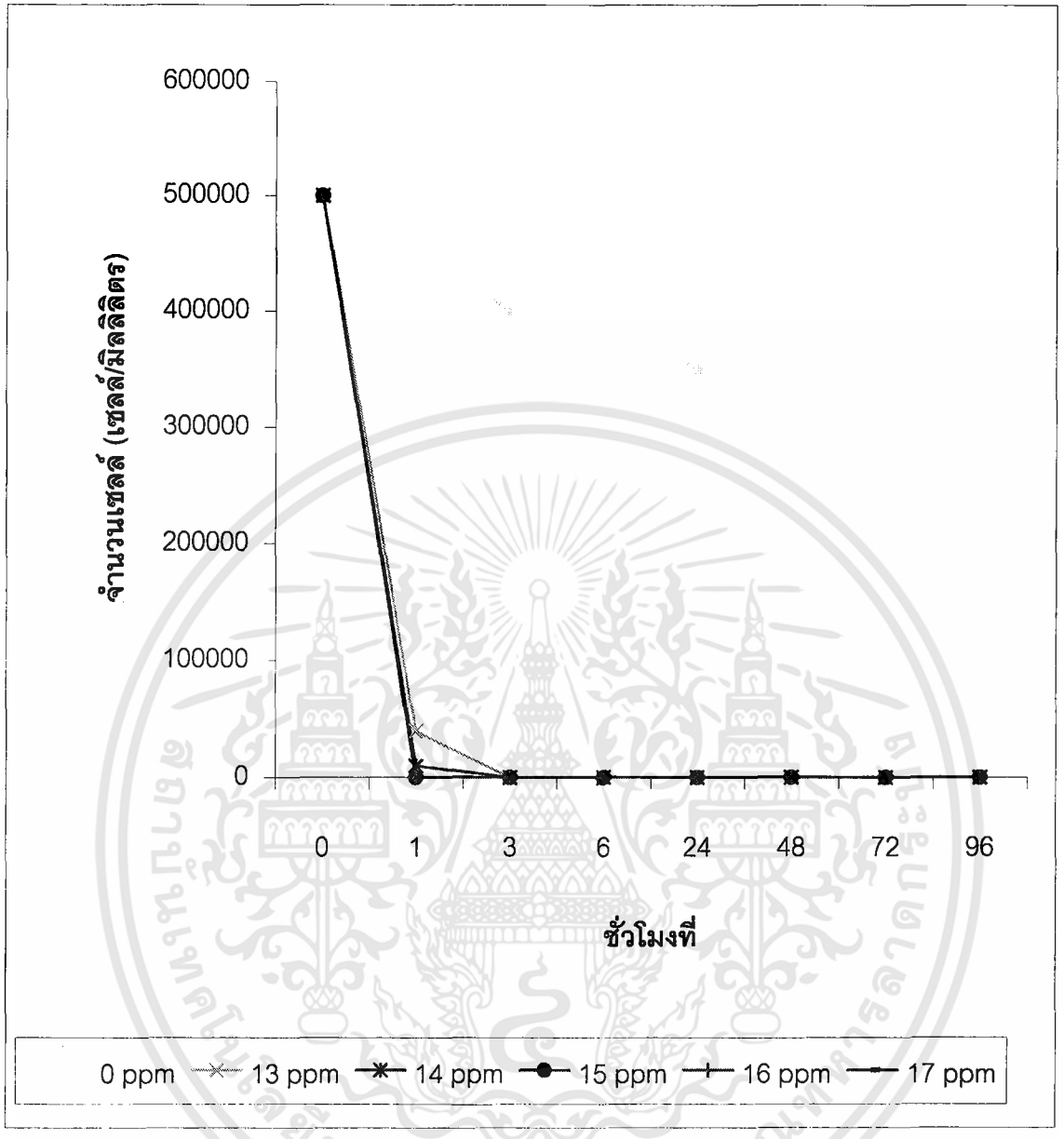
แอมโมเนียอิสระ (Unionized ammonia) เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ สำหรับปริมาณแอมโมเนียอิสระในแหล่งน้ำธรรมชาติที่ปลอดภัยต่อสัตว์น้ำไม่ควรเกิน 0.0396 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนปริมาณแอมโมเนียอิสระที่ไม่เป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร (ไมตรี และ จารุวรรณ , 2528)

ก่อนการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณแอมโมเนียอิสระมีค่าเป็น 0.0006 มิลลิกรัม/ลิตร และหลังการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์พบว่าชุดควบคุมปริมาณแอมโมเนียอิสระมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0012 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 6 และ 24 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.0256 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 48 ส่วนในชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณแอมโมเนียอิสระมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0009 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 14 ppm ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.0201 มิลลิกรัม/ลิตร ที่ความเข้มข้น 17 ppm ในชั่วโมงที่ 48 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียอิสระพบว่าปริมาณแอมโมเนียอิสระในทุกชุดการทดลองสูงสุดในชั่วโมงที่ 48 เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าว มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแอมโมเนียทั้งหมดสูง ส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนียอิออนลดลง โดยจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียอิสระมากขึ้น (ภาพที่ 7) จากการศึกษาพบว่าปริมาณแอมโมเนียอิสระในทุกชุดการทดลอง เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ ปริมาณแอมโมเนียอิสระพบว่าในชั่วโมงที่ 1 , 3 , 6 , 48 , 72 และ 96 ทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนในชั่วโมงที่ 24 ชุดควบคุมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) กับชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (ตารางผนวกที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

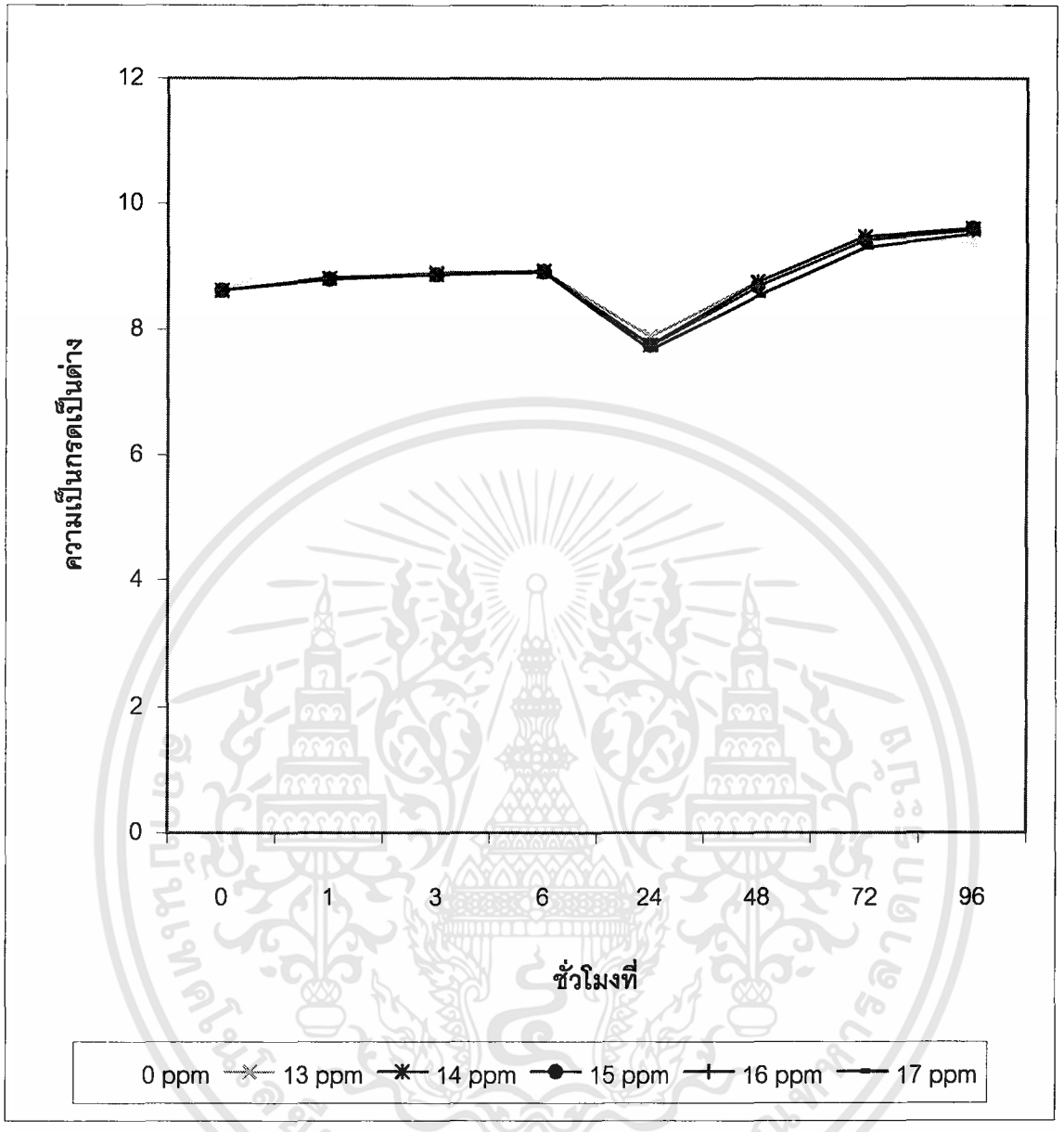
17050



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนเซลล์ของ *Oscillatoria* sp. (เซลล์/มิลลิลิตร)

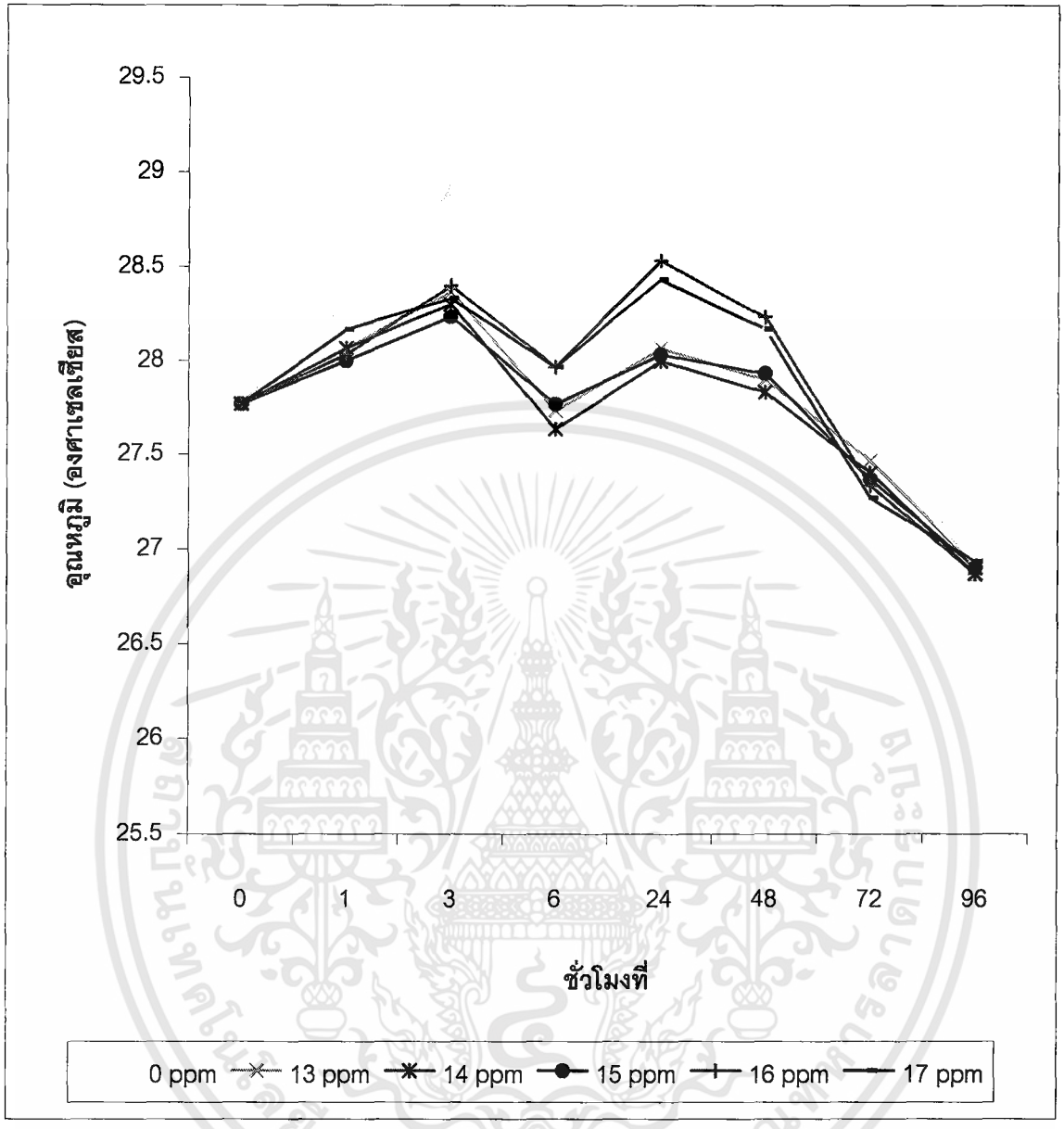
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง



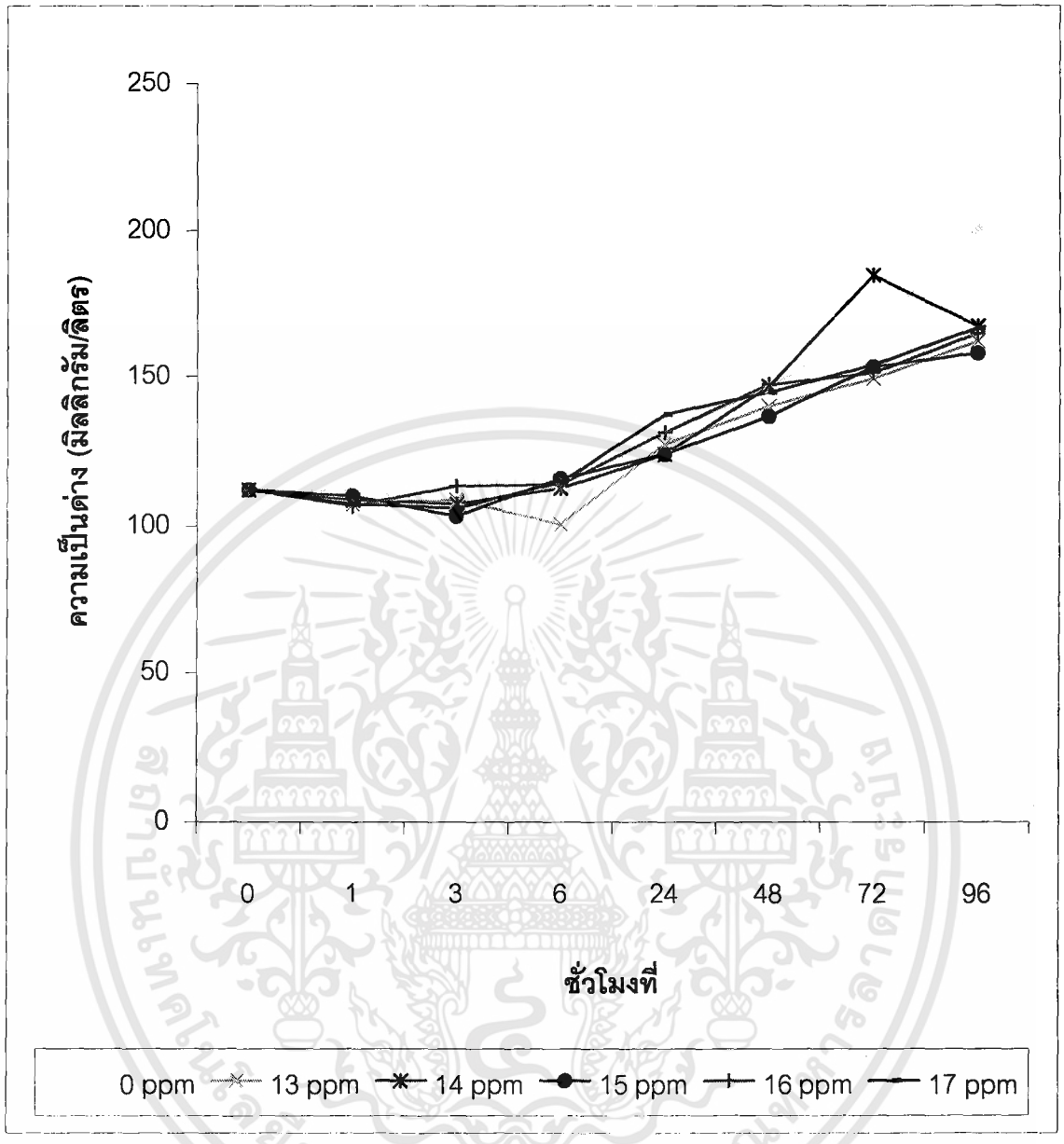
ภาพที่ 2 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



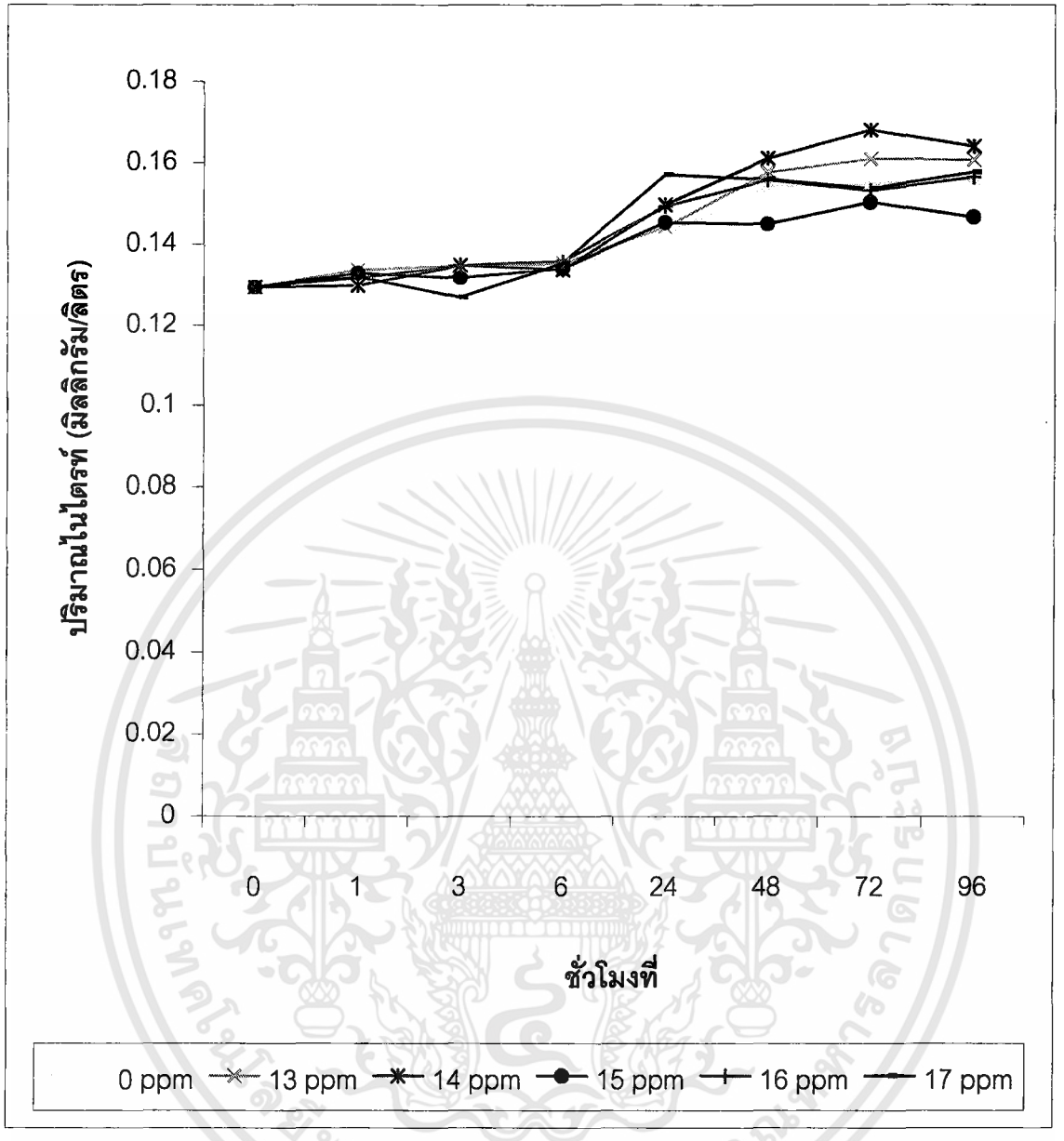
ภาพที่ 3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



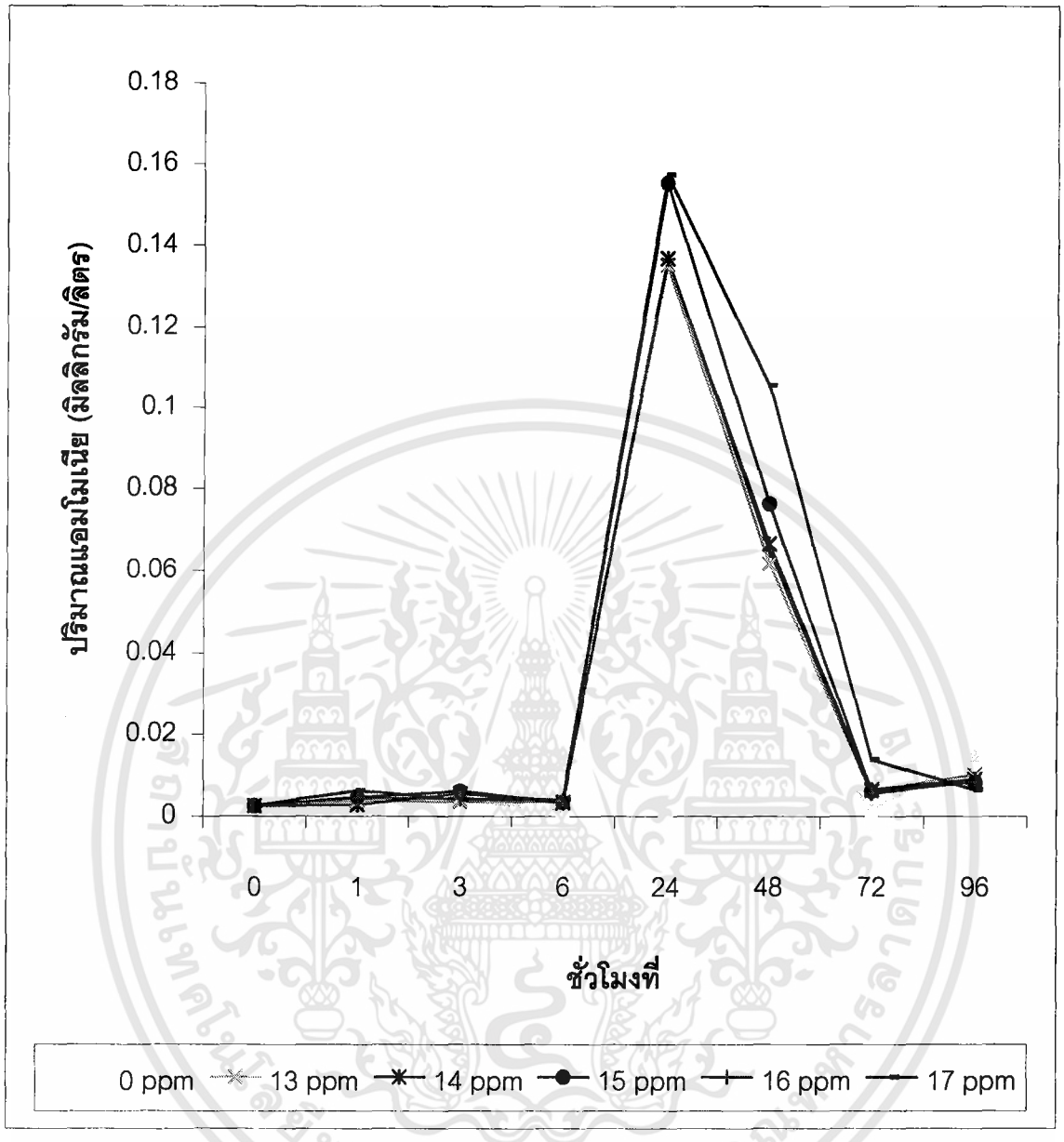
ภาพที่ 4 แสดงค่าความเป็นด่างเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



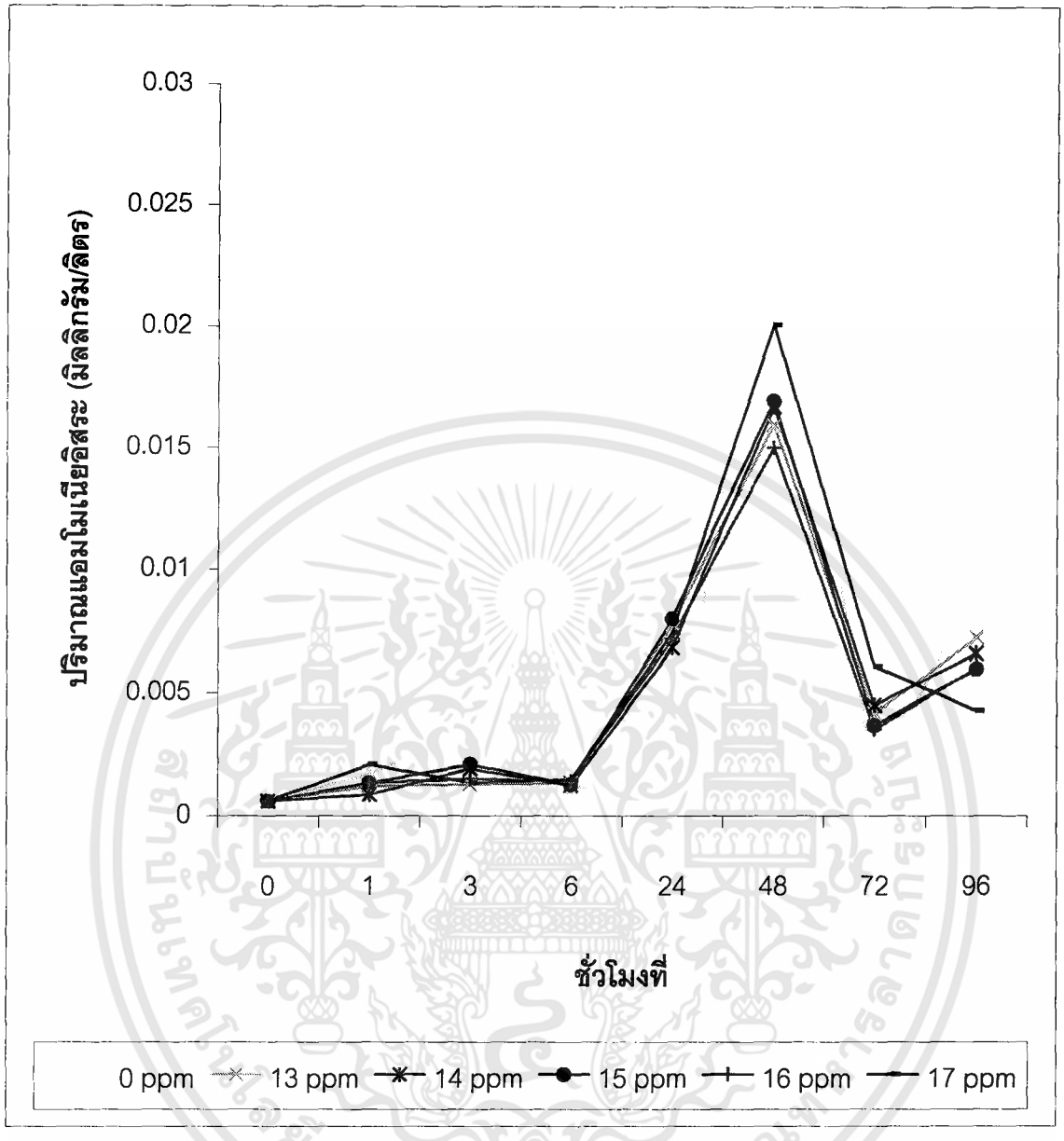
ภาพที่ 5 แสดงปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 แสดงปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 แสดงปริมาณแอมโมเนียอิสระเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษา การควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ปริมาณเซลล์เริ่มต้น 5×10^5 เซลล์/มิลลิลิตร โดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 13 , 14 , 15 , 16 และ 17 ppm สรุปผลได้ดังนี้

1. การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 13 และ 14 ppm สามารถลดปริมาณเซลล์ *Oscillatoria* sp. ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 3 ชั่วโมง การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 15, 16 และ 17 ppm สามารถลดปริมาณเซลล์ *Oscillatoria* sp. ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในเวลา 1 ชั่วโมง

2. คุณภาพน้ำที่ศึกษาจากชุดการทดลองที่ใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าทุกชุดการทดลองมีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ส่วนในชุดควบคุมค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

3. ความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทุกความเข้มข้นที่ทำการศึกษา สามารถควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. ได้ โดยความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด คือ ความเข้มข้น 13 ppm เนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดซึ่งสัตว์น้ำจะได้รับผลกระทบน้อยที่สุด และเป็นการประหยัดต้นทุนในการกำจัดแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. โดยคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดในชุดการทดลองความเข้มข้น 13 ppm ตลอดการศึกษาได้ผลดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง มีค่าต่ำสุด 7.889 $\pm$ 0.105 ในชั่วโมงที่ 24 และมีค่าสูงสุดเป็น 9.576 $\pm$ 0.142 ในชั่วโมงที่ 96 อุณหภูมิ มีค่าต่ำสุดเป็น 26.9 $\pm$ 0.1 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 96 และมีค่าสูงสุดเป็น 28.4 $\pm$ 0.3 องศาเซลเซียส ในชั่วโมงที่ 3 ความเป็นด่าง มีค่าต่ำสุดเป็น 101 $\pm$ 8 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 6 และมีค่าสูงสุดเป็น 162 $\pm$ 16 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 96 ไนไตรท์ มีค่าต่ำสุดเป็น 0.1337 $\pm$ 0.0002 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1610 $\pm$ 0.0133 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 72 แอมโมเนียมีค่าต่ำสุดเป็น 0.0036 $\pm$ 0.0003 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 3 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.1353 $\pm$ 0.0254 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 24 แอมโมเนียอิสระ มีค่าต่ำสุดเป็น 0.0012 $\pm$ 0.0003 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 1 และมีค่าสูงสุดเป็น 0.0159 $\pm$ 0.0066 มิลลิกรัม/ลิตร ในชั่วโมงที่ 48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาวิธีการตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยใช้เครื่องมือที่มีความสะดวกรวดเร็ว และแม่นยำมาใช้ในการศึกษา

2. การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในการควบคุมปริมาณ *Oscillatoria* sp. มีแนวโน้มทำให้ค่าความเป็นกรดเป็นด่างลดลง แต่ก็อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

ชลอ ลิ้มสุวรรณ. 2535. คัมภีร์การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. ฐานเศรษฐกิจ จตุจักร, กรุงเทพฯ. 202 น.

บุษรา สร้อยระย้า. 2531. ผลของสารฟอกขาวโซเดียมไฮโปคลอไรด์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและความเหนียวของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีรีแอคตีฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประพันธ์ สัญญปรีดากุล. 2540. การใช้เคมีในการเลี้ยงกุ้ง. รายงานสัมมนางานวันกุ้งจันทบุรี 40. ชมรมผู้เลี้ยงกุ้งจันทบุรี , จันทบุรี : 81 – 82.

ฝ่ายวิชาการและพัฒนาผลิตภัณฑ์. 2542. การควบคุมสาหร่ายขนแมวในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. โลกสัตว์น้ำ, 5(2) : 2 – 3.

มาลี จันทจรูญพงษ์. 2531. ผลของสารฟอกขาวโซเดียมไฮโปคลอไรท์และไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและความเหนียวของผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีไดเรกท์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำ และวิธีการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัยทางการประมง. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 115 น.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก, พุทธ ส่องแสงจินดา, ศุภโชค สุวรรณมณี และวิชาญ ชูสุวรรณ. 2532. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2532. สถาบันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง, กรุงเทพฯ. 35 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2530. แพลงก์ตอน. ภาควิชาชีวประมง. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 289 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิริยะ สิริสิงหะ. 2541. 110 ธาตุ คุณสมบัติและการค้นพบ. สำนักพิมพ์อักษรวัฒนา, กรุงเทพฯ. 140 น.

ศิริวรรณ คิดประเสริฐ. 2538. การใช้สาหร่ายทะเลช่วยลดสารประกอบไนโตรเจนในน้ำทิ้งจากการเลี้ยงกุ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรางค์ อนุกูล. 2538. ปฏิบัติการเคมีคุณภาพวิเคราะห์. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 279 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2532. ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 21 น.

Arndt, R.E. and E.J. Wagner. 1997. The toxicity of hydrogen peroxide to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* and cutthroat trout *Oncorhynchus clarki* fry and fingerlings. Journal of the World Aquaculture Society. 28(2) : 150 – 157.

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

Boyd, C.E. 1989. Water Quality Management Aeration in Shrimp Farming. Fisheries and Allied Aquaculture Department Series 2 Auburn University, Alabama. 77 p.

Bruno , D.W. and R.S. Raynard. 1994. Studies on the use of hydrogen peroxide as a method for the control of sea lice on Atlantic salmon. Aquaculture International. 2(1) : 10 –18.

Gaikowski, M.P., J.J. Rach. , J.J. Olson and R.T. Ramsay. 1998. Toxicity of hydrogen peroxide treatments to rainbow trout eggs. Journal of Aquatic Animal Health. 10(3) : 241 – 251

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Rach, J.J., T.M. Schreier., G.E. Howe and S.D. Redman. 1997. Effect of species, life stage and water temperature on the toxicity of hydrogen peroxide to fish. Progessive Fish Culturist. 59(1) : 41 – 46.

Rach, J.J., M.P Gaikowski., G.E. Howe and T.M. Schreier. 1998. Evaluation of the toxicity and efficacy of hydrogen peroxide treatments on eggs of warm and coolwater fishes. Aquaculture. 165(1-2) : 11 – 25.

Thomassen, J.M., G.A. Boxshall., and D. Defaye. 1993. Hydrogen peroxide as a delousing agent for Atlantic salmon. Pathogens of wild and farmed fish: sealice. : 290-295

Wetzel, R.G. 1975. Limnology. W.B.Saunders Co., Philadelphia. 743 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงจำนวนเซลล์ของแพลงก์ตอนพืช *Oscillatoria* sp. (เซลล์/มิลลิลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ความเข้มข้น ของ H_2O_2	ชั่วโมงที่ 0	1	3	6	24	48	72	96
0 ppm	500000[a]	450000[a]	400000[a]	400000[a]	350000[a]	300000[a]	300000[a]	200000[a]
13 ppm	500000[a]	40000.0[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]
14 ppm	500000[a]	10000.0[c]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]
15 ppm	500000[a]	0.00000[d]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]
16 ppm	500000[a]	0.00000[d]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]
17 ppm	500000[a]	0.00000[d]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]	0.0000[b]	0.00000[b]	0.00000[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตัวอักษรต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวกที่ 2 แสดงค่าความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ย และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ความเข้มข้น	ชั่วโมงที่							
ของ H_2O_2	0	1	3	6	24	48	72	96
0 ppm	8.616 ± 0.044[a]	9.253 ± 0.060[a]	10.079 ± 0.101[a]	10.139 ± 0.062[a]	10.021 ± 0.037[a]	9.770 ± 0.109[a]	9.483 ± 0.086[a]	9.367 ± 0.018[a]
13 ppm	8.616 ± 0.044[a]	8.809 ± 0.045[b]	8.898 ± 0.081[b]	8.919 ± 0.068[b]	7.889 ± 0.105[b]	8.765 ± 0.265[b]	9.460 ± 0.417[a]	9.576 ± 0.142[a]
14 ppm	8.616 ± 0.044[a]	8.806 ± 0.036[b]	8.873 ± 0.036[b]	8.930 ± 0.035[b]	7.753 ± 0.050[c]	8.755 ± 0.217[b]	9.476 ± 0.349[a]	9.604 ± 0.131[a]
15 ppm	8.616 ± 0.044[a]	8.793 ± 0.049[b]	8.866 ± 0.032[b]	8.916 ± 0.043[b]	7.746 ± 0.100[c]	8.689 ± 0.206[b]	9.416 ± 0.325[a]	9.609 ± 0.199[a]
16 ppm	8.616 ± 0.044[a]	8.803 ± 0.043[b]	8.869 ± 0.037[b]	8.914 ± 0.034[b]	7.741 ± 0.073[c]	8.687 ± 0.222[b]	9.417 ± 0.328[a]	9.573 ± 0.165[a]
17 ppm	8.616 ± 0.044[a]	8.819 ± 0.041[b]	8.866 ± 0.038[b]	8.909 ± 0.041[b]	7.674 ± 0.050[c]	8.535 ± 0.222[b]	9.299 ± 0.397[a]	9.513 ± 0.211[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตัวอักษรต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวกที่ 3 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)

ความเข้มข้น	ชั่วโมงที่							
ของ H_2O_2	0	1	3	6	24	48	72	96
0 ppm	27.8 ± 0.1	28.3 ± 0.1	28.9 ± 0.3	27.9 ± 0.2	28.2 ± 0.2	28.2 ± 0.2	27.7 ± 0.2	26.9 ± 0.1
13 ppm	27.8 ± 0.1	28.1 ± 0.2	28.4 ± 0.3	27.7 ± 0.2	28.1 ± 0.1	27.9 ± 0.1	27.5 ± 0.1	26.9 ± 0.1
14 ppm	27.8 ± 0.1	28.1 ± 0.2	28.3 ± 0.3	27.6 ± 0.2	28.0 ± 0.2	27.8 ± 0.2	27.4 ± 0.2	26.9 ± 0.1
15 ppm	27.8 ± 0.1	28.0 ± 0.1	28.2 ± 0.2	27.8 ± 0.1	28.0 ± 0.1	27.9 ± 0.2	27.4 ± 0.1	26.9 ± 0.0
16 ppm	27.8 ± 0.1	28.0 ± 0.2	28.4 ± 0.3	28.0 ± 0.1	28.5 ± 0.2	28.2 ± 0.2	27.3 ± 0.2	26.9 ± 0.1
17 ppm	27.8 ± 0.1	28.2 ± 0.1	28.3 ± 0.2	28.0 ± 0.1	28.4 ± 0.1	28.2 ± 0.1	27.3 ± 0.1	26.9 ± 0.1

ตารางผนวกที่ 4 แสดงค่าความเป็นด่างเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ความเข้มข้น	ชั่วโมงที่							
ของ H_2O_2	0	1	3	6	24	48	72	96
0 ppm	112± 9^{a}	112 ± 2 ^{a}	107 ± 6 ^{a}	113 ± 16 ^{a}	131 ± 6 ^{ab}	147± 12 ^{a}	167 ± 5 ^{b}	201 ± 9 ^{a}
13 ppm	112± 9^{a}	107 ± 5^{a}	109 ± 2 ^{a}	101 ± 8 ^{a}	127 ± 7 ^{ab}	140 ± 2 ^{a}	149 ± 8 ^{c}	162 ± 16 ^{b}
14 ppm	112± 9^{a}	109 ± 1 ^{a}	107 ± 3 ^{a}	112 ± 5 ^{a}	124 ± 5 ^{b}	147 ± 6 ^{a}	185 ± 8 ^{a}	167 ± 6 ^{b}
15 ppm	112± 9^{a}	110 ± 0 ^{a}	103 ± 3 ^{a}	116 ± 4 ^{a}	124 ± 5 ^{b}	137 ± 6 ^{a}	153 ± 5 ^{bc}	158 ± 3 ^{b}
16 ppm	112± 9^{a}	107 ± 8 ^{a}	113± 11 ^{a}	114 ± 3 ^{a}	131 ± 9 ^{ab}	147 ± 4 ^{a}	151 ±13^{bc}	165 ± 7 ^{b}
17 ppm	112± 9^{a}	107± 3.^{a}	106± 4 ^{a}	115 ± 3 ^{a}	137 ± 5 ^{a}	145 ± 5 ^{a}	154 ± 7 ^{bc}	167 ± 2 ^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตัวอักษรต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวกที่ 5 แสดงปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ความเข้มข้น	ชั่วโมงที่							
ของ H_2O_2	0	1	3	6	24	48	72	96
0 ppm	0.1295 ± 0.0044^{a}	0.1297 ± 0.0032^{a}	0.1324 ± 0.0004^{a}	0.1335 ± 0.0017^{a}	0.1425 ± 0.0048^{b}	0.1542 ± 0.0220^{a}	0.1548 ± 0.0198^{a}	0.1563 ± 0.0097^{a}
13 ppm	0.1295 ± 0.0044^{a}	0.1337 ± 0.0002^{a}	0.1349 ± 0.0024^{a}	0.1353 ± 0.0029^{a}	0.1443 ± 0.0060^{ab}	0.1576 ± 0.0108^{a}	0.1610 ± 0.0133^{a}	0.1607 ± 0.0130^{a}
14 ppm	0.1295 ± 0.0044^{a}	0.1299 ± 0.0057^{a}	0.1350 ± 0.0011^{a}	0.1339 ± 0.0027^{a}	0.1497 ± 0.0122^{ab}	0.1611 ± 0.0173^{a}	0.1681 ± 0.0228^{a}	0.1640 ± 0.0072^{a}
15 ppm	0.1295 ± 0.0044^{a}	0.1329 ± 0.0009^{a}	0.1318 ± 0.0026^{a}	0.1342 ± 0.0022^{a}	0.1454 ± 0.0077^{ab}	0.1450 ± 0.0082^{a}	0.1504 ± 0.0038^{a}	0.1467 ± 0.0041^{a}
16 ppm	0.1295 ± 0.0044^{a}	0.1317 ± 0.0023^{a}	0.1349 ± 0.0014^{a}	0.1360 ± 0.0004^{a}	0.1494 ± 0.0044^{ab}	0.1558 ± 0.0199^{a}	0.1532 ± 0.0177^{a}	0.1564 ± 0.0089^{a}
17 ppm	0.1295 ± 0.0044^{a}	0.1321 ± 0.0013^{a}	0.1270 ± 0.0042^{b}	0.1355 ± 0.0008^{a}	0.1571 ± 0.0034^{a}	0.1560 ± 0.0142^{a}	0.1537 ± 0.0098^{a}	0.1577 ± 0.0090^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตัวอักษรต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)

ตารางผนวกที่6 แสดงปริมาณแอมโมเนียเฉลี่ย (มิลลิกรัม/ลิตร) และการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ความเข้มข้น	ชั่วโมงที่							
ของ H_2O_2	0	1	3	6	24	48	72	96
0 ppm	0.0025 ± 0.0006^{a}	0.0029 ± 0.0027^{b}	0.0040 ± 0.0043^{a}	0.0013 ± 0.0016^{b}	0.0013 ± 0.0013^{b}	0.0326 ± 0.0329^{a}	0.0018 ± 0.020^{b}	0.0150 ± 0.0037^{a}
13 ppm	0.0025 ± 0.0006^{a}	0.0038 ± 0.0006^{ab}	0.0036 ± 0.0003^{a}	0.0037 ± 0.0009^{a}	0.1353 ± 0.0254^{a}	0.0618 ± 0.0408^{a}	0.0061 ± 0.0008^{ab}	0.0103 ± 0.0007^{b}
14 ppm	0.0025 ± 0.0006^{a}	0.0028 ± 0.0006^{b}	0.0055 ± 0.0015^{a}	0.0033 ± 0.0009^{a}	0.1369 ± 0.0320^{a}	0.0666 ± 0.0468^{a}	0.0066 ± 0.0016^{ab}	0.0091 ± 0.0019^{bc}
15 ppm	0.0025 ± 0.0006^{a}	0.0046 ± 0.0013^{ab}	0.0061 ± 0.0039^{a}	0.0034 ± 0.0007^{a}	0.1554 ± 0.0258^{a}	0.0763 ± 0.0492^{a}	0.0061 ± 0.0004^{ab}	0.0085 ± 0.0013^{bc}
16 ppm	0.0025 ± 0.0006^{a}	0.0044 ± 0.0007^{ab}	0.0043 ± 0.0020^{a}	0.0040 ± 0.0005^{a}	0.1367 ± 0.0160^{a}	0.0651 ± 0.0281^{a}	0.0056 ± 0.0005^{ab}	0.0087 ± 0.0008^{bc}
17 ppm	0.0025 ± 0.0006^{a}	0.0063± 0.0024^{a}	0.0040 ± 0.0010^{a}	0.0042 ± 0.0005^{a}	0.1574 ± 0.0091^{a}	0.1054 ± 0.0408^{a}	0.0139 ± 0.0143^{a}	0.0066 ± 0.0008^{c}

หมายเหตุ ตัวอักษรเหมือนกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตัวอักษรต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่า มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$)